

煤矿巷道底鼓 围岩破坏探测评价

——北疆活动性构造地质煤矿为例

芮勇勤 才庆祥 肖 让 杨保存 王云堂 王 成 编著



东北大学出版社
Northeastern University Press

国家自然科学基金地区科学基金项目 (51168042)
塔里市大学校长基金重点培育项目 (TDZKPY201401)
国家重大核电建设项目 (红沿河核电站取水导流工程)
国家自然科学基金重点科学基金项目 (51034005)
新疆生产建设兵团科技支疆项目 (2012AB009, 2012BA005)

煤矿巷道底鼓围岩破坏探测评价

——北疆活动性构造地质煤矿为例

芮勇勤 才庆祥 肖 让 杨保存 王云堂 王 成 编著

东北大学出版社

• 沈 阳 •

© 芮勇勤 才庆祥 肖 让 杨保存 王云堂 王 成 2015

图书在版编目 (CIP) 数据

煤矿巷道底鼓围岩破坏探测评价: 北疆活动性构造地质煤矿为例 / 芮勇勤等编著.
— 沈阳: 东北大学出版社, 2015. 11
ISBN 978-7-5517-1140-1

I. ①煤… II. ①芮… III. ①煤矿开采—巷道围岩—底板隆起—岩体破坏形态—探测—评价 IV. ①TD322

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 269172 号

内 容 提 要

本书针对北天山褶皱系准噶尔弧形构造带西翼中煤矿生产出现运输大巷底鼓、运输回风巷道底顶边帮隆鼓严重破坏, 特别是因底鼓而造成巷道报废和影响矿山后续安全开拓开采情况, 开展一系列研究: 煤矿井田与地质特征, 井田开拓与煤矿技术改造, 构造应力分布环境巷道锚杆支护, 巷道围岩应力与松动破坏区, 巷道围岩松动破坏测试分类, 巷道底鼓围岩松动破碎探测技术, 探地雷达巷道底鼓松动破坏探测方案, 副立井井底调度硐室松动破坏探测解译, 主斜井、暗斜井巷道松动破坏探测解译, 0403 回风、运输巷道松动破坏探测解译, 0404 回风巷道松动破坏探测解译, 副立井辅助运输巷道松动破坏探测解译, 0402 回风、运输巷道松动破坏探测解译, 巷道底鼓围岩破坏补强措施。本书成果在工程中进行广泛应用, 还需深入研究; 同时开展的研究可供相关领域工程技术人员教学、研究学习参考。

出 版 者: 东北大学出版社

地址: 沈阳市和平区文化路 3 号巷 11 号 110004

电话: 024—83687331 (市场部) 83680267 (社务室)

传真: 024—83680180 (市场部) 83680265 (社务室)

E-mail: neuph@neupress.com Web: <http://www.neupress.com>

印 刷 者: 沈阳市第二市政建设工程公司印刷厂

发 行 者: 东北大学出版社

幅面尺寸: 185mm × 260mm

印 张: 16.25

字 数: 402 千字

出版时间: 2015 年 11 月第 1 版

印刷时间: 2015 年 11 月第 1 次印刷

责任编辑: 潘佳宁

责任校对: 铁 力

封面设计: 刘江旸

责任出版: 唐敏志

ISBN 978-7-5517-1140-1

定 价: 55.00 元

前 言

北天山褶皱系准噶尔弧形构造带西翼,南邻玛依勒-扎依尔褶皱带巴尔鲁克-谢米斯台褶皱带聚煤盆地,下侏罗统八道湾组区域性含煤组在活动性断裂长期作用影响下,地层发生扭曲和小错断活动,煤矿生产出现运输大巷底鼓、运输回风巷道底顶边帮隆鼓严重破坏,特别是因底鼓而造成巷道报废和影响矿山后续安全开拓开采,沿用已有的底鼓控制理论和技术难以解决巷道底鼓问题。

和布克赛尔县和什托洛盖 137 团煤矿矿部如图 1,现场图如图 2 至图 8。



图 1 和布克赛尔县和什托洛盖 137 团煤矿矿部



图 2 运输大巷底鼓(路梯隆起倾斜、铁道路基倾斜底隆)

