UDC 622.12：551.579
D 14

中华人民共和国国家标准

GB 12719—91

矿区水文地质工程地质勘探规范

Exploration specification of hydrogeology
and engineering geology in mining areas

1991-02-04发布　　1991-10-01实施

国家技术监督局　发布

目　　次

1　主题内容与适用范围……（1）
2　引用标准……（1）
3　总则……（1）
4　矿区水文地质勘探……（2）
5　矿区工程地质勘探……（9）
6　矿区环境地质调查与评价……（13）
7　报告编写要求……（15）
附录A　本规范用词说明(补充件)……（18）
附录B　名词术语(补充件)……（18）
附录C　含水层富水性分级(补充件)……（19）
附录D　结构面分级表(补充件)……（20）
附录E　岩石、岩体质量及岩体优劣分级表(参考件)……（20）
附录F　冒落带导水裂隙带最大高度经验公式表(参考件)……（21）
附录G　安全隔水厚度和突水系数计算公式(参考件)……（22）
附录H　岩体结构分类表(参考件)……（23）
附录I　岩体风化程度野外鉴定表(参考件)……（25）
附录J　岩(土)样室内试验项目表(参考件)……（26）

中华人民共和国国家标准

矿区水文地质工程地质勘探规范

GB 12719—91

Exploration specification of hydrogeology and engineering geology in mining areas

1 主题内容与适用范围

1.1 本规范是固体矿产(金属、非金属、煤下同)矿区(或井田、矿段下同)水文地质工程地质勘探工作的基本准则,规定了勘探类型、勘探程度、工程量、勘探技术要求及矿区水文地质工程地质环境地质评价和报告编写的基本要求。

1.2 本规范适用于固体矿产矿区水文地质工程地质勘探,是制订勘探设计、工程质量检查、验收和报告编写、审查批准的依据。

2 引用标准

GB 3838 地面水环境质量标准
GB 5034 农田灌溉水质标准
GB 5749 生活饮用水水质标准
GB 8537 饮用天然矿泉水
GB 8978 污水综合排放标准
GB 11615 地热资源地质勘查规范
GB J 27 供水水文地质勘察规范

3 总则

3.1 勘探工作的基本任务

3.1.1 查明矿区水文地质条件及矿床充水因素,预测矿坑涌水量。对矿床水资源综合利用进行评价,指出供水水源方向。

3.1.2 查明矿区的工程地质条件,评价露天采矿场岩体质量和边坡的稳定性,或井巷围岩的岩体质量和稳固性,预测可能发生的主要工程地质问题。

3.1.3 评述矿区的地质环境质量,预测矿床开发可能引起的主要环境地质问题,并提出防治的建议。

3.2 勘查工作阶段划分及其工作程度要求

矿区水文地质工程地质勘查和环境地质调查评价应与矿产地质勘查工作阶段相适应,分为普查、详查和勘探三个阶段。水文地质和工程地质条件简单的矿区,勘查阶段可简化或合并。但提供矿山建设设计作依据的地质勘查报告,均应达到勘探阶段的要求。

普查阶段:结合矿产普查进行,对于已进行过区域水文地质工程地质普查的地区,其资料可直接利用或只进行有针对性的补充调查,大致查明工作区的水文地质工程地质和环境地质条件。

详查阶段:基本查明矿区的水文地质工程地质和环境地质条件,为矿床初步技术经济评价、矿山总体建设规划和矿区勘探设计提供依据。

勘探阶段:详细查明矿区水文地质工程地质条件,评价地质环境,为矿床的技术经济评价及矿山建

国家技术监督局1991-02-04批准　　1991-10-01实施

设可行性研究和设计提供依据。

3.3 勘查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。

3.4 已确定具有工业利用价值的矿床，通过详查工作满足矿山总体建设规划需要，但矿区水文地质或工程地质条件直接影响矿山建设开发总体设计时，应超前进行水文地质或工程地质勘探。

3.5 水文地质或工程地质条件极复杂的矿区，如确需立项建设的矿山，而勘探阶段的工作程度又难于满足设计要求，应根据矿山建设设计的实际需要，针对主要问题进行专门性的水文地质或工程地质勘探。

3.6 矿区环境地质调查评价是在地质、水文地质、工程地质勘查工作的基础上，对矿区的地质环境做出评价。

3.7 矿区水文地质工程地质勘探，应从社会的综合效益出发，既要研究保障矿山安全，连续生产，又要研究矿山排水的综合利用以及对附近水源地和地质环境的可能影响。

3.8 扩大延深勘探的矿区，应充分利用已有勘探报告和矿山生产中的资料，对矿区水文地质工程地质环境地质条件进行评价。当不能满足要求时，应根据实际需要，有针对性地进行补充勘探。

3.9 矿区水文地质工程地质勘探和环境地质调查评价，应与矿产地质勘探紧密结合，将地质、水文地质、工程地质、环境地质做为一个整体，运用先进和综合手段进行。

3.10 各矿种的矿区水文地质工程地质勘探和环境地质调查评价的基本要求以本规范为准，各矿种可依其特点，在矿种规范中制订相应要求，与本规范配套使用。

4 矿区水文地质勘探

4.1 勘探类型划分

4.1.1 根据矿床主要充水含水层的容水空间特征，将充水矿床分为三类：

第一类 以孔隙含水层充水为主的矿床，简称孔隙充水矿床；

第二类 以裂隙含水层充水为主的矿床，简称裂隙充水矿床；

第三类 以岩溶含水层充水为主的矿床，简称岩溶充水矿床。

本类可按岩溶形态划分为三个亚类：

第一亚类 以溶蚀裂隙为主的岩溶充水矿床；

第二亚类 以溶洞为主的岩溶充水矿床；

第三亚类 以暗河为主的岩溶充水矿床。

4.1.2 各类充水矿床按矿体(或层，下同)与主要充水含水层的空间关系，充水方式分为：

直接充水的矿床：矿床主要充水含水层(含冒落带和底板破坏厚度)，与矿体直接接触，地下水直接进入矿坑。

顶板间接充水的矿床：矿床主要充水含水层位于矿层冒落带之上，矿层与主要充水含水层之间有隔水层(注)或弱透水层，地下水通过构造破碎带、导水裂隙带或弱透水层进入矿坑。

底板间接充水的矿床：矿床主要充水含水层位于矿层之下，矿层与主要充水含水层之间有隔水层或弱透水层。承压水通过底板薄弱地段、构造破碎带、弱透水层或导水的岩溶陷落柱进入矿坑。

注：一般将钻孔单位涌水量小于 0.001 L/s·m 的岩层视为隔水层。

4.1.3 根据主要矿体与当地侵蚀基准面的关系，地下水的补给条件，地表水与主要充水含水层水力联系密切程度，主要充水含水层和构造破碎带的富水性、导水性、第四系覆盖情况以及水文地质边界的复杂程度，将各类充水矿床勘探的复杂程度划分为三型：

第一型 水文地质条件简单的矿床：主要矿体位于当地侵蚀基准面以上，地形有利于自然排水，矿床主要充水含水层和构造破碎带富水性弱至中等，或主要矿体虽位于当地侵蚀基准面以下，但附近无地表水体，矿床主要充水含水层和构造破碎带富水性弱，地下水补给条件差，很少或无第四系覆盖，水文地

质边界简单。

第二型　水文地质条件中等的矿床，主要矿体位于当地侵蚀基准面以上，地形有自然排水条件，主要充水含水层和构造破碎带富水性中等至强，地下水补给条件好；或主要矿体位于当地侵蚀基准面以下，但附近地表水不构成矿床的主要充水因素，主要充水含水层、构造破碎带富水性中等，地下水补给条件差，第四系覆盖面积小且薄，疏干排水可能产生少量塌陷，水文地质边界较复杂。

第三型　水文地质条件复杂的矿床：主要矿体位于当地侵蚀基准面以下，主要充水含水层富水性强，补给条件好，并具较高水压；构造破碎带发育，导水性强且沟通区域强含水层或地表水体；第四系厚度大、分布广，疏干排水有产生大面积塌陷、沉降的可能，水文地质边界复杂。

4.2　勘探程度要求

4.2.1　一般要求

4.2.1.1　研究区域水文地质条件，确定矿区所处水文地质单元的位置，详细查明矿区地下水的补给、径流、排泄条件，区域地下水对矿区的补给关系，主要进水通道及其渗透性。

4.2.1.2　详细查明矿区含(隔)水层的岩性、厚度、产状，分布范围、埋藏条件，含水层的富水性，矿床顶底板隔水层的稳定性。着重查明矿床主要充水含水层的富水性、渗透性、水位、水质、水温、动态变化以及地下水迳流场的基本特征，确定矿区水文地质边界。

4.2.1.3　详细查明对矿坑充水有较大影响的构造破碎带的位置、规模、性质、产状、充填与胶结程度、风化及溶蚀特征、富水性和导水性及其变化、沟通各含水层以及地表水的程度，分析构造破碎带可能引起突水的地段，提出开采中防治水的建议。

4.2.1.4　详细查明对矿床开采有影响的地表水的汇水面积、分布范围、水位、流量、流速及其动态变化、历史上出现的最高洪水位、洪峰流量及淹没范围。详细查明地表水对井巷充水的方式、地段，并分析论证其对矿床开采的影响，提出地表水防治的建议。

