



中华人民共和国国家标准

GB/T 40130—2021

煤矿专门水文地质勘查规范

Specifications for special hydrogeological exploration in coal mines

2021-05-21 发布

2021-12-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言	I
引言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总则	3
5 勘查方法技术	7
6 设计书编制	14
7 矿井水文地质勘查	15
8 专项水文地质勘查	19
9 露天煤矿水文地质勘查	23
10 闭坑煤矿水文地质勘查	25
11 报告编制与验收	26
附录 A（资料性附录） 常用水文物探方法及适用条件	27
附录 B（规范性附录） 设计书提纲	29
附录 C（资料性附录） 突水危险性评价方法	32
附录 D（资料性附录） 矿井涌水量评价常用方法及公式	36
附录 E（资料性附录） 老空区积水量计算方法	40
附录 F（规范性附录） 勘查报告提纲	42

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中华人民共和国自然资源部提出。

本标准由全国自然资源与国土空间规划标准化技术委员会(SAC/TC 93)归口。

本标准起草单位:中国煤炭地质总局水文地质局、中国煤炭地质总局、中煤地质集团有限公司、中国自然资源经济研究院。

本标准主要起草人:沈智慧、孙玉臣、任虎俊、段俭君、申文金、王新、胡建青、杨光辉、刘叶青、翟丽娟、张莱、李曦滨、蔺国华、白喜庆、陆斌法、贾鹏宙、李振拴、牛志刚、王志奇、方向清、李本军、马瑞花、赵璞。

引 言

随着我国东部煤矿开采深度加深、西部煤炭资源的开发利用以及开采技术的进步和开采方式的变化,煤矿水文地质条件更加复杂多样,同时勘查技术也日益进步,为了规范煤矿水文地质勘查工作,提高煤矿水文地质勘查成果质量,以满足煤矿防治水工作需求,特制定本标准。本标准是基于地球系统科学及地下水系统理论方法,结合几十年来煤矿防治水和水文地质勘查工作经验成果的基础上制定的。



煤矿专门水文地质勘查规范

1 范围

本标准规定了煤矿专门水文地质勘查总则、勘查方法技术、矿井水文地质勘查、专项水文地质勘查、露天煤矿水文地质勘查、闭坑煤矿水文地质勘查、设计书和报告编制的基本要求。

本标准适用于煤矿设计、建设、生产、闭坑全过程的水文地质勘查。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB 8537 食品安全国家标准 饮用天然矿泉水
GB 51060—2014 有色金属矿山水文地质勘探规范
DZ/T 0080 煤炭地球物理测井规范
DZ/T 0148 水文水井地质钻探规程
MT/T 897 煤炭煤层气地震勘探规范
MT/T 898 煤炭电法勘探规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

煤矿专门水文地质勘查 **special hydrogeological exploration in coal mines**

为查明煤矿的水文地质条件,运用水文地质测绘、物探、钻探、试验等综合手段的水文地质工作。

注:根据煤矿开采方式和目的任务可分为矿井水文地质勘查、专项水文地质勘查、露天煤矿水文地质勘查、闭坑煤矿水文地质勘查。

3.1.1

矿井水文地质勘查 **mine hydrogeological exploration**

为查明矿井的充水条件等,运用水文地质测绘、物探、钻探、试验等综合手段,预测矿井涌水量和评价突水危险性的水文地质工作。

3.1.2

露天煤矿水文地质勘查 **open-pit coal mine hydrogeological exploration**

为查明露天煤矿的水文地质条件,运用水文地质测绘、物探、钻探、试验等综合手段,预测矿山疏排水量的水文地质工作。

3.2

充水含水层 **water-filling aquifer**

井巷工程或露天矿坑揭露影响范围内向矿井充水的含水层。

3.2.1

主要充水含水层 **main water-filling aquifer**

在矿床开采条件下,对井巷产生充水量较大的一个或多个含水层。

3.2.2

直接充水含水层 **direct water-filling aquifer**

井巷工程(或露天矿坑)揭露的导水裂缝带和底板采动导水破坏带范围内的含水层。

3.2.3

间接充水含水层 **indirect water-filling aquifer**

与直接充水含水层存在水力联系,通过直接充水含水层向矿井充水的含水层。

3.3

隔水层 **water-resisting layer**

钻孔单位涌水量小于 $0.001 \text{ L}/(\text{s} \cdot \text{m})$ 的岩层。

3.4

老空区 **goaf and old gob**

采空区、老窑和已报废井巷的总称。

3.4.1

采空区 **goaf**

采煤遗留下的以后不再维护的地下空间。

3.4.2

老窑 **old gob**

矿井建设以前采煤遗留下的采空区。

3.5

矿井突水 **water bursting in mine**

掘进或采矿过程中当巷道揭穿导水构造、富水含水层、老空水等,大量地下水突然涌入矿山井巷的现象。

3.6

突水危险性 **water inrush risk**

矿井采掘活动中突水事件发生的可能性及危险程度。

3.7

矿井涌水量 **water yield of mine**

因矿井采掘活动单位时间内涌入矿井内的水量总和。

注:根据其稳定性,可分为矿井正常涌水量和最大涌水量。



3.7.1

正常涌水量 **normal water yield of mine**

开采系统达到某一水平时,在不含井巷突水、地表水倒灌等特别情况的正常状态下保持相对稳定的流入矿井的涌水量。

3.7.2

最大涌水量 **maximum water yield of mine**

开采系统达到某一水平时,在不含井巷突水、地表水倒灌等特别情况的正常状态下所形成矿井涌水量的峰值。

3.8

静涌水量 **the static water inflow**

工作面范围内导水裂缝带所影响的含水层中重力水体积。

3.9

矿井水 **mine water**

矿井采掘活动过程中,进入矿井的水。

3.10

矿井水文地质类型 hydrogeological type of mine

根据矿井水文地质条件、涌水量、水害情况和防治水难易程度区分的类型。

注：矿井水文地质类型分为简单、中等、复杂、极复杂四种。

4 总则

4.1 目的任务

查明煤矿水文地质条件，为煤矿从设计到闭坑全过程提供可靠的水文地质依据和建议：

- a) 矿井水文地质勘查。查明矿井充水条件、预测矿井涌水量、对矿井突水危险性和危险程度进行评价，为煤矿设计、建设、生产防治水工作提供可靠依据和建议。
- b) 专项水文地质勘查。在查明矿井充水条件的基础上，进一步查明针对老空区、陷落柱、矿井疏干、带压开采、注浆工程等专项问题的水文地质条件，对专项问题进行评价，为煤矿生产过程中专项开采规划方案的防治水工作提供可靠依据和建议。
- c) 露天煤矿水文地质勘查。查明水文地质条件，预测疏排水量，为露天开采方案的工作提出疏排水措施和建议。
- d) 闭坑煤矿水文地质勘查。查明闭坑矿井地质、水文地质、环境地质的变化和影响范围，进行环境影响评估，为煤矿闭坑和矿山环境恢复治理提出依据和建议。

4.2 基本原则

4.2.1 以下情形应进行煤矿专门水文地质勘查：

- a) 符合下列条件之一的矿井，应进行矿井水文地质勘查：
 - 1) 矿井水文地质类型复杂或极复杂的矿井；
 - 2) 矿井主要勘探目的层未开展过水文地质勘探工作的；
 - 3) 矿井原勘探工程量不足，水文地质条件尚未查清的；
 - 4) 矿井经采掘揭露煤岩层后，水文地质条件比原勘探报告复杂的；
 - 5) 矿井经长期开采，水文地质条件已发生较大变化，原勘探报告不能满足生产要求的；
 - 6) 矿井开拓延深、开采新煤系(组)或者扩大井田范围设计需要的；
 - 7) 矿井巷道顶板处于特殊地质条件部位或者深部煤层下伏强充水含水层，煤层底板带压，专门防治水工程提出特殊要求的；
 - 8) 各种井巷工程穿越强富水性含水层时，施工需要的；
- b) 符合下列条件之一的矿井，应进行相应专项水文地质勘查：
 - 1) 开采规划方案认为需要进行专门疏干、带压开采等的矿井；
 - 2) 矿井生产过程中发现老空水、导水陷落柱等重大问题的矿井；
 - 3) 需进行井筒工程、导水通道(断层、陷落柱)封堵、顶底板含(隔)水层注浆加固、截流帷幕工程的矿井；
- c) 露天煤矿设计、建设、生产过程中发现水文地质条件与勘探成果不符时，应进行水文地质勘查工作；
- d) 煤矿闭坑前1年，应开展水文地质勘查。

4.2.2 煤矿专门水文地质勘查，应遵循下列原则：

- a) 应体现“安全可靠、经济合理、技术可行、环境允许”和“绿色勘查、绿色开采”的原则。
- b) 应在研究地质和区域水文地质条件的基础上，将充水水源、充水通道、充水方式、充水强度视为一个整体进行勘查和研究。

- c) 应充分利用以往勘查成果和采掘揭露的地质、水文地质条件进行综合勘查和研究。
- d) 矿井水文地质勘查应紧密结合矿井生产规划,首采区、先期开采地段、重点地段应进行重点控制。对小型矿井群采区宜进行整体勘查。
- e) 宜采用水文地质测绘、水文地质物探、水文地质化探、水文地质钻探、水文地质试验测试、地下水长期动态观测等综合勘查手段。
- f) 分析矿井充水条件确定勘查工作的主要对象,根据煤层开采对围岩的破坏与扰动规律,确定直接充水水源和间接充水水源。

4.3 勘查内容

4.3.1 基本内容

- 4.3.1.1 全面收集矿区及相邻地区历年的水文、气象资料;矿区地形地貌、地下水的天然和人工露头及其水化学特征。
- 4.3.1.2 全面收集勘查区及邻区地质、水文地质、工程地质、环境地质、矿井生产等资料。
- 4.3.1.3 查明勘查区充水含水层岩性、厚度、空间分布、富水性、地下水流场、水化学场和地下水动态特征等。
- 4.3.1.4 查明勘查区隔水层厚度、空间分布、隔水性能及岩石物理力学性质。
- 4.3.1.5 查明勘查区构造类型、空间展布及富、导水性,评价构造对矿井安全的影响。
- 4.3.1.6 查明勘查区范围内的老空区范围、积水情况;查明各充水水源之间的水力联系。
- 4.3.1.7 结合矿井设计、生产实际,预测矿井正常涌水量和最大涌水量;顶板充水矿床应预测直接充水含水层的静涌水量分布特征。
- 4.3.1.8 对开采煤层突水危险性及威胁程度进行评价。
- 4.3.1.9 根据勘查评价结果提出有效可行的矿井防治水措施及建议。
- 4.3.1.10 评述开采后水环境变化。
- 4.3.1.11 建立主要充水含水层的水文长期观测网(点)。
- 4.3.1.12 建立相应的信息系统。

4.3.2 重点内容

- 4.3.2.1 顶板充水矿床着重查明直接顶板隔水层或弱透水层的分布、岩性、厚度及其稳定性、岩石的物理力学性质和水理性质、裂隙发育情况、受断裂破坏程度,研究和估算导水裂缝带高度,分析主要充水含水层地下水富水性分区和静涌水量分区。
- 4.3.2.2 底板充水矿床着重查明承压含水层径流场特征,直接底板隔水层的岩性、厚度及其变化、岩石的物理力学性质及水理性质,以及构造对其破坏的方式和程度,探测采动破坏深度,分析论证可能突水的地段。
- 4.3.2.3 地表水充水矿床着重查明地表水体(或沟谷)分布、水量、汇水面积、充水通道、与其他充水水源的联系,降水量、入渗径流情况,隔水层分布。
- 4.3.2.4 老空水充水矿床着重查明下列内容:
 - a) 查明本矿井及周边矿井的开采历史及现状情况,包括开采煤层、开采层数、开采方式、开采时间、开采规模、开采深度、突水情况等;实测废弃井筒准确位置;调查废弃井筒充填、治理情况;评价废弃井筒导致洪水灌井可能性等;
 - b) 查明老空区的分布、规模、影响范围、埋藏深度;
 - c) 查明老空区的积水分布范围、积水量、水质和气体成分;
 - d) 查明老空区与采场、直接充水含水层、地表水体之间的水力联系,包括联系方式、联系通道,应

评价老空水突水危险性；

- e) 监测老空水水位、水温和水质的变化规律及发展趋势,对老空水综合利用提出建议。

4.3.2.5 陷落柱水文地质勘察的工作重点为：

- a) 查明地层层序、地层标高、岩性、厚度、岩层破碎程度及胶结程度,分析岩层垮塌特征；
- b) 查明地层钻探冲洗液漏失量及漏失地段,分析垮塌裂隙发育程度；
- c) 查明各含水层富水性及水文地质参数,如钻孔单位涌水量、渗透系数、导水系数；
- d) 查明各含水层水位标高、水化学特征,分析各含水层之间的水力联系；
- e) 查明陷落柱内部及与围岩接触地段的岩性和垮塌特征、分布范围及富(导)水性；
- f) 查明陷落柱平面和垂向上形态变化。

4.3.2.6 矿井疏干工程水文地质勘察的工作重点为：

- a) 孔隙含水层：
 - 1) 查明各含水层的岩性、颗粒组成、厚度、富水性、渗透系数等水文地质参数的空间分布特征。
 - 2) 查明各隔水层的岩性特征、隔水性能及空间分布特征。鉴定其岩性和测定物理力学参数。
 - 3) 应对疏干降水引起的地面沉降的可能性及其幅度进行评价。
- b) 岩溶(裂隙)含水层：
 - 1) 重点查明强岩溶带的发育深度、强度,强径流带的位置,溶洞充填物粒度组成、充填程度等。
 - 2) 采用地表抽水井疏干的地段,应评价松散覆盖层疏干沉降变形程度及其分区。
 - 3) 采用地下疏干的地段,应详细查明含水层顶、底板的空间位置,含水层和隔水层的工程地质条件,分区评价其岩体稳定性。
 - 4) 对疏干降水引起的地面沉降变形及岩溶塌陷进行评价,圈定疏干塌陷范围。

4.3.2.7 带压开采水文地质勘察的工作重点为：

- a) 查明下伏主要充水含水层的分布、岩性、结构、富水性、水位、水质特征及补给、径流、排泄条件；
- b) 查明底板隔水层的分布、岩性、结构、厚度、隔水性能及物理力学性质；
- c) 查明构造特征,重点是断层和陷落柱的分布、规模、性质及富(导)水性；
- d) 探测扰动破坏带的发育深度、破坏程度；
- e) 进行突水危险性评价。

