

中國有色集團  
位於贊比亞共和國 Copperbelt 省  
之銅資產的  
技術評估報告

委託編製機構

中國有色礦業集團有限公司

報告由

 **srk** consulting

SRK Consulting (China) Ltd 編製

2012年3月30日

中國有色集團  
位於贊比亞共和國 Copperbelt 省  
之銅資產的  
技術評估報告

委託機構

中國有色礦業集團有限公司

中國北京朝陽區安定路10號中國有色大廈

郵編：100029

<http://www.cnmc.com.cn>

SRK Consulting (China) Ltd

中國北京東城區建國門內大街8號

中糧廣場B座1205室

郵編：100005

聯絡人：賈葉飛博士

電話：+86 10 6511 1053

電郵：yjia@srk.cn

<http://www.srk.cn>

SRK專案編號：SCN275

2012年3月30日

編輯人：

同行評審人：

---

賈葉飛博士，  
澳大利西亞採礦和冶金學會會員  
(MAusIMM)  
首席顧問  
(地質組)

---

Mike Warren，  
澳大利西亞採礦和冶金學會資深會員  
(FAusIMM)  
企業顧問  
(專案評估組)

作者：

Qiushi Li、肖鵬飛、黃沐輝、黃秋冀、牛蘭良、Andrew Lewis 及賈葉飛博士

同行評審人：

徐安順博士(內部)及 Mike Warren 先生(外部)

## 概要

中國有色礦業集團有限公司(「中國有色集團」、「貴公司」或「客戶」)委託 SRK Consulting China Limited(「SRK」)對中國有色集團旗下四間附屬公司於贊比亞的營運資產(包括 Chambishi 及 Luanshya 銅礦床及伴生選礦廠、濕法廠及冶煉廠以及在建項目(包括選礦廠及濕法廠))從所有相關技術方面進行獨立評估。SRK獨立技術審查報告(「ITR」)須列入於香港聯合交易所有限公司(「聯交所」)主板建議上市(「建議上市」)所需的文件中。

該項目的工作方案包括於2011年4至5月審核所提供的數據、進行實地考察及檢視作業流程、與 貴公司進行地質勘探及可行性研究的員工及相關地質團隊專家及顧問交流意見、於2011年6至7月監督 Chambishi 東南礦的質量保證及質量控制(「質量保證/質量控制」)工作、於2011年2月更新、於2011年5至6月核查數據、於2011年7月對 Chambishi 東南礦進行資源量估計、於2012年2月審閱中國有色集團所提供生產紀錄、分析 貴公司所提供及SRK所獲取的數據以及編製本報告。

## 結論

## 綜述

所審查的項目由中國有色集團旗下四間位於贊比亞的附屬公司擁有。中色非洲礦業有限公司(「中色非洲礦業」)由中國有色集團擁有85%權益，擁有三份覆蓋 Chambishi 主礦、Chambishi 西礦及 Chambishi 東南礦三個銅礦的大型採礦牌照及一個位於 Chambishi 地區的加工廠。該等採礦牌照於1998年由 Zambia Consolidated Copper Mines Ltd (「ZCCM」)轉予中色非洲礦業。Chambishi 主礦、Chambishi 西礦及加工廠自2003年起即由中色非洲礦業管理運營。贊比亞謙比希濕法冶煉有限公司(「謙比希濕法冶煉」)由中國有色集團擁有55%權益，擁有一份 Mwambashi 地區的勘探許可證及 Chambishi 地區的部分尾礦及礦渣資源。中色盧安夏銅業有限公司(「中色盧安夏」)由中國有色集團擁有80%權益，擁有七份採礦牌照及一個位於 Luanshya 地區的加工廠。Baluba 中部銅礦自2009年以來一直積極開採。中國有色集團擁有謙比希銅冶煉有限公司(「謙比希銅冶煉」)80%股權。詳情於下表載列。

公司/礦場及廠房	生產	設計產能 (噸/年)	2011年度 產量(噸)	狀態
<b>中色非洲礦業有限公司</b>				
Chambishi 主礦 . . . . .	原礦石 — 硫化礦	2,145,000	1,028,306	生產
Chambishi 西礦 . . . . .	原礦石 — 混合礦石	990,000	487,123	生產
Chambishi 東南礦 <sup>1</sup> . . . . .	原礦石	3,300,000		建設
Chambishi 選礦廠 . . . . .	銅精礦	86,000	61,119	生產
Chambishi 東南選礦廠 <sup>2</sup> . . . . .	銅精礦	261,030		設計
<b>贊比亞謙比希濕法冶煉有限公司</b>				
Chambishi 選礦廠 . . . . .	銅精礦	8,150	2,094	生產
Chambishi 濕法廠 . . . . .	陰極銅	7,000	7,003	生產
Mwambashi 加工廠 <sup>3</sup> . . . . .	銅精礦			規劃
Kakoso 濕法廠 <sup>4</sup> . . . . .	陰極銅	3,000		設計
<b>CNMC Huachin (Congo)</b>				
濕法廠 <sup>5</sup> . . . . .	陰極銅	10,000		生產
Mabende 項目 <sup>6</sup> . . . . .	陰極銅	20,000		建設

公司	礦場及廠房	生產	設計產能 (噸/年)	2011年度 產量(噸)	狀態
<b>謙比希銅冶煉有限公司</b>					
	Chambishi 銅冶煉廠 . . . . .	粗銅	150,000	150,863	生產
<b>中色盧安夏銅業有限公司</b>					
	Baluba 中礦 . . . . .	原礦石 — 硫化礦	1,500,000	1,224,068	生產
	Baluba 東礦 <sup>7</sup> . . . . .	原礦石 — 氧化礦	900,000		規劃
	Muliashi 北礦 . . . . .	原礦石 — 氧化礦	4,500,000	剝離	生產
	Mashiba 礦 <sup>8</sup> . . . . .	原礦石 — 硫化礦			規劃
	Muliashi 南礦 <sup>9</sup> . . . . .	原礦石 — 氧化礦			規劃
	Baluba 中部加工廠 . . . . .	銅精礦	86,000	63,015	生產
	Muliashi 濕法廠 . . . . .	陰極銅	40,000		生產

附註：

- <sup>1</sup> 中色非洲礦業 — Chambishi 東南礦處於在建階段，預期於2016年投產
- <sup>2</sup> 中色非洲礦業 — Chambishi 東南選礦廠預期於2013年動工，於2016年投產
- <sup>3</sup> 謙比希濕法冶煉 — Mwambashi 加工廠已納入規劃，預期於2012年動工
- <sup>4</sup> 謙比希濕法冶煉 — Kakoso 濕法廠已納入規劃，預期於2012年動工
- <sup>5</sup> 謙比希濕法冶煉 — Mabende 項目(濕法廠)處於在建階段，預計於2014年投產
- <sup>6</sup> 謙比希濕法冶煉 — CNMC Huachin (Congo) 濕法廠已於2012年3月投產
- <sup>7</sup> 中色盧安夏 — Baluba 東礦已納入規劃，預期於2017年動工
- <sup>8</sup> 中色盧安夏 — Mashiba 礦已納入規劃，預期於2014年動工
- <sup>9</sup> 中色盧安夏 — Muliashi 南礦已納入規劃，預期於2014年動工

該等礦山及配套設施由中國有色集團位於贊比亞共和國 Copperbelt 省的附屬公司運營，已適當整合管理。所有礦場的作業標準一般均遵循贊比亞國家及／或國際工業慣例。在建及已完成設計的工廠將繼續採用相同或更先進的技術，應可達到與過往業績相若或較之更佳的業績。

於2011年12月31日，中色非洲礦業三座礦山按 JORC 準則界定的探明、控制及推斷礦產資源量分別為11.31百萬噸(全銅平均品位為2.13%)、66.29百萬噸(全銅平均品位為2.16%)及151.02百萬噸(全銅平均品位為1.88%)。謙比希濕法冶煉項目的探明、控制及推斷礦產資源量分別為0.82百萬噸(全銅平均品位為2.22%，氧化銅(「氧化銅」)品位為0.91%)、8.38百萬噸(全銅平均品位為2.00%，氧化銅品位為0.75%)及12.42百萬噸(全銅平均品位為0.91%，氧化銅品位為0.52%)。中色盧安夏的探明、控制及推斷礦產資源量分別估算為49.14百萬噸(全銅平均品位為1.30%，氧化銅品位為0.68%)、71.35百萬噸(全銅平均品位為1.26%，氧化銅品位為0.34%)及36.54百萬噸(全銅平均品位為1.38%，氧化銅品位為0.33%)，見下表。

公司	礦床／項目	探明資源量 平均品位 (%)				控制資源量 平均品位 (%)				推斷資源量 平均品位 (%)			
		礦石 (百萬噸)	銅總量	氧化銅	鈷	礦石 (百萬噸)	銅總量	氧化銅	鈷	礦石 (百萬噸)	銅總量	氧化銅	鈷
中色非洲礦業													
	Chambishi 主礦 .....	5.12	2.50			5.61	2.49			8.14	2.42		
	Chambishi 西礦 .....	6.19	1.83			25.25	1.88			17.32	2.09		
	Chambishi 東南礦 .....					35.43	2.30		0.12	125.56	1.82		0.10
	小計 .....	<b>11.31</b>	<b>2.13</b>			<b>66.29</b>	<b>2.16</b>			<b>151.02</b>	<b>1.88</b>		
謙比希濕法冶煉													
	Mwambashi .....	0.82	2.22	0.91		8.38	2.00	0.75		1.77	2.10	0.26	
	Kakoso 尾礦 .....									9.08	0.60	0.47	
	Chambishi 尾礦及礦石堆 .....									1.57	1.33	1.08	0.02
	小計 .....	<b>0.82</b>	<b>2.22</b>	<b>0.91</b>		<b>8.38</b>	<b>2.00</b>	<b>0.75</b>		<b>12.42</b>	<b>0.91</b>	<b>0.52</b>	
中色盧安夏													
	Baluba 中部硫化礦 .....	0.70	2.33	0.06	0.17	15.91	2.25	0.08	0.15	3.88	1.91	0.10	0.12
	Muliashi 北礦 .....	38.87	1.14	0.67	0.06	22.13	0.98	0.59	0.07	20.02	1.18	0.41	0.05
	Muliashi 南部氧化礦 .....									4.40	1.73		
	Mashiba .....	3.17	1.89	0.24		5.67	1.96	0.22		4.97	1.67	0.43	
	Baluba 東礦 .....	6.40	1.90	1.00	0.02	27.64	0.77	0.31	0.03	3.27	1.03	0.37	0.04
	小計 .....	<b>49.14</b>	<b>1.30</b>	<b>0.68</b>		<b>71.35</b>	<b>1.26</b>	<b>0.34</b>		<b>36.54</b>	<b>1.38</b>	<b>0.33</b>	

Chambishi 主礦及西礦透過挖建礦井(輔以斜巷道)，採用充填採礦法、局部分段空場採礦法及分段崩落採礦法進行地下開採。礦石平均損耗率為38%，採礦貧化率為30%。Chambishi 東南礦亦為地下礦，處於在建階段，透過挖建礦井(輔以斜巷道)，採用充填採礦法、分段空場採礦法及點柱充填法採礦。設計礦石損耗率為18.6%，採礦貧化率為17.4%。

Baluba中礦為地下礦，透過挖建礦井及斜巷道，採用分段崩落採礦法採礦。礦石平均損耗率為40%，採礦貧化率為38%。Muliashi 北礦與 Baluba 東礦(南段)均設計為露天礦場。Muliashi 北礦的設計回採率及貧化率分別為97%及3%，而 Baluba 東礦的設計回採率及貧化率分別為95%及5%。Muliashi 北礦與 Baluba 東礦的設計剝採率分別為3.44與4.04。

選礦廠採用傳統選礦流程生產銅精礦，包括碎礦、磨礦、浮選及脫水。選礦廠2010年的回收率普遍較高，其中中色非洲礦業的 Chambishi 選礦廠的銅回收率為94.89%，中色盧安夏的 Baluba 選礦廠銅及鈷的回收率分別為93.5%及67.7%。

謙比希濕法冶煉 Chambishi 濕法廠及謙比希銅冶煉的 Chambishi 銅冶煉廠所用技術均符合國際行業標準。Chambishi 濕法廠及 Chambishi 銅冶煉廠管理得當，所產陰極銅(含銅量高於99.95%)及粗銅(含銅99.08%)均為優質產品，於2010年的平均銅回收率分別為85.36%及96.28%。

於2011年12月31日，中國有色集團四間附屬公司的員工總數為10,716名(包括分包商的員工，佔勞工總數約40%)，包括中色非洲礦業的3,433名、謙比希濕法冶煉的399名、謙比希

銅冶煉的1,995名及中色盧安夏的4,889名。每間公司的員工數目均已計入管理及技術人員以及開採、加工、安全、生產維護、銷售及供應等部門的工人。員工年度流動率估計為8%。鑑於過往招聘熟工較易，SRK認為所述員工數目完全能夠應付 貴公司目前的產能。

貴公司多名技術管理人員有逾三年的礦場工作經驗，對礦山的地質及採礦條件有全面了解，能根據經驗針對礦山、工廠及冶煉廠的具體情況選用適當的技術。然而，SRK建議聘用更多技術人員以有效管理礦山的運營。

貴公司已承諾對礦山及工廠進行綠化並已制定相關措施改善粉塵控制與廢水及污水處理。一旦所述綠化措施獲實施，即可證明 貴公司對環保的負責態度。

### **經營許可證**

中國有色集團於贊比亞的銅礦開採項目由中色非洲礦業、中色盧安夏、謙比希銅冶煉及謙比希濕法治煉四間附屬公司運營。所述四間附屬公司均持有所需營業執照，包括公眾公司註冊證書與股本證書、採礦牌照及安全生產許可證(年度經營許可證)，符合贊比亞相關法律及法規的要求。

### **地質及礦物學**

贊比亞的 Copperbelt 位於赤道以南，處於非洲心臟地帶，南緯約13°，東經約28°，蘊藏豐富的銅及鈷資源，呈西北走向，始於 Ndola(贊比亞 Copperbelt 省的省會城市)，止於剛果民主共和國的 Katanga 省。

從地理位置看，所審查的項目位於 Lufilian 褶皺帶東南段。Chambishi 及 Mwambashi 項目位於 Kafue 背斜西翼，而 Luanshya 項目則位於 Kafue 背斜東南端。Kafue 背斜(即 Basement Complex)外覆新元古代加丹加超群。加丹加超群分為下羅恩(RL)、上羅恩(RU)及 Mwashia 礦群。銅及鈷礦化帶一般伴隨有下羅恩(RL)群沉積岩。

Copperbelt 地區的斷層發育得並不完全。Lufilian 造山運動過程中侵入的輝長岩幾乎完全賦存於上羅恩群。

### **Chambishi 主礦、西礦及東南礦**

Chambishi 採礦牌照(編號7069-HQ-LML)的覆蓋面積為107平方公里，囊括 Chambishi 主礦、Chambishi 西礦及 Chambishi 東南礦。此三銅礦均位於 Chambishi 盆地(傾向西北的向斜盆地，呈西北走向)的東北翼，地質及結構特點相若，常見於贊比亞 Copperbelt 地區。

此三銅礦是典型的層控銅礦床，賦存於 Chambishi 盆地加丹加超群的下羅恩群內。主要礦

化體賦存於下羅恩礦石頁岩層中。礦石頁岩層以上的泥岩及石英岩及礦石頁岩層以下的礫岩亦賦存有少量低品位硫化礦。

**Chambishi 主礦**只有一個礦體(「Chambishi 主礦體」)，呈東西走向，向北下傾，傾角15°至75°。Chambishi 主礦體長約2,280米，厚2.1米至18.2米，平均厚度為8.0米，全銅平均品位為2.51%。鑽孔測得礦體自地表向下延伸約900米。

**Chambishi 西礦**亦只有一個礦體(「Chambishi 西礦體」)，呈西北走向，向南下傾，平均傾角30°，長約1,400米至2,100米，厚2.0米至17.0米，平均厚度為8.0米，全銅平均品位為2.15%。鑽孔測得礦體自地表向下延伸約600米。

**Chambishi 東南礦**分為北礦體及南礦體兩個礦體，特徵詳述如下。

北礦體呈東南—西北走向，向西北下傾，傾角5°至15°。礦體沿走向延伸約4,500米，寬569米至1,237米，厚度介乎1.38米至22.92米，平均厚度約為10.00米。按銅品位0.80%作為邊界品質計算，全銅及鈷(含鈷總量)的平均品位分別為2.02%及0.074%。

南礦體位於北礦體南部，沿東南—西北走向延伸3,540米，寬800米至1,600米。按銅品位0.80%作為邊界品質計算，全銅及鈷的平均品位分別為1.66%及0.125%。

該等礦體位於風化區下方。主要礦物為黃銅礦、黃鐵礦、磁黃鐵礦、硫銅鈷礦、方鈷礦、硫鈷礦及斑銅礦。礦石呈浸染狀、細脈狀或塊狀。

#### *Mwambashi 銅礦床*

Mwambashi 銅礦床的勘探許可證(編號15201-HQ-LPL/1)由 Edgeway Business Solutions Limited 於2011年1月6日轉予贊比亞謙比希濕法冶煉有限公司。

Mwambashi 銅礦床的地質及礦物學特徵與 Chambishi 主礦、西礦及東南礦相同。Mwambashi 銅礦床亦為層控型礦床，礦體呈層狀，賦存於下羅恩砂質沉積物中。礦化帶的厚度介乎深處的1.0米至淺區的30米不等，平均厚度為15米。礦體長約600米，下延至地表以下約250米，在地下深處仍為開放結構。

該礦體呈垂直分帶，由氧化礦帶過渡至硫化礦帶。礦體覆岩層以下15米至20米主要為氧化物礦化帶，主要由孔雀石、次生矽孔雀石及假孔雀石組成。硫化物與氧化物的混合礦化帶中氧化物與硫化物的比例自上而下介乎80：20至20：80不等。硫化物礦化帶主要由黃銅礦、斑銅礦及輝銅礦組成。礦石礦物主要為孔雀石、輝銅礦、黃銅礦、矽孔雀石以及含微量斑銅礦、赤銅礦及自然銅的假孔雀石。

*Kakoso 尾礦開發項目*

謙比希濕法冶煉持有 Kakoso 尾礦開發項目88%股份。該尾礦壩位於 Kitwe 西北約78公里及 Chillabombwo 以南4公里處，南緯約12°37'，東經約28°01'。

Kakoso 尾礦壩包括面積為388,700平方米的主壩及320,500平方米的輔壩。謙比希濕法冶煉於2010年在 Kakoso 尾礦壩進行勘探工作，分別於主尾礦壩及輔壩鑽取13個及10個勘探網度為200米 × 200米的螺旋鑽孔。主、輔壩尾礦的平均深度分別為11.4米及5.1米。經分析自 Kakoso 尾礦開發項目採集的合共78份樣本，測得全銅平均品位為0.60%及0.47%酸溶銅。

*Chambishi 尾礦開發項目*

Chambishi 銅礦有9個尾礦壩，包括6號、7號、7A號、8號、9號、Luano、Musahashi、Wener 壩及新壩以及一個酸浸渣堆（即10號），均位於 Chambishi 銅礦的採礦許可範圍內。2001年6月，為估計資源量，曾對 Chambishi 銅礦的該等尾礦壩及酸浸渣進行若干勘探工作，並採集合共73份樣本進行銅及鈷分析。2008年曾對 Luano 尾礦（16號）採樣，合共採集62份樣本。2011年，中色非洲礦業採用1.6噸／立方米的容積密度完成資源量估計。

Chambishi 銅礦有三個氧化礦石堆，位於露天礦附近。2003年7月，中色非洲礦業分別對3-1號、3-2號及4號氧化礦石堆沿勘探線按10米 × 10-15米的網格間距挖掘淺坑採樣，合共採集79份樣本。礦產資源量乃採用2.70噸／立方米的容積密度而估計。

SRK已審慎檢討中色非洲礦業所用採樣方法及資源量估計方法，並已查看謙比希濕法冶煉的過往產量紀錄。根據產量紀錄，SRK認為，估計尾礦及氧化礦石堆的資源量時應採用平均入選品位而非平均品位。

*Baluba 中礦*

Baluba 向斜內的礦化單位向東延伸約3公里，下傾約1.5公里。有經濟價值的銅礦化帶主要賦存於RL6泥岩及RL7地層上層接觸面附近的薄層區。Baluba 中礦氧化覆蓋岩存在於地表以下約60米處的氧化物—硫化物交界面上。氧化礦物含量隨地下深度減少，而硫化礦物含量則隨深度增加，至地表以下約60米處則主要為硫化礦物。

氧化覆蓋岩露頭分佈於 Baluba 向斜的北翼，自西向東延伸約3,000米，厚度為10米，深度為地表以下110米。

Baluba 中礦的硫化礦體分佈於 Baluba 向斜的兩翼，走向長度約3,600米。礦體沿傾角方向的寬度約為1,500米，而厚度不一，介乎幾米至幾十米，平均為10米。Baluba 中礦的礦體在北翼附近向西南傾斜210°，相對大傾角可達45°至90°。



### *Muliashi 北礦床*

Muliashi北礦床確認為氧化覆蓋岩。自地表往下大幅風化並伴以氧化，惟深度不一。原生的銅硫化物包括黃銅礦、斑銅礦及輝銅礦，主要分佈於地表以下100米。在接近地表的過渡帶，銅硫化物逐步氧化並生成次生礦物。氧化區的銅礦主要為孔雀石及微量矽孔雀石。

已於 Muliashi 北礦床確定三個礦體。由於主岩不同，其中一個位於RL6與RL5接觸面之上的非連續礦體確定為上盤礦體，而在 Roan-Muliashi 盆地的其他地區，該種礦體通常會確認為上盤矽石。另外兩個礦體分別為上層礦體及下層礦體，賦存於RL6地層的下層區及／或上層區，惟被黃鐵礦帶隔開。Muliashi 北礦床的RL6地層較 Roan-Muliashi 盆地其他地區為薄。

### *Muliashi 南礦床*

Muliashi 南礦床位於 Muliashi 北礦床的南面及28號礦井的西面，西側與 Mashiba 礦床接壤。Muliashi 南礦床的氧化覆蓋岩於地表延伸約800米，並向下延伸至地下礦場的開採上限，而各區段的上限各不相同。

區內大部分硫化物礦石已由 Zambia Consolidated Copper Mines Limited (「ZCCM」)透過28號礦井採走。ENYA Holding BV (「ENYA」)於2008年重新對該區進行地下開採，惟僅持續數月，而該礦場於2008年11月關閉。

### *Mashiba 礦床*

Mashiba 礦床確認為獨立礦床，位於28號礦井以西約3公里。該礦床面積較小，且在東、南、西三個方向逐漸變薄。該礦化帶(南段有露頭露出地表)自東向西延伸約600米，並向北下傾800米。該區礦體較其他礦床的礦體為厚，最厚達41米。

與典型的 Copperbelt 硫化物礦體不同，Mashiba 礦石的氧化銅含量相對較高，且厚度於短距離內亦大有不同。礦化帶1,200米以上礦層的氧化銅含量與含銅總量的比例相對較高(大於5)。

### *Baluba 東礦床*

Baluba 東礦床被一個黃鐵礦帶分為兩個礦體。黃鐵礦帶之下的礦體為下層礦體(「下層礦體」)，之上的為上層礦體(「上層礦體」)。上層礦體為主礦體，已進行部分開採，下層礦體因較薄而未開採。黃鐵礦帶的銅品位低於1.00%。

Baluba 東礦床的氧化覆蓋岩乃礦體上層的氧化部分，向下延伸至約60米處。上層礦體及下層礦體均含有大量氧化物。越接近地面，氧化作用越頻繁，因此氧化程度越高。普通礦物包括孔雀石、赤銅礦及矽孔雀石。

*Roan 盆地、Roan 盆地延伸帶西部及 Roan 盆地延伸帶東部*

Roan 盆地、Roan 盆地延伸帶西部及 Roan 盆地延伸帶東部區域歷經多年地下開採，硫化帶幾近採空，餘留若干礦石在地下約60米處成為氧化覆蓋岩。該等礦帶主要含孔雀石、黑銅礦及矽孔雀石等氧化礦物，混雜輝銅礦，偶有少量細脈浸染狀黃銅礦。

*Muva 山及 Lufubu*

Muva 山特許區域位於項目區北部，Lufubu 位於 Muliashi 特許區域西部。兩區均已進行若干地質調查，Lufubu 北部及南部已進行前期勘探。該兩個項目被認為有一定開發潛力。

**礦產資源量及礦石儲量估計**

SRK已視察顯示 Chambishi 主礦、Chambishi 西礦、Chambishi 東南礦及 Baluba 中礦礦化情況的多處入口、坑道、鑽孔及礦井，亦已審閱所有原始地質數據庫(包括不同比例的鑽孔、礦井、礦坑地質測繪和測井日誌；取樣方法和樣本備製及分析；分析品質監控及品質保證；中色非洲礦業及Sino-Mine Resource Exploration Co., Ltd (「Sinomine」)(對 Chambishi 主礦、西礦及東南礦)、Dexter S. Ferreira 及 Andre M. Deiss 的地質專家(對 Mwambashi 銅礦床)、Golder Associates Africa (Pty) Ltd (「Golder」)(對 Baluba 中礦及東礦、Muliashi 北及南礦床)及 SRK Consulting South Africa Ltd (對 Mashiba 礦床)所採用的地質分析、礦產資源量估計程序及參數。

Sinomine 乃獲認可的合資格中國獨立地質顧問，使用符合中國資源量估計標準的方法及程序估計礦產資源量。SRK認為，根據南非準則對其餘礦場及礦床進行礦產資源評估的其他諮詢公司具備相應資質，且有關評估乃按南非的礦產勘探結果、礦產資源量及礦產儲量報告準則(「南非SAMREC準則」)進行。

該等銅礦場及礦床為普通層控型礦床，礦體中銅品位變化不大。SRK認為勘探方案為估計該等礦場及礦床之礦體所含的資源量提供了充分資料及合理依據，且所用分析方法得出的結果可接受且無重大偏差。

SRK已在 Chambishi 主礦、西礦及東南礦驗證樣本，包括選取岩芯礦漿樣本、岩芯廢渣樣本及使用刻槽法進行實地重新取樣。所選岩芯礦漿及廢渣樣本送至位於贊比亞 Kitwe 的 Alfred H. Knight 以及SGS位於贊比亞Kalulushi及中國天津的分實驗室(分別為ASL及SGS廣受國際認可的化驗分支機構)進行分析。

SRK要求所有樣本均重新研磨至低於200目。標準及空白樣本由 Alfred H. Knight 及SGS提供。SRK亦已考察該兩個實驗室，審核品質保證及品質監控程序。樣本使用過氧化鈉熔融法(「FUS-PER05」)溶解，並使用電感耦合等離子體原子發射光譜(「ICP-AES」)法進行化驗。

Alfred H. Knight 及SGS化驗比較原始岩芯樣本及SRK岩芯礦漿／廢渣樣本的結果顯示，樣本之間的相對差別大多低於15%。該等數據驗證的結果表明，原始數據庫對資源量估計而言完善且可靠。

經審閱 Chambishi 主礦、西礦及東南礦的礦床地質、鑽探及取樣數據和用於估計礦產資源量的程序及參數，以及SRK對該三個礦場的數據驗證，SRK認為中國地質大隊根據1999年中國礦產資源體系對 Chambishi 主礦、西礦及東南礦的礦產資源量估計與對應 JORC 礦產資源種類一致(中國體系與 JORC 體系的比較載於附錄二)。探明及控制礦產資源量的有經濟價值部分可相應用於估算證實及概略礦石儲量。

### 礦產資源量估計

礦場、礦床、尾礦及可回收氧化礦廢渣堆的銅礦石資源由相關地質顧問及／或諮詢公司估計。本報告已細緻審閱用於銅資源(包括最低品位、最低可開採厚度及最高許可廢渣厚度)估計的技術參數。

於2011年12月31日根據 JORC 準則對公司各個礦場、礦床、尾礦及可回收氧化礦廢渣堆的礦產資源量估計概述於下表。SRK已粗體標示其認為合理的最低品位詳情，認為只有探明及控制資源量可用於礦石儲量估算及採礦規劃。

Chambishi 主礦、西礦及東南礦的探明、控制及推斷礦產資源總量分別為11.31百萬噸(全銅平均品位為2.13%)、66.29百萬噸(全銅平均品位為2.16%)及151.02百萬噸(全銅平均品位為1.88%)。

Mwambashi 銅礦床、Kakoso 尾礦、Chambishi 尾礦及舊礦石堆的探明、控制及推斷礦產資源總量分別為0.84百萬噸(全銅平均品位為2.18%，氧化銅品位為0.34%)、10.77百萬噸(全銅平均品位為1.63%，氧化銅品位為0.63%)及13.10百萬噸(全銅平均品位為0.88%，氧化銅品位為0.50%)。

Baluba 中礦及東礦、Muliashi 北礦及南礦、Mashiba 礦、Roan 盆地及 Roan 盆地延伸帶西部及 Roan 盆地延伸帶東部的探明、控制及推斷礦產資源總量分別為49.14百萬噸(全銅平均品位為1.30%，氧化銅品位為0.68%)、78.51百萬噸(全銅平均品位為1.30%，氧化銅品位為0.40%)及46.04百萬噸(全銅平均品位為1.55%，氧化銅品位為0.59%)。僅探明及控制資源量可用於礦石儲量估計及礦場規劃。

鑑於地表附近沉降及／或遭水淹，SRK認為上述中色盧安夏項目若干礦場的礦產資源目前不大可能採出，詳見下表。

公司	礦床／項目	探明資源量 平均品位(%)		資源量 (百萬噸)		控制資源量 平均品位(%)		資源量 (百萬噸)		推斷資源量 平均品位(%)	
		銅總量	氧化銅	銅總量	銻總量	銅總量	氧化銅	銅總量	銻總量	銅總量	氧化銅
中色非洲 礦業	Chambishi 主礦.....	1.00	2.50	5.61		2.49		8.14		2.42	
	Chambishi 西礦.....	1.00	1.83	25.25		1.88		17.32		2.09	
	Chambishi 東南礦.....	0.80		35.43		2.30	0.12	125.56		1.82	0.10
	總計.....		<b>2.13</b>	<b>66.29</b>		<b>2.16</b>		<b>151.02</b>		<b>1.88</b>	
謙比希黑 法治礦	Mwambashi.....	0.50	2.22	8.38		2.00	0.75	1.77		2.10	0.26
	Kakoso 尾礦.....	0.30 <sup>1</sup>	0.40	2.39		0.35	0.21	0.68		0.35	0.21
	Chambishi 尾礦及 礦石堆.....	0.50						9.08		0.60	0.47
中色盧 安夏	總計.....		<b>2.18</b>	<b>10.77</b>		<b>1.63</b>	<b>0.63</b>	<b>13.10</b>		<b>0.88</b>	<b>0.50</b>
	Baluba 中部硫化礦.....	1.00	2.33	15.91	0.17	2.49	0.08	3.88	0.15	1.91	0.10
	Baluba 中部氧化礦.....	1.00		6.56		1.65	1.14	1.62	0.12	1.70	0.93
	Mulieshi 北礦.....	0.30	1.14	22.13	0.06	0.98	0.59	20.02	0.07	1.18	0.41
	Mulieshi 南部硫化礦 <sup>2</sup> .....	1.00		0.60		2.48	0.07	0.08		2.50	0.01
	Mulieshi 南部氧化礦.....	0.30						4.40		1.73	
	Mashiba.....	0.50	1.89	5.67		1.96	0.22	4.97		1.67	0.43
	Baluba 東礦.....	0.50	1.90	27.64	0.02	0.77	0.31	3.27	0.03	1.03	0.37
	Roan 盆地 <sup>3</sup> .....	0.30						3.23		1.82	1.24
	Roan 盆地延伸帶 西部 <sup>4</sup> .....	0.30						1.82		2.79	2.54
	Roan 盆地延伸帶 東部 <sup>5</sup> .....	0.30						2.75		2.59	1.82
	總計.....		<b>1.30</b>	<b>78.51</b>		<b>1.30</b>	<b>0.40</b>	<b>46.04</b>		<b>1.55</b>	<b>0.59</b>

附註：

- 第9號及第15號尾礦以及原有氧化覆蓋岩為 Chambishi 地區的可回收資源。
- 因地表附近沉降而不大可能開採。
- 因地表附近沉降而不大可能開採。
- 因地表附近沉降而不大可能開採。
- 因地表附近沉降而不大可能開採。
- 因地表附近沉降而不大可能開採。
- 按最低品位0.3%銅計算的資源量乃除按最低品位0.5%銅計算的資源量以外者。

本報告有關礦產資源量的資料基於SRK Consulting China Ltd全職僱員賈葉飛博士編製的資料而載述。賈博士為澳大利西亞採礦和冶

金學會會員，對於本報告所涉成礦類型及礦床類型以及作為「合資格人士」(JORC準則(2004年版)所界定者)所須進行的活動具有豐富經驗，彼同意以本報告的形式及內容報告有關資料。

### 礦石儲量

Chambishi 主礦、西礦及東南礦、Baluba 中礦及東礦以及 Muliashi 北礦的礦石儲量根據2011年採礦生產紀錄及／或可行性研究所載各礦場的採礦回收率及貧化率估算。於2011年12月31日，中色非洲礦業 Chambishi 主礦、西礦及東南礦的證實及概略礦石儲量分別為9.12百萬噸(全銅平均品位為1.64%)及54.59百萬噸(全銅平均品位為1.78%)。中色盧安夏的證實及概略礦石儲量分別為48.46百萬噸(全銅平均品位為1.22%)及67.62百萬噸(全銅平均品位為1.07%)。詳情列於下表。

公司／礦場	噸數 百萬噸	平均品位(%)			噸數 百萬噸	平均品位(%)		
		銅總量	氧化銅	鈷總量		銅總量	氧化銅	鈷總量
<b>中色非洲礦業</b>		<b>證實礦石儲量</b>			<b>概略礦石儲量</b>			
Chambishi 主礦	4.13	1.92			4.52	1.92		
Chambishi 西礦	4.99	1.41			20.35	1.45		
Chambishi 東南礦					29.72	1.98	0.10	
<b>小計</b>	<b>9.12</b>	<b>1.64</b>			<b>54.59</b>	<b>1.78</b>		
<b>中色盧安夏</b>								
Baluba 中礦(硫化礦)	0.58	1.69	0.04	0.12	13.18	1.63	0.06	
Muliashi 北礦	38.84	1.11	0.65	0.06	22.11	0.95	0.57	
Baluba 東礦	6.38	1.81	0.95	0.02	27.57	0.73	0.30	
Mashiba	2.66	1.35	0.17		4.76	1.40	0.16	
<b>小計</b>	<b>48.46</b>	<b>1.22</b>	<b>0.66</b>		<b>67.62</b>	<b>1.07</b>	<b>0.34</b>	

本報告有關礦產資源量的資料基於SRK Consulting China Ltd全職僱員賈葉飛博士編製的資料而載述。賈博士為澳大拉西亞採礦和冶金學會會員，對於本報告所涉成礦類型及礦床類型以及作為「合資格人士」(JORC準則(2004年版)所界定者)所須進行的活動具有豐富經驗，彼同意以本報告的形式及內容報告有關資料。

### 採礦評估

#### 中色非洲礦業 — Chambishi 主礦、西礦及東南礦

Chambishi 主礦的設計產能為6,500噸／天(2.145百萬噸／年)，目前採礦作業於地下500米至900米深處進行。Chambishi 西礦於2007年動工建設，於2010年開始採礦，設計產能為3,000噸／天(0.99百萬噸／年)。

Chambishi 主礦及 Chambishi 西礦透過挖掘帶斜坡道的主井，採用充填、局部分段空場及分段崩落採礦法開採。根據2010年及2011年的生產紀錄，平均礦石損耗率為38%，採礦貧化率為30%。開採的礦石先由鏟運機(「鏟運機」)倒入內部放礦溜道，再裝入電力機車牽引的礦車，然後由箕斗經主井吊至地面。

Chambishi 東南礦現正進行進一步勘探及建設。SRK實地考察時，南部通風井及主井的地質鑽探已經完成。礦場開發預期於2016年底完成。設計產能為10,000噸／天(3.30百萬噸／年)。該礦擬透過挖掘帶斜坡道的主井，採用充填、分段空場及點柱充填採礦法開採。礦石將使用鏟運機裝載，然後以有軌及無軌方式拖運，再以箕斗經主井吊至地面。

由於礦體及圍岩強度不高、礦體較薄及相當平緩，礦石損耗率及採礦貧化率較高。此外，浸水及設計缺陷導致資源回收率較低。因此，當務之急是選定更為合理適宜的開採方法。

#### 中色盧安夏 — Baluba 中礦、Baluba 東礦及 Muliashi 北礦

Baluba 中礦於2009年底重新開始地下作業，透過挖掘礦井及斜坡道，使用分段崩落採礦法開採。使用無軌設備進行地下鑽探、裝載及拖運。礦場分為東西兩區。東區正在進行水平開採。除個別部分外，西區的採礦作業基本完成。根據2010年及2011年的採礦紀錄，礦石損耗率為40%，採礦貧化率為38%。

Muliashi 北礦的基礎設施建設已完成並於2012年12月投產。設計產能為4.5百萬噸／年(包括軟岩礦石0.9百萬噸／年及硬岩礦石3.6百萬噸／年)。

Baluba 東礦南部已完成基礎設計。設計開採區為上層氧化礦帶，計劃採礦產能為900,000噸／年。Baluba 東礦北部深採空區的狀況尚不明朗，因此該區並無納入目前的開採計劃。

SRK經審閱設計文件、與礦場管理層及工程師交流以及完成實地視察後認為，Luanshya 項目的探明硫化礦資源有限、增加潛力不大且開採作業成本高昂。儘管如此，Luanshya 項目區的上層氧化礦資源豐富而埋藏較淺，SRK認為可使用露天採礦法開採且開採作業成本低廉。Muliashi 北礦露天礦場已開始覆岩層剝離，未來將成為中色盧安夏的主要營運礦場。深層硫化礦已開採完畢，仍有大量上層氧化礦資源，預計經濟價值可觀。當務之急乃核查採空區及沉降情況，對採空區實施可行處理計劃，為日後露天採礦提供參數。

#### 冶煉及加工評估

中國有色集團的四間附屬公司已建成一系列加工廠，進行礦石選煉、濕法／電解法精煉及火法熔煉。更有一系列工廠在建或計劃於日後建設。

硫化礦石經浮選工序生產的銅精礦售予謙比希銅冶煉，以使用火法熔煉工序生產粗銅。品位高於99%銅的粗銅在國際市場(包括中國)出售。氧化礦經濕法精煉工序生產陰極銅。品位高於99.95%銅的陰極銅亦在國際市場(包括中國)出售。下表列示中色非洲礦業的 Chambishi 選

礦廠、謙比希濕法治煉 Chambishi 濕法廠、謙比希銅冶煉的銅冶煉廠及中色盧安夏的 Baluba 選礦廠2011年的詳細技術指標以及謙比希濕法治煉 Chambishi 選礦廠及 Kakoso 濕法廠、中色非洲礦業Chambishi 東南選礦廠、謙比希濕法治煉 — CNMC Huachin (Congo)濕法廠與中色盧安夏的 Muliashi 濕法廠的規劃參數。

名稱	中色非洲 礦業— Chambishi 選礦廠	中色盧安夏— Baluba 選礦廠	謙比希濕 法治煉— Chambishi 選礦廠	中色 非洲礦業 Chambishi 東南選礦廠
已處理礦石(噸).....	1,569,187	1,247,163	330,000	3,300,000
礦石品位(銅%).....	1.67	1.36	1.86	2.02
精礦(噸).....	61,119	63,015	8,150	261,030
精礦品位(銅%).....	38.03	25.42	28.00	24.00
銅回收率(%).....	88.69	94.43	91.36	93.98

名稱	謙比希濕法治煉 — Chambishi 濕法廠	中色盧安夏— Muliashi 濕法廠	謙比希濕法治煉 — Kakoso 濕法廠	謙比希濕法治煉 — CNMC Huachin (Congo) 濕法廠
已處理礦石／尾礦 (噸).....	600,829	4,500,000	679,000	330,000
礦石／尾礦品位 (銅%).....	1.34	1.27	0.60	3.50
陰極銅(噸).....	7,003	42,105	3,000	10,000
陰極銅(%).....	99.95	99.95	99.95	99.95
銅回收率(%).....	86.89	73.63	73.60	86.54

名稱	謙比希銅冶煉 — Chambishi 銅冶煉廠
所耗銅精礦(噸).....	458,771
精礦品位(銅%).....	33.62
粗銅(噸).....	150,863
粗銅品位(%).....	99.01
銅回收率(%).....	96.59

SRK注意到，中色非洲礦業的 Chambishi 選礦廠、中色盧安夏的 Baluba 選礦廠、謙比希濕法治煉 Chambishi 濕法廠、謙比希銅冶煉的 Chambishi 銅冶煉廠、所設計的謙比希濕法治煉 Chambishi 選礦廠及中色盧安夏的 Baluba 礦渣選礦廠、謙比希濕法治煉的 Kakoso 濕法廠及 Muliashi 濕法廠的加工方法／流程圖及所用設備合理，符合國際行業慣例。

SRK已視察所有營運中工廠及在建廠房。2011年，中色非洲礦業 Chambishi 選礦廠的銅回收率為88.69%。中色盧安夏的 Baluba 選礦廠的銅回收率達94.43%。謙比希銅冶煉的 Chambishi 銅冶煉廠的粗銅及謙比希濕法治煉 Chambishi 濕法廠的陰極銅的銅回收率分別為96.59%及86.89%。

SRK注意到，貴公司的技術水平較高且生產設備先進，且SRK相信 貴公司能憑藉自身技術實力生產優質產品及開發更多優質銅產品。

### 職業健康及安全

SRK已根據贊比亞礦山安全局及中國有色集團附屬公司制定的一系列法令及／或規則評估中國有色集團的項目，並於可行情況下查看及審閱中國有色集團各附屬公司的年度經營許

可證、緊急應變計劃及存檔的職業健康及安全管理系統／程序。現有僱員會視乎經驗水平每年或每兩年接受一次更新知識培訓。

中國有色集團附屬公司存置過往三年的職業健康及安全統計數據，對於營運時間少於三年的業務，則提供所有營運期間的數據。SRK認為事故數據顯示，各附屬公司已基本進行安全培訓、提供安全設施及實施安全監控。SRK建議，所有次要及險生事故數據亦應納入安全數據的常規彙編及檢討，有關個人防護設備及實地考察人員接待的問題應予解決。

### 經營成本

各項目的主要成本投入為薪金、消耗品、礦場及非礦場行政管理成本及其他政府徵費。2009年及2011年的現金經營成本及2012年至2016年的五年經營成本預測列於下表。中色非洲礦業的 Chambishi 選礦廠及中色盧安夏的 Baluba 選礦廠的採礦及選礦廠的過往經營成本（單位：美元／噸銅精礦）及謙比希濕法冶煉 Chambishi 濕法廠的陰極銅及謙比希銅冶煉的 Chambishi 銅冶煉廠的粗銅的生產經營成本（單位：美元／噸銅金屬）摘自本集團附屬公司的管理賬目。SRK按照聯交所規則第18章的規定將成本分類。該等廠房及其他正在興建及／或規劃之廠房的預測經營成本基於過往數據而估計。詳情概述於下表。

年份	單位	中色非洲 礦業 — Chambishi 採礦經營	中色盧安夏 — Baluba 採礦經營	謙比希 濕法冶煉 — Chambishi 濕法廠	謙比希 濕法冶煉 — Chambishi 選礦廠	謙比希 銅冶煉 — Chambishi 銅冶煉廠*
2009年	美元	1,470.58	不適用	2,305.39	不適用	5,872.32
2010年	美元	1,697.92	1,177.32	2,715.89	不適用	7,461.11
2011年	美元	1,882.16	1,360.13	3,896.52	不適用	7,749.39
2012年	美元	1,634.91	1,172.65	2,638.53	502.09	7,544.22
2013年	美元	1,541.62	1,179.48	3,564.22	506.09	7,514.69
2014年	美元	1,449.20	1,149.14	3,172.94	510.89	7,545.75
2015年	美元	1,436.84	1,149.25	3,222.64	515.79	7,541.32
2016年	美元	1,436.84	1,149.25	3,275.64	521.09	7,544.85

年份	單位	謙比希 銅冶煉 — 硫酸廠	謙比希 濕法冶煉 — CNMC Huachin (Congo) 濕法廠	中色盧安夏 — Muliashi 採礦及 濕法廠	謙比希 濕法冶煉 — Kakoso 濕法廠
2009年	美元	18.92	不適用	不適用	不適用
2010年	美元	18.25	不適用	不適用	不適用
2011年	美元	22.76	不適用	不適用	不適用
2012年	美元	27.89	3,378.44	3,696.77	不適用
2013年	美元	27.89	3,374.46	3,082.98	2,796.00
2014年	美元	27.89	3,451.70	2,792.63	2,663.00
2015年	美元	27.89	3,220.90	2,675.03	2,663.00
2016年	美元	27.89	3,245.65	2,675.03	2,663.00

附註：

\* 謙比希銅冶煉的Chambishi銅冶煉廠2009年的銅精礦成本為5,537.05美元，2010年為7,140.12美元，2011年為7,291.30美元而2012年至2016年預測為每年7,291.30美元，均計入消耗品。



### 資本成本及投資

中國有色集團計劃於2012年至2016年投資約1,647,582,000美元，用於四個附屬公司的勘探、礦產開發、礦場建設、技術改進、尾礦儲存設施及其他配套設施的產能提升項目。其中對中色非洲礦業項目投資約898,500,000美元，對謙比希濕法冶煉項目投資約186,850,000美元，對謙比希銅冶煉項目投資約213,213,000美元，對中色盧安夏項目投資約349,019,000美元（詳見表11-4）。SRK認為，建議的資本投資充足，資金到位後應可實現 貴公司的既定目標。

### 環境

本報告中，中國有色集團贊比亞項目的重大環境事宜乃與中國有色集團贊比亞項目場地的採礦及礦物加工活動有關。環境審查確定與項目經營及日後開發有關的最重大現有及潛在環境／社會管理以及法定合規責任，並界定與行業最佳慣例有關的經營管理缺陷。

SRK於實地視察時注意到，中國有色集團已基本遵守贊比亞國家法律規定，並設有制度處理贊比亞環境委員會發出的不合規或更新工作通知，惟可做更多工作遵守行業最佳慣例以改善項目的經營環境／社會管理。SRK核實中國有色集團贊比亞項目的中色非洲礦業、謙比希濕法冶煉、謙比希銅冶煉及Luanshya營運單位已取得開發及經營項目所需的執照及許可證；按規定編製環境社會影響評估報告，當中載有規定的環境管理計劃及概念復原計劃。

SRK注意到，獲提供／供閱覽的中國有色集團贊比亞項目環境及社會管理文件乃按贊比亞法律規定編製，且整體符合國際金融公司環境標準與指引與國際公認工業環境管理慣例。SRK發現中國有色集團的附屬公司及員工十分了解贊比亞法律有關進行適當項目開發評估的規定、所需贊比亞環境委員會政府批文以及相關執照、許可證及同意。

SRK實地考察時，中國有色集團的大部分附屬公司項目單位已全面營運，若干擴展及新開發項目按不同進度進行。SRK能夠審查各項目營運設施的現有經營環境管理及保障措施，連同開發活動與現有開發評估及規劃，以及彼等的未來經營環境管理及保障措施規劃，而不可就尚未投產礦場的經營環境表現發表意見。

環境審查確定下述各項乃與中國有色集團贊比亞項目經營及日後開發有關的最重大現有及潛在環境管理及法定合規責任：

- 地表水管理及排放，例如場區排水及雨水徑流。
- 地下水管理及排放，例如礦井排水與矸石堆及尾礦儲存設施滲流。

- 粉塵及氣體排放管理與緩解。
- 有害物料儲存及處理。
- 廢料產生與工業及生活垃圾管理。
- 復原矸石堆場及其他受影響區域。
- 潛在及目前受污染地點。
- 場區水土流失監控、沉積物挾帶及受影響區域管理。
- 缺乏工業廢料(例如矸石)的地球化學特性分析。
- 持續實施閉礦規劃程序。
- 繼續爭取與經營相關的社會許可。
- 實施及執行健康及安全標準慣例。

SRK在實地考察過程中注意到，上述潛在風險的現有管理處於合理管理水平，視作屬於可接納／可容忍風險類別，但需進一步降低已有及潛在影響並維持在可接納水平。

倘符合贊比亞國家環境標準及監管規定以及應用行業最佳慣例，則與地表及地下水、灰塵及氣體排放、有害物料儲存、矸石堆、尾礦儲存設施及堆料管理以及土地擾動與復原相關的環境風險基本可受控制。

採納相關公認國際行業慣例可有效管理或會產生受污染場地及其他場地關閉責任以及或須爭取並維持與經營相關的社會許可(包括健康與安全標準)相關的環境風險。上述風險的實地管理應透過實施涉及各方面所需工作的營運環境管理計劃、緊急應變計劃及健康安全環境計劃相配合。爭取與維持經營相關的社會許可須制訂社會發展計劃並實施經諮詢程序確定的措施。

### 社會

中國有色集團呈報，任何項目場地內部或周圍概無重要文化遺址、墓地或自然保護區，惟為紀念發現銅資源而建的一座小型紀念碑除外，該紀念碑位於中色非洲礦業礦場，狀況良好。中國有色集團表示，曾收到若干有關項目活動的公眾投訴正式通知，但認為有關問題不大，且由於有下述社會發展措施，其與當地社區關係良好。

中國有色集團表示，對周圍當地社區的積極影響主要是在可行情況下直接聘用當地合同工及使用當地供應商與服務供應商。中國有色集團亦在當地社區制訂多項社會發展措施，包

括向當地鄉村供應水電及向當地社區的學校提供財務支持。中國有色集團向SRK呈報，其亦讓當地居民在中國有色集團醫療診所看病以及實施其他措施。

中國有色集團贊比亞項目的環境社會影響評估包括根據贊比亞法例規定制訂社會發展計劃的詳情。然而，中國有色集團在作出初步工作後並無制訂該等社會發展計劃。SRK認為，倘中國有色集團並未獲得於該等鄉村及其周圍地區經營礦山的社會許可，則周邊社區的社會及勞動情況或會引發與該等社區的衝突。中國有色集團表示其並無成形的社會糾紛解決機制，並向SRK呈報，中國有色集團與當地贊比亞人透過當地警力解決社會糾紛。

須編製環境社會影響評估報告、管理計劃及行動計劃以訂明具體的緩解措施及必要行動，以使項目符合贊比亞相關法律及法規以及符合國際金融公司表現標準的規定。將須編製多項計劃及行動計劃以符合國際金融公司表現標準。

中國有色集團表示，現時正制訂相關政策，而若干關鍵方面已於過去12個月解決。中國有色集團呈報，其亦正致力根據國際金融公司的規定制訂多項計劃。

中國有色集團確認正根據環境社會影響評估以及大多數其他規定的計劃及政策就各項目運營開展公眾參與／社區諮詢計劃，但SRK觀察到中國有色集團非環境部門的員工對計劃或其結果了解較少。SRK發現，項目持續運營的主要社會風險問題在於上述計劃能否持續管理及延續。

本次審查發現了地方或省級政府發出的有關中國有色集團贊比亞項目的多項違規通知及違反環境或社會狀況的其他通知。中國有色集團向SRK呈報，各通知包括糾正違規行為的聲明，而中國有色集團附屬公司透過糾正措施聲明採取行動解決問題並透過彼等的年度匯報程序呈報所採取的行動。中國有色集團已採取行動糾正不符合贊比亞有關規定的行為。中國有色集團亦向SRK表示，其與地方、省級及國家政府以及當地警察部門維持密切關係。

## 風險分析

採礦是風險較高行業。一般而言，勘探、開發到生產階段的風險可能逐漸下降。中國有色集團的項目為生產項目，風險存在於不同地區。SRK衡量可能影響項目可行性及未來現金流量的多個技術方面，並進行風險評估，概述於下表。完整定性風險分析過程載於附錄五。

風險問題	可能性	後果	整體
<b>地質及資源</b>			
缺乏重要資源 . . . . .	不太可能	中度	低
缺少重大儲量 . . . . .	不太可能	中度	低
重大意外斷層 . . . . .	不太可能	重大	中
<b>採礦</b>			
重大產量缺口 . . . . .	不太可能	重大	中
生產抽水系統充足程度 . . . . .	不太可能	中度	低
重大地質結構 . . . . .	有可能	中度	中
礦坑邊坡條件惡劣 . . . . .	不太可能	中度	低
礦場規劃不當 . . . . .	不太可能	中度	低
<b>加工廠</b>			
產出降低 . . . . .	有可能	中度	中
回收降低 . . . . .	不太可能	輕微	低
生產成本上升 . . . . .	有可能	中度	中
廠房可靠程度下降 . . . . .	不太可能	重大	中

下表為風險評估章節內獨立呈報的環境定性風險評估矩陣。

環境風險來源	後果嚴重性	可能性	固有環境風險
<b>地面水管理及排放</b>			
(例如雨水徑流、水土流失控制措施) . . . . .	中度	必然	中
<b>地下水管理及排放</b>			
(例如礦井疏水及矸石堆滲流) . . . . .	中度	有可能	中
揚塵與廢氣排放管理及監測 . . . . .	中度	有可能	中
貯藏及處理有害物料 . . . . .	中度	很可能	中
<b>廢物的產生與管理</b>			
(工業及生活垃圾) . . . . .	中度	有可能	中
矸石堆及其他受影響地區的復原 . . . . .	中度	很可能	中
潛在及現有受污染礦場 . . . . .	中度	必然	中
<b>礦場水土流失控制、沉積物挾帶及沉澱 . . . . .</b>			
缺乏矸石的地球化學特性分析／酸性岩排水評估 . . . . .	中度	不太可能	低
持續進行閉礦規劃程序 . . . . .	中度	很可能	中
持續爭取社會經營許可 . . . . .	中度	必然	中
實施環境健康及安全標準慣例 . . . . .	中度	很可能	中

## 目錄

概要	III-3
表格清單	III-24
圖表清單	III-26
免責聲明	III-28
縮寫詞彙表	III-29
<b>1 報告簡介及範圍</b>	<b>III-32</b>
<b>2 背景及簡介</b>	<b>III-32</b>
2.1 項目背景	III-32
2.2 物業背景	III-33
<b>3 報告目標及工作計劃</b>	<b>III-34</b>
3.1 報告目標	III-34
3.2 報告標準	III-34
3.3 限制聲明	III-35
3.4 工作計劃	III-35
3.5 項目團隊	III-35
3.6 SRK獨立聲明	III-38
3.7 保證	III-38
3.8 同意	III-38
3.9 補償	III-39
3.10 SRK往績	III-39
3.11 前瞻性陳述	III-40
<b>4 位置、氣候及基建</b>	<b>III-41</b>
4.1 位置及交通	III-41
4.1.1 Chambishi 項目及 Kakoso 尾礦開發項目	III-42
4.1.2 Luanshya 項目	III-42
4.2 氣候及地貌	III-42
4.3 當地經濟及基建	III-43
<b>5 執照及許可證</b>	<b>III-43</b>
5.1 營業執照	III-43
5.2 採礦及勘探執照	III-44
5.3 年度經營許可證	III-48
<b>6 地質評價與礦產藏量評價</b>	<b>III-48</b>
6.1 區域地質狀況	III-48
6.2 中色非洲礦業 Chambishi 項目	III-50
6.2.1 當地地質與背景	III-50
6.2.2 Chambishi 主礦、西礦及東南礦的地質狀況	III-51
6.2.3 礦體地質狀況	III-52
6.2.4 礦物學特徵	III-55
6.2.5 勘探、取樣、分析方法及質量控制	III-57
6.2.6 根據中國準則估算資源量／儲量	III-59
6.2.7 根據 JORC 準則估算資源量／儲量	III-65
6.3 謙比希濕法冶煉項目	III-70
6.3.1 Mwambashi 開發項目	III-70
6.3.2 礦床地質環境	III-71
6.3.3 礦體地質狀況	III-72
6.3.4 礦物學特徵	III-72

6.3.5	勘探、取樣、分析方法及質量控制	III-73
6.3.6	資源量估計	III-74
6.3.7	Kakoso尾礦開發項目	III-76
6.3.8	Chambishi尾礦開發項目	III-77
6.4	中色盧安夏項目	III-79
6.4.1	當地地質及背景	III-79
6.4.2	礦物學特徵	III-82
6.4.3	Baluba 中礦及 Muliashi 項目的地質狀況	III-83
6.4.4	礦體地質狀況	III-84
6.4.5	資源量及儲量估計	III-86
6.4.6	Baluba 東礦、Roan 盆地、Roan 盆地延伸帶及其他	III-92
6.4.7	勘探分析程序及質量控制	III-95
6.4.8	歷史及背景	III-99
<b>7</b>	<b>採礦評估</b>	<b>III-101</b>
7.1	簡介	III-101
7.2	採礦技術條件	III-103
7.2.1	岩土工程條件	III-103
7.2.2	水文地質條件	III-105
7.3	礦床開發	III-106
7.3.1	Chambishi 主礦、西礦及東南礦	III-106
7.3.2	Luanshya Baluba 中礦及東礦與 Muliashi 礦場	III-110
7.4	採礦法	III-112
7.4.1	Chambishi 主礦體	III-112
7.4.2	Chambishi 西礦體	III-114
7.4.3	Chambishi 東南礦體	III-115
7.4.4	Baluba 中礦	III-116
7.4.5	Muliashi 北礦及 Baluba 東部露天礦	III-117
7.5	採礦計劃	III-117
7.5.1	採礦工作時間表、生產規模及採礦年限	III-117
7.5.2	採礦計劃	III-118
<b>8</b>	<b>選礦評估</b>	<b>III-118</b>
8.1	中色非洲礦業 — Chambishi 選礦廠	III-118
8.1.1	簡介	III-118
8.1.2	加工流程	III-120
8.1.3	尾礦儲存設施	III-122
8.1.4	生產紀錄及技術參數	III-122
8.1.5	物料損耗及生產成本	III-123
8.1.6	Chambishi 東南選礦廠	III-123
8.1.7	結論及建議	III-123
8.2	謙比希濕法治煉 — Chambishi 濕法廠	III-124
8.2.1	簡介	III-124
8.2.2	濕法治煉法	III-125
8.2.3	尾礦儲存設施	III-128
8.2.4	生產紀錄與技術指標	III-128
8.2.5	試劑耗量及生產成本	III-130
8.2.6	未來發展	III-130
8.2.7	謙比希濕法治煉 Chambishi 選礦廠	III-131
8.2.8	Kakoso 尾礦開發項目	III-132
8.2.9	Mwambashi 礦場開發	III-133
8.2.10	其他資源開發	III-134
8.2.11	總結及建議	III-135

8.3	謙比希銅冶煉有限公司(謙比希銅冶煉).....	III-135
8.3.1	簡介.....	III-135
8.3.2	冶煉說明.....	III-136
8.3.3	擴充計劃、配套設施及綜合利用.....	III-138
8.3.4	冶煉結果.....	III-141
8.3.5	物料損耗及生產成本.....	III-141
8.3.6	結論及建議.....	III-141
8.4	中色盧安夏銅業有限公司(中色盧安夏).....	III-142
8.4.1	簡介.....	III-142
8.4.2	Baluba 選礦廠.....	III-143
8.4.3	Muliashi 濕法廠.....	III-145
8.4.4	中色盧安夏生產計劃.....	III-147
8.4.5	結論及建議.....	III-147
<b>9</b>	<b>職工.....</b>	<b>III-148</b>
9.1	職工數目.....	III-148
9.2	職工績效評估.....	III-150
<b>10</b>	<b>職業健康及安全.....</b>	<b>III-150</b>
10.1	安全許可證、程序及培訓.....	III-150
10.2	職業健康及安全考察與培訓.....	III-152
10.3	職業健康及安全過往紀錄.....	III-153
<b>11</b>	<b>生產、經營及資本成本.....</b>	<b>III-154</b>
11.1	生產紀錄.....	III-154
11.2	經營成本.....	III-154
11.2.1	採礦及加工成本.....	III-155
11.2.2	陰極銅及粗銅生產成本.....	III-156
11.3	資本成本及投資.....	III-157
11.4	經營成本及產能預測.....	III-159
<b>12</b>	<b>公用及基礎設施.....</b>	<b>III-166</b>
12.1	道路交通.....	III-166
12.2	供電.....	III-166
12.3	供水.....	III-168
12.4	機械保養設施.....	III-168
12.5	行政及生活設施.....	III-169
<b>13</b>	<b>主要合約.....</b>	<b>III-169</b>
13.1	採礦合約.....	III-169
13.2	供應合約.....	III-169
13.3	運輸合約.....	III-170
13.4	產品銷售合約.....	III-170
13.5	勞動合約.....	III-171
<b>14</b>	<b>環境及社會評估.....</b>	<b>III-172</b>
14.1	環境評審目標.....	III-172
14.2	環境評審流程、範圍及標準.....	III-172
14.3	環境審批狀況.....	III-172
14.4	環境合規及達標.....	III-173
14.5	土地擾動.....	III-174
14.6	動植物.....	III-174
14.7	矸石及尾礦管理.....	III-175
14.7.1	矸石管理.....	III-175
14.7.2	尾礦管理.....	III-176

14.8	污水問題及影響	III-176
14.9	廢氣排放	III-177
14.10	噪音排放	III-178
14.11	有害物質管理	III-179
14.12	廢物管理	III-179
14.12.1	廢油	III-179
14.12.2	固體廢物	III-179
14.12.3	污水及含油廢水	III-180
14.13	污染場地評估	III-180
14.14	環境管理計劃	III-181
14.15	緊急應變計劃	III-181
14.16	礦場關閉計劃及復原	III-182
14.17	社會評估	III-183
14.18	環境及社會風險評估	III-186
<b>15</b>	<b>項目風險評估</b>	<b>III-187</b>
	<b>參考資料</b>	<b>III-189</b>
	<b>附錄</b>	<b>III-201</b>
	附錄一：採礦牌照	III-201
	附錄二：中國資源及儲量標準	III-209
	附錄三：贊比亞環保法規背景	III-211
	附錄四：世界銀行／國際金融公司環境標準與指引	III-213
	附錄五：項目技術審查 — 風險分析	III-217

### 表格清單

表2-1：	中國有色集團旗下四間附屬公司於贊比亞之物業	III-34
表3-1：	SRK團隊成員及職責	III-35
表3-2：	SRK近期為中國公司編製的報告	III-40
表5-1：	營業執照清單	III-43
表5-2：	採礦及勘探執照清單	III-44
表6-1：	估算資源量所用參數	III-60
表6-2：	Chambishi主礦及西礦於2011年6月30日的剩餘資源量 — 中國準則	III-61
表6-3：	2011年7月至12月Chambishi主礦及西礦所耗資源量	III-62
表6-4：	Chambishi主礦及西礦於2011年12月31日的剩餘礦石資源量	III-62
表6-5：	估算Chambishi東南礦資源量所用技術參數	III-63
表6-6：	Chambishi東南礦於2011年12月31日的資源量概況 — 中國準則	III-65
表6-7：	Chambishi主礦及西礦岩屑樣本分析結果	III-67
表6-8：	Chambishi主礦、西礦及東南礦於2011年12月31日的礦石資源量概況 — JORC準則	III-69
表6-9：	Chambishi主礦、西礦及東南礦於2011年12月31日的礦石儲量概況 — JORC準則	III-70
表6-10：	Mwambashi已完成勘探工作概要	III-73
表6-11：	2011年12月31日Mwambashi銅礦高品位資源量概要	III-76
表6-12：	2011年12月31日Mwambashi銅礦低品位資源量概要	III-76



