

黑岱沟露天煤矿 开采工艺的理论与实践

姬长生 马 军 编著



中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

黑岱沟露天煤矿开采工艺的理论与实践

姬长生 马 军 编著

赠:

中国矿业大学图书馆

书者

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书介绍了黑岱沟露天煤矿简况、露天开采工艺主要设计决定及其设计依据,通过对露天矿正式投产以来主要统计数据的解读,重点分析了露天煤矿各个开采工艺环节主要设备效率、原材料消耗、技术经济指标的运行情况,并对一些重要的生产指标最佳纪录进行了整理。本书可供从事露天开采事业的专业技术人员参考,也可作为从事露天开采专业学习的大学生课外参考书。

图书在版编目(CIP)数据

黑岱沟露天煤矿开采工艺的理论与实践/姬长生,
马军编著. —徐州:中国矿业大学出版社,2010.4

ISBN 978 - 7 - 5646 - 0655 - 8

I. ①黑… II. ①姬… ②马… III. ①煤矿开采:露
天开采—研究—准格尔旗 IV. ①TD824

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 068184 号

书 名 黑岱沟露天煤矿开采工艺的理论与实践
编 著 姬长生 马 军
责任编辑 张怡菲 郭 玉
责任校对 杜锦芝
出版发行 中国矿业大学出版社
(江苏省徐州市解放南路 邮编 221008)
营销热线 (0516)83885307 83884995
网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com
排 版 中国矿业大学出版社排版中心
印 刷 淮安市亨达印业有限公司
经 销 新华书店
开 本 787×960 1/16 印张 15.25 插页 8 字数 300 千字
版次印次 2010 年 4 月第 1 版 2010 年 4 月第 1 次印刷
定 价 68.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

前 言

人类在向地球索取固体矿物的开采方法中,主要依赖于露天开采和地下开采两种方法,其中露天开采方法索取的矿物产量约占80%~90%。露天开采方法相对于地下开采的优越性主要体现在产量规模大,资源回收率高,作业安全性好,劳动生产率高,经济效益显著等方面。

建国初期至1980年,我国露天矿山开采工艺系统主要以单斗铲—铁道运输工艺为主,积累了丰富的经验和数据。1980年以后,我国进入改革开放时期,露天开采工艺系统也发生了巨大的变化,由过去以单一的单斗铲—铁道运输工艺为主逐步转向了以综合开采工艺系统为主的露天开采工艺新时代。特别是大型露天开采工艺设备制造能力的提升,极大地推动了露天开采工艺技术的革命,2007年神华集团准格尔能源有限责任公司黑岱沟露天煤矿产量达到25.50 Mt,使得我国露天煤矿单坑产量规模首次突破了25.00 Mt/a。为了总结改革开放以来我国露天煤矿开采工艺系统应用的理论与实践经验,神华集团准格尔能源公司委托中国矿业大学对其建矿以来的开采工艺理论与实践进行总结。

黑岱沟露天煤矿是目前我国国内实际生产规模第一个超过20.00 Mt/a的露天煤矿,也是国内采用当今世界露天开采工艺系统最全的露天煤矿。该矿目前采用的综合开采工艺系统包括轮斗铲—带式输送机连续工艺、单斗铲—卡车间断开采工艺、单斗铲—卡车—半固定破碎站—带式输送机半连续开采工艺以及拉斗铲直接倒堆合并式开采工艺系统。在黑岱沟露天煤矿正式投入生产以来的近20年中,积极探索,努力实践,为我国露天开采事业积累了宝贵的技术数据和生产管理实践经验。

本书主要介绍了黑岱沟露天煤矿简况、露天开采工艺系统主要设计决定、露天矿综合开采工艺各个环节积累的经验数据的分析和对比,例如设备的年生产能力、出动率、实动率、故障率等因素,主要设备生产能力与设计生产能力的对比。为便于不同量级设备之间的横向对比,作者提出了挖掘机的单位斗容生产能力这一相对评价指标,以便综合分析不同斗容的挖掘机在单位时间内所完成的工作量;提出了用单位载重能力的运输功来衡量不同载重卡车的年运输能力的相对指标,以便于横向比较不同载重能力的卡车单位时间内牵引力所做功的

