

中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ/T XXXXX—XXXX

煤田水文地质工程地质勘查规范

Specification for Exploration of Hydrogeology and Engineering Geology of Coal
Fields

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

(报批稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中华人民共和国自然资源部

发布

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总则	3
4.1 基本原则	3
4.2 目的任务	3
4.3 勘查内容	3
4.4 基本要求	4
4.5 工作程度	4
5 设计	5
5.1 准备工作	5
5.2 设计书提纲	5
5.3 设计审查与变更	5
6 水文地质勘查	6
6.1 勘查类型	6
6.2 工作内容	7
6.3 工程布置	8
6.4 技术方法	11
6.5 矿井涌水量预测	17
6.6 突水危险性评价	17
6.7 水资源综合利用评价	18
7 工程地质勘查	18
7.1 勘查类型	18
7.2 工作内容	19
7.3 工程布置	21
7.4 技术方法	22
7.5 工程地质评价	23
8 环境地质调查与评价	24
8.1 环境地质调查	24
8.2 环境地质影响评价	24
9 成果编制与提交	25

9.1	成果内容	25
9.2	编制要求	25
9.3	成果审批与资料汇交	25
附录 A (资料性附录)	设计书提纲	26
附录 B (资料性附录)	常用水文地质地面物探方法及适用条件	28
附录 C (资料性附录)	矿井涌水量预测常用方法	29
附录 D (规范性附录)	岩石质量等级、岩体 Z 值范围及其优劣分级、岩体质量分级	35
附录 E (资料性附录)	岩(土)样室内试验项目表	36
附录 F (规范性附录)	井巷围岩岩体质量评价方法	37
附录 G (资料性附录)	勘查成果报告提纲	39
参考文献	42

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构与编写》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。

本标准由全国国土资源标准化技术委员会（SAC/TC 93）归口。

本标准起草单位：中国煤炭地质总局、中国煤炭地质总局水文地质局、中国地质调查局天津调查中心、中国自然资源经济研究院。

本标准主要起草人：沈智慧、吴国强、任虎俊、方向清、申文金、李本军、赵璞、张莱、翟丽娟、胡建青、段俭君、秦鹏、李曦滨、胡强、蔺国华、许超、王家松、陈彭、杨光辉、李向全、孙亚军、贺战朋。

引 言

水文地质、工程地质作为煤炭资源开采的重要技术条件，是煤田地质勘查需要查明的重要地质任务。长期以来，煤田水文地质、工程地质勘查工作主要依据GB 12719—91《矿区水文地质工程地质勘探规范》、DZ/T 0215—2002《煤、泥炭地质勘查规范》。但是，随着煤炭资源开采强度、开采深度、开采方式不断变化，对勘查工作的要求也在发生变化，促使了勘查技术手段不断进步。因此，现有的规范已不能满足煤田水文地质工程地质勘查工作的需要。为了规范煤田水文地质工程地质勘查工作，提高勘查成果质量，满足煤矿建设远景规划、矿区总体规划和矿井设计的需求，经中国地质调查局批准立项，中国煤炭地质总局水文地质局等单位在充分调研国内煤田水文地质、工程地质勘查工作现状的基础上，组织国内同行业专家制定了本标准。

煤田水文地质工程地质勘查规范

1 范围

本标准规定了煤田水文地质工程地质勘查工作总则，设计、水文地质勘查、工程地质勘查、成果编制与提交的技术要求。

本标准适用于煤田地质勘查普查、详查、勘探阶段的水文地质、工程地质勘查。

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，仅所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 3838 地表水环境质量标准

GB/T 14848 地下水质量标准

GB 18306 中国地震动参数区划图

GB/T 23561 煤和岩石物理力学性质测定方法

GB 50021 岩土工程勘察规范

DZ/T 0080 煤田地球物理测井规范

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

国家安全生产监督管理总局令87号 煤矿安全规程

3 术语和定义

下列术语与定义适用于本文件。

3.1

煤田 coal field

按后期改造和含煤性进行的Ⅲ级赋煤单元进行划分的相同地质时期形成，并大致连续发育的含煤岩系分布区。

[根据GB/T 15663.1—2008，定义4.38修改]

3.2

矿区（煤矿区） coal mine district

根据地质、地形、交通和生产管理等因素，在煤田中划分出的采矿区域。

[根据GB/T 15663.1—2008，定义8.18修改]

3.3

矿井（井田） mine field

DZ/T XXXXX—XXXX

在煤田或煤矿区内划归一对或多对井筒开采的部分。

[根据GB/T 15663.1—2008, 定义8.2修改]

3.4

隔水层 aquiclude

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

3.5

充水含水层 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。

3.5.1

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。

3.5.2

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。

3.5.3

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。

3.6

注水试验 water injecting test

通过往钻孔中连续注水, 测定岩层相关水文地质参数的试验。

3.7

恢复水位 recovery water level

抽水试验停止抽水后, 水位恢复到稳定状态时的水位。

3.8

自然水位 natural water level

正式抽水前稳定状态时的水位。

3.9

突水危险性评价 evaluation of water inrush possibility and dangerousness

对煤层开采时存在突水的可能性和危险性进行预测的工作。

3.10

采空区 goaf

采煤遗留下的以后不再维护的地下空间。

3.11

老空区 goaf and old gob

采空区、老窑和已报废井巷的总称。

3.12

导水裂缝带 water-conductive fissure zone

采矿引起的上覆岩层垮落、断裂和裂隙的岩层范围。

4 总则

4.1 基本原则

4.1.1 煤田水文地质工程地质勘查阶段应与煤田地质勘查相对应，分为普查、详查、勘探三个阶段。

4.1.2 宜运用先进、综合的勘查手段。

4.1.3 勘查成果应兼顾煤矿防治水、水资源综合利用与保护、生态环境保护等。

4.2 目的任务

4.2.1 普查阶段

初步查明勘查区的水文地质、工程地质和环境地质条件，初步划分勘查类型，概略评价水文地质、工程地质条件对煤炭开采的影响。为煤矿建设远景规划提供依据。

4.2.2 详查阶段

基本查明勘查区的水文地质、工程地质和环境地质条件，划分勘查类型，对影响煤田开发建设的水文地质、工程地质和环境地质条件作出初步评价，分析评估有开发利用前景的地下水资源的供水可行性。为矿区总体规划提供依据。

4.2.3 勘探阶段

详细查明勘查区水文地质条件及矿井充水条件，预测矿井涌水量，进行突水危险性评价，提出矿井防治水工作建议；对水资源综合利用进行评价，指出供水水源方向。

详细查明勘查区工程地质条件，评价煤层及顶底板工程地质特征、井巷围岩或露天采场岩体质量和稳固（定）性，分析和评价开采条件下可能引发的主要工程地质问题，提出防治工作建议。

调查勘查区水环境、地质灾害等地质环境现状，评价地质环境质量，预测煤炭开采后可能引发的主要地质灾害等环境地质问题，并提出防治工作建议。

为矿井设计提供依据。

4.3 勘查内容

4.3.1 水文地质勘查内容包括含（隔）水层岩性、空间分布、水文地质参数、富（隔）水性、水化学特征等，构造及其控水作用，地下水边界、补给径流排泄条件及动态特征，矿井充水条件及充水水源之间的水力联系，矿井涌水量预测、突水危险性评价。

4.3.2 工程地质勘查内容包括煤层顶底板及井巷围岩或露天采矿场岩石（土）的物理力学参数、岩体结构及岩体质量，各级结构面的分布、产状、规模及充填、充水情况，分析地应力场分布特征，岩体质量及其稳定性评价。

4.3.3 环境地质调查评价内容包括自然地理及地质环境现状，不良地质现象的诱发因素、活动规律及其危害程度，对勘查区地质环境质量作出初步评价。研究开采条件下可能产生的各种环境地质问题。

4.4 基本要求

- 4.4.1 矿井设计前，勘查工作程度应满足煤矿防治水工作要求，否则，应开展煤矿专门水文地质勘查。
- 4.4.2 水文地质和工程地质条件简单的勘查区，勘查阶段可简化或合并。
- 4.4.3 对于进行过区域水文地质工程地质普查的地区，普查阶段可直接利用其资料或进行有针对性的补充调查。
- 4.4.4 扩大延深勘探的煤矿区，应进行煤田水文地质工程地质勘查。
- 4.4.5 对于水文地质条件中等至复杂的勘查区，煤田地质勘探阶段应独立开展水文地质工程地质勘查工作。
- 4.4.6 勘查工作研究范围宜包括一个完整的水文地质单元，当水文地质单元面积过大时，应包括疏干排水可能影响的范围。

4.5 工作程度

4.5.1 普查阶段

结合煤田地质普查工作，开展下列水文地质、工程地质和环境地质工作：

- a) 初步划分含（隔）水层；
- b) 初步查明含（隔）水层的岩性和空间分布、主要控水构造，提出远景地下水资源方案；
- c) 初步查明煤层顶底板岩层的岩性和空间分布、岩体结构等特征；
- d) 初步查明区域性历史地震及近代地震烈度、新构造活动，初步分析区域应力场特征；
- e) 初步划分水文地质和工程地质勘查类型；
- f) 初步查明自然地理及地质环境现状；
- g) 初步评估煤炭资源的开采技术条件和技术经济意义。

4.5.2 详查阶段

结合煤田地质详查工作，开展下列水文地质、工程地质和环境地质工作：

- a) 基本查明含（隔）水层的岩性和空间分布、水文地质参数、水化学特征、富（隔）水性等，初步确定主要含水层；
- b) 基本查明主要构造的性质、规模、导（阻）水性；
- c) 基本查明地下水补给、径流、排泄条件及流场特征；
- d) 评估地下水水资源开发利用的可行性；
- e) 基本查明可采煤层顶底板岩层岩性、空间分布、主要物理力学参数、岩体质量等工程地质特征；
- f) 对可能影响矿区开发建设的水文地质、工程地质条件作出评价，划分水文地质、工程地质勘查类型；
- g) 初步查明勘查区地质环境背景、现状及存在的主要环境地质问题，研究不良地质现象的诱发因素、活动规律及其危害程度，对勘查区地质环境质量作出初步评价。

4.5.3 勘探阶段

结合煤田地质勘探工作，开展下列水文地质、工程地质和环境地质工作：

- a) 详细查明含（隔）水层岩性、空间分布、水文地质参数、富（隔）水性、水化学特征等；
- b) 详细查明构造性质、规模、导（阻）水性；
- c) 详细查明地下水补给径流排泄条件及动态特征；
- d) 详细查明主要可采煤层的充水水源、充水通道、充水方式、充水强度等，对规划开采的煤层进行突水危险性评价；