表6-13 :	2011年12月31日Kakoso尾礦開發項目資源量概要.....	III-77
表6-14 :	2011年6月30日尾礦及氧化礦石堆的餘留資源量.....	III-77
表6-15 :	2011年7月至12月耗用的資源量.....	III-78
表6-16 :	2011年12月31日尾礦及氧化礦石堆的剩餘資源量.....	III-78
表6-17 :	Luanshya 項目區的地層柱狀圖.....	III-81
表6-18 :	Baluba 中礦於2010年7月1日的硫化礦資源量.....	III-87
表6-19 :	Baluba 中礦於2011年6月30日的硫化礦資源量.....	III-87
表6-20 :	Baluba 中礦於2011年12月31日的硫化礦資源量.....	III-88
表6-21 :	Baluba 中礦於2011年12月31日的礦石儲量(硫化礦).....	III-88
表6-22 :	Baluba 中礦於2011年12月31日的礦產資源量(氧化礦).....	III-88
表6-23 :	1963年至1975年於 Muliashi 北礦床的工作量表格式.....	III-88
表6-24 :	Muliashi 北礦床於2011年12月31日的資源量概要.....	III-89
表6-25 :	Muliashi 北礦床於2011年12月31日的礦石儲量.....	III-90
表6-26 :	Muliashi 南礦床於2011年12月31日的資源量概要.....	III-90
表6-27 :	Mashiba 礦床於2011年12月31日的資源量概要.....	III-91
表6-28 :	Mashiba 礦床於2011年12月31日的估計礦石儲量.....	III-92
表6-29 :	Baluba 東礦床於2011年12月31日的估計資源量.....	III-93
表6-30 :	Baluba 東礦於2011年12月31日的估計礦石儲量.....	III-93
表7-1 :	Chambishi 項目區地下水量.....	III-105
表7-2 :	Luanshya 項目區地下水量.....	III-106
表7-3 :	Muliashi 北區露天礦邊界岩土工程優化參數.....	III-111
表7-4 :	Chambishi 東南礦各開採方法的適用條件.....	III-116
表7-5 :	中色非洲礦業與中色盧安夏各礦場的產能及年限.....	III-118
表8-1 :	2008年至2011年 Chambishi 選礦廠的產品技術指標.....	III-123
表8-2 :	Chambishi 東南選礦廠技術指標.....	III-123
表8-3 :	濕法測試結果.....	III-124
表8-4 :	2008年至2011年 Chambishi 濕法廠的產品技術指標.....	III-129
表8-5 :	Chambishi 濕法廠水電及主要試劑耗量.....	III-130
表8-6 :	在建或擬開發謙比希濕法冶煉項目.....	III-130
表8-7 :	Chambishi 西礦氧化礦設計加工指標.....	III-131
表8-8 :	Kakoso 濕法廠的設計參數.....	III-133
表8-9 :	Mwambashi 礦石樣本檢測結果.....	III-134
表8-10 :	礦渣銅回收指標.....	III-140
表8-11 :	2009年至2011年謙比希銅冶煉火法冶煉廠的技術參數.....	III-141
表8-12 :	物料及能源消耗.....	III-141
表8-13 :	2009年至2011年 Baluba 選礦廠生產指標.....	III-144
表8-14 :	Muliashi 濕法廠生產參數.....	III-146
表8-15 :	中色盧安夏銅業有限公司(「中色盧安夏」)生產計劃.....	III-147
表9-1 :	中色非洲礦業勞工統計.....	III-148
表9-2 :	中色盧安夏勞工統計.....	III-149
表9-3 :	謙比希銅冶煉勞工統計.....	III-149
表9-4 :	謙比希濕法冶煉勞工統計.....	III-150

表10-1 :	各附屬公司運營安全統計 .....	III-153
表11-1 :	礦場及工廠的過往生產紀錄 .....	III-154
表11-2 :	2009年至2011年採礦及加工成本(美元/噸) .....	III-155
表11-3 :	2009年至2011年陰極銅及粗銅生產成本(美元/噸) .....	III-156
表11-4 :	2012年至2016年附屬公司的投資計劃 .....	III-158
表11-5 :	2012年至2016年採礦及加工成本預測 .....	III-159
表11-6 :	謙比希濕法冶煉 — CNMC Huachin (Congo)及 謙比希濕法冶煉 — Kakoso濕法廠經營成本預測 .....	III-162
表11-7 :	2012年至2016年產能及生產預測 .....	III-163
表12-1 :	Chambishi 及 Luanshya 採礦區與相關城市的距離 .....	III-166
表15-1 :	中國有色集團項目風險評估概要 .....	III-187
表15-2 :	中國有色集團贊比亞環境定性風險評估矩陣 .....	III-188
表AIV-1 :	赤道原則 .....	III-214
表AIV-2 :	國際金融公司績效標準 .....	III-215

### 圖表清單

圖2-1 :	建議目標集團架構 .....	III-33
圖4-1 :	項目總體位置及連通情況 .....	III-41
圖5-1 :	7069-HQ-LML及15201-HQ-LPL號採礦牌照許可區域地圖 .....	III-47
圖5-2 :	中色盧安夏項目採礦牌照許可區域地圖 .....	III-47
圖6-1 :	項目場地構造位置 .....	III-49
圖6-2 :	Chambishi 及 Luanshya 項目區地質圖 .....	III-50
圖6-3 :	Chambishi 地區局部地質圖 .....	III-51
圖6-4 :	Chambishi 主礦及 Chambishi 西礦的地質圖 .....	III-52
圖6-5 :	Chambishi 主礦1440號及2340號勘探線的截面圖 .....	III-53
圖6-6 :	Chambishi 西礦3,510號勘探線的截面圖 .....	III-53
圖6-7 :	Chambishi 東南礦銅鈷礦體地圖 .....	III-54
圖6-8 :	Chambishi 東南礦北礦體地下600米處的地質圖 .....	III-55
圖6-9 :	255003號地下鑽孔銅總量品位概況 .....	III-56
圖6-10 :	Chambishi 主礦斑銅礦礦化鮮樣 .....	III-56
圖6-11 :	Chambishi 東南礦黃銅礦礦化 .....	III-57
圖6-12 :	WS001號鑽孔位置 — Chambishi 西礦 .....	III-58
圖6-13 :	中色非洲礦業鑽芯儲存倉庫 .....	III-58
圖6-14 :	Chambishi 主礦三維地質模型視圖 .....	III-60
圖6-15 :	Chambishi 西礦三維地質模型視圖 .....	III-61
圖6-16 :	Chambishi 東南礦北礦體三維地質模型視圖 .....	III-63
圖6-17 :	Chambishi 東南礦南礦體三維地質模型視圖 .....	III-64
圖6-18 :	礦石資源量與礦石儲量的轉換示意圖 .....	III-66
圖6-19 :	Chambishi 主礦及西礦岩芯礦漿複樣檢測結果 .....	III-67
圖6-20 :	Chambishi 東南礦岩芯礦漿複樣檢測結果 .....	III-68
圖6-21 :	Mwambashi 綜合地質圖(2006年可行性研究) .....	III-71
圖6-22 :	Mwambashi 銅礦項目截面圖 .....	III-72
圖6-23 :	Mwambashi 銅礦床的孔雀石 .....	III-72
圖6-24 :	MW27號鑽孔 .....	III-74
圖6-25 :	鑽芯 .....	III-74
圖6-26 :	地質模型截面視圖(摘自2006年可行性研究) .....	III-75
圖6-27 :	中色盧安夏 Luanshya 項目的執照及礦床 .....	III-79
圖6-28 :	中色盧安夏 Luanshya 項目的地質圖 .....	III-80
圖6-29 :	具有黃鐵礦特徵的風化銅礦石 .....	III-83
圖6-30 :	Muliashi 項目地點 .....	III-84
圖6-31 :	垂直區段SS45 — Baluba 中礦 .....	III-85

圖6-32 :	Mashiba 礦床的礦體模型(由 SRK Consulting South Africa 的 F. Camisani 於2008年所建).....	III-86
圖6-33 :	過往貯藏(左)及新(右)鑽孔岩芯 — Muliashi 北礦項目 .....	III-89
圖6-34 :	Baluba 東礦的典型剖面圖.....	III-92
圖6-35 :	樣本製備程序 — 中色盧安夏實驗室.....	III-98
圖7-1 :	Chambishi 主礦開發系統(縱剖面).....	III-107
圖7-2 :	Chambishi 主礦3號礦井概貌.....	III-107
圖7-3 :	Chambishi 西礦主斜坡入口.....	III-108
圖7-4 :	Chambishi 西礦中央副礦井井架.....	III-109
圖7-5 :	Baluba 中礦B1及B2礦井井架概貌.....	III-110
圖7-6 :	Baluba 中礦開發系統.....	III-111
圖7-7 :	Muliashi 北區露天礦設計平面圖.....	III-112
圖7-8 :	Chambishi 主礦體低層分段崩落採礦法示意圖.....	III-113
圖7-9 :	Chambishi 西礦體進路式充填採礦法示意圖.....	III-115
圖7-10 :	Baluba 中礦無底柱分段崩落採礦法示意圖 .....	III-116
圖7-11 :	Muliashi 西北露天礦廢料裝運概覽 .....	III-117
圖8-1 :	Chambishi 選礦廠概覽.....	III-119
圖8-2 :	銅回收流程圖 .....	III-120
圖8-3 :	Chambishi 選礦廠的浮選區.....	III-121
圖8-4 :	Chambishi 尾礦儲存設施概覽.....	III-122
圖8-5 :	濕法煉銅操作原則.....	III-125
圖8-6 :	回收銅的濕法治煉流程.....	III-126
圖8-7 :	攪拌浸出廠概覽.....	III-126
圖8-8 :	銅電解法廠 .....	III-128
圖8-9 :	謙比希濕法治煉尾礦儲存設施概覽 .....	III-128
圖8-10 :	謙比希濕法治煉 Chambishi 選礦廠.....	III-132
圖8-11 :	Chambishi 銅冶煉廠概覽.....	III-135
圖8-12 :	謙比希銅冶煉火法治煉流程圖 .....	III-136
圖8-13 :	Baluba 選礦廠的球磨機.....	III-143
圖8-14 :	Muliashi 濕法廠概覽.....	III-146
圖12-1 :	謙比希銅冶煉66/11千伏變電站 .....	III-167
圖12-2 :	中色非洲礦業水庫.....	III-168
圖12-3 :	中色非洲礦業辦公樓(「中央控制大樓」) .....	III-169

**免責聲明**

本報告中表述的意見乃應中國有色集團的具體要求，依據中國有色集團提供給 SRK 的資料而提供。SRK 已審慎評審所獲提供的資料，並已將所獲提供的主要資料與預期值對比。本次評審結果及結論的準確程度完全取決於所獲提供資料的準確及完整程度。SRK 對所獲提供資料中存在的任何錯誤或疏漏概不負責，亦不就根據有關資料作出的商業決策或行為所造成的任何後果承擔任何責任。

本報告中的意見僅適用於 SRK 調查當時現場已有及可合理預見各類條件及特徵，未必適用於本報告日期後可能出現的 SRK 未曾事先了解或未曾評估過的其他條件及特徵。

## 縮寫詞彙表

%	百分比
°	度，溫度或傾角單位
ASL	海平面以上
AusIMM	澳大拉西亞採礦和冶金學會
Co	鈷的化學符號
Cu	銅的化學符號
剛果(金)	剛果民主共和國
E	東
ENFI	北京有色冶金設計研究總院
EP	勘探許可證
g	克
g/t	克／噸
香港聯交所	香港聯合交易所有限公司
控制礦產資源	噸位、密度、形狀、物理特性、品位及含礦量可合理可靠估計的礦產資源。估計乃依據採用適當技術對露頭、礦溝、礦坑、礦內巷道及鑽孔等測量點進行勘探、取樣及檢測所得的資料得出。測量點之間的間距過大或不當，難以確定地質及／或品位的連續性，但足以假定連續性
推斷礦產資源	噸位、品位及含礦量不大能可靠估計的礦產資源，乃根據地質憑證及假設(但未核實)地質及／或品位連續性而推測。估計乃依據採用適當技術自露頭、礦溝、礦坑、礦內巷道及鑽孔等測量點收集的資料而得出，可能不夠全面或不夠準確可靠
IP(感應極化法)	將脈衝電流接通地面，透過測量地下回應識別有用礦物的探礦方法。倘回應強烈，則可能有硫化物，表示可能有金礦
JORC 準則	聯合礦藏委員會準則
JORC 委員會	澳大拉西亞採礦和冶金學會、澳大利亞地質學家學會及澳大利亞礦業協會組成的聯合礦藏委員會
kg	千克，相當於1,000克
km	公里，相當於1,000米
km <sup>2</sup>	平方公里
kV	千伏，相當於1,000伏
kW	千瓦，相當於1,000瓦
晚三疊世	距今2.28億年至2.1億年前約1800萬年
m	米
m <sup>2</sup>	平方米
m <sup>3</sup>	立方米
M	百萬

探明礦產資源	噸位、密度、形狀、物理特性、品位及含礦量可相當可靠估計的礦產資源。估計乃依據採用適當技術對露頭、礦溝、礦坑、礦內巷道及鑽孔等測量點進行詳細可靠勘探、取樣及檢測所得的資料得出
微米	千分之一毫米
中三疊世	距今2.42億年至2.28億年前約1400萬年
MLR	國土資源部
mm	毫米
Mt	百萬噸
Mtpa	百萬噸／年
MW	百萬瓦，相當於1,000,000瓦特
N	北，亦為氮的化學符號
NE	東北
NEE	東北偏東
NE-NNE	東北—東北偏北
NQ尺寸岩心	岩心直徑47.6毫米，採芯率約為70%
NW	西北
oz	金衡制盎司，相當於31.1035克
氧化銅	氧化銅含量
pH	溶液酸鹼度衡量單位。數值為7時，溶液為中性，數值越大，鹼性越強，數值越小，酸性越強，一般介乎0至14
PPE	個人防護裝備
ppm	百萬分之一，相當於克／噸
PQ尺寸岩心	岩心直徑85毫米
PRC	中華人民共和國
概略礦石儲量	控制(在若干情況下)及探明資源中具有經濟效益的可採部分，包括開採過程中可能出現的貧化物料及允許損耗。已進行適當的評估(可能包括可行性研究)，亦已考慮合理假定的開採、冶金、經濟、市場、法律、環境、社會、政府等諸多因素且已按此等因素作出修正。此等評估於報告發佈時顯示該項開採具有合理經濟價值
證實礦石儲量	探明資源中具有經濟效益的可採部分，包括開採過程中可能出現的貧化物料及允許損耗。已進行適當的評估(可能包括可行性研究)，亦已考慮合理假定的開採、冶金、經濟、市場、法律、環境、社會、政府等諸多因素，且已按此等因素作出修正。此等評估於報告發佈時顯示該項開採具有合理經濟價值。又稱可回收證實儲量
QA/QC	質量保證／質量控制
RC(反循環旋鑽法)	一種回收岩屑的衝擊鑽探方法

RL	見mRL
S	南，亦為硫的化學符號
SE	東南
t	噸
Te	碲
TCu	銅總量
TCo	鈷總量
tpa	噸／年
tpd	噸／天
三疊紀	距今約2.5億年至2.1億年前
Valmin 準則	編製獨立專家報告所需採用的礦物與石油資產及證券技術評估準則
贊比亞	贊比亞共和國

## 1 報告簡介及範圍

中國有色集團委託 SRK 對中國有色集團旗下四間附屬公司於贊比亞的營運資產(包括 Chambishi 主銅礦及西銅礦、Baluba 中部銅礦以及伴生選礦廠、濕法廠及冶煉廠)、Chambishi 東南銅礦床及 Mwambashi 銅礦床的開發中項目以及在建項目(包括選礦廠及濕法廠)的所有相關技術方面進行獨立評估。SRK 之獨立技術審查報告(「獨立技術審查報告」)須載入香港聯合交易所有限公司(「香港聯交所」)主板建議上市(「建議上市」)文件中。

## 2 背景及簡介

### 2.1 項目背景

中國有色集團委託 SRK 從所有相關技術方面對中國有色集團旗下四間附屬公司位於贊比亞共和國的礦產項目進行審查及報告。貴公司的四間採礦附屬公司目前擁有全部或部分採礦牌照。採礦許可證正本複件載於附錄一。

中國有色集團擁有四間採礦／冶金附屬公司，包括中色非洲礦業有限公司(「中色非洲礦業」)、贊比亞謙比希濕法冶煉有限公司(「謙比希濕法冶煉」)、謙比希銅冶煉有限公司(「謙比希銅冶煉」)及中色盧安夏銅業有限公司(「中色盧安夏」)。該等公司均於贊比亞共和國註冊成立，由中國有色集團全部或部分擁有。各附屬公司全部或部分擁有銅礦及配套加工廠、濕法廠及冶煉廠。上市建議目標集團架構載於圖 2-1。



2.2 物業背景

中色非洲礦業擁有 Chambishi 營運中礦場及其伴生選礦廠。謙比希濕法冶煉擁有 Chambishi 濕法廠(以濕法精煉生產陰極銅)，及其他在建或計劃於未來進行的項目。謙比希銅冶煉擁有 Chambishi 銅冶煉廠，利用火法熔煉生產粗銅。盧安夏擁有 Baluba 營運中礦場及其伴生選礦廠以及 Mulishi 銅礦及其他在建或計劃於未來進行的項目。中國有色集團旗下四間附屬公司於贊比亞之物業列於表2-1。



圖2-1：建議目標集團架構

表2-1：中國有色集團旗下四間附屬公司於贊比亞之物業

物業	設計產能 (噸/年)	產品	來源	狀態
<b>中色非洲礦業有限公司</b>				
Chambishi 主礦 . . . . .	2,145,000	原礦石		生產
Chambishi 西礦 . . . . .	990,000	原礦石		生產
Chambishi 選礦廠 . . . . .	86,000	銅精礦	Chambishi 原生礦	生產
Chambishi 東南礦 . . . . .	3,300,000	原礦石		建設
Chambishi 東南選礦廠 . . . . .	261,030	銅精礦	Chambishi 東南礦	設計
<b>贊比亞謙比希濕法冶煉有限公司</b>				
Chambishi 選礦廠 . . . . .	8,150	銅精礦	Chambishi 氧化礦	生產
Chambishi 濕法廠 . . . . .	7,000	陰極銅	Chambishi 尾礦	生產
Mwambashi 探銅項目 . . . . .				
Mwambashi 選礦廠 . . . . .		銅精礦		規劃
Kakoso 濕法廠 . . . . .	3,000	陰極銅	Kakoso 尾礦	設計
Kakoso 尾礦 . . . . .				
<b>CNMC Huachin (Congo)</b>				
濕法廠 . . . . .	10,000	陰極銅		生產
Mabende 項目 . . . . .	20,000	陰極銅	Mabende 銅礦	建設
<b>謙比希銅冶煉有限公司</b>				
Chambishi 銅冶煉廠 . . . . .	150,000	粗銅	Chambishi/ Baluba 銅精礦	生產
<b>中色盧安夏銅業有限公司</b>				
Baluba 中礦 . . . . .	1,500,000	原礦石		生產
Baluba 選礦廠 . . . . .	86,000	銅精礦	Baluba 礦場	生產
Muliashi 北礦 . . . . .	4,500,000	原礦石		生產
Muliashi 濕法廠 . . . . .	40,000	陰極銅	Muliashi 北礦 及 Baluba 東礦	生產

### 3 報告目標及工作計劃

#### 3.1 報告目標

本報告主要目標乃向中國有色集團現有股東及香港聯交所提供獨立技術評估報告，以供載入中國有色集團計劃向香港聯交所提交的主板建議上市文件中。SRK報告擬向香港聯交所及中國有色集團現有及潛在股東提供獨立技術評估報告，提供有關建議上市公司採礦及加工資產之風險及機遇的公正技術評估。

#### 3.2 報告標準

本報告乃根據香港聯交所上市規則，按照 Valmin 準則指引的技術評估報告標準而編製。Valmin 準則是澳大拉西亞採礦和冶金學會採用的守則，包含呈報礦產資源量與礦石儲量的

聯合礦藏委員會(「JORC」)準則。該準則對澳大拉西亞採礦和冶金學會(「AusIMM」)所有成員具有約束力。

本報告並非估值報告，亦未對礦產價值發表意見。本報告審查內容包括產品價格、社會政治問題及環境因素，惟SRK並未就所涉資產及物業的具體價值發表任何意見。

### 3.3 限制聲明

SRK並不具備專業資格說明及／或確認中國有色集團分別擁有其四間附屬公司中色非洲礦業、謙比希濕法冶煉、謙比希銅冶煉及中色盧安夏85%、67.75%、60%及80%的權益，亦不具備專業資格說明及／或確認各附屬公司對相關物業擁有全部控制權及／或有任何有關任何所有權轉讓或相關費用及礦產資源稅的未決法律事務。因此，SRK已假設所持現有相關物業並無法律障礙，且中國有色集團及其附屬公司擁有所有所述相關物業的合法權利。對中國有色集團及其附屬公司之勘探項目的法定土地使用權及權利的評估須由SRK以外的公司進行法定盡職調查。

### 3.4 工作計劃

本工作計劃包括：審查中國有色集團及其附屬公司提供的數據；於2011年4月至5月對位於贊比亞共和國北部 Copperbelt 省的礦產及其他物業進行實地考察；視察所有營運中礦業及開發項目(包括地質及資源、選礦廠的生產基地、濕法廠及冶煉廠)；與中國有色集團及其附屬公司進行地質勘探及可行性研究的專家及顧問展開討論；收集 Chambishi 主礦、西礦及東南礦的驗證樣本；於2011年6月至7月監督 Chambishi 東南礦的質量保證／質量控制及於2011年7月對 Chambishi 東南礦進行資源量估計；收集及審查有關文件；編製本報告。

### 3.5 項目團隊

本報告中SRK項目團隊成員、頭銜及職責載於下表3-1。

表3-1：SRK團隊成員及職責

顧問	頭銜	專業範疇及職責
賈葉飛博士	主任諮詢師(地質)	地質及資源、報告
Qiushi Li	高級地質諮詢師	地質及資源
肖鵬飛	高級地質諮詢師	地質及資源
牛蘭良	高級諮詢師(冶金學家)	加工及礦產質量
黃秋冀	高級採礦工程師	礦場評估
Andrew Lewis	高級諮詢師(地質環境)	環境、許可及批准
黃沐輝	業務開發主管	項目協調及執行
徐安順博士	主任諮詢師(地質)	內部同行審查
Mike Warren	公司諮詢師(項目評估)	外部同行審查

**賈葉飛**，**博士學位**，**MAusIMM 會員**，擔任主任諮詢師(地質)，為礦床勘探專家。彼有逾20年有關貴金屬(金、銀及鉑族)、基本金屬(鉛、鋅、銅、鈾、鈦及鐵)以及中國、澳大利亞及北美各種地質環境中其他金屬礦床勘探、開發及資源量估計的經驗。彼亦於項目管理、勘探設計以及資源量評估方面有豐富經驗，曾於香港聯交所進行融資或海外證券上市協調過多項技術報告盡職調查項目。**賈博士為本項目的項目經理。**

**Qiushi Li**，**碩士學位**，**2006年畢業於中國地質大學取得碩士學位(地質構造學)**。2006年7月至2009年7月，彼任職於中國地質礦業總公司及Eritrea-China Exploration & Mining Sh. Co。彼一直參與金、鉛鋅、銅錳等礦床的勘探項目。於過去6年的工作與研究中，彼於各種勘察項目積累了更多的經驗。於加入SRK前，Qiushi Li曾參與或管理多個項目的勘探設計、盡職調查及管理，以及獨立為客戶編製技術報告。**彼負責地質質量保證及質量控制以及資源量／儲量估計。**

**肖鵬飛**，**碩士學位**，**畢業於中國科學院(地球物理學)**。過去幾年中，鵬飛完成多個岩石學、構造地質學及地球物理學勘探的培訓課程；彼亦參與地質測繪工作。彼曾以主要參與者的身份從事若干金屬礦物及煤炭項目的地球物理勘探及地質調查工作，包括一個由中國國家自然科學基金會贊助的重點項目。**肖先生協助賈博士審查地質及資源量。**

**黃秋冀**，**B.Eng.**，**MAusIMM 會員**，是SRK Consulting China的高級採礦工程師，於1982年畢業於中南礦冶學院。彼曾擔任中國西南地區數個金礦的採礦主任。其後彼加入廣西省黃金管理局，主管礦場建設、礦場規劃及採礦技術開發的監督及指導。黃先生為礦場建設、採礦技術、礦場生產及礦場規劃方面的專家。**彼負責採礦評審。**

**牛蘭良**，**BEng**，**MAusIMM 會員**，是高級礦物加工工程師，1987年畢業於北京科技大學，主修選礦專業。彼曾用低品位礦石進行浸金行業試驗、管理或參加過10多種貴金屬及有色金屬的加工和冶金試驗項目。於加入SRK後，彼負責選礦及冶金範疇的工作並參與多項主要項目。**彼對本報告項目的冶金及加工方面進行評審。**

**Andrew Lewis**，**BEng**，**MAusIMM 會員**，是SRK Consulting China的高級環境工程師。彼曾在中國及亞洲的大部分地區工作近十年時間，從事各種不同的項目，從技術轉讓到環境健康及安全。彼目前主要負責中國及蒙古境內採礦項目的環境合規情況、許可、審核及影響評估工作。彼亦從事環境管理體系、污染現場防污／減污及復墾等工作。**Lewis 先生負責評審環境問題。**

**黃沐輝**，**業務開發主管、法律碩士**。為北京外國語大學學士、中國政法大學法學碩士。彼擁有三年工程諮詢經驗及三年採礦項目諮詢經驗，已為眾多SRK項目提供項目管理、翻譯及物流服務，該等項目即中信大錳錳礦 — 盡職審查 — 中國廣西；九龍鉛礦 — 盡職審查 — 中國山西；銀洞坡金銀礦 — 技術審查 — 中國河南桐柏；陳家灣銅鉛金礦 — 技術審查 — 中國

湖北黃石；Meulaboh Bara 煤礦 — 勘探質量保證／質量控制 — 印度尼西亞亞齊；State Grid 銅礦項目 — 技術審查，哈薩克斯坦；銅陵有色銅礦項目 — 技術審查，厄瓜多爾。**Chris 負責項目協調及執行。**

**徐安順博士，博士學位、MAusIMM 會員**，為礦床勘探方面的主任諮詢師。彼有逾20年勘探及開發各類礦床(包括與超基性岩有關的硫化銅鎳礦床、鎢及錫礦床、金剛石礦床及(尤其是)脈狀、斷層角礫岩帶狀、蝕變型及卡林型等各類金礦床)的經驗。彼負責對幾個金剛石礦床進行資源量估計，並審查數個金礦床的資源量估計。彼近期為中國客戶完成若干盡職調查工作(包括金、銀、鉛鋅、鐵、鋁土礦及銅礦項目，及若干技術審查項目以及香港聯交所技術報告。**徐博士提供內部同行審閱以保證本報告質量。**

**Mike Warren，BSc (Mining Eng)，MBA，FAusIMM，FAICD**，是一位擁有逾30年採礦經驗的工程師。彼擅長露天礦場及地下礦場分析、編製盡職調查報告及進行礦場評估。Warren 先生為JORC 準則的合資格人士及為 SRK Australasia 的公司諮詢師(項目評估)。**彼完成本報告外部同行審查以保證本報告的質量。**

作為中國有色集團於贊比亞共和國 Copperbelt 省的若干礦產的部分報告的作者，本人賈葉飛謹此證明：

- 本人由 SRK Consulting China Limited 聘請並執行其分派的任務，公司地址為：

中華人民共和國北京  
建國門內大街8號  
中糧廣場B座1205室  
郵編：100005  
電話：86-10-8512 0365，傳真：86-10-8512 0385，郵箱：yjia@srk.cn

- 本人於1987年畢業於中國吉林大學，獲得地質及地質化學專業學士學位(B.Sc.)，於1990年獲得中國吉林大學地質化學專業碩士學位(M.Sc.)，於2001年獲加拿大薩省大學地質及地質化學專業博士學位(Ph.D.)。本人獲得加拿大自然科學與工程研究理事會(「NSERC」)2002年4月至2004年3月的博士後獎學金，成為澳洲國立大學的研究科學家。2004年至2005年，本人擔任澳洲聯邦科學與工業研究院(「CSIRO」)採礦及勘探部研究員。
- 本人為澳大拉西亞採礦和冶金學會(AusIMM)會員(230607號)。
- 本人直接從事地質研究及礦物勘探逾18年。
- 本人已閱讀香港聯交所上市規則所載「合資格人士」的釋義。謹此說明，由於本人具備的教育背景、專業協會(定義見上市規則)的會員身份及過往相關工作經歷，本人符合編製技術報告之「合資格人士」的要求。
- 本人曾於2011年6月參觀中國有色集團的物業。

- 本人為負責編製及編輯報告的主要作者，亦負責監督肖鵬飛先生及 Qiushi Li 先生編製地質及資源部分以及礦場評估部分。
- 本人先前並無參與中國有色集團的項目。本人無意亦預期不會獲取中國有色集團項目或中國有色礦業集團有限公司及其附屬採礦公司證券的任何直接或間接權益。
- 就本人所知，技術報告概無遺漏任何有關技術報告內容的重大事項或重大變動，致使技術報告存在誤導成份。
- 本人獨立於申請香港聯交所上市規則第18.21及18.22條所規定所有測試的發行人。
- 本人同意向香港聯交所及其他監管機構提交技術評估報告並存置其任何刊物，包括其可供公眾瀏覽的網站上公眾公司資料中的技術報告電子檔。

Mike Warren 先生、徐安順博士、牛蘭良先生、黃秋冀先生及 Andrew Lewis 先生亦為有關整體質量控制、選礦、採礦及環境社會問題的獨立合資格人士。彼等的資格載於上文簡短履歷。

### 3.6 SRK獨立聲明

SRK及本報告任何作者於本報告結果概無任何重大、當前或附帶利益，亦不存在任何可能合理視為可影響彼等獨立性或SRK獨立性的任何金錢利益或其他利益。

SRK完成本報告應得之報酬為SRK一般日常專業費用加雜費補償。專業費的支付與報告結果無關。

SRK或本報告任何作者概無於緊接本報告前兩年內於 貴公司任何成員公司或 貴公司或其任何附屬公司所收購、出售或租賃的任何資產中持有任何直接或間接權益。

SRK或本報告任何作者概無直接或間接持有 貴集團任何成員公司的任何股權，亦無持有任何認購或提名他人認購 貴集團任何成員公司證券的權利(無論是否具有法律效力)。

### 3.7 保證

中國有色集團及其附屬公司向SRK保證已充分披露一切重要資料，且就其所知及所信，有關資料完整、準確及真實。SRK並無理由懷疑該保證。

### 3.8 同意

SRK同意在中國有色集團擬提交予香港聯交所的文件中以技術評估報告的原有格式及內容載入整份報告，惟報告不得作任何其他用途。

概要及本報告的個別章節所示技術評估需連同(而非獨立於)整份報告及封面函件中所載資料進行考慮，SRK基於此發出本同意書。

### 3.9 補償

按照 VALMIN 準則的建議，中國有色集團於以下方面給予SRK補償：任何負債及／或任何額外工作或任何額外工作所需開支：

- SRK因依賴中國有色集團提供的資料或由於中國有色集團未提供重要資料所造成者；或
- 有關因報告所產生的詢問、問題或公眾聽證的後續工作增加。

### 3.10 SRK往績

SRK Consulting 是一家獨立的國際諮詢集團公司，於為全世界多個證券交易所編製獨立技術報告方面擁有豐富經驗(請參閱[www.srk.com](http://www.srk.com))。SRK為採礦及勘探公司的採礦項目提供一站式終身專家諮詢服務，即從礦山勘探至關閉為止所涵蓋的服務內容。SRK 1,500多個客戶中大部分是世界大中規模金屬及工業礦產採礦公司、勘探公司、銀行、石油勘探公司、農業綜合經營公司、施工公司及政府部門。

SRK於1974年在南非約翰內斯堡成立，現已聘用來自全球各地的1,000多位專業人士，分佈在六個大洲的42個固定辦事處，核心團隊由眾多國際認可的合作顧問組成。

SRK Consulting 選聘科學及工程等各個領域的領先專家。SRK的無縫整合服務及全球基礎使其成為世界上盡職、可行性研究及內部機密審查領域的領先企業。

SRK集團並無於任何所涉項目中持有任何權益，且其所有權僅由員工持有，屬獨立機構，因而能就關鍵判斷問題為客戶提供無衝突、客觀的建議。

SRK China 於2005年初成立，主要工作是為中國的採礦項目提供獨立的服務，或連同SRK其他機構（主要為SRK駐澳大拉西亞機構）提供服務（請參閱 [www.srk.cn](http://www.srk.cn) 及 [www.srk.com.au](http://www.srk.com.au)）。SRK China 已為多間公司的採礦項目編製多份獨立技術報告，該等公司已收購中國項目或尋求於海外證券交易所上市，如表3-2所示。

表3-2：SRK近期為中國公司編製的報告

公司	年份	交易性質
兗州煤業股份有限公司(在香港聯合交易所有限公司上市的公司)	2000年	母公司向上市營運公司出售濟寧三號煤礦
中國鋁業股份有限公司(中國鋁業公司)	2001年	在香港聯合交易所有限公司及紐約證券交易所上市
福建紫金礦業公司(Fujian Zijin Gold Mining Company)	2004年	在香港聯合交易所有限公司上市
靈寶黃金股份有限公司	2005年	在香港聯合交易所有限公司上市
悅達控股有限公司(在香港聯合交易所上市的公司)	2006年	建議收購中國採礦項目股權
中國中煤能源股份有限公司(中煤)	2006年	在香港聯合交易所有限公司上市
澳華黃金有限公司	2007年	在香港聯合交易所有限公司雙重上市
新疆新鑫礦業股份有限公司	2007年	在香港聯合交易所有限公司上市
易盈科技控股有限公司	2008年	收購中國泰州潼關金—鉛項目的股權
中國神舟礦業資源股份有限公司	2008年	在美國證券交易所上市(SHZ)
綠色環球資源有限公司	2009年	收購蒙古鐵礦項目的股權
明豐珠寶集團有限公司	2009年	收購中國安徽及河北省金礦項目的股權
恒和珠寶集團有限公司	2009年	收購中國河南省金礦項目
中核國際有限公司	2010年	收購非洲鈾礦
新時代能源有限公司	2010年	收購中國河北省金礦項目的股權
CITIC Dameng Resources Holdings Limited	2010年	在香港聯合交易所有限公司上市

### 3.11 前瞻性陳述

對礦產資源量的估算本身為前瞻性陳述，乃對未來狀況的預測，必然與實際狀況有差異。該等預測中的誤差源自對地質數據解釋的固有不確定性、執行採礦和加工計劃時的變動、完成建設及生產計劃的能力、所需設備及供應物資的可獲得性、價格波動及法規變更。

本報告所呈列意見適用於SRK進行調查當時的及可合理預見的礦山狀況及特徵。該等意見未必適用於SRK過往並無遇見或並無機會評估而於本報告日期後可能出現的狀況及特徵。



## 4 位置、氣候及基建

### 4.1 位置及交通

經審查業務包括中國有色集團的四間贊比亞附屬公司，即中色非洲礦業、謙比希濕法冶煉、謙比希銅冶煉及中色盧安夏。

中國有色集團的礦場、選礦廠及冶煉廠均位於贊比亞共和國北部 Copperbelt 省行政區域內。中色非洲礦業、謙比希濕法冶煉及謙比希銅冶煉營運的 Chambishi 礦場、選礦廠及冶煉廠位於 Kitwe 市附近，而中色盧安夏營運的項目則位於 Luanshya 市附近。

Kitwe 及 Luanshya 均為 Copperbelt 省有數十年歷史的礦業城市。Kitwe 為當地經濟中心，且就城市規模及人口而言，為贊比亞第三大城市。項目的總體位置及與附近城市的連通情況於圖4-1列示。



圖4-1：項目總體位置及連通情況

項目所在地的交通完善。該區域總體地勢平坦、起伏不大，礦場有大量可通車的土路。Kitwe、Chambishi 及 Luanshya 之間有鐵路連接。主要鐵路穿過 Copperbelt 省，向北延伸至剛果民主共和國（「剛果（金）」）境內，連接坦桑尼亞 Dar el Salaam 海港。

Copperbelt 省省會城市 Ndola 的飛機場位於 Kitwe 東南方向約 60 公里、Luanshya 東北方向約 45 公里，停靠自 Lusaka、Solwezi、Nairobi 及約翰內斯堡起飛的國內及國際商務定期航班。附近的其他機場有鄰近 Kitwe 的 Southdowns 機場，位於 Kitwe 西南方向約 12 公里，惟目前並無提供任何固定航班服務。該機場於 2005 年關閉維修，於 2008 年重新營業，目前並非經常用於民用運輸。

#### 4.1.1 Chambishi 項目及 Kakoso 尾礦開發項目

##### *Chambishi 主礦及 Chambishi 西礦*

Chambishi 主礦及 Chambishi 西礦位於 Kitwe 西北方向 28 公里。T3 公路(國道)通過礦場東側。從 Kitwe 到礦場的交通便利。兩礦場地理坐標約為南緯 12°39' 及東經 28°02'。

##### *Chambishi 東南礦*

Chambishi 東南礦項目位於 Kitwe 西北方向 20 公里，地理坐標為南緯 12°48' 及東經 28°00'。T3 國道穿過礦場。

##### *Mwambashi*

Mwambashi 項目區位於 Chingola 西南方向約 25 公里，Kitwe 以西約 35 公里。從 Chingola 到 Mwambashi 項目的主路為一條混雜土路的鋪裝路。從 Mwambashi 項目與 Chambishi 主礦間通有一條 8 公里的土路捷徑，然而，該路僅適合於乾燥季節通行，雨季則通常被淹沒。Mwambashi 項目的地理坐標約為南緯 12°43' 及東經 28°58'。

##### *Kakoso 尾礦開發項目*

Kakoso 尾礦開發項目位於 Kitwe 西北方向約 78 公里，Chililabombwe 以南 4 公里及 Chingola 以北 23 公里，地理坐標約為南緯 12°37' 及東經 28°02'。T3 國道到達邊界，並連接剛果(金) N1 道。

#### 4.1.2 Luanshya 項目

Luanshya 項目位於 Ndola 西南方向約 40 公里處。礦場與 Luanshya 市中心之間通有鋪裝路，交通便利。

#### 4.2 氣候及地貌

項目區位於非洲南部大高原，自然地形相對平坦，海拔約 1,200 至 1,270 米。該區域位於熱帶地區，但由於緯度位置氣候宜人。該區域氣溫及降雨變化很大。年平均氣溫約 20 攝氏度(°C)。全年分為濕季及幹季。濕季從 11 月初持續至下年 3 月末，於此期間，幾乎每日都有降雨。濕季末期至九月為冬季。10 月為全年最熱，最高氣溫可達 35°C。該區域年降水量約為 1,000 至 1,500 毫米(mm)(F. Mendelsohn, 1961 年)。

Kitwe 及 Luanshya 周圍的景觀迷人，有地勢輕微起伏的林地、澇原草地、農田及河流(例如沿 Kitwe 東部及南部邊緣流淌的 Kafue 河)交錯相間。該區域通過 Kafue 河及其支流排水。Kafue 河為 Zambezi 河的主要支流，而 Zambesi 河為贊比亞主要水系之一，亦為非洲第四長河，流入 Kariba 湖。該區域生活及工業用水供應充足。

#### 4.3 當地經濟及基建

Kitwe 建於1936年，為 Copperbelt 省主要工業及商業中心。Copperbelt 省具有得天獨厚的各種礦產資源(尤其是銅及鈷)、木材及農產品。當地經濟發展主要依賴採礦活動。若干銅礦位於 Kitwe 周圍，例如 Nkana、Chingola、Chambishi、Luanshya、Kululushi 及 Mindolo。Kitwe 有現成的勘探及採礦工具或機械設備。河上水力發電的主要來源之一為向贊比亞及津巴布韋提供電力的 Kariba 水壩。電網已覆蓋所有的項目區。Kitwe 或附近採礦城市有電信、醫院、學校、大學、旅舍及超市，以及採礦及運輸機械的維修車間。

### 5 執照及許可證

#### 5.1 營業執照

中色非洲礦業、中色盧安夏、謙比希銅冶煉及謙比希濕法冶煉的營業執照詳情載列於表5-1。

表5-1：營業執照清單

營業執照編號	40172
執照類型	上市公司註冊證書
獲授人	中色非洲礦業有限公司
頒發人	贊比亞共和國公司註冊辦事處
頒發日期	1998年3月5日
生效日期	1998年3月5日
營業執照編號	40172
執照類型	股本證書
獲授人	中色非洲礦業有限公司
頒發人	贊比亞共和國公司註冊辦事處
頒發日期	1998年3月5日
生效日期	1998年3月5日
營業執照編號	52849
執照類型	上市公司註冊證書
獲授人	中色盧安夏銅業有限公司
頒發人	贊比亞共和國公司註冊辦事處
頒發日期	2009年11月10日(變更名稱)
生效日期	2003年12月12日
營業執照編號	52849
執照類型	股本證書
獲授人	中色盧安夏銅業有限公司
頒發人	贊比亞共和國公司註冊辦事處
頒發日期	2004年7月16日
生效日期	2004年7月16日

營業執照編號	62959
執照類型	私人股份有限公司註冊證書
獲授人	謙比希銅冶煉有限公司
頒發人	贊比亞共和國公司註冊辦事處
頒發日期	2006年7月19日
生效日期	2006年7月19日
營業執照編號	62959
執照類型	最低資本證書
獲授人	謙比希銅冶煉有限公司
頒發人	贊比亞共和國公司註冊辦事處
頒發日期	2006年7月19日
生效日期	2006年7月19日
營業執照編號	62959
執照類型	股本證書
獲授人	謙比希銅冶煉有限公司
頒發人	贊比亞共和國公司註冊辦事處
頒發日期	2006年7月19日
生效日期	2006年7月19日
營業執照編號	57192
執照類型	私人股份有限公司註冊證書
獲授人	贊比亞謙比希濕法治煉有限公司
頒發人	贊比亞共和國公司註冊辦事處
頒發日期	2004年12月3日
生效日期	2004年12月3日
營業執照編號	57192
執照類型	最低資本證書
獲授人	贊比亞謙比希濕法治煉有限公司
頒發人	贊比亞共和國公司註冊辦事處
頒發日期	2004年12月3日
生效日期	2004年12月3日
營業執照編號	57192
執照類型	股本證書
獲授人	贊比亞謙比希濕法治煉有限公司
頒發人	贊比亞共和國公司註冊辦事處
頒發日期	2004年12月3日
生效日期	2004年12月3日

## 5.2 採礦及勘探執照

中色非洲礦業、中色盧安夏及謙比希濕法治煉的採礦牌照詳情載列於表5-2。

表5-2：採礦及勘探執照清單

採礦牌照編號	7068-HQ-LML
執照類型	大型採礦牌照
獲授人	中色非洲礦業有限公司
頒發人	贊比亞共和國礦產開發部
頒發日期	2010年5月12日
生效日期	1998年6月29日
有效期	25年
可採礦物	銻、鉬、矽、鎢、鈾、鉑族元素、金、鈷、銅、鎳、鋅、硒、碲、鎳、銀、銻、鐵及鉛

採礦牌照編號	<b>7069-HQ-LML</b>
執照類型	<b>大型採礦牌照</b>
獲授人	中色非洲礦業有限公司
頒發人	贊比亞共和國礦產開發部
頒發日期	2010年5月12日
生效日期	1998年6月29日
有效期	25年
可採礦物	銻、鉬、矽、鎢、鈾、鉑族元素、金、鈷、銅、鎳、鋅、硒、碲、鎳、銀、鎳、鐵及鉛
採礦牌照編號	<b>7070-HQ-LML</b>
執照類型	<b>大型採礦牌照</b>
獲授人	中色非洲礦業有限公司
頒發人	贊比亞共和國礦產開發部
頒發日期	2010年5月12日
生效日期	1998年6月29日
有效期	25年
可採礦物	銻、鉬、矽、鎢、鈾、鉑族元素、金、鈷、銅、鎳、鋅、硒、碲、鎳、銀、鎳、鐵及鉛
採礦牌照編號	<b>8097-HQ-LML</b>
執照類型	<b>大型採礦牌照</b>
獲授人	中色盧安夏銅業有限公司
頒發人	贊比亞共和國礦產開發部
頒發日期	2010年4月29日
生效日期	2004年1月23日
有效期	20年
可採礦物	銅、鈷、金、銀、鉛、鋅、鎳、鈾、硫、硒、鈹、碲、鎳、Auf、鉬、鎢、鎳
採礦牌照編號	<b>8396-HQ-LML</b>
執照類型	<b>大型採礦牌照</b>
獲授人	中色盧安夏銅業有限公司
頒發人	贊比亞共和國礦產開發部
頒發日期	2010年4月29日
生效日期	2006年10月19日
有效期	25年
可採礦物	銅及鈷
採礦牌照編號	<b>8394-HQ-LML</b>
執照類型	<b>大型採礦牌照</b>
獲授人	中色盧安夏銅業有限公司
頒發人	贊比亞共和國礦產開發部
頒發日期	2010年4月29日
生效日期	2006年10月19日
有效期	25年
可採礦物	銅及鈷
採礦牌照編號	<b>8393-HQ-LML</b>
執照類型	<b>大型採礦牌照</b>
獲授人	中色盧安夏銅業有限公司
頒發人	贊比亞共和國礦產開發部
頒發日期	2010年4月29日
生效日期	2006年10月19日
有效期	25年
可採礦物	銅及鈷

採礦牌照編號	<b>8395-HQ-LML</b>
執照類型	大型採礦牌照
獲授人	中色盧安夏銅業有限公司
頒發人	贊比亞共和國礦產開發部
頒發日期	2010年4月29日
生效日期	2006年10月19日
有效期	25年
可採礦物	銅及鈷
採礦牌照編號	<b>8404-HQ-LML</b>
執照類型	大型採礦牌照
獲授人	中色盧安夏銅業有限公司
頒發人	贊比亞共和國礦產開發部
頒發日期	2010年4月29日
生效日期	2006年9月9日
有效期	25年
可採礦物	銅及鈷
採礦牌照編號	<b>8392-HQ-LML</b>
執照類型	大型採礦牌照
獲授人	中色盧安夏銅業有限公司
頒發人	贊比亞共和國礦產開發部
頒發日期	2010年4月29日
生效日期	2006年10月19日
有效期	25年
可採礦物	銅及鈷
採礦牌照編號	<b>15201-HQ-LPL</b>
執照類型	勘探執照
獲授人	贊比亞謙比希濕法冶煉有限公司
頒發人	贊比亞共和國地質勘探局
頒發日期	2011年1月6日
生效日期	2011年12月20日
有效期	2年
可採礦物	銅

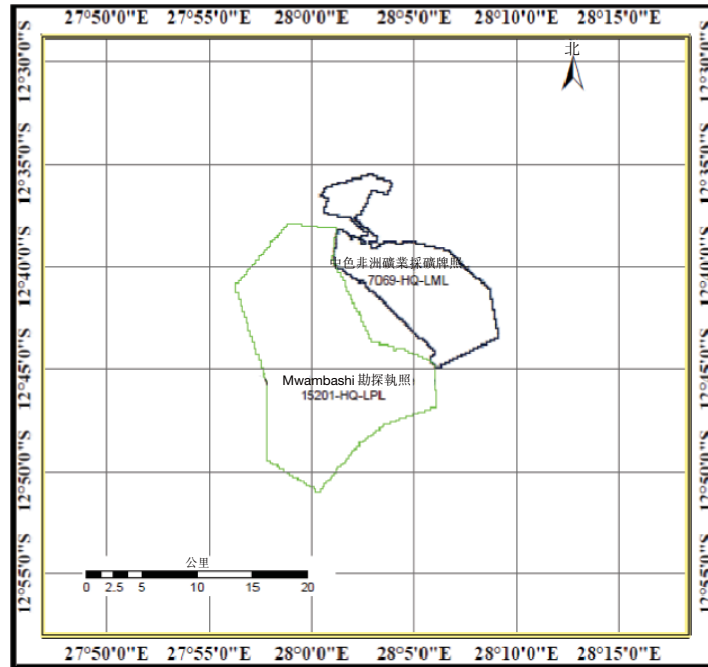


圖5-1：7069-HQ-LML 及 15201-HQ-LPL 號採礦牌照許可區域地圖

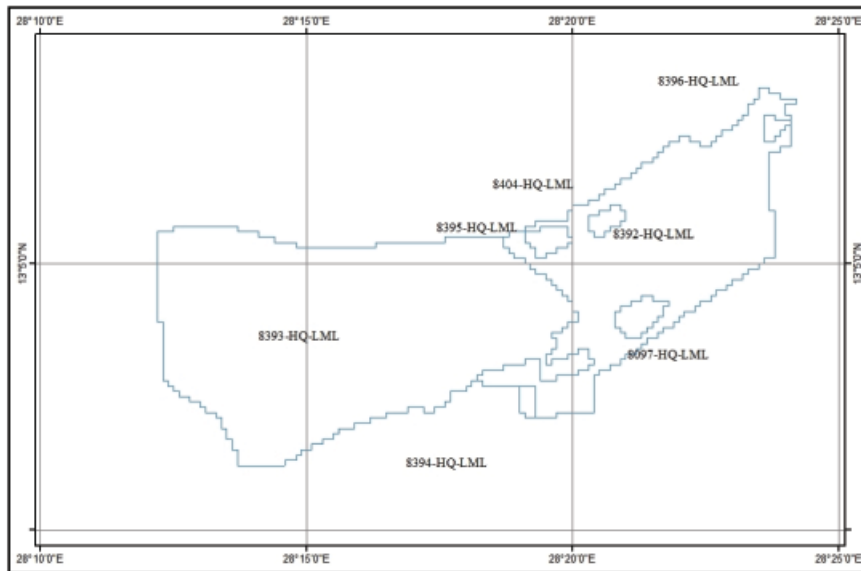


圖5-2：中色盧安夏項目採礦牌照許可區域地圖

## 5.3 年度經營許可證

經營許可證編號	<b>027/2012</b>
執照類型	年度經營許可證
獲授人	中色非洲礦業有限公司
頒發人	贊比亞共和國礦山和礦產安全部
頒發日期	2012年2月2日
生效日期	2012年1月1日
有效期	1年
經營許可證編號	<b>029/2012</b>
執照類型	年度經營許可證
獲授人	中色盧安夏銅業有限公司
頒發人	贊比亞共和國礦山和礦產安全部
頒發日期	2012年2月10日
生效日期	2012年1月1日
有效期	1年
經營許可證編號	<b>018/2012</b>
執照類型	年度經營許可證
獲授人	謙比希銅冶煉有限公司
頒發人	贊比亞共和國礦山和礦產安全部
頒發日期	2012年1月9日
生效日期	2012年1月1日
有效期	1年
經營許可證編號	<b>036/2012</b>
執照類型	年度經營許可證
獲授人	贊比亞謙比希濕法治煉有限公司
頒發人	贊比亞共和國礦山和礦產安全部
頒發日期	2012年2月17日
生效日期	2012年1月1日
有效期	1年

## 6 地質評價與礦產藏量評價

本節所列地質及／或資源的審查涉及以下項目。

- 中色非洲礦業 Chambishi 項目，包括 Chambishi 主礦、Chambishi 西礦及 Chambishi 東南礦三個礦場；
- 謙比希濕法治煉尾礦項目，包括可循環利用的 Chambishi 尾礦壩、Kakoso 尾礦開發項目及Mwambashi 勘探及開發項目；
- 中色盧安夏 Luanshya 項目，包括位於 Luanshya 附近 Roan-Muliashi 盆地的七個採礦許可區。

## 6.1 區域地質狀況

贊比亞的 Copperbelt 位於赤道以南，處於非洲心臟地帶，南緯約13°，東經約28°，蘊藏豐富的礦化銅鈷資源，橫貫 Ndola (贊比亞 Copperbelt 省的省會) 及剛果(金) Katanga 省，大致呈東南—西北走向。



Chambishi 及 Mwambashi 項目位於 Kafue 背斜西翼(圖6-1)，而 Luanshya 項目則位於 Kafue 背斜東南端(圖6-2)。Chambishi 主礦、Chambishi 西礦及 Chambishi 東南礦位於 Chambishi 盆地東北端，而 Mwambashi 項目則位於 Chambishi 盆地西北端。

Kafue 背斜大致呈西北—東南走向(平均傾角約為 $145^\circ$ )，為 Copperbelt 的主要構造特徵，由基底雜岩組成。Copperbelt 幾乎所有的銅礦床均位於該地質構造兩側。Kafue 河沿背斜軸橫貫 Copperbelt 約40公里，而背斜軸由 Lufubu 岩系片岩、侵入花崗岩及 Muva 岩系的兩個褶皺組成。

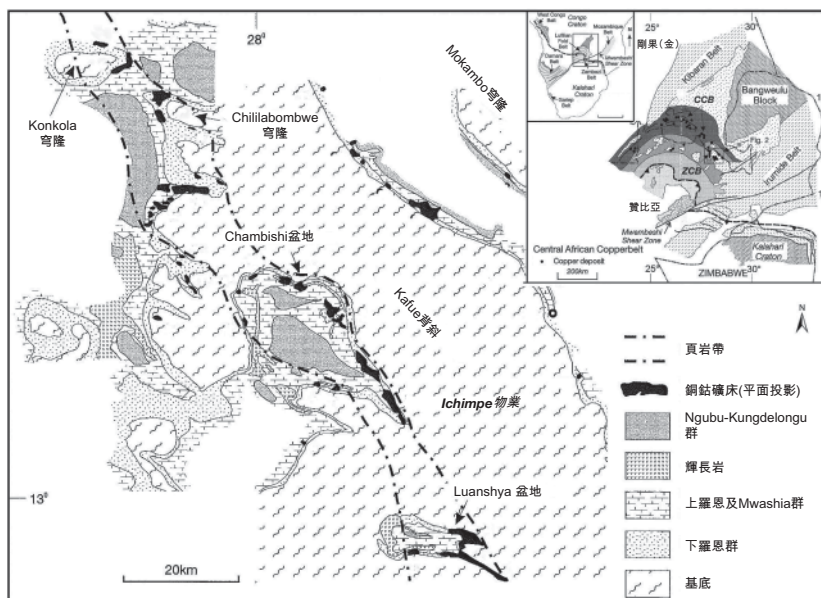


圖6-1：項目場地構造位置

(由 David Selley 等於2005年修訂)

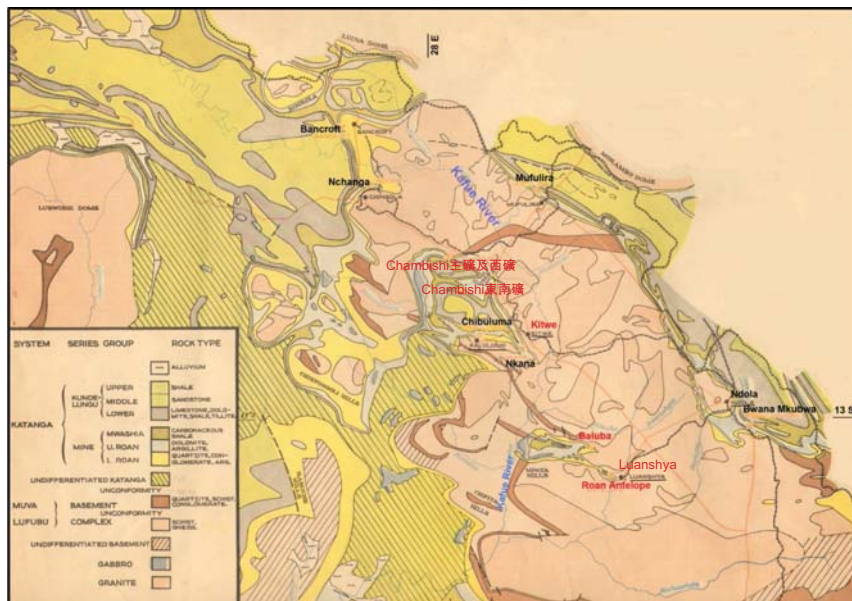


圖6-2：Chambishi 及 Luanshya 項目區地質圖\*

\* 摘錄及修訂自原 Rhodesian Selection Trust Ltd(已併入 Anglo-American Corporation Ltd)按1：500,000比例出版並由 Mufurila Copper Mines Ltd 於1961年印刷的「Northern Rhodesian Copperbelt 地質圖」，「Northern Rhodesian」指現時贊比亞地區。

該地區形成與 Kafue 背斜平行的復向斜，開採運營階段僅發現少數小規模斷層，亦有輕微褶皺。Lufulian 造山運動過程中侵入的輝長岩幾乎完全賦存於上羅恩群，並向西發展至遍佈 Copperbelt。

Kafue 背斜(即基底雜岩)外覆新元古代加丹加超群，與之不整合接觸。加丹加超群分佈面積廣，分為下羅恩(RL)、上羅恩(RU)及 Mwashia 礦群以及 Nguba 群的其他岩系及 Kundelungu 岩系。Chambishi 地區及 Luanshya 地區並無 Nguba 群。銅及鈷礦化帶一般伴隨有下羅恩(RL)群沉積岩。該地區覆蓋第四紀沉積物。

## 6.2 中色非洲礦業 Chambishi 項目

中色非洲礦業 Chambishi 項目的大型採礦牌照覆蓋兩個營運中礦場，即 Chambishi 主礦及 Chambishi 西礦，以及一個正在開發的項目，即 Chambishi 東南礦床。Chambishi 東南礦床現正進行勘探與建設。

### 6.2.1 當地地質與背景

中色非洲礦業 Chambishi 礦(Chambishi 主礦、Chambishi 西礦及 Chambishi 東南礦)所處的 Chambishi 盆地以新元古代加丹加超群(圖6-3)為主要地質結構。當地的地質及結構具有 Copperbelt 的典型特徵。

基底雜岩下層由 Lufubu 及 Muva 岩系以及花崗類岩／花崗石組成。Lufubu 由片麻岩組成，外覆由石英片岩及礫岩組成的 Muva 岩系。基底雜岩外覆加丹加岩系，但與之不整合接觸。加丹加超群細分為下羅恩、上羅恩、Mwashia、Nguba 及 Kundelungu 礦群，除 Nguba 群外廣泛分佈於 Chambishi 盆地。銅及鈷礦化帶一般伴隨有下羅恩群沉積岩。

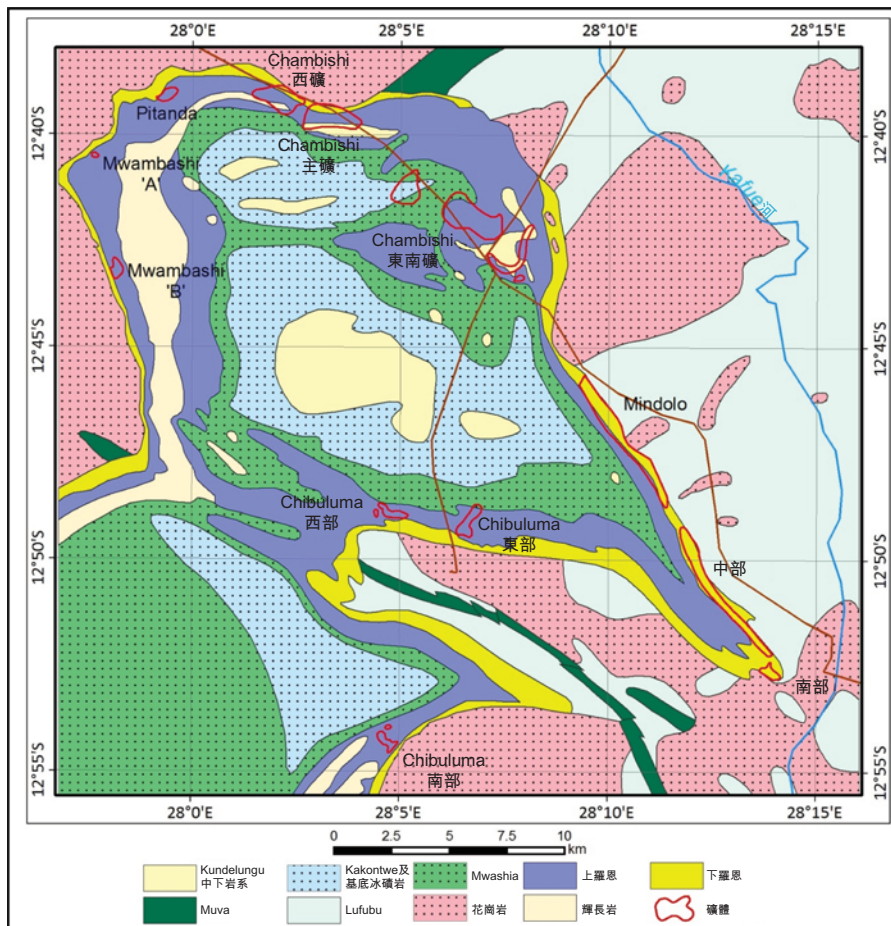


圖6-3：Chambishi 地區局部地質圖

已對 Chambishi 盆地邊緣的 Nkana、Mindolo 及 Chibuluma 礦床等若干銅／銅鈷礦床進行勘探及開採活動。

### 6.2.2 Chambishi 主礦、西礦及東南礦的地質狀況

Chambishi 主礦、西礦及東南礦位於 Chambishi 盆地(傾向西北的向斜盆地，呈西北走向)東北翼。Chambishi 主礦及 Chambishi 西礦的地質圖見圖6-4。勘探過程中發現一個沿礦化體走向，寬200米至300米的無礦地段。Chambishi 主礦的礦體自東向西延伸逾2,280米。Chambishi 西礦的礦體呈西北走向，長1,400米至2,100米。Chambishi 東南銅鈷礦床位於 Chambishi 主礦東南側約7公里處。中色非洲礦業在礦區探明兩個銅鈷礦體(圖6-4)。

片麻岩廣泛分佈於圖示區域。基底雜岩由 Lufubu 及 Muva 岩系的片麻岩、黑雲母及石英岩組成，外覆加丹加超群的一系列沉積岩(包括白雲岩、砂岩、石灰石、礫砂、石英岩及伊利石)，惟彼此不整合接觸。礦區南部散佈加丹加超群的下羅恩、上羅恩及 Mwashia 礦群，呈東西走向，向南下傾，傾角最大為60度。

下羅恩由底部礫岩、石英岩、長石砂岩、下盤礫岩、礫石頁岩層及上盤石英岩組成。下羅恩群含有礦化銅，外覆由片岩、石英岩、白雲岩及少量准輝長岩組成的上羅恩群。Mwashia 群散佈於圖示區域南端，其上不整合覆蓋上羅恩群，由深灰色泥質沉積、少量白雲岩及石英岩組成。

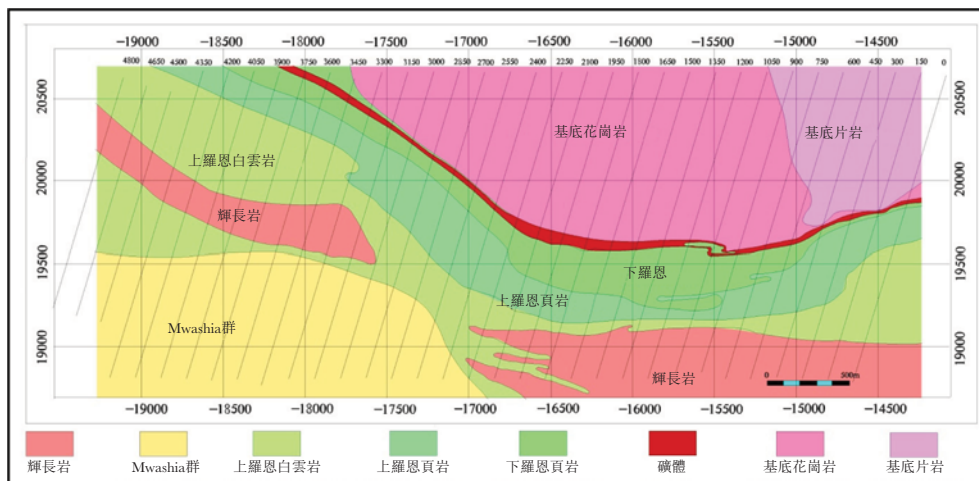


圖6-4：Chambishi 主礦及 Chambishi 西礦的地質圖

Chambishi 盆地北翼彎曲程度較大，主要是由於沿東南走向的軸面褶曲所致。褶曲向東南傾斜，與 Kafue 背斜平行。上盤粉砂岩發育有小規模夾層褶皺。開採時發現礦體存在小規模斷層，位移數幾米。

