

煤矿巷道底鼓破坏失稳 力学特性研究

——北疆活动性构造地质煤矿为例

芮勇勤 才庆祥 杨保存 肖 让 王云堂 巨澍朋 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)

煤矿巷道底鼓破坏失稳力学特性研究

——北疆活动性构造地质煤矿为例

芮勇勤 才庆祥 杨保存 肖 让 王云堂 巨澍朋 编著

东北大学出版社

• 沈 阳 •

© 芮勇勤 才庆祥 杨保存 肖让 王云堂 巨澍朋 2015

图书在版编目 (CIP) 数据

煤矿巷道底鼓破坏失稳力学特性研究: 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 978-7-5517-1139-5

I. ①A… II. ①芮… III. ①煤矿开采—煤巷—底板隆起—屈曲—力学—研究
IV. ①TD322

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 269168 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: 矿山地质与采矿工程, 矿山生产系统技术改造, 国内外巷道底鼓围岩破坏研究, 巷道掘进支护参数优化, 巷道围岩开挖支护相关参数, 0403 回风巷道力学特性数值模拟, 0403 运输巷道力学特性数值模拟, 0402 回风运输巷力学特性数值模拟, 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: 8.75

字 数: 224 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: 李 佳 潘佳宁

责任校对: 铁 力

封面设计: 刘江旸

责任出版: 唐敏志

ISBN 978-7-5517-1139-5

定 价: 40.00 元

前 言

针对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，地层发生扭曲和小错断活动环境，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，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 团煤矿矿部见图 1，相关巷道底鼓现场图见图 2 至图 8。



