

# 城市轨道交通工程 地质风险防控技术规范

Technical code for prevention and control of geological risk of urban rail  
transit engineering

# 目 次

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 前 言 .....                  | 1  |
| 1 总 则 .....                | 1  |
| 2 术 语 .....                | 2  |
| 3 基本规定 .....               | 3  |
| 3.1 总体要求 .....             | 3  |
| 3.2 勘察设计阶段地质风险防控一般要求 ..... | 4  |
| 3.3 施工阶段地质风险防控一般要求 .....   | 5  |
| 4 地质风险评估 .....             | 7  |
| 4.1 一般规定 .....             | 7  |
| 4.2 勘察设计阶段地质风险评估 .....     | 7  |
| 4.3 施工阶段地质风险评估 .....       | 8  |
| 5 明（盖）挖法工程地质风险控制 .....     | 10 |
| 5.1 设计 .....               | 10 |
| 5.2 施工 .....               | 11 |
| 6 矿山法工程地质风险控制 .....        | 13 |
| 6.1 设计 .....               | 13 |
| 6.2 施工 .....               | 14 |
| 7 盾构法工程地质风险控制 .....        | 16 |
| 7.1 设计 .....               | 16 |

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 7.2 施工.....              | 18 |
| 8 地下水风险专项控制.....         | 21 |
| 8.1 设计.....              | 21 |
| 8.2 施工.....              | 22 |
| 附录 A 地质风险分级标准.....       | 26 |
| 附录 B 地质风险因素辨识清单.....     | 27 |
| 附录 C 地质风险单元及风险等级划分表..... | 28 |

# 1 总 则

1.0.1 为规范城市轨道交通工程的地质风险防控工作，有效预防和控制城市轨道交通工程建设中的地质风险，制定本规范。

1.0.2 本规范主要适用于北京市行政区域内采用明挖法、矿山法和盾构法施工的城市轨道交通土建工程的地质风险防控工作。

1.0.3 城市轨道交通工程的地质风险防控应遵循安全优先、技术可靠、经济合理和保护环境的原则。

1.0.4 城市轨道交通工程的地质风险防控工作除应符合本规范外，尚应符合国家及北京市现行有关标准规范的规定。

## 2 术 语

### 2.0.1 地质风险 geological risk

工程建设活动中，主要由于工程地质及水文地质条件的复杂性、不确定性或不利于工程施工等因素导致工程安全质量受到影响的工程风险。

### 2.0.2 地质风险评估 geological risk assessment

主要针对地质风险进行的风险辨识与界定、风险分析与单元划分、风险评价与分级并提出地质风险防控措施建议的技术活动。

### 2.0.3 地质风险单元 geological risk unit

主要根据地质风险类别及程度、场地工程地质及水文地质条件与工程结构的空间位置关系、施工工法等，划分出的不同地质风险区段或范围。

### 2.0.4 地质风险控制 geological risk control measures

主要针对地质风险，分别或同时从规划、勘察设计、施工、监测等方面制定技术方案或采取工程措施的技术活动。

### 2.0.5 地质风险防控 geological risk control measures

主要针对地质风险开展风险评估、风险控制等预测、预控和实时控制工作，并贯穿工程建设全过程的一系列活动。

### 3 基本规定

#### 3.1 总体要求

3.1.1 地质风险防控应贯穿城市轨道交通工程建设全过程，各阶段应针对性地开展地质风险防控工作，满足各阶段的工作深度和工程实际需要，并符合下列规定：

1 线路建设规划和可行性研究阶段应本着规避重大地质风险的原则，针对性开展重大地质风险辨识，进行相应的方案性设计及其技术安全经济比选等工作；

2 勘察设计阶段应本着预测预控地质风险的原则，同期开展地质风险辨识、分析和评估，制定针对性的地质风险控制设计方案和技术措施，并落实到相应的勘察设计文件中；

3 施工阶段应本着全面和实时控制地质风险的原则，开展相应的地质风险动态评估，制定针对性的地质风险控制施工方案，采取相应的安全技术措施，有效实施信息化施工和风险动态管控。

3.1.2 工程规划建设中宜避让下列重大地质风险区段：

- 1 地面沉降漏斗区；
- 2 大范围分布污染土区、地下水污染区；
- 3 大范围赋存有害气体区；
- 4 采空区、废弃矿井与坑道；
- 5 活动断裂区、地裂缝发育区；
- 6 其他地质灾害易发区。

