

# 第一章 霍林河矿区建设背景及发展历程

霍林河煤矿是20世纪80年代我国自主设计、自主建设、自主生产的第一个大型现代化褐煤露天煤矿。经过三十多年的开发建设,霍林河矿区已建成3座现代化大型露天煤矿,生产规模近 $5000 \times 10^4$  t/a,解决了高寒地区松软岩层穿孔、爆破、采装、选采、运输、排弃、边坡稳定等露天煤矿技术工艺装备,生态环保和露天煤矿管理创新等方面的一系列技术难题,形成了适合我国高寒地区露天开采的相关理论体系,在不断实践基础上形成了开采成本低、效率高、节能环保的生态环境治理恢复系统,为我国相似地质条件煤炭资源的绿色开采、可持续发展提供了有益的指导和借鉴。

## 第一节 霍林河矿区开发建设背景

### 一、全国及东北地区煤炭严重短缺

新中国成立后,煤炭工业在恢复和改造旧中国遗留煤矿的基础上逐步发展壮大。1949年,全国仅有200处矿井和少数露天煤矿,由于战争破坏,多数煤矿不能正常生产,煤炭产量只有 $3243 \times 10^4$  t。三年恢复时期,对资源丰富、开采条件较好的煤矿进行了技术改造,扩大生产能力。“一五”时期,在集中力量进行大规模基本建设的同时,对生产矿进行全面改革,逐步建立起煤炭工业计划经济管理体制,1956年全国煤炭产量突破 $1 \times 10^8$  t,1957年达到 $1.3 \times 10^8$  t。1958—1976年间,煤炭工业发展缓慢,此时期煤炭行业增产主要是靠增人、增加工作面而非正常的生产。

20世纪70年代,我国重工业主要集中在东北、华东等地区,经济发展形势严峻,最重要的原因就是能源缺乏直接制约了国民经济的发展。一方面,东北、华东重工业发达地区,能耗高,能源消费结构以煤炭为主。据统计,中国煤炭消费量占一次能源消费总量的90%以上,中国经济成为不折不扣的“煤炭经济”。煤炭是工业的粮食,发展煤炭成为发展工业的基础工作。另一方面,由于东北地区的石油要面向全国和出口,煤炭生产不能满足全区经济发展的需要。当时吉林省每年缺煤 $(200 \sim 300) \times 10^4$  t,许多企业因缺煤而停产。

为适应实现四个现代化奋斗目标,中央领导同志指示要尽快“打开大露天”,以争取尽快解决能源问题,把伊敏、霍林河、元宝山、平朔和准格尔五大矿区几个露天矿列入了“六五”和“七五”计划的第一批项目,总地质储量 $58.48 \times 10^8$  t,总规模为 $1.03 \times 10^8$  t。为保证我国五大露天矿区的顺利开发,国务院成立了“大型露天矿办公室”(简称“大露办”)统一部署和协调各大露天矿的筹备建设工作。

霍林河矿区作为我国五大露天矿之一,其开发和建设正是为了缓解当时东北地区煤炭

紧缺的局面，为电力、工业、钢铁重工业的发展提供宝贵的“粮食”，同时为全国经济复苏打下坚实的基础。

## 二、矿区勘探及筹备工作

### （一）煤田首次勘探

霍林河矿区煤炭资源是当地牧民于 1958 年在放牧时偶然发现的。随后，内蒙古自治区、吉林省、河北省等先后派出了勘探队。1969 年 7 月 5 日，国务院将哲里木盟划归吉林省管辖。为了摆脱缺煤困境，吉林省开始把煤炭工业发展的重点放在开发霍林河矿区的煤炭资源上。1973 年 3 月，中共吉林省委决定对霍林河矿区的煤田进行全面地质勘探，吉林省煤炭工业管理局从吉林省煤田地质勘探公司系统抽调 1500 余人，跋涉在茫茫雪野，进入了霍林河矿区，开始了霍林河矿区煤田地质勘探大会战，完成了沙尔呼热区 45.64 km<sup>2</sup> 精查勘探任务，获得储量  $1.95 \times 10^9$  t 的勘查结果。

霍林河矿区的煤炭资源具有重要的开采价值。整个煤田走向 60 km，宽 9 km，总面积为 540 km<sup>2</sup>。其中，沙尔呼热区含煤 24 层，可采煤层 9 层，累计厚度 81.17 m；西南区可采煤层 12 层，累计厚度 62.83 m。第四纪覆盖层很薄，能进行现代化露天开采。1974 年 12 月，国家计划委员会以 615 号文件对开发霍林河矿区所编制的设计、选址等方案做了批复。

### （二）开发前期筹备工作

1973 年 8 月，经中共吉林省委批准，成立了霍林河矿区筹办处，开始了霍林河矿区开发的全面准备。

1976 年 4 月，中共吉林省委批准成立霍林河矿区建设指挥部。由吉林省军区抽调的 120 名复员军人组成的汽车队和辽源矿务局平岗矿 25 名职工为“先遣军”率先开进矿区。4 月 19 日，中共霍林河矿区建设指挥部工作委员会书记兼指挥吴显文率领吉林省 6 个局、矿 180 名干部，顶风冒雪，日夜兼程，风尘仆仆地进入矿区。随着创业的第一声号角吹响，沉睡千年的亘古草原从此沸腾，6 月，四面八方的创业者涌向富有传奇色彩的霍林河畔，由哲里木盟和白城地区抽调的 3500 名知识青年浩浩荡荡地开进矿区，图 1-1 为当时开赴矿区的一景。

4000 余名开发建设霍林河矿区的英雄儿女，在广泛深入地开展工业学大庆的群众运动中，开始了霍林河矿区的建设。

### （三）矿区建设核心力量

霍林河矿区建设规模大，又地处边疆，条件艰苦。为加快矿区建设，经国家建委报请，1978 年 3 月，国务院、中央军委以国发〔1978〕第 35 号文件批准组建了中国人民解放军基建工程兵第四十四支队，担负霍林河矿区建设任务。1978 年 6 月，四十四支队司、政、后机关开始办公，8 月组建工作基本就绪，10 月 7 日召开支队成立大会。支队（师级）设司令部、政治部、后勤部，下属三大队（团级）。431 大队担负露天煤矿建设任务；432 大队担负建筑安装工程任务；435 大队担负建筑材料运输任务。四十四支队人员最多时达 13000 余人，主要兵源由基建工程兵派来的 669 名军事干部和少数技术兵、抚顺矿务局选调 51 名露天矿建设的工程技术干部和 350 名技工、从吉林省调入的 1000 名技工、原