### 6.2.3 礦體地質狀況

#### Chambishi 主礦及西礦

Chambishi 銅礦項目礦體賦存於下羅恩礫石頁岩層中。礫石頁岩層以上的泥岩及石英岩及礫石頁岩層以下的礫岩賦存有少量低品位硫化礦。

Chambishi 主礦只有一個礦體，呈東西走向，傾角15°至75°(圖6-5)。礦體沿走向延伸約2,280米。Chambishi 主礦礦體與 Chambishi 西礦礦體之間有一個寬200米至300米的無礦化及低品位礦化地段。鑽孔測得 Chambishi 主礦礦體自地表向下延伸約900米。Chambishi 主礦礦體厚度介乎2.10米至18.23米，平均厚度為8.03米。Chambishi 主礦礦體的全銅平均品位為2.51%。

Chambishi 西礦只有一個礦體，呈西北走向，向南下傾，平均傾角30°，長約1,400米至2,100米，平均厚度約8.0米，東部相對較厚。礦體西部礦化頁岩一般厚約1.0米。鑽孔測得Chambishi 西礦礦體自地表向下延伸約600米。Chambishi 西礦礦體厚約2米至17米，平均厚度為8米(圖6-6)。Chambishi 西礦礦體的全銅平均品位為2.15%。

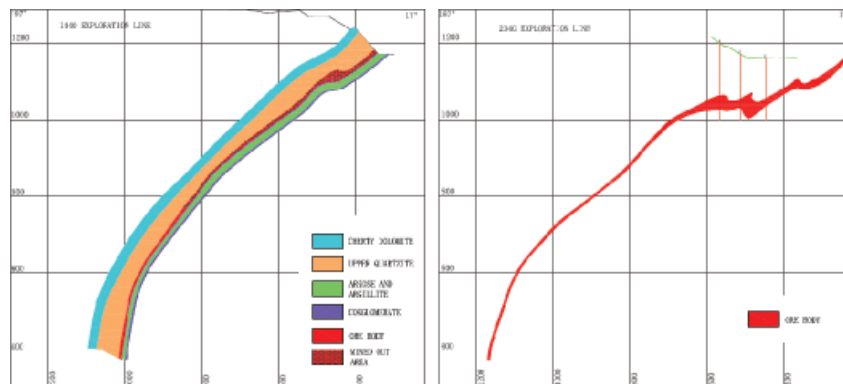


圖6-5：Chambishi 主礦1440號及2340號勘探線的截面圖

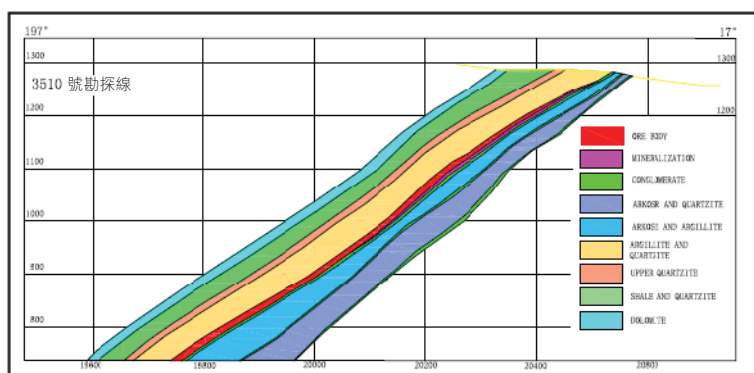


圖6-6：Chambishi 西礦3,510號勘探線的截面圖

Chambishi 東南礦

Chambishi 東南礦有兩個銅鈷礦體，北礦體位於北區，南礦體位於南區。兩個礦體的特徵詳述如下。

兩個銅鈷礦體呈層狀，賦存於下羅恩的礦石頁岩層。圖6-7中心區域所示北礦體介於0號至53號勘探線之間，呈東南—西北走向，向東北下傾，傾角5°至15°，長4,500米，下傾深度介乎569米至1,237米。北礦體厚1.4米至22.9米，平均厚度約10.0米。分析所鑽取岩芯所得的銅及鈷平均品位分別為2.30%及0.116%。

圖6-7南部區域所示南礦體介於0號至64號勘探線之間，沿東南—西北走向延伸3,540米，寬(下傾延伸)800米至1,600米，邊界有14個鑽孔。

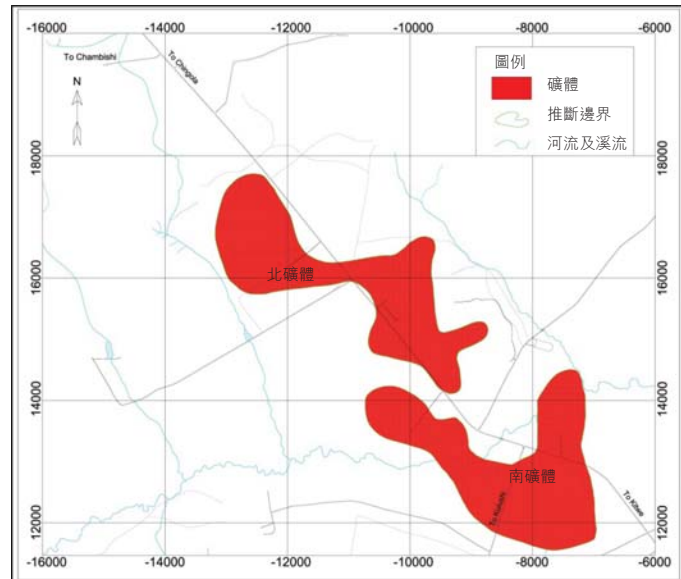


圖6-7：Chambishi 東南礦銅鈷礦體地圖

圖6-8顯示 Chambishi 東南礦北礦體自地表向下延伸600米。目前的鑽孔勘探貫穿整個礦體。

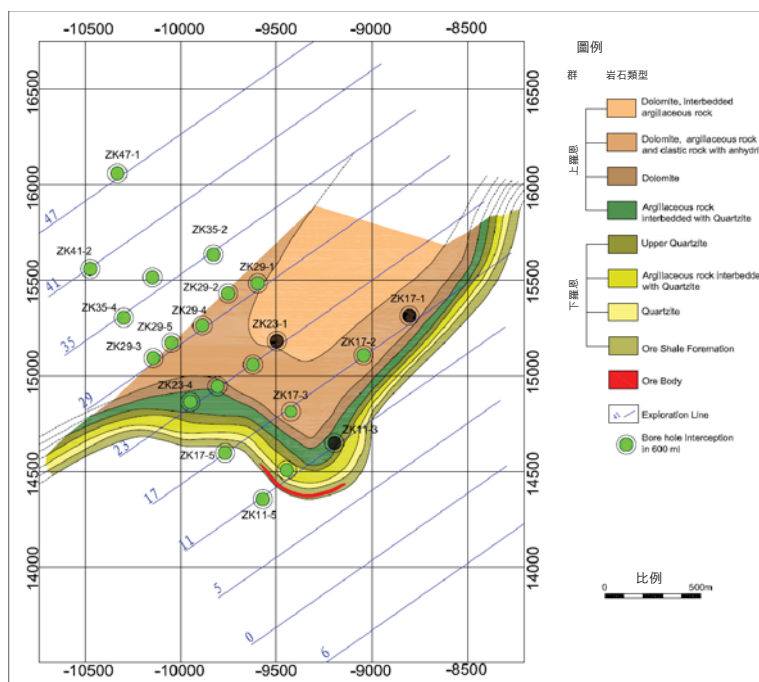


圖6-8：Chambishi 東南礦北礦體地下600米處的地質圖

### 6.2.4 礦物學特徵

#### Chambishi 主礦及西礦

Chambishi 主礦其餘礦體位於風化帶以下。礦石礦物主要為斑銅礦及黃銅礦。脈石礦物主要為角閃石、碳酸鹽、石英及粘土礦物。銅總量品位從礦體頂部至底部逐漸降低。主礦體按礦物的組成分為黃銅礦、黃銅礦-斑銅礦以及斑銅礦三個礦區(圖6-9)。黃銅礦、黃銅礦-斑銅礦以及斑銅礦礦區銅總量品位一般分別低於2%、介乎2%至4%及高於4%(圖6-10)。

Chambishi 西礦礦體賦存於下羅恩群的礦石頁岩層。礦石礦物主要為黃銅礦、斑銅礦及少量輝銅礦。脈石礦物主要為角閃石、碳酸鹽、石英及粘土礦物。礦體呈垂直分帶。自上(0米)而下(200米)依次為氧化礦、混合礦及原生礦。

Chambishi 主礦及 Chambishi 西礦礦體的特徵均為帶狀構造及浸染狀結構。

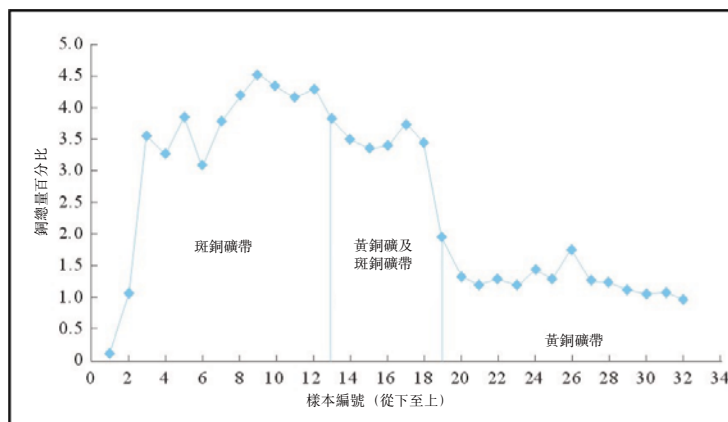


圖6-9：255003號地下鑽孔銅總量品位概況



圖6-10：Chambishi 主礦斑銅礦礦化鮮樣

Chambishi 主礦體上盤岩石屬頁岩層，下盤岩石為底部礫岩。礦體與下盤岩石之間有明顯接觸面，銅總量品位至上盤逐漸下降。

#### Chambishi 東南礦

Chambishi 東南礦的礦化帶一般位於氧化礦帶以下，始於垂直深度500米至600米處。硫化礦主要為黃銅礦(見圖6-11)、黃鐵礦、磁黃鐵礦、硫銅鈷礦、方鈷礦、硫鈷礦及斑銅礦。礦石結構呈塊狀、帶狀、浸染狀及結核狀，礦石構造特徵為他形粒狀及不規則粒狀。黃銅礦呈粒狀，直徑為0.2毫米至20毫米。少量黃銅礦與磁黃鐵礦及黃鐵礦伴生。微觀研究顯示含銅礦物以黃銅礦及少量斑銅礦為主。含鈷礦物包括硫銅鈷礦、方鈷礦及硫鈷礦。脈石礦物以石英、碳酸鹽、長石、角閃石及黏土礦物為主。





圖6-11：Chambishi 東南礦黃銅礦礦化

有用的元素包括與不可回收的金(品位為0.10ppb至17.20ppb)及銀(品位為0.10ppb至5.70ppb)伴生的銅及鈷。有害物質為二氧化矽(35.98%至63.05%)、五氧化二磷(0.077%至0.350%)、砷(「砷」, 1.70ppb至170.00ppb)及硫(「硫」, 0.43%至5.81%)。有害物質含量低於冶煉工序的限值。ZK17-2號鑽孔的礦化區發現微量鈾。

主岩為沉積岩。上盤由穩定的塊狀石英岩及泥質岩形成，下盤岩石由底部礫岩及石英岩組成。N1號銅鈷礦體與下盤有明顯接觸面。

#### 6.2.5 勘探、取樣、分析方法及質量控制

##### *Chambishi 主礦及西礦*

Chambishi 銅礦(包括 Chambishi 主礦及 Chambishi 西礦)於1987年關停。ZCCM 及其他公司於1986年前於 Chambishi 主礦及 Chambishi 西礦共鑽取305個鑽孔並挖掘若干坑道。中色非洲礦業於1998年取得經營權及採礦牌照。然而，無法自 ZCCM 獲取過往勘探作業的所有相關地質數據。原有鑽孔的大部分岩芯儲存於 Kalulushi 岩芯庫。

中色非洲礦業於2001年1月至2002年3月在 Chambishi 主礦共鑽取113個地下鑽孔，進尺7,364.33米，以更新 Chambishi 主礦床東部及西部延伸帶的資源／儲量分類。中色非洲礦業地質學家妥善編製「贊比亞 Chambishi 銅礦主礦體東部及西部(500米以上)勘探報告」。為在700米至900米深的礦段內測定主礦礦體，2004年至2006年間共鑽取26個地下鑽孔。中色非洲礦業對資源量／儲量進行估計，完成「贊比亞 Chambishi 銅礦主礦體700米至900米範圍的前期勘探報告」。為進行開採作業及更新資源，2004年至2010年間額外鑽取420個鑽孔，進尺逾34,800米。為制訂開採方案，中色非洲礦業在 Chambishi 西礦共鑽取57個地下鑽孔(進尺4,595.65米)及12個地面鑽孔(圖6-12)。鑽取的大部分岩芯儲存於 Chambishi 銅礦的岩芯庫(圖6-13)。



圖6-12：WS001號鑽孔位置 —  
Chambishi 西礦



圖6-13：中色非洲礦業鑽芯儲存  
倉庫

鑽芯的岩芯回採率一般在80%以上，其中礦段的岩芯回採率更是超過90%。現場地質學家已完成地質編錄及取樣。樣本乃沿岩芯軸自鑽芯割取，通常每份取長1米。圍岩與礦區乃使用刻槽法自溝渠新鮮岩石分別採集寬5厘米厚3厘米長2米的溝渠樣本。

大部分樣本送往中色非洲礦業 Chambishi 礦場實驗室進行樣本製備與分析。將至少1千克破碎至2.2毫米的樣本研磨至200目，然後對每份重約0.125千克的樣本採用原子吸收光譜法分析銅及鈷。分析時，在各批次樣本中加入標樣及空白樣本。從全部樣本中隨機挑選約5%送往 Alfred H. Knight (Zambia) 進行外部審核。該實驗室具備ISO/IEC 17025國際認證標準。SRK於2011年5月在 Alfred H. Knight 審查樣本製備及分析程序後認為抽樣程序符合 SAMREC 準則的規定。

#### *Chambishi 東南礦*

Chambishi 東南銅鈷礦床於1903年開始勘探，歷經以下勘探工程：1927年至1929年，挖掘若干試驗坑道及溝渠；1930年至1932年，鑽取八個鑽孔；1952年至1982年，進行地球物理及地球化學調查以及鑽探。結果在 Chambishi 東南礦床地表以下600米至1,100米範圍內界定一個銅鈷礦體。

為跟進過往勘探結果，ZCCM 連同日本金屬礦產局 (Metal Mining Agency of Japan) (「MMAJ」) 鑽取12個進尺10,663米的鑽孔。根據鑽芯數據加上過往地質數據，ZCCM 與 MMAJ 於1995年重新界定銅鈷礦體並估計 Chambishi 東南礦床的潛在資源。Chambishi 東南礦北部銅鈷礦體資源量估計為54.79百萬噸，全銅及鈷平均品位分別為2.70%及0.13%，Chambishi 東南礦床南部潛在資源量約為14.93百萬噸，全銅及鈷平均品位分別為2.19%及0.13%。

2008年12月至2010年10月，中色非洲礦業於取得採礦牌照後在 Chambishi 東南礦床鑽取25個鑽孔，進尺21,053米。根據 ZCCM 與 MMAJ 所鑽取10個鑽孔的原有數據以及中色非洲礦業所完成25個鑽孔的樣本分析結果，Sinomine 於2010年12月完成「贊比亞銅礦帶Chambishi 東南礦N1號礦體勘探報告」。2011年實施持續勘探計劃，2012年將繼續。Sinomine及中色非洲礦業的地質學家目前正在編製勘探報告及評估礦產資源量。

鑽探受委公司 Sinomine 採用可分別下探至2,000米及1,000米深的HXY-2000型及HXY-44T鑽機進行鑽探。鑽孔採用直徑介乎150毫米至120毫米的金剛石鑽頭鑽取，其後以直徑為47.6毫米的NQ金剛石鑽頭處理。在中色非洲礦業地質學家的監督下，每隔50米進行井底檢測。岩芯置於木箱，儲存於 Chambishi 銅礦。鑽孔完成時，測量工程師會測量以實物標記的每個鑽孔的位置。

風化區的岩芯回採率一般超過85%，而新鮮岩石及礦段的回採率更是超過95%。進行地質編錄後，岩芯運往 Chambishi 岩芯儲存庫。將岩芯樣本沿芯軸一分為二，一半岩芯包裝後送往中色非洲礦業實驗室，分析銅及鈷，另一半岩芯存於倉庫。樣本通常取長1米。圍岩與礦區分開取樣。

Chambishi 東南礦床的樣本送往中色非洲礦業 Chambishi 礦場實驗室進行製備及分析。將至少1千克破碎至2.2毫米的樣本研磨至200目，然後對每份重約0.125千克的樣本採用原子吸收光譜法分析銅及鈷。分析時，在各批次樣本中加入標樣及空白樣本。Sinomine 地質學家甄選若干樣本進行內部及外部審核，確保分析結果精準。中色非洲礦業礦場實驗室共分析640個基礎樣本。Sinomine 地質學家亦甄選若干岩芯樣本進行成份分析(56份)、總成份分析(16份)、微觀研究(69份)、比重測量(38份)、礦物分析(17份)及岩石強度檢測(26份)。

#### 6.2.6 根據中國準則估算資源量／儲量

根據中色非洲礦業與其他公司鑽取及挖掘的鑽孔與坑道，中色非洲礦業於2010年底運用常規地質塊段法更新 Chambishi 主礦及 Chambishi 西礦「-600米」(地表以下深600米)以上的資源量／儲量估算，而 Sinomine 於2011年7月初採用 Micromine 軟件，按照中國固體礦產資源量／儲量分類國家標準(GB17766-1999)重新估算 Chambishi 主礦、Chambishi 西礦及 Chambishi 東南礦的資源量／儲量。中國資源量分類使用三位數體系，最後一位數表示地質可靠程度：1代表探明礦產資源量；2代表控制礦產資源量；3代表推斷資源量；4代表預測資源量。該體系在一定程度上有別於根據 JORC 準則界定資源量的標準。附錄二對不同體系進行了對比。

#### *Chambishi 主礦及 Chambishi 西礦*

#### **資源量／儲量種類**

對於 Chambishi 主礦及西礦，分別用75米×75米、150米×150米及300米×300米的勘探(鑽探)網格估算111b類、122b類及333類資源。334類資源根據333類資源推斷得出，具備勘探潛力，惟勘探計劃並無相關界定。

最低品位

估算銅資源量／儲量所用技術參數見表6-1。

表6-1：估算資源量所用參數

礦石類型	最低品位 銅總量%	最低工業 銅總量%	最小可開採 厚度(米)	比重
氧化礦	1.00	2.00	3.00	2.67
原生礦	1.00	2.00	3.00	2.67

資源量／儲量估算

根據 Chambishi 主銅礦及 Chambishi 西銅礦三個礦體的特徵，Sinomine 於2011年6月採用平面投影多邊形法估算資源量。111b、122b及333類資源的探礦半徑分別定為75米、150米及300米。母塊體大小依據地質環境及礦體平均厚度而定。圖6-14及圖6-15分別顯示 Chambishi 主礦及 Chambishi 西礦的地質模型。

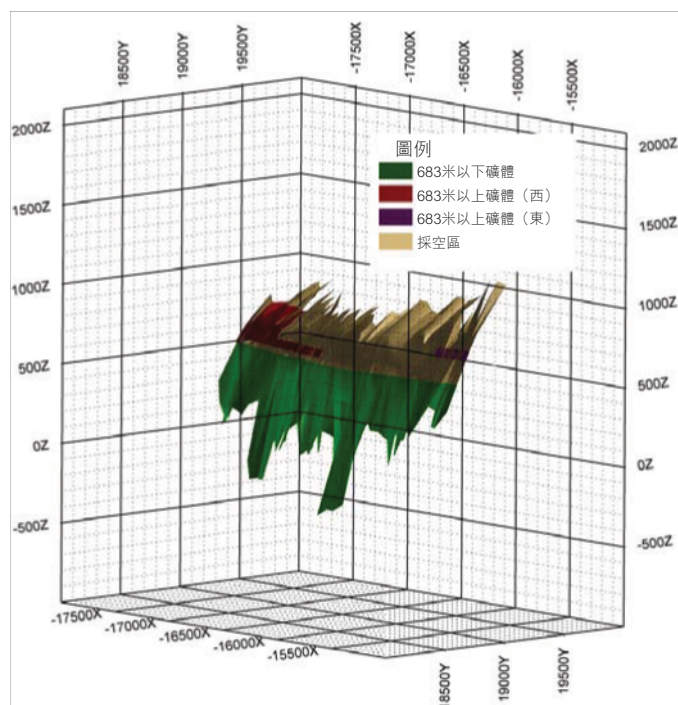


圖6-14：Chambishi 主礦三維地質模型視圖



於2011年下半年，Chambishi 主礦及 Chambishi 西礦正常營運。根據中色非洲礦業提供的每月生產紀錄，中色非洲礦業的地質學家已更新2011年12月31日的礦產資源量。Chambishi 主礦共開採出111b類礦石儲量0.432百萬噸(全銅平均品位為1.61%)及122b類礦石儲量0.138百萬噸(全銅平均品位為1.81%)。按回採率及貧化率計算，共耗用111b類礦石資源0.473百萬噸(全銅平均品位為2.43%)及122b類礦石資源0.146百萬噸(全銅平均品位為2.23%)。所耗資源量詳情於表6-3載示。

表6-3：2011年7月至12月 Chambishi 主礦及西礦所耗資源量

礦場	礦石類型	類別	所開採			所耗用		
			礦石儲量 (噸)	銅總量品位 (%)	金屬銅 (噸)	礦石資源量 (噸)	銅總量品位 (%)	金屬銅 (噸)
Chambishi主礦	硫化礦	111b	431,945	1.61	6,952	472,955	2.43	11,490
	硫化礦	122b	137,913	1.81	2,497	145,655	2.23	3,259
Chambishi西礦	氧化礦	122b	48,432	1.80	870	125,335	2.37	2,971
	硫化礦	111b	252,679	1.85	4,673	386,842	2.07	8,015
	硫化礦	122b	26,761	1.96	524	49,846	2.12	1,057
Chambishi主礦及西礦	硫化礦	111b	684,624	1.70	11,625	859,797	2.27	19,505
		122b	164,674	1.83	3,021	195,501	2.21	4,316
	氧化礦	122b	48,432	1.80	870	125,335	2.37	2,971
總計		<b>111b+122b</b>	<b>897,730</b>	<b>1.73</b>	<b>15,516</b>	<b>1,180,633</b>	<b>2.27</b>	<b>26,792</b>

SRK已審慎審核Chambishi主礦及西礦的每月生產紀錄及更新剩餘礦石資源量。於2011年12月31日，Chambishi主礦111b及122b類剩餘礦石資源量分別為5.12百萬噸及5.61百萬噸，全銅平均品位分別為2.50%及2.49%。Chambishi西礦111b及122b類剩餘礦石資源量分別為6.19百萬噸及25.25百萬噸，全銅平均品位分別為1.83%及2.44%(見表6-4)。

表6-4：Chambishi主礦及西礦於2011年12月31日的剩餘礦石資源量

礦場	礦石類型	資源類別	噸數 (千噸)	銅總量品位 (%)	銅金屬含量 (噸)
Chambishi 主礦	硫化礦	111b	5,124	2.5	128,248
	硫化礦	122b	5,606	2.49	139,549
	硫化礦	333	8,144	2.42	197,135
Chambishi 西礦	氧化礦	122b	6,167	1.11	68,535
	硫化礦	111b	6,188	1.83	113,135
	硫化礦	122b	19,084	2.13	406,738
	硫化礦	333	17,324	2.09	362,313
Chambishi 主礦及西礦	硫化礦	111b	11,312	2.13	241,383
		122b	24,690	2.21	546,287
		333	25,468	2.2	559,448
	氧化礦	122b	6,167	1.11	68,535
總計		<b>111b+122b</b>	<b>42,169</b>	<b>2.03</b>	<b>856,205</b>
		<b>333</b>	<b>25,468</b>	<b>2.2</b>	<b>559,448</b>

Chambishi 東南礦

資源／儲量種類

根據中國固體礦產資源／儲量分類國家標準(GB17766-1999)，332類資源使用100至150米×100米的勘探(鑽探)網格界定，而333類資源則採用300米×200米的勘探(鑽探)網格界定。

最低品位

Sinomine 根據大部分於2008年至2011年間所鑽取51個岩芯樣本的分析結果使用Micromine 12.0.5E軟件(圖6-16、圖6-17)估算 Chambishi 東南礦床南北銅鈷礦區的礦產資源量。所用容積密度參考Chambishi主礦及西礦資源量估算結果定為2.67噸／立方米。資源量分別按不同最低品位1.0%銅總量、0.8%銅總量及0.5%銅總量估算。表6-5列示估算Chambishi東南礦礦石資源所用的技術參數。

表6-5：估算Chambishi東南礦資源量所用技術參數

最低品位(銅總量)	最小可採厚度	無礦地段 最大限寬
1.00%	3米	3米
0.80%	3米	3米
0.50%	3米	3米

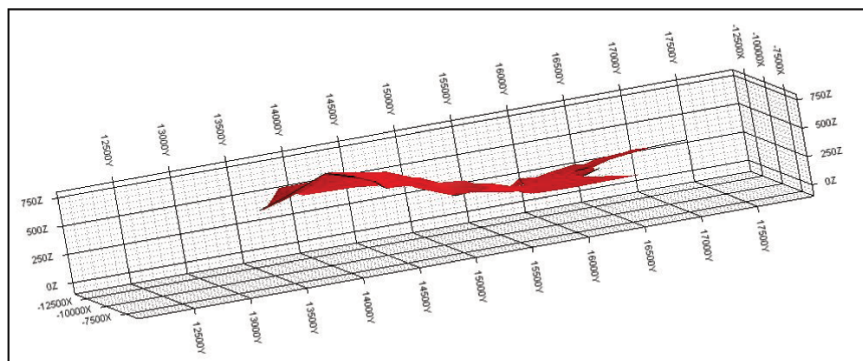


圖6-16：Chambishi 東南礦北礦體三維地質模型視圖

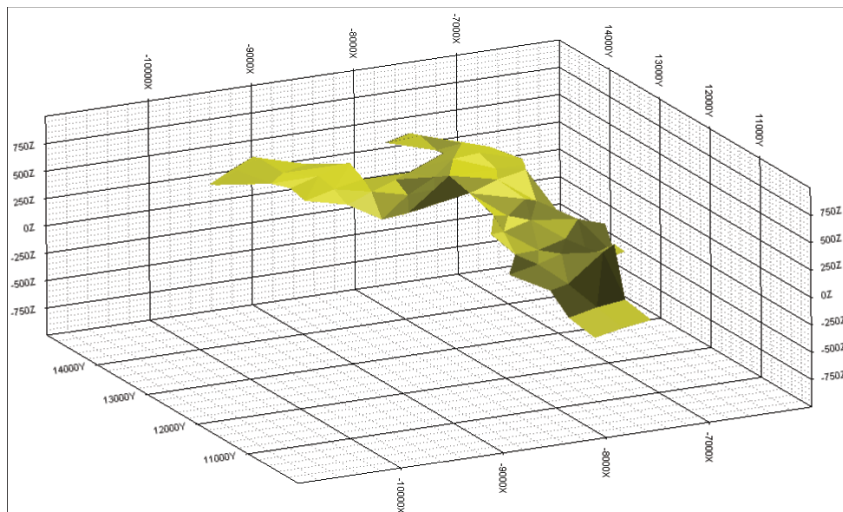


圖6-17：Chambishi 東南礦南礦體三維地質模型視圖

### 資源量／儲量估算

2011年12月31日，按最低品位1.0%銅總量、0.8%銅總量及0.5%銅總量估算，Chambishi 東南礦332類礦產資源量分別為30.15百萬噸(全銅及鈷平均品位分別為2.35%及0.144%)、35.43百萬噸(全銅及鈷平均品位分別為2.30%及0.123%)及38.49百萬噸(全銅及鈷平均品位分別為2.22%及0.122%)，而333類礦產資源量則分別為62.25百萬噸(全銅及鈷平均品位分別為2.12%及0.111%)、125.56百萬噸(全銅及鈷平均品位分別為1.82%及0.095%)，及128.94百萬噸(全銅及鈷平均品位分別為1.79%及0.091%)(表6-6)。



表6-6：Chambishi 東南礦於2011年12月31日的資源量概況 — 中國準則

最低品位(銅總量)	礦區	礦石類型	資源類別	噸數 (千噸)	平均品位		所含金屬(噸)	
					銅總量(%)	鈷總量(%)	銅總量	鈷總量
1.00%	北礦體	硫化礦	332	26,637	2.45	0.143	651,312	37,971
		硫化礦	333	31,470	2.45	0.078	771,332	24,490
	南礦體	硫化礦	332	3,511	1.66	0.152	58,429	5,352
		硫化礦	333	30,783	1.77	0.145	545,535	44,753
	總計	硫化礦	332	30,148	2.35	0.144	709,741	43,323
		硫化礦	333	62,253	2.12	0.111	1,316,867	69,243
0.80%	北礦體	硫化礦	332	31,097	2.40	0.121	746,260	37,719
		硫化礦	333	62,765	1.97	0.060	1,239,526	37,859
	南礦體	硫化礦	332	4,329	1.62	0.139	70,067	6,028
		硫化礦	333	62,793	1.66	0.129	1,042,313	80,886
	總計	硫化礦	332	35,426	2.30	0.123	816,326	43,747
		硫化礦	333	125,558	1.82	0.095	2,281,839	118,745
0.50%	北礦體	硫化礦	332	34,165	2.29	0.120	783,238	40,847
		硫化礦	333	66,147	1.91	0.056	1,263,593	36,894
	南礦體	硫化礦	332	4,329	1.62	0.139	70,067	6,028
		硫化礦	333	62,793	1.66	0.129	1,042,313	80,886
	總計	硫化礦	332	38,494	2.22	0.122	853,304	46,875
		硫化礦	333	128,940	1.79	0.091	2,305,906	117,779

### 6.2.7 根據 JORC 準則估算資源量／儲量

#### 礦石資源量／儲量 — JORC 準則分類系統

澳大拉西亞採礦和冶金學會、澳大利亞地質學家學會及澳大利亞礦業協會組成的聯合礦藏委員會於1999年9月編製並於2004年12月修訂的澳大拉西亞勘探結果、礦產資源量及礦石儲量報告準則(「JORC 準則」)是廣泛使用並受世界各國認可之礦產資源量／礦石儲量分類系統。SRK運用 JORC 準則於本技術報告呈報中國有色集團贊比亞銅資產的礦產資源量及礦石儲量。

在 JORC 準則中，礦產資源界定為已查明、位於原地、並可從中回收有價值或有用礦物之礦化體。依據估算之可信度，礦產資源分為探明、控制或推斷資源：

- 探明資源指於密度足以確定其連續性之地點透過剖面鑽孔或其他取樣工序分析已獲得可靠地質科學數據的資源；
- 控制資源指於間距較大難以確定但足夠合理顯示其連續性之地點透過鑽孔取樣或其他取樣工序分析已合理可靠獲取地質科學數據的資源；及

- 推斷資源指透過鑽孔或其他取樣工序獲得的地質科學證據無法十足預測其連續性，亦無法合理可靠獲得地質科學數據的資源。

在 JORC 準則中，礦石儲量界定為在呈報時合理假設可開採、並可從中有效回收有價值或有用礦物之部分探明或控制礦產資源。礦石儲量數據計及採礦貧化及採礦損耗，基於適當礦場規劃、設計及進度得出。證實及概略礦石儲量分別基於探明及控制礦產資源量計算。根據 JORC 準則，推斷資源可信度太低，不足以轉化為礦石儲量類別，因此並無確認或採用對應的或有礦石儲量類別。

圖6-18概述 JORC 準則中勘探結果、礦產資源量與礦石儲量之間的一般關係。礦石儲量呈報為礦產資源總量的一部分，而並非將礦產資源量作為所呈報礦石儲量之補充。JORC 準則認可前述任一方法，惟須清楚指明所採納體系。在本報告中，所有礦石儲量均計入礦產資源量報表。

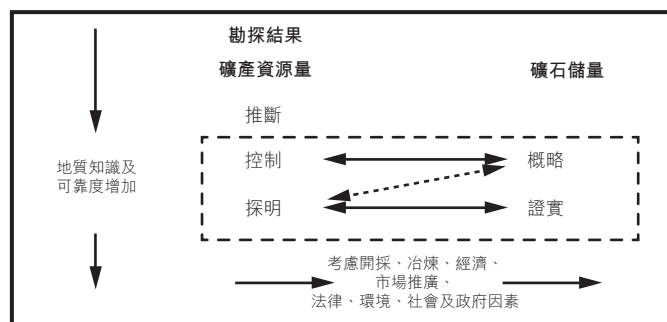


圖6-18：礦石資源量與礦石儲量的轉換示意圖

### 審閱原始地質數據庫

SRK已審閱所有原始地質數據庫，包括地質勘查及不同比例的繪圖、中色非洲礦業近期的鑽孔(包括2001年1月至2002年3月在 Chambishi 主礦鑽取的113個進尺7,364.33米的地下鑽孔、2004年至2010年在 Chambishi 主礦鑽取的420個34,800進尺的地面鑽孔、2004年至2010年在 Chambishi 西礦鑽取的57個進尺4,595.65米的地下鑽孔以及2008年12月至2010年10月在 Chambishi 東南礦床鑽取的25個進尺21,053米的地面鑽孔)、編錄、取樣方法及樣本製作與分析、分析質量控制與質量保證以及中色非洲礦業所運用的地質解釋、礦產資源量估算程序及參數。由於 Chambishi(主、西及東南)銅礦屬層控礦床，礦體的銅品位相對一致，故SRK認為該等勘探方案為 Chambishi 主礦、Chambishi 西礦及 Chambishi 東南礦礦體的估算提供合理基準，該等礦床所採用分析方法得出的結果可予接納，並無重大偏差。

根據對礦床地質、鑽探及樣本數據以及估算礦產資源量所用程序及參數的審閱，SRK認為

中色非洲礦業及 Sinomine 根據1999年中國礦產資源體系對 Chambishi 主礦、Chambishi 西礦及 Chambishi 東南銅礦床估算的礦產資源可歸類為同級 JORC 礦產資源。探明及控制資源的經濟部分可相應用於估算證實及概略礦石儲量。

**SRK校驗 — 樣本檢測**

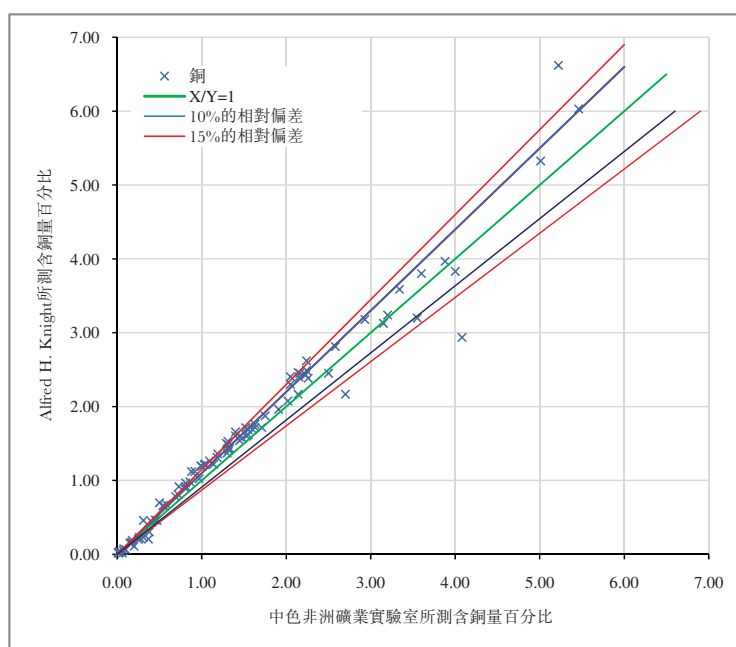
*Chambishi 主礦及 Chambishi 西礦*

SRK採集113個樣本送往 Alfred H. Knight 實驗室。該等樣本包括 Chambishi 主礦552米處0區的4個岩屑樣本、Chambishi 西礦150米處的4個岩屑樣本以及 Chambishi 主礦及 Chambishi 西礦岩芯105個礦漿樣本。如表6-7所示，岩屑樣本顯示藏量豐富。整體而言，銅總量原有結果與SRK結果的相對誤差在15%以內(見圖6-19)。該等數據校驗結果表明，原有的數據庫對於資源量估算而言合理可靠。

**表6-7：Chambishi 主礦及西礦岩屑樣本分析結果**

編號	實驗室編號	樣本編號	位置		分析結果 (銅總量%)
1	A37550/1	C552-0-E1	Chambishi 主礦	552米處0區	7.96
2	A37550/2	C552-0-E2	Chambishi 主礦	552米處0區	3.09
3	A37550/3	C552-0-E3	Chambishi 主礦	552米處0區	2.22
4	A37550/4	C552-0-W1	Chambishi 主礦	552米處0區	7.05
5	A37550/5	CW01	Chambishi 西礦	150米處	2.14
6	A37550/6	CW02	Chambishi 西礦	150米處	1.44
7	A37550/7	CW03	Chambishi 西礦	150米處	0.39
8	A37550/8	CW04	Chambishi 西礦	150米處	0.29

\* SRK所採集的在 Alfred H. Knight 實驗室分析的樣本



**圖6-19：Chambishi 主礦及西礦岩芯礦漿複樣檢測結果**

## Chambishi 東南礦

SRK地質學家自於2010年在 Chambishi 東南礦床所鑽取六個鑽芯礦化間隔區合共選取48份礦漿樣本，並送往SGS位於中國天津市的分支實驗室(「SGS 天津」)進行外部檢查。

總體而言，銅總量的原有檢測結果與SRK的檢測結果的相對差異未有超出15%(見圖6-20)。數據校驗結果表明，原有數據庫完整可靠，可用於估算資源量。

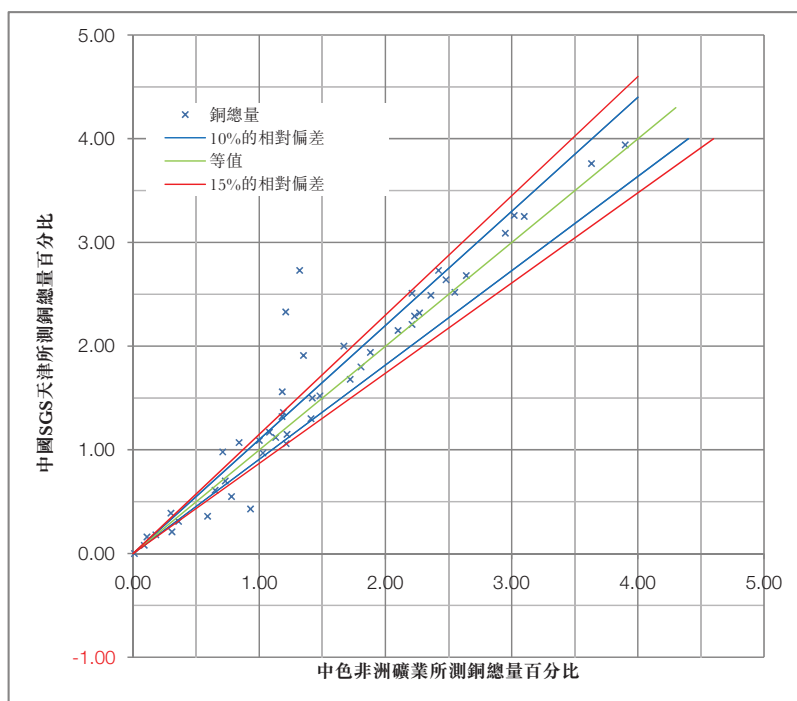


圖6-20：Chambishi 東南礦岩芯礦漿複樣檢測結果

## 礦石資源量估算

根據 JORC 準則進行的 Chambishi 主礦、Chambishi 西礦及 Chambishi 東南礦2011年12月31日的礦產資源量估計結果於表6-8概述。按最低品位1.00%銅總量計算，Chambishi 主礦的探明、控制及推斷礦產資源量分別為5.12百萬噸(全銅平均品位為2.50%)、5.61百萬噸(全銅平均品位為2.49%)及8.14百萬噸(全銅平均品位為2.42%)，而 Chambishi 西礦的探明、控制及推斷礦產資源量分別為6.19百萬噸(全銅平均品位為1.83%)、25.25百萬噸(全銅平均品位為1.88%)及17.32百萬噸(全銅平均品位為2.09%)。

按最低品位0.8%銅總量計算，Chambishi 東南礦的控制及推斷礦產資源量分別為35.43百萬噸(全銅及鈷平均品位分別為2.30%及0.123%)及125.56百萬噸(全銅及鈷平均品位分別為1.82%及0.095%)。只有探明及控制礦產資源量可用於礦石儲量估算及礦場規劃。

表6-8：Chambishi 主礦、西礦及東南礦於2011年12月31日的礦石資源量概況 — JORC 準則

礦場	礦石類型	資源類別	噸數 (千噸)	銅總量品位 (%)	銅金屬含量 (噸)	鈷總量品位 (%)	鈷金屬含量 (噸)
Chambishi 主礦 .....	硫化礦	探明	5,124	2.50	128,248		
	硫化礦	控制	5,606	2.49	139,549		
	硫化礦	推斷	8,144	2.42	197,135		
Chambishi 西礦 .....	氧化礦	控制	6,167	1.11	68,535		
	硫化礦	探明	6,188	1.83	113,135		
	硫化礦	控制	19,084	2.13	406,738		
	硫化礦	推斷	17,324	2.09	362,313		
Chambishi 東南礦 .....	硫化礦	控制	35,426	2.30	816,326	0.123	43,747
	硫化礦	推斷	125,558	1.82	2,281,839	0.095	118,745
小計 .....	氧化礦	控制	6,167	1.11	68,535		
	硫化礦	探明	11,312	2.13	241,383		
	硫化礦	控制	60,116	2.27	1,362,613		
	硫化礦	推斷	151,026	1.88	2,841,287		
總計 .....		探明 + 控制	<b>77,595</b>	<b>2.16</b>	<b>1,672,531</b>		
		推斷	<b>151,026</b>	<b>1.88</b>	<b>2,841,287</b>		

### 礦石儲量估算

Chambishi 主礦及 Chambishi 西礦的礦石儲量乃按2010年採礦生產紀錄所錄回採率62%及貧化率30%而估算。於2011年12月31日，Chambishi 主礦的證實及概略礦石儲量分別為4.13百萬噸(全銅平均品位為1.92%)及4.52百萬噸(全銅平均品位為1.92%)，而 Chambishi 西礦的證實及概略礦石儲量分別為4.99百萬噸(全銅平均品位為1.41%)及20.35百萬噸(全銅平均品位為1.45%)，見表6-7。

根據瀋陽有色冶金設計研究院於2011年12月編製的「Chambishi東南礦北礦體勘探及開發可行性研究」及Sinomine於2011年7月編製的最新勘探報告(載有資源量估計)，SRK認為南礦體現時不可開採。考慮到礦產資源量及銅品位，北礦體可設計為地下礦場。

SRK認為，採礦貧化率17.38%、採礦損失率18.58%及原礦品位2.02%合理。SRK亦留意到最低銅品位0.80%與北礦體控制資源的平均原位銅品位2.40%有關。因此，SRK按照該等參數，同時考慮產能、經營成本及資本成本等其他影響因素，對Chambishi東南礦北礦體的礦石儲量進行估算(表6-9)。2011年12月31日，概略礦石儲量為29.72百萬噸(全銅及鈷平均品位分別為1.98%及0.10%)。

表6-9：Chambishi 主礦、西礦及東南礦於2011年12月31日的礦石儲量概況 —  
JORC 準則

礦場	礦石類型	儲量類別	噸數 (千噸)	銅總量品位 (%)	銅金屬含量 (噸)	鈷總量品位 (%)	鈷金屬含量 (噸)
Chambishi主礦.....	硫化礦	證實	4,130	1.92	79,422		
	硫化礦	概略	4,518	1.92	86,545		
Chambishi西礦.....	氧化礦	概略	4,971	0.85	42,441		
	硫化礦	證實	4,988	1.41	70,209		
	硫化礦	概略	15,382	1.64	252,023		
Chambishi東南礦.....	硫化礦	概略	29,720	1.98	589,251	0.10	29,783
小計.....	氧化礦	概略	4,971	0.85	42,441		
	硫化礦	證實	9,117	1.64	149,631		
總計.....	硫化礦	概略	49,620	1.87	927,097		
		證實 + 概略	<b>63,708</b>	<b>1.76</b>	<b>1,119,097</b>		

### 勘探潛力及建議

#### Chambishi 主礦及 Chambishi 西礦

SRK留意到 Chambishi 主礦及 Chambishi 西礦的礦體在深處沿走向延展。界定礦體及更新資源類別有待進一步勘探。SRK建議中色非洲礦業在日後的勘探工作中實施質量保證／質量控制協議，於經認證的實驗室分析勘探過程中收集的樣本，插入標樣、複樣及空白樣本核對檢測結果的質量。此外，公司應保留所有不合格樣本及礦漿以供日後檢查。JORC準則所界定的合資格人士須參與未來的勘探工作並報告資源量估算結果。

#### Chambishi 東南礦

Sinomine 正在SRK的監督下對 Chambishi 東南礦進行鑽探，以便更新該礦的資源量。勘探完成後，SRK將繼續按 JORC 準則估算資源量。

## 6.3 謙比希濕法冶煉項目

謙比希濕法冶煉部分資源現來自 Chambishi 原有尾礦。Mwambashi 項目及 Kakoso 尾礦已被謙比希濕法冶煉收購，處於發展階段。本節將重點說明謙比希濕法冶煉所經營的 Mwambashi 銅礦床及 Kakoso 及 Chambishi 尾礦。

### 6.3.1 Mwambashi 開發項目

Mwambashi 銅礦床由謙比希濕法冶煉持有。15201-HQ-LPL/1號勘探許可證由 Edgeway Business Solutions Limited 於2011年1月6日轉予謙比希濕法冶煉。

6.3.2 礦床地質環境

Mwambashi 銅礦項目位於 Chambishi 盆地 (Chambishi-Nkana 盆地) 西側及以褶皺及沖斷層為特色的 Lufulian 背斜西翼 (圖6-21)。該項目區主要由羅恩群的晚元古代加丹加變質沉積物覆蓋。基底雜岩的花崗岩及片岩多處裸於表層。Mwambashi 項目區的基底雜岩主要由花崗岩組成。羅恩群位於基底雜岩的花崗岩上，彼此不整合接觸，在礦體附近向東北下傾約 35°。羅恩群可由下至上分為下羅恩、上羅恩及 Mwashia 礦群。銅礦體賦存於下羅恩礦石頁岩層。輝長岩經常侵入上羅恩。項目區表層外覆第四紀沉積物。

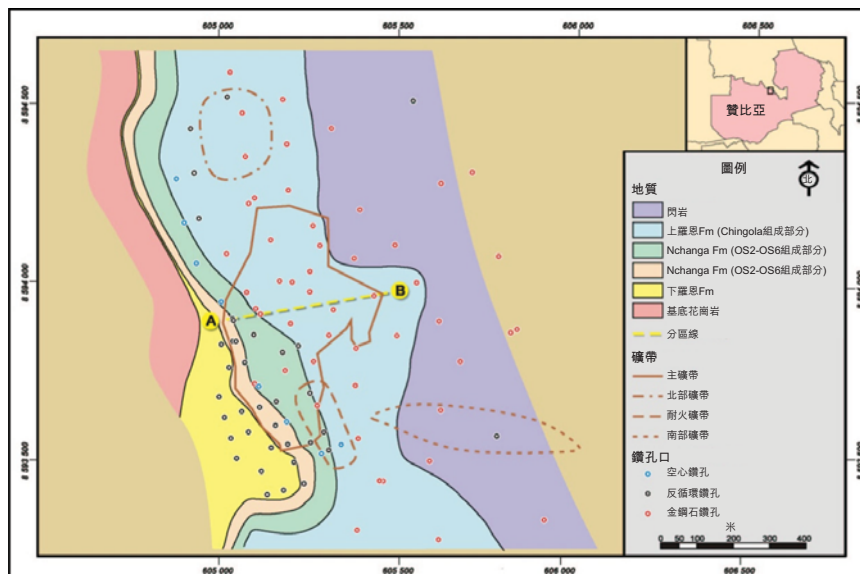


圖6-21：Mwambashi 綜合地質圖(2006年可行性研究)

### 6.3.3 礦體地質狀況

Mwambashi 銅礦床亦為層控礦床，呈層狀，賦存於下羅恩砂質沉積物中。礦化厚度介乎淺區的30米至深處的1.0米以下，平均厚度為15米。礦化體長約600米，下延至地表以下約250米，在深處繼續延展(圖6-22)。

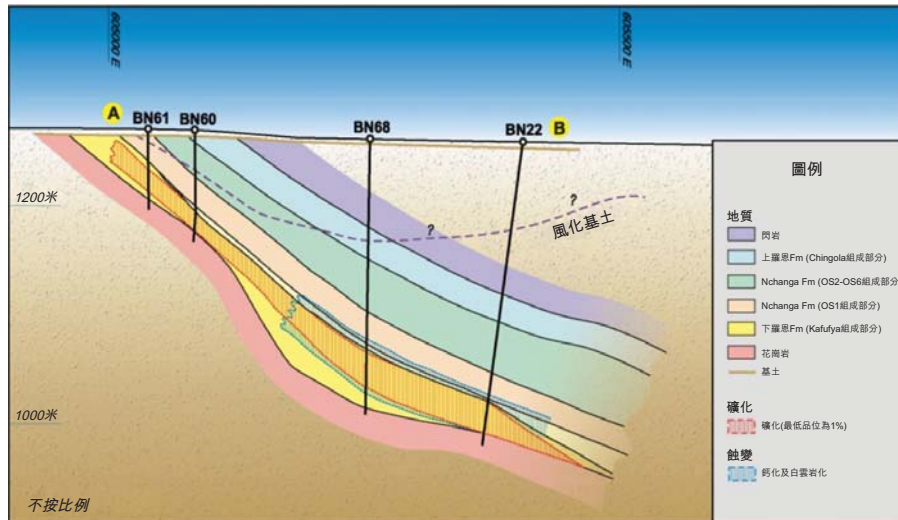


圖6-22：Mwambashi 銅礦項目截面圖

### 6.3.4 礦物學特徵

Mwambashi 的礦化體呈垂直分帶。礦化體覆岩層以下15米至20米主要為氧化物礦化帶，主要由孔雀石、次生矽孔雀石及假孔雀石組成(圖6-23)。硫化物與氧化物的混合礦帶中，氧化物與硫化物的比例自上而下介乎80：20至20：80不等。硫化礦帶主要由黃銅礦、斑銅礦及輝銅礦組成。礦石礦物主要為孔雀石、輝銅礦、黃銅礦、矽孔雀石以及含微量斑銅礦、赤銅礦及自然銅的假孔雀石。

Mwambashi 礦化體只有北區存在大量鈷礦化。該區的鈷平均品位為約0.40%，整個礦化體鈷平均品位為0.04%。分析結果顯示礦體淺區的鈷品位超過0.05%，但並未發現明顯的鈷礦物。



圖6-23：Mwambashi 銅礦床的孔雀石



### 6.3.5 勘探、取樣、分析方法及質量控制

Mwambashi 的地質填圖於1927年進行，後於1929年進行坑探確定地層情況，並於1951年開鑿三個鑽孔(BN1至BN3)。1963年至1967年，RST沿著 Nkana-Chambishi 盆地西端下羅恩的整個走向進行土壤取樣、重力及磁力測量以及螺旋鑽探。AZAM/ZCCM於1995年開始探礦，於2003年進行範圍界定研究並於2005年進行更新。2006年，TEAL Exploration & Mining Inc (「TEAL」)完成 Mwambashi 銅礦項目的可行性研究(表6-10)。

2005年9月，RSG Global Pty Limited 按照加拿大國家規範43-101礦產項目披露準則(NI 43-101)完成對 TEAL 於中非之物業(包括 Mwambashi 物業)的獨立技術報告。2005年11月，AZAM(現為加拿大上市公司 TEAL 的附屬公司)委任SRK Consulting (South Africa) Ltd 稽查 Mwambashi 銅礦項目的地質勘察並訂約進行水文地質勘察。2006年，SRK根據地質鑽探結果完成對礦場金鋼石鑽芯的地質編錄，據以制定採礦設計方案。

表6-10：Mwambashi 已完成勘探工作概要

年份	公司	勘探工作	說明
1927年至1950年	RST*	地質填圖	填圖及地化測量
1954年	RST	鑽探	開鑿三個鑽孔
1963年至1967年	RST	鑽探及勘測	土壤取樣、重力及磁力測量
1967年至1970年	RST	鑽探	作異常情況測試的37個鑽孔
1971年至1973年	RST/RCM*	鑽探及勘測	2個鑽孔，電磁法(EM)，磁力及放射性測量技術
1974年至1975年	MINDECO/Noranda		冶金試驗
1995年至2003年	TEAL/ZCCM	鑽探	72個鑽孔，10,346米及範圍研究
2005年至2006年	TEAL/ZCCM	鑽探	作地質研究用的6個鑽孔，959米
2005年	TEAL/ZCCM	技術報告	RSG Global 編製的獨立技術報告
2006年	TEAL/ZCCM	鑽探	作水文地質監測用的5個鑽孔，258米
	TEAL	可行性研究	作泵井測試用的2個鑽孔，259米

\* RST Global Pty Limited

2011年1月，TEAL 轉讓勘探許可證、鑽芯及地質數據予謙比希濕法治煉。目前，該等鑽芯存放於印有原先標記的芯盒，蓋上防水塑料布後，堆積在謙比希濕法治煉營地(辦公區)的院子。謙比希濕法治煉並無進行額外勘探活動。

SRK於2011年4月25日至5月6日的實地考察中視察了項目場地，運用便携式全球定位系統核實若干鑽孔口(圖6-24)並審核原先的岩芯測井、井下測量及取樣與分析方法。勘探過程(包括在 Mwambashi 項目進行的鑽探、取芯、測井及取樣)遵循 ZAZM 的內部標準「Konkola

北礦項目的地質程序手冊」。合資格人士已完成井下測量，岩石品質指標評估及地質編錄。RSG認為 TEAL 及過往人士的岩芯測井基本按認可行業標準進行。SRK分析 Mwambashi 銅礦項目的部分鑽芯(圖6-25)後測得礦段的平均岩芯回收率超過90%。



圖6-24：MW27 號鑽孔



圖6-25：鑽芯

取樣工作由測井地質師分派。每份岩芯鮮樣沿地質師標記的線以金剛石切割機分割。風化剪裂岩芯樣本以鑿子切割。樣本長度一般介乎0.5至1.0米。一半岩芯打包後送去製樣。以鑿子切割的風化剪裂岩芯樣本寬度相若。每隔1米透過反循環旋鑽、衝擊鑽探、空芯鑽探 (air core)及旋轉式空氣爆破鑽孔採樣打包，然後送去製樣。

將樣本粉碎至2毫米以下，並一分为二，其中一半儲存於塑料袋，另一半研磨成粉。壓縮空氣及石英材料用於清潔研磨各樣本後的粉磨機。選取100克(「克」)樣本進行分析。RSG Global 已檢查樣本製備設施，並報告「全部設備維護良好，可供運作，且設施操作手法專業」。

1995年至1997年的鑽芯樣本分析由 ZCCM 進行，而核對分析則由位於約翰內斯堡的 African Rainbow Minerals Ltd(「AVRL」)進行。2000年至2001年的鑽芯樣本分析由位於 Kalulushi 的 Alfred H. Knight 進行，而核對分析則交由位於 Kalulushi 的 Society of Economic Geologists Inc (「SGE」)及 AVRL 進行。標樣及複樣插入基本樣本。為測定銅總量、酸溶銅、鈷總量及鋅總量，對2000年至2011年鑽探項目的所有鑽芯樣本均進行了分析。

分析過程中會插入兩種含銅量分別為百萬分之203及百萬分之30,501.43的標準分析材料。Alfred H. Knight 實驗室測得的標準材料質量保證／質量控制結果顯示銅的數值並無偏差，而鈷的數值有9.5%的正偏差，鋅的數值有8.3%的負偏差，酸溶銅(「酸溶銅」)的數值有14%的負偏差，惟均在可接受值15%以內。

共分析176個複樣(62個來自BN鑽孔系列，114個來自MW鑽孔系列)。Alfred H. Knight 發回的結果精準度較高。

### 6.3.6 資源量估計

Camisani 及 Van der Merwe 於2001年估計 Mwambashi 的最初資源量，後由 Van der Merwe



表6-11：2011年12月31日 Mwambashi 銅礦高品位資源量概要\*

礦石類型	類別	資源量		含銅總量	酸溶銅總量	可溶銅總量
		(百萬噸)	銅總量(%)	(噸)	(%)	(噸)
氧化	探明	0.02	1.98	475	1.69	407
	控制	0.14	1.44	1,990	1.20	1,665
	推斷	0.04	0.78	300	0.66	252
混合	探明	0.54	2.26	12,245	1.21	6,544
	控制	6.45	1.95	125,998	0.89	57,512
	推斷	0.36	1.72	6,194	0.73	2,641
硫化	探明	0.26	2.15	5,599	0.22	580
	控制	1.79	2.22	39,741	0.23	4,129
	推斷	1.37	2.24	30,597	0.13	1,724
總計	探明	<b>0.82</b>	<b>2.22</b>	<b>18,319</b>	<b>0.91</b>	<b>7,531</b>
	控制	<b>8.38</b>	<b>2.00</b>	<b>167,729</b>	<b>0.75</b>	<b>63,306</b>
	推斷	<b>1.77</b>	<b>2.10</b>	<b>37,092</b>	<b>0.26</b>	<b>4,617</b>

\* 按最低品位0.50%銅總量計算

表6-12：2011年12月31日 Mwambashi 銅礦低品位資源量概要\*

礦石類型	類別	資源量		含銅總量	酸溶銅總量	可溶銅總量
		(百萬噸)	銅總量(%)	(噸)	(%)	(噸)
氧化及混合	探明	0.02	0.40	94	0.26	61
	控制	2.39	0.35	8,333	0.21	5,043
	推斷	0.68	0.35	2,356	0.21	1,439

\* 按最低品位0.30%銅總量計算

Mwambashi 銅礦項目的礦產資源量估計及分類按照 SAMREC 準則的指引進行。SAMREC 準則與 JORC 準則具有相似的規定。SRK已審閱估計方法及分類，認為資源量並無偏差。SRK 支持按 JORC 準則進行的資源量估計分類。

### 6.3.7 Kakoso 尾礦開發項目

Kakoso 尾礦開發項目位於 Kitwe 西北約78公里、Chiilabombwe 以南4公里及 Chingola 以北23公里處，地理坐標為南緯12°37'及東經28°02'。

謙比希濕法治煉於2010年在 Kakoso 尾礦壩進行勘探工作，分別於尾礦主壩及輔壩鑽取13個及10個勘探網度為200米×200米的螺旋鑽孔。尾礦主、輔壩的平均深度分別為11.4米及5.1米。合共採集78份樣本，測得全銅及酸溶銅平均品位分別為0.60%及0.45%。主、輔壩的面積分別為388,700平方米及320,500平方米。Kakoso 尾礦開發項目容積為6,055,700立方米。謙比希濕法治煉測得尾礦的容積密度為1.50噸／立方米。SRK進行實地考察並審核資源量估計方法後根據 JORC 準則的指引將有關資源分類為推斷資源。

於2011年12月31日，主、輔壩符合JORC準則的推斷資源量分別為6.65百萬噸(全銅及可溶銅平均品位分別為0.62%及0.48%)及2.45百萬噸(全銅及可溶銅平均品位分別為0.55%及0.45%) (見表6-13)。

表6-13：2011年12月31日 Kakoso 尾礦開發項目資源量概要

壩	類別	資源量 (百萬噸)	銅總量 (%)	含銅總量 (噸)	酸溶銅總量 (%)	可溶銅總量 (噸)
主壩 .....	推斷	6.65	0.62	41,230	0.48	31,920
輔壩 .....	推斷	2.45	0.55	13,475	0.45	11,025
總計 .....	推斷	<b>9.08</b>	<b>0.60</b>	<b>54,705</b>	<b>0.47</b>	<b>42,945</b>

謙比希濕法冶煉於2010年7月完成一項研究，但SRK認為謙比希濕法冶煉完成的勘探工作未必能充分支持國際行業慣例所界定的可行性研究。SRK建議進行更多螺旋鑽孔及測量以更新資源量估計。

### 6.3.8 Chambishi 尾礦開發項目

Chambishi 銅礦有9個尾礦壩，包括6號、7號、7A號、8號、9號、Luano、Musahashi、Wener壩及新壩以及一個酸浸渣堆(10號)，均位於 Chambishi 銅礦的採礦許可範圍內。2001年6月，為估計資源量，Chambishi 銅礦對該等尾礦壩及浸渣進行若干勘探工作，並採集合共73份樣本進行銅及鈷分析。2008年曾對 Luano 尾礦(16號)進行取樣，合共採集62份樣本。2011年，中色非洲礦業採用1.6噸/立方米的容積密度估算資源量。

Chambishi 銅礦有三個氧化礦石堆，位於露天礦附近。2003年7月，中色非洲礦業分別對3-1號、3-2號及4號氧化礦石堆沿勘探線按10米 × 10-15米的網格間距挖掘淺坑採樣，合共採集79份樣本。礦產資源量乃採用2.70噸/立方米的容積密度進行估計。

SRK已審慎審核中色非洲礦業所用採樣方法及資源量估計，並已查看謙比希濕法冶煉的過往生產紀錄。根據生產紀錄，SRK建議，估計資源量時應採用尾礦及氧化礦石堆的平均入選品位而非平均品位。SRK認為可採用酸可溶銅品位1.14%估計資源量，亦可採用相同方法估計氧化礦石堆的資源量。

於2011年6月30日，7號、7A號、8號、9號及10號尾礦壩符合JORC準則的推斷資源量為0.71百萬噸(平均品位為1.44%酸溶銅)。三個氧化礦石堆的餘留推斷資源量為1.11百萬噸(平均品位為0.87%酸溶銅)(表6-14)。

表6-14：2011年6月30日尾礦及氧化礦石堆的餘留資源量

類型	類別	資源量(百萬噸)	酸溶銅總量 (%)	含銅總量 (噸)	鈷總量 (%)	
尾礦 .....	推斷	2001年的估計資源量	3.088	1.44	44,467	0.026
		截至2011年6月30日 消耗	2.381	1.14	34,287	
		<b>2011年6月30日的 餘留資源量</b>	<b>0.707</b>	<b>1.44</b>	<b>10,180</b>	<b>0.026</b>
氧化礦石堆 .....	推斷	2003年的估計資源量	1.916	0.87	16,669	0.012
		截至2011年6月30日 消耗	0.804	0.63	6,994	
		<b>2011年6月30日的 餘留資源量</b>	<b>1.112</b>	<b>0.87</b>	<b>9,676</b>	<b>0.012</b>

根據謙比希濕法冶煉所提供2011年7月至12月的生產紀錄，2011年7月至12月共消耗尾礦247,897噸(平均品位為1.13%酸溶銅)及氧化礦石堆5,639噸(平均品位為1.42%酸溶銅)(表6-15)。於2011年12月31日，尾礦符合JORC準則的推斷資源為0.46百萬噸(平均品位為1.44%酸溶銅)。同日，氧化礦石堆的剩餘推斷資源量為1.11百萬噸(平均品位為0.87%酸溶銅)(表6-16)。

表6-15：2011年7月至12月耗用的資源量

月份(2011年)	尾礦			氧化礦石堆		
	所耗資源量 (噸)	所耗金屬銅 (噸)	酸溶銅總量 (%)	所耗資源量 (噸)	所耗金屬銅 (噸)	酸溶銅總量 (%)
7月	43,112	504.41	1.17	1,673	24.26	1.45
8月	46,781	505.24	1.08	1,766	28.78	1.63
9月	37,787	438.33	1.16	469	5.3	1.13
10月	41,118	432.74	1.05	0	0	0
11月	35,763	407.4	1.14	1,551	19.7	1.27
12月	43,336	515.7	1.19	180	1.98	1.10
總計	<b>247,897</b>	<b>2,803.82</b>	<b>1.13</b>	<b>5,639</b>	<b>80.02</b>	<b>1.42</b>