- e) 建立勘查区水文地质概念模型，首采区（或先期开采地段）宜采用两种及以上方法进行矿井涌水量预测。
- f) 预测开采过程中发生突水的可能性及地段，提出防治水工作方案。
- g) 结合矿井建设规划评价矿井水利用的可行性及途径。
- h) 详细查明首采区（或先期开采地段）主要可采煤层顶底板及井巷围岩的岩性、空间分布、岩（土）物理力学参数、岩体质量等工程地质特征。
- i) 详细查明岩体的各级结构面的产状、分布、规模、充填和充水情况，分析研究地应力场分布特征。
- j) 对岩体质量及其稳定性作出评价。
- k) 基本查明水环境、地质灾害等环境地质现状。
- l) 综合研究煤炭开采可能产生的水环境、地质灾害等不良地质现象和生态环境等问题，提出相应的防治建议。
- m) 应建立地下水动态观测孔（点），水文地质条件复杂的勘查区宜形成观测网。

5 设计

5.1 准备工作

- 5.1.1 应充分收集勘查区气象水文、地形地貌、地质构造、水文地质、工程地质、地震、新构造运动、以往勘查研究成果及周边煤矿开采技术条件等资料。
- 5.1.2 应在收集和分析资料基础上进行野外踏勘，初步形成勘查工作部署思路。

5.2 设计提纲

- 5.2.1 勘查设计书主要内容包括前言、区域地质水文地质概况、勘查区水文地质工程地质概况、勘查类型、勘查工程布置及工作量、技术要求、预期成果、经费预算、项目组织管理、附图、附表等。设计书提纲参见附录 A。
- 5.2.2 施工组织设计书主要内容包括工程的目的任务、基本概况、施工地质条件、作业顺序、质量目标、施工技术、作业计划、质量控制措施、安全生产措施、环境保护措施、施工组织管理等内容，以及相关附图和附表。

5.3 设计审查与变更

- 5.3.1 勘查设计和施工组织设计应经勘查工作委托方组织审查和批复。
- 5.3.2 勘查过程中，当勘查工作目的任务和要求发生变化，或对水文地质条件认识程度发生变化时，应进行勘查设计变更。
- 5.3.3 当勘查设计变更或实际施工条件与设计不符时，应进行施工组织设计变更。
- 5.3.4 设计变更应履行相应的审核和批复等手续。

6 水文地质勘查

6.1 勘查类型

6.1.1 井工矿

6.1.1.1 按直接充水水源，将矿井充水类型划分为五类，表1给出了矿井充水五类类型的名称及其对应的充水水源。其中岩溶水充水矿井按充水方式划分为二个亚类。

表1 矿井充水类型

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

6.1.1.2 按水文地质条件复杂程度，将勘查复杂程度划分为三个型，表2给出了勘查复杂程度三种型的名称及其对应的条件。按分类依据就高不就低的原则，确定井工矿勘查复杂程度。

表2 井工矿勘查复杂程度

分类依据	第一型	第二型	第三型
主要充水含水层的补给条件	地表未出露；与上覆孔隙水有一定厚度的稳定的隔水层；补给条件较弱	地表未出露；与上覆孔隙水的水力联系较弱；补给条件一般	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) m	$M \leq 50$	$50 < M \leq 200$	$M > 200$
直接充水含水层单位涌水量 (q) L/(s·m)	$q \leq 0.1$	$0.1 < q \leq 1.0$	$q > 1.0$
地质构造复杂程度	含煤地层沿走向、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：(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	含煤地层沿走向、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：(1)产状平缓，沿走向和倾向均发育宽缓褶皱，伴有较多断层；(2)简单单斜、向斜或背斜，或局部有小规模的褶曲及倒转	复杂构造至极复杂构造
老空水及分布	无老空水	存在老空水，位置、范围、积水量清楚	存在老空水，位置、范围、积水量不清楚
地表水	主要煤层位于当地侵蚀基准面以上，地形有利于自然排水；主要煤层虽位于当地侵蚀基准面以下，但附近无地表水体	主要煤层位于当地侵蚀基准面以下，但附近地表水不构成煤层的主要充水水源	主要煤层位于当地侵蚀基准面以下，附近存在较大的地表水体且与地下水水力联系密切

6.1.2 露天煤矿

6.1.2.1 露天煤矿矿井充水类划分按6.1.1.1。

6.1.2.2 按直接充水含水层富水性，疏干水量难易程度等条件，将勘查复杂程度划分为三个型，表3给出了露天矿勘查复杂程度三种型的名称及其对应的条件。按分类依据就高不就低的原则，确定露天煤矿勘查复杂程度。

表3 露天矿勘查复杂程度

分类依据	第一型	第二型	第三型
直接充水含水层单位涌水量 (q) $L/(s \cdot m)$	$q \leq 1.0$ ，无难于疏干的强富水岩层	$1.0 < q \leq 10.0$ ； $10.0 < q \leq 20.0$ ，但补给条件较弱	$q > 10.0$ ，附近有较大的地表水体，并与地下水有水力联系； 或补给条件虽然不好，但 $q > 20.0$
疏干水量难易程度	不需要专门疏干	容易疏干	不易疏干
其他	地形有利于自然排水，地下水补给量极少		直接充水含水层厚度大、分布广、富水性强，易产生溃砂等工程地质问题

6.2 工作内容

6.2.1 第Ⅰ类(孔隙水充水矿井)

查明含水层的岩性、厚度、空间分布、结构、粒度、磨圆度、分选性、胶结程度、成因类型、富水性、透水性及其变化；查明流砂层、卵砾石层的空间分布和特征；查明含（隔）水层的组合关系；查明各含水层之间、含水层与弱透水层以及与地表水之间的水力联系；研究含水层的疏干条件及降水和地表水对煤炭开采的影响。

6.2.2 第Ⅱ类(裂隙水充水矿井)

查明裂隙含水层的裂隙性质、规模、发育程度、分布规律、充填情况及其富水性、透水性；查明岩石风化带的深度和风化程度；查明构造破碎带的性质、形态、规模及其与各含水层和地表水的水力联系；裂隙含水层与相对隔水层的组合特征。分析主要充水含水层地下水富水性分区和静储量分区。

6.2.3 第Ⅲ类(岩溶水充水矿井)

6.2.3.1 查明岩溶发育与岩性、构造等因素的关系，岩溶在空间的分布规律及充填程度，岩溶含水层富水性及其变化，强径流带及地下水流场特征。

6.2.3.2 根据岩溶形态特征还应查明下列内容：

- a) 以溶蚀裂隙、岩溶裂隙、溶洞为主的岩溶充水矿井：查明上覆松散层的岩性、结构、厚度，上覆岩石风化层的厚度、风化程度及其物理力学性质；查明下伏含水层的厚度、岩溶发育程度、富水性、物理力学性质及水力联系和可疏性；查明地表塌陷范围、塌陷坑分布状况；查明相对隔水层和弱含水层的分布；分析在疏干排水条件下引发突水、突泥、地面塌陷的可能性；
- b) 以地下河为主的岩溶充水矿井：查明岩溶洼地、漏斗、落水洞等的位置及其与地下河之间的联系；查明地下河发育与岩性、构造等因素的关系，地下河水的补给情况及其与地表水的转化关系；查明地下河出、入口的高程、流量及其变化；研究地下河水系与煤层之间的相互关系及其对煤炭开采的影响。

6.2.3.3 根据充水方式还应查明下列内容：

- a) 第1亚类(顶板充水为主的岩溶水充水矿井)：查明直接顶板隔水层或弱透水层的岩性、分布、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；

- b) 第2亚类(底板充水为主的岩溶水充水矿井):查明承压含水层径流场特征、富水段、富水性、水位,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,以及断裂构造对其完整性的破坏程度,研究底板采动导水破坏带,分析论证可能产生底鼓、突水的地段。

6.2.4 第Ⅳ类(地表水充水矿井)

查明地表水体分布、水量、汇水面积、水位、充水通道,及其与其他充水水源的水力联系;查明降水量、入渗径流情况。

6.2.5 第Ⅴ类(老空水充水矿井)

查明老空区的空间位置、积水量、积水水位、积水区之间的水力联系。

6.3 工程布置

6.3.1 布置要求

6.3.1.1 水文地质勘查工作应在研究地质和区域水文地质条件的基础上,把勘查区进行整体勘查和研究。对于水文地质条件复杂、充水强度很大的勘查区,研究范围宜扩大为一个完整的水文地质单元。

6.3.1.2 勘查区以水文地质物探、水文地质钻探、抽水试验等工作为主。

6.3.1.3 水文地质测绘宜包括一个完整的水文地质单元,以勘查区为重点。重点地段应进行水文地质剖面测绘,控制性剖面应沿富水地段布置,同时宜垂直控制性剖面布置辅助剖面。

6.3.1.4 物探工作布置应考虑勘探边界构造的位置误差和影响范围;测线应垂直于断裂构造、地层走向,宜通过已知地质剖面线、地质露头或其他已知部位;进行综合物探时,应协调各种方法的测线布置,避免相互干扰。

6.3.1.5 钻孔布置应满足查明勘查区水文地质条件,控制水文地质分区,获取水文地质参数和满足涌水量预测评价方法的要求。钻孔布置宜兼顾煤田地质勘查钻孔形成水文地质剖面。宜一孔多用,兼顾煤田地质、水文地质、工程地质勘查目的。

6.3.1.6 抽水试验钻孔,应结合矿井建设的需要,重点布置在首采区(或先期开采地段)断裂比较发育、富水性相对较强地段及补给边界附近。

6.3.1.7 多孔抽水试验应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”、构造带等地段,必要时外围区应布置少量钻孔控制。

6.3.1.8 群孔抽水试验在控制地下水天然流场的条件下,应布置在富水性相对较强地段。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、径流方向、强径流带及各径流分区。群孔抽水试验钻孔应采用大口径钻孔。

6.3.1.9 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,宜布置在井巷穿过主要断层带部位、可能沟通各主要含水层、沟通地下水与地表水的主要断裂带附近、对勘查区水文地质条件有重要意义的补给边界断裂两侧。

6.3.1.10 地下水动态观测钻孔的布置应控制地下水流场、各类边界和污染源流向。

6.3.1.11 在勘查区地表水径流流入和流出地段、不同岩层地段、以及与地下水有水力联系的地段,应布设地表水观测点。

6.3.2 工程量

6.3.2.1 各类型充水矿井在各阶段所需的基本工程量以满足相应的工作程度要求为原则,按照表4~表6执行。露天煤矿勘探阶段抽水试验按照表7执行。

6.3.2.2 表4~表7所列抽水试验工作量适用的勘查面积为:详查阶段约为50 km²~100 km²。勘探阶段,第三型不大于20 km²,第二型不大于30 km²,第一型不大于40 km²。下列情况可增减工程量:

- a) 多煤层、多含水层的勘查区，应适当增加工程量；
- b) 结合勘查区面积的大小，在能够满足控制地下水流场的前提下可酌情增减工程量；
- c) 当勘查区面积较小时，直接充水含水层至少应有一次抽水试验，且结合周边钻孔资料能控制地下水流场；
- d) 拟建小型矿井的勘查区，根据勘查复杂程度可调整工作量：
- 1) 第一型的，可进行简易抽水试验；
 - 2) 第二型的，执行低一等级的工作量；
 - 3) 第三型的，可酌情减少工程量。
- e) 勘查区内或邻近地区有水文地质条件相似的生产矿井资料时，抽水试验工程量可适当减少；
- f) 当详查阶段抽水试验钻孔不能满足要求时，勘探阶段可酌情增减工程量；
- g) 井工矿勘探阶段应按《煤矿安全规程》布置井筒检查孔。

表4 孔隙、裂隙类充水矿井基本工程量表

项目	阶段	类型							
		第Ⅰ类			第Ⅱ类、第Ⅲ类第1亚类				
		第一型	第二型	第三型	第一型	第二型	第三型		
水文地质测绘	普查、详查	1:50000~1:10000							
	勘探	1:10000~1:2000							
地面物探	普查、详查	可进行物探							
	勘探	物探		综合物探		物探		综合物探	
钻孔简易水文地质观测	普查、详查	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			
	勘探	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			
抽水试验次数	单孔	详查	直1~2	直3~4 间1~2	直4~6 间2~3	直1~2	直3~4 间1~2	直4~6 间2~3	
		勘探	直1~2	直2~3 间2~3	直3~4 间2~3	直1~2	直2~3 间2~3	直3~4 间2~3	
抽水试验次数	多孔	勘探	/	直1~2	直2~3	/	直1~2	直2~3	
	群孔	勘探	/	/	直1组~2组	/	/	直1组	
长期观测	钻孔(个)	详查、勘探	/	直3~5 间1	直6~8 间1~2	/	直3~5 间1	直6~8 间1~2	
	生产矿井	普查	进行一般性了解						
		详查、勘探	系统地详细收集资料						
	井泉、暗河	普查、详查	选择有代表性的点						
		勘探	选择有代表性的点						
地表水	普查	必要时设站观测							
	详查、勘探	对开采有影响的地段设足够的站进行观测							
物理地质现象	普查、详查	对开采可能有影响的地段设站观测							
水样	普查、详查	所有水文孔及选择有代表性的点取样							
土样	勘探	对隔水层/弱透水层采集土样，进行室内渗流等试验。							
水文测井	详查、勘探	水文孔均应进行水文测井，条件允许时，多层直接充水含水层应进行流量测井							

注：直—直接充水含水层；间—间接充水含水层。

表5 岩溶类充水矿井基本工程量表

项 目		阶 段	类 型		
			第Ⅲ类第2亚类		
			第一型	第二型	第三型
水文地质测绘		普查、详查	1:50000~1:10000		
		勘探	1:10000~1:2000		
地面物探		普查、详查	可进行物探		
		勘探	物探	综合物探	
钻探水文地质观测		普查、详查、勘探	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 次数	单孔	详查	直3~5 间2~3	直5~8 间3~5	直8~10 间5~6
		勘探	直1~2	直3~4 间2~3	直4~5 间2~3
	多孔	勘探	/	直1~2	直1~3
	群孔	勘探	/	/	直1~2组
长期 观测	钻孔 (个)	详查、勘探	/	直3~5 间1	直6~8 间1~2
	生产矿井	普查	进行一般性了解		
		详查、勘探	系统地详细收集资料		
	井泉、暗河	普查、详查、勘探	选择有代表性的点		
	地表水	普查	有必要时设站观测		
		详查、勘探	对开采有影响的地段设足够的站进行观测		
物理地质 现象	普查、详查、勘探	对开采可能有影响的地段设站观测			
水样		普查、详查、勘探	所有水文孔及选择有代表性的点取样		
水文地质测井		详查、勘探	水文地质钻孔均应进行水文地质测井；钻孔直径和涌水量条件允许时，多层直接充水含水层宜进行流量测井		
注：直—直接充水含水层；间—间接充水含水层。					

表6 地表水和老空水充水矿井勘探阶段基本工程量表

项目		类型	
		第Ⅳ类	第Ⅴ类
		第三型	第三型
水文地质调查		1: 10000~1: 2000	1: 5000~1: 1000
地面物探		必要时开展	三维地震+电法综合勘查
钻探水文地质观测 与编录		全部钻孔均进行观测，根据实际需要选择观测项目	冲洗液消耗量、水位、钻进录井、岩（煤）芯录井
抽水试验 次数	单孔	4~7	
	多孔	2~3	
	群孔	1~2	

表6 地表水和老空水充水矿井勘探阶段基本工程量表（续）

项目	类型	
	第Ⅳ类	第Ⅴ类
	第三型	第三型
钻孔验证		不低于老空区异常数的80%；积水异常区全验证
水文地质测井	所有水文地质孔都应进行	根据需要进行常规测井。有条件时可进行井中电视、超声波成像等
长期观测系统	对开采有影响的地段设足够的站进行观测	根据需要设置

表7 露天煤矿勘探阶段抽水试验工程量表

单位为抽水试验次数

类型		直接充水含水层		
		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
第Ⅲ类	第一型	2~3		
	第二型	5~7	1~2	1~2
	第三型	7~10		2~3

6.4 技术方法

6.4.1 水文地质测绘

6.4.1.1 水文地质测绘分为区域水文地质测绘和勘查区水文地质测绘。已开展过1:50000水文地质调查或更高精度水文地质调查的地区，以编图为主；水文地质条件简单的勘查区，可不进行区域水文地质测绘。

6.4.1.2 区域水文地质测绘比例尺一般采用1:50000~1:10000；勘查区水文地质测绘比例尺一般采用1:10000~1:2000。

6.4.1.3 水文地质测绘应在大于或等于测绘比例尺的地形地质图上进行，当无地质图或地质图的精度不能满足要求时，应进行不小于测绘比例尺的综合性地质、水文地质测绘。

6.4.1.4 水文地质测绘宜以实地测绘为主，可采用遥感解译等技术方法。表8给出了水文地质测绘的观测点密度和观测路线密度。采用遥感解译时，地质观测点密度宜为表8中地质观测点密度的30%~50%；水文地质观测密度宜为表8中水文地质观测点密度的70%~100%；观测路线密度宜为表8中观测路线密度的40%~60%。

6.4.1.5 测绘工作首先应选择露头条件良好且有水文地质意义的地段，测制水文地质剖面。

表8 水文地质测绘的观测点密度和观测路线密度

测绘比例尺	地质观测点密度 (个/平方公里)		水文地质观测点密度 (个/平方公里)	观测路线密度 (公里/平方公里)
	松散层地区	基岩地区		
1:50000	0.30~0.60	0.75~2.00	0.20~0.60	1.00~2.00
1:25000	0.60~1.80	1.50~3.00	1.00~2.50	2.50~4.00
1:10000	1.80~3.60	3.00~8.00	2.50~7.50	4.00~6.00
1:5000	3.60~7.20	6.00~16.00	5.00~15.00	6.00~12.00
1:2000	10.80~14.40	12.00~43.00	12.50~45.00	9.60~18.00

注1: 进行综合性地质、水文地质测绘时, 地质测绘点密度应乘以2.5; 草测水文地质测绘时, 观测点密度为规定数的40%~50%。

注2: 水文地质条件简单的采用下限值, 复杂的采用上限值, 条件中等的采用中间值。

6.4.1.6 水文地质测绘应全面收集勘查区及相邻地区水文、气象资料, 生产矿井(或露天采矿场)的水文地质资料, 以及供水水源井的流量、水位、水质等有关供水方面的资料。水文地质测绘应进行下列工作:

- 调查勘查区地形地貌特征, 第四纪沉积物的成因类型、岩性特征与分布;
- 调查含(隔)水层层数、岩性、厚度、产状与分布, 含水层空隙发育情况及富水性, 隔水层的隔水性能;
- 调查地下水的补给、径流、排泄条件, 地下水的物理性质与化学成分, 各含水层间及其与地表水的水力联系, 确定勘查区水文地质边界;
- 调查泉、井出露的标高、层位、岩性、出露的方式, 测定流量、水位、水温、水的物理化学性质及其动态变化;
- 调查地表水的分布, 平水位与洪水位标高, 洪水淹没范围和淹没时间, 对开采有影响的地表水(如水库、池塘等)的水深、面积与蓄水量;
- 调查生产矿井的充水水源与充水方式, 突水点的含水层层位与突水量, 矿井涌水量的动态变化与开采水平、开采面积、产量、降水量的关系, 煤层顶底板与井巷围岩的工程地质特征, 老窑分布范围、积水情况等;
- 第四系覆盖的平原地区的水文地质测绘, 主要调查地表水、泉、井、和生产矿井, 了解不同成因类型的第四系的岩性、厚度、结构、岩相变化情况及其富水性;
- 冻土地区的水文地质测绘, 应调查永冻层的性质、厚度、分布及变化情况。

6.4.2 水文地质物探

6.4.2.1 物探方法应根据勘查区的水文地质条件、目标体地球物理特征、背景干扰、地形地貌和目的任务确定; 探测方法和施工参数应现场试验进行优化。常用水文地质物探及适用条件参见附录B。

6.4.2.2 宜采用多种物探方法进行综合探测, 相互验证。

6.4.2.3 物探工作布置、参数确定、数据采集、检查点数量和重复观测误差、资料处理及解释应符合DZ/T0080、MT/T897、MT/T898等标准的技术要求。

6.4.2.4 物探解释应结合勘查区地质及水文地质条件进行综合分析, 选择代表性地段对物探解释成果进行钻探验证。

6.4.2.5 物探工作结束后, 应提交相应的专业成果报告及图件。

6.4.3 水文地质钻探

6.4.3.1 钻孔深度应符合下列要求：

- a) 煤层顶板充水的勘查区，应揭露目的煤层；
- b) 煤层底板充水的勘查区，应符合下列要求：
 - 1) 应揭穿直接充水含水层；
 - 2) 间接充水含水层宜揭穿第一个主要充水含水层段；当第一个主要充水含水层段厚度大于 50 m 时，揭穿厚度应不低于 50 m。
- c) 根据含水层厚度，留设 10 m~20 m 沉淀段；
- d) 观测钻孔深度应根据观测目的和方法确定。

6.4.3.2 钻孔结构应根据勘查区地层特性、含水层富水性、抽水试验要求及钻探工艺等因素确定。

6.4.3.3 钻孔直径以满足水文地质抽水试验的要求。下泵段的直径应根据抽水试验技术要求、可能的出水量大小、抽水设备、过滤器的类型和外径确定；试验段直径应不小于 110 mm；大口径试验段直径不小于 200 mm，孔深超过 300 m 时，其试验段直径可减小到 168 mm。