图 1 和布克赛尔县和什托洛盖 137 团煤矿矿部

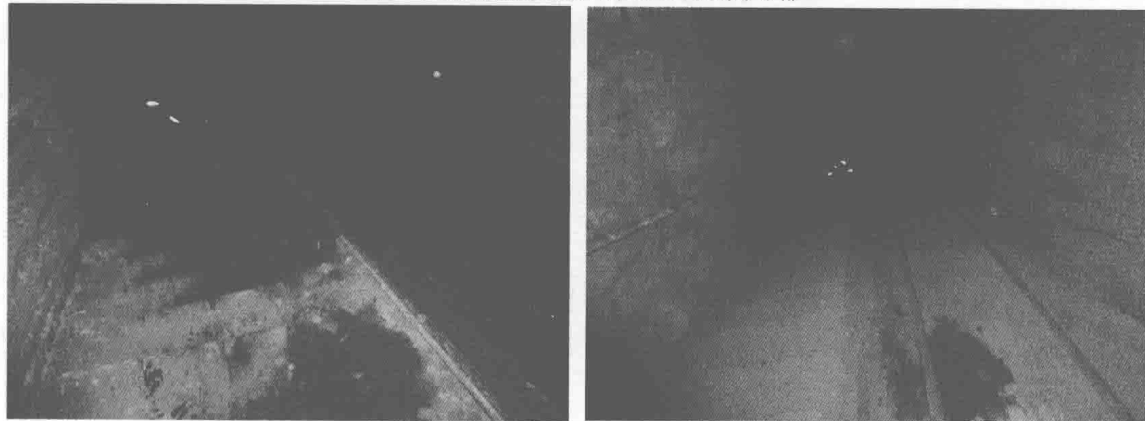


图 2 运输大巷底鼓（路梯隆起倾斜、铁道路基倾斜底隆）

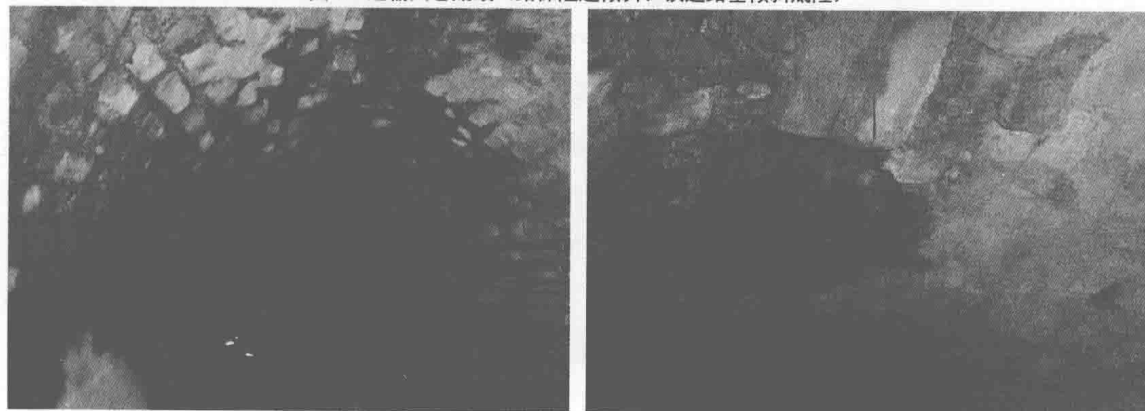


图 3 运输大巷底鼓巷道衬砌渗水和开裂掉块与盐絮

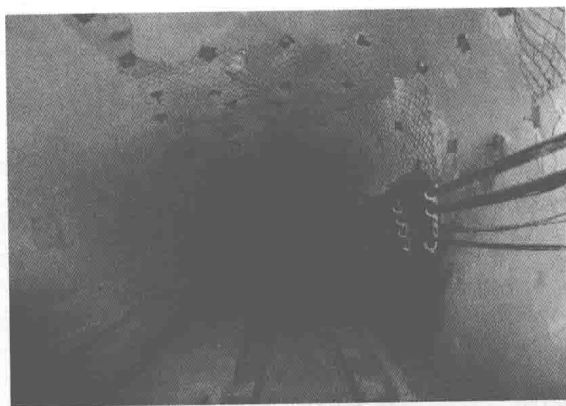


图4 运输巷道底鼓边帮破坏、顶板开裂锚网补强处理

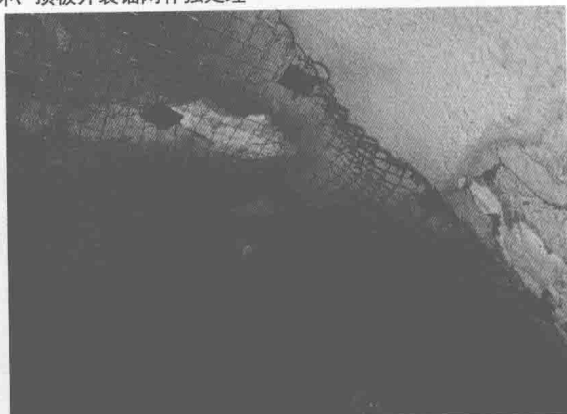


图5 运输巷道底鼓边帮顶板破坏喷浆锚网补强处理

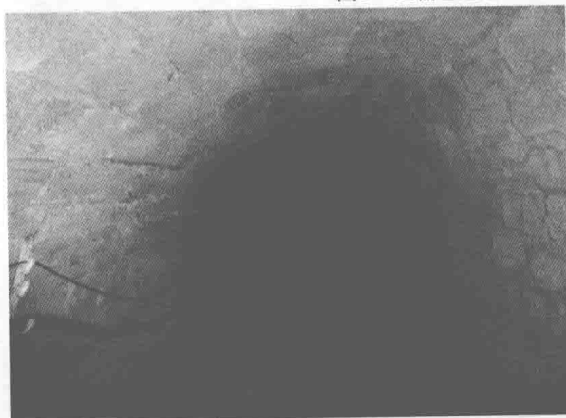


图6 运输巷道底鼓边帮顶板衬砌偏压开裂



图7 运煤巷道底鼓边帮顶板严重挤压破坏(被迫停产处理)

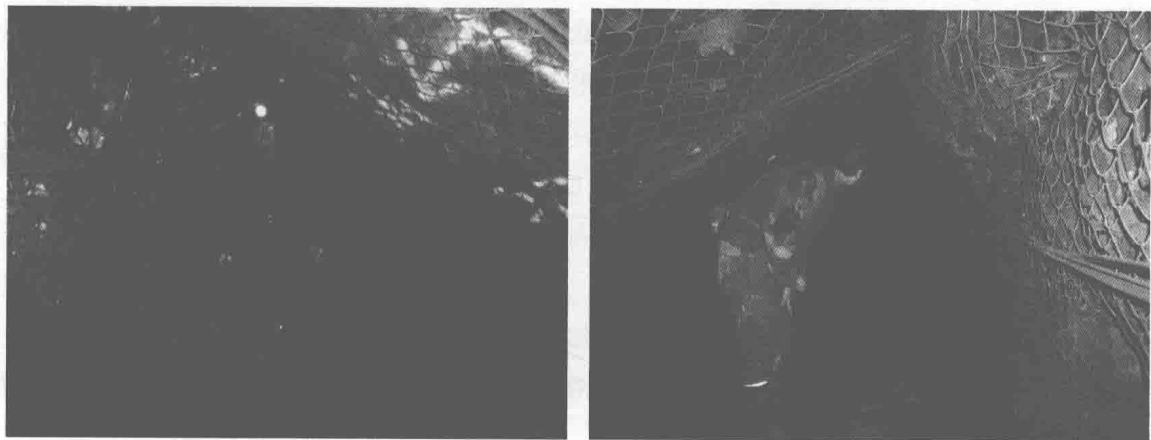


图8 回风巷道底鼓边帮顶板挤压变形至严重破坏(行人无法站立)

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,建立巷道底鼓力学原理,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、新方法等工作。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、底板移近量中，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的正常进行带来极大的困难。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、长沙理工大学交通运输工程学院和公路地质灾害研究所、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、AL JARMOUZI A A A ABDULLAH 硕士、MURTADA AWAD IPRAHIM ABDALLHA 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 1 月 18 日

