

Zhengti Jiegou Dingban Teda Dongli Tushui
Shuihai Chazhi Fangfa

整体结构顶板特大动力突水 水害查治方法

李 伟 李文平 程新明 李小琴 李成明 孙如华 著

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

整体结构顶板 特大动力突水水害查治方法

李 伟 李文平 程新明 著
李小琴 李成明 孙如华

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书比较全面和系统地研究了一种新的煤矿突水类型——煤矿动力突水。其内容包括:煤矿动力突水的提出、基本定义和特征;动力突水发生的工程地质条件、水文地质条件的勘查工作和成果;动力突水的三要素及其形成机理分析;动力突水水害的防治技术方法及其效果。

本书可供从事煤矿水文地质、煤矿工程地质、矿山安全等专业的科技工作者、研究生和本科生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

整体结构顶板特大动力突水水害查治方法/李伟等著.

—徐州:中国矿业大学出版社,2008.1

ISBN 978 - 7 - 81107 - 916 - 6

I. 整… II. 李… III. 煤矿—矿山突水—防治 IV. TD745

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 003929 号

书 名 整体结构顶板特大动力突水水害查治方法

著 者 李 伟 李文平 程新明 李小琴 李成明 孙如华

责任编辑 潘俊成

出版发行 中国矿业大学出版社

(江苏省徐州市中国矿业大学内 邮编 221008)

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 徐州中矿大印发科技有限公司

经 销 新华书店

开 本 880×1230 1/16 印张 9 插页 18 字数 397 千字

版次印次 2008 年 1 月第 1 版 2008 年 1 月第 1 次印刷

定 价 98.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

目 录

绪言..... 1

1 “煤矿动力突水”的提出及国内外研究现状 4

1.1 “5·21”突水基本情况..... 4

1.2 国内外类似突水典型事故分析 4

1.3 “煤矿动力突水”的科学定义、特征及危害程度..... 5

1.4 国内外相关技术研究现状 5

2 矿井、采区及工作面概况..... 6

2.1 矿井地质 6

2.1.1 地层..... 6

2.1.2 构造..... 8

2.1.3 岩浆岩 12

2.2 矿井水文地质..... 13

2.2.1 区域水文地质概况 13

2.2.2 矿井水文地质概况 14

2.3 84 采区地质、水文地质条件 18

2.3.1 采区地质条件 18

2.3.2 采区水文地质条件 19

2.4 745 工作面地质、采矿条件 19

2.4.1 工作面地质条件 28

2.4.2 工作面回采上下限、范围及试采情况..... 28

3 84 采区工作面充水特征初步分析 29

3.1 采区 7 煤层以往的突水规律..... 29

3.2 “5·21”突水事故调查原因初步分析 30

3.3 745 工作面与 84 采区 7 煤其他工作面条件对比分析 32

3.3.1 采区火成岩、7 煤顶板砂岩赋存变化情况 32

3.3.2 采区工作面开采情况 34

4 动力突水水害查治工作..... 36

4.1 勘查与防治工程技术理念和技术方法..... 36

4.2 勘查及防治工程的布设说明..... 40

4.2.1 地面查治工程布设说明 40

4.2.2 井下查治工程布设说明 42

4.2.3 水文地质工程地质测试方案设计说明 42

4.3 查治工程设计编制、施工组织与设计变更调整情况 45

4.4 查治工程竣工项目及总体工程量..... 47

4.5 查治工程质量述评..... 50

5	动力突水条件勘查成果	52
5.1	工程地质条件勘查成果	52
5.1.1	7 煤覆岩岩性及岩层结构	52
5.1.2	745 工作面上覆基岩工程地质性质室内测试及工程地质岩组划分	53
5.1.3	区域宏观地应力场及地应力实测分析	66
5.1.4	10 煤、7 煤叠加开采覆岩离层及拉伸破坏带的模拟成果与钻探成果对比	68
5.2	水文地质条件勘查成果	71
5.2.1	84 采区 7 煤 745 工作面自然水文地质条件	71
5.2.2	10 煤、7 煤重复采动引起 745 工作面顶板砂岩水文地质条件变化的勘查成果	74
5.3	突水水源、通道勘查结果	79
6	动力突水机理研究	83
6.1	动力突水的三要素——水源、通道、动力源	83
6.2	冲击动力作用下超静水压大小试验研究	85
6.2.1	试验制样	85
6.2.2	试验过程	86
6.2.3	试验结果分析	86
6.3	动力突水通道形成力学机制探讨	89
6.3.1	动力突水通道形成的物理模型	89
6.3.2	动力突水通道形成的力学分析	89
7	动力突水水害防治技术试验研究	93
7.1	745 面恢复生产的可行性论证	93
7.1.1	745 面未采区段开采涌水量预测	93
7.1.2	恢复生产安全开采的有利条件	102
7.1.3	恢复生产水害隐患及防水控水技术措施	103
7.2	动力突水水源的防治技术方法应用及效果	105
7.2.1	工作面“超前、全过程”疏放砂岩水切断离层积水水源的应用效果	105
7.2.2	试采过程中工作面外疏水孔、工作面内导水孔水动态监测实录	107
7.2.3	工作面顶板含水富水性的瞬变电磁探测与检测	111
7.3	动力源的防范监测技术措施与效果	116
7.3.1	工作面采场顶板动力现象的监测方法与结果	116
7.3.2	试采面开切眼区段顶板冒落破坏的并行网络电法动态监测试验	119
8	研究成果在相似条件下煤层开采中的推广应用	126
8.1	研究成果在 844 工作面采前防治水设计中的应用	126
8.1.1	防治水任务的提出	126
8.1.2	防治水设计情况	127
8.2	研究成果在 844 工作面安全开采可行性论证中的应用	127
8.2.1	防治水设计工作量完成情况	128
8.2.2	工作面安全开采的可行性论证	129
8.3	844 工作面生产实践情况	129

9 结 论	130
9.1 动力突水水害查治试验研究结论	130
9.2 经济、社会效益分析.....	133
9.3 存在问题与不足	134
参考文献.....	135

