固体矿产勘查原始地质编录之八

水文、工程地质测量、环境地质调查

钱光胜

二〇〇八年四月

目　录

1 预查、普查阶段对水、工、环地质的要求 1
1.1 预查阶段 1
1.2 普查阶段 1
2 水、工、环地质工作的任务和主要内容 1
2.1 收集资料 1
2.2 水、工、环地质调绘 1
2.2.1 水文地质测绘 1
2.2.2 工程地质测绘 2
2.2.3 环境地质调查 2
2.3 钻孔简易水文地质观测 2
2.4 钻孔水文地质工程地质编录 2
2.5 坑道水文地质工程地质编录 3
3 水、工、环地质工作的技术要求及工作方法 3
3.1 收集资料 3
3.1.1 收集气象水文资料 3
3.1.2 收集地形地貌资料 3
3.1.3 收集地震资料 3
3.1.4 收集区域水文地质资料 4
3.1.5 收集区域工程地质资料 4
3.1.6 收集区域环境地质资料 4
3.1.7 收集附近矿山水工环地质资料 4
3.2 水、工、环地质调绘 4
3.2.1 准备工作 4
3.2.2 野外工作 5
3.2.3 室内工作 11
3.3 钻孔简易水文地质观测 11
3.4 钻孔水文地质工程地质编录 12
3.5 坑道水文地质工程地质编录 13
3.6 摄像 14
4 主要成果资料 14

水文、工程地质测量、环境地质调查

1 预查、普查阶段对水、工、环地质的要求

1.1 预查阶段

寻找的矿产与地表水、地下水关系密切时，应收集、分析区域水文地质、工程地质、环境地质资料，为开展下步工作提供设计依据。

1.2 普查阶段

大致了解开采技术条件，包括区域和测区范围内的水文地质、工程地质、环境地质条件，为详查工作提供依据。对开采技术条件简单的矿床，可依据与同类矿山开采条件的对比，对矿床开采技术条件作出评价；对水文地质、工程地质、环境地质条件复杂的矿床，应进行适当的水文地质工作，了解地下水埋藏深度、水质、水量以及近矿围岩强度等。

2 水、工、环地质工作的任务和主要内容

2.1 收集资料

通过对矿区所在地的气象水文、历史地震、区域水文地质、区域工程地质、附近矿山的水文地质工程地质环境地质（如矿山地质环境影响评估、矿山地质灾害危险性评估、矿山环境评估等）资料的收集，确定矿区所处的地貌单元、水文地质单元的位置，初步了解矿区的地质环境条件和开采技术条件。

2.2 水、工、环地质调绘

2.2.1 水文地质测绘

通过对地表水、地下水天然露头和人工露头的调查、访问、观测，对含水层、构造破碎带的富水性、导水性、分布规律和埋藏条件，对地表水和地下水的补给、径流、排泄条件进行研究，达到分析矿区的水文地质特征、矿床充水因素及边界条件，提供供水水源地（或供水水源方向）和基础资料。分区域水文地质测绘（比例尺 1：1 万～1：5 万）和矿区水文地质测绘（比例尺 1：2 千～1：1 万）。

区域水文地质测绘是对一个完整的水文地质单元进行测绘，重点查明区域地下水的补给、径流、排泄条件。水文地质条件简单的矿区可不进行区域水文地质测绘。

矿区水文地质测绘是对矿床疏干可能影响的范围及补绘边界进行测绘，重点查明矿床充水因素及矿区水文地质边界条件。

2.2.2 工程地质测绘

通过对矿区岩土体性质、软弱结构面、岩石风化特征、自然边坡及人工边坡、物理地质现象、冻融状况等的调查、观测，划分矿区的工程地质岩组、岩体结构类型、冻融区界线，提出矿区主要工程地质问题和基础资料。测绘范围以达到采矿工程可能影响的边界外 200～300m（一般与矿区水文地质测绘范围同），比例尺 1：2 千～1：1 万（一般与矿区水文地质测绘比例尺同）。

2.2.3 环境地质调查

通过对矿区及影响范围的区域稳定性、滑坡、崩塌及危岩、山洪泥石流、地面塌陷（采空塌陷、岩溶塌陷）、地裂缝、地面沉降、地表水、地下水污染、废弃物污染、旅游区、文物保护区、自然保护区等的调查、访问、观测，对矿区环境地质条件进行评价，初步确定矿区地质环境类型。调查范围和比例尺一般同矿区水文地质测绘范围和比例尺。