矿区建设指挥部的 96 名技术管理干部和 2408 名青年工人以及从辽宁、吉林省应征入伍的 3000 名义务兵组成。



图 1-1 第一批开拓者浩浩荡荡开赴霍林河矿区

### 三、矿建初期困难重重

#### (一) 矿区外部建设条件差

1976 年 4 月 19 日，四面八方的创业者涌向富有传奇色彩的霍林河畔，用土坯垒起了第一间住房，用化开的雪煮熟了第一顿晚餐，用身体的余温将被窝第一次捂热，正是“头顶蓝天、脚踏荒原”威武不屈的开拓者，用自己的青春和理想蹚开充满荆棘之路，为建设现代化露天矿奠基。

为了贯彻吉林省委提出的“进得去，站得住，上得去”的指示，创业者发扬了自力更生、艰苦创业的精神，自己动手，建窑烧砖，开山劈石，挖沟引水，脸盆端水，和泥托坯。没有运输工具，就肩扛手搬，当年就盖起了一栋栋的地窖子。入冬前搬进了新居，站住了脚跟。在那艰苦的创业年代里，住的是帐篷和地窖子，吃的是苞米渣子；看的是露天电影，坐的是敞篷大车，干的是体力活，创业者们毫不计较个人得失，心中只有一个信念：不建成霍林河誓不罢休（图 1-2）。

1977 年冬天，罕见的严寒和雪灾，使矿区路阻讯断。茫茫草原，风卷雪飘，近  $-40^{\circ}\text{C}$  的严寒，冻伤了 450 余名职工的手脚。大雪埋住了珠斯花砖厂的地窖子，工人由门缝挖洞爬了出来。西风口采石厂孤立无援，粮尽水绝。砖厂 2 名来矿区办事的职工，路遇“白毛风”（风夹雪），迷失了方向，不幸冻死在路上。在自然灾害面前，霍林河人经受住了考验，没有一个人临阵逃脱。

建矿初期，霍林河矿区公路、铁路均未通车，交通条件极其严峻。1977 年 5 月，吉林省组织了 47 个县（市）的民兵修筑了鲁北至霍林河的 159.31 km 的公路，于 1978 年 10



图 1-2 开拓者建设家园

月竣工通车。铁道兵三个师修建了通辽至霍林河 420 km 的铁路，并于 1984 年 9 月开始运煤，1985 年末正式营运。

## (二) 工艺技术装备落后

霍林河矿区开发初期，国内露天煤矿的开拓方式主要采用固定坑线开拓、移动坑线开拓和联合坑线开拓方式。我国露天煤矿的开拓方式逐步形成了以海州露天煤矿为代表的固定坑线双出入沟和以抚顺西露天煤矿为代表的移动坑线多出入沟开拓方式。1976 年以前我国露天煤矿的开拓方式见表 1-1。

表 1-1 1976 年以前我国露天煤矿的开拓方式

露天煤矿	开拓方式	备注
海州露天煤矿	开拓运输系统为双人车沟半螺旋底板折返固定坑线开拓	
抚顺西露天煤矿	外部固定沟、坑内移动坑线结合的联合开拓方式	
小龙潭露天煤矿	陡沟固定坑线开拓方式	
阜新新邱北露天煤矿	外部沟螺旋运输开拓方式	
河南义马露天煤矿	组沟移动坑线开拓方式	
平庄西露天煤矿	多出入沟固定坑线开拓方式	
黑龙江兴安六层露天煤矿	单沟及坑内折返坑线轨道运输开拓方式	
鹤岗岭北露天煤矿	非工作帮设固定折返干线，在端帮设环线，在工作帮按水平分层的开拓方式	1964 年，处于设计阶段
依兰露天煤矿	单出入沟顶板折返移动坑线开拓方式	1965 年

开采工艺主要为单斗—铁道间断开采工艺，部分露天煤矿辅以箕斗提升或多斗挖掘机剥离表土。后期出现了单斗—卡车工艺，1969 年大峰露天煤矿的设计建设使用了单斗—卡车间断工艺。1976 年以前我国露天煤矿的开采方式见表 1-2。

表 1-2 起步恢复时期 (1949—1976 年) 露天煤矿的开采方式

露天煤矿	开采方式	备注
海州露天煤矿	单斗—铁道工艺	多次改扩建
小龙潭露天煤矿	单斗—铁道工艺	多次改扩建
义马北露天煤矿	单斗—铁道工艺	
哈密三道岭露天煤矿	单斗—铁道工艺	新设计
平庄西露天煤矿	单斗—铁道工艺	新设计
鹤岗岭北露天煤矿	单斗—铁道工艺	新设计
灵泉露天煤矿	单斗—铁道工艺	新设计
公乌素露天煤矿	单斗—铁道工艺	新设计
鹤岗矿务局北大岭西露天煤矿	单斗—铁道工艺	
大峰露天煤矿	单斗—卡车工艺	

### (三) 开采装备主要以进口为主

20 世纪 70 年代，我国在生产的露天煤矿一大部分设备为日本开采时遗留的。挖掘设备有日本的 200B、150B、50B，最大的电机车是 85 t 电机车。在苏联的帮助下，我国自 1951 年开始从苏联引进 CЭ-3 型挖掘机、80 t 电机车，截止到 20 世纪 60 年代初，我国单斗电铲仅有百余台，斗容在 3~4 m<sup>3</sup>，运输机车和自翻车仅有 2000 余辆。

### (四) 露天煤矿专业技术人才短缺

中国人民解放军基建工程兵第四十四支队负责霍林河矿区的开发建设，四十四支队人员最多时达 13000 余人。当时队伍中管理干部多，工程技术人员少。有露天矿开采技术经验的仅 51 名，均来自抚顺矿务局选调的露天煤矿。基建工程兵中新战士比例大，老战士少。当年从辽宁、吉林省应征入伍的 3000 名义务兵，均为年轻战士，缺乏工程经验。总体来