3.1.3 下列情况宜重点开展地质风险防控工作：

- 1 高承压水或地下水条件极其复杂；
- 2 大范围分布深厚填土；
- 3 地质条件重大变化部位、土岩复合地层、地形地貌变化处；

4 施工时地下水条件发生重大变化；

5 勘察成果文件不满足设计或施工的深度要求或工程实际需要；

6 发生过地质风险险情或事故；

7 其他无法避让的重大地质风险区段。

3.1.4 工程建设中地质风险防控宜采用先进适用的智能化工具或信息化手段。

3.1.5 施工前宜制定与地质风险及其控制相关的应急预案，按有关规定有效组织应急演练和评估。施工现场应备足相关应急物资设备，确保现场应急处置及时、有效。

### 3.2 勘察设计阶段地质风险防控一般要求

3.2.1 勘察工作应严格按照相关标准规范 and 设计要求分阶段进行，并开展相应的地质风险辨识与分析工作。

3.2.2 勘探作业中应采取有效措施，确保勘探施工和周边环境设施安全。钻孔完成后应按有关规定及时回填密实，记录回填方法、材料和过程。

3.2.3 勘察期间宜设置地下水位长期观测孔，观测至土建工程竣工。长期观测孔应做好保护、维护和警示标识。

3.2.4 因故未能勘察探明的工程区段、位置或关键部位，应在勘察文件中予以说明。条件具备后及时补充勘察。

3.2.5 工程设计和施工中出现下列情形，勘察单位应提出地质风险防控措施的建议：

1 场地地质条件复杂或施工过程中出现地质异常，且可能对工程结构及工程施工产生较大影响；

2 设计方案或工程措施发生变更，且不满足勘察设计标准和工程实际需要；

3 针对地质风险的控制措施或处理效果不满足工程实际。

3.2.6 勘察中应根据工程地质水文地质条件的分布、类别、岩土工程特性及地质风险防控要求等，采用工程地质调查与测绘、钻探、物探、原位测试、室内试验等综合性和适宜的勘察

手段，有针对性地开展勘察工作，并符合下列规定：

1 对人工填土、新近沉积土、污染土与有害气体等地层，宜先行采用现场走访调查和地形地貌调查等方式，初步了解地层的成因、形成年代与方式、类型及分布等；

2 对砂性土层，宜采用钻探、标准贯入试验、颗粒分析试验、黏粒含量试验、石英含量试验、现场水文地质试验等方法，重点查明土层及地下水的分布范围、厚度及粒径组成、矿物成分、密实度、渗透系数等物理力学指标。隧道拱顶和开挖范围内的砂层，宜加密土体现场取样，增加原位测试数量；

3 对大粒径土层，宜采用现场调查、现场试验和室内试验相结合，且侧重于现场试验，重点查明大粒径土层的分布特征及颗粒级配、最大粒径、强度参数、矿物成分、透水性或富水性等物理力学指标；

4 对细粗粒土组合地层，应重点查明各土层的空间分布关系、含水层及隔水层分布、物理力学指标，合理进行薄层、夹层、透镜体等地层分层和描述；

5 对土岩复合地层与基岩隆起，应重点查明土岩分界面、岩石产状、风化带、风化程度、岩石的物理力学性质、强度参数及矿物成分、破碎带分布和富水情况；

6 对污染土与有害气体，勘探测试工作量及布置宜结合污染源和污染途径的分布进行，近污染源处勘探点间距宜加密。现场钻探、取样及测试时应采取相应的防护措施；

7 当场地范围内分布有多层对工程有影响的地下水时，应分层观测地下水位和测定水文地质参数；

8 当场地周边存在对工程有影响的地表水体时，应重点查明其水位、水深、水质、防渗措施、淤积物分布等，同时明确地表水与地下水的水力联系情况。

3.2.7 对 I 级地质风险单元、地质风险等级突变位置和有关工程关键节点部位，应进行重点勘察，制定针对性的地质风险控制措施，并落实到设计图纸中；专项设计时应充分考虑地质因素；

3.2.8 对分布厚度及范围较大、强度较低或自稳性较差的地层或地质风险单元，宜将深层土体沉降监测项目列为必测项目。

3.2.9 如工程施工距勘察报告提交日期较长，且期间场地地下水或周边地表水条件等发生较大变化，施工前宜补充地下水勘察。

3.2.10 场地存在污染土或有害气体地层时，宜对污染土范围内的主体结构进行防腐蚀及抗裂控制设计，明确有害气体的施工期及运营期防护要求。应进行污染土预处理设计，宜采用异位修复处理方案。止水帷幕宜采用防止有害气体泄漏的材料。