2.3 钻孔简易水文地质观测

利用地质钻孔，观测钻进中水位和消耗量，记录涌（漏）水、掉块、塌孔、缩（扩）径、逸气、涌砂、掉钻、卡钻等现象发生时的孔深，涌水时测量涌水量、水温、水压，必要时进行简易放水试验和采水样进行水质检测。此项工作由钻探人员进行，水文地质人员检查、监督。

2.4 钻孔水文地质工程地质编录

利用地质钻孔，描述岩芯的裂隙性质和密度、岩石风化程度和深度、岩溶形态、大小、充填情况、发育深度，统计裂隙率、岩溶率；统计与描述岩芯块度，确定钻孔中流砂层、破碎带、裂隙密集带、软弱夹层、蚀变带的位置和深度，测定岩石质量指标（RQD）。编制钻孔水文地质工

程地质柱状图，划分钻孔含水段和工程地质软弱段。

2.5 坑道水文地质工程地质编录

利用勘探坑道描述和观测坑道出水、积水的状态、位置、水量、水温、水的物理性质；观察描述软弱夹层、风化带、构造破碎带、蚀变带、岩溶发育带的特征、分布、产状、溶蚀现象；统计节理裂隙；描述地下水活动对井巷围岩稳固性的影响及水文地质、工程地质问题（如突水、冒顶、片帮、坑壁变形等）发生的位置，不稳定地段掘进与支护方法。编制坑道水文地质工程地质素描图。

3 水、工、环地质工作的技术要求及工作方法

3.1 收集资料

3.1.1 收集气象水文资料

气象资料包括平均气温、最高气温、最低气温、年降水量、最大日降水量、雨季时段、年蒸发量、相对湿度、主要风向、平均风速、最大风速、冻结深度等资料，一般从当地气象台站或区域水文地质报告中收集。

水文资料包括与矿区有关的河流的正常水位标高、洪水位标高、平均流量、最大流量、最枯流量、流速等资料，一般从当地水文站或区域水文地质报告中收集。

3.1.2 收集地形地貌资料

地形地貌资料包括地势、地貌单元的名称、夷平面的分级及高程、岩溶发育的期次及高程、阶地的分级及高程、山地的分级及高程、丘陵的分级及高程、当地侵蚀基准面的标高等，一般从区域水文地质报告中收集。

3.1.3 收集地震资料

地震资料包括历史地震的震级、震中位置，发震断裂的名称、倾向、倾角、规模，当地抗震设防烈度、地震动峰值加速度和地震动反应谱特征周期等，一般从当地地震台站或《建筑抗震设计规范》（GB50011-2001）、《中国地震动参数区划图》（GB18306-2001）、区域地

质报告中收集。

3.1.4 收集区域水文地质资料

区域水文地质资料包括区域地下水类型、含水层的富水性、地下水的补给、径流、排泄条件、水文地质单元的划分、地表水地下水的水力联系、地表水地下水动态变化等，一般从区域水文地质报告中收集。

3.1.5 收集区域工程地质资料

区域工程地质资料包括区域工程地质岩组的划分及各岩组的基本特征、岩土物理力学性质及参数、软弱带的基本性质、主要工程地质问题等，一般从区域水文地质报告或区域水文地质工程地质综合报告中收集。

3.1.6 收集区域环境地质资料

区域环境地质资料包括区域地壳稳定性、区域地质环境背景（如放射性、地热、有毒有害物质、地球化学背景等）、污染源及污染物、地质灾害等不良地质现象、自然保护区、文物保护区、旅游区等，一般从当地规划部门或附近矿山地质环境影响评估报告、矿山地质灾害危险性评估报告、矿山环境评估报告、区域地球化学报告中收集。

3.1.7 收集附近矿山水工环地质资料

附近矿山（特别是同类矿山）开采、规划、设计的关于矿山开采技术条件（水文地质、工程地质、环境地质、其他开采技术条件等）的资料是非常重要的，特别是井巷突水及涌水量、边坡的稳定性、井巷的稳定性、瓦斯等有毒有害气体、地热、放射性等，对预、普查矿区可采用类比法来评价其开采技术条件。

3.2 水、工、环地质调绘

3.2.1 准备工作

（1）确定调绘比例尺及范围

在收集资料的基础上，确定调绘比例尺（区域 1：1 万～1：5 万，矿区 1：2 千～1：1 万），确定调绘范围（区域应包括一个完整的水文地质单位，矿区应包括矿床疏干可能影响的范围及补给边界）。