表6-16：2011年12月31日尾礦及氧化礦石堆的剩餘資源量

類型	類別	資源量(百萬噸)	酸溶銅 總量(%)	含銅 總量(噸)	鈷總量 (%)	
尾礦	.....推斷	2001年6月30日的剩餘資源量	0.707	1.44	10,180	0.026
		截至2011年12月31日所耗用	0.248	1.13	2,804	
		<b>2011年12月31日的剩餘資源量</b>	<b>0.460</b>	<b>1.44</b>	<b>7,376</b>	<b>0.026</b>
氧化 礦石堆	.....推斷 ...	2001年6月30日的剩餘資源量	1.112	0.87	9,676	0.012
		截至2011年12月31日所耗用	0.006	1.42	80	
		<b>2011年12月31日的剩餘資源量</b>	<b>1.106</b>	<b>0.87</b>	<b>9,596</b>	<b>0.012</b>

SRK 已仔細審閱有關 Chambishi 銅礦尾礦壩、礦渣及氧化礦石堆的地質數據。2001年曾採用淺坑及槽溝方法進行部分取樣工作，並已完成若干鑽探項目。大部分淺坑及槽溝過淺，不能完全截取尾礦，如6號、7號、7A號、8號及9號，而10號礦渣僅採得一份樣本。SRK認為部分所採樣本不能充分體現 Chambishi 尾礦的品位及資源量。為完善資源分類，提高尾礦資源量估計的可靠性，須進行更多鑽探、鑿坑及測量等勘探工作。

## 6.4 中色盧安夏項目

### 6.4.1 當地地質及背景

中色盧安夏運營的 Luanshya 項目涉及7份採礦牌照，覆蓋 Luanshya-Baluba、Muliashi、Roan 盆地、Roan 盆地延伸帶東部、Roan 盆地延伸帶西部、Baluba 東部及 Muva 山區域。Muliashi 許可證涵蓋 Muliashi 北部、Muliashi 南部、Mashiba 及 Lufubu 以及 Baluba 中部氧化覆蓋岩部分的礦床(圖6-27)。

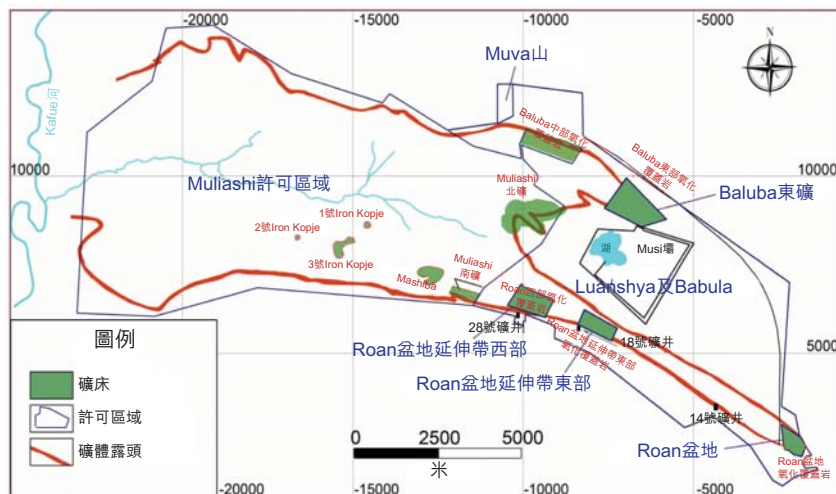


圖6-27：中色盧安夏 Luanshya 項目的執照及礦床

中色盧安夏 Luanshya 項目位於 Copperbelt 東南端。Luanshya (該礦床曾為 Roan Antelope 所有) 及 Baluba 礦場位於 Roan-Muliashi 盆地。Roan-Muliashi 盆地是一個獨立的盆地，為 Kafue 背斜東南端加丹加超群的分離體。Kafue 背斜為贊比亞 Copperbelt 最主要的地質構造。Copperbelt 的銅礦床幾乎全部分佈於該地質構造兩側。

Roan-Muliashi 盆地由 Luanshya 城區以西約2公里處向東延伸逾22公里至接近 Kafue 河。中色盧安夏 Luanshya 項目的地質狀況列示於圖6-28。項目所在區域 Roan-Muliashi 盆地大體由三個主要盆地組成，即 Roan 盆地、Baluba 向斜及 Lufubu-Muliashi 盆地。Baluba 向斜位於 Roan 盆地北部，呈階梯構造，二者均逐漸向 Muliashi 複向斜敞開。在項目區中部以東部分，Baluba 向斜形成褶皺鼻，其南翼與 Roan 盆地北翼連接，在 Baluba 與28號礦井 (Roan 盆地延伸帶西部以南，參閱圖6-27) 中間的 Muliashi 北礦山形成山頂。山頂向西陡傾，然後突然變細形成西南走向單斜構造。Baluba 向斜的南翼持續西傾並與其北翼連接，由此 Baluba 向斜北翼成為 Roan-Muliashi 盆地 Muliashi 複向斜的北翼。

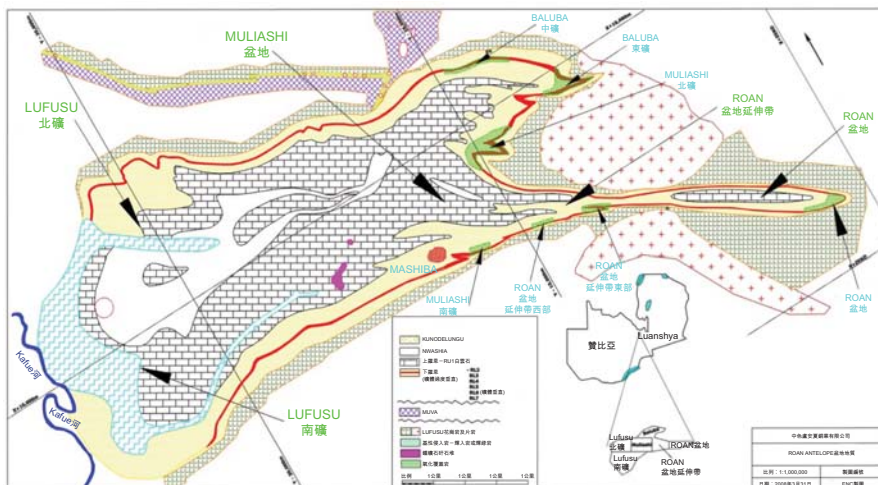


圖6-28：中色盧安夏 Luanshya 項目的地質圖

Roan-Muliashi 盆地的當地地層柱狀圖於下表6-17描述。兩個不整合面分別出現在基底雜岩內的 Lufubu 與 Muva 岩系及 Muva 岩系與加丹加超群之間。基底雜岩由過往形成的侵入花崗岩的透閃石—黑雲母片岩組成。Copperbelt 銅礦床「礦場系列」賦存於加丹加超群(或岩系)，由下至上分別由下羅恩、上羅恩及 Mwashia 群組成，外覆 Kundelungu 系列冰磧岩。



表6-17：Luanshya 項目區的地層柱狀圖

岩系	系列	群	地層	岩石／岩相	
加丹加超群	礦場	Kundelungu		冰磧岩	
			Mwashia	碳質葉岩	
		下羅恩	上羅恩	RU1	白雲岩及泥岩
			RU2	白雲質泥岩	
				基底片岩	
			RL3	長石砂岩、砂岩、石英岩、泥岩及礫岩	
			RL4	片狀泥岩	
				燧石白雲岩	
			RL5	上層白雲岩及白雲質泥岩	
				石英岩	
				夾層泥岩及石英岩	
			RL6	泥岩(Copperbelt 礦石葉岩)	
				白雲石片岩	
			RL7	過渡片岩	
				下盤礫岩	
泥質石英岩					
次生礫岩					
風蝕石英岩					
基底雜岩	Muva		石英岩及雲母片岩		
	Lufubu		片岩及花崗岩(侵入型)		

下羅恩及上羅恩群覆蓋 Roan-Muliashi 盆地大部分區域，主要由褶皺狀呈區域分佈的變質沉積物組成，包括砂質、泥質及白雲質地層。合共確定7個地層(列示於表6-17)。

Roan-Muliashi 地層折疊成褶皺緊密的 Roan 盆地，盆地北、東、南側均環繞基底。Roan 盆地的北翼及南翼擠壓後向西伸展成更廣闊的 Roan 盆地延伸帶，緊接 Roan 盆地西部。

Roan Antelope 的礦床由 Roan-Muliashi 盆地大規模持續銅礦化而成，由東向西延伸25公里。具經濟價值之礦化帶沿 Luanshya 側及 Baluba 側的走向長度分別為約15公里及約5公里。礦床東部的 Roan 盆地僅有一個具經濟價值的礦體，即上層礦體，而下層礦體因較薄而無經濟價值。Roan 盆地西部的 Roan 盆地延伸帶主要為下層礦體。兩種礦體被黃鐵礦帶分開，而礦石賦存單位(包括斷層上盤地層)高度褶皺。再沿 Muliashi 區域以西，上層礦體逐漸減少，後來完全消失，而僅存的下層礦體被黃鐵礦帶覆蓋。

具有經濟效益的銅礦化主要發生在RL6地層(參閱表6-17)，部分發生在RL7地層以上的過渡片岩岩床，由砂質白雲石片岩或角礫岩(稱為過渡片岩)內較薄的輝銅礦帶(至多2米，局部有赤銅礦)組成。該區亦會出現黃銅礦及(偶爾)自然銅(尤其在 Baluba 西部)。黃銅礦及(偶爾)斑銅礦賦存於透閃石—黑雲母—白雲石片岩，厚度不超過4米，覆蓋在過渡片岩上方。

RL6覆蓋在RL7上方，厚度沿東向介乎約30米至65米不等。該地層包括黑雲母石英長石泥岩所覆蓋厚約3米至6米的基底雲母白雲石片岩。具經濟效益的銅鈷礦化在白雲母石英片岩大量發生，並蔓延至泥岩。白雲石片岩一般為鬆軟岩層。

片岩上方的泥岩(相當於 Copperbelt 礦頁岩)亦含黃銅礦。泥岩往上為黃銅礦與黃鐵礦的混合礦帶，混合礦帶往上為主要礦物為黃鐵礦的礦帶，再往上則為上層礦體的黃銅礦或輝銅礦礦帶。

#### 6.4.2 礦物學特徵

整體而言，礦化物質多數為黃銅礦、輝銅礦及斑銅礦等硫化礦。在下層礦體內，底部接觸面乃經地質運動形成，始終在RL6地層下盤礫岩接觸面之上，而礦體上盤的泥岩則可見漸變。最佳銅及鈷品位通常出現在礦體下盤(白雲石片岩)附近。Baluba 及 Mashiba 區域原生銅礦石的平均品位為約2%銅。

銅礦床的氧化覆蓋岩廣泛分佈於中色盧安夏 Luanshya 項目區。由於 Luanshya 礦床歷經將近80年的開採，餘下全部資源中的硫化礦石不再充裕。氧化礦石的平均品位各異，在 Baluba 東礦及Muliashi 北礦為約1%銅，在 Baluba 中礦及 Muliashi 南礦為約1.7%銅，在 Roan 盆地延伸帶東部及西部則逾2.5%銅。

Baluba 東礦及 Roan 盆地的主要含銅礦物為輝銅礦，而在 Roan-Muliashi 盆地餘下區域則為黃銅礦。然而，散佈整個 Roan Antelope 礦床的輝銅礦主要為以細脈浸染狀或無規律泡狀賦存於過渡片岩的次要礦物。黃銅礦呈泡狀及細脈浸染狀分佈，但 Baluba 東礦並無黃銅礦。與黃銅礦及輝銅礦相較，斑銅礦為次生礦物，常作為黃銅礦的替代物。

矽孔雀石及孔雀石普遍分佈於礦床，但通常僅呈點狀少量分佈。礦床亦存在赤銅礦，但更多見於過渡片岩及透閃石—黑雲母—白雲石片岩。已發現過渡及下盤礫岩等下盤岩石內含自然銅。

主要鈷礦化僅在主要 Baluba 礦床(Baluba 中礦)以硫銅鈷礦形式出現。已發現黃銅礦含有硫銅鈷礦及硫鈷礦粒狀集合體，須進行脫溶。硫銅鈷礦呈細脈浸染狀及星散狀斑點分佈。

黃鐵礦出現在 Baluba 東礦上層礦體下方及 Baluba 餘下區域下層礦體上方，而黃鐵礦帶以類似排列方式分佈於 Roan 盆地上層礦體下方及 Muliashi 下層礦體上方，賦存於通常按層排

佈的RL6泥岩(礦石頁岩)。上層白雲石片岩的礦化品位下降，其下為泥岩，而泥岩的礦化帶一般為黃銅礦—黃鐵礦混合礦帶。具有經濟效益的高品位銅礦化通常發生於該礦帶，原因為礦帶上層岩石的黃鐵礦含量較高(見圖6-29)。



圖6-29：具有黃鐵礦特徵的風化銅礦石

對硫化礦物帶進行系統研究後得知伴生次序如下：岸邊附近的沉積物無礦—淺水區的輝銅礦—含硫銅鈷礦及黃銅礦的斑銅礦—黃銅礦—黃鐵礦。

有用元素包括銅及鈷，伴生組成部分包括金及銀。礦床若干部分發現鐵礦化體，惟其他元素的品位較低，不足以進行商業回收。

#### 6.4.3 Baluba 中礦及 Muliashi 項目的地質狀況

##### *Baluba 中礦*

中色盧安夏目前經營的地下礦場為於1973年投產的 Baluba 中礦，位於Muliashi 盆地東北側，距 Roan Antelope 礦場(Roan 及 Luanshya 區域附近)西北約10公里。Baluba 中礦根據獲授 8097-HQ-LML號「Luanshya 礦場及 Baluba 礦場」採礦牌照進行採礦，總覆蓋面積達46.34平方公里，位於中色盧安夏項目區東部，佔整個中色盧安夏項目區面積近一半。

Roan Antelope 礦場建於1911年。由於資源幾近耗空(按中色盧安夏提供的數據所述耗盡約93%資源總量)，而餘下資源所在地遭遇洪水及地表塌陷，Luanshya 礦場(原 Roan Antelope 礦床的主要部分)及礦井於2001年關閉；因此採礦牌照「Luanshya 及 Baluba 礦場」所覆蓋區域現時僅 Baluba 礦場生產硫化礦石。

## Muliashi 項目

8393-HQ-LML號許可證的 Muliashi-Luanshya 許可區包括四個礦床，即 Baluba 中部氧化覆蓋層(已於「6.4.4礦體地質狀況 — Baluba中礦」一節與 Baluba 中礦硫化物一併報告)、Muliashi 北礦、Muliashi 南礦及 Mashiba 礦(見圖6-30)。許可證涵蓋區域面積為81.22平方公里。

Muliashi 北礦床位於中色盧安夏項目許可區域中央及 Muliashi 盆地東端，靠近 Roan 盆地西部。Muliashi 南礦床位於 Muliashi 北礦以南，28號礦井以西。Mashiba 礦床確認為獨立礦床，位於28號礦井以西約3公里處。

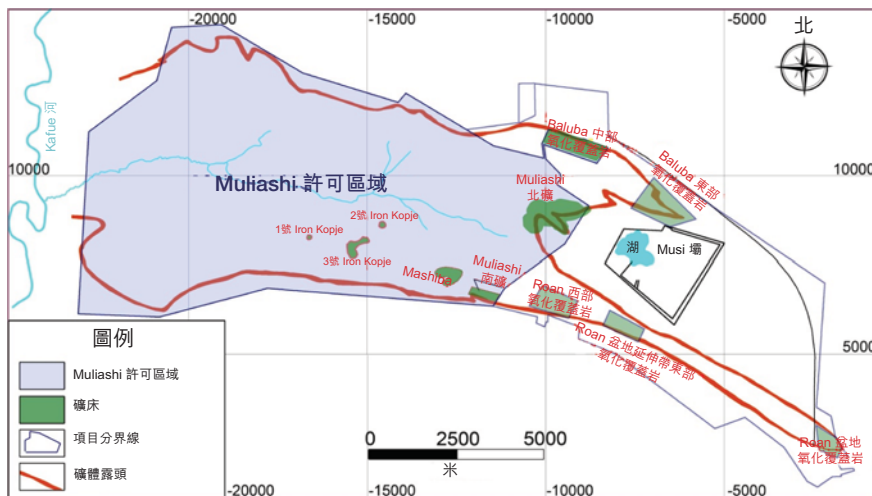


圖6-30：Muliashi 項目地點

Mashiba 礦床確認為獨立礦床，位於28號礦井以西約3公里處(參閱圖6-27)。從空間上而言，該礦床面積狹小，在東、南、西三個方向逐漸變薄，主要分佈於下層礦體，上方覆蓋零星黃鐵礦帶。

#### 6.4.4 礦體地質狀況

##### Baluba 中礦

Baluba 向斜內的礦化單位確認為向東延伸約3公里，下傾約1.5公里。有經濟價值的銅礦化帶主要賦存於RL6泥岩及RL7地層上層接觸面附近的薄層區。Baluba 中部氧化覆蓋岩存在於地表以下約60米處的氧化物—硫化物交界面上。越接近地表，氧化物含量越高，越往下，硫化礦物含量越高，至地表以下約60米處則主要為硫化礦物。

氧化覆蓋岩露頭分佈於 Baluba 向斜的北翼，自西向東延伸約3,000米，厚度為10米，地表以下深度為110米。作為控礦結構，向斜北翼的南向傾角各異，東西兩端傾角最小，為45°，而在礦床中心附近SS45礦區(礦井區域)附近幾近垂直(圖6-31)。

Baluba 中部硫化礦體(具經濟價值的礦化向斜)分佈於 Baluba 向斜的兩翼，伸延約3,600米。礦體沿傾角方向的寬度約為1,500米，而厚度不一，介乎幾米至幾十米，平均約10米。Baluba 中部礦體在北翼附近向西南傾斜210°，相對大傾角為45°至近90°不等。

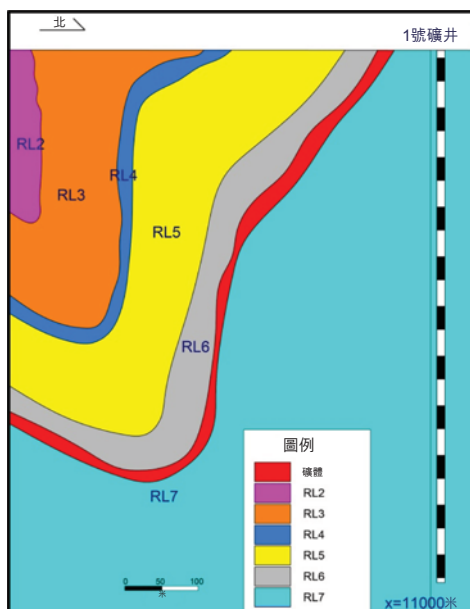


圖6-31：垂直區段SS45 — Baluba 中礦

### Muliashi 北礦床

該礦床確認為銅氧化比率達約52%的氧化覆蓋岩。自地表往下大幅風化並伴以氧化，惟深度不一。原生的銅硫化物包括黃銅礦、斑銅礦及輝銅礦，主要分佈於地表以下100米。在接近地表的過渡帶，銅硫化物逐步氧化並生成次生礦物。氧化區的銅礦主要為孔雀石及微量矽孔雀石，亦存在吸附了銅及鈷的少量結晶氧化錳。

已於 Muliashi 北礦床確定三個礦體。由於主岩不同，其中一個位於RL6與RL5接觸面之上的非連續礦體確定為上盤礦體，而在 Roan-Muliashi 盆地的其他地區，該種礦體通常會確認為上盤矽石。另外兩個礦體分別為上層礦體及下層礦體，均位於RL6地層的下層礦帶或上層礦帶，惟被黃鐵礦帶隔開。Muliashi 北礦的RL6地層較Roan-Muliashi 盆地其他地層薄。

### Muliashi 南礦床

Muliashi 南礦床的氧化覆蓋岩覆蓋地表約800米，並向下延伸至地下開採上限，而各區段的上限各不相同。

**Mashiba 礦床**

圖6-32說明SRK南非辦事處地質學家所建立的數字模型。該礦化帶南段有露頭露出地表，自東向西的走向延伸約600米，並向北下傾約800米。緊密不對稱褶皺或「礦脊／礦峰」呈東偏東南走向，於礦床中段橫向伸延。該區礦體較厚，最厚達41米。該「礦脊」與 Muliashi 礦床的東走向褶皺相連。另有一處大致呈南北走向，厚達15米的厚區，橫貫「礦脊」中段。厚區（SRK南非稱第二「礦脊」）呈不規則形狀並不十分明顯，且開口向下，而靠近礦床南部限制區域則變薄。

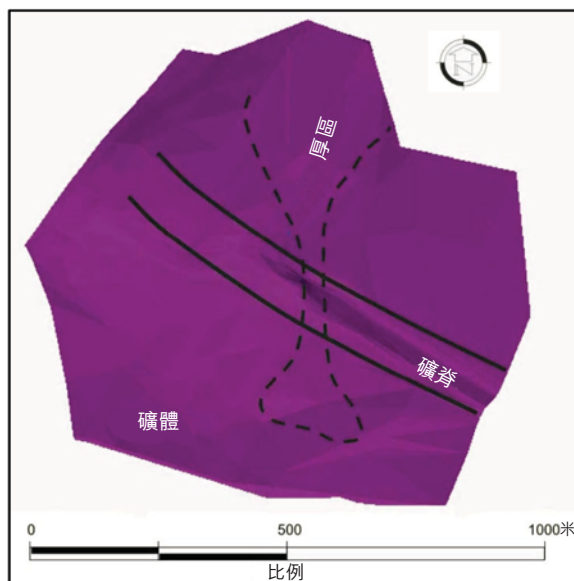


圖6-32：Mashiba 礦床的礦體模型（由 SRK Consulting South Africa 的 F. Camisani 於2008年所建）

與典型的 Copperbelt 硫化物礦體不同，Mashiba 礦石的氧化銅含量相對較高，且厚度於短距離內亦大有不同。氧化銅幾乎覆蓋整個礦床，但大部分分佈在RL6與RL7接觸面的白雲石片岩。該區的孔隙度及風化程度相對較高。

鑽孔交會處整個礦化長度的氧化銅／銅總量比例顯示平均海拔1,200米（即地表以下100米）以上礦帶的氧化銅／銅總量的比例相對較高（大於5）。褶皺山峰區域的氧化比例同樣較高。

**6.4.5 資源量及儲量估計****Baluba 中礦****硫化礦資源量及礦石儲量**

於2008年中國有色集團接管 Baluba 礦場前，位於約翰內斯堡的諮詢公司 Golder 受前礦主盧安夏銅業有限公司委託利用 GEMCOM 軟件估計 Baluba 中部硫化物及氧化物礦床的資源。地質統計資料及結果詳述於報告「贊比亞 Luanshya 的 Baluba 中礦、Baluba 東礦及 Muliashi

北礦礦體資源量估計」。共使用1,793個鑽孔樣本進行估計，並根據SAMREC準則進行資源分類。2008年9月，Golder報告，按最低品位1.00%銅總量計算，Baluba中部硫化礦資源含有9.05百萬噸品位為2.45%銅的探明資源、4.70百萬噸品位為2.23%銅的控制資源及14.87百萬噸品位為2.03%銅的推斷資源。

中色盧安夏於2009年後的生產過程中進行地下鑽探及取樣等額外勘探，而根據新勘探結果及貧化調查，中色盧安夏遵循SAMREC準則分類制度重新劃撥資源區塊並作出詳細資源更新。估計採用AutoCAD及3DMine軟件，使用距離(平方)反比法進行。資源類別劃分考慮樣本的克裏格(Kriging)方差及距離以及精確網格勘探。截至2010年7月1日，按最低品位1.0%銅計算，Baluba中礦最新硫化物資源量載於表6-18。

表6-18：Baluba中礦於2010年7月1日的硫化礦資源量

類別	資源量 (百萬噸)	平均品位		
		%銅總量	%氧化銅	%鈷總量
探明	1.20	2.30	0.07	0.16
控制	14.16	2.21	0.08	0.16
推斷	3.88	1.91	0.10	0.12

SRK已仔細審閱中色盧安夏進行的勘探項目，包括編錄、取樣方法及樣本製備與分析、分析質量控制與質量保證以及中色盧安夏所運用的地質解釋、礦產資源量估算程序及參數。SRK認為，該等勘探項目為估計Baluba中礦的礦化體提供了合理依據，且該等礦床所用分析方法得出的結果可接受，無重大偏差。

根據2010年7月至2011年6月30日所獲生產詳情及貧化資料，按最低品位1.0%銅計算的硫化物資源量已更新。2011年6月30日，符合JORC準則的探明、控制及推斷資源量分別估計為0.73百萬噸(全銅及鈷平均品位分別為2.31%及0.17%)、16.68百萬噸(全銅及鈷平均品位分別為2.23%及0.15%)及3.88百萬噸(全銅及鈷平均品位分別為1.91%及0.12%)(表6-19)。僅探明及控制資源可轉為礦石儲量並納入採礦計劃。

表6-19：Baluba中礦於2011年6月30日的硫化礦資源量

類別	資源量 (百萬噸)	平均品位		金屬含量	
		銅總量(%)	鈷總量(%)	銅(噸)	鈷(噸)
探明	0.73	2.31	0.17	16,863	1,241
控制	16.68	2.23	0.15	371,964	25,020
推斷	3.88	1.91	0.12	74,108	4,656

根據Baluba中礦2011年7月至12月的每月生產紀錄，共耗用探明資源量0.034百萬噸(全銅及鈷平均品位分別為1.86%及0.61%)及控制儲量0.768百萬噸(全銅及鈷平均品位分別為1.86%及0.161%)。

於2011年12月31日，按JORC準則界定的探明、控制及推斷資源量估計分別為0.70百萬噸(全銅及鈷平均品位分別為2.33%及0.170%)、15.91百萬噸(全銅及鈷平均品位分別為2.25%及0.149%)及3.88百萬噸(全銅及鈷平均品位分別為1.91%及0.12%)(表6-20)。

表6-20：Baluba中礦於2011年12月31日的硫化礦資源量

類別	資源量 (百萬噸)	平均品位		金屬含量	
		銅總量(%)	鈷總量(%)	銅(噸)	鈷(噸)
探明	0.696	2.33	0.170	16,239	1,187
控制	15.912	2.25	0.149	357,669	23,782
推斷	3.88	1.91	0.120	74,108	4,656

根據2011年的生產資料分析，Baluba 中礦的採礦損耗率及貧化率分別為40%及38%。SRK 基於該等數據及其他影響因素估算礦石儲量。2011年12月31日，估計證實及概略礦石儲量分別為0.58百萬噸(全銅及鈷平均品位分別為1.69%及0.123%)及13.17百萬噸(全銅及鈷平均品位分別為1.63%及0.108%)(表6-21)。

表6-21：Baluba 中礦於2011年12月31日的礦石儲量(硫化礦)

類別	儲量 (百萬噸)	平均品位		金屬含量	
		銅總量(%)	鈷總量(%)	銅總量(噸)	鈷總量(噸)
證實	0.576	1.69	0.123	9,730	710
概略	13.175	1.63	0.108	214,812	14,225

#### 氧化礦資源量及礦石儲量

2008年9月，Golder Associates 亦根據 SAMREC 準則估計 Baluba 礦床北部的氧化覆蓋岩資源。SAMREC準則類同JORC準則。控制及推斷資源量分別為6.56百萬噸(全銅、氧化銅及鈷平均品位分別為1.65%、1.14%及0.12%)及1.62百萬噸(全銅、氧化銅及鈷平均品位分別為1.70%、0.93%及0.10%)(表6-22)。2008年9月至2011年12月31日，並無採出氧化礦資源。

表6-22：Baluba 中礦於2011年12月31日的礦產資源量(氧化礦)

類別	資源量 (百萬噸)	平均品位		
		銅總量(%)	氧化銅(%)	鈷總量(%)
控制	6.56	1.65	1.14	0.12
推斷	1.62	1.70	0.93	0.10

我們發現氧化資源覆蓋岩已下沉及／或有可能下沉。因此，表6-22所列大部分 Baluba 中礦氧化物資源目前不大可能採出。資源量無法用於估算儲量。

#### Muliashi 項目

##### Muliashi 北礦床

中色盧安夏接管該礦床前，Muliashi 北礦已歷經四次鑽探活動。第一次鑽探活動於1963年至1971年進行，之後於1971年至1975年進行鑽探及隧道挖掘項目。表6-23顯示首兩項勘探項目的總勘探工作量。

表6-23：1963年至1975年於 Muliashi 北礦床的工作量表格

項目	計數	進尺(米)
鑽孔	159	40,049
礦坑及螺旋鑽孔	244	2,381
探礦槽	1	2
通道	3	300
位於152米層位的橫巷及巷道	4	570



1998年至2007年曾進行兩項可行性研究。原三個礦體中的低品位區域計作新礦體。最低品位亦由0.50%銅總量降至0.30%銅總量。最低品位下降令噸數大幅增加，而實際上卻令平均品位進一步降低。

鑽孔乃沿兩兩間隔75米的剖面所鑽取，而各剖面鑽孔的間距介乎30米至100米，視乎結構及礦產變化的複雜程度而定。大部分鑽孔為垂直鑽孔。

過往的鑽孔岩芯現時存放於中色盧安夏總務室附近的倉庫。於2011年5月初實地考察中色盧安夏過程中，SRK參觀考察了 Muliashi 北礦露天剝採過程及查看了新鑽孔與存放於鄰近28號礦井的另一個倉庫的鑽孔岩芯(圖6-33)。新勘探由 Sinomine 在中色盧安夏經驗豐富的地質學家的監督下進行。



圖6-33：過往貯藏(左)及新(右)鑽孔岩芯 — Muliashi 北礦項目

### 礦產資源量及礦石儲量

自1963年首次勘探活動以來已對 Muliashi 北礦地區進行多項資源量估計。

如表6-24所示，Golder 採用 SAMREC 準則進行及呈報最新資源量估計。按最低品位0.30%銅計算，探明、控制及推斷礦產資源量分別為38.87百萬噸(全銅、氧化銅及鈷平均品位分別為1.14%、0.67%及0.06%)、22.13百萬噸(全銅、氧化銅及鈷平均品位分別為0.98%、0.59%及0.07%)及20.02百萬噸(全銅、氧化銅及鈷平均品位分別為1.18%、0.41%及0.05%)。

表6-24：Muliashi 北礦床於2011年12月31日的資源量概要

類別	資源量 (百萬噸)	平均品位(%)			氧化物/ 銅總量
		銅總量	氧化銅	鈷總量	
探明 .....	38.87	1.14	0.67	0.06	59%
控制 .....	22.13	0.98	0.59	0.07	60%
推斷 .....	20.02	1.18	0.41	0.05	35%

中色盧安夏計劃透過在 Muliashi 北礦開發一個露天礦場來開採資源。該計劃已落實，有關礦場已於2011年12月投產。進行最新資源估計以來，當時的資源狀況並無大幅改變。

按瑞林初步設計所引述的採礦回收率97%及貧化率3%估算(同時考慮其他影響因素)，Muliashi 北礦項目的證實及概略礦石儲量分別為38.84百萬噸(平均品位為1.11%銅)及22.11百萬噸(平均品位為0.95%銅)(表6-25)。

表6-25：Muliashi 北礦床於2011年12月31日的礦石儲量

類別	儲量(百萬噸)	銅品位(%)	金屬銅含量(噸)
證實 .....	38.84	1.11	429,824
概略 .....	22.11	0.95	210,368

自2010年以來，已額外鑽取合共58個鑽孔及挖掘9條坑道，而新樣本並無計入上述儲量估算所依據資源量。至SRK考察該項目時，中色盧安夏仍在勘探 Muliashi 北礦，且SRK獲悉，於完成該階段勘探及分析所有樣本後會重新評估項目(包括資源量估計)。

### Muliashi 南礦床

Muliashi 南礦床的大部分硫化礦已於由ZCCM所有期間透過28號礦井採掘。地下採礦於2008年恢復，但僅持續數月，其後於2008年11月被 ENYA 關閉。

氧化礦資源量及餘下的硫化礦資源量分別由 Snowden 於2006年及 Golder 於2008年採用 SAMREC 準則估計。按最低品位0.30%銅總量估算，推斷氧化資源量為4.4百萬噸(全銅平均品位為1.73%)，餘下控制及推斷硫化資源量分別約為0.60百萬噸(全銅平均品位為2.48%)及0.08百萬噸(全銅平均品位為2.5%)(表6-26)。Muliashi 南礦床於2008年至2011年12月31日並無採礦。

表6-26：Muliashi 南礦床於2011年12月31日的資源量概要

類別	資源量(百萬噸)	銅總量(%)
<b>硫化礦</b>		
控制 .....	0.60	2.48
推斷 .....	0.08	2.50
<b>氧化礦</b>		
推斷 .....	4.44	1.73

務請留意，硫化礦資源曾被淹沒及修復，因此開採少量的硫化礦資源(部分資源區可能無法再進入)目前並不具備經濟可行性，但未來經抽水後或可按符合經濟原則的方式使用。

上文所列礦產資源量表明，目前 Muliashi 南部並無可列報的礦石儲量。建議 貴公司進行更細緻的勘探以核實及更新資源量，之後可能有若干儲量供計劃開採及/或估計。

### Mashiba 礦床

Mashiba 的首次鑽探始於1930年代，但大部分鑽探於1950年至2007年間進行。至今礦床內部及周邊共有77個鑽孔，其中54個乃於2007年前鑽鑿，23個乃於2007年鑽鑿。2007年前的鑽孔(「舊鑽孔」)中，16個僅記錄有整個礦體交會處的「銅總量」品位。其中七個鑽孔並無測

定「氧化銅」含量。在2007年前的鑽孔中，已沿整個礦化帶連續選取32個鑽孔測定「銅總量」品位，而每個交會處則只選取1至3個樣本測定「氧化銅」品位。2007年的鑽孔則既有測定「銅總量」品位又有測定「氧化銅」品位。

2008年，SRK 南非（「SRK SA」）辦事處的地質學家在盧安夏銅業有限公司（「盧安夏銅業」）的協助下重新整理大部分鑽孔岩芯分析資料以確定礦產資源量。然而，SRK SA 的職員並無核證任何2007年前的鑽孔鑽探、鑽孔岩芯測井、取樣或化驗分析的質量保證／質量控制程序。

### 礦產資源量及礦石儲量

Mashiba 礦床內合共鑽有66個鑽孔（48個「舊鑽孔」乃於2000年前鑽鑿，而18個鑽孔乃於2007年鑽鑿），由SRK 的南非職員於2008年1月用於資源估計。SRK進行實地考察並審查資源量估計方法（類似 JORC 準則規定的推斷資源量類別）。按最低品位0.5%銅總量計算，符合JORC 準則的探明、控制及推斷礦產資源量分別為3.17百萬噸（全銅及氧化銅平均品位分別為1.89%及0.24%）、5.67百萬噸（全銅及氧化銅平均品位分別為1.96%及0.22%）及4.97百萬噸（全銅及氧化銅平均品位分別為1.67%及0.43%）（表6-27）。Mashiba 礦床於2008年至2011年12月並無採礦。

表6-27：Mashiba 礦床於2011年12月31日的資源量概要

類別	資源量(百萬噸)	銅總量(%)	氧化銅(%)
探明 .....	3.17	1.89	0.24
控制 .....	5.67	1.96	0.22
推斷 .....	4.97	1.67	0.43

此外，SRK SA 的職員估計有2.8百萬噸品位為1.7%銅總量及0.6%氧化銅的資源量。該資源指Mashiba礦床不符合JORC準則資源分類條件的外圍資源，而該額外潛在礦物應視為Mashiba項目的勘探目標。

SRK SA 辦事處提交的報告亦就資源量可靠性作出以下評述及建議。

「SRK認為，應實施雙孔鑽孔方案後方在 Mashiba 開展採礦活動。建議在至少25%的2007年前鑽孔處重新鑽孔，並核對新岩芯分析結果與現有的2007年前分析結果。倘分析結果差異大於10%，則SRK建議根據現行質量保證／質量控制標準重新鑽探及分析礦床。」

謹此說明，由於部分原有過往鑽孔資料缺失，日後完成採礦設計前有必要進行一定比例的核實鑽探。

經考慮該地區的同類型營運中礦場，SRK 按採礦回收率60%及貧化率40%估算的礦石儲量如表6-28所示。然而，應於詳細研究後調整數字，亦應認真考慮可能影響儲量估計的關於地質、採礦、成本、法律、社會及環境方面的任何其他因素。

表6-28：Mashiba 礦床於2011年12月31日的估計礦石儲量

類別	儲量(百萬噸)	銅品位(%)	金屬銅含量(噸)
證實 .....	2.66	1.35	35,948
概略 .....	4.76	1.40	66,679

6.4.6 Baluba 東礦、Roan 盆地、Roan 盆地延伸帶及其他

Baluba 東礦

如名稱所示，Baluba 東礦位於 Baluba 向斜的東端。Baluba 向斜的南北翼聚合形成西傾鼻狀結構。鼻狀結構於SS04礦區附近出露。向斜隨着深度增加而不斷敞開，西傾40°。

礦體地質

Baluba 東礦有兩個被黃鐵礦帶隔開的礦體。黃鐵礦帶下方的礦體為下層礦體，上方的礦體為上層礦體。上層礦體為主要礦體，部分採出，而下層礦體因較薄而並未採出。黃鐵礦帶的銅品位低於1.00%，使黃鐵礦成為該礦帶主要礦物。

Baluba 東礦的北翼向西與 Baluba 中部的北翼聚合。然而，有一塊近乎貧瘠地帶劃分 Baluba 東礦與 Baluba 中部。Baluba 東礦的南翼與 Baluba 中部的東面亦由一塊近乎無油氣地段覆蓋岩分離。

Baluba 東礦的氧化覆蓋岩為礦體上方的氧化部分。在約60米深處，下層礦體及上層礦體的氧化物含量均較高。越接近地表，氧化程度越高，氧化物含量越高。常見礦物為孔雀石、赤銅礦及矽孔雀石。將地下60米界線視為氧化物—硫化物的分界面基本合理。在氧化物—硫化物分界面下方，礦化帶的硫化物含量增加，氧化銅含量下降。氧化物—硫化物分界面並不固定，因此可在不同層位找到。主要含硫礦物為輝銅礦、少量斑銅礦及黃銅礦。特此說明，Baluba 東礦礦體不含鈷。

Baluba的採空區位於SS7礦區與SS15礦區之間，而SS13礦區的開採區東樓南北翼形成的槽形地段。開採始於北翼，其後將會擴展至南翼。圖6-34顯示 Baluba 東礦床的典型剖面圖。

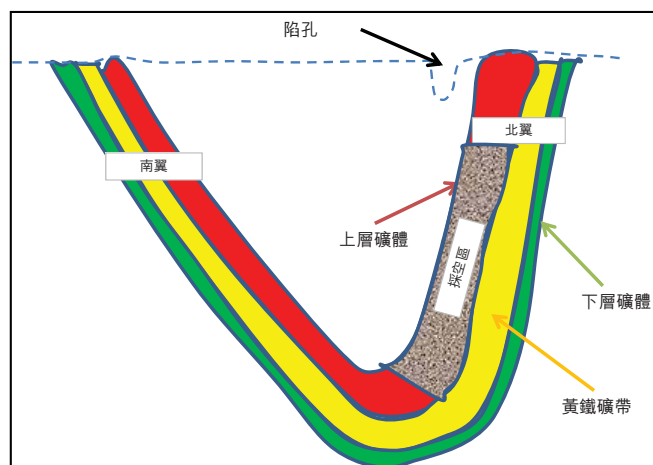


圖6-34：Baluba 東礦的典型剖面圖

**資源量及儲量估計**

2006年曾在 Baluba 東礦地面開挖兩個主要凹孔。按最低品位0.30%銅總量計算，Snowden 估計資源量為10.0百萬噸，全銅平均品位為1.43%。

2007年，共在 Baluba 東礦鑽鑿19個鑽孔，以確定南北翼氧化部分的餘下礦石資源量及品位。

2008年9月，Golder 根據類同 JORC 準則的 SAMREC 準則估計 Baluba 東礦的資源量。Baluba 東礦於2008年9月至2011年12月31日並無營運，於2011年12月31日按 JORC 準則界定的探明、控制及推斷礦產資源量分別為6.40百萬噸(全銅、氧化銅及鈷平均品位分別為1.90%、1.00%及0.02%)、27.64百萬噸(全銅、氧化銅及鈷平均品位分別為0.77%、0.31%及0.03%)及3.27百萬噸(全銅、氧化銅及鈷平均品位分別為1.03%、0.37%及0.04%)(表6-29)。

**表6-29：Baluba 東礦床於2011年12月31日的估計資源量**

類別	資源量 (百萬噸)	%銅總量	%氧化銅	%鈷總量
探明 .....	6.40	1.90	1.00	0.02
控制 .....	27.64	0.77	0.31	0.03
推斷 .....	3.27	1.03	0.37	0.04

根據露天採礦的回收率及貧化率分別95%及5%以及可行性研究引述的其他影響因素計算，Baluba 東礦的估計礦石儲量如表6-30所示。然而，有關數字應於詳細研究後予以調整，亦應認真考慮可能影響儲量估計的地質、採礦、成本、法律、社會及環境方面的任何其他因素。

**表6-30：Baluba 東礦於2011年12月31日的估計礦石儲量**

類別	儲量 (百萬噸)	%銅總量	%氧化銅	%鈷總量
證實 .....	6.38	1.81	0.95	0.019
概略 .....	27.57	0.73	0.30	0.029

**Roan 盆地**

Roan 盆地形成 Roan-Muliashi 盆地的最東端。如同 Baluba 東礦，Roan 盆地的褶皺鼻形地段由南北翼形成(見圖6-27)。Roan 盆地的褶皺鼻形地段位於中色盧安夏總務處以北的板球場結構下方。Luanshya 河的導流洞剛好穿過褶皺鼻形地段地表凸出部分的東部。

Roan 盆地的氧化覆蓋岩構成向斜。該向斜向西下傾約20°，在板球場結構以東出露。南翼呈約290°走向，北傾45°至50°。北翼呈90°至110°走向，南傾60°至70°。

氧化覆蓋岩由西向東覆蓋600米，由北向南覆蓋400米，而礦化帶厚20米，位於地表以下30米處。氧化覆蓋岩由位於SS02礦區的褶皺鼻形地段向南翼的SS40礦區延伸。

1931年，Roan Antelope 礦床利用現時已停用的 Beatty 礦井採出首噸銅礦石。由於當時尚未開發出處理氧化礦的技術，故僅採出硫化礦。

採礦於地下60米處進行。氧化物—硫化物分界面決定礦場採掘的上限。地下採礦的上限平均為地下45米處，但6號及14號等少數局部區段的上限為地下25米處。

Roan 盆地氧化覆蓋岩的鑽孔均較淺(不足70米)，因此並無橫穿未氧化的硫化物質。然而，測井過程中發現氧化／硫化物質混合帶。混合帶主要由氧化礦物孔雀石、黑銅礦及矽孔雀石組成，混雜輝銅礦，偶現細脈浸染狀黃銅礦。

Roan 盆地鑽有八個鑽孔，旨在確定原開採界限及確認礦體產狀。

Snowden 於2006年根據 SAMREC 準則估計 Roan 盆地的資源量。根據最低品位0.30%銅總量計算，推斷資源量為3.3百萬噸，全銅平均品位為2.12%，而當時並未充分分析氧化銅。

2010年，中色盧安夏重新估算後將 Roan 盆地的資源量更新為3.23百萬噸推斷資源，品位為1.82%銅及1.24%氧化銅。

由於Roan盆地鄰近中色盧安夏總務處、道路及 Luanshya 中心區以及其他設施，未來的採礦活動將會受該等因素影響而可能僅可採掘部分資源。

#### *Roan 盆地延伸帶西部*

該礦床位於18號及28號礦井北部，並介於兩個礦井之間(見圖6-27)，可能是 Luanshya 氧化覆蓋岩的最小資產。Roan盆地延伸帶存在下層礦體與上層礦體，均發育良好，但相當摺曲。黃鐵礦帶亦發育良好，立方體黃鐵礦礦物清晰可見。

Roan 盆地延伸帶西部礦床是 Luanshya 氧化物資產中極小的一個礦床，相關已知資料相當少。部分氧化覆蓋岩亦可能被28號礦井北部的研石堆遮蓋。下層礦體及上層礦體構成的氧化覆蓋岩因地下礦場採掘而損耗。因此，礦體可能已因採礦引致的崩落令礦石層位塌落而部分損失。

根據 SAMREC 準則，Snowden 按最低品位1.00%銅估算的氧化覆蓋岩資源量約為1.82百萬噸推斷資源，全銅及氧化銅平均品位分別為2.79%及2.54%。地下硫化物資源幾乎耗盡，地面可能會下沉。目前，不大可能會開採 Roan 盆地延伸帶西部。

#### *Roan 盆地延伸帶東部*

Roan 盆地延伸帶東部的四分之三位於18號礦井北部。該礦床是 Roan 盆地延伸帶側翼露於地表的部份。該側翼形成小型向斜，所含礦石資源量多於 Roan 盆地延伸帶西部。類同 Roan 盆地延伸帶西部，該地區的地下硫化礦資源幾乎耗盡，局部地區下沉。

Snowden 根據 SAMREC 準則估計的 Roan 盆地延伸帶東部推斷資源量為2.75百萬噸，全銅及氧化銅平均品位分別為2.59%及1.82%。

#### *Muva 山及 Lufubu*

Muva 山位於項目區北部，而 Lufubu 位於 Muliashi 特許區西部。Muva 及 Lufubu 岩系以勘探項目命名。兩區均已進行少量地質調查，Lufubu 北部及南部已進行前期勘探。該兩個項目有一定勘探潛力。

#### 6.4.7 勘探分析程序及質量控制

中色盧安夏 Luanshya 項目的過往勘探及取樣、分析程序以及質量控制已在本報告內單獨描述，包括有關 Muliashi 及 Mashiba 的說明章節。對於中色盧安夏 Luanshya 項目勘探的整體評估，下節描述過往勘探的典型質量保證／質量控制程序。由於現時無法獲得部分過往資料，大部分認知來自SRK的實地觀察及近期所獲提供的文件。

#### *鑽探及取樣程序*

Luanshya Copper Mines 利用下述詳細程序進行岩芯編錄、取樣、裝袋、運輸及處理分析，以減少分析錯誤及偏差以及維持分析的完整性，從而增加資源量估計的可靠度。請注意，所述程序曾於2007年至2008年的填充鑽探項目中採用。

**岩芯處理：**鑽探過程中會查核所有岩芯的岩芯回收率、岩芯產狀(岩芯磨損情況(如有))、岩芯性質(風化等)、岩芯碎裂及任何斷裂情況，且每日記錄岩芯損耗。當鑽孔橫穿礦體岩層(即泥質岩、白雲石片岩及過渡片岩)時停止鑽孔。於上一個可見銅礦化帶範圍外的下盤位置可鑽探約六米。鑽孔將會在泥質石英岩岩石單元停止。倘並無觀察到可見礦化帶(有時甚至不存在礦化帶)，則鑽孔鑽探將會在穿過礦層岩石單元(即白雲石片岩或過渡片岩)後3.0米處停止。

近期鑽探項目(自1990年代起)的所有鑽機使用繩索鑽探法鑽孔，鑽頭(冠部)附於鑽柱末端(即鑽孔底端)的岩芯管。岩芯透過岩芯管內安置於鑽頭上方數毫米的內管收集。鑽探過程中，岩芯進入內管，再經岩芯提取器置於適當位置。完成一個回次的鑽孔(通常長3米)後，用附於繩索的絞車將內管拉至地面，而岩芯管仍留在鑽孔下，然後利用旁路軟管的水壓將岩芯移出內管，防止岩芯破碎。有時透過提升內管的一端並輕敲將岩芯移出。

鑽孔者謹慎行事以免損壞岩芯，確保在岩芯編錄及其後取樣過程中收集所有地質資料，從而充分利用岩芯鑽探。

**岩芯運輸：**將岩芯放入岩芯盒內1.5米長的格槽。每個岩芯盒有5個格槽。由於岩芯損耗，岩芯盒或可容納長於7.5米的岩芯。然而，盒內實際裝入岩芯的總長僅會是7.5米。

岩芯盒貼有標籤，標示鑽孔編號及取芯的孔深，如MO382，0.0米至8.0米。把岩芯裝入密閉的岩芯盒後，經豐田蘭德酷路澤運至岩芯場進行岩芯編錄及取樣。岩芯盒均有盒蓋。各岩芯盒用模板印上鑽孔編號及盒內岩芯長度後方可永久儲存。

**岩芯保管：**自同一鑽孔所取岩芯裝入岩芯盒後按岩芯盒編號疊放。中色盧安夏目前有兩個大型岩芯存放倉庫，內存過往及近期鑽孔岩芯。

**岩芯盒標記：**鑽探地區用寶石記號筆標記岩芯盒。錄井後，用模板在岩芯盒白色背景上印上紅色亮光漆圖。印上的標籤標示鑽孔編號及岩芯盒內存放的岩芯長度。

**岩芯編錄：**地質學家在岩芯房利用標準鑽孔記錄表記錄岩芯，描述岩石單元的顏色、質地、結構、顆粒大小、構造、風化狀態、礦化程度及岩石硬度等。

由於若干岩芯盒標記丟失或無法識別，SRK建議中色盧安夏核查及重新記錄相關過往岩芯。

**岩芯損耗：**透過比較不同鑽孔回次的標記內容(每個鑽孔回次長度為3.0米)可確定岩芯有無耗損。倘每個鑽孔回次所取的岩芯不足所示長度，則缺少的岩芯即為損耗，而餘下的岩芯長度與鑽孔回次長度的百分比即為岩芯回收率。Muliashi 北礦的填充鑽探活動測得的岩芯回收率大於90%。

**岩芯切割：**使用金鋼石岩芯切割機將岩芯沿長度方向切成兩半。一半岩芯用作樣本並裝袋，另一半留在盒中作紀錄。岩芯使用鑿子分割，兩側不平坦。

**岩芯取樣：**在整個取樣區維持0.5米的採樣間距，惟有岩性(地質)接觸者除外。在岩石單元及礦化帶屬同類的地區採集長1米或以上的樣本。避免在接觸帶取樣。釐定各採樣間距的岩芯損耗並與測井所測量者及鑽探所記錄者比較。比較資料連同岩芯簡述一併記入樣本簿。

#### 礦物標準的程序

南非公司 African Mineral Standards 提供礦物分析標準。該公司專注研製非洲礦石標準物質。African Mineral Standards 提供的礦物標準有分析證書，且每個標準物質包裝袋上貼有標準物質的相關參數，袋內裝有一個未貼標籤的馬尼拉紙製卡其色信封，內含定值礦物標準。未貼標籤的馬尼拉紙製信封放入貼有樣本編號標籤的空樣本袋。標準物質旨在監察單一分析的準確度。



**空白樣本：**將鄰近 Baluba 礦場的石英岩山 Muva 山的純砂作為空白樣本放入樣本袋，貼上同一系列的標籤號，並在標籤底部標示「空白」。使用純砂作為空白樣本(即不含銅的樣本)的目的是核查前一個樣本的礦漿製備過程有否產生樣本污染。

**複樣：**去除分析所用物質後的礦漿餘下部分放入已標記的馬尼拉紙製信封保存。隨機選取之前分析批次樣本的礦漿(為已知參數值的複樣)，放入未標記的信封並連同其他樣本分批送至實驗室。樣本標籤簿存根上記有原樣本編號，可供日後參考。複樣旨在核查能否重複得出實驗室分析的銅化驗結果。

**樣本裝袋：**在各樣本袋放入岩芯樣本後立即貼上樣本標籤。在樣本標籤簿餘下存根上記錄鑽探長度、岩芯損耗及銅礦化程度的直觀估計，有助核對分析人士的銅金屬測定結果。採樣間距及樣本距鑽孔口的距離亦記錄於樣本標籤存根上可於編製鑽孔資料時用於重新確定採樣間距，確保在正確維度空間確定恰當的採樣間距。

**樣本運輸：**將選定樣孔的整個岩芯裝袋後，立即將樣本作為一個批次運至分析實驗室，故樣本分析完成後，化驗結果亦以一個批次交予 貴公司地質工作人員。

**實驗室傳送分析結果：**實驗室以電郵附件發送分析結果予相關地質部門。之後會寄發複印文本作為所發送分析結果的確認。

**使用電子分析的程序：**分析結果以剪切粘貼法轉錄於鑽孔分析紀錄表上，如此可避免排印錯誤而產生隨機誤差。

### 樣本製備

SRK於2011年5月考察實驗室。中色盧安夏實驗室採用的樣本製備程序如圖6-35所示。SRK認為樣本製備乃按照中色盧安夏實驗室界定的標準進行。

### 化驗

中色盧安夏實驗室例行化驗來自探測、採礦及選礦廠的所有樣本。實驗室並無獲任何國際標準組織或其他國際機構認可。實驗室的所有程序均按內部標準進行，有關標準於礦場的分析服務部編製的手冊「化驗分析方法」中說明。

礦場的樣本製備遵循圖6-35所示步驟。樣本製備結束時餘留的粉碎至150微米以下樣本會被進一步碎裂並製成錐形。然後取1克用於分析氧化銅，取0.25克用於分析銅總量，取0.25克用於分析鉛。

分析採用原子吸收光譜法利用實驗室兩台現役原子吸收光譜儀中的一台進行。實驗室已將提交分析之每份樣本的一系列內部核對程序標準化。

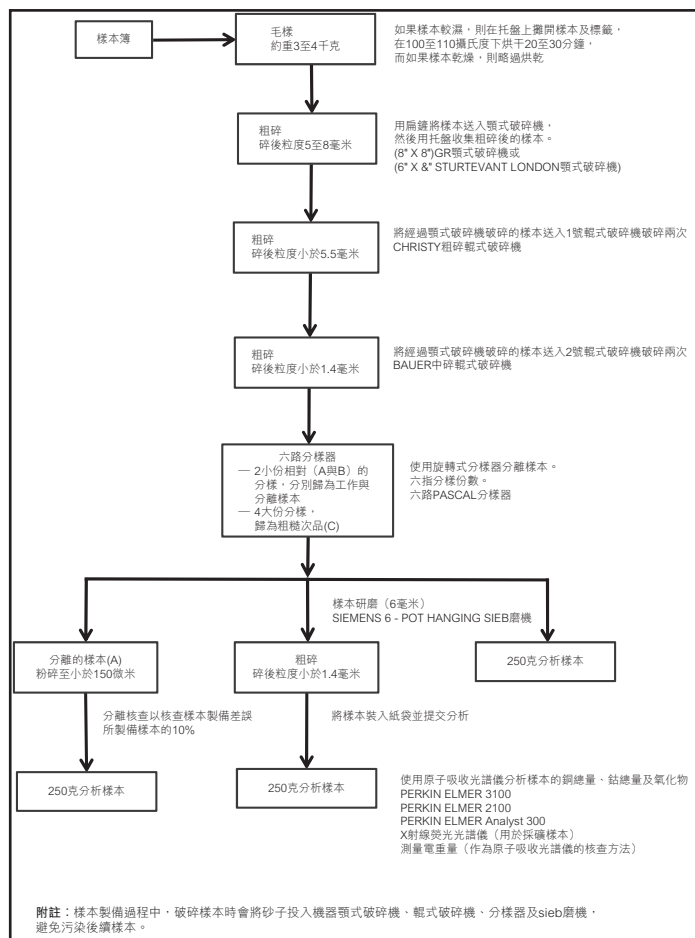


圖6-35：樣本製備程序 — 中色盧安夏實驗室

地質樣本的質量保證／質量控制程序

礦物標樣、空白樣本及複樣的分佈比例預定為1：20。每個鑽孔交會處會分佈1至5個礦物標樣、空白樣本及複樣，而最常分佈的數量為1個。安排礦物標樣、空白樣本及複樣的理由如下：

- 準確度，利用標樣或有證標準物質評估準確度及分析偏差。
- 污染，利用空白樣本評估樣本製備的污染情況。
- 精確度，利用複樣數據評估系統偏差、精確度及隨機誤差程度。

質量保證／質量控制分析過程會對標準物質的分析結果進行比較及統計分析。倘標樣間的差值處於兩個標準偏差內，則分析結果視作準確。

純砂用作空白樣本(即不含銅的樣本)核查前一個樣本礦漿製備過程中有否造成樣本污染。質量保證／質量控制分析過程中使用圖解法分析空白樣本的分析結果。倘所測空白樣本的分析結果低於最低值0.3%銅總量，則視為並無發生污染。

於質量保證／質量控制過程比較複樣與原樣的分析結果。倘同一樣本兩個分析結果之間的相對比例低於10%，則分析視作準確再現。

SRK已於視察實驗室過程中隨機核對若干原樣分析數據表，認為實驗室遵守上述協議。

### 結論與推薦建議

總體而言，勘探、取樣及分析根據 JORC 準則及／或 SAMREC 準則進行。作為一個在 Copperbelt 有百年歷史的大型知名採礦區，礦床歷經持續勘探及開發，難以且不大可能核實過往鑽探項目各階段的全部工作。在中色盧安夏人員的協助下，SRK得以查閱過往勘探及採礦的現存文件、審查 Baluba 中礦、Baluba 東礦及 Muliashi 北礦項目的目前勘探資料、視察採礦現場及中色盧安夏實驗室以及核查鑽孔岩芯的餘下部分。審查及檢查結果部分反映鑽探及取樣遵循合理程序進行。

中色盧安夏實驗室雖然未獲任何國際機構或標準認證，但已成功繼承及制訂標準程序及紀律進行樣本製備及分析。中色盧安夏實驗室所用質量保證／質量控制協議適用於準確水平不亞於贊比亞任何其他知名實驗室的一般程序。

建議根據 JORC 準則的標準程序嚴格管理未來勘探，及安全保存所有資料以供日後核查及審閱。

### 6.4.8 歷史及背景

#### *Luanshya 及 Baluba 礦場*

Luanshya 的 Roan Antelope 礦體於1902年被首次發現。1927年，Roan Antelope Copper Mines Limited 由 Rhodesian Selection Trust Group 註冊成立以開發地下礦場連同選礦廠及冶煉廠。四年後採出首批礦石，此後一直持續產銅至2000年。至1943年，銅年產量達44,000噸，於1950年代增至平均年產量95,000噸，之後於1960年達到峰值105,000噸。上述時間，礦場提供贊比亞銅總產量約15%。位於 Luanshya 以西14.5公里富含鈷的 Baluba 礦體於1928年被發現，但直至1960年代末方開發，之後於1973年投入全面生產。

贊比亞採銅業於1970年國有化。ZCCM於1982年成立，旨在管理採銅業的營運。1987年至1988年開始全面改造，當時預測生產效率會有所提高，帶動全國年產量增至2000年的600,000噸。然而，銅年產量於1998年因生產效率低下及儲量不斷減少而降至285,000噸。1997年，政府開始實施私有化計劃。1997年9月，由 Binani Group、Dallah Albaraka

Group 及 Allenby Finance Limited 組成的財團購買 Luanshya 及 Baluba 的85%權益，並以 Roan Antelope Mining Corporation of Zambia Plc (「Ramcoz」) 的名義營運。ZCCM Investments Holdings Plc 持有餘下權益。

冶煉廠於1990年代幾經關閉重開，最終於1999年2月關閉。與 Nkana 及 Mufulira 冶煉廠訂立收費安排因此成為必要之舉。2000年11月，Ramcoz 因未能達到生產目標而歸入破產管理。未能達標是由於資金不足，導致基礎設施無法維護及設備供應減少。

2001年2月，降雨異常頻繁及抽水設施不足導致 Luanshya 水壩滿溢，附近的場陷區遭淹沒。三個礦井(14號 Storke、18號 Irwin 及28號 Maclaren)遭淹沒，導致生產暫停，後由接管人順利排水。

2004年1月，於瑞士註冊成立的公司J&W Investments 收購該物業後，Baluba 礦場由其實際擁有。彼等評估 Luanshya 礦場後決定永久關閉該礦場，已獲政府頒發關閉證書。

Baluba 礦場於被收購當時並無營運。2004年6月，礦場恢復生產，並於其後持續營運。Luanshya 項目於2009年初因全球經濟危機的影響曾短期暫停生產。中國有色集團於2009年從 ENYA 手中接管盧安夏銅業後，Baluba 礦場恢復營運。

#### *Muliashi 地區*

Muliashi 北礦床早於1900年代中期被發現。首個鑽孔於1963年鑽鑿，其後進行更多鑽探。然而，該礦床主要含氧化礦，而當時並無加工氧化礦的技術。因此，該礦床實際上被 ZCCM 忽略。

1997年10月，ZCCM 的 Luanshya 部門被 Ramcoz 收購。1998年1月，新公司委託英國的 Kilborn SNC Lavalin Europe (「KSLE」) 進行可行性研究以釐定開採方法、冶金工序、資本成本及開採當時規模較小的 Muliashi 北礦床的獲利能力。由於銅價低及財務問題，Ramcoz 的營運開始遇到嚴重困難。為挽救 Muliashi 北礦項目，採礦許可區分為兩部分，一部分進行地下開採，而另一部分進行露天開採。

最終於2000年11月委任一名接管人接管 Ramcoz，而 Luanshya 礦場於其後雨季(2001年2月)被淹沒。Luanshya 礦井系統(地下相連的三個礦井)的水於2001年12月前已排走。三年後，盧安夏銅業接管該礦場，但於2004年1月決定無限期淹沒礦場。2007年1月，盧安夏銅業委託 Snowden Mining Industry Consultants Pty Ltd 開展關於 Muliashi 北礦的可行性研究。

## 7 採礦評估

### 7.1 簡介

中國有色集團於1996年通過競標獲得 Chambishi 銅礦85%的控股權。2009年7月，中國有色集團收購 Luanshya 銅礦80%的控股權。中國有色集團於1998年9月28日成立中色非洲礦業以接管 Chambishi 銅礦。Chambishi 銅礦分為獨立開採的三個礦區，即主礦床、西礦床及東南礦床。

Chambishi 銅礦主礦床於2000年7月28日開始重建，於2003年7月28日投產。設計採礦生產速度為每日6,500噸(每年2.145百萬噸)。然而，實際最大開採噸數僅為每日4,500噸，下降至每日產量保持約3,000噸。2011年，主礦床開採噸數為1.03百萬噸。西礦床基礎設施於2007年6月起開始建設，於2010年7月投入使用。西礦床設計採礦生產規模為每日3,000噸(每年0.99百萬噸)。2011年，開採噸數為487,123噸。東南礦床的礦床勘探及礦場建設工作自2010年12月開始，預計於2016年12月完成，設計採礦生產速度為每日10,000噸(每年3.30百萬噸)。

2009年7月，中國有色集團通過收購取得 Luanshya 銅礦的控股權，創立中色盧安夏以接管礦場建設及運營。

中色盧安夏所擁有 Luanshya 銅礦包括7個礦區，其中兩個礦區(即 Baluba 中部及 Muliashi 北部)於2011年處於營運階段。Baluba 中部於2009年年底恢復地下生產，設計開採及加工能力為每日4,545噸(每年1.5百萬噸)。2011年，開採噸數為1.2百萬噸，2012年預測開採噸數為每年1.4百萬噸，2013年全面投產後每年1.5百萬噸。

Muliashi 北礦已於2011年完成基礎設施建設及覆岩層剝離。設計採礦生產速度為每日13,636噸(每年4.5百萬噸)，包括軟礦石每年900千噸及硬礦石每年3,600千噸。於2011年12月開始採礦，2012年規劃採礦能力為3,480,000噸。Baluba 東礦的南部基本設計已經完成，上層氧化礦計劃按每年0.9百萬噸的採礦生產速度開採。由於 Baluba 東礦北部的深採空區狀況尚未確定，因此該地區並無列入當前礦場計劃。

#### *Chambishi 主礦、西礦及東南礦*

中色非洲礦業所擁有 Chambishi 銅礦位於 Kalulushi 市，銅礦產資源主要分佈於三個礦床區，即主礦區、西礦區及東南礦區。所有礦床均採用地下開採法。

取得 Chambishi 銅礦的控股權後，中色非洲礦業委託 Sinomine 於項目區進行補充勘探。自2000年以來，中色非洲礦業先後委託北京有色冶金設計研究總院(「ENFI」)及瀋陽有色冶金設計研究院完成主礦床、西礦床及東南礦床的可行性研究及基本設計。基於中色非洲礦業的要求，Chambishi 銅礦計劃分為使用獨立開發及生產系統的三個礦區，即主礦區、西礦區及東南礦區。