绪 言

一、项目的提出

2005年5月21日12时13分,淮北矿业集团公司海孜煤矿一水平(-475 m)84采区7煤745工作面,发生了瞬时最大流量达 $3\,887\text{ m}^3/\text{h}$ 的顶板特大突(溃)水事故。突水事故发生前无明显征兆;持续时间很短,仅18 min水量就衰减至 $905\text{ m}^3/\text{h}$,3.5 h衰减了97%(减至 $139\text{ m}^3/\text{h}$);最大突水瞬间,伴有大量的碎石、泥突出。虽然总突水量不大,但由于瞬间突水量大,造成了人员死亡(5人)、瞬间淹没工作面和附近巷道的重大事故。

745工作面上覆巨厚坚硬火成岩(为“整体结构”岩体),由于煤系地层与火成岩在岩体结构、强度、变形性能方面存在明显差异,煤层开采中,火成岩下部地层会产生明显离层,并被地下水充填,形成封闭的离层水体。同时,由于火成岩结构完整、强度高,当其下的离层发展达到一定空间规模后,火成岩会产生突然冲击动力失稳,冲击离层水体,使其在瞬间产生很高的水压力,突破隔水岩层,产生瞬间突水。由于此种类型突水无前兆、来势迅猛,常造成重大安全事故。这是一种新类型的煤矿突水,国内外还未有研究先例,可称其为“煤矿动力突水”。

鉴于此,应对7煤及745工作面突水的水文地质、工程地质条件进行勘探研究,点面结合,一是要查明以745工作面为重点的突水水文地质工程地质条件、充水因素及突水原因;二是考虑745工作面恢复生产安全所需的水文地质、岩移、离层等监测工程,开展以疏放离层积水为目的的水害防治试验。上述两大工程任务的性质,分别属于“突水条件勘查”和“水害防治技术方法”,是合二为一的整体,可简称为“查治工程”。同时,鉴于这是一种新的突水类型——煤矿动力突水,通过对突水机理的理论分析,可进一步来验证或加强对这种新的突水类型“煤矿动力突水”的深入理解,故可称之为“查治试验研究”。

综上所述,本项目确定为“淮北矿区整体结构顶板特大动力突水水害查治试验研究”。项目将以“5·21”突水为例,研究动力突水的形成条件、发生机理、现场防治技术等。其成果不仅可直接用于淮北矿区9个矿井、火成岩下压煤约3亿t开采的防治水实践,而且对我国类似条件和深部开采煤矿水害防治具有重大指导意义。

二、项目完成工作量

通过地面、井下钻探工作、野外试验工作、室内试验、数值计算、理论研究分析以及长期观测、监测、物探、生产实践应用等多方面的工作,在历时一年半的时间内,共计完成如下的工作量:

(1) 项目针对745工作面共计完成地面钻孔 $2\,924.96\text{ m}$ (8个),井下钻孔 $2\,110.9\text{ m}$ (7组18个),井中测流5孔(次),钻孔电视成像3孔(次),未采区段涌水量预计1项,岩样工程地质性质测试91组,岩石地应力测量8组,坚硬岩石冲击倾向性三项指标测试11组,冲击动力作用下超静水压大小室内测试6组,10煤、7煤叠加开采覆岩离层动态变化数值模拟1项,瞬变电磁法顶板富水性分区探测1项,采前井下钻孔长历时放水试验1项,顶板富水异常区放水效果瞬变电磁检测1项,开采过程中工作面顶板离层导水钻孔水压、水量监测1项,开采过程中工作面顶板矿压监测1项,并行网络电法采动离层、三带分布情况探测1项。

(2) 将研究成果推广应用于844工作面生产实践中,共完成地面钻孔 359.73 m (1个),井下钻孔 $2\,108\text{ m}$ (20个),岩样工程地质性质测试7组,钻孔电视成像1孔(次),7煤、10煤、8煤叠加开采覆岩变形破坏及地应力动态变化的倾向、走向数值模拟各1项,工作面煤层顶板富水情况瞬变电磁探测1项,井下

钻孔采前放水试验 1 项,采前涌水量预计 1 项,开采过程中工作面顶板离层导水钻孔水压、水量监测 1 项,开采过程中工作面顶板矿压监测 1 项。

三、项目主要成果

依据项目取得的各项技术资料,编制《淮北矿区整体结构顶板特大动力突水水害查治试验研究》研究报告。研究报告文字章节组成有:绪言,“煤矿动力突水”的提出及国内外研究现状,井田、采区及工作面概况,84 采区工作面充水特征初步分析,动力突水水害查治工作,动力突水条件勘查成果,动力突水机理研究,动力突水水害防治技术试验研究,研究成果在相似条件下煤层开采中的推广应用,结论等十个部分。得到如下主要结论:

(1) 煤矿动力突水的提出:在对比分析“5·21”突水与国内外典型突水事故特征的基础上,提出一种新的煤矿突水类型——煤矿动力突水,给出了煤矿动力突水的科学定义,并总结了它的危害特征、国内外研究现状。

(2) 745 工作面与 84 采区 7 煤其他工作面条件对比分析,包括:采区火成岩、7 煤顶板砂岩赋存及至 7 煤顶板距离变化情况,各工作面的空间相互关系及开采顺序及时间间隔,7 煤层以往的突水规律及“5·21”突水的初步原因简要分析总结。

(3) “5·21”突水的工程地质条件已经查明,包括:84 采区 7 煤覆岩岩性及岩层结构;745 工作面工程地质岩组划分及其工程地质特征;区域宏观地应力及地应力实测分析;10 煤、7 煤叠加开采形成离层及拉伸破坏带的模拟成果与钻探资料对比。

(4) “5·21”突水的水文地质条件已经查明,包括:84 采区 7 煤及 745 工作面自然水文地质条件的查明;勘探查明了 10 煤、7 煤重复采动引起 745 工作面顶板厚层砂岩水文地质条件变化;对“离层”的分布及其含水富水性规律取得了基本认识。

(5) “5·21”突水通道和诱发突水的动力源已经查明:突水主要通道一是 7 煤采后的冒落裂隙带,二是动力突破带;火成岩的突发动力失稳是造成“5·21”突水的直接诱因。