6.4.3.4 钻孔施工宜采用清水冲洗介质；当地层破碎不能用清水冲洗介质时，应采用低固相化学泥浆，并采取有效的洗井措施。

6.4.3.5 钻孔揭露多个含水层时，应测定各含水层自然水位。

6.4.3.6 钻孔应测量坐标和孔口高程。

6.4.3.7 岩芯采取率应符合下列要求：

- a) 完整基岩层和粘性土层单层采取率应大于 70%；
- b) 岩溶破碎带、构造破碎带、风化带单层采取率应大于 50%；
- c) 砂砾石层单层采取率应大于 30%；
- d) 当采用水文测井，且正确划分含（隔）水层位置和厚度时，可适当减少取芯。

6.4.3.8 岩芯描述内容包括岩石名称、颜色、成分、结构构造、裂隙性质、密度、岩石的风化程度和深度，岩溶形态、大小、充填情况和深度，裂隙率或岩溶率。

6.4.3.9 钻探水文地质观测应符合下列要求：

- a) 水位观测应符合下列要求：
 - 1) 每回次钻程提钻后和下钻前各测一次，若停钻时间较长，每 2 h 观测一次；
 - 2) 钻进中遇到严重漏水、涌水层段应加密观测，必要时进行稳定水位观测。
- b) 冲洗介质消耗量观测应符合下列要求：
 - 1) 正常钻进每 1 h 观测一次，不足 1 h 的回次，每回次观测一次；
 - 2) 发现冲洗介质漏失时，应每 10 min~30 min 观测一次；
 - 3) 冲洗介质全部漏失时，应测定最大漏失量。
- c) 观测和记录钻进中涌（漏）水、掉块、塌孔、缩（扩）径、逸气、涌砂、掉钻等现象发生的层位和深度。

6.4.3.10 孔斜度应符合下列要求：

- a) 300 m 以浅（包括 300 m）钻孔，其孔斜度不大于 3°；
- b) 300 m 以深至 1200 m 以浅（包括 1200 m）钻孔，每 100 m 孔斜度递增不大于 1°；
- c) 1200 m 以深钻孔，每 100 m 孔斜度递增不大于 1.5°。

6.4.3.11 每钻进 100 m、换径、终孔及下管前，均应测量校正孔深。孔深误差不大于 2%。

6.4.3.12 钻孔竣工验收后，除留作长期动态观测的钻孔外，均应封孔，并取样检查封孔质量，提交封孔报告。封孔报告应包括钻孔位置、坐标、高程、钻孔结构、孔斜、方位角、岩芯采取率、封孔止水工艺方法、封孔材料、封孔质量等。

6.4.4 水文测井

6.4.4.1 测井方法和参数选择应符合下列要求：

- a) 能划分地层和煤层；
- b) 确定含水层和相对隔水层深度和厚度，分析孔隙裂隙发育程度；
- c) 测定孔斜、钻孔直径等。

6.4.4.2 测井方法和参数选择、试验和施工准备、数据采集、方法技术要求、资料处理和解释应符合 DZ/T 0080 的要求。

6.4.4.3 测井工作结束后，应按 DZ/T 0080 的要求提交成果说明书及图表。

6.4.5 抽水试验

6.4.5.1 抽水试验前应进行下列工作：

- a) 获取含水层地下水的水位、水温、水化学等资料；
- 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）位进行洗井，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 次最大水位降深抽水试验，试抽过程的全部资料必须有正式记录。

6.4.5.2 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。

6.4.5.3 抽水试验降深应符合下列要求：

- a) 降深不宜小于 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) 若涌水量大于 80 m³/h，降深达不到 6.4.5.3 a) 要求时，最小降距应不小于 1 m；
- c) 含水层底板以上水柱不足 15 m 时，可酌情减少抽水试验降深次数，但其最大降深应超过水头高度的 1/2；
- d) 当单位涌水量小于 0.01 L/(s·m)，可尽机械最大能力作 1 次降深抽水试验，抽水延续时间应不低于 36 h。

6.4.5.4 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，观测时间为抽水开始后第 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，以后每隔 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。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，否则作废。在中断抽水时间内，应按要求观测水位（包括观测孔），直到重新抽水为止。

6.4.5.5 抽水试验延续时间和稳定时间应符合下列要求：

- a) 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作具体规定;
- b) 单孔抽水试验稳定时间一般不低于 8 h, 孔隙潜水含水层不低于 16 h;
- c) 多孔、群孔抽水试验或有越流补给时, 稳定时间应适当延长, 以观测孔或越流补给区水位稳定 3 h~4 h 为宜。
- d) 稳定时间内水位和流量的波动相对误差应符合下列要求:
 - 1) 水位降深 ≥ 5 m 时, 抽水孔水位波动相对误差不大于 1%;
 - 2) 水位降深 < 5 m 时, 抽水孔水位变化小于 5 cm;
 - 3) 观测孔水位变化一般要求小于 2 cm。当水位埋深 > 100 m 可酌情适当放宽;
 - 4) 当 $q \geq 0.01$ L/(s·m) 时, 流量波动相对误差不大于 3%; $q < 0.01$ L/(s·m), 不大于 5%;
 - 5) 稳定时间内水位降深和流量波动相对误差计算方法如下:

$$\delta = \frac{\text{Max}|S_i - \bar{S}|}{\bar{S}} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中:

δ —波动相对误差;

S_i —观测值;

\bar{S} —平均值。

6.4.5.6 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, 观测时间见 6.4.5.4 a);
- 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, 如水位埋深大于 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, 没有特殊要求时, 可停止观测。

6.4.5.7 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 $Q=f(S)$ 及 $q=f(S)$ 曲线;
- b) 非稳定流阶段应按水位降深与时间 s (或 h^2) $\sim \lg t$ 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, 观测时间需后延续一个对数周期;
 - 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;
 - 3) 当有观测孔时。在承压含水层中抽水时, 采用最远有代表性观测孔的 $s \sim \lg t$ 关系曲线判定; 潜水含水层中抽水时, 采用最远有代表性观测孔的 $h^2 \sim \lg t$ 关系曲线判定。

6.4.5.8 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) 为含水层组时, 孔内沉淀物不得埋没底部主要含水层厚度的 1/5。

6.4.5.9 群孔抽水试验, 抽水水量应对天然流场有较大的扰动, 尽可能暴露勘查区的水文地质边界, 至少影响到首采区 (或先期开采地段) 疏干范围。

6.4.6 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。

水位、水量观测技术要求见6.4.5。

6.4.7 连通试验

6.4.7.1 连通试验常用的方法如下：

- a) 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；
- b) 示踪剂法，在可能存在水力联系的矿井、含水层、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；
- c) 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。

6.4.7.2 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) 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。

6.4.8 地下水动态观测

6.4.8.1 勘查期间应注意收集、利用常规监测网站有关资料。水文地质勘查时宜尽早开展地下水动态观测。

6.4.8.2 地下水动态观测项目包括水位、水温、水质、水量。水位与水温应同步进行观测，观测频次应符合下列要求：

- a) 每5 d观测1次；
- b) 雨季或急剧变化时段应加密观测；
- c) 日变幅大的地区，应选定一个时段进行微动态观测；
- d) 应在地下水丰、枯水期进行地下水位统测工作；
- e) 勘查阶段连续观测时间应不少于一个水文年，勘查周期不足一年的，可视条件酌定。

6.4.8.3 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。

6.4.8.4 地下水动态观测宜采用遥测、自动观测系统。

6.4.8.5 应采取有效措施，保护观测孔(点)不受破坏和堵塞；勘查工作结束后移交煤炭企业或当地地下水动态监测总站继续观测。

6.4.9 水样采集

6.4.9.1 水质分析按其分析目的和内容，分为简分析、全分析、细菌检验、专门分析和同位素分析等。

6.4.9.2 对有重要水文地质意义的地表水、地下水应按要求采集水样。

6.4.9.3 抽水试验结束前，应按要求采集水样。测定对光敏感组份的水样应贮于棕色试剂瓶中。

6.4.9.4 水样尽可能在钻孔出水口或离岸边0.5 m以远的水面下采取，保证水样不受外界污染，并避免混入岩石微粒及悬浮物。

6.4.9.5 应在现场初步鉴定水的颜色、气味、透明度等物理性质。水样采集后，应立即包装好，填好标签，注明化验项目，送往化验单位。细菌检验样按有关规定的要求及时送样。

6.5 矿井涌水量预测

6.5.1 矿井涌水量预测应建立在正确认识勘查区水文地质条件的基础上，勘探设计时应初步确定其预测方案，并在勘探过程中，随着对勘查区水文地质条件认识的深化逐步修正。

6.5.2 应根据勘查区水文地质特征、边界条件、充水条件，建立水文地质概念模型和数学模型，合理选择预测方法及参数，预测首采区（或先期开采地段）正常涌水量和最大涌水量，必要时可预测全矿井正常涌水量和最大涌水量。

6.5.3 露天煤矿应预测露天采坑地下水涌水量和暴雨汇入采坑的水量。暴雨汇入采坑的水量应按勘查区雨季日最大降雨量预测。

6.5.4 水文地质条件简单或中等的勘查区且区内或邻近有水文地质条件相似的生产矿井时，宜采用比拟法；有条件的可采用数值法。水文地质条件复杂的勘查区宜采用数值法等二种以上的方法。

6.5.5 应选用两种（含两种）以上的方法计算对比，常用的方法及公式参见附录 C。

6.5.6 应对采用的矿井涌水量预测方法和预测精度进行评价。

6.6 突水危险性评价

6.6.1 应根据勘查区矿井充水条件，确定主要控制因素，选择适宜的方法进行煤层顶（底）板突水危险性评价；宜采用两种以上方法进行突水危险性评价，互相验证。

6.6.2 顶板突水危险性评价应首先计算导水裂缝带高度，编制相关图件，确定导水裂缝带能影响到的上覆含水层及老空区的范围，条件允许时，可应用数值模拟技术对导水裂缝带发育高度进行模拟和预测；再进行评价和分区。常用评价方法有“三图双预测法”、“最大导水裂缝带法”等。

6.6.3 底板突水危险性评价常用方法有“突水系数法”、“脆弱性指数法”等，应采用合适的方法进行突水危险性预测评价和分区。

6.7 水资源综合利用评价

6.7.1 勘探阶段应对勘查区矿井排水的可利用性及利用方向等进行综合评价。推荐采用矿井排水、供水、生态环境保护三位一体优化结合的管理模式和方法，对矿井水资源化利用的可能性和途径进行研究和初步评价。

6.7.2 应对可作为供水水源的地下水（或地表水）、矿泉水和地下热水的水质、水量及其开发利用条件进行初步评价。

6.7.3 提出保护水资源及其环境的建议。

7 工程地质勘查

7.1 勘查类型

7.1.1 井工矿

7.1.1.1 依据煤层及围岩工程地质特征、主要工程地质问题出现层位，将工程地质勘查分为三类，表 9 给出了三种井工矿工程地质勘查类型的名称及其对应的岩性。

7.1.1.2 根据地形、地貌、地层岩性、地质构造、岩体风化及岩溶发育程度、第四系覆盖厚度、地下水静水压力等因素，把工程地质勘查的复杂程度划分为三个型，表 10 给出了三个工程地质勘查复杂程度类型的名称及其对应的条件。按分类依据就高不就低的原则，满足三项及以上条件确定工程地质勘查复杂程度。