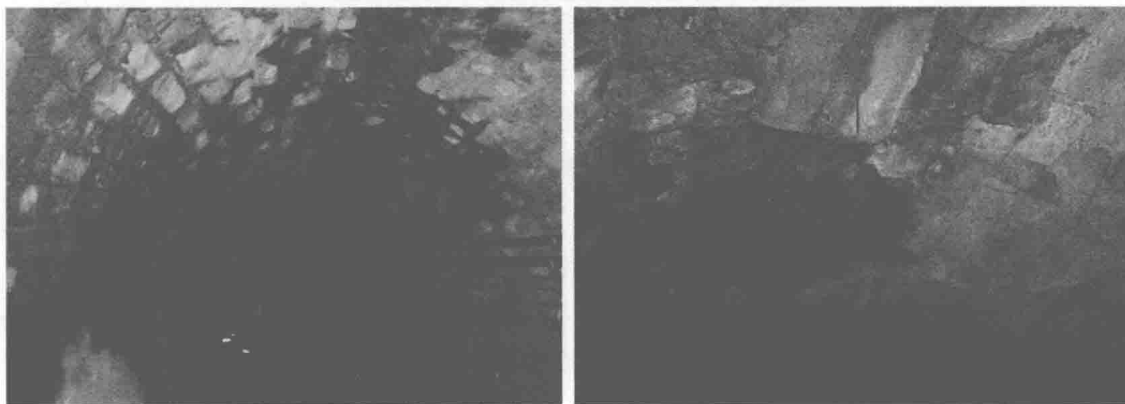


图 3 运输大巷底鼓巷道衬砌渗水和开裂掉块与盐絮



图4 运输巷道底鼓边帮破坏、顶板开裂锚网补强处理

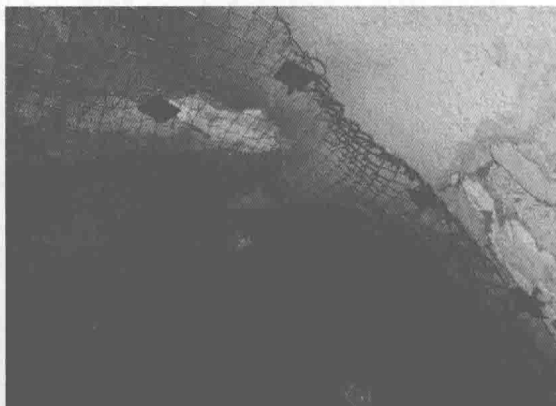


图5 运输巷道底鼓边帮顶板破坏喷浆锚网补强处理



图6 运输巷道底鼓边帮顶板衬砌偏压开裂



图7 运煤巷道底鼓边帮顶板严重挤压破坏（被迫停产处理）



图8 回风巷道底鼓边帮顶板挤压变形至严重破坏(行人无法站立)

为此,开展活动性构造地质条件巷道围岩应力环境及承载结构破坏现象的调查、检测与分析,研究巷道底鼓力学原理,开展活动性构造地质条件巷道底鼓影响因素的数值分析,研究活动性构造地质条件巷道底鼓控制关键技术和建立活动性构造地质条件组合承载结构耦合稳定原理及底鼓控制新途径、新方法。

项目研究的意义和必要性如下。

(1) 巷道底鼓主要有挤压流动性底鼓、遇水膨胀性底鼓、剪切错动性底鼓和挠曲褶皱性底鼓。

①挤压流动性底鼓。巷道由于掘进和采动引起的作用在顶板和两帮的高应力压力向底板传递,由于底板岩体受到传递来的高应力压力作用而发生弯曲、褶皱、离层等流变,底板岩体沿着滑移面被挤入巷道内,随着底板岩体被挤入巷道内的位移量增大,巷道底鼓越来越严重。

②遇水膨胀性底鼓。这类底鼓绝大多数发生在底板岩层中含有大量的膨胀性黏土矿物如蒙脱石、高岭石、伊利石等巷道,这些黏土矿物因吸水而发生岩体膨胀性增大鼓入巷道内而发生底鼓。

③剪切错动性底鼓。当巷道底板为完整岩层且厚度大于 $1/3$ 巷道宽度时,在较高岩层应力作用下底板通常发生剪切破坏,形成楔块岩体后,在水平应力挤压下产生错动而使底板鼓出。

④挠曲褶皱性底鼓。这类底鼓通常是层状的底板岩体在平行于层理方向的应力作用下,向巷道内产生挠曲褶皱而发生的底鼓。

(2) 尽管底鼓的产生是复杂多变的,但其产生的机理主要有两个方面:在高应力的作用下,底板岩体承载力不足,岩体产生整体剪切破坏;底板岩体吸水膨胀。其主要影响因素如下。

①开采深度、底板围岩的强度和性质、水理作用、采动压力及围岩所处的应力环境都是导致巷道底鼓产生的原因。

②只有当巷道侧帮集中压力超过底板岩体极限承载力时,底板岩体才会产生整体塑性剪切破坏,向巷道内挤出,发生底鼓。

③底板岩体的承载力是决定巷道是否发生底鼓的主要因素，底板承载力越高，越不易发生底鼓；底板承载力就越低，越容易发生底鼓。底板承载力的大小取决于底板岩体的黏聚力、内摩擦角、容重，侧帮集中压力的作用宽度以及巷道底板所承受的平均压力。

④巷道发生底鼓，其膨胀位移与底板围岩的黏聚力、内摩擦角成反比关系，即膨胀位移越小，黏聚力、内摩擦角越大；与渗水半径成正比关系，渗水深度越大，底鼓就越严重。

(3) 在煤矿生产中，几乎所有回采巷道都会出现不同程度的底鼓，尤其随着近些年来煤炭开采逐渐走向深部，进而应力相应增大，巷道底鼓问题日趋突出严重，从而暴露出很多影响煤矿安全生产的问题。底鼓是煤矿井巷中经常发生的一种动力现象，它与围岩的性质、矿山压力、开采深度及地质构造等直接相关。在巷道顶、底板位移量中，人们已经能够将顶板下沉和两帮移近控制在某种程度内，所以大约有 2/3 是由于底鼓引起的。这类问题给活动性构造地质条件矿井，特别是构造应力影响矿井的建设和生产带来极大的困难。底鼓使巷道变形、断面变小，影响通风、运输，制约矿井安全生产。可见，有效地解决活动性构造地质条件巷道底鼓问题，并将研究成果应用于工程实践，对类似煤矿巷道底鼓破坏围岩控制具有重要的推广应用价值和指导意义。

在本书的编写过程中，借鉴了一些相关的技术设计、现场管理和软件应用，受益匪浅，在此深表感谢！

特别感谢东北大学资源与土木学院、长沙理工大学公路工程地质灾害研究所、中国矿业大学矿业学院、塔里木大学水利与建筑工程学院、湖南科技学院给予的支持和帮助。

同时，对周基博士、邓国瑞博士、袁臻博士、刘锋博士、朱蛟硕士、刘威硕士、李英娜硕士、李超硕士、陈明苹硕士、刘一虎硕士、王建硕士、MURTADA AWAD IPRAHIM ABDALLHA 硕士、AL JARMOUZI A A A ABDULLAH 硕士等在本书编写过程中所给予的帮助，在此一并表示感谢！