(6) 动力突水机理研究:提出“水源、通道和动力源”为动力突水的三要素;进行冲击动力作用下超静水压大小试验研究;对动力突水通道形成的力学机制进行了初步研究。

(7) 745 工作面水害防治试验成果和防水控水技术的应用经采生产实践验证行之有效,包括:工作面外疏水孔“超前、全过程”疏放砂岩水切断离层积水水源效果显著;工作面内导水孔在回采全过程监测离层水动态效果明显;工作面试采过程中的防水控水技术体系对安全生产起到了良好效果;采场顶板动力现象动态监测结果为工作面无冲击现象显现。

(8) 研究成果推广应用于 844 工作面防治水设计、可行性论证及实际回采过程,验证了动力突水水害查治试验研究成果。

(9) 研究成果已直接应用于 745 工作面恢复生产和 844 工作面的安全生产,共采出原煤 17 万 t;今后可推广应用到淮北矿区约 10 km² 火成岩覆盖、可采储量达 4 007 万 t 的煤层开采;经济效益显著。

通过对上述水害查治试验研究结论的综合分析与归纳,项目取得了如下的主要创新成果:

① 提出了一种新的煤矿突水类型——“煤矿动力突水”,给出了煤矿动力突水的科学定义,总结了它的危害特征,提出“水源、通道和动力源”为动力突水的三要素。

② 利用自行设计制作的岩石试样进行三轴伺服加压试验,模拟坚硬岩层动态失稳的冲击动力作用激发离层水体超静水压大小。

③ 利用弹性理论、波动力学、岩石强度准则定量分析由于坚硬顶板瞬间失稳的强烈冲击动力作用造成下部岩层内形成动力突破带,该动力突破带与其下的导水裂隙带在垂向上沟通,形成动力突水通道。

④ 用钻孔电视录像测定离层的存在和确定其空间位置;超低水位(−278~−320 m)、大吸水量(最大吸水量 72 m³/h)条件的注水井中测流,求取离层带水文地质参数;长历时(停止钻进 70 d)离层带水位动态监测进一步验证离层积水水体是否真实存在等离层和离层水体的现场勘查技术手段。

⑤ 通过对工作面水文地质条件分析,利用地下水动力学解析法、大井井流法、经验类比法、当量流径法预计 745 工作面恢复生产开采过程中有离层水存在的复杂水文地质条件下的涌水量,并经开采实践证

明其正确性。

⑥ 采用工作面外钻孔超前、全过程疏放顶板水切断离层积水水源的动力突水水害防治关键技术措施,对保障工作面安全高效开采起到了显著成效。

⑦ 初步建立了煤矿动力突水的理论体系,提出了一种新的煤矿突水类型——煤矿动力突水,并初步给出其科学定义;提出“水源、通道和动力源”为动力突水的三要素;对动力突水机理进行了物理模拟试验和力学定量分析;提出和实践了动力突水有效的勘查技术和方法;提出和实践了动力突水有效的防治技术和方法。

煤矿动力突水是一种新的突水类型,涉及水文地质学、工程地质学、岩石力学、采矿科学等学科,一些问题还有待深入研究和实践。本书的出版,如能起到抛砖引玉之作用,无论如何也是一件好事。缺点和谬误之处,敬请读者批评指正。

本书由李伟、李文平、程新明、李小琴、李成明、孙如华撰稿,部分成果属国家自然科学基金项目(40572160)资助研究内容。参与书中成果研究工作的还有王柏荣、李凤荣、韩东亚、董继华、李忠凯、赵团芝、余永洋、王大设、张学道、任春辉、李运山、张育宝、于景邨、刘盛东等,在此表示衷心感谢!

1 “煤矿动力突水”的提出及国内外研究现状

1.1 “5·21”突水基本情况

淮北矿业集团公司海孜煤矿一水平 84 采区 7 煤 745 工作面于 2005 年 5 月 21 日 12 时 13 分发生了瞬时最大流量达 $3\,887\text{ m}^3/\text{h}$ 的顶板特大突(溃)水事故。

2005 年 5 月 16 日中午 12 时 45 分,腰巷下部、机头向上 20 m 范围第一次出水,最大涌水量 $350\text{ m}^3/\text{h}$,当天下午 6 时左右降至 $200\text{ m}^3/\text{h}$,5 月 19 日水量衰减到 $35\text{ m}^3/\text{h}$ 。考虑到工作面有垮棚造成不通风等安全问题,时间愈久愈难处理等因素,5 月 19 日开始组织恢复维护工作面。5 月 21 日中午 12 时 15 分接到井下汇报,工作面腰巷以下再次发生溃人性突水,造成腰巷以下有 5 人遇难。14 时 21 分实测水量 $905\text{ m}^3/\text{h}$,到 23 时 30 分井下汇报涌水量为 $46\text{ m}^3/\text{h}$,经测算从 5 月 21 日 12 时 13 分到 5 月 23 日 7 时 30 分总计突出水量约 $6\,620\text{ m}^3$ 。根据过水巷道浸没深度等方法,估算前 20 min 涌水量大于 $3\,887\text{ m}^3/\text{h}$ 。

第一次突水具有以前 7 煤层突水的特征,而第二次突水,其水量之大、来势之猛、衰减之快、征兆不明显是顶板砂岩水突水所罕见的。具体有如下特点:① 突水征兆不明显,来势凶猛。当现场人员发现顶板淋水有所增加,发出撤人信号时,水流迅猛涌出,出水点以下人员来不及撤离。② 突水初期涌水量巨大,形成强大的水流,使沿途所有具有一定坡度的巷道底板冲刷达 1 m 以上。

1.2 国内外类似突水典型事故分析

新汶矿业集团公司华丰煤矿目前砾岩水严重影响了四层煤的开采,自 1975 年开采四层煤以来,井下发生了 40 余次砾岩出水事故。出水点集中在四水平二采区西翼和三采区,出水表现为上、下平巷、工作面多次出现淋水。采空区有水流出,涌水量 $0.5\sim6.5\text{ m}^3/\text{min}$ 不等,水量持续一段时间后下降,后保持稳定;目前为 $8\text{ m}^3/\text{min}$,占矿井总水量的 60%。