表9 井工矿工程地质勘查分类

类别	岩性	岩体稳定性
松散、软弱岩类	以第四系砂、砂砾石及粘性土，或第三系弱胶结的砂质、粘土质岩石为主的岩类。	未胶结或胶结差，稳定性差。
块状岩类	以火成岩、结晶变质岩为主的岩类。	块状结构，岩体稳定性好。
层状岩类	以碎屑岩、沉积变质岩、火山沉积岩、碳酸盐岩为主的岩类。	层状结构，岩体各向异性，强度变化大

表10 工程地质勘查复杂程度

划分依据	简单型	中等型	复杂型
地形、地貌条件	简单，地形有利于自然排水	地形地貌条件中等	
地层岩性	单一，产状平缓	较复杂，产状不平缓	复杂，产状陡倾，松散软弱层厚、含水砂层多、分布广。
地质构造	简单	发育	构造破碎带发育，区域新构造活动强烈
岩溶发育程度	不发育	中等发育	发育
地下水静水压力			具有较大的静水压力
风化程度及岩体质量	岩体结构以块状或厚层状结构为主，岩石强度高，稳定性好，岩体完整及较完整，岩体质量等级好~特好或I~II级	有软弱夹层及局部破碎带和饱水砂层影响岩体稳定，岩体中等完整，岩体质量等级一般或III级	岩石风化，岩体破碎，岩体完整性差及破碎，岩体质量等级坏~极坏或IV~V级
矿山工程地质问题	不易发生矿山工程地质问题	局部地段易发生矿山工程地质问题	矿山工程地质问题发生的比较普遍和经常

7.1.2 露天煤矿

7.1.2.1 根据地层岩性、地质构造、岩体风化程度、地下水静水压力等因素，把露天矿边坡工程地质勘查复杂程度划分为二个型，表11给出了边坡工程地质勘查复杂程度二个类型的名称及其条件。

表11 边坡工程地质勘查复杂程度类型

类别	简单型	复杂型
松散、软弱岩类	岩性比较单一，不含水或者含水易于疏干	岩性组合比较复杂，各岩层的渗透性能差别较大，含水层不易疏干，泥岩遇水极易软化变形
块状岩类	岩性比较单一，构造简单，岩层不含水，或者含水易于疏干，软弱夹层不甚发育	岩性组合比较复杂，含多个软弱夹层，各类结构面发育，岩层含水，水压较高
层状岩类	岩层倾角平缓，各类结构面不发育，地下水水位深，含水不丰富，软弱夹层（面）较少	岩层倾角较陡，各类结构面发育，含水层含水丰富，水压高，软弱夹层（面）发育

7.1.2.2 根据可开采性等因素，把露天煤矿剥离物划分为3个类四个型，表12给出了剥离物分类的名称及其条件。

7.2 工作内容

7.2.1 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。

7.2.2 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，及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。

表12 剥离物分类

类别		简单型	中等型	复杂型	极复杂型
名称	岩层饱和单轴抗压强度 MPa				
极软岩类 软岩类 较软岩类	≤ 30	可以采用连续开采工艺			
较坚硬岩类	$60 \geq f_r > 30$		剥离物强度比较均一，岩层（岩组）对比比较容易，岩层强度在平面上变化较小，或者具有明显的规律性	剥离物强度不均一，岩层（岩组）对比比较困难，岩层强度在平面上变化较大，且硬岩含量较高	
坚硬岩类	> 60				不能采用连续开采工艺

7.2.3 测定可采煤层顶底板及井巷围岩各种岩（土）体的物理力学参数，详细查明其岩体结构、岩体质量，对岩体质量及其稳定性作出评价。

7.2.4 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，评价其对煤层开采的影响。

7.2.5 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（Rock Quality Designation，即 *RQD*）。

7.2.6 各类煤田工程地质勘查工作重点是：

- 松散、软弱岩类：查明岩（土）的岩性、结构及其物理力学特征；
- 块状岩类：查明Ⅱ、Ⅲ级结构面的分布、产状、延伸情况、充填物、粗糙度及其组合关系，蚀变带的宽度、破碎程度，风化带深度及风化程度；
- 层状岩类：查明岩层组合特征，软弱夹层分布位置、数量、粘土矿物成分、厚度及其水理、物理力学性质、各类结构面的发育特征。

7.2.7 拟采用露天开采时，勘探阶段边坡及剥离物强度勘查还应满足下列要求：

- 各类边坡勘探工作重点如下：
 - 松散、软弱岩类：查明岩（土）层的岩性、厚度、结构，粘土岩的矿物成分、含量、分布范围、物理力学性质（特别是抗剪切）和水理性质，含水层的水压、透水性和岩石力学强度差异明显的岩层界面位置及特征；
 - 块状岩类：查明边坡与各类结构面的产状、组合关系、结构面的发育程度、充填物成分、分布及物理力学性质；
 - 层状岩类：查明软弱夹层的层位、岩性、厚度、产状、分布，粘土矿物成分、含量、物理力学和水理性质，各类结构面的发育程度和组合关系，含水层的水压等；
 - 在地形条件较复杂的地区，应调查滑坡、崩塌等物理地质现象，研究自然边坡的稳定性。

b) 剥离物强度勘探工作重点如下:

- 1) 对适宜建设特大型露天开采的矿井,应查明煤、岩石强度的空间分布规律,为选择采煤剥离设备提供煤、岩石的力学强度基础资料;
- 2) 运用地质方法、物探、测井结合岩石物理力学试验进行煤、岩层对比;查明剖面上煤、岩层层序、岩性、厚度、结构,煤、岩石强度变化,煤、岩石裂隙发育程度、规模、密度、产状、充填胶结情况,建立完整的地层柱状及其对比剖面;
- 3) 尤其应查明硬岩的层位、岩性、厚度、分布及其在剥离物中的比例。

7.2.8 采空区工程地质勘查工作重点如下:

- a) 调查采空区的地层岩性、地质构造;查明开采煤层的深度、厚度,顶底板岩层的物理力学性质;查明采空区的分布、位置、断面的大小、延伸方向;
- b) 调查因采空而产生的塌陷、裂缝、台阶的位置、形状、大小、深度、延伸方向、发生时间、发展速度以及它们与采空区、岩层产状、主要节理、断层、开采边界、工作面推进方向等的相互关系,获得必要的岩层与地表移动变形参数;
- c) 调查地下水水位的变化幅度,了解采空区附近工农业用水和水利工程建设情况及其对采空区稳定性的影响;
- d) 收集采空区地表沉降水准测量资料,调查采空区及周边建筑物的变形情况,对拟采区地面建筑物变形防治提出建议;
- e) 对于正在变形的采空区,根据工程需要在地面或岩层内布置移动变形观测装置,监测沉降和变形参数。

7.3 工程布置

7.3.1 布置原则要求

7.3.1.1 勘查工程应能控制采煤工程可能影响的范围。

7.3.1.2 工程地质孔应与地质、水文地质孔相结合,一孔多用。

7.3.1.3 拟采用井工开采的勘查区,主要工作量应布置在首采区(或先期开采地段),根据工程地质条件复杂程度沿煤层走向、倾向布置工程地质剖面。

7.3.1.4 拟采用露天开采的勘查区,主要工作量应布置在首采区(或先期开采地段)的长久帮和边帮,以勘查剖面进行控制:

- a) 松散岩类、层状岩类边坡地区,可垂直非工作帮走向布置勘查剖面,具体要求如下:
 - 1) 简单型勘查区布置一至两条剖面;
 - 2) 复杂型勘查区布置二至三条剖面,每条剖面布置二至三个钻孔;垂直于端帮布置一至二条剖面,每条剖面布置二至三个钻孔。
- b) 块状岩类边坡地区,非工作帮可布置一条剖面,或沿非工作帮走向布置三个钻孔,端帮布置二至三个钻孔;
- c) 边坡勘查钻孔深度,一般应超过最下一个可采煤层底板 50 m,并有适量钻孔布置在地表边坡线以外;

7.3.1.5 剥离物强度勘查重点为先期开采地段,同时对全区作适当控制。勘查线沿岩石强度变化的主导方向布置,其线距视岩石强度均匀程度、勘探面积大小而定。

- a) 简单型:可选择少量地质、水文地质钻孔取芯,进行采样试验,必要时组成工程地质剖面;
- b) 中等型:线距为 800 m~1200 m;
- c) 复杂型:线距 400 m~800 m;
- d) 极复杂型:线距 2000 m~3000 m,宜布少量钻孔进行控制。

7.3.2 工作量

工程地质勘查工程量按照表13确定。

表13 工程地质勘查工程量表

项 目	阶段	工程地质勘查复杂程度		
		简单型	中等型	复杂型
工程地质测绘比例尺	详查	1: 50000~1: 10000		
	勘探	1: 10000~1: 2000		
钻孔工程地质编录占地质孔数/%	详查	5~10	10~15	15~20
	勘探	10~20	20~30	30~50
工程地质钻孔/个	详查	根据需要布置		根据需要布置
	勘探	根据需要布置		根据需要布置
工程地质剖面 ^a /条	详查	0	1~2	2~3
	勘探	0~1	2~3	3~5
室内岩(土)样	详查	不同工程地质岩组分层取样;井工开采主要可采煤层应控制顶板30m、底板20m及井巷围岩位置;露天采场应控制坑底30m~50m。每种岩石取样数应不少于3组,每组岩块数按试验项目确定;松散岩类按岩性、厚度取样;剥离物强度勘探不受此限		
	勘探	不同工程地质岩组分层取样;井工开采主要可采煤层应控制顶板30m、底板20m及井巷围岩位置;露天采场应控制坑底30m~50m。每种岩石取样数应不少于3组,每组岩块数按试验项目确定;松散岩类按岩性、厚度取样;剥离物强度勘探不受此限		
^a 每条勘查剖面由2个~5个工程地质孔或具有工程地质编录的地质孔、水文地质孔组成。				

