

复杂型水文地质类型矿井充水条件分析与研究

牛艳庭（山西泽州天泰能源有限公司，山西 晋城 048000）

摘要：在《煤矿防治水细则》中明确规定了新开拓的矿井和生产型的矿井必须将三年作为一个周期进行矿井的水文地质类型的划分，在杭来湾煤矿的水文地质类型划分中，其划分的结果为复杂性矿井，这个矿井符合复杂型矿井的相关条件，导致其主要的原因就是总涌水量过大。在矿井的充水条件的分析中需要将充水水源、通道以及强度等多方面着手，结合地下水的排水条件和实际矿井范围，充分分析这三个重点因素对矿井造成的威胁，实现防止水应对措施的高效建设，为矿井的安全生产提供重要的基础。

关键词：复杂型；水温地质；矿井；充水条件

0 引言

陕北地区煤层的厚度大，因为煤质良好成为我国重要的煤炭基地。伴随着开采强度的不断加强，煤矿顶板水害的问题开始在发展中凸显，这给社会的发展造成了很多的安全威胁。陕北地区的煤层大多处在粗粒砂岩的底部，开采的过程中对上面含水层的破坏程度难以把握，所以在实际的开采中经常出现矿井涌水量的预测和实际监测值存在很大的偏差的现象，因而精准地分析矿井的充水条件对矿井的安全生产具有重要的现实意义。

1 矿井地区水文地质特征分析

我国大部分的矿井都处于榆溪河和秃尾河分水岭处的西侧，井田的水文地质单元四周的边界都是由人为划定，其中并没有隔水地层和隔水断层根据地下水赋予的条件和水力特征，井田从上到下可以被分为五个含水岩层和两个隔水岩。根据实际的导水裂隙带发育高度的计算可以精准地确定开采煤层形成的导水裂隙带导通了顶板直罗组底部的七里镇砂岩和真武洞砂岩，因而二者可以为矿井提供充足的充水条件，但是井田的大部分地段的松散层的孔隙含水层都不在导水裂隙带的范围内，在实际的充水中需要间接为矿井提供充水，南部地段可以和松散层含水层形成有效的沟通，促使其能够形成矿井直接的充水水源。充水的通道有断层点和风华裂隙带等多种天然通道，在采煤的后期也会形成导水裂隙带、封闭不良钻孔等多种人为通道，其充水的强度完全取决于含水层的富水含量和空间的分布特征，这也是水文特征中重点的研究内容。

2 矿区导水裂隙带的精确计算

目前在我国主要采用的是3#煤层，它的倾斜角度一般在0.5度左右，而煤层的平均厚度为8.33m，顶板大多是砂岩、粉砂岩和砂质泥岩等不同的材料，但是大多以中硬岩为主。在实际的计算中机可以利用井田周围的实测资料测取平均值，在计算中可以按照表1的方式进行精确计算。将平均值24.8作为导水裂隙带最大的发育高度的计算根据。我国矿井的首采盘区是分层开采的

方式，开采的厚度是4.8m，然而在后期矿井开采工程不断扩大的进程中，综合大采高的方式成为了主流的施工方式，因而在实际的计算中就需要将计算得到的数值改变到119.04，促使导水裂隙带的最大发育高度可以和其他地区保持一致。

表1 含水层厚度统计结果

含水层名称	两极值厚度	平均厚度
煤层底板 K ₇ 砂岩	0.6-2.9	1.7
煤层顶板 K 砂岩	1.2-23.68	10.3
山西组顶部砂岩	0.86-16.7	6.5
下石盒子组底部 K ₈ 砂岩	1-24.71	6.3

3 矿井充水水源的来源分析

3.1 大气降水

大气降水是一种天然充水的方式，因而在开采的过程中并不需要过多的人为干扰。但是大气降水一般不会直接进入矿坑中，而是降落在表面，但是在后期会通过地表径流的方式和汇集水体应用渗透的方式将水源补充给松散的含水层，但是在实际的渗透过程中很容易受到第四系底部弱透水层的干扰，导致大气水源无法通过渗透的方式将水源再次传递给基岩的含水层，少数时候会基岩的裸露区进行水分的补给，这样的补给方式对基岩整体的补给是微乎其微的，在矿井的地势排布中，还存在着一些煤层埋深较浅的区域，如果大气降水可以通过导水裂隙带的弱透水层就可以矿坑进行充水处理，这样直接的方式可以为矿坑提供充足的水源。