4.2.1.5　矿层与含(隔)水层多层相间的矿床，应详细查明开采矿层顶、底板主要充水含水层的水文地质特征和隔水层的岩性、厚度、稳定性和隔水性，断裂发育程度、导水性以及沟通各含水层的情况，分析采矿对隔水层的可能破坏情况。当深部有强含水层时，应查明主要充水含水层从底部获得补给的途径和部位。

4.2.1.6　调查老窿的分布范围、深度、积水和塌陷情况，大致圈定采空区，估算积水量，提出开采中对老窿水的防治建议。

4.2.1.7　对有热水、气(有害气体，下同)的矿床，应基本查明热水，气的分布、压力、温度、梯度、流量，大致查明热水、气的来源及其控制因素，有害气体成分及其浓度，地热盖层的厚度，热异常区的范围、温度及热水、气对矿床开采的影响。

4.2.1.8　冻土地区矿床，应详细查明冻土的类型、分布、厚度、层上水、层间水、层下水的空间分布、富水性及其对矿床开采的影响。

4.2.1.9　水溶法开采的盐类矿床，应详细查明岩、矿层的空间分布，矿层顶底板岩石的物理力学性质和水理性质(指可塑性、膨胀性、收缩性、崩解性、透水性等)，地质构造发育程度及分布规律，各含水层与矿层的空间关系及其水力联系情况。

4.2.1.10　扩大延深勘探矿区，应充分研究已有勘探和矿山生产的资料，评价矿区的水文地质条件。扩大勘探的矿区，应详细查明主要充水含水层，断裂破碎带及矿区水文地质边界在扩大范围内的变化，当水文地质条件变化不大时，可用比拟法预测矿坑涌水量，否则应按新矿区的要求进行勘探。

延深勘探矿区，应详细查明主要充水含水层的富水性，断裂破碎带向深部的变化。若水文地质条件变化不大，可用比拟法预测矿坑涌水量；当深部发现新的充水含水层和导水构造破碎带时，应按4.2.1.2和4.2.1.3条执行，并可根据实际条件结合已有的矿山巷道进行放水试验，查明深部含水层富水性变化及地下水径流场特征，预测矿坑涌水量。

4.2.2　各类充水矿床应着重查明的问题

4.2.2.1 孔隙充水矿床：应着重查明含水层的成因类型，分布、岩性、厚度、结构、粒度、磨圆度、分选性、胶结程度、富水性、渗透性及其变化；查明流砂层的空间分布和特征，含(隔)水层的组合关系，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，评价流砂层的疏干条件及降水和地表水对矿床开采的影响。

4.2.2.2 裂隙充水矿床：应着重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；岩石风化带的深度和风化程度；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；裂隙含水层与其相对隔水层的组合特征。

4.2.2.3 岩溶充水矿床：应着重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、充填深度和程度、富水性及其变化，地下水主要径流带的分布。

以溶隙、溶洞为主的岩溶充水矿床，应查明上覆松散层的岩性、结构、厚度，或上覆岩石风化层的厚度、风化程度及其物理力学性质，分析在疏干排水条件下产生突水、突泥、地面塌陷的可能性，塌陷的程度与分布范围以及对矿坑充水的影响。对层状发育的岩溶充水矿床，还应查明相对隔水层和弱含水层的分布。

以暗河为主的岩溶充水矿床：应着重查明岩溶洼地、漏斗、落水洞等的位置及其与暗河之间的联系；暗河发育与岩性、构造等因素的关系；暗河的补给来源、补给范围、补给量、补给方式及其与地表水的转化关系；暗河入口处的高程、流量及其变化；暗河水系与矿体之间的相互关系及其对矿床开采的影响。

4.2.3 不同充水方式的矿床应着重查明的问题

4.2.3.1 直接充水的矿床：应着重查明直接充水含水层的富水性、渗透性，地下水的补给来源、补给边界、补给途径和地段；直接充水含水层与其他含水层、地表水、导水断裂的关系。当直接充水含水层裸露时，还应查明地表汇水面积及大气降水的入渗补给强度。

4.2.3.2 顶板间接充水的矿床：应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、受断裂构造破坏程度，研究和估算导水裂隙带高度(附录F)，分析主要充水含水层地下水进入矿坑的地段。

4.2.3.3 底板间接进水的矿床：应着重查明承压含水层径流场特征，直接底板的岩性、厚度及其变化，岩石的物理力学性质和水理性质，以及断裂构造对底板完整性的破坏程度，分析论证可能产生底鼓、突水的地段(附录G)。

4.3 勘探工程布置原则及工程量

4.3.1 勘探工程布置原则

4.3.1.1 应结合矿区具体条件，针对主要水文地质问题作到有的放矢。从区域着眼，立足矿区，把矿区和区域的地下水，地表水和大气降水作为统一系统进行研究。应重视水文地质测绘和钻孔简易水文地质观测与编录等基础工作，配合地面物探或井中物探，因地制宜地进行适当规模的抽水试验，运用多种勘探手段，加强综合分析研究，从而查明矿区的水文地质条件及主要充水因素。

4.3.1.2 水文地质勘探钻孔，应尽量构成剖面，既控制地下水天然流场的补给、径流、排泄各个地段；又要控制开采后流场变化，特别是进水通道地段。

4.3.1.3 群孔抽水试验，主孔宜布在主要充水含水层的富水段或强迳流带上。必须有足够的观测孔(点)，观测孔布置必须建立在系统整理、研究各勘探资料的基础上，根据试验目的，水文地质分区情况，矿坑涌水量计算方案等要求确定。应尽可能利用地质勘探钻孔、地下水天然或人工露头作为观测孔(点)。

4.3.2 勘探工程量

4.3.2.1 各类型充水矿床勘探所需的基本工程量应结合矿区的具体情况确定，以满足相应的勘探程度要求为原则。可参照表1、表2执行。

4.3.2.2 表1、表2工作量指各勘查阶段的基本工作量，小型矿床可酌减。

4.3.2.3 表1、表2所列抽水试验和动态观测孔的数量，指控制矿区主要充水含水层的基本工程量，次

要充水含水层及构造破碎带必须根据矿区的具体条件增加相应的工程量。

4.3.2.4 矿区附近有水文地质条件相似的生产矿井资料可利用时，可适当减少抽水试验或其他工作量。

4.4 勘探技术要求

4.4.1 水文地质测绘

4.4.1.1 水文地质测绘分为区域和矿区。区域水文地质测绘范围应包括一个完整的水文地质单元，以查明区域地下水的补给，径流、排泄条件为重点，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，以查明矿床充水因素及矿区水文地质边界条件为重点。

表 1 孔隙裂隙充水为主的矿床水文地质工作基本工程量表

项目 \ 工程量 \ 类型			孔隙充水为主的矿床			裂隙充水为主的矿床		
			简单	中等	复杂	简单	中等	复杂
水文地质测绘比例尺		普查、详查	1∶50 000～1∶10 000					
		勘　探	1∶10 000～1∶2 000					
钻孔简易水文地质观测与编录孔占地质孔的比例(%)		普查、详查	全部钻孔					
		勘　探	10～20	30～40	50～60	30～40	50～60	70～80
水文地质剖面数(条)		详　查	0～1	1～2	2～4	0～1	1～2	2～3
		勘　查	1～2	2～3	4～6	1～2	2～3	3～5
加深揭露底板充水含水层钻孔(个)		详查、勘探					各水文地质剖面不少于3孔	
分层静止水位观测孔数(个)		详查、勘探	全部水文地质孔				全部水文地质孔	
抽水试验	单　孔(个)	详　查		2～3	3～5		1～2	2～3
		勘　探	0～2			0～2	1～2	2～3
	多　孔(组)	详　查			2～3			1～2
		勘　探		1～2			1	
	群　孔(组)	详　查						
		勘　探			1～2			1
水动态长期观测	地表水(处)	详　查	根据查明水文地质条件，矿坑涌水量计算和水源地选择的需要，选代表性地段设站					
		勘　探	根据实际需要对详查阶段各站取舍和补充					
	钻　孔(个)	详　查		3～5	5～7		3～5	7～10
		勘　探		根据需要对详查阶段钻孔取舍和补充			根据需要对详查阶段钻孔取舍和补充	
	井　泉(个)	详查、勘探	根据实际需要选择代表性点					
	勘探坑道或生产矿井	详查、勘探	勘探坑道和主要生产矿井设排水量观测站，简单矿区可省略					
	水化学样、细菌检验样	详查、勘探	可作水源地的井、泉、地表水按丰、枯季取样					
水化学分析样		普查、详查、勘探	代表性水点，以控制地表水、地下水、水化学类型为原则					
地面物探		普查、详查、勘探	根据需要布置					
钻孔水文物探测井		详查、勘探	水文地质孔应进行					
气象观测		详查、勘探	远离气象台站的矿区，气象变化大时，应建立临时性的降水、气温观测站					

