

# 团 体 标 准

T/MMAC XXX—XXXX

## 金属矿深竖井建设工程勘察技术规范

Technical specification for investigation of deep shaft construction engineering in  
metal mine

（征求意见稿）

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中国冶金矿山企业协会发布



#### 版权保护文件

版权所有归属于该标准的发布机构。除非有其他规定，否则未经许可，此发行物及其章节不得以任何形式或任何手段进行复制、再版或使用，包括电子版，影印件，或发布在互联网及内部网络等。使用许可可于发布机构获取。

目 次

前 言 ..... 1

1 范围 ..... 2

2 规范性引用文件 ..... 2

3 术语和定义 ..... 2

4 符号和缩略语 ..... 3

5 一般规定 ..... 3

6 工程资料收集与分析 ..... 4

7 勘察手段和方法 ..... 5

8 工程地质 ..... 9

9 水文地质 ..... 9

10 环境地质 ..... 10

11 岩石力学 ..... 10

12 成果编制 ..... 11

附录 A..... 12

附录 B..... 13

附录 C..... 15

附录 D..... 16

附录 E..... 19

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准由中国冶金矿山企业协会提出并归口。

本文件起草单位：东北大学、山东黄金集团有限公司、长沙有色冶金设计研究院有限公司、兰州有色冶金设计研究院有限公司、长春黄金设计院有限公司、中冶沈勘秦皇岛工程设计研究总院有限公司、山东省鲁南地质工程勘察院（山东省地质矿产勘查开发局第二地质大队）、招远市九洲矿业有限公司、莱州市汇金矿业有限公司、山东省地质矿产勘查开发局第六地质大队、铜陵有色金属集团铜冠矿山建设股份有限公司。

本文件主要起草人：赵兴东、裴佃飞、段进超、袁永忠、张广篇、刘明泉、陈洪年、何顺斌、李计发、冯涛、许洪亮、李洋洋、张军奎、谭现锋、周鑫、胡跃亮、李恒猛、张弛、于成相、曹龙、朱兆文、李文光、王鹏鸣、徐臣帮、罗姜、柏瑞、武桐、杨明爽、乔俊宇。

本规范为首次发布。

# 金属矿深竖井建设工程勘察技术规范

## 1 范围

本文件规定了金属矿深竖井建设所需的资料搜集与调查、勘察手段和方法、工程地质、水文地质、环境地质、岩石力学、成果编制的工程勘察要求。

本文件适用于金属矿1000m及以深竖井建设工程勘察的相关技术工作。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过本文件的规范性引用而成为本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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/T 15406	土工仪器的基本参数与通用技术条件
GB 18306	中国地震动参数区划图
GB/T 18341	地质矿产勘查测量规范
GB 50021	岩土工程勘察规范
GB/T 50123	土工试验方法标准
GB 50218	工程岩体分级标准
GB/T 50266	工程岩体试验方法标准
GB/T50480	冶金工业岩土勘察原位测试规范
GB 50615	冶金工业水文地质勘察规范
GB 50734	冶金工业建设钻探技术规范
GB50749	冶金工业建设岩土工程勘察规范
GB 50830	冶金矿山采矿设计规范
DZ/T 0017	工程地质钻探规程
DZ/T 0051	地质岩心钻机型式与规格系列
DZ/T 0148	水文水井地质钻探规程
DZ/T 0181	水文测井工作规范
DZ/T 0227	地质岩心钻探规程
DZ/T 0273	地质资料汇交规范
DZ/T 0282	水文地质调查规范（1：50 000）
DZ/T0297	金属矿地球物理测井规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

金属矿 metal mine

一般指经冶炼能供工业上提取某种金属元素的矿产。

### 3.2

岩爆风险区

岩体具备高应力、岩质脆硬、完整性好一较好、无地下水特性，易产生岩爆区。

### 3.3

潜水含水层 water table aquifer

埋藏在地面以下第一个稳定隔水层之上具有自由水面的含水层。

### 3.4

承压含水层 confined aquifer

埋藏在两个稳定隔水层（或弱透水层）之间的含水层。

## 4 符号和缩略语

### 4.1 符号

Q—涌水量， $\text{m}^3/\text{d}$

K—渗透系数， $\text{m}/\text{d}$

R—影响半径， $\text{m}$

r—试验孔半径， $\text{m}$

S—水位降深， $\text{m}$

M—含水层厚度， $\text{m}$

R—引用影响半径， $\text{m}$ ； $R = 10S\sqrt{K}$

$r_0$ —设计竖井掘进半径， $\text{m}$

H—承压含水层由底板算起的水头值

$h_0$ —井筒中的水柱高，按井底排水疏干考虑， $h_0=0$

$\xi_0$ —取决于  $l/M$ 、 $M/r$  非完整井阻力系数

### 4.2 缩略语

岩石质量指标/RQD：用直径为75mm的金刚石钻头和双层岩芯管在岩石中钻进，连续取芯，回次钻取所取岩芯中，长度大于10cm的岩芯段长度之和与该回次进尺的比值，以百分数表示。