3.2.11 冻结法工程的勘察，宜重点测定地下水流速、流向、含盐量、地温等参数。

### 3.3 施工阶段地质风险防控一般要求

3.3.1 施工阶段应严格落实地质风险控制的设计措施，开展地质风险动态评估，完善或细化地质风险单元、风险等级和施工措施，编制针对性的安全专项施工方案和应急预案。对 I 级地质风险单元，宜制定专门的地质风险控制施工措施。

3.3.2 施工阶段宜适时开展地层空洞探测工作。发现存在空洞、土质疏松区或水囊的，应及时采取处理措施。

3.3.3 施工阶段应及时核查工程地质及水文地质和周边环境状况，根据工程地质及水文地质条件、周边环境、工况工序及其变化等情况，选择适用的施工机械设备和安全可靠的施工措施，结合监控量测信息，合理控制支护时机和施工工艺参数，并符合下列规定：

1 对地质风险大的单元或工程特殊部位，应制定合理可行的岩土体加固方案，采用可靠的施工工艺、参数或设备，对围护结构质量进行检测；

2 对挖运机具、堆载集中、起重吊装设备、车辆行驶与停放等区段或部位的地基承载力进行验算。地基承载力不满足要求时，宜按设计要求进行地面预加固或采取换填、铺垫钢板等预处理措施；

3 对地下水、周边地表水进行施工全过程动态监测，分析二者水力联系及其对工程的影响；

4 对基坑和矿山法隧道工程的开挖面进行地质描述和风险分析。

3.3.4 施工阶段宜对基坑或隧道预加固体、盾构端头井加固体、马头门开口段、止水帷幕等进行加固体质量检测。对 I 级地质风险单元所在的区段或部位，宜提高抽测率，并采用先进

可靠的综合检测手段。

3.3.5 施工阶段地质风险动态评估宜根据监控量测、风险巡查、视频监控等手段及成果开展。

3.3.6 I级地质风险单元或所涉工程部位的开工前条件核查，宜重点考虑地质风险因素。

3.3.7 施工过程中应加强 I级地质风险单元的监控量测、分析及反馈。遇到下列情况时，宜补充地质风险评估，完善地质风险控制措施，加密监控量测：

- 1 存在勘察未发现的不良地质条件，且影响工程安全；
- 2 盾构始发、接收以及停机检修或更换刀具期间；
- 3 暴雨或长时间连续降雨；
- 4 邻近工程施工、超载、振动、地表水等周边环境条件发生较大改变。

3.3.8 施工中遇污染土和有害气体，应符合下列规定：

- 1 污染土地层应编制专项处置方案，施工前对污染土进行先期处理；
- 2 遇有害气体，应严格遵循“先检测、后通风、再作业”的原则，作业面范围内不宜明火作业；
- 3 相关设备应满足防爆防毒要求；
- 4 盾构施工应对盾构密封系统进行全面检查和处理；
- 5 污染土和有害气体地层中进行作业和抢险施救时，应按规定做好个人防护。

## 4 地质风险评估

### 4.1 一般规定

4.1.1 工程建设各阶段应根据勘察成果文件、设计文件（图）、施工方案、施工状况、监测数据等基础资料等，开展针对性的地质风险评估工作，满足相应阶段地质风险防控的要求。

4.1.2 地质风险评估宜包括地质风险辨识、分析、单元划分和风险分级等工作，形成地质风险辨识清单和地质风险分级表等地质风险评估成果。

4.1.3 地质风险评估宜采用定性和定量相结合的方法。

4.1.4 地质风险等级宜分为Ⅰ级（高风险）、Ⅱ级（中风险）和Ⅲ级（低风险）三级风险。地质风险分级标准可参考附录 A。

### 4.2 勘察设计阶段地质风险评估

4.2.1 勘察过程中应对地质风险进行辨识与分析，并在勘察成果文件中予以说明。

4.2.2 勘察各阶段的地质风险辨识与分析应符合下列规定：

1 可研勘察重点分析场地不良地质作用、特殊性岩土、对工程建设影响大的不利地质条件等对线路方案、重点车站及区间等单位工程建设方案影响的地质风险；

2 初步勘察初步分析场地工程地质与水文地质条件影响各车站、区间等单位工程及其危险性较大分部工程建设方案的地质风险；

3 详细勘察全面分析场地工程地质与水文地质条件影响各车站、区间等单位工程及其危险性较大分部工程建设方案的地质风险。

4.2.3 地质风险辨识与分析宜全面分析地层及地下水分布及变化、不良地质现象及特殊岩土作用、岩土工程特性及参数等，进行初步的地质风险单元划分和分级，并重点考虑下列情况：