3.2 地表水

井田内的地表水主要以东北地区水塘的形式存在的，也包括在雨天之后通过地表径流的方式在沟谷地带地区形成的积水。现在东北地区只有很少的水塘之内拥

有积水,伴随着汛期积水量的不断增大,地表水可以为矿坑提供充足的水源。井田的南部地区发育了一条细长的河流,每年平均的流量可以达到 282L/s,并且井田的周围还有水库,目前的存储容量可以达到 530 万 m^3 。但是南部煤层的埋藏较浅,所以在开采煤层的时候导水裂隙带在这个地段的传输中很可能透过黄土层和地表的水体直接交流,这样就改变了充水的方式,由从前的间接充水到现在的直接充水。

3.3 地下水

地下水主要存在于第四系空隙含水层和裂隙含水层之上,根据计算结果得到 3# 煤上方和真武洞砂岩相隔 0–30.06m,和七里镇砂岩的含水层相隔约 40.97–99.05m 因而这个地区的含水层只能和真武洞砂岩实现高效的交流,但是井田的南部和西南部还能和煤层顶板的导水裂隙带形成松散的潜水含水层,但是中间的七里镇砂岩和其他地段的沟通可以促使这些含水层为这个矿区提供充足的资源,转变为直接充水的方式。

3.4 老空水分析

在井田的西北角中有一处很小的煤矿—南洼煤矿,很久以前这个煤矿的清理整顿被及时缓解,这个矿井已经开始实行建设并主推 3# 主煤层的建设,但是并没有落实到实际的生产中,所以在实际的运营中被关闭,这个矿区的内部还并没有形成采空区,而且筒内已经积满了水。这个矿区的周边也存在着众多小窑和小矿,但一些小矿区也都形成的大量的积水,因而在矿区的充水的进程中就可以将这些小矿区的积水作为有效的充水条件。目前我国井田的开采中,利用自采的形式已经形成了 834.23 万 m^2 的采空区,在煤矿的生产期间其巷道主要以滴水 and 局部淋水的方式实现矿区的充水,目前积水的面积已经有 51.96 万 m^2 ,积水量也占有 11.67 万 m^3 。

4 矿井的充水通道探究

矿井发生突水的现象将会对矿井的安全生产造成严重的威胁,然而在突水现象发生的时候,通水通道才是保障避免突水发生的重要载体,井田内部的通道大多具备断层点和风化裂隙带等多种多样的天然通道,然而在开采煤之后也会形成人为的通道,例如导水裂隙带和密闭不良的钻孔等通道。

4.1 天然充水通道

在井田的内部一共勘察到 9 个断层点,而且每个断层点都是单断点。通过对断层揭露发现在断层内部的围岩特征处于岩石破碎和位移不明显等现象,这就导致了破碎带的渗透性、储水性和导水性能等受到严重的损害,断层点成为切穿含水层的导水通道可能性变小,基岩顶层的风化带内部的裂隙开始呈现发育状态,裂隙缝内的富水性和抗压性能得到了显著的提升,很多地方的压力

水头达到了 1MPa,当煤矿埋藏并不够深的时候,采煤过程中产生的导水裂隙带和风化裂隙带产生有效的沟通时,两个不同的通道很可能因此成为各个含水层的通道,改变传统单一的通道形式。

4.2 人为充水通道形式

人为充水通道主要指的是在人为开采的过程中形成的通道,其中还包含了为了便利特意开采的通道。在煤层开采的进程中,采空区的岩层很容易受到外力的作用导致内部失去支撑的效果,进而很容易导致内部的应力发生变化,这样现象的发生将会导致顶板和煤壁受到破坏,在开采区的周围就会形成人为的导水通道。