大小;分析了主要设备能力与季节变化的关系,发现采掘、运输设备生产能力受气候条件影响较大,穿孔设备生产能力与气候关联度不大。作者期望通过对黑岱沟露天煤矿统计数据的分析与总结,为我国从事露天采矿事业的科技工作者和露天煤矿的发展、建设提供新的数据支持。

参与本书编著工作的还有中国矿业大学的关明亮工程师,博士研究生张振芳、孙金龙、李敏,硕士研究生姚国栋、周爽、张宏捷、李远、余长超,神华准格尔能源有限责任公司总工程师郭昭华,科技信息处处长池君洲、王永旺,神华准格尔能源有限责任公司露天矿副矿长王平亮,生产调度部副经理刘玉福,准格尔能源有限责任公司资产管理中心经理祁占义,选煤厂厂长武国平、李金山,露天矿调度室主任王振,露天矿王桂林,准格尔能源有限责任公司行政环保处郑雪峰,设备维修中心王凯,准格尔能源有限责任公司计划发展部董泰等。

准格尔能源有限责任公司、露天矿、设备维修中心、财务部门的许多未能一一列举姓名的同志为本书的编著提供了大量数据支持,在此表示衷心的感谢!

感谢神华集团准格尔能源有限责任公司各部门的大力支持!感谢多年来为我国露天煤矿事业辛勤耕耘的奋斗在露天开采的第一线的同仁!

作者

2010年3月于徐州

目 录

前言	1
1 黑岱沟露天煤矿概况	1
1.1 概况	1
1.2 位置与交通	2
1.3 自然地理	3
1.4 露天矿主要工程及开采现状	6
1.5 开采工艺简介	8
2 黑岱沟露天煤矿设计简介	11
2.1 设计简介	11
2.2 主要设计决定	11
3 开采工艺系统及作业环节	20
3.1 系统概况	20
3.2 工艺环节	20
4 黑岱沟露天煤矿开采程序	100
4.1 采区划分	100
4.2 开采顺序	101
4.3 拉沟位置	101
4.4 采区过渡	106
4.5 煤层开采	109

5 煤炭输送、储存与加工	112
5.1 原煤生产系统	112
5.2 毛煤储煤场	114
5.3 煤炭洗选	118
6 辅助环节	121
6.1 防排水	121
6.2 露天矿供电	129
7 边坡稳定	134
7.1 工程地质条件	134
7.2 计算方法的选择	135
7.3 采掘场边坡稳定	136
7.4 排土场边坡稳定	138
7.5 拉斗铲台阶的边坡稳定	138
8 水土保持与环境保护	141
8.1 水土流失现状及防治情况	141
8.2 矿区开发建设过程水土流失预测	142
8.3 水土保持治理措施	145
8.4 环境保护	149
9 土地复垦工程	153
9.1 排土场工程复垦	153
9.2 排土场生物复垦	155
9.3 土地复垦效益分析	157
10 黑岱沟露天煤矿统计数据分析	164
10.1 采剥量	164
10.2 成本及效益分析	168
10.3 设备效率分析	187
10.4 安全情况	226

10.5 选煤厂情况	228
11 最佳纪录	232
11.1 国内开采工艺系统最全	232
11.2 国内单坑年产量最大	232
11.3 国内首台拉斗铲	232
11.4 国内首次大规模抛掷爆破	232
11.5 最佳纪录	233
参考文献	235
后记	236

1 黑岱沟露天煤矿概况

1.1 概况

黑岱沟露天煤矿隶属神华集团准格尔能源有限责任公司,是国家“八五”计划期间重点项目准格尔项目一期工程三大主体工程之一,是我国自行设计、自行施工的特大型露天煤矿。1990年开工建设,1996年投入试生产,1999年正式移交生产。