1 基坑侧壁地层、隧道围岩及地下水分布的复杂性、变化性；

2 岩土参数及获取方法的可靠性；

3 施工工法及围（支）护方案的合理性、安全性；

4 地下水控制与注浆加固等工程辅助措施的合理性、适宜性；

5 施工开挖方法、施工工艺的适宜性；

6 勘察范围、内容及精度等的符合性和适宜性。

4.2.4 工程设计中应根据勘察成果文件、初步的设计方案及相关工程经验等，开展地质风险评估，宜编制地质风险因素辨识清单、划分不同的地质风险单元和相应的地质风险等级。地质风险因素辨识清单、地质风险单元及地质风险分级表分别见**附录 B**、**附录 C**。

4.2.5 地质风险单元划分与分级应在地质风险评价的基础上进行。地质风险评价应综合考虑因工程地质条件与水文地质条件及其变化可能导致地质风险事件或安全事故发生的类型、范围与主控因素。

4.2.6 地质风险单元划分应遵循工程地质水文地质条件逢变必分的原则，并充分考虑施工工法、围（支）护方案、工程单元等要素。下列情况宜划分出不同的地质风险单元：

1 地形地貌发生较大变化；

2 围岩等级发生较大变化；

3 地层类型、厚度及相关岩土参数发生较大变化；

4 地下水类型或水位、含水层厚度发生较大变化；

5 地质条件与结构空间位置关系发生变化；

6 周边环境类型及保护标准发生变化等。

4.2.7 下列情况宜细分地质风险单元，提升地质风险等级：

1 地形地貌、地层结构、地下水条件等发生变化，且对工程实施产生较大影响；

2 围岩等级发生 2 级以上突变；

3 浅埋隧道上方存在厚层填土或软土；

4 开挖面地层严重不均匀；

5 存在水囊、孤石、漂石、富水砂层、高承压水、土岩复合地层或基岩隆起、有害气体等特殊地质现象；

6 受现场环境条件影响，勘察精度不足或未进行勘察；

7 隧道结构上方及周边存在变形控制要求高的既有轨道交通线（站）、地下管线或建（构）

筑物。

4.2.8 当补充勘察或设计方案措施发生变化后，宜核查地质风险单元及等级，在此基础上修正工程安全风险等级，完善地质风险控制的设计方案和工程措施。

### 4.3 施工阶段地质风险评估

4.3.1 施工前宜根据施工方案、相关工程措施、地质条件核查结果等，进行地质风险评估，核查地质风险单元及等级。

4.3.2 施工前宜在勘察设计阶段和施工前地质风险评估基础上，结合施工方案和相关安全控制要求，对施工工艺的地质条件适宜性进行评价。

4.3.3 施工过程中宜根据工程地质水文地质条件的变化，结合工序工况、工程方案与措施、周边环境控制要求、监测及预警信息等，动态评估地质风险。

4.3.4 当评估地质风险等级提高时，宜优化相关施工方案、施工工艺与参数和安全技术措施。下列情况宜重点考虑：

1 勘察精度不满足施工要求的特殊区段或部位；

2 矿山法隧道拱顶存在厚层人工填土、松散粉土砂土或软土的部位；

3 矿山法隧道拱顶或开挖面地层严重不均匀的部位；

4 地层类型、厚度及相关岩土参数发生较大变化；

5 围岩等级发生 2 级以上突变的部位；

6 水文地质条件发生较大变化的部位；

7 隧道围岩变形过大但地表变形监测值未协调反应的区段或部位。

## 5 明（盖）挖法工程地质风险控制

### 5.1 设计

5.1.1 明（盖）挖法工程设计应根据场地工程地质与水文地质条件、地质风险评估结果，结合周边环境条件及保护要求、以往工程经验等，选择合理可行的围支护结构设计方案和地下水控制、土体加固等工程措施。