主礦床的設計生產速度為每日6,500噸(每年2.145百萬噸)，主要採礦作業在500米至900米的水平進行。主礦床透過挖建主礦井(輔以斜巷道)，採用充填及局部分段空場採礦法以及分段崩落採礦法進行開採。礦石用鏟運機倒入內部放礦溜井，然後用電機車載入礦車，再通過主礦井用箕斗提升至地面。

西礦床距離主礦床約300米，礦化程度基本相同。設計生產速度為每日3,000噸(每年0.99百萬噸)。礦場於2007年開始建設，於2010年投產。西礦床透過挖建主礦井(輔以斜巷道)採用充填採礦法進行開採。礦石用鏟運機堆放後用自卸式地下礦車拖運，再通過主礦井提升至地面。

東南礦床距離主礦床約7公里，礦化程度基本相同。設計生產規模為每日10,000噸(每年3.30百萬噸)。東南礦床透過挖建主礦井(輔以斜巷道)，採用充填分段空場採礦法及點柱充填採礦法進行開採。用鏟運機裝載礦石，再用有軌及無軌方式運輸礦石，然後通過主礦井用箕斗提升至地面。

除主礦段外，Chambishi 銅礦的所有地下開發及挖掘運輸均採用無軌方式。水力發電的鑽車及生產鑽機、鏟運機及自卸式地下礦車均進口。最終產品為銅精礦。

經過三年的重建及改進後，Chambishi 銅礦主礦床於2004年投產。根據生產紀錄，鑑於礦石平均損耗38%及採礦貧化30%，2010年及2011年採礦量分別達1.29百萬噸及1.03百萬噸。2012年，計劃採礦量為1.00百萬噸。

西礦床於2010年完成開發，其後試生產。2010年及2011年，開採噸數分別達50,000噸及487,123噸，2012年，計劃開採噸數為860,000噸。

東南礦床於2010年底開始勘探及建設。SRK現場考察當時，南通風井及主礦井已完成岩土鑽探。礦場開發預計於2016年底完成，其後進行地下開採。

透過審閱設計文件、與礦場管理人員及工程師溝通以及現場考察，SRK認為，儘管 Chambishi 銅礦的礦產資源豐富，但礦場產量仍受限於多項因素，資源利用率在一定程度上亦受制約，導致經營成本高昂。日後，礦場可能受商品價格波動及其他外部因素大幅影響。

#### *Luanshya Baluba 中礦及東礦與 Muliashi 礦場*

Luanshya 銅礦位於 Luanshya 市以西12公里處。於1997年前，Luanshya 銅礦由 ZCCM 擁有，其後於2004年由 ENYA 收購，成立盧安夏銅業。2009年6月，中國有色集團接管盧安夏銅業，投資50百萬美元，並更改公司名為中色盧安夏，其中80%的股權由中國有色集團擁有，另20%則由 ZCCM 持有。

Luanshya 銅礦的整個項目區由7個礦產區組成，即 Baluba 中部、Baluba 東部(南段及北段)、Muliashi 北部、Muliashi 南部、Roan 盆地延伸帶西部、Roan 盆地延伸帶東部及 Roan 盆地，其中 Baluba 東部(南段)尚未開發。

Baluba 中部採用地下開採法，已恢復生產。截至2009年底，每日生產硫化礦石1,500噸，而2010年及2011年，開採噸數分別為765,000噸及1.22百萬噸，預計2013年將保持產量1.5百萬噸。

Baluba 東礦北段、Muliashi 南礦及 Roan 盆地下層的硫化礦幾乎開採殆盡。Roan 盆地延伸帶西部及 Roan 盆地延伸帶東部下層仍有未開採硫化礦約20百萬噸。估計上述礦區曾採用分段崩落採礦法採礦，導致大面積地表沉降及上層氧化礦遭影響。因此，由於採空區現狀尚不明朗，開採生產上覆氧化礦存在安全隱患。此外，Muliashi 南礦場遭洪水淹沒，可能無法立刻恢復生產。中色盧安夏已暫停 Baluba 東部開採計劃，深採空區的現狀尚不明朗。

目前，中色盧安夏項目的氧化礦石主要來自 Muliashi 北部，其他地區的氧化礦石計劃用作備用資源，預計於採空區確定後方會開發。

於審閱設計文件、與礦場管理人員及工程師溝通以及現場考察後，SRK認為，Luanshya 項目區的探明硫化礦產資源有限，且開採條件及問題與 Chambishi 銅礦相似。因此，擴充潛力有限且採礦經營成本高昂。然而，Luanshya 項目區的上層氧化礦產資源豐富且埋藏較淺，因此，可露天開採且礦場經營成本極低。Muliashi 北部露天礦正進行覆岩層剝離，將成為中色盧安夏的主導營運礦。至於已完成開採深層硫化礦的礦區，仍會考慮上層氧化礦資源，將會對其進行經濟分析。當前的首要任務是核實採空區及塌陷狀況，並實施可行的補救方案，以釐定日後露天開採的條件。

## 7.2 採礦技術條件

### 7.2.1 岩土工程條件

#### *Chambishi 主礦、西礦及東南礦*

項目區位處高原，地形地貌簡單。半硬岩群為褶皺結構，賦存分佈廣且密度厚的輝長岩侵入體。風化區有蓄水層，構造裂縫上分佈有適度的含水層。由於岩體轉變成軟岩風蝕層，故岩土工程條件非常差。圍岩質量中等，但十分堅固。因此，褶皺上層的岩土工程條件複雜，而礦體下部與上盤及下盤岩石的岩土工程條件簡單。

Golder 在主礦床500米及400米處進行若干岩石力學測試與節理結構調查。此外，亦對海拔500米以下礦體及岩石的岩芯樣本的岩石質量進行評估並記錄岩芯地質，詳情如下：

Chambishi 主礦及西礦礦石與岩石的密度為2.59噸／立方米至2.71噸／立方米，平均密度為2.67噸／立方米，而 Chambishi 東南礦床的密度為2.60噸／立方米。

單軸抗壓強度：中心區為116兆帕，西區為168兆帕。

礦體及上盤岩石平均岩石質量指標為63(海拔500米以下，東區岩石質量指標較高，而中區及西區差異極大)。

根據礦石及岩石的岩性分析，主岩的平均單軸抗壓強度如下：

礦石與上盤岩石、下盤石英岩及花崗岩的平均單軸抗壓強度分別為80至100兆帕、100至120兆帕以及140至160兆帕。

SRK認為，地質調查的質量較低而礦床結構複雜，故不利礦場設計與技術管理。因此，有必要進行全面且有系統的地質調查以就礦場的開發及營運提供可靠參數。

#### *Luanshya Baluba 中礦及東礦與 Muliashi 礦場*

Luanshya 項目區的地層主要包括淺變質岩，古生代花崗岩基床上覆蓋複雜褶皺結構。

礦石及岩石的平均密度為2.67噸／立方米。SRK獲悉，一般而言，含礦板岩的單軸抗壓強度超過100兆帕。下層礦體含礦片岩的穩定性差，單軸抗壓強度約為500兆帕，而毗鄰下盤岩石的礫岩的單軸抗壓強度約為75兆帕。

項目區地質結構呈現層理、節理及劈理以及部分次裂的特徵。岩體變形受粉碎帶控制，容易造成坍塌、滑坡及轉化。此外，區域地下水為影響岩體穩定性的重要因素。

按單軸抗壓強度計算，Baluba 礦床的礦石及圍岩分類為中等硬度。就目前採礦深度而言，採場總體穩定，並無結構影響。岩石壓力可能引起局部坍塌。

與 Chambishi 銅礦相比，由於不穩定的性質，Baluba 項目區主礦床的穩定性不及 Chambishi 主礦床東區而與西區相似。

Muliashi 北區位於 Luanshya 銅礦項目區中部，礦床大多位於具褶皺結構的盆地。硫化礦物主要包括黃銅礦、斑銅礦及黃鐵礦。

項目區主要為褶皺結構，並無斷層。礦體及岩體的特徵包括沉積層理以及變質及構造結構。岩土工程條件明顯受變質影響，形成層理結構。

據記載，迄今為止並無進行地質調查，層理、節理及劈理狀況尚未確定。此外，主要組別的節理及裂隙面有待識別。因此，SRK認為，補充地質調查將為礦場開發及運營提供其他資料。



### 7.2.2 水文地質條件

#### *Chambishi* 主礦、西礦及東南礦

*Chambishi* 銅礦項目位於高原丘陵區，海拔為1,250米至1,325米。地勢平緩，梯度為2%至4%。雨季為11月至次年4月，氣候溫暖濕潤。五月至七月為涼爽季節，氣候乾燥涼爽。八月至十月為乾燥季節，溫度高。該項目區的年平均降水量為1,341毫米，記錄的最大降水量為2,687毫米。年平均蒸發量為2,072毫米。*Kafuai* 河為礦山附近的主要河流，位於項目區東北方向約10公里處。地下水供應充足，地下供水面積估計為67平方公里至83平方公里，降水滲透系數為0.1至0.15。

作為 *Chambishi* 礦床的兩大含水層，礦體孔隙度適中，而上盤雲石孔隙度較高。下盤花崗岩或片岩不透水。

地下水量見表7-1。

表7-1：Chambishi 項目區地下水量

湧水量	單位	主礦床	西礦床	東南礦床
正常 .....	立方米／天	28,000-30,000	15,000	18,000-24,000
最大 .....	立方米／天	36,624	28,000	30,000-40,000

地下水是影響過往採礦生產的重要因素。防水治水工作主要包括在礦床開發過程探水及排水，之後通過使用排水巷道及鑽孔，完成礦體及上盤白雲岩含水層預排水。

由於有大量水流及岩體不穩定，礦體及圍岩的開發難度大。由於採用崩落採礦法，採礦直接受限於上盤大量的水流。已對礦體及白雲岩含水層與下方下一水平(間隔100米)提前排水，結果證明該排水方法成功可行。

露天礦底部下方的西礦床及南礦床保留防水階段礦柱。礦柱頂寬約10米，頂部高程約1,098米。於露天作業緩停期間或維護期間，礦坑水通過管道排至地下礦場。於暴雨季節，採用浮動泵將水泵至地下礦場。每年從礦坑底部清除數百噸污泥，以控制水位，確保水泵正常運作。

#### *Luanshya Baluba* 中礦及東礦與 *Muliashi* 礦場

*Luanshya*項目所在地區地勢平緩，海拔為1,260米至1,285米。礦區屬亞熱帶氣候，與 *Chambishi* 項目所在地區類似。

燧石白雲岩含水層為 *Baluba* 項目區的主要含水層，位於礦體上盤。因此，必須先排水方可進行採礦作業。目前，主要生產區的地下水位已降至約600毫升，不再影響採礦生產。

地表水量見表7-2。

表7-2：Luanshya 項目區地下水量

地下湧水	單位	Baluba 中礦	Muliashi 北礦	Baluba 東礦
正常 .....	立方米／天	14,000	11,386	9,221
最大 .....	立方米／天	18,000	46,430	52,020

SRK獲悉，Luanshya 項目的水文地質數據有限。中色盧安夏接管該項目後，並無進行更多水文地質勘探工作。由於水文地質數據有限，排水及斜坡穩定性設計可能受影響。因此，SRK認為，須補充進行水文地質勘探，以獲取可靠數據開採上層氧化礦床。

### 7.3 礦床開發

#### 7.3.1 Chambishi 主礦、西礦及東南礦

中色非洲礦業擁有的 Chambishi 銅礦項目包括3個礦床，即主礦床、西礦床及東南礦床。於1978年前，主礦體初步進行露天開採，其後進行地下開採。西礦體於2010年7月完成地下開發，其後進行採礦生產調試。此外，東南礦床可行性研究亦已完成，於SRK現場考察當時，南通風井及主礦井已完成岩土工程鑽探。地下開發於2011年開始，採礦生產預計於2016年底開始。

#### *Chambishi 主礦開發*

Chambishi 的主礦體已進行多年地下開採，設有完備的開發系統。基於 ENFI 的設計，計劃重複使用原開發系統，即挖建3號下盤井的同時修建寬3.6米、高3.3米的斜巷道。礦石、工人及材料通過直徑6.5米的3號礦井吊裝，而位於坑底的6號平硐用於無軌設備通道。採礦作業於500米以上東區、500米以上西區及500米至900米中心區三個區域進行。通過內部放礦溜井，東區及西區礦石於500米水平裝入有托運軌道的礦車，然後倒入3號礦井旁的主放礦溜井。500米水平以下的礦石通過內部放礦溜井拉至700米主運輸水平，然後由軌道上的礦車轉運至3號礦井的礦石傾倒站。

700米水平初步用作卡車運輸水平，900米水平投產後，將另設一個主運輸水平。900米、700米及500米水平上的礦石運至920米處集中破碎站，然後提升至地面。

矸石用卡車運輸，沿中央坡道運往上層，然後倒入採空區。Chambishi主礦床開發系統的縱剖面見圖7-1，3號礦井井架見圖7-2。

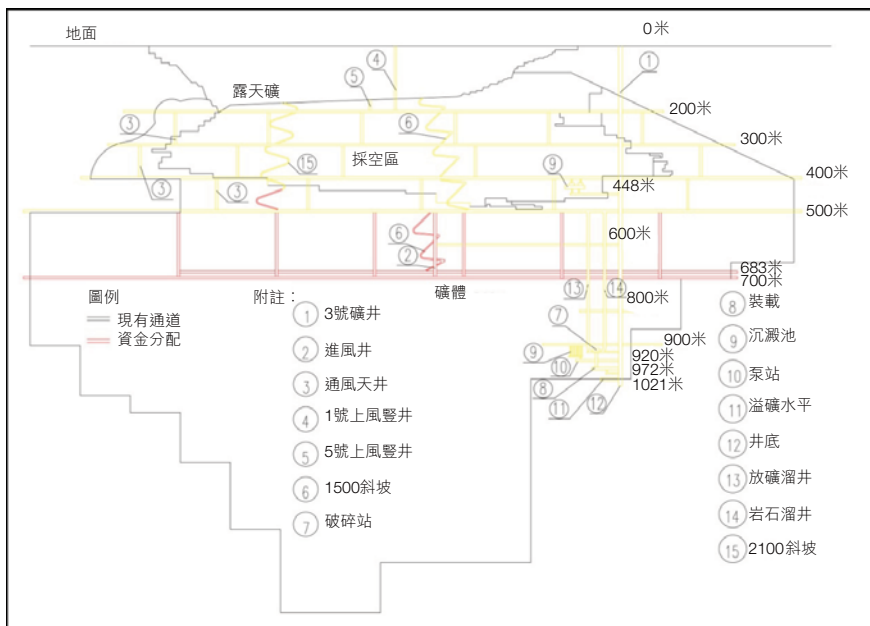


圖7-1：Chambishi 主礦開發系統(縱剖面)

SRK留意到，礦場開發的維護費用相對高昂。SRK亦發現，根據ENFI的設計方案，矸石不會提升至地面，而是會用作地下回填料。然而，實際生產中，每天約2,000噸矸石須提升至地面，消耗了3號礦井的部分提升能力，此乃該項目礦石吞吐量未達至設計能力的原因之一。



圖7-2：Chambishi 主礦3號礦井概貌

*Chambishi 西礦開發*

ENFI 於2007年完成的西礦床基本設計中，採用主坡道與中央副礦井相結合的開發方式，主坡道入口高174米，為原露天礦的勘探平硐。

主斜坡用作礦石、工人及材料運輸通道以及新鮮空氣進入通道。主斜坡的剖面寬4.0米，高3.6米，坡度12.5%，惟彎曲部分、緩坡帶及水平通道接口的坡度為5%。主斜坡的轉彎半徑為20米，已沿主坡道設置安全灣。

中央副礦井位於礦床下盤，深545米，淨直徑5.0米。提升系統使用帶衡重的3,600毫米×1,600毫米吊籠。副礦井已掘進至500米，用於吊裝工人及材料，亦用作新鮮空氣豎井。礦井設有供水管、排水管及電纜。

西回風井位於礦體下盤。礦井淨直徑3.7米，深221米。西回風井設有梯子間，用作第二個出口。

東回風井位於礦體下盤。礦井淨直徑3.7米，深207米，未設梯子間。

副礦井有三個分段，即100米、164米及300米分段。100米分段用作回風道，164米分段用作新鮮空氣通道、裝載礦石及收集採場回填的排水。300米分段用於勘探及預排水。

西礦體主斜坡入口見圖7-3，中央副礦井見圖7-4。



圖7-3：Chambishi 西礦主斜坡入口



圖7-4：Chambishi 西礦中央副礦井井架

SRK認為，無軌採礦可根據礦體賦存、礦體及圍岩穩定性以及大量進水等情況進一步從技術上論證。礦山開發、維護及安全管理亦須重新考慮。

#### *Chambishi 東南礦開發*

Chambishi 東南礦的勘探及開發尚未全部完成。已根據階段勘探結果估計控制及推斷資源，因此可依據控制資源制定採礦方案。2010年，中色非洲礦業委託瀋陽有色冶金設計研究院完成勘探及建設可行性研究。東南礦床分為北礦化帶及南礦化帶，分別由兩個礦體組成。北礦化帶由北部礦體組成，南礦化帶由南部礦體組成。基於概略礦石儲量情況，計劃於北礦體進行採礦生產。

主礦井及副礦井的橫斷面均為圓形。副礦井的淨直徑為7.2米，井頂高程為1,220米，深1,120米。使用單籠提升系統，吊籠規格為3米×5.18米。

主礦井的直徑為6.5米，使用雙箕斗提升系統。740米、940米及1,020米的水平高度用作軌道運輸水平高度，通過該等水平高度，礦石被移至主放礦溜井。在1,020米水平高度下方約53米處，有一個粗碎室。破碎的礦石拖入底部礦石裝載硐室，然後通過箕斗提升至地面。

部分矸石用於回填採空區，其餘矸石經破碎後提升至地面。

主礦井及副礦井亦用於進氣，而南北通風礦井用於排氣。

SRK實地考察時，Chambishi 東南礦體正進行加密鑽探，該過程由SRK駐現場的地質學家監督。SRK表示，待加密勘探完成及資源／儲量模式升級後，須就 Chambishi 東南礦床完成置信度較高的礦場設計。

### 7.3.2 Luanshya Baluba 中礦及東礦與 Muliashi 礦場

對於中色盧安夏擁有的Luanshya項目，SRK實地考察時僅Baluba中礦處於營運狀態。Muliashi北礦正進行覆岩層剝離，2011年12月開始採礦生產。Baluba東礦將推遲採礦。

#### *Baluba 中礦開發*

Baluba 中礦由中色盧安夏接管後，使用原開發系統，採用中央礦井與下盤坡道相結合的方式開發。B1及B2礦井沿礦床走向依次分佈。B1用於吊裝礦石及矸石，B2用於吊裝工人、材料及設備。中央斜坡向下延伸至580米水平高度，主要用於無軌設備通道。主運輸水平高度為480米及580米水平高度，間隔100米。礦石及矸石倒入放礦溜井，然後在主運輸水平高度裝入礦車，轉移至B1礦井附近的傾倒站，最後粗碎及吊裝至地表。

通風系統為兩翼中央對角式。新鮮空氣通過B1及B2礦井以及中央斜坡流入工作面。B4礦井用於西部及中部礦區回流空氣，B5礦井用於東部礦區回流空氣。B1及B2礦井井架見圖7-5，Baluba 中礦開發系統平面圖見圖7-6。



圖7-5：Baluba 中礦B1及B2礦井井架概貌



總體礦坑為不規則條狀形，呈東西走向。1號、2號及3號礦坑由東至西依次分佈，坑底標高分別為1,205米、1,115米及1,085米。三號礦坑的斜坡最高，為180米，而東部斜坡較低，最高79米。最終礦坑平面圖見圖7-7。

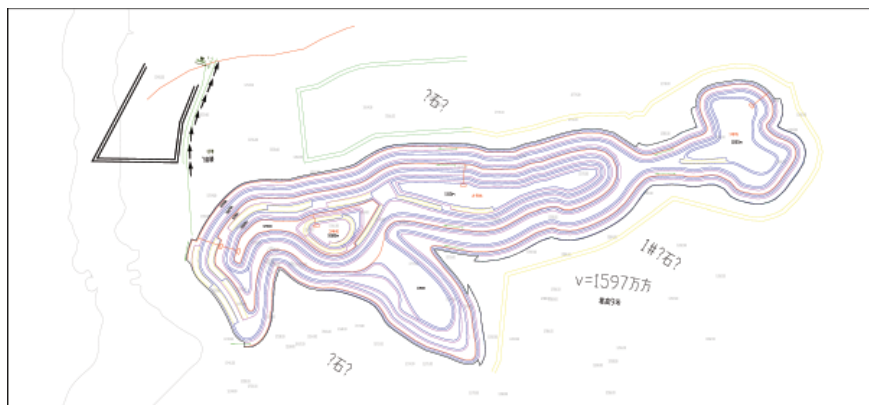


圖7-7：Mulishi 北區露天礦設計平面圖

礦床將按傳統的露天採礦開發方法開發，通過公路卡車運輸。

SRK認為，礦坑須動態設計，同時考慮經濟及技術優化因素。

#### 7.4 採礦法

##### 7.4.1 Chambishi 主礦體

按照礦體賦存、厚度以及礦石及圍岩強度，ENFI 於主礦體礦場設計提出，不同礦區使用不同的開採方法，其中兩個包含三個礦區的部分劃分為開採區。

第一部分指500米水平以上的礦區，又分為西礦區及東礦區。西礦區將自上而下開採，東礦區則將自下而上開採。

第二部分指500米水平至900米水平的礦區。採礦將首先於700米水平進行，使用上向回採法。於全面投產的4至5年，須開始開發900米水平及相關運輸水平。屆時，900米水平及700米水平將同時進行生產。900米水平亦採用自下而上回採法。

所用採礦法包括分段崩落採礦法、分段空場採礦法、充填採礦法及回填分段空場採礦法。該等採礦法分別適用於：

- 分段崩落採礦法：500米水平以上礦體西部褶皺區；
- 分段空場採礦法：500米水平至700米水平礦體西部非褶皺區；
- 充填採礦法：500米水平以上東礦區以及500米水平至700米水平位於勘探線1950號以西的部分礦體；及
- 回填分段空場採礦法：500米水平至900米水平礦體，不包括使用充填採礦法的部分。



設計的平均採礦貧化率為25%，設計的平均礦石損耗率為25%。實際開採中，上述所有採礦方法均存在不足之處，造成礦石損耗及採礦貧化率超出採礦基準上限，採礦生產效率亦受影響。2010年及2011年，礦場實際礦石損耗率及採礦貧化率為38%及30%。2010年及2011年，分別開採約1.2881百萬噸及1.0283百萬噸礦石。

礦石開發隧道不穩定，因此，很少使用分段空場採礦法。充填採礦法及回填分段空場採礦法效率較低而成本較高，亦很少應用。目前，最常用的方法是分段崩落採礦法，佔全部採礦法的77.56%。基於礦體傾角及厚度，分段崩落採礦法又分為低層分段崩落採礦法及高層分段崩落採礦法，分段高度分別為8米至10米及16米至20米。圖7-8為低層分段崩落採礦法示意圖。

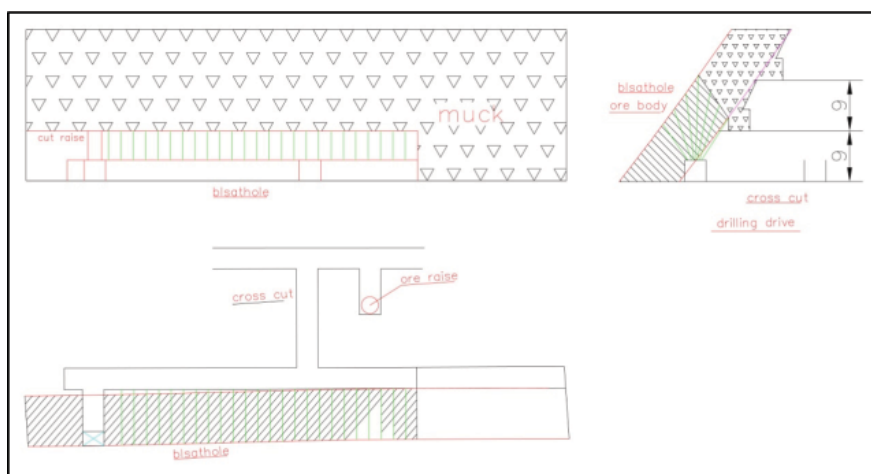


圖7-8：Chambishi 主礦體低層分段崩落採礦法示意圖

礦塊沿礦體橫向對齊，長約150米，分段高度為10米。橫斷面間距為10米，橫斷面寬3.6米，高3.3米。

採場生產鑽探使用 Simba H1354鑽機，巷道鑽探使用 Boomer 281單臂液壓鑽車。

鉍油炸藥用於爆破，用炸藥裝載卡車裝滿，並使用非電起爆法。

礦石及矸石用鏟鬥容量5.6立方米的ST1000鏟運機裝載及運輸。

中色非洲礦業工程師表示，雖然分段崩落採礦法的回採效率高於充填採礦法，但由於以下原因，礦石損耗率及採礦貧化率亦較高：

- 下盤鑽探巷道易發生岩爆現象；及
- 礦體與上盤岩或下盤岩之邊界附近的礦石無法有效回採

SRK認為，當前開採計劃對應的礦石損耗率及採礦貧化率高於所用採礦方法通常所對應者。由於採用無軌採礦，巷道橫斷面的寬度與高度須分別大於3.2米與3.0米，導致頂部岩石受壓

坍塌。SRK注意到，在ENFI的設計中，並不計劃將矸石提升至地面，而是會將其用作地下回填料。實際生產過程中，約2,000噸／年矸石須提升至地面，消耗了3號礦井的部分提升能力。此外，倒入放礦溜井的矸石會拉高貧化率。

總而言之，SRK認為，須根據關於採礦貧化率的技術論據重新考慮當前使用的分段崩落採礦法。因此，另須進行採礦法研究，以確定更為合適的採礦法。由於經全面權衡研究後認為下向充填採礦法及下向進路式充填採礦法可能產生正面結果(包括提高效率及收入、降低運營成本、礦石損耗及採礦貧化)，SRK建議在選用採礦法時考慮下向充填採礦法及下向進路式充填採礦法。

#### 7.4.2 Chambishi 西礦體

ENFI 於2008年進行西礦體基本設計，認為礦體、圍岩及礦體強度以及地下水為影響採礦法選用的主要因素。研究的結論是為確保採礦作業，礦體含水層須於採礦前排幹。

西礦體傾斜且厚度適中。礦體強度適中，但上盤圍岩的強度較低。因此，該礦體採用充填採礦法、點柱式充填採礦法及進路式充填採礦法，使用採場回填代替水砂充填。

西礦體於2010年投產後，150米平巷的10號、11號及12號採場已測試使用進路式充填採礦法。

- 巷道橫斷面：寬4米，高4米；
- 岩片高度：4米；
- 鑽孔：Simba 281鑽車；
- 鏟運機型：ST 1010

圖7-9為 Chambishi 西礦體進路式充填採礦法示意圖。

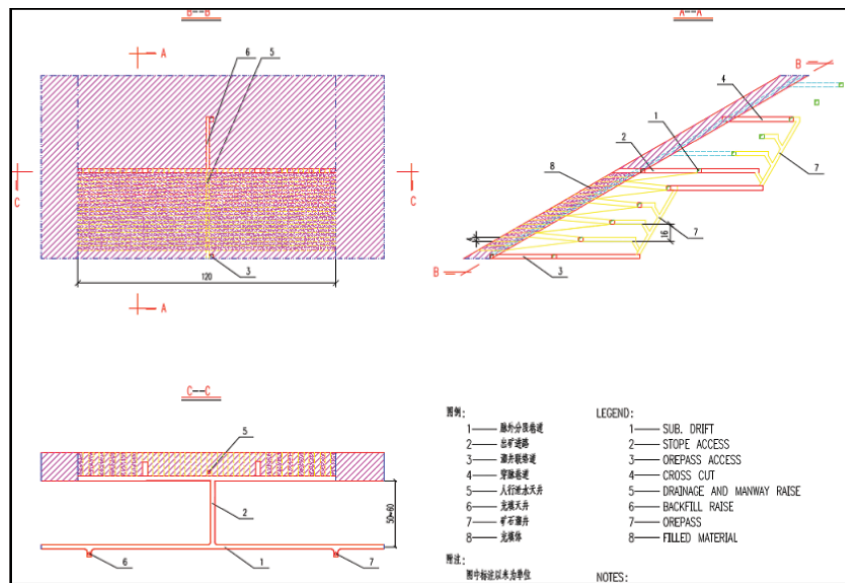


圖7-9：Chambishi 西礦體進路式充填採礦法示意圖

據SRK現場考察時觀察，前15個採場均完成試開採但需回填，以繼續進行上向採礦。然而，可持續生產的可能瓶頸來自回填系統，包括水砂充填及矽石充填。為達至設計生產能力，礦場必須解決水力抽砂泥漿泵造成的問題，並確保矽石質量。

採用上述方法的設計採礦損耗率及採礦貧化率為25%。基於2010年及2011年實際開採紀錄，採礦損耗率及採礦貧化率分別為38%及30%。2010年及2011年，分別開採約0.5百萬噸及487,123噸礦石。

### 7.4.3 Chambishi 東南礦體

東南礦體由0號勘探線劃分為南北兩個礦體，均以最低品位不低於0.8%銅總量劃定礦體。於2010年12月，瀋陽有色冶金設計研究院就北礦體進行「Chambishi 礦場東南礦體可行性研究」。

基於北礦體賦存及採礦技術條件，瀋陽有色冶金設計研究院提出四種開採N1礦體的採礦法，包括回填分段空場採礦法、回填房柱採礦法、點柱式充填採礦法及上向進路式充填採礦法。各採礦方法的適用條件詳見表7-4。

設計採礦損耗率及採礦貧化率分別為15.58%及17.38%。

表7-4：Chambishi 東南礦各開採方法的適用條件

開採法	礦體傾角	穩定性		厚度
		礦體	上盤岩	
回填分段空場採礦法	>15°	穩定	穩定	<10米
點柱式充填採礦法	無限制	穩定	不穩定	>10米
回填房柱採礦法	<15°	穩定	穩定	<7米
上向進路式充填採礦法	無限制	穩定	不穩定	>2米

SRK建議在東南礦體進行更多地質勘探，為日後礦場設計及規劃提供更完善的資料依據，盡量減低投資風險。

### 7.4.4 Baluba 中礦

1973年地下投產以來，Baluba中礦已使用充填採礦法、進路式充填採礦法、點柱式充填採礦法、分段崩落採礦法及分段空場採礦法等多種採礦法。2006年前，分段空場採礦法為 Baluba 礦場的主要採礦方法。盧安夏銅業經營後期回填系統效率欠佳，其他採礦方法更受歡迎，其中分段崩落採礦法最受歡迎。

重開時礦場設計建議採用分段空場採礦法(對於陡傾厚礦體)及分段崩落採礦法(對於傾角中等的礦體)。此兩種礦體為Baluba的主要礦體。

除分段高度為10米外，Baluba 中礦使用的分段崩落採礦法與 Chambishi 主礦體所用採礦法相似。圖7-10為無底柱分段崩落採礦法示意圖。

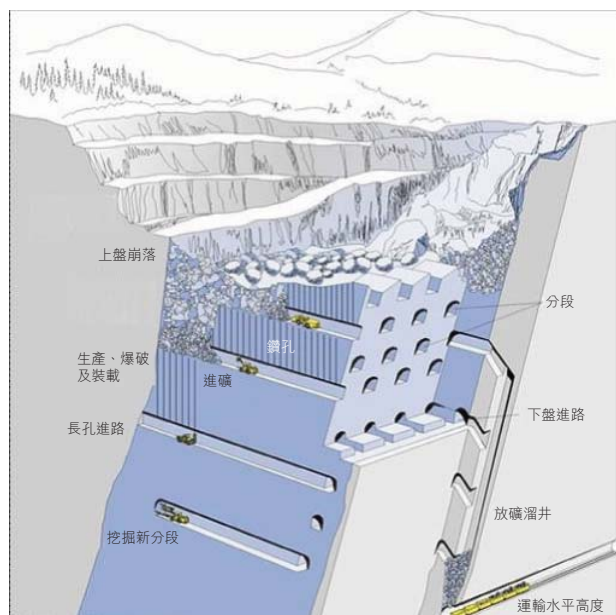


圖7-10：Baluba 中礦無底柱分段崩落採礦法示意圖

SRK留意到，Baluba 礦體裂縫發育良好，下盤岩石薄弱，導致礦石損耗率及採礦貧化率高於該採礦方法通常所對應者。2010年及2011年，實際礦石損耗率為40%，採礦貧化率為38%。SRK認為，對於此類薄弱礦體及下盤岩石，分段崩落採礦法在技術上不可行。因此，須檢查可選採礦技術及確定上盤的開發潛能。

#### 7.4.5 Muliashi 北礦及 Baluba 東部露天礦

瑞林制定的 Muliashi 北礦及 Baluba 東礦基本設計方案採用露天採礦法，選用以下參數。

- 鑽探：直徑250毫米鑽機；
- 爆破：乳化及非電起爆；
- 裝載：11立方米液壓挖掘機；及
- 運輸：91噸位卡車。

Muliashi 北礦的設計採礦回採率及採礦貧化率分別為97%及3%，Baluba 東礦則分別為95%及5%。Muliashi 北礦的設計剝採比為3.44，Baluba 東礦則為4.04。圖7-11為 Muliashi 西北露天礦廢料裝運圖。



圖7-11：Muliashi 西北露天礦廢料裝運概覽

Muliashi 北部露天礦於2011年12月開始採礦。SRK認為，瑞林的礦場設計可行，惟可優化設備大小及車隊。此外，基本設計須提出可選開採法，以便進行採礦作業。

### 7.5 採礦計劃

#### 7.5.1 採礦工作時間表、生產規模及採礦年限

中色非洲礦業及中色盧安夏礦場的工作時間表均為每年330個工作日，每日三班倒，每班工作八個小時。

SRK認為，地下礦場的礦場計劃合理，惟考慮到11月至4月為雨季，露天礦難以實現目標工作日，因此，300天／年更合理。

中色非洲礦業及中色盧安夏所有礦場於2011年的開採噸數、生產規模及採礦年限見表7-5。採礦年限(以年計)基於項目的礦場設計而定，反映設計礦場總年期。

表7-5：中色非洲礦業與中色盧安夏各礦場的產能及年限

公司	礦場	設計產能 (百萬噸／年)	2011年產量 (百萬噸)	採礦年限 (年)	備註
中色 非洲礦業	Chambishi 主礦 . . . . .	2.145	1.028	13	於2003年 重新投產
	Chambishi 西礦 . . . . .	0.99	0.487	25	於2010年投產
	Chambishi 東南礦 . . . . .	3.3		20	預計於2016年 投產
中色 盧安夏	Baluba 中礦 . . . . .	1.5	1.224	13	於2010年 重新投產
	Muliashi 北礦 . . . . .	4.5		12.5	於2011年12月 投產
	Baluba 東礦 . . . . .	0.9		7	預計於2017年 投產

就礦場設計而言，考慮到礦體形態、賦存、岩土工程及水文地質條件，SRK認為建議礦場生產率可能會下降。因此，採礦年限可能會延長。

SRK獲悉，預期 Muliashi 項目會於首六年先開採 Muliashi 北礦，然後再開採 Baluba 東礦。

## 7.5.2 採礦計劃

中色非洲礦業及中色盧安夏均設有2012年至2016年五年採礦計劃(見第11章)。東南礦體計劃於2016年後投產。Muliashi 北礦於2011年12月投產，預計Baluba 東礦於2017年(較 Muliashi 北礦遲6年)投產。SRK認為，如無嚴重干擾或突發事件，中色非洲礦業及中色盧安夏預計的生產目標可實現。

## 8 選礦評估

### 8.1 中色非洲礦業 — Chambishi 選礦廠

#### 8.1.1 簡介

中色非洲礦業擁有位於贊比亞 Copperbelt 省的 Chambishi 主礦、西礦及東南礦，以及一間加工廠(「Chambishi 選礦廠」)。目前，Chambishi 主礦及西礦正在運營，Chambishi 東南礦正在

建設及勘探。Chambishi 選礦廠處理 Chambishi 主礦及西礦的礦石，設計日產能為6,500噸。該廠加工處理硫化礦石及／或硫化一氧化(氧化率低於20%)混合礦石。氧化率高於20%的氧化及混合礦石則轉移至謙比希濕法冶煉加工處理。銅精礦產品其後售予謙比希銅冶煉。

Chambishi 銅選礦廠於1965年開始運作，最初採用槽浸法加工處理露天礦及地下礦的氧化及混合礦石。自1978年起，浮選法取代槽浸法生產銅精礦，選礦能力達6,500噸／天。於1987年8月，Chambishi 選礦廠關閉及停產。中色非洲礦業於1998年9月接管 Chambishi 銅礦。於2000年4月，ENFI完成 *Chambishi 銅礦恢復建設之初步施工設計方案*，已就主礦體採礦及加工進行大規模技術改進及提升。Chambishi 銅礦於2000年7月開始恢復建設，已於2003年7月竣工並投入運行。恢復後，加工能力達6,500噸／日(2,150,000噸／年)。SRK獲悉，Chambishi 選礦廠順利恢復生產，選礦技術參數改進，設備更新且工藝流程優化。

2010年，ENFI 編製 *Chambishi 銅礦西礦體可行性研究報告*。西礦體的設計採礦能力為3,000噸／日(990,000噸／年)。對於主礦體，亦採用浮選法加工處理硫化礦石及生產銅精礦。目前，西礦體的礦石亦轉運至 Chambishi 選礦廠處理。圖8-1為 Chambishi 選礦廠概覽(謙比希濕法冶煉的礦石浸堆位於輸送帶左側)。

2010年，瀋陽有色冶金設計研究院編製 *Chambishi 銅礦東南礦體勘探及建設可行性研究報告*。東南礦體的設計採礦能力為10,000噸／日(3,300,000噸／年)。計劃興建產能為10,000噸／日的新加工廠，與主礦體及西礦體相似，預期採用浮選法加工處理硫化礦石及生產銅精礦。Chambishi 東南選礦廠預計於2016年投入運作，所產銅精礦將售予謙比希銅冶煉。



圖8-1：Chambishi 選礦廠概覽

8.1.2 加工流程

圖8-2為 Chambishi 選礦廠流程圖，可分為礦石破碎、研磨、浮選及脫水四個步驟，概述如下。

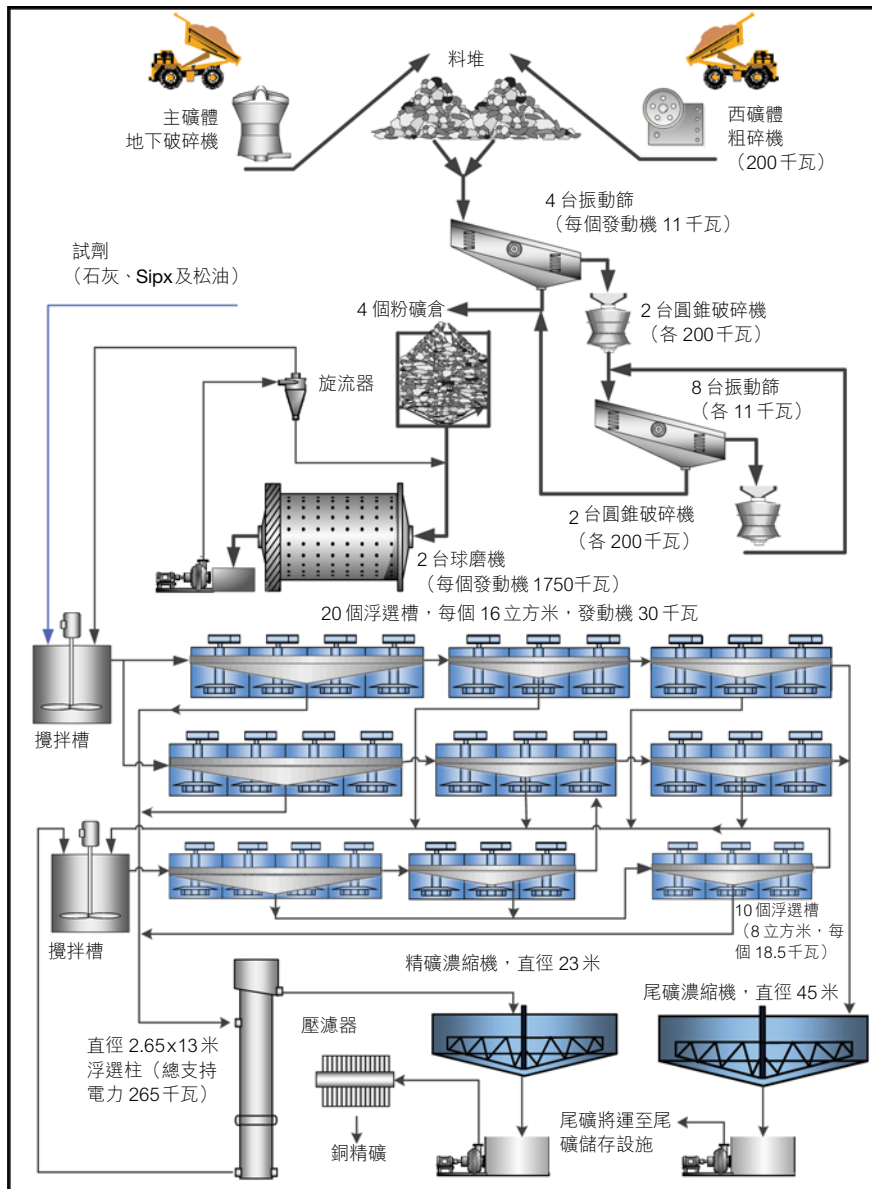


圖8-2：銅回收流程圖

礦石準備 — 破碎

礦石經單閉路預篩選，分三階段粉碎至粒度小於14毫米。目前，主要進料為主礦體及西礦體的硫化礦石。主礦體地下安裝旋轉式破碎機，粉碎礦石至粒度小於220毫米。粉碎礦石將提升至地面，再通過長1.8米的帶式運送機轉運至選礦廠原礦石堆。西礦體礦石用卡車運至選礦廠破碎站進行粗碎，然後亦通過帶式運送機運至原礦石堆，再轉運至四台振動篩進行



預篩選。粒度大於14毫米的礦石輸送至圓錐破碎機，然後轉運至8台振動篩進行篩選檢查。粒度大於14毫米的礦石第三次送入圓錐破碎機。粉碎礦石返回至振動篩再進行篩選檢查，形成閉路，粒度可控制在14毫米以下。通過兩套振動篩的礦石(粒度小於14毫米)將轉運至四個粉礦倉儲存。

### 磨礦

採用單閉路研磨經粉碎的礦石，直至80%的礦石粒度小於74微米(即80%的礦粒能漏出200目的格篩)，然後進行浮選。振動給料機將細礦倉內的礦石均勻運至球磨機，經球磨機磨碎的礦石泵至一組旋流器分級。下溢回流進行再加工，溢流進行浮選。磨礦分級迴路包括兩個並聯磨機，每個球磨機的直徑為4.27米，長度為6.1米，使用1750千瓦的電動機。旋流器組包括六台旋流器，旋流器的直徑為500毫米。

### 浮選

浮選系統採用粗選—掃選結合的中礦集中浮選開路。旋流器溢出的精礦含銅33%，其中80%的粒度小於74微米。浮選試劑混合加入攪拌桶，然後，串聯浮選槽將銅礦物與脈石礦物分離，生成粗精礦及尾礦。該浮選系統包括1個粗選單元及2個掃選單元。中礦中央處理迴路包括1個粗選單元、1個掃選單元及1個精選單元。粗選及中礦集中浮選所產粗精礦輸送至浮選柱(直徑2.65米、高13米)進行精選。圖8-3為 Chambishi 選礦廠的浮選區概況圖。



圖8-3：Chambishi 選礦廠的浮選區

### 脫水

銅精礦用直徑23米的濃縮機濃縮至65-70%濃度的固體後送入框式壓濾器，水分含量可減至低於10.5%，生產的最終銅精礦售予謙比希銅冶煉。浮選產生的尾礦用直徑48米的濃縮機濃縮至45%濃度的固體後泵入尾礦儲存設施，或泵往填充及攪拌站進行粗顆粒分類並用作

地下開採填充材料。該兩台濃縮機的溢出物流入直徑76米的水箱(報廢的舊濃縮機)。回收的水連同備用淡水泵回選礦廠。

### 8.1.3 尾礦儲存設施

Chambishi 選礦廠的尾礦儲存設施位於 Musakashi 河谷，與選礦廠相距7公里。尾礦儲存設施原由英國公司WLP於1989年設計，為紅土建成的土石排滲壩，高15米，儲存容量為3.1百萬立方米。中色非洲礦業接管時，儲存容量幾近用完。中色非洲礦業根據 ENFI 的設計重建尾礦儲存設施，加固及加高壩牆後，儲存容量擴至4.73百萬立方米，經擴容的尾礦儲存設施已於2010年底滿容。2010年5月，中色非洲礦業再次加高及加固尾礦壩牆，儲存容量增至5.73百萬立方米，按目前生產率計算可多應付5年。考慮到部分粗尾礦用作地下填充物料(估計消耗量佔尾礦總量52%)，尾礦儲存設施可用年期可延長至8.5年。圖8-4為 Musakashi 尾礦儲存設施的概況圖，該設施狀況良好並配備完善的排水及防洪系統。

倘尾礦儲存設施儲存量於2018年用完，則計劃於2018年4月在距離現尾礦儲存設施2公里處的下流地點，增建尾礦儲存設施。



圖8-4：Chambishi 尾礦儲存設施概覽

### 8.1.4 生產紀錄及技術參數

表8-1載列中色非洲礦業於2008年至2011年的礦物加工生產紀錄及技術參數。數據表明，中色非洲礦業已取得高銅精礦品位及銅回採率。銅精礦亦含有金及銀，品位分別為2克／噸及80克／噸，中色非洲礦業將因此獲得付款。銅精礦亦含鈹1,000克／噸，視為減價元素。SRK留意到，礦石處理量遠低於設計年產能2,150,000噸。氧化礦比例及粘土含量高導致銅品位及回採率較低。SRK認為，隨着西礦體的進一步開採，氧化礦比例及粘土含量將減少，銅回採率將上升。然而，由於黃銅礦為西礦體的主要銅礦物，因此，隨着西礦體與東南礦體的進一步開採，銅精礦的銅品位將下降。

表8-1：2008年至2011年 Chambishi 選礦廠的產品技術指標

條目	單位	2008年	2009年	2010年	2011年
處理礦石量.....	噸	1,450,916	1,358,682	1,330,539	1,569,187
礦石品位.....	銅%	1.87	1.81	1.75	1.67
精礦.....	噸	58,189	53,341	50,325	61,119
處理礦石量／精礦.....	噸／噸	24.93	25.47	26.44	25.67
精礦品位.....	銅%	44.68	44.06	43.78	38.03
精礦含銅金屬.....	噸	26,001	23,502	22,030	23,247
銅回收率.....	銅%	95.83	95.57	94.61	88.69

### 8.1.5 物料損耗及生產成本

中色非洲礦業的 Chambishi 選礦廠的試劑使用系統較簡單。加工一噸原礦石需使用229克石灰(作酸鹼調節劑)、14克鈉異丙酯(鈉異丙基黃藥, Sipx)(作捕收劑)、18克萘烯油(2號油)(作發泡劑)及690克鋼球。試劑用量極小,因此,生產成本保持較低水平。Chambishi 選礦廠近三年的營運成本於第11章討論。

### 8.1.6 Chambishi 東南選礦廠

設計選礦能力為10,000噸／天(3,300,000噸／年),採用先進的半自磨(SAG)工序。用於加工硫化礦石及生產銅精礦的浮選方法與 Chambishi 選礦廠所用方法相同。Chambishi 東南選礦廠的設計技術指標載於表8-2。按照本公司計劃,該廠將於2016年投產,且預計2016年銅精礦的半年產量為29,500噸。預計經營成本為每噸礦石56.31美元。SRK認為設計回收率合理,但即使不考慮通脹,設計經營成本仍相對低於 Chambishi 選礦廠。

表8-2：Chambishi 東南選礦廠技術指標

條目	單位	產能
選礦能力.....	百萬噸／年	3.3
精礦吞吐量.....	噸	261,030
處理礦石量／精礦.....	噸／噸	12.64
原礦品位.....	銅%	2.02
	鈷%	0.104
精礦品位.....	銅%	24.00
	鈷%	0.60
回收率.....	銅%	93.98
	鈷%	45.63
含銅量.....	噸	62,647
含鈷量.....	噸	1,566

### 8.1.7 結論及建議

Chambishi 主礦體礦石所含銅礦物主要為斑銅礦( $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$ , 銅63.44%),其次為輝銅礦( $\text{Cu}_2\text{S}$ , 銅79.8%)及少量黃銅礦( $\text{CuFeS}_2$ , 銅34.6%)。西礦體銅礦物主要為黃銅礦,其次為輝銅礦及少量斑銅礦。東南礦體的礦物與西礦體相似,主要為黃銅礦。該等礦物均具良好

的可浮選性，浮選回採率相對較高。由於不同礦物的含銅量不同，故不同礦體的銅精礦品位亦不同。主礦體的銅精礦品位最高。

西礦體的礦石氧化程度為10-15%，粘土礦物含量高。因此，銅精礦品位及回採率均下降，而生產紀錄一般令人滿意。SRK認為，隨着西礦體的進一步開採，氧化程度及粘土含量將下降，銅精礦回採率將上升。

Chambishi 選礦廠已由舊選礦廠成功改建。設備經升級，工藝流程已優化。由於原料礦石供不應求，實際加工產能仍遠低於年設計產能2,150,000噸。

通往 Chambishi 選礦廠的道路狀況總體良好，水電供應設備齊全，機械維修及實驗室測試亦表現良好，選礦廠可滿足加工中色非洲礦業三個礦體所產硫化礦的要求。

## 8.2 謙比希濕法冶煉 — Chambishi 濕法廠

### 8.2.1 簡介

謙比希濕法冶煉 Chambishi 濕法廠礦產資源來自 Chambishi 礦區氧化礦石的大量剝離矽石、堆浸尾礦及浮選尾礦。

謙比希濕法冶煉 Chambishi 濕法廠已於2004年3月進行硫酸浸出測試。表8-3所載結果顯示，可結合使用攪拌浸出及堆浸的方法加工 Chambishi 西礦區的剩餘含銅礦渣。

表8-3：濕法測試結果

資源類型	濕法	條件	浸出率
剝離矽石.....	柱浸	-25毫米，30天	65%
		-80毫米，30天	53%
堆浸尾礦.....	柱浸	-25毫米，10天	90%
浮選尾礦.....	攪拌浸出	2小時	75%

為充分利用剩餘的廢銅礦產資源，山西中條山工程設計研究有限公司獲委託設計濕法冶銅。該項目採用浸出(攪拌浸出+堆浸)—萃取—電積法工藝生產電解銅。項目設計年產能為5,000噸。該項目於2004年11月啟動，建設過程實際生產規模擴至8,000噸/年。此外，Chambishi 硫酸廠亦於2006年6月30日建成並試產，為銅濕法冶煉提供浸出試劑硫酸。於2006年12月31日，試產完成，生產1,503噸電解銅。濕法冶煉廠仍正常運行，惟由於謙比希銅冶煉投產(謙比希銅冶煉亦擁有硫酸廠)，Chambishi 硫酸廠已停產。

Chambishi 及其周邊地區以及剛果(金)境內蘊藏豐富的低品位含銅尾礦資源。謙比希濕法冶煉擁有或現時通過多種途徑獲取該等資源。中國研究機構亦獲委託研究合理經濟使用該

等低品位資源的方法。微生物氧化浸出及其他方法亦屬研究範圍。謙比希濕法冶煉計劃於2015年前逐步實現電解銅年產量30,000噸、精礦含銅量2,000噸／年及鈷鹽含鈷量2,000噸／年的生產目標。建議 Chambishi 選礦廠達致加工產能1,000噸／天、剛果(金)CNMC Huachin (Congo) 濕法廠年產10,000噸銅、Kakoso 濕法冶銅年產能達致3,000噸、提高剛果(金)其他新購礦場的產能與尾礦的利用率，以實現上述目標。

### 8.2.2 濕法冶煉法

圖8-5展示濕法煉銅的操作原理，包括循環使用噴灑浸出液，萃取有機相及電解液。Chambishi 濕法煉銅採用的加工方法如圖8-6所示，包括尾礦攪拌浸出、氧化礦堆浸、浸出液以及電積法。預計可生產出含銅量99.95%的電解銅。簡述如下：

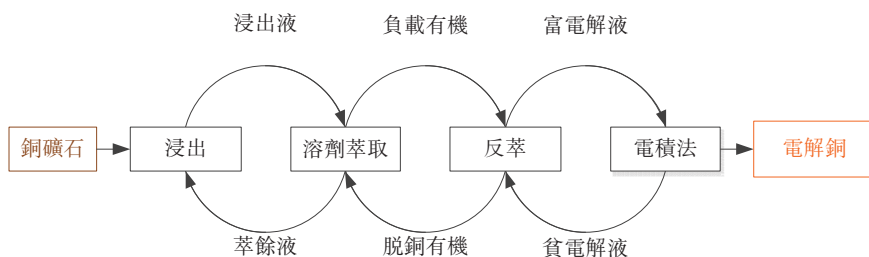


圖8-5：濕法煉銅操作原則

#### 尾礦攪拌浸出

舊尾礦利用卡車運往攪拌浸出廠附近的地點。萃取銅後剩餘的溶液利用高壓水槍灑在尾礦上，然後運至泥漿槽。泥漿固體濃度須控制在25%左右，然後泵至攪拌浸出槽(直徑為6米，高6米)加入硫酸。四個槽作為一組並連，全部浸出工序歷時4個小時，之後固體銅礦轉變成硫酸銅溶液。浸出後，將泥漿泵往直徑為20米的濃縮機，進行固液分離。溢出物為含銅溶液，將轉運至沉積槽再次淨化，然後泵至萃取廠。沉積物固體濃度為60%。採用三個直徑為20米的濃縮機繼續進行逆流式沖洗，洗出的含銅溶液亦會運至沉積槽進行淨化再泵至萃取廠。第三個濃縮機的沉積物為浸出尾礦，將泵至尾礦儲存設施儲存。圖8-7為攪拌浸出廠的概覽。

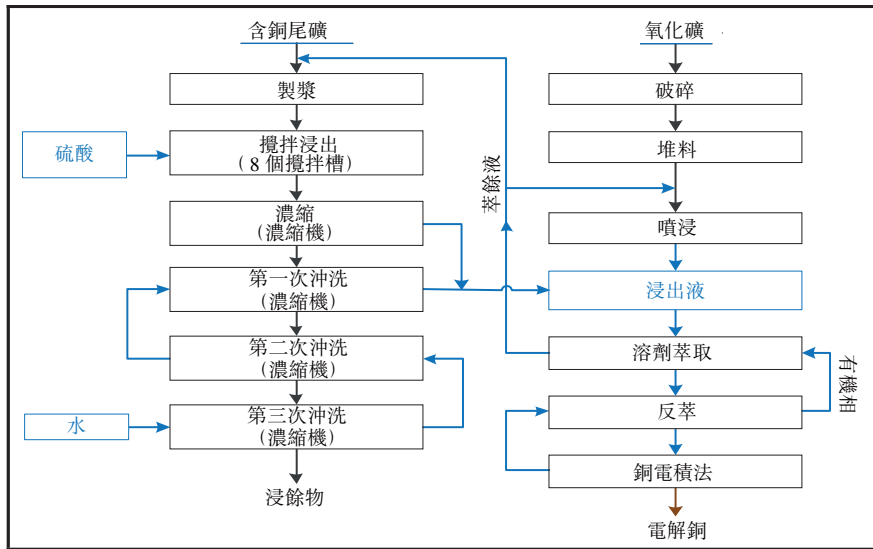


圖8-6：回收銅的濕法治煉流程

濕法廠日加工產能為1,500噸礦石。為提高銅產量，謙比希濕法治煉對外採購部分鹼式碳酸銅及高品位氧化礦。高品位氧化礦含有若干難以浸出的硫化銅。建議日加工產能為100噸的小型選礦廠採用破碎—研磨—浮選工序回收該類硫化銅，故此可產出少量精礦並售予謙比希銅冶煉。尾礦將泵至攪拌浸出迴路。



圖8-7：攪拌浸出廠概覽

氧化礦堆浸

堆浸場十分靠近 Chambishi 選礦廠，有一個傾向一側的斜坡(3%至5%)，經平整及壓實後會鋪上一層厚1.5毫米的高密度聚乙烯膜，防止浸出液滲漏。採用顎式破碎機將氧化礦破碎至小於50毫米的細粒，然後送往堆浸場堆積。建堆後會在堆頂安裝液體泵送管網及分配噴嘴以噴灑萃取廠的萃餘液。當溶液從堆頂流向堆底，餘液中的硫酸會與銅礦發生反應，生

成可溶解的硫化銅，而硫化銅會以溶液形式從堆場滲出。堆場下側建有液體儲存容器及防洪池，由厚1.5毫米的高密度聚乙烯膜構成，以防止滲漏。液體儲存容器容納並儲存含銅溶液，沉積及淨化後會將含銅溶液運至萃取廠。

會逐層或按序列逐個建堆。單個單層堆場的浸出週期為90天，之後，會在堆頂再建一層2至3米高的堆層並噴灑含硫酸的浸出液。浸出或會持續數年。然而，後期浸出液的銅含量無法符合萃取的規定，因此，會在此類浸出液中再加入硫酸，用作新的堆浸沖洗液。完成浸出時，可直接在堆場儲存尾礦。如圖8-7所示，圖片左側以輸送帶通廊密封的部分為用於浸出的礦堆。

### 銅萃取

攪拌浸出與堆浸法浸出的一升溶液中含4至6克銅。浸出液的pH值為1.8至2。經過萃取廠兩個階段的萃取工序及一個階段的反萃取／回收工序，每升溶液銅含量增至40克至50克（「克／升」），各種雜質則留於溶液中。

含銅溶液最後泵至電解法廠生產純銅金屬。使用Lix984及Kerosene 260號萃取劑作為稀釋液。有機相的濃度控制在15%至17%。試劑會與浸出液混合，故此浸出液（水相）的銅離子可進入有機相。之後，水相會在淨化槽中與負載有機相分離。經過一個階段回收後，水相的含銅量將低於0.1克／升，pH值將介乎0.8至1.5。用油萃取出剩餘的有機物質後，會再次浸析萃餘液。負載有機相的銅含量將為8克／升。負載有機相與貧電解液混合，而貧電解液的成份為：30至35克／升銅以及170至180克／升硫酸。回收後，富銅溶液的銅及硫酸含量分別介乎40至45克／升與150至160克／升，溶液除油後將運往電解法廠生產電解銅。萃取後，回收有機相會用於萃取作業。

### 銅電解法（銅電積法）

富銅溶液以計量泵計量，均勻泵至54個平行的電解槽。接通直流電後，陰極板發生還原反應，銅離子獲得電子成為金屬銅。陽極採用鉛銀鈣鋁四元合金材料。為防止腐蝕及提高電流效率，在合金材料中加入微量硫酸鈷。採用1000毫米×900毫米不銹鋼板作為陰極材料，每24個小時提離溶液以分離出陰極銅，之後會用作其他陰極的起始板並經過7天的電解後從電解槽取出，然後，浸於80°C的熱水中沖洗。晾乾後將生產出陰極銅產品，銅含量可控制在99.95%以上。電流密度為200至220安／平方米，電解槽電壓為1.8至2.4伏。為將電解液中的鐵離子含量維持在低於3克／升並確保陰極銅的質量，部分貧電解液重返開路進行萃取。圖8-8為電解法廠圖片，右下角為陰極起始板。



圖8-8：銅電解法廠

### 8.2.3 尾礦儲存設施

謙比希濕法冶煉的尾礦儲存設施靠近攪拌浸出廠與小型浸出尾礦堆，屬地面尾礦池，四周採用舊尾礦與矽石建成水壩。地面鋪設一層1.5毫米厚的高密度聚乙烯膜，防止洩漏。尾礦池已使用五年，面積逐漸拓寬至450,000平方米。尾礦儲存設施一側的舊尾礦已使用，故蓄水池的容量達40,000立方米，可用作雨季時的防洪池以儲存多餘的水。計劃每年加高壩體，擴大容量以儲存新的尾礦。另外，會覆蓋舊尾礦與新尾礦儲存設施佔用的地區以減低或防止滲漏。正常生產時，可將尾礦儲存設施淨化的水加入生產工序作為攪拌浸出廠浸餘物的洗滌水。圖8-9為尾礦儲存設施的截圖。

現有潛在的安全風險為雨季期間尚不完善的防洪系統。SRK建議改善尾礦儲存設施的防洪與排洪系統。



圖8-9：謙比希濕法冶煉尾礦儲存設施概覽

### 8.2.4 生產紀錄與技術指標

表8-4列示謙比希濕法冶煉2008年至2011年的生產紀錄。攪拌浸出的原材料有四類：舊尾礦、Chambishi 銅礦的氧化礦、外購的高品位氧化礦與鹼式碳酸銅。外購的高品位礦石採用浮選法生產銅精礦。將外購氧化礦的浮選殘渣形成的尾礦與舊尾礦進行攪拌浸出所得的



電解銅在逐年增加。堆浸的規模較小，銅回收率偏低，故其對電解銅產量增加的貢獻低於10%。投入攪拌浸出槽的原材料為具有不同浸出性能的混合物，因此難以釐定各材料的具體回收率。依據材料性質判斷，SRK指出鹼式碳酸銅的銅萃取率約為96%。外購氧化礦與開採的氧化礦的銅回收率分別約為95%及90%，舊尾礦的回收率則約為75%。會將堆浸與攪拌浸出的浸出液混合，然後進行萃取與電積。由於堆浸的週期較長，故難以釐定兩者具體的回收率。表8-4所示銅回收率為概數。

雖然堆浸的回收率低於其他加工方法，但其規模可大可小且具有投資小、經營成本低的優勢，與攪拌浸出相結合可保持良好的水平衡。堆浸工序蒸發時會消耗過量的水，而攪拌浸出所用的洗滌水其後將作為萃餘液用於堆浸。在此情況下，可充分利用溶液中含有的硫酸，減少消耗的硫酸總量。由於不會排放酸性廢水，因此節省酸性廢水的環境治理費用。

表8-4：2008年至2011年 Chambishi 濕法廠的產品技術指標

參數	條目	2008年	2009年	2010年	2011年
耗用的原材料(噸)					
攪拌浸出.....	舊尾礦	428,118	449,500	462,820	495,187
	氧化礦	0	17,700	14,050	9,273
	採購的礦石	12,528	18,687	26,732	47,590
	採購的碳酸銅	4,554	546	0	0
堆浸.....	氧化礦	130,000	160,000	90,000	48,779
	總計	575,200	646,433	593,602	600,829
耗用的原材料(銅%)					
攪拌浸出.....	舊尾礦	1.34	1.27	1.25	1.10
	氧化礦	—	2.07	2.09	1.58
	採購的礦石	4.3	5.96	5.89	4.11
	採購的碳酸銅	34.81	36.54	—	—
堆浸.....	氧化礦	0.92	0.83	0.74	1.04
	平均	1.50	1.40	1.40	1.34
材料含銅量(噸)					
攪拌浸出.....	舊尾礦	5,312	6,044	5,785	5,443
	氧化礦	0	366	294	147
	採購的礦石	538	1,114	1,577	1,954
	採購的碳酸銅	1,585	200	0	0
堆浸.....	氧化礦	1,196	1,328	666	507
	總計	8,632	9,051	8,322	8,051
陰極銅(噸)					
攪拌浸出.....		5,955	5,954	6,849	6,753
堆浸.....		550	559	255	250
總計.....		6,505	6,513	7,103	7,003
銅回收率(銅%)					
攪拌浸出.....		80.08	77.09	89.46	89.51
堆浸.....		46.02	42.09	38.21	49.27
估計總銅回收率.....		75.36	71.96	85.36	86.98

## 8.2.5 試劑耗量及生產成本

表8-5顯示過往三年來主要試劑的消耗率，體現單位生產成本，但不包括項目所在地國家或地方政府徵收的各類稅項。單位成本與材料耗用受所用材料的成分以及銅品位影響。濕法冶煉法具備加工低品位氧化礦直接生產優質銅金屬的優勢，工序較簡單，投資運營成本低，因此是加工大量低品位氧化礦與舊尾礦的最佳選擇及慣例。Chambishi 濕法廠的營運成本在本報告第11章論述。

