

蒙古國蘇赫巴特爾省
中國雷石維爾礦業有限公司
阿雷努爾鉬礦項目
合資格人士報告

為
中國大冶有色金屬礦業有限公司編製

由
約翰T.博德公司編製
採礦及地質顧問
賓夕法尼亞州匹茲堡



報告編號3293.1
二零一一年十二月二十九日



約翰 T. 博德公司

採礦及地質顧問

主席
James W. Boyd

總裁兼行政總裁
John T. Boyd II

董事總經理兼營運總監
Ronald L. Lewis

副總裁
Richard L. Bate
James F. Kvitkovich
Russell P. Moran
John L. Weiss
William P. Wolf

副總裁
業務發展
George Stepanovich, Jr.

董事總經理—澳洲
Ian L. Alexander

董事總經理—中國
鍾德輝

總裁助理
Mark P. Davic

匹茲堡
4000 Town Center Boulevard, Suite 300
Canonsburg, PA 15317
(724) 873-4400
(724) 873-4401 傳真
jtboydp@jtboyd.com

丹佛
(303) 293-8988
jtboydd@jtboyd.com

布里斯班
61 7 3232-5000
jtboydau@jtboyd.com

北京
86 10 6500-5854
jtboydcn@jtboyd.com

倫敦
44 208 748-5344 電話／傳真

www.jtboyd.com

二零一一年十二月二十九日
文檔：3293.1

中國大冶有色金屬礦業有限公司
香港
中環，德輔道中19號
環球大廈2001室

收件人： 主席
万必奇

事由： 蒙古國蘇赫巴特爾省
中國雷石維爾礦業有限公司
阿雷努爾鉬礦項目
合資格人士報告

敬啟者：

本報告乃為中國大冶有色金屬礦業有限公司（「中國大冶」）編製，以供載入中國大冶有關非常重大收購Prosper Well Group Limited之通函，報告呈列約翰T.博德公司（「博德」）對位於蒙古國蘇赫巴特爾省之阿雷努爾露天鉬礦所作地質評估及鉬資源估計。根據就現有採礦權區提供予吾等之勘探鑽井及其他數據，吾等已獨立開發出阿雷努爾項目區域所蘊藏含鉬礦石之計算機地質模型。利用該模型，吾等得以評估可用鉬資源之噸數及品位。

根據委託，吾等乃按香港聯交所（「香港聯交所」）上市規則第18章完成審閱。資源噸數估計乃根據由澳大拉西亞礦冶學會、澳洲地質科學學會及澳洲礦產協會組成之聯合礦石儲量委員會所公佈之澳大拉西亞礦產資源及礦石儲量報告規程（亦稱「JORC準則」）編製。

博德已依賴中國大冶所提供之可用原始資料。該等原始資料乃依據吾等之蒙古國及國際經驗進行評估。

約翰T.博德公司
由以下人士提交：

A handwritten signature in black ink, appearing to read "John T. Boyd II". The signature is written in a cursive style with a large initial "J" and "B".

John T. Boyd II
總裁兼行政總裁

目錄

頁次

傳送函件

目錄

詞彙及釋義

1.0	緒言.....	V-283
1.1	背景.....	V-283
1.2	工作範圍.....	V-284
1.3	工作程序.....	V-285
1.4	原始資料.....	V-285
1.5	項目團隊.....	V-286
1.6	博德資質.....	V-287
1.7	權益聲明.....	V-289
1.8	前瞻性陳述.....	V-289
1.9	結論.....	V-290
	圖1.1：總位置地圖.....	V-291
2.0	概要.....	V-293
2.1	緒言.....	V-293
2.2	結論.....	V-293
2.3	補充調查結果.....	V-294
	2.3.1 可用勘探.....	V-294
	2.3.2 地質.....	V-295
	2.3.3 資源分類.....	V-295
	2.3.4 資源估計.....	V-296
	2.3.5 概念性採礦評估.....	V-297
	2.3.6 加工.....	V-298
	2.3.7 鉬市場定價.....	V-298
2.4	風險評估.....	V-299

3.0	地質及資源	V-301
3.1	礦場描述	V-301
3.1.1	位置	V-301
3.1.2	區域經濟	V-301
3.2	氣候	V-302
3.3	鉬資源	V-302
3.3.1	地質構造	V-302
3.3.2	實地勘探歷史	V-303
3.3.3	一般礦床特徵	V-304
3.3.4	礦化特徵	V-305
3.4	礦產資源估計	V-306
3.4.1	資料庫	V-306
3.4.2	地質模型	V-306
3.4.3	採樣數據分析	V-307
3.4.4	品位插值	V-307
3.4.5	密度	V-308
3.4.6	分類	V-308
3.4.7	資源假設及方法	V-310
3.4.8	資源估計	V-311
	圖3.1：等距圖解	V-315
	表3.1：一九六九年至一九七零年之計劃勘探能力及完成能力	V-316
4.0	概念性採礦作業	V-317
4.1	緒言	V-317
4.2	採礦方法	V-317
4.3	勞動力	V-318
4.4	電力	V-318
4.5	供水	V-319
4.6	其他基礎設施及設施	V-320
4.6.1	露天礦	V-320
4.6.2	採礦服務設施	V-320
4.6.3	選礦設施	V-322
4.6.4	輔助服務設施	V-322
4.6.5	管理及生活區	V-322
4.6.6	廢石堆場	V-322
4.6.7	炸藥存儲倉庫	V-322
4.6.8	尾礦庫	V-322
	圖4.1：礦山設施安排概念圖	V-321

5.0	概念選礦	V-326
5.1	緒言	V-326
5.2	選礦廠描述	V-326
5.3	精礦品位	V-327
5.4	精礦回採率	V-327
5.5	尾礦庫設施	V-329
5.6	結論	V-329
	圖5.1：選礦廠流程表	V-331
6.0	概念經濟	V-332
6.1	緒言	V-332
6.2	資本支出	V-332
6.3	經營成本	V-335
	6.3.1 勞工成本	V-335
	6.3.2 礦石開採	V-335
	6.3.3 選礦	V-336
	6.3.4 其他營運	V-336
	6.3.5 經營成本預測（按礦石計）	V-337
6.4	結論	V-337
7.0	環境概覽	V-338
7.1	緒言	V-338
7.2	世界銀行指引	V-338
7.3	環境管理	V-339
7.4	固體廢料處理	V-339
7.5	空氣污染防護	V-340
7.6	水資源保護	V-341
	7.6.1 用水	V-341
	7.6.2 水資源保護措施	V-342
7.7	噪音控制	V-343
7.8	環境保護資本開支	V-344
7.9	水土保持	V-344
	7.9.1 水土保持資本開支	V-344
	7.9.2 廢石儲存	V-345
	7.9.3 尾礦儲存（庫）	V-346

8.0	風險評估.....	V-346
8.1	緒言.....	V-346
8.2	一般評估.....	V-348
8.3	地質風險.....	V-349
8.4	經營風險-自然發生事件.....	V-349
8.5	經營生產風險.....	V-350
	8.5.1 採礦.....	V-350
	8.5.2 選礦.....	V-351
8.6	外部風險-監管.....	V-352
8.7	市場風險.....	V-352
8.8	博德風險評估概要.....	V-353

詞彙及釋義

阿雷努爾	指	阿雷布爾鉬礦項目。
ANFO	指	由（柴油）硝酸銨及燃料油混合而成之炸藥。
博德	指	約翰T.博德公司。
中國大冶	指	中國大冶有色金屬礦業有限公司。
長沙有色冶金設計 研究院	指	長沙有色冶金設計研究院。
CNRD	指	中國資源開發集團有限公司。
商業產量	指	來自特定礦山之可銷售產品，乃按鉬產品（精礦）之噸數計量。
合資格人士報告	指	合資格人士報告。
雷石維爾礦業	指	中國雷石維爾礦業有限公司。
礦床（鉬）	指	特定地層中含有鉬礦石之地層部分。
混矸	指	礦渣，即日常採礦過程中隨鉬礦床採收之岩層。
下傾	指	地層由水平面傾斜之角度，按垂直面方向垂直量度。
可行性研究	指	按國際標準對一項未開發採礦項目之技術合理性及經濟可行性進行詳細評估，並作為投資決策之基礎及就項目融資而言為銀行可接受文件。該項研究乃根據詳細採礦計劃編製，並包括有關該項目之地質、工程、環境、法律及經濟資料。一般而言，需要進行獨立環境影響評估研究。
岩組	指	岩組。

可行性研究報告	指	依據中國設計機構所進行之可行性研究出具之可行性研究報告文件。
地質報告	指	由中國勘探隊或公司於指定範圍完成勘探活動後編製之地質報告。報告一般詳列地質數據，包括位置及地理、區域地質、礦井地質、水文地理、工程地質、環境地質、資源／儲量噸數、勘探狀況及資源評估等。報告亦可能載有或附有支援地圖、剖面圖及數據。
控制	指	意味著就某項礦產資源而言，可對其噸數、密度、形狀、物理特性、特點、質素及礦物含量作出適度合理可信估計。其以透過適當技術從特定位置（如露頭、塹溝、礦坑、巷道及鑽孔）收集之勘探、採樣及測試資料為依據。該等位置分佈過於廣泛或間距不恰當，難以確定地質及／或質素之持續性以便進行計量分類，惟彼等之間距相連，足以假定測量點之間具有連續性。
推斷	指	意味著就某項礦產資源而言，可對其噸數、質素及礦物含量作出可信度較低之估計。其乃從地質憑證推斷得出，且假定惟並無證實地質及／或質素之持續性。其以透過適當技術從特定位置（如露頭、塹溝、礦坑、巷道及鑽孔）收集之資料為依據，惟該等資料可能有限或無法確定其質素及可靠性，且超出控制分類之特定深度及距離。
原位	指	在就採礦回採率、採礦混矸及選礦實施任何調整前之原位礦石噸數。
JORC	指	由澳大拉西亞礦冶學會(The Australasian Institute of Mining and Metallurgy)、澳洲地質科學學會(Australian Institute of Geoscientists)及澳洲礦產協會(Minerals Council of Australia)組成之聯合礦石儲量委員會(Joint Ore Reserves Committee)。
JORC準則	指	澳大拉西亞礦產資源及礦石儲量報告規程。
公里	指	公里。

千噸	指	千噸。
千伏	指	千伏特。
千瓦	指	千瓦特。
米	指	米。
平方米	指	平方米。
立方米	指	立方米。
可售儲量	指	計入採礦及加工損失後可採儲量之可出售鉬產品。
可售礦石儲量	指	可售礦石儲量為按規定品位對礦石儲量進行選礦處理後可供出售礦石之噸數。可售礦石儲量應按推定可售礦石儲量或已勘定可售礦石儲量呈報。
探明礦產資源	指	意味著就該部分礦產資源而言，可對其噸數、密度、形狀、物理特性、質素及礦物含量作出高度可信及最高地質保證之估計。其以透過適當技術從特定位置（如露頭、塹溝、礦坑、巷道和鑽孔）收集之詳細可信之勘探、採樣及測試資料為依據。該等位置之距離接近，足以確定地質及質素之連續性。
MINCOM	指	Mincom Limited
礦山規劃	指	按國際慣例進行之研究，包括現有發展狀況陳述及在其經濟年限中之預測礦床開採（包括採礦計劃）。該研究已計及於報告時間期間所採掘礦產之數量及質素、由於價格及成本變動、相關技術之發展、新施行環境或其他法規所引致之經濟可行性方面之變動以及與採礦同時進行之勘查數據。

礦產資源	指	礦產資源為在地球地殼中集中或出現於該等位置而有內在經濟利益之礦產，而該等礦產之構成形式、質素及數量表明有最終進行經濟採掘之合理前景。可透過特定地質證據及知識瞭解、估計或解釋礦產資源之位置、數量、質素、地質特性及連續性。為提高地質可信度，礦產資源會細分為推斷、控制及探明三個類別。
MineScape	指	由Mincom Limited開發之MineScape軟件（4.116版本）。
採礦權	指	在獲准進行採礦業務之區域開採礦產資源及獲取礦產品之權利。有關機構授予在所屬區域內進行採礦業務之採礦權，明確規定採礦高度、採礦方法、指定年產量水平、註冊擁有人、區域邊界坐標及有效期。
百萬噸	指	百萬噸。
每年百萬噸	指	每年百萬噸。
正斷層	指	上盤沿著斷層面（斷層傾角介乎45度至90度之間）相對下盤掉落之斷層。
礦石	指	天然形成之固體物質，可自其中提取金屬或有用礦物質。
選礦	指	利用物理或化學屬性（如密度、表面活性、磁性及顏色）自所採岩石中分離有用礦石成份之過程，而該等成份其後會通過浮選、磁選、電選、物理選擇、化學選擇、複選及綜合方法加以濃縮或提純。
經營成本	指	所有與鉬生產直接相關之現金及非現金成本，包括但不限於原材料消耗、工資及薪金、福利、維護、電力等，採礦及加工、將礦石運至選礦設施、一般行政開支、銷售費用、折舊及攤銷。

礦石儲量	指	礦石儲量為經濟上可採礦之探明或控制礦產資源部分。其包括開採該礦物時可能產生之貧化材料及損失準備。已進行適當評估（可能包括可行性研究），且該等評估包括考慮透過實際假定之採礦、冶金、經濟、市場推廣、法律、環境、社會及政府因素而作出修訂。該等評估顯示，於報告時間，有合理理據支持有關採掘。按可信度由低到高，礦石儲量被進一步劃分為推定礦石儲量或已勘定礦石儲量。
露頭	指	礦床中露出地面之部分。
超覆層	指	覆蓋在礦床之上之廢料。
中國	指	中華人民共和國。
預可行性研究	指	提供一份有關某礦床之經濟可行性初步評估，並構成為進一步調查（詳細勘查及可行性）提供理據之基準。該研究通常會在一項勘查活動取得成功後進行，並會概括有關該項目之地質、工程、環境、法律及經濟資料。
推定礦石儲量	指	控制及（在若干情況下）探明礦產資源在經濟上可採礦之部分。其包括開採該礦物時可能產生之貧化材料及損失準備。已進行適當評估（可能包括可行性研究），且該等評估包括考慮透過實際假定之採礦、冶金、經濟、市場推廣、法律、環境、社會及政府因素而作出修訂。該等評估顯示，於報告時間，有合理理據支持有關採掘。
選礦廠	指	用於從已開採礦石中採收鉬產品之設施（包括清除雜質作業）。
生產力	指	工人效率之計量單位，通常按每單位時間所生產噸數表示，如僱員每年生產噸數。

已勘定礦石儲量	指	探明礦產資源在經濟上可採礦之部分。其包括開採該礦物時可能產生之貧化材料及損失準備。已進行適當評估（可能包括可行性研究），且該等評估包括考慮透過實際假定之採礦、冶金、經濟、市場推廣、法律、環境、社會及政府因素而作出修訂。該等評估顯示，於報告時間，有合理理據支持有關採掘。
原礦	指	原礦－隨著原礦從礦場產出，於採礦作業中產生之原礦物（已開採之鉬礦石及貧化材料）。
香港聯交所	指	香港聯交所。
走向	指	位於水平面上之斜面層或岩層之走向或方位；與下沉成直角之水平線走向。
隱伏露頭	指	露頭被表層沖積物覆蓋（即礦床露頭被隱藏）位置之預測礦物沉積上限。
噸	指	公噸，相等於1,000公斤。
每年噸	指	每年噸。
每日噸	指	每日噸。
每小時噸	指	每小時噸。
Whittle	指	Gemcom Software International, Inc.開發之Whittle軟件（4.0版本）。
產量	指	在加工過程中從礦石中採收之鉬產品之可出售部分。

1.0 緒言

1.1 背景

鉬是一種主要難熔金屬，作為合金元素廣泛用於鋼鐵及超合金，以提升其耐腐蝕能力、物理性能及機械強度（尤其是在溫度不斷升高之情況下）。鉬在自然界中以輝鉬礦（分子式為 MoS_2 ，或硫化鉬）出現，並經浮選過程在鉬礦場獲採收，成為一種原生精礦，而在銅礦場通常為精礦副產品。該精礦在多爐床式焙燒爐中被焙燒成一種工業氧化鉬（氧化鉬）。約有80%之氧化鉬如此出售，或在轉化為鉬鋼後出售，以添加到鐵和鋼中。其餘的則被進一步精煉為純氧化物及鉬酸鹽化學製品（用於生產催化劑、專業化學製品、鉬金屬、潤滑劑及超合金）。現時全世界每年之鉬產量及消耗量估計為190,000噸。鉬金屬礦床廣泛分佈於美國、中國、智利、加拿大及俄羅斯。

最初於二零零七年四月及隨後於二零一一年五月，中國大冶有色金屬礦業有限公司（「中國大冶」）委聘約翰T.博德公司（「博德」）根據香港聯交所申報規則（第18章）就規劃的阿雷努爾鉬礦項目（「阿雷努爾」）編寫一份合資格人士報告（「合資格人士報告」）。研究地區位於蒙古國蘇赫巴特爾省，該地區位於省會西烏爾特東北面70公里處。