目 录

第1章 矿山地质与采矿工程	1
1.1 地质与构造	1
1.2 煤层及煤质	2
1.3 开采技术条件	3
1.4 水文地质	5
1.5 井田勘探程度	6
1.6 地表塌陷治理	6
第2章 矿山生产系统技术改造	7
2.1 矿山基本情况	7
2.2 矿山地面生产系统改造	9
2.3 井下生产系统改造	9
2.4 技改前巷道断面支护参数	11
2.5 技改后回采巷道断面支护参数	19
第3章 国内外巷道底鼓围岩破坏研究	23
3.1 开挖与围岩支护工作特性	23
3.2 无压巷道围岩重分布应力	26
3.3 有压巷道围岩重分布应力	29
3.4 巷道围岩承载结构的数值分析	32
3.5 构造应力巷道变形特点	34
3.6 锚喷支护力学分析和破坏形态	34
3.7 锚喷支护设计施工原则	36
3.8 巷道底鼓的防治措施	38
3.9 巷道支护衬砌的主要类型	39
3.10 复合式衬砌结构设计	41
3.11 国内重大工程中同类技术的研究、应用案例	43
第4章 巷道掘进支护参数优化	45
4.1 巷道矿压控制与支护技术	45
4.2 回采巷道支护技术	47
4.3 沿空留巷掘巷技术	49
4.4 锚杆长度确定选取	51
4.5 锚杆间距确定选取	53
4.6 群体锚杆支护作用机理及支护参数	54
4.7 预应力锚索加固拱分析	55
第5章 巷道围岩开挖支护相关参数	61
5.1 巷道工程设计中初始地应力的考虑	61
5.2 巷道开挖支护物理力学参数选取	62
5.3 主巷道锚网喷混凝土支护	62
5.4 主巷道独臂掘进与爆破法对比	63

第 6 章 0403 回风巷道力学特性数值模拟	65
6.1 0403 回风(轨道)顺槽巷道分析模型	65
6.2 0403 回风(轨道)顺槽巷道端面不同掘进力学特性分析	65
6.3 0403 回风(轨道)顺槽巷道不同支护方式力学特性分析	67
6.4 10°煤岩层倾角 0403 回风巷道不同构造应力影响分析	72
6.5 15°煤岩层倾角 0403 回风巷道不同构造应力影响分析	76
第 7 章 0403 运输巷道力学特性数值模拟	81
7.1 10°煤岩层倾角 0403 运输巷道模型	81
7.2 10°煤岩层倾角 0403 运输巷道不同构造应力影响分析	81
7.3 15°煤岩层倾角 0403 运输巷道模型	83
7.4 15°煤岩层倾角 0403 运输巷道不同构造应力影响分析	84
第 8 章 0402 回风运输巷力学特性数值模拟	89
8.1 16°煤岩层倾角 0402 回风运输巷道模型	89
8.2 16°煤岩层倾角 0402 回风运输巷道不同构造应力分析	89
8.3 22°煤岩层倾角 0402 回风运输巷道模型	92
8.4 22°煤岩层倾角 0402 回风运输巷道不同构造应力分析	93
第 9 章 巷道底鼓围岩破坏补强措施	97
9.1 及时支护改善围岩的应力状态	97
9.2 主动适应围岩变形与充分发挥围岩支撑能力	97
9.3 锚网梁支护施工应用	99
9.4 巷道底鼓围岩破坏补强措施	101
9.5 巷道支护模式	104
9.6 巷道支护效果分析	106
第 10 章 研究结论与展望	117
10.1 研究结论	117
10.2 展 望	118
主要参考文献	121
附录 A: 巷道围岩稳定性标准	123
附录 B: 软岩分类	125
附录 C: 预应力注浆锚索控制软岩巷道底鼓技术	128

第 1 章 矿山地质与采矿工程

1.1 地质与构造

1.1.1 区域地质

(1) 地层

矿区地处准噶尔弧形构造西北翼，托里至和什托洛盖凹陷中段含煤盆地中，该凹陷为华力西褶皱带之山间盆地，盆地南北两侧为古生界基底组成的中高山，盆地内广泛发育中新世地层，出露地层主要有古生界的泥盆系、石炭系、中生界的侏罗系、新生界的第三系及第四系，由老到新分述如下。

①古生界。泥盆系、石炭系时期之暗灰绿色火山质凝灰岩、中基性火山碎屑岩和海陆交互相之中基性、中酸性火山岩组成，地层厚度大于 3267m，与下伏地层接触关系不明。

②中生界。由中下侏罗统水西沟群地层组成，岩性为灰白色石英砂岩及河流相、湖滨相、湖相的粗砂岩、细砂岩、粉砂岩、泥岩和泥炭沼泽相的炭质泥岩、煤层组成，其中下侏罗统八道湾组和中侏罗统西山窑组为盆地内主要含煤岩系，中生代地层厚度大于 1245m，与下伏地层假整合或不整合接触。

③新生界。发育地层有第三系始新统至渐新统伦古河组、中新统塔西河组、上新统独山子组及第四系上更新统和全新统。其中：

三系地层以滨湖相、河流相及山麓相沉积物为主，主要岩性为细砂岩、泥岩、砂砾岩及含砾黏土岩为主。基本色调呈现灰绿至紫红色、酱红色，地层总厚度大于 300m，与下伏地层呈超覆不整合接触。

第四系上更新统和全新统沉积物区内分布之泛，岩性由砾石、沙土、亚沙土及黏土层组成，地层厚度一般为 0.5 ~ 25m 左右，与下伏地层呈超覆不整合接触。

(2) 构造

褶皱和断裂：和什托洛盖含煤盆地是在华力西晚期构造运动中形成，再经燕山期构造运动，致使南北两侧基底断裂复活，产生不均匀升降运动形成的中新世山间断陷盆地，中央凹陷区内发育了一系列北偏东向为主的褶皱和断裂，中下侏罗统水西沟群地层在凹陷区内呈一复式向斜构造，即和什托洛盖向斜。同时，有活动性构造应力的存在，影响矿区的巷道和采区。主要构造线方向呈东西向，由若干个不同幅度的次级向背斜组成，该向斜北翼为和丰煤矿褶皱组，南翼为砂尔其很亚布拉至图拉背斜，简述如下。