看,霍林河矿区开发专业技术人才极为短缺,现场工程实践专业技术人才短缺严重。

#### 四、矿区建设得到各级领导的大力支持

1975年6月10日,周恩来总理在《国内动态清样》上看到“吉林省和内蒙古交界处发现大煤田”一文,立即做出重要批示。根据总理批示,国家计委立即召开有交通、铁道、邮电、煤炭等四部参加的开发霍林河煤田的专题会议,霍林河煤田的开发被列入了国家经济建设的重点项目。

霍林河基地建设项目的完成,使毛泽东主席和周恩来总理的遗愿迅速成为现实。霍林河矿区建成投产后,先后收到中共中央办公厅、国务院办公厅、内蒙古自治区人民政府、煤炭工业部等发来的贺电。与此同时,国家和地方等各级领导也先后视察了霍林河矿区。

1984年8月30日,中共中央办公厅、国务院办公厅给霍林河矿区建设指挥部及全体职工同志发来贺电,转达了书记处和国务院对霍林河露天煤矿建设热烈的祝贺,贺电中提到:“霍林河南露天矿是我国第一个现代化的露天煤矿。在建设过程中,党中央、国务院十分关心,不少领导同志到你们那里视察,对你们的工作既有严格的要求,又有热情的帮助。你们结合实际情况,总结经验教训,积极贯彻执行了中央领导同志的指示,采取了得力措施,大胆进行改革,加快了速度,提高了效益,保证了按期投产。这是你们矿区各级领导和全体职工艰苦奋斗的结果,也是各有关地区和部门大力支援的结果。希望你们继续发扬献身煤炭事业的精神,吃大苦,耐大劳,努力掌握新的科学技术,学会现代化管理,在建成三百万吨南露天矿的基础上,乘胜前进,加快整个矿区的建设,早日把霍林河矿区建设成具有世界先进技术水平的大型露天煤炭基地,为社会主义现代化建设做出新的贡献。”

1984年8月31日,煤炭工业部给霍林河矿区建设指挥部及全体职工同志发来贺电,贺电中提到:“霍林河露天矿建设指挥部及全体职工在十一届三中全会正确路线的指引下,在党中央、国务院领导同志的亲切关怀下,在内蒙古自治区以及各有关单位的大力支持下,经过多年的努力,终于建成我国第一个现代化的露天煤矿。部党组和部机关全体同志向你们表示热烈的祝贺!并向始终关怀和支持矿区建设的各级领导同志和兄弟单位表示衷心的感谢……三百万吨的南露天矿只是霍林河矿区建设的一部分,今后的任务更加艰巨,希望你们认真总结和吸取过去建设中的经验教训,立足改革,开拓前进,加倍努力,开创新局面,为把霍林河建设成具有世界先进技术水平的大型露天煤炭基地,为加速能源开发,实现部党组提出的一番保两番的战略目标而努力奋斗!”

1984年8月31日,中共内蒙古自治区委员会、内蒙古自治区人民政府给霍林河矿区建设指挥部及全体职工同志发来贺电,贺电中提到:“向战斗在霍林河露天矿生产建设第一线的广大工程技术人员和全体职工致以热烈的祝贺!在霍林河煤矿的建设过程中,你们在党中央、国务院的关心下,紧密结合实际,积极贯彻执行了中央领导同志的指示,并依靠广大工程技术人员和干部职工,采取得力措施,发扬大无畏的精神,克服艰难困苦,积极探索改革,从而加快了建设速度,提高了效益,保证了我国第一个现代化露天煤矿按期投产。这是你们矿区各级领导和全体职工辛勤努力、艰苦奋斗的结果。我们坚信在党中央和国务院的亲切关怀下,在已经取得成绩的基础上,必将再接再厉,为加快整个矿区的各项建设,为祖国的四个现代化建设事业不断创造更加优异的成绩。”



## 五、高寒地区气候特点及对煤炭开发的影响

### (一) 高寒地区定义

按照国际通行的海拔划分标准: 1500 ~ 3500 m 为高海拔; 3500 ~ 5500 m 为超高海拔; 5500 m 以上为极高海拔。高寒地区一般指高海拔、高纬度地区, 气温偏低, 全年日平均温度大于或等于 10 ℃, 积温 1800 ~ 2000 ℃。高寒地区可分成 3 种类型: 高海拔河谷地区和高纬度地带的平原地区, 如雅鲁藏布江和黑龙江北部地区; 高原盆地, 如藏北高原、柴达木盆地等; 高山山地。本书所指高海拔高寒地区泛指其工业场地的设计控制标高在 3000 m 以上的地区。

按国发〔1983〕63 号文件内蒙古自治区边远高寒地区表界定, 内蒙古区域内高寒地区包括呼伦贝尔市全部 13 个旗县市、通辽市霍林河市、兴安盟科右前旗、锡林郭勒盟全部 12 个旗县市等地区。霍林河露天煤矿位于高寒地区, 全年气温较低, 冻土融化困难, 自然条件恶劣, 给煤炭露天开采带来较大的困难。

### (二) 霍林河矿区气象与气候条件

霍林河矿区位于北纬 45°28', 大兴安岭南端脊部, 为高寒山区, 海拔 1100 ~ 1350 m。该地区气温较低, 年平均气温在 0 ℃ 左右, 最低 -37.6 ℃, 每年约 250 d 气温在 0 ℃ 以下, 最大冻结深度为 3 m。矿区煤层为老年褐煤, 部分较坚硬, 有光泽, 煤层构造复杂, 有多层 0.2 ~ 1.0 m 的夹石。煤中水分含量较高, 为 16.99% ~ 20.29%; 冻结层水分高达 44.54%; 灰分为 17.79% ~ 29.55%。

#### 1. 气候特征

霍林河矿区位于内蒙古自治区通辽市西北约 350 km 处, 行政隶属霍林郭勒市、扎鲁特旗和锡林郭勒盟西乌珠穆沁旗管辖。霍林河矿区的气候特征如下。

##### 1) 气温

矿区夏季炎热, 冬季严寒, 为温带半干旱大陆性气候。年平均气温 -0.5 ℃, 1 月平均最低气温 -20.9 ℃, 极端最低 -37.2 ℃; 7 月平均最高气温 19.7 ~ 24.9 ℃, 极端最高气温 33.6 ℃, 全年变化幅度为 70.8 ℃。日最低气温在 0 ℃ 以下有 215 d, 占全年的 58.9%。日最低气温在 -20 ℃ 以下有 85 d。无霜期 91 ~ 134 d。