吾等瞭解中國大冶持有中國雷石維爾礦業有限公司（「雷石維爾礦業」）51%股權。雷石維爾礦業透過其擁有55%權益之附屬公司Reservoir Moly Mongolia LLC（「Reservoir Moly」）持有阿雷努爾礦之採礦權牌照。

阿雷努爾項目地區之採礦權證書（第10889A號）乃於二零零七年一月二十三日由蒙古政府礦產事務代理下屬地質及開採地籍部發出。證書有效期為30年，至二零三七年一月十五日止。牌照涉及區域達227公頃（2.27平方公里）並指定為鉬礦床。

博德北京辦事處技術代表已於二零一一年七月四日對阿雷努爾物業進行實地考察，其中包括過往鑽井實地。吾等在實地考察期間觀察到，除用以探測工業及飲用水之幾個水文鑽孔外，阿雷努爾鉬礦項目自博德二零零七年報告以來並無因採礦而發生任何重大變動，包括但不限於額外勘探、對採礦牌照作出修訂及／或損耗。實地仍處於未開發狀態。

1.2 工作範圍

本報告提供博德對阿雷努爾之獨立資源估計，及吾等對可用採礦計劃之相關審閱，以確認估計資源之潛在經濟可行性。根據可獲取之阿雷努爾礦床（採礦權區）勘探資料，吾等之研究限於根據勘探結果（潛在資源）中之詮釋對推斷礦產資源作出估計，並對已識別資源礦體之外的勘探結果（潛在資源存在）作出評價意見。合資格人士報告涉及之工作範圍包括對以下內容作出獨立評估：

- 根據國際(JORC)資源分類可靠性標準對已識別礦體，及在可獲得的情況下，對鑽井密度及化驗數據符合探明、控制及／或推斷礦產資源之分類標準作出評估。
- 評估經濟參數，以使用可用礦山可行性報告及博德判斷界定坑殼限度，從而使用Whittle軟件估計已識別礦體中之資源噸數及品位。
- 對建議礦井設計、採礦慣例及技術進行一般合理性評估。
- 評估預期資本及經營成本。
- 評估建議選礦廠設計及相關成本估計。

為更好地就已識別資源之潛在經濟可開採性發表意見，博德已提供不同鉬市場價格之資源噸數結論。需要理解的是，由於估計噸數之推斷資源分類，國際標準將任何相關採礦計劃（設計及相關經濟估計）限制為「概念上之」可倚賴性。

本報告所示工作乃於二零一一年七月一日編製。

1.3 工作程序

在進行本項研究過程中，博德北京辦事處兩名員工（即鐘德輝先生及Benjamin A. Quashie先生）分別於二零零七年六月六日至九日及於二零一一年七月二日至六日曾親臨阿雷努爾採礦權區並查看了礦場。而博德在編製本合資格人士報告時所依賴之資料（書面及口頭）主要來源於中國大冶（正如吾等二零零七年獨立技術審閱編製時以及吾等於二零一一年七月實地考察期間自中國大冶駐蒙古國烏蘭巴托代表處收集的資料），吾等專業意見之基準乃建基於技術專業知識及有關之博德團隊成員之廣泛國際經驗。

本合資格人士報告所呈列之研究結果及結論乃以其中所載內容、表格及圖表支撐。

1.4 原始資料

以下主要原始文件乃提供予博德，以供吾等於編製本合資格人士報告時審閱及使用：

- 一九六九年至一九七零年Aleinuersike銅－鉬礦床之地質勘探綜合報告（由匈牙利－蒙古國地質勘察隊於一九七一年作出報告）。
- 有關一九七一年蒙古國阿雷努爾鉬礦勘測行動之補充報告（由匈牙利－蒙古國地質勘察隊於一九七二年作出報告）。
- 勘探報告審閱會議備忘錄（由蒙古國科技－經濟規劃部及國家自然資源部於一九七四年八月二十三日作出）。
- 蒙古國阿雷努爾鉬礦可行性研究報告（由中國長沙有色冶金設計研究院於二零零六年十月作出報告）。
- 蒙古國阿雷努爾鉬礦之獨立技術審閱（由中國長沙有色冶金設計研究院於二零零七年三月作出報告）。

- 計算阿雷努爾鉬礦全部擔保物權之市價之估值報告（由西門（遠東）有限公司於二零零七年四月作出）。
- 蒙古國阿雷努爾鉬附件研究報告（由中國長沙有色冶金設計研究院於二零零七年二月作出報告）。

中國大冶亦提供原始資料用於編製本報告／包括位於阿雷努爾採礦權區之78個鑽孔（包括其中45個鑽孔之檢驗數據）之鑽探記錄。

1.5 項目團隊

博德項目團隊在煤炭資源及礦井和選礦廠評估方面具有豐富專業經驗。該團隊成員包括：

Ronald L. Lewis先生－營運總監兼董事總經理，理學學士（土木工程）

Lewis先生在礦業公司評估及估值方面擁有逾40年經驗，並在煤炭／礦產儲量估計、露天及地下採礦分析及採礦業務經濟評估領域擁有專長。彼為註冊專業採礦工程師及認可採礦物業估值專家。Lewis先生為礦冶與探測學會之註冊會員，並合資格作為澳大拉西亞礦產資源及礦石儲量報告規程（「JORC準則」）所界定之合資格人士。

鐘德輝先生－總經理，理學學士（採礦工程）

鐘先生擁有逾40年採礦業經驗，主要在北京煤炭設計研究院從事煤礦設計。彼最後職位為總工程師。

James F. Kvitkovich先生－副總裁，理學學士（採礦工程）

Kvitkovich先生在全球採礦業務評估及估值方面擁有30年經驗。彼為註冊專業工程師，並在有關中國之採礦以及採礦業務審核及估值方面均擁有非常豐富之經驗。Kvitkovich先生為礦冶與探測學會之註冊會員，並為澳大拉西亞礦產資源及礦石儲量報告規程（「JORC準則」）所界定之合資格人士。

Robert Farmer先生-高級計算機服務主管

Farmer先生在地質建模、資源及儲量估計、地下及露天礦井設計、生產調度及財務建模方面擁有18年豐富經驗。彼為使用MineScape、MineSight、Vulcan、Whittle、XPAC及其他軟件對煤炭、工業用礦物、賤金屬以及金礦床及礦井進行計算機地質科學建模之認可專家。彼為認可計算機地質科學建模專家。Farmer先生曾於美國、加拿大及中國從事鉬項目工作。彼為持牌專業工程師及礦冶與探測學會之註冊會員，並為澳大拉西亞礦產資源及礦石儲量報告規程（「JORC準則」）所界定之合資格人士。

Ronald O. Harma先生-執行顧問-冶金／加工

Harma先生在礦井及選礦廠運作、研發及工程方面擁有逾40年經驗。除在美國擁有豐富經驗外，Harma先生在澳洲、巴西、烏克蘭及加拿大亦有項目工作經驗。

Benjamin A. Quashie先生-高級採礦工程師，理學碩士（採礦工程師）

Quashie先生在礦石資源（儲量）估計、礦井規劃（露天及地下）及礦井營運方面擁有17年豐富經驗。彼曾為中國及國際金屬礦提供技術支持服務，並在露天礦優化及設計方面擁有相當經驗。Quashie先生為礦冶與探測學會之專業會員。

1.6 博德資質

博德為全球最大獨立顧問公司之一，專門為採礦、金融、公共事業、電力及相關行業提供服務。博德自一九四三年起在超過50個國家持續提供顧問服務。

吾等之全職僱員包括地質學、資源／儲量、礦井規劃與成本、物料處理、市場、業務規劃、運輸及環境等問題之專家。吾等之全方位專業服務包括：

- 資源與儲量研究
- 採礦業務盡職審查
- 燃料與能源供應規劃
- 許可及環境分析
- 市場及運輸分析
- 經濟可行性研究及估值
- 現有業務營運評估
- 策略性業務規劃
- 運輸事宜
- 資產評估
- 採礦業重組
- 私有化研究
- 地質、儲量及採礦計劃建模
- 勘探設計與監督
- 地質技術研究
- 法律問題技術支援
- 監控營運公司
- 財務分析

博德亦擁有估計資源與儲量及完成採礦計劃所需之全面計算機及軟件系統。該等軟件包括Vulcan、MINCOM、SurvCADD及其他軟件。

吾等之總部位於美國賓夕法尼亞州匹茲堡，並在科羅拉多州丹佛（美國）、澳洲布里斯班及中國北京設有分部。更多詳情載於吾等之網站www.jtboyd.com。

吾等在編製為國際融資目的及證券交易所備案所需之合資格人士及獨立技術報告方面擁有豐富經驗。吾等亦熟知香港聯交所及倫敦證券交易所上市規則以及NI43-101（加拿大規則）、JORC準則及美國證券交易法規等。

吾等亦曾為MP物流國際控股有限公司（明基能源控股有限公司）一項涉及新疆維吾爾自治區兩座露天煤礦之交易、為福山國際能源集團有限公司收購福龍集團有限公司位於山西省之煤礦、為雅域集團有限公司收購明基能源控股有限公司位於新疆維吾爾自治區之露天煤礦所涉及之非常重大收購事項香港聯交所備案及為保利協鑫能源控股有限公司收購內蒙古自治區多倫煤礦，編製合資格人士報告。

吾等之中國非煤炭項目包括為旭光資源公司於香港聯交所首次公開發售編製合資格人士報告。

吾等曾代表神華集團公司作為彼等成功於香港聯交所進行中國神華能源股份有限公司（「中國神華」）首次公開發售之技術顧問。吾等之工作包括分析儲量（JORC、證券交易委員會及聯合國申報準則）、煤炭質量、採礦業務、洗選加工、物料處理、鐵路及海上運輸設施及經濟等方面。神華集團公司之儲備持有量乃根據JORC準則及香港聯交所規則第18章之規定作出估值。吾等其後曾為中國神華編製四份資源研究供香港聯交所備案。

博德是一家具有全球聲望之獲認可諮詢公司。於進行本項目過程中，吾等獲英國政府貿工部委聘處理英國煤炭公司私有化事宜，並積極與著名財務顧問N M Rothschild一起合作開展業務。吾等之工作有助於行業重建。吾等已完成超過2,000次資源及儲量審核。博德之儲量聲明已被客戶公司用作在證券交易委員會備案。

1.7 權益聲明

博德為私有顧問公司，總部設在美國。本公司憑藉吾等在勘探、資源／儲量研究、礦井開發及評估方面擁有獲國際認可之專長，獲委聘進行此項任務。博德在阿雷努爾項目或中國大冶概無擁有任何權益。吾等應得之服務報酬與吾等就有關該項目之優點所發表之建議或中國大冶是否會批准吾等之工作概無關聯。博德乃根據美國及國際道德準則及職業操守完成該項工作。

1.8 前瞻性陳述

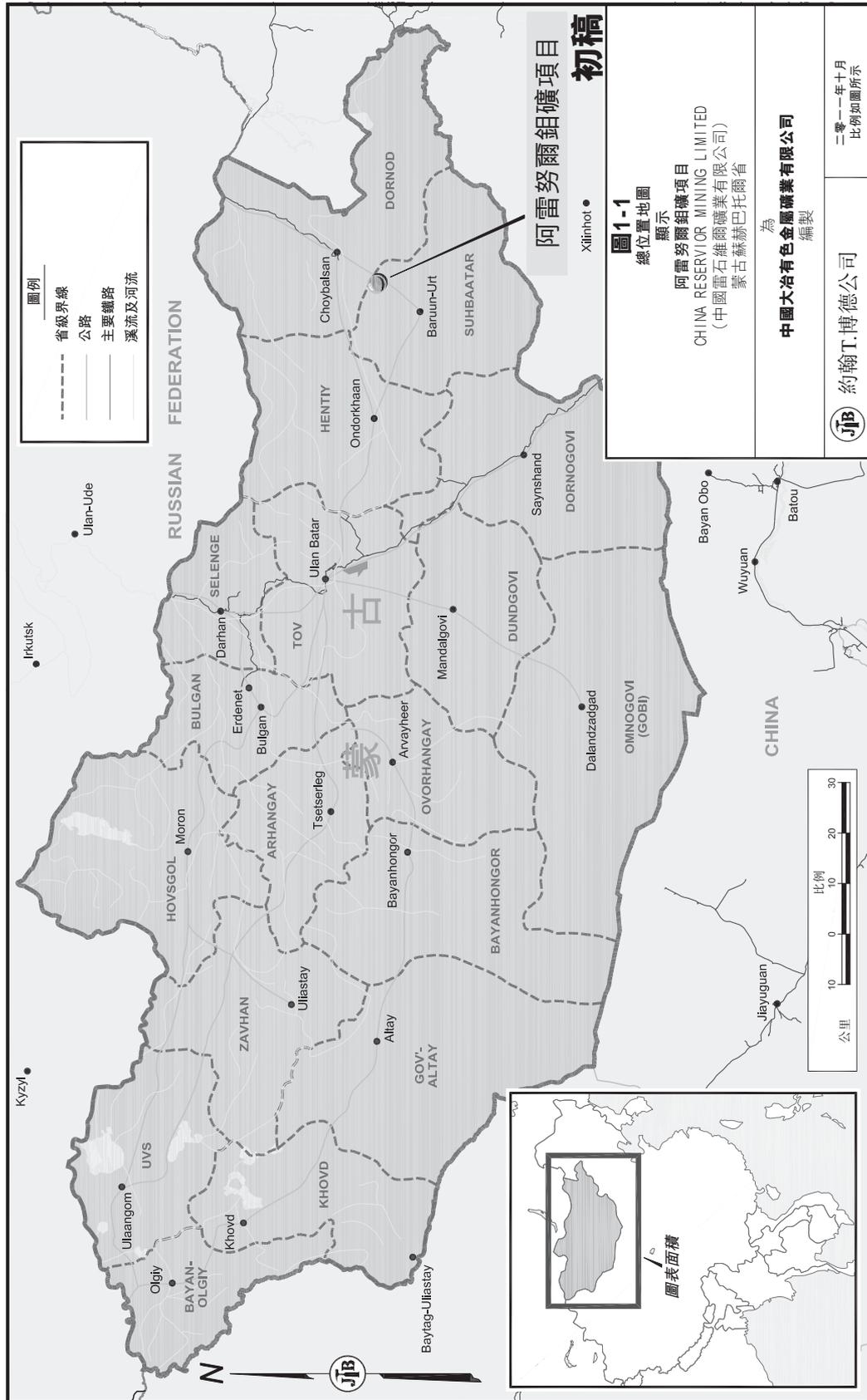
鉬礦資源估計以及未來採礦預測均屬前瞻性陳述。根據釋義，推斷資源實際上具有推斷性。實際表現可能會因多種超出博德控制範圍內之因素而與未來表現之預測有所不同，包括惟不限於，地質資料詮釋本身所具有之不確定性、出現不可預見之地質狀況、主要國內及國際市場出現變動或未有發展、鉬之市價出現重大變動、實施建設與開採計劃之偏差及預測物料、供給物資、部件及設備、經營成本及開支出現重大變動。中央、地區及／或當地政府實施不同之政策可能會影響未來金屬之生產。比如，環保措施更加嚴格以及監管健康及安全之法規出現變動，亦可能會導致產量減少及成本增加。阿雷努爾業務之內在風險評論在適當章節討論。

1.9 結論

吾等在編製本報告時乃依賴中國大冶所提供之資源、營運及其他資料。吾等在審閱獲提供資料時持合理審慎態度。吾等並無理由相信彼等對任何重大事實有所保留，或更多詳細分析可能揭示其他重大信息。吾等之合資格人士報告乃根據國際採礦行業所採用之公認準則及慣例編製完成。儘管吾等已將中國大冶提供之重要資料與預期價值進行比較，但本報告研究結果及結論之準確性依賴於獲提供資料之準確性。吾等對所獲資料之任何重大差錯或遺漏並不負責。

本報告所呈報之研究結果及結論代表博德基於吾等對可用項目資料之審閱所作之獨立專業意見。吾等並無試圖核實參考資料文件所載技術及地質資料，並假設其乃由合資格工程師及地質學家編製。吾等之專長在於採礦相關技術及財務事務，博德並無資格，亦不會就法律及會計性質事項發表意見。博德對可用資料之獨立分析乃按與行業標準及工程慣例一致之方式進行。吾等相信吾等之結論乃對獲提供資料之合理評估。

中國大冶或任何礦山經營商能否達成本報告所載之預測，取決於多項超出博德控制範圍及並非博德所能預測之因素。該等因素包括採礦及地質狀況、管理層及僱員之能力，及時取得所需批文及牌照等。未能預計之法規變動亦可能影響表現，故此儘管吾等相信所有研究結果及結論均屬合理，惟吾等不以任何方式（明確表達或暗示）對本報告作出保證。