表 2　岩溶充水为主的矿床水文地质工作基本工程量表

项目 \ 工程量 \ 类型			溶蚀裂隙充水为主的岩溶充水矿床			溶洞充水为主的岩溶充水矿床			暗河充水为主的岩溶充水矿床
			简单	中等	复杂	简单	中等	复杂	复杂
水文地质测绘比例尺		普查、详查	1：50 000～1：10 000						
		勘　探	1：10 000～1：2 000						
钻孔简易水文地质观测与编录孔占地质孔的比例(%)		普查、详查	全　部　钻　孔						
		勘　探	50～60	60～70	80～90	60～70	70～80	80～90	80～90
水文地质剖面数(条)		详　查	0～1	1～2	2～4	0～1	1～2	2～4	3～5
		勘　探	1～2	2～3	3～5	1～2	2～3	3～5	5～7
加深揭露底板充水含水层钻孔(个)		详查、勘探		各水文地质剖面不少于3孔			各水文地质剖面不少于3孔		
分层静止水位观测孔数(个)		详查、勘探		全部水文地质孔			全部水文地质孔		
抽水试验	单　孔(个)	详　查		2～3	3～5		3～5	5～7	根据实际条件和需要确定
		勘　探	0～2	1～2	2～3	0～2	2～3	2～3	
	多　孔(组)	详　查			1～2			1～2	
		勘　探		1～2			1～2		
	群　孔(组)	勘　探			1～2			1～2	
连　通　试　验		勘　探							钻孔和暗河水系
水动态长期观测	地表水(处)	详　查	根据查明水文地质条件，矿坑涌水量计算和水源地选择的需要，选代表性地段设站						
		勘　探	根据需要对详查阶段的站取舍和补充						
	钻　孔(个)	详　查	0～1	3～5	5～7	0～2	3～7	5～9	根据需要确定
		勘　探	根据需要对详查阶段钻孔取舍和补充						
	暗　河	详查、勘探							出(入)口处设站
	井　泉	详查、勘探	根据需要选择代表性点						
	生产矿井或勘探坑道	详查、勘探	勘探坑道及主要生产矿井设排水量观测站，简单矿区可省略						
	水化学样、细菌检验样	详查、勘探	可作为水源地的井、泉、地表水点按丰、枯季取样						
水化学分析		普查、详查、勘探	代表性水点，以控制地表水、地下水水化学类型为原则						
地面物探		普查、详查、勘探	根据需要布置						
钻孔水文物探测井		详查、勘探	水文地质孔应进行						
气象观测		详查、勘探	远离气象台站的矿区，气象变化大时，应建立临时性的降水、气温观测站						

4.4.1.2 水文地质测绘比例尺，区域一般采用 1∶50 000～1∶10 000；矿区一般采用 1∶10 000～1∶2 000。

4.4.1.3 水文地质测绘一般在地质测绘的基础上进行，应全面搜集和充分利用航(卫)片解释、区域水文地质普查和相邻矿区的资料。

4.4.1.4 水文地质测绘应全面收集矿区及相邻地区历年的水文、气象资料；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，圈定矿区水文地质边界；调查矿山老窿的分布；对现有生产矿井或勘探坑道进行水文地质编录，系统收集生产矿井(或露天采矿场)的水文地质资料。

4.4.2 钻孔简易水文地质观测与编录

4.4.2.1 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，测量涌(漏)水量，有条件时，应观测钻进中动水位和冲洗液消耗量的变化，必要时应测量稳定水位并进行简易放(注)水试验。

4.4.2.2 描述岩芯的岩性、结构构造、裂隙性质、密度、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。

4.4.2.3 单一含水层(组)的钻孔应测定终孔稳定水位。

4.4.3 水文地质钻探

4.4.3.1 钻孔施工宜采用清水钻进，当地层破碎不能用清水钻进时，应在主要含水层或试验段(观测段)用清水钻进，若必须采用泥浆钻进时，应采取有效地洗井措施。

4.4.3.2 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，必须严格止水，并检查止水效果，不合格时应重新进行。

4.4.3.3 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的抽水量和安装抽水设备为原则，一般不小于 91 mm，水位观测孔观测段孔径应满足止水和水位观测的要求。

4.4.3.4 钻孔应取芯钻进。岩芯采取率：岩石大于 70%，破碎带大于 60%，粘土大于 70%，砂和砂砾层大于 50%。当采用水文物探测井，能正确划分含(隔)水层位置和厚度时，可适当减少取芯。

4.4.3.5 钻孔的孔斜应满足选用抽水设备和水位观测仪器的工艺要求。

4.4.3.6 钻孔控制深度以揭穿主要目的层为原则，重点控制第一期开拓水平，少数孔兼顾矿体主要储量分布标高。对底板直接或间接充水的矿床，应按勘探剖面加深控制，其深度以揭穿含水层的裂隙、岩溶发育带为原则。

4.4.3.7 应结合矿区的物性条件，选择有效的方法进行水文物探测井(含井中测流)。

4.4.3.8 钻孔除留作长期观测外，均应封孔，封孔方法宜结合水文地质条件和可能的开采方式研究确定。

4.4.4 抽水试验

4.4.4.1 抽水试验前应获得自然流场水位、流量变化趋势和速率的资料；试验过程中，严禁抽出的水就地排放造成回渗或倒灌；注意观测地面塌陷、沉降现象。

4.4.4.2 抽水试验方法分为稳定流和非稳定流，可根据概化的水文地质模型和水文地质参数计算的要求选择。

4.4.4.3 稳定流抽水试验要求

a. 水位降深应根据试验目的和含水层富水程度确定，应尽设备能力作一次最大降深，其值宜不小于 10 m；当采用涌水量与降深相关方程预测矿坑涌水量时，应进行三次水位降低。

b. 稳定时段延续时间宜根据含水层的特征，补给条件确定。单孔抽水试验最低不少于 8 小时，潜水层抽水、带观测孔抽水和有越流以及潮汐影响的抽水，必须适当延长。

c. 稳定时段内钻孔水位、流量稳定程度应结合区域地下水动态变化确定。水位波动相对误差：抽水孔不大于 1%；观测孔水位变化不大于 2 cm。涌水量波动相对误差：当单位涌水量大于 0.1 L/s·m

时，不大于其平均值的3%；当单位涌水量等于或小于0.1 L/s·m时，不大于其平均值的5%。波动相对误差按式(1)计算：

$$波动相对误差(\%)=\frac{最大或最小值-平均值}{平均值}\times 100 \qquad \cdots\cdots(1)$$

d. 抽水试验过程中应取全取准水位下降、流量、水温和水位恢复的连续观测资料。

4.4.4.4 非稳定流抽水试验要求

a. 非稳定流抽水试验宜采用定流量或阶梯定流量抽水，也可用定降深抽水，其降深值可参照4.4.4.3a条执行。

b. 抽水孔水位、流量的波动误差可参照4.4.4.3c条执行。

c. 抽水孔水位、流量累计观测时间，可按对数轴上的分格点进行。

d. 抽水延续时间应根据试验目的参照水位降深——时间半对数曲线S（或h^2）——$\lg t$形态确定，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；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；有观测孔时，应以代表性观测孔的S（或h^2）——$\lg t$曲线判定。

e. 停止抽水后，应立即观测恢复水位，观测时间参照4.4.4.4c执行。

4.4.4.5 具有多层含水层的矿区，需要分层评价时，应进行分层抽水试验。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。

4.4.4.6 大型抽水试验

a. 大型抽水试验宜在勘探后期进行，必须建立在获得矿区水文地质条件和天然流场及其动态变化资料的基础上。

b. 水位降深、降深次数和延续时间视矿区水文地质条件、试验目的和计算方法确定。抽水水量应对天然流场有较大的扰动，尽可能暴露储存量与迳流量的转化关系和矿区的水文地质边界。

c. 观测孔(点)，应根据试验目的和计算方法确定。宜布在不同的富水区、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少数孔控制。

d. 具体观测方法应按专项设计执行。

4.4.5 地表水、地下水动态观测

4.4.5.1 矿区进入详查阶段即应选择代表性井、泉、钻孔、生产矿井、地表水等进行动态观测，勘探阶段应进一步充实和完善。观测内容包括：水位、水量、水温和水质。

4.4.5.2 水位、水量、水温观测，一般每隔5～10天一次，雨季或急剧变化时段加密。日变幅大的地区，应选定一个时段进行微动态观测；水质一般按丰、枯季取样。连续观测时间不少于一个水文年，当勘探周期不足一年的中、小型矿床或水文地质条件简单的矿区可视矿区条件酌定。

4.4.5.3 地下水动态观测设施应采取有效措施予以保护，勘探工作结束后由生产部门继续观测。

4.5 矿坑涌水量计算

4.5.1 矿坑涌水量计算必须建立在正确认识矿区水文地质条件的基础上，勘探设计时应初步确定其计算方案，并在勘探过程中，随着对矿区水文地质条件认识的深化逐步的修正和完善。

4.5.2 应根据矿区水文地质特征、边界条件、充水方式，建立矿区水文地质模型和数学模型，选择有代表性的参数及合理的方法计算矿区一期开拓水平的正常和最大涌水量。需预先疏干的矿床，应计算相应水平疏干漏斗范围内的地下水储存量，必要时，估算最低开拓水平的正常和最大涌水量。

主矿体在侵蚀基准面以上，水文地质条件简单的矿区，可计算全矿区的正常和最大涌水量。

4.5.3 矿坑涌水量计算主要方法有：比拟法、数理统计法、水均衡法、解析法、数值法和物理模拟法等。应根据概化的矿区水文地质模型和所获得的各项水文地质参数情况选择，必须注意计算方法的使用条件，有条件时应采用几种方法计算和对比。

4.5.4 对计算成果应进行详细评述，推荐作为矿山一期开拓水平疏干排水设计的矿坑涌水量，分析论证计算涌水量可能偏大或偏小的原因及矿床开采后矿坑充水因素和涌水量的变化。