##### 2) 降水

年平均降水量为 380.5 mm, 最大为 426.9 mm。降水多集中在 6—8 月份, 占全年总降水量的 86.9%。

全年降雨日数为 43 ~ 57 d, 9 月下旬至第二年 5 月中旬为降雪季节, 年降雪量为 50 mm, 占全年降水量的 13.1%, 降雪日数为 35 ~ 44 d。全年降水(雨和雪)日数为 92 ~ 106 d。

年平均积雪天数为 133.3 d, 平均最大积雪深度 8 ~ 20 cm。

##### 3) 蒸发量

年平均蒸发量为 1700 mm, 是降水量的 4.5 倍。

##### 4) 气压

年平均气压为 91.06 ~ 91.15 kPa, 12—1 月份气压最高, 平均为 91.33 ~ 91.86 kPa; 6—7 月份气压最低, 平均为 90.37 ~ 90.83 kPa。

### 5) 风

年平均风速 4.6 m/s, 最大风速 20.7 m/s。10 月至第二年 5 月风力较大, 月平均风速最小 3.7 m/s 以上, 11—12 月份风雪严重。6—9 月份风速较小, 月平均风速最小 2.7 m/s 以上, 风向以偏西北方向为主。

### 6) 冻土

土壤从 10 月初开始冻结, 至第二年 7 月中旬解冻, 结冻日数 286 d, 1981 年测得最大冻土深度为 300 cm。

### 7) 湿度

年平均相对湿度为 68% (64% ~72%), 6 月至第二年 2 月较大, 3—5 月份较小。

## 2. 霍林河地区气象灾害特点

霍林河地区气象灾害种类多, 发生频繁, 是制约农业及露天采矿发展的一个重要因素。据有关统计, 1976 年建矿以来, 自然灾害对霍林河的经济发展造成了巨大损失。霍林河地区的主要气象灾害有干旱、洪涝、霜冻、大风、冰雹等, 最频繁的自然灾害是干旱、大风、霜冻。

从时空分布来看, 霍林河的气象灾害有 5 个特点。

(1) 周期性。霍林河的旱灾有 3 年一小旱、5 年一大旱的周期分布, 但由于生态环境的破坏及其他各种原因, 目前这种周期正在缩短, 加剧了灾害的危害性。

(2) 地域性。由于特殊的地形, 各类气象灾害也大都具有较强的地域性。如平地与山口地区风速相差 2 级左右。

(3) 季节性。不同的气象灾害在不同的季节中出现。如暴雨主要出现在夏季, 寒潮多发生在冬季, 大风则多形成于春秋两季。

(4) 突发性。这是霍林河地区气象灾害的主要特征之一。如 1996 年 6 月 23 日出现霜冻; 1998 年 8 月 8 日的暴雨及特大洪水, 一日降水量达到 111.8 mm。此外还有局地暴雨、骤降冰雹等, 常常让人措手不及, 危害极大。

(5) 多发性。大部分为山地的霍林河属大兴安岭山地气候类型, 气象灾害往往多重出现, 如干旱、大风、低温、霜冻、寒潮等。

## 3. 霍林河地区气象灾害对农业、露天采矿的影响

### 1) 干旱

干旱是霍林河地区农业生产中最严重的气象灾害, 1990—1999 年这 10 年里除了 1998 年外, 其余都是不同程度的旱年。霍林河地区干旱的原因很多, 除降水量减少及干旱性气候特点以外, 还与种植制度、作物种类、农田水利建设等因素有关。另外, 长期以来植被破坏、水土流失、过度放牧、草地退化也是干旱形成的重要原因。1997 年、1999 年是 2 个大旱年, 这 2 年农田及草牧场受灾面积达到数千公顷, 农业及畜牧业连续受到损失, 使霍林河的经济建设受到很大的影响。

### 2) 洪涝

洪涝的主要特点是突发性强、灾情严重、分布广。霍林河的洪涝灾害最严重的是 1998 年, 年降水量达 659 mm, 8 月份降水量为 228.9 mm, 仅 8 月 8 日降水量便达 111.8 mm, 为百年不遇的特大洪涝灾害, 给露天生产及农牧业造成前所未有的损失。据有关部门统



计,露天生产停产 100 多天,公路铁路被冲毁,整个霍林河成了闭塞城市,无法保证正常的工作和生活,矿区直接经济损失达到 2000 万元。

### 3) 低温、霜冻

霍林河地区的寒潮天气频繁且持续时间较长,初霜日提前,终霜日延迟,致使无霜期缩短。冬季寒潮给人们的生活带来不利影响,最冷的年份最低气温达到  $-36.5^{\circ}\text{C}$ ,霍林河的供暖设施及用煤用电是一年的主要经济开销。由于气温低给露天生产带来困难,使有些机油冻结,无法保证正常的运行,被迫停止生产,造成不必要的经济损失。

霜冻对本地区种植的小麦、油菜、马铃薯及各种蔬菜的影响很大。小麦在拔节至开花期受冻害的临界气温是  $-2^{\circ}\text{C}$  左右,此时一旦有冷空气入侵或夜间有强烈的晴空辐射出现霜冻时,地面温度和植株体温极易降至农作物临界温度以下,致使受害。霍林河地区小范围和局地性的霜冻频繁发生,如 1996 年 6 月 23 日的霜冻使麦苗大范围冻死,导致产量大大减少。

### 4) 大风、冰雹

大风天气主要出现在春秋两季,尤其春天更频繁。年平均 5 级以上大风日数达到 175 d,最大风速 10 级左右。频繁的大风天气使土地失去湿度平衡,持续的大风使建筑物倒塌,对树木及高秆植物生长带来不利影响。大风对露天生产很不利,由于风速过大而常常被迫停产。冰雹是一种局地强烈阵性灾害天气,霍林河地区的冰雹天气多发生在 5—9 月份,它的发生与冷空气活动、地形有着密切关系。霍林河地区山高沟深,又有河流,容易形成冰雹。当冰雹出现时,对农作物、蔬菜等产生机械损伤,对露天生产也造成危害。