1988年10月,东北内蒙古煤炭工业联合公司沈阳煤矿设计院编制了《准格尔项目一期工程初步设计——黑岱沟露天煤矿说明书》,设计生产能力12.00 Mt/a,服务年限115 a;总投资157 148.30万元,吨煤投资130.96元,达产时吨煤成本25.23元,矿建工程量62.6 Mm³,全矿在籍总人数2 892人,全员效率19.29 t/工,生产工人效率21.60 t/工。

2003年6月,中煤国际工程集团沈阳设计研究院编制了《神华集团准格尔能源有限责任公司黑岱沟露天煤矿拉斗铲工艺技术改造初步设计说明书》(以下简称《技改设计》),将原设计能力由12.00 Mt/a提高到20.00 Mt/a。2006年矿山实际年生产能力为23.76 Mt,首次达到并超过《技改设计》能力。露天矿扩建后达到年产原煤20.0 Mt规模时,全员效率为66.53 t/工。扩建工程建设投资96 163.94万元(外汇7 231.33万美元),其中设备购置77 543.11万元,安装工程5 854.74万元,土建工程2 391.74万元,工程建设其他费用2 578.84万元,基本预备费用5 302.11万元,建设期贷款利息2 493.40万元。扩建后原煤吨煤成本43.80元。

黑岱沟露天煤矿位于准格尔煤田中部,距神华准格尔能源有限公司9.8 km,北距呼和浩特120 km,西距鄂尔多斯市135 km,南距平朔矿区225 km,均有二级公路相通。大准(大同—准格尔)电气化铁路直通露天煤矿,呼准(呼和浩特—准格尔)铁路现正兴建,交通运输十分便利。

露天煤矿设计开采范围42.36 km²,境界内可采原煤储量14.98亿t,煤质为低硫(<0.5)、低磷(<0.05)、高灰熔点、较高挥发分和较高发热量的长焰煤,

是良好的动力用煤,被誉为“绿色煤炭”。

1.2 位置与交通

1.2.1 位置

准格尔煤田位于内蒙古自治区鄂尔多斯市准格尔旗东部。其范围东起煤层露头,西至6号煤层600 m底板等高线,东西宽21 km,北至煤层露头,南至黄河之滨,南北长65 km,面积1 022 km²。煤田范围内有准格尔旗所辖四镇四乡(东孔兑镇、薛家湾镇、魏家峁镇、马栅镇、窑沟乡、哈岱高勒乡、海子塔乡、长滩乡)。煤田北部隔黄河与内蒙古自治区呼和浩特市托克托县、清水河县相邻,东部、南部分别与山西省偏关县、河曲县相邻,西南部与山西省府谷县相邻,西部与鄂尔多斯市达拉特旗、东胜区和伊金霍洛旗相接。地理坐标为东经111°10′~111°25′,北纬39°25′~39°59′,见图1-1。