## 5 一般规定

5.1 金属矿深竖井建设工程勘察前，应编制工程勘察大纲；当场地地质条件、工程结构设置、勘察要求等发生变化时，工程勘察大纲应根据变化情况进行调整。

5.2 工程勘察钻孔应布置在井筒中心15m范围之内，工程勘察钻孔深度应大于井筒设计深度10m以上，勘察钻孔偏斜率应控制在5%以内，并绘制钻孔实际偏斜投影图。

5.3 工程地质条件、水文地质条件简单的竖井，工程勘察钻孔数量布置1个；工程地质、水文地质条件复杂的竖井，及竖井建设深度超过1500m的竖井工程勘察孔的数量布置2个；工程地质、水文地质条件极为复杂的竖井，及竖井建设深度超过2000m的竖井，工程勘察孔的竖井不少于3个，根据具体条件可适当增加。水文地质类型分类见附录A。

- 5.4 应通过工程地质勘察、测绘和岩体稳定性分析、评价，为竖井设计提供依据。
- 5.5 工程勘察钻孔应全孔取芯，按序编排，标明岩芯的上、下方向深度，且有标高标识的全部岩芯照片，及时编录。
- 5.6 应全孔编录地质岩芯及RQD，按回次绘制RQD曲线。
- 5.7 应全孔观测水文地质情况，查明含水层层位及埋藏深度、预测涌水量，并进行水质分析。
- 5.8 应绘制工程勘察钻孔地质、水文、工程柱状图。
- 5.9 应对测试工程勘察钻孔的地应力值和方位。
- 5.10 应对工程勘察钻孔钻取的岩土试样进行物理力学性质测试。
- 5.11 应全孔观测工程勘察钻孔地温，计算地温梯度。
- 5.12 工程勘察的各项原始资料应真实、准确、完整记录并保存，及时整理分析。

## 6 工程资料收集与分析

### 6.1 地形地貌方面

应按照如下要求开展矿区及场地地形地貌方面的资料收集和调查工作：

- a) 应收集矿区地理环境、地形地貌图、地层、地质构造；
- b) 应查明矿区地貌成因、形态、规模及分布规律，分析其组合特征、过渡关系及其形成的时代，以及不同地形地貌对竖井工程建设的影响；
- c) 应定量分析竖井场地地形特征，如地形坡度、起伏度、切割密度及空间分布等；
- d) 应收集拟建竖井影响范围内地表建（构）筑物位置及技术参数。

### 6.2 气象水文方面

应按照如下要求开展气象水文方面的资料收集和调查工作：

- a) 应全面收集当地气象站矿区及相邻地区历年的气温、降水量、蒸发量、相对湿度、风向风速、年无霜期及冻土深度等气象水文资料，资料时长应与评价工作期限相适应；
- b) 应全面收集场地地表水系分布、河川流域面积等多年资料，近岸海水、潮汐的平均水位、海冰等资料。

### 6.3 区域地质方面

应按照如下要求开展区域地质方面的资料收集和调查工作：

- a) 应收集区域构造、地层、岩相古地理、地质构造资料和区域地质调查研究成果；
- b) 应收集场地地质图、第四系地质图、地质构造图、综合地层柱状图等；
- c) 应收集岩矿鉴定成果、岩土化学分析成果、地层测年成果等；
- d) 应收集控制性地质钻孔、矿产勘查钻孔资料。

### 6.4 工程地质方面

应按照如下要求开展工程地质方面的资料收集和调查工作：

- a) 应收集区域及矿区工程地质调查成果、工程地质勘察及有关工程地质研究成果；

- b) 应收集工程地质图及典型工程地质剖面图等;
- c) 应收集附近工程地质钻孔、岩土原位测试及室内试验数据等资料;
- d) 应收集场地重要建(构)筑物、基础设施岩土工程勘察资料,当地的工程建设经验和建(构)筑物变形情况等;
- e) 应构建竖井及场地范围工程地质模型,开展工程地质分区评价和工程建设适宜性评价。

## 6.5 水文地质方面

应按照如下要求开展水文地质方面的资料收集和调查工作:

- a) 应收集区域和专门水文地质调查研究成果;详细调查矿区地形地貌,地下水的天然和人工露头及其水化学特征、岩溶发育情况、第四系松散层的形成与分布,地下水的补给、径流、排泄条件,并应圈定矿区水文地质边界;
- b) 应收集水文地质图、地下水等水位(水压)线与埋藏深度图等;应调查地表水体的分布、水位、水深、流量、容量、洪水淹没范围、延续时间及其与地下水的关系;
- c) 应收集水文地质钻孔、供水井、泉水、矿山老窿区的分布及积水情况等资料;应对现有生产矿井或勘查坑道进行水文地质编录,并应系统收集生产矿井(或露天采矿场)的水文地质资料;
- d) 应收集地下水水质分析、水温量测成果,分析水的流量、水中气体及化学组分、热(气)水的补给、径流和排泄条件。

## 6.6 环境地质方面

应按照如下要求开展环境地质方面的资料收集和调查工作:

- a) 应收集区域环境地质调查成果;
- b) 应收集区域地震情况资料;
- c) 在岩溶区,应调查岩溶的形态、发育程度、发育条件和分布规律等。

## 7 勘察手段和方法

### 7.1 地质测绘

应按照如下要求开展地质测绘工作:

- a) 当只有地形图而无地质图或地质图的精度不能满足要求时,应进行工程地质、水文地质测绘。
- b) 工程地质测绘应在收集工程场地地震、水文、地质等已有资料基础上进行。
- c) 工程地质测绘内容应包括地貌、地层、构造、岩溶、不良地质作用等地理、地质环境,比例尺宜为1:500~1:1000;
- d) 工程地质测绘的范围除应包括场地及其邻近地段,尚应包括影响工程建设不良地质作用的发育地段和工程建设可能引起的不良地质作用的范围,以及对查明测区地层、地质构造、地貌单元等问题有重要意义的邻近地段;
- e) 水文地质测绘的矿区范围作为一个水文地质单元,比例尺宜为1:2000~1:5000;
- f) 工程测量宜选用国家标准坐标系和国家高程基准,测量精度及要求按GB/T18341要求执行;
- g) 应标定井筒中心、工程勘察钻孔孔口坐标和高程。



## 7.2 地面物探

应按照如下要求开展地面物探工作：

- a) 竖井工程勘察钻孔施工前，应进行地面物探，在井位周边进行辅助物探剖面测量，物探测量的平面范围尺度不应小于竖井的深度；
- b) 应选择2~3种物探方法进行综合物探，物探剖面至少3条，通常物探与钻探应互相配合，以便有效地获得场地的岩土工程条件和有关参数；
- c) 地面物探测井方法宜按DZ/T0297规定执行。

## 7.3 工程勘察钻探

7.3.1 井筒工程勘察钻孔布置应符合下列规定：

- a) 水文地质条件简单—中等、工程地质条件中等及以下时，工程勘察钻孔可布置在井筒范围内；
- b) 工程勘察钻孔终孔若处于含水层内，工程勘察钻孔深度应超过含水层底板10m；
- c) 工程勘察钻孔不应布置在井底车场及其相关硐室的上方；
- d) 工程勘察钻孔设计应按GB50021和GB50734规定执行。

7.3.2 依据地层特性选用适合的钻机及钻具；钻孔结构应根据钻孔的目的、用途和地层特性设计，并应满足设计要求，应按DZ/T0017和DZ/T0148规定执行。

7.3.3 工程勘察钻孔每钻进20m~30m应测斜一次，30-50m测定其倾角及方位角。钻进中应及时纠偏，全孔偏斜率应控制在2%以内。

7.3.4 工程勘察钻孔孔径应满足测试工作和取样尺寸的要求，终孔直径应不小于75mm，孔径误差不得大于±0.2%。

7.3.5 岩芯采区率，在基岩与黏土层中不应低于80%，在破碎带、软弱夹层和粗颗粒土层中不应低于65%。

7.3.6 工程勘察钻孔每钻进50m、换径、终孔或扩孔结束，应测量顶角弯曲度。变层后应立即测量钻孔弯曲度，最大允许偏差不应超过±0.05m；钻孔弯曲度超过设计要求时，应及时进行纠偏。

7.3.7 岩芯编录应标注地层地质特点，矿物成分、性质及结构，蚀变类型，岩芯裂隙和节理中是否有充填物，着重叙述地层、标志层，并应附以详细的文字说明。

7.3.8 钻进过程中，应对水位、水温、冲洗液消耗量、漏水位置、自流水的水头和流量、钻进现象、气体逸出情况、岩层变层界限、含水构造和溶洞的起止深度进行观测和记录。

7.3.9 钻进结束后，封孔应采用高浓度水泥浆或水泥砂浆，其水灰比应为0.5:1~0.75:1，可采用硅酸盐水泥、矿渣水泥作为封孔材料，宜选用32.5级以上水泥，砂浆标号不应低于M5。当地下水质具有腐蚀性时，封孔材料尚应采取防腐措施。

7.3.10 当预测井筒涌水量较大，需采取专门治水措施时，勘查孔可留做竖井治水的注浆孔。

7.3.11 封孔结束后在孔口埋设石桩或水泥桩，并标记钻孔位置。

## 7.4 土样采取

7.4.1 取原状土样，取样间隔应不超过2m，厚度小于2m的土层及有意义的夹层应取样，厚度大于5m的土层取样间隔不宜大于3m；黏性土无岩芯间隔不超过1m。

7.4.2 应采取不扰动土试样，采样数量宜为每种土层采样一组，每组土样不少于6件。

7.4.3 土样采取的工具和方法宜按GB50021规定执行。

7.4.4 土样分类宜按GB50734规定执行。

## 7.5 岩样采取

7.5.1 工程勘查钻孔每30m~50m深度应采取一组样品进行物理力学性质的常规试验。同时，还应保证各主要工程地质岩组的采样数量不应少于6组。真厚度超过5m的破碎带应专门取样、试验。破碎带较多时，应选其代表性地段取样，样数不宜少于6组。

7.5.2 岩样采取宜按GB50021和GB/T50266规定执行。

## 7.6 水样采取

7.6.1 应在抽水试验的同时对含水层（段）进行水样采取。

7.6.2 水样采取规格和数量可根据实验室的具体要求确定，以满足水质全分析试验为准。

7.6.3 水样采取宜按GB50615规定执行。

## 7.7 抽水/压水试验

7.7.1 钻探过程中，遇含水层（段），应及时进行分层（段）进行抽水/压水试验。

7.7.2 抽水试验应能获得不同含水层的代表性参数，并应满足涌水量计算的要求。

7.7.3 压水试验段长宜为30m~50m。压水试验的水泵排量不宜小于20m<sup>3</sup>/h，最大压力值不宜小于该试验段静水压力的1.5倍，稳定时间不应少于0.5h。无法达到1.5倍静水压力的孔段，应按实际达到最大压力值的100%、80%和60%三个压力级别完成试验，每个压力级别应分别稳定0.5h。