## (三) 高寒地区气候条件对煤炭开发的影响

### 1. 地质条件复杂

高寒地区煤层,大多位于地壳活动频繁、地质灾害多发地区,地质地貌结构呈现出山势陡峭险峻、岩石风化强烈等特征,山体滑坡、坍塌、泥石流时常有发生,这给矿山的工业场地、生活区以及道路的布置与修建带来不少的困难。另外,从露天煤矿开采角度来看,地质活动频繁,在开采到一定范围时,对地质结构把握不准确,对底层矿产组分不清晰,容易引发人为的地质灾害。

### 2. 物资供应困难

高寒高海拔地区,由于环境恶劣,因而周围鲜有人口群落和物料供应厂商。第一,煤矿建设和开采人员的基本生活得不到保障,不利于稳定员工情绪;第二,煤矿建设当中需要的钢筋、水泥建设材料,建设工具器械运输困难,运输过来后,高寒环境使很多机械设备的工作效率下降,并且可能存在机械损坏等严重后果,严重影响了建设进度;第三,矿区周围无生活区,基本生活物资需要从别的地方调运过来,从而提高了露天煤矿开采的成本,从经济角度来讲并不合算。

### 3. 生存环境恶劣

高寒地区昼夜温差大,矿区冻土现象严重,在自由大气中,气温随着海拔的升高而降低,一般每升高 1000 m,气温下降约  $1^{\circ}\text{C}$ ,有的地区甚至每升高 150 m 可下降约  $1^{\circ}\text{C}$ 。高寒地区冬季较为寒冷,无霜期很短,昼夜温差大,气候垂直差异明显,年降雨量少,冻土厚度大,有的属多年冻土地区。另外,海拔高度对风的形成影响明显,海拔高的地区会受

到高层空气动量下传的影响而造成地面强风、大风。强风、寒冷、干燥，都直接或者间接地影响到煤矿建设和采掘工作。高寒地区要进行露天煤矿的建设与开采工作，需应对恶劣自然环境的挑战。同时，高寒地区自然条件恶劣，生态环境脆弱，部分地区水资源匮乏，仅靠少量雨水和冰川融水补给。

#### 4. 周边工业基础薄弱，协作条件很差

矿区交通条件差，物料运输困难，多以汽车运输为主，这样给矿山的工业场地、生活区以及道路的布置与修建带来不少的困难。

## 第二节 霍林河矿区概况

### 一、位置与交通

霍林河矿区位于内蒙古自治区通辽市西北，在霍林郭勒市和扎鲁特旗境内。南邻赤峰市的阿鲁科尔沁旗，西北与锡林郭勒盟东乌珠穆沁旗毗连，地理坐标为东经  $119^{\circ}8' \sim 119^{\circ}46'$ 、北纬  $45^{\circ}10' \sim 45^{\circ}40'$ 。

矿区对外交通主要是通（辽）霍（林河）铁路，由霍林郭勒市的珠斯花站经兴安盟的西哲里木、科尔沁右翼中旗至通辽市，全长 417 km，已建成通车。通霍公路由霍林郭勒市经鲁北至通辽市，全长 324 km；矿区向东经吐列毛都、突泉到乌兰浩特公路，全长 350 km；矿区向东北经军马场到国铁白阿线大石寨车站公路，全长 215 km；矿区距科尔沁右翼中旗公路约 180 km。

通霍铁路对外交通方便，另有 15 km 的矿区铁路专用线在珠斯花站接轨，经铁路装车仓，矿区煤炭可直接外运。矿区交通位置图如图 1-3 所示。

### 二、地形与地貌

霍林河煤田地处大兴安岭南段脊部，是个山间盆地，四周为中低山峦所环抱，海拔标高 1100 ~ 1350 m。盆地内部地势较平坦，东北和西南两端为低丘陵，中间区段是开阔的平原，海拔标高一般在 930 ~ 980 m 之间。总观盆地，西南高东北低，海拔标高在 870 ~ 940 m 之间，比高 70 m 左右。

### 三、生态环境

霍林河为煤田附近的主要水系，发源于东南部罕山北麓，流经勘探区东缘，汇查格布达拉格河与矿区北部的季节小河和热木特河之后，向东北流出矿区，全长 250 km，在科右中旗高力板附近潜入地下。

本区河谷宽阔，河床平浅而多蛇曲。据位于该河下游的黑大庙水文站 1973 年 4—9 月份的观测资料，最大流量为  $1.0 \text{ m}^3/\text{s}$ ，最小流量为  $0.37 \text{ m}^3/\text{s}$ 。洪水位标高：在勘探区南部为 869.85 m，北部为 824.15 m。

霍林河草原是欧亚大草原的一部分，植物区系属于欧亚草原亚区，蒙古草原地区，东部蒙古亚地区范围。据初步统计，本区有种子植物 50 科 182 属 302 种，大多数为禾本科



图 1-3 霍林河矿区交通位置图

及菊科植物，如羊草、野古草等。其次为地下芽植物，约占 30.67%，属于这类的有百合科、莎草科大部种类及水麦冬科。再次是一年生植物，约占 12.33%，属于这类的植物有藜科、蓼科大部分种类及禾本科一些种类，如碱蓬、扁蓄蓼等。地上芽植物较少，占 5.67%，主要有兴安胡枝子、尖叶胡枝子等豆科植物。针茅是草原植被最典型的代表种，广泛分布于霍林河矿区，约占草原面积的 50%。

#### 四、霍林河矿区煤炭资源赋存及特点

##### (一) 煤层赋存条件

霍林河南露天煤矿含煤地层属于山间断陷盆地沉积，盆地东翼向西缓倾，含煤系地层被平行于地层走向的正断层所截断。煤层地质构造复杂、煤层多、断层发育、煤层倾角较大。

本区赋存有 24 个煤层，其中有 9 个可采煤层，4 个为主要可采煤层，5 个薄煤层，各可采煤层厚度、结构及发育特征见表 1-3。煤层倾角一般为  $5^{\circ} \sim 15^{\circ}$ ，局部煤层倾角高达  $20^{\circ}$  以上，例如 17 号煤层倾角最大为  $13^{\circ}$ ，21 号煤层倾角最大达到  $16^{\circ}$ ，其他煤层一般不