表8-5：Chambishi濕法廠水電及主要試劑耗量

條目	單位	2008年	2009年	2010年	2011年
硫酸	噸／噸銅	1.64	2.01	2.28	2.47
煤油	升／噸銅	57.03	77.54	55.53	62.40
萃取試劑	千克／噸銅	3.60	5.39	3.80	3.47
瓜爾膠	克／噸銅	4.61	57.58	17.46	0.03
硫酸鈷	克／噸銅	8.84	8.60	11.26	0.02
絮凝劑	千克／噸銅	3.45	3.78	3.09	2.55
石灰	千克／噸銅	82.85	30.22	63.88	90.57
水	噸／噸銅	101.56	81.57	56.08	28.37
電	千瓦時／噸銅	2,866	2,779	3,051	3,212

## 8.2.6 未來發展

按謙比希濕法冶煉現有產能計算，Chambishi 地面剩餘尾礦資源仍可滿足未來五年的需求，亦有大量可用的低品位尾礦資源。為維持持續營運，謙比希濕法冶煉已委託中國的研究機構研究利用低品位尾礦的技術。謙比希濕法冶煉亦正積極尋求開發其他銅礦資源。表8-6列示謙比希濕法冶煉未來5年的投資計劃，包括年產3,000噸陰極銅的新 Kakoso 濕法廠。謙比希濕法冶煉計劃利用兩類資源(地面與地下資源)實現更大程度的可持續發展。地面資源包括舊尾礦與低品位銅矽石，廣泛分佈在贊比亞至剛果(金)的銅礦帶上。地下資源包括謙比希濕法冶煉擁有的 Mwambashi 銅礦、中色非洲礦業擁有的 Chambishi 銅礦的氧化礦石以及華鑫擁有的剛果 Likasi 銅礦。

表8-6：在建或擬開發謙比希濕法冶煉項目

項目	設計產能	投資(千美元)	建設期
Kakoso 濕法廠	年產3,000噸 陰極銅	17,000	2012年6月 至2013年6月
Mwambashi 礦場開發		50,000	2012年8月 至2014年8月
生物冶金測試工業化*		3,500	2011年5月 至2013年5月
Mabende項目	年產20,000噸 陰極銅	95,000	2012年1月 至2014年5月

附註：

\* 目前正進行生物冶金技術測試，預期用以處理 Mufulira 尾礦壩的資源，該資源含有傳統濕法冶煉法認定為無利可圖的低品位硫化銅。

### 8.2.7 謙比希濕法冶煉 Chambishi 選礦廠

謙比希濕法冶煉 Chambishi 選礦廠位於 Chambishi 西礦，用於加工中色非洲礦業 Chambishi 西礦礦體產出的礦石。根據ENFI對氧化礦礦體進行的選礦測試結果，計劃結合採用浮選與攪拌浸出法。表8-7結果顯示硫化銅與氧化銅礦物可通過結合採用浮選與攪拌浸出法回收，銅總回收率達92%。

謙比希濕法冶煉 Chambishi 選礦廠加工氧化率高逾20%的混合礦與氧化礦。考慮到氧化礦對浮選參數的影響，經過多方比較研究後最終結合採用「浮選+濕法冶煉」工序。該加工方法可提高硫化礦與氧化礦的銅回收率，亦可使西礦礦體實現最佳經濟效益。謙比希濕法冶煉 Chambishi 選礦廠的原礦設計日加工產能為1,000噸（年產330,000噸），採用與中色非洲礦業 Chambishi 選礦廠相同的浮選工序回收硫化銅礦，以生產銅精礦售予謙比希銅冶煉。尾礦泵至現有謙比希濕法冶煉 Chambishi 濕法廠，通過濕法冶煉法萃取銅。圖8-10為建設的謙比希濕法冶煉 Chambishi 選礦廠。該廠於2011年5月竣工及開始試產，現時加工 Chambishi 西礦礦體的礦石及3號矽石，預期亦會加工 Mwambashi 礦場的氧化礦石。

表8-7：Chambishi 西礦氧化礦設計加工指標

參數	單位	設計	2011年
			9月至12月
處理的原礦.....	噸／年	330,000	48,461
原礦品位.....	銅%	1.86	1.78
所產精礦.....	%	2.47	4.32
精礦.....	噸／年	8,150	2,094
精礦品位.....	銅%	28.00	20.40
尾礦.....	噸／年	292,590	46,367
尾礦品位.....	銅%	0.96	1.00
銅回收率(浮選).....	%	42.43	49.47
銅回收率(攪拌浸出尾礦).....	%	85.00	—
銅總回收率.....	%	91.36	—



圖8-10：謙比希濕法治煉 Chambishi 選礦廠

### 8.2.8 Kakoso 尾礦開發項目

謙比希濕法治煉與 Shenzhen Resources Limited (「Shenzen」) 簽署協議成立合資企業 Kakoso Metals Leach Limited。Shenzen 持有該項目 12% 的權益，負責獲取用水、用電與土地使用許可證。持有該項目 88% 權益的謙比希濕法治煉投入資本及提供加工技術，負責項目建設與經營管理。

Kakoso 尾礦床位於贊比亞銅礦帶中區，Chingola 北端，距 Chililabombwe 鎮與 Chingola 分別 4 公里與 25 公里。Kakoso 尾礦池距 Chambishi 及 Kitwe 分別 50 公里及 78 公里。該項目可通過距連接 Kitwe 與 Chingola 的鋪裝道路 8 公里的二級公路輕鬆到達項目場地。Kakoso 尾礦池總面積為 709,200 平方米，包括佔地 388,700 平方米的主池與佔地 320,500 平方米的副池，總容量為 6,055,700 立方米。根據測出的 1.5 噸／立方米容積密度計算，估計礦石量為 9,080,000 噸。2010 年 4 月至 5 月，已在主尾礦池鑽取 13 個鑽孔，平均深度為 11.4 米，在副尾礦池鑽取 10 個鑽孔，平均深度為 5.1 米。各鑽孔之間的間距為 200 米，已採集 78 個樣本。由所採樣本品位計算得出，銅總量、氧化銅與鈷的平均品位分別為 0.60%、0.47% 及 0.04%。平均氧化率估計為 78.3%。已對含有品位為 0.64% 銅總量及品位為 0.52% 氧化銅的尾礦進行攪拌浸出測試，銅總量與氧化鈷的浸出率分別為 79.53% 及 89.90%。酸消耗量為 29 千克每噸。

瀋陽有色冶金設計研究院於 2010 年 7 月對 Kakoso 尾礦池的開發與利用進行可行性研究。年產 3,000 噸陰極銅的 Kakoso 濕法廠的初步設計已於 2011 年完成。將採用「攪拌浸出—萃取—電積法」工序生產純度達 99.95% 的陰極銅。設計技術參數列於表 8-8。SRK 認為測試樣本

並不能完全代表擬加工的全部礦石。設計的90%氧化銅回收率比較樂觀，但陰極銅的實際年產量不大可能達至3,000噸。由於尾礦品位低，SRK建議採集更能代表全部資源的新樣本並進行浸出測試，確定銅與鈷可能需要的浸出條件。

表8-8：Kakoso 濕法廠的設計參數

條目	單位	參數
加工尾礦量.....	噸／年	679,000
陰極銅產品.....	噸／年	3,000
尾礦營運期.....	年	12
所用尾礦的品位.....	銅總量%	0.60
	氧化銅%	0.47
銅浸出率.....	氧化銅%	90.00
萃取回收率.....	氧化銅%	98.00
電解法回收率.....	氧化銅%	99.50
銅總回收率.....	氧化銅%	87.76

### 8.2.9 Mwambashi 礦場開發

根據 Teal 於2006年7月完成的「Mwambashi 銅礦項目可行性研究」，Mwambashi 礦體的參數與當地礦體參數相若，氧化率為80%。孔雀石為氧化礦的主要礦物，其次為少量矽孔雀石與輝銅礦等。輝銅礦為硫化礦的主要礦物，其次為少量黃銅礦與孔雀石。通常，硫化礦易於浮選，但難以用硫酸浸出，而氧化礦易於用硫酸浸出，但浮選效率遜於前者。該等條件導致有關礦床的加工方法複雜，因此通常結合採用不同的方法。Mwambashi計劃採用浮選法加工硫化礦以生產銅精礦，對於氧化礦計劃採用濕法冶煉法生產電解銅，而對於混合礦則計劃以浮選法回收硫化礦，然後淋洗尾礦生產電解銅。礦石品位與冶煉及加工結果將用於釐定是否可結合採用該等方法。

Mwambashi 已對岩芯及鑽屑進行多次測試，詳情請參閱表8-9。KonKola 銅礦已於2004年進行浮選與浸出測試。不溶於酸的浮選回收物基本未超過70%。雖然少數岩層較深的樣本的浸出率偏低，惟酸溶銅浸出率為80%至95%左右。

通過結合採用浮選與浸出法，Mwambashi 項目的產出物較為理想：

- 硫化銅浮選回收率可達90%至97%，而上層若干低品位礦石不溶於酸的銅（「不溶於酸的銅」）回收率較低；
- 氧化物浮選取得部分成功，惟以酸溶銅為例，回收率僅為45%至65%左右；

- 含氧礦物的硫酸浸出相當成功，在經過四個小時pH值為1.8的常溫浸出後，以溶於酸的銅為例，酸浸萃取率介乎75%至95%。由於在多數情況下萃餘物品位限於0.6%至0.8%左右的酸溶銅，故浸出率與進料品位有明顯的關係；
- 若干混合樣本僅採用浮選法或僅採用浸出法。銅回收率並不理想，故須結合採用浮選與浸出法。

謙比希濕法治煉計劃於2012年開始Mwambashi項目的施工。SRK建議在完成開發設計前對具備不同氧化率的混合樣本進行進一步測試。通過測試，我們可釐定該等樣本的浮選與浸出參數，故可釐定具備不同氧化率的礦石的冶煉與加工方法。氧化礦須採用濕法治煉法，而硫化礦須採用浮選法。然而對於若干混合礦，則建議結合採用「浮選+浸出」工序，惟會增加投資與冶煉成本，故了解冶煉參數並完成良好的技術與經濟評估相當重要。

表8-9：Mwambashi 礦石樣本檢測結果

成份	原礦品位%		精礦品位%	回收率%		浸出率%	
	銅總量	酸溶銅	銅總量	銅總量	酸溶銅	不溶於酸的銅	酸溶銅
<i>Teal (Teal Exploration and Mining Incorporated) 2006年的檢測結果</i>							
氧化樣本.....	2.58		25.80	68.6	69.8	62.1	95.7
混合樣本.....	0.42		17.30	86.4	56.4	94.8	86.5
<i>AVRL (Anglovaal Mining Research Laboratories) 2001年的檢測結果</i>							
原生硫化礦.....	5.12	0.65	59.50	92.0	50.1	95.7	6.6
輝銅礦控礦.....	3.60	0.89	64.50	86.0	49.2	94.6	16.3
混合硫化/氧化礦.....	2.90	1.80	54.50	65.2	23.5	89.3	44.9
氧化礦.....	2.25	1.96	40.50	50.3	26.6	84.7	79.9
<i>RCM (Roan Consolidated Mines) 1972年的檢測結果</i>							
輝銅礦/孔雀石.....	5.60	1.08	27.10	92.4	72.8	97	
輝銅礦/矽孔雀石.....	2.20	0.82	9.30	74.8	54.3	87.4	
孔雀石/矽孔雀石.....	2.06	1.73	6.80	43.5	44.7	38.9	
輝銅礦/氧化礦.....	4.17	1.30	12.60	87.6	74.3	94.2	

### 8.2.10 其他資源開發

謙比希濕法治煉擁有在剛果(金)境內華鑫銅礦開發項目的30%份額。一間年產10,000噸陰極銅的濕法治煉廠於2011年1月動工並於2012年2月竣工。Mabende 濕法廠設計年產能為20,000噸陰極銅，目前正在興建，預期於2014年投產。2014年與2015年和2016年的陰極銅計劃產能分別為10,000噸及20,000噸。Mabende 濕法廠乃謙比希濕法治煉與剛果(金)華鑫的合營公司。謙比希濕法治煉擁有 Mabende 濕法廠60%權益。此外，正在興建一間自Chambishi 濕法廠遷出的硫酸廠，亦計劃建設一套鈷回收系統。謙比希濕法治煉委託瀋陽有色冶金設計研究院設計一期年產能為800噸碳酸鈷的鈷回收系統，該年產能可增至2,000噸。

### 8.2.11 總結及建議

謙比希濕法冶煉結合採用堆浸與攪拌浸出的濕法冶煉法加工 Chambishi 礦區的低品位銅資源，方法適當、工序合理。濕法冶煉廠建造精良，參數穩定，不僅充分利用曾視為矽石的銅礦資源，亦為本公司帶來巨大經濟利益。由於堆浸可有效調節整個浸出—萃取系統的溶液體積，故建議擴大堆浸規模。

銅礦帶的氧化礦通常含有若干無法浸出的硫化銅。現正研究開發微生物氧化浸出法加工低品位尾礦資源，以提高銅回收率。SRK贊同此做法並建議謙比希濕法冶煉加快研究以培養生物冶煉人才，故此可利用該方法冶煉低品位尾礦與「矽石」。預期技術優勢有助提高資源與經濟效益。

進行濕法冶煉時，礦石中的少量鈷亦可浸出，將在迴路累積，為回收鈷創造合理條件。SRK建議謙比希濕法冶煉密切檢測鈷，評估其是否可回收。

鑑於原材料資源數量多，建議加強監管，配合原材料的改變調整作業參數，達至最佳冶煉結果。

須提前建設冶煉廠與選礦廠的基礎設施並進行工業測試與試產。

## 8.3 謙比希銅冶煉有限公司(謙比希銅冶煉)

### 8.3.1 簡介

謙比希銅冶煉於2006年7月在贊比亞註冊成立，其配套冶煉廠位於 Copperbelt 省 Kalulushi 市 Chambishi 鎮以東約3.5公里處。該冶煉廠由 ENFI 設計，於2006年11月動工興建，2009年2月主體架構投入試產，2009年6月完工並開始全面投產。冶煉廠以銅精礦作為進料生產粗銅與副產品硫酸，產能分別為0.15百萬噸／年及0.3百萬噸／年。圖8-11為Chambishi銅冶煉廠的圖片。



圖8-11：Chambishi 銅冶煉廠概覽





### 進料混合

謙比希銅冶煉的火法煉銅使用 Lumuwana、Kanshanshi、中色非洲礦業、Chibuluma 及 Luanshaya 生產的銅精礦作為原材料。採用的助熔劑為石英及石灰岩。銅精礦、助熔劑、煤及冶煉回收的塵在冶煉廠單獨儲存，然後採用起重機運往各自的進料倉(14至17立方米)，之後按固定大小及數量通過傳送帶轉運至冶煉爐頂的進料器混合。

### 冶煉

冶煉廠採用先進的冶煉爐注氧及富氧熔池冶煉工序。冶煉爐為Isa爐，其知識產權由 Xstrata Technology Pty Limited 擁有。利用插入熔爐混合料的氧槍注入含氧量較高的空氣形成高溫熔池，當中固體進料、冶煉助熔劑及空氣發生反應並完成加熱、脫水、分離、冶煉、氧化及冰銅冶煉的化學反應，生成礦渣。維持熔池溫度所需熱量來自冶煉工序本身，並在通過氧槍注入的混合料中加入煤，保持熱量。熔池溫度控制在1,170°C至1,200°C。由於冶煉溫度較低，故Isa爐採用自然冷卻法。所產生的氣體輸至熱回收爐進行冷卻除塵，然後輸至除塵器淨化後用於硫酸生產。

### 電爐沉降

冰銅與Isa爐的礦渣因攪拌劇烈而難以分離，故此使用電爐。沉降電爐有3個自焙電極，直徑為1米，容量為6,300千伏安。通電後，電爐控制在1,200至1,280°C，冰銅與礦渣分層分離，礦渣經剝離、冷卻後儲存於礦渣場。生產一噸粗銅將產生約1.3噸銅品位低於1%的礦渣。含銅量50%至65%的冰銅則倒入漏槽，然後運往轉爐進一步加工。電爐沉降所產生氣體的二氧化硫含量偏低，以水冷卻並使用除塵器淨化，最後通過煙囪排向空中。

### 轉爐吹煉

傳統且成熟的轉爐吹煉流程涉及三組粗銅產能每日100至150噸、直徑4米、長11.7米的P-S轉爐。每個流程均串聯運行。將原電爐沉降流程所得冰銅與石英助熔劑及高含氧量的空氣投入轉爐，通過氧化除去硫與鐵雜質，生成粗銅。整個吹煉流程可分為生成礦渣與產銅兩個部分。吹煉的礦渣生成階段指硫化亞鐵的氧化及加入石英生成礦渣，在該階段尾期，冰銅的銅含量高於75%而鐵含量則低於1%。在吹煉的產銅階段，硫化亞銅中的硫氧化成二氧化硫，銅則熔化。轉爐吹煉流程的生成物包括粗銅、轉爐礦渣及氣體。粗銅倒入漏槽，然後運去製模。轉爐礦渣含有約8%銅，會運回至原先的電爐沉降流程。氣體中含有較多的二氧化硫，在通過熱回收鍋爐及除塵後用於硫酸生產。

### 粗銅製模

轉爐的粗銅通過起重機與漏槽運往製模車間，然後倒入模型形成銅條。每條銅條重1.1噸或0.7噸，待冷卻後儲存以供銷售。

### 8.3.3 擴充計劃、配套設施及綜合利用

#### 擴充計劃

謙比希銅冶煉已對所有火法冶煉廠的產能、贊比亞的主要銅礦及當地市場對硫酸的需求進行研究。提議將 Chambishi 銅冶煉廠的產能提高至年產0.25百萬噸銅，包括銅含量超過99%的70,000噸粗銅條及用作電解精煉的180,000噸陽極銅。Isa爐的冶煉產能預計由目前年產0.4百萬噸銅精礦提高至年產0.75百萬噸。ENFI 已於2009年底完成相關擴充可行性研究與建設方案。於本報告日期，冶煉廠處於擴充階段。

建議擴建一個新的轉爐冶煉系統及相關配套熱回收爐與除塵設施，以及壓力吸附製氧系統及產酸系統。為提高產品附加值，建議添置兩個直徑4.15米、長12米粗銅加工產能各為300噸的陽極爐。將粗銅澆鑄成陽極銅，便於電解精煉。計劃在不增加Isa爐與沉降電爐的情況下通過提高氧氣濃度與供應量提升產量。考慮到原材料來源、冶煉技術及硫酸市場需求，SRK認為可實現擴充目標。然而，若僅通過在Isa爐加入更多氧氣，則難以將銅產能提高至0.25百萬噸／年，須制訂詳細的措施與計劃，以實現擴充目標。

#### 硫酸生產

Isa爐與轉爐氣體的二氧化硫含量約為6.8%，經過熱回收、鍋爐除塵、冷卻、除塵及淨化後，運往硫酸生產工廠，通過稀硫酸酸洗與淨化、熱交換、除霧以及濃硫酸脫水獲得純二硫化硫氣體。在經過兩個階段的五氧化二釩催化後，二硫化硫氧化成三氧化硫，然後由濃硫酸吸收形成硫酸。脫水塔、中間吸收塔與最終吸收塔的硫酸混合，儲於6個總容量為16,400立方米的槽。硫酸的最終濃度為98%。

煉銅所得二硫化硫氣體通過除塵系統及硫酸生產淨化，對環境的污染減小。硫酸的濃度為98%，年產能為0.25至0.33百萬噸。硫酸雜質含量低、品質高，售予當地銅礦濕法冶煉廠。為擴充產能，建議新增一條年產0.3百萬噸硫酸的生產線。

#### 製氧站

製氧廠使用分子篩吸收劑借助變壓進行空氣分離。所產生氣體的含氧量達90%，鼓入Isa爐與P-S轉爐進行冶煉。富氧空氣不僅提高冶煉產能，亦增加熔爐氣體(用於生產硫酸)的二氧

化硫含量。目前，氧氣產能為1,200標準立方米／小時（常態下為1,200立方米／小時）。為實現冶煉廠擴充目標，建議再增加一個8,000標準立方米／小時的壓力吸附系統。

### 水處理站

生產及家居用水均來自距冶煉廠6.2公里處的 Kafue 河。從 Kafue 河將水泵至建於水處理廠的水池，每天輸送的水量達19,200立方米，足以滿足擴大的生產及家居用水需求。水處理廠採用絮凝劑對河水進行加工，生成純水與軟水。經過絮凝—沉澱—過濾及吸收過程後，經處理過的水供應至熱回收鍋爐與冶煉爐作為設備冷卻水。水處理廠的產能為1,200立方米／天，可滿足目前的冶煉需求。為實現產能擴充目標，建議新增一條8,000立方米／天的生產線從而將最終的水處理能力提高至9,200立方米／天。完成產能擴充後，預計每天合共將消耗19,000立方米（包括8,000立方米淡水）水，全部可由水處理廠供應。

### 發電廠

Isa爐與三個轉爐均單獨配備熱回收鍋爐。熱回收鍋爐中注入脫氧去離子水。高溫氣體經熱交換器冷卻，並回收熱量用於飽和蒸汽發電，然後將蒸汽輸送至火電廠驅動蒸汽渦輪機發電。氣體中的粉塵沉於鍋爐，故排出的氣體適合用作除塵及硫酸生產。

Isa爐與轉爐的氣體溫度約為1,200°C，在熱回收鍋爐中降至約350°C，而熱回收鍋爐中注入的脫氧純水溫度由104°C提高至257°C。經過熱交換後，分離出飽和蒸汽，再通過管道輸往發電廠驅動蒸汽渦輪機，該過程中，蒸汽溫度降至60°C。蒸汽回收後，再注入熱回收鍋爐用於另一輪熱交換及發電。

發電廠的裝機容量為5,000千瓦。於SRK實地考察期間，每噸粗銅的冶煉消耗168.43千瓦時電力，佔冶煉廠電力總消耗量約15%。根據提議的冶煉廠產量擴充計劃，增設一台轉爐與一台熱回收鍋爐以增加蒸汽量與發電量。預期實現產能擴充後，冶煉廠回收熱量所發電力可滿足冶煉廠電力消耗總量的17%至18%。

### 綜合利用

#### 轉爐礦渣銅回收

冶煉粗銅時，金、銀及鈷與其他金屬硫化物形成冰銅，之後，鈷在氧化後形成轉爐礦渣，而金與銀則在轉爐形成粗銅。金與銀的總回收率可達94%甚至更高。由於轉爐礦渣含有6%至8%銅及0.8%至1.2%的鈷，故運回轉爐以回收更多的銅。然而，由於冶煉礦渣及貧化導致銅

及鈷流失，故金屬回收無法取得理想結果。現正興建一座浮選分離加工廠，計劃從轉爐礦渣回收銅。加工廠計劃於2011年底就現有的礦渣加工投入生產。實現擴充目標後，將交叉安排在同一系統加工的冶煉廠礦渣與轉爐礦渣的加工時間。加工廠設計日產能為1,200噸，經過3個封閉的破碎階段及2個封閉的研磨階段，實現85%的礦渣小於43微米。浮選流程包括一個粗浮選階段、兩個清污階段及兩個銅精礦與尾礦清洗階段。銅精礦將與熱回收鍋爐回收的濕度降至12%以下的氣體運往Isa爐。尾礦經加工後用作鈷回收。設計的浮選分離參數如表8-10所示。

表8-10：礦渣銅回收指標

條目	單位	冶煉礦渣	轉爐礦渣	總計
礦渣	噸／年	318,498	79,416	397,915
礦渣品位	銅%	0.80	8.70	2.38
精礦產出率	%	5.497	23.875	9.165
精礦	噸／年	17,508	18,961	36,469
尾礦	噸／年	300,991	60,456	361,446
精礦品位	銅%	8.57	34.40	22.00
尾礦品位	銅%	0.35	0.64	0.40
銅回收率	%	58.89	94.40	84.83

#### 鈷及鈹回收

2010年，入爐材料的鈷鈹品位分別為0.154%及0.036%，因此鈷及鈹回收可為謙比希銅冶煉帶來額外利潤。鈷主要存在於冶煉工序的轉爐礦渣，其次為銅浮選的浮選尾礦。礦渣85%已研磨至小於0.043毫米，然後進行銅浮選，十分有利於鈷回收。浮選尾礦含有0.5%至0.6%的銅及0.8%至1.2%的鈷。採用攪拌浸出法萃取銅及鈷。反循環溶液用於以電積法生產電解銅與電解鈷。謙比希銅冶煉已就浮選尾礦的銅鈷萃取技術研究與湖南省一間技術公司簽訂合約，雙方擬興建合營銅鈷回收廠。預期該廠於2013年底投入生產，用於加工含300噸銅及500至700噸鈷的材料。

鈹主要存在於轉爐靜電吸塵所採集的氣體與灰塵中，含量高於10%。每天約產生3噸含鈹氣體。SRK在礦場發現，採集的灰塵均裝袋存於原材料料堆。謙比希銅冶煉已委託 Yunnan Copper Science Development Co., Ltd 完成銅及鈹萃取研究，該公司建議採取濕法治煉法（包括浸出與電積法）。最終可獲得鈹含量高達60%以上的氫氧化鈹及純度為99%的電解銅。鈹回收率不低於95%，銅總回收率亦不低於95%。即將完成研究與驗證測試，之後會開始進行相關設計。考慮到產能擴充導致氣體增加，目前正在建設一條日加工產能為6噸的轉爐氣體加工線，預期於2012年中完成。

### 8.3.4 冶煉結果

Chambishi 冶煉廠2009年至2011年的技術參數列於表8-11。粗銅已達至設計質量，含有逾94%貴金屬。2009年，粗銅中金與銀的品位分別為7.1克／噸及52.9克／噸。當冶煉礦渣浮選分離系統投入運營後，銅的總回收率預期會增至98%或以上。另外，使用鈷與鈹萃取法後，銅回收率預期進一步提高。

表8-11：2009年至2011年謙比希銅冶煉火法冶煉廠的技術參數

條目	單位	2009年	2010年	2011年
入爐的銅精礦.....	噸	333,749	457,334	458,771
精礦品位.....	銅%	37.31	35.16	33.62
精礦中的含銅金屬.....	噸	124,519	160,804	154,233
粗銅產量.....	噸	108,419	165,118	150,863
粗銅品位.....	銅%	99.19	99.08	99.01
粗銅中的含銅金屬.....	噸	107,538	163,600	149,365
回收進料的銅金屬噸數.....	噸	11,435	-8,774	34,896
銅回收率.....	%	95.55	96.28	96.59
硫酸產量.....	噸	217,117	330,034	328,842
硫酸濃度.....	%	98.32	98.21	98.25

### 8.3.5 物料損耗及生產成本

生產一噸粗銅所耗材料列於表8-12。所消耗的煤油、煤及電力已轉換為等量的煤，便於計算及統計。由於入選品位高及餘熱用於發電，每生產一噸粗銅需消耗184.2千克等量煤。該數字遠低於中國就生產每噸粗銅所耗綜合材料規定的國家標準550千克限額。營運成本於第11章討論。

表8-12：物料及能源消耗

條目	單位	2009年	2010年	2011年
燃料.....	升	14.55	8.41	7.04
煤.....	千克	139.5	122.61	98.59
電力.....	千瓦時	1,010	870	947
能源.....	英熱單位	235.6	184.2	182.3
助熔劑.....	千克	272.5	224.4	227.8
氧氣.....	標準立方米	689.2	563.1	677.8
耐火材料.....	千克	12	12	12
電極糊.....	千克	3	3	3

### 8.3.6 結論及建議

謙比希銅冶煉的冶煉廠設計合理，建造精良。冶煉廠使用「Isa爐冶煉—電爐沉降—PS轉爐吹煉」流程煉銅，符合當地慣例且相對容易操作。

投入熔爐的原材料無須脫水，簡化整個冶煉流程並減少生產成本。另外，採用爐溫控制及自然冷卻系統延長Isa爐使用年期，進一步降低生產成本。

SRK認為，利用浮選分離取代電爐回收轉爐礦渣的銅較為合理，按此，銅整體回收率預計提高至98%或更高。鈹鈷回收或可實現且相關設計可行，預計可獲取額外利潤。

考慮到原材料供應與當地硫酸需求，SRK認為，粗銅年產能從0.15百萬噸提高至0.25百萬噸屬合理。然而，僅通過增加供氧量，Isa爐現有產能未必可充分擴充，故建議重新考慮所提議的Isa爐產能擴充計劃。

## 8.4 中色盧安夏銅業有限公司(中色盧安夏)

### 8.4.1 簡介

盧安夏銅業曾為合營企業，經營若干銅礦、一座加工廠及一座冶煉廠。礦場及加工廠於1928年開始建設，於1931年投產。冶煉廠於1933年投產，產能為40,000噸／年，於1960年突破100,000噸／年，成為贊比亞最大的銅生產商。冶煉廠已關閉多時。

Ramcoz 於1997年收購礦場並於2000年開始管理及經營 Luanshya 銅礦、Baluba 銅礦及其配套加工廠，惟因電力不足而於2000年10月暫停生產，後於2001年1月恢復生產。2001年2月，暴雨導致 Luanshya 河湮沒礦場塌陷區，導致再度停產。2001年4月，Baluba 銅礦亦因業績不佳而暫停生產。

2004年，荷蘭公司 ENYA 通過業務收購成立盧安夏銅業。盧安夏銅業的資產包括重新投入運作的 Luanshya 銅礦、Baluba 銅礦、Baluba 選礦廠及其配套設施。Luanshya 銅礦於2004年1月關閉，而盧安夏銅業的生產轉移至 Baluba 銅礦及加工廠。盧安夏銅業於2006年收購 Muliashi 北部採礦區的採礦權並委聘 Bateman 完成採礦設計，以實現年產能60,000噸陰極銅。然而，盧安夏銅業於2008年12月暫停生產並將礦場及配套加工廠轉讓予中色盧安夏。中國有色集團持有中色盧安夏80%的股份。

中色盧安夏所擁有的採礦區可分為7個區段，由西往東由北往南分別為 Baluba 中部、Baluba 東部(進一步分為南翼及北翼)、Muliashi 北部、Muliashi 南部、Roan 盆地延伸帶西部、Roan 盆地延伸帶東部及 Roan 盆地區域，其中 Muliashi 北部及 Baluba 東部(南翼)目前尚未開發。2009年底，Baluba 中礦已重新投產，硫化礦產能為1,500噸／天，預計可進一步升至5,000噸／天。採掘出的礦石通過長11.4公里的輸送帶送往 Baluba 選礦廠。除 Luanshya、延伸帶西部及 Roan 盆地延伸帶東部約20百萬噸硫化礦未採掘外，其他區域的硫化礦已採空。由於大範圍地表塌陷及沉降，出於安全考慮，該等區域的覆蓋氧化礦無法利用。Muliashi 北部及 Baluba 東部(南翼)的氧化礦可利用，為 Muliashi 濕法廠的主要原材料來源。

於本報告日期，中色盧安夏設有三個礦物加工廠，即 Baluba 選礦廠、Muliashi 濕法廠及 Baluba 冶煉爐渣加工廠。根據瀋陽有色冶金設計研究院於2009年9月編製的 Baluba 銅礦恢復生產設計，加工廠的設備及技術有待改進，並在2009年底實現加工產能3,000噸／天，以及在2010年底實現加工產能5,000噸／天。瑞林設計 Muliashi 濕法廠，以實現年產能40,000噸陰極銅。該廠於2012年3月投產。中色盧安夏計劃維修 Baluba 選礦廠原先的4個球磨機及更換舊浮選槽，以加工過往留存的冶煉爐渣。

#### 8.4.2 Baluba選礦廠

##### 過往及目前狀況

Baluba 選礦廠投產已久，設備過時且工藝流程未經優化，而在2009年6月成立中色盧安夏時已制定恢復生產及廠房更新計劃並予以實施。破碎系統及浮選迴路全部以新設備取代，三組3.5米×4.5米的球磨機獲修，添置了一個浮選柱及兩部陶瓷過濾器並優化了工藝流程，可實現加工產能5,000噸／年。經優化的流程圖與中色非洲礦業Chambishi 選礦廠的流程圖相若，用於加工自Baluba中礦採出的硫化礦。產品包括銅鈷精礦，售予謙比希銅冶煉，而尾礦則在脫水後泵入尾礦儲存設施。

圖8-13列示經維修的 Baluba 選礦廠球磨機。SRK留意到，該等球磨機運作良好。該廠的加工產能已恢復至最初的5,000噸／天。然而，由於進料不足，於本報告日期，實際加工產量低於4,000噸／天。於SRK實地考察期間，一台3.5米×4.5米的球磨機、四台2.4米×2.7米的球磨機以及120組8.5立方米的浮選槽仍在進行維修及維護。中色盧安夏建議更換該等浮選槽，以節省能源，加工過往留存的冶煉爐渣。相關技術升級已於2011年底完成。



圖8-13：Baluba 選礦廠的球磨機

### 技術參數

表8-13列示2009年至2011年Baluba選礦廠的技術參數。銅回收率較高，達93%至95%。Baluba 礦石主要為黃銅礦，部分為黃鐵礦，少量為斑銅礦及硫銅鈷礦，含鈷量為0.1%。約48%的鈷存於硫銅鈷礦，32%的鈷存於黃鐵礦。由於銅主要以黃銅礦的形式產出，而黃銅礦的含銅量低於斑銅礦及輝銅礦的次生銅礦物，因此精礦銅品位較低(2011年約25%)。由於Baluba 中礦礦石的黃鐵礦含量高，為提高精礦的銅品位，須避免用黃鐵礦分選銅精礦。黃鐵礦為鈷的主要載體，因此鈷回收亦較低。

表8-13：2009年至2011年 Baluba 選礦廠生產指標

條目	單位	2009年	2010年	2011年
研磨礦石.....	噸	6,580	765,446	1,247,163
入選品位.....	銅%	1.42	1.40	1.36
	鈷%	0.13	0.10	0.11
精礦.....	噸	608	49,339	63,015
研磨礦石／精礦.....	噸／噸	10.82	15.51	19.79
精礦品位.....	銅%	14.57	20.30	25.42
	鈷%	1.07	1.09	0.90
精礦的銅金屬含量.....	噸	89	10,016	16,018
回收率.....	銅%	94.81	93.48	94.43
	鈷%	76.05	67.56	40.14

### 物料消耗及生產成本

中色盧安夏 Baluba 選礦廠的試劑使用體系十分簡單。生產一噸精礦須消耗857克石灰(PH值調節劑)、21克異丁基黃酸鈉(「異丁基黃酸鈉」，捕收劑)、9.6克丁基黃原酸鈉(「丁基黃原酸鈉」)、27.2克松醇油(2號油，發泡劑)及529克鋼球。該等所用試劑的數量很小，故生產成本相對偏低。經營成本於第11章進一步論述。

### 尾礦儲存設施

Musi 尾礦儲存設施由因峽谷中途攔截形成的大壩構成，位於距離 Baluba 選礦廠西北方向7公里處的 Musiyakupatwa 入口。大壩由粗尾礦構建而成，迄今為止存有115.3百萬噸尾礦。瀋陽有色冶金設計研究院編製的 Baluba 選礦廠恢復生產設計中亦列入 Musi 尾礦儲存設施的儲存容量擴充。中色盧安夏已根據該項設計動工。SRK實地考察時已建立3個橫檔，各自配有5米寬的護堤及泄洪水渠，並計劃在其頂部修建一個由堅實岩石構成的10米高後續橫檔，將尾礦儲存設施總設計容量增加18,356,000立方米，達到12,850,000立方米的有效容量。按礦石年加工產能1.5百萬噸計算，經擴充的尾礦儲存設施可供儲存13年。

Musi 尾礦儲存設施現有溢洪道的行洪能力不足，故計劃透過搭建一系列圍堰加寬至18.0米，將大洪災的發生率降至1,000年一遇。溢洪道為砂漿石結構路面，鋪設有排水管。



尾礦由6台泥漿泵透過2條各長8,000米、直徑400毫米的襯膠管泵入尾礦儲存設施。Luanshya 壩的循環水流由 Luanshya 河上游蓄水形成。Luanshya 壩為加工廠提供用水，所儲水來自 Luanshya 河上游、Baluba 礦場水及 Musi 尾礦儲存設施回收的水。Luanshya 壩的水量超過加工廠的淡水需求。

#### 8.4.3 Muliashi 濕法廠

Muliashi 濕法廠加工 Muliashi 北礦的氧化礦，並預期於日後加工 Baluba 東礦的礦石。基於氧化礦可輕易被酸溶解，SNC-Lavalin 於1998年對樣本進行濕法測試。銅回收率高於70%，空氣攪拌浸出生成率為51%至58%，而加熱攪拌浸出生成率超過75%。2008年，設於南非的 Mintek 採用6米高柱子進行硬礦石樣品濕法測試。濕法週期為180至246日，銅浸出生成率為72.9%至76.9%（加工一噸礦石所耗硫酸為40,000至56,000克）。軟礦石樣品在65°C溫度下攪拌浸出，所得銅浸出率為82%至87%，鈷浸出率為20%至25%（加工一噸礦石所耗硫酸為27,000至53,000克）。

可行性研究分別於1998年及2008年單獨進行，均選擇「露天礦開採堆浸及加熱攪拌堆浸 — 萃取 — 電積法」來生產陰極銅。2010年6月，瑞林完成 Muliashi 濕法廠初步設計，稱為「堆浸及加熱浸出 — 萃取 — 電積法」，以加工自 Muliashi 北礦及 Baluba 東礦採掘的氧化礦。硬軟礦石的設計加工產能分別為3.6百萬噸／年及900,000噸／年，共計4.5百萬噸／年，而陰極銅的設計產能為40,000噸／年。

硬礦石碎至50毫米以下後送往篩選，產出6毫米以下的粉礦。然後將6毫米至50毫米的粗硬礦石將送往堆浸，設計浸出產能為2.556百萬噸／年，銅金屬產量為21,000噸／年。6毫米以下的粉礦研磨成80%不到106微米的軟礦石後送往加熱攪拌浸出，浸出產能為1,944百萬噸／年，銅金屬產量為19,000噸／年。技術參數列於表8-14。SRK認為該設計合理並可實現。

表8-14：Muliashi 濕法廠生產參數

條目	單位	數值
堆浸		
所耗礦石.....	千噸	3,060
礦石品位.....	銅%	1.23
礦石大小.....	毫米	6至50
銅浸出率.....	%	72
攪拌浸出		
所耗礦石.....	千噸	1,440
礦石品位.....	%	1.36
礦石大小.....	毫米	0.106 (80%)
銅浸出率.....	%	82
浸出的銅回收率.....	%	96
萃取—電積法		
銅萃取回收率.....	%	98
銅電積法回收率.....	%	99.5
陰極銅產量(99.95%).....	噸	40,000

Muliashi 濕法廠項目的計劃總投資額為350百萬美元，涉及露天礦開採、加工、尾礦儲存設施建設、基建建設及相關配套設施建設。試產已持續三個月，穩產持續8年，預計減產期為4年，總作業時間為12.5年。加工廠位於 Muliashi 北礦露天礦以西，毗鄰500米爆破安全線。計劃透過銅回收的浸出及萃取迴路提取鈷，但截至目前尚未進行鈷回收（在攪拌浸出廠房劃出專設區塊，以備日後回收鈷）。鑑於 Luanshya 採礦區的含鈷量較高，SRK建議同時建設銅鈷回收迴路，並盡快完成相關設計工作。

根據瑞林2010年12月「*Muliashi 40千噸／年陰極銅項目之初步設計報告*」，設計經營成本將為每噸產品（金屬銅）3,539美元，其中直接經營成本將為每噸產品（金屬銅）2,475.59美元。SRK已審閱有關數據，並在第11章內披露經營成本預測。



圖8-14：Muliashi 濕法廠概覽

#### 8.4.4 中色盧安夏生產計劃

表8-15顯示中色盧安夏2009年至2014年的過往及預測生產計劃。Baluba 選礦廠難以實現年產1.5百萬噸的目標，是因為採礦能力目前無法提供充足礦石進料。Muliashi 濕法廠處於在建中，其相關礦場處於基建的覆岩層剝露階段。為實現計劃生產目標，SRK建議提高採礦及堆浸產能。Baluba 冶煉爐渣加工廠應盡早投產。鑑於可得爐渣數量及現有設備配置，應將建議產能由0.3百萬噸／年提高至0.6百萬噸／年或以上，並回收集中於爐渣的鈷。

SRK並不認同 Baluba 選礦廠自銅精礦中分離鈷的計劃，乃因由此獲得的鈷精礦含銅量較高，而含鈷量偏低，且投資及成本高企。從謙比希銅冶煉廠房的冶煉爐渣中分離出鈷精礦更為實際。由於 Baluba 礦石32%的鈷集中在黃鐵礦，而黃鐵礦含1.95%鈷，故SRK認為制定可實現「銅與(黃鐵礦)礦團分離 — 銅與硫分離 — 分離鈷以制取硫精礦」的流程圖對增加鈷回收率實屬必要。

表8-15：中色盧安夏銅業有限公司(「中色盧安夏」)生產計劃

工廠	單位	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年
Baluba 選礦廠 <sup>(1)</sup>							
已處理礦石量.....	千噸	7	765	1,247	1,400	1,500	1,500
精礦產量.....	千噸	1	49	63	76	81	79
銅金屬含量.....	噸	88	10,017	16,018	18,500	19,845	19,845
Muliashi 濕法廠 <sup>(2)</sup>							
礦石 — 堆浸.....	千噸				1,065	2,556	2,556
礦石 — 攪拌浸出.....	千噸				1,472	1,942	1,942
陰極銅產量.....	噸				18,912	32,959	40,033

附註：

(1) 可回收測試在2009年進行，試產在2010年進行，而生產自2011年開始。

(2) 可行性研究在2009年進行，設計在2010年進行，試產在2011年進行，而生產自2012年開始。

#### 8.4.5 結論及建議

Baluba 選礦廠歷經升級，淘汰過時設備，優化生產流程。從實際生產參數來看，改造相當成功。然而，由於礦石進料不足，Baluba 選礦廠的實際加工產能並未達到設計產能1.5百萬噸／年。

所提取礦石的含鈷量相對偏高，約為0.1%，其中48%的鈷存在於硫銅鈷礦，32%的鈷集中在黃鐵礦。目前，浮選工序用於提取硫銅鈷礦及黃鐵礦內的鈷至銅精礦。中色盧安夏正計劃透過浮選及濕法治煉流程自銅精礦產品中分離出鈷精礦。

Muliashi 濕法廠的設計產能為透過硬礦石堆浸及軟礦石加熱攪拌浸出 — 萃取 — 電積法年產 40,000 噸電解銅。為實現生產目標，SRK 建議提高採礦能力，擴大堆浸規模，為電積提供充足銅金屬。由於礦石的含鈷量較高，亦應制定出相關鈷回收方案，以便在回收銅的同時回收鈷。

Baluba 選礦廠附近的冶煉爐渣約為 10 百萬噸，是回收銅鈷的優質資源，惟須進行研究，估計所有有用金屬的數量及賦存形式，以便制定回收流程圖及完成可行性研究，盡快實現商業生產。

## 9 職工

### 9.1 職工數目

各附屬公司於 2011 年 12 月 31 日的職工數目分別列示於表 9-1、表 9-2、表 9-3 及表 9-4。SRK 認為，各營運礦場、濕法廠及冶煉廠的職工數目足以配合各公司現時的採礦及加工能力。

表 9-1：中色非洲礦業勞工統計

部門	小計	中國人	贊比亞人
中色非洲礦業公司總部 .....	<b>262</b>	<b>33</b>	<b>229</b>
管理 .....	9	9	0
行政及經營 .....	51	8	43
安全及環境 .....	25	1	24
財務預算 .....	17	7	10
人力資源 .....	13	2	11
供應 .....	50	5	45
銷售及市場推廣 .....	2	1	1
保安 .....	95	0	95
<b>採礦部 .....</b>	<b>606</b>	<b>15</b>	<b>591</b>
採礦作業 .....	451	5	446
技術 .....	17	7	10
設備與電力 .....	82	1	81
回填站 .....	56	2	54
<b>冶煉加工廠 .....</b>	<b>111</b>	<b>14</b>	<b>97</b>
選礦廠 .....	32	8	24
技術 .....	14	5	9
機電 .....	33	1	32
實驗室 .....	32	0	32
1號承包商(「金誠信」) .....	1,907	176	1,731
2號承包商(「中礦資源」) .....	252	60	192
3號承包商(「銅陵中都」) .....	295	90	205
總計 .....	<b>3,433</b>	<b>388</b>	<b>3,045</b>

表9-2：中色盧安夏勞工統計

部門	小計	中國人	贊比亞人
管理	11	9	2
地下開採	1,343	6	1,337
選礦廠	293	7	286
經營	269	2	267
機電	4	1	3
生產服務	130	0	130
技術	129	8	121
Muliashi 項目	60	26	34
人力資源	25	0	25
Luanshya 醫院	124	0	124
財務預算	23	5	18
供應	41	8	33
安全及環境	34	0	34
行政及企業事務	95	8	87
信託學校	38	0	38
技校	11	0	11
1號承包商(「Panorama Security」)	414	0	414
2號承包商 (「贊比亞有色金屬勘探和建築有限公司」)	184	0	184
3號承包商(「Workforce Contractors Ltd」)	54	0	54
4號承包商(「Geology and Construction Co」)	66	8	58
5號承包商(「Shunxin Investment」)	73	0	73
6號承包商(「MCC 15」)	1,320	370	950
7號承包商(「Chipako Private Co」)	30	0	30
8號承包商(「Pro-Earthworks」)	25	0	25
9號承包商(「PIGOTT」)	14	0	14
10號承包商(「LWP Enterprises Ltd」)	13	0	13
11號承包商(「MS Shamrock Ltd」)	66	0	66
<b>總計</b>	<b>4,889</b>	<b>458</b>	<b>4,431</b>

表9-3：謙比希銅冶煉勞工統計

部門	小計	中國人	贊比亞人
謙比希銅冶煉總部	1,129	135	994
管理	8	8	0
行政及企業事務	57	11	46
技術工程	32	3	29
設備	174	9	165
實驗室	54	9	45
市場推廣	52	8	44
人力資源	12	2	10
財務預算	5	4	1
製酸廠	80	10	70
礦渣處理廠	80	8	72
製氧廠	38	5	33
發電站	50	11	39
生產及技術	5	4	1
安全、健康及環境	31	0	31
供應	28	3	25
水廠	20	3	17
銅冶煉廠	398	32	366
北京辦事處	5	5	0
1號承包商(「H.G. Security」)	62	0	62
2號承包商(「MCC 15」)	804	212	592
<b>總計</b>	<b>1,995</b>	<b>347</b>	<b>1,648</b>

表9-4：謙比希濕法冶煉勞工統計

部門	小計	中國人	贊比亞人
管理 .....	7	6	1
行政及人力資源 .....	24	4	20
經營 .....	16	4	12
財務預算 .....	4	3	1
技術及生產服務 .....	17	4	13
公關 .....	3	0	3
電解廠 .....	40	4	36
尾礦處理 .....	101	5	96
選礦廠 .....	55	7	48
機電 .....	19	1	18
濕法廠 .....	67	5	62
氧化礦採購 .....	5	3	2
工程 .....	6	1	5
礦警隊(安全) .....	35	0	35
總計 .....	399	47	352

## 9.2 職工績效評估

根據贊比亞共和國的勞動合同法，公司與所有職員及僱員均簽訂勞動合同。公司亦向僱員提供住房、醫療、地下工作、工傷、交通、電話、年終花紅、失業、休假、長期服務獎勵及國家養老金計劃基金等方面的津貼。SRK在實地考察期間獲悉公司職員及承包商相對穩定。

中色非洲礦業、中色盧安夏、謙比希銅冶煉及謙比希濕法冶煉於2011年12月31日的職工總數(包括管理人員、技術人員、經營人員和勘探、採礦及建設承包商)分別為3,433人、4,889人、1,995人及399人。每年總員工流動率約為8%。SRK在實地考察期間獲悉，貴公司正計劃透過進一步改善安全環境及增加工資水平來降低員工流動率，建立更穩定的管理及生產團隊。

## 10 職業健康及安全

### 10.1 安全許可證、程序及培訓

贊比亞法規要求的主要採礦及礦產項目安全許可證為贊比亞礦山安全局發出的年度經營許可證。SRK已察看並核查中國有色集團附屬公司過往三年的年度經營許可證(對於經營不足三年者，SRK已審閱其自經營開始截至目前的許可證)。於SRK實地考察期間，謙比希濕法冶煉及中色盧安夏項目尚未取得2011年的年度經營許可證，但SRK已察看彼等就所需年度經營許可證所遞交的申請。

SRK已收到有關中國有色集團贊比亞項目個別附屬公司營運的緊急應變計劃，當中載有應對礦場突發事件的基本要求。SRK亦已察看並審核中國有色集團贊比亞項目運營之職業健康及安全管理系統／程序提案。經審核的職業健康及安全管理系統與程序主要由公司的環境及社會部制訂，包括：

- 健康及安全政策及計劃
- 安全管理系統組織架構圖

- 礦場生產危險登記 — 日常使用
- 井下作業危險登記
- 地下開發活動危險登記
- 礦井防火規定一覽表
- 交班危險登記
- 入礦檢查危險登記
- 地下支援活動危險登記
- 延長供電接線柱危險登記
- 工祖準備危險登記
- 地下區域劃分危險登記
- 手持式鑽孔危險登記
- 炸藥管理危險登記
- 炸藥裝填危險登記
- 爆破措施危險登記
- 以鏟運機進行清潔工作危險登記
- 綜合礦井區火災檢測
- 礦井重大風險火災檢測
- 銅過濾器固定結構風險登記
- 銅過濾器固定設備固有及殘餘風險矩陣
- 2009年9月14日地下搬運系統修復之失效模式及效果分析風險評估
- 2010年10月1日地下傳動裝置之失效模式及效果分析風險評估
- 2010年10月15日移除天井鑽機之失效模式及效果分析風險評估
- 2011年6月9日堆浸之危險及可操作性研究
- International Mining Industry Underwriters Limited (IMIU) 於2005年3月編製的礦場風險評估報告(整個項目)
- 採用糾正及預防控制措施後的固有及剩餘風險評估
- 深孔鑽探之設備運輸危險登記

- 深孔鑽探之鑽機機組危險登記
- 深孔鑽探之鑽探作業危險登記
- 深孔鑽探之拆卸鑽機危險登記
- IMIU 於2007年4月19日編製的礦場風險評估報告(整個項目)
- Zurich Risk Engineering Ltd 於2008年2月編製的採礦風險工程評估報告
- 2010年6月22日應急預案
- 2010年9月16日火災應急預案
- 地質部編製的礦場防洪手冊(2009年8月1日修訂版)
- 2009年10月11日緊急應變程序
- 泵室防洪程序啟動說明

## 10.2 職業健康及安全考察與培訓

中國有色集團附屬公司各自設有安全監督部，負責採礦、加工廠及尾礦壩的安全。安全監督部的負責人定期檢討各車間的安全責任。

SRK在實地考察過程中發現各場地的危險區設有適當安全指示牌，並貼有化學品安全技術說明書，惟並非所有項目場地的危險區均貼有該表格。SRK亦留意到，接觸有害物料後所需使用的淋浴器及洗眼器等突發事件應急設備的可用情況不一。中色非洲礦業地下礦場、選礦廠及其他區域入口周圍的整體現場清潔衛生較差，須加以改善以體現最佳慣例(即清潔及乾燥地面，基建維護等)。SRK建議稽查突發事件應急設備、執行現場清潔衛生程序、設立登記表記錄所須維修設備、所須新增或添置安裝設備的區域並進行妥善保養。

SRK發現中國有色集團一般(並非總是)會向僱員提供大部分工作及作業區所需的適當個人防護裝備。然而，SRK留意到場地視察人員進入作業區域時僅獲提供最基本的個人防護裝備(即安全帽)，職工或視察人員出入地下巷道毋須登記，亦無詳細講解有關上述場地的危險注意事項及公司有關進入上述區域的標準程序。SRK表示，就職工及視察人員進入一切場地持續執行、檢討及改善公司的健康及安全程序將利好中國有色集團。

SRK獲悉，根據新僱員經驗水平及工作領域，彼等須在作業前接受半日、一日或兩日的安全培訓並核對所需證書或許可證(如炸藥使用許可證)。對於特定職工，在每次交班前，下輪值班僱員會在工作區與上輪值班工人召開約15分鐘的安全例會。上輪值班工人須填寫書面安全紀錄並簽名，向下輪值班同事交接當時的工作狀況。



對於已有僱員，會基於其經驗水平每年或每兩年提供最新培訓。所涉職能須證書或許可證（如炸藥使用許可證）的僱員由相關法定機構進行培訓，該等培訓可能每年持續七日以上，發放證書或許可證前會進行技能測試。

### 10.3 職業健康及安全過往紀錄

中國有色集團附屬公司的職業健康及安全統計已持續三年（對經營不足三年的業務，則統計最近經營年度的數據），包括意外傷害及安全相關事故統計。表10-1列示各附屬公司去年的事故統計。

表10-1：各附屬公司運營安全統計

	中色非洲 礦業／承包商	謙比希濕法冶煉	謙比希銅冶煉	中色盧安夏／承包商
2009年小事故／				
意外傷害.....	1/52	無報告	59	無報告／不適用
2009年礦務安全局				
須呈報事故.....	0/23	0	6	4／不適用
2009年死亡.....	1/3	0	0	1／不適用
2010年小事故／				
意外傷害.....	2/16	無報告	59	無報告／不適用
2010年礦務安全局				
須呈報事故.....	0/8	0	3	10／不適用
2010年死亡.....	1/1	0	1	1／不適用
2011年小事故／				
意外傷害.....	2/23	0	46	44/12
2011年礦務安全局				
須呈報事故.....	1/7	0	0	9/3
2011年死亡.....	0/1	0	0	1/2

附註：

\* 「不適用」為對2009年及2010年中色盧安夏選礦廠的報告，是由於中色非洲礦業向SRK報告2011年前場地並無選礦廠作業。

SRK認為上述事故統計及正在制訂的程序顯示各附屬公司一直全面致力於安全培訓、提供安全設備及安全監督。SRK建議定期彙編時亦須列報所有不重大及險生事故統計並檢討安全統計。

## 11 生產、經營及資本成本

## 11.1 生產紀錄

表11-1列示中國有色集團的四間附屬公司於2008年至2011年的過往生產紀錄。

表11-1：礦場及工廠的過往生產紀錄

礦場／工廠	項目	單位	2008年	2009年	2010年	2011年
<b>中色非洲礦業有限公司</b>						
Chambishi 銅礦 . . . .	已採礦石	噸	1,450,983	1,358,042	1,338,137	1,515,429
	礦石品位	銅(%)	1.87	1.81	1.75	1.67
地點： Chambishi						
主礦	已採礦石	噸	1,450,983	1,358,042	1,288,137	1,028,306
	礦石品位	銅(%)	1.87	1.81	1.75	1.58
地點： Chambishi						
西礦	已採礦石	噸	不適用	不適用	50,000	487,123
	礦石品位	銅(%)	不適用	不適用	1.86	1.86
Chambishi 選礦廠 . .	已處理礦石	噸	1,450,916	1,358,682	1,330,539	1,569,187
	銅精礦	噸	58,189	53,341	50,325	61,119
	精礦品位	銅(%)	44.68	44.06	43.78	38.03
	已處理礦石／ 精礦	噸／噸	24.93	25.47	26.44	25.67
	銅回收率	(%)	95.83	95.57	94.61	88.69
<b>贊比亞謙比希濕法冶煉有限公司</b>						
Chambishi 濕法廠 . .	陰極銅	噸	6,505	6,513	7,103	7,003
	銅回收率	銅(%)	75.36	71.96	85.36	86.98
<b>謙比希銅冶煉有限公司</b>						
Chambishi 銅冶煉廠 . . . . .	粗銅	噸		108,419	165,118	150,863
	粗銅品位	銅(%)		99.19	99.08	99.01
	銅回收率	銅(%)		95.55	96.28	96.59
<b>中色盧安夏銅業有限公司</b>						
Baluba 銅礦 . . . . .	已採礦石	噸		6,580	765,446	1,224,068
	礦石品位	銅(%)		1.42	1.40	1.36
		鈷(%)		0.13	0.10	0.11
Baluba 選礦廠 . . . . .	已處理礦石	噸		6,580	765,446	1,247,163
	銅精礦	噸		608	49,339	63,015
	精礦品位	銅(%)		14.57	20.30	25.42
		鈷(%)		1.07	1.09	0.90
	已處理礦石／ 精礦	噸／噸		10.82	15.51	19.79
	銅回收率	(%)		94.81	93.48	94.43
	鈷回收率	(%)		76.05	67.56	40.14

## 11.2 經營成本

中國有色集團四間附屬公司的管理層提供採礦作業、選礦廠、電解銅廠及冶煉廠的現金經營成本進行分析。經營成本紀錄中試劑及其他物料消耗按海外供應商提供的價格計算。有關薪資制度的資料用於計算勞工成本。電力消耗及成本按照贊比亞地方標準計算。

## 11.2.1 採礦及加工成本

採礦乃由採礦承包商或附屬公司自身僱員採用地下開採技術進行。採礦及開發方面，承包商負責提供必要的部分生產及支援設備以及所有直接勞力及前線監督。一般情況下，貴公司會向承包商提供炸藥，亦為承包商的採礦作業供電供水。採礦合約乃基於開採礦石數量及其質量控制(例如平均品位)以及損失率及貧化率而簽訂。礦場開發合約乃按照承包商須完成的礦道長寬進尺數而簽訂，當中亦詳述安全及環境問題，明確訂約方責任。

Chambishi 及 Baluba 的採礦及選礦廠之經營成本按礦場及工廠每月生產數據估計。表11-2 列示採礦及加工廠的經營成本(單位：美元／噸銅精礦)。採礦的主要現金經營成本來自消耗品、現場內外行政管理、勞工、燃料、電、非收入稅項及政府收費，而選礦的主要現金經營成本來自現場內外行政管理、非收入稅項及政府收費、消耗品、勞工、燃料及電。謹請留意，中國有色集團的項目經營成本乃摘錄自貴集團附屬公司的管理賬目。SRK僅按第18章內香港聯交所的規定分類成本。

表11-2：2009年至2011年採礦及加工成本(美元／噸)

現金經營成本	中色非洲礦業 — Chambishi 業務		
	2009年	2010年	2011年
勞工僱傭.....	139.76	187.26	207.86
消耗品.....	154.95	156.09	107.59
採礦合約.....	801.00	871.45	991.47
燃料、電、水及其他服務.....	79.32	106.88	145.91
現場內外行政管理.....	245.45	274.61	318.49
環境保護及監督.....	0.86	0.90	0.85
勞工輸送.....	2.74	7.20	7.80
產品推廣及運輸.....	46.51	93.52	102.19
非收入稅項、礦區土地使用費及 其他政府收費.....			
或然津貼.....			
<b>總計</b> .....	<b>1,470.58</b>	<b>1,697.92</b>	<b>1,882.16</b>
現金經營成本	中色盧安夏 — Baluba中礦業務		
	2009年	2010年	2011年
勞工僱傭 <sup>(1)</sup> .....		416.71	462.56
消耗品.....		378.12	475.50
採礦合約.....			
燃料、電、水及其他服務.....		92.50	128.86
現場內外行政管理.....		277.17	276.05
環境保護及監督.....		0.28	0.25
勞工輸送.....			
產品推廣及運輸.....		12.55	16.92
非收入稅項、礦區土地使用費及 其他政府收費.....			
或然津貼.....			
<b>總計</b> .....		<b>1,177.32</b>	<b>1,360.13</b>

附註：

(1) 已計及採礦承包商費用

## 11.2.2 陰極銅及粗銅生產成本

生產電解銅(陰極銅)及冶煉銅(粗銅)及相關硫酸的經營成本基於濕法廠及冶煉廠的每月經營數據估算。Chambishi 濕法廠的主要成本來自消耗品、現場內外行政管理、勞工、燃料、電及其他服務，而 Chambishi 銅冶煉廠的主要成本來自消耗品、現場內外行政管理、非收入稅項、礦區土地使用費、其他政府收費、電及其他服務(表11-3)。應注意，中國有色集團的項目經營成本乃摘錄自貴集團附屬公司的管理賬目。SRK僅按第18章內香港聯交所的規定分類成本。

表11-3：2009年至2011年陰極銅及粗銅生產成本(美元／噸)

現金經營成本	謙比希濕法治煉 — Chambishi 濕法廠		
	2009年	2010年	2011年
勞工僱傭.....	380.93	543.57	674.74
消耗品.....	1,121.76	1,231.45	2,041.94
燃料、電、水及其他服務.....	242.75	267.07	393.28
現場內外行政管理.....	457.85	551.18	670.76
環境保護及監督.....	1.54	0.84	0.84
勞工輸送.....			
產品推廣及運輸.....	100.57	121.78	114.96
非收入稅項、礦區土地使用費及 其他政府收費.....			
或然津貼.....			
<b>總計</b> .....	<b>2,305.39</b>	<b>2,715.89</b>	<b>3,896.52</b>
現金經營成本	謙比希銅冶煉 — Chambishi 銅冶煉廠		
	2009年	2010年	2011年
勞工僱傭.....	30.79	30.59	63.85
消耗品 <sup>(1)</sup> .....	5,570.78	7,185.72	7,364.32
燃料、電、水及其他服務.....	63.65	46.01	40.25
現場內外行政管理.....	156.97	77.61	111.49
環境保護及監督.....	0.51	0.23	0.25
勞工輸送 <sup>(2)</sup> .....			
產品推廣及運輸.....	49.62	120.95	169.24
非收入稅項、礦區土地使用費及 其他政府收費.....			
或然津貼.....			
<b>總計</b> .....	<b>5,872.32</b>	<b>7,461.11</b>	<b>7,749.39</b>

附註：

(1) 2009年、2010年及2011年分別為5,537.05美元、7,140.12美元及7,291.30美元銅精礦成本已計入消耗品

(2) 勞工輸送費用計入現場內外行政管理成本內

## 現金經營成本

	謙比希銅冶煉 — 硫酸廠		
	2009年	2010年	2011年
勞工僱傭.....	3.29	3.69	7.09
消耗品.....	2.79	2.80	1.58
燃料、電、水及其他服務.....	5.01	6.26	6.34
現場內外行政管理.....	7.83	5.50	7.75
環境保護及監督.....	0.004	0.001	0.002
勞工輸送 <sup>(1)</sup> .....			
產品推廣及運輸 <sup>(2)</sup> .....			
非收入稅項、礦區土地使用費及 其他政府收費.....			
或然津貼.....			
<b>總計</b> .....	<b>18.92</b>	<b>18.25</b>	<b>22.76</b>

附註：

(1) 勞工輸送費用計入現場內外行政管理成本內

(2) 已就硫酸產品運輸成本向買方開出發票

### 11.3 資本成本及投資

中國有色集團計劃於2012年至2016年對四家附屬公司的勘探、採礦開發、礦場建設、技術改進、尾礦儲存設施容量升級及其他輔助設施項目投資約1,647,582,000美元，其中中色非洲礦業項目、謙比希濕法冶煉項目、謙比希銅冶煉項目及中色盧安夏項目的投資分別為約898,500,000美元、186,850,000美元、213,213,000美元及349,019,000美元(見表11-4)。SRK認為，計劃資本投資充裕，倘資金到位，則很有可能實現 貴公司的既定目標。