4.6 矿区水资源综合利用评价

4.6.1 对矿坑排水应对其利用的可能性及可利用程度作出评价。

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

4.6.3 矿区内有地下热水时，应圈定热异常范围，大致查明热水的形成条件，估算热水量，测定其化学成分，分析热水开发利用前景。

4.6.4 根据矿区水化学分析成果，研究赋存矿泉水的可能性，对达到GB 8537—87《饮用天然矿泉水》国家标准的水点，应对其利用的可能性作出初步评价，提出进一步工作的建议。

5 矿区工程地质勘探

5.1 勘探类型划分

5.1.1 依据矿体及围岩工程地质特征，主要工程地质问题出现层位，将矿区工程地质勘探分为四类：

第一类 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。岩体稳定性取决于岩性、岩层结构和饱水情况，稳定性差。勘探中应着重查明岩(土)体的岩性、结构及其物理力学特征。

第二类 块状岩类：以火成岩、结晶变质岩为主的岩类。块状结构，岩体稳定性取决于构造破碎带、蚀变带及风化带的发育程度，一般岩体稳定性好。勘探中应着重查明Ⅱ、Ⅲ级结构面(附录D)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。

第三类 层状岩类：以碎屑岩、沉积变质岩、火山沉积岩为主的岩类。层状结构，岩体各向异性，强度变化大。岩体稳定性主要取决于层间软弱面、软弱夹层、构造破碎及岩体风化程度。勘探中应着重查明岩层组合特征；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。

第四类 可溶盐岩类：以碳酸盐岩为主，次为硫酸盐岩、盐岩等岩类。工程地质条件一般较复杂。勘探中应着重查明岩溶和蚀变带在空间的分布和发育程度，可溶岩的溶解性，第四系松散层和软弱层的分布、厚度、岩性、结构和物理力学性质。

5.1.2 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，将工程地质勘探的复杂程度划分为三型：

简单型：地形地貌条件简单，地形有利于自然排水；地层岩性单一，地质构造简单，岩溶不发育，岩体结构以整块或厚层状结构为主，岩石强度高，稳定性好，不易发生矿山工程地质问题。

中等型：地层岩性较复杂，地质构造发育，风化及岩溶作用中等或有软弱夹层及局部破碎带和饱水砂层影响岩体稳定，局部地段易发生矿山工程地质问题。

复杂型：地层岩性复杂，岩石风化、岩溶作用强，构造破碎带发育，岩石破碎，新构造活动强烈或松散软弱层厚、含水砂层多、分布广，地下水具有较大的静水压力，矿山工程地质问题发生的比较普遍和经常。

5.2 勘探程度要求

5.2.1 一般要求

5.2.1.1 在研究矿区地层岩性、厚度及分布规律的基础上，划分岩(土)体的工程地质岩组，查明对矿床开采不利的软弱岩组的性质、产状与分布。

5.2.1.2 详细查明矿区所处构造部位，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(附录D)及主要不良优势结构面，指出其对矿床开采的影响。

5.2.1.3 详细查明矿体及围岩的岩体结构、岩体质量，参照附录E·H对岩体质量及其稳定性作出评价。

5.2.1.4 可溶岩类矿床，应详细查明岩溶发育主要层位、深度、发育程度和主要特征、充水、充填情况及表部覆盖层的厚度、岩性、结构特征。

5.2.1.5 详细查明岩体的风化程度、强弱风化带界面及标高、强风化带的物理力学性质。对强蚀变矿区，应确定主要蚀变作用，圈定蚀变范围。

5.2.1.6 系统、完整地测定露采和井采影响范围内各种岩石(土)的物理力学参数。

5.2.1.7 矿层及其围岩含粘土的矿区，应查明粘土的成分、分布、厚度及其变化。

5.2.1.8 多年冻土区还需查明冻土类型、分布范围、温度(地温)、含冰率，测定多年冻土最大融化深度，季融层及覆盖层剥离后多年冻土融化速度，冻土层的上、下限。

5.2.1.9 船采砂矿区，还应查明松散层砾卵石的粒级、含量及分布、底板纵向和横向坡度、岩石硬度、岸坡的岩石组成及坡度，测量砂层水上、水下安息角。

5.2.1.10 扩大延深勘探矿区，应详细调查矿床开采中已发生的各种工程地质问题，查明其产生的条件和原因，并针对扩大延深可能产生的工程地质问题进行相应的工作。

5.2.1.11 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。

5.2.2 边坡勘探应重点查明的问题

5.2.2.1 松散岩(土)类边坡：查明岩(土)层的岩性、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。

5.2.2.2 层状岩类边坡：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。

5.2.2.3 块状岩类边坡：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。

5.2.3 剥离物强度勘探

5.2.3.1 对适宜建设特大型露天开采的矿床，应着重查明岩(矿)石强度的空间分布规律，为能否采用轮斗开采提供岩(矿)石的力学强度基础资料。

5.2.3.2 运用地质方法、物探测井配合岩石物理力学试验进行岩(矿)层对比，着重查明剖面上岩(矿)层层序、岩性、厚度、结构；岩(矿)石强度变化；岩(矿)石裂隙发育程度、规模、密度、产状、充填胶结情况，建立完整的地质柱状及其对比剖面。尤其应查明硬岩[1)]的层位、岩性、厚度、分布及其在剥离物中的比例。

注：1) 按剥离物岩石抗压强度分为三类：第一类松散软岩类，岩石抗压强度小于6 MPa；第二类中硬岩类，岩石抗压强度15～6 MPa；第三类硬岩类，岩石抗压强度大于15 MPa。

5.3 勘探工程布置原则和工程量

5.3.1 勘探工程布置原则

5.3.1.1 勘探工程应能控制采矿工程可能影响的范围。

5.3.1.2 在详查的基础上，已确定开采方式的矿区，勘探工程的布置应结合开采方式。

5.3.1.3 井下开采的矿区，主要工作量应放在首采地区(段)，兼顾深部，根据工程地质条件复杂程度沿矿体走向与倾向以工程地质剖面控制。

5.3.1.4 应重视地表工程地质测绘和地质孔的岩芯编录等基础工作，在此基础上结合采矿工程需要，布置工程地质勘探剖面，工程地质孔应与地质、水文地质孔相结合，一孔多用。

5.3.1.5 露天开采矿区，边坡勘探的重点是首期开采地段的长久帮和边帮，以勘探剖面进行控制。

5.3.1.6 剥离物强度勘探，重点是首期开采地段，同时对全区作适当控制。勘探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。剥离物强度为第一类的矿区，可选择少量地质水文地质钻孔取芯进行采样试验；第二类矿区线距400～1 200 m；第三类矿区一般只宜布少量钻孔

进行控制。

5.3.2 勘探工程量，结合矿区实际情况参照表3确定

表 3 矿区工程地质勘探工程量表

项 目	工程地质条件复杂程度		
	简单型	中等型	复杂型
工程地质测绘比例尺	1:10 000～1:2 000		
钻孔工程地质编录占地质孔数(%)	10～20	20～30	30～50
工程地质钻孔(个)	一般不布置		根据需要布置
工程地质剖面[1)](条)	0～1	2～3	3～5
室内岩(土)样	对矿体围岩不同工程地质岩组分层取样，控制到坑道底板或露天采场坑底30～50 m。取样数：块状岩类及岩溶化岩类，每种岩石不少于3组；层状岩类每种岩石不少于3～5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		

注：1) 每条勘探剖面由3～5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。

5.4 勘探技术要求

5.4.1 工程地质测绘

5.4.1.1 测绘范围以达到采矿工程可能影响的边界外200～300 m，比例尺1:10 000～1:2 000。

5.4.1.2 测绘内容

a. 划分工程地质岩组，详细调查软弱岩组的性质、产状、分布及其工程地质特征。

b. 调查矿区内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，按附录D进行分级。

c. 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，参照附录H划分岩体结构类型。

d. 对矿体主要围岩的风化特征进行研究，可参照附录I划分岩体的强弱风化带。

e. 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。在多年冻土区应着重调查融区的分布、成因以及胀丘、冰锥、地下冰层、融冻泥石流堆积、热融滑塌、沉陷、沼泽湿地等的特征与分布。对含连续性冻土的矿床，还应测量冻层下限深度，并绘制冻层底板等高线及冻层等厚线图。

f. 对矿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。

g. 详细调查生产矿井及相邻矿山的各类工程地质问题；调查露采边坡变形特征、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。

5.4.2 钻孔工程地质编录

5.4.2.1 钻孔工程地质编录内容包括：统计与描述岩芯块度，绘制岩芯块度柱状图；统计节理裂隙；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、蚀变带的位置和深度；并可按工程地质岩组用点荷载仪测定岩石力学指标。

5.4.2.2 按钻进回次测定岩石质量指标(RQD),确定不同岩组RQD值的范围和平均值。RQD值一般按公式(2)计算确定:

$$RQD(\%) = \frac{L_p}{L_t} \times 100 \quad \cdots\cdots(2)$$

式中:L_p——某岩组大于10 cm完整岩芯[1]长度之和,m;

L_t——某岩组钻探总进尺,m。

注:1) 小于10 cm岩芯若为钻进过程中机械破碎,则应上、下对接,其长度大于10 cm时应参与计算;当钻头内径小于54.1 mm时,RQD值作适当降低,根据经验降低20%～50%。