5.1.2 围支护结构宜根据场地地质风险等级及单元分区，结合基坑平面、深度、周边环境条件及保护要求等，进行分区设计。不同支护形式转换处宜采取加强措施。

5.1.3 场地存在厚度较大、强度较低或自稳性较差的地层时，明挖法工程宜采取下列设计措施：

1 采用内支撑体系，并增加支撑体系冗余度；

2 增加围支护结构刚度，第一道支撑宜采用钢筋混凝土支撑；

3 增加支护结构深度，支护结构宜穿透软弱地层，嵌固至下伏坚硬土层；

4 地下连续墙宜在异型幅、邻幅接头、阴阳角和软弱夹层处等部位的外侧地面，采用旋喷桩或水泥搅拌桩等加固措施；导墙部位增加导墙深度、土层换填或槽壁两侧预加固措施；

5 土钉支护可采用超前微型桩、复合土钉墙局部补强加固；

6 基坑坑底地层地基承载力不能满足要求时，采取旋喷桩或搅拌桩等地基加固措施；

7 减少开挖面坡度。

5.1.4 场地存在富水地层或承压水地层时，明挖法工程设计宜根据水文地质条件、基坑深度及结构特点、周边环境条件及变形控制要求等，综合确定地下水控制方案和措施，并符合下列规定：

1 排桩、锚杆支护结构应采用降水辅助措施；

2 当降水对基坑周边建（构）筑物、管线、道路等造成不利影响时，宜采取具有止水功能的支护结构形式；

3 地下连续墙宜采用刚性或防水接头，接头位置可增设坑外注浆加固或旋喷桩加固止水等措施；

4 坑内宜设置降水井或减压井，布置集水坑、排水沟等辅助措施；

5 当基底下存在承压水时，应进行坑底抗突涌稳定性验算。当不满足要求时，宜采取减压井或止水帷幕等措施；

6 高承压水地层、富水砂性土层中采用施工锚杆支护，应先实施工程降水，并选用套管成孔工艺，在开孔位置采用防涌砂涌水装置。

5.1.5 场地存在孤石、大漂石地层，明挖法工程设计宜采取下列措施：

1 支护结构采用钻孔灌注桩、地下连续墙时，可采用预爆破处理方案、全套筒钻进成孔工艺或冲击加旋挖结合工艺；

2 支护结构采用锚索及土钉时，宜采用跟管钻进的机械成孔工艺或全套筒成孔工艺。

5.1.6 场地存在土岩复合地层和基岩隆起时，明挖法工程设计宜采取下列措施：

1 对土岩结合部位的结构抗变形能力、地基稳定性和不均匀沉降性进行专项分析；

2 根据基岩风化及软硬程度，合理设置围护桩嵌固岩石深度或锚杆（索）长度；

3 基岩上覆地层稳定性较差、富水性较强或强度较低时，对围护结构侧壁进行预加固；

4 土岩结合部位界面水或基岩裂隙水的水量较丰富或水压较大时，宜采取围护结构外侧降水或深孔注浆、坑内径向注浆止水或集水坑抽排等单一或组合措施；

5 基坑内基岩采用爆破处理措施时，应开展专项设计。

5.1.7 明（盖）挖法工程设计时，应根据地基基础条件对地质不均、施工期间土方卸荷等可能造成的结构立柱、结构墙的差异沉降影响进行分析，采取增加桩长、增大桩径等措施。

5.1.8 场地存在中等或严重液化地层，明挖法车站结构基础宜避免处于中等或严重液化地层。无法避开时，应对液化地层采取碎石桩、换填、注浆、搅拌桩、旋喷桩等地基处理措施，围护结构宜采用地下连续墙或咬合桩，嵌入到非液化地层，并按永久结构设计。

## 5.2 施工

5.2.1 明挖法施工应根据基坑结构特点、周边环境、施工季节等，严格遵循先撑后挖，分层、分段、对称均衡的开挖支护原则，严禁反坡、超挖及掏挖施工。

5.2.2 明（盖）挖法施工阶段应制定合理的土方开挖方案，并进行试挖，根据试挖及监测情况优化土方开挖参数及结构施工方案，严格控制差异沉降超限。

5.2.3 场地存在厚度较大、强度较低或自稳性较差的地层时，明挖法施工宜采取下列措施：

1 采用土钉支护，土钉长度小于 6m 时，可采用打入式钢花管注浆代替土钉；土钉长度大于 6m 时，可采用跟管钻机施工，并及时进行补浆。采用超前微型桩局部补强加固方案时，宜采取跳钻法组织施工；

2 地下连续墙支护可根据地层和设计墙幅长度等情况，选用合适的成槽机及尺寸、合理划分单元槽段及其施工顺序。成槽时根据不同的地层土质条件选用合适的泥浆种类及比重，并宜通过试验确定。成槽过程中慢速钻进或挖掘，并加强槽深、垂直度等参数的检测与控制；