3# 煤顶板导水裂隙带的高度一般为 119.04–217.99m,因为高度的不同也会在很大的程度上影响七里镇砂岩和真武洞砂岩之间的交流,促使导水裂隙带中的砂岩很容易通过导水裂隙带进入到矿井中,这样的通道方式可以为矿井提供充足的水源,但同时也会对矿井内部的结构造成深远的影响。在矿井中很多的地段会因为人工通道的作用和第四系的含水层进行密切的沟通,在人工通道的作用下流入到矿井中,在这样的背景下,导水裂隙带就会成为最主要的充水通道。

但是在人工通道的操作中很容易因为人为的方式促使矿压的扰动对煤矿的底板造成严重的破坏,导致隔水层的厚度变薄,所以很多时候很容易发生底板突水的现象。经过系统的计算得出,3# 煤层的底板矿压破坏带的深度一般为 30m,但是在实际的开采和发展中,很多地段的煤层底板导水的破坏带已经发育到了 3# 煤层底板的砂岩裂隙含水层,在没有有效地段隔水层的背景下很容易导致地段砂岩的裂隙承受超过范围的水压,最终矿压的破坏将带入到矿井当中。

4.3 封闭不良钻孔

密封不良钻孔是开采过程中的重要问题,在很多的矿采取都被评价为不良钻孔,以往被评为质量良好的钻孔因为施工年代久远导致封孔的时间较长,导致封孔的质量存在着很大的变化,同时钻孔还会受波动和开采时扰动的影响,这类钻孔因为在后期得不到质量的保障,所以在开采的过程中很容易将其形成矿井的通道,促使砂岩裂隙水能够快速进入通道。

小窑和小窑井巷本质上和钻孔存在着很大的相似之处,矿井中一般存有很多的小窑立井,而且这些立井大多应用 3# 的技术方法加以实现,所以很多的时候因为人为干扰导致小窑能够看到主煤层并且在开采的过程中形成小规模的小窑,目前小窑的井筒内存有大量的积水,当开采工作进行到立井处就很容易将立井当做砂岩裂隙水进入矿井的主要通道,在我国还存在着很多私人的小煤矿,这些私人小煤矿中的井巷内积水很容易给整体的矿井造成深远的影响,同时也会给未来的开采活动造成

严重的威胁。

5 矿井内充水的强度分析

5.1 小窑采空区积水

在东北部的鱼塘分布较少,因而积水存储量较少,当汛期来临的时候就很容易增加积水,这些水体大多会直接补给给松散的含水层,但是因为这个层系的含水层底部拥有黄土层弱透水层,所以在正常情况下并不会对矿井的正常生产造成直接的影响,能够在矿井的开采过程中降低很多的安全威胁。但是在和导水裂隙带直接沟通之后很容易导致水源直接进入到矿坑之中。在井田的边界处一般存有河流的直流进行水源的导入,每年的平均流量可以达到 280L/s,其中河流的上方设有水库,目前有效的容量可以达到 530 万 m^3 。根据相关的钻孔资料显示,井田的南面一般埋藏的煤层较浅,河流的地段和第四系的底板相距大约为 91m,在这个地段中就很容易促使水体通过导水裂隙带穿透黄土层和地表水体直接沟通,促使矿区内部的水源流动方式从传统的间接方式转变为直接的方式,为矿区可以提供充足的水源,但是水库的蓄水能力在和导水裂隙带沟通的过程中会对 3# 技术造成深远的影响。

5.2 煤顶板松散层孔隙潜水含水层

我国大部分的井田都呈面状连续分布,其厚度平均在 0.2~64.92m 之间,在煤矿实际的变化过程中,因为沙土结构的地层特性和底部本身具备的隔水层为地下水能够给予良好的水条件,所以矿结构的口径涌水量大约在 0.134~4.065L/s 之间在这个范围内的结构大多具备强富水性,然而中下富水能力的黄土弱透水层的统一口径大约在 0.00142~0.0965L/s 之间,一般靠近沙滩地区的统一口径在 0.253 左右,近似成这个值的口径一般属于弱具备低弱的富水能力,总的来说,黄土层就是矿井中的隔水层,它直接影响了矿井的渗水性能。