4.3.2.8 注浆工程水文地质勘察的工作重点为：

- a) 查明勘察范围内(特别是工程区段)含(隔)水层的空间分布、岩性、厚度、富水性、风化程度、水文地质参数、物理力学性质、水质特征、水位动态；
- b) 查明含水层补给、径流、排泄以及地下水流场变化；
- c) 查明勘察范围内构造裂隙网络的分布及规模,岩石的破碎程度及透水性；
- d) 查明工程区段的主要进水通道位置、规模、导水性以及与其他含水层的水力联系；
- e) 查明工程区段中岩溶、裂隙、构造破碎带等发育及充填程度,充填物的成分及抗冲刷的能力；
- f) 查明工程区段的单位吸水率、吸浆量、渗透系数、浆液扩散半径等。

4.3.2.9 露天煤矿水文地质勘察工作重点为：

- a) 查明矿山充水含水层的岩性、厚度、富水性和补径排条件；
- b) 查明矿山充水含水层的地下水流场、水化学场和地下水动态特征等；
- c) 查明矿山构造富、导水性,评价构造对矿山安全的影响；
- d) 结合矿山开拓实际,预测矿山正常和最大疏排水量；
- e) 提出矿山疏排水措施及建议；
- f) 评价开采后水文地质、工程地质和环境地质条件的可能变化；

- g) 当地表水对露天煤矿坑影响较大时,水文资料应为重现期 50 a、100 a 的洪水位。

4.4 勘查工程布置原则

煤矿专门水文地质勘查工程布置应遵循下列原则:

- a) 水文地质测绘以勘查区为重点,兼顾相邻矿井和矿井生产可能影响的范围;调查路线宜垂直地层、构造、地貌单元走向,并与走向追踪相结合;面线控制,水文地质点、地质点等重点调查。
- b) 物探剖面线应垂直地层、构造或目标体走向。还应考虑:
 - 1) 采用多种物探方法时,应综合考虑各种方法的测线布置,使之相互印证和综合利用。
 - 2) 工程布设应覆盖物探勘探区并超出边界一定范围,尤其是边界为导水构造时,应考虑构造的摆动误差。物探测线的布置应尽量使部分测线通过已知地质剖面线、地质露头或其他已知地质体。
 - 3) 在与以往相同工作方法工作区相衔接时,应有一定数量的重叠测线。
- c) 抽水试验应布置在垂直含水层、构造走向或平行地下水径流方向的水文地质剖面线上的典型地段,控制地下水流场;坚持一孔多用的原则。还应优先考虑:
 - 1) 重点布置在首采区或先期开采地段或对煤层开采存在水害影响的范围内直接充水含水层富水性强和断裂比较发育的地段或补给边界附近;少数孔兼顾间接含水层。
 - 2) 多孔抽水试验及观测孔(点),宜布置在不同的富水区、参数区、边界水量交换地段以及地表水、“天窗”、断裂带等地段,必要时外围区亦应布置少数观测孔控制。
 - 3) 群孔抽水试验钻孔,应在控制地下水自然流场的条件下,布置在强富水地段。每次群孔抽水试验应有不少于 3 个观测孔控制不同的边界条件、来水方向、强径流带及各径流分区。有条件的生产矿井,可考虑井下大流量放水试验。
 - 4) 断裂带抽水试验,应根据勘查区断裂构造发育情况及其水文地质特征,一般布置在主要井巷穿过主要断裂带部位,区内可能沟通各主要充水含水层或沟通地下水与地表水的主要断裂带附近,以及对本区水文地质条件有重要意义的补给边界断裂两侧。

4.5 矿井水综合利用

4.5.1 宜在综合分析矿井水水质的基础上,分析开采条件下矿井水水化学特征的演化趋势,对矿井水的综合利用的可能性、途径和利用程度进行研究和评价,估算其可供利用的水量,提出排供结合的可能性分析。

4.5.2 勘查区内有可供利用的供水水源时,应根据现有资料做出评价;矿区无可供利用的水源时,应在区域上指出供水方向。

4.5.3 对煤层开采可能造成地下水严重渗漏与生态环境恶化的矿区,提出保水开采的可能性分析。

4.5.4 勘查区内有地下热水时,应圈定热异常范围,大致查明热储构造的热储层、热储盖层、热储下部的相对隔水层和形成条件,估算地热水储量和地热水可开采量,测定其化学成分,分析地热水开发利用前景。

4.5.5 根据矿井水水化学成果,研究赋存矿泉水的可能性,对达到 GB 8537 水质要求的矿井水,初步分析岩石化学成分、矿物成分,分析其与矿泉水组分间可能存在的联系,应对其利用的可能性做出初步评价,提出进一步工作的建议。

4.6 工程地质

4.6.1 在研究勘查区地层岩性、厚度及分布规律的基础上,划分岩(土)体的工程地质岩组,查明对煤层开采不利的软弱岩组的性质、产状与分布。

4.6.2 查明勘查区所处构造部位,主要构造线方向,各级结构面的分布、产状、规模及充填、充水情况,

确定结构面的级别及主要不良优势结构面,指出其对煤层开采的影响。对活动构造区,应查明活动断裂对煤层开采的影响。

4.6.3 测定可采煤层顶底板及井巷围岩各种岩石的物理力学参数,详细查明其岩体结构、岩体质量,评价岩体质量及其稳定性。

4.6.4 在构造活动强烈的高地应力地区,有条件时,应专门进行地应力测量,确定最大主应力方向及大小,确定现今地应力场分布特征。

4.6.5 在第一水平或初期采区范围内,布置三至四条工程地质剖面,结合矿井的设计方案,在主要运输大巷、主要石门及其他主要井巷工程附近,布置一定数量的工程地质钻孔,进行工程地质观测与编录,确定不同岩组的岩石质量指标(即 RQD 值)。

4.6.6 露天煤矿还应进行边坡及剥离物强度勘探。

4.6.7 工程地质勘查评价工作要求参照相关标准执行。

4.7 环境地质

4.7.1 收集勘查区附近历史地震资料,调查地质构造及新构造活动情况,分析其是否有活动性断裂的存在。

4.7.2 调查地质体中可能成为污染源的物质的赋存状态、含量、分布规律及影响。

4.7.3 调查地表水污染源位置和主要污染物的浓度、年排放量、排放方式、排放途径和去向、处理和综合利用状况。

4.7.4 调查高硫矿床中对人体有害元素的矿井排水及淋滤作用下煤矸石堆对水体的污染,调查高悬浮物(大于 400 mg/L)、高矿化度矿井水的排放浓度、分布范围以及对环境的危害程度。

4.7.5 调查煤矿建设、生产活动造成矿区地面塌陷、地裂缝、崩塌、滑坡、泥石流、含水层破坏、地形地貌景观破坏等矿山地质环境问题。

4.7.6 调查煤矸石堆放场的稳定性,根据地形、地貌、水文、气象等因素,分析形成山洪、泥石流的可能性以及复垦还田的情况。

4.7.7 发现有放射性元素时,确定放射性元素的放射强度、分布范围、赋存层位等,当确认无工业价值时,应对其影响安全生产和环境污染的程度做出评价。

4.7.8 评述矿井的地质环境质量,预测煤矿开采可能引起的主要地质环境问题,针对矿井排水、含水层疏降后可能引发的工程地质、环境地质问题进行评价,并提出防治的建议。地质环境的调查及评价工作要求参照相关标准执行。

5 勘查方法技术

5.1 水文地质测绘

测绘分为区域测绘和勘查区测绘。应符合下列要求:

- a) 区域测绘范围应包括一个完整的地下水系统,以查明区域地下水的补给、径流、排泄条件为重点。当区域水文地质成果满足勘查工作要求时,或水文地质条件简单的矿井,可不进行区域测绘。
- b) 勘查区测绘应包括矿床疏干可能影响的范围及补给边界,以查明矿床充水条件及矿区水文地质边界条件为重点。勘查区以外采用收集资料为主、勘查区以内采用测绘为主。
- c) 水文地质测绘比例尺。区域水文地质测绘宜采用 1:50 000~1:10 000;勘查区水文地质测绘宜采用 1:10 000~1:2 000。观测点数和观测路线长度参考 GB 51060 相关条款执行。
- d) 水文地质测绘一般在地质测绘的基础上进行,应充分利用航(卫)片解释、以往水文地质成果和相邻矿区的资料,以地形地质图为底图进行。

- e) 水文地质测绘内容参照 4.3.1。
- f) 测绘范围较大或地质成果资料较少的勘查区,可进行遥感测绘。
- g) 当新开凿的井筒、主要穿层石门及开拓巷道时,应进行水文地质观测和编录,并绘制井筒、石门、巷道的实测水文地质剖面图或展开图。井下水文地质观测内容为:
 - 1) 当井巷穿过含水层时,应当详细描述其产状、厚度、岩性、构造、裂隙或者岩溶的发育与充填情况,揭露点的位置及标高、出水形式、涌水量和水温等,并采取水样进行水质分析。
 - 2) 遇含水层裂隙时,应当测定其产状、长度、宽度、数量、形状、尖灭情况、充填程度及充填物等,观察地下水活动的痕迹,绘制裂隙玫瑰图,并选择有代表性的地段测定岩石的裂隙率。测定的面积:较密集裂隙,可取 $1\text{ m}^2 \sim 2\text{ m}^2$;稀疏裂隙,可取 $4\text{ m}^2 \sim 10\text{ m}^2$ 。裂隙率按式(1)计算:

$$K_T = \frac{\sum lb}{A} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

K_T ——裂隙率;

l ——裂隙长度,单位为米(m);

b ——裂隙宽度,单位为米(m);

A ——测定面积,单位为平方米(m^2)。

- 3) 遇岩溶时,应当观测其形态、发育情况、分布状况、有无充填物和充填物成分及充水状况等,并绘制岩溶素描图。
- 4) 遇断裂构造时,应当测定其断距、产状、断层带宽度,观测断裂带充填物成分、胶结程度及导水性等。
- 5) 遇褶曲时,应当观测其形态、产状及破碎情况等。
- 6) 遇陷落柱时,应当观测陷落柱内外地层岩性与产状、裂隙与岩溶发育程度及涌水等情况,判定陷落柱发育高度,并应当编制卡片,附平面图、剖面图和素描图。
- 7) 遇突水点时,应当详细观测记录突水的时间、地点、确切位置,出水层位、岩性、厚度,出水形式,围岩破坏情况等,并测定涌水量、水压或水头高度、水温、水质和含砂量等。同时,应当观测附近的出水点和观测孔涌水量和水位的变化,并分析突水原因。各主要突水点可以作为动态观测点进行系统观测,并应当编制卡片,附平面图和素描图。
- 8) 按照突水点每小时突水量的大小,将突水点划分为小突水点、中等突水点、大突水点、特大突水点等 4 个等级:小突水点: $Q \leq 60\text{ m}^3/\text{h}$;中等突水点: $60\text{ m}^3/\text{h} < Q \leq 600\text{ m}^3/\text{h}$;大突水点: $600\text{ m}^3/\text{h} < Q \leq 1800\text{ m}^3/\text{h}$;特大突水点: $Q > 1800\text{ m}^3/\text{h}$ 。

5.2 水文地质物探

水文地质物探工作应符合下列要求:

- a) 应紧密结合其他地质工作开展,充分利用钻探、井巷揭露等已知地质资料。
- b) 物探方法根据施工空间不同,分为地面物探和井下物探,地面物探应在采面布置前完成,井下物探可在生产掘进过程中穿插进行。常用水文地质物探方法适用条件参见附录 A。
- c) 物探方法的选取,应根据目的任务,在研究勘查区水文地质条件、目标体地球物理特征基础上,结合地形地貌、背景干扰等综合分析确定。
- d) 物探工作开展前,应进行必要的试验工作,确定最佳探测方法和最佳施工参数,未经试验或试验未得到明确结论前,不准许进入正式施工。
- e) 试验点(段)应布置在有代表性的地段,并遵循由已知到未知、由简单到复杂、由单一因素到复合因素的原则进行。

- f) 工程网度应符合相应比例尺要求,电磁类方法网度一般不大于 $40\text{ m} \times 80\text{ m}$,三维地震法 CDP 网度一般不大于 $10\text{ m} \times 10\text{ m}$,井下各类物探方法点距不大于 10 m 。其他方法可参照相应的标准执行。在地质结构复杂地区或重点区,工程网度应适当加密。
- g) 物探资料的解释推断应遵守从已知到未知、从点到面、从简单到复杂、从局部到全区的原则,结合地质及水文地质条件进行综合分析。
- h) 各种物探方法试验、野外资料采集、数据处理、资料解释和报告编制等工作应按照 MT/T 897 和 MT/T 898 的要求执行。

5.3 水文地质钻探

水文地质钻探工作应符合下列要求:

- a) 钻孔终孔深度以揭穿目的含水层为原则;对于底板充水的矿井,其深度以揭露主要含水层的裂隙、岩溶发育带为原则;留设 $5\text{ m} \sim 10\text{ m}$ 沉砂段。
- b) 钻孔孔径视钻孔目的确定,抽水试验孔试验段孔径以满足设计抽水量为原则,一般不小于 108 mm ,水位观测孔观测段孔径应满足水位观测的要求。群孔抽水试验钻孔的抽水层(段)孔径一般不小于 219 mm ,当孔深大于 300 m 时,孔径可减小为 168 mm 。
- c) 目的含水层组特别是主要充水含水层或试验段(观测段)宜采用清水钻进,其他地层可采用泥浆护壁钻进;若不能采用清水钻进时,宜选择合适的冲洗液,并采取有效的洗井措施。
- d) 开采煤层顶底板隔水层、目的含水层应取芯钻进。岩芯采取率:完整基岩大于或等于 70% ,破碎带大于或等于 30% ,粘土大于 70% ,砂和砂砾层大于 30% 。当水文物探能正确划分含(隔)水层岩性和厚度时,可适当减少取芯。流砂层和卵砾石层可不作要求。
- e) 描述岩芯的岩性、结构、构造、裂隙性质、岩石的风化程度和深度以及岩溶形态、大小、充填情况、发育深度,统计裂隙率、岩溶率,并统计 RQD 指数。
- f) 钻孔的孔斜应满足抽水设备和水位观测仪器的工艺要求:
 - 1) 水文地质勘查孔孔深 300 m 内(下泵段)孔斜小于或等于 3° 。
 - 2) 大口径抽水试验孔下泵段孔深 100 m 内孔斜小于或等于 1.5° 。
 - 3) 孔深每增加 100 m ,孔斜递增小于或等于 1° ;孔深 $1\ 200\text{ m}$ 以深每增加 100 m 孔斜递增小于或等于 1.5° ,孔深不足百米,按百米计算。
- g) 钻孔揭露多个含水层时,应测定分层稳定水位;分层抽水试验和分层测水位的钻孔,应严格分层止水,并检查止水效果,不合格时应重新进行止水;采用下管止水应符合下列要求:
 - 1) 止水的井壁管应达到工程所需厚度和强度,可采用焊接或丝扣连接,需要填砾时应设置扶正器,确认井壁管下至止水位置。
 - 2) 止水效果检查采用孔内外压差法,孔内水位每 1 h 观测一次,水位呈单一方向变化,每 1 h 水位差不超过 4 cm ,且已连续观测 4 h ,可视为止水合格。
- h) 非长期观测钻孔,均应使用高标号水泥浆封孔,并抽样检查封孔质量,封孔前后应分别编制封孔设计和封孔报告。
- i) 钻进工艺、临时止水等应符合相关规程和规范的相关技术要求。
- j) 井下水文地质钻探技术要求参照 5.3a)~i),并应符合下列要求:
 - 1) 钻孔的各项技术要求、安全措施等钻孔施工设计,应经煤矿总工程师批准后方可实施。
 - 2) 施工、加固钻机硐室,保证正常的工作条件。
 - 3) 钻机安装牢固。钻孔首先下入孔口管,并进行耐压试验。在正式施工前,安装孔口安全闸阀,以保证控制放水。安全闸阀的抗压能力应大于最大水压。在揭露含水层前,应安装好孔口防喷装置。
 - 4) 按照设计要求进行施工,严格执行施工安全措施。