7.4 技术方法

7.4.1 工程地质测绘

- 7.4.1.1 工程地质测绘的范围为采煤可能影响的边界外扩200m~300m。
- 7.4.1.2 划分工程地质岩组,详细调查软弱岩组的性质、分布及其工程地质特征。
- 7.4.1.3 调查软弱夹层及各类结构面的分布、物质组成、胶结程度、结构面的特征及组合关系。
- 7.4.1.4 按岩组和不同构造部位进行节理裂隙统计,测量其产状、宽度及延伸长度,编制玫瑰花图或极射赤平投影图,确定优势节理裂隙发育方向,划分岩体结构类型。
- 7.4.1.5 对主要围岩的风化特征进行研究,划分岩体的强弱风化带。
- 7.4.1.6 对自然斜坡和人工边坡进行实地测定,研究边坡坡高、坡面形态与岩体结构的关系,调查各种物理地质现象,分析边坡的破坏形式、成因特点及其与开采工程拟建边坡的关系等。
- 7.4.1.7 对勘查区工程地质条件有影响的地下水露头点、含水岩层与隔水层接触界面特征、构造破碎带的水理性质进行重点调查研究。
- 7.4.1.8 详细调查相邻生产矿井露天开采边坡变形特征、变形类型、形成条件和影响因素,井巷变形破坏特征、支护情况,变形破坏与软弱层、破碎带、节理裂隙发育带等结构面的关系。

7.4.2 工程地质钻探

- 7.4.2.1 工程地质钻孔应进行工程地质观测及工程地质编录;钻孔深度应符合下列要求:
 - a) 井工开采宜控制主要可采煤层顶板以上30m至底板以下20m的范围;
 - b) 露天开采宜控制坑底以下30m~50m。

7.4.2.2 工程地质钻孔应全孔取芯钻进。岩芯采取率可根据不同目的确定。钻孔的孔径应满足室内试验取样及开展孔内测试的要求。

7.4.2.3 应进行测井，结合钻探地质剖面，综合确定岩石风化带深度、构造破碎带、岩溶发育带及层间软弱夹层的分布部位。

7.4.2.4 剥离物强度勘探应建立钻孔岩石强度柱状，评价岩石强度及其变化规律。

7.4.3 工程地质编录

7.4.3.1 编录内容如下：

- a) 统计与描述岩芯块段及采取率，绘制岩芯块段柱状图；
- b) 统计节理裂隙；
- c) 确定钻孔中流砂层、破碎带、裂隙密集带、风化带与软弱夹层、岩溶发育带的位置和深度。

7.4.3.2 应进行岩石点载荷强度指数测定，见 GB/T 23561.13。

7.4.3.3 按岩层分层（或钻进回次）测定 RQD 值，确定不同岩层（组） RQD 值的范围和平均值，按式（2）计算。

$$RQD = \frac{L_p}{L_t} \times 100 \dots\dots\dots (2)$$

式中：

RQD ——岩石质量指标；

L_p ——某岩层（组）大于 10 cm 完整岩芯长度之和，单位为米（m）；

L_t ——某岩层（组）伪厚度（或钻探总进尺），单位为米（m）。

7.4.3.4 根据 RQD 值，按表 D.1 划分岩石质量等级，进行岩体完整性评价。

7.4.3.5 野外岩石点载荷强度试验的标准试件规格 $\phi 50$ mm，点载荷强度指数按式（3）计算：

$$I_{s(50)} = \frac{PD^{\frac{3}{2}}}{\sqrt{50}} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$I_{s(50)}$ ——点载荷强度指数，单位为兆帕每平方厘米（MPa/cm²）；

P ——破坏载荷，单位为兆帕（MPa）；

D ——试样直径，单位为厘米（cm）。

7.4.4 工程地质测试

7.4.4.1 采样的设备工具和包装器材、技术要求、采样方法、记录与编号、封固与装箱按照 GB/T 23561.1。

7.4.4.2 宜应用点荷载仪、携带式剪切仪进行野外现场测试。

7.4.4.3 室内岩（土）样试验项目，根据开采方式、勘查区实际情况，结合工程地质评价要求参照附录 E 中表 E.1 选取。测定方法按照 GB/T 23561.2~GB/T 23561.16。

7.4.4.4 在孔内进行波速测试、孔内电视成像、标准贯入试验、动力触探试验等原位测试，以取得岩（土）体的物理力学参数。

7.4.4.5 露天开采剥离物强度应进行切割强度试验。

7.4.4.6 在高地应力地区，应进行地应力测量；宜采用水力压裂法、声发射法进行测试；应根据测试的目的编制专门的测试方案。

7.5 工程地质评价

7.5.1 工程地质评价应在查明勘查区工程地质条件的基础上结合开采方式，对井巷和采场围岩岩体质量、露天开采边坡和采空区的稳定性进行定性、半定量的预测评价。

7.5.2 边坡稳定性评价应符合下列要求：

- a) 松散、软弱岩类边坡稳定性评价，将拟建采场划分为不同的工程地质区，分区进行稳定性评价，应利用岩（土）样测试成果及邻近露天煤矿实际资料，推荐最终边坡角；对具有饱水砂层的边坡，应根据需要进行专门性的预先疏干试验及饱水抗剪试验，在试验的基础上，推荐边坡角；
- b) 块状岩类、层状岩类边坡稳定性评价，根据边坡与各类结构面的组合关系、软弱夹层情况，分析判断并预测边坡可能滑动变形的地段、范围、变形的性质、滑动面、切割面的可能位置，根据需要以类比法、经验数据法推荐最终边坡角；
- c) 可采用图解法、类比法等定性方法对边坡破坏模式、稳定状态进行定性评价，有条件时应采用相应的方法进行稳定性计算，对边坡的稳定状态给出定量的评价；
- d) 应根据定性和定量分析的结果，结合已有边坡工程经验和自然边坡的稳定性进行综合分析评价，对露天开采的边坡设计提出建议。

7.5.3 井巷围岩岩体质量评价宜采用两种方法对比评价，常用的方法为岩体质量系数法、岩体质量指标法和岩体基本质量指标（BQ）法，见附录 F。

8 环境地质调查与评价

8.1 环境地质调查内容

8.1.1 调查勘查区所处社会环境、生态环境和自然地理环境（法律法规界定的各类保护区等）。

8.1.2 在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。

8.1.3 调查、收集地表水、地下水的环境背景值（污染起始值）或对照值。

8.1.4 对开发影响范围的滑坡、崩塌、山洪、泥石流等物理地质现象及地面建筑、土地资源污染现状进行野外调查；

8.1.5 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。

8.1.6 当勘查区有热（气）水时，应查明其分布、控制因素、水温、流量、水中气体及化学组分，了解热（气）水的补给、径流、排泄条件。

8.1.7 调查生态环境地质现状，预测煤矿开采后可能发生的变化及破坏程度。

8.1.8 勘查区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作出评价。

8.1.9 具备条件的地区宜采用地面调查、遥感技术等综合方法。

8.2 环境地质影响评价

8.2.1 区域稳定性评价

在GB18306的基础上，根据断裂的活动性及工程地质条件，初步阐明区域稳定性及对工程建筑物的影响。

8.2.2 地下水系统影响评价

在区域及勘查区水文地质条件分析基础上,对人类工程活动对含水层系统及地下水流系统的影响进行定性分析。

8.2.3 水环境质量评价

8.2.3.1 现状评价,对未遭到污染破坏的近似天然状态(或大规模开采之前的地表、地下水物质组合及其地质环境背景状况)进行评价。

8.2.3.2 预测评价,对人类工程活动对地表水、地下水水质、水量的影响,以及可能发生的环境水文地质问题作出定量或半定量评价。

8.2.3.3 常用评价方法有背景值对比法、污染起始对比法、标准对比法、水质指数法、环境水文地质制图法、水质数学模型法等。

8.2.4 地质灾害评价

8.2.4.1 对煤炭资源开发可能引发的采空塌陷、地裂缝、岩溶塌陷、含水层破坏等作出定量或半定量评价。

8.2.4.2 常用评价方法有观测法、地形测量对比法、经验计算法、三维应力应变数学模型法等。

8.2.5 地质环境质量评价

地质环境质量分为三个等级:

- a) 良好:附近无污染源,根据 GB3838 和 GB/T 14848 判别,地表水、地下水水质为 I 类水和 II 类水。煤炭和矸石不易分解出有害组分,对生态环境及地面建筑、土地影响很小;对地下水含水层系统及地下水流系统的影响较小;
- b) 中等:采煤可产生局部地表变形,但对地质环境破坏不大;区内无重大的污染源;无热害;地表水、地下水水质不低于 III 类水标准,矿井排水对附近水体有一定污染;煤炭和矸石化学成分基本稳定,无其他环境地质隐患,对生态环境及地面建筑、土地有一定影响;地下水含水层系统及地下水流系统有一定影响;
- c) 不良:地表水、地下水水质低于 III 类水标准,水文地质工程地质条件复杂,采煤可引发严重的环境地质问题,如地面塌陷、山体开裂失稳、井泉干涸;有热害;矿井排水以及煤炭、矸石有害组分的分解易造成对附近水体的污染,对生态环境影响严重,对建筑物、土地等破坏严重;含水层系统及地下水流系统破坏严重。

8.2.6 地质环境问题发展趋势预测

根据勘查区的具体情况及存在的主要环境地质问题,可选择经验公式法、回归分析法、趋势外推法、数学模型法、模糊评判法、基于 GIS 的层次叠加分析法等方法进行评价。应采用科学合理的评价预测方法。

9 成果编制与提交

9.1 成果内容

勘查成果报告主要包括勘查目的任务、勘查区概况、勘查工作及质量、地质、水文地质、矿井充水条件、突水危险性评价、涌水量预测、防治水工作措施,以及附图、附表等,成果报告提纲内容参见附录 G。

9.2 编制要求

9.2.1 普查阶段、详查阶段的煤田水文地质工程地质勘查内容一般作为煤炭地质勘查报告的一章，勘探阶段宜单独编制提交成果报告。

9.2.2 附图、附表和附件应完整、规范、系统、数据准确、清晰美观和实用。

9.2.3 数据库建设应贯穿勘查全过程和全阶段；数据库应具有数据更新、查询、统计等功能；宜建立水文地质工程地质勘查信息管理系统，实现煤田水文地质文字资料收集、数据采集、图件绘制、计算评价和防治水预测预报一体化。