（2）准备地形图或地形地质图

收集矿区已有的比例尺尽量大的地形图或地形地质图做工作底图。

（3）野外踏勘

调绘前应由单位技术部门专业负责人与矿区专业人员一道对工作区进行现场踏勘，了解基本的水工环地质条件及工作环境条件。

（4）人员组织

根据工作区的工作环境条件及工作进度要求组织野外作业人员并进行作业分工。一般一个组由 3 人组成，组长负责全面调绘工作并执图和定点，组员负责观测和记录。

（5）准备工具用品

主要工具用品有挎包、讲义夹、数码像机、GPS（手持式）、罗盘、放大镜、地质锤、三角板、量角器、文具盒（内装各种文具）、钢卷尺、钢板尺（30cm）符号笔、三角堰、矩形堰、水位仪（或水位测钟）、温度计（酒精，50℃）、秒表、测绳、计算器等。

（6）准备记录表格和图示图例

主要记录表格有水文地质点调查表、河流（溪沟）调查表、地质观察点记录表、裂隙统计表、水样标签、岩（土）样标签等统一表卡。编制标准、统一的图示图例。

3.2.2 野外工作

（1）水文地质测绘

测绘方法以沿沟追索为主，辅以横向穿插。主要观测对象是地表水和地下水的天然露头或人工露头（泉、井、钻孔、老窑、暗河等）。

a、泉点调查：观测和记录泉点所在的地理位置，地貌特征，地质部位（如断层带、裂隙带、岩层界线、褶曲轴部、岩层内部等）及岩性，泉的类型（上升泉、下降泉）、溢出状态（股状涌出、线状涌出、面状溢出）、流量、泉周特征（如泉华堆积、冒热气、水草丛生等）、水温及当地当时气温、水色、嗅、味、透明度、动态变化、与地表水的关系、是否被利用等。记录于“水文地质点调查表”中。

流量一般用三角堰或矩形堰观测，也可以用梯形堰观测。选择流速较稳定、水面较窄、无明显侧漏的过水段安堰。反复测量堰口两侧堰顶

至堰内水面的高度，确认堰顶保持水平、过堰水流呈悬空状态，检查并确认堰侧无渗漏，待堰内水位稳定后，即可测过堰水深。观测时用钢板尺测量堰顶至堰内水面的高度（水面堰高），读数精确至 0.1cm，用堰口总高（堰高）减去水面堰高即是过堰水深，用过堰水深计算流量。（见图 1）

流量计算公式:

三角堰: $Q=0.014h^{2.5}$

矩形堰: $Q=0.01838（B-0.2h）h^{1.5}$

梯形堰: $Q=0.0186Bh^{1.5}$

式中: Q——过堰流量（L/S）;

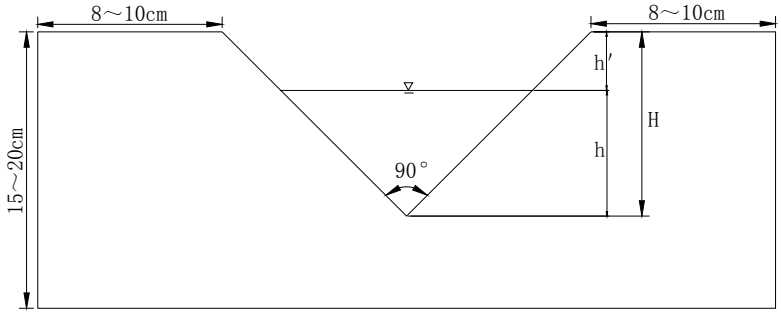
H——过堰水深（cm）;