7.7.4 抽水/压水试验获取的各含水层参数应准确、真实。

7.7.5 抽水/压水试验宜按GB50615规定执行。

## 7.8 水样试验

7.8.1 主要的水质分析项目有：pH、Cl<sup>-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、HCO<sub>3</sub><sup>3-</sup>、Na<sup>+</sup>、Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>、游离 CO<sub>2</sub>、侵蚀性CO<sub>2</sub>、硬度、腐蚀性和要求测试的其它项目。

7.8.2 试验方法应按GB 50749规定执行，试验项目和试验方法见附录B。

7.8.3 水样试验质量要求应按GB/T14848规定执行。

## 7.9 原位测试

7.9.1 应考虑岩土体条件、物理力学参数、地区经验等因素，选择适用的原位测试方法。

7.9.2 应原位测量钻孔围岩的弹性抗力系数及其他变形指标。

7.9.3 原位测试成果应结合原型试验、室内土工试验及工程经验等进行综合分析。

7.9.4 原位测试试验应按GB/T 50480规定执行。

7.10 声波测井

- 7.10.1 钻孔内应全孔深测量声波波速，孔内竖向测点间距不宜小于5m，围岩物理力学性质变化较剧烈时，应连续进行声波测井，测点间距不应大于2m。
- 7.10.2 声波测井应判读波形，并分层计算波速和绘制沿孔深波速时距曲线。
- 7.10.3 应根据声波波速对井筒进行岩体完整性评价，分析井筒围岩完整性。

7.11 水文测井

- 7.11.1 工程勘察钻孔应进行水文物探测井或井中测流。
- 7.11.2 应对多种测井方法进行对比或补充，不同类型钻孔水文测井方法对比见表1。
- 7.11.3 水文物探测井技术要求应按DZ/T0181规定执行。

表1 不同地质类型钻孔水文测井方法

项目 类型	必测项目	选测项目
土层钻孔	电阻率、自然电位、自然伽马	井温、伽马、井中流体测量
基岩层钻孔	电阻率、电阻率、自然电位、自然伽马、波速	井温、超声成像、伽马、井中流体测量、井液电阻率、钻孔电磁波

7.12 地应力

- 7.12.1 应采用水压致裂法测试地应力，宜按GB/T50266规定执行。
- 7.12.2 地应力测量的起始孔深宜为300m~500m，测点或取样点间距不应大于50m。
- 7.12.3 测量成果应说明地应力场特征（大小和方向），地应力对井筒稳定性影响。

7.13 水温

- 7.13.1 应对工程勘察孔全深进行孔内水温测量，测点间距宜为5m。
- 7.13.2 温度传感器的测量范围宜为-40℃~150℃，测量误差不宜大于0.5℃，温度传感器和读数仪使用前应校准。
- 7.13.3 工程勘察孔内水温测量应符合下列规定：
  - a) 在孔中瞬态测温时，地下水位静止时间不宜小于24h；稳态测温时，地下水位静止时间不小于5d；
  - b) 重复测温应在观测8h内进行，两次测温误差不超过0.5℃。
- 7.13.4 测温成果整理应符合下列要求：
  - a) 测试前应记录测试点气温、天气、日期、时间以及光线遮挡情况，并记录地下稳态水位；
  - b) 绘制水温随深度变化曲线图，推算地层稳态温度。
- 7.13.5 应指出高温区的分布范围，并分析其产生的原因。

7.14 有毒有害气体

7.14.1 工程勘察过程中应查明CH<sub>4</sub>、H<sub>2</sub>S、SO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>等有毒有害气体并填绘有毒有害气体的类型、分布范围、具体位置及浓度有关参数等。

7.14.2 评价有毒有害气体对竖井施工的影响并提出处理建议。

7.15 应测试岩样放射性，评价其对竖井施工的影响，并提出处理建议。

## 8 工程地质

8.1 应查明岩石种类、岩性、节理组（结构面）等，统计破碎带、裂隙密集带、岩溶发育带、蚀变带的位置和深度。

8.2 应查明岩体结构类型，各类结构面（尤其软弱结构面）的产状和性质，岩土接触面和软弱夹层的特性等，评价对竖井工程的影响。

8.3 应进行岩矿鉴定和测试，评价岩石的崩解性、膨胀性。

8.4 在深部高地应力区，应及时统计饼化岩芯的分布位置、埋藏深度和饼化区厚度，并评价对竖井稳定性的影响。

8.5 应绘制沿井筒中心线的完整地质剖面图及钻孔柱状图。

8.6 应对井口稳定性、不良地质段进行评价与调查，并提出防治措施建议。

8.7 应预测竖井施工中可能出现的工程地质问题，同时应对竖井施工方法、支护类型提出建议。

## 9 水文地质

9.1 工程勘探钻孔应揭穿主要含水层或含水构造带，分层查明含水层（组）、隔水层的埋藏深度，以及含水层的岩性特征、裂隙结构、厚度。如遇岩溶地层，需量测岩溶形态、大小、充填情况、发育深度；应统计裂隙率、岩溶率。

9.2 应查明地下水类型、补给、径流、排泄条件，应评述各含水层间的水力联系及地下水与地表水的水力联系，以及主要进水通道及其渗透性。

9.3 应查明各含水层岩石孔隙率、吸水率、单位涌水量、渗透系数、静水位及水头压力等水文地质特征。

9.4 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进行分层止水，并应检查止水效果，不合格时应重新进行止水。