表 1-3 沙尔呼热露天区可采煤层特征表

层号	平均可采厚度/m	间距/m	结构	发育特征
6	8.93	30~50	较简单	主要发育在 F <sub>8</sub> 以南及 3~15 线间。中部局部发育较稳定
8	7.84		较复杂	局部可采, 发育范围小。厚度变化大, 中区 19 线处与 10 层合并
10	10.81	0~45	较简单	全区基本发育, 较稳定
11	6.92	北 25~50 南 15~20	较简单	主要发育 28 线以南及 9~25 线间, 中深部基本稳定, 浅部分叉尖灭
14	10.52	25~65	简单	全区发育稳定, 但在西侧沿走向有剥蚀或尖灭, 变薄为不可采
17	10.86	北 20~25 南 50~65	较简单	南部发育稳定, 北部分叉变薄
19	4.77	北 35~55 南 13~35	较复杂	主要发育于 F <sub>4</sub> 以西, 以东变薄尖灭, 17~25 线深部与 21 层合并
21	15.50	南浅 5~15 南深 15~35 北浅 35~45 北深 0~15	上部简单 下部复杂	全区发育, 27 线以南较稳定, F <sub>8</sub> 以北中深部厚度大, 深部分叉尖灭
24	5.02	北浅 2~25 北深 90~120 南 35~60	简单	全区发育稳定, F <sub>8</sub> 以北近西部有分叉、变薄、尖灭的趋势

超过 10°, 煤层赋存如图 1-4 所示。南露天煤矿倾斜薄煤层较多, 由于夹矸较多, 各煤层大部分为复合煤层, 加上纵横断层切割, 致使采煤工程难度较大。本区的主要可采煤层平均厚度在 10~15 m, 结构简单, 全区发育稳定; 而薄煤层厚度小, 结构复杂, 局部可采, 发育范围小。

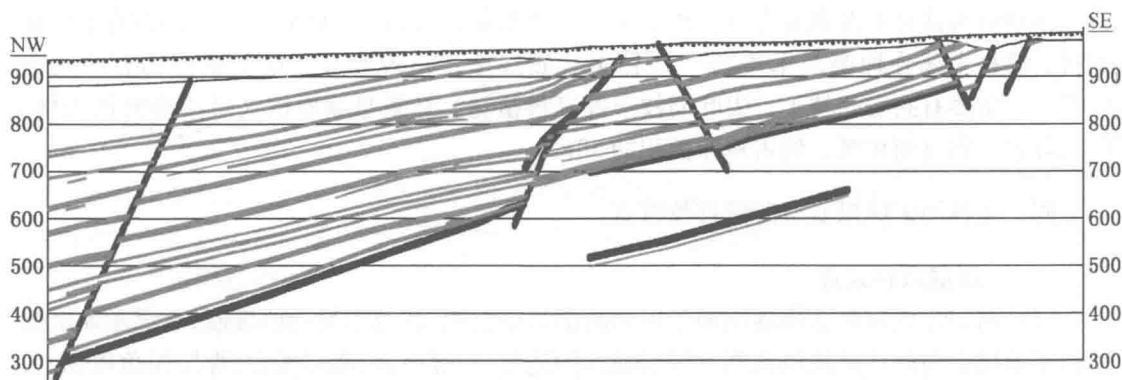


图 1-4 煤层赋存示意图

二露天区（扎哈淖尔露天区）有 11 个可采煤层，分别是 I A、II A、II B、II C、III A、III B、III C、IV A1、IV A、IV B、IV C 煤层，其中，II B、III B、IV C 为主采煤层。各可采煤层厚度，结构及发育特征见表 1-4。

表 1-4 扎哈淖尔露天区可采煤层特征表

煤层名称	煤层厚度/ m	煤层间距/ m	煤层结构		顶底板岩性		煤 层	备 注
	最小~最大	最小~最大	夹石 层数	夹矸厚度/ m	顶板	底板	可采性	
	平均	平均						
I A	0~9.32		1~2	>1	泥岩	粉砂岩	局部可采	
	2.97							
II A	0~4.59	40~11	2	0.4~0.8	泥岩	粉砂岩	局部可采	
	2.83							
II B	2.25~15.92	82	2~3	1.5	泥岩	粉砂岩	主要可采	
	8.12	2~35						
II C	0~6.4	16	1~2		粉砂岩	粉砂岩	局部可采	
	2.5	20~80						
III A	3.3~15.47	50	1~2		粉砂岩	泥岩	主要可采	
	8.93	0~65						
III B	1.72~27.23	27	2~4	0.1~0.5	粉砂岩	粉砂岩	主要可采	
	12.49							
III C	0~4.3	10~90	1~2	0.2~0.6	泥岩	粉砂岩	局部可采	
	2.16							
IV A1	0~3.8	34			泥岩	粉砂岩	局部可采	
	1.42	10~55						
IV A	0~13.05	18		>1	粉砂岩	泥岩	主要可采	
	4.49	0~100						
IV B	0~6.91	22			泥岩	粉砂岩	主要可采	合层最大 22.04 m
	2.5	0~80						
IV C	0~7.5	19		0.2~0.5	泥岩	粉砂岩	主要可采	合层最大 26.6 m
	4.5							

## (二) 工程地质

勘探区岩石矿物组成成分：粗屑岩、细屑岩、泥岩。粗屑岩（石子岩—中砂岩）主

要由粗面质凝灰岩、粗面岩和火山岩中的燧石碎屑组成，其次为长石、石英。细屑岩（细、粉砂岩）主要由长石碎屑组成，其次为火山凝灰岩屑，时含少量云母。泥岩主要由水云母、高岭石、蒙脱石等泥岩矿物组成。

岩石胶结特征与岩石物理力学的关系：凡碳酸盐呈基底式或溶蚀胶结的砂质岩石，硬度较大，抗压强度可达 24.5 ~ 49 kPa，但是呈孔隙式胶结时硬度较低，抗压强度约在 24.5 kPa。泥岩胶结的砂质岩一般比较疏松、易风化。自然状态下抗压强度一般小于 9.8 kPa。各可采煤层容重见表 1-5；岩石容重见表 1-6。

表 1-5 各可采煤层容重

煤 层	6	8	10	11	14	17	19	21	24
容重/(t·m <sup>-3</sup> )	1.24	1.23	1.29	1.32	1.30	1.32	1.29	1.27	1.30