- 5) 进行连通试验,不得选用污染水源的示踪剂。
- 6) 对于停用或者报废的钻孔,应及时封堵,提交封孔报告。

5.4 钻探水文地质观测

钻探水文地质观测工作应符合下列要求:

a) 冲洗液消耗量观测:

- 1) 正常钻进时,每 1 h 观测一次,不足 1 h 的回次,每回次观测一次。
- 2) 当冲洗液漏失时,应每 5 min~10 min 观测一次,基本稳定后 30 min 观测一次,直到恢复正常为止。
- 3) 冲洗液全部漏失时,应开大水泵测定其最大漏失量。有条件时应观测钻进中动水位和冲洗液消耗量的变化,必要时测量稳定水位并进行简易放(注)水试验。
- 4) 冲洗液消耗量采用式(2)计算:

$$W_{\text{消}} = W_{\text{原}} + W_{\text{新}} - W_{\text{现}} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$W_{\text{消}}$ ——钻进过程中损失的冲洗液的数量,单位为立方米(m^3);

$W_{\text{原}}$ ——冲洗液正常循环开始时的泥浆池内冲洗液的数量,单位为立方米(m^3);

$W_{\text{新}}$ ——钻进过程中补充冲洗液的添加量,单位为立方米(m^3);

$W_{\text{现}}$ ——钻进过程中泥浆池内冲洗液的数量,单位为立方米(m^3)。

b) 水位观测:

- 1) 每回次钻程的提钻后和下钻前各测一次水位。煤层及顶底板采样、处理事故、专门提取岩芯、扫孔及人工补斜,可不观测回次水位。
- 2) 钻进中若遇涌水,提钻后应观测涌水量和涌水高度,可采用堰箱或水表等方法测量涌水量,应每 5 min~10 min 观测一次,基本稳定后 30 min 观测一次,直到涌水停止为止,涌水高度可采用钢板尺测量。
- 3) 停钻时间较长,应每 2 h 观测一次水位,水位基本稳定后,可改为每 4 h 观测一次,直到重新钻进。
- 4) 水位观测精度为厘米。

c) 观测和记录钻进中掉块、塌孔、缩(扩)径、逸气、涌砂、掉钻等现象发生的层位和深度,分析产生该现象的原因。

d) 单一含水层(组)的钻孔应测定近似稳定水位。近似稳定水位观测符合下列条件之一时,可停止观测:

- 1) 每 1 h 观测 1 次,连续 3 次水位无变化。
- 2) 水位呈单一方向变化,每 1 h 水位差不超过 5 cm,且已连续观测 3 h。
- 3) 水位呈锯齿状变化,每 1 h 水位差不超过 10 cm,且已连续观测 3 h。
- 4) 虽达不到上述要求,但总观测时间已超过 24 h。

5.5 水文测井

在进行水文测井时,采用的参数和技术要求按 DZ/T 0080 相关章条执行。

5.6 洗井

在进行洗井时,采用的技术要求按 DZ/T 0148 相关章条执行。

5.7 抽水试验

5.7.1 抽水试验前应进行以下工作:

- a) 应获取含水层地下水的水位、水温资料,条件许可还应获取水化学资料。
- b) 当钻孔揭露的含水层富水性极差,经过洗井后仍无法观测到合理静止水位时,抽水试验可取消。
- c) 试验抽水前,应对抽水层(段)位进行抽洗,直到水清砂净,含砂量不大于 0.3%。松散岩地层洗井时,要注意观察和记录洗出砂的粒径和体积,以及水由浑浊到清澈的时间和流量变化的情况。
- d) 试验抽水应作 1 次最大水位降深。试抽过程的全部资料应有正式记录。

5.7.2 抽水试验计量设施应符合下列要求:

- a) 根据流量大小选择适宜的流量观测方法,常用方法有容积法、堰测法、管道流量计、流速流量计、自计流量计等。
- b) 水位采用常规长度校准水位测量器具、自动水位测量装置进行测量;当水位高出地面可采用压力表或接管法进行测量。
- c) 观测计量设施在测量前后及期间应进行现场校准。

5.7.3 抽水试验降深应符合下列要求:

- a) 应尽设备能力做最大降深,一般不宜小于 10 m。降深次数一般不少于 3 次,每次降距以 1/3 最大降深为宜。
- b) 抽水降深次序,基岩含水层宜先大后小,松散岩类含水层宜先小后大。若涌水量大于 $80 \text{ m}^3/\text{h}$,因条件所限降深达不到上述要求时,最小降距应大于或等于 1 m。
- c) 含水层底板以上水柱不足 10 m 时,可酌情减少抽水降深次数,但其最大降深应超过水柱高度的 1/2。
- d) 若单位涌水量小于 $0.01 \text{ L}/(\text{s} \cdot \text{m})$,可尽机械能力作 1 次最大降深,抽水延续时间应不低于 3.6 h。

5.7.4 抽水试验观测方法应符合下列要求:

- a) 动水位与流量应同时进行观测,应在抽水开始后第 1 min、2 min、3 min、4 min、6 min、8 min、10 min、15 min、20 min、25 min、30 min、40 min、50 min、60 min、80 min、100 min、120 min 各观测一次,以后可每隔 30 min 观测一次,直至抽水结束。观测孔应与主孔同步进行水位观测。
- b) 水温、气温的测量,宜在抽水过程中每隔 2 h~4 h 同时观测 1 次,其精度要求为 0.5°C 。发现水温有异常时,应在抽水结束后进行井温测量。
- c) 在抽水过程中遇有大雨,对水位、流量观测产生影响时,应暂停抽水。在停止抽水期间,每 1 h 观测 1 次水位。
- d) 抽水试验应连续进行。如抽水中断,而中断前抽水时间已超过 6 h,且中断时间不超过 1 h,则中断前的抽水时间仍可计入延续时间内,否则一律作废。在中断抽水时间内,应按观测稳定(静止)水位的要求观测水位(包括观测孔),直到重新抽水为止。

5.7.5 抽水试验稳定时间应符合下列要求:

- a) 单孔抽水试验一般不低于 8 h,孔隙潜水含水层最低不小于 16 h;
- b) 第 1 次水位降深的延续时间不少于 24 h,其余各点降深的延续时间不做具体规定;
- c) 多孔、群孔抽水试验或有越流补给时,应适当延长,以观测孔或越流补给区水位稳定 3 h~4 h 为宜。

5.7.6 稳定时间内水位和流量的波动相对误差应符合下列要求:

- a) 水位降深 $\geq 5 \text{ m}$ 时,抽水孔水位波动相对误差不大于 1%。
- b) 水位降深 $< 5 \text{ m}$ 时,抽水孔水位变化小于 5 cm。
- c) 观测孔水位变化一般要求小于 2 cm。当水位埋深 $> 100 \text{ m}$ 可酌情适当放宽。
- d) 当 $q \geq 0.01 \text{ L}/(\text{s} \cdot \text{m})$ 时,流量波动相对误差不大于 3%; $q < 0.01 \text{ L}/(\text{s} \cdot \text{m})$,不大于 5%。

e) 稳定时间内水位降深和流量波动相对误差按式(3)计算:

$$\delta = \frac{\max |S_i - \bar{S}|}{\bar{S}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

δ ——波动相对误差;

\bar{S} ——平均值;

S_i ——观测值。

5.7.7 静止水位与恢复水位观测应符合下列要求:

- a) 正式抽水前、正式抽水结束时,抽水孔和观测孔均应同时进行静止水位和恢复水位的观测。
- b) 静止水位每 30 min 观测一次;恢复水位应在停泵时进行加密观测,恢复水位观测时间按 5.7.4 a) 的要求执行。
- c) 静止水位和恢复水位,符合下列条件之一可停止观测:
 - 1) 连续 4 h 水位不变;
 - 2) 水位呈单向变化,连续 4 h 内每 1 h 升降不超过 1 cm;
 - 3) 水位呈锯齿状变化,连续 4 h 内每 1 h 升降最大差值不超过 5 cm,如水位深度大于 100 m 可适当放宽;
 - 4) 采用压力表观测时,应使用量程刻度分辨率适宜的压力表,并连续 4 h 指针不动;
 - 5) 达不到上述要求,总观测时间已超过 72 h,一般可停止观测。

5.7.8 抽水试验资料整理应符合下列要求:

- a) 在抽水过程中,应及时绘制稳定流阶段的 $Q=f(S)$ 及 $q=f(S)$ 曲线,以便及时发现和纠正抽水发生的错误。
- b) 非稳定流阶段应按水位降深与时间 s (或 h^2)— $\lg t$ 关系曲线确定,并应符合下列要求:
 - 1) 当曲线出现固定斜率的渐近线时,观测时间需延续一个对数周期;
 - 2) 有越流补给时,观测时间则需曲线经过拐点后趋于水平时为止;

注 1: 拐点是指曲线上斜率的导数等于零的点。

- 3) 当有观测孔时,应采用最远有代表性观测孔的 s (或 h^2)— $\lg t$ 关系曲线判定。

注 2: 承压含水层中抽水时,采用 s — $\lg t$ 关系曲线;潜水含水层中抽水时,采用 h^2 — $\lg t$ 关系曲线。

5.7.9 抽水前和恢复水位观测结束后,应分别探测孔深,孔内沉淀物不得埋没含水层厚度的 1/5。当抽水层(段)为含水组时,孔内沉淀物不得埋没底部主要含水层厚度的 1/5。

5.7.10 多孔抽水试验和群孔抽水试验,还应符合下列要求:

抽水水量应对天然流场有较大的扰动,尽可能暴露矿区的水文地质边界,至少影响到先期开采区疏干范围。

5.8 放水试验

放水试验应符合下列要求:

- a) 放水试验前要预计放水期间的最大涌水量,并建立能保证排出最大涌水量的排水系统(包括水泵、水仓、水沟等)。
- b) 正式施工前应安装孔口闸阀,以保证控制放水量。
- c) 放水前应编制放水试验设计,规定试验方法、各次降深值和放水量,并应检验、校正观测仪器和工具,检查排水设备能力和放水路线。正式放水前,还应在同一时间对井上下观测孔和放水点进行一次水位、水压和涌水量的统一观测。
- d) 放水过程中,当涌水量、水位难以稳定时,放水延续时间一般不少于 10 d~15 d,观测时间按 5.7.4 a) 执行;放水中心水位应与涌水量同步观测。

- e) 放水结束后,停用或报废的钻孔,应及时封堵,并提出封孔报告。

5.9 连通试验

连通试验应符合下列要求:

- a) 选择有地质依据说明有连通的地段进行。天然流场状态下,同层含水层观测点设计在地下水的下游,不同层的观测点一般要求设计在水位标高较低的含水层中,间距以满足揭露目的层取小值。
- b) 常用的方法为:
 - 1) 水位传递法,采取抽水、放水、注水等手段,观测水位、水量、水色变化过程。
 - 2) 示踪剂法,在可能与矿井存在水力联系的含水层或水体投放示踪剂,如染料、盐类或放射性同位素等,在矿井观测出现示踪物质及变化过程。
 - 3) 气体传递法,在矿井投放有色气体,通过自然通风或用人工鼓风的方法使烟扩散,在可能有联系的无水溶洞或裂隙内观测变化过程。以查明水文地质条件为目的的连通试验观测时间一般不超过 72 h。
- c) 连通试验应绘制试验段(点)的水位、水量、水质或示踪剂浓度变化的历时曲线和连通试验剖面图。

5.10 注水试验

当含水层水位埋深较深,抽水试验难以进行,或试验层为透水层,可进行注水试验。

对于常用的稳定流注水试验,其渗透系数 K 的计算公式采用抽水井的裘布衣(Dupuit) K 值计算公式。水位、水量观测技术要求按 5.7 执行。

5.11 动态观测

5.11.1 应对影响煤矿开采的地下水、老空水、地表水等进行动态观测。

5.11.2 动态观测内容包括水位、水温、水质、水量。水位与水温同时进行观测,观测频次应符合下列要求:

- a) 一般每 5 d 观测 1 次。
- b) 雨季或急剧变化时段应加密。
- c) 日变幅大的地区,应选定一个时段进行微动态观测。
- d) 在地下水丰、枯水期应进行地下水水位统测。
- e) 连续观测时间不少于一个水文年,勘查周期不足一水文年的勘查区可视条件酌定。

5.11.3 水质监测宜在丰水期和枯水期各取样一次,在地下水和地表水受到污染的地区应增加取样次数。

5.11.4 动态观测宜采用遥测、自动观测系统。

5.11.5 应采取有效措施,保护观测孔、点不受破坏和堵塞;勘探工作结束后交由煤炭企业或当地地下水动态监测单位继续观测。

5.12 采样送检及化验

5.12.1 水样样品数量和分布按设计任务执行。并符合下列要求:

- a) 采取水样前,应将水样瓶清洗干净,并在采样时用被采取的水多次涮洗。细菌检验样的水样瓶,在取样前应进行高压灭菌消毒,或遵照化验单位的要求进行清洗消毒。
- b) 采取水样时,应在现场初步鉴定水的颜色、气味、透明度等物理性质。水样采取后,应立即密封包装好,填写标签,注明化验项目,送往化验单位。细菌检验样应按有关规定的要求,及时