最后，希望《煤矿巷道底鼓围岩破坏探测评价——北疆活动性构造地质煤矿为例》一书能给予广大读者启迪和帮助。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中难免存在疏漏和错误之处，恳请读者不吝赐教与指导。

编著者于望湖苑

2015 年 11 月 18 日

目 录

第 1 章 煤矿井田与地质特征.....	1
1.1 交通位置.....	1
1.2 地形地貌.....	1
1.3 地表水体.....	1
1.4 气象及地震.....	1
1.5 煤田开发.....	1
1.6 地质构造.....	3
1.7 煤层及煤质.....	4
1.8 瓦斯及其他.....	6
1.9 水文地质.....	6
第 2 章 井田开拓与煤矿技术改造.....	9
2.1 井田境界及储量.....	9
2.2 安全煤柱的留设.....	9
2.3 矿井设计生产能力及服务年限.....	10
2.4 井田开采影响.....	10
2.5 开拓方案的选择.....	11
2.6 水平划分.....	11
2.7 大巷布置与开采顺序.....	12
2.8 煤炭及辅助运输方式的比较及选定.....	12
2.9 采区布置及装备.....	12
2.10 煤矿技术改造.....	17
第 3 章 国内外巷道底鼓围岩破坏研究.....	35
3.1 掘进对底板岩层稳定性的影响.....	35
3.2 巷道结构工作特性.....	35
3.3 构造应力影响作用下底板岩层抗弯刚度的变化.....	38
3.4 巷道围岩承载结构的数值分析.....	38
3.5 构造应力巷道变形特点.....	40
3.6 锚喷支护力学分析和破坏形态.....	41
3.7 锚喷支护设计施工原则.....	43
3.8 巷道底鼓的防治措施.....	45
3.9 巷道支护衬砌的主要类型.....	46
3.10 复合式衬砌结构设计.....	49
3.11 国内重大工程中同类技术的研究应用案例.....	51
第 4 章 构造应力分布环境巷道锚杆支护.....	53
4.1 全球构造应力场的分布特点.....	53
4.2 中国构造应力场的分布特点.....	54
4.3 构造应力场中煤巷锚杆支护表现特征.....	56
4.4 构造应力作用下巷道顶板的破坏形式.....	57
4.5 构造应力作用下锚杆支护作用.....	57

4.6	构造应力作用下锚索的剪切破坏	59
4.7	构造应力场中锚杆支护措施	60
第5章	巷道围岩应力与松动破坏区	61
5.1	无压巷道围岩重分布应力	61
5.2	有压巷道围岩重分布应力计算	64
5.3	弹性力学方法	64
5.4	弹塑性力学方法	66
5.5	几种弹塑性力学方法比较	67
5.6	数值分析法	67
第6章	巷道围岩松动破坏测试分类	69
6.1	岩体物理参数的影响	69
6.2	围压(地应力)的影响	70
6.3	巷道几何形状的影响	70
6.4	巷道松动圈测试方法	70
6.5	巷道围岩松动圈的分类	71
6.6	围岩松动圈判别	72
第7章	巷道底鼓围岩松动破碎探测技术	73
7.1	国内外巷道底鼓围岩松动破碎研究	73
7.2	探地雷达探测原理与方法	75
7.3	超声波测试原理与方法	82
7.4	围岩松动圈超声波测试与探地雷达探测成果认证	83
7.5	围岩松动圈探测与数值模拟结果认证	85
7.6	巷道围岩超声波检测	87
7.7	锚杆钻孔岩层探测	87
7.8	水患巷道泥质岩体弱化作用	88
第8章	探地雷达巷道底鼓松动破坏探测方案	95
8.1	准备工作	95
8.2	雷达天线频率选择	95
8.3	测试参数选取	95
8.4	探测测线布置	95
第9章	副立井井底调度硐室松动破坏探测解译	99
9.1	副立井井底调度硐室变形破坏	99
9.2	副立井井底调度硐室围岩松动破坏探测成果	100
第10章	主斜井、暗斜井巷道松动破坏探测解译	103
10.1	主斜井、暗斜井巷道变形破坏	103
10.2	主斜井、暗斜井巷道松动破坏探测成果	107
第11章	0403回风、运输巷道松动破坏探测解译	161
11.1	0403回风、运输巷道变形破坏	161
11.2	0403回风、运输巷松动破坏探测成果	162

第 12 章	0404 回风巷道松动破坏探测解译	193
12.1	0404 回风巷道变形破坏	193
12.2	0404 回风巷道松动破坏探测成果	194
第 13 章	副立井辅助运输巷道松动破坏探测解译	205
13.1	副立井辅助运输巷道变形破坏	205
13.2	副立井辅助运输巷道松动破坏探测成果	206
第 14 章	0402 回风、运输巷道松动破坏探测解译	229
14.1	0402 回风、运输巷道变形破坏	229
14.2	0402 回风、运输巷道松动破坏探测成果	229
第 15 章	巷道底鼓围岩破坏补强措施	235
15.1	及时支护改善围岩的应力状态	235
15.2	主动适应围岩变形与充分发挥围岩支撑能力	235
15.3	锚网梁支护施工	238
15.4	巷道底鼓围岩破坏补强措施	239
15.5	巷道围岩稳定支护模式	242
15.6	巷道围岩稳定支护分析	244
第 16 章	研究展望	246
主要参考文献		248

第 1 章 煤矿井田与地质特征

1.1 交通位置

新疆和布克赛尔县和什托洛盖 137 团煤矿位于和布克赛尔蒙古自治县和什托洛盖镇，是兵团第七师 137 团下属企业，行政区划属塔城地区和布克赛尔蒙古自治县管辖。煤矿位于和什托洛盖镇西北 3km 处，距乌尔禾 59km，距克拉玛依市 158km，井田至和什托洛盖镇有简易公路相通，交通较为方便。地理坐标：东经： $85^{\circ}58'06'' \sim 85^{\circ}59'25''$ ，北纬： $46^{\circ}31'41'' \sim 46^{\circ}32'50''$ 。