第三系砾岩以角度不整合覆盖于煤系地层之上,厚度由南向北逐渐增厚至 900 m 以上。砾岩的主要成分为石灰岩碎块及少许的砂岩、页岩碎屑,砾径不等,硬度较大。砾岩的底部有厚度不等的黏土岩或黏土岩与砾岩、砂岩的互层,因颜色呈红色,俗称红层。在井田内,砾岩受构造破坏较轻,完整性较好(通过声波成像测量,测得砾岩的完整系数在 0.9 左右),与煤系地层有明显的差异。

张金涛认为:“以往认为砾岩出水原因是砾岩与四层煤的间距小,四层煤采后的冒裂带高度达到砾岩所致,该观点具有片面性;冲击地压是砾岩出水的重要原因。该矿的四层煤为强冲击倾向的煤层,顶板具中等冲击性。砾岩含水性在垂向上具有分带性,当下部煤层采出后,砾岩在沉降过程中产生水平离层。在冲击地压情况下,水平离层和垂直断裂互相联通,破坏了开采前的垂直分带性,使砾岩水更畅通地进入到砾岩与红层之间的离层空间。而较大的冲击地压则破坏了煤系地层原有的完整性,加大了原生裂隙和采动裂隙,使砾岩水进入煤系地层。”

“华丰煤矿四层煤具有强烈冲击倾向,顶板具有中等冲击倾向,巨厚砾岩的活动是其重要的诱发因素。”……“前面已叙述砾岩内构造不发育,完整系数 0.9,硬度系数在 6 以上,当煤层采过后,砾岩、红层及煤系地层并不同步下沉。随着开采面积的增大,砾岩形成板状悬梁,砾岩层原来的应力状态发生改变。当砾岩悬空面积达到一定程度后,即发生断裂下沉,对下部的岩体突然加载,从而诱发具有强烈冲击倾向的煤层冲击地压。分析认为,砾岩的断裂可能使砾岩水进入到砾岩与红层或砾岩与煤系地层之间的离层内,

从而进入四层煤的顶板。砾岩的突然断裂,使红层受强烈冲击而产生裂隙,同时还诱发四层煤的冲击地压,冲击地压的发生又加剧了顶板岩层中原有裂隙和采动裂隙(导水裂隙)的发育,使裂隙率和裂隙高度都有所增加。并一直发育到砾岩与红层或砾岩与煤系地层之间的离层带,从而使砾岩水漏入井下。”……“实际开采中,砾岩出水与冲击地压之间也有联系,往往出水前几天就有一次较大的冲击地压发生。”……“凡是四层煤工作面出水时,必有较高级别(大于1.0级)的冲击地压发生,冲击地压成为砾岩漏水的重要原因。”

1.3 “煤矿动力突水”的科学定义、特征及危害程度

从上述典型的突水案例可以看出,作为一种不同于“矿井静水压突水”的新的突水类型,我们可以给“煤矿动力突水”初步定义:

由于地下开采活动,致使整体块状结构坚硬岩层弹性能积聚,产生动力失稳,冲击附近的含水体,激发超高水压,并在含水体与采掘临空面之间,产生瞬间破裂的导水通道,形成动力突水。

煤矿动力突水的主要特征可总结为四个方面。一是无明显的突(溃)水预兆。如海孜矿“5·21”突水,与一般的顶板砂岩突水由小到大并有突水前兆的规律相悖,基本没有突水前兆,如此特点的特大突水是极为罕见的,极不利于现场作业工人逃生。二是瞬时突水量大。“5·21”突水最大突(溃)水量达 $3\,887\text{ m}^3/\text{h}$,在两淮矿区的顶板突水的记录中是史无前例的,创顶板突水量的最高记录,在国内也极为罕见。三是瞬时最大突(溃)水量衰减快。“5·21”突水仅持续约18 min,2 h后水量衰减了77%(由 $3\,887\text{ m}^3/\text{h}$ 减至 $905\text{ m}^3/\text{h}$),3.5 h衰减了97%(由 $3\,887\text{ m}^3/\text{h}$ 减至 $139\text{ m}^3/\text{h}$)。四是最大突水瞬间伴有大量的碎石、泥突出。“5·21”突水伴有300多立方米的碎石、泥突出。

结合“煤矿动力突水”的定义和特征,可以看出,在一定的矿井水文地质工程条件下都有发生动力突水的可能。因此,煤矿动力突水现象并不只是局限于个别特殊矿井的个别案例,随着我国煤矿及非煤矿山持续地向深部延伸开采,地应力增高,动力突水事故发生的概率也在增加,动力突水将成为深部矿山开采中不容忽视的工程诱发灾害之一。

1.4 国内外相关技术研究现状

突水是煤矿四大灾害之一。虽然对煤矿突水条件、机理及防治方法进行了长期的研究,取得了卓有成效的成果,但由于地质条件的复杂性,具体地点防治水研究的投入不足以及一些技术还未得到解决等,我国煤矿突水事故时有发生。近年来,随着全国煤炭产量增加、开采深度加大、一些特殊条件下开采增多等原因,煤矿突水事故、特别是重大事故有增加趋势,使煤矿安全生产形势严峻。

到目前为止,所有煤矿突水都是含水层中的水或其他水源在静水压力作用下,沿着一定形式的透水通道涌入井下采掘坑道的。这种突水,从水源的作用力来看,都是静水压力,所以可称其为“矿井静水压突水”。对其形成条件和突水机理研究,主要体现在“水源、通道、水量”三方面,防治措施主要为“疏、降、排、堵”。

“煤矿动力突水”是与“矿井静水压突水”不同的一种新的突水类型。其形成条件、突水机理以及防治措施和方法,与已有的“静水压突水”存在一些关键不同处。如在水源方面,动力突水存在因采动形成的新水源——离层水,而静水压突水则不存在;动力突水通道的形成主要是动力破坏作用和超静水压作用,而静水压突水主要是原生导水通道的静水压作用等。因此,本课题研究将揭示一种新的煤矿突水类型,研究其形成条件、发生机理、现场防治技术等,国内外还未有研究先例报道。其成果具开拓创新性,对煤矿安全生产防治水工作具有重大指导意义。