送样。

c) 专项水样的采取应符合下列要求：

- 1) 做侵蚀性 CO_2 分析的水样，采取量为 0.5 L，采取后应加入 3 g~5 g 碳酸钙粉末。
- 2) 做重金属分析的水样，应先用不含重金属的纯硫酸对水样瓶进行酸化处理。
- 3) 有机物质的水样，取样时应在每升水中加入 1 mL 三氯甲烷(CHCl_3)或甲苯($\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$)。
- 4) 特殊水样及同位素样采取应与化验单位联系，并按其要求采取。

d) 采取气体样，一般采用排水集气法。采满气体后，在水中塞好瓶盖。瓶口要严密封闭。气样瓶在送到化验室前，应始终保持倒置。

e) 水文地质孔水样，应在抽水试验停泵前采样，宜将水样瓶伸入出水口中心处采取，并同时采取备用样一个。

f) 长期观测点(站)的水样采取一般按季进行，每年至少采取 2 次(丰、枯季)，地下水化学成分不稳定时，应增加采样次数。

g) 在探井、民井、泉、河流、湖泊、池塘中采取水样，可在出水口中心处或离岸边 0.5 m 以远的水面下采取。采样时，应保证水样不受外界污染，尽量避免混入岩石微粒及悬浮物。

h) 各种水质分析项目一般要求：

- 1) 简分析项目为：pH 值、游离 CO_2 、酸度、总碱度、总硬度、暂时硬度、永久硬度、负硬度、溶解性总固体、 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 等项目。
- 2) 全分析项目在简分析项目基础上增加耗氧量、 NH_4^+ 、总铁、 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 、 Al^{3+} 、 Mn 、 NO_3^- 、 F^- 、 Br^- 、 I^- 、 HPO_4^{2-} 、 H_2SiO_3 、 HBO_2 等项目。
- 3) 煤矿水文地质水质分析项目可将简分析和全分析合并，分析项目一般为：pH 值、总硬度、暂时硬度、永久硬度、溶解性总固体、耗氧量、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^+ 、 Na^+ 、 Fe^{3+} 、 NH_4^+ 、 Cl^- 、 HCO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 、 NO_3^- 等，岩溶水水样宜增加侵蚀性 CO_2 等。
- 4) 细菌检验项目为大肠杆菌指数，传染病菌等。
- 5) 专门分析项目取决于样品分析的目的。常规项目为铜、铅、锌、砷、汞、钴、铀、氟、砷、镉、氰化物等稀有和有害离子。
- 6) 同位素检测项目根据需要选择。

5.12.2 岩样样品数量和分布按设计任务要求执行，并符合下列要求：

- a) 测试样品直径为 60 mm~130 mm；
- b) 测试项目根据勘查目的和对象确定，常规力学试验项目为相对密度、容重、抗压强度、抗剪强度、弹性模量、泊桑比、软化系数等。必要时应进行岩石矿物成分、化学成分的分析。

5.12.3 在第四纪地层资料不全、地层划分存在问题时，应进行第四纪地层测试，以查明地层成因类型、时代、岩相古地理、古气候演变，为含水层(组)、岩(土)体工程地质类型划分提供依据。测试工作应选取少量有代表性的控制钻孔，进行系统采样，测试项目根据研究目的确定。

6 设计书编制

6.1 一般要求

勘查设计书编制应符合下列要求：

- a) 应当依据充分、目的明确、工程布置针对性强，并充分利用矿井现有条件，做到井上、井下相结合；
- b) 专项水文地质勘查设计应满足煤矿防治水方案所提出的勘查要求；
- c) 勘查工作前应编制测绘、物探、钻探等工作的施工组织设计。

6.2 编制准备

- 勘查设计书编制前应做好下列准备工作：
- a) 全面收集、分析与本次任务有关的资料，评价资料的可利用程度，做到充分利用以往资料；
 - b) 认真领会任务书的各项要求，特别是有关地质成果的要求。若任务书中某些要求不明确，应及时向下达任务书的单位进一步阐明；
 - c) 设计前应进行现场踏勘，必要时应进行方法有效性试验。

6.3 设计书提纲

设计书主要内容为目的任务、矿井概况、编制依据、以往地质及水文地质工作程度、勘查区地质及水文地质、勘查工作、预期成果等，设计书提纲见附录 B。

7 矿井水文地质勘查

7.1 勘查类型

7.1.1 矿井水文地质勘查类型按直接充水水源的类型划分为五类，见表 1。

表 1 矿床充水类型

编号	矿床充水类型		直接充水水源
	类	亚类	
第Ⅰ类	孔隙水充水矿床		以孔隙水充水为主
第Ⅱ类	裂隙水充水矿床		以裂隙水充水为主
第Ⅲ类	岩溶水充水矿床	第 1 亚类：顶板进水为主的岩溶充水矿床	以岩溶水充水为主
		第 2 亚类：底板进水为主的岩溶充水矿床	
第Ⅳ类	地表水充水矿床		以地表水充水为主
第Ⅴ类	老空水充水矿床		以老空水充水为主

7.1.2 勘查复杂程度按水文地质条件复杂程度划分为三个型，参见表 2。按就高不就低的原则，确定勘查复杂程度。

表 2 勘查复杂程度分类表

分类依据	第一型	第二型	第三型
主要充水水源的补给条件	差。地表没出露；与上覆孔隙水有一定厚度的稳定的隔水层	一般。地表没出露；与上覆孔隙水的水力联系较差	好。有较大的补给面积；与地表水有联系；与上覆孔隙水的水力联系较好
直接充水含水层厚度 m	≤50	>50~<200	≥200
地质构造复杂程度 ^a	简单	中等	复杂到极复杂
充水含水层富水性 ^b L/(s·m)	弱，单位涌水量 $q \leq 0.1$	中等，单位涌水量 $0.1 < q \leq 1.0$	强到极强，单位涌水量 $q > 1.0$

表 2 (续)

分类依据	第一型	第二型	第三型
煤层倾角 (°)	≤ 36	$>36 \sim <54$	≥ 54
老空水及 分布状况	无老空积水分布	存在少量老空积水,采空区 位置、范围、积水量基本 清楚	存在老空水,位置、范围、积 水量不清楚
地表水 或地表径流	无地表水体,汇水面积小	有地表水体,汇水面积中等	地表水体,或汇水面积较大
<p>^a 地质构造复杂程度:</p> <p>a) 简单构造。含煤地层走向、倾向的产状变化不大,断层稀少,没有或很少受岩浆岩的影响,不影响采区的合理划分和采煤工作面的连续推进。主要包括:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 产状接近水平,很少有缓波状起伏。 2) 缓倾斜的简单单斜、向斜或背斜。 3) 为数不多和方向单一的宽缓褶皱。 <p>b) 中等构造。含煤地层走向、倾向的产状有一定变化,断层较发育,局部受岩浆岩的影响,对采区的合理划分和采煤工作面的连续推进有一定的影响。主要包括:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 产状平缓,沿走向和倾向均发育宽缓褶皱,或伴有一定数量的断层。 2) 简单单斜、向斜或背斜,伴有较多的断层,或局部有小规模的褶曲及倒转。 <p>c) 复杂构造。含煤地层的产状变化极大,断层极发育,局部受岩浆岩的严重影响,只能划分出部分正规采区。主要包括:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 受几组断层严重破坏的断块构造。 2) 在单斜、向斜或背斜的基础上,次一级褶曲和断层均很发育。 3) 紧密褶皱,伴有一定数量的断层。 <p>d) 极复杂构造。含煤地层走向、倾向的产状变化很大,断层发育,局部受岩浆岩的严重破坏,很难划分出正规采区。主要包括:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 紧密褶皱,断层密集。 2) 形态复杂的褶皱,断层发育。 3) 断层发育,受岩浆岩的严重破坏。 <p>^b 含水层富水性按换算后钻孔单位涌水量 q,单位为 $L/(s \cdot m)$,分为以下四级:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) 弱富水性: $q \leq 0.1$; b) 中等富水性: $0.1 < q \leq 1.0$; c) 强富水性: $1.0 < q \leq 5.0$; d) 极强富水性: $q > 5.0$。 			

7.2 工作量

矿井水文地质勘查基本工作量以满足矿井防治水工作程度要求为原则,遵照表 3、表 4 执行。



表3 矿井水文地质勘查基本工作量表

项目		第Ⅰ类			第Ⅱ类、第Ⅲ类第1亚类			第Ⅲ类第2亚类		
		第一型	第二型	第三型	第一型	第二型	第三型	第一型	第二型	第三型
水文地质测绘		1：10 000～1：5 000			1：10 000～1：5 000			1：10 000～1：5 000		
水文地质物探		至少一种方法		至少两种方法	至少一种方法	至少两种方法		至少一种方法	至少两种方法	
钻探水文地质观测		全部钻孔均进行观测，根据实际需要选择观测项目			全部钻孔均进行观测，根据实际需要选择观测项目			全部钻孔均进行观测，根据实际需要选择观测项目		
抽水试验/ 次	单孔	直2～4 间1～2	直5～8 间3～4	直8～11 间4～6	直3～4	直5～8 间3～4	直8～11 间3～4	直5～8 间3～4	直9～13 间5～8	直13～16 间7～9
	多孔	—	直1～2	直2～3	—	—	直2～3	—	直1～2	直1～3
	群孔	—	—	直1～2	—	—	直1～2	—	—	直1～2
水文测井		所有水文地质孔都应进行			所有水文地质孔都应进行			所有水文地质孔都应进行		
长期 观测 系统	钻孔	直1～2	直2～3	直3～4 间1～2	直1～2	直2～3	直3～4 间1～2	直1～2	直2～3 间1～2	直4～5 间2～3
	井泉	选择有代表性的点			选择有代表性的点			选择有代表性的点		
	地表水	对开采有影响的地段设足够的站进行观测			对开采有影响的地段设足够的站进行观测			对开采有影响的地段设足够的站进行观测		

具体布置工程时，注意以下几点：

a) 表中所列抽水试验工作量为一般要求，控制面积依据勘查复杂程度为：复杂的不大于20 km²、中等的不大于30 km²、简单的不大于40 km²，依据勘查面积的大小，可酌情增减工作量；

b) 勘查区内或邻近地区有水文地质条件相似生产矿井的水文地质资料时，抽水试验工作量可适当减少；

c) 多煤层、多含水层的勘查区，应按煤层分析其直接和间接充水水源对矿井安全的影响，确定主要的直接充水水源，并按其类型布置工作量，对其他直接充水含水层，可适当布置工作量予以控制；

d) 底板进水岩溶水充水矿床，目的层揭露深度不小于100 m。

注：表中，“直”——直接充水含水层；“间”——间接充水含水层。

表4 矿井水文地质勘查基本工作量表

项目	第Ⅳ类			第Ⅴ类		
	第一型	第二型	第三型	第一型	第二型	第三型
水文地质测绘	1 : 10 000~ 1 : 5 000	1 : 5 000~ 1 : 2 000		进行调查 (1 : 5 000~ 1 : 2 000)	进行详细调查 (1 : 2 000~1 : 1 000)	
钻孔简易水文地质工程地质观测	全部钻孔均进行观测			观测消耗量和水位,钻进录井		

表 4 (续)

项目		第Ⅳ类			第Ⅴ类		
		第一型	第二型	第三型	第一型	第二型	第三型
抽水 试验/ 次	单孔	直 2~4	直 3~6 间 1~2	直 4~7 间 2~3	一般不作要求		
	多孔	—	—	直 2~3			
	群孔	—	—	直 1~2			
验证孔		—			不 低 于 异 常 区 数 30%	不 低 于 异 常 区 数 60%	不 低 于 异 常 区 数 80%
地面物探		一般不作要求	探查底板隔水层分布特征		采用地震、电法等方法综合勘查		
水文测井		所有水文地质孔都应进行			根据需要可进行		
长期观测系统		对开采有影响的地段布设观测站(点)			根据需要可进行		
<p>具体布设工作量时,注意以下几点:</p> <p>a) 表中所列抽水试验工作量为一般要求,控制面积依据勘查复杂程度为:复杂的不大于 20 km²,中等的不大于 30 km²,简单的不大于 40 km²,依据勘查面积的大小,可酌情增减工作量;</p> <p>b) 老空区验证孔可根据需要采取岩、水样。</p> <p>注:表中,“直”——直接充水含水层;“间”——间接充水含水层。</p>							

7.3 突水危险性与威胁程度评价

7.3.1 顶板突水危险性评价应在综合分析导水裂缝带高度、含水层富水性、含水层厚度等因素基础上选择三图—双预测法、最大导水裂缝带法等方法进行分区评价,评价方法参见附录 C 的 C.1。评价时应考虑下列因素:

- 当充水水源为地表水时,还应考虑地表水体规模、地形地貌、勘查区在地表流域中的位置等因素。
- 当充水水源为老空水时,还应考虑实际调查、物探及钻探验证的老空区及积水资料等。

7.3.2 底板突水危险性评价应在综合分析含水层富水性、水头高度、隔水层特征等因素基础上选择突水系数法、脆弱性指数法、五图-双系数法、底板导水破坏带等方法进行分区评价,评价方法参见 C.2。

7.3.3 突水威胁程度应在收集分析研究同一地下水系统的、有突水历史的矿井突水资料的基础上,综合考虑含水层富水性、补给和径流条件、地下水流场变化特征、构造形态与发育程度以及开采条件等因素,进行定性评价。

7.3.4 突水威胁程度可分为四个等级:

- 一般性威胁:矿井突水可能对生产环境产生一定的影响,而不对矿井或人员造成安全威胁;
- 较严重威胁:矿井突水量峰值较大,持续时间短,稳定水量较小,一般不构成安全威胁;
- 严重威胁:突水量达到或者接近矿井(采区、工作面)排水能力,或水量峰值巨大,短时间可造成工作面、采区被淹;
- 极严重威胁:突水量巨大,超过矿井排水能力,可造成矿井被淹。

7.4 矿井涌水量评价

7.4.1 矿井涌水量评价应在勘查设计时初步确定评价计算方法,并在勘查过程中逐步修正和完善;

7.4.2 根据勘查任务进行天然条件或开采条件下,先期开采地段或回采工作面的分段和整体工程的涌

水量评价；

7.4.3 矿井涌水量评价应在分析研究评价区的边界条件、矿井充水条件的基础上，建立水文地质概念模型，合理选择参数及计算方法；

7.4.4 矿井涌水量评价宜根据评价方法的适用条件选择合适的多种方法。常用的计算公式和方法，可参见附录 D；

7.4.5 对矿井涌水量评价的成果应进行详细评述，提出推荐矿井涌水量。

8 专项水文地质勘查

8.1 老空区水文地质勘查

8.1.1 工程布置

8.1.1.1 布置原则

老空区水文地质勘查主要采用调查、测绘、物探和钻探验证等手段，工程布置应遵循下列原则：

- a) 调查采用走访调查、现场踏勘、井下调查；调查范围包括矿井及周边矿井。
- b) 老空区物探工程布置应符合下列要求：
 - 1) 物探勘查范围应大于老空区可能存在的范围；
 - 2) 物探测线应与老空区或巷道走向尽量垂直，测线间距应控制老空区的分布，至少要有 2 条物探测线穿越老空区异常分布区，异常区测线上应有不低于 3 个异常测点，地质条件复杂时应适当加密；
 - 3) 物探测线应尽量避免地形起伏、地面建筑物和干扰源（振动噪声，电磁干扰）影响。
- c) 钻探验证孔应在物探和调查的基础上布置；对异常区进行验证。