5.4.2.3 根据RQD值,按附录E划分岩石质量等级和岩体质量等级。

5.4.3 坑道工程地质编录

5.4.3.1 对矿区的勘探坑道应全部进行工程地质编录,工程地质条件简单的矿区可适当减少,有生产坑道时可选择典型坑道进行。

5.4.3.2 坑道工程地质编录内容包括:对坑道所揭示的岩层划分岩组,重点观察描述软弱夹层、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;系统采取岩(矿)石物理力学试验样;统计节理裂隙;详细描述地下水活动对井巷围岩稳固性的影响及工程地质问题发生的位置,不稳定地段掘进与支护方法。坑道变形地段必要时设置工程地质观测点,进行长期观测。

5.4.4 工程地质钻探

5.4.4.1 钻探深度:露采矿区宜控制到最终坡脚或坑底以下30～50 m;井下开采矿区控制到矿床主要储量标高以下30～50 m。

5.4.4.2 钻孔孔径以满足采取岩、土物理力学试验样规格为准。

5.4.4.3 要求全部取芯钻进。岩芯采取率,可根据不同的目的确定。

5.4.4.4 应进行物探测井,结合钻探地质剖面,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。

5.4.5 工程地质测试

5.4.5.1 勘探矿区应选取代表性岩、土室内试样,测定其物理力学性质,工程地质条件中等一复杂的矿区,除选取代表性室内试样外,还可应用点荷载仪、携带式剪切仪进行钻孔及野外现场测试。

5.4.5.2 室内岩(土)样试验项目,按开采方式、矿区实际情况,结合工程地质评价要求参照附录J选作。

5.4.5.3 岩(土)样采样要求

a. 井采矿区对一期开拓水平以上矿体及其围岩按不同岩石分别采样;露采矿区应在边坡地段自上而下分组采样。

b. 块状、层状岩类按不同岩石采样;松散软弱岩类,若岩性较均一,厚度大于10 m时,每10 m采一组样;岩性不均一时,根据岩性结构特征分层采样。

c. 块状、层状岩类可直接从岩芯采样;松散软弱岩类应利用坑道或山地工程采样,如在钻孔中取样,则应采取专门取芯工具,砂砾石样应保持原级配。

d. 采样规格与数量可根据实验室的具体要求确定。

5.5 矿区工程地质评价

5.5.1 矿区工程地质评价应在查明矿区工程地质条件的基础上结合开采方式,对边坡稳定性或井巷围岩岩体质量给予定性和半定量的预测评价。

5.5.2 露采边坡稳定性评价

5.5.2.1 坚硬、半坚硬岩类[1]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、经验数据法建议最终边坡角。

注：1）按岩石单轴极限抗压强度（R）将岩石强度分为：坚硬的 $R \geqslant 60$ MPa；半坚硬的60 MPa$\geqslant$30 MPa；软弱的 $R \leqslant 30$ MPa。

5.5.2.2 松散软岩类边坡稳定性评价：一般将拟建采场划分为不同的工程地质区，并分区进行稳定性评价，建议最终边坡角；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，建议边坡角。

5.5.3 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和岩体质量指标法。

5.5.3.1 岩体质量系数法：依据公式(3)求得岩体质量系数 Z，按附录E2确定岩体质量优劣。

$$Z = I \cdot f \cdot S \qquad \cdots\cdots (3)$$

式中：Z ——岩体质量系数；

I ——岩体完整系数（无资料时可用RQD值代替）；

f ——结构面摩擦系数（影响稳定的主要结构面）；

S ——岩块坚硬系数；

$$S = \frac{R_c}{100} \qquad \cdots\cdots (4)$$

R_c ——岩块饱和轴向抗压强度。

5.5.3.2 岩体质量指标（M）法，可按近似公式(5)粗略估算：

$$M = \frac{Rc}{300} \cdot \mathrm{RQD} \qquad \cdots\cdots (5)$$

参照附录E3评价岩体质量的优劣。

5.5.4 地下水溶开采的矿床，根据顶、底板岩（矿）石、夹层的物理力学性质、溶解性、膨胀性和液柱压力大小，结合开采方案综合分析，初步评价溶腔的稳固性。

6 矿区环境地质调查与评价

6.1 环境地质调查

6.1.1 区域稳定性调查，收集矿区附近历史地震资料，调查新构造活动情况，分析其是否有活动性断裂的存在。

6.1.2 调查矿区所处社会环境（建筑物的类型、密度）和自然地理环境（旅游区、文物保护区、自然保护区等）。

6.1.3 勘探矿区调查内容

6.1.3.1 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。

6.1.3.2 对矿区开发影响范围的滑坡、崩塌、山洪泥石流等物理地质现象进行野外调查。

6.1.3.3 调查地质体中可能成为污染源的物质的赋存状态、含量及分布规律。

6.1.3.4 当调查区有热（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）水补给、径流、排泄条件。

6.1.3.5 当矿体埋深较大(垂深>500 m)应在不同构造部位选择代表性钻孔进行地温测量,确定恒温带深度、温度及地温梯度。

6.1.3.6 矿区放射性调查

a. 矿区发现有放射性元素,但确认无工业价值时,应对其影响安全生产和环境污染作出评价。

b. 在铀矿区应对有水钻孔和地下水露头取样,测试水中放射性元素含量,同位素比值和化学成分,水文地球化学指标,研究其在水平与垂向的分布规律。

6.1.4 扩大延深勘探矿区调查内容

6.1.4.1 调查由于矿坑排水而引起的区域地下水位下降,井、泉枯竭对当地用水的影响和地下水补给、径流、排泄条件的变化。

6.1.4.2 地表水污染调查,包括污染位置及废水、废渣中排出的主要污染物的浓度、年排放量、排放方式、排放途径和去向、处理和综合利用状况。

6.1.4.3 矿坑水污染调查,着重调查硫化矿床(如黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿等)、高硫煤矿床、放射性、汞、砷等矿床中对人体有害有毒元素的矿坑排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。调查矿坑排放的高悬浮物(大于400 mg/L)和高矿化水的排放浓度、分布范围以及对环境的危害程度。

6.1.4.4 调查矿山开采中引起的岩溶塌陷、山体失稳、崩落、地裂、沉降等对地质环境的破坏范围、破坏程度。

6.1.4.5 收集矿山不同开采中段(水平)的井巷温度,确定其地温梯度。

6.1.4.6 调查尾矿和废石堆放场的稳定性,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。

6.2 矿区环境地质评价

6.2.1 确定矿区地质环境类型:可根据地质环境现状及矿床开采引起的变化分为三类:

第一类 矿区地质环境质量良好,矿区附近无污染源,地表、地下水水质良好(Ⅰ、Ⅱ)[1],矿石和废石不易分解出有害组分。

注:1) 见 GB 3838。

第二类 矿区地质环境质量中等:采矿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、地下水水质较好(不低于Ⅲ类),矿坑排水对附近水体有一定污染;矿石和废石化学成分基本稳定,无其他环境地质隐患。

第三类 矿区地质环境质量不良:矿区水文地质工程地质条件复杂,因采矿可带来严重的环境地质问题,如地面塌陷、山体开裂失稳、井泉干涸,有热害或矿坑排水以及矿石、废石有害组分的分解易造成对附近水体的污染,水体水质超过Ⅲ类标准。

6.2.2 区域稳定性评价:在全国地震烈度分区的基础上,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。

6.2.3 矿区水环境质量评价:在查明矿区地表水、地下水的物理性质、化学成分及其变化、卫生防护条件的基础上,按 GB 3838进行评价。

6.2.4 勘探矿区环境地质评价:指出可能影响矿区安全的滑坡、崩塌、山洪泥石流等物理地质现象的危害,河流洪水危害及放射性和其它有害物质的分布及其对人身安全的影响。

岩溶充水矿床应预测开采条件下可能出现的泥砂溃塌及疏干排水产生岩溶塌陷的程度、分布范围及地表水渗漏、倒灌等环境地质问题,并提出防治建议。

6.2.5 扩大延深勘探矿区环境地质评价:当开采矿区已产生环境地质问题,如水体污染、塌陷、滑坡、地面开裂、泥石流、山体失稳等,应在查明其形成条件的基础上,对现状进行评价,预测其发展趋势,提出防治意见。

7 报告编写要求

7.1 一般要求

矿区水文地质工程地质勘探报告一般应作为矿产地质勘探报告的一章，当矿区水文地质工程地质内容多，或进行了专门性勘探时，可根据具体情况单独编写，与矿产地质报告同时提交。

7.2 文字报告编写要求

7.2.1 基本要求：报告内容齐全，重点突出，论证的依据充分，数据可靠，文字通顺，用词准确，结论明确，文图表应协调一致，互为补充，使报告成为一个有机整体。

7.2.2 编写内容

7.2.2.1 工作概况

简述矿区水文地质、工程地质勘探和环境地质调查评价的目的任务，工作时间，完成的工作量和采用的工作方法，对各项工程的质量进行评价以及其他必须说明问题。

7.2.2.2 水文地质

a. 区域水文地质

简述区域地形、地貌、水文、气象特征；含(隔)水层的岩性、厚度、产状与分布；含水层的富水性及地下水的补给、径流、排泄条件。

b. 矿区水文地质

应阐明如下问题：

矿区在水文地质单元的位置，最低侵蚀基准面标高和矿坑水自然排泄面标高，首采地段或第一期开拓水平和储量计算底界的标高；矿区的水文地质边界。

含水层的岩性、厚度、产状、分布、埋藏条件、单位涌水量、渗透系数或导水系数、给水度或弹性释水系数，裂隙、岩溶发育程度、分布规律、控制裂隙及岩溶发育的因素；地下水的水位(水压)、水温、水质以及补给、径流、排泄条件；隔水层的岩性、分布、产状、稳定性及隔水性；确定矿床充水主要含水层的依据及其与矿层之间的关系。