1.2 地形地貌

137 团煤矿井田位于西准噶尔和什托洛盖盆地中部，和布克河西岸侵蚀阶地上，地貌形态为剥蚀残丘区，和布克河在井田东侧 300 ~ 600m 处，河床标高 820m，是本区域的最低侵蚀基准面。矿区地势东北高、西南低，海拔高程 830 ~ 880m，高差 50m。东部有一南北向带状残留阶地，平均海拔高程 875m，中南部阶地剥蚀殆尽，地形较平坦，平均海拔高程 840m。

1.3 地表水体

井田内地表无常年性水流，也无山泉出露，夏季暴雨形成的暂时性洪流由东北向西南顺沟快速排泄出矿区后，汇入和布克河。

1.4 气象及地震

井田为典型的大陆性气候，冬季严寒，夏季酷热，气候干燥多风，冬季降雪不多，夏季降雨量少，年降水量在 100 ~ 200mm，年平均蒸发量 1770mm。年均气温 5°C ，6-8 月的最高温度 35°C ，12 月至次年 2 月最低气温在 -30°C 以下，每年 11 月封冻，次年 3 月解冻，冻土深 1.20m，无霜期 150d。井田多风，以西北风为主，最大风力 5 ~ 8 级。

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306—2001)，该区地震动峰值加速度为 0.05g，地震动反应谱特征周期为 0.40s。对应的地震基本烈度为 VI 度。

1.5 煤田开发

井田范围内自 1957 年以来，先后建井多达十几个，后因所采煤层浅部资源枯竭，煤矿改扩建等原因而相继关闭，只剩下现生产井：137 团煤矿技改井。现生产井始建于 1991 年，1998 年投入生产。现生产井已形成完整的开拓系统，建有主立井、副斜井、风井 3 个井筒。

(1) 主立井、副斜井及风井井口均位于 I、II 勘探线之间，主立井位于井田中央，副斜井位于井田北部，风井位于井田中央偏北，共 3 个井口。

(2) 主立井：位于井田中部，于 1991 年建井，1998 年建成，井口坐标 $X: 5156526.809$ ； $Y: 29421465.589$ ； $H: 847.434\text{m}$ 。井筒断面为圆形，井壁为混凝土支护，净直径 3m，井深 197m，装备 1t 载人箕斗，单钩提升，钢丝绳罐道。

(3) 副斜井：位于井田北部，于 1991 年建井，1998 年投产出煤，井口坐标 $X: 5157119.142$ ；

Y : 29421512.428; H : 853.435m。井筒断面为半圆拱形, 净宽 2.4m, 净高 2.4m, 井筒斜长 596m, 井颈段为混凝土支护, 井颈以下为锚杆支护, 倾角 $18^{\circ} \sim 31^{\circ}$, 井底标高为 +647.5m。井筒内设台阶、扶手, 铺设 15kg/m 轨道, 轨距 600mm。

(4) 风井: 位于井田中部偏北, 井筒断面为圆形, 直径 2.2m, 井口标高 +850.35m, 井深 76m。通风系统为中央并列式, 机械抽出式通风。采煤方法为房柱式, 煤电钻打眼, 爆破落煤。最低开采标高: +650m。主采 A_3 、 A_4 煤层, 其余各煤层没有开采。根据生产井调查, 现有矿坑系统涌水量约 $205\text{m}^3/\text{d}$ 。+671m 水平瓦斯相对涌出量 $5.83\text{m}^3/\text{t}$, 绝对涌出量 $0.270\text{m}^3/\text{min}$ 。二氧化碳相对涌出量 $5.83\text{m}^3/\text{t}$, 绝对涌出量 $0.270\text{m}^3/\text{min}$ 。 A_3 、 A_4 煤层的自燃倾向性等级为 II 级, 自燃发火期为 3~5 个月。井田内有多处小窑开采遗迹, 都分布在关闭和生产矿井的地表浅部, 一般采深约 80m, 开采 A_3 、 A_4 煤层。137 团煤矿为《新疆煤炭工业“十五”结构调整规划》中规划的和布克赛尔县七号井, 规划生产能力 9 万 t/a, 目前进行的技改由原来生产能力 9 万 t/a 向 45/60 万 t/a 扩建, 将于 2015 年完成。煤矿生产井及废井调查一览表见表 1.1。