9.5 根据不同涌水条件分别计算涌水量和渗透系数，根据抽/压水试验，结合矿区水文地质特征，采用大井法预测竖井涌水量。

9.6 水文地质条件允许，可用井中测流方法进行混合抽水，分层求取水文地质参数；对厚度大、富水性较强且自上而下富水性不均一的含水层，应分段进行抽水试验，分段求取水文地质参数，水文地质参数计算见附录 C。

9.7 应观测和详细记录钻进中涌(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，应测量涌(漏)水量，揭穿含水层时应测量稳定水位并进行压/注水试验。

9.8 应预测施工期间的涌水量（正常涌水量和最大涌水量），预测深竖井施工期间出水状态和突水可能性，并提出工程建议。

10 环境地质

- 10.1 应按 GB 18306 规定确定工程场地的地震动参数。
- 10.2 应根据区域地质环境背景，断层、新构造活动性、历史及现今地震活动性、地震动参数区划等进行区域构造稳定性分析。
- 10.3 应评价工程场地和地基的地震效应，并提供抗震设计参数。
- 10.4 应对岩土层及老窿、溶洞、断层、破碎带及岩层的节理裂隙发育程度进行描述。
- 10.5 对特殊性岩土尚应测定其特殊性指标。
- 10.6 当有特殊要求时，应进行设计要求的其他试验。

11 岩石力学

- 11.1 岩土物理力学性质的室内试验，应符合 GB/T 50266 和 GB/T 50123 的有关规定。
- 11.2 试验所用的仪器、设备，应符合 GB/T 15406 的有关规定，并应按规定进行检定和校准。
- 11.3 岩石试验项目、试验方法、技术条件等应满足深竖井工程建设勘察、设计、施工要求。
- 11.4 应分别测定自然含水 and 饱和含水状态下的岩石单轴抗压强度，并提供极限单轴抗压强度和软化系数。
- 11.5 应进行岩石单轴压缩变形试验，绘制岩石单轴压缩应力与纵向应变及横向应变的关系曲线，并提供岩石平均弹性模量、平均泊松比。
- 11.6 应进行岩石三轴压缩强度试验，围压宜依据地应力梯度变化等差级数或等比级数进行选择，并根据不同围压相应的轴向应力绘制莫尔应力圆及抗剪强度包络线，同时应确定岩石三轴应力状态下的强度参数 C、 $\phi$  值。
- 11.7 应进行岩石直剪试验，绘制各法向应力下的剪应力和剪切位移及法向位移关系曲线，确定各剪切阶段特征点的剪应力。
- 11.8 工程岩体分级除应按 GB 50218 的有关规定执行外，还宜采用 Q（表 2）和 RMR（表 3）岩体分级方法。Q 和 RMR 分级计算见附录 D。

表 2 Q 岩体分级

评分值(Q 值)	>100	50~100	10~50	5~10	1~5	0.1~1	<0.1
岩体级别	I	II	III	IV	V	VI	VII
岩体质量描述	非常好	很好	好	一般	差	很差	非常差

表 3 RMR 岩体分级

总评分值(RMR 值)	100~81	80~61	60~41	40~21	< 21
岩体级别	I	II	III	IV	V
岩体质量描述	非常好	好	一般	差	非常差

- 11.9 岩体物理力学参数宜根据钻孔取芯地质编录、地应力、岩石力学、地下水等综合反演分析、计算；应包括以下内容：
- a) 岩体的密度、容重、比重、孔隙率、吸水率、单轴抗压强度、抗拉强度、点荷载强度等物理力

学参数，可采用试验成果的算术平均值作为标准值；

b) 岩体变形参数取原位试验成果的算术平均值作为标准值。

11.10 岩爆倾向性评估宜采用强度应力比法、弹性形变能指数法。

## 12 成果编制

12.1 应在完成现场工程勘察（附录内存在 统一修改）工作和各项资料的收集、整理、归纳、检查、分析、研究的基础上，编制形成《xxxx金属矿深竖井建设工程勘察报告》（以下简称“勘察报告”），勘察报告编制大纲参见本文件的附录 E。

12.2 工程勘察报告应包括正文、附件、图表三部分。

12.3 勘察报告应保证原始资料可靠，数据准确，图表齐全，分析合理，结论明确，所给建议与实际相符，经济技术合理。

## 附录 A

水文地质类型分类表

划分依据	第一型 水文地质条件 简单矿床	第二型 水文地质条件 中等矿床	第三型 水文地质条件 复杂矿床
矿床的排水条件、地表水体与矿体的关系	主要矿体位于当地侵蚀基准面以上,地形有利于自然排水;主要矿体位于当地侵蚀基准面以下,附近无地表水体	主要矿体位于当地侵蚀基准面以下,附近地表水不构成矿床的主要充水因素	主要矿体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;地质构造复杂,存在沟通区域性强含水层(带)的强导水构造
主要充水含水层的补给条件	差	一般	好
第四系覆盖	很少或无第四系覆盖	第四系覆盖面积小且薄	第四系覆盖层厚度大,含水层分布广
水文地质边界条件	简单	中等	复杂
充水含水层富水性	弱	中等	强
隔水性能	存在良好隔水层	无强导水构造	存在强导水构造沟通充水含水层
老窿水及分布状况	无老窿水分布	存在少量老窿水,位置、范围、积水量清楚	存在大量老窿水,位置、范围、积水量不清楚
疏干排水是否产生地表塌陷、沉降	疏干排水不会产生塌陷、沉降	疏干排水可能产生少量塌陷	疏干排水可能产生大量地表塌陷、沉降