9.3 成果审批与资料汇交

9.3.1 勘查成果应由委托方组织审查并批复。

9.3.2 应向委托方提交纸质文字报告、附图、附表、附件，以及相应电子文件。

9.3.3 应按相关规定向资料主管部门汇交勘查成果资料，汇交的资料包括：

- a) 原始资料，以及电子文件；
- b) 成果报告、附图、附表、附件，以及电子文件。

附 录 A
(资料性附录)
设计书提纲

A.1 前言

A.1.1 勘查的目的任务

叙述项目由来、目的、任务。

A.1.2 勘查区范围

叙述勘查区地理位置，地理坐标范围（直角坐标）、面积，交通概况。应附勘查区交通位置图。

A.1.3 自然地理

A.1.4 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。

A.1.5 以往地质工作

简述以往地质、水文地质、工程地质、环境地质工作，主要包括勘查面积、工作手段、主要工作量、主要成果和存在的主要问题。

叙述本次勘查工作可利用的勘查成果。

A.2 区域地质、水文地质概况

A.2.1 区域地质

简述水文地质单元范围内的区域地层、构造发育情况等。

A.2.2 区域水文地质

简述水文地质单元的边界范围、区域含（隔）水层及其水文地质特征。

叙述勘查区在水文地质单元中所处的功能位置。

A.3 勘查区水文地质、工程地质概况

A.3.1 水文地质概况

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。

A.3.2 工程地质概况

叙述勘查区工程地质条件，包括主要可采煤层顶底板及井巷围岩的岩性，分布特征、岩体结构等。

A.4 勘查类型

总结勘查区水文地质、工程地质等问题，明确本次勘查的主要目的层，确定本次勘查类型。

A.5 勘查工程布置及工作量

A.5.1 勘查手段选择

根据目的任务和勘查区水文地质条件，选择合理的勘查手段和评价预测方法。

A.5.2 工程布置

依据勘查类型、评价方法确定勘查工作量。叙述各种勘查手段的布置原则、目的、位置、工作量以及拟解决的地质任务。

A.6 技术要求

论述各种勘查手段和评价方法的技术要求，执行和验收的相关标准。

A.7 预期成果

A.8 经费预算

A.9 项目组织管理

A.9.1 人员设备和进度

A.9.2 工程质量与安全管理措施

A.10 主要图件

区域水文地质图，矿区水文地质图、剖面图，工程布置图，设计水文地质剖面图，钻孔预想柱状图，与本设计有关的其它图件。

A.11 附表和附件

设计书应附项目委托书或任务书等。

附 录 B
(资料性附录)
常用水文地质地面物探方法及适用条件

表B.1给出了常用水文地质地面物探方法及其适用条件。

表B.1 常用水文地质地面物探方法及适用条件表

类别		方法	应用范围	适用条件	
地震		反射波法	查明采空区范围,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	查明覆盖层厚度	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,地形保证足够的收发距	
	激发极化法		含水层富水性评价	游离电流干扰不大	
	直流电法	直流电测深		地层界面划分、含水性评价	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、采空区范围控制	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150m,电性差异明显,接地条件较好,地形平缓
其他地球物理方法	重磁勘探	重力测量	探测侵入岩,圈定火烧区范围	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	

附 录 C
(资料性附录)
矿井涌水量预测常用方法

C.1 水文地质条件比拟法

C.1.1 富水系数法

当新矿井与生产矿井的水文地质条件相类似时，用生产矿井的资料来预测新矿井（坑）涌水量的方法。富水系数法采用式（C.1）计算矿井涌水量：

$$Q = K_p \times P \dots\dots\dots (C.1)$$

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

式中：

Q ——新建矿井预测涌水量，单位为立方米每小时（ m^3/h ）；

K_p ——富水系数，单位为立方米每吨（ m^3/t ）；

P ——新建矿井设计产量，单位为吨每年（ t/a ）；

Q_1 ——生产矿井涌水量，单位为立方米每小时（ m^3/h ）；

P_1 ——生产矿井年产煤量，单位为吨每年（ t/a ）。

C.1.2 矿井单位涌水量比拟法

开采面积 F_1 和水位降深 S_1 是矿井涌水量 Q_1 变化的两个主要影响因素。当矿井的涌水量 Q_1 随着开采面积 F_1 和水位降深 S_1 呈直线变化时：

$$q_1 = \frac{Q_1}{F_1 \times S_1} \dots\dots\dots (C.3)$$

$$Q = q_1 \times F \times S \dots\dots\dots (C.4)$$

当矿井的涌水量 Q_1 随着开采面积 F_1 和水位降深 S_1 不呈直线变化时：

$$Q = Q_1 \times \sqrt[n]{\frac{F}{F_1}} \sqrt[m]{\frac{S}{S_1}} \dots\dots\dots (C.5)$$

式中：

q_1 ——生产矿井单位涌水量，单位为每小时（ h^{-1} ）；

Q_1 ——生产矿井涌水量，单位为立方米每小时（ m^3/h ）；

F_1 ——生产矿井开采面积，单位为平方米（ m^2 ）；

S_1 ——生产矿井水位降低，单位为米（ m ）；

Q ——新建矿井预测涌水量，单位为立方米每小时（ m^3/h ）；

F ——新建矿井设计开采面积，单位为平方米（ m^2 ）；

S ——新建矿井设计水位降低，单位为米（ m ）；

m ——待定系数，采用最小二乘法或图解法求得；

n ——待定系数，采用最小二乘法或图解法求得。

C.1.3 相关分析法

通过矿井涌水量和生产条件之间的相关分析，合理选择相关要素，建立相关方程预测新建矿井涌水量。这种方法的比拟要素和关系的建立是以生产矿井的实际资料为基础，要求生产矿井要有比较系统和完善的观测资料。

当生产矿井涌水量与两个影响因素存在直线关系时，采用下述三元直线相关数学表达式预算新建矿井涌水量（ Q ）：

$$Q = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 \dots\dots\dots (C.6)$$

式中：

x_1 、 x_2 ——影响矿井涌水量的两个因素变量；

b_1 、 b_2 —— 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它自变

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_1 、 b_2 用最小二乘法确定。

b_0 按（C.7）计算：

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

式中：

\bar{Q} 、 \bar{x}_1 、 \bar{x}_2 分别为 Q 、 x_1 、 x_2 观测数据的平均数。

C.2 $Q - s$ 曲线方程法

本方法预测的降深不能超过抽水试验时最大降深的1.5~2倍。不允许利用降深很小时的试验资料所建立的经验公式来预测大降深时的流量。

直线型:

$$Q = qs \dots\dots\dots (C. 8)$$

$$q = \frac{\sum Qs}{\sum s^2} \dots\dots\dots (C. 9)$$

抛物线型:

$$s = aQ + bQ^2 \dots\dots\dots (C. 10)$$

$$b = \frac{N \sum s - \sum s_0 \sum Q}{N \sum Q^2 - (\sum Q)^2} \dots\dots\dots (C. 11)$$

$$a = \frac{\sum s_0 - b \sum Q}{N} \dots\dots\dots (C. 12)$$

$$s_0 = \frac{s}{Q} \dots\dots\dots (C. 13)$$

幂函数曲线型:

$$Q = n\sqrt[m]{s} \dots\dots\dots (C. 14)$$

$$m = \frac{N \sum (\lg s)^2 - (\sum \lg s)^2}{N \sum (\lg s \lg Q) - \sum \lg s \sum \lg Q} \dots\dots\dots (C. 15)$$

$$m = \frac{N \sum (\lg s)^2 - (\sum \lg s)^2}{N \sum (\lg s \lg Q) - \sum \lg s \sum \lg Q} \dots\dots\dots (C. 16)$$

对数曲线型:

$$Q = a + b \lg s \dots\dots\dots (C. 17)$$

$$b = \frac{N \sum (Q \lg s) - \sum Q \sum \lg s}{N \sum (\lg s)^2 - (\sum \lg s)^2} \dots\dots\dots (C. 18)$$

$$a = \frac{\sum Q - b \sum \lg s}{N} \dots\dots\dots (C. 19)$$

式中:

Q ——涌水量, 单位为立方米每秒 (m^3 / s);

q ——单位涌水量，单位为立方米每秒米（ $m^3/(s \cdot m)$ ）；

s ——降深，单位为米（ m ）；

N ——抽水试验的降深次数；

q 、 a 、 b 、 m 、 n ——待求系数。

C.3 解析法

C.3.1 大井法

潜水完整井（稳定流）：

$$Q = \frac{1.366K(2H_0 - s)s}{\lg R_0 - \lg r_0} \dots\dots\dots (C.20)$$

潜水完整井（非稳定流）：

$$Q = \frac{2\pi K(2H_0 - s)s}{W(u)} \dots\dots\dots (C.21)$$

承压水完整井（稳定流）：

$$Q = \frac{2.73KM_s}{\lg R_0 - \lg r_0} \dots\dots\dots (C.22)$$

承压水完整井（非稳定流）：

$$Q = \frac{4\pi T s}{W(u)} \dots\dots\dots (C.23)$$

$$s = \frac{Q}{4\pi T} W(u) \dots\dots\dots (C.24)$$

$$Q = \frac{5.464sT}{\lg \frac{2.25Tt}{R^2 \mu^*}} \dots\dots\dots (C.25)$$

$$s = \frac{0.183Q}{T} \lg \left(\frac{2.25Tt}{R^2 \mu^*} \right) \dots\dots\dots (C.26)$$

承压—潜水井（稳定流）：

$$Q = \frac{1.366K(2H_0M - M^2 - h^2)}{\lg R_0 - \lg r_0} \dots\dots\dots (C.27)$$

C.3.2 水平巷道法

潜水完整型（两侧进水）：

$$Q = LK \frac{(2H_0 - s)s}{R} \dots\dots\dots (C. 28)$$

承压水完整型（两侧进水）：

$$Q = 2LK \frac{Ms}{R} \dots\dots\dots (C. 29)$$

承压转无压水完整型（两侧进水）：

$$Q = LK \frac{(2H_0M - M^2 - h^2)}{R} \dots\dots\dots (C. 30)$$

式中：

Q ——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_0 ——潜水含水层的初始厚度；承压含水层水头至含水层地板的距离，单位为米（ m ）；

s ——由于矿井涌水而产生的水位降深值，单位为米（ m ）；

$W(u)$ ——Th e i s井函数；

u ——井函数自变量；

M ——承压水含水层厚度，单位为米（ m ）；

R_0 ——矿井涌水的引用影响半径， $R_0 = R + r_0$ ，单位为米（ m ）；

r_0 ——假想“大井”的半径，单位为米（ m ）；

T ——导水系数，单位为平方米每天（ m^2/d ）；

R ——由于矿井涌水而产生的影响半径，单位为米（ m ）；

μ^* ——承压含水层释水系数；

h ——由含水层地板算起到井中动水位的距离，单位为米（ m ）；

L ——水平巷道长度，单位为米（ m ）；

不同轮廓的“大井”概化及“大井”的半径计算公式见《煤矿防治水手册》（2013年6月）第331～333页。

C.4 数值法

数值法常用的方法为有限差分法和有限单元法。国内外常用的软件有 Visual MODFLOW、GMS和 FEFLOW等。基本步骤为建立水文地质概念模型、建立数值模型、模型的识别与验证、模型预测。

数值模型拟合所采用的水文地质参数应与通过非稳定流群孔抽水试验配线法、Jacob 直线图解法等方法确定的值相吻合。

数值法计算一般可用来解决下列问题：

DZ/T XXXXX—XXXX

- a) 利用地下水动态观测或者大流量抽水观测资料，反求水文地质参数，验证水文地质模型。
- b) 模拟地下水的疏干过程，预报地下水水位和矿井疏排水量。

附 录 D
(规范性附录)