阿雷努爾鉛礦項目
初稿

圖 1-1
總位置地圖
顯示
阿雷努爾鉛礦項目
CHINA RESERVIOR MINING LIMITED
(中國雷石維爾礦業有限公司)
蒙古蘇赫巴托爾省

為
中國大有色金屬礦業有限公司
編製

JTB 約翰T.博德公司
二零一一年十月
比例如圖所示

本報告闡述技術（如資源及採礦等）及概念層面之財務（經營成本、資本支出、收入等）事宜，仍須合資格法律專門知識核實對若干區域現有勘探及採礦權。

隨本頁之後為圖1.1總位置地圖。

約翰T.博德公司
由以下人士提交：

高級採礦工程師
Benjamin Atsu Quashie

高級計算機服務主管
Robert J. Farmer

副總裁
James F. Kvitkovich

總經理－中國
鍾德輝

營運總監兼董事總經理
Ronald L. Lewis

2.0 概要

2.1 緒言

阿雷努爾鉬礦項目乃位於蒙古西部蘇赫巴托爾省未開發之礦床。中國大冶持有有效之採礦權證。有效之勘探已於一九六九年至一九七零年完成，並於一九七一年發表地質報告及於二零零六年及二零零七年發表礦山可行性報告。

2.2 結論

博德已採用吾等對礦床1區推斷礦產資源之地質模型進行概念採礦評估，以釐定作出為編製礦山可行性研究所需之額外勘探投資是否合理。儘管此評估以合理假設為基礎，惟依賴有限地質及工程數據，且不擬用作詳細項目分析。

博德已採用JORC準則編製阿雷努爾礦藏之資源估計。

根據吾等得出之阿雷努爾礦藏之獨立地質模型，博德得出以下結論：

1. 截至二零一一年七月一日，指定售價之最終礦坑限度內之估計推斷礦產資源噸數於下表列示：

精礦*售價 (美元/噸)	市價 (美元/磅鉬)	邊界 (%鉬)	成礦 (千噸)	平均品位 (%鉬)	含金屬 (噸鉬)	廢料 (千噸)	剝採比 (噸/噸)
8,500	10.00	0.097	78	0.210	200	551	7.10
11,100	12.50	0.074	2,553	0.110	2,900	7,640	2.99
13,800	15.00	0.060	10,039	0.090	8,900	20,413	2.03
16,400	17.50	0.050	20,278	0.080	15,400	34,906	1.72
19,000	20.00	0.043	31,454	0.070	21,300	46,669	1.48
21,700	22.50	0.038	38,772	0.060	24,500	52,721	1.36
24,300	25.00	0.034	49,610	0.060	29,500	80,065	1.61
27,000	27.50	0.030	55,075	0.060	31,500	86,344	1.57
29,600	30.00	0.028	59,132	0.060	32,800	88,893	1.50
32,300	32.50	0.025	62,777	0.050	33,900	94,429	1.50
34,900	35.00	0.023	65,804	0.050	34,800	97,546	1.48
37,600	37.50	0.022	69,478	0.050	35,800	104,606	1.51
40,200	40.00	0.020	71,904	0.050	36,400	110,160	1.53

* 二硫化鉬含有48%鉬。

長期鉬價為每磅15.00美元，而我們估計推斷鉬礦資源為10百萬噸。

本評估編製之資源估計反映根據名義礦塊篩選性12米×12米×6米之原位噸位及品位。該等估計並無考慮任何較佳（較高）篩選性、因採礦過程造成之損失或貧化。

2. 博德相信，倘投資者接納未來鉬價將維持於或高於15.00美元／磅鉬，則開採、儲量及礦山可行性研究之進一步投資將可獲得合理理據。
3. 可用勘探結果（即在界定之推斷礦產資源區礦體以外地區進行額外鑽探）表明存在額外礦化及日後進行之鑽探可能增加目前之估計資源。

吾等提請讀者注意，推斷礦產資源（及勘探結果）本質上均具有推斷性。需要作出進一步勘探，以確認目前之結論及調查結果，以及增加儲量狀況估計噸位之可靠性，並為開採及加工可行性研究提供證據充分之科學依據。

2.3 補充調查結果

2.3.1 可用勘探

開採鑽探有限

- 開採區域共有78個鑽孔。
- 78個鑽孔中有45個經檢驗。
- 三個成礦區（0、1及2區）已於以往研究中獲證實。
- 其中12個鑽孔界定約100米×200米間之中心為主要成礦區（1區）。
- 0區內有2個鑽孔界定200米之中心為成礦區。
- 2區內有4個鑽孔界定200米之中心為成礦區。
- 全面勘探數據及標示鑽孔無法獲得。

2.3.2 地質

成礦之變化極大

- 在各種岩石種類中均出現成礦，且無法與某個特定之主岩石聯繫起來。
- 由於採樣地點間隔（1至3米）之間存在重大變化，故在個別鑽孔中，礦物品位變化極大。
- 由於鑽孔間出現重大變化，故難以將各鑽孔間之成礦區域聯繫起來。

2.3.3 資源分類

由於成礦及鑽孔間距之變化程度較高，故主要成礦區（1區）之資源獲分類為推斷礦產資源。位於0區及2區之成礦岩層乃獲粗略界定（僅在二維方面進行界定），因此，僅可根據JORC準則呈報為勘探結果。

- 用以界定美國、加拿大及南美洲鉬礦藏之探明、控制及推斷資源之典型鑽孔間隔距離因礦床之地質變化性而異，一般以地理統計分析釐定。一般使用之距離範圍如下：

探明 = 15米至125米

控制 = 80米至160米

推斷 = >80米至>160米

- 博德已對鑽孔數據進行地理統計分析，以釐定有關資源之適當之分類參數。該分析之結果顯示，由於成礦之可行性及樣本數目有限，故能夠從可用數據中釐定有意義之分類間距。該分析清楚地顯示出，概無資源可獲分類為探明及／或控制資源，及應獲分類為推斷資源或呈列為勘查結果報告。

2.3.4 資源估計

為評估礦藏，博德使用可用鑽孔數據及地質模型及礦區規劃軟件獨立開發出一個計算機地質塊狀模型。一旦該模型被開發為截面型，成礦之三維區域則可與以往所作研究中所界定之區域相比較。該等比較之結果為：

- 礦藏整體成礦區之可視比較以鑽孔界定，與博德、長沙有色冶金設計研究院及其他研究高度一致。這清楚顯示所有礦藏研究均使用同一來源開採數據，而礦藏資源估計之差異乃由於鑽孔檢驗之插值、外推及合成法不同所致。
- 1區高於0.06%之原位鉬成礦比較顯示：
 - a. 博德－24,600噸
 - b. 長沙有色冶金設計研究院－23,600噸

儘管該等估值似乎高度一致，惟由於平均計算鑽孔檢驗，故博德計算機模型及長沙有色冶金設計研究院手繪製圖之成礦區差異巨大。

- 長沙有色冶金設計研究院所界定1區礦坑殼內高於0.06%鉬之原位成礦比較為：
 - a. 博德－12,500噸
 - b. 長沙有色冶金設計研究院－18,500噸

比較結果減少32%乃由於長沙有色冶金設計研究院平均計算鑽孔內之數據所致。在博德模型中，礦塊三維尺寸12米×12米×6米乃用以界定成礦區。在釐定高於0.06%鉬之成礦時，僅會考慮相等於或高於0.06%之礦塊。在長沙有色冶金設計研究院評估中，使用平均高於0.06%鉬之較大地區，惟包括低於0.06%限額之較小地區。

- 過往估計及對比並未達到JORC準則下之礦產資源標準，而博德無法將過往及對比估計分類為現時礦產資源或礦物儲量。

- 由於勘探數據不足，博德尚未編製1區以外資源之估計。於完成進一步勘探時可能含有重大額外礦產資源之區域有：
 - a. 2區，毗鄰及緊接1區以西，由一排四個鑽孔界定。
 - b. 1區西部邊界由數據外推之界限界定。倘成礦繼續下傾，1區可予擴展（並可能併入2區）。
 - c. 0區及1區以西之其他區域由一個或兩個鑽孔界定。

2.3.5 概念性採礦評估

阿雷努爾礦藏之資源分類為推斷礦產資源。JORC準則中指出「推斷礦產資源之可靠性一般不足以使應用技術及經濟參數之結果用作詳細規劃。因此，推斷資源與任何礦石儲量類別並無直接聯繫。」當中亦指出「倘將此類別用於技術及經濟研究，務請審慎行事。」

博德已審閱現有礦山可行性研究，惟認識到該等研究僅可用於開發礦床1區之概念採礦評估。該等概念經濟參數用於吾等之地址模型，以評估作出為編製礦山可行性研究所需之額外勘探投資是否獲得合理理據。該評估乃以有限之地質及工程數據為基礎，而不擬用於詳細項目分析。

博德使用Whittle Four-X分析儀組合之露天採礦邊坡模擬及Lerchs-Grossmann礦坑優化算法計算出1區之初步礦坑邊界。該等分析所用之經營成本得自長沙有色冶金設計研究院二零零六年十月可行性研究及二零零七年二月補充報告，當中之經濟數據更新至二零一一年七月。初步礦坑優化分析中所用之每生產單位之預期成本載列如下。

單位成本 (美元)	
採礦	1.66 / 噸開採 (礦石及廢料)
選礦	10.97 / 噸洗選
一般及行政費用	1.33 / 噸洗選
裝運	36.00 / 噸裝運

所有用於礦坑優化之經營成本均為現金成本，不計折舊、消耗及攤銷以及任何其他非現金項目，亦不計潛在礦區使用費或費用。

2.3.6 加工

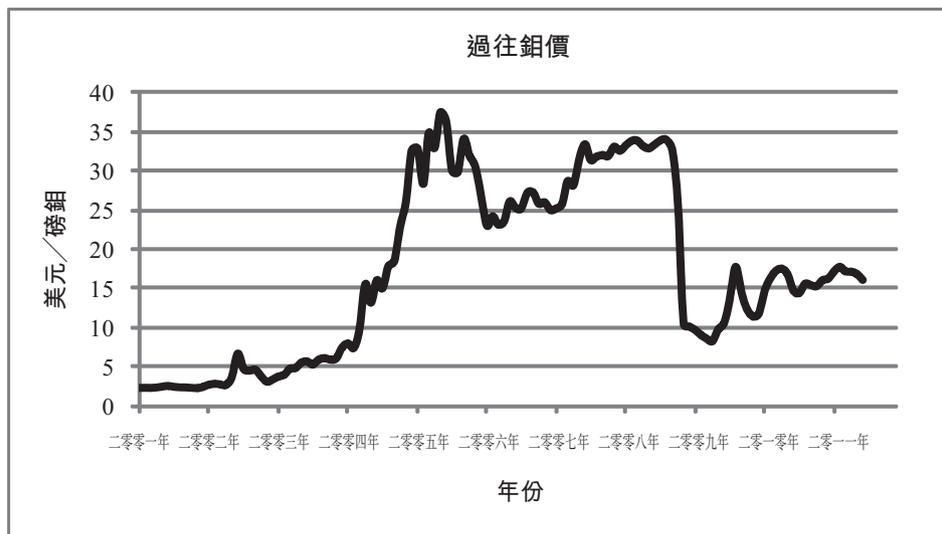
現有加工研究乃基於其他中國鉬業務所用之一般經驗及慣例（技術）。博德認為：

- 現有加工假設屬推斷性。
- 阿雷努爾礦藏在成礦識別區之間及內部之礦物學及品位方面均有差異，需進行測試以可靠地界定礦石品位及瞭解此變化對廠房加工作業之影響。
- 礦藏之地質及礦物描述參考顯示可能存在黏土、泥漿及／或細土。需要進行測試以釐定須於進行浮選過程前去除該等材料之加工技術。為在浮選加工前去除該等物質，需進行進一步測試以確定加工技術。另外，該等物質可能會於採礦面識別並去除。
- 儘管建議廠房流程表及建議技術為標準、傳統慣例，惟尚不知建議選礦廠房是否為精煉來自阿雷努爾礦藏之鉬及銅之最佳選擇。

2.3.7 鉬市場定價

二零一零歷年鉬之平均現貨價超過15.00美元／磅（三氧化鉬所含之鉬），而現時之現貨價約為15.00美元。一般焙燒收費介乎0.75美元至3.00美元／磅鉬。在吾等之評估中，吾等已假設焙燒收費為2.00美元／磅。由於世界經濟、技術及以及影響礦產行業之政治及環境因素改變，故預測數年後鉬市場定價變得困難。據此評估，博德相信，倘投資者接納未來鉬價將維持於或高於15.00美元／磅鉬，則作出勘探、儲量及礦山可行性研究之進一步投資將得到合理理據。

下圖顯示二零零一年至今之平均年度鉬價：



2.4 風險評估

博德對阿雷努爾項目進行之獨立評估如下：

高風險

- 儘管阿雷努爾地區之地質構造之整體評估被視為簡單至中度（即地質狀況並不複雜），但現有勘探努力被分類為探礦水平，尚需額外鑽探以確定及描繪鉬資源。
- 採礦預測乃根據推斷資源作出，惟推斷資源不足以進行項目經濟分析。
- 由於生產鉬精礦之適當方式及解決可能負面影響加工回路之問題（如黏土及其他物質）缺乏測試數據，選礦假設屬推斷性。
- 儘管阿雷努爾礦位於整體狀況已知且富含金屬之採礦區，礦場之偏僻性可能影響人員配備及招募需求。

- 鉬價於過去七年時間表現出較大波動性，而近期趨穩之價格水平遠低於該期間內所觀測之價格高位。

中度風險

- 根據探明及／或控制資源進行之可行性研究尚未完成。
- 環境影響評估報告尚未完成。
- 除慣常生產風險外，博德尚未確定有關阿雷努爾礦預期營運之任何特別營運風險問題。
- 雖然未預料到自然發生事件，如過度降雨引發洪水或發生地震，但其影響程度將為地區性（即並非專指阿雷努爾）。認識到將採用露天採礦方式，自然發生事件之影響可能不大。

博德就阿雷努爾進行之風險評估概要如下：

險情／風險問題	風險評估		
	嚴重性	可能性	整體情況
地質整體（一般）	輕度至高	可能至很可能	中至高
未預見異常	輕度	不大可能至可能	中度
自然發生事件（天氣）	輕度至中度	不大可能至可能	低
地震	輕度至中度	不大可能至可能	低
日常營運風險（採礦）	輕度至中度	很可能	低
日常營運風險（加工）	輕度至中度	可能至很可能	中度
遵守現有規例	輕度至重大	可能	低至中
市場推廣（商業）	中度至重大	很可能	高

3.0 地質及資源

3.1 礦場描述

3.1.1 位置

阿雷努爾礦藏位於南蒙古平原，特徵是多山地形，有緩坡。表面高程介乎海拔920米至1,094米之間。山區之局部地勢最高達174米。主高原之高程最高達1,094米。該地區主要為乾谷。表面覆蓋有疏鬆沉積物。乾谷中有厚土層及砂土(0.2至0.4米)。該地區極少樹，而多牧草，宜於放牧。

以南65公里之達爾罕旗及西南95公里之巴倫特烏爾特市乃距離最近之永久性生活區。地質勘探期間所用以前營地位於探測工作區之南部，高程約1,025米。喬巴山至巴倫特烏爾特市之主要公路在以東25公里。現無鐵路或公路鄰近阿雷努爾採礦權區。最近的鐵路為赤塔至喬巴山支線，以北115公里處有一座車站。其他鐵路連接包括以西400公里之賽音山達火車站，以東318公里中國東烏旗有一個港口。此地距蒙古首都烏蘭巴托530公里。

3.1.2 地區經濟

蘇赫巴托爾省總人口約60,000人。西烏爾特市人口約10,000人。當地最主要佔地用來放牧牲畜及耕種。牲畜主要包括羊、山羊、牛、馬及雙峰駱駝。農作物包括小麥、大麥、蔬菜及其他飼料作物。除一家混凝土預製廠和中蒙合資之敖包鋅礦外，該地區之工業企業較少。牧民顯然經常光顧這一地區。建議礦場周圍之牧區人口密度約為3人／10平方公里。

3.2 氣候

礦場附近之天然排水系統並未發展完善。於夏天雨季，較大型山谷 (Shawaerrikagelante) 均成為沼澤。此區亦有許多鹽湖，於雨季有時會溢出。一般水位不深，排水量極少。

氣候乾燥，分類為罕見大陸性氣候。不同季節之日夜溫差通常都極大。一月為最冷之月份，溫度可降至 -40°C 。於七月（最熱之月份），溫度可升至 $+40^{\circ}\text{C}$ 。

平均全年降雨量為200至300毫米。大部分雨量(70%~85%)於七月至八月以暴雨降下。九月底至四月中可出現降雪。盛行風向為西北方向。全年平均風速為2至7米／秒，最高風速達35米／秒。

3.3 鉬資源

3.3.1 地質構造

礦場位於大規模花崗岩外露區上，面積約540平方公里。部分外露之地層屬白堊紀。阿雷努爾礦藏位於北花崗岩區中心。此區之花崗岩因換質作用加上矽化及雲英岩化等作用而交替。除花崗岩外，亦有次火山岩體（斑狀岩）。