①褶皱。

●和丰煤矿褶皱组。该褶皱组出露轴长近 23km，轴向近东西，且由三个东西向略呈左行羽状排列的两个次级向斜和一个次级共扼背斜组成，褶皱组地层由下侏罗统三工河组和八道湾组组成，地层倾角北陡南缓，其中北翼倾角为 $20^{\circ} \sim 50^{\circ}$ ，南翼倾角为 $5^{\circ} \sim 23^{\circ}$ 。

●沙尔其很亚布拉至图拉背斜。由三个呈左行斜列的背斜组成，总体轴向为 80° ，褶曲宽度为 2 ~ 4km，全长近 40km，且由西向东逐渐倾没，地层组成为下侏罗统三工河组和八道湾组。褶曲两翼产状北陡南缓，其中北翼倾角为 $10^{\circ} \sim 27^{\circ}$ ，南翼倾角为 $19^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 。

②断裂。

含煤盆地除在凹陷区靠近古生界山体褶皱带边缘发育基底断裂之外，盆地内部大断裂构造不发育，仅发育一些小断裂，走向以北东向和近南北向为主，延伸长度一般在数米至

2km, 多为一些平推断层, 对部分煤层的完整性产生一定的破坏作用。

1.1.2 井田地质

井田内除 5 勘探线部分有少量露头外, 其余全部被第四系地层覆盖, 地层由老至新分述如下。

(1) 下侏罗统八道湾组

为一套河流相、湖泊相及泥炭沼泽相的含煤碎屑岩建造, 根据岩性、岩相特征及含煤性, 该组可分为上、下两段, 其超覆于泥盆系、石炭系地层之上。

①下段(J_1b_1)。为一套河流相至湖泊相为主的岩性组合, 发育岩性为粗砂岩、中砂岩、砂质泥岩、泥岩及煤层。该层段地层厚约 80m, 钻探揭露 67.81m。

②上段(J_1b_2)。本段为一套河流相至湖沼相含煤建造, 主要岩性为中粗砂岩、细砂岩、粉砂岩、砂质泥岩、泥岩和煤层组成, 岩层中含有较多植物化石, 由许多个河流—湖沼相沉积旋迴韵律组成。

含煤 10~15 层, 其中主要可采煤层 3 层, 零星可采煤层 1 层, 其余均为不可采煤层。本段地层厚 157.60~171.00m, 平均 163.36m, 底部为一层较厚的粗砂岩(含砾)与下段地层分界, 呈整合接触。根据含煤特征, 可分为四个含煤段, 由下至上分别为:

①含煤段。为八道湾组上段的底界砂岩至 A_1 煤, 其厚度为 5.58~16.33m, 平均 11.30m, 其岩性主要为灰色砂砾岩(或粗砂岩)、细砂岩、砂泥岩及泥岩或煤组成。该段底部的砂砾岩或粗砂岩全区发育。

②含煤段。为 A_1 煤顶板至 A_3 煤, 其厚度为 9.53~26.69m, 平均厚度为 18.98m, 其主要岩性为灰色细砂岩、砂泥岩、泥岩及发育两个煤组, 其中 A_3 煤为全区较为稳定可采煤层。

③含煤段。为 A_3 煤顶板至 A_7 煤, 其厚度为 18.69~56.29m, 平均 36.00m, 其主要岩性为灰色细砂岩、粉砂岩、砂泥岩、泥岩及发育 3~4 个煤组, 其中 A_4 煤为全区较为稳定的可采煤层, A_5 煤为不稳定的零星可采煤层, A_7 煤为大部分可采的较稳定煤层。

④含煤段。为 A_7 煤顶板至三工河组底界砾岩, 其厚度为 58.16~93.54m, 平均厚度为 78.80m, 其主要岩性为细砂岩、粉砂岩、砂泥岩、泥岩及 3~8 层薄煤或煤线。

(2) 下侏罗统三工河组

由于井田内未发现三工河组上段地层, 故仅对三工河组下段地层叙述如下。

下侏罗统三工河组下段(J_{1s1})地层, 岩性以河流相、湖滨相及湖泊相为主体构成的砂砾岩、砂岩、粉砂岩、砂泥岩、泥岩组成, 钻孔最大控制厚度为 162.50m, 底部以一层厚层状砂砾岩与下伏地层分界, 呈整合接触。

(3) 第四系上更新统

由冲积、洪积、风积及残坡积沉积物构成, 岩性为砂石、淤泥及风成黄土, 表面覆盖戈壁砾石。地层厚度为 0~7.66m, 平均厚度为 5.04m, 与下伏地层呈超覆不整合接触。井田构造: 井田地处托里至和什托洛盖凹陷中段和丰矿褶皱组中次级铁斯尔卡查干背斜的南翼, 井田总体为一单斜构造, 地层走向为近东西向, 倾向南, 倾角为 10°~16°, 但在地层走向或倾向上略有起伏, 井田内未见断层及火成岩。构造复杂程度属简单(I)类型。