B——堰槛宽度（cm）。

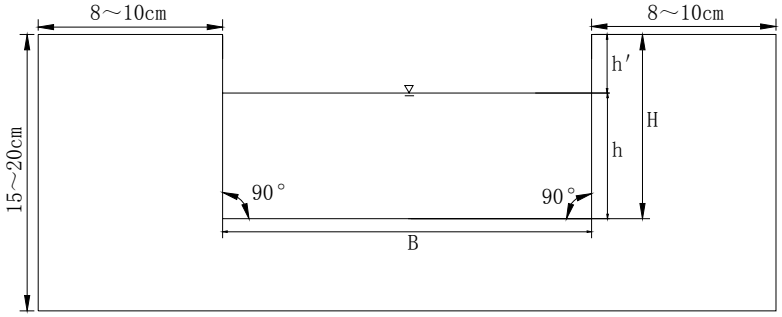
温度一般用红色酒精温度计（50℃）量测。测量水温时应尽量靠近出水口，温度计必须浸没于水中，待 10～15 分钟后读取水温，温度计酒精囊头不能离开水面，读数精确至 0.1℃。测量气温时温度计必须悬挂于离地面 1.5m 左右的空中，太阳光不得直接照射，待 10～15 分钟后读取气温，读数精确至 0.1℃，读数时人与温度计距离不得小于 0.3m。

b、井点和钻孔调查: 观测和记录井（孔）点所在的地理位置、地貌特征、地质部位及岩性、井的类别、井（孔）的平面形态、井（孔）直径或长宽、井（孔）深度、水位埋深及水位标高、水是否溢出井（孔）口、与地表水的关系、水温及当地当时气温、水色、嗅、味、透明度、动态变化、被利用情况（如供多少户多少人畜饮用、灌多少亩田土等）。必要时进行提水试验求其出水量。记录于“水文地质点调查表中”。

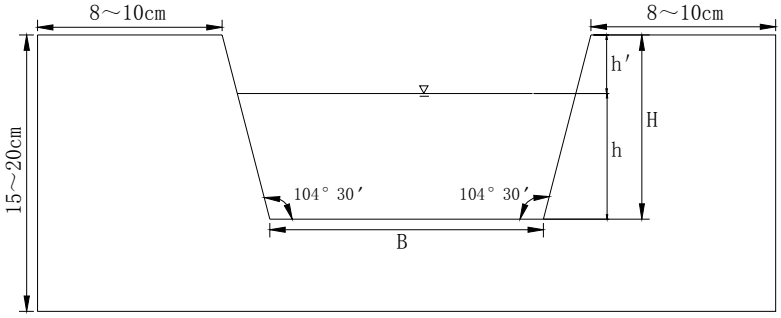
三角堰



矩形堰



梯形堰



H ----堰高（cm），一般H=10cm
h′----水面堰高（cm）
h ----过堰水深（cm），h=H-h′
B ----堰口槛宽度（cm），一般B=20cm
注：一般选用厚0.8～1.0cm的白铁皮制作

图1　测流堰示意图

出水量计算:

$$Q=\frac{Q'}{t}$$

式中: Q——出水量（L/s）;

Q′ ——提出水量（L）;

t——停止提水后恢复至提水前水位所需时间（s）。

c、老窑、溶洞调查: 记录描述其形状、大小、有无积水或流水、水量、水温及当地当时气温、水色、嗅、味、透明度，所处地层层位及岩性、水的来源等。流水流量的测流方法同泉点。记录于“水文地质点调查表”中，并进行必要的说明。

d、暗河调查: 记录描述水深、流量、分析或追索暗河水来源，有无水生物、水温及当地当时气温、水色、嗅、味、透明度，水的排泄地点、水的利用情况等。大的暗河可用浮漂法测其流量。记录于“水文地质点调查表”中，并进行必要的说明。

浮漂法测流应选择水流平缓、河道平直、河底无大的障碍物的过流段作浮漂法测流段。根据河道平直程度，选择 1～3 个断面，测量其过水宽度及深度并作好断面位置标记。用测杆或测绳布置于水流断面之上，根据河面宽度及河底起伏状况选择 3 个以上的测点，测量过水水深及在断面上的平面位置。测量上、下断面的距离。准备好的浮漂（野外可选用比重比水小的、色彩明显的、直径小于 1cm 的干树枝或秸杆等制成长度 2～3cm 的浮漂）从上游断面上游 0.5m 以上处投入水中，浮漂经过上游断面时记时开始，当浮漂经过下游断面时计时停止。相同方法反复测量一次，两次测量的时间误差＜0.5%，取其平均值作为漂流时间。若超差，应重测，直至符合要求。

流量计算: Q=KAL/t

式中: Q——流量（m^3/s）;

K——浮漂系数，一般河道 K=0.8～0.9，普通水深为 0.3～1.0m 时 K=0.55～0.75，长满草的河道 K=0.45～0.65;

A——水流横断面面积（m^2），边岸用三角形计算，中间用梯形计算;