區內之外露花崗岩包括兩種：1) 礦產北面之二疊紀／三疊紀花崗岩（淺塵色及淺灰玫瑰色），及2) 南面之侏羅紀中粒黑雲花崗岩（黃褐色及黃灰色）。兩種花崗岩之接觸帶近乎東西向。這條接觸帶經常受到構造運動影響。通常較新之黑雲斜長花崗岩表面上侵入接觸帶，並發生雲英岩化作用。

區內之主要結構為一條透過中央成礦區(1區)朝向約250度之斷層。這條正斷層向東北下傾約80度，落差約100米。亦識別出數條較小斷層，近乎南北向，貫穿該區。這些小斷層之落差估計為20至30米，但無足夠證據確定準確測量。部分斷層充滿成礦脈絡，部分則充滿脈岩(石英脈、花崗斑岩、花崗細晶岩、煌斑岩及石英斑岩)。解釋指出數條較小斷層為逆斷層。

3.3.2 實地勘探歷史

匈牙利—蒙古—俄羅斯地質探礦隊伍於一九六九年至一九七零年對阿雷努爾鉬銅礦藏進行初步勘探工作。

此工作之主要目標為勾勒鉬及銅資源、研究加工特性及區內之水文地質狀況，以確定是否有水文資源。此工作旨在按1:2,000之比例描繪礦物地質圖。

於期內完成之任務包括：

1. 專為以下各項而設之勘探：(1)界定地質結構，(2)評估地區遠景，(3)調查成礦範圍、描繪及估值，(4)調查加工特性及礦物成份，及(5)估計存在之礦產資源量。
2. 以1:50,000之比例對350平方公里地區進行調查及勘測，目標為：(1)描繪足夠之鉬成礦以支持未來勘探工作，(2)揭示地區性鉬成礦規律，及(3)改善整體地質結構及地區性遠景之定義。

於一九六九年及一九七零年完成之勘探工作包括六條線間距為200米之鑽孔，鑽孔沿線中心間距約100米。表面挖溝描繪出成礦之表面範圍。成礦朝向350度方位，向東下傾40至45度。成礦之表面走向長度約700米，寬度約為300米。成礦向北明顯被住斷層削弱(斷層北面並無深於206米之鑽孔)。根據現有鑽孔數據，主要成礦區明顯向西及向南擴散。由於區內鑽孔之深度不足以與預測成礦帶交匯，故向東下傾之成礦並未探測。

於一九六九年及一九七零年，合共完成8,349米之鑽探。有關計劃及完成工作概要，請參閱本文後之表3.1。

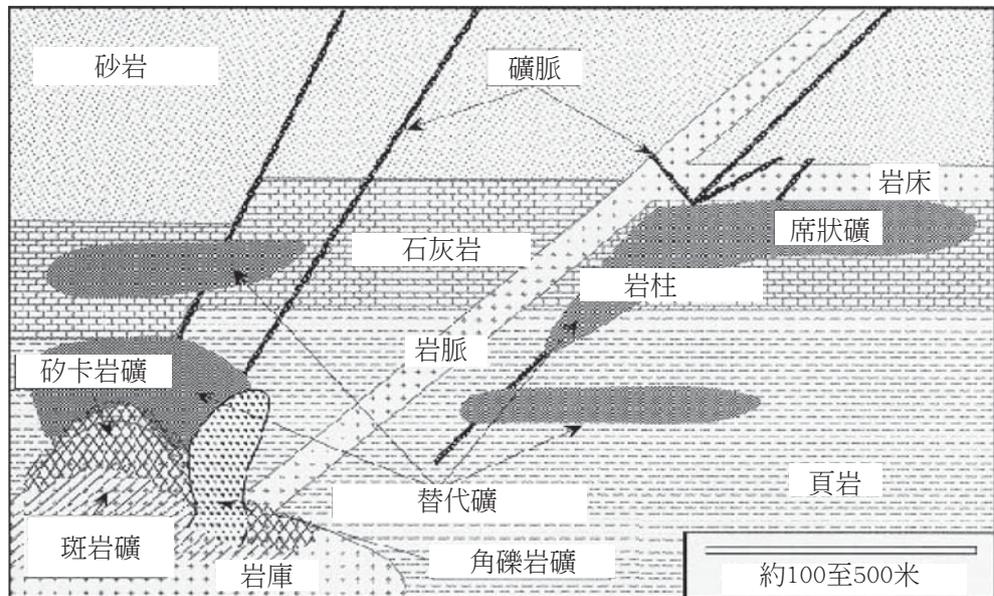
3.3.3 一般礦床特徵

來自45個已檢驗鑽孔之開採數據識別出礦產下有數個獨立成礦區。於過往研究中識別出之三個成礦區為0、1及2區。1區為主要成礦區，以十二(12)個鑽孔界定。0區位於1區東北，僅以兩(2)個鑽孔界定。2區位於1區以西，以4個鑽孔界定。

阿雷努爾礦藏分類為鉬矽卡岩（蒙古阿雷努爾鉬礦可行性研究報告，長沙有色冶金設計研究院，二零零六年十月）。已發表參考資料1對典型矽卡岩礦藏描述如下：

- 矽卡岩及多金屬碳化替代資源沉積帶是因在具有含碳圍岩之高溫火成（如斑岩）環境下產生之熱液(>250攝氏度)反應形成。該等流體可以是低至高鹽度，並可能含有二氧化碳及其他氣體成份。相反，第一部分所述之台地型碳礦是在低至中溫（一般<200攝氏度）、高鹽度（10至30等值重量百分比氯化鈉）盆形海或具有含碳序列之江水互相影響下形成。所產生之礦石及這兩種礦藏之脈石礦物學反映兩種不同流體從原岩石來源淋溶金屬並將之運輸之沉積地點之能力。

- 阿雷努爾礦藏反映不同成礦階段之特性，包括碳化替代、分散斑岩、填入角礫岩及水熱礦脈沉積環境。此舉令礦脈並非同種，且以目前之鑽孔密度難以詮釋，因為短距離成礦亦可能會出現大的變動。從鑽孔數據可見此變化，且於採樣間隔為1至3米之鑽孔內之垂直礦物品位有重大變化。此高度變化於鑽孔之間之成礦區可見。典型矽卡岩礦藏之概括略圖如下：



高溫、含碳及與岩漿侵入有關之相關礦藏之地質背景之概括概念模型。(來自Plumlee及其他，一九九九年，圖19.18)

¹ *Environmental Geochemistry of Skarn and Polymetallic Carbonate-Replacement Deposit Models, United States Geological Survey, Jane M. Hammarstrom 著, Brad Van Gosen 及 Bob Eppinger 合著。*

3.3.4 礦化特徵

主要金屬礦物包括：輝鉬礦、黃鐵礦、黃銅礦、磁鐵礦、鈦鐵礦、赤鐵礦、錫石及黑鎢礦。亦應注意，在三個進行之質譜分析中，顯示有低含量的鎢。鎢通常會在該等矽卡岩礦藏中與鉬相關。

主要脈石（廢石）礦物為石英、長石及雲母。

成礦岩中較高之一種主要包括石英白雲母岩及石英礦脈。鉬沉積於與雲母共生之石英礦脈。較低之一種為主要於雲英岩之硫化物成礦，據報告佔成礦噸位95%。

礦藏之上面15至20米已氧化，故即使此層存在大量鉬，亦不計入資源估計。誠如過往報告所述，由於並無進行適當分析，故此氧化面變化並未獲清晰界定。

3.4 礦產資源估計

儘管阿雷努爾礦藏曾為若干礦產資源估計之對象，惟本報告所呈列之礦產資源估計乃由博德獨立編製，且以利用MineScape及Whittle軟件開發之三維計算機化資源模型為基礎。該等軟件廣獲認可為地質模擬及礦場規劃之行業標準工具。

3.4.1 資料庫

蒙古－俄羅斯勘探隊伍於一九六九年至一九七零年進行之工作產生合共78個鑽孔紀錄，其中43個交叉成礦已檢測。其他一般勘探及繪製鑽孔之數據並未提供，惟吾等之成礦模型顯示結果與過往研究很好地吻合，似乎該等鑽孔並未被用以界定成礦。

作為建立地質模型之首個步驟，博德準備檢驗採樣資料之電子檔案。此採樣數據然後載入MineScape資料庫，用作資產資源估計。

MineScape資料庫由45個鑽孔及2,432個樣本（鉬及銅）組成，相當於接近3,500米鑽探。並無提供孔下偏差數據，故所有鑽孔均視為垂直。

3.4.2 地質模型

博德為阿雷努爾礦藏開發之地質模型包括特定之三維線框幾何及以MineScape產生之三維模型。

模型由12米(x-東行)、12米(y-北向)、6米(z-高度)之主石組成，並於獲准時進一步分為6米×6米×6米。模型涵蓋所提供之所有鑽孔，致使所有潛在成礦區可予評估。

四個區域以線框幾何模擬，其後則分配予模型：1)主要成礦區1區，2)氧化區以排除礦產內之氧化成礦，3)主斷層以北之不含礦區，及4)2區以排除此未有清晰界定之地區於資源估計之外。該等地區採用過往礦藏研究所提供之鑽孔測井紀錄、採樣數據及橫切面解釋。

地形(表面高度)乃自客戶提供之數碼化等高線模擬，且已計入模型內。

3.4.3 採樣數據分析

博德對採樣數據進行數項統計及地理統計分析，以評估礦藏、制訂品位插值之策略及釐定適當參數以將礦產資源估計分類。然而，鑽孔檢驗數據之地理統計分析結果並不確定，此乃由於採樣數據有限及間距龐大、礦藏並無同種特性及採樣組合內具有極高程度的短距變化。

3.4.4 品位插值

距離平方反比法(IDS)插值法用作鉬及銅品位之資源估計。儘管此類礦藏使用克利金插值法較好，惟博德因礦藏成礦之高度變化性而無法釐定使用此插值法之適當參數。IDS插值法將產生可接受及不偏倚之品位估計，常用於克利金法無法應用之情況。就比較及確認而言，最近鄰居插值法亦用於鉬及銅品位。IDS及最近鄰居插值法之品位估計相互一致，相互並無任何重大差異。博德深信，來自IDS之資源估計代表礦藏與採樣數據均準確提供保證。

大致根據獲提供之採樣數據及過往對礦藏進行之地質研究工作，吾等使用尺寸為150米（長軸）x 100米（半長軸）x 5米（短軸）之搜索橢球篩選用以插入礦塊品位之樣本。此橢球以長軸朝向350度方位，向東下傾40度定位。

博德資源模型與俄羅斯與中國研究提供之橫切面進行的視覺比較結果相吻合，顯示礦藏內成礦地區描繪類似。

3.4.5 密度

所有岩石（成礦及非成礦）體積使用之密度為每立方厘米2.57克。此值為六個樣本之算術平均數，並由蒙古地質報告提供。

3.4.6 分類

在呈報資源進行礦產估值時，大部分國際分類系統要求考慮兩大因素，即：

- 存在之地質保障。
- 經濟可行性。

所有系統均要求有關成礦出現之地質保障程度及定義根據觀察點之間隔分為不同類別（鑽孔、礦山測量及露頭測量）。

資源之經濟可行性一般於經濟及次經濟類別內呈報。

資源及儲量兩詞常用於呈報成礦噸位，惟該等詞彙之使用或獲賦予之定義可因不同方的認識而異。

博德已採用JORC準則編製阿雷努爾礦藏之資源估計。JORC準則所述之資源及儲備定義載於本報告之詞彙內。

用以界定美國、加拿大及南美洲鉬礦藏之探明、控制及推斷資源之典型鑽孔間隔距離因礦藏之地質變化性而異，一般以地理分析釐定。一般使用之鑽孔間隔範圍如下：

探明	=	15米至125米
控制	=	80米至160米
推斷	=	>80米至>160米

為釐定礦產資源之適當分類，博德對採樣數據進行數個統計及地理統計分析。然而，鑽孔檢驗數據之地理統計分析結果並不具決定性，此乃由於採樣數據有限及間距巨大、礦藏並無同種特性及採樣組合內具有極高度短距變化。此分析清楚顯示，由於礦藏成礦之高度變化性及鑽孔數據有限，故概無資源可分類為探明或控制，並應分類為推斷資源或呈列為呈報勘探結果。

0區以相隔200米之2個鑽孔界定。2區以一排4個相隔200米之鑽孔界定。兩區均定義模糊，而鑽孔之線陣並無以三維界定成礦。由於該等限制，故根據JORC準則，為該等區域提供礦產資源估計並不適當。因此，吾等並無為該等區域編製資源估計，惟已確定該等區域為可含有重大成礦之額外勘探目標。

主要成礦區（1區）之鑽孔間隔約為100 x 200米，並有12個鑽孔界定該區。吾等已將該區之資源估計分類為推斷礦產資源。由於勘探數據有限，導致估計可靠程度低，故該等資源分類為推斷。一般假設大部分推斷資源將於持續勘探後升級至控制資源。然而，由於推斷資源之不確定性，故不應假設此情況將一直發生。

JORC準則中指出「推斷礦產資源之可靠性一般不足以使應用技術及經濟參數之結果用作詳細規劃。因此，推斷資源與任何礦石儲量類別並無直接聯繫。」當中亦指出「倘此類別用於技術及經濟研究，亦應小心」。

3.4.7 資源假設及方法

上述礦塊模型輸出至Whittle以按不同鉬價（及最終按不同鉬邊界品位）產生初步最終礦坑殼。大量輸入參數乃主要自長沙有色冶金設計研究院二零零六年十月礦山可行性研究及二零零七年二月補充報告取得（經濟輸入數據更新至二零一一年七月）。由於礦藏之推斷定義，故該等參數被認為就概念礦山評估（即證實有合理遠景以供最終經濟採掘已確定推斷礦產資源）之有限用途而言屬合理。

- 採礦成本：1.66美元／噸（礦石及廢石－並無使用成本調整因素）。
- 加工成本：10.97美元／噸（礦石－並無使用成本調整因素）。
- 管理成本：1.33美元／噸（礦石－管理層薪金、一般及行政成本及工人福利開支）。
- 選礦回採率：82%。
- 採礦回採率：98%。
- 採礦貧化率：2%。
- 有效礦坑邊坡：45度。
- 售價：介乎每噸已付運精礦8,500美元至40,200美元。
- 銷售成本：每噸精礦36美元（運輸及包裝）。

所有用於礦坑優化之經營成本均為現金成本，不計折舊、消耗及攤銷以及任何其他非現金儲備項目，亦不計潛在礦區使用費或費用。

整體礦坑邊坡角度45度乃自行性研究報告取得。並無進行地理技術研究以釐定礦藏之適當礦坑邊坡，而此值儘管合理，惟可在進行研究之情況下改變。

二零一零年之平均鉬現貨價格高於15.00美元／磅（三氧化鉬所含之鉬），而目前之現貨價格約為15.00美元。一般燒焙收費介乎0.75美元至3.00美元／磅鉬。在吾等之評估中，吾等已假設燒焙收費為2.00美元。由於全球經濟、技術變動以及影響礦產業之政治及環境因素改變，故預測數年後之鉬市場定價存在困難。

3.4.8 資源估計

為驗證吾等之礦藏地質模型，成礦區與過往研究界定之區域作出比較。該等比較之結果為：

1. 於一九七一年，匈牙利－蒙古聯合地質勘探隊伍利用0.03%鉬邊界品位估計礦藏之總資源為57,596原位鉬噸。此估計為所有於鑽孔內確定之成礦之存貨，並包括定義模糊之地區，有些地區只以一個鑽孔界定。由於根據JORC準則及其他國際資源報告準則，包括該等定義模糊及分離之地區並不適當，故此估計並不符合JORC，且不可與吾等為1區編製之估計比較。
2. 博德、長沙有色冶金設計研究院及其他研究之礦藏整體成礦區（以鑽孔界定）之可視比較結果一致。這清楚顯示所有礦藏研究均使用同一來源勘探數據，而礦藏資源估計之差異乃由於鑽孔檢驗之插值、外推及合成法不同所致。
3. 1區高於0.06%之原位鉬成礦比較顯示：
 - a. 博德－24,600噸
 - b. 長沙有色冶金設計研究院－23,600噸

儘管該等數值似乎一致，惟由於採用不同地質解釋方法，故博德計算機模型及長沙有色冶金設計研究院人工聲明之成礦區差異重大。

4. 1區長沙有色冶金設計研究院界定礦坑殼內高於0.06%鉬之原位成礦比較為：
 - a. 博德－12,500噸
 - b. 長沙有色冶金設計研究院－18,500噸

比較結果減少32%乃由於長沙有色冶金設計研究院平均計算鑽孔內之數據所致。在博德模型中，礦塊三維尺寸12米×12米×6米乃用以界定成礦區。在釐定高於0.06%鉬之成礦時，僅會考慮相等於或高於0.06%之礦塊。在長沙有色冶金設計研究院評估中，使用平均高於0.06%之較大地區，惟包括低於0.06%限額之較小地區。圖3.1顯示1區長沙有色冶金設計研究院礦坑區與博德礦坑區之比較，亦顯示界定該區之鑽井、橫切面及成礦。