1.2 煤层及煤质

1.2.1 含煤性

下侏罗统八道湾组上段为井田含煤地层, 地层平均总厚度为 159.8m, 含煤 15 层, 煤层平均总厚度为 15.65m, 含煤率为 9.8%, 其中主要可采煤层 3 层(A_3 , A_4 , A_7 煤), 平均

厚度为 7.33m, 占煤层总厚度的 46.8%。

1.2.2 可采煤层

全矿井主要可采煤层为 3 层, 分别为下侏罗统八道湾组上段的 A_3 , A_4 , A_7 煤层, 由下至上分述如下。

(1) A_3 煤层。全矿井煤点两极厚度为 0.97~4.46m, 平均厚度为 3.05m。煤层结构由简单至复杂, 夹矸 3~4, 夹矸厚度为 0.2~0.69m, 夹矸以炭质泥岩为主, 次为泥岩。煤层变异系数为 32%, 可采性指数为 1, 该煤层属全矿井可采较稳定中厚煤层。

(2) A_4 煤层。煤点两极厚度为 1.41~4.09m, 平均厚度为 2.67m, 该煤层自东向西有减薄趋势。煤层结构由简单至较简单, 夹矸 1~2 层, 夹矸厚度为 0.06~0.78m, 夹矸以炭质泥岩为主, 次为泥岩。煤层变异系数为 33%, 可采性指数 1, 煤层属全区可采的较稳定中厚煤层。

(3) A_7 煤层。全矿井煤点中可采点 15 个, 不可采点 1 个, 两极厚度为 0~1.97m, 平均厚度为 1.61m。煤层变异系数为 27%, 可采性指数为 0.9, 煤层属全区大部分可采的较稳定中厚煤层。

1.2.3 煤质

(1) 煤的物理性质。井田内煤岩组成主要以黑色, 条痕灰黑色, 沥青光泽, 块状为主。半亮型, 以半暗、半亮煤为主, 见少量内生裂隙。

(2) 煤的化学性质及用途。根据井田内各煤层浮煤挥发分、氢、黏结指数、胶质层厚度, 结合《中国煤炭分类国家标准(GB 5751-2009)》中的规定, 煤类主要为长焰煤(41CY)。煤质属低灰至特低灰分、高热值、特低硫、低磷、热稳定较高、低熔至高熔灰分的煤。可作为火力发电、工业锅炉用煤和民用煤。

1.3 开采技术条件

1.3.1 煤层顶底板

(1) A_3 煤层。顶板为灰至深灰色砂质泥岩, 约占 100%, 厚度为 2.56~24.54m, 平均厚度为 9.11m。深灰色砂质泥岩, 较致密, 含大量叶片状植物化石, 局部夹砂岩层, 含菱铁矿颗粒, RQD 值一般在 58%~62%。 A_3 煤顶板砂质泥岩抗压强度为 29.3MPa, 单向抗拉强度为 2.08MPa, 普氏硬度系数为 3.36; 底板砂泥岩抗压强度为 30.3MPa, 单向抗拉强度为 2.01MPa, 普氏硬度系数为 3.22。 A_3 煤顶板为易冒落的顶板(I类)。

底板多为灰至深灰色砂质泥岩, 约占 86%, 厚度为 0.97~5.73m, 平均厚度为 2.36m, 其次为深灰色泥岩, 约占 14%, 厚度为 0.87m。深灰色砂泥岩为砂泥质结构, 含砂不均, 含大量植物化石碎片及较多的黄铁矿颗粒。深灰色泥岩为泥质结构, 较致密, 见植物化石碎片, RQD 值一般在 57%~63%。

(2) A_4 煤层。顶板多为灰色砂质泥岩, 约占 57%, 厚度为 1.35~3.05m, 平均厚度为 2.24m; 其次为灰色细砂岩, 约占 29%, 厚度为 1.16~4.58m, 平均厚度为 2.87m; 灰至肉红色泥岩约占 15%, 厚度为 1.96m。灰色砂质泥岩为砂泥质结构, 局部夹砂岩条带, 含较多植物叶片化石, 易风化。灰色细砂岩, 成分以石英、风化长石为主, 分选较好, 断口平坦, 含菱铁条纹及植物化石碎片, RQD 值一般在 56%~76%。 A_4 煤顶板砂泥岩抗压强度为 26.4MPa, 单向抗拉强度为 2.00MPa, 普氏硬度系数为 3.03; 细砂岩抗压强度为 67.3MPa, 单向抗拉强度为 3.18MPa, 普氏硬度系数 7.72; 底板砂泥岩抗压强度为 25.2MPa, 单向抗

拉强度 1.89MPa, 普氏硬度系数为 2.85。A₄ 煤层顶板为易冒落的顶板 (II 类)。

底板多为灰至深灰色砂泥岩, 约占 86%, 厚度为 0.95~15.26m, 平均厚度为 5.72m; 其次为深灰色泥岩, 约占 14%, 厚度为 1.93m。深灰色砂泥岩为砂泥质结构, 含砂不均, 局部夹泥岩条带及菱铁条纹, 含植物叶片化石。深灰色泥岩, 泥质结构, 局部含砂, 细腻、遇水变软, 含叶片状化石, RQD 值一般在 43%~58%。