岩石质量等级、岩体 Z 值范围及其优劣分级、岩体质量分级

表D. 1~表D. 3给出了岩石质量等级、岩体Z值范围及其优劣分级、岩体质量分级。

表D. 1 岩石质量等级表

等级	RQD (%)	岩石质量描述	岩体完整性评价
I	90~100	极好	岩体完整
II	75~90	好	岩体较完整
III	50~75	中等	岩体中等完整
IV	25~50	差	岩体完整性差
V	<25	极差	岩体破碎

表D. 2 岩体 Z 值范围及其优劣分级表

岩体结构类型	代号	岩体质量系数 Z 值一般范围			
整体结构	I 1	2.5~20			
块状结构	I 2	0.3~10			
层状结构	II 1	0.2~5			
薄层状结构	II 2	0.08~3			
镶嵌结构	III1	0.2~2.5			
碎裂结构	III2、III3	0.05~0.1			
散体结构	IV	0.002~0.1			
岩体质量系数 (Z)	<0.1	0.1~0.3	0.3~2.5	2.5~4.5	>4.5
岩体质量等级	极坏	坏	一般	好	特好

表D. 3 岩体质量分级表

岩体分类	I	II	III	IV	V
岩体质量指标 (M)	>3	1.0~3.0	0.12~1.0	0.01~0.12	<0.01
岩体质量	优	良	中等	差	坏

附 录 E
(资料性附录)
岩(土)样室内试验项目表

表E.1给出了岩(土)样室内试验项目。

表E.1 岩(土)样室内试验项目表

试验项目		岩、土类别					
		砂质土	黏性土	多年冻土	软岩	半坚硬岩石	坚硬岩石
成分	颗粒成分	+	+	+	+	—	—
	矿物成分	+	+	+	+	+	+
	化学成分	—	+	+	+	+	—
	黏土矿物	—	+	+	+	—	—
物理性质	真密度	+	+	+	+	+	+
	视密度	+	+	+	+	+	+
	相对密度	+	—	+	—	—	—
	含水率	+	+	—	+	+	+
	软化系数	—	—	—	+	+	+
	孔隙率、孔隙比	+	+	—	+	—	—
	界限含水量	—	+	—	—	—	—
	膨胀率	—	+	+	+	—	—
	耐崩解性指数	—	—	—	+	+	—
	安息角	+	—	+	—	—	—
吸水性		—	—	+	+	+	+
力学性质	压缩性	+	+	+	+	—	—
	抗压强度(干、湿)	—	—	+	+	+	+
	抗拉强度	—	—	+	—	+	+
	抗剪强度(干、湿)	—	+	+	+	+	+
	弹性模量(干、湿)	—	—	—	+	+	+
	泊松比	—	—	—	—	+	—
	抗冻性	—	—	—	+	+	—
	加利福尼亚承载比试验	—	—	—	—	+	+
	洛杉矶试验	—	—	—	—	+	+
<p>注1:表中“+”表示应做项目;“—”表示不需要做项目;</p> <p>注2:洛杉矶试验测定标准条件下粗集料抵抗摩擦、撞击的能力,以磨耗损失(%)表示。粗集料的洛杉矶磨耗损失是集料使用性能的重要指标,洛杉矶试验也是优选石料的一个重要手段。</p>							

附 录 F
(规范性附录)
井巷围岩岩体质量评价方法

F.1 岩体质量系数 (Z)

岩体质量系数 Z 依据下列公式求得,按照附录D表D.2确定岩体质量优劣。其中,岩体完整性指数(I)按照GB50021取值,当无资料时可用RQD值代替;结构面摩擦系数(f)是指影响稳定的主要结构面摩擦系数。

$$Z = I \times f \times S \dots\dots\dots (F.1)$$

式中:

Z ——岩体质量系数;

I ——岩体完整性指数;

f ——结构面摩擦系数;

S ——岩块坚硬系数,按公式(F.2)求取。

$$S = \frac{R_c}{100} \dots\dots\dots (F.2)$$

式中:

R_c ——岩石饱和单轴抗压强度。

F.2 岩体质量指标 (M) 法

岩体质量指标(M)可按下列公式粗略估算,并按照附录D表D.3评价岩体质量的优劣。

$$M = \frac{R_c}{300} \times RQD \dots\dots\dots (F.3)$$

式中:

M ——岩体质量指标

R_c ——岩石饱和单轴抗压强度,单位为兆帕(MPa);

RQD ——岩石质量指标，单位为兆帕（MPa）。

F.3 岩体基本质量指标（ BQ ）法

$$BQ = 100 + 3R_c + 250K_v \dots\dots\dots (F.4)$$

式中：

BQ ——岩体基本质量指标；

R_c ——岩石饱和单轴抗压强度，单位为兆帕（MPa）；

K_v ——岩体的完整性系数。

使用（F.4）式，应遵守下列限制条件：

- a) 当 $R_c > 90K_v + 30$ 时，应以 $R_c = 90K_v + 30$ 和 K_v 代入计算 BQ 值；
- b) 当 $K_v > 0.04R_c + 0.4$ 时，应以 $K_v = 0.04R_c + 0.4$ 和 R_c 代入计算 BQ 值。

附 录 G
(资料性附录)
勘查成果报告提纲

G.1 报告正文提纲

G.1.1 勘查的目的任务及依据

G.1.1.1 目的任务

叙述项目由来、勘查的目的、任务。

G.1.1.2 勘查的依据

叙述勘查依据的标准、规范和成果资料。

G.1.2 勘查区概况

G.1.2.1 位置、范围和交通

叙述勘查区位置，范围（地理坐标、直角坐标、面积）和交通概况（附勘查区交通位置图）。

G.1.2.2 自然地理

叙述勘查区地形地貌、气象、水文。

G.1.2.3 周边矿山开采概况

叙述周边矿山开采情况、开采历史、采空区分布及工程质量问题等。

G.1.2.4 矿井筹建情况

G.1.2.5 以往水工环地质工作

简述以往工作的单位、时间、使用的工作手段、主要工作量，以及对以往工作成果评述。

G.1.3 勘查工作及质量

G.1.3.1 勘查方法及完成的工作量

简述完成的工作量。

G.1.3.2 勘查工程质量

按勘查手段分别详述勘查工程、质量及其取得的成果。

G.1.4 地质

G.1.4.1 区域地质概述

G.1.4.2 勘查区地质

详述地层、构造。

G. 1.5 水文地质

G. 1.5.1 区域水文地质

G. 1.5.2 勘查区水文地质

详述所处的地下水系统位置、含（隔）水层划分及特征、构造导（富）水性、地下水补径排条件及流场特征、含水层间水力联系。

G. 1.6 矿井充水条件

分煤层（或开采水平）详述充水水源、充水通道、充水方式、充水强度等。

G. 1.7 突水危险性评价

分煤层（或开采水平）进行突水危险性评价。

G. 1.8 涌水量预测

详述矿井涌水量预测。在涌水量预测的基础上，评述勘查区水资源综合利用方向。

G. 1.9 工程地质

G. 1.9.1 工程地质

叙述工程地质岩组划分及物理力学性质，构造对煤层开采的影响，风化带对煤层开采的影响。

G. 1.9.2 工程地质评价

煤层顶底板及井巷围岩（或露天边坡）稳固性评价。

G. 1.9.3 工程地质措施建议

对可能产生的工程地质问题及其部位提出工程措施建议。

G. 1.10 环境地质

G. 1.10.1 环境地质现状评价

叙述区域稳定性，勘查区水环境质量，原生环境地质问题（地质灾害、热害、气害、放射性危害等原生环境地质问题）。

G. 1.10.2 勘查区水环境影响评价

预测因采煤和矿井排水所产生的含水层破坏（含水层结构改变、地下水位下降、水量减少或疏干、水质恶化等），对当地居民生活用水、工农业用水的影响程度和影响范围。对位于旅游风景区、著名热矿水点附近的勘查区还应评述对其影响。矿井水和其他污染源对地下水、地表水的水质可能污染的情况，并提出保护措施。

G. 1.10.3 采煤产生的其他环境地质问题

预测采煤可能产生的热害，气害，放射性危害等环境地质问题。受采煤活动影响产生的地面塌陷、地裂缝、崩塌、滑坡、地形地貌景观破坏、土地资源破坏等。

G. 1. 10. 4 地质环境保护建议

分析采煤对含水层、生态环境、地貌景观、土地资源的影响，提出煤矿地质环境保护建议。

G. 1. 11 防治水工作措施

在突水危险性评价、矿井涌水量预测的基础上，根据煤矿开采规划提出具体针对性防治水措施。

G. 1. 12 结论与建议

评述勘查区实际达到的勘查研究程度；勘查取得的勘查成果；指出勘查工作中存在的主要问题和开采过程中可能出现的问题；提出下一步工作的建议。

G. 2 成果附图

实际材料图；区域水文地质图；勘查区基岩地质图；勘查区水文地质图（含综合水文地质柱状图）；水文地质剖面图；钻孔柱状图（含典型钻孔工程地质编录柱状图）；钻孔抽水试验综合成果图；突（涌）水危险性评价图；主要充水含水层地下水等水位（压）线图（主要充水含水层静流场图、动流场图）；勘查区工程地质图（含工程地质剖面图及综合工程地质柱状图）；地下水水位与降水量关系曲线图。

G. 3 主要附表

勘探钻孔一览表；钻孔抽水试验成果汇总表；钻孔简易水文地质、工程地质综合编录一览表；地下水、地表水观测成果表；气象要素统计表；风化带、构造破碎带及含水层厚度统计表；钻孔静止水位一览表；裂隙、岩溶发育情况统计表；水质及同位素分析成果表；岩（土）样试验成果汇总表；工程地质动态观测资料汇总表；勘查区环境地质调查资料汇总表；井（泉）、生产矿井和老空区调查资料综合表。

G. 4 附件

电子文档形式的典型钻孔、典型含水层段或合同规定范围钻孔的岩芯照片，大型抽水试验中现场抽水设备、测流设施及其布置、过滤器形式、滤料等资料性照片，以及反映勘查区地貌特征的航空、航天遥感影像图片。

抽水试验中抽水井流量、其他地表及地下水点的流量、各观测孔水位等原始观测资料，工程地质编录中的各钻孔岩芯岩石质量指标（RQD）。

勘探合同规定的其他资料。

有关勘探的其他专业报告和专题研究报告。

G. 5 数据库

资料收集数据，以往地质、水文地质和气象、水文、地下水环境和地下水开发利用资料。

野外调查、勘查数据，包括水文地质、工程地质测绘资料，水文地质、工程地质勘查和环境地质调查资料。

室内测试数据，包括各种样品的测试数据、测试单位等。

综合加工数据，包括各种综合研究成果资料。

参 考 文 献

- [1] 建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范 2017年5月
 - [2] 煤矿防治水细则 2018年5月
 - [3] 煤矿防治水手册 2013年6月
-