表11-4：2012年至2016年附屬公司的投資計劃

項目／礦場	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	總計 (千美元／ 項目)
<b>中色非洲礦業</b>						
主礦礦體生產及開發	11,500	2,000	1,000	9,000	12,500	36,000
西礦體系統升級(二期建設)	24,000	15,000	10,000	14,000	17,000	80,000
東南礦體開發	116,000	150,000	180,000	180,000	154,000	780,000
勘探	1,500	1,000				2,500
小計(千美元／年)	<b>153,000</b>	<b>168,000</b>	<b>191,000</b>	<b>203,000</b>	<b>183,500</b>	<b>898,500</b>
<b>謙比希濕法冶煉</b>						
剛果Huachin項目	12,000	2,000				14,000
Kakoso 3,000噸／年濕法冶煉項目	9,000	8,000				17,000
Mwambashi項目	25,000	20,000	5,000			50,000
電解槽更新	3,650					3,650
剛果Mabende項目	50,000	30,000	15,000			95,000
生物冶金工業測試	3,500					3,500
Mwambashi風險勘探	500	1,000	1,000	1,200		3,700
小計(千美元／年)	<b>103,650</b>	<b>61,000</b>	<b>21,000</b>	<b>1,200</b>		<b>186,850</b>
<b>謙比希銅冶煉</b>						
冶煉／硫化廠及尾礦儲存設施的產能						
擴充	66,821	88,535	4,500			159,856
靜電吸塵的鈹回收	1,857					1,857
轉爐礦渣的鈷回收系統			25,500	25,000		50,500
金屬綜合利用					1,000	1,000
小計(千美元／年)	<b>68,678</b>	<b>88,535</b>	<b>30,000</b>	<b>25,000</b>	<b>1,000</b>	<b>213,213</b>
<b>中色盧安夏</b>						
Baluba中礦開發、升級及擴建(SCu)	9,002	5,585	1,367	1,190	1,500	18,644
Muliashi濕法冶煉項目	100,000					100,000
Mashiba勘探、開發及建設(SCu)			195,000	6,302	8,538	209,840
Muliashi南礦勘探、開發及建設(SCu)			20,000	192	343	20,535
小計(千美元／年)	<b>109,002</b>	<b>5,585</b>	<b>216,367</b>	<b>7,684</b>	<b>10,381</b>	<b>349,019</b>
<b>總計</b>	<b>434,330</b>	<b>323,120</b>	<b>458,367</b>	<b>236,884</b>	<b>194,881</b>	<b>1,647,582</b>

## 11.4 經營成本及產能預測

表11-5列示2012年至2016年中色非洲礦業 — Chambishi 及中色盧安夏 — Baluba 的採礦及選礦廠經營成本預測(成本單位：美元／噸銅精礦)以及謙比希濕法冶煉 — Chambishi 濕法廠、謙比希濕法冶煉 — Chambishi 選礦廠的電解銅(陰極銅)及謙比希銅冶煉 — Chambishi 銅冶煉廠的冶煉銅(粗銅)及相關硫酸產品工廠的生產經營成本預測。主要成本為薪資、消耗品、燃料、電、其他服務、現場內外行政管理、非收入稅項、礦區土地使用費及其他政府收費。預測成本估計乃按 貴集團附屬公司的管理賬目提供的各附屬公司過往生產紀錄而釐定。SRK僅按第18章香港聯交所的規定分類成本。

SRK留意到仍有兩個潛在不確定因素待核實：謙比希濕法冶煉生物冶金項目的給料資源有待進一步確定，生物冶金技術亦有待進一步試行及實施。

表11-5：2012年至2016年採礦及加工成本預測

現金經營成本	中色非洲礦業 — Chambishi 業務				
	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年
勞工僱傭.....	182.71	173.06	163.51	163.20	163.20
消耗品.....	152.29	144.25	136.29	136.03	136.03
採礦合約.....	850.22	805.33	760.90	759.41	759.41
燃料、電、水及其他服務.....	104.28	98.78	93.33	93.15	93.15
現場內外行政管理.....	193.90	173.70	152.01	144.13	144.13
環境保護及監督.....	5.39	5.11	4.83	4.82	4.82
勞工輸送.....	0.46	0.40	0.34	0.32	0.32
產品推廣及運輸.....	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85
非收入稅項、礦區土地使用費及 其他政府收費.....	111.34	108.33	106.97	104.83	104.83
或然津貼(健康與安全).....	31.47	29.81	28.16	28.11	28.11
<b>總計.....</b>	<b>1,634.91</b>	<b>1,541.62</b>	<b>1,449.20</b>	<b>1,436.84</b>	<b>1,436.84</b>

## 中色盧安夏 — Baluba 採礦業務

現金經營成本	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年
勞工僱傭 <sup>(1)</sup> .....	452.43	438.29	426.89	426.89	426.89
消耗品 .....	336.18	348.94	339.86	339.86	339.86
採礦合同.....					
燃料、電、水及其他服務.....	113.81	118.31	115.05	115.05	115.05
現場內外行政管理.....	228.45	231.97	225.92	225.92	225.92
環境保護及監督.....	10.31	9.99	9.73	9.73	9.73
勞工輸送.....	0.69	0.64	0.64	0.64	0.64
產品推廣及運輸.....	12.54	12.54	12.54	12.54	12.54
非收入稅項、礦區土地使用費及 其他政府收費.....	18.10	18.87	18.39	18.50	18.50
或然津貼(健康與安全).....	0.13	0.13	0.12	0.11	0.11
<b>總計 .....</b>	<b>1,172.65</b>	<b>1,179.48</b>	<b>1,149.14</b>	<b>1,149.25</b>	<b>1,149.25</b>

附註：

(1) 已計及採礦承包商費用

## 謙比希濕法冶煉 — Chambishi濕法廠

現金經營成本	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年
勞工僱傭.....	600.00	625.43	481.58	529.78	529.78
購買礦石 <sup>(1)</sup> .....	0.00	999.18	699.43	699.43	699.43
消耗品 .....	766.25	1,822.46	1,519.28	1,519.28	1,519.28
燃料、電、水及其他服務.....	354.28	352.05	350.58	350.58	350.58
現場內外行政管理.....	642.98	564.98	556.48	556.48	556.48
環境保護及監督.....	2.14	2.14	2.14	2.14	2.14
勞工輸送.....	6.68	6.68	6.68	6.68	6.68
產品推廣及運輸.....	265.00	189.29	255.00	255.00	255.00
非收入稅項、礦區土地使用費及 其他政府收費.....					
或然津貼(健康與安全).....	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
<b>總計 .....</b>	<b>2,638.53</b>	<b>3,564.22</b>	<b>3,172.94</b>	<b>3,222.64</b>	<b>3,275.64</b>

附註：

(1) 並無計及購買礦石的費用

## 謙比希濕法冶煉 — Chambishi 選礦廠

現金經營成本	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年
勞工僱傭 <sup>(1)</sup> .....	40.00	44.00	48.40	53.20	58.50
消耗品 .....	307.22	307.22	307.42	307.52	307.52
燃料、電、水及其他服務.....	133.55	133.55	133.55	133.55	133.55
現場內外行政管理.....	2.00	2.00	2.20	2.20	2.20
環境保護及監督.....	4.05	4.05	4.05	4.05	4.05
勞工輸送 <sup>(2)</sup> .....					
產品推廣及運輸.....	7.34	7.34	7.34	7.34	7.34
非收入稅項、礦區土地使用費及 其他政府收費.....	5.69	5.69	5.69	5.69	5.69
或然津貼(健康與安全).....	2.24	2.24	2.24	2.24	2.24
<b>總計 .....</b>	<b>502.09</b>	<b>506.09</b>	<b>510.89</b>	<b>515.79</b>	<b>521.09</b>

附註：

(1) 已計及採礦承包商費用

(2) 勞工輸送費用計入現場內外行政管理成本內



## 謙比希銅冶煉 — Chambishi銅冶煉廠

現金經營成本	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年
勞工僱傭.....	25.09	19.98	22.38	23.22	26.00
消耗品 <sup>(1)</sup> .....	7,188.95	7,210.26	7,210.26	7,215.68	7,215.68
燃料、電、水及其他服務.....	41.09	41.35	43.42	41.60	42.35
現場內外行政管理.....	144.16	102.75	128.75	122.96	122.96
環境保護及監督.....	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04
勞工輸送 <sup>(2)</sup> .....	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
產品推廣及運輸.....	143.33	139.20	139.79	136.80	136.80
非收入稅項、礦區土地使用費及 其他政府收費.....	1.03	0.70	0.70	0.65	0.65
或然津貼(健康與安全).....	0.51	0.40	0.40	0.37	0.37
<b>總計</b> .....	<b>7,544.22</b>	<b>7,514.69</b>	<b>7,545.75</b>	<b>7,541.32</b>	<b>7,544.85</b>

附註：

(1) 預期2011年銅精礦成本為7,291.30美元，已計入消耗品內

(2) 勞工輸送費用計入現場內外行政管理成本內

## 謙比希銅冶煉 — 硫酸廠

現金經營成本	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年
勞工僱傭.....	2.57	2.57	2.57	2.57	2.57
消耗品.....	1.68	1.68	1.68	1.68	1.68
燃料、電、水及其他服務.....	7.47	7.47	7.47	7.47	7.47
現場內外行政管理.....	10.36	10.36	10.36	10.36	10.36
環境保護及監督.....	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
勞工輸送.....	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
產品推廣及運輸 <sup>(1)</sup> .....	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86
非收入稅項、礦區土地使用費及 其他政府收費 <sup>(2)</sup> .....	4.87	4.87	4.87	4.87	4.87
或然津貼(健康與安全).....	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
<b>總計</b> .....	<b>27.89</b>	<b>27.89</b>	<b>27.89</b>	<b>27.89</b>	<b>27.89</b>

附註：

(1) 已就硫酸產品運輸成本向買方開出發票

(2) 硫酸產品毋須繳納出口關稅及其他費用

下表11-6為CNMC Huachin (Congo)濕法廠的經營成本預測，所有數據來自瀋陽有色冶金設計研究院2010年12月的「CNMC Huachin (Congo) 5,000噸／年陰極銅項目之可行性研究」。關於謙比希濕法冶煉Kakoso濕法廠的經營成本預測，所有數據來自瀋陽有色冶金設計研究院2011年3月的「Kakoso 3,000噸／年陰極銅項目之初步設計報告」。

表11-6：謙比希濕法冶煉 — CNMC Huachin (Congo)及  
謙比希濕法冶煉 — Kakoso濕法廠經營成本預測

中色盧安夏 — Muliashi採礦及濕法廠					
現金經營成本	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年
勞工僱傭.....	382.39	206.70	179.40	170.86	170.86
消耗品.....	1,385.46	1,293.83	1,175.22	1,126.75	1,126.75
燃料、電、水及其他服務.....	726.50	674.79	623.43	599.92	599.92
現場內外行政管理.....	832.37	528.45	461.50	435.05	435.05
環境保護及監督.....	10.16	19.24	16.69	15.90	15.90
勞工輸送					
產品推廣及運輸.....	224.93	224.97	206.85	197.00	197.00
非收入稅項、礦區土地 使用費及其他政府收費.....	134.97	135.00	129.55	129.55	129.55
或然津貼(健康與安全)					
<b>總計</b> .....	<b>3,696.77</b>	<b>3,082.98</b>	<b>2,792.63</b>	<b>2,675.03</b>	<b>2,675.03</b>

謙比希濕法冶煉 — CNMC Huachin (Congo)濕法廠					
現金經營成本	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年
勞工僱傭.....	330.00	330.00	399.30	247.50	272.25
購買礦石 <sup>(1)</sup> .....	1,728.60	1,730.18	1,726.62	1,726.62	1,726.62
消耗品.....	2,468.77	2,466.01	2,467.90	2,457.40	2,457.40
燃料、電、水及其他服務.....	204.67	203.45	204.50	202.00	202.00
現場內外行政管理.....	172.25	172.25	177.25	111.25	111.25
環境保護及監督.....	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
勞工輸送					
產品推廣及運輸.....	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00
非收入稅項、礦區土地使用費及 其他政府收費					
或然津貼(健康與安全).....	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25
<b>總計</b> .....	<b>3,378.44</b>	<b>3,374.46</b>	<b>3,451.70</b>	<b>3,220.90</b>	<b>3,245.65</b>

附註：

(1) 並無計及運輸礦石的費用

謙比希濕法冶煉 — Kakoso濕法廠					
現金經營成本	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年
勞工僱傭.....		600	600	550	550
消耗品.....		1,000	1,000	1,000	1,000
燃料、電、水及其他服務.....		380	380	350	350
現場內外行政管理.....		550	550	498	498
環境保護及監督.....		5	5	5	5
勞工輸送.....		6	6	5	5
產品推廣及運輸.....		250	122	122	122
非收入稅項、礦區土地使用費及 其他政府收費					
或然津貼(健康與安全)					
<b>總計</b> .....		<b>2,796</b>	<b>2,663</b>	<b>2,663</b>	<b>2,663</b>

2012年至2016年的產能及生產預測列於表11-7。

表11-7：2012年至2016年產能及生產預測

項目／礦場	單位	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年
<b>中色非洲礦業 — Chambishi 選礦廠</b>						
已開採及已處理礦石	千噸	1,700	2,000	2,200	2,350	2,350
Chambishi 主礦體	千噸	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Chambishi 西礦體	千噸	860	1,090	1,000	1,150	1,150
平均入選品位	銅%	1.75	1.78	1.85	1.89	1.89
Chambishi 主礦體	銅%	1.68	1.72	1.84	1.89	1.89
Chambishi 西礦體	銅%	1.85	1.85	1.85	1.89	1.89
銅總回收率	%	89.19	88.10	87.73	87.21	87.21
銅精礦	噸	65,089	77,635	87,358	96,767	96,767
精礦品位	銅%	38.72	37.36	37.06	36.62	36.62
精礦所含銅金屬	噸	25,200	29,006	32,372	35,438	35,438
<b>中色非洲礦業 — Chambishi 東南選礦廠</b>						
來自Chambishi東南礦的已開採及 已處理礦石	千噸					16,500
平均入選品位	銅%					2.00
平均入選品位	鈷%					0.10
銅總回收率	%					93.98
鈷總回收率	%					45.63
銅精礦	噸					122,917
精礦品位	銅%					24.00
精礦品位	鈷%					0.60
精礦所含銅金屬	噸					29,500
精礦所含鈷金屬	噸					700
<b>中色盧安夏 — Baluba 選礦廠</b>						
來自Baluba中礦的已開採及 已處理礦石	千噸	1,400	1,500	1,500	1,500	1,500
平均入選品位	銅%	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40
銅回收率	%	94.50	94.50	94.50	94.50	94.50
銅精礦	噸	75,510	81,000	79,380	79,380	79,380
精礦品位	銅%	24.50	24.50	25.00	25.00	25.00
精礦所含銅金屬	噸	18,500	19,845	19,845	19,845	19,845
<b>中色盧安夏 — Muliashi 濕法廠</b>						
已開採礦石	千噸	4,700	4,600	4,600	4,600	4,600
包括：硬礦石	千噸	3,080	1,000	1,000	1,000	1,000
軟礦石	千噸	1,620	3,600	3,600	3,600	3,600
已開採礦石的銅品位	%	1.09	1.19	1.19	1.19	1.19
對於：硬礦石	%	1.12	1.06	1.06	1.06	1.06
軟礦石	%	1.05	1.22	1.22	1.22	1.22
已加工礦石	千噸	2,537	4,498	4,498	4,498	4,498
包括：攪拌浸出礦石	千噸	1,472	1,942	1,942	1,942	1,942
堆浸礦石	千噸	1,065	2,556	2,556	2,556	2,556
銅總回收率	%	51.53	61.59	74.81	74.81	74.81
攪拌浸出的銅回收率	%	76.00	76.00	76.00	76.00	76.00
堆浸的銅回收率	%	21.05	51.33	73.97	73.97	73.97
陰極銅總產量	噸	18,912	32,959	40,033	40,033	40,033

項目／礦場	單位	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年
攪拌浸出的陰極銅產量	噸	16,562	16,915	16,915	16,915	16,915
堆浸的陰極銅產量	噸	2,350	16,044	23,118	23,118	23,118
陰極所含銅金屬	噸	18,817	32,959	40,033	40,033	40,033
<b>謙比希濕法冶煉 — Chambishi 選礦廠</b>						
已處理礦石	千噸	330	330	330	330	330
包括：Chambishi 西礦氧化礦	千噸	240	240			
3號氧化礦石堆	千噸	90	90			
Mwambashi 的礦石	千噸			330	330	330
平均入選品位	銅%	1.41	1.41	1.71	1.71	1.71
對於：Chambishi西礦氧化礦	銅%	1.60	1.60			
3號氧化礦石堆	銅%	0.90	0.90			
Mwambashi 的礦石	銅%			1.71	1.71	1.71
銅回收率	%	52.00	52.00	36.00	36.00	36.00
銅精礦	噸	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
精礦品位	銅%	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
精礦所含銅金屬	噸	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
<b>謙比希濕法冶煉 — Chambishi 濕法廠</b>						
堆浸礦石	千噸	135	135	135	135	135
堆浸礦石的銅品位	%	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
堆浸的銅回收率	%	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00
堆浸所回收的銅金屬	噸	526	526	526	526	526
攪拌浸出礦石	千噸	1,214	1,189	1,021	1,021	1,021
包括：來自加工廠的尾礦	千噸	434	434	320	320	320
6號及16號尾礦儲存設施的舊尾礦	千噸	302				
外購的礦石	千噸		94	94	94	94
15號尾礦儲存設施的舊尾礦	千噸	478	957	478	478	478
Mwambashi 礦石加工廠的尾礦	千噸			129	129	129
攪拌浸出的平均入選品位	%	0.50	0.48	0.77	0.77	0.77
包括：來自加工廠的尾礦	%	0.45	0.45	0.80	0.80	0.80
6號及16號尾礦儲存設施的舊尾礦	%	1.05				
外購的礦石	%		3.50	3.50	3.50	3.50
15號尾礦儲存設施的舊尾礦	%	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Mwambashi 礦石加工廠的尾礦	%			0.80	0.80	0.80
攪拌浸出的銅回收率	%	90.01	81.14	82.59	82.59	82.59
攪拌浸出所回收的銅金屬	噸	5,472	6,471	6,471	6,471	6,471
平均銅回收率	%	86.16	81.14	82.59	82.59	82.59

項目／礦場	單位	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年
陰極銅產量.....	噸	6,000	7,000	7,000	7,000	7,000
陰極所含銅金屬.....	噸	5,998	6,997	6,997	6,997	6,997
<b>謙比希濕法冶煉</b>						
<b>— CNMC Huachin (Congo) 濕法廠</b>						
已處理礦石.....	噸	297,000	330,000	330,000	330,000	330,000
已處理礦石品位.....	銅%	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50
陰極銅.....	噸	9,000	10,000	10,000	10,000	10,000
銅回收率.....	%	86.54	86.54	86.54	86.54	86.54
陰極所含銅金屬.....	噸	8,996	9,995	9,995	9,995	9,995
碳酸鈷產品所含鈷金屬.....	噸			800	800	800
<b>謙比希濕法冶煉 — Kakoso (尾礦) 濕法廠</b>						
已處理礦石.....	噸		475,300	679,000	679,000	679,000
已處理礦石品位.....	銅%		0.60	0.60	0.60	0.60
陰極銅.....	噸		2,100	3,000	3,000	3,000
銅回收率.....	%		73.60	73.60	73.60	73.60
陰極所含銅金屬.....	噸		2,099	2,998	2,998	2,998
<b>謙比希濕法冶煉 — Mabende (Congo)</b>						
<b>Leach Plant</b>						
已處理礦石.....	噸			481,450	963,400	963,400
礦石品位.....	銅%			2.40	2.40	2.40
陰極銅.....	噸			10,000	20,000	20,000
銅回收率.....	%			86.5	86.5	86.5
陰極所含銅金屬.....	噸			9,995	19,990	19,990
<b>謙比希銅冶煉 — Chambishi 銅冶煉廠</b>						
所耗銅精礦.....	噸	518,523	764,809	764,809	825,994	825,994
精礦品位.....	銅%	33.60	33.50	33.50	33.50	33.50
銅回收率.....	%	96.60	96.60	96.60	96.60	96.60
粗銅產量.....	噸	180,000	250,000	250,000	270,000	270,000
粗銅品位.....	銅%	99.00	99.00	99.20	99.50	99.50
粗銅所含銅金屬.....	噸	168,300	247,500	247,500	267,300	267,300
硫酸產量.....	千噸	400	560	560	600	600
硫酸濃度.....	%	98.25	98.25	98.25	98.25	98.25

附註：

\* 公司預測並無訂明鈷回收率

## 12 公用及基礎設施

### 12.1 道路交通

中色非洲礦業、中色盧安夏、謙比希銅冶煉及謙比希濕法治煉位於贊比亞共和國北部 Copperbelt 省。中色非洲礦業、謙比希銅冶煉及謙比希濕法治煉位於 Chambishi 鎮，中色盧安夏位於 Luanshya 市。Chambishi 及 Luanshya 的採礦區有鐵路及公路通往 Lusaka 及 Copperbelt 省的其他城市。表12-1列示各城市之間的精確距離。

表12-1：Chambishi 及 Luanshya 採礦區與相關城市的距離

城市	單位	中色 非洲礦業	中色 盧安夏	備註
Lusaka	公里	360	320	
Kitwe	公里	28	49	
Ndola	公里	70	30	
Mufulira	公里	40		
Luanshya	公里		12	
德班(南非)	公里	2,600	2,600	距上海13,400公里
Dar es Salaam (坦桑尼亞)	公里	2,100	2,100	距上海12,000公里
Kapilrimbohemia	公里			距 Dar es Salaam 1,860公里

贊比亞位處內陸，消費品及產品只能依靠火車或卡車運輸，經由坦桑尼亞的達累斯薩拉姆港或南非的德班港進出口。兩個礦區的鐵路及公路通往所有主要城鎮及其他採礦廠。Lusaka、Kitwe及Ndola設有國內航班，而 Lusaka 與 Ndola 更有國際航班。

兩個礦區內鋪設的道路主要連接採礦工業區、加工工業區及生活福利設施。正常情況下，道路能承受載重不超過25噸的卡車。謙比希銅冶煉緊靠贊比亞國道 Lusaka 至 Kitwe 段。謙比希濕法治煉緊鄰中色非洲礦業的選礦廠，而中色非洲礦業有公路通往工廠，距 Lusaka 高速公路1.5公里。SRK由此認為，兩個礦區及冶煉廠的交通狀況總體較佳。

### 12.2 供電

贊比亞的電力資源豐富，能滿足礦場基礎設施及生產用電。贊比亞的水電發電總容量超過800兆瓦。國家電網由 ZESCO 控制。贊比亞供電部門2006年9月提交的文件顯示，Chambishi 及 Luanshya 地區的電網非常穩定。過去20年每次停電的持續時間不超過1.5小時。

中色非洲礦業的電力由 ZESCO 的 LUANO 中央降壓變電站供應。礦區有一個 CHISENGA 變電站(66千伏/11千伏)。加工工業區的電力由一間66千伏/11千伏的配電室配送。兩個變電站由一條66千伏的電線連接。原供電系統保持基本完善。

中色盧安夏有Baluba S/S、IRWINS/S及 MACLAREN S/S三個變電站。電力由CEC以66千伏的輸電線路輸送。CEC表示將為待建及運行中項目(包括 Muliashi 北礦的露天開採)提供充足電力。

謙比希銅冶煉的電力經中央變壓器將負荷66千伏的雙迴路進線輸送的電力降至10千伏後供應，而雙迴路進線輸送的電力來自距謙比希銅冶煉3公里的 CHISENGA 變電站及15公里以外的 LUANO 變電站。謙比希銅冶煉的66千伏/11千伏變電站須採用雙迴路進線供電，一迴與 CHISENGA 變電站相連，另一迴與 LUANO 變電站(距 CHISENGA 變電站12公里，見圖12-1)相連。

運行模式：CEC負責將66千伏降至11千伏，謙比希銅冶煉負責將電壓降至11千伏以下。

根據可行性研究設計，設備的裝機功率為62,740千瓦，計算所得負荷為36,298千瓦，年耗電量約為 $188 \times 10^6$ 千瓦時。謙比希銅冶煉有一個餘熱電站，配有一台6,300千瓦(最大)的蒸汽渦輪機，可回收餘熱發電。供電電壓為10千伏，經由中央降壓變電站的10千伏母線輸送。

謙比希濕法冶煉將來自中色非洲礦業的 CHISENGA 變電站的供電透過一間配電室配送至各工廠。目前的年耗電量約為21,300,000千瓦時，日後或會增至30,000,000千瓦時。謙比希濕法冶煉會向中色非洲礦業遞交季節供電報告。

根據負荷計算結果，現有的 CHISENGA 及 CHAMBISHI 變電站能滿足採礦及加工過程中更高負荷的供電需求。

2011年當地平均電價為5.6分／千瓦時。

鑑於當地的水電資源應付工業需求有餘，SRK認為，以現況來看，中國有色集團 Chambishi 及 Luanshya 礦區項目的供電充足。



圖12-1：謙比希銅冶煉66/11千伏變電站

### 12.3 供水

#### 中色非洲礦業、謙比希銅冶煉及謙比希濕法治煉

Chambishi 的供水包括生活及工業用水，均取自地下水。工業用水供予同處一區的中色非洲礦業 Chambishi 選礦廠、謙比希濕法治煉及謙比希銅冶煉。工業用水收集在一個容量為 50,000 立方米的水庫（見圖 12-2）。生活用水經處理及淨化後使用。中色非洲礦業目前向距礦場 3 公里的 Chambishi 鎮供應生活用水。

謙比希銅冶煉與謙比希濕法治煉按固定價格向中色非洲礦業購水。

#### 中色盧安夏

中色盧安夏一般自 Luanshya 水庫取用加工所需工業用水，而 Luanshya 水庫的水來自 Musi 尾礦儲存設施、Baluba 中礦及 Luanshya 河。Baluba 選礦廠及行政辦公室的工人所需生活用水則由 Luanshya 當地供水公司供應。

SRK 認為，目前整個項目的供水充足，惟仍需考慮未來擴充的用水需求。



圖 12-2：中色非洲礦業水庫

### 12.4 機械保養設施

根據 SRK 的實地考察，中色非洲礦業、中色盧安夏、謙比希銅冶煉及謙比希濕法治煉的機械保養基本上都是由內部合資格機械保養車間負責。

機械保養亦可按需要交由當地社區及國際採礦設備製造商的機械保養車間負責。



## 12.5 行政及生活設施

根據SRK實地考察所收集資料，四家公司均擁有自己的辦公及生活設施，而辦公室及行政設施均設於生產區內（見圖12-3）。中色非洲礦業的住宿設施位於Kitwe，中色盧安夏的住宿設施位於Luanshya，乃由盧安夏銅業設施改造而成，謙比希銅冶煉的住宿設施毗鄰冶煉廠，而謙比希濕法冶煉的住宿設施位於Chambishi鎮。所有設施周全，足以滿足辦公及員工休閒的需求，且環境優美。所有項目均提供通勤車接送。



圖12-3：中色非洲礦業辦公樓（「中央控制大樓」）

## 13 主要合約

### 13.1 採礦合約

**中色非洲礦業：** 貴公司與 Jinchengxin Mining & Construction Zambia Ltd 訂有於 Chambishi 主礦及西礦採礦的採礦合約，有效期為2011年至2013年。採礦合約包括坑道挖掘、採礦準備及生產、地下支護、地下運輸、回填及通風系統維護。合約訂有所需執行的職責、技術人員的分配及工作質素，亦可按需要加入其他職責。合約條款訂明生產數量或質素符合合約要求時相應的獎勵與不符合合約要求時相應的懲罰，並規定根據採礦進度付款。

**中色盧安夏：** 所有於Baluba中礦的礦產開發及採礦活動均由中色盧安夏員工自行進行。所有於Muliashi北礦的採礦活動由承包商十五冶非洲建築貿易公司進行。

### 13.2 供應合約

冶金及加工廠及其他工廠所用柴油及試劑等易耗物料一般根據一年期的短期合約按市價購買。

### 13.3 運輸合約

#### 原礦運輸：

Chambishi 主礦及中色盧安夏礦場的原礦(「原礦」)均以輸送帶由礦井運至選礦廠。

Chambishi 西礦的原礦以卡車由礦井運至選礦廠。

Chambishi 東南礦的原礦以輸送帶由礦井運至選礦廠。

#### 產品運輸：

中色非洲礦業與 All Cargo Solutions Ltd 訂有一份生產運輸合約，按卡車交貨方式用卡車將散裝銅精礦由中色非洲礦業的 Chambishi 礦場運至謙比希銅冶煉作進一步處理。

中色非洲礦業與中色非洲物流貿易有限公司訂有一份生產運輸合約，按卡車交貨方式用卡車將散裝銅精礦由中色盧安夏礦場運至謙比希銅冶煉作進一步處理。

謙比希銅冶煉與 Cargo Management & Logistics Limited 訂有一份生產運輸合約，用卡車將粗銅錠由謙比希銅冶煉運至國際金融公司的比勒陀利亞倉庫 (Pretoria Depot) / South Africa & Transworld Cargo / 納米比亞暫存，然後裝入集裝箱運至德班及沃爾維斯灣 (Walvis Bay) 的港口待運。

### 13.4 產品銷售合約

#### 中色非洲礦業／中色盧安夏與謙比希銅冶煉之間的產品銷售：

貴公司向SRK提供中色非洲礦業及中色盧安夏與謙比希銅冶煉所訂立產品銷售合約的範本，所載條款包括質素、數量、價格、交貨、扣減款項、報價期及付款等主要事項。價格按金屬付款總額扣除處理費及提煉費計算，具體如下：

銅：最終含銅量95.25% — 95.5%(中色盧安夏及謙比希銅冶煉)至96.00%(中色非洲礦業及謙比希銅冶煉)的價格按金屬通報 (Metal Bulletin) 所公佈的倫敦金屬交易所報價期A級銅平均官方結算價釐定。

銀：最終含銀量(最少須扣減30克／乾公噸(中色盧安夏及謙比希銅冶煉)至35克／乾公噸(中色非洲礦業及謙比希銅冶煉))90%的價格按倫敦金屬通報 (Metal Bulletin) 所公佈的倫敦金銀市場協會報價期平均現銀價(美元價)釐定。

金：最終含金量(最少須扣減1克／乾公噸)90%的價格按金屬通報(Metal Bulletin)所公佈的報價期倫敦早／午市報價中間價的均價釐定。

#### 謙比希銅冶煉與外部買家之間的產品銷售：

貴公司向SRK提供謙比希銅冶煉與中色國際貿易有限公司所訂立產品銷售合約的範本，所

載條款包括質素、數量、價格、交貨、扣減款項、報價期及付款等主要事項。價格為金屬付款總額扣除處理費及提煉費，具體如下：

銅：最終協定含銅量(須扣減0.3單位／公噸)的價格按倫敦金屬通報 (Metal Bulletin) 所公佈的倫敦金屬交易所報價期A級銅平均美元結算價釐定。

金：倘最終含金量不超過1克／公噸，則毋須付款。倘最終含金量高於1克／公噸但不超過10克／公噸，則買家須就最終含金量的90%付款。倘最終含金量超過10克／公噸，則買家須就最終含金量的92%支付相當於按倫敦金屬通報 (Metal Bulletin) 所公佈的報價期倫敦「早／午市」金美元報價中間價均價的款項。

銀：倘最終含銀量不超過20克／公噸，則毋須付款。倘最終含銀量高於20克／公噸但低於500克／公噸，則買家須就最終含銀量的90%付款。倘最終含銀量超過500克／公噸，則買家須就含銀量的92%支付相當於按倫敦金屬通報 (Metal Bulletin) 所公佈的報價期倫敦平均美元現價的款項。

#### 提煉費：

銅：應付銅的提煉費為每噸300美元。

銀：應付銀的提煉費為每盎司(金衡制)30.00美分。

金：應付金的提煉費為每盎司(金衡制)4.00美元。

#### 謙比希濕法治煉與外部買家之間的产品銷售：

貴公司向SRK提供謙比希濕法治煉與 Trafigura AG Switzerland、中色奧博特銅鋁業有限公司及天津市中色國際貿易有限公司所訂立產品銷售合約的範本，所載條款包括質素、數量、價格、交貨、扣減款項、報價期及付款等主要事項。每公噸的價格基本按倫敦金屬交易所報價期[A]級銅平均官方現金結算價減若干指定金額計算。

### 13.5 勞動合約

根據 貴公司各附屬公司提供的合約範本，各公司全體員工及僱員均已根據贊比亞共和國勞動合同法簽署勞動合約。 貴公司各附屬公司亦向僱員提供津貼，包括住房、醫療、地下、工傷、交通、電話、年度獎金、失業、離職、長期服務獎勵及國家養老金計劃供款。

各公司與中國員工簽訂的合約一般為期兩年，與贊比亞高級管理人員簽訂的合約一般為期三年， 貴公司附屬公司與贊比亞普通勞工簽訂的合約一般為短期(謙比希銅冶煉、MLZ)或長期(中色非洲礦業、中色盧安夏)合約。SRK獲悉， 貴公司附屬公司完全遵守贊比亞的勞動法律。有關合約亦明確規定僱主與僱員各自的責任。

## 14 環境及社會評估

### 14.1 環境評審目標

環境盡職評審旨在識別及核查現有及潛在的環境責任及風險，並評估中國有色集團贊比亞項目相關的任何建議補救措施。

SRK對中國有色集團贊比亞項目的訂約環境評審範圍包括四間附屬公司的以下營運設施：

- 中色非洲礦業：包含2個營運中礦場(Chambishi 主礦及Chambishi 西礦)及1個開發中礦場(Chambishi 東南礦)以及加工設施。
- 謙比希濕法冶煉、Sino-Acid Products (Zambia) Ltd (「SAPZ」)：除靠近 Kitwe 的主要濕法項目外還包含 Kakoso 尾礦壩、瀝浸及堆浸設施及濕法治煉廠。
- 謙比希銅冶煉：冶煉廠及配套設施。
- 中色盧安夏：擁有一份覆蓋2個營運中礦場(Baluba 中礦及 Muliashi 北礦)的大型採礦牌照以及濕法治煉廠。

### 14.2 環境評審流程、範圍及標準

核證中國有色集團贊比亞項目有否環境許可及執照以及運營是否合規的過程包括根據以下規例審查及檢查項目的環境管理表現：

- 贊比亞國家環保法規規定(附錄三)。
- 世界銀行／國際金融公司環境標準與指引(附錄四)。
- 國際公認環境管理慣例。

中國有色集團贊比亞項目的環境評審採用的方法包括文件審查、實地考察及採訪公司技術代表。實地考察時間為2011年4月25日至5月6日。

### 14.3 環境審批狀況

SRK在中國有色集團贊比亞項目獨立環境評審中已審查項目的開發及營運執照、許可證、評估文件及政府批文。SRK發現中國有色集團的附屬公司及員工均明晰贊比亞有關進行適當項目開發評估的法律規定以及所需的贊比亞環境委員會政府批文及相關執照、許可證及同意書。

SRK已察看並核查贊比亞礦山安全局過往三年(或較新業務已經營期間)頒發予中國有色集團附屬公司的項目年度經營許可證。謙比希濕法治煉及中色盧安夏項目於SRK實地考察當

時尚未獲發2011年的年度經營許可證，但SRK已察看謙比希濕法冶煉及中色盧安夏項目就所需年度經營許可證提交的申請。

SRK已收到有關中國有色集團附屬公司礦場及礦物加工設施的環境社會影響評估副本，並已察看政府其後有關該等評估的批文。

SRK已察看並核查中國有色集團附屬公司營運所需過往三年(對於經營期間不滿三年的業務，SRK已審查其已經營期間的環境管理計劃)的年度環境管理計劃及年度環境報告以及相關政府批文。

SRK亦已收到中國有色集團贊比亞項目經營單位過往三年(或較新業務已經營期間)的環保基金審計報告及年度環保保證金規定及付款報告。SRK發現所界定的保證金金額乃摘錄自中國有色集團贊比亞項目的年度環保基金審計報告及年度環境管理計劃，已考慮貫穿全年的逐步復墾工程以及贊比亞環境委員會對個別項目環保及關閉責任的獨立分類。

SRK亦已察看並核查大量中國有色集團贊比亞項目及其配套設施所需次級環保營業執照、許可證及協議。大部分環保執照須每年續期，SRK實地考察後確認該等執照乃按贊比亞法律規定續期。

#### 14.4 環境合規及達標

本報告所載中國有色集團贊比亞項目重大環境問題與中國有色集團贊比亞項目礦場的採礦及礦物加工活動有關。透過環境審查已確定與運營及進一步開發中國有色集團贊比亞項目相關的最重大現有及潛在環境／社會管理及遵法責任，並已界定經營管理與行業最佳慣例的差距。

SRK表示，中國有色集團在SRK實地考察期間基本遵守贊比亞國家法律規定，並設有專門制度，確保按照贊比亞環境委員會的指示採取行動糾正任何違規事宜或更新工作通知，惟可更上一層樓，按行業最佳慣例提高項目運營環境／社會管理。SRK證實，中色非洲礦業、謙比希濕法冶煉、謙比希銅冶煉及中色盧安夏已取得開發及經營項目所需的執照及許可證，並已編製所需環境社會影響評估報告，包括所需環境管理計劃及概念復墾計劃。

SRK表示，所獲提供／審閱的中國有色集團贊比亞項目環境及社會管理文件乃依照贊比亞法律規定而編製，基本符合國際金融公司的環境標準與指引以及國際公認的環境管理行業慣例。

SRK實地考察期間，中國有色集團附屬公司的大部分項目單位處於全面運作狀態，並伴有若干擴充及新開發項目，進度各異。SRK因此只能審查各項目現有運營設施的運營環境管

理及保護措施、所進行的開發活動與發展評估及規劃，以及針對發展及擴充中業務所規劃的未來運營環境管理及保護措施。

SRK於現場調查過程中發現，實地考察期間項目對當時潛在重大環境及社會風險的管理合理，有關風險屬於可接受／可容忍的風險，惟仍須盡量減輕實際及潛在影響，將其控制在可接受的水平，特別是有關社會及社區的影響。

與地表及地下水、塵埃及氣體排放、有害物料儲存、矸石堆、尾礦儲存設施及料堆管理、土地擾動及復墾相關的環境風險，如按贊比亞國家環境標準及監管規定與行業最佳慣例管理，一般可予控制。

可能會導致須關閉污染場地及其他場地以及申請及持有社會經營許可證的環境風險(包括健康及安全標準)可透過採取有關公認國際行業慣例有效管理。現場管理上述風險時應協同實施涵蓋各領域所需工作的營運環境管理計劃、環境應急計劃及健康安全環境計劃。申請社會經營許可證須制定社會發展規劃及實施協定的相應舉措。

#### 14.5 土地擾動

對周邊生態環境的主要影響是覆岩層剝離、矸石堆及尾礦儲存、加工廠排水、污水處理、爆炸、運輸及興建配套樓宇引致的擾動及潛在污染。如不採取有效措施管理及修復受影響地區，周邊土地或會遭受污染而改變土地使用功能，致令土地退化、水資源流失及土壤侵蝕加劇。

項目環境社會影響評估載有礦場、地面基礎設施及加工設施、瀝浸及堆浸、冶煉廠及濕法冶煉廠、矸石堆、尾礦儲存設施以及其他配套基礎設施對有關區域之影響的估計。SRK亦在實地考察過程中確認，中國有色集團贊比亞項目設有土地擾動及復墾登記簿，用於記錄所有土地擾動影響。

項目環境評估及管理文件亦訂明在日常運營中最大限度減少擾動的措施。SRK於實地考察過程中亦發現，已確定廢棄的受影響區域及設施正在逐步修復，並已在按規定提交的年報中向贊比亞環境委員會呈報有關修復情況以及正在進行之礦場關閉規劃的進度。

#### 14.6 動植物

發展採礦及礦物加工項目亦可能影響或毀滅動植物棲息地。項目環境社會影響評估須確定

對動植物棲息地任何潛在影響的範圍及程度。倘對動植物棲息地的潛在影響視為重大，則環境社會影響評估須一併提出有效降低及控制有關潛在影響的措施。

中國有色集團贊比亞項目個別業務的環境社會影響評估已進行動植物基準評估。環境社會影響評估報告，各個項目場地及周圍並無發現稀有或瀕危物種。區內動物較少，主要是由於該地過往興農所致，而植物則既有本地物種又有外來物種。環境社會影響評估亦提供控制對項目場地周遭動植物群落之潛在影響的有效措施。對區內生態環境的最大潛在影響是外來雜草及植物物種大量涌入，影響生態系統的自然組成及多樣性。因此，中國有色集團附屬公司須努力降低外來物種入侵所涉區域的可能。

## 14.7 矸石及尾礦管理

### 14.7.1 矸石管理

中國有色集團贊比亞項目場地目前有大量過往及近期產生的活躍矸石堆。矸石堆編號後列入各現場管理計劃。贊比亞環境委員會要求定期評估矸石堆的穩定性以及排水及粉塵對周圍環境產生的影響。SRK證實，中國有色集團的附屬公司已按該項規定向贊比亞環境委員會提交獨立及內部報告。

中國有色集團贊比亞項目的環境社會影響評估載有對項目運營將產生之矸石的估計。SRK在現場觀察到矸石堆的狀況合理，惟認為仍可改進控制地表水徑流的管理措施，減少項目場地污水排放前所夾帶的泥沙量。

謙比希銅冶煉的冶煉廠項目亦有存放冶煉及相關流程所產生固體廢物的冶煉渣堆。冶煉渣分兩堆存放，一堆臨時存儲以供再利用，另一堆永久儲存。

項目開發過程中剝離的覆岩層於SRK實地考察當時並無單獨儲存以供日後再利用，只是堆放於矸石堆場。SRK建議儲存剝離的表土，供日後復墾時再利用。

中國有色集團的附屬公司表示，鑑於贊比亞 Copperbelt 富含硫化物的天然緩衝／中和劑碳酸鹽這一基本地質及地球化學特徵，並無對矸石地球化學／酸性岩排水(ARD)進行評估。SRK亦發現中國有色集團贊比亞項目並無採取任何管理措施處理可能發生之酸性岩排水。由於SRK在實地考察過程中並無發現酸性岩排水跡象，而地球化學特徵界定過程亦無發現有酸性岩排水的可能，因此SRK亦認為發生酸性岩排水的可能性微乎其微。

SRK建議全面評估矸石酸性岩排水／地球化學特徵，確定對pH值及重金屬浸出的影響，確保有關影響並不重大。此外，建議單獨儲存表土用於復墾。

### 14.7.2 尾礦管理

中國有色集團贊比亞項目場地目前有大量過往及近期產生的活躍尾礦儲存設施。中國有色集團附屬公司的不少項目均在對含銅量具經濟效益的多個原有尾礦儲存設施的尾礦進行再處理。尾礦儲存設施編號後列入各現場管理計劃。贊比亞環境委員會要求定期評估尾礦儲存設施的穩定性以及排水及粉塵對周圍環境產生的影響。SRK證實，中國有色集團的附屬公司已按該項規定向贊比亞環境委員會提交獨立及內部報告。

中國有色集團贊比亞項目的環境社會影響評估載有項目運營將產生之尾礦的估計。SRK在現場觀察到尾礦儲存設施的狀況合理，惟認為仍可改進控制地表水徑流的管理措施，減少項目場地污水排放前所夾帶的泥沙量。

SRK發現若干尾礦儲存設施(尾礦儲存設施的配套濕法廠)內襯高密度聚乙烯材料，可防止低pH值尾礦水由回收濕法工藝所產生酸水的設施滲入周圍環境(地表及地下水)。用於處理選礦迴路產生之一般尾礦的尾礦儲存設施並無使用高密度聚乙烯內襯，而是透過添加石灰(如有必要)確保pH值的穩定性。

中國有色集團表示，因尾礦線爆炸導致一次不合規事故(異常污染)，排放約5噸尾礦入Fisansa河。之後緊急採用備用線，修補問題線並將尾礦物料從河流挖掘出來運至指定Musi尾礦垃圾場。SRK表示此乃公司根據贊比亞規定及行業最佳慣例處理營運問題的例子。

中國有色集團的附屬公司表示，鑑於贊比亞 Copperbelt 富含硫化物的天然緩衝/中和劑碳酸鹽這一基本地質及地球化學特徵，並無對尾礦地球化學/酸性岩排水進行評估。SRK亦發現中國有色集團贊比亞項目並無採取任何管理措施處理可能發生之酸性岩排水。由於SRK在實地考察過程中並無發現酸性岩排水跡象，而地球化學特徵界定過程亦無發現有酸性岩排水的可能，因此SRK亦認為發生酸性岩排水的可能性微乎其微。

SRK建議全面評估尾礦酸性岩排水/地球化學特徵，確定對pH值及自尾礦儲存設施浸出重金屬的影響，確保有關影響並不重大。

### 14.8 污水問題及影響

中國有色集團贊比亞項目所在地一年中大多時間處於雨季，降雨量較大，而旱季幾乎不降雨。項目現場周圍的主要地表水保護目標為 Kafue 河，Kafue 河是贊比西河的支流，亦為贊比亞主要經濟水道。



中國有色集團贊比亞項目的主要用水點為項目現場的選礦、降塵、辦公樓及宿舍的運營用水及生活用水。中國有色集團表示並無記錄各項活動的用水量，惟項目的環境社會影響評估包括水需求估計及對區內水資源的潛在影響。

中國有色集團贊比亞項目對地表水的潛在影響緣於當地河道、礦場及廢棄區的徑流(含沉積物且夾帶污染物)以及矸石堆、堆浸、尾礦儲存設施的徑流更改/改道。項目環境社會影響評估中報告，露天採場、矸石堆及尾礦儲存設施的設計原則為將排水收集到沉澱池後再利用或排放。SRK在實地考察過程中發現，天然濕地亦用於將污水二次淨化後經當地排水渠道及溝渠排放至環境。

加工、電積法及冶煉作業產生的工藝廢水部分在將尾礦泵入尾礦儲存設施之前透過濃縮機回收再利用或將尾礦儲存設施的上層清水回收再利用。SRK認為可更多地使用循環水進行加工，從而減輕當地地表淡水水體的淡水供應負擔。

各工業設施(選礦廠、濕法及火法冶煉廠)的工廠排水系統建有內部排水渠及集水坑，用於將工廠排水泵回加工迴路。SRK觀察後認為該等排水系統設計合理，若維護及使用得當，可進一步防止工廠污水外流。

SRK發現，針對中國有色集團贊比亞項目運營制定的大部分地表及地下水管理措施已合理實施。SRK亦確認，中國有色集團的附屬公司亦制定有監測方案，一直按可與業內最佳慣例相若的贊比亞法規監測地表及地下水與礦場排放。彼等亦按所訂協議向贊比亞環境委員會呈報與上述標準參數有關的任何問題，且已按贊比亞環境委員會的指示制定糾正措施。

#### 14.9 廢氣排放

中國有色集團贊比亞項目的粉塵排放主要來自採礦業務、礦石及廢料堆、礦石破碎及運輸。實地考察期間觀察到偶有明顯的逸散粉塵排放。

已根據項目的環境社會影響評估完成關於該等可能粉塵排放及其影響的詳細評估。環境社會影響評估及相關環境管理計劃確定管理粉塵排放的措施，主要遵循贊比亞的法律規定及最佳行業慣例。SRK觀察到，礦場已採用確定的大部分措施，且中國有色集團的附屬公司正根據贊比亞環境委員會的指示改進餘下措施。

SRK觀察到，中國有色集團的附屬公司業務在礦場使用多輛噴水車抑制道路及堆料區揚起粉塵。SRK亦注意到，中國有色集團已在大多數礦石破碎、處理及轉移點以及其他粉塵源地安裝抑塵/收集設備。SRK實地考察時，中國有色集團贊比亞項目亦正在之前並無安裝減塵裝置的多個來源地安裝有關裝置。所發現沒有採取抑制措施且尚未安裝有關裝置的主要突出來源地包括 Chambishi 礦場及 Baluba 礦場的礦石堆放輸送系統。

中國有色集團贊比亞項目的氣體排放絕大部分來自固定及移動設備運轉，排放物包括逸散廢氣、冶煉廠及濕法治煉廠的排放物。各項目營運的主要污染物包括一氧化碳、氮氧化物、硫氧化物、硫化氫、酸霧及顆粒物。已根據項目的環境社會影響評估完成關於該等可能氣體排放及其影響的詳細評估。

SRK觀察到，從工序設計到實施已採取多項措施減低從主要廢氣排放源散發的氮氧化物、硫氧化物及顆粒物。項目的環境社會影響評估載述，如果SRK觀察到的減排措施妥善實施，則該等排放對外界環境的影響應可符合贊比亞的相關標準。

廢氣排放的主要內部影響來自謙比希銅冶煉的冶煉廠的硫化氫及逸散氣體排放，而工人須戴上防毒面具以在該等環境下安全作業。SRK注意到，吾等在實地考察期間作為查看人員並無獲提供有關個人防護設備，亦無獲提供安全須知，說明現場有吸入硫化氫的危險。

中國有色集團的附屬公司報告，一直對中國有色集團贊比亞項目的粉塵及若干氣體排放物進行一定的營運監測，但SRK認為可進一步改進以達到行業最佳慣例及確保符合贊比亞有關大氣排放監測的規定。

### **溫室氣體排放**

SRK獲悉，贊比亞國家法律並無規定項目須估計的溫室氣體排放量或實行減排。因此，所審閱的項目環境評估文件概無解決溫室氣體排放問題。然而，國際金融公司有相關環境規定，視為國際認可的環境管理慣例。因此，SRK建議中國有色集團考慮制訂相關措施確定中國有色集團贊比亞項目的溫室氣體排放量及評估可能會採納的減排策略。

### **14.10 噪音排放**

採礦業的活動會產生噪音，倘並無妥善管理，則會影響工人的健康及安全，導致周圍的動物區系組成及總體環境的改變。中國有色集團贊比亞項目的主要噪音來源將會是固定設備（破碎機、壓縮機、水泵、熔爐及濕法治煉設施）及移動設備（主要是鑽探及搬運活動）的運轉。

項目的環境社會影響評估評估噪音來源及減排措施，陳述噪音排放可能影響當地的聲環境，但載明倘運用適當噪音抑制設備及實行相關措施，則噪音不會超出全國噪音標準。SRK觀察到，除礦場外的運輸外，由於大部分礦場地處偏僻，因此噪音影響一般可忽略不計。

中國有色集團的附屬公司報告，一直對中國有色集團贊比亞項目的噪音排放進行一定的營運監測，而SRK注意到，噪音影響會每年根據年度環境監測檢查報告程序進行審查。儘管如此，SRK仍認為可進一步改進以達到行業最佳慣例及確保符合贊比亞有關噪音排放監測的規定。

### 14.11 有害物質管理

據SRK觀察，中國有色集團贊比亞項目的礦場所用處理劑主要儲存於專門建設的倉庫。中國有色集團有關在個別營運礦場處理、轉移及混合有害試劑的規程管理完善，且合理考慮安全，適當隔離有關物料，設立安全標誌並實施相關措施。酸儲罐及其他有害液體亦採用充足的二重密封以防止中大規模的泄漏／溢出。

據SRK實地調查時的觀察，礦場存放的油料(柴油及機油)有適當的二重密封設施。中國有色集團贊比亞項目礦場的柴油存放於位於不同地點的多個地上及地下儲罐。機油及潤滑油亦存放於專用存放區，隨着收集設施不斷改良，該等設施的二重密封亦將加強。該等地區可見未完全控制的泄漏及溢出痕跡。

項目的環境社會影響評估報告載有關於環境控制及上述有害物質管理的慣例詳情。中國有色集團亦在礦場設立有害物質管理規程，並適當培訓員工的安全及環境意識。雖然個別項目均備有營運所用有害物質的化學品安全技術說明書，但並非存放、處理或使用該等物質的全部地區均有化學品安全技術說明書文件。

SRK建議中國有色集團持續管理有害物質的儲存、密封及收集設施，並改善密封不合格地區的情況，使之符合贊比亞國家法規及認可行業慣例。

### 14.12 廢物管理

#### 14.12.1 廢油

中國有色集團贊比亞項目的設備維修與維護產生廢油。項目的環境社會影響評估提及廢油管理，估計年發生率及詳述廢油存放及處理規定的評估。SRK觀察到，項目場地的廢油收集限於各種固定及移動設備的機油及潤滑油。儘管設有硬檯面進行維護工作，但吾等於實地考察過程中觀察到缺乏經過恰當二次密封處理的專用儲存區。SRK觀察到，維護區附近存放的廢油存放於外面的露天地面上，且多個項目場地有不少油漏出。

SRK建議在硬檯面上進行所有維護工作以減少向土壤／水環境泄漏的廢油。收集的廢油應存放於經過二次密封的專用儲存設施內的容器中。應制訂及實行銷售及回收廢油的措施，以符合贊比亞有關再利用／回收廢物(包括碳氫化合物)的國家標準及行業最佳慣例。

#### 14.12.2 固體廢物

項目的環境社會影響評估提及固體廢物管理及詳述收集與處理的相關措施。SRK於實地考察過程中在當時的營運項目場區觀察到極少的垃圾隨意傾倒現象。雖然大多數礦場周圍設有充足垃圾箱，但仍可見隨意傾倒的現象。

中國有色集團向SRK報告，Luanshya 項目的生活固體廢物由當地政府收集並在場區外的當地政府填埋場處理。獲悉中色非洲礦業、謙比希濕法治煉及謙比希銅冶煉的項目先前使用相同系統處理廢物，但因在該等填埋場傾倒廢油及潤滑油物質而被禁止繼續此做法。現時處理廢物的做法是在特設場地的地面傾倒一般生活廢物以及上述廢油與潤滑油。該等場地不受管理，是受污染場地。倘不採取糾正措施解決該不符合贊比亞規定或行業最佳慣例的做法，場地的污染情況則會惡化。

SRK觀察到，廢鐵按照贊比亞有關再利用／回收廢品的國家指示在礦場附近多個指定區域收集及堆放，之後再出售供回收利用。

SRK建議在礦場周圍設置充足垃圾收集點收集垃圾，之後再作處置。SRK亦建議根據贊比亞的相關標準在項目場地修建專用填埋場，以負責任地處置固體廢物。廢油及潤滑油不在填埋場傾倒，而是收集及儲存後回收利用。

#### 14.12.3 污水及含油廢水

項目的環境社會影響評估包括詳細評估污水的產生情況及為控制潛在環境影響而採取的管理措施。SRK觀察到，中國有色集團贊比亞項目場地及住宅設施均安裝有適當的化糞池系統。污水經處理後排至項目場地周圍的天然地表水渠及水溝。

中國有色集團贊比亞項目的環境社會影響評估報告涉及含油廢水或沖洗廢水的管理。移動設備沖洗及廠房沖洗排水目前在隔離區進行，所收集的含油廢水其後排至安置的重力式油水分離設施。經分離的水於處理後排至礦場的地表排水管，再排至礦場周圍的當地地表水渠及水溝。經分離的廢油應是收集後回收利用，但礦場員工告知SRK，仍須進一步關注該流程以符合贊比亞環境管理局的明文規定。

SRK建議遵循贊比亞環境管理局有關改進含油廢水管理程序的指示，以確保符合贊比亞的相關規定。

#### 14.13 污染場地評估

評估、記錄及管理採礦或礦物加工業務內污染場地是國際認可的行業慣例(即屬國際金融公司指導方針)，在若干情況下亦是國家監管規定(例如澳洲環境監管規定)。該流程旨在減輕整個項目營運過程可能會發生的場地污染，亦可降低場地關閉時污染的處理範圍。

污染場地或地區可界定為：

*「存在高於背景濃度的物質而對或可能對人體健康、環境或任何環境價值造成危害的地區」。*

中國有色集團贊比亞項目的個別業務並無獨立的污染場地評估項目，而是透過獨立審查人

士的年度環境報告程序及贊比亞環境管理局的檢查評估。個別業務的環境部門向SRK報告，彼等確有履行一般職責，紀錄有待採取糾正行動的已查明污染地區。

年度環境管理計劃亦概述減輕場地及周圍地區土地及水污染、查明有關場地及實行糾正措施的規定。

實地考察期間，主要污染場地為中色非洲礦業、謙比希濕法冶煉及謙比希銅冶煉用於處置廢物的區域，明顯可見隨意傾倒的垃圾、廢油及潤滑油。SRK亦在項目場區附近觀察到其他主要因碳氫化合物儲存區、選礦廠區及車輛維護區而受到中小規模污染(石油溢出及垃圾)的區域。SRK建議根據贊比亞環境管理局的指示針對中國有色集團贊比亞項目制訂及定期執行環境管理計劃所概述的污染場地評估及管理程序，促進修復目前及日後的污染場地。

#### 14.14 環境管理計劃

執行環境管理計劃旨在指導及協調項目環境風險的管理。環境管理計劃記錄項目環境管理計劃的設立、資金來源及實施情況。場地的環境表現會被監測，反饋的信息用於修訂及改進環境管理計劃的實施。

贊比亞的法律規定在項目提議至發展階段制訂環境管理計劃以及環境社會影響評估，作為項目批文的一部分，亦規定根據年度申報及合規／表現核查程序編製年度環境管理計劃。

中國有色集團的附屬公司向SRK提供彼等的原環境管理計劃，概述贊比亞環境管理局接納的環境保護部門的責任、關於項目評估及審批的管理、監察及保護措施。SRK亦看到中國有色集團贊比亞項目各業務之前數年的年度環境管理計劃。

SRK看到，中國有色集團的附屬公司的監測計劃包括彼等各自項目的採樣點及結果紀錄。監測包括：上下游的地表水及地下水／項目營運設施及排放點的梯度變化曲線以及大氣監測。SRK認為監測計劃履行有關公司根據贊比亞法律規定的責任且大體上符合行業最佳慣例。

#### 14.15 緊急應變計劃

國際金融公司界定緊急事件為「因項目營運無法或可能無法控制局面而可能對人體健康、財產或環境造成危害的意外事件，而不論是在設施內或當地社區」。緊急事件的規模會對營運產生廣泛影響，並不包括營運區具體管理措施涉及的小規模局部事件。關於採礦／礦物加工項目的緊急事件例子如坑壁坍塌、地下礦場爆炸、尾礦儲存設施故障或大規模碳氫化合物或化學品泄漏／排放等事件。

管理緊急事件的國際認可行業慣例是制訂及實施項目緊急應變計劃。緊急應變計劃的一般要素為：

- 管理 — 可能發生的場地緊急事件的政策、目的、分佈、確定及組織資源(包括職責設置)。
- 緊急應變區 — 指揮中心、醫療站、集合及疏散點。
- 通訊系統 — 內部及外界通訊。
- 緊急應變程序 — 工作區具體程序(包括地區專項培訓)。
- 檢查及改進 — 編製核查表(職務及措施清單與設備核查表)及定期審查計劃。
- 業務持續及或然事件 — 發生緊急事件後恢復業務的選擇及流程。

SRK獲提供中國有色集團贊比亞項目個別業務的緊急應變計劃，包括涉及上述大部分要素的環境緊急應變措施、規程及指示連同健康與安全措施。SRK注意到，緊急應變計劃所述計劃措施及設施與各場地實施的預防與應變措施及安裝的設施有若干不符之處，即洗眼器、淋浴器等應變設施的即時運轉及預防措施(如為身處或查訪場地的人員提供接待及作出強制要求)的落實。

SRK建議中國有色集團根據贊比亞國家規定及國際認可行業慣例就所有中國有色集團贊比亞項目業務實施營運緊急應變計劃。

#### 14.16 礦場關閉計劃及復原

《礦業及礦產法》(2008年)及《環境保護及污染控制法》(1990年)載有贊比亞有關礦場關閉的國家規定。項目的環境社會影響評估亦報告赤道原則中關於關閉政策制訂及認可慣例的指引。總而言之，該等法律規定及認可慣例指引涵蓋土地復原、編製礦場關閉報告及提交礦場關閉申請，以作評估及審批。

管理礦場關閉的國際認可行業慣例是制訂及實施營運礦場關閉計劃流程及在關閉計劃實施期間記錄有關流程。營運關閉計劃流程須包括下列部分：

- 確定礦場關閉的所有利益相關人士(例如政府、僱員、社區等)。
- 與利益相關人士磋商，以制訂經協定的礦場關閉標準及營運後的土地用途。
- 存留與利益相關人士磋商的紀錄。
- 根據經協定營運後土地用途設立礦場復原目標。
- 描述／確定礦場關閉責任(即根據經協定關閉標準釐定者)。

- 確立礦場關閉管理策略及成本估計(即解決／減少礦場關閉責任)。
- 設立有關礦場關閉的成本估計及財務應計流程。
- 描述礦場關閉後監督活動／計劃(即證實符合復原目標／關閉標準)。

須制訂含成本估計及累計保證基金付款的概念關閉計劃以進行項目開發評估及政府審批。SRK看到已根據贊比亞法律規定就中國有色集團附屬公司項目各業務制訂涵蓋上列組成部分的關閉計劃及成本估計以及設立累計保證基金。

贊比亞年度申報及評估規定亦要求制訂營運關閉計劃，且每年逐步更新計劃以包含地區新營運開發、擾動、復原及可能發生的其他改變。關閉的累計保證基金其後根據該年度更新作出年度付款，並相應作出經修訂年度付款。SRK已查看過往數年的營運關閉計劃(包括經修訂成本估計連同關於計劃的政府接納及累計保證基金付款紀錄)，認為其符合贊比亞法律規定。

然而，SRK認為，可在整個進行中漸進關閉計劃流程中改善社會／社區／利益相關人士條件的評估，以更好把握機會協助當地社區在整個項目期限及關閉後受惠。

SRK認為，經考慮行業最佳慣例，在礦場及環境條件方面，項目的環境社會影響評估所述復原措施、概念及營運關閉計劃合理恰當，但在整個項目營運階段的社區參與及關閉後的自給自足目標方面可進一步改善社會措施分析。

#### 14.17 社會評估

項目場地周圍一般地區的土地用途包括自給農業、木炭生產、採礦與礦物活動及林業。中國有色集團陳述，周圍地區的人口混合了贊比亞的不同部落社區及部分剛果難民。中國有色集團亦報告，項目任何場地內部或周圍概無重要文化遺址、墓地或自然保護區，惟為紀念發現銅資源而建的一座小型紀念碑除外，該紀念碑位於中色非洲礦業場地上，狀況良好。

中國有色集團表示曾收到若干有關中國有色集團贊比亞項目活動的公眾投訴正式通知，但認為有關問題不大，且由於下述社會發展措施，其已與當地社區建立積極關係。

中國有色集團表示，對周圍地方社區的積極影響主要是在實際情況下直接聘用當地合同工及使用當地供應商與服務供應商。中國有色集團亦在當地社區制訂多項社會發展措施，包括向當地鄉村供應水電及資助當地社區的學校。中國有色集團亦向SRK報告，其亦允許當地居民在中國有色集團醫療診所就醫以及採取其他措施。

中國有色集團贊比亞項目的環境社會影響評估載有根據贊比亞法例規定制訂社會發展計劃的詳情。中國有色集團作出初步工作後並無進一步制訂該等社會發展計劃。SRK認為，倘中國有色集團並未獲得於該等鄉村及其周圍地區經營礦山的社會許可，則周邊社區的社會及勞動情況有可能導致與該等社區的衝突。中國有色集團表示其並無成形的社會糾紛解決機制，並向SRK呈報，中國有色集團與當地贊比亞人透過當地警方解決社會糾紛。

須編製環境社會影響評估報告、管理計劃及行動計劃以制定具體的緩解措施及必要行動，以使項目符合贊比亞相關法律及法規以及符合國際金融公司表現標準的規定，因此須制訂多項計劃及行動計劃以符合下列國際金融公司表現標準：

- 公眾諮詢及披露計劃
- 社會及勞動發展計劃
- 培訓及本地化計劃
- 移民安置框架
- 停產、關閉及復原計劃
- 社會及環境意識與培訓計劃
- 緊急預備及應變計劃
- 社區健康及安全行動計劃
- 有害廢物管理計劃
- 有害物質管理計劃
- 精簡計劃
- 人力資源政策
- 愛滋病政策
- 職業健康與安全政策
- 環境、社會及遺產政策

中國有色集團表示現正制訂相關政策，而若干關鍵方面已於過去12個月解決。中國有色集團呈報，其亦正致力根據國際金融公司的規定制訂多項計劃，包括制訂下列各項：

- 職業健康與安全政策
- 環境政策



- 停產、關閉及復原計劃
- 移民安置框架
- 公眾諮詢及披露計劃
- 愛滋病政策
- 搬遷政策框架
- 社會及勞動發展計劃
- 培訓及本地化計劃
- 有害物質管理計劃
- 精簡計劃
- 緊急預備及應變計劃
- 社區健康及安全行動計劃
- 有害廢物管理計劃
- 培訓及本地化計劃

已確認根據彼等環境社會影響評估以及大多數其他規定的計劃及政策就各項目運營開展公眾參與／社區諮詢計劃，但SRK觀察到中國有色集團非環境部門的員工對計劃或其結果了解較少。SRK發現，該等計劃的持續管理及延續是關乎項目持續運營社會風險的主要問題。