(3) A₇ 煤层。顶板为灰至深灰色砂泥岩, 约占 100%, 厚度为 2.64~13.11m, 平均厚度为 6.84m。深灰色砂泥岩, 砂泥质结构, 含砂不均, 含大量叶片状化石, 易风化, RQD 值一般在 52%~68%。A₇ 煤顶板砂泥岩抗压强度为 37.2MPa, 单向抗拉强度为 2.73MPa, 普氏硬度系数 3.66; 底板砂泥岩抗压强度为 38.4MPa, 单向抗拉强度为 1.64MPa, 普氏硬度系数为 4.41。A₇ 煤层顶板为中等冒落的顶板 (II 类)。A₇ 煤底板多为灰至深灰色砂泥岩, 约占 86%, 厚度为 1.57~4.38m, 平均厚度为 2.91m; 其次为灰色泥岩, 约占 14%, 厚度为 4.11m。深灰色砂泥岩, 含砂不均, 夹泥岩条带, 较致密, 易碎, 含植物叶片状化石。灰色泥岩, 致密, 局部含砂, 含植物化石碎片, RQD 值一般在 56%~68%。

1.3.2 瓦斯

井田内共采集了 10 个瓦斯样, 其中 A₃ 煤 3 个, A₄ 煤 3 个, A₅ 煤 2 个, A₇ 煤 2 个, 均进行了瓦斯自然成分及瓦斯含量测试。

(1) 瓦斯自然成分。根据钻孔煤芯瓦斯样测试结果, 瓦斯自然成分无明显差异, 均以甲烷 (CH₄) 为主, 其次为氮气 (N₂)、二氧化碳 (CO₂) 和丁烷 (C₃H₈)。A₃ 煤甲烷自然成分占 81.54%; A₄ 煤甲烷自然成分占 79.07%; A₅ 煤甲烷自然成分占 65.34%; A₇ 煤甲烷自然成分占 51.44%。A₃ 煤较大, A₇ 煤较小, 总体来看甲烷自然成分含量从中等至较高。

(2) 瓦斯含量。A₃ 煤甲烷 (CH₄) 含量为 2.43cm³/kg; A₄ 煤甲烷 (CH₄) 含量为 2.72cm³/kg; A₅ 煤甲烷 (CH₄) 含量为 1.73cm³/kg; A₇ 煤甲烷 (CH₄) 含量为 1.10cm³/kg。

(3) 瓦斯涌出量分析。

①地质报告瓦斯资料分析。根据上述各项测试结果, 井田内煤层均赋存有一定量的瓦斯, 从井田内钻孔瓦斯测试结果看, 井田内煤层瓦斯有随深度增加而增加的趋势, 未出现瓦斯异常。

②邻近矿井瓦斯资料。井田外共有 5 个煤矿, 分别为: 4 矿、5 矿、6 矿、7 矿和 137 团新煤矿, 上述矿井都为目前生产矿井, 均属于低瓦斯矿井。

③根据新煤行管发[2010]57 号文,《关于徐矿集团新疆赛尔能源有限责任公司三矿〈矿井瓦斯等级和二氧化碳涌出量鉴定报告〉的批复》: 2009 年度矿井瓦斯等级和二氧化碳涌出量鉴定结果, 矿井瓦斯相对涌出量为 4.39m³/t, 瓦斯绝对涌出量为 3.00m³/min; 矿井二氧化碳相对涌出量为 3.19m³/t, 二氧化碳绝对涌出量为 2.18m³/min, 矿井为低瓦斯矿井。

④根据矿井试生产期间的实际情况, 开采一采区二区段东翼 A₄ 煤层时, 正常瓦斯涌出量为 1.0~2.45m³/min。在 2009 年 5 月至 9 月回采期间 (距主井 600~700m), 工作面绝对瓦斯涌出量为 3.85m³/min, 出现瓦斯局部增大的现象。因为 A₃ 煤层夹矸较多, 且有从西到东逐渐增厚的趋势, 东部多层较厚的夹矸导致了 A₃ 煤层中的瓦斯自然流动环境相对较封闭, 瓦斯不易自然逸散, 出现有瓦斯局部增大的现象。矿井为改扩建矿井, 矿井瓦斯等级可从以上三个方面进行分析。一是依据地质报告各煤层瓦斯含量进行分析; 二是参考邻近生产矿井的瓦斯鉴定资料; 三是根据矿井现试生产阶段瓦斯鉴定资料。根据上述分析, 按 2009 年度瓦斯等级和二氧化碳涌出量鉴定的结果进行设计, 矿井按低瓦斯矿井考虑。

1.3.3 煤尘爆炸性

根据煤尘爆炸性试验指标: A_3 , A_4 , A_7 主要可采煤层, 火焰长度均大于 400mm, 抑制煤尘最低岩粉量为 60%~90%, 各煤层均具有煤尘爆炸。

1.3.4 煤的自燃

井田内煤层均为长焰煤。勘探过程共采集了 18 个煤芯自燃倾向试验样, 其试验结果为, 各主要可采煤层 A_3 , A_4 , A_7 煤均为易自燃至很易自燃煤层。