2 矿井、采区及工作面概况

海孜煤矿位于淮北煤田临海童矿区,北距淮北市约 40 km。区内为第四系冲积平原,地势平坦,标高一般在+26.5~+28.6 m。井田东南以骑路周断层与临涣煤矿毗邻;西以大刘家断层为界;北至 3 煤层-800 m 水平投影线,呈一不规则三角形。井田东西走向长 11 km,南北宽约 2.6 km,面积 33.745 km²。

海孜煤矿于 1987 年建成投产,分大井及西部井两部分。2004 年核定年生产能力分别为 90 万 t、40 万 t。大井一、二生产水平分别为-475 m、-700 m,三水平为-800 m。矿井开采二叠系下石盒子组 7、8、9 煤和山西组的 10 煤层。大井一水平(-475 m)采用立井主要石门分组大巷开拓方式;二水平用三条暗斜井延伸。现有三个生产采区(Ⅱ 101、Ⅱ 102、84)和 1 个准备采区(86 采区)。目前,大井有 3 个走向长壁采煤工作面生产,其中一水平有 1 个中组煤 84 采区的 745 工作面,因“5·21”突水现已暂停生产,二水平有 10 煤Ⅱ 1017、Ⅱ 1022 两个生产工作面。745 工作面的“5·21”水害给 7 煤安全生产和矿井稳产高产造成了严重影响。

2.1 矿井地质

2.1.1 地层

本区区域地层属华北地层区、淮河地层分区和淮北地层小区。区内基岩露头面积很少,大部分为第四系覆盖。

(一) 矿井地层

海孜矿井揭露地层有奥陶系、石炭系、二叠系、古近系、新近系和第四系,由老至新简述如下:

1. 奥陶系中、下统老虎山组~马家沟组(O₂l~O₁m)

揭露厚度 28.46 m(据 5—6_s 孔),岩性为灰褐色、灰棕色厚层状石灰岩,致密性脆,裂隙发育,质不纯,具豹皮状构造。

2. 石炭系(C)

本矿井无钻孔系统揭露该地层,据邻区临涣煤矿 039 孔、临水₈孔资料,该地层有本溪组和太原组。

(1) 中统本溪组(C₂b)

该组本矿无钻孔控制,据邻区临涣煤矿资料,地层厚 2.8 m,岩性为灰白色、紫红色铝质泥岩,富含铝,致密性脆,含少量菱铁鲕粒。

与下伏奥陶系呈假整合接触。

(2) 上统太原组(C₃t)

该组本矿最大控制厚度 79.29 m(据 90—观 4 孔),层位为中上部 1~9 层石灰岩。岩性以浅灰色石灰岩为主,次为深灰色泥岩、粉砂岩,少量砂岩。石灰岩总厚占控制厚度的 53%,各层石灰岩多含动物化石,其中三灰、四灰含燧石结合和薄层。一般不含煤,仅 90—观 5 孔于四灰下见一层煤,厚 1.98 m。

据邻区临涣煤矿资料,本组地层厚 133.21 m,含石灰岩 9~12 层,中下部各层石灰岩之下发育有薄煤层,含煤 6 层,总厚 3.45 m,煤层薄而不可采。

顶部一灰为浅灰色,方解石晶体粗大,富含动物化石,薄而稳定,是层位对比明显标志。

与下伏本溪组整合接触。

3. 二叠系(P)

矿井内揭露地层有山西组、下石盒子组、上石盒子组和石千峰组。

(1) 下统山西组(P_{1s})

下部以太原组顶部一灰之顶为界,上界为铝质泥岩下骆驼脖子砂岩之底,地层厚 85~160 m,平均 108.4 m。岩性由砂岩、砂泥岩互层、粉砂岩、泥岩和煤层组成。含 10 煤层(组),煤层发育较好,为本矿主采煤层之一。

与下伏太原组整合接触。

(2) 下统下石盒子组(P_{1xs})

下界为骆驼脖子砂岩,上界为 3 煤下 K_3 砂岩。地层厚 235~290 m,平均 250.1 m。岩性由砂岩、粉砂岩、泥岩、铝质泥岩及煤层组成。泥岩、粉砂岩灰至深灰色,4 煤组附近具少量紫斑,并含较多菱铁鲕粒,5 煤附近具姜状、瘤状菱铁结核。砂岩主要集中于上部 4 煤组上下和下部 5~8 煤间。

该组为本矿主要含煤段,含 4、5、6、7、8 等 5 个煤层(组),其中 7、8、9 三层为可采煤层;4、5、6 煤组发育较差,煤层薄不可采。矿井西部有岩浆岩呈层状侵入于 5 煤层位,岩浆岩最厚达 169.18 m,煤层被破坏吞蚀,或变质成无烟煤、天然焦。

本组与下伏山西组整合接触。

(3) 上统上石盒子组(P_{2ss})

下界为 K_3 砂岩之底,上界为平顶山砂岩之底,厚约 633.6 m(仅 7B₁ 孔见到顶界)。岩性由砂岩、粉砂岩、泥岩和煤层组成。自下而上砂岩石英含量减少,泥岩、粉砂岩颜色变杂,紫色、绿色增加。含 1、2、3 三个煤层(组),其中 3 煤组有两层(3、4)煤,为可采煤层,1、2 煤层(组)薄不可采。

与下伏下石盒子组整合接触。

(4) 上统石千峰组(P_{2sh})

控制厚度 19.17 m(据 7B₁ 孔),本组底部为平顶山砂岩,灰白色,厚层状,中粗粒结构,局部含细砾,具大型交错层理。

与上覆上石盒子组整合接触。

4. 新近系(N)

新近系上新统(N_2):