注: 1 各型矿床划分应至少符合表中3条划分依据。

2 充水含水层富水性按钻孔单位涌水量( $q$ )划分,  $q \leq 0.1\text{L} / (\text{s} \cdot \text{m})$  为弱富水性;  $0.1\text{L} / (\text{s} \cdot \text{m}) < q \leq 1.0\text{L} / (\text{s} \cdot \text{m})$  为中等富水性;  $q > 1.0\text{L} / (\text{s} \cdot \text{m})$  为强富水性。

## 附录 B

## 水质试验项目和试验方法

号	试验项目	试验方法
1	pH 值	电仪法或锥形玻璃电极法
2	$\text{Ca}^{2+}$	EDTA 容量法
3	$\text{Mg}^{2+}$	EDTA 容量法
4	$\text{Cl}^{-}$	摩尔法
5	$\text{SO}_4^{2-}$	EDTA 容量法或质盘法
6	$\text{HCO}_3^{-}$	酸滴定法
7	$\text{CO}_3^{2-}$	酸滴定法
8	侵独性 $\text{CO}_2$	盖耶尔法
9	游离 $\text{CO}_2$	碱滴定法
10	$\text{NH}_4^{+}$	纳氏试剂比色法
11	$\text{OH}^{-}$	酸滴定法
12	总矿化度	计算法
13	氧化还原电位	铂电极法
14	极化电流密度	原位极化法
15	电阻率	四极法
16	质量损失	管罐法

注：1.序号 1~12 为判定水腐蚀性需试验的项目；序号 1~7 为判定土腐蚀性需试验的项目，作土的易溶盐分析，土水比为 1：5。



2.序号 13~16 为判定土对钢结构腐蚀性试验项目。

3.序号 1 对水试样为电位法，对土试样为锥形玻璃电极法，为原位测试；序号 2~12 为室内试验项目；序号 13~15 为原位测试项目；序号 16 为室内搅动土的试验。

4.硫化矿等矿山地下水、坑道排水应做硫化物及铁、锰等重金属定性试验。定性试验含量较大时，应做定量试验。

## 附录 C

## 岩石渗透系数及涌水量计算公式

B1.岩石渗透系数计算公式：

$$K = \frac{0.366Q \lg \frac{R}{r}}{SM} \quad (1)$$

$$R = 10S\sqrt{K} \quad (2)$$

B2.承压—无压水非完整井涌水量计算公式：

$$Q = \frac{2\pi K ( (2H - M) M - h_0^2 )}{2 \ln \frac{R}{r_0} + \xi_0} \quad (3)$$

B3.潜水含水层稳定流抽水试验的渗透系数计算公式：

$$K = \frac{0.732 \times Q \times \lg \frac{s}{r}}{(2H - s)s} \quad (4)$$

$$R = 2s\sqrt{HK} \quad (5)$$

B4.潜水完整井涌水量计算公式：

$$Q = \frac{1.366K(2M - S)S}{\lg \frac{R}{r_0}} \quad (6)$$

## 附录 D

## 岩体质量分级

## D1. Q 分级

$$Q = \frac{RQD}{J_n} \times \frac{J_r}{J_a} \times \frac{J_w}{SRF} \quad (8)$$

式(8)中:

Q-岩体质量分类指标;

RQD-岩石质量指标;

$J_n$ -节理组数系数, 宜按表 6 选取, 0.5~20, 值越小, 岩体越完整;

$J_r$ -节理面粗糙度系数, 宜按表 7 选取;

$J_a$ -节理蚀变影响系数, 宜按表 8 选取; 蚀变愈严重, 值愈大; 节理面紧密结合, 夹有坚硬不软化的充填物时, 取 0.75; 节理中夹有膨胀性黏土时, 取 8~12;

$J_w$ -节理水折减系数; 节理渗水量愈大, 水压愈高, 值愈小; 干燥或微量渗水, 水压小于 0.1MPa 时, 取 1.0; 渗水量特别大或水压特别高, 持续无明显衰减时, 取 0.1~0.05;

SRF-应力折减系数; 围岩初始应力愈高, 值愈大; 脆性坚硬的岩石有严重岩爆现象时, 取 10~20; 坚硬岩石有单一剪切带时, 取 2.5。

表 6 节理组数系数( $J_n$  值)

序号	节理发育情况	节理组数
1	完整岩体,没有或极少节理	0.5~1.0
2	1 组节理	2
3	1 组~2 组节理	3
4	2 组节理	4
5	2 组~3 组节理	6
6	3 组节理	9
7	3 组~4 组节理	12
8	4 组以上	15
9	压碎岩石,似土类岩石	20

表 7 节理粗糙度系数( $J_r$  值)

序号	节理面粗糙度描述	不连续面	起伏度	平面
1	粗糙	4.0	3.0	1.5
2	平滑	3.0	2.0	1.0
3	光滑	2.0	1.5	0.5

表 8 节理蚀变影响系数( $J_a$  值)