主要构造破碎带对矿床充水的影响：构造破碎带的位置、性质、规模、产状、埋藏条件及其在平面和剖面上的形态特征，充填物的成分、胶结程度、溶蚀和风化特征，导水性、富水性及其变化规律，与其他构造破碎带的组合关系以及沟通各含水层和地表水的情况。

地表水对矿床充水的影响：地表水的汇水范围，河水的流量、水位及其变化，历年最高洪水位的标高、洪峰流量及淹没的最大范围，地表水与地下水的水力联系情况及其对矿床开采的影响。对船采砂矿床，还应阐明河流枯、平、丰水期的河床宽度、深度、流速及河水位标高，采矿船过河地段的最小、一般和最大流速。

老窿水和生产井对矿床充水的影响：矿区内生产井的位置，开采的最大深度和最低标高，开采面积、产量、排水量和充水来源，历年来发生突水事故的次数、突水量和原因；老窿的分布范围、坑口标高、开采的最大深度及最低标高、积水情况及对矿床开采的影响。

c. 矿坑涌水量预测

论证并确定矿区水文地质边界，建立水文地质模型、数学模型并论证其合理性；阐明各计算参数的来源，并论证其可靠性和代表性；对各种计算方法计算的结果进行分析对比，推荐可供矿山建设设计利用的矿坑涌水量，并分析涌水量可能偏大、偏小的原因。

d. 矿区水资源综合利用评价

对矿坑水的供排结合及矿区作为供水水源的地下水、地表水、矿泉水和地下热水的水质、水量及其利用条件进行初步评价，如矿区内无可作供水的水源，则应指出供水方向。

7.2.2.3 矿区工程地质

a. 矿区工程地质特征

矿区各工程地质岩组的分布、岩性、厚度和物理力学性质。着重阐明较弱层的分布、岩性、厚度、水理和物理力学性质及其对矿床开采的影响。

矿区所在地的构造部位，主要构造线方向，划分各级结构面并阐述各级结构面的特征、分布、产状、规模、充填情况、组合关系及优势结构面对矿床开采的影响。

岩体风化带性质，结构类型和发育深度。蚀变带的性质、结构类型和分布范围。

b. 工程地质评价

露天边坡的稳定性评价：根据构成边坡岩体的岩性、物理力学性质和结构面发育程度、组合关系，确定边坡类型；阐明软弱夹层的分布、产状、岩性、厚度、水理性质、物理力学性质及其对边坡稳定性的影响；着重说明首期开采地段中的长久性边坡地段的边坡特征；提出建议最终边坡角，对各边坡的稳定性做出评价，并对评价方法的合理性进行论证；根据边坡和结构面的组合关系，预测可能出现滑动变形的地段，当有不稳定滑动块体存在时，根据需要进行边坡稳定性计算，并提出建议的最终边坡角。

井巷围岩稳固性评价：根据矿体及井巷围岩的工程地质特征，评述岩(矿)体的质量，对其稳固性做出评价，指出不稳定的因素，可能产生的工程地质问题及其部位，提出工程措施的建议。

7.2.2.4 矿区环境地质

a. 评述矿区及其附近地区的地震历史，历年来地震的次数、位置及烈度，指出历史上出现的最高烈度，对区域稳定性作出评价。

b. 预测矿坑水和其他污染源对地下水、地表水的水质可能污染的情况，提出保护地下水、地表水的建议；论述产生地表变形(地裂、塌陷、露采坑、废石堆)对地质环境的影响，矿山环保和复垦情况。

评述地下水、地表水的环境质量，确定水环境质量等级。

预测因矿山长期排水所产生的地下水位下降的深度、疏干漏斗的扩展范围及邻海矿区引起海水倒灌的情况，评述对当地居民生活用水，工农业用水的影响程度和影响范围。

c. 预测疏干排水后可能引起的地面塌陷、沉降、开裂的范围和深度，对位于旅游风景点、著名热矿水点附近的矿区还应评述对其影响程度；对位于高山、陡崖、深谷的矿区，应预测矿床开采可能引起的山体开裂、危岩崩落、滑坡复活的范围和影响程度，提出防治地质灾害的建议。

d. 对矿体(层)埋藏深度大于500 m 的矿区，应阐明矿区内不同深度和各构造部位的地温变化和地温梯度，指出高温区的分布范围，并分析其产生的原因。

7.2.2.5 结论

论述矿区水文地质工程地质和地质环境的类型，勘探成果能否满足规范的要求，能否作为矿山建设的依据；简述矿区主要水文地质工程地质环境地质问题的结论；指出勘探工作中存在的主要问题和开采过程中可能出现的问题，提出下步工作的意见及防治的建设。

7.3 附图和附表

7.3.1 附图和附表应完整、系统、数据准确、清晰美观和实用。

7.3.2 附图

7.3.2.1 基本图件

区域水文地质图(含水文地质剖面图及柱状图)；

矿区水文地质图(含柱状图)及水文地质剖面图；

矿区工程地质图(含柱状图)及工程地质剖面图；

井巷水文地质工程地质图；

钻孔抽水试验综合成果图；

矿床主要充水含水层地下水等水位(水压)线图；

地下水、地表水、矿坑水动态与降水量关系曲线图；

矿坑涌水量计算图(附剖面图)；

钻孔工程地质综合柱状图(或典型钻孔工程地质编录柱状图)；

代表性照片。

7.3.2.2 根据实际需要编制的图件

直接顶板(或直接底板)隔水层厚度等值线图；

底板含水层地下水等压线图；

地貌和第四系地质图；

中段岩体稳固性预测图；

露天采矿场边坡稳定性预测图；

岩石强风化带厚度等值线图；

地热异常区等温线图；

矿区地质环境现状评价及发展趋势预测图；

岩溶发育程度图。

7.3.3 附表

钻孔静水位一览表；

钻孔(井)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、矿坑水动态观测成果表；

气象要素统计表；

风化带、构造破碎带及含水层厚度统计表；

矿坑涌水量计算表；

井(泉)、生产矿井和老窿调查资料综合表；

水质分析成果表；

岩(土)样试验成果汇总表；

工程地质动态观测资料汇总表；

矿区环境地质调查资料汇总表。

7.3.4 上述文字报告的编写内容和附图、附表适用于大中型矿床水文地质工程地质条件中等至复杂的矿区；水文地质工程地质条件简单的矿区以及小型矿床可根据实际情况进行精简或合并。

附 录 A
本规范用词说明
（补充件）

A1 执行本规范条文时严格程度的用词说明如下：

A1.1 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词一般采用“必须”；

反面词一般采用“严禁”。

A1.2 表示严格，在正常情况下应这样做的用词：

正面词一般采用“应”；

反面词一般采用“不应”或“不得”。

A1.3 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词一般采用“宜”或“可”；

反面词一般采用“不宜”。

A2 条文中指明必须按其他有关标准和规范执行的写法为：

“应按……执行”或“应符合……要求或规定”，非必须按所指定的标准和规范执行的写法为：“可参照……执行”。

附 录 B
名 词 术 语
（补充件）

B1 主要充水含水层 main filling aquifer 指在矿床开采条件下，对井巷产生充水量最大的含水层。

B2 水文地质勘探 hydrogeological exploration 为水文地质目的钻孔的施工。

B3 单孔抽水试验 single well pumping test 仅在一个钻孔中进行的抽水试验。

B4 多孔抽水试验 pumping test with multiple observation wells 在一个主孔抽水，其周围设置若干观测孔观测地下水位的抽水试验。

B5 群孔抽水试验 interference wells pumping test 在抽水影响半径范围内，同时在两个以上钻孔中进行抽水并在其周围布置若干个孔观测水位的试验。

B6 矿坑正常水量 normal water yield of mines 有变化规律的充水因素（不含井巷突水、地表水倒灌等）所形成的矿坑涌水量的常见值。

B7 矿坑最大涌水量 maximum water yield of mines 有变化规律的矿坑充水因素（不含井巷突水、地表水倒灌等）所形成矿坑涌水量的最高峰值，计算方法依矿区的气象和水文地质条件具体情况确定。

B8 工程地质钻探 engineering geological drilling 指为工程地质目的钻孔的施工。

B9 矿山工程地质问题 engineering geological problems of mines 指采矿工程与岩体相互作用产生地质危害的总称。

B10 岩体 rock mass 地质体的一部分，指与工程建筑有关，即工程所辖地区及相邻地段的地质体，它有特定的自然边界，而依解决岩体稳定问题的需要所圈定。

B11 岩组 rock group 岩石的工程地质组合，每一岩组都有一定的岩石组合特征及相似的工程地质特征。

B12 结构面 structural plane 指在地质发展历史中，岩体内形成具有一定方向、一定规模、一定形态和特征的面、缝、层、带状的地质界面。

B13 结构体 structural block 指岩体中被结构面切割并包围的不同形状和大小的岩石块体(岩块)和岩块集合体。

B14 岩体结构 structure of rock mass 指岩体中结构面与结构体的大小,形状及组合方式。

B15 矿区环境地质质量评价 environmental gaology quality assessment of mining areas 指对矿区地质环境质量现状的评价和对矿山开采条件下的地质环境质量进行预测,进而提出控制和消除因采矿而产生的有害作用及合理开发和保护地质环境的对策。