1.3.5 地温

井田内未发现高温地层, 地温变化正常, 属地温正常区。

1.4 水文地质

1.4.1 井田水文地质概况

井田位于和什托洛盖盆地中段和丰矿褶皱组中次级铁斯尔卡查干背斜的南翼, 属山前丘陵、戈壁地貌, 海拔高程一般为 890~960m, 相对高差 70m。地势呈现北高南低、西高东低的地貌特征, 地形较为简单, 井田内无地表水和地下水出露, 夏季暴雨期, 部分冲沟内有洪水汇集形成短暂水流, 向地势相对较低的东南方向排泄。

1.4.2 井田含(隔)水层组特征

(1) 第四系 (Q_3) 透水不含水层。井田内广泛分布, 由冲洪积、风积、残坡积形成的戈壁、砾石、砂土、亚砂土及黄土组成, 松散堆积, 砾石、沙土分选性差, 砾石多为次棱角状, 厚度为 0~7.66m。东北薄、西南厚, 由于位于地下水位以上, 仅在雨季暂时性含水, 然后下渗补给下部含水层, 为透水不含水层。

(2) 下侏罗统三工河组下段砂岩裂隙含水层 (J_1b_1)。分布于井田中部以南, 钻孔揭露最大厚度为 162.5m, 岩性为多层灰色砂砾岩、粗砂岩、粉砂岩、砂泥岩及泥岩组成, 其中砂岩含水层平均厚度为 23.2m, 5 个钻孔揭露该段, 5 个钻孔全漏水, 钻孔漏水率为 100%。其补给源为大气降水及雨季带状浅沟的短暂流水渗入, 补给条件差, 富水性弱, 属间接充水含水层。

(3) 下侏罗统八道湾组上段砂岩裂隙含水层 (J_1b_2)。地层两极厚度为 157.6~161.0m, 平均厚度为 159.8m, 是井田直接充水含水层, 岩性主要为湖沼相泥岩、砂质泥岩和煤层, 有不稳定的河流相砂岩和砂砾岩, 其中砂岩含水层平均厚度为 21.1m。井田 7 个钻孔揭露该段, 有两个钻孔全漏水, 钻孔漏水率为 28%。其补给源一是靠大气降水入渗, 包括(5线)露头浅部、基岩风化裂隙、第四系松散岩层的垂直渗入; 二是该含水层的深部上覆有三工河组砂岩裂隙含水层, 可以通过弱隔水层越流补给。对该含水岩组在井田中部施工有 7-2 号专门水文钻孔, 孔深达 151.93m, 混合抽水试验结果表明, 静止水位埋深为 33.25m, 降深 18.51m, 涌水量为 0.00156L/s, 单位涌水量为 0.0008L/(s·m) 渗透系数为 0.0026m/d, 水质矿化度高达 4.2~5.7g/L。反映出该含水层地下水多受蒸发浓缩、水交替缓慢、径流条件差、含水性弱得特点。

1.4.3 地下水的补给、径流、排泄

井田位于水文地质单元的补给至径流区, 以大气降水为地下水的主要补给源, 大气降水直接垂直渗入补给侏罗系含水层或经第四系地层间接渗入补给地下水。由于矿区气候干燥, 降水稀少, 蒸发量大, 且降雨多集中在高温季节, 大部分降水被蒸发, 仅有少部分降水渗入地下, 地下水补给条件差。地下水沿基岩倾向由北向南迳流, 由于基岩孔隙、裂隙

不发育,岩性多为泥质岩类,渗透性极其微弱,径流速度较迟缓。

1.4.4 地下水化学特征

井田地下水化学类型为 SO_4^{2-} , Cl^- , HCO_3^- , K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} 型水, pH 值为 7.3 ~ 8, 矿化度为 4.208 ~ 5.689g/L, 总硬度为 1453.5 ~ 5514.5mg/L, 井田地下水补给条件差, 地下水交替运移迟缓。

1.4.5 水文地质类型

井田附近无地表水体, 大气降水入渗为地下水的主要补给源, 补给量小, 单位涌水量仅为 $0.0008\text{L}/(\text{s}\cdot\text{m})$, 渗透系数为 $0.0026\text{m}/\text{d}$ 。综上所述, 井田水文地质类型属以大气降水入渗为主, 单位涌水量小于 $0.1\text{L}/(\text{s}\cdot\text{m})$ 的水文地质条件简单的矿床。

1.4.6 充水因素分析

根据钻孔简易水文观测, 因浅部地层风化裂隙发育, 冲洗液消耗量大或全漏失, 但随着孔深增大、消耗量减小或不消耗, 水位则是随着孔深的增加而加深, 说明地下水位埋深较深, 从专门水文钻孔抽水试验结果来看, 单位涌水量仅为 $0.0008\text{L}/(\text{s}\cdot\text{m})$ 。直接充水含水层对煤矿床的开采影响较小。

1.4.7 矿井涌水量预计

(1) 井下涌水量现状。矿井于 2003 年 9 月 16 日开工, 现试生产水平 +828m, 井下日排水量为 $80.0 \sim 100.0\text{m}^3$ 。