8.1.1.2 工作量

老空区水文地质勘查工作量应遵循下列要求：

- a) 调查比例尺 1：2 000～1：1 000。
- b) 物探工作一般采用两种以上方法，表 5 为主要物探工作网格的下限，具体布设参照表 5 加密。

表 5 物探工作量表

地区类别	地震勘探 m	瞬变电磁法 m	可控源音频大地电磁法 m	直流电剖面法 m	放射性勘探 m
简单地区	10×10	40×40	40×40	20×20	40×40
复杂地区	5×10	20×40	20×40	10×20	20×20
注 1：简单地区：地形条件较为平坦、煤层开采层数单一、老空区分布规律较为单一的老空区。 复杂地区：地形条件复杂、煤层开采层数较大、老空区分布规律性复杂的老空区。 注 2：10×10 为点距×线距。					

- c) 针对物探解释的老空区和积水区至少要有有一个钻探验证孔进行查证，宜进行井内电视成像探测。
- d) 根据需要进行岩土试验和水质分析。
- e) 建立动态监测网（点）。

8.1.2 技术要求及评价

8.1.2.1 水文地质测绘

老空区水文地质测绘工作应符合 5.1 和下列技术要求：

- a) 测绘应以收集资料和遥感解译为基础，以访问和实地勘查为主。
- b) 采空区测绘一般比例尺为 1 : 2 000，老窑测绘一般不大于 1 : 1 000。
- c) 遥感解译应对不同空间分辨率、不同时像、高波谱分辨率等各种类型的遥感影像进行综合解译。

8.1.2.2 水文地质物探

老空区水文地质物探应符合 5.2 和下列技术要求：

- a) 应根据探测老空区及积水与围岩间的物性差异，场地条件、探测目的和要求，经试验选择合适的物探方法和参数。
- b) 各种物探方法技术要求按相应规范规程要求执行。
- c) 物探方法应以水文地质测绘和已知资料为基础，应与钻探验证相结合进行成果再解释。
- d) 物探工作应单独提交成果报告。

8.1.2.3 水文地质钻探

老空区水文地质钻探应符合下列技术要求：

- a) 验证孔深度为开采煤层底板以下 5 m。
- b) 岩芯采取率：完整基岩岩层 $\geq 70\%$ ，半胶结岩层 $\geq 50\%$ ，基岩构造破碎带、风化带、导水裂缝带 $\geq 30\%$ 。松散层不做取芯要求，应进行岩屑录井，岩屑录井每 5 m 取一个岩屑样，判定岩屑位置要消除滞后时间影响；如需要取芯时，岩芯采取率 $\geq 30\%$ 。
- c) 取芯钻进时，回次进尺限制在 2 m~5 m。
- d) 全孔进行钻探水文地质观测，相关要求见 5.4。
- e) 应进行地质录井，描述岩石的岩性、结构、构造、裂隙充填情况，统计裂隙率，进行 RQD 统计；具备测量地层倾角条件的岩芯，要进行倾角测量；重要钻孔要保存岩芯，并拍摄彩色岩芯照片；观察导水裂缝带判别标志（参见表 6）。
- f) 根据需要进行水文地质测井，测井项目包括：自然电位、视电阻率、自然伽马、伽马-伽马、井径、井斜。
- g) 钻孔施工结束后，全孔采用水泥浆封闭。

表 6 老空区钻探现场描述要点与识别标志

老空区垮落带判据	裂缝带判据	无老空区判据
a) 突然掉钻； b) 埋钻、卡钻； c) 孔口水位突然消失； d) 孔口吸风或吹风； e) 进尺特别快； f) 岩芯破碎混杂，有岩粉、煤灰等； g) 打钻时有响声； h) 可见淤泥、粉末状煤渣等； i) 见坑木、砖瓦片等； j) 有瓦斯气上涌	a) 突然严重漏水或漏水量显著增加； b) 钻孔水位明显下降； c) 岩芯有纵向裂纹或陡倾角裂缝； d) 钻孔有轻微吸风现象； e) 钻孔有瓦斯气； f) 岩芯采取率小于 75%	a) 全孔返水； b) 无耗水量或耗水量小； c) 取芯率大于 75%； d) 进尺平稳； e) 开采矿层岩芯完整，无漏水现象

8.1.2.4 老空区积水计算

应对老空区积水进行计算,计算方法参见附录 E。

8.2 陷落柱水文地质勘查

8.2.1 工程布置

8.2.1.1 布置原则

物探测线一般应垂直构造(或含水层)走向或注浆幕走向;陷落柱电法宜采用米字型布设测线;钻孔一般布置在陷落柱内部、边缘和附近。

8.2.1.2 工作量

工作量参照下列要求执行:

- a) 应采用综合物探,物探范围应包括陷落柱及其边界外扩 30 m 范围,网格应根据陷落柱大小进行确定;
- b) 每个陷落柱至少布置 3 个钻孔,钻孔深度应揭露诱发陷落柱的灰岩层顶面下 20 m;
- c) 应进行抽水试验和连通试验等水文地质试验工作;
- d) 应进行岩土样试验和水质测试。

8.2.2 技术要求及评价

物探等勘查工作技术参照第 5 章相关技术要求执行。勘查报告参照 11.3 要求,并符合下列要求:

- a) 查明勘查区内陷落柱发育的数量、分布位置、发育层位及形态特征。编制陷落柱分布平面位置图。
- b) 查明陷落柱、围岩的地层层序、地层标高、岩性、厚度、岩层破碎程度及胶结程度,分析岩层垮塌特征,确定陷落柱发育的起至深度。绘制陷落柱地层柱状图、典型的陷落柱发育剖面图。
- c) 探查陷落柱、围岩含水层富水性及含水层之间的水力联系。
- d) 评价陷落柱对煤层采掘的威胁程度。
- e) 根据陷落柱的性质和对煤层采掘的威胁程度,提出陷落柱治理的具体方案。

8.3 矿井疏干工程水文地质勘查

8.3.1 工程布置

8.3.1.1 布置原则

矿井疏干工程水文地质勘查工程布置应与煤矿开采和疏干方案相适应,应覆盖疏干工程影响的范围,勘查手段以水文地质钻探、抽水试验为主,以地面物探、水文地质测井为辅,有条件的矿井可采用井下放水试验。矿井疏干勘查工程布置遵循下列原则:

- a) 孔隙含水层:
 - 1) 控制性钻孔应揭穿所有含水层。
 - 2) 非控制性钻孔应揭穿富水性强含水层,含水层深度较大而需要分期疏干的,应满足一期疏干降深的需要。
- b) 岩溶或裂隙含水层:
 - 1) 勘查线布置应有利于控制强径流带。
 - 2) 勘查钻孔应穿过主要含水层或含水构造带。

3) 对厚度大或埋藏深需分期疏干的含水层,非控制性钻孔应满足一期疏干降深的需要。

8.3.1.2 工作量

矿井疏干工程水文地质勘查工作量参照下列要求执行:

- a) 基本勘探线距 100 m~300 m,孔距 50 m~300 m。
- b) 应进行 1~3 次大流量群孔抽水试验。
- c) 采样符合下列要求:
 - 1) 孔隙含水层一般按深度每 5 m~10 m 采样一组,不足 5 m 的采样一组;含水层为不同粒级的沉积层组合时,每个粒级不少于 6 组;隔水层应采取代表性样品 3 组~5 组;
 - 2) 岩溶裂隙含水层,每个水文孔中应取样 5 个~10 个,全区取样数 100 个~200 个。
- d) 抽水孔和观测孔数量和分布应满足 8.3.2.2 b) 的要求。

8.3.2 技术要求及评价

8.3.2.1 群孔抽水试验和井下放水试验应符合 GB 51060—2014 中 6.2.6 的相关要求。

8.3.2.2 矿床疏干水文地质计算应符合下列要求:

- a) 应结合初步疏干方案计算矿床疏干涌水量,包括正常涌水量和最大涌水量、地下水动补给量和静储量,预测疏干过程中地下水位下降速度、矿床疏干进程,最终疏干范围。
- b) 矿床疏干水文地质计算应采用数值法,计算内容包括疏干工程的数量、间距、单井涌水量、影响半径、总涌水量、疏干动流场等。
- c) 应根据矿区条件,设定两种或两种以上不同的疏干工程布置方案,计算相应的疏干涌水量,并对计算结果进行对比分析,推荐优选方案。对计算中存在的不足应做出说明。
- d) 疏干水用作供水时,应评价疏干水量作为供水水源的保证程度。

8.3.2.3 应进行矿井水可疏性评价,可疏性分为易疏干、可疏干及不易直接疏干 3 个等级。

8.3.2.4 矿床疏干勘查报告应满足 11.3 和 GB 51060—2014 中 6.2.9 的相关要求。

8.4 带压开采水文地质勘查

8.4.1 工程布置

8.4.1.1 布置原则

地面物探应布置在开采影响范围内,重点是构造(断层、陷落柱)发育地段,测线应垂直于断裂构造、地层走向。钻孔应根据物探调查结果布置,应控制有代表性的主要岩溶裂隙含水层富水异常区和断层富(导)水异常区、陷落柱富(导)水异常区。

8.4.1.2 工作量

带压开采水文地质勘查工作量参考下列要求执行:

- a) 宜采用地面物探、钻探、抽(放)水试验、地下水连通试验、地下水动态监测等方法。地面物探宜采用多种物探方法进行综合探测。有条件时宜结合井下超前探测。
- b) 物探测网布设应根据勘查区构造复杂程度、水文地质条件和物探方法要求确定。
- c) 应布置 2 条~3 条剖面,每个剖面应布置 2 个~3 个水文地质钻孔,钻孔深度应揭穿底板主要充水含水层,当主要充水含水层为岩溶裂隙含水层且厚度大(大于 300 m)时,应揭穿上部岩溶发育带。
- d) 应针对底板主要充水含水层进行抽(放)水试验;富(导)水异常的断层、陷落柱宜进行群孔抽水试验或连通试验。

e) 应选择代表性地段对物探解释进行钻孔验证。并提交相应的综合成果和图件。

8.4.2 技术要求及评价

8.4.2.1 在进行勘查工作时,所采用的技术要求按第 5 章和相关专业技术规程规范要求执行。

8.4.2.2 勘查成果报告应符合 11.3 的要求,并对底板进行工程稳定性评价。

8.5 注浆工程水文地质勘查

8.5.1 工程布置

8.5.1.1 注浆工程水文地质勘查工作应遵循下列原则:

- 勘查工作应重点控制注浆区段,兼顾勘查范围内的面上控制;
- 物探测线应垂直构造(或含水层)走向或注浆幕走向;
- 陷落柱电法宜采用米字型布设测线;井筒物探测线宜和井筒走向平行;
- 钻探应根据物探解释成果选择构造裂隙发育、富水性强、透水性好地段布设。

8.5.1.2 注浆工程水文地质勘查的工作量遵照表 7 执行。其中物探工作宜采用两种以上方法,表 7 给出了主要物探方法网格布设的下限。

表 7 注浆工程勘查工作量表

工作手段		井筒注浆工程	断层注浆工程	陷落柱注浆工程	帷幕注浆工程	含(隔)水层 注浆加固
物探 m	三维地震	10 × 10	10 × 10	10 × 10		
	瞬变电磁	10 × 20	10 × 20	10 × 20	10 × 20	10 × 20
	电测深	5 × 10	5 × 10	5 × 10	5 × 10	5 × 10
水文地质孔孔距 m		不大于 100	剖面控制, 不大于 50	面控制, 不大于 50	平行控制, 不大于 20	剖面控制, 不大于 50 × 50
水文地质试验		主要含水层分层抽水	连通试验、压水试验、抽水试验	连通试验、压水试验、抽水试验	压水试验、分层抽水	连通试验、压水试验、抽水试验
流量测井		宜进行	—	—	宜进行	—
化探		—	进行	进行	—	—
注 1: 井筒检查孔距井筒中心(或纵向中心线) ≤ 25 m, 钻孔深度不小于井筒深度(或斜井底板)以下 30 m。 注 2: 10 × 10 为点距 × 线距。						

8.5.2 技术要求及评价

在进行勘查工作时,所采用的技术要求按第 5 章和相关专业技术规程规范要求执行;勘查报告应符合第 11 章的要求外,应满足注浆工程的需求。

9 露天煤矿水文地质勘查

9.1 勘查类型

9.1.1 第一型,水文地质条件简单,不需要专门疏干的矿床:

- a) 地形有利于自然排水,地下水补给量极少;
- b) 直接充水含水层单位涌水量 $q \leq 1.0$,无难于疏干的强富水岩层。

注: q 的单位为 $L/(s \cdot m)$ 。

9.1.2 第二型,水文地质条件中等,易于疏干的矿床:

- a) 直接充水含水层单位涌水量 $1.0 < q \leq 10.0$,含水层富水性相对较弱;
- b) 直接充水含水层单位涌水量 $10.0 < q \leq 20.0$,但补给来源缺乏。

注: q 的单位为 $L/(s \cdot m)$ 。

9.1.3 第三型,水文地质条件复杂,难于疏干的矿床:

- a) 直接充水含水层单位涌水量 $q > 10.0$,附近有较大的地表水体,并与地下水有水力联系;或者补给条件虽然不好,但 $q > 20.0$;
- b) 直接充水含水层厚度大、分布广、富水性强,不易疏干,且易产生流沙等工程地质问题。

注: q 的单位为 $L/(s \cdot m)$ 。

9.2 工程布置

9.2.1 布置原则

露天煤矿水文地质勘查工程布置应遵循下列原则:

- a) 水文地质勘查工作应查明区域水文地质条件;对于水文地质条件复杂的矿区,工作范围宜扩大为一个完整的地下水系统。
- b) 水文地质勘查工作应根据需查明的重要问题,因地制宜地综合采用各种勘查技术手段。
- c) 抽水试验钻孔宜布设在露天煤矿的首采区、拉沟区附近。
- d) 水文地质条件复杂的大、中型露天煤矿,水文地质钻孔应满足建立地下水疏排水数值模型的参数分区和边界条件要求。
- e) 地下水动态观测网应符合相关规定,并满足露天煤矿疏降水影响范围内环境影响评价的要求,在疏降漏斗边缘宜布设控制性长期观测孔。
- f) 存在永久性地表水体或老空水的矿床,应布置专门工作量以查明地表水体(或老空水)与地下水的水力联系。