上述過往估計及對比並未達到JORC準則下之礦產資源標準，而博德無法將過往及對比估計分類為現時礦產資源或礦物儲量。該等估值相當於原位礦化，包括資源及非資源噸位。吾等在此提供該等數據僅供說明用途。該等估計乃於項目地區建立可量化礦產庫存之過往連續性方面存在價值，並為驗證博德之估計提供比較。然而，吾等認為該等數據僅為概念上存在，且務請注意過往估計不可依賴。

博德已採用吾等對礦床1區推斷礦產資源之地質模型進行概念採礦評估，以釐定作出為編製礦山可行性研究所需之額外勘探投資是否具有合理理據。儘管此評估以合理假設為基礎，惟依賴有限地質及工程數據，且不擬用作詳細項目分析。

本評估編製之資源估計反映根據名義礦塊篩選性12米×12米×6米之原位噸位及品位。該等估計並無考慮任何較佳（較高）篩選性、因採礦過程造成之損失或貧化。截至二零一一年七月一日，指定售價之最終礦坑限度內之估計推斷礦產資源噸數於下表列示：

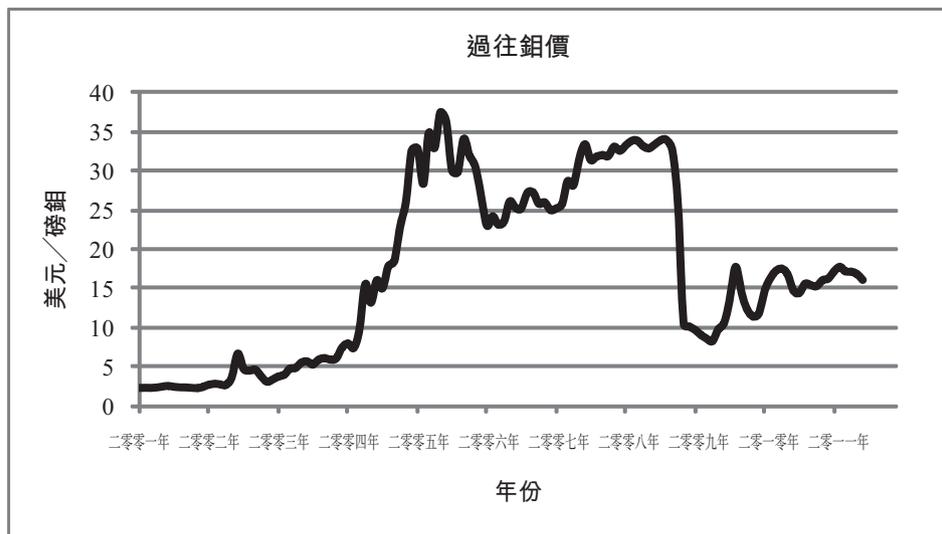
精礦*售價 (美元/噸)	市價 (美元/磅鉬)	邊界 (%鉬)	成礦 (千噸)	平均品位 (%鉬)	含金屬 (噸鉬)	廢料 (千噸)	剝採比 (噸/噸)
8,500	10.00	0.097	78	0.210	200	551	7.10
11,100	12.50	0.074	2,553	0.110	2,900	7,640	2.99
13,800	15.00	0.060	10,039	0.090	8,900	20,413	2.03
16,400	17.50	0.050	20,278	0.080	15,400	34,906	1.72
19,000	20.00	0.043	31,454	0.070	21,300	46,669	1.48
21,700	22.50	0.038	38,772	0.060	24,500	52,721	1.36
24,300	25.00	0.034	49,610	0.060	29,500	80,065	1.61
27,000	27.50	0.030	55,075	0.060	31,500	86,344	1.57
29,600	30.00	0.028	59,132	0.060	32,800	88,893	1.50
32,300	32.50	0.025	62,777	0.050	33,900	94,429	1.50
34,900	35.00	0.023	65,804	0.050	34,800	97,546	1.48
37,600	37.50	0.022	69,478	0.050	35,800	104,606	1.51
40,200	40.00	0.020	71,904	0.050	36,400	110,160	1.53

* 二硫化鉬含有48%鉬。

誠如上表所述，表中有低於15.00美元價格的最低噸數。按長期鉬價為每磅15.00美元，我們估計推斷鉬礦資源為10百萬噸。隨售價增加，邊界品位下跌，因為較低品位之成礦之回收變得具有經濟性，因而降低整體鉬品位。由於1區內之成礦分散，故剝採比最初下跌，然後持平。

根據該估計，博德相信，倘投資者接納未來鉬價將維持於或高於15.00美元／磅鉬，則開採、儲量及礦山可行性研究之進一步投資將可獲得保證。

下圖顯示二零零一年至今之平均年度鉬價：



由於勘探數據不足，博德尚未編製1區以外資源之估計。於完成進一步探測時可能含有足夠額外礦產資源之區域有：

1. 2區，毗鄰及緊接1區以西，由一排四個鑽孔界定。
2. 1區西部邊界由數據外推之極限界定。倘成礦繼續下傾，1區可予擴展。
3. 0區及1區以西之其他獨立區域由一個或兩個鑽孔界定。

隨本頁之後為：

圖3.1：

等距圖解。

表3.1：

一九六九年至一九七零年之計劃勘探能力及完成能力。

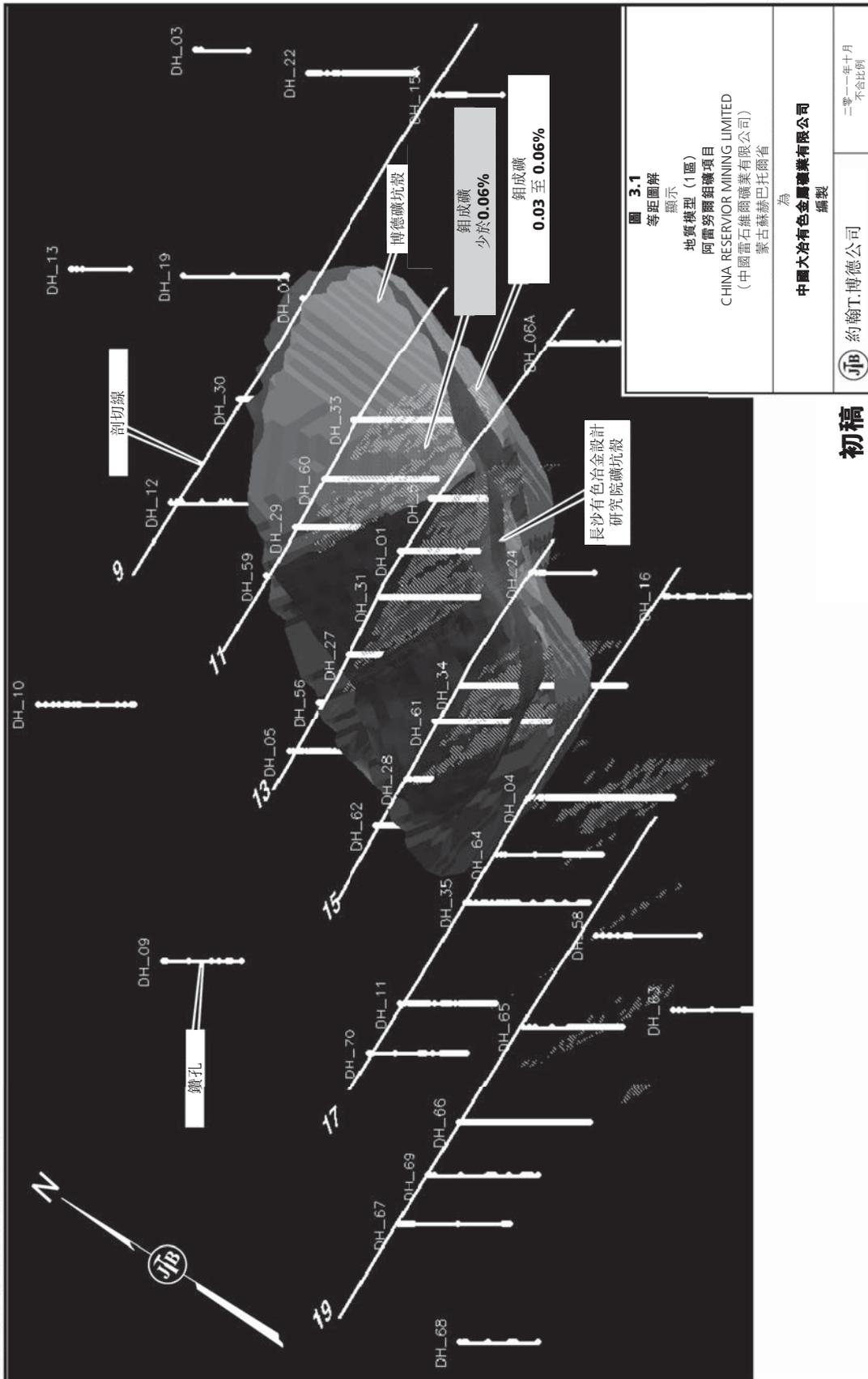


圖 3.1
等距圖解
顯示
地質模型 (I 區)
阿雷努爾鉬礦項目
CHINA RESERVIOR MINING LIMITED
(中國雷石維爾礦業有限公司)
蒙古蘇赫巴托爾省

為
中國大冶有色金屬礦業有限公司
編製

J/B 約翰T.博德公司
二零一一年十月
不合比例

初稿

表3.1
一九六九年至一九七零年之計劃勘探能力及完成能力
由約翰T.博德公司
採礦及地質顧問
為中國大冶有色金屬礦業有限公司
編製
二零一一年十月

項	項目	度量單位	一九六九年			一九七零年		
			計劃	實際完成	(%)	計劃	實際完成	(%)
1	1:50,000地質測量	平方公里	350	350	100	-	-	-
2	1:50,000線路測量	公里	-	-	-	200	202	101.0
3	1:10,000地質測量							
	(a) 中間礦塊	平方公里	4	7.2	180	1.7	2.4	135.3
	(b) 北部及南部地塊	平方公里	8	-	-	-	-	-
	(c) 西北地塊	平方公里	-	-	-	4.3	5.3	1213.3
4	1:2,000地質測量	立方米	-	-	-	4	2.0	50
5	開採表面凹陷	米	3,625	1,269	35	3,500	3,505	100.1
6	開採挖掘	米	350	296	84.6	500	490	98.0
7	鑽孔繪圖	米	800	463	57.9	600	591	98.5
8	開採鑽孔	米	4,000	4,073	102	4,000	4,276	106.9
9	水文地質鑽探	米	-	-	-	200	-	-
10	岩層採樣	米	1,400	-	1,304	1,557	119.4	-
11	岩礦採樣	米	4,200 m	2,871	-	3,658 m	2,967	-
12	開採挖掘採樣	米	250	55	22.0	300	10	3.3
13	金屬測試	數目	14,000	13,529	96	8,400	7,826	93.2
14	礦石測試	數目	300	-	-	-	-	-
15	水採樣	數目	14	2	14.3	15	1	6.7
16	邊界採樣	數目	160	-	-	-	-	-
17	質譜分析	數目	21,330	15,576	73	13,048	4,189	32.1
18	化學分析	數目	2,484	805	32.4	2,303	2,129	92.4
19	對照樣本	數目	-	20	-	-	350	-
20	礦物分析	數目	-	6	-	20	5	25
21	礦相分析	數目	100	-	-	-	-	-
22	矽酸鹽分析	數目	20	41	205	30	6	20
23	技術採樣	數目	4	-	3	3	100	-
24	分層	數目	-	305	-	150	260	173.3
25	薄片	數目	-	99	-	150	94	62.7
26	地形大地測量項目							
	(a) 1:2,000繪圖	平方公里	4	4.7	117	-	-	-
	(b) 地球物理測繪位置	平方公里	-	8.2	-	-	9.5	-
	(c) 勘探能力(探槽勘探挖掘及鑽孔)	數目	-	-	369	-	-	-
27	地質物理項目							
	(a) 地殼量度1:10,000	平方公里	4.0	5.7	14.2	-	9.5	-
	(b) 地殼量度1:20,000	平方公里	8.0	-	-	-	-	-
	(c) 測井	米	500	1,087	217	3,800	4,078	-
28	辦公室工作	%	-	20	-	-	80	-

4.0 概念性採礦作業

4.1 緒言

就概念礦山評估（即證實有合理遠景以供最終經濟採掘已確定推斷礦產資源）而言，博德已審閱於本章概述之長沙有色冶金設計研究院二零零六年十月礦山可行性研究及補充報告。長沙有色冶金設計研究院採礦評估乃以採用其礦坑殼計算之1區0.06%鉛邊界品位為基礎，與博德之概念採礦評估不可比較。博德之評估乃以按預測售價釐定之同一普通地區內不同礦坑殼（一般邊界品位較低）為基礎。

根據阿雷努爾礦體之地質及表層位置，露天開採為採收鉛礦之較可取方法。長沙有色冶金設計研究院設定原礦產能為每年1,650,000噸，假設平均剝採比為2.5（每噸採出礦石之平均廢石噸數）。根據項目地點及氣候，每年計劃有240個工作日。然而，選礦廠計劃每年工作330日。露天礦場及選礦廠均安排有三個8小時輪班。囤積地點位於選礦廠附近以便儲存原礦礦石，可於採礦因天氣原因停工時向精煉廠供應原礦。

4.2 採礦方法

計劃採用汽車挖掘機露天開採法。將於一連串18米高之台階上開發露天礦坑。總採礦深度將延伸至216米，採礦高度介乎992米至778米。岩土工程上，礦山高邊坡計劃為75度坡度角，最終端邊坡設於45度。

所有廢石及礦石將被鑽探及爆破，以便以液壓挖掘機裝載為一個自卸車車隊。採出或原礦礦石將運往位於選礦廠附近之囤積地點，而炸碎之廢石將運往指定處置區。推土機及其他採礦支援設備將輔助主挖掘機／貨車車隊。儘管蒙古小型露天礦山常用指定採礦設備，惟該等設備被視為極小，於未來礦山可行性研究應評估其他較大型設備（以及較高礦山產量）。

礦山設計包括提供露天礦區之水處理及泵水。每個工作檯將興建臨時污水坑，主要污水坑建於896米之水平。隨著礦坑跌至低於896米水平，水將於較低高度收集，並於泵上表面前泵往主要污水坑（896米水平）。

4.3 勞動力

計劃將聘用一百八十(180)人進行直接採礦作業，總員工人數為556人如下：

部門	人數		總計
	工人	技術／管理	
地質及測量	15	5	20
採礦	167	13	180
選礦	180	10	190
水供應	35	—	35
電力供應	15	—	15
運輸	22	—	22
機器維修	35	—	35
鍋爐房	24	—	24
環境監察站	5	5	10
管理隊伍	—	25	25
總計	<u>498</u>	<u>58</u>	<u>556</u>

以全體員工計，預測平均生產力為每年每人開採2,970噸礦石。

4.4 電力

計劃阿雷努爾作業之電力供應將以喬巴山熱電廠為主要電力供應來源，並以即將安裝之實地柴油發電機組為後備電力供應。

喬巴山發電廠有四個機組（兩個12兆瓦，兩個6兆瓦），距離礦山約110公里，按110千伏供電予蘇赫巴托爾之省會西烏爾特。根據蒙古一般供電計劃，喬巴山發電廠將連接至220千伏國家中央電網，擬改善喬巴山發電廠之供電質素及可靠性。

礦山將自穿越礦山以西16公里之主電網取得110千伏電力，該等電力將輸送至一個位於礦山地點之110/35/10千伏一般變電站。來電按10千伏分配予露天礦坑、選礦廠及生活區。由於供水系統之第2號及第3號泵水站分別位於30公里及60公里以外地區，故計劃35千伏電壓會供電至該兩個設施。此外，地方電網之35千伏電線將用以向水源位置之水泵及第1號泵水站供電。變電站將於適當地點興建，以按不同電壓供電予不同設備。

礦山之後備柴油發電機將包括一個位於生活區之132千瓦柴油發電機及五個分別位於鍋爐房變電站、第1號、第2號及第3號泵水站及水源泵水站之320千瓦柴油發電機。

礦山及其他設施之估計總用電需求為13,800千瓦。根據博德之審閱，供電計劃合理。

4.5 供水

阿雷努爾項目地點之氣候及低降雨量，以及缺乏任何已知鄰近水原（根據過往開採工作）令礦場須從Herlen Gol河取得淡水（估計為每日5,000立方米）。Herlen Gol河為蒙古主要河流之一，位於礦山以北約87公里。計劃從河流興建一條91公里管道至礦山。

將沿Herlen Gol河開鑿兩口水井，其中一口為活躍，另一口則為後備，各自25米深，並配備一個18.5千瓦水泵。自水井泵出之用水將透過埋藏於超過3.5米深之DN300鋼骨架塑料管道運往礦山地點。三個泵水分站將於水源及礦山地點之間興建，各自配備兩個90千瓦水泵（其中一個為活躍，另一個則為後備）及一個1,000立方米水坑。一個4,000立方米淡水池將於精礦設施附近興建。淡水將由此水池分配往各個用水地點。礦坑及道路噴灑之用水需求約為每日400立方米；每日101立方米用作家居用途及每日108立方米指定作消防用途。