B16 水体环境背景值 environ ment background value of water 指未受人类活动影响情况下,水体(地表水、地下水)中各种化学组分的天然含量,但是,目前地球几乎找不到未受人类活动影响的地方,因此,求得的背景值实际上是污染相对较轻情况下的各种化学组分含量。

B17 矿区地质环境 geolgical environmental of mining areas 指矿山开采影响到的范围和深度内的客观地质实体。

B18 矿区环境地质 environmental geology of mining areas 指矿区地质环境现状,以及矿山建设和采选过程中人为因素与地质环境之间的相互影响,并由此产生的地质环境破坏和污染等问题的总称。

附 录 C
含水层富水性分级
(补充件)

C1 按钻孔单位涌水量(q)富水性〔注〕分为以下四级:

a. 弱富水性:$q<0.1$ L/s·m;

b. 中等富水性:0.1 L/s·m$<q\leqslant 1.0$ L/s·m;

c. 强富水性:1.0 L/s·m$<q\leqslant 5.0$ L/s·m;

d. 极强富水性:$q>5.0$ L/s·m。

C2 按天然泉水流量含水层富水性划分以下四级:

a. 弱富水性:$Q<1$ L/s;

b. 中等富水性:1.0 L/s$<Q\leqslant 10.0$ L/s;

c. 强富水性:10.0 L/s$<Q\leqslant 50.0$ L/s;

d. 极强富水性:$Q>50.0$ L/s。

注:评价含水层的富水性,钻孔单位涌水量以口径91 mm,抽水水位降深10 m 为准,若口径、降深与上述不符时,应进行换算再比较富水性。

附 录 D
结构面分级表
（补充件）

特征 / 分级	结构面形式	规模		对岩体稳定性影响
		走向	倾向垂深	
Ⅰ	区域断裂带	延展达数千米以上	至少切穿一个构造层	控制区域稳定，应着重研究断裂力学机制，构造应力场方向及断裂带的活动性
Ⅱ	矿区内主要断裂或延伸较稳定的原生软弱层	数千米	数百米	控制山体稳定，应着重研究结构面产状、形态、物理力学性质
Ⅲ	矿区内次一级断裂及不稳定的原生软弱层及层间错动带	数百米以内	数十米至数百米	影响岩体稳定，应着重研究可能出现的滑动面及滑动面的力学性
Ⅳ	节理裂隙、层理、片理	延展有限	无明显深度及宽度	破坏岩体完整，影响岩体的力学性质及局部稳定性，研究其节理、裂隙发育组数、密度
Ⅴ	微小的节理劈理、不发育片理			降低岩石强度

附 录 E
岩石、岩体质量及岩体优劣分级表
（补充件）

E1 岩石质量等级表见表E1。

表E1 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	极好的	岩体完整
Ⅱ	75～90	好的	岩体较完整
Ⅲ	50～75	中等的	岩体中等完整
Ⅳ	25～50	劣的	岩体完整性差
Ⅴ	<25	极劣的	岩体破碎

E2 岩体Z值范围及其优劣分级表见表E2。

表 E2　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	Ⅰ1	2.5～20			
块状结构	Ⅰ2	0.3～10			
层状结构	Ⅱ1	0.2～5			
薄层状结构	Ⅱ2	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

E3　岩体质量分级表见表 E3。

表 E3　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　F
冒落带导水裂隙带最大高度经验公式表
（参考件）

煤层倾角(°)	岩石抗压强度(MPa)	岩　石　名　称	顶板管理方法	冒落带最大高度 m	导水裂隙带(包括冒落带最大高度) m
0～54	40～60	辉绿岩、石灰岩、硅质石英岩、砾岩、砂砾岩、砂质页岩等	全部陷落	$H_c=(4\sim5)M$	$H_f=\frac{100M}{2.4n+2.1}+11.2$
	20～40	砂质页岩、泥质砂岩、页岩等	全部陷落	$H_c=(3\sim4)M$	$H_f=\frac{100M}{3.3n+3.8}+5.1$
	＜20	风化岩石、页岩、泥质砂岩、粘土岩、第四系和第三系松散层等	全部陷落	$H_c=(1\sim2)M$	$H_f=\frac{100M}{5.1n+5.2}+5.1$
55～85	40～60	辉绿岩、石灰岩、硅质石英岩、砾岩、砂砾岩、砂质页岩等	全部陷落		$H_f=\frac{100mh}{4.1h+133}+8.4$
	＜40	砂质页岩、泥质砂岩、页岩、粘土岩、风化岩石、第三系和第四系松散层等	全部陷落	$H_c=0.5M$	$H_f=\frac{100mh}{7.5h+293}+7.3$

注：① 表中：M ——累计采厚，m；n ——煤分层层数；m ——煤层厚度，m；h ——采煤工作面小阶段垂高，m。

② 冒落带、导水裂隙带最大高度，对于缓倾斜和倾斜煤层，系指从煤层顶面算起的法向高度；对于急倾斜煤层，系指从开采上限算起的垂向高度。

③ 岩石抗压强度为饱和单轴极限强度。

附 录 G
安全隔水厚度和突水系数计算公式
（参考件）

G1

$$t=\frac{L(\sqrt{r^2L^2-8K_pH}-rL)}{4K_p} \qquad \cdots\cdots(G1)$$

式中：t ——安全隔水厚度，m；

L ——采掘工作面底板最大宽度，m；

r ——隔水层岩石的容重，t/m³；

K_p——隔水层岩石的抗张强度，Pa；

H ——隔水层底板承受的水头压力，Pa。

G2

$$T_s=\frac{p}{M-C_p} \qquad \cdots\cdots(G2)$$

式中：T_s——突水系数，MPa/m；

p ——隔水层承受的水压，MPa；

M ——底板隔水层厚度，m；

C_p——采矿对底板隔水层的扰动破坏厚度，m。

按式(G1)计算，如底板隔水层实际厚度小于计算值时，就是不安全的。按式(G2)计算，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，正常块段不大于0.15。

附 录 H
岩体结构分类表
（参考件）

表 H1

结构类型		亚类		地质背景	完整状态		结构面特征	结构体特征		水文地质特征
代号	名称	代号	名称		结构面间距 cm	完整性系数		形态	强度 MPa	
Ⅰ	整体块状结构	$Ⅰ_1$	整体结构	岩性单一，构造变形轻微的巨（极）厚层沉积岩、变质岩和火成岩体	＞100	＞0.75	Ⅳ、Ⅴ级结构面存在，无或偶见Ⅲ级结构面，组数一般不超过3组，而且延展性极差，多呈闭合、粗糙状态，无充填或夹少量碎屑，$tg\phi \geqslant 0.60$	岩体呈整体状态，或由巨型块状体所组成	＞60	地下水作用不明显
		$Ⅰ_2$	块状结构	岩性单一，构造变形轻一中等的厚层沉积岩、变质岩和火成岩体	100～50	0.57～0.35	以Ⅳ、Ⅴ级结构面为主，少见Ⅱ、Ⅲ级结构面，层间有一定的结合力，结构面一般发育有2～3组，以两组高角度剪切节理为发育。面多闭合、粗糙或夹碎屑或附薄膜，一般 $tg\phi = 0.40 \sim 0.60$	长方体、立方体、菱形块体以及占多数的多角形块体	＞30一般均在60以上	裂隙水甚为微弱，沿面可以出现渗水、滴水现象，主要表现对半坚硬岩石的软化
Ⅱ	层状结构	$Ⅱ_1$	层状结构	主要指构造变形轻一中等的，中一厚（单层厚度大于 30 cm）层的层状岩体	50～30	0.6～0.3	以Ⅲ、Ⅳ级结构面（层面、片理、节理）为主，亦存在Ⅱ级结构面（原生软弱夹层、层间错动）延展性较好，一般有2～3组结构面，层面尤为显著，层间结合力较差，结构面的摩擦系数一般为 0.30～0.50	长方体、厚板体、块体和柱状体	＞30	由于岩层的组合和变位程度的不同，就有不同的水文地质结构；地下水的贮存情况和水动力条件则不相同。不仅要注意地下水渗透压力所引起的问题，而且地下水的软化、泥化作用亦是明显的
		$Ⅱ_2$	薄层状结构	同Ⅱ1，但层厚小于30 cm，在构造变动作用下表现为相对强烈的褶皱（或褶曲）和层间错动	＜30	＜0.40	层理、片理发育，Ⅲ级、Ⅱ级结构面如原生软弱夹层、层间错动和小断层不时出现，结构面多为泥膜、碎屑和泥质物所充填，一般结合力差 $tg\dot{\phi} \approx 0.30$上下	组合板状体或薄板状体	一般30～10	
Ⅲ	碎裂结构	$Ⅲ_1$	镶嵌结构	一般发育于脆硬岩层中的压碎岩带，节理、劈理组数多，密度大	＜50一般为数厘米	＜0.35	以Ⅳ、Ⅴ级结构面（节理、劈理及隐微裂隙）为主，结构面组数多（均多于3组），密度大，但其延展性甚差。结构面粗糙，闭合无充填或夹少量碎屑，$tg\phi \approx 0.40 \sim 0.60$	形态不一，大小不同，棱角显著彼此咬合	＞60	本身即为统一含水体，虽然导水性能并不显著，但渗水亦有一定的渗透压力