本统与下伏二叠系呈不整合接触。厚 84.10~157.10 m,平均为 150.00 m。

底部以残积洪积为主,厚度为 0~42.90 m,一般厚 20 m,岩性较复杂,为深黄、灰白、灰绿、棕红等杂色砂砾、细砂及黏土质砂、砂质黏土,呈互层状,局部地段砂砾层较发育。

中部以湖相~滨湖相沉积为主,厚度为 0~64.50 m,平均为 46 m。岩性由灰绿色、灰黄色、棕黄色厚层黏土及砂质黏土间夹 1~8 层砂或黏土质砂组成。富含钙质及钙质结核,除在东部地段与二叠系煤系地层直接接触厚度较小外,一般均分布稳定。

上部以河湖相沉积为主,厚度为 47.10~80.80 m,平均为 66 m。由棕黄、浅黄、灰白色中细砂及粉砂和黏土质砂间夹 2~3 层黏土及砂质黏土所组成。

顶部以棕黄色、浅棕黄色黏土及砂质黏土组成,富含钙质及铁锰质结核,为一沉积古剥蚀面,亦是新近系与第四系的分界线,厚度为 6.20~28.00 m,平均厚度为 18 m。

5. 第四系(Q)

该地层假整合于新近系之上,厚度为 68.80~108.00 m,平均在 90 m 左右。

(1) 更新统(Q_{1-3})

下部以浅黄、棕黄色细砂、粉砂及黏土质砂间夹 3~5 层砂质黏土及黏土组成,并含有较多钙质结核和铁锰质结核。属河漫滩—河间阶地沉积相,厚度为 27.00~45.90 m,平均为 38.50 m。

上部以土黄、褐黄及浅黄色砂质黏土及黏土夹 1~3 层薄层砂及黏土质砂组成,含较多砂姜块及铁锰质结核,为一沉积间断古蚀面。该层段分布稳定,厚度为 12.80~25.30 m,平均厚 18.50 m。

(2) 全新统(Q_4)

本统属河漫滩相—超河漫滩相沉积,分布稳定。厚度为 29.00~36.80 m,平均为 33 m。呈土黄、灰

黄及浅灰色,由粉砂、细砂岩及黏土质砂夹2~3层砂质黏土及黏土组成。顶部0.5 m为深灰色耕植土,埋深3~5 m处富含钙质结核及砂姜块,在埋深20 m左右有1 m左右的褐黑色有机质腐殖质层,含较多动物化石碎片。

(二) 含煤地层

本矿含煤地层为石炭系、二叠系,石炭系煤层不发育,未作为勘探对象。二叠系含煤地层自下而上分为山西组、下石盒子组、上石盒子组。

1. 下统山西组(P_1s)

该层厚度为85~160 m,平均为108.4 m,含10煤层(组),据沉积环境和岩性特征以10煤为界分为上、下两段。

① 下段:自太原组一灰顶至10煤层,厚度为45~74 m,平均为52.9 m。底部为深灰色、灰黑色泥岩或粉砂质泥岩(海相泥岩),向上为粉砂岩、砂岩。10煤底板为浅灰色细砂岩和深灰色粉砂岩、泥岩组成的砂泥岩互层(叶片状砂岩)。波状层理、透镜状、混浊状层理发育,层面上多白云母碎片。具底栖动物通道,含菱铁质结核和黄铁矿晶体。

② 上段:自10煤层至本组顶界(骆驼脖砂岩之底),厚度53~86 m,平均71.1 m。岩性为砂岩、粉砂岩和泥岩。10煤层顶部长石石英砂岩,为10煤层直接或间接顶板。浅灰色,中细粒,具深灰色泥质包体,因而亦称花砂岩,本层可局部相变为砂泥岩互层。再向上本段的中部发育一层长石石英杂砂岩,灰~灰绿色,中细粒,填隙物含量高,胶结疏松,称为泡砂岩。

2. 下石盒子组(P_{1xs})

该层厚度为235~290 m,平均为250.1 m。岩性由砂岩、粉砂岩、泥岩和铝质泥岩及煤层组成。该层为本矿井主要含煤段,含4、5、6、7、8等五个煤层(组),其中7、8、9三层(8、9煤层为8煤组煤层)为可采煤层,其他不可采。本组底部石英砂岩(骆驼脖砂岩)灰色稍绿,中粗粒结构。其上为铝质泥岩,浅灰—灰白色,具紫色黄色花斑,含菱铁鲕粒,层位较稳定。7~8煤组间石英杂砂岩为8煤层直接顶板,灰—灰白色,中细粒结构,常具粉砂岩、泥岩薄层或相变为砂泥岩互层,水平层理发育。7煤上长石石英砂岩为7煤层直接或间接顶板,浅灰色,中细粒,含菱铁鲕粒并显示斜交层理、楔状层理。5~6煤间石英砂岩具天然放射性高之物性特征。4煤组顶板长石石英杂砂岩,填隙物含量较高。

3. 上统上石盒子组(P_{2ss})

区内仅7B1孔见到其顶界面,揭露地层厚度633.6 m。岩性由砂岩、粉砂岩、泥岩和煤组成。含1、2、3三个煤层(组),仅3煤组中含3、4煤层,两层可采,其他煤层不可采。按煤组分为四段:

① 3煤组下:厚37~58 m,平均为47.7 m,由砂岩、粉砂岩和泥岩组成。底部 K_3 砂岩,浅灰—灰白色,中粗粒结构,石英为主,具韵律层理和斜层理。粉砂岩、泥岩呈灰色,下部杂有紫斑,含分布不均的菱铁鲕粒和铝质。

② 3~2煤组间:厚度86~143 m,平均为109.2 m。由浅灰—灰色砂岩和灰—深灰色具紫色、绿色花斑泥岩、粉砂岩组成。底部(3煤组上约20 m左右)紫色消失。

砂岩由下而上石英含量减少,长石含量增加,次为浅灰色中细粒石英砂岩,浅灰色细—中粒长石石英砂岩,灰—深灰色细粒长石砂岩。各层砂岩均含少量电气石、锆石、金红石等重矿物。