9.2.2 工作量

露天煤矿抽水试验工程量遵照表 8 执行;对于老空水或地表水充水矿床遵照表 4 增加相应的工作量。

表 8 露天煤矿抽水试验工作量表

类	型	主要充水含水层		
		单孔	多孔	群孔
第 I 类	第一型	2~3		
	第二型	3~5	1~2	0~1
	第三型	5~8	2~3	2~3
第 II 类	第一型	2~3		
	第二型	3~6	1~2	0~1
	第三型	6~9		1~2

表 8 (续)

类	型	主要充水含水层		
		单孔	多孔	群孔
第Ⅲ类	第一型	2~3		
	第二型	5~7	1~2	1~2
	第三型	7~10		2~3
下列情形应调整工作量： a) 水文地质条件复杂的大、中型露天煤矿，应布设一定数量的多孔抽水试验工作量。 b) 当最下部可采煤层有下伏承压含水层时，水文地质勘查工作量，应满足下伏承压含水层突水危险性评价的要求，参照表 3 中底板进水方式的相应工作量。				

9.3 技术要求

水文地质钻孔参照第 5 章相关技术要求，应符合下列要求：

- a) 水文地质勘查孔钻孔深度，应揭穿全部直接疏排的含水层；
- b) 单孔抽水试验钻孔试验段孔径一般不小于 168 mm，多孔(或群孔)抽水试验主孔试验段孔径一般不小于 219 mm。对于疏排结合的勘探孔(疏排试验孔)试验段孔径一般不小于 325 mm。

9.4 疏排水量预测

9.4.1 计算方法应符合下列要求：

- a) 采掘场疏排水量计算应结合矿区水文地质条件和采掘场位置，确定水文地质边界条件，选取合适的计算模型和方法；
- b) 疏排水量计算应考虑地下水的补给量和地下水储量(静储量)；
- c) 水文地质条件复杂的大、中型露天煤矿，宜采用地下水数值模型预测采掘场的疏排水量。

9.4.2 参数选择应符合下列要求：

- a) 渗透系数宜采用疏干条件下多孔抽水试验数据计算。
- b) 地下水水位应根据计算区范围内实际观测资料确定，采掘场地下水涌水量宜采用地下水水位的最高值计算。
- c) 当露天煤矿疏排涉及多个含水层时，可根据露天煤矿疏排设计要求和含水层空间分布特征，合理选择计算的含水岩组。在地下水水位观测和抽水试验设计时应与之协调一致。
- d) 影响半径宜采用主要含水岩组的群孔抽水试验资料，采用其他资料和经验数据时，应进行综合分析。

10 闭坑煤矿水文地质勘查

10.1 一般要求

闭坑煤矿水文地质勘查工作主要以调查为主，辅以少量的物探、钻探工作量。

10.2 勘查内容

闭坑煤矿水文地质勘查内容为：

- a) 全面系统地收集整理矿井勘探、基建、生产各个时期的水文地质原始资料；



- b) 汇总历年施工防治水工程设计以及各阶段有关技术总结和单项科技成果资料；
- c) 调查井田边界煤柱、防水煤柱的留设情况及其稳定性；矿井停止排水后的残余涌水量；
- d) 调查矿井开采前的地下水水位、水质等背景条件；
- e) 调查开采所导致的隔水层破坏及含水层间水力联系情况；
- f) 调查老空区分布状况，查明老空区积水分布特征、水质特征，评价综合利用的可能性；
- g) 查明开采等人为活动引发的矿山地质环境问题，相关内容见 4.7；
- h) 建立闭坑煤矿的地下水长期观测网点。

10.3 工作布置

水文地质测绘范围以煤矿开采影响范围(地下水影响范围或生态环境影响范围)；水文地质测绘比例尺一般为 1:10 000~1:2 000；采空区边界不清宜进行二维地震等勘探工作，钻探验证的物探解释异常区数不低于 50%。

10.4 技术要求

水文地质测绘及其他工作的技术要求按第 5 章要求执行，成果报告内容见附录 F 的 F.2。

11 报告编制与验收

11.1 一般要求

野外勘查工作结束后，应及时编制并提交成果报告。

11.2 编制要求

成果报告编制过程中应符合下列要求：

- a) 报告应紧密围绕设计目的任务、合同规定要求进行编制。
- b) 尽可能利用多元地学信息综合分析矿井充水条件；采用适宜的技术方法评价预测矿井突涌水危险性、水害威胁程度及矿井涌水量。
- c) 报告内容应重点突出；论证依据充分，数据可靠，结论明确。报告应图表并茂。

11.3 编制内容

主要内容为概况、勘查工作及质量、地质及水文地质条件、充水条件分析及突水危险性评价、矿井涌水量预测、防治水技术措施等，报告提纲见 F.1。

11.4 报告验收

11.4.1 成果报告提交投资主体方审查前，编制单位应组织相关审查。

11.4.2 提交审查的报告包括纸质文字报告及附图、附表、附件。

11.4.3 经投资主体方审查批准后的成果报告应及时汇交投资主体方和相关部门，汇交的成果资料包括纸质和电子文档。

附 录 A
(资料性附录)

常用水文物探方法及适用条件

A.1 常用地面水文物探方法及适用条件参见表 A.1。

表 A.1 常用地面水文物探方法及适用条件

类别		方法	应用范围	适用条件
地震		反射波法	探测采空区范围,地质构造、地层埋深、煤层起伏形态	目标体与围岩有足够的波阻抗差异
		折射波法	探测覆盖层厚度	被测地层波速大于上覆地层波速
		面波法	探测覆盖层厚度、不良地质体	目标体与围岩有足够的波阻抗差异
电法	电磁法	瞬变电磁法	探测岩层水、构造水、采空区积水、评价含水层富水性	目标体与围岩电性差异明显,高压线等电磁干扰较小
		可控源音频大地电磁法	探测较大构造、地热评价、划分大致地层界面,评价中深层地层富水性	目标体电性差异明显,地形开阔保证足够的收发距
	激发极化法	—	探测含水层富水性	游离电流干扰不大
	直流电法	直流电测深	探测地层界面、富水性	目标地层具有一定厚度,纵向电性差异明显,覆盖层不太厚,接地条件较好,地形平缓
		直流电剖面	探测构造走向、采空区范围	目标体具有一定宽度,横向电性差异明显,覆盖层不太厚,接地条件较好,地形平缓
		高密度电阻率法	探测浅层溶洞、砂体、潜水、采空区及积水	埋深不超过 150 m,电性差异明显,接地条件较好,地形平缓
其他	重磁勘探	重力测量	探测侵入岩,火烧岩	目标体与围岩磁性、密度差异明显
		高精度磁法测量		
	放射性同位素测量	测氦	探测采空区范围、断裂构造	有土层覆盖



A.2 常用井下水文地质物探方法及适用条件参见表 A.2。

表 A.2 常用水文地质物探方法及适用条件(井下物探方法)

类别		方法	应用范围	适用条件
地震波法		巷道地震勘探(二维)	探测掘进巷道、采煤工作面、侧帮底板岩层、残留煤厚、采空区、小构造	目标体与围岩有足够的波阻抗差异
		槽波地震勘探		
		瑞利波勘探		
		井巷掘进地震超前探测法(TSP/MSP)	预测瓦斯、煤层突出性,岩石破坏性研究	
		岩体声波探测法		
		声发射与微震技术		
电磁法	井下直流电法	顶板、底板电测深法	探测掘进巷道、采煤工作面、侧帮顶底板含(导)水构造、含(隔)水层厚度、潜在突水点、岩溶发育带、煤层小构造,检测工作面注浆效果	巷道有足够的长度,底板不能存在大面积积水
		矿井电剖面法		
		高密度电阻率法		
		煤层直流电测深法(层测深法)		
		工作面层透视法		
		直流超前探测法		
		井下网络并行电法		
		音频电透视法		
	瞬态电法	矿井瞬变电磁法(简称MTM)		探测位置不能存在大量铁器
	高频电磁波法	无线电波坑道透视法(坑透法)	探测掘进巷道间、采煤工作面内断层、陷落柱、小褶曲、无煤带等	人文电磁干扰不能过大
		矿井地质雷达		
		钻孔地质雷达	探测钻孔周围10 m~40 m岩体构造(裂隙、空洞等)、水文地质信息	钻孔有足够空间,没有塌孔
其他地球物理方法	重磁勘探	巷道微重力测量	探测顶、底板小构造、火成岩、火源等	有足够的密度和磁性差异
		矿井高精度磁测		
	放射性同位素测量	测氦	一般水文地质条件评价,断裂破碎带构造预测	目标体能形成足够规模的放射性异常
		能谱测量		
	地热测量	红外测温	一般水文地质条件评价,断层构造及其含水性预测	足够的温差异常

附 录 B
(规范性附录)
设计书提纲

B.1 前言**B.1.1 目的任务**

叙述项目由来、目的、任务和意义。

B.1.2 勘查区位置和自然地理

叙述地理位置、坐标范围、行政区划,工作区面积、交通情况等。

叙述地形、地貌、气象、水文等。

B.1.3 矿井概况

叙述矿井生产规模、发展规划;煤炭资源储量、开采现状;涌(突)水情况和井下疏排水能力;存在的主要矿井水文地质问题等。

B.1.4 勘查区周边矿井、老窑分布情况

叙述周边生产、在建、关停矿井(老窑)的开采范围、生产能力、排水、瓦斯等,及突水情况、矿井涌水量等水文地质现状。

B.1.5 编制依据

叙述编制设计书所依据的合同(或任务书)、规程、规范、标准和文件等,并明确施工过程中执行的依据及验收标准。

B.1.6 以往地质、水文地质工作程度**B.1.6.1 以往区域基础地质、水工环地质工作情况**

简要叙述各种比例尺区域调查、物化探、遥感地质等成果。

B.1.6.2 勘查区地质、水工环地质及防治水工作情况

叙述勘查区及周边与本次工作有关系的工作成果报告;特别是近几年相关工作的工作量、成果、存在的问题。

B.1.6.3 以往工作评述

重点评述勘查工作可利用的工程和成果。

指出以往水文地质工作的不足和亟需解决的问题。

B.2 区域地质、水文地质**B.2.1 区域地质**

简述地下水系统范围内的区域地层、构造发育情况等。

B.2.2 区域水文地质

简述地下水系统的边界范围,区域含(隔)水层及其水文地质特征。

叙述勘查区在地下水系统中所处的功能位置。

B.3 勘查区地质、水文地质

B.3.1 地质

叙述勘查区地层、地质构造、岩浆岩等地质特征,含煤地层的含煤性、煤层特征。

B.3.2 水文地质

叙述勘查区水文地质条件,包括含(隔)水层岩性特征,分布特征、富水性特征、水化学特征、流场特征、隔水性能等。

B.4 水文地质勘查类型

根据勘查工作目的任务,分析勘查煤层的充水条件,明确存在的主要水文地质工程地质环境地质问题和水害问题。

明确本次勘查煤层的主要充水水源和水文地质条件复杂程度,划分水文地质勘查类型。

B.5 勘查工作

B.5.1 工程布置

B.5.1.1 勘查手段选择

按勘查类型结合勘查目的任务,选择合理的勘查手段和评价方法。简述拟采用的勘查手段和评价方法及其要解决的水文地质问题。

B.5.1.2 布置原则

简述各项工程布置目的、依据。说明各项工作间的衔接及施工顺序。

B.5.1.3 工作量

根据已掌握的勘查区水文地质特征、地形、地貌、施工条件等情况,和勘查目的任务、评价方法,详细叙述勘查工程布置情况、目的及设计的工作量。

B.5.2 工作方法和技术要求

详细叙述拟采用的勘查手段、评价方法的技术要求,明确各勘查方法过程验证和特殊过程或关键工序的控制要求。

B.6 预期成果

简叙拟提交的地质成果报告、附图、附表,专题报告等。

简叙预期取得的地质、水文地质工作主要成果。

B.7 经费预算

B.7.1 预算编制说明。

B.7.2 预算编制方法及预算明细表。

按照现行国家或行业有关预算标准及编制要求编制。预算标准没有的单项按市场价编制。

B.8 组织机构及质量保障

B.8.1 组织机构

组织管理、人员安排、技术装备。

B.8.2 质量保障

预期质量目标、安全及劳动保护措施、项目全面质量管理办法及措施。

B.9 附图及要素

勘查设计书应附下列图件：

- a) 区域水文地质图。要素为：地层，主要构造，主要含水岩系及富水性，地下水系统的边界、流场，主要泉、井、孔分布及特征，主要河流，地表水体、勘查区位置。
- b) 矿区水文地质图、剖面图。要素为：地层，主要构造，主要含水岩组，地下水流场，已知水文钻孔、民井、泉等水文地质点，矿井开采现状及规划。
- c) 工程布置图。以矿区水文地质图为底图，要素为：调查、物探、设计钻孔等勘查工作的位置、范围及主要性质和指标。
- d) 水文地质预想剖面图。以水文地质剖面图为底图，要素为：物探、设计钻孔的位置和主要性质和指标。
- e) 钻孔预想柱状图。要素为：地层时代，预期地层及含水层柱状，钻管结构，水文地质及钻探工程技术要求。
- f) 与本设计有关的其他图件。

B.10 附件

勘查设计书应附下列文件：

- a) 勘查任务来源文件：项目合同或招标文件或任务书。
- b) 相关证书复印件。



附 录 C
(资料性附录)
突水危险性评价方法

C.1 顶板突水危险性评价

C.1.1 导水裂缝带法

C.1.1.1 一般经验公式

导水裂缝带高度应当依据开采区域的地质采矿条件和实测数据分析确定；对于无实测数据的，可参考类似地质采矿条件矿井的实测数据、水体下开采成功经验或者依据表 C.1 的公式计算。近距离煤层的导水裂缝带高度的计算，应考虑上、下煤层开采的综合影响。

表 C.1 厚煤层分层开采的导水裂缝带高度计算公式

覆岩岩性 (单项抗压强度及主要岩石名称) MPa	计算公式之一 m	计算公式之二 m
坚硬 (40~80, 石英砂岩、石灰岩、砾岩)	$H_{li} = \frac{100 \sum M}{1.2 \sum M + 2.0} \pm 8.9$	$H_{li} = 30 \sqrt{\sum M} + 10$
中硬 (20~40, 砂岩、泥质灰岩、砂质页岩、页岩)	$H_{li} = \frac{100 \sum M}{1.6 \sum M + 3.6} \pm 5.6$	$H_{li} = 20 \sqrt{\sum M} + 10$
软弱 (10~20, 泥岩、泥质砂岩)	$H_{li} = \frac{100 \sum M}{3.1 \sum M + 5.0} \pm 4.0$	$H_{li} = 10 \sqrt{\sum M} + 5$
极软弱 (<10~20, 铝土岩、风化泥岩、粘土、砂质粘土)	$H_{li} = \frac{100 \sum M}{5.0 \sum M + 8.0} \pm 3.0$	
注：采用公式注意下列要求： a) $\sum M$ ——累计采厚，单位为米(m)； b) 公式应用范围：单层采厚 1 m~3 m，累计采厚不超过 15 m； c) 计算公式中±号项为中误差。		