節約用水措施包括在地點作業計劃內。選礦廠（每日8,900立方米）及尾礦庫（每日5,000立方米）之用水將透過管道回收至淡水池。家居污水將初步以地下化糞裝置處理，然後用作灌溉。計劃礦山作業會排出極少廢水。

4.6 其他基礎設施及設施

將由現有公路系統至礦山地點興建一條全天候道路。礦山及廠房地區內將興建廣泛道路網絡作搬運礦石及廢石之用，並將連接礦山、選礦廠及其他地面設施。

礦山地點設施（包括露天開採區）將涵蓋估計4.76平方公里土地如下：

礦山功能	面積 (平方公里)
初始露天礦坑	0.30
採礦服務設施	0.06
選礦廠設施	0.05
生活區	0.03
服務操作系統	0.04
廢石庫	0.70
炸藥庫	0.01
尾礦處置	3.00
水源，管道	0.57
總計	<u>4.76</u>

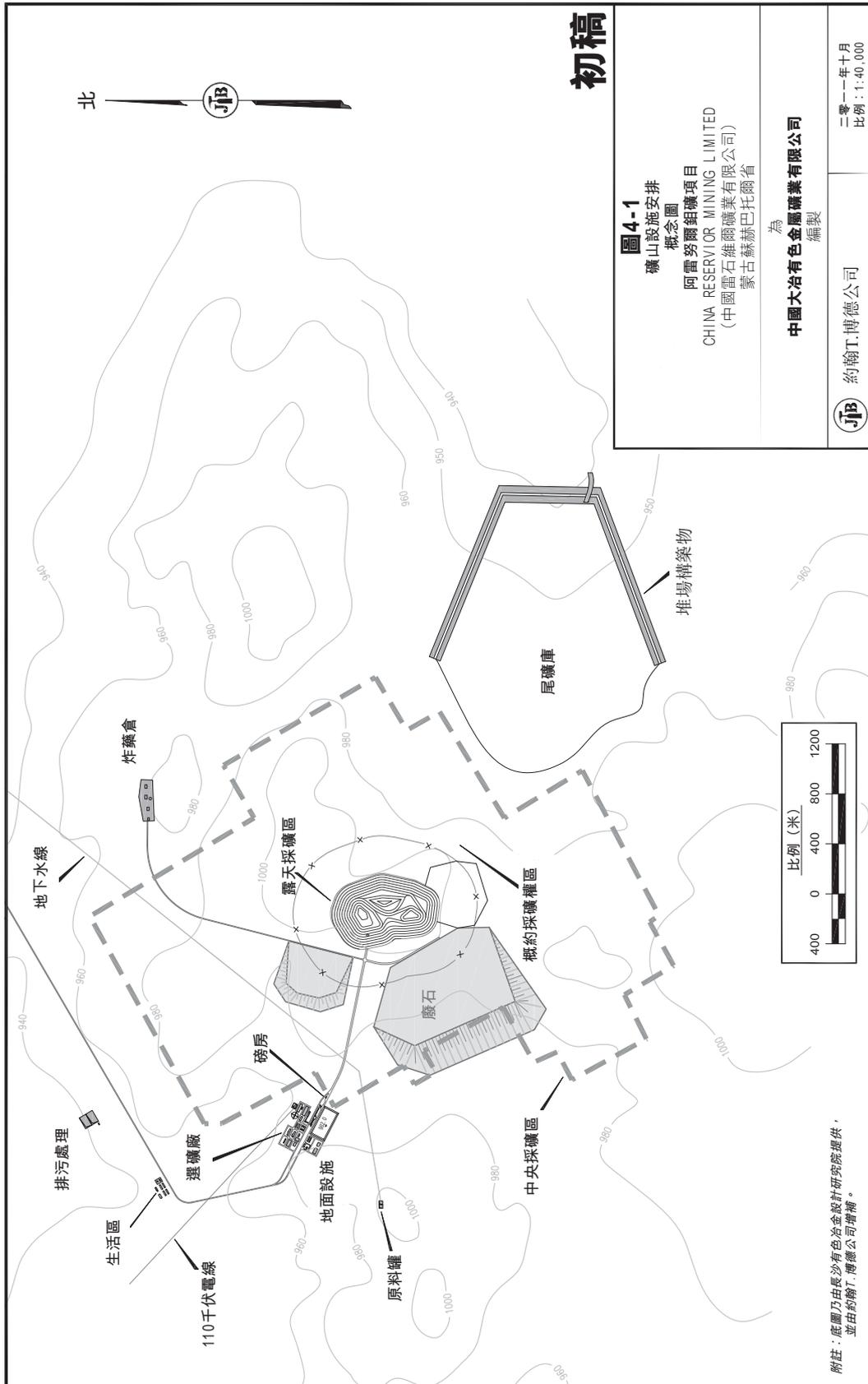
礦場之總體格局列示於下文後之圖4.1。

4.6.1 露天礦

初始開採區將涵蓋約30,000平方米，北至南之長度約為700米，東至西之寬度約為500米。高度介乎1,016米至設計最終礦坑底部高度788米。方便運輸礦石至礦石庫及選礦廠及運輸廢石至處置地點之礦坑運輸出口位於礦坑之西北面。

4.6.2 採礦服務設施

採礦服務設施區位於爆破安全緩衝帶外圍以西北1.5公里。區域面積約為6,400平方米，當中設施包括停車場、油庫及加油站、機械工場、維修廠房、辦公室及材料倉庫。



4.6.3 選礦設施

選礦設施區涵蓋約5,000平方米，毗鄰採礦服務設施。所有選礦相關設備及工場均位於該區內。

4.6.4 輔助服務設施

輔助服務設施包括倉庫、鍋爐房、柴油發電站及秤站。總面積約為4,000平方米。

4.6.5 管理及生活區

礦山行政大樓位於選礦廠西面，涵蓋面積3,760平方米。生活區包括四個單身工人宿舍、兩個家庭公寓大樓、娛樂中心、遊戲區、污水處理設施及柴油發電站，位於選礦廠西北面約1公里。

4.6.6 廢石堆場

廢石庫獲指定面積70,000平方米，位於露天礦坑西南面。該區乃專為應付採礦作業年度之庫存需要而設。

4.6.7 炸藥存儲倉庫

炸藥庫之儲存能力為150噸，位於礦坑東北面約1,000米。

4.6.8 尾礦庫

尾礦庫地點計劃位於選礦廠東南面約3.6公里之山谷地區。容納能力為3,000萬立方米。

隨本頁之後為

圖4.1礦山設施安排概念圖。

5.0 概念選礦

5.1 緒言

與採礦討論類似，所有選礦計劃及預測應被視為概念性，並須待透過進一步測試及項目可行性研究予以確認。長沙有色冶金設計研究院採礦評估乃以採用其礦坑殼計算之區1 0.06%鉬邊界品位為基礎，與博德之概念採礦評估不可比較。博德之評估乃以按預測售價釐定之同一普遍地區內不同礦坑殼（一般邊界品位較低）為基礎。

鉬選礦包括初級階段選礦或濃縮。建議阿雷努爾鉬礦之選礦廠或選礦廠乃專為生產鉬精礦及副產品銅精礦而設。本節討論選礦廠設計及於二零零六年十月礦山可行性研究報告及相關文件中開發之回收估計。概念生產計劃預測48%鉬精礦產品及22%銅精礦副產品，鉬及銅之預測回採率分別為82%及50%。鉬精礦之預測含水量為3%，而銅精礦則為10%。兩種產品均計劃包裝以運往市場。

5.2 選礦廠描述

建議選礦廠使用在商業方面已經證明之選礦慣例及技術。廠房過程基本上包括四個階段。第一階段為壓碎，包括三種壓碎機及一個篩分步驟，以連續將採出礦石由約750毫米大小減少至約13毫米大小之物料。第二階段為球磨機初磨及粗選（混合）浮選。在此階段，礦石磨得更細，並於粗選鉬及銅礦物前由13毫米大小減少至約65%減74微米（200網格）。需要額外實地數據以設立最理想之設備、狀況及藥劑進行碾磨、分類、去除礦泥及浮選。第三階段為再碾磨至90%減74微米，將鉬礦物自銅礦物分離及提升各自為最終精礦品位。需要測試數據以界定藥劑及設備之過程需要，以設計品位控制及最高回收之最佳配置。過程之第四階段為脫水、處理及包裝精礦產品。

就每日三個8小時班次（每日24小時）作業而言，選礦廠設計能力預測為每日5,000噸。預測廠房每年作業330日，自計劃原礦石輸入每年1,650,000噸平均生產鉬精礦每年2,450噸及銅精礦每年1,360噸。預測勞動力為190人。由於礦體內礦石之鉬品位之變化性，故鉬精礦之年產量可出現高達35%之差異。由於礦石品位之變化性，故銅精礦之年產量之差異更大，高達80%。

一般選礦計劃概述如下：

產品	產量 (%)	品位(%)		回採率(%)	
		鉬	銅	鉬	銅
鉬精礦	0.147	48.000	0.200	82.00	0.86
銅精礦	0.077	0.020	22.000	1.96	50.00
尾礦	99.776	0.010	0.017	16.80	49.14
原礦(總數/平均)	100.0	0.086	0.034	100.0	100.0

選礦廠流向簡圖列示於圖5.1。

5.3 精礦品位

鉬及銅之預測精礦品位儘管低於大部分國際鉬業公司生產之品位，但對中國鉬業屬可接受，中國鉬業將為項目之精礦產品提供主要市場。預測48%鉬精礦品位低於國際礦山之一般50%至55%鉬精礦。因此，較低品位之精礦需要買方進行額外轉換程序，以去除較高含量之雜質，以生產工業氧化鉬。工業氧化鉬為用於冶金及化工業之鉬之標準原材料。同樣地，銅精礦品位22%銅低於一般銅熔煉爐給料品位25%至35%銅。

5.4 精礦回採率

預測選礦廠能力及回採率並非自採樣及測自建議阿雷努爾礦山取得之樣本制定，而是據報告乃以長沙有色冶金設計研究院於其他中國鉬項目之經驗為依據。已對多個阿雷努爾礦藏之鑽孔及凹陷材料樣本進行鉬及銅檢驗，並已進行有限之礦物學特性工作。Hungary Research Institute於一九七三年進行冶金測試。在該等測試中，從採用過時浮選技術及過時方法將鉬礦物自銅礦物分離之樣本可見低鉬回採率。Hungary Research Institute建議進行額外測試及評估工作，並建議持續進行地質開採工作。同樣地，於一九七四年，Russian Mining Institute在審查匈牙利結果後建議進行額外開採工作。所得樣本並無就實驗室或試驗性規模研究機測試作出評估以用於設計選礦廠流程表及估算選礦設備（此乃標準行業設計慣例）。

於二十世紀七十年代，回採測試工作得以進行，自此，選礦技術已獲改善，浮選藥劑更佳，浮選機效率更高，實現80%以上之鉬回採率，同時銅回採率亦得到提升。篩選浮選藥劑研發成功，可減少或防止銅礦物浮起，令鉬及銅得以分離。全球超過35間選礦廠已應用這項新技術，各廠房均有獨特、定製之藥劑及機器組，專為從個別地方礦物學取得最佳結果而設。

就阿雷努爾礦藏而言，長沙有色冶金設計研究院將廠房流程表及資本及經營成本估計以其他（無註明）中國鉬礦之一般營運特性及慣例為基礎。長沙有色冶金設計研究院假設阿雷努爾礦石種類與其他中國鉬礦之容易濃縮礦石種類相似，故過程及表現應該類似。在此基礎上，長沙有色冶金設計研究院釐定廠房規模、處理線路、資本開支需要、廠房表現及經營成本。就廣泛概念而言，這方法儘管不可取，惟可接受。需要進行額外研究及測試以評估阿雷努爾礦石及主岩石內不同材料之反應，以篩選選礦變化以設計最理想過程及確認長沙有色冶金設計研究院之回收預測。儘管建議廠房流程表及設備為標準及傳統及用於許多其他廠房，惟尚未知是否濃縮阿雷努爾礦藏之鉬及銅之適當選擇。

長沙有色冶金設計研究院建議對從不同礦藏取得作浮選過程之代表性樣本進行額外地質開採及回收，該等樣本將用於選礦廠及過程之基本設計。長沙有色冶金設計研究院亦指出，精礦品位及回採率之預測表現僅以目前為指標。尚不知悉阿雷努爾礦藏中所有礦物學變化能否達致該等目標。彼等亦指出，礦物含有泥（或黏土），而兩者之水分均會影響材料處理及加工。

長沙有色冶金設計研究院之二零零七年三月獨立技術評估報告重申，儘管假設礦石種類屬於現有礦山及中國鉬廠之同一類別，並將提供項目之目標鉬品位及回採率，惟該假設尚未經測試核實。彼等之分析關注阿雷努爾礦藏之獨特性及地質狀況之不確定性，該等因素導致難以預測表現及確定精礦產品質素之穩定性。長沙有色冶金設計研究院指出，地質及精礦研究之情況均應被視為處於初步評估階段，因為尚未進行精礦測試。博德認同該等關注及意見，並為所有現有選礦研究賦予概念可靠性。

5.5 尾礦庫設施

計劃尾礦庫地點距選礦廠東南方約3.5公里。此地點之地面高度約低於選礦廠之地面高度60米，而表面坡度約為2%。建議興建三條築堤，其中一條為主過濾壩，而另外兩條則為副過濾壩。主壩高5.0米、長1,000米，而副壩則高2.0米、長3,000米。另一條壩高5.0米、長1,000米，建於下游800米，以圍住尾礦庫之過濾水。所有築堤均以初步礦山剝採所得之廢石興建。

採納集中堆積法以處置選礦廠之尾礦。尾礦庫中心附近（選礦廠東南面2公里）海拔960米高處建有30米高之鋼結構柱。尾礦由泵透過管道抽出，再由800米之鋼架提升至鋼柱之頂端，然後釋放。當累積尾礦達到990米高度（尾礦釋放點高度），尾礦庫之總體積將為3,000萬立方米。尾礦處置能力設計為23年經營年期。

溢洪道寬5.0米，具有鋼筋混凝土結構，設計為建於主要過濾壩右側。尾礦庫之溢流由下游壩收集，並於淨化後回收至選礦廠。

5.6 結論

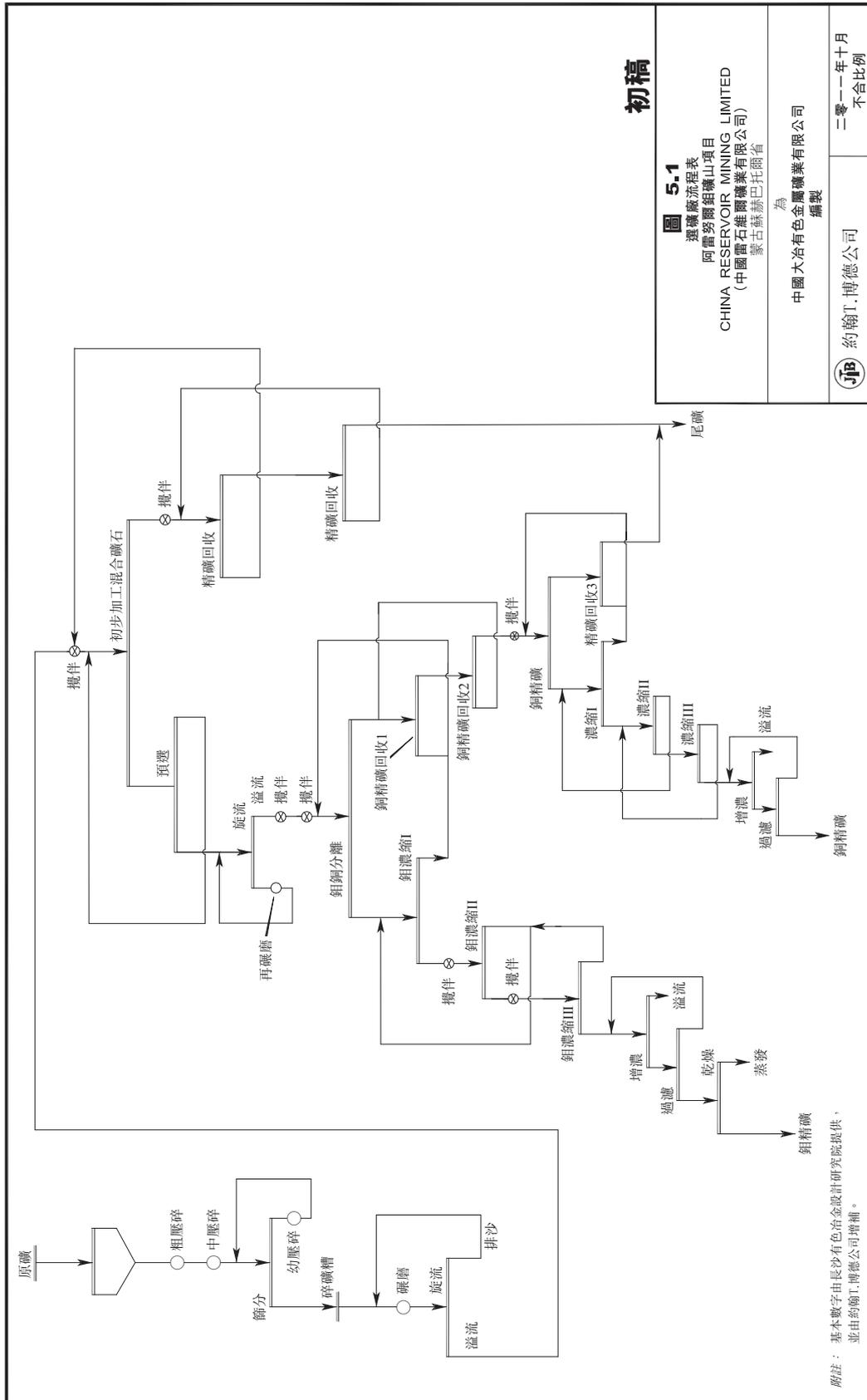
博德認為，所得選礦研究假設屬推斷性，需要進行額外實驗室檢驗以確定儲量及項目之可行性。我們之審閱顯示：