L——上、下断面的距离（m);

t——浮漂经流上、下断面的历时（s)。

e、河流（溪沟）调查：调查、观测和记录河（溪）断面形态（“U型”、“V型”)、河道顺直弯曲情况、枯水位及洪水位标高（洪痕调查)、河槽宽度及高度、河水面宽度及水深、一般流量、最枯流量、最大流量、测时流量、流速、水温及当地当时气温、水色、嗅、味、透明度、悬浮物、被利用情况等。可用堰测法或浮漂法测流。记录于“河流（溪沟）调查表”中。

f、水库、堰塘、湖泊等地表水体调查：调查和记录正常蓄水量、最大蓄水量、正常高水位、最高水位、渗漏情况、侵没情况、坝库的稳定情况、补给源、泄洪情况等。记录于野外地质记录簿中。

（2）工程地质测绘

a、结构面调查：结构面是指岩体内开裂的和易开裂的面，如层面、节理、断层、片理等，又称不连续面。调查和描述矿区内软弱夹层（如成层岩体的泥化层面、一组很发育的裂隙、次生泥化夹层、含断层泥和糜棱岩的断层等）及各类结构面的分布、物质组成、胶结程度、结构面特征（结构面类型、力学性质、形状、挤压破碎程度、粗糙光滑程度、平整弯曲程度、延伸情况、充填程度和充填物质、蚀变程度、擦痕和阶步、产状等）及组合关系等。记录于野外地质记录簿中。

b、风化带调查：对矿体主要围岩调查和描述其风化特征（岩石新鲜程度、组织结构变化程度、矿物成分变化、次生矿物、切割破碎程度、裂隙发育程度、充填程度及充填物等)、划分岩体的风化带。记录于野外地质记录簿中。

c、斜坡和边坡调查：对自然斜坡和人工边坡调查和描述其斜（边）坡坡高、坡面形态与岩体结构的组合关系、坡角、斜（边）坡类型、稳定状况、破坏程度、破坏因素、冲刷情况、植被情况、风化情况、不良地质现象（如滑坡体、错落体、崩塌体和危岩等)。记录于野外地质记录簿中。

d、节理裂隙统计：选择有代表性的岩面进行节理裂隙统计，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。记录于裂

隙统计表（可自行设计）中。

（3）环境地质调查

a、地质灾害调查：调查和描述矿区及影响范围内的滑坡、崩塌及危岩、泥石流及山洪、地面塌陷（采空塌陷、岩溶塌陷）、地面下沉、地面裂缝、水位下降、海水入侵、污水倒灌等地质灾害的分布范围、形态特征、要素、形成条件及激发条件、危害和影响程度、与矿区的关系等。

①滑坡调查：圈定滑坡周界、滑坡壁、滑坡平台、滑坡舌、滑坡裂缝、滑坡鼓丘等要素；滑动带部位、滑痕指向、倾角、滑带的组成和岩土状态，裂缝的位置、方向、深度、宽度、产生时间、切割关系和力学属性（牵引、推移、牵引及推移）；水和地下水情况；滑坡带内树木、建筑物等的变形、位移情况等。

②崩塌及危岩调查：调查其地形地貌、崩塌类型、规模、范围、崩塌体的大小和崩落方向，崩塌区岩体的岩性特征、风化程度和水的活动情况，崩塌区的地质构造、岩体结构类型、结构面的产状、组合关系、闭合程度、力学属性（张性、压性、压扭性）、延展及贯穿情况、形成因素及激发因素等。

③泥石流及洪水调查：沟谷的地形地貌特征(包括沟谷的发育程度、切割情况、坡度、弯曲、粗糙程度）及最高水位标高。形成区的水源类型、水量、汇水条件山体坡度、岩性及风化程度；流通区的沟床纵横坡度、跌水、急湾等特征、沟床两侧山坡坡度、稳定程度、沟床的冲刷淤积变化和泥石流的痕迹；堆积区的堆积扇分布范围、表面形态、纵坡坡度、植被、河道变迁和冲刷淤积情况，堆积物的性质、层次、厚度、粒径（一般粒径和最大粒径）、历次泥石流发生的时间、降雨量、灾情及危害程度。

④地面塌陷调查：采空区矿层的分布、层数、厚度、深度、埋藏特征、开采层的岩性及结构；矿层开采深度、厚度、时间、方法、顶板支撑及采空区的塌落、密实程度、空隙和积水等；地表变形特征（地表陷坑、台阶、裂缝位置、形状、大小、深度、延伸方向及其与采空区、地质构造、开采边界、工作面推进方向等的关系，采空区附近抽、排水情