3 钻孔灌注桩支护宜采用长套筒或泥浆护壁工艺，适当提高泥浆的比重和黏度，降低泥浆的滤失量，成孔作业时应随时监测泥浆比重等参数，加强孔位、孔深、垂直度的检测与控制；

4 锚杆（索）支护成孔时应控制钻机钻速。普通锚杆钻机无法成孔时，宜采用跟管钻进的机械成孔工艺，及时进行二次补浆甚至三次补浆，可对锚杆进行劈裂注浆。锚杆采用劈裂注浆时，宜根据土层特性设置试验段，以确定扩散范围、注浆压力、时间、浆液配比等参数；

5 基坑开挖期间严格控制分层开挖高度。长期边坡应及时挂网喷护封闭坡面，临时土坡宜采用帆布、塑料薄膜苫盖，对坡面进行保护；

6 严格按照设计要求控制围护结构、土方开挖、结构施工期间的邻边荷载。

5.2.4 场地存在富水地层或承压含水层时，明（盖）挖法施工宜采用下列措施：

1 围护结构施工时按设计要求做好地下水控制或止水加固措施及其效果检测，合理布置坑边排水沟和坑底集水井；

2 围护结构施工宜采用泥浆护壁工艺，选择合适的泥浆指标；成桩（槽）过程中严格控制垂直度，做好接头防水处理；

3 土方开挖前应进一步探明并切断补给水源，可增设坑内集水、排水措施和坑边截水措施；

4 土方开挖前对围护结构渗漏情况进行检测，发现渗漏宜提前采用引排与堵漏相结合的方法，根据围护结构形式、含水层类型、渗漏范围、渗漏量等要素选择合理的导流引排、旋喷加固或注浆堵漏等措施；

5 土方开挖期间应对桩间土随挖随挂网喷射混凝土；

6 现场应准备相关应急物资和设备，开挖期间桩间出现渗漏、水土流失甚至失稳坍塌征兆时，应及时采取地下水处理和止水加固等措施；

7 采用降水时宜进行抽水试验，降水中应根据含水层类型、地下水位高低、涌水量大小等，合理控制降速、降深。

5.2.5 场地存在分布不均的大粒径土、土岩复合地层或基岩隆起时，围护结构施工前宜开展地质超前预报或试桩作业，并根据地质核查结果或试桩报告，确定或调整相关施工参数，选择与地层相适应的围护结构施工工艺。

5.2.6 场地地层存在孤石、漂石或硬度较大的基岩时，围护结构施工时宜选择胎体厚、水口少、硬度高、多保径的钻头钻进。采用爆破处理时，宜进行试爆破，并根据试爆破效果调整钻孔间距、深度、装药量等参数。

## 6 矿山法工程地质风险控制

### 6.1 设计

6.1.1 下列地层不宜采用矿山法设计方案：

1 厚度大、松散、均匀性较差且通过技术措施无法保证施工安全或变形控制要求的填土层与软土地层；

2 分布范围广的工业污染土或有害气体地层。

6.1.2 矿山法工程设计应结合场地地层及地下水分布、地下水位与矿山法结构的相对关系、开挖支护方法和周边环境条件及控制要求等，采取合理和综合性的地下水控制方案。当地下水位较高且缺少降水实施条件或降水技术不可行时，宜采取地层止水加固措施，采用帷幕隔水方法技术不可行或经济不合理时，宜采用降水设计措施。

6.1.3 遇地质风险单元变化区段或部位，矿山法工程设计宜采取针对性分区开挖支护措施。

6.1.4 对下列地质风险单元或部位，矿山法工程设计宜采取工程加强措施，并加密地表或构筑物变形监测点：

1 地质风险相对大的单元；

2 相邻不同地质风险单元结合处；

3 地下水条件发生较大变化。

6.1.5 矿山法隧道拱部地层自稳性较差时，宜在隧道开挖（含马头门）前对地面或洞内拱部地层采取适宜的预加固措施：

1 隧道埋深较浅、具备地面施工条件且采用工程降水为主的地下水控制方案时，采用高压旋喷、深孔注浆等地面预加固措施；

2 隧道埋深较深、不具备地面施工条件且采用工程降水为主的地下水控制方案时，采用超前小导管、深孔注浆、大管棚等洞内预加固措施。并根据地层性质及变化、地层的分布范围、地层与结构的关系等，采用加密超前小导管和钢格栅布设、加大深孔注浆范围、优化开挖步序及进尺等措施；

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/958017116117006072>