表 1.1 生产井及废井调查一览表

井 名	废井六	废井四	废井三	废井三	废井二	技改井
项 目	(原 2 号斜井)	(137 团煤矿老井)	(原 0 号斜井)	(原 0 号付井)	(137 团煤矿老井)	(主立井)
井口位置						
纵坐标 X/m	5157013	5157571	5157206	5157033	5157150	5156526
横坐标 Y/m	29420893	29421930	29422299	29422336	29422243	29421465
标高 H/m	855.665	874.019	844.696	840.345	845.988	847.434
构造位置	背斜南翼	背斜两翼	背斜南翼	背斜南翼	背斜南翼	背斜南翼
开采煤层	A_3	A_3 、 A_4	A_3	A_3 、 A_4	A_3	A_3 、 A_4
井 型	斜井	斜井	斜井	斜井	斜井	立井
井 深/m	165	80	60	95	80	197
主巷长度/m	450	200	100	165	105	向东 400
支护情况	主井筒风井块石 水泥发箍锚杆支护	水泥发箍 圆木	裸巷	裸巷	水泥发箍 圆木	水泥发箍 31m 后锚杆
建井日期	1986 年	1999 年	1982 年	1988 年	1988 年	1991 年
停采及原因	资源枯竭	无证停产	瓦斯爆炸	资源枯竭	资源枯竭	正在生产
开采方式	房柱式	房柱式	房柱仓储式	房柱式	房柱仓储式	房柱式
产量/万 t	3	1	1	1	1	9
产 状	$172^{\circ} \angle 14^{\circ}$	$171^{\circ} \angle 12^{\circ}$	$180^{\circ} \angle 12^{\circ}$	$121^{\circ} \angle 8^{\circ}$	$177^{\circ} \angle 14^{\circ}$	$177^{\circ} \angle 25^{\circ}$
煤层厚度/m	A_3 2.5~3.11 A_4 1.95~2.47	A_3 2.7~2.8 A_4 2.1~2.3	A_3 1.70	A_3 1.75~2.30	A_3 1.70~2.30	A_3 纯煤 3.83 A_4 纯煤 1.85
瓦 斯%	0.03 低瓦斯	0.03 低瓦斯	0.02 低瓦斯	0.02 低瓦斯	0.03 低瓦斯	0.1~0.2
水文筒况/ (m^3/d)	20	井内无水	7	井内无水	10	250
照 明	矿灯	矿灯	矿灯	矿灯	矿灯	矿灯、防爆灯
通 风	机械式通风	机械式通风	机械式通风	机械式通风	机械式通风	机械式通风
事故情况			1999 年瓦斯爆炸死亡 3 人			
回采率/%	30	30	30~40	30	30~40	40~50

(5) 水源: 矿区东部有自北向南流过的和布克河, 此河由于受加音塔拉水库的调节, 其下游为季节性河流, 仅在洪水期时河水可大量补给地下水。据资料: 在此河中、上游沿岸阶地上, 可凿岩成井, 水位埋深 3.25~14m, 单位涌水量 $0.44 \sim 1.02\text{L}/(\text{s} \cdot \text{m})$ 。和布克河水其水化学类型为 $\text{HCO}_3\text{--SO}_4\text{--CaNa}$ 型, 溶解性总固体(矿化度) $443.20\text{mg}/\text{L}$, 总硬度 $250.2(\text{CaCO}_3, \text{mg}/\text{L})$, 氯离子含量 $29.1\text{mg}/\text{L}$, 硫酸根离子含量 $134.5\text{mg}/\text{L}$, pH 值 7.70, 依

照《生活饮用水卫生标准》中的有关规定,感官指标、化学指标等规定项目的测试结果均符合标准要求,水质较好,为良好的供水水源,水量充足,运距约 1km,可以满足煤矿生产和生活用水。

1.6 地质构造

(1) 矿区地层。矿区位于北天山褶皱系准噶尔弧形构造带西翼,托里—和什托洛盖凹陷中段,南邻玛依勒—扎依尔褶皱带,北为巴尔鲁克—谢米斯台褶皱带。从晚三迭系早中侏罗系时期开始,随着盆地两侧褶皱带不断上升遭受剥蚀,凹陷带持续均匀沉降,接收了一套陆相含煤碎屑岩建造沉积,成为聚煤盆地,下侏罗系八道湾组即为当时形成的区域性含煤组。区域地层属天山—兴安岭地层区—西准噶尔分区—玛依勒山地层小区,出露的地层有泥盆系中统呼吉尔斯特组、下石炭统和布克河组、侏罗系下统八道湾组、三工河组、中统西山窑组、头屯河组、下第三系始新—渐新统乌伦古河组和上第三系中新统塔西河组、第四系上更新—全新统地层。侏罗系下统八道湾组和中统西山窑组为区域性含煤组,地层呈东西向带状分布,第四系松散沉积物呈不规则面状分布。

(2) 矿区构造。矿区位于和什托洛盖新生代拗陷盆地中段北部的和什托洛盖复式向斜中,该复式向斜由北而南由和丰煤矿向斜、沙布其很哑布尔背斜、博尔托洛盖向斜组成,矿区主体在沙布其很哑布尔背斜东南部附近的南翼,沙布其很哑布尔背斜呈北东 80° 左右的方向延伸 12km,是一北陡南缓的不对称背斜,北翼倾角 $38^{\circ} \sim 48^{\circ}$,南翼倾角多在 20° 以内,南部达 30° 。核部为侏罗系下统八道湾组,两翼为三工河组,南翼还有西山窑组、头屯河组的地层。和什托洛盖复向斜中断裂构造不发育,但区域内有数条东西向盆地基底断裂,部分基底断裂具长期活动性,受其影响,其上对应的侏罗系盖层局部发生扭曲和小的错断。

(3) 井田地层。老至新为下侏罗系八道湾组、下侏罗系三工河组、第四系上更新统一全新统冲洪积层。

①下侏罗系八道湾组。为井田内的含煤地层,在井田北部出露,并沿北东—南西向展布。虽在地表出露不全,但结合岩性特征和区域资料可知,该组地层为一套湖沼相含煤碎屑岩沉积。根据地质报告提供资料,依据岩性、岩相、含煤性特征,将八道湾组划分为两个岩性段,自上而下分为泥质粉砂岩段、含煤段。

(a) 泥质粉砂岩段:呈近南北走向出露在井田东中部,连续沉积于下部含煤段之上,主要岩性为灰色、褐灰色泥质粉砂岩、粉砂质泥岩互层夹中粗砂岩、砂砾岩,中下部夹有 2 层炭质泥岩,岩层中水平层理发育,为一套湖泊相为主的沉积,根据已施工的 ZK101 钻孔可知,该段厚度 $> 240\text{m}$ 。