况等）。岩溶塌陷的成因、形态、规模、分布、土层厚度、下伏基岩岩溶特征，地表水地下水活动情况，土洞发育程度等。地面塌陷造成的危害及影响程度。

b、污染调查：对地表水、矿坑水、废渣污染等调查其污染位置、主要污染物的浓度、排（堆）放量、排（堆）放方式、排放途径和去向、处理和综合利用状况。必要时应采样检测。

c、放射性及有毒有害物质调查：对放射性、有毒有害物质调查其背景值、分布。特别是对硫化矿床（如黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿等）、高硫煤矿床、放射性、汞、砷等对人体有害有毒的矿坑水及废弃的尾矿和废石堆在降水淋滤作用下对水体的污染调查。必要时应采样检测。

（4）人文环境调查

调查矿区及工作区是否位于旅游区、文物保护区、自然保护区内，矿产勘查、开发是否会对人文环境造成影响和破坏及破坏程度。调查人文环境的类型、级别、管理单位及管理方式、建立时间、与矿区的距离等。

3.2.3 室内工作

将水文地质测绘、工程地质测绘、环境地质调查的资料进行综合整理，用标准统一的图示图例，利用矿区地形地质图编制矿区水文地质工程地质环境地质图。图上一般应反映：泉水点的编号、位置、流量、观测日期，井水点编号、位置、水位标高（测有流量的井可作为泉使用）、观测日期；其他观测点（如裂隙点、结构面点、地貌点、岩溶点、地灾点、污染调查点、矿渣堆放点、老窿及生产坑道、简易水文地质观测钻孔等）的编号、位置及范围；水文地质工程地质分区界线、分水岭界线、环境地质或地质灾害危险性分区界线等。用点、线、符号、花纹、颜色等分别表示，尽量好看易懂。

3.3 钻孔简易水文地质观测

观测冲洗液消耗量、回次水位（提钻后、下钻前各测一次）、停钻水位、终孔静止水位（水位无系统上升或下降，4 小时跳动差＜5cm）、记录钻进过程中涌（漏）水、掉块、塌孔、缩（扩）径、逸气、涌砂、

掉钻、卡钻、冲洗液颜色变化等现象发生时的孔深，涌水时测量涌水量、水温、水压（水头高度），必要时进行简易放水试验（即降低水头高度、测涌水量，求取水文地质参数）采水样进行水质检测。此项工作由钻探人员进行，记录于“钻孔简易水文地质观测记录表”中。水文地质人员负责检查、监督、计算（小时消耗量、水文地质参数等），并将结果反映在钻孔水文地质工程地质柱状图上。

3.4 钻孔水文地质工程地质编录

（1）观测和描述岩芯的裂隙性质（裂面起伏情况、粗糙程度、充填程度及充填物、裂面与岩芯轴的夹角、水蚀痕迹、裂隙的力学性质等）、裂隙频率（条/m），岩溶的形态、大小、充填情况、发育深度，选择代表性的岩芯段统计裂隙率和岩溶率：

$$\text{裂隙率或岩溶率}=\frac{\text{该段岩芯裂隙或岩溶总宽度}(m)}{\text{该段岩芯长度}(m)}\times 100\%$$

$$\text{裂隙频率}=\frac{\text{该段岩芯裂隙条数(条)}}{\text{该段岩芯长度}(m)}$$

（2）统计与描述岩芯块度（岩芯柱长＞20cm 为长柱状；岩芯柱长 20～10cm 为柱状；岩芯柱长或块径 10～5cm 为块状；岩芯块径 5～2cm 为碎块状；岩芯块径＜2cm 为碎屑状），测定岩石质量指标（RQD）：

$$\text{岩石质量指标}(RQD)=\frac{\text{某岩组}>10\text{cm完整岩芯长度之和(m)}}{\text{某岩组钻进总进尺(m)}}\times 100\%$$

注：＜10cm 的岩芯若为钻进过程中或敲打岩芯时机械断裂，应上、下对接后其长度＞10cm 者应参与计算，当钻头内径＜54.1mm 时，RQD 值应适当降低，根据经验降低 20%～50%。