表 1-6 岩 石 容 重

岩石类别	炭质泥岩	泥岩	粉砂岩	细砂岩	粗砂岩
容重/(t·m <sup>-3</sup> )	2.02	2.09	2.09	2.04	1.99

主要岩石含水率及孔隙度随埋藏深度的增加而明显降低。不同岩石含水率及孔隙度见表 1-7。

表 1-7 不同岩石含水率及孔隙度

岩石名称	强风化带		弱风化带		非风化带	
	含水率/%	孔隙度/%	含水率/%	孔隙度/%	含水率/%	孔隙度/%
粉砂岩	14.83	29.9	14.0	23.6	9.95	22.9
细砂岩	15.95	31.7	12.75	27.4	12.0	23.8

煤系地层的各种砂岩的胶结物大多为泥质和凝灰质，少量为钙质和铁质。凡碳酸盐呈基底或溶蚀胶结的砂质岩层，硬度较大，泥质胶结的砂质岩一般较疏松，易风化，自然状态下抗压强度一般小于  $9.8 \times 10^6$  Pa。

碳酸盐常呈结核体在煤层其顶底板出现，主要是菱铁矿结核，呈椭球状、铁饼状、球状，厚度一般不大于 0.5 m。总之，一般距地表 100 m 深度范围内的岩石，其抗压强度小于  $9.8 \times 10^6$  Pa。

在勘探区内北起 20 号勘探线，南至 38 号勘探线，西至 F<sub>4</sub> 和 F<sub>5</sub> 断层为界，东至 17 号煤层露头约 9 km<sup>2</sup> 的范围内，共打了 35 个工程孔，其中 22 个做了抗压强度试验（17 号煤层以上），13 个孔做了切割压力试验。试验结果见表 1-8 ~ 表 1-10。

表 1-8 抗压强度试验成果

抗压强度/ $10^7$ Pa	岩石代表 厚度/m	占岩石总 厚度/%	抗压强度 $9.8 \times 10^6$ Pa 单层厚度/m			最大厚度 所在钻孔
			最大 0.90	最小 0.10	平均 0.30	
0.98 ~ 1.47	12.43	0.57	最大 0.90	最小 0.10	平均 0.30	E <sub>30</sub>
1.47 ~ 1.96	3.62	0.17	最大 0.80	最小 0.60	平均 0.26	E <sub>26</sub> E <sub>30</sub>
1.96 ~ 2.45	3.23	0.15	最大 0.35	最小 0.11	平均 0.24	E <sub>24</sub> E <sub>26</sub>
> 2.45	1.18	0.05	最大 0.30	最小 0.10	平均 0.17	E <sub>24</sub>

表 1-9 几种主要岩石抗剪指标

岩 种	强 风 化 带		弱 风 化 带		非 风 化 带	
	内聚力/ ( $\text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$ )	内摩擦角/ ( $^{\circ}$ )	内聚力/ ( $\text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$ )	内摩擦角/ ( $^{\circ}$ )	内聚力/ ( $\text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$ )	内摩擦角/ ( $^{\circ}$ )
石子岩	2.60	27°30'	4.97	23°30'	17.10	22°10'
粗砂岩	3.57	31°15'	6.00	27°10'	6.73	25°54'
细砂岩	7.28	20°24'	12.55	21°45'	14.26	25°30'
粉砂岩	9.96	23°58'	12.65	25°21'	15.26	24°06'

表 1-10 不同等级的大于  $9.8 \times 10^6$  Pa 岩石压强普氏系数

等 级	最 大 值		最 小 值		平 均 值	
	压强/Pa	普氏系数 $f$	压强/Pa	普氏系数 $f$	压强/Pa	普氏系数 $f$
100 ~ 150	$1.46 \times 10^7$	2.7	$0.98 \times 10^7$	2.1	$1.15 \times 10^7$	2.4
150 ~ 200	$1.92 \times 10^7$	3.2	$1.36 \times 10^7$	2.8	$1.71 \times 10^7$	3.0
200 ~ 250	$2.31 \times 10^7$	3.6	$1.98 \times 10^7$	3.3	$2.09 \times 10^7$	3.4
250 以上	$4.07 \times 10^7$	5.1	$2.56 \times 10^7$	3.8	$3.20 \times 10^7$	4.4

从上述试验和实验孔的分布情况得出：抗压强度大于  $0.98 \times 10^7$  Pa 的岩石累计厚度有南部厚北部薄的趋势。17 号煤层赋存较深的钻孔，其累计厚度也相应增大；抗压强度大于  $0.98 \times 10^7$  Pa 的岩石，多位于或接近于煤层顶底板；抗压强度大于  $0.98 \times 10^7$  Pa 的岩石，绝大多数厚度较薄，赋存部位不一，无论在走向上，还是倾向上，相近各钻孔之间很难对比。抗压强度规律是 100 m 之内抗压强度小于 9.8 kPa，大于 9.8 kPa 少见。

岩石风干、遇水后的物理变化：根据试验成果，岩石的抗剪强度随埋藏深度的增加而增大。此规律由强风化带至弱风化带表现较明显，而在非风化带中则变化较小，趋近常数。

本区各岩种内摩擦角和内聚力普遍较高，加之有利的地质条件，构造简单，岩层倾向平缓，故不易产生大的滑坡。但疏松粗砂岩和砂砾岩，特别是蒙脱石化凝灰岩和凝灰胶结的各种砂岩，遇水后膨胀松软，将影响露天煤矿的边坡稳定。蒙脱石化凝灰岩和一些凝灰质胶结的砂岩类在饱水条件下，强度大大降低，多呈疏松状，极易产生滑坡。内摩擦角小于  $15^{\circ}$  的抗剪指标见表 1-11。



表 1-11 内摩擦角小于 15° 的抗剪指标

孔号	厚度/m	岩种	抗剪强度	
			内摩擦角/(°)	内聚力/(kg·cm <sup>-2</sup> )
1-7	186.0~192.40	泥岩	11°	11.8
3-19	182.9~189.3	细砂岩	13°	11.5
3-19	411.0~432.0	细砂岩及粗砂岩互层	13°30'	10
4-5	217.19~221.19	粉砂质泥岩	14°	31
5-15	432.15~434.55	粉砂岩	14°	17
17-3	90.8~101.20	细砂岩	14°	3.1
25-10	240.65~242.95	泥岩	12°40'	20
34-1	94.18~94.88	含砾粉砂质泥岩	12°	11.7
34-1	91.88~101.88	含砾粉砂岩	14°30'	18.5
34-3	108.16~113.56	粉砂质泥岩	13°	3.1