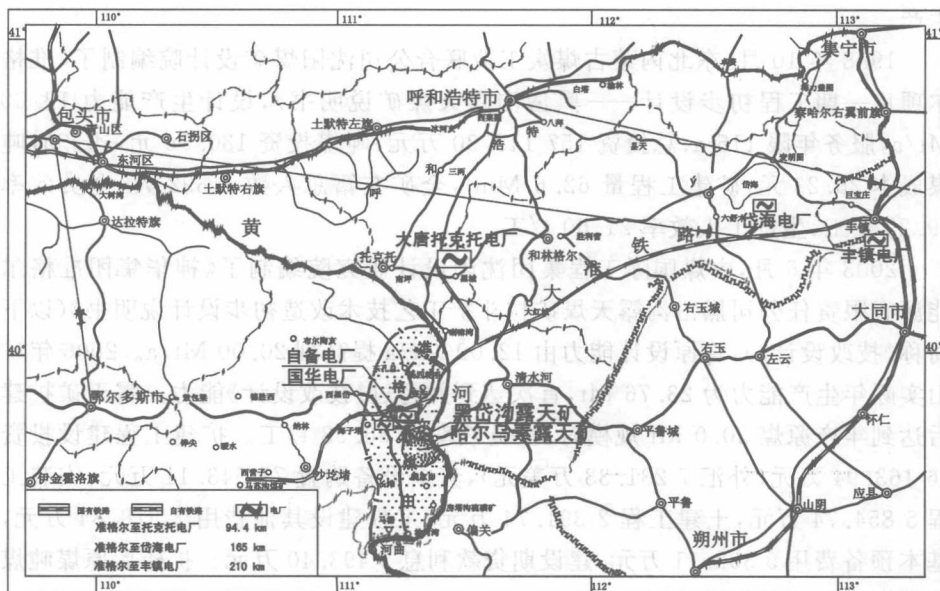


图1-1 黑岱沟露天煤矿交通位置图

1.2.2 交通

薛家湾镇是准格尔旗政府和神华集团准格尔能源有限责任公司所在地,位于煤田北部中间位置,北距呼和浩特市127 km,东南距黄河万家寨水利枢纽工程49 km,西距鄂尔多斯市120 km。均有二级、三级公路相通。大(同)准(格

尔)电气化铁路全长 264 km,向东与大(同)秦(皇岛)线接轨;准(格尔)东(胜)铁路东起大准铁路薛家湾站,西接包(头)神(木)铁路巴图塔站,全长 145 km。将要修建的准(格尔)河(曲)铁路,与神(木)朔(州)铁路、朔(州)黄(骅港)铁路相连,全长 84 km。矿区内公路、铁路交通已形成网络,交通十分方便。

1.3 自然地理

1.3.1 地形地貌

本区为鄂尔多斯高原的一部分,整个煤田被广厚的黄土所掩盖,厚度大,部分为风积沙覆盖。由于风蚀、水流向源侵蚀造成黄土高原的复杂地形地貌,沟谷纵横交错,树枝状的冲沟十分发育,原始黄土高原地貌被肢解得支离破碎。自北向南呈近东西的主要沟谷有:大路沟、孔兑沟、小鱼沟、窑沟、龙王沟、黑岱沟、哈尔乌素沟、罐子沟,以及煤田西缘呈北南方向的十里长川沟等。沟谷多呈放射状分布,向源侵蚀为主。横断面多呈 V 字形,深沟之中多有泉水涌出,形成溪流。雨季山洪暴发,流量大而历时短促。

全区地形西北高东南低,最高处见于煤田北部孔兑沟上游分水岭,海拔标高 1 365.5 m,最低处在煤田南端马栅乡的毫米疙瘩一带,海拔标高 870 m,相对高差为 495.5 m,一般高程在 1 100~1 300 m。

1.3.2 水文

黄河是煤田北、东、南缘的最大地表水体。煤田东缘黄河峡谷段长约 98 km,比降 1.33‰,河宽 100~300 m,水深平均 2~3 m,流速平均不大于 2 m/s。煤田北缘黄河水位标高最高 990.67 m,最低 984.52 m,年平均 987.04~987.98 m。煤田东缘黄河水位标高最高 950.67~953.09 m,最低 944.67~947.09 m。黄河万家寨水利枢纽工程建成后,煤田东缘黄河水位上升到 980 m,水位回至前房子、喇嘛湾一带。黄河最大流量 5 310 m³/s,最小流量 39.8 m³/s,最大年平均流量 1 390 m³/s,最小年平均流量 392 m³/s,多年平均流量 778 m³/s。最大流量多出现在 8、9 月份,其中 9 月份占最大流量出现年份的 32%,最小流量多出现在冬、春季节,其中 5、6 月份占最小流量出现年份的 33%。黄河多年平均含沙量 6.67 kg/m³,年平均输沙量 1.51 亿吨,其中 7 月至 10 月份输沙量占全年的 82%,12 月至 2 月份占全年的 0.8%。泥沙粒径平均 0.034 3 mm。

煤田其他地表水系属于黄河支流,多数是季节性河流。

龙王沟位于煤田北部区,长度 28 km,中上游河床宽度 100~300 m,下游较窄,最窄处宽度 5 m,流域面积 270 km²。年平均流量 0.39 m³/s,年径流量 12.29 Mm³,年输沙量 2.50 Mt。1986 年 7 月,实测一次降雨最大流量 180

m^3/s , 雨后流量很快降到 $0.2 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

黑岱沟是煤田南、北区的分界河流, 长度 23 km , 流域面积 261 km^2 。年平均流量 $0.37 \text{ m}^3/\text{s}$, 年径流量 11.70 Mm^3 , 年输沙量 2.30 Mt 。