(b) 含煤段:出露在井田东部,呈南北走向分布,大部分被第四系覆盖,岩性为灰色、灰黄色粉砂岩、泥质粉砂岩、粉砂质泥岩、泥岩夹细中粗砂岩、砂砾岩、炭质泥岩、煤层;岩层中含有植物碎片碳化体、为一套湖滨相—泥炭沼泽相的含煤碎屑沉积,根据已施工的钻孔可知厚 251m。本段含 0.30m 以上的煤层(点)11 层,矿区 0.30m 以上的煤层平均纯煤总厚 11.07m,其中编号煤层 7 层,由下至上为 $A_1 \sim A_7$,编号煤层 7 层平均纯煤总厚 9.08m。

该段下部的 A₃、A₄、A₇ 煤层，是井田的主要可采煤层。

②下侏罗系三工河组。在井田东南部小面积出露，并沿南北向展布。该组地层为一套湖沼相碎屑岩沉积，在地表出露不全，根据 ZK101 钻孔资料，该组地层厚度 > 80m。

③第四系上更新统一全新统。井田内第四系广泛分布，大部分的八道湾组含煤组地层被第四系冲洪积层覆盖，主要由灰色、灰黄色、褐灰色的亚黏土、亚砂土、砂砾石、卵石堆积而成，最大厚度 8m。

(4) 井田构造。井田位于沙尔其很哑布尔背斜的南翼，受背斜总体延伸的控制，井田煤岩层呈微偏东南 (170° 方向) 倾的单斜，倾角 16° ~ 22°，深部倾角变缓 10° ~ 15°，有活动性构造运动。

1.7 煤层及煤质

(1) 煤层。井田内钻孔控制 0.30m 以上的煤层 11 层，其中可采、局部可采煤层 6 层，可采煤层厚度最小值 1.17m，最大值 3.66m。井田内 0.30m 以上的煤层平均总厚度 11.07m，井田内八道湾组的平均厚度 491m，含煤系数为 2.2%。井田内编号煤层 7 层，自下而上编号为：A₁ ~ A₇，其中 A₁、A₃、A₄、A₅、A₆、A₇ 共 6 层局部或全区可采煤层，A₂ 煤层为不可采煤层。现分层叙述如下。

(a) A₇ 煤层：该煤层位于八道湾组含煤段中上部，有 4 个控煤点，4 个见煤点，4 点可采，煤层厚度 1.17 ~ 1.39m，平均 1.32m。可采厚度 1.17 ~ 1.39m，平均可采厚 1.32m，变异系数为 8.6%，属稳定煤层。煤层结构较简单，不含夹矸。煤层全区可采，顶板为粗砂岩、泥质粉砂岩，底板为泥质粉砂岩。与 A₆ 煤层层间距 2.4 ~ 4.8m，平均 3.6m。

(b) A₆ 煤层：位于 A₇ 煤层之下，有 2 个控煤点，2 个见煤点，2 点可采，煤层厚度 0.98 ~ 1.45m，平均 1.22m。可采厚度 0.98 ~ 1.45m，平均可采厚 1.22m，变异系数为 27%，属全区可采的较稳定煤层。煤层结构简单，不含夹矸。顶板为泥质粉砂岩，底板为泥质粉砂岩。与 A₅ 煤层的层间距 10.8 ~ 11.0m，平均 10.9m。

(c) A₅ 煤层：位于 A₆ 煤层之下，有 2 个控煤点、2 个见煤点，1 点可采。煤层厚度 0.59 ~ 0.92m，平均 0.76m。可采厚度 0.92m，平均 0.92m，变异系数 31%，属不稳定的局部可采薄煤层，不含夹矸。煤层结构简单，顶板为粗砂岩，底板为泥质粉砂岩，与下部 A₄ 煤层层间距 10.01 ~ 11.80m，平均 10.91m。

(d) A₄ 煤层：位于 A₅ 煤层之下，可采厚度 1.95 ~ 2.72m，平均 2.07m，变异系数 11%，属稳定全区可采煤层，含 1 ~ 2 层夹矸，夹矸厚度 0.36 ~ 0.62m，平均 0.49m，夹矸岩性为泥质粉砂岩、泥岩。煤层顶板为泥质粉砂岩、底板为泥质粉砂岩，与 A₃ 煤层层间距 3.8 ~ 5.9m，平均 4.85m。

(e) A₃ 煤层：位于 A₄ 煤层之下，煤层可采厚度 2.13 ~ 3.11m，平均 2.55m。变异系数 14%，属全区可采稳定中厚煤层，含 1 ~ 3 层夹矸，夹矸厚度 0.10 ~ 0.40m，平均 0.27m，夹矸岩性为泥质粉砂岩、含炭泥岩。煤层顶板泥质粉砂岩，底板为泥质粉砂岩、含炭泥岩。