③ 2~1煤组间:厚度60~91 m,平均为71.6 m。岩性以杂色粉砂岩、泥岩为主,间夹砂岩。粉砂岩、泥岩呈灰—灰绿色,具紫色花斑,局部含菱铁鲕粒和铝质。砂岩自下而上岩屑含量增加,下为长石砂岩,上为岩屑石英砂岩。含少量电气石、金红石及铁质矿物。

④ 1煤组上:据7B1孔,该段厚度为400 m,为一套杂色岩系,由泥岩、粉砂岩、砂岩组成。泥岩、粉砂岩呈灰—灰绿色,具暗紫色花斑,泥岩质不纯,含粉砂质。砂岩自下而上填隙物含量增加,一般大于25%为杂砂岩,下为石英杂砂岩,上为长石石英杂砂岩,含少量电气石。

2.1.2 构造

(一) 区域构造简介

石炭二叠纪含煤岩系形成之后,淮北煤田临涣矿区经受了多次构造运动,以致含煤岩系多次发生形

变,形成了褶皱、断裂等各种形变迹象,这些形变对煤系地层起着保护作用,是控制煤系地层赋存状态的主要构造因素。

临涣矿区位于华北板块的东南部徐淮拗陷内,其南侧为蚌埠隆起,北侧为徐宿弧形双冲—叠瓦构造,东侧为区域性郯庐断裂带。由于多期构造运动叠加的结果,区内东西向大断裂和北北东向大断裂纵横交错,形成了许多近网状的断块构造。在断块构造内,发育有一系列短轴褶曲构造,其轴向多为北北东向或近南北向,少数为北西向。临涣矿区的童亭背斜、五沟向斜就是其中之一。一些低序次的北西向和北东向断裂构造又切割这些背、向斜,且以北东向构造为主。

(二) 矿井构造

海孜煤矿位于淮北煤田中部,临涣矿区的北部,宿北断裂、光武—固镇断裂东西向断裂和太和—五河断裂、固镇—长丰断裂、北东向断裂内,童亭背斜的西北端,它是矿区构造的有机组成部分,受区域构造控制。

海孜煤矿由低序次的北北东向及北东向大马家断层和切割矿井深部的宿北断裂围成,总体上为一走向近东西、向北倾斜的单斜构造。区内被吴坊断层切割为两个区,即西部井(吴坊断层以南三角区)和大井(吴坊断层以北东西区)。东西区为较简单的单斜构造,在中部有较小的起伏,地层倾角一般为 $10^{\circ}\sim 30^{\circ}$,局部增大至 70° ,在平面上西部缓,东部陡,在剖面上具有中部陡,浅部和深部均缓之特点。三角区为一不完整的向斜构造,地层倾角较为平缓,一般为 $5^{\circ}\sim 15^{\circ}$ 。区内断层发育,全区共查出褶曲两个,大中型断层54条。在东西区已采掘块段共发现中小型断层900余条。另外,在局部块段层滑构造也较发育。

1. 褶曲构造

海孜煤矿大中型褶曲构造不甚发育,主要有高湖向斜,季湖背斜及矿井中部的波状起伏。

(1) 高湖向斜

其位于三角区,为一向东仰起的开阔向斜,轴向北西西向,轴线长2 km,波幅30 m。南翼走向近北东向,在5线出现鞍部,北翼走向近东西向,向西呈不对称喇叭状。地层倾角一般为 $5^{\circ}\sim 15^{\circ}$,轴部缓,两翼陡,北翼倾角大于南翼。北翼西部被吴坊断层切割保留不全,褶曲东部转折端发育有两条小断层。轴部和两翼均有多个钻孔控制(图2-1),地震有p2、5、5-6D、5-6F、5-6B、5-6A等六条测线控制,地质剖面有南5、南1、南10、5线等4条。褶曲在地震时间剖面上T8、T10两组标准波反映明显,起伏形态清晰,经时深转换褶曲形态准确可靠。

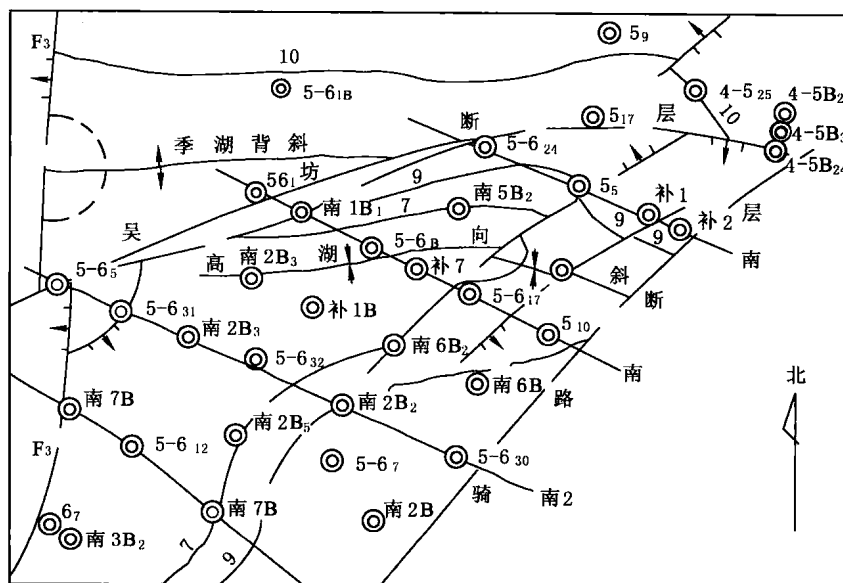


图 2-1 高湖向斜及其控制示意图

(2) 季湖背斜

位于吴坊断层下盘,10煤露头的浅部,与高湖向斜呈对应关系(图2-2)。轴向近东西向,向西倾伏至

F3 断层,轴线长 1.5 km,最大波幅位于西部,约 20 m。轴部有 5、61 孔和多条地震测线控制。该构造处于 10 煤层露头浅部,对矿井开采无影响,控制稍差。

(3) 波状起伏

本区较大的波状起伏位于首采区的 I 2 采区,主要表现为 7、8、9、10 煤层底板等高线急剧变化,地层走向自西向东由近东西向转为北西西向,地层倾角 5°~10°,该部位有多条勘探线、地震测线、钻孔及巷道严密控制。