十里长川位于煤田西部边界附近, 由北向南流经海子塔和长滩后向西南汇入皇甫川流入黄河, 河流长约 60 km , 流域面积 644 km^2 (西岸支流已出煤田范围), 最大流量 $619 \text{ m}^3/\text{s}$, 最小流量 $157 \text{ m}^3/\text{s}$, 年径流量 38.64 Mm^3 , 是煤田内最大河流, 属于非季节性河流。

1.3.3 气象

准格尔煤田位于半干旱地区, 属于大陆性半干燥气候。总的气候特点是冬季寒冷, 夏季炎热, 春秋两季气温变化剧烈, 昼夜温差大。降水量较小, 蒸发量较大, 常有春旱现象。雨水多集中在 $7\sim 9$ 月, 占全年降水量的 $60\%\sim 70\%$ 。

20 世纪 $50\sim 80$ 年代, 最高气温 $39.4\text{ }^\circ\text{C}$ (1955 年 7 月 23 日), 最低气温 $-34\text{ }^\circ\text{C}$ (1954 年 2 月 28 日)。年平均气温 $5.3\sim 8.2\text{ }^\circ\text{C}$, 多年平均气温在 $7\text{ }^\circ\text{C}$ 左右。1 月平均气温 $-10.8\sim -12.9\text{ }^\circ\text{C}$, 7 月平均气温在 $29\text{ }^\circ\text{C}$ 左右。

年降水量 $231\sim 634.7 \text{ mm}$, 多年平均 408 mm 。月最大降水量 247.5 mm 。日最大降水量 96 mm (1959 年 8 月 3 日)。1 小时最大降水量 44 mm (1979 年 6 月 29 日)。10 分钟最大降水量 19.8 mm (1981 年)。一次最大降水量 88.1 mm , 延时 25 小时 54 分 (1973 年 8 月)。最长连续降水日数分别为 7 d 和 8 d , 降水量分别为 74 mm (1977 年 9 月 12 日 $\sim$ 18 日) 和 37.1 mm (1979 年 7 月 27 日 $\sim$ 8 月 3 日)。

年蒸发量 $1\,824.7\sim 2\,896.1 \text{ mm}$, 多年平均在 $2\,100 \text{ mm}$ 左右。蒸发量是降水量的 5 倍。最热月平均蒸发量 357.9 mm , 最冷月平均蒸发量 31.9 mm 。最热月平均相对湿度 60.4% , 最冷月平均相对湿度 54.5% 。

结冰期为 10 月中旬至翌年 4 月下旬, 约 200 d 。最大冻土深度 $1\,500 \text{ mm}$ 。积雪厚度 $2\sim 15 \text{ cm}$, 无霜期约 150 d 。初霜日一般在 9 月 30 日左右, 终霜日在 5 月 7 日左右。

煤田内受季风影响, 冬、春季多风, 春季多为 $4\sim 6$ 级, $3、4$ 月份为大风期。风向以西风为主, 冬季有西北风, 夏季有偏东、偏南和东南风。近地面大气受地形起伏的影响, 会出现风向不定的现象。最大风速 24 m/s 。全年超过 17 m/s 风速的天数约 28 d 。年平均风速 2.3 m/s 。全年日平均风速不小于 8 m/s 的天数为 $1\sim 13 \text{ d}$, 瞬间风速不小于 17 m/s 的天数为 $14\sim 29 \text{ d}$ 。年平均扬沙日 32.8 d , 年平均沙暴日 15.2 d , 年平均雷暴日 41.8 d 。

进入 20 世纪 90 年代, 气候有所变化。1991 至 1999 年, 气温有不同程度逐年偏高的趋势, 各季节气温差异逐年减少, 年平均气温 $8.1\text{ }^\circ\text{C}$ 。1991 年 8 月出