（3）观察和描述岩石风化程度

强风化：岩芯全部褪色、易碎、大部分母岩结构被破坏，多数矿物粘土化，裂隙面上有水蚀痕迹，风化裂隙极发育，岩芯多呈碎屑状和碎块状。

中等风化：岩石组织成分部分破坏，矿物成分基本未变化，沿节理裂隙面出现次生矿物，风化裂隙发育，岩芯多呈块状。

微风化：岩石组织结构基本未变，仅节理裂隙面有铁、锰质渲染或

矿物略有变色，有少量风化裂隙，岩芯多呈块状或柱状。

（4）确定钻孔中流砂层、破碎带、裂隙密集带、软弱夹层、蚀变带的位置和深度。

（5）将钻孔简易水文地观测、水文地质工程地质编录记录于“钻孔水文地质工程地质编录表”中。资料综合整理后编制钻孔水文地质工程地质柱状图，划分含水段和工程地质软弱段。

钻孔水文地质工程地质柱状图一般应反映地层、岩性、换层深度、分层厚度、岩性花纹、钻孔结构、采取率（用直方图）、冲洗液消耗量（用直方图）、水位（用点线图）、RQD（用直方图）、岩芯块度（用直方图）、水文地质工程地质综合描述、含水段（上、下界孔深及厚度）、工程地质软弱段（上、下界孔深及厚度）和钻孔的基本情况（孔口坐标、）高程、终孔孔深、施工日期、施工单位、方位及倾角等）。宜单独成图。

3.5 坑道水文地质工程地质编录

（1）划分不同岩性段的干燥区、潮湿区、滴水区、淋水区、涌（突）水区，对滴水区、淋水区、涌水区分别测定流量、水温和气温，观察记录水色、嗅、味、透明度，注意观察记录坑道内集中出水点、断层破碎带及裂隙的出水情况。观测坑道总涌水量（用堰测法或容积法）和不同岩性段的涌水量。记录于“坑道掘进中地下水动态观测记录表”或“坑道水文地质工程地质记录表”中。

（2）划分断层破碎带、破（碎）裂岩带、全风化带（岩石结构基本破坏，仅外观保持原岩状态，但尚可辩认，有残余结构强度，岩体被风化裂隙分割成散体状，除石英外其他矿物均变为次生矿物，碎石可用手捏碎）、强风化带、中等风化带、微风化带；观察记录软弱结构面的产状、形态特征及组合关系，坑壁的岩体稳定情况（如冒顶、片帮、掉块、垮塌、底鼓、挤压、厢木下沉、倾斜、变形、断裂、支护段的位置及岩性等。）记录于“坑道水文地质工程地质记录表”中。

（3）对不同深度、不同岩性的坑壁或掌子面进行裂隙率统计（线裂隙率或面裂隙率），描述裂隙特征。

$$\text{线裂隙率}=\frac{\text{测线穿过的裂隙的总宽度(m)}}{\text{测线长度(m)}}\times 100\%$$

$$面裂隙率=\frac{测面内裂隙总面积(m^2)}{测面面积(m^2)}\times 100\%$$

注：裂隙总面积等于每条裂隙在测面内长度与宽度的乘积之和。

（4）在水文地质工程地质编录过程中绘制坑道水文地质工程地质素描图，重要地段要附横断面图。素描图要反映地质界线，划分的干燥区、潮湿区、滴水区、淋水区、涌水区，测流位置及流量；结构面（特别是软弱结构面）的位置、产状、宽度（若不能按比例尺画出可放大表示并注明尺寸），架厢支护位置，坑壁变形破坏的情况及位置，裂隙统计点位置及裂隙率，以及必要的文字说明等。用点线、符号、花纹、颜色等表示，力求好看易懂。

3.6 摄像

对重要的水文地质、工程地质、环境地质现象均应采用数码彩色像机摄像。对地质灾害点应摄远景和近景。

4 主要成果资料

（1）区域水文地质实际材料图

（2）区域水文地质图

（3）矿区水文地质工程地质环境地质实际材料图

（4）矿区水文地质工程地质环境地质图

（5）钻孔水文地质工程地质柱状图

（6）坑道水文地质工程地质素描图

（7）泉水统计一览表

（8）井水统计一览表

（9）河（溪）统计一览表

（10）岩溶统计一览表

（11）暗河统计一览表

（12）裂隙统计一览表

（13）地灾统计一览表

（14）矿区水、工、环调绘小结

以上成果资料并非报告的附图附表。