序号	节理蚀变影响系数	$J_a$ 值	
一	节理面直接接触（无矿物充填，或只有薄膜覆盖）	参与摩擦角	$J_a$ 值
1	紧密闭合、坚硬、不软化、不透水填充物	—	0.75
2	节理面未变质，仅表面有斑染	25~35	10
3	节理壁轻微变质，无软化矿物盖层等充填	25~30	20
4	粉质或砂土质薄膜覆盖，有少量粘土成分	20~25	30
5	软化的或纸摩擦的粘土矿物覆盖层	8~18	40
二	错动 10cm 前节理壁直接接触		
6	裂隙中含有砂粒、松散粘土等	25~30	40
7	强烈超固结的，非软化粘土矿物充填	16~24	60
8	中等或稍微超固结的，由软化矿物组成的矿物充填	8~12	8
9	膨胀性粘土充填物	6~12	8~12
三	错动时节理壁不直接接触（厚层矿物充填）		
10	破碎岩石与粘土条带区	6~24	6、8 或 8~12
11	粉质或粘土质粘土条带区，含少量粘土成分(非软化)	—	5.0
12	粘土条带	6~24	10、13 或 13~20

## D2. RMR 分级

$$RMR = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5$$

表 9 工程岩体分级因素指标的分项评分值

序号	分类参数	取值范围				
R1	单轴抗压强度 (MPa)	>200	100~200	50~100	25~50	<25
	评分值	15	12	7	4	2
R2	岩石质量指标 RQD (%)	90~100	75~90	50~75	25~50	<25
	评分值	20	17	13	8	3
R3	节理间距(m)	>3	1~3	0.3~1	0.05~0.3	<0.05
	评分值	30	25	20	10	5
R4	节理条件	节理面很粗糙，节理不连续，节理宽度为 0，节理面岩石坚硬	节理面稍粗糙，宽度小于 1mm，节理面岩石坚硬	节理面稍粗糙，宽度小于 1mm，节理面岩石软弱	节理面光滑或含厚度小于 5mm 的软弱夹层，节理开口宽度 1mm~5mm，节理连续	含厚度大于 5mm 的软弱夹层，开口宽度大于 5mm，节理连续

T/MMAC XXX-XXXX

	评分值	30	25	20	10	5
R5	地下水	完全干燥	有潮气	潮湿	滴水	有水流
	评分值	10	8	7	4	0

## 附录 E

(资料性)

### 勘察报告编制大纲

#### A.1 项目概况

A.1.1 勘察目的、任务要求和依据的技术标准：简述勘察项目来源，说明勘察工作的目的及任务，以及矿权人和设计单位对勘察工作的具体要求。说明报告编制依据的法律法规、技术规范、参考资料等。

A.1.2 拟建工程概况：概述拟建深竖井的用途、坐标、井口标高、井筒深度、井筒直径等。

#### A.2 勘察区概况

##### A.2.1 自然地理情况

简述勘察区所处位置、地貌类型、地形起伏特点、坡度、切割密度、空间分布等；说明勘察区气候类型，及气温、降水量、蒸发量、相对湿度、风向风速、年无霜期及冻土深度等；简述勘察区内主要地表水体的水系、水文特征，以及区内最低侵蚀基准面标高。

##### A.2.2 勘察区地质背景

简述勘察区的主要地层的岩性、时代、分布、厚度等特征。详细叙述勘察区的地质构造特征、水文地质特征等，重点说明松散、软弱、崩解、膨胀和易溶岩层的分布，断层、节理裂隙密集带、破碎带等的位置、产状、规模及其导水性富水性等，涌水量丰富的含水层、强透水带和补给水源的情况，岩溶的形态、发育程度、发育条件和分布规律，有害气体或放射性元素的性质、含量及其分布范围，岩体应力状况、地温情况，工区山体及边坡的稳定性、岩石分级和围岩工程地质分类、勘察区内建（构）筑物变形情况等。

#### A.3 勘察工作方法及其质量评述

##### A.3.1 地质测绘

说明施工单位、时间、测绘内容、技术指标、技术手段、测量仪器、工作方法、依据标准等相关内容，对完成工作量及质量进行评述。

##### A.3.2 地面物探

说明施工单位、时间、工作方法、测网布设、资料处理和地质解释方法、误差分级，对完成工作量及质量进行评述。

##### A.3.3 钻探

说明施工单位、施工时间、钻孔施工目的、用途及其布置原则、钻孔直径、钻进方法、工艺和钻探设备及其选择依据；综合评价钻探工程质量等级，包括孔位、岩土心（样）采取率与岩心完整率、孔深校正、钻孔弯曲度、简易水文地质观测、封孔、原始记录等指标。

##### A.3.4 物探测井

说明测井单位、测量设备、测量方式、测量参数、采样频率、依据标准等相关内容，评价测井工作质量。

##### A.3.5 水温、地温测量

说明测试单位、测量设备、测量方法、误差校正、依据标准等相关内容，对完成工作量及质量进行评述。

##### A.3.6 地应力测试

说明测试单位、测试方法、测量仪器、资料处理方法、依据标准等，对完成工作量及质量进行评述。

##### A.3.7 岩矿鉴定

说明采样单位、采样方法、采样数量、鉴定单位、测试项目、鉴定方法、依据标准、仪器设备等，评价岩矿鉴定工作质量。

##### A.3.8 水、土、气、岩样采集及测试

说明采样单位、采样方法、各类样品种类、规格及其确定的依据，论述采样工作质量及样品代表性。说明测试单位、测试项目、测试方法、依据标准、仪器设备、内部质量控制方法，评价工作质量。