1. 阿雷努爾礦藏在礦體與礦體之間及礦體內之礦物學及品位似乎均有差異。需要進行測試以了解此變化性對廠房過程作業之影響。此外，初步廠房設計未必足夠，可能需要其後進行改造及改進，這將造成產量損失及資金成本上升。

2. 礦藏之地質及礦物學描述之所提述內容顯示可能存在黏土、泥及／或細土。倘情況如此，則需要進行測試以釐定須於進行浮選過程前去除該等物質之加工技術。此外，該等物質可能會於採礦工作面上發現及去除。
3. 儘管建議廠房流程表及建議技術為標準之傳統慣例，惟尚不知悉是否為阿雷努爾礦藏之鉬及銅之最佳選礦選擇。

隨本頁之後為

圖5.1選礦廠流程表。



初稿

圖 5.1
選礦廠流程表
阿雷努爾銅礦山項目
CHINA RESERVOIR MINING LIMITED
(中國雲石維爾礦業有限公司)
蒙古蘇赫巴托爾省

為
中國大冶有色金屬礦業有限公司
編製

二零一一年十月
不合比例

約翰T.博德公司

附註：基本數字由長沙有色冶金設計研究院提供，
並由約翰T.博德公司增補。

6.0 概念經濟

6.1 緒言

博德已審閱長沙有色冶金設計研究院二零零六年十月礦山可行性報告及二零零七年二月之補充報告所述阿雷努爾項目之資本及經營成本預測。二零零六年／二零零七年資本及成本預測以二零零七年二月之美元恒定值呈列。我們已對二零零七年二月長沙有色冶金設計研究院研究中之資本開支部分進行更新，以反映二零一一年七月之價值。根據對公開及內部來源資料之審查，我們認定10%之升級因素足以反映資本開支、設備及基建成本自二零零七年初以來之通脹情況。經濟預測被認為屬概念性，並僅用作確定可識別推斷礦石資源之最終經濟提取是否有合理前景。長沙有色冶金設計研究院預測所參考礦山服務壽命約為23年。

6.2 資本支出

長沙有色冶金設計研究院二零零七年二月補充報告預期，建議阿雷努爾項目由初步礦址開發至在第三年開始礦石生產之初步資本開本為7,550萬美元，包括建設露天礦坑及設備、選礦設施及礦址設施、礦尾處理設施及建設間接費開支。用以反映二零一一年七月成本之升級資本開支為8,300萬美元。資本開支預測概述如下：

項目	類別	千美元 截至 二零一一年 七月
A	礦址基建	17,729
B	勘探	811
C	採礦設備	9,489
D	礦坑開發	10,708
E	選礦廠設施	12,044
F	尾礦處理設施	7,245
G	環境保護	494
H	其他	17,680
I	建築貸款利息	2,116
J	或然項目（風險費用）	4,688
總計		<u>83,004</u>

我們已審閱所呈列之資本開支預測。資本開支預測就建議營運規模而言似乎適合。於二零一一年七月，就所開採及加工礦石而言，項目資金為50.6美元／噸礦石。

我們就建議資本開支計劃（基於對二零一一年七月升級資本開支之估計）之意見如下：

- 礦址基建－礦址外水源（91公里地下管道系統，以及通道、電纜及泵站）之計劃需待提供進一步工程資料以對預測成本基準（每公里約110,000美元）作出評估。或可能於啟動項目前物色另一個較接近項目地點之水源。電力供應成本預測屬合理界定。就現階段規劃而言，對土木工程及樓宇之撥備開支乃屬合理。對工人房舍及單人宿舍之撥備有限；預計將於當地物色額外住處。現無計劃建設集居地或聚居處。
- 採礦設備－項目之建議主要採礦設備將從中國採購。視內部供應能力、設備能力及價格而定，可能以蒙古設備取代中國設備，惟預期項目成本將不會受到重大影響。進口自主要國際設備供應商之採礦設備擁有較高運作表現能力及可靠性，亦可以取代由中國製造之設備，惟資金成本將大幅提高。根據我們之審閱，採礦設備升級後之資金成本一般與中國設備供應商提供之露天採礦設備之現行市價相符。由中國廠房運送設備、裝置、配件及零件之額外成本乃列入其他類別，超過本類別所示設備基本價格預測之50%。選擇設備（單一大小等）將需於未來之礦山項目可行性研究中作出重估。
- 礦坑開發－初步礦坑開發預測將涉及移除約730萬公噸岩石及礦石，以建立初步生產礦坑。根據可取得之地圖及礦山圖，估計現金採礦成本每噸1.66美元及預測資本開支1,070萬美元看來足夠。初步坑開挖預測將由一間擁有大型露天礦坑營運經驗及相應規模經濟之中國承辦公司承辦。

- 選礦廠設施－就建議規模及計劃將採購自中國之選礦設備而言，資本開支預測看來足夠。建議設備之操作及規格與中國鉬業現時採用者類似。
- 尾礦處理設施－以廢石所興建項目年限之設施需240萬噸物料。就計劃設施而言，資本開支預測看來足夠。
- 勘探／環境保護－在儲量經妥為確定（鑽探）及礦山項目可行性研究經完成後，該等項目之計劃開支（佔建議資金預算2%以下）就日常營運而言乃屬適合。

其他類別項下資本開支之項目包括以下各項：

- 營業稅－蒙古當地稅項及費用。
- 設備額外開支－包括零件、運送至蒙古、進口費用及撥備。
- 保險－項目及財產保險。
- 設備及建設管理－包括項目設計、預算、施工監理及合約管理。
- 額外建設費用－預算固定資本開支之5%，包括臨時設施開支、輔助工程費用及建設團隊調派。
- 雜項－包括管理費用、辦事處及僱員生活開支、設備及設施運行成本等。

其他類別成本預測就項目研究之現時概念水平而言看來足夠。

長沙有色冶金設計研究院預測或然項目（或風險費用）將為預算資本開支之6%。在本概念研究層面，博德根據阿雷努爾礦體之當前界定情況將資本開支估計之準確度界定為±20%。

在項目第3及4年出現之營運資金估計將為690萬美元。長沙有色冶金設計研究院初步資金需求總額（包括營運資金）8,990萬美元。

長沙有色冶金設計研究院之資本開支預測包括項目第18年之替換設備及設施開支1,850萬美元。在整體項目年期內，此預測一般足以支持營運，惟我們認為該等開支可能在一段時間內出現而非一次性開支。我們預計，由於流動及其他設備需要替換，可能出現全年持續資本開支介乎每噸礦石0.50美元至1.00美元不等。

由於項目位置地處偏遠，故並無遷村計劃。長沙有色冶金設計研究院之開支預計並不包括礦產或採礦牌照費。

6.3 經營成本

6.3.1 勞工成本

建議阿雷努爾礦之員工預測將由80%蒙古人員及20%中國人員組成。根據我們於蒙古若干採礦山項目之知識，我們估計蒙古員工之平均底薪為每名僱員14,000美元。預計中國員工之薪金為每名僱員20,000美元。按綜合基準計算，員工薪金平均為每名員工15,200美元。項目之直接全年員工成本（包括各營運方面共556名員工）為8,451,000美元。福利計入管理成本。

6.3.2 礦石開採

按採礦營運最高產量每年1,650,000噸及2.5之剝採比（按噸計）計，現金經營成本預測按各主要類別如下：

按類別分類之成本	美元／噸	
	僅礦石	礦石及廢石合計
勞工	1.83	0.51
物料及供應	2.57	0.74
燃料及電力	0.22	0.06
維修	0.89	0.25
其他	0.36	0.10
總計	<u>5.87</u>	<u>1.66</u>

根據我們於蒙古所累積經驗及中國可比較之鉬礦表層採礦業務，並就主要為蒙古員工及剝採比作出調整後，經營成本預測顯示合理。

6.3.3 選礦

根據長沙有色冶金設計研究院可行性研究，選礦業務（於破碎站開始）之現金經營成本預測按各主要類別如下：

按類別分類之成本	美元／噸礦石
勞工	2.51
物料及供應	4.82
燃料／電力／水	2.67
其他（維修、零件替換等）	0.97
總計	<u>10.97</u>

根據我們之經驗，預測現金加工成本（按美元／鉬礦石輸出噸數計）相對可資比較之中國鉬礦基本選礦廠及國際鉬業較高。單位經營成本較高，乃主要由於選礦計入大額基建成本所致。待礦藏經進一步勘探後，重訂品味及／或其他加工設計可能導致估計單位經營成本出現重大變動。

6.3.4 其他營運

其他經營成本包括員工福利（佔工資20%）、管理（一般及行政）開支（薪金、辦公及其他業務相關開支）及銷售成本。銷售成本主要與運送鉬及銅精礦至中國邊境有關，亦包括包裝及海關手續費估計每噸精礦36美元。其他經營成本估計為每噸礦石1.33美元（不包括增值稅）。

6.3.5 經營成本預測 (按礦石計)

按礦石噸數計，阿雷努爾項目在項目營運首五年中，有關採礦、選礦及其他營運開支（付運至中國邊境）之預測現金經營成本（不含增值稅）如下：

	第3年	第4年	第5年	第6年	第7年
礦石產量噸 (按千計)	1,403	1,650	1,650	1,650	1,650
類別	美元／噸礦石				
採礦成本	6.90	5.87	5.87	5.87	5.87
加工成本	11.80	10.97	10.97	10.97	10.97
管理成本	1.45	1.23	1.23	1.23	1.23
銷售成本	0.07	0.10	0.10	0.08	0.08
現金總成本	<u>20.22</u>	<u>18.17</u>	<u>18.17</u>	<u>18.15</u>	<u>18.15</u>

附註：「年」指自項目開發起計之年數。

經營成本預測不包括可能由礦營運商產生之礦產稅。預計蒙古資源開發費為售價之5%。生產成本於第四至七年，包括折舊及攤銷每噸礦石3.75美元，介乎每噸礦石產量21.90美元至21.92美元。

折舊及攤銷之估計假設礦山經營年限15年，礦石產量按每年1.65百萬噸計，於該年限平衡非現金費用。由於儲量因推斷資源分類而無法界定，與至今未確認儲量相應之折舊及攤銷開支無法估計。換言之，按折耗量計之折舊及攤銷費用無法釐定，而相關費用可能因儲量測量增加或減少。博德之折舊及攤銷費用（亦稱為折耗費用）包括全部基建及礦山開發成本，已於吾等經濟分析內確認。

6.4 結論

根據可得數據，就潛在資源經濟可開採性確定而言，並經考慮所有工程均被視為屬概念性，長沙有色冶金設計研究院所編製並經博德升級以反映二零一一年七月成本之資金成本預測在項目之大部分方面已充分發展。我們認為需要進行進一步工作之範疇為供水系統成本、初步礦坑開發成本及項目之或然開支。就營運規模及採礦與選礦所採用技術而言，預測經營成本相對使用類似技術之中國露天礦坑鉬礦而言看來合理。

7.0 環境概覽

7.1 緒言

採礦活動本質上對環境造成破壞，惟其影響會視乎多個因素而明顯不同，包括採礦種類、礦山位置、開採區域之物理特徵等。建議開設之阿雷努爾露天礦山將予營運之物理環境為一片廣闊之草地（草原牧場），屬低山波狀丘陵地，當地並無入住永久居民（儘管存在遊牧活動）。營運海拔高度約1,000米，該地區整體地形介乎海拔920米與1,090米之間。計劃用作採礦之地區主要由乾燥之山谷和鬆散之沉積礦床組成。負面影響主要與移除覆蓋層、開採及選礦礦石產生之噪音及塵土、社區副產品（如污水處理）以及發電及加熱廠房排放物有關。

博德已審閱與阿雷努爾未來計劃有關之環境因素。我們審閱之基準為Leishiwei'er Mining Company, Ltd.所編製之報告，當中列明了環境管理之一般規定，以評估環境方面之情況。博德已按長沙有色冶金設計研究院可行性報告中提供之資料審閱環保計劃。

7.2 世界銀行指引

世界銀行就採礦活動制定之明確環保標準載於「採礦環境、健康及安全指引」（「EHSM」）及「環境、健康及安全指引」（「EHS」）。有關銀行指引及原則認為，煤礦開採活動會影響環境，因而規定必須採取紓緩措施以保護環境及減低採煤活動之影響。開採企業應履行之盡責環境管理包括制定環境保護政策及措施以及盡量減低開採及相關活動之影響。ESHM指引於應用特定指引規定時各異。根據我們對相關數據之審閱，博德信納有關企業已認識到環境責任，並已充足規劃補救措施。

7.3 環境管理

將成立一個獨立之環境管理部門及一個環境監測站，以符合相關環保規定。將為環境管理部門配備兩名全職員工，彼等將負責規劃礦山環保工作、進行環境統計、保養環保設施及環保教育。在各工作階段，將調派額外兼職環保技術人員。將為環境監測站配備五名全職專業人員，彼等將負責廢水、廢氣、廢石及噪聲之產生及排放以及其對環境之影響。在礦山進入建設階段並於隨後開始正常營運時，將進行例行監測，並將對監測結果作出分析及將上報上級環境管理部門。

7.4 固體廢料處理

固體廢物包括於礦山建設期間剝採所產生之廢石、選礦廠所產生之尾礦及鍋爐所產生之殘渣（灰）：

- 為期兩年之礦山建設所產生之廢石估計為300萬立方米，該等廢石須堆放在礦坑以外之地方，以使礦山生產活動得以進行。
- 在全面投產之一般營運過程中，選礦廠每年產生尾礦165萬噸。
- 為礦山及廠房服務之燃煤鍋爐產生灰渣約3,000噸。

部分於礦山建設期間所產生之廢石用於興建尾礦處理設施（壩）；其餘則堆放在廢石處理場，廢石處理場之估計面積為24,350平方米。尾礦處理設施面積為300萬平方米，實際設計容量超過2,000萬立方米，足以供20年營運之用。鍋爐灰被用作道路建設或被運往廢石處理場。

7.5 空氣污染防護

露天採礦、爆破、選礦、礦石處理機運輸活動所產生之鍋爐煙氣排放及揚塵一般為主要空氣污染源。在進行脫硫及除塵後，鍋爐之煙排放符合排放規定。在礦區，會用噴水法去除揚塵。

空氣污染治理措施如下：

- 露天採礦營運所產生之灰塵主要用噴水之方式進行治理。
- 原礦之粉碎及運輸為選礦廠之主要塵源，由通風系統之機械除塵裝置進行治理，該裝置設計為在排入大氣前將含塵空氣先排入袋式過濾機。
- 工業片區內之燃煤鍋爐裝備有霧式乾燥脫硫除塵裝置，用以過濾機處理從鍋爐煙道排除之煙塵及二氧化硫，有關物質在符合相關標準後排入大氣。
- 礦山道路灰塵採用調派灑水車向路面噴水等措施及其他治理措施進行治理。
- 同樣地，尾礦庫所產生之灰塵亦透過安裝一系列高壓噴水裝置，以保持「灘」區潮濕及減少周邊灰塵之方式進行治理。

主要污染物產生率、處理及排放資料概述於下表。

設施	污染源	排氣量 (立方米/ 小時)	產塵濃度 (克/立方米)	治理措施		排氣管高度 (米)	排放	
				吸塵器	效率 (%)		濃度 (毫克/ 立方米)	速率 (千克/ 小時)
粗壓碎	壓碎機	8,500	4-20	袋式	>98	15	<100	0.85
中壓碎	壓碎機	21,450	4-20	袋式	>98	15	<100	2.145
篩分	振動篩料機	20,400	4-20	袋式	>98	15	<100	2.04
鍋爐房	煙塵	24,000x2	熱水鍋爐	霧式乾燥脫硫	>92	40	<200	9.6
	二氧化硫		0.8x2				>70	<450
	煙塵	3,000	蒸汽鍋爐	霧式乾燥脫硫	>92	25	<200	0.6
	二氧化硫		1.07				>70	<350