本次審查發現了地方或省級政府發出的有關中國有色集團贊比亞項目的多項違規通知及違反環境或社會狀況的其他通知。中國有色集團向SRK呈報，各通知包括糾正違規行為的聲明，而中國有色集團的附屬公司透過糾正措施聲明採取行動解決問題並透過彼等的年度匯報程序呈報所採取行動。中國有色集團亦向SRK表示，其與地方、省級及國家政府以及當地警方維持穩固關係。

中國有色集團向SRK報告勞資關係氣氛於2011年11月28日至29日遭到擾亂，因以下理由，醫院員工進行公認罷工：

- 醫院供水不穩；
- 合資格醫療人員不足；
- 醫院基礎設施破爛不堪；
- 醫院缺乏安全保障；

- 高級與初級護士缺乏溝通；
- 薪資低廉

中國有色集團表示，經總工會人員勸說工人返回工作且管理人員承諾會處理上述問題後，罷工已停止。SRK留意到此次工人罷工僅包括醫院人員，而非採礦或加工業務人員，故不影響採礦或加工產量。

中國有色集團報告，貴公司於2011年12月8日至11日曾經歷另一次非法罷工，工人起初要求管理人員放棄2012年集體協議會議的薪資調整方案。管理人員同意僱員的請求但於解聘四名贊比亞管理人員後工人方返回工作。此次罷工於政府通過勞工處干預後方消停。罷工期間，貴公司失去4,128個工時，損失銅精礦664噸。管理層已改善溝通渠道，避免日後非法罷工再次發生。

#### 14.18 環境及社會風險評估

內在環境及社會風險來自可能產生環境及社會影響而不利項目持續營運的項目活動。該等項目活動先前已於本報告說明。

總而言之，目前根據項目評估確定的有關中國有色集團贊比亞項目發展的最重大可能合規及環境風險為：

- 地面污水管理及排放(例如廠區排水及雨水徑流)。
- 地下污水管理及排放(例如礦井疏水與矸石堆及尾礦儲存設施滲流)。
- 塵垢及廢氣排放管理與緩解。
- 貯藏及處理有害物料。
- 廢物的產生及管理(工業及生活垃圾)。
- 矸石堆及其他受影響地區的復原。
- 潛在及現有受污染礦場。
- 礦場侵蝕控制、沉積物流走及沉澱。
- 缺乏工業廢料(例如矸石)的地球化學特性分析。
- 持續實施關閉規劃程序。
- 持續爭取與經營相關的社會許可。
- 實施健康及安全標準慣例。

SRK在實地考察過程中注意到，上述潛在風險的現有管理於實地考察時處於合理水平，視作屬於可接納／可容忍風險類別(即需一般營運風險管理措施)，但需進一步減低已發現及潛在影響並維持在可接納水平。環境定性風險評估矩陣載於本報告第15節表15-2的全面項目風險評估。

倘符合贊比亞國家環境標準及監管規定以及應用行業最佳慣例，則可整體管理與地面及地下污水、塵垢及廢氣排放、有害物料儲存、矸石堆、尾礦儲存設施及料堆管理以及土地擾動與復原相關的環境風險。

可能會導致須關閉污染場地及其他場地以及申請及持有社會經營許可證的環境風險(包括健康及安全標準)可透過採取有關公認國際行業慣例有效管理。現場管理上述風險時應配合實施涵蓋各領域所需工作的營運環境管理計劃、環境應急計劃及健康安全環境計劃。申請及持有社會經營許可證須制定社會發展規劃及實施協定的相應舉措。

## 15 項目風險評估

採礦是風險較高行業。一般而言，勘探、開發到生產階段的風險可能逐漸下降。中國有色集團的項目為生產項目，風險較低。SRK衡量可能影響該等鐵礦項目的不同技術方面，並進行風險評估，概述於表15-1。環境定性風險評估矩陣列示於表15-2。全面定性風險分析程序載於本報告附錄五。

表15-1：中國有色集團項目風險評估概要

風險問題	可能性	後果	整體
<b>地質及資源</b>			
缺乏大量資源.....	不太可能	中度	低
缺少重大儲量.....	不太可能	中度	低
重大意外斷層.....	不太可能	重大	中
<b>採礦</b>			
重大產量缺口.....	不太可能	重大	中
生產抽水系統充足程度.....	不太可能	中度	低
重大地質結構.....	有可能	中度	中
礦坑邊坡條件惡劣.....	不太可能	中度	低
礦場規劃不當.....	不太可能	中度	低
<b>加工廠</b>			
產出降低.....	有可能	中度	中
回收降低.....	不太可能	輕微	低
生產成本上升.....	有可能	中度	中
廠房可靠程度下降.....	不太可能	重大	中
<b>資本及營運成本</b>			
項目時間延遲.....	有可能	中度	中
資本成本增加.....	有可能	中度	中
資本成本—持續.....	有可能	中度	中
營運成本低估.....	有可能	中度	中

表15-2：中國有色集團贊比亞環境定性風險評估矩陣

環境風險來源	後果嚴重性	可能性	內在環境 風險評級
地面污水管理及排放 (即雨水徑流、侵蝕控制措施) . . . . .	中度	必然	中
地下污水管理及排放 (即礦井疏水及矸石堆滲流) . . . . .	中度	有可能	中
產生塵垢及廢氣排放管理及監測 . . . . .	中度	有可能	中
儲存及處理有害物料 . . . . .	中度	很可能	中
廢物的產生及管理 (工業及生活垃圾) . . . . .	中度	有可能	中
矸石堆及其他受影響地區的復原 . . . . .	中度	很可能	中
潛在及現有受污染礦場 . . . . .	中度	必然	中
礦場侵蝕控制、沉積物流走及沉澱 . . . . .	中度	必然	中
缺乏矸石的地球化學特性分析/ 酸性岩排水評估 . . . . .	中度	不太可能	低
持續進行關閉規劃程序 . . . . .	中度	很可能	中
持續爭取與經營相關的社會許可 . . . . .	中度	必然	中
實施環境健康及安全標準慣例 . . . . .	中度	很可能	中

## 參考資料

1. A.E. Annels, D.J. Vaughan and J.R. Craig, *Conditions of Ore Mineral Formation in Certain Zambian Copperbelt Deposits with Special Reference to the Role of Cobalt. Mineral Deposit*, 1981年出版。
2. Alan M. Bateman, *The Ores of the Northern Rhodesia Copper Belt*, 1930年出版。
3. 中色盧安夏銅業有限公司, 2010年4月贊比亞共和國礦業及礦產開發部發出的7份大型採礦牌照。
4. 中色盧安夏銅業有限公司, *Assaying Results of Drillings*, 2010年出版。
5. 中色盧安夏銅業有限公司, *Luanshya Copper Mine Exploration Summary Report*, 2008年12月出版。
6. 中色盧安夏銅業有限公司, *Resources Update of Luanshya Projects*, 2010年7月出版。
7. 中色盧安夏銅業有限公司, *Exploration and Construction Design of Muliashi North Project*, 2010年8月出版。
8. 中色盧安夏銅業有限公司, *Monthly Production Statistics of Baluba Mine*, 2010年出版。
9. 中色盧安夏銅業有限公司, *2011年至2013年 Production Plan of Baluba and Muliashi Projects*, 2010年出版。
10. 中色盧安夏銅業有限公司, *Design of Baluba Mine*, 2009年出版。
11. David Selley、David Broughton、Robert Scott 等, *A New Look at the Geology of Zambian Copperbelt*, 2005年出版。
12. F. Mendelsohn, *The Geology of the Northern Rhodesian Copperbelt*, 1961年出版。
13. Golder Associates Africa (Pty) Ltd, *贊比亞 Luanshya 的 Baluba 中礦、Baluba 東礦及 Muliashi 北礦礦體資源量估計*, 2008年9月出版。
14. Hamdy A. El DEsouky、Philippe Muchez、Stijn Dewaele 等, *Postorogenic Origin of the Stratiform Cu Mineralization at Lufukwe, Lufilian Foreland, Democratic Republic of Congo*, 2008年出版。
15. J.L.H. Cailteux、A.B. Kampunzu 及 C. Lerouge, *The Neoproterozoic Mwashya-Kansuki Sedimentary Rock Succession in the Central African Copperbelt, its Cu-Co Mineralisation, and Regional Correlations*, 2007年出版。
16. Marek Wendorff, *Lithostratigraphy of Neoproterozoic Syn-rift Sedimentary Megabreccia from Mwambashi, Copperbelt of Zambia, and Correlation with Olistostrome Succession from Mufulira*, 2005年12月出版。
17. McGowan, R.R.、Roberts, S.及 Boyce, A.J., *Origin of the Nchanga Copper-cobalt Deposits of the Zambian Copperbelt*, 2006年出版。
18. M. S. Samar, *Lufubu North and South Prospect, Exploration Strategy*, 1997年10月出版。

19. M. Wendorff, *Stratigraphy of the Fungurume Group — evolving Foreland Basin Succession in the Lufilian Fold-thrust Belt, Neoproterozoic-Lower Palaeozoic, Democratic Republic of Congo*, 2003年出版。
20. Marek Wendorff, *Evolution of Neoproterozoic-Lower Palaeozoic Lufilian Arc, Central Africa: A New Model Based on Syntectonic Conglomerates*, 2005年出版。
21. Metal Mining Agency of Japan, *Report on the Cooperative Mineral Exploration In the Chambishi Southeast Area, the Republic of Zambia, Phase 1-3*, 3冊, 1994年至1996年出版。
22. Nicholas Macrae Stenen, *A Shaba-type Cu-Co (-Ni) Deposit at Luamata West of the Kabompo Dome, Northwestern Zambia*, 2000年出版。
23. Nick Stenen 及 Richard Armstrong, *A Metamorphosed Proterozoic Carbonaceous Shale-Hosted Co-Ni-Cu Deposit at Kalumbila, Kabompo Dome: The Copperbelt Ore Shale in Northwestern Zambia*, 2003年出版。
24. 中色非洲礦業有限公司, 贊比亞Chambishi銅礦主礦體東部及西部(500米以上)勘探報告, 2002年出版。
25. 中色非洲礦業有限公司, 贊比亞Chambishi銅礦主礦體700米至900米範圍的前期勘探報告, 2006年出版。
26. 中色非洲礦業有限公司, 2010年5月贊比亞共和國礦產開發部發出的 Chambishi 礦場大型探礦牌照。
27. 中色非洲礦業有限公司, *Monthly Statistics on Production Activities of Chambishi Main Mine*, 2008年出版。
28. 中色非洲礦業有限公司, *Monthly Statistics on Production Activities of Chambishi Main Mine*, 2009年出版。
29. 中色非洲礦業有限公司, *Monthly Statistics on Production Activities of Chambishi Main and West Mines*, 2010年出版。
30. 中色非洲礦業有限公司, *Monthly Statistics on Production Activities of Chambishi Main and West Mines*, 2011年上半年出版。
31. 中色非洲礦業有限公司, 2008年至2010年年度報告。
32. Richard H. Sillitoe、Jose Perello 及 Alfredo Garcia, *Sulfide-bearing Veinlets throughout the Stratiform Mineralization of the Central African Copperbelt: Temporal and Genetic Implications*, 2010年出版。
33. Roan Antelope Mining Corporation (Z) PLC, *Review Surface Exploration in the Lufubu North and South*, 2000年出版。
34. Ross R. McGowan、Stephen Roberts、Robert P. Foster 等, *Origin of the copper-cobalt deposits of the Zambian Copperbelt: An epigenetic view from Nchanga*, 2003年出版。
35. RSG Global 代表 TEAL Exploration & Mining Incorporated, *Independent Technical Report on the Central African Mineral Properties of TEAL Exploration & Mining Incorporated*, 2005年10月出版。

36. Simon P. Johson Toby Rivers 等，*A Review of the Mesoproterozoic to Early Palaeozoic Magmatic and Tectonothermal History of South-Central Africa : Implications for Rodinia and Gondwana*，2005年出版。
37. Sino-Metal Leach (Zambia) Ltd.，*Prospecting License for Mwambashi Project issued by Mines Development Department of Republic of Zambia*，於2011年1月完成轉讓。
38. Sino-Metal Leach (Zambia) Ltd.，*Investigation Reports on Chambishi Tailings*，2006年、2010年及2011年出版。
39. Sino-Metal Leach (Zambia) Ltd.，*Investigation Reports on Kakoso Tailing*，2010年出版。
40. Sino-Metal Leach (Zambia) Ltd.，*Investigation Reports on Chambishi Tailings*，2006年及2010年出版。
41. Sino Mine Resource Exploration Co., Ltd，*贊比亞銅礦帶Chambishi東南礦N1號礦體勘探報告*，2010年出版。
42. Sino Mine Resource Exploration Co., Ltd，*Exploration Design on Chambishi Southeast Deposit of 2011*，2011年出版。
43. SRK Consulting South Africa，*Luanshya Copper Mines Plc, Mashiba Deposit Estimation of Mineral Resources*，2008年1月出版。
44. Stephen Roberts、Ross McGowan，*Origin of the Nchanga copper-cobalt deposits of the Zambian Copperbelt*，2005年出版。
45. TEAL Exploration & Mining Incorporated，*Initial Public Offering Prospectus*，2005年11月出版。
46. TEAL Exploration & Mining Incorporated，*年度報告*，2006年—2008年。
47. 贊比亞環境委員會，關於：建議西礦體開發項目環保項目簡介草案的可行性，2008年1月2日。
48. 贊比亞環境委員會，關於：中色非洲礦業有限公司為 Kalulushi 區Chambishi 銅礦編製的環境管理計劃，2006年11月7日。
49. Product Stewardship Group，*安全說明書*。
50. Electronic Space Products International，*化學品安全技術說明書*，2005年出版。
51. 中色非洲礦業有限公司，*地下移動廁所的環保程序管理*，2006年3月出版。
52. 中色非洲礦業有限公司，*環保程序有害物質管理*，2008年1月出版。
53. 中色非洲礦業有限公司，*環保政策廢物管理政策*，2007年11月出版。
54. 中色非洲礦業有限公司，*環保程序石油管理*，2006年4月出版。
55. 贊比亞環境委員會，關於：2010年環保合規監測檢查結果，2010年8月30日。

56. 贊比亞環境委員會，參考：2007年環保執照及許可證續期，2007年6月21日。
57. 贊比亞環境委員會，Chambishi 銅冶煉廠空氣污染物排放許可證，編號 ECZ/ND/AP4/110/2，2011年1月10日發出(2011年12月31日屆滿)。
58. 贊比亞環境委員會，Chambishi 銅冶煉廠空氣污染物排放許可證，編號 ECZ/ND/AP4/111/2，2011年1月10日發出(2011年12月31日屆滿)。
59. 贊比亞環境委員會，硫酸勘探許可證，編號 ECZ/ND/EX/813/2009/2，2011年1月10日發出(2011年12月31日屆滿)。
60. 謙比希銅冶煉有限公司，實驗室檢測證書。
61. 謙比希銅冶煉有限公司，謙比希銅冶煉所產生醫療廢物於環保部的記錄。
62. 謙比希銅冶煉有限公司，Smelter Clinic 所產生有害廢物於環保部的記錄。
63. 謙比希銅冶煉有限公司，二月份環境月報。
64. Alex Stewart International Corporation，水樣檢測，2010年刊發。
65. 謙比希銅冶煉有限公司，所產生廢螢光管記錄。
66. 贊比亞環境委員會，硫酸儲存設施許可證，編號 ECZ/ND/ST/925/2009/2，2011年1月10日發出(2011年12月31日屆滿)。
67. 贊比亞環境委員會，擁有／營運廢物處置場地／廠的執照，編號 ECZ/ND/WM4/485/2，2011年1月10日發出(2011年12月31日屆滿)。
68. 贊比亞環境委員會，產生有害廢物的許可證，編號 ECZ/LHWM1/313/2009/2，2011年1月10日發出(2011年12月31日屆滿)。
69. 贊比亞環境委員會，擁有／營運廢物處置場地／廠的執照，編號 ECZ/ND/WM4/484/2，2011年1月10日發出(2011年12月31日屆滿)。
70. 贊比亞環境委員會，廢水排放許可證，編號 ECZ/ND/WP3/183/2，2011年1月10日發出(2011年12月31日屆滿)。
71. 贊比亞環境委員會，儲存有害廢物的執照，編號 ECZ/LHWM1/314/2009/2，2011年1月10日發出(2011年12月31日屆滿)。
72. 贊比亞環境委員會，電石進口許可證，編號 ECZ/ND/IP/1188/2011，2011年1月10日發出(2011年12月31日屆滿)。
73. 贊比亞環境委員會，廢水排放許可證，編號 ECZ/WP3/182/2，2011年1月10日發出(2011年12月31日屆滿)。
74. 贊比亞環境委員會，Chambishi 銅冶煉廠大氣污染物排放許可證，編號 ECZ/ND/AP4/112/2，2011年1月10日發出(2011年12月31日屆滿)。
75. 贊比亞環境委員會，化學品儲存設施許可證，編號 ECZ/ND/ST/1189/2011，2011年1月10日發出(2011年12月31日屆滿)。



76. Luanshya 礦井停用及關閉的環境影響評估(2009年修訂)。
77. 中色盧安夏銅業有限公司(中色盧安夏)營運的環境影響評估(2009年修訂)。
78. Muliashi 項目的環境影響評估(2009年修訂)。
79. 贊比亞環境委員會，關於：盧安夏銅業有限公司建議的 Muliashi 銅礦項目，2007年8月1日。
80. 停用及關閉礦井的2011年環保基金審計報告，2011年2月出版。
81. Muliashi 銅礦項目的2011年環保基金審計報告，2011年2月出版。
82. 中色盧安夏業務的2011年環保基金審計報告，2011年2月出版。
83. 盧安夏銅業有限公司，環境政策聲明，2010年1月21日刊發。
84. 盧安夏銅業有限公司，安全政策聲明，2010年1月21日刊發。
85. 地下水報告，2011年4月5日刊發。
86. 每周污染監測報告，2011年4月27日刊發。
87. 每日污染報告。
88. 異常污染報告，2008年4月21日刊發。
89. Chambishi 銅冶煉廠，2010年1月 Chambishi 冶煉設施的冶煉廠擴充環境影響聲明項目報告的增補報告。
90. 贊比亞環境委員會批准謙比希銅冶煉的冶煉廠擴充的條款，2009年8月10日發出。
91. 謙比希銅冶煉社區政策
92. 謙比希銅冶煉環境政策
93. 謙比希銅冶煉環境社會影響評估擴展報告，2009年9月。由MVC諮詢工程師編製
94. 謙比希銅冶煉垃圾場建設的環境項目簡介 — 日期及作者不明
95. 謙比希銅冶煉從 Kafue 河到謙比希銅冶煉有限公司於 Chambishi 的水管管路的環境項目簡介 — 日期及作者不明
96. 贊比亞環境委員會發出的謙比希銅冶煉之冶煉項目的環境社會影響評估批准函，2006年11月2日
97. 贊比亞環境委員會發出的謙比希銅冶煉之冶煉項目的乙炔廠環境項目簡介批准函，2008年8月5日
98. 贊比亞環境委員會就謙比希銅冶煉之冶煉項目從 Kafue 河到 Chambishi 銅冶煉廠水管管路的環境項目簡介發出的批准函，2008年8月5日

99. 贊比亞環境委員會發出的謙比希銅冶煉垃圾場項目環境項目簡介批准函，2008年8月5日
100. 謙比希銅冶煉抽樣檢驗(2010年約每月三次)的實驗室檢測證書
101. 謙比希銅冶煉煙囪排放的大氣排放模擬(2010年多次)結果
102. 贊比亞發展署發出的謙比希銅冶煉投資執照(編號 ZDA2592/07/07)，有效期為2007年6月27日至2017年6月26日
103. 贊比亞發展署發出的謙比希銅冶煉多功能經濟區執照(編號01)，有效期為2008年7月2日至2018年7月2日
104. 贊比亞礦產開發部發出的謙比希銅冶煉大型採礦牌照(編號LML62)，2006年11月8日發出(有效期為25年)
105. 贊比亞礦山安全局2008年7月23日發出的關於謙比希銅冶煉安裝升降機的批准函
106. 礦山安全局2008年7月30日發出的關於謙比希銅冶煉興建製氧廠的批准函
107. 礦山安全局2008年8月7日發出的關於謙比希銅冶煉永久宿舍的批准函
108. 礦山安全局2008年1月10日發出的關於謙比希銅冶煉興建儲酸罐的批准函
109. 礦山安全局2007年12月13日發出的關於謙比希銅冶煉興建廢熱鍋爐的批准函
110. 贊比亞水利局2007年9月21日發出的謙比希銅冶煉取水臨時許可證(從 Kafue 河，每日最多10,000立方米)的批准函(有效期1年)
111. 贊比亞土地部2009年1月27日發出謙比希銅冶煉於 Kalulushi 的土地申請批准(物業編號 L/541/M/C/1)
112. 贊比亞土地部2009年1月27日發出謙比希銅冶煉於 Kalulushi 的土地申請批准(物業編號 L/541/M/C/2)
113. 謙比希銅冶煉土地合約及中色非洲礦業土地銷售條件，贊比亞法律協會，2006年
114. 贊比亞礦山安全局2010年1月1日發出的謙比希銅冶煉年度營運許可證(編號16/2010)
115. 謙比希銅冶煉 Chambishi 銅冶煉廠的環境社會影響評估，由位於贊比亞 Lusaka 的 Binary Solutions Ltd 編製，2006年9月刊發
116. 一般勞動合約及僱用條件及福利
117. 高級勞動合約及僱用條件及福利
118. 謙比希銅冶煉最新環境管理計劃，由 Eco Environmental Solutions 編製，2010年4月刊發
119. 謙比希銅冶煉年度環境報告，2010年1月刊發
120. 贊比亞環境委員會於2009年8月24日發出的謙比希銅冶煉製酸廠污水排放執照(編號 ECZ/WP3/183)，有效期為2009年1月1日至2009年12月31日
121. 贊比亞環境委員會於2009年8月24日發出的謙比希銅冶煉的冶煉廠污水排放執照(編號 ECZ/WP3/182)，有效期為2009年1月1日至2009年12月31日

122. 贊比亞環境委員會於2009年8月24日發出的謙比希銅冶煉有害廢物儲存執照(編號 ECZ/LHWM1/314/2009)，有效期為2009年1月1日至2009年12月31日
123. 贊比亞環境委員會於2009年8月24日發出的謙比希銅冶煉的冶煉廠煙囪1排放執照(編號 ECZ/AP4/110)，有效期為2009年1月1日至2009年12月31日
124. 贊比亞環境委員會於2009年8月24日發出的謙比希銅冶煉的冶煉廠煙囪2排放執照(編號 ECZ/AP4/111)，有效期為2009年1月1日至2009年12月31日
125. 贊比亞環境委員會於2009年8月24日發出的謙比希銅冶煉硫酸儲存執照(編號 PTS/ND/925/2009)，有效期為2009年1月1日至2009年12月31日
126. 贊比亞環境委員會於2009年8月24日發出的謙比希銅冶煉制酸廠煙囪排放執照(編號 ECZ/AP4/112)，有效期為2009年1月1日至2009年12月31日
127. 贊比亞環境委員會於2009年8月24日發出的謙比希銅冶煉廢物處置場地的營運執照(編號 ECZ/WM4/184)，有效期為2009年1月1日至2009年12月31日
128. 贊比亞環境委員會於2009年8月24日發出的謙比希銅冶煉廢渣堆執照(編號 ECZ/WM4/185)，有效期為2009年1月1日至2009年12月31日
129. 贊比亞環境委員會於2009年8月24日發出的謙比希銅冶煉有害廢物(廢油、過濾器、廢電池、螢光管及醫療廢物)儲存執照(編號 ECZ/LHWM1/313/2009)，有效期為2009年1月1日至2009年12月31日
130. 礦山安全局2008年7月14日發出的2008年謙比希銅冶煉環保基金捐款通知函
131. 贊比亞環境委員會於2008年12月24日發出的謙比希銅冶煉廢渣堆環境項目簡介批准函
132. 贊比亞環境委員會於2008年7月14日發出的謙比希銅冶煉化學品儲存執照(編號 PTS/ND/714/2008)，有效期為2008年7月1日至2009年6月30日
133. 贊比亞礦山安全局2009年1月22日發出的謙比希銅冶煉年度營運許可證(編號 15/2009)
134. 贊比亞環境委員會於2008年7月14日發出的謙比希銅冶煉進口電石許可證(編號 PTS/ND/715/2008)
135. 贊比亞環境委員會於2009年2月17日發出的謙比希銅冶煉硫酸勘探執照(編號 ECZ/ND/811/2009)，有效期為2009年1月1日至2009年12月31日
136. 礦產開發部於2010年7月12日發出的中色非洲礦業大型採礦牌照(編號 7069-HQ-LML)，有效期為25年
137. 贊比亞環境委員會於2011年3月24日發出的中色非洲礦業工地排水系統的污水排放執照(編號 ECZ/ND/WP3/152/3)，有效期為2011年1月1日至2011年12月31日
138. 贊比亞環境委員會於2011年3月24日發出的中色非洲礦業 Musakashi 尾礦儲存設施的污水排放執照(編號 ECZ/ND/WP3/69/8)，有效期為2011年1月1日至2011年12月31日
139. 贊比亞環境委員會於2011年3月24日發出的中色非洲礦業處理池的污水排放執照(編號 ECZ/ND/WP3/177/2)，有效期為2011年1月1日至2011年12月31日
140. 贊比亞環境委員會於2011年3月24日發出的中色非洲礦業廢油有害廢物儲存執照(編號 ECZ/ND/LHWM1/501/2011)，有效期為2011年1月1日至2011年12月31日

141. 贊比亞環境委員會於2011年3月24日發出的中色非洲礦業廢油及有害物質的有害廢物生成執照(編號 ECZ/ND/LHWM1/503/2011)，有效期為2011年1月1日至2011年12月31日
142. 中色非洲礦業矸石堆法定檢驗報告，2010年3月。由 Wilson S Moono (獨立合資格人士) 編製
143. Gilliejoy Consultants Ltd 於2006年6月編製的中色非洲礦業環境影響報告書
144. Gilliejoy Consultants Ltd 於2006年6月編製的中色非洲礦業環境管理計劃(為環境影響報告書一部分)
145. Lazarous Sinyinza (環保部)代表中色非洲礦業於2010年9月28日編製的中色非洲礦業企業社會責任社會管理行動計劃
146. 中色非洲礦業西礦環境項目簡介，2008年刊發。未提供日期及作者資料
147. 2009年3月9日收到的中色非洲礦業致贊比亞環境委員會函件，當中並無載明環保局對所遞交資料的回覆
148. Lazarous Sinyinza (環保部)編製的中色非洲礦業年度監測報告(2008年)，以提交贊比亞環境委員會
149. Lazarous Sinyinza (環保部)編製的中色非洲礦業年度監測報告(2009年)，以提交贊比亞環境委員會
150. Lazarous Sinyinza (環保部)編製的中色非洲礦業年度監測報告(2010年)，以提交贊比亞環境委員會
151. 贊比亞環境委員會2006年11月7日就中色非洲礦業環境管理計劃發出的批准函(編號 ECZ/INS/101/4/1)
152. 礦山安全局於2009年1月22日發出的中色非洲礦業年度營運許可證(編號35/2009)，僅2009年有效
153. 礦山安全局於2009年12月24日發出的中色非洲礦業年度營運許可證(編號3/2010)，僅2010年有效
154. 礦山安全局於2011年1月19日發出的中色非洲礦業年度營運許可證(編號11/2011)，僅2011年有效
155. 贊比亞環境委員會於2010年8月基於現場視察編製的中色非洲礦業環境監測報告
156. Luanshya 受干擾地塊登記(2009年至2010年) — 由環保部編製
157. Luanshya 矸石堆計劃項目復原 — 由環保部編製
158. Luanshya 健康及安全政策及計劃 — 由環保/安全部編製
159. Luanshya 安全管理系統組織圖 — 由環保/安全部編製
160. Luanshya 礦場作業危險登記 — 日常使用 — 由環保/安全部編製
161. Luanshya 地下作業的危險登記 — 由環保/安全部編製
162. Luanshya 地下開發活動危險登記 — 由環保/安全部編製
163. Luanshya 礦井防火規定

164. Luanshya 環境管理計劃(2011年) — 由環保／安全部編製
165. Luanshya 交班危險登記 — 由環保／安全部編製
166. Luanshya 入礦檢查危險登記 — 由環保／安全部編製
167. Luanshya 地下支援活動危險登記 — 由環保／安全部編製
168. Luanshya 延長供電接線柱的危險登記 — 由環保／安全部編製
169. Luanshya 工祖準備的危險登記 — 由環保／安全部編製
170. Luanshya 地下區域劃分危險登記 — 由環保／安全部編製
171. Luanshya 手持式鑽探危險登記 — 由環保／安全部編製
172. Luanshya 炸藥管理危險登記 — 由環保／安全部編製
173. Luanshya 炸藥裝填危險登記 — 由環保／安全部編製
174. Luanshya 爆破措施危險登記 — 由環保／安全部編製
175. Luanshya 以鏟運機進行清潔工作危險登記 — 由環保／安全部編製
176. Luanshya 綜合礦井區火災危險檢測 — 由環保／安全部編製
177. Luanshya 礦井重大風險火災危險檢測 — 由環保／安全部編製
178. Luanshya 銅過濾器固定結構風險登記 — 由環保／安全部編製
179. Luanshya 銅過濾器固定設備固有與剩餘風險矩陣 — 由環保／安全部編製
180. Luanshya 地下拖運修復的失效模式及效果分析風險評估，2009年9月14日刊發
181. Luanshya 地下傳動裝置失效模式及效果分析風險評估，2010年10月1日刊發
182. Luanshya 移除天井鑽機失效模式及效果分析風險評估，Muliashi，2010年10月15日刊發
183. Luanshya 堆浸危險及可操作性研究，2011年6月9日刊發
184. Luanshya 銅礦風險評估報告(整個項目) — 由 International Mining Industry Underwriters Limited (IMIUI) 編製，2005年3月刊發
185. Luanshya 風險評估：固有風險與應用糾正及預防控制措施後的剩餘風險 — 由環保／安全部編製
186. Luanshya 深孔鑽探設備運輸危險登記 — 由環保／安全部編製
187. Luanshya 深孔鑽探鑽機機組危險登記 — 由環保／安全部編製
188. Luanshya 深孔鑽探鑽探作業危險登記 — 由環保／安全部編製

189. Luanshya 深孔鑽探拆卸鑽機危險登記 — 由環保／安全部編製
190. Luanshya 銅礦風險評估報告(整個項目) — 由 IMIU 編製，2007年4月19日刊發
191. Luanshya 採礦風險工程評估報告 — Zurich Risk Engineering Ltd，2008年2月刊發
192. Luanshya 緊急應變程序計劃 — 由環保／安全部編製，2010年6月22日刊發
193. Luanshya 火災緊急應變程序計劃 — 由環保／安全部編製，2010年9月16日刊發
194. Luanshya Baluba 礦場防洪手冊，2009年8月1日修訂版，由地質部編製
195. Luanshya 緊急應變程序，由環保／安全部於2009年10月11日編製
196. Luanshya 泵室防洪程序啟動說明
197. Luanshya 2010年及2011年大量 Muliashi 礦場地下水水質分析報告
198. Luanshya 有關2010年起 Luanshya 項目地點地表水監測數周檢測結果
199. Luanshya 礦場醫院及小區診所醫療廢物管理內部審計 — 由環保／安全部於2011年1月27日編製
200. Luanshya Baluba 露天柴油車間內部審計；煙污染及廢物管理 — 由環保／安全部於2011年3月18日編製
201. Luanshya 環保基金審計報告(Baluba 礦場 — 選礦廠 — 車間及 Musi 大壩) — 由 CHAMSPRO LIMITED(獨立諮詢師)於2011年2月編製
202. Luanshya 環保基金審計報告(礦井廢棄及關閉(14至18號礦井及28號礦井)) — 由 CHAMSPRO LIMITED 於2011年2月編製
203. Luanshya 環保基金審計報告(Muliashi 銅礦項目) — 由 CHAMSPRO LIMITED 於2011年2月編製
204. 贊比亞環境委員會於2010年11月10日發出的 Luanshya Muliashi 項目環境社會影響評估批准函
205. 贊比亞環境委員會於2010年11月10日發出的 Luanshya 銅礦廢棄及關閉環境社會影響評估批准函
206. 贊比亞環境委員會於2010年11月10日就營運中中色盧安夏銅業有限公司發出的 Luanshya 環境社會影響評估批准函
207. Luanshya Muliashi 項目環境社會影響評估，由 Epoch Resources(諮詢集團)於2007年編製
208. Luanshya 銅礦的 Luanshya 環境社會影響評估，作者及日期不明

209. 贊比亞環境委員會於2008年2月12日就 Luanshya 銅礦項目發出的 Luanshya 環境社會影響評估批准函
210. 環保／安全部為 Luanshya 銅礦編製的2011年 Luanshya 環境管理計劃
211. Luanshya 銅礦廢棄及關閉的環境社會影響評估，未提供作者，2009年12月刊發
212. 2009年至2010年 Luanshya 安全統計
213. Luanshya 須呈報及致命意外事故詳情，2010年12月刊發
214. Luanshya 向礦產開發部及礦產安全主任申請年度營運許可證，2011年3月7日刊發
215. Luanshya 廢棄計劃與關閉Muliashi 項目的環境社會影響評估，由環保／安全部編製，未提供日期
216. Luanshya 銅礦廢棄計劃與關閉項目的環境社會影響評估，由環保／安全部編製，未提供日期
217. 贊比亞水利局於2006年5月16日發出的 Luanshya 取水(從 Musiyapatwa 河)許可證(編號 WDB/1661)，有效期為5年
218. 礦產開發部於2010年4月29日發出的 Luanshya 大型採礦牌照(編號 8404-HQ-LML)，自2006年11月9日起有效期為25年
219. 礦產開發部於2010年4月29日發出的 Luanshya 大型採礦牌照(編號 8396-HQ-LML)，自2006年10月19日起有效期為25年
220. 礦產開發部於2010年4月29日發出的 Luanshya 大型採礦牌照(編號 8395-HQ-LML)，自2006年10月19日起有效期為25年
221. 礦產開發部於2010年4月29日發出的 Luanshya 大型採礦牌照(編號 8394-HQ-LML)，自2006年10月19日起有效期為25年
222. 礦產開發部於2010年4月29日發出的 Luanshya 大型採礦牌照(編號 8393-HQ-LML)，自2006年10月19日起有效期為25年
223. 礦產開發部於2010年4月29日發出的 Luanshya 大型採礦牌照(編號 8392-HQ-LML)，自2006年10月19日起有效期為25年
224. 礦產開發部於2010年4月29日發出的 Luanshya 大型採礦牌照(編號 8097-HQ-LML)，自2004年1月23日起有效期為20年
225. Luanshya 生產隱患／危險登記冊，由環保／安全部於2011年4月30日編製
226. SINO-METALS 環境管理計劃(2009年)
227. SINO-METALS 環境管理計劃(2010年)
228. SINO-METALS MWAMBASHI 環境管理計劃

229. SINO-METALS SHEQ 報告 — 組織結構圖

230. SINO-METALS 贊比亞環境委員會 — 達標監測 — 1、2、3及4

231. SINO-METALS 贊比亞環境委員會 — 執照 — 1、2、3及4

232. SINO-METALS 年度報告




附錄

附錄一：採礦牌照

採礦牌照 — 中色非洲礦業 Chambishi 項目(7069-HQ-LML)

CHAMBESHI MINE Form XVII  
(Regulation 23)



REPUBLIC OF ZAMBIA

The Mines and Minerals Development Act, 2008  
(Act No. 7 of 2008)  
The Mines and Minerals Development (General) Regulations, 2008

LICENCE NO. **7069-HQ-LML**

**LARGE-SCALE MINING LICENCE**  
(Section 27 of the Mines and Minerals Development Act, No. 7 of 2008)

Holder's name **NFC AFRICA MINING PLC**

Address **P.O. BOX 22692, KITWE**

The mining areas shall be the area described in the Schedule and annexed hereto and bordered **RED** on the Plan.

The licence relates to the following minerals **Sb, M, W, U, Bi, PGE, Au, Ag, Cl, Cu, Ni, Zn, Se, Te, Cd, Ge, Fe, Pb**


The licence is granted for a period of **TWENTY FIVE (25 YEARS)** commencing on the **29TH** day of **JUNE, 1998**

The conditions of grant of the licence are as shown in the Annexures attached hereto.

Issued at **LUSAKA** this **12TH** day of **JULY, 2010**


ENDORSEMENT OF REGISTRATION

This Large Scale Mining Licence has this **12TH** day of **JULY, 2010** been registered in the Register.

  
**MOOYA B.C. LUMAMBA**  
 Director

ENDORSEMENT OF REGISTRATION


This Large Scale Mining Licence has this **12TH** day of **JULY, 2010** been registered in the Register.

  
**MOOYA B.C. LUMAMBA**  
 Director

採礦牌照 — 中色盧安夏項目(8097-HQ-LML)

Form XVII  
(Regulation 23)

**LUANSHYA AND BALUBA MINES**



**REPUBLIC OF ZAMBIA**

The Mines and Minerals Development Act, 2008  
(Act No. 7 of 2008)  
The Mines and Minerals Development (General) Regulations, 2008

LICENCE NO. **8097-HQ-LML**

**LARGE-SCALE MINING LICENCE**  
(Section 27 of the Mines and Minerals Development Act, No. 7 of 2008)  
**CNMC LUANSHYA COPPER MINES PLC**

Holder's name .....  
Address .....  
**P.O. BOX 90456, LUANSHYA**

The mining areas shall be the area described in the Schedule and annexed hereto and bordered  
**RED** ..... on the Plan.

The licence relates to the following minerals **Cu, Co, Au, Ag, Pb, Zn, Ni, U, S, Se, Bismuth, Te, Ge, AuF, MO, W & Cadmium**

The licence is granted for a period of **TWENTY (20) YEARS** commencing on the **23RD** day of **JANUARY, 2004**

The conditions of grant of the licence are as shown in the Annexures attached hereto.

**ANNEXURES 1-7**

Issued at **LUSAKA** this **29TH** day of **APRIL, 2010**

*[Signature]*  
**MOOYA B.C. LUMAMBA**  
Director

ENDORSEMENT OF REGISTRATION

This Large-Scale Mining Licence has this **29TH** day of **APRIL, 2010** been registered in the Register.

*[Signature]*  
**MOOYA B.C. LUMAMBA**  
Director

THE DIRECTOR OF MINES  
REPUBLIC OF ZAMBIA  
MINES AND METALS DEPT  
LUSAKA  
29 APR 2010

採礦牌照 — 中色盧安夏項目(8396-HQ-LML)

Form XVII  
(Regulation 23)

ROAN BASIN - LUANSHYA



REPUBLIC OF ZAMBIA

The Mines and Minerals Development Act, 2008  
(Act No. 7 of 2008)  
The Mines and Minerals Development (General) Regulations, 2008

LICENCE NO. **8396-HQ-LML**

**LARGE-SCALE MINING LICENCE**  
(Section 27 of the Mines and Minerals Development Act, No. 7 of 2008)

Holder's name **CNMC LUANSHYA COPPER MINES PLC**

Address **P.O. BOX 90456, LUANSHYA**

The mining areas shall be the area described in the Schedule and annexed hereto and bordered **RED** on the Plan.

The licence relates to the following minerals **COPPER AND COBALT**

The licence is granted for a period of **TWENTY-FIVE (25) YRS** commencing on the **19TH** day of **OCTOBER, 2006**

The conditions of grant of the licence are as shown in the Annexures attached hereto.

**ANNEXURES 1-7**

Issued at **LUSAKA** this **29TH** day of **APRIL, 2010**

  
**MOOYA B.C. LUMAMBA**  
 Director  
 THE DIRECTOR OF MINES

ENDORSEMENT OF REGISTRATION

This Large-Scale Mining Licence has this **29TH** day of **APRIL, 2010** been registered in the Register.

  
**MOOYA B.C. LUMAMBA**  
 Director  
 THE DIRECTOR OF MINES

採礦牌照 — 中色盧安夏項目(8394-HQ-LML)

Form XVII  
(Regulation 23)

**MUVA HILL - LUANSHYA**



**REPUBLIC OF ZAMBIA**

The Mines and Minerals Development Act, 2008  
(Act No. 7 of 2008)  
The Mines and Minerals Development (General) Regulations, 2008

LICENCE NO. **8394-HQ-LML**

**LARGE-SCALE MINING LICENCE**  
(Section 27 of the Mines and Minerals Development Act, No. 7 of 2008)

Holder's name **CNMC LUANSHYA COPPER MINES PLC**

Address **P.O. BOX 90456, LUANSHYA**

The mining areas shall be the area described in the Schedule and annexed hereto and bordered **RED** on the Plan.

The licence relates to the following minerals **COPPER AND COBALT**

The licence is granted for a period of **TWENTY-FIVE (25) YRS.** commencing on the **19TH** day of **OCTOBER, 2006**

The conditions of grant of the licence are as shown in the Annexures attached hereto.

**ANNEXURES 1-7**

Issued at **LUSAKA** this **29TH** day of **APRIL, 2010**



*[Signature]*  
**MOOYA B.C. LUMAMBA**  
Director

**ENDORSEMENT OF REGISTRATION**

This Large-Scale Mining Licence has this **29TH** day of **APRIL, 2010** been registered in the Register.



*[Signature]*  
**MOOYA B.C. LUMAMBA**  
Director

採礦牌照 — 中色盧安夏項目(8393-HQ-LML)

MULIASHI - LUANSHYA Form XVII  
(Regulation 23)

  
REPUBLIC OF ZAMBIA

The Mines and Minerals Development Act, 2008  
(Act No. 7 of 2008)  
The Mines and Minerals Development (General) Regulations, 2008

LICENCE NO. 8393-HQ-LML

**LARGE-SCALE MINING LICENCE**  
(Section 27 of the Mines and Minerals Development Act, No. 7 of 2008)

Holder's name CNMC LUANSHYA COPPER MINES PLC

Address P.O. BOX 90456, LUANSHYA

The mining areas shall be the area described in the Schedule and annexed hereto and bordered RED on the Plan.

The licence relates to the following minerals COPPER AND COBALT

The licence is granted for a period of TWENTY-FIVE (25) YRS commencing on the 19TH day of OCTOBER, 2006

The conditions of grant of the licence are as shown in the Annexures attached hereto.

**ANNEXURES 1-7**

Issued at LUSAKA this 29TH day of APRIL, 2010

  
MOOYA S.C. LUMANBA  
Director

**ENDORSEMENT OF REGISTRATION**

This Large-Scale Mining Licence has this 29TH day of APRIL,  
2010  
been registered in the Register.

  
  
MOOYA S.C. LUMANBA  
Director

採礦牌照 — 中色盧安夏項目(8395-HQ-LML)

Form XVII  
(Regulation 23)

**ROAN EXTENSION WEST - LUANSHYA**



**REPUBLIC OF ZAMBIA**

The Mines and Minerals Development Act, 2008  
(Act No. 7 of 2008)  
The Mines and Minerals Development (General) Regulations, 2008

LICENCE NO. **8395-HQ-LML**

**LARGE-SCALE MINING LICENCE**  
(Section 27 of the Mines and Minerals Development Act, No. 7 of 2008)

Holder's name **CNMC LUANSHYA COPPER MINES PLC**

Address **P.O. BOX 90456, LUANSHYA**

The mining areas shall be the area described in the Schedule and annexed hereto and bordered **RED** on the Plan.

The licence relates to the following minerals **COPPER AND COBALT**

The licence is granted for a period of **TWENTY-FIVE (25) YRS** commencing on the **19TH** day of **OCTOBER, 2006**

The conditions of grant of the licence are as shown in the Annexures attached hereto.

**ANNEXURES 1-7**

Issued at **LUSAKA** this **29TH** day of **APRIL, 2010**



**ENDORSEMENT OF REGISTRATION**

This Large-Scale Mining Licence has this **29TH** day of **APRIL, 2010** been registered in the Register.



**MOOYA B. C. LUMAMBA**  
Director

採礦牌照 — 中色盧安夏項目(8404-HQ-LML)

Form XVII  
(Regulation 23)

ROAN EXTENSION EAST - LUANSHYA

  
REPUBLIC OF ZAMBIA

The Mines and Minerals Development Act, 2008  
(Act No. 7 of 2008)  
The Mines and Minerals Development (General) Regulations, 2008

LICENCE NO. 8404-HQ-LML

**LARGE-SCALE MINING LICENCE**  
(Section 27 of the Mines and Minerals Development Act, No. 7 of 2008)

Holder's name CNMC LUANSHYA COPPER MINES PLC  
Address P.O. BOX 90456, LUANSHYA

The mining areas shall be the area described in the Schedule and annexed hereto and bordered RED on the Plan.

The licence relates to the following minerals COPPER AND COBALT

The licence is granted for a period of TWENTY-FIVE (25) YRS commencing on the 9TH day of NOVEMBER, 2006

The conditions of grant of the licence are as shown in the Annexures attached hereto.

ANNEXURES 1-7

Issued at LUSAKA this 29TH day of APRIL, 2010

  
MOOYA B.C. LUMAMBA  
Director

ENDORSEMENT OF REGISTRATION

This Large-Scale Mining Licence has this 29TH day of APRIL, 2010 been registered in the Register.

  
MOOYA B.C. LUMAMBA  
Director

*(Note: A circular stamp of the Director of Mines is visible in the background of the form.)*

採礦牌照 — 中色盧安夏項目(8392-HQ-LML)

BALUBA EAST - LUANSHYA Form XVII  
(Regulation 23)

  
REPUBLIC OF ZAMBIA

The Mines and Minerals Development Act, 2008  
(Act No. 7 of 2008)  
The Mines and Minerals Development (General) Regulations, 2008

LICENCE NO. 8392-HQ-LML

**LARGE-SCALE MINING LICENCE**  
(Section 27 of the Mines and Minerals Development Act, No. 7 of 2008)

Holder's name CNMC LUANSHYA COPPER MINES PLC

Address P.O. BOX 90456, LUANSHYA

The mining areas shall be the area described in the Schedule and annexed hereto and bordered RED on the Plan.

The licence relates to the following minerals COPPER AND COBALT

The licence is granted for a period of TWENTY-FIVE (25) YRS commencing on the 19TH day of OCTOBER, 2006

The conditions of grant of the licence are as shown in the Annexures attached hereto.

**ANNEXURES 1-7**

Issued at LUSAKA this 29TH day of APRIL, 2010

  
**MOOYA B.C. LUMAMBA**  
Director

**ENDORSEMENT OF REGISTRATION**

This Large-Scale Mining Licence has this 29TH day of APRIL, 2010 been registered in the Register.

  
**MOOYA B.C. LUMAMBA**  
Director

*(Note: A large, semi-transparent watermark of a mining structure is visible in the background of the document.)*



## 附錄二：中國資源及儲量標準

## 礦產資源及礦石儲量的分類

在中國，礦產資源及礦石儲量分類體系正處於過渡期，過渡始於1999年。傳統體系源於前蘇聯體系，按地質可靠程度由高到低分為五類—A、B、C、D及E類。國土資源部於1999年頒佈的新體系(規則66)採用三維矩陣分類法，以經濟效益、可行性／礦場設計以及地質可靠程度為基礎分類，以「123」形式由一組三個數的代碼表示。該新體系源於建議在全球使用的聯合國分類框架。中國境內所有新項目須遵守新體系，惟1999年以前的估計及可行性研究沿用舊體系。

SRK已盡可能按類似於 JORC 準則所採用的類別，對中國資源及儲量估計重新歸類，以統一分類標準。儘管使用相似術語，但SRK並非指現行格式的該等術語須分類為「礦產資源」(定義見澳大拉西亞勘探結果、礦產資源量及礦石儲量報告準則(「JORC 準則」))。

中國分類體系及 JORC 準則綜合比較指引如下表所示。

JORC 準則的資源類別	中國資源類別	
	過往體系	現行體系
探明 .....	A、B	111、111b、121、121b、2M11、2M21、2S11、2S21、331
控制 .....	C	122、122b、2M22、2S22、332
推斷 .....	D	333
無相當內容.....	E	334

## 中國資源及儲量新分類方案的定義

類別	標作	備註
經濟效益	1	已進行全面可行性研究，考慮經濟因素
	2	已根據概略研究進行預可行性研究，通常考慮經濟因素
	3	並無進行預可行性研究或概略研究，考慮經濟分析
可行性	1	由外部技術部門對「2」中收集的資料作進一步分析
	2	更為具體的可行性工作，包括更多的溝渠、坑道、鑽探、明細圖
	3	測繪圖及溝渠初步可行性評估
地質控制程度	1	地質控制程度強
	2	透過緊密數據點(例如小比例尺繪圖)進行中度地質控制
	3	範圍內的小型工作
	4	審查階段

**JORC 準則與中國儲量體系之間的關係**

在中國，評估資源及儲量的方法通常由相關政府部門規定，取決於對礦床特定地質類型的認識程度。相關部門規定的參數及計算方法包括最低品位、礦化最小厚度、內部廢料最高厚度以及所需的平均最低「工業」或「經濟」等級。資源分類大體根據採樣、溝渠、地下坑道及鑽孔間距進行。

在1999年前的體系中，A類所含的資料一般最為詳細，例如品位控制資料。然而，B、C及D類的分類內容因中國境內礦床的不同而有所差異，因此在分配至同等「JORC 準則類型」類別前須謹慎檢查。傳統B、C及D類大體與國際上廣泛採用的 JORC 準則及 USBM/USGS 體系所提供的「探明」、「控制」及「推斷」類別相當。在 JORC 準則體系中，基於不斷豐富的地質知識及礦化連續性，「探明資源」類別具有最高可信度，而「推斷」類別可信度最低。

中國原有分類		A及B		C		D	E及F
<b>中國新分類</b>							
「E」經濟評估 (1XX)	包含設計採礦虧損	可收回儲量 (111)	概略可收回儲量 (121)		概略可收回儲量 (122)		
	未包含設計採礦虧損(b)	基本儲量 (111b)	基本儲量 (121b)		基本儲量 (122b)		
邊際經濟 (2MXX)		基本儲量 (2M11)	基本儲量 (2M21)		基本儲量 (2M22)		
次邊際經濟 (2SXX)		資源 (2S11)	資源 (2S21)		資源 (2S22)		
內蘊經濟 (3XX)				資源 (331)	資源 (332)	資源 (333)	資源 (334)
「F」可行性評估		可行性 (010)	預可行性 (020)	概略 (030)	預可行性 (020)	概略 (030)	概略 (030)
「G」地質評估		探明(001)		控制(002)		推斷 (003)	預測 (004)
與 JORC 準則比較						未分類	
						推斷資源	
		概略儲量或 控制資源					
		證實／概略儲量 或探明資源					

## 附錄三：贊比亞環保法規背景

有關採礦活動環境管理及環境保護的核心立法及相關法規為1990年環境保護及污染控制法 (the Environmental Protection and Pollution Control Act (EPPCA) of 1990) 及1997年環境影響評估法規 (Environmental Impact Assessment Regulations (ESIAR) of 1997)、1955年礦業及礦產法 (The Mines and Minerals Act of 1955) 及1997年礦業及礦產環境法規 (the Mines and Minerals Environmental Regulations of 1997)。環境保護及污染控制法設立贊比亞環境委員會作為國家機構，負責執行環保法規及協調地區政府部門於各自領域進行環境管理。該等職責由直屬贊比亞環保局的贊比亞環境委員會技術秘書處管理。

環境影響評估法規規定，環境影響評估乃為所有對環境有重大影響的投資編製。適當的環保措施的識別及實施亦由環境影響評估法規規管。礦業及礦產法及1997年礦業及礦產環境法規對贊比亞採礦活動的環保、健康及安全作出規定。監管及執行環境法規的授權機構為礦業及礦產開發部下屬的礦山安全局。彼等對進行勘測、勘探及採礦業務之領域的環境保護及污染控制進行監管。

採礦區域的環境影響規管亦涉及其他部門，而各部門均擁有其自身的監管機制，例如水務、旅遊、運輸、輻射防護、衛生、能源、國家遺產保護、地方政府及土地等部門。該等機構分管各個行業，從屬於環境保護及污染控制法所指定的委託授權機構。贊比亞環境委員會於具體技術問題上遵從該等機構，但保留對該等機構各自工作的整體協調權。

環境保護及污染控制法亦設立環境質量標準，並促使污染者達標。根據環境保護及污染控制法，採礦業務產生的所有污水及廢氣通過一系列許可證、執照及罰款機制管制。排土場，包括覆岩層排土場及尾礦壩，亦以類似方式管制。

以下為對礦業及礦產法(2003年)(*Mines and Mineral Act (2003)*)提供環境立法支持的其他贊比亞法律：

- 礦業及礦產開發法，2008年 (*Mines and Mineral Development Act, 2008*)
- 環境保護及污染控制法，1990年第12號，第24章 (*Environmental Protection and Pollution Control Act, No 12 of 1990, Cap 24*)
- 環境保護及污染控制修訂法，1999年第12號 (*Environmental Protection and Pollution Control Amendment Act, No 12 of 1999*)
- 消耗臭氧層物質條例，2000年 (*Ozone Depleting Substances Regulations, 2000*)
- 空氣污染防治(許可及排放標準)條例，1996年S.I.141 (*The Air Pollution Control (Licensing and Emissions Standards) Regulations, S. I.141 of 1996*)
- 環境保護及污染控制(環境影響評估)條例，1997年 (*The Environmental Protection and Pollution Control (Environmental Impact Assessment) Regulations, 1997*)
- 有害廢物管理條例，2001年 S.I.125 號 (*The Hazardous Waste Management Regulations, S.I. No 125 of 2011*)

- 農藥及有毒物質法規，1994年 (*The Pesticides and Toxic Substances Regulations, 1994*)
- 水資源法，1949年 (*The Water Act, 1949*)
- 水污染控制(污水及廢水)法規，1993年 (*The Water Pollution Control (Effluent and Waste Water) Regulations 1993*)
- 贊比亞野生動物法，1998年第12號 (*The Zambia Wildlife Act, No 12 of 1998*)
- 國家遺產保護委員會法，1989年 (*The National Heritage Conservation Commission Act of 1989*)

贊比亞簽署的國際公約及協定書：

- 控制有害廢物越境轉移及其處置的巴塞爾公約 (*The Basel Convention on the Control of Trans-boundary movements of Hazardous wastes and their disposal*)
- 聯合國氣候變化框架公約 (*The United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)*)
- 關於消耗臭氧層物質的蒙特利爾議定書 (*Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer*)
- 保護世界文化及自然遺產公約 (*Convention Concerning the Protection of the World Cultural and Natural Heritage*)
- 關於持久性有機污染物的斯德哥爾摩公約 (*Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (Pops)*)

#### 附錄四：世界銀行／國際金融公司 環境標準與指引

為獲得項目融資或在證券交易所上市，該等機構本身要求發起人遵守赤道原則及國際金融公司績效標準及指引等文件。該要求於下文赤道原則的序言中充分體現(2006年7月)：

項目融資為全球融資發展中一種舉足輕重的融資方式，貸款人主要以單一項目所得收益作為還款的資金來源及風險的抵押品。項目融資人可能會遇到複雜而富有挑戰性的社會及環境問題，尤其是新興市場項目。

鑑於上述情況，採納赤道原則的金融機構採納該等原則，確保所融資項目按對社會負責的方式發展，體現健全的環境管理措施。藉此，受項目影響的生態系統及社區可盡量免受不利影響。若該等影響無可避免，則應採取措施減輕、降低影響及／或對影響進行適當的賠償。我們認為，採納及遵守該等原則會促進借款方與當地受影響社區的關係，對我們本身、借款方及當地利益關係方亦有重大裨益。我們由此認識到作為融資方，我們有機會促進負責任的環境管理及對社會負責的發展。因此，採納赤道原則的金融機構會考慮根據實踐經驗不時評審該等原則，使之反映不斷學習及形成的良好慣例。

該等原則旨在提供一套通用的基準及框架，以便各採納赤道原則的金融機構自行實施與其項目融資活動相關的內部社會及環境政策、程序及標準。倘借款方不願或未能遵守與實施赤道原則相關的各社會及環境政策及程序，我們將拒絕為項目提供貸款。

下列附表 AIV-1 及附表 AIV-2 分別提供赤道原則及國際金融公司績效標準的概要。採納赤道原則的金融機構及證券交易所使用該等文件審查相關公司的社會及環境績效。

表 AIV-1：赤道原則

赤道原則	標題	主要內容(概要)
1	審查及分類	根據項目潛在影響及風險大小進行分類。
2	社會及環境評估	進行社會及環境評估(「評估」)。評估亦應提出適用於所建議項目的性質及規模的緩解及管理措施。
3	適用的社會及環境標準	評估將參照並全面遵守適用的國際金融公司績效標準及適用的行業特定EHS指引(「EHS指引」)。
4	行動計劃及管理體系	擬訂一項行動計劃，解決評估中的相關問題。行動計劃將說明並優先採取行動、緩解措施、糾正行動及監察工作，管理於評估中識別的影響及風險。制定社會及環境管理體系，管控該等影響、風險，採取符合所在國法律、法規及適用標準及指引(定義見行動計劃)的規定的糾正行動。
5	諮詢及披露	諮詢受項目影響的社區。充分考慮受影響社區關注的問題。
6	申訴機制	建立申訴機制，作為管理體系的一部分，以接收及處理受項目影響社區中的個人或群體提出的與項目有關的問題。在與社區溝通過程中，將申訴機制告知受影響社區，確保該機制能及時透明的處理相關問題，且方便受影響社區各階層使用。
7	獨立審查	獨立社會或環境專家將審查評估、行動計劃及諮詢過程，以評估赤道原則的合規狀況。
8	約定事項	融資文件的盟約為： a) 遵守所有有關所在國的社會及環境法律、法規及許可； b) 在項目施工及營運期間遵守行動計劃； c) 提供由內部員工或第三方專家編製的定期報告(每年不少於一次)，報告須(i)符合行動計劃，及(ii)符合有關地方、州及

赤道原則	標題	主要內容(概要)
		所在國的社會及環境法律、規章及許可；及 d) 在可行並適當的情況下，根據協定的停用計劃停用設施。
9	獨立監控及報告	任命一名獨立環境及／或社會專家，或要求借款人委聘合資格及有經驗的外部專家，以核實其監控信息。
10	採納赤道原則的金融機構報告	各採納赤道原則的金融機構承諾，經考慮適當保密事項，至少每年就其赤道原則執行過程及經驗做出一次公開報告。

表 AIV-2：國際金融公司績效標準

國際金融公司 績效標準	標題	目標 (概要)	主要內容(概要)
	1	社會及環境評估及管理體系	進行社會及環境影響評估，並通過使用管理體系提升績效。
2	勞工及工作條件	平等就業機會。安全及健康	執行社會及環境管理體系。人力資源政策。工作條件。平等就業機會。強制勞工及童工。職業健康及安全。
3	污染防治及減輕	避免污染。降低排放量。	污染防治。保護資源。能源效率。減少廢物。有害物質。生產者延伸責任。溫室氣體
4	社區健康、安全及安保	避免或盡量減少對社區造成的風險。	執行社會及環境管理體系。進行風險評估。有害物質安全。社區風險。緊急應變程序
5	土地收購及非自願重新安置	避免或盡量減少重新安置。減少負面社會影響	執行社會及環境管理體系。協商。補償。重新安置計劃。經濟轉型

國際  
金融公司  
績效標準

	標題	目標 (概要)	主要內容(概要)
6	生物多樣性 保持及可持續 自然資源管理	保護及保持 生物多樣性	執行社會及環境管理體系。評估。棲息地。保護區域。入侵物種。
7	原住居民	尊重。避免及 盡量減少影 響。促進誠信	避免負面影響。協商。發展的益處。對傳統土地使用的影響。重新安置。
8	文化遺產	保護文化遺產	遺產調查。不可開發區域。協商。



### 附錄五：項目技術審查 — 風險分析

為確保項目技術審查過程中應用之風險分析過程的技術完整性，已使用下列澳大利亞風險分析及風險管理標準作整體指導：

AS/NZS 3931：1998 技術體系風險分析 — 應用指南；

AS/NZS 4360：1999 風險管理；及

HB 203：2004 環境風險管理 — 原則及程序。

該等澳大利亞標準乃根據類似國際標準制定。

風險通常為描述一個意外事件或事故的嚴重性／後果及可能性。意外事件的潛在嚴重性及可能性越大，有關活動的相關風險越大。

該項目技術審查定性風險分析的一般方法有以下三個步驟：

設立分析內容／界定分析範圍 — 目的／目標、分析策略及評估標準。

從後果及可能性方面識別及分析風險。

評估及界定風險等級。

#### **定性風險分析 — 範疇**

定性風險分析範疇界定及內容概述如下：

**目的／目標** — 主要目標為分析有關項目開發、營運及關閉方面的定性風險。

**策略** — 所採用策略包括應用定性風險分析，估計項目有關風險的「相對大小」。該過程亦包括固有及剩餘風險概念。固有風險指無任何補救管理的項目現有的危險，而剩餘風險指運用補救風險管理措施後餘留的危險。所分析之風險指項目於技術審查時視為「固有風險」的風險。

定性風險分析策略主要步驟如下：

**第1步** — 制定定性風險矩陣，對潛在後果／影響、事件可能性程度及從可忽略到極高的對應風險等級排序相對重要。

**第2步** — 界定固有風險（即於技術審查時）。列出風險來源，並應用定性風險分析界定風險水平。

**定性風險分析矩陣**

建議的定性風險矩陣使用的後果及可能性定義如下：

後果：

- **重大**：可致經營失敗的災難。
- **較大**：重大事件／影響，可採取適當補救措施，可承受。
- **中等**：重要事件／影響，可按正常程序管理。
- **較小**：易消除的後果／影響，但仍須進行一定的補救管理工作。
- **可忽略**：毋須額外／補救管理。

可能性：

- **頻繁**：預期大多數情況下會發生的事件。
- **極可能**：大多數情況下可能會發生的事件(即，亦可能每周或每月定期發生)。
- **可能**：有時應會發生的事件(即一段時間一次)。
- **不一定**：有時可能發生的事件。
- **不可能**：僅於特殊情況下可能發生的事件。

基於上述定義，定性風險矩陣載列如下。

可能性	後果				
	可忽略	較小	中等	較大	重大
頻繁	低風險	中等風險	中等風險	高風險	極高風險
極可能	低風險	中等風險	中等風險	高風險	高風險
可能	微風險	低風險	中等風險	中等風險	高風險
不一定	微風險	低風險	低風險	中等風險	中等風險
不可能	微風險	微風險	微風險	低風險	中等風險

按上述風險矩陣所定義風險可再分類至基於監管規定及符合行業標準、指引及／或慣例準則的風險管理能力的風險評估範疇：

**類別1 — 不可接受固有風險(極高／高風險)**— 指來源本質上不可接受的風險，倘不糾正，則可能導致經營失敗或對業務造成嚴重影響。

**類別2 — 可容忍固有風險(中等風險)**— 指來源可容忍的風險，於技術審查時視為違規／不達標，惟可通過應用風險管理措施而變為合規／達標(可接受風險)。

**類別3 — 可接受固有風險(低／可忽略風險)**— 指來源可接受，且符合法律規定及公認的行業標準、指引及慣例準則的風險。

## SRK報告分派紀錄

報告編號

SCN275  
Version H

文本數目

1

日期

2012年3月13日

名稱／職銜	公司	文本數目#
Liang Boyi 先生	中國有色礦業集團有限公司	1

批准人簽名：

本報告版權歸SRK Consulting 所有。未經版權持有人SRK書面許可，不得以任何形式或任何方式向任何人士隨意複製或傳送。

修改版次	日期	修改人	修改詳情
A	2011年7月5日	賈葉飛博士	起稿
A1 MJW	2011年7月29日	Mike Warren	英文編輯及同行審閱(完成部分)
A2MJW	2011年8月7日	Mike Warren	英文編輯及同行審閱(完成)
C	2011年8月2日	徐安順博士	內部同行審閱
D	2011年8月18日	賈葉飛博士	收到審閱意見後進行修改及編輯
E	2011年8月26日	賈葉飛博士	收到客人意見後進行修改及編輯
F	2011年8月31日	賈葉飛博士	修改及編輯
H	2012年2月25日	賈葉飛博士	收到客人意見後進行修改及編輯
I	2012年2月28日	賈葉飛博士	收到客人意見後進行修訂及編輯
I	2012年3月13日	賈葉飛博士	收到客人意見後進行修改及編輯