##### A.3.9 抽（注）水试验

说明施工单位、试验设备、试验方法、试验过程，评价抽（注）水试验质量。

#### A. 3.10 岩样放射性测试

说明测试单位、测量设备、测量方法、测量精度、测试环境、依据标准等相关内容，对完成工作量及质量进行评述。

### A. 4 工程地质条件评价

#### A. 4.1 地层岩性

说明深竖井工程通过地段的岩石种类、详细描述其岩性、厚度、产状、成因类型、风化蚀变程度、完整性、物理力学性质等。

#### A. 4.2 地质构造

说明深竖井工程通过地段的地质构造，特别是断层、节理等各种结构面的发育地段、产状和性质，岩土接触面和软弱夹层的特性，评价其对深竖井工程的影响。

#### A. 4.3 不良地质作用

评价场地不良地质作用，简述施工场地可能发生的不良地质现象，并提出防治建议。

#### A. 4.4 地应力特征及岩爆倾向性

说明深竖井围岩地应力梯度，结合深部高地应力区内饼化岩心分布位置、埋藏深度及饼化厚度，评价地应力对工程的影响。评价围岩岩爆倾向性，确定岩爆可能发生的区段和等级。

#### A. 4.5 稳定性评价

划分围岩的岩体质量等级，评价深竖井井口及围岩稳定性，预测深竖井施工中可能出现的问题，同时应对深竖井施工方法、支护类型等提出建议。

### A. 5 水文地质条件评价

#### A. 5.1 含水层划分

简述深竖井工程通过地段含水层、隔水层的埋藏深度、岩性、厚度，重点说明各含水层的岩性特征、裂隙结构、单位涌水量、渗透系数、静水位及水头压力等水文地质特征，论述各含水层富水性及埋深。

#### A. 5.2 地下水补给、径流及排泄

评述各含水层间的水力联系及地下水与地表水的水力联系，说明地下水补给、径流与排泄的方式及特征。

#### A. 5.3 地下水水质特征

评述各含水层地下水的水质、水温、水化学类型，评价地下水对建筑材料的腐蚀性，并提出防治建议。

#### A. 5.4 涌水量预测

预测施工期间的涌水量（正常涌水量和最大涌水量），预测深竖井施工期间出水状态和突水可能性，并提出工程建议。

### A. 6 环境地质条件评价

评述勘查区及附近地区断层、新构造活动性、历史及现今地震活动性、地震动参数区划等，分析区域构造稳定性；评价场地和地基的地震效应，并提供抗震设计参数；评价勘查区岩土层及老窿、溶洞、断层、破碎带及岩层的节理裂隙发育程度和可能引起的塌陷和地面沉降、开裂等地面变形现象；评述特殊性岩土的特殊性指标，评价其对竖井施工的影响，并提出处理建议；评价不同深度地温变化和地温梯度，对高地温地段可能对深竖井工程产生的影响做出评价；评价固体废弃物中有毒有害物质对竖井施工的影响，及其可能造成的地表水、地下水、土壤环境污染，提出防治措施建议；说明岩体放射性情况，评价其对竖井施工的影响及可能造成的环境污染，并提出处理建议。

### A. 7 结论与建议

综合分析相关工作成果，评价勘查区进行深竖井施工的适宜性与可行性；结合可能影响施工的不良因素，提出施工过程中的注意事项、防治措施及建议。

### A. 8 附图

勘察报告后应附下列图纸：

- 区域综合地质图（附综合地层柱状图和典型地质剖面）；
- 区域构造与地震震中分布图；
- 场地综合地质图（附综合地层柱状图和典型地质剖面）；
- 场地地形地貌图；

- e) 场地工程地质图;
- f) 场地专门性水文地质图;
- g) 沿井筒中心线的完整地质剖面图;
- h) 沿井筒中心线的完整水文地质剖面图;
- i) 沿井筒中心线的完整工程地质剖面图;
- j) 勘查钻孔柱状图;
- k) 综合测井曲线成果图;
- l) 钻孔抽(注)水试验综合成果图;
- m) 深竖井展示图;
- n) 钻孔弯曲曲线剖面图及水平投影图;
- o) 其它必要的附图。

#### A.9 附表

**勘察报告后应附下列表格:**

- a) 气象要素统计表;
- b) 井、泉、生产矿井、老窿、溶洞调查资料综合表;
- c) 钻孔质量统计表;
- d) 钻孔弯曲度测量表;
- e) 地球物理测井原始数据表;
- f) 裂隙发育情况统计表;
- g) 岩、土试验成果汇总表;
- h) 水质分析成果表;
- i) 地下水动态、岩土体变形等监测成果汇总表;
- j) 钻孔抽(注)水试验成果表;
- k) 水库诱发地震等监测成果汇总表;
- l) 地应力测试结果表;
- m) 水温测量结果表;
- n) 有毒有害气体测量统计表;
- o) 其它必要的附表。

#### A.10 其他附件

- a) 勘察任务来源文件;
- b) 勘察单位资质证书;
- c) 勘察单位对资料真实性、准确性、全面性的书面承诺;
- d) 岩矿鉴定报告;
- e) 地震安全性评价报告;
- f) 地面物探报告;
- g) 物探测井报告;
- h) 岩土试验报告;
- i) 地应力测量报告;
- j) 岩爆倾向性评价报告;
- k) 水质分析报告;
- l) 专门性工程地质问题研究报告;
- m) 钻孔按序编排的全部岩芯清晰照片,并标注清楚每段岩芯的起、止标高;
- n) 其它必要的附件。