礦山位於開闊之草場地，空氣質量水平高。博德認為，為採礦、選礦及其他營運所作之空氣污染防治設計，對項目所處地點而言乃屬足夠。空氣排放對當地空氣環境之影響甚微。

7.6 水資源保護

7.6.1 用水

礦井水是一種珍貴之水資源，應充分利用及／或加以保護。在礦山，水之利用包括：表面除塵、清潔及植被、發電站冷卻水及工業用途等。選礦設施亦需要用水。在該地區，水資源並不豐富。在阿雷努爾礦區之氣候及極低之降水量要求項目從距項目區北部87公里之Herlen Gol河取得淡水。向阿雷努爾項目提供水源之唯一方法是透過鑽孔（井）挖掘地下水。

根據長沙有色冶金設計研究院之可行性研究，第四章所述用水及給水之耗水量估計為18,900立方米／天。就該項研究而言，並無可用之Herlen Gol河水源之綜合水質數據。淡水或新水需求估計為5,000立方米／天，為選礦廠、礦山營運及礦區生活提供了補充水。節水措施已納入礦區營運計劃。選礦廠及尾礦庫所回收之水約為13,900立方米／天。選礦廠所回收之水來自廠房濃縮機，其可在泥漿運往尾礦庫（尾礦將隨時間之流逝在尾礦庫沉澱下來）之前將尾礦與水分離。

7.6.2 水資源保護措施

廢水於礦區（坑）、選礦廠設施、廢石處理場以降水、實驗室廢水、鍋爐軟化水及生活污水之方式產生。

礦坑水排放

礦坑所產生之水被輸往淺池進行沉澱及沉積，然後排入地表水。礦井水污染物濃度預計不會超出相關排放標準。因此，礦井水可用於礦山生產過程（例如，用作除塵之噴水）或直接排入附近之排水系統。根據當地之氣候狀況，礦山污水可自然蒸發，因此一般預計不會出現大規模礦坑排水。

選礦廠及其他工業排放

尾礦由濃縮機集中脫水處理，並將上清液回收至廠房。在尾礦排入尾礦庫後，污水將被排放並用作灰塵噴水及選礦廠之回收水。其他工業過程中產生之廢水透過管網進行收集，並將排入濃縮機以供回收至選礦廠。通常情況下，污水並非由選礦廠排放，因此對地表水或環境幾乎沒有或沒有影響。

生活污水

生活污水由水泵抽入綜合處理設備進行處理機消毒，以滿足相關排放標準，其後將輸往沉澱池。部分經處理機消毒之水用作植樹造林，其餘則被蒸發。

採場基建所產生之剝離廢石部分會用於在矸石堆場建設一座大壩，而部分則堆放在廢石場。廢石場位於露天採場之最後採礦區之西南荒地斜坡處，廢石堆場之最終海拔是995米，佔地面積為24.35公頃。礦山整個生產期間之廢石合共約為11,298.5立方百米，而廢石場整體而言滿足礦山服務壽命之需求。

選礦廠產生之尾礦堆放在矸石堆場。矸石堆場位於採場以東約3.5公里，實際容量為20,190.0立方公里，佔地面積為3,000,000平方米，可為年產能732.0立方公里之尾礦提供27.6年服務，因此完全可滿足其服務壽命（25年）內矸石之尾礦堆場需求。

爐渣主要用於鋪路或堆放在廢石場。

7.7 噪音控制

採礦營運中之主要噪聲源產生自移動設備。為減低噪聲對當地環境之影響，會優先選用低噪聲設備。空氣壓縮機、液壓鏟、前端裝載機、推土機及卡車計劃將安裝消聲器，或採用密閉司機作業廂之門窗等措施消除或減小噪聲。

就與選礦廠之壓碎機及球磨機有關之噪聲源而言，噪聲防控之主要治理措施為地基隔震、吸聲及引擎室隔離以及綠化廠區。透過採納噪聲防控措施，可將選礦所使用之高噪聲設備之噪聲強度減低至90分貝(A)以下。

由於項目位於開闊之草地上，選礦廠及礦區周邊1,000米範圍內之聲環境並無敏感性。計劃防控措施亦大幅降低了噪聲。因此，預期噪聲對當地之環境影響甚微。

7.8 環境保護資本開支

環境相關設施之資本開支估計為90萬美元，列示如下：

說明	(千美元)
廢物儲存場	262
廢水庫	327
通風及除塵設施	92
環境評估及驗收	120
監控工具及設備	74
景觀美化	22
污水處理設施	3
合計	<u>900</u>

7.9 水土保持

水土保持之主要任務為採取有效之措施，以便在礦山服務壽命期間於整個項目建設及營運過程中保護水資源及土壤資源。預防和控制水土流失包括工程設計措施及植樹造林或綠化措施。設計措施包括盡量減少礦坑之暴露面積、節約表土，以及管理礦坑、岩石儲存設施及蓄水設施等之雨水徑流。綠化措施包括種植鄉土樹種和草種等確實可行之措施。

7.9.1 水土保持資本開支

礦區由草地覆蓋，但幾乎沒有森林植被。雖然該地區之降水量較低，因而大規模水土流失看來不太可能，但剝離、廢石堆場等採礦活動會擾亂原有地貌、改變土地結構及破壞原有植被。因此，該項目制訂了水土保持處理計劃。

處理範圍包括總面積約476,000平方米之露天礦山、廢石存儲區域、道路、尾礦庫及其他工業用地。水土保持之計劃開支約為500萬美元，明細如下：

區域	資本 (百萬美元)	用途
露天礦坑	0.10	邊坡加固、擋土牆、溝渠、植被種植等
廢石堆場	0.05	排水溝、擋土牆等
尾礦庫	4.85	溢出溝槽、過濾壩等
總計	5.00	

根據水土保持計劃，將採取一系列措施，以減低採礦活動對土壤及水環境之影響。將在礦坑內修建排水溝，並在開挖邊坡下側修建保水壩，以收集採礦期間所產生之水。已在礦坑周圍設計溝渠，以防止水流入礦坑。物料及廢石將妥善儲存，以防止水土流失。將在廢石堆場周圍興建一個永久性保水保沙大壩，並將於堆場區域、公路兩側、辦公及生活區以及在設施關閉後之尾礦區域進行植被。

7.9.2 廢石儲存

廢石儲存區之建議地盤現為草地。考慮到儲存區存滿後將進行土地復墾，儲存設計需要在礦山營運壽命不受干擾及在不會妨礙廢石處理之區域單獨開挖上部表土及存儲區之表土。鑒於廢物儲存區地勢較為平坦，在採礦結束後採取適當之防護措施（如植樹種草）可減少水之流失及侵蝕。

7.9.3 尾礦儲存(庫)

尾礦儲存在可滿足項目服務壽命期間尾礦處理要求之儲存設施或儲存庫內。然而，當堆放在本項目矸石堆場里之尾礦變乾時，可能會因為風吹導致尾礦再次揚起灰塵，從而影響當地礦區空氣環境之質量。鑒於以上事實，本項目採取向矸石堆場噴水之措施，以減小尾礦堆環境之不利影響。於矸石堆場之服務壽命屆滿時，將會採取復墾、植被、關閉矸石堆場等措施。

根據水土保持之一般國際慣例，我們相信，已在礦山設計中採納有效方法避免或盡量減少水土流失。我們建議，在採礦機其他營運活動期間密切監測水土保持情況，及時分析監測結果，並相應調整管理，以取得最佳水土保持結果。

8.0 風險評估

8.1 緒言

採礦業務與其他工業設施不同，礦山為可設計或規劃，以制定精確設計產能或成本結構，但卻附有不可控制之自然及外在因素，以致未能達到所訂明之生產、成本及收益目標。採礦業務為於地球岩層進行，而非於單一受控制之工作環境中進行。

由於固有之地質風險，故礦山經營者必須定期應付不利因素或變化不定之地質環境，有關情況於實質進行採礦活動前均未能全面預測。儘管發生該等物理情況屬礦區管理控制範圍以外，但是不應把鉬礦石開採詮釋為含固有風險之業務。相反，礦山經營者可採用制定之措施，盡量減低與該等風險有關之經營及財務影響。

與任何企業相關之風險評估於性質上非常主觀，並須依賴專業人士完成對指定行業及適用於相關企業經營場所研究之相關經驗。採礦業務固有之業務風險一般分為三個類別，即地質、營運及市場。就本項研究而言，根據香港聯交所指引，我們將風險之嚴重程度整體劃分為三類，並載列如下：

- 重大風險：倘發生指定風險但並無糾正，為對風險評估期間預測現金流量造成重大不利影響（15%至20%或以上）之因素，可能會導致項目失敗。
- 中度風險：倘發生指定風險但並無糾正，為對風險評估期間之預測現金流量造成相當大不利影響（10%至15%）之因素。
- 輕度風險：倘發生指定風險但並無糾正，為對風險評估期間之預測現金流量造成微小或並無不利影響（低於10%）之因素。

然而，同樣重要或可能更重要之是，特定風險發生的可能性。本項研究中的概念採礦業務之風險評估已計及可能發生之等級如下：

- 很可能：很可能發生之事件。
- 可能：可能發生之事件。
- 不大可能：不大可能發生之事件。

整體風險評估包含嚴重程度及可能性兩個部分，以確定以下所示之風險最終類別：

發生風險之可能性	風險嚴重程度（後果）		
	輕度	中度	重大
	整體風險評估		
很可能	中	高	高
可能	低	中	高
不大可能	低	低	中

8.2 一般評估

博德將阿雷努爾項目之整體風險獨立評估為中至高，原因如下：

- 儘管對阿雷努爾地區之地質架構之整體評估被認為是簡單至中度（即地質並不複雜），但目前勘探工作被歸類為探礦水平。需要進行額外鑽探，以確認及描述鉬資源。
- 採礦預測乃基於所推斷之資源量，並不足以進行項目經濟分析。
- 選礦假設屬推測性質，原因是缺乏與生產鉬精礦及解決問題（如可對選礦環節產生不利影響之粘土及其他物料）之適當方法有關之測試數據。
- 儘管阿雷努爾礦區位於總體條件已知之金屬採礦區，但礦區地處偏遠，可能會影響人手配備及招聘需求。
- 尚未完成基於已探明及／或控制資源之可行性研究。
- 尚未完成環境影響評估報告。
- 除日常生產風險外，博德並無發現與阿雷努爾礦區預計經營相關之任何特殊營運風險事宜。
- 雖非意料之中，該地區可能會發生因降水量過多而造成之水災或地震等自然災害，但其影響可能屬地區性質（即並非阿雷努爾獨有）。由於採用露天礦坑開採法，故自然災害之影響很可能不大。
- 鉬價格於過往七年大幅波動，近期穩定在遠低於該七年期間所觀察到之高價位。

下文提供項目風險之延伸討論及博德對阿雷努爾風險情況之評估。

8.3 地質風險

一般地質風險

按地區基準而言，中國大冶所控制之鉬礦石礦藏地質架構被判定為簡單至中度（即地質並不複雜）。就採礦而預測之阿雷努爾礦區資源並未經勘探性鑽探而充分界定，因此地質風險甚高。

地質不規則

未能預見之大範圍地質異象可令露天礦坑開採業務中斷及需要變更採礦計劃。面臨地質異象等事件可能會導致礦石生產中斷一段不確定時間（以月計算），以致收益相應減少。同樣地，恢復採礦業務之工作可能導致於進行恢復及重建活動期間之現金流失。阿雷努爾資源並未經鑽探充分界定而盡量減低不可預見之地質異象風險。

風險評估

嚴重性：	輕度至高
可能性：	不大可能至可能
整體：	中

8.4 經營風險－自然發生事件

天氣

發生特殊天氣（如雨水過量）可導致停電及無法進入礦區（調動礦山人員、收取所需營運供給品等）。礦山計劃已納入極端不利天氣情況造成採礦活動中斷之可能性。已設計適當之預防措施（疏導渠道及堤道），以避免發生暴雨大量湧進之情況。

地震

已獲取之地質背景數據報告顯示，阿雷努爾地區之整體位置不會發生地震活動，且據我們所深知，該地區過往概無發生嚴重地震活動。由於該礦山屬露天礦坑性質，因此倘發生重大地震，其對採礦業務之影響將甚微。對選礦廠營運之影響及相關尾礦庫結構之穩定性在相當程度上取決於地震之嚴重程度。

風險評估

自然發生之中度嚴重事件將會影響阿雷努爾礦區所處之廣闊地區。

嚴重性：	輕度至中度
可能性：	不大可能至可能
整體：	低

8.5 經營生產風險

8.5.1 採礦

與露天鉬礦石開採相關之營運風險包括物理採礦環境之變化、機械故障，以及可令生產活動暫時中斷營運活動之常見情況如下：

- 惡劣採礦環境（邊坡穩定性欠佳）。
- 積水／軟礦底環境。
- 礦藏之一致性、厚度及結構變化。
- 營運設備及配套基建設施發生故障或損毀。

上述狀況及情況可於短期內對產量構成不利影響，惟對礦山之長期營運並無重大影響。儘管預計會造成預計產量及財務表現之短期變化，惟博德認為上述事件對阿雷努爾建議採礦業務而言不屬重大，或不會以其他方式對長遠預測財務表現構成重大影響。

風險評估

嚴重性：	輕度至中度
可能性：	很可能
整體：	低

8.5.2 選礦

與鉬選礦相關之營運風險包括流程設計不當及物理選礦條件之變化及機械故障，以及可令生產活動暫時中斷營運活動之常見情況如下：

- 工藝流程圖設計不當。
- 給礦礦物學、噸位及品位之變化。
- 營運設備及配套基建設施發生故障或損毀。
- 所需耗材及試劑之供應中斷／價格變動。

就一間建議而非營運中選礦廠而言，鑒於阿雷努爾之情況，第一個上述因素（即工藝流程圖設計不當）為最嚴重之風險。金屬選礦設計向來涉及不確定因素，而對鉬等較不常見之選礦材料而言更是如此。設計中之錯誤可從鉬回採情況不佳及／或因試劑用量增加導致經營成本高於預期中得以反映。儘管有關嚴重性可能為中至高，但我們將選礦廠設計瑕疵之風險視為不大可能至可能。

其他條件及有關情況可於短期內對生產及成本構成不利影響，惟對礦山之長期營運並非重大。儘管預計會造成預計產量及財務表現之短期變化，惟博德認為上述事件對阿雷努爾建議採礦業務而言不屬重大，或不會以其他方式對長遠預測財務表現構成重大影響。

風險評估

嚴重性：	輕度至中度
可能性：	可能至很可能
整體：	中度

8.6 外部風險－監管

阿雷努爾礦區營運必須遵守各級政府頒佈及施行之規管條例。有關規管包括經營標準及規定以及支付費用及稅項。政府之規管政策不受中國大冶之控制，因而公司須遵照現時實施之蒙古相關政府規例（或任何日後規例）經營礦山及設施。

阿雷努爾礦區將繼續受蒙古之經濟、政治及法律發展所限。此外，鉬精礦價格可能受政府規例、稅項及關稅之影響。有關發展可能會影響阿雷努爾之產量。

通過更嚴緊或繁苛之政府規例可能對阿雷努爾之未來營運構成負面影響，惟有關風險現時不可量化。

風險評估

嚴重性：	輕度至重大
可能性：	可能
整體：	低至中

8.7 市場風險

達致任何風險評估期之現金流量預測，視乎包括項目經濟分析所形成之持續售價及經營成本在內之若干因素而定。

博德已審閱長沙有色冶金設計研究院二零零六年十月可行性研究報告及二零零七年二月補充報告中之計劃產量預測，並相信倘有關儲量界定之進一步工作完成，則有關預測可基本達致。我們於審閱過程中並無發現重大地質或採礦相關事宜會阻礙阿雷努爾礦區達致預測原礦石產量水平（倘儲量得到妥善界定）。

市價下調會對財務表現造成重大影響。如其他供應商供應之鉬礦石過剩，或對鉬礦石之需求減少，均會發生有關情況。儘管由於入行門檻甚高（開發新礦山需要龐大資金投資及獲取政府批准），新競爭對手不大可能導致產能過剩，但有關發展將會直接影響（減低）公司整體售價及收益及收並對經濟表現產生負面影響。

鉬價格於過往七年大幅波動，近期穩定在遠低於該期間所觀察到之高價位。市場風險因中國（尤其是與蒙古交界之內蒙古自治區）經濟之持續增長而有所減輕。預期中國經濟增長將持續一段時間，這將為鉬精礦提供市場。

風險評估

嚴重性：	中度至重大
可能性：	很可能
整體：	高

8.8 博德風險評估概要

災害／風險事件	風險評估		
	嚴重性	可能性	整體
地質整體（一般）	輕度至高	可能至很可能	中至高
未預見異常	輕度	不大可能至可能	中
自然發生事件（天氣）	輕度至中度	不大可能至可能	低
地震	輕度至中度	不大可能至可能	低
日常營運風險（採礦）	輕度至中度	很可能	低
日常營運風險（選礦）	輕度至中度	可能至很可能	中度
遵守現行規例	輕度至高	可能	低至中
市場推廣（商業）	中度至高	很可能	高