现 31.0°C 的历史平均气温最高值,形成夏季持续高温干旱的现象。1994年4月至6月中旬气温偏高。1997年6月下旬至9月上旬,出现持续高温,最高气温 37.8°C 。年平均降水量 391.2 mm ,年平均蒸发量 $1\,926\text{ mm}$,年平均相对湿度 54.9% 。一般冬季降水少,春季基本正常,夏季均有不同程度的干旱现象。

1991年降水主要集中在4月至6月,而8月份降水量仅为 26.8 mm ,9月份为 16.1 mm 。1993年全年降水量仅为 262.1 mm ,其中3月至5月份降水量仅为 14.3 mm ,8月15日至10月份降水量为 38 mm ,出现春、夏、秋季连续干旱现象。1994年4月至6月中旬降水量较少,出现严重的春旱现象。1997年8月份降水量仅为 22.4 mm ,9月份为 10.6 mm ,全年降水量只有 271.4 mm 。1999年六、七月份降水量只有 68.8 mm ,8月份后半月降水量为 64.7 mm ,出现伏天大旱现象。20世纪90年代每年6月至8月份有不同程度的洪涝和冰雹现象,且90年代初,冰雹灾害严重。1993年无霜期 132 d ,比正常年少 12 d 。9月18日凌晨降霜,出现百年不遇的早霜冻害现象。90年代大风日数与80年代相比减少近4成,并有逐年递减的趋势,年平均风速 14.7 m/s 。1991年至1999年的9年中出现过3次沙尘暴。

2000年,准格尔旗年平均气温 8.0°C ,与历年相比,冬季气温偏低,夏季气温偏高。7月9日至28日,日最高气温在 30°C 以上,7月20日最高气温 38.1°C ,9月至10月气温偏高。年降水量只有 251.1 mm ,其中1月至2月降水量 23.5 mm ,6月至8月降水量 183.6 mm ,7月份降水量只有 31.5 mm ,8月10日一次降雨 62.5 mm ,8月28日薛家湾东部窑沟乡遭强冰雹侵袭。3月至5月,出现7次扬沙天气,12次沙尘暴。

2001年,准格尔旗年平均气温 8.8°C ,全年各月气温均偏高。年降水量 340.4 mm ,1月偏多,2月偏少,4月正常,5月 3.1 mm ,6月 6.3 mm ,7月偏少,8月偏多,6月至8月 202.6 mm ,8月16日至19日1次连续降水 100.3 mm ,9月至10月偏多,11月至12月偏少。全年大风日数 6 d ,最大风速 12.7 m/s (3月5日),年平均风速 1.4 m/s ,风向以西北风为主,7月出现 9 m/s 东北风(7月3日),9月出现 5.7 m/s 东南风(9月7日)。全年日照时数 $2\,876.8\text{ h}$ 。

1.3.4 地震

据国家地震局地震地质大队(77)地鉴字153号文《关于内蒙准格尔煤田范围地震基本烈度意见》,喇嘛湾以北,包括黑城河口镇为八度区,喇嘛湾以南包括前房子、宽滩为七度区。

1.4 露天矿主要工程及开采现状

黑岱沟露天煤矿初步设计由东北内蒙古煤炭工业联合公司沈阳煤矿设计院于1988年10月完成,中国统配煤矿总公司和国家能源投资公司于1989年4月以[89]中煤总基字第146号文件批准。该工程1990年7月开工,1996年7月竣工试生产,1999年10月国家正式验收,投入生产。至2008年末累计生产煤炭154.79 Mt,完成剥离量715.66 Mm³。

初步设计生产能力12.0 Mt/a,服务年限115 a。可采煤层为6号复煤层,总厚度28.8 m;煤质为特低磷、低硫、中灰、高灰熔点长焰煤;煤层倾角<10°。露天矿开采范围平均走向长度7.86 km,平均宽度5.39 km,总面积42.36 km²。可采储量为1 497.7 Mt,全区总剥离量8 021.67 Mm³,全矿平均剥采比5.36 m³/t,一期生产剥采比为4.7 m³/t。