(2) 矿井涌水量预计。预算方法采用钻孔抽水试验成果, 选用“大井法”承压转无压公式预算涌水量。选用公式:

$$Q = 1.366K \frac{(2H - M) M}{\lg R_0 - \lg r_0} \quad (1.1)$$

$$R = 2S\sqrt{HK} \quad (1.2)$$

式中: K —渗透系数 ($0.0026\text{m}/\text{d}$); M —含水层厚度 (44.3m); R_0 —引用影响半径; r_0 —引用半径; H —水头高度 (水位标高 917.08m , 井田内最低开采水平 550m , 为 367.08m); S —降深 ($S=H$); F —井田面积 3.2km^2 涌水量预算层为三工河组砂岩裂隙含水层、八道湾组砂岩裂隙含水层, 预算结果为, 正常涌水量为 $466\text{m}^3/\text{d}$ 。

1.5 井田勘探程度

《新疆和布克赛尔蒙古自治县和什托洛盖煤矿区铁斯尔卡查干南井田勘探报告》查明了井田基本地质构造形态和煤岩层基本产状; 基本查明了井田内可采煤层层位、层数、厚度、结构、间距; 基本确定了开采煤层的煤质特征、煤类及用途; 对矿井水文地质条件和开采技术条件进行了论述; 评价了井田的工程地质条件; 提供了较为可靠的煤炭资源量。该报告可以作为 45万 t/a 矿井的设计依据。

1.6 地表塌陷治理

地表形态变化的类型、范围、程度等与煤层厚度、倾角、采深、开采方式、顶板岩性、开采充分程度等多种因素有关。随着井下开采的深入, 将来地表可能会产生塌陷盆地及裂缝。为了防止空气、积水通过塌陷裂缝灌入井下, 生产过程中对裂缝和塌陷盆地尽可能地用矸石进行充填, 塌陷范围要及时圈定, 设置围栏和立标记牌, 以防人、畜误入。在开采范围内本设计不建任何建(构)筑物, 不设道路、管道、输电线路等, 避免对生产系统、生活区带来不必要的破坏。

第2章 矿山生产系统技术改造

和布克赛尔县和什托洛盖 137 团煤矿，行政区划属塔城地区和布克赛尔蒙古自治县，矿井挂靠于新疆生产建设兵团第七师 137 团；安全监管由兵团安全监察局管理。属于 9 万 t/a 技改 45 万 t/a 矿井，2011 年年底完成 45 万 t/a 产能核定，2012 年 5 月份综采设备投入使用后实际生产能力可达 100 万 t/a。根据《中华人民共和国煤炭分类标准》(GB 5751-2009)，煤类主要为长焰煤 (41CY)，煤质属低灰、低硫、低磷、高发热量 41 号长焰煤，挥发分 52.25%、灰分 3.80%、全硫 0.16%，发热量达到 6500kJ 以上，属优质亮煤，可作为动力用煤和民用煤，更是炼油用煤和煤化工用煤的最佳煤源。

2.1 矿山基本情况

矿区位于和什托洛盖镇西北 3km，距和丰县 30km，气候适宜，交通十分便利，距 217 国道 3km，距国家二级干线奎北铁路站台 30km。该矿井距 110kV 变电所 4.5km，10kV 双回路已经架设完毕，矿区内具备通信、网络现代化。煤炭销售主要供克拉玛依热电厂和供热公司、阿勒泰地区供热公司、水泥厂、石灰烧制公司等，2011 年和丰鲁能煤电化项目开始运营，新建燃煤发电总装机容量达到 900MW，额定耗煤量为 300 万 t/a，克拉玛依今年新建燃煤发电总装机容量 900MW，额定耗煤量为 300 万 t/a，2012 年乌尔禾开工建设燃煤发电总装机容量达到 900MW，额定耗煤量为 300 万 t/a；和丰煤化工项目合计耗煤量为 849 万 t/a；农七师招商引资煤制气项目已于 2010 年在奎屯市开工。徐矿集团建设煤制气项目已经开工建设，年需煤量为 1400 万 t/a。从 2011 年开始，和丰地区煤炭市场已出现供不应求的现象，矿井煤质在整个和丰地区为最优煤质，煤炭销售情况良好。矿区副立井见图 2.1，独臂掘进机拆装见图 2.1，矿区活动性构造地质条件见图 2.3，0302 和 0402 采区布置见图 2.4。



图 2.1 副立井

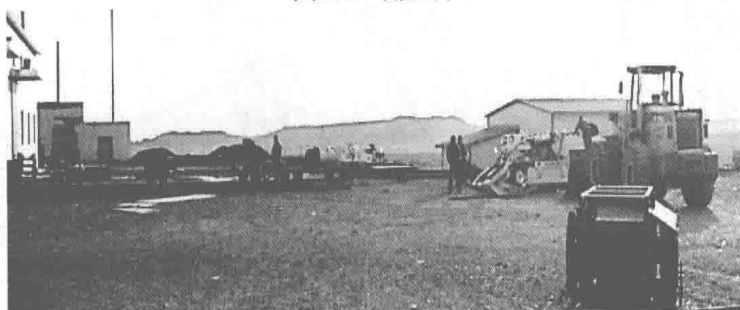


图 2.2 第二套独臂掘进机组拆装



图 2.3 矿区活动性构造地质条件示意图