此外,西部—475 m 水平附近及东部(1 线以东)的局部有较小幅度的波状起伏,也已严格控制。

2. 断裂构造

(1) 断裂构造分布及特点

由于区域应力场南北向挤压和近东西向挤压等多期应力场作用,形成了不同方向的构造活动形迹。在已查出的 54 条断层中,其主要特点归纳如下:

① 按断层展布方向可分为北东向、北北东向、北东东向和北西向四组,其中以北东向断层为主,其次为北东东向。断层倾向以北西向为主,其次为南东向。

北东向断层有:大马家断层、F19、P1、F21、F2、F24、F4、F7、F22、HF7、HF8、F14、HF6、HF1、F9、F9—1、F18、F6、F25、F11、DF1、DF2、DF3、DF5、DF8、DF9、DF10、DF11、DF12、DF21、DF24、DF28、DF29、DF30、HF11、HF10 等 36 条断层,占断层总数的 67%。

北北东向断层有:大刘家断层、F3、DF4、DF7 等 4 条断层,占断层总数的 7%。

北东东向断层有:吴坊断层、F13、HF9 等 5 条断层。

北西向断层有:F20、F23、F10、DF23、DF26、DF27 等 6 条断层。

少数其他方向断层有:东西向 F12、DF22 断层,南北向有 DF6 断层。详见表 2-1。

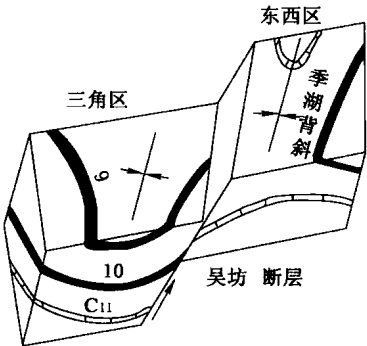


图 2-2 季湖背斜与商湖向斜对应关系示意图

表 2-1 断层性质及落差情况一览表

落差/m	正断层	逆断层	小 计
<20	F20、F1、F21、F24、F22、F14、F13、F9、F9—1、F6、DF1、DF2、DF3、DF5、DF9、DF10、DF12、DF22、DF23、DF24、DF25、DF26、DF27、DF28、HF10、HE11	F23、HF17、HF8、HF9、HF6、F25、DF4、DF6、DF8、DF11、DF29、DF30	38
≥20~<30	F2、F12、F11	F7	4
≥30~<50	F4、DF7	F10、F17、DF21	5
≥50~<100		HF1	1
≥100	F 大刘家、F 大马家、F 吴坊、F3、F19	F18	6
合计	36	18	54

② 正断层多,计 36 条,逆断层少,计 18 条(见表 2-1)。正、逆断层倾角差异小,正断层倾角一般为 50°~70°,逆断层倾角一般为 50°~65°,个别断层倾角较缓,可达 45°。小断层切割煤层,倾角较缓,并有沿煤层的层滑现象。

③ 断层的落差变化:≥100 m 的有 6 条,50~100 m 的有 1 条,30~50 m 的有 5 条,20~30 m 的有 4 条,<20 m 的断层最多,达 36 条。断层沿走向落差变化大,走向延伸短,有时产生突变现象,一般中间大向两端尖灭,在倾向上变化也较大。

④ 据矿井揭露,断层破碎带的破碎程度不因断层的规模不同而不同,一般正断层破碎带明显,逆断层次之。

(2) 二水平补勘前后断层对比

在已查出的 54 条大中型断层中,补勘前查出断层 32 条,通过地震勘探,保留基本一致的 28 条,修改断层 4 条,新发现断层 22 条。另外,查出落差均小于 10 m 孤立断点 72 个。

① 二水平东区

位于工广煤柱以东,本次地震勘探前原有断层 4 条,通过地震勘探后,共组合断层 16 条,其中保留基本一致的断层 1 条,即大马家断层;修改断层 3 条(F17、F9、F9—1 断层);新发现断层 12 条,其中可靠断层 10 条,占 83%,较可靠断层 1 条,占 8.5%,推断断 6 层 1 条,占 8.5%。按落差分类:大于 20 m 的断层 1 条,落差 10~20 m 的断层 4 条,落差小于 10 m 的断层 7 条。详细情况见表 2-2。

表 2-2 二水平东区断层分类统计一览表

落差类别		≥40 m	20~40 m	10~19 m	≤10 m	小计	合计
保留断层	可靠	骑路周断层				1	1
	修改断层	可靠	F17	F9、F9—1		3	3
	新发现断层	可靠		DF2、DF3、DF4、DF8	DF1、DF5、DF9、DF10、DF11、DF12	10	12
		较可靠			DF6	1	
		推断	DF7			1	
性质	正断层	1	1	4	5	11	16
	逆断层		1	2	2	5	
控制程度	可靠	1	1	6	6	14	16
	较可靠				1	1	
	推断		1			1	

② 二水平西区

位于工广煤柱以西,补勘前原有断层 3 条,补勘后保留基本一致的断层 2 条,即 HF7、F23 断层;修改断层 1 条,即 P7 断层;以上 3 条断层均可靠。新发现断层 10 条,其中可靠断层 8 条,占 80%,较可靠断层 1 条,占 10%,推断断层 1 条,占 10%。按落差分类:落差大于 20 m 的断层 1 条,落差 10~20 m 的断层 3 条,落差小于 10 m 的断层 6 条。详细情况见表 2-3。

表 2-3 二水平西区断层分类统计一览表

落差类别		≥20 m	10~20 m	≤10 m	小计	合计
保留断层	可靠				2	2
	较可靠					
	推断					
修改断层	可靠	F7			1	1
	较可靠					
	推断					
新发现断层	可靠	DF21	DF24、DF27	DF22、DF23、DF25、DF28、DF30	8	10
	较可靠		DF26		1	
	推断			DF27	1	
性质	正断层		3	4	7	13
	逆断层	2	2	2	6	
控制程度	可靠	2	4	5	11	13
	较可靠	1		1		
	推断			1	1	