建设期完成基建工程量71.84 Mm³,设备工作总容量64 769 kW,变压器容量2×40 000 kVA,年耗电量143.770×10⁶ kW·h,吨煤耗电量11.97 kW·h。输电线路总长度79 692 m,通信线路总长度14 589 m。工业建筑体积384 932.4 m³,民用建筑面积118 937.0 m²。占地面积14 817亩。矿山设计全员劳动生产率20 t/工。至2002年底完成总投资33.46亿元,吨煤投资278.8元,实际到货设备2 252台(套),其中引进设备到货679台(套),露天矿主要设备见表1-1。

至2002年年底(编制《技改设计》时),露天矿已形成+1260、+1245、+1230、+1215、+1200、+1185等6个剥离台阶和6_上、6_中、6_下三个采煤台阶。剥离运输已形成西部和东部两个系统,外部东排土场、西排土场、北排土场均已启用。东排土场形成+1260、+1240、+1220三个工作平盘。北排土场形成+1245、+1230、+1215、+1200、+1185五个工作平盘。采煤形成6_上、6_中、6_下三个工作台阶,延深水平已到+1155水平,运煤系统已形成。

至2008年底,露天矿共有+1260、+1245、+1230、+1215、+1200、+1185、+1170等7个剥离台阶(其中前4个为黄土台阶、后3个为岩石台阶)和6_上、6_中、6_下三个采煤台阶。外排土向阴湾排土场排弃,内排土主要向+1160、+1185、+1215和+1245水平排弃,当年总排弃量51.01 Mm³。

表 1-1 2002 年底黑岱沟露天煤矿主要设备表

序号	设备名称	规格型号	数量	制造厂家
1	履带运输车	T355	2 台	德国克虏伯公司
2	轮斗挖掘机	C3100ZG	4 台	德国克虏伯公司
3	皮带车 A	BRs1400	4 台	德国克虏伯公司
4	皮带车 B	BRs1400	2 台	德国克虏伯公司
5	漏斗车	B=1.4 m	4 台	德国克虏伯公司
6	滑槽漏斗车	B=1.8 m	2 台	德国克虏伯公司
7	电缆车	B=1.4 m	4 台	德国克虏伯公司
8	卸料车	U1800	2 台	德国克虏伯公司
9	排土机	ARs1800	2 台	德国克虏伯公司
10	带式输送机	B=1.4 m	4 条	德国克虏伯公司
11	带式输送机	B=1.8 m	5 条	德国克虏伯公司
12	牙轮钻机	DM—H	2 台	美国英格索兰公司
13	牙轮钻机	YZ—35B	1 台	衡阳有色金属机械厂
14	牙轮钻机	KY—250A	2 台	江西采矿机械厂
15	牙轮钻机	KY—200	1 台	江西采矿机械厂
16	牙轮钻机	KY—150A	1 台	江西采矿机械厂
17	炮孔填塞机	TS11	3 台	常州矿山机械厂
18	单斗挖掘机	395B	5 台	美国 B—E 公司
19	单斗挖掘机	PH2800	1 台	美国 P&H 公司
20	单斗挖掘机	WK—10B	4 台	太原重型机器厂
21	154 t 自卸卡车	630E	58 台	美国小松德莱赛公司
22	108 t 自卸卡车	SF3102	24 台	湘潭电机厂
23	履带推土机	D375A2	8 台	日本小松公司
24	履带推土机	D10N	8 台	美国卡特公司
25	轮式推土机	834B	6 台	美国卡特公司
26	履带推土机	SH320	10 台	上海彭浦机械厂
27	履带推土机	D8N	3 台	美国卡特公司
28	前装机	988B	5 台	美国卡特公司
29	铲运机	631E	4 台	美国卡特公司
30	平路机	16G	9 台	美国卡特公司
31	压路机	SD217D	1 台	洛阳建筑机械厂