### (三) 水文地质

霍林河煤田为由周围老盘构成的中低山所环绕的盆地，因而煤田内、外含水层包括煤系风化带水、火山碎屑岩裂隙水以及第四系砂砾石含水层等，且均以大气降水为主要补给水源。第四系砂砾石含水层广布全区，大面出露在漫滩、山前平原地带，主要由细砂、砾石、砂砾石组成，单位涌水量 0.134~1.361 L/s·m。煤系风化带含水层 (J<sub>3</sub>-K<sub>1</sub>h<sub>3</sub>) 主要为粉砂岩、细砂岩及煤层孔隙，裂隙潜水，局部承压，主要为大气降水补给，单位涌水量 0.696~1.7 L/s·m。火山碎屑岩裂隙含水带 (J<sub>3</sub>) 分布甚广，主要为风化裂隙含水或构造裂隙带充水，含水程度受裂隙发育不同，具有明显的不均一性，往往呈条带状分布，就全区而言属裂隙潜水，直接受大气降水及上覆第四系含水层越流补给，单位涌水量最大可达 46.026 L/s·m，因此该含水层是本区良好的取水对象。

由于本区降水量小，且集中在 6 月、7 月、8 月三个月的时间内，蒸发量是降水量的三倍多，同时封冻期较长，这些构成地下水补给的不利因素。地下水排泄途径主要有两个方面：一是地下水的垂直蒸发，二是地面径流的水平排泄。霍林河与主要含水层建立了一定水力联系，是地下水的排泄因素。在洪峰期，对地下水有一定的补给作用。据吉林省给排水设计院 1975 年水源勘察报告，霍林河平均径流量 0.55 m<sup>3</sup>/s，最大径流量 6.62 m<sup>3</sup>/s，每年 12 月至第二年 3 月底封冻而断流，年平均径流深度 35 mm。

### (四) 煤质特征

褐煤是一种煤化程度较低的煤种，具有密度小、空隙度大、不黏结、化学反应性强、易氧化自燃、水分高、易风化碎裂、发热量较低、挥发性强、低硫、二氧化碳排放量大、湿度大、燃点低等特点。

#### 1. 物理特征

矿区煤颜色为褐-黑褐色，条痕为褐色或黄褐色，暗淡的沥青光泽，局部为沥青光泽；透镜状、条带状及线理状结构；层状构造，煤岩类型属于半暗-半亮型。

## 2. 化学性质

水分 ( $M_{ad}$ ): 原煤水分在 0.36% ~ 31.76% 之间, 平均为 17.04%; 其中沙区平均为 18.52%, 比另外两个勘探区高 1.52%。

灰分 ( $A_d$ ): 煤的灰分变化比较大, 从特低灰到富灰都有; 一般为中灰煤, 原煤灰分 6.34% ~ 39.68%, 平均为 23.45%。其中, 沙区平均为 24.55%, 比灰分最低的二露天区高 4.78%。在沙区内, 煤的灰分变化规律是南部较高, 北部较低, 浅部较高, 深部较低, 但由于北部煤层结构复杂, 采后商品煤含矸率高于南部。

挥发分 ( $V_{daf}$ ): 在 37.88% ~ 48.66% 之间, 平均为 43.42%。各个勘探区差别不大。

硫分 ( $S_{i,d}$ ): 本区煤中硫的含量较低, 褐煤中原煤在 0.08% ~ 1.68% 之间, 平均为 0.57%; 长焰煤中原煤硫在 0.12% ~ 0.49% 之间, 平均为 0.28%, 均为特低硫煤。

磷 ( $P_d$ ): 在 0.004% ~ 0.364% 之间, 平均为 0.052%; 属中—低磷煤。

灰成分:  $SiO_2$  含量最高, 其次为  $Al_2O_3$ 、 $CaO$ 、 $Fe_2O_3$  等。

灰熔点 (ST): 1010 ~ 1500 °C, 平均为 1310 °C。

## 3. 工艺性能

发热量 ( $Q_{b,ad}$ ): 褐煤的原煤弹筒空气干燥基发热量 12.72 ~ 27.12 MJ/kg, 平均为 18.65 MJ/kg。其中沙区的褐煤发热量为 17.15 MJ/kg, 二露天区的褐煤发热量为 20.16 MJ/kg, 西南部详查区的褐煤发热量为 18.83 MJ/kg。

二露天区长焰煤的原煤弹筒空气干燥基发热量 ( $Q_{b,ad}$ ) 在 14.36 ~ 24.50 MJ/kg 之间, 平均为 20.74 MJ/kg。

气化性能: 热稳定性为中等, 二氧化碳反应率大于 60%, 可作气化用煤。

液化性能: 焦油产率 3.64% ~ 11.22%, 属含煤—富油煤。

腐殖酸含量: 煤层露头的浅部风化带内腐殖酸含量 24% ~ 67%, 平均 38% ~ 60%, 经加工处理后可作化肥。中深部煤层腐殖酸含量一般为 10% 左右。

## 4. 煤的用途

该区煤炭以中灰煤为主, 中等发热量, 属于特低硫、低磷煤, 主要用途是火力发电和民用, 其次也可用于气化用煤等综合利用。

### (五) 储量

截止到 2008 年 12 月 31 日, 矿区内查明资源储量 12136.07 Mt。其中勘探区 331 资源储量 606.25 Mt、332 资源储量 3518.65 Mt、333 资源储量 6421.44 Mt, 334 资源储量 1589.73 Mt, 勘探区资源储量见表 1-12、西南详查区资源储量见表 1-13。

表 1-12 勘探区资源储量汇总表

煤 层	111b	122b	333	合 计
I A	0.72	3.72	3	7.44
II A	0.32	2.46	3.5	6.28
II B	25.18	49.46	46.02	120.66
II C	1.3	21.36	6.97	29.63
III A2	0	20.88	15.1	35.98