C.1.1.2 综采放顶条件

综采放顶条件下导水裂缝带高度可采用表 C.2 的公式计算。

表 C.2 综采放顶条件下导水裂缝带高度计算公式 单位为米

覆岩岩性	中国矿业大学(北京)公式	唐山煤科院方法
坚硬		$H=30M+10$
中硬	$H=\frac{100M}{0.26M+6.88}\pm 11.49$	$H=20M+10$
软弱	$H=\frac{100M}{-0.33M+10.81}\pm 6.99$	$H=10M+10$
<p>注：表中公式符号释义如下：</p> <p>a) H 为导水裂缝带高度；</p> <p>b) M 为采高；</p> <p>c) 计算公式中±号项为中误差。</p>		

C.1.1.3 导水裂缝带法危险评价分区的建议

导水裂缝带法进行危险评价时,建议采用如下分区：

- a) 安全区:导水裂缝带最大高度加上保护层厚度的标高小于顶板直接充水含水层底板标高；
- b) 过渡区:导水裂缝带最大高度加上保护层厚度的标高大于顶板直接充水含水层底板标高,导水裂缝带最大高度的标高小于顶板直接充水含水层底板标高；
- c) 危险区:导水裂缝带最大高度的标高大于顶板直接充水含水层底板标高;根据顶板直接充水含水层的单位涌水量(q)或单位面积静涌水量(Q_{Dj})分为 3 个等级：
 - 1) 一般危险区: $q\leq 0.01$ 或 $Q_{Dj}\leq 5$;
 - 2) 中等危险区: $0.01<q\leq 0.1$ 或 $5<Q_{Dj}\leq 10$;
 - 3) 高危险区: $q>0.1$ 或 $Q_{Dj}>10$ 。
- d) j 单元单位面积静涌水量(Q_{Dj})采用式(C.1)计算：

$$Q_{Dj}=\sum_{i=1}^n\mu_{ij}H_{ij}\dots\dots\dots(C.1)$$

式中：

Q_{Dj} —— j 单元单位面积静涌水量；

n ——直接充水含水层层数；

μ ——给水度；

H ——顶板直接充水含水层厚度,单位为米(m)。

C.1.2 三图双预测法

“三图”是指通过多元信息的空间分析生成矿层顶板冒裂安全性分区图、顶板充水含水层富水性分区图和顶板涌(突)水条件综合分区图;“双预测”是指在天然和人为改造状态下的回采工作面分段和整体工程涌水量预测。其中：

- a) 顶板冒裂安全性分区图是通过矿层回采过程中诱发的顶板导水裂缝带加保护层总高度与上覆充水水源之间关系的空间分析图。导水裂缝带发育总高度一般可采用经验统计公式和数值模拟计算评价以及现场实测等方法确定。
- b) 顶板充水含水层富水性分区图是反映含水层富水性的多元信息(一般有含水层厚度和岩性、地质构造分布特征、水文地质参数、单位涌水量、采取率、冲洗液消耗量、水化学特征、地球物理勘

探成果等)空间分析成果图。

- c) 顶板涌(突)水条件综合分区图是由顶板冒裂安全性分区图与顶板充水含水层富水性分区图空间分析成果图。
- d) 天然和人为改造状态下的回采工作面分段和整体工程涌水量预测是根据研究矿井具体的充水水文地质物理概念模型,建立地下水流系统的三维数值模拟模型,在反演识别基础上,根据回采工作面周期来压步骤,分别预测在天然和人为改造两种不同状态下的回采工作面分段和整体工程涌水量。

C.2 底板突水危险性评价

C.2.1 安全隔水层厚度和突水系数

C.2.1.1 安全隔水层厚度

式(C.2)主要适用于掘进工作面,当底板隔水层实际厚度小于计算值时,就是不安全的。

$$t = \frac{L(\sqrt{r^2 L^2 + 8K_p p} - \gamma L)}{4K_p} \dots\dots\dots (C.2)$$

式中:

- t ——安全隔水层厚度,单位为米(m);
- L ——采掘工作面底板最大宽度,单位为米(m);
- γ ——底板隔水层岩石的平均重度,单位为兆牛每立方米(MN/m³);
- K_p ——隔水层岩石的平均抗拉强度,单位为兆帕(MPa);
- p ——隔水层底板承受的水头压力,单位为兆帕(MPa)。

C.2.1.2 突水系数

式(C.3)适用于回采和掘进工作面,就全国实际资料看,底板受构造破坏块段突水系数一般不大于 0.06 MPa/m,正常块段不大于 0.1 MPa/m。

$$T = \frac{p}{M} \dots\dots\dots (C.3)$$

式中:

- T ——突水系数,单位为兆帕每米(MPa/m);
- p ——隔水层底板承受的水头压力,单位为兆帕(MPa);
- M ——底板隔水层厚度,单位为米(m)。

C.2.2 脆弱性指数法

脆弱性指数法进行底板突水危险性评价基本步骤如下:

- a) 根据对矿井充水水文地质条件分析,建立煤层底板突水的水文地质物理概念模型。
- b) 确定煤层底板突水主控因素。
- c) 采集收集各突水主控因素基础数据,并进行归一化无量纲分析和处理。
- d) 应用地理信息系统,建立各主控因素的子专题层图。
- e) 应用信息融合理论,采用非线性数学方法(如 ANN,证据权重法,Logistic 回归法或其他方法),或线性数学方法(如 AHP 等其他方法),通过模型的反演识别或训练学习,确定出煤层底板突水的各主控因素的“权重”系数,建立煤层底板突水脆弱性的预测预报评价模型;煤层底板突水的脆弱性指数按式(C.4)计算:

$$VI = \sum_{i=1}^N S_i I_i \quad \dots\dots\dots (C.4)$$

式中：

VI ——煤层底板突水的脆弱性指数；

S_i ——第 i 个主控因素对底板突水的“贡献”或相对权重；

I_i ——第 i 个主控因素归一化后的无量纲值。

- f) 根据研究区各单元计算的突水脆弱性指数,采用频率直方图的统计分析方法,合理确定突水脆弱性分区阈值。
- g) 提出煤层底板突水脆弱性分区方案。

C.2.3 五图双系数法

五图双系数法基本内容如下：

a) 所指五图为：

- 1) 第一图。在工作面回采过程中,由于矿压等因素综合作用的结果,在煤层底板产生一定深度的破坏,这种破坏后的岩层具有导水能力,故称之为“导水破坏深度”,通过实验和计算可以获得该值的分布状况。据此绘制“底板保护层破坏深度等值线图”。
- 2) 第二图。煤层底面至隔水层顶面之间的这段岩层称之为“底板保护层”。它是阻止承压水涌入采掘空间的屏障,需查明其厚度及其变化规律。据此绘制“底板保护层厚度等值线图”。
- 3) 第三图。煤层底板以下含水层的承压水头将分别作用在不同标高的底板上。根据计算绘制“煤层底板上的水头等值线图”。
- 4) 第四图。把导水破坏深度从底板保护层厚度中减去,所剩厚度称之为“有效保护层”。它是真正具有阻抗水头压力能力且起安全保护作用的部分。据此绘制“有效保护层厚度等值线图”。
- 5) 第五图。最后根据有效保护层的存在与否和厚度大小,依照“双系数”和“三级判别”综合分析,即可绘制带压开采技术的最重要图件“带水头压力开采评价图”。

b) 双系数为：

- 1) 带压系数是表示每米岩层可以阻抗多大水压的指标。
- 2) 突水系数是“有效保护层厚度”与作用其上的水头值之比。

c) 三级判别为：

- 1) I 级判别是判别工作面必然发生直通式突水的指标。
- 2) II 级判别是判别工作面发生非直通式突水可能性及其突水形式的指标。
- 3) III 级判别是判别已被 n 级判别定为突水的工作面其突水量变化状况的指标。



附 录 D

(资料性附录)

矿井涌水量评价常用方法及公式

D.1 比拟法

D.1.1 富水系数法

按式(D.1)计算矿井涌水量,其中富水系数按(D.2)计算:

$$Q = K_p P \quad \dots\dots\dots (D.1)$$

$$K_p = \frac{Q_1}{P_1} \quad \dots\dots\dots (D.2)$$

式中:

 Q ——新矿井预计涌水量,单位为立方米(m^3); K_p ——富(含)水系数,单位为立方米每吨(m^3/t); P ——新矿井设计产量,单位为吨(t); Q_1 ——生产矿井年涌水量,单位为立方米(m^3); P_1 ——生产矿井年产煤量,单位为吨(t)。注:式中的涌水量 Q_1 和产煤量 P_1 为相同时段的值。

D.1.2 矿井单位涌水量比拟法

当矿井涌水量增长幅度与开采面积、水位降深呈直线比例的情况下,按式(D.3)计算矿井涌水量,其中生产矿井单位涌水量按式(D.4)计算:

$$Q = q_1 F S \quad \dots\dots\dots (D.3)$$

$$q_1 = \frac{Q_1}{F_1 S_1} \quad \dots\dots\dots (D.4)$$

当矿井涌水量增长幅度与开采面积、水位降深不呈直线比例时,按式(D.5)计算矿井涌水量:

$$Q = Q_1 n \sqrt{\frac{F}{F_1}} m \sqrt{\frac{S}{S_1}} \quad \dots\dots\dots (D.5)$$

式(D.3)~式(D.5)中:

 Q ——新矿井预计涌水量,单位为立方米每秒(m^3/s); q_1 ——生产矿井单位涌水量,单位为每秒(s^{-1}); F ——新矿井设计开采面积,单位为平方米(m^2); S ——新矿井设计水位降深,单位为米(m); Q_1 ——生产矿井总涌水量,单位为立方米每秒(m^3/s); F_1 ——生产矿井开采面积,单位为平方米(m^2); S_1 ——生产矿井水位降深,单位为米(m); m 、 n ——地下水流态系数,根据两年以上生产矿井涌水量采用最小二乘法或图解法求得。

D.1.3 相关关系分析法

a) 当生产矿井涌水量与两个影响因素存在直线关系时,采用式(D.6)预算新井矿井涌水量(Q):

$$Q = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 \quad \dots\dots\dots (D.6)$$

式中:

x_1, x_2 ——影响矿井涌水量的二个因素变量;

b_1, b_2 ——称为 Q 对 x_1, x_2 的回归系数。在多元回归中, Q 对某一自变量的回归系数表示当其他自变量都固定时, 该自变量变化一个单位时 Q 平均改变的数值;

b_0, b_1, b_2 ——用最小二乘法确定, b_0 按式(D.7)计算。

$$b_0 = \bar{Q} - b_1 \bar{x}_1 - b_2 \bar{x}_2 \dots\dots\dots (D.7)$$

式中:

$\bar{Q}, \bar{x}_1, \bar{x}_2$ —— Q, x_1, x_2 观测数据的平均数。

b) 其他相关方法参见相关手册或教程。

D.2 $Q=f(s)$ 曲线外推法

$Q=f(s)$ 曲线外推法是利用抽水试验获得抽水井的涌水量 Q 与水位降深 s 之间的曲线方程, 来推算未来矿坑设计水位降深的涌水量的方法。在一些水文地质条件不易查清, 边界条件又比较复杂, 难以利用解析公式的矿区, 利用此法常能获得较好的效果。

利用主孔流量和主孔水位降深建立的曲线方程用来外推矿坑涌水量, 应该利用群孔抽水试验资料, 并用主孔的流量 Q 和适当距离的观测孔中的水位降深 s 所建立起来的曲线方程 $Q=f(s)$ 来推算未来矿坑的涌水量。观测孔至主孔的距离可根据首采区的大小按式(D.8)大致估算:

$$r = \sqrt{\frac{F}{\pi}} \dots\dots\dots (D.8)$$

式中:

r ——所选用的观测孔至主孔的距离;

F ——初期采区的面积, 根据开采情况和井田的具体条件决定。

利用主孔的流量和适当距离的观测孔建立 $Q=f(s)$ 曲线方程的方法, 可以在很大程度上减少含水层的非均质性、主孔孔径及钻孔结构、抽水时主孔孔壁的附加阻力以及近主孔处可能产生的紊流和三维流等对曲线方程的影响, 使之更符合开采时的实际情况。

得到 $Q=f(s)$ 曲线后, 应鉴别曲线类型。 $Q=f(s)$ 曲线一般可分为直线型、抛物线型、指数曲线型、对数曲线型。鉴别曲线类型后, 再求曲线方程中的有关参数, 得出曲线方程式, 便可推算矿坑涌水量。

D.3 解析法

D.3.1 稳定流条件下, 常用的基本公式如下:

a) 大井法公式如下:

1) 潜水完整井矿井涌水量按式(D.9)计算:

$$Q = 1.366K \frac{(2H - S)S}{\lg R_0 - \lg r_0} \dots\dots\dots (D.9)$$

2) 承压水完整井矿井涌水量按式(D.10)计算:

$$Q = 2.73K \frac{MS}{\lg R_0 - \lg r_0} \dots\dots\dots (D.10)$$

3) 承压转无压水完整井矿井涌水量按式(D.11)计算:

$$Q = 1.366K \frac{(2H - M)M - h^2}{\lg R_0 - \lg r_0} \dots\dots\dots (D.11)$$

b) 狭长地沟法(水平廊道法)如下:

1) 潜水完整型(两侧进水)矿井涌水量按式(D.12)计算:

$$Q = BK \frac{(2H - S)S}{R} \dots\dots\dots (D.12)$$

2) 承压水完整型(两侧进水)矿井涌水量按式(D.13)计算:

$$Q = 2BK \frac{MS}{R} \dots\dots\dots (D.13)$$

3) 承压转无压水完整型(两侧进水)矿井涌水量按式(D.14)计算:

$$Q = BK \frac{(2H - M)M - h^2}{R} \dots\dots\dots (D.14)$$

式(D.9)~式(D.14)中:

Q —— 矿井涌水量,单位为立方米每天(m^3/d);

K —— 渗透系数,单位为米每天(m/d);

H —— 水柱高度,单位为米(m);

S —— 水位降深,单位为米(m);

B —— 巷道水平长度,单位为米(m);

h —— 动水位至底板隔水层水柱高度,单位为米(m);

M —— 含水层厚度,单位为米(m);

R —— 影响半径,单位为米(m);

r_0 —— “大井”半径,单位为米(m);