续表 1-1

序号	设备名称	规格型号	数量	制造厂家
32	压路机	BW217D—11	1 台	洛阳建筑机械厂
33	洒水车	BQ392AS60	3 台	本溪重型汽车厂
34	洒水车	KS—15	4 台	温州冶金机械厂
35	洒水车	ASS144GSS	2 台	鞍山市汽车改装厂
36	铍油乳化炸药车	ANF0—15	3 台	长治矿山机械厂
37	移动变电站	5 000 kVA	11 台	加拿大培顿库克公司
38	移动变电站	3 150 kVA	2 台	加拿大培顿库克公司
39	移动变电站	2 500 kVA	2 台	加拿大培顿库克公司
40	移动开关柜	6 kV 400 A	40 台	加拿大培顿库克公司
41	移动变电站	3 150 kVA	1 台	内蒙煤机厂
42	移动变电站	2 500 kVA	1 台	内蒙煤机厂
43	半移动式破碎站	Q=2 500 t/h	2 台	美国 MMD 公司
44	带式输送机	DX 型	4 条	唐山冶金矿山机械厂

1.5 开采工艺简介

1.5.1 黄土层开采工艺

黑岱沟露天煤矿初步设计黄土层的开采工艺选用轮斗挖掘机—带式输送机—排土机连续开采工艺。上部黄土平均厚度 49.5 m, 每年开采量 $1.915 \times 10^7 \text{ m}^3$ 左右。工作面划分为四个黄土台阶, 第一个台阶为组合台阶, 高 19 m 左右, 第二~第四台阶高 10~12 m, 每 2 个台阶为一组形成两套系统。每个系统中两个台阶分别有 2 台轮斗挖掘机采装(单台设计理论能力 $3\,100 \text{ m}^3/\text{h}$), 物料经皮带车转至带宽 1.4 m 的带式输送机, 再经端帮转至干线带宽 1.8 m 的带式输送机, 运至排土机(理论能力 $6\,200 \text{ m}^3/\text{h}$)排弃。

1.5.2 煤层顶板以上的岩石开采工艺

煤层顶板以上的岩石开采工艺选用单斗—卡车间断开采工艺。该工艺系统是自煤层顶板露煤, 水平分层开采, 台阶高度 15 m, 采掘带宽度 20 m。岩石穿孔爆破后, 采用斗容 $25 \sim 32 \text{ m}^3$ 单斗挖掘机采装, 154 t 电动轮自卸卡车运输。初期岩石全部外排, 卡车自工作面经工作帮和端帮移动坑线运往外排土场, 待坑内形成一定空间后开始内排。2007 年下半年, 国内引进的第一台拉斗铲投入试运行, 也是我国大型露天矿首次采用拉斗铲直接倒堆工艺, 主要用于煤层顶板以

上约 45 m 厚的岩石台阶剥离,并实行抛掷爆破进行岩石的采前准备,当年完成剥离量 1.37 Mm^3 ,抛掷爆破的有效抛掷量达到 2.10 Mm^3 ;2008 年拉斗铲系统完成剥离量 21.62 Mm^3 ,其中抛掷量 6.91 Mm^3 ,有效抛掷率 31.66%。

图 1-2 为露天矿达到设计产量第三年(2007 年),即拉斗铲达到设计能力时总平面布置图。

1.5.3 煤层开采工艺

煤层的开采工艺选用单斗—卡车开采工艺。根据煤层埋藏特征和煤质条件,将煤层划分为三个分台阶,自上而下分别为:

第一分台阶为 $6_{\text{上}}$ 台阶,包含 6_{I} 、 6_{II} 、 6_{III} 分煤层,煤质较差,台阶高 0~12 m;

第二分台阶为 $6_{\text{中}}$ 台阶,由 6_{IV} 分煤层构成,煤质较好,台阶高 10~15 m;

第三分台阶为 $6_{\text{下}}$ 台阶,由 6_{V} 、 6_{VI} 分煤层构成,煤质较差,台阶高 6 m。

煤层的开采方法采用顶板露煤、倾斜分层、分层开采、分采分运。煤台阶穿孔爆破后由 14 m^3 单斗挖掘机采掘,装载 108 t 卡车。装煤卡车自工作面经坑内移动坑线运往地面煤破碎站,经破碎后由两条带式输送机运往选煤厂加工。