通过精确的计算得知,3# 煤层的开采将会在开采的过程中形成高度为 119.04~217.99m 之间的导水裂隙带,但是 3# 煤层的顶板和含水层的底板还存在着很大的距离,因此我国南部和西北部的井田在埋深较浅区域的含水层中很有可能促进导水裂隙带和第四系的含水层进行直接的沟通,然而其余地段的导水裂隙带就会减少和含水层的有效沟通,降低开采过程对矿井安全生产的影响。

5.3 砂岩裂隙承担含水层的压力

3# 煤层的开采对于整个矿井开采的过程具有重要的意义,顶板组的底部和第四段的底部整个矿井实现充水的主要来源,3# 煤顶板的砂岩裂隙含水层涌水量一般会呈现出来弱或中等的富水性。在我国的顶板砂岩裂隙水的工作中主要应用采空区和回采在斜井处充水,充水的形式主要应用滴水 and 淋水的方式,这能够促使煤矿生产中的矿井涌水量和试验分析的结果保持一致。

5.4 小窑采空区积水

我国很多的矿井地区处于低洼地势,在现代化的发展中,已经有越来越多的矿井开始拓立并且能够见到 3# 煤层,而且还伴随着煤矿的发展强化了井巷的小规模建设,但是因为很多的矿井并没有投入到实际的生产工作中,因为长时间的停放导致井筒内部积满了水,周边大框的采空区积水的范围和位置都比较清楚,这样的方式对周围的矿井影响较小,但是因为对井田周围小灶矿的积水量和积水范围并不能清楚了解,所以在开采的工作中很容易造成对矿井造成隐形的威胁,所以为了保障安全开采,在施工中需要事先对积水量和积水范围等进行严格的勘察,利用有效的措施实现防治水的处理。

5.5 3# 煤层采空区的积水

我国井田自从实现 3# 煤层的开采到现在已经形成了 834.23 万 m^2 的采空区,很多的煤矿在生产中还是应用滴水 and 局部淋水的方式实现矿井的充水,在这样发展进化的过程中自然地形成了 19 个采空积水区,总共的积水量达到了 11.67 万 m^2 。在这个地段的积水特点是采空区的范围非常清晰,能够在开采的过程中清楚了解积存的水量。根据实际的观察情况可以及时进行放水处理,进而可以有效地防止煤矿开采对矿井造成的危害。

6 结束语

总的来说,在矿井开采的过程中需要对相关位置的水文特征进行精确的分析,通过精确的计算保障在开采的过程中对周围的环境造成最小的危害。在具体的措施中可以从充水水源、通道和强度三个方面着手实施,同时需要加强对煤矿开拓生产后期的评价,根据相关的评价制定针对性的改善措施。

参考文献:

- [1] 张维,张昌翌,齐笛,等.复杂型水文地质类型矿井充水条件分析与研究[J].地下水,2020,42(4):38-40,65.
- [2] 王甜甜,靳德武,杨建,等.改进层次分析法在矿井水文地质类型划分中的应用[J].煤田地质与勘探,2019,47(1):121-126.
- [3] 陈红影.我国矿井水害的类型划分与水文结构模式研究[D].北京:中国矿业大学,2019.
- [4] 罗治勇,余姝辰,廖涛.湘西某矿区水文地质条件复杂程度分析[J].世界有色金属,2018(4):203-204.
- [5] 王晓军.梧桐庄矿水文地质条件分析及防治水措施研究[J].煤炭与化工,2014,37(10):119-121.
- [6] 许继影,戴洪宝.大演武矿井水文地质类型划分[J].赤峰学院学报(自然科学版),2015,31(20):46-48.

作者简介:

牛艳庭(1987-),男,汉族,山西泽州县人,2020 年毕业于东北大学采矿工程专业,助理工程师,从事采煤技术管理工作。