R_0 —— “大井”影响半径,单位为米(m)。

D.3.2 非稳定流条件下,常用的基本公式如下:

a) 潜水完整井矿井涌水量按式(D.15)计算:

$$Q = \frac{2\pi K (2H_0 - s)s}{W\left(\frac{r^2}{4at}\right)} \dots\dots\dots (D.15)$$

b) 承压水完整井矿井涌水量按式(D.16)计算:

$$Q = \frac{4\pi Ts}{W\left(\frac{r^2}{4at}\right)} \dots\dots\dots (D.16)$$

式(D.15)、式(D.16)中:

$W\left(\frac{r^2}{4at}\right)$ —— 井函数;

T —— 导水系数,单位为平方米每秒(m^2/s);

a —— 导压系数,单位为平方米每秒(m^2/s);

t —— 抽水时间,单位为秒(s)。

D.4 水均衡法

水均衡法是在查明矿床开采条件的情况下,利用直接充水含水层的补给水量和支出水量之间的关系,根据水均衡原理,获得开采地段涌水量的方法。

在直接充水含水层的补给条件和补给量易于查清的情况下,均衡法往往可以获得满意的计算结果。

矿井充水含水层的收入项一般由下面几部分组成:

- Q_1 ——大气降水渗入补给含水层的水量,单位为立方米每天(m^3/d);
 Q_2 ——从其他地区同一含水层中流入矿区含水层的水量,单位为立方米每天(m^3/d);
 Q_3 ——从矿区内其他含水层流入充水含水层的水量,单位为立方米每天(m^3/d);
 Q_4 ——地表水渗入补给充水含水层的水量,单位为立方米每天(m^3/d);
 Q_5 ——灌溉水、废水、人工补给水、排水流入矿区含水层的水量,单位为立方米每天(m^3/d)。

矿井充水含水层的排泄量一般由下面几部分组成:

- Q'_1 ——从含水层中蒸发消耗的水量,单位为立方米每天(m^3/d);
 Q'_2 ——从矿区含水层流出矿区外围同一层中的水量,单位为立方米每天(m^3/d);
 Q'_3 ——从矿区含水层流向其他含水层的水量,单位为立方米每天(m^3/d);
 Q'_4 ——矿区含水层排入地表水中的水量,单位为立方米每天(m^3/d);
 Q'_5 ——矿区含水层的排水和供水量,单位为立方米每天(m^3/d)。

水均衡方程式的一般形式如下:

- a) 对于潜水含水层矿井涌水量按式(D.17)计算:

$$\pm \frac{\Delta h}{\Delta t} F \mu = (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5) - (Q'_1 + Q'_2 + Q'_3 + Q'_4 + Q'_5) \quad \dots\dots (D.17)$$

- b) 对于承压水含水层矿井涌水量按式(D.18)计算:

$$\pm \frac{\Delta s}{\Delta t} F \mu^* = (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5) - (Q'_1 + Q'_2 + Q'_3 + Q'_4 + Q'_5) \quad \dots\dots (D.18)$$

式(D.17)、式(D.18)中:

- F ——均衡区面积,单位为平方米(m^2);
 μ ——潜水含水层给水度;
 μ^* ——承压含水层贮水系数;
 Δt ——均衡计算时期,单位为天(d);
 Δh ——潜水含水层水位升降,单位为米(m);
 Δs ——承压含水层水压升降,单位为米(m)。

D.5 数值法

数值法常用的方法为有限单元法和有限差分法。可模拟地下水的疏干过程,预报地下水水位和矿井疏排水量。

基本步骤为确定模拟对象、建立水文地质概念模型、数值模型建立及求解、模型的识别与验证、模型预测及结果输出、模型后续检查及模型的再设计等。

有限差分法和有限元法参考相关软件和资料进行。

附 录 E
(资料性附录)
老空区积水量计算方法

E.1 巷道积水量

老空区巷道积水量计算采用式(E.1):

$$W_x = WLK_x \quad \dots\dots\dots (E.1)$$

式中:

W_x ——与老空区连通的巷道积水量;

W ——积水巷道原有断面,单位为平方米(m^2);

L ——巷道长度,单位为米(m);

K_x ——巷道充水系数,煤巷取 0.5~0.8,岩巷取 0.8~1.0。

E.2 老空区积水量

E.2.1 当老空积水区形状不规则,积水区走向长度和垂高不容易计算得到时,采用式(E.2)计算:

$$W_Q = \frac{K_c H F}{\cos \alpha} \quad \dots\dots\dots (E.2)$$

式中:

W_Q ——采空积水区静储量,单位为立方米(m^3);

K_c ——老空积水区充水系数,0.3~0.5;

H ——老空区积水深度,单位为米(m);

F ——老空积水区面积,单位为平方米(m^2);

α ——煤层倾角,单位为度($^\circ$)。

E.2.2 当采空积水区形状呈长方形,积水区走向长度和垂高比较容易计算得到时,采用式(E.3)计算:

$$W_Q = \frac{K_c H a h}{\cos \alpha} \quad \dots\dots\dots (E.3)$$

式中:

W_Q ——老空积水区静储量,单位为立方米(m^3);

K_c ——老空积水区充水系数,0.3~0.5;

H ——老空区积水深度,单位为米(m);

a ——老空积水区走向长度,单位为米(m);

h ——老空积水区垂高,单位为米(m);

α ——煤层倾角,单位为度($^\circ$)。

E.2.3 当老空积水区形状为倒锥形分布时,采用式(E.4)计算:

$$W_Q = \frac{1}{3} K_c S H \quad \dots\dots\dots (E.4)$$

式中:

W_Q ——老空积水区静储量,单位为立方米(m^3);

K_c ——老空区充水系数,0.3~0.5;

S ——倒锥体底面积,单位为平方米(m^2);

H ——老空区积水深度,单位为米(m)。

E.2.4 当不知道积水深度时,采用式(E.5)计算:

$$W_Q = \frac{KMS}{\cos\alpha} \dots\dots\dots (\text{E.5})$$

式中:

W_Q ——采空区积水量,单位为立方米(m^3);

M ——采空区煤层采高,单位为米(m);

S ——采空区积水面积,单位为平方米(m^2);

α ——煤层平均倾角,单位为度($^\circ$);

K ——充水系数,0.08~0.4。



附 录 F
(规范性附录)
勘查报告提纲

F.1 矿井(专项)水文地质勘查报告提纲

F.1.1 概况

F.1.1.1 目的任务

叙述矿井基本情况、存在问题及本次勘查项目的由来,批复设计的目的、任务,勘查工作的简要过程。

F.1.1.2 位置与交通

叙述勘查区地理位置、地理坐标,勘查区面积,交通概况(附交通位置图)。

F.1.1.3 矿井概况

叙述矿井及周边矿井生产规模,主采煤层及资源储量,开采年限,开采方法,采掘布置,建设或生产情况。

F.1.1.4 自然地理

叙述勘查区地形地貌、气象、水文,勘查区在地表流域中的位置。

F.1.1.5 以往水文地质工作

列表说明以往水文地质工作的名称、单位和时间、内容、主要成果和存在问题。
详细叙述勘查区内水文地质勘查孔、构造、含水层、采空区等相关成果。

F.1.2 勘查工作及质量

F.1.2.1 勘查工作量

简述采用的勘查手段,列表说明本次完成的勘查工作量。

F.1.2.2 勘查工作质量

根据现行规范标准或设计要求,评述勘查工程质量情况。

F.1.3 地质条件

F.1.3.1 地层

简述区域地层,以地层简表形式列出。

叙述井田内地层层序、时代、厚度、岩性、产状,主要可采煤层的层位、厚度、顶底板岩性、厚度和稳定性。(附地层柱状图)

F.1.3.2 构造

简述区域构造和井田基本构造形态。(附区域构造纲要图和井田构造纲要图)。

详细论述勘查区内褶皱、断层、岩溶陷落柱、构造裂隙密集带的分布、数量、规模、性质、产状等特征，探测手段及可靠性。

F.1.4 水文地质条件

F.1.4.1 区域水文地质条件

叙述勘查区所处地下水系统的边界条件、含(隔)水层(组)、补径排条件等水文地质特征，勘查区在地下水系统中所处位置。

F.1.4.2 勘查区水文地质条件

F.1.4.2.1 勘查区水文地质基本特征

叙述勘查区水文地质边界条件。详述水文地质勘查类型及其复杂程度。

F.1.4.2.2 含(隔)水层

叙述矿井直接充水含水层和间接充水含水层及有关隔水层的岩性、厚度、产状、埋藏条件、分布范围及其变化；裂隙与岩溶的发育程度及分布规律；含水层的单位涌水量、水文地质参数、水位标高、水头压力、水量、水质、水温；水化学及同位素特征。

根据岩石物理力学样测试资料评述隔水层尤其是煤层顶、底板的隔水条件(隔水性、稳定性)。

F.1.4.2.3 地下水补径排条件及流场特征

叙述勘查区地下水的补径排条件及流场特征，直接充水含水层的补给途径和部位。

叙述勘查区地下水动态变化特征及其与地表水、大气降水的关系。

根据水文地质特征对勘查区进行水文地质分区。

F.1.4.2.4 各含水层之间水力联系

F.1.5 充水条件分析及突水危险性评价

F.1.5.1 矿井充水条件

根据收集的资料和勘查成果，结合邻近生产矿井的水文地质特征和充水条件，分煤层从确定充水水源的方法、充水水源、充水通道、充水方式和充水强度等方面进行叙述。

F.1.5.2 突水危险性评价

分煤层进行顶板(或底板)突水危险性评价。

F.1.5.3 突水威胁程度评价

分煤层进行顶板(或底板)突水威胁程度评价。

F.1.6 矿井涌水量预测

采用两种以上方法计算矿井正常涌水量和最大涌水量，对各种方法计算结果进行分析对比，提出采用值。

根据采空区规模、积水情况和采掘进度，对采空区疏放水量提出建议值。

F.1.7 防治水工作建议

根据充水条件、突水危险性评价、矿井涌水量预测结果，提出各煤层、各区段的防治水措施和建议。

F.1.8 水环境影响与矿井水综合利用评价

F.1.8.1 水资源量影响

分析矿井疏排水对地下水资源量及已建水源地的影响。

F.1.8.2 水质影响

评价地下水、地表水环境质量,预测矿井排水和老空水对水环境质量影响。

F.1.8.3 矿井水综合利用

对矿井排水进行生活用水和工业用水水质评价,确定矿井水利用方向。

F.1.9 结论

评述设计任务完成情况,所达到的勘查精度,取得的主要成果,提出勘查区存在的问题和建议。

F.1.10 附图及要素

下列是勘查工作的基本图件,根据水害类型和勘查方法,可增加其他图件,如物探成果图、冒落安全性分区图、构造分布及评价图、隔水层厚度等值线图、水压等值线图、采空区分布图、地表水害评价图等。

- a) 区域水文地质图。要素为:水体,地层,主要构造,主要含水岩系及其富水性,地下水系统的边界、流场,主要泉、井、钻孔及主要特征值,勘查区位置。
- b) 勘查区水文地质图。要素为:水体,地层,断层、褶皱,陷落柱,采空区及积水,主要充水含水岩组及富水性,地下水流场,以往及本次勘查水文孔、井、泉及主要特征值,采掘工作面及巷道,剖面线位置,勘查区位置。
- c) 地层综合柱状图,要素为:地层时代,岩性柱状,地层深度及厚度,岩性描述,水文地质特征描述。
- d) 水文地质剖面图。要素为:水体,地层及煤层,断层,陷落柱,采空区及积水,主要充水含水岩组及地下水水位,水文孔位置及参数。
- e) 含水层富水性分区图。要素为:地层、断层,褶皱,陷落柱,采空区及积水,主要充水含水层富水性分区,以往及本次抽水孔位置及参数,采掘工作面及巷道。
- f) 突水危险性分区评价图。要素为:地层、断层,褶皱,陷落柱,采空区及积水,主要开采煤层顶板或底板突水危险性分区,以往及本次水文孔位置及参数,采掘工作面及巷道。
- g) 钻孔综合柱状图。要素为:地层时代,岩性柱状,地层深度及厚度,岩性描述,简易水文,测井曲线,含水层及抽水试验段,钻管结构。
- h) 钻孔抽水试验综合图表。要素为:水位、流量历时曲线, $Q-S$ 曲线, $q-S$ 曲线,抽水段柱状图,抽水试验综合成果表。

F.1.11 附表

下列是勘查成果常用表格,根据勘查成果的需要可增加相应的表格:

- a) 钻孔成果一览表;
- b) 野外水文地质测绘成果表;
- c) 采空区调查成果表;
- d) 地下水、地表水、矿井水动态观测成果表;
- e) 钻孔抽水试验成果表;

- f) 水质化验成果表；
- g) 岩土样试验成果表。

F.2 闭坑煤矿水文地质勘查报告提纲

F.2.1 概况

闭坑原因和编写依据；煤矿范围、交通位置、自然地理、周边关系；地质、水文地质勘查概况；开采概况。

F.2.2 地质概况

地质特征；煤炭煤质特征；开采条件。



F.2.3 主要水文地质问题及防治水工作评述

分析煤矿关闭前、后存在的主要水文地质问题，并对煤矿开采过程中的水文地质工作进行论述。

F.2.4 矿山地质环境影响评估

井田边界煤柱、防水煤柱的留设情况及其稳定性；地下水疏干范围，矿井停止排水后的残余涌水量，地下水水位、水质的变化趋势；采空区及积水情况；地面塌陷、地裂缝、崩塌、滑坡、泥石流、含（隔）水层破坏、地形地貌景观等矿山地质环境问题的影响范围和破坏程度；含水层间水力联系情况可进行地下水串层污染的评估等。

F.2.5 地下水综合利用评估

对煤矿关闭前、后的地下水综合利用进行分析评估。

F.2.6 结语

煤矿经济效益评估；闭坑资源（储量）的核销结论；剩余资源及矿坑的处理建议；矿山环境恢复治理建议。

F.2.7 相关图件

下列是闭坑煤矿相关图件：

- a) 煤矿交通位置图；
- b) 煤矿地形地质图；
- c) 地层综合柱状图；
- d) 煤矿构造纲要图；
- e) 煤矿水文地质图；
- f) 煤矿地质、水文地质剖面图；
- g) 煤矿采空区及积水分布图；
- h) 采掘（剥）工程平面图；
- i) 井上下对照图；
- j) 井筒及代表性的石门、主要巷道地质、水文地质素描剖面图；
- k) 煤层底板等高线 and 资源/储量估算图（急倾斜煤层加绘立面投影图）。

F.2.8 相关表格

下列是闭坑煤矿相关表格：

- a) 钻孔综合成果表；
- b) 抽水试验成果表；
- c) 煤矿涌水量统计表；
- d) 河流、水井及地下水长期观测资料表；
- e) 瓦斯参数测试成果表；
- f) 资源/储量估算基础表及汇总表；
- g) 岩石力学试验成果表；
- h) 土样分析成果表；
- i) 其他有关成果表。