井田可采煤层特征见表 1.2。

表 1.2 可采煤层特征表

煤层号	全层厚度/m	可采厚度/m	层间距/m	夹矸层数	结构	数据统计		可采性指数	稳定性	可采范围	可采程度		顶、底板及夹矸岩性		
	两极值	两极值	两极值			标准差	变异系数/%				最低水平/m	顶板	底板	夹矸	
	平均值(点数)	平均值(点数)	平均值(点数)												
A ₇	<u>1.17 ~ 1.39</u> 1.32 (4)	<u>1.17 ~ 1.39</u> 1.32 (4)	<u>2.4 ~ 4.8</u> 3.6(2)	无	较简单	11.35	8.6	1.00	较稳定	全矿区	350	粗砂岩、泥质粉砂岩	泥质粉砂岩		
A ₆	<u>0.98 ~ 1.45</u> 1.22 (2)	<u>0.98 ~ 1.45</u> 1.22 (2)	<u>10.8 ~ 11.00</u> 10.9(2)	无	较简单	32.94	27	1.00	较稳定	全矿区	350	泥质粉砂岩	泥质粉砂岩		
A ₅	<u>0.59 ~ 0.92</u> 0.76 (2)	<u>0.59 ~ 0.92</u> 0.76 (2)	<u>10.01 ~ 11.8</u> 10.91(2)	无	较简单	23.56	31	0.50	较稳定	局部可采	全矿区	350	粗砂岩	泥质粉砂岩	
A ₄	<u>1.97 ~ 3.74</u> 2.93 (8)	<u>1.97 ~ 2.69</u> 2.42 (8)	<u>3.8 ~ 5.9</u> 4.85(2)	0 ~ 1	简单	26.62	11	1.00	较稳定	全矿区	300	泥质粉砂岩	泥质粉砂岩	泥质粉砂岩、泥岩	
A ₃	<u>2.39 ~ 4.11</u> 2.78 (9)	<u>2.13 ~ 3.13</u> 2.58 (9)	47.5	2 ~ 3	简单	36.12	14	1.00	较稳定	全矿区	300	泥质粉砂岩	泥质粉砂岩、含炭泥岩	泥质粉砂岩、含炭泥岩	

(2) 煤质。

①煤的物理性质。根据地质报告提供资料：各煤层煤的物理性质基本相同，煤呈黑色，断口或节理均不明显，煤层呈条带状结构、水平层理状结构，断口为贝壳状，煤的视相对密度在 1.28t/m³~1.48t/m³。其中：A₇平均值为 1.34m³/t；A₆平均值为 1.30m³/t；A₅平均值为 1.30m³/t；A₄平均值为 1.30m³/t；A₃平均值为 1.34m³/t。各煤层视相对密度统计见表 1.3。

表 1.3 编号煤层容重成果统计表

样品编号	工程名称	采样深度/m	煤层号	视密度/(t/m ³)
069-106MA-015	ZK101	428.52-429.68	A ₇	1.34
069-106MA-016	ZK101	432.68-434.15	A ₆	1.30
069-106MA-018	ZK101	458.40-461.60	A ₄	1.28
069-106MA-004	ZK101	314.81-315.77	A ₄	1.32
A ₄ 统计值 = $\frac{\text{极小值} - \text{极大值}}{\text{平均质(点数)}}$				$\frac{1.28-1.32}{1.30(2)}$
069-106MA-005	ZK101	327.20-329.25	A ₃	1.33
069-106MA-020	ZK101	469.22-471.75	A _{3下}	1.34
069-106MA-019	ZK101	466.67-467.45	A _{3下}	1.36
A ₃ 统计值 = $\frac{\text{极小值} - \text{极大值}}{\text{平均质(点数)}}$				$\frac{1.33-1.36}{1.34(3)}$

各煤层的宏观煤岩组分，以亮煤为主，丝炭次之，镜煤少量，宏观煤岩类型为半亮煤—光亮型煤。煤的镜下显微组分中，以镜质体为主，含量在 69.1%~82.4%之间，平均为 72.2%。镜质体以无结构基质镜质体和碎屑镜质体为主，基质镜质体油浸反射色为浅灰色。惰质体次之，含量一般在 17.6%~30.7%之间，平均为 25.5%；主要是丝质体和半丝质体，还有部分碎屑惰质体，油浸反射色为白色，突起较高。壳质体少量，含量一般在 0.2%~2.0%之间，平均为 1.16%。主要是小孢子体，呈蠕虫状分布，煤的矿物含量在 11.8%~27.4%之间，平均 18.62%，无机组分中黏土矿物占 93%左右，它们呈浸染状分布。另有少量的碳酸

盐类矿物,碳酸盐类矿物为方解石脉。各煤层煤的显微类型均为镜质煤。从煤的显微组分来看,镜质体和惰质体相加含量很高,肉眼观察煤层时,多见有炭化的植物叶片及树片残体,炭化的植物根。煤层的顶底板岩层及伪顶底炭质泥岩中均含有大量的炭化植物碎片,由此说明成煤的原始物质为高等植物,煤层的成因类型为腐植煤类。煤的镜质体反射率在 0.28%~0.47%之间,平均为 0.39%,其变质程度为 0 阶段。

②各煤层的工业分析。

(a) 水分:各煤层的原煤水分含量一般在 4.96%~7.38%之间,平均为 6.08%;精煤水分含量一般在 4.26%~7.40%,平均为 5.20%。均属于长焰煤的正常含量区。

(b) 灰分:各煤层原煤灰分产率一般在 12.93%~30.46%之间,平均为 20.34%,A₃、A₄、A₅、A₆ 四层煤为中灰煤,A₇ 煤层为低灰煤。煤层总体上为低-中灰煤。

(c) 挥发分:各煤层原煤挥发分一般在 45.57%~51.97%之间,平均为 47.63%,精煤挥发分一般在 45.00%~52.04%之间,平均为 46.78%。所有样品精煤挥发分产率均在 37%以上。煤的变质程度较低,因而煤的挥发分产率较高,属长焰煤的挥发分产率区。

1.8 瓦斯及其他

(1) 瓦斯。根据地质报告,A₃ 煤层平均瓦斯含量 3.273mL/g 可燃质,瓦斯成分以甲烷为主,属甲烷、氮气带,吨煤瓦斯含量达 0.327m³。A₄ 煤层瓦斯含量 9.778 mL/g 可燃质,瓦斯成分以氮气为主,属甲烷、氮气带,吨煤瓦斯含量达 0.977m³。根据煤矿 2005 年 11 月在+671m 水平监测,瓦斯相对涌出量 5.83m³/t,绝对涌出量 0.270m³/min。二氧化碳相对涌出量 5.83m³/t,绝对涌出量 0.270m³/min,该矿井为低瓦斯矿井。