续表 H1

结构类型		亚类		地质背景	完整状态		结构面特征	结构体特征		水文地质特征
代号	名称	代号	名称		结构面间距 cm	完整性系数		形态	强度 MPa	
Ⅲ	碎裂结构	$Ⅲ_2$	层状碎裂结构	软硬相间的岩石组合，如复理石建造，火山岩建造和变质岩建造中，通常有一系列近于平行的软弱破碎带，它们与完成性较好的岩体相间存在	<100	<0.40	Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ级结构面均发育，Ⅱ、Ⅲ级（软弱夹层和各种成因类型的破碎带）尤为突出，在岩体中大致平行分布，起着控制性作用，其摩擦系数一般为0.20～0.40；相对坚硬完整的、与软弱破碎带相间存在的骨架岩体中，以Ⅳ、Ⅴ级结构面为主，一般 $tg\phi \approx 0.40$	软弱破碎带以碎屑、碎块、岩粉、泥为主；滑架部分岩体为大小不等、形态不同的岩块	骨架岩体中强度上更在30上下或更大些	亦具层状水文地质结构特性，软弱破碎带两侧地下水呈带状渗流、同时对软弱结构面（包括破碎带）的软化、泥化作用甚为明显
		$Ⅲ_3$	碎裂结构	岩性复杂，构造变动剧烈，断裂发育，亦包括风化作用下的弱风化带	<50	<0.30	Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ级结构面均发育，组数不下4～5组，彼此交切结构面多被充填；或为泥夹碎屑、或为泥膜、或为矿物薄膜，擦痕镜面多见，结构面光滑度不等，形态不一。有的破碎带中粘土矿物成分甚多。结构面的摩擦系数一般为0.20～0.40	碎屑和大小不等、形态不同的岩块	岩块中隐微裂隙甚多，不堪一击，小于30	地下水各方面作用均为显著，不仅有软化、泥化作用，而且由于渗流还可能引起化学管涌和机械管涌现象
Ⅳ	散体结构			构造变动剧烈，一般为断层破碎带、岩浆岩侵入接触破碎带以及剧烈一强风化带		<0.2	断层破碎带、接触破碎带中一般均具有数条滑动面，带中节理、劈理密集而呈无序状。整个破碎带（包括剧一强烈风化带）呈块夹泥的松散状态或泥包块的松软状态。摩擦系数一般在0.20上下	泥、岩粉、碎屑、碎块、碎片等	岩块的强度在此无实际意义	泥质物多，所以破碎带起隔水作用，使地下水沿破碎带两侧富集；同时，地下水可以促使破碎带物质软化、泥化、崩解、膨胀，还可产生化学管涌和机械管涌

表 H2

结构类型		亚类		力学界质类型	岩体变形破坏的特征	工程地质评价要点
代号	名称	代号	名称			
Ⅰ	整体块状结构	$Ⅰ_1$	整体结构	连续介质	硬脆岩石中的深埋地下工程可能出现岩爆，即脆性破裂，一般是沿裂隙端部产生。在半坚硬岩层中可能产生微弱的塑性变形	埋深大或处地震危险区的地下工程的围岩中，初始应力大能产生岩爆
		$Ⅰ_2$	块状结构	连续或不连续介质	压缩变形微量，主要决定于结构面的规模、数量和方位以及结构体的强度。剪切滑移受结构面抗剪强度及岩块刚度、形状、大小所制约，部分岩石抗剪断强度可以发挥作用，滑移面多迁就已有结构面	结构面的分布与特性，尤其Ⅱ、Ⅲ级结构面的存在及其组合的块体的规模、形状和方位；深埋或地震危险区地下开拓时，岩体中隐微裂隙的存在，可导致岩爆

续表 H2

结构类型		亚类		力学界质类型	岩体变形破坏的特征	工程地质评价要点
代号	名称	代号	名称			
Ⅱ	层状结构	$Ⅱ_1$	层状结构	不连续介质	变形受岩石组合、结构面所控制。压缩变形取决于岩性、岩层变位程度、结构面发育情况，缓倾和陡立岩层在拱顶和边墙可能出现弯曲拗折现象。剪切滑移受软面尤其面及软弱夹层的抗剪强度及其方位所制约	岩石组合；层面特性及其结合力，岩层的产状；要特别注意软弱夹层、层间错动的存在和Ⅱ、Ⅲ级结构面的组合；水文地质结构和水动力条件
		$Ⅱ_2$	薄层状结构		岩体的变形受破坏整体特性所控制，特别是软弱破碎岩层可能出现压缩、挤出底鼓等现象。洞室顶部、边墙易产生拗折现象。剪切滑移受结构面抗剪强度和薄板体的强度所控制	层间结合状态、软弱岩层的褶曲和坚硬岩层的破裂及其变化情况；地下水对软弱破碎岩层的软化和泥化，块体及组合块体的存在及其稳定性
Ⅲ	碎裂结构	$Ⅲ_1$	镶嵌结构	似连续介质	压缩变形量直接与结构体的大小、形态、强度有关。结构面抗剪强度、结构体彼此镶嵌能力，在岩体变形破坏过程中起决定性作用。崩落坍塌是由表及里逐渐发展的，若及时喷锚即可改善表层的应力状态，防止变形的发展	结构面发育的组数及其特性；地下水的渗透特性以及工程岩体所处的振动、风化条件；Ⅱ、Ⅲ级结构面的存在及其组合关系，这些软弱结构面的特性以及块体、组合块体的稳定性
		$Ⅲ_2$	层状碎裂结构	不连续介质	岩体的变形破坏受软弱破碎带所控制，具备坍塌、滑移的条件，还有压缩变形的可能	控制性软弱破碎带的方位、规模、组成物质的特性及其抗剪强度；相对完整岩体的骨架作用；地下水的赋存条件及其对岩体稳定性所起的作用
		$Ⅲ_3$	破碎结构	不连续介质似连续介质	整体强度低，坍塌、滑移、压缩变形均可产生。岩体塑性强，变形时间效应明显。岩体的变形破坏受软弱结构面的规模、数量、特性及其组合特征所决定	软弱结构面方位、规模、数量特性及其组合特征；结构面软弱物质的水理性以及地下水的赋存条件和作用；岩体变形的时间效应；组合块体对变形初始阶段的控制作用
Ⅳ	散体结构			似连续介质	是岩体中工程地质特性最坏的部位，近松散介质，具显著的塑性特征，变形时间时显。基础的压缩沉降、边坡的塑性挤出、坍塌滑移、洞室的坍塌、鼓胀无不产生。其变形、破坏受破碎带的物质组成及其强度所控制	构造岩、风化岩的破碎特征：物质组成、物理—力学性质、水理特性等；注意断层破碎带的多期活动性和新构造应力场

附 录 I
岩体风化程度野外鉴定表
（参考件）

分带	鉴定特征
强风化带	锤击浊音易粉碎，岩石全部退色，多数矿物粘土化，裂隙面明显，且粘土化，岩芯块度5～15 mm，多角砾—岩块(片)状，为团块—碎裂结构
弱风化带	岩石表面和裂隙面有风化迹象，部分矿物风化变质，颜色变浅，有少量裂隙将岩体切割成20～50 cm 块体，不易击碎，基本保持母岩结构

附 录 J
岩(土)样室内试验项目表
(参考件)

试验项目 \ 岩、土类别		砂质土	粘性土	多年冻土	软岩	半坚硬岩石	坚硬岩石	备注
成分	颗粒成分	+	+	+	+	—	—	
	矿物成分	+	+	+	+	+	+	
	化学成分	—	+	+	+	+	—	
	粘土矿物	—	+	+	+	—	—	
物理性质	比　重	+	+	+	+	+	+	
	容　重	+	+	+	+	+	+	
	相对密度	+	—	+	—	—	—	
	天然含水量	+	+	—	+	+	+	
	软化系数	—	—	—	+	+	+	
	孔隙度(比)	+	+	—	+	—	—	a. 水溶浸法开采的盐岩类矿床应进行水溶性试验。 b. 露采剥离物强度应进行切割强度试验
	界限含水量	—	+	—	—	—	—	
	膨胀性(膨胀量、冻胀量)	—	+	+	+	—	—	
	耐崩解性指数	—	—	—	+	+	—	
	安息角	+	—	+	—	—	—	
吸水率(含水率)		—	—	+	+	+	+	
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)	—	—	—	+	+	+	
	泊桑比	—	—	—	—	+	—	
	抗冻性	—	—	—	+	+	—	
	加里福尼亚承载比试验	—	—	—	—	+	+	
	落杉矶拉磨试验	—	—	—	—	+	+	

附加说明：

本规范是以1982年地质矿产部颁发的《矿区水文地质工程地质普查勘探规范》为基础，参照煤田、金属、非金属、放射性等矿种规范及有关专题研究资料编制而成。由全国矿产储量委员会审定提出。

本规范由国家矿产储量管理局组织湖北、湖南、吉林、四川省储委办公室负责起草。

本规范主要起草人迟景砚、王喜恩、漆尔清、罗鑫亮。

本规范由国家矿产储量管理局归口管理。