(2) 煤尘。经对 A₃、A₄、A₅、A₇ 煤层取样进行爆炸性试验,火焰长度大于 300mm,最小也有 100mm,扑灭火焰所需的岩粉量基本大于 70%,煤尘都具有爆炸性。

(3) 煤的自燃。A₃、A₄ 煤层的自燃倾向性等级为Ⅱ级,自燃发火期为 3~5 个月,每年的 3、4 月份井下较易发生自燃着火。

(4) 地温。根据地质报告提供资料,区内地温无明显异常,地温变化不大,无地下高温区。

1.9 水文地质

(1) 水文地质概况。井田位于和什托洛盖盆地中段,北邻谢米斯台山,地势北高南低,东高西低,地形条件不利于地下水的形成。井田处于欧亚大陆中心,属内陆干旱性气候,夏季气温高,温差大,降水少,蒸发大,属典型的大陆性气候。据夏子街 184 团气象站资料:一般在 10 月份开始降雪,来年 4 月份气温回升。5~8 月份气温最高,7 月份(多年)平均气温为 25℃,最冷为 1 月份,多年平均最低气温为-15℃。降水量集中在 5~8 月,多为暴雨、阵雨。降水量最大在 7 月份。多年平均降水量为 17mm,蒸发也集中在这 4 个月内,7 月份最大,为 425mm,是降水量的 20 倍。区内地表水系不发育,仅有和布克河通过本区。此河发源于塔克台高原,全长 150km,落差 1/100,年径流量 0.387×10⁹m³。该河流主要依靠融雪水和暴雨补给,因此河水径流量受季节制约,在融雪期的 4~5 月份水量最大,

约占全年总流量的 45%~50%。每年 9~10 月秋汛期,水位略有上涨,河面结冻自 11 月底至来年 3 月份。和布克河横穿岩层走向,所以水量流失非常严重。年径流量 $0.387 \times 10^9 \text{m}^3$ 的和布克河,出山口后即大量渗失,流至夏子街以南的姚安台布克即全部渗入地下。现在和布克河上游有加音塔拉水库,对下游地下水的补给有一定的影响。在洪水期,和布克河有涓涓细流,但流至和什托洛盖即行消失。该河的特点是:在上游是潜水补给河水,而在中、下游则是河水补给潜水。这种地表水与地下水互相补给、互相支配的作用构成了水力上的一体性,反映在水位的涨落上仅有时间上的差别,没有截然不同的相反的现象,同时在水化学特征上也表现为渐变的现象。区域内没有常年性河流,也无山泉出露,仅在融雪期和暴雨后有暂时洪水流,是缺水区,大气降水是该地区地下水的主要补给源。区域内地层主要由侏罗系及第四系组成,岩性主要为砂岩、砾岩、粉砂岩及泥岩,构造形态为一向南倾的单斜,地下水主要赋存于砂岩及砂砾岩的孔隙、裂隙中。由于粉砂岩、泥岩等隔水层的存在,在其下部形成层间承压水。上部风化带则以裂隙、孔隙水为主。第四系松散沉积物主要由亚黏土、亚砂土、砂砾卵石堆积而成,呈水平状大面积分布,地下水主要呈条带状沿和布克河及其上游支流分布。

(2) 井田含(隔)水层的主要特征。井田内共分成 3 个含(隔)水层(段),详见表 1.4。

表 1.4 含(隔)水层(段)划分一览表

地层代号	含(隔)水层(段)编号	含(隔)水层(段)名称
Q_{3-4}^{pal}	I	第四系上更新—全新统冲洪积透水不含水层
J_{1s}	II	下侏罗系三工河组相对隔水段
J_{1b}	III	下侏罗系八道湾组裂隙孔隙弱含水段

①第四系透水不含水层(I)。由上更新—全新统的冲洪积(Q_{3-4}^{pal})砂、砾、亚砂土、亚黏土组成,大面积分布在井田内,据钻孔控制的情况,厚 11.09~15.09m,由于分布位置较高,这些松散堆积物虽透水性较好,但不具储水条件,为透水不含水层。

②下侏罗系三工河组相对隔水段(II)。在井田东南部小面积出露,并沿南北向展布。该组地层为一套湖沼相碎屑沉积,据 ZK101 钻探资料,该组地层厚度大于 80m。根据该孔简易水文观测成果及岩性组合特征划分为相对隔水层。由于该组地层的存在,部分阻碍了和布克河河水的侧向渗透补给。

③下侏罗系八道湾组孔隙裂隙弱含水段(III)。大面积被第四系覆盖,仅在井田东部及东北部有大面积出露。自上而下为一套河流相过渡到湖泊相、泥炭沼泽相至湖泊三角洲相的含煤沉积建造。主要由浅灰色、褐色、灰色泥质粉砂岩、粉砂质泥岩、泥岩夹细砂岩及煤组成,偶夹有粗砂岩、砾岩。共含煤 12~15 层。据 ZK201 孔抽水试验成果:水位降深 11.00m,钻孔单位涌水量为 $0.00944 \text{L}/(\text{s} \cdot \text{m})$,渗透系数 $0.01379 \text{m}/\text{d}$ 。由此可知,此含水段渗透性差,富水性弱。水化学类型属 $\text{SO}_4 \cdot \text{Cl} - \text{Na}$ 型,溶解性总固体(矿化度) $2.76 \text{g}/\text{L}$,水质较差,为微咸水。

(3) 地下水的补给、径流与排泄。井田内无常年地表水流,地下水的补给主要来源于大气降水,其中暴雨形成的洪水及雪融水通过地表风化裂隙、构造裂隙或其他途径顺地层