吉林省工程建设地方标准 DB22

DB22/T5XXX-2023

**城市轨道交通岩土工程勘察标准**

Standard for geotechnical engineering investigation of urban rail transit

**（报批稿）**

2023-××-×× 发布 2023-××-×× 实施

吉林省住房和城乡建设厅 联合发布

吉林省市场监督管理厅

吉林省工程建设地方标准

城市轨道交通岩土工程勘察标准

Standard for geotechnical engineering investigation of urban rail transit

DB22/T XXXX-2023

主编部门：吉林省建设标准化管理办公室

批准部门：吉林省住房和城乡建设厅

吉林省市场监督管理厅

施行日期：2023年XX月XX日

2023·长春

前 言

根据吉林省住房和城乡建设厅《关于下达[2019年全省工程建设地方标准制定（修订）计划（一）]的通知》（吉建标[2019]1号）要求，编制组会同有关单位，依据国家相关标准，结合我省具体情况，并在广泛征求意见的基础上，编制本标准。

本标准的主要技术内容是：1总则；2术语和符号；3基本规定；4可行性研究勘察；5初步勘察；6详细勘察；7勘察方法与手段；8岩土工程分析与评价；9岩土工程成果报告；10现场检验与验证。

本标准由吉林省建设标准化管理办公室负责管理，由长春市轨道交通集团有限公司负责具体技术内容的解释。

本标准在执行过程中，请各单位注意总结经验，积累资料，随时将有关意见和建议反馈给吉林省建设标准化管理办公室（地址：长春市民康路519号，邮编：130041，电子邮箱：jljsbz@126.com），以供今后修订时参考。

本标准主编单位：长春市轨道交通集团有限公司

北京城建勘测设计研究院有限责任公司

本标准参编单位：北京城建设计发展集团股份有限公司

吉林省建苑设计集团

长春市政工程设计研究院

吉林省交通规划设计院

吉林省水利水电勘测设计研究院

中铁现代勘察设计院有限公司

中水东北勘测设计研究院有限责任公司

吉林建筑大学

中交铁道设计研究总院有限公司

中铁北方吉林投资建设有限公司

中铁四局集团路桥工程有限公司

中铁十局集团城轨有限公司

中建三局城建有限公司

长春市建设工程质量监督站

本标准主要起草人员：尹洪峰 高文新 张广伟 庞 炜 李世民 黄溯航

王 伟 郭红梅 孙常青 张亚华 王立峰 王宇博

张得鲁 江 涛 林 森 吕大桅 高秀岩 孟昆鹏

李振富 王振中 袁红如 王伯冠 韩万权 张志华

宋 伟 杨 明 庞海泉 杨 彬 潘宇峰 胡建勋

孙 光 孔祥礼 卢长伟 王 强 孙德举 曹运珠

杨晓晗 王 清 周景宏 孙 超 郭浩天 杨文和

潘国鑫 秦洪贵 陈宏伟 翟云阔 高有才 张 贺

陈宏宇 逄明卿 田海洋 白建军 左剑峰 陈 誉

应 雄 杨玉龙 徐 锋 马 超 江志平 刘阿锋

张春光 李继忠 肖庆松 黄克新 刘连彬 黄 鑫

卢 宇 孙传博 朱研赫

本标准主要审查人员：周 毅 陶乐然 佟德生 高 涛 孙文波 张广鹏

申宏瑞

目 次

[1 总则 1](#_Toc8234)

[2 术语和符号 2](#_Toc8841)

[2.1 术语 2](#_Toc4678)

[2.2 符号 3](#_Toc31721)

[3 基本规定 5](#_Toc15415)

[3.1 一般规定 5](#_Toc18780)

[3.2 勘察工作等级 6](#_Toc9903)

[3.3 勘察纲要 7](#_Toc29597)

[4 可行性研究勘察 9](#_Toc17551)

[4.1 一般规定 9](#_Toc14136)

[4.2 勘察工作基本要求 9](#_Toc18611)

[5 初步勘察 11](#_Toc18959)

[5.1 一般规定 11](#_Toc3591)

[5.2 勘察工作基本要求 11](#_Toc28072)

[5.3 地下工程 12](#_Toc284)

[5.4 高架工程 13](#_Toc20715)

[5.5 路基、涵洞 14](#_Toc8041)

[5.6 地面车站、车辆基地 15](#_Toc9437)

[6 详细勘察 16](#_Toc421)

[6.1 一般规定 16](#_Toc9238)

[6.2 勘察工作基本要求 16](#_Toc20952)

[6.3 地下工程 17](#_Toc2821)

[6.4 高架工程 21](#_Toc21271)

[6.5 路基、涵洞 22](#_Toc12097)

[6.6 地面车站、车辆基地 24](#_Toc4110)

[7 勘察方法与手段 25](#_Toc5754)

[7.1 一般规定 25](#_Toc11955)

[7.2 工程地质测绘与调查 25](#_Toc12735)

[7.3 钻探 26](#_Toc6887)

[7.4 物 探 27](#_Toc18489)

[7.5 取 样 27](#_Toc1744)

[7.6 水文地质试验 28](#_Toc13459)

[7.7 原位测试 29](#_Toc30499)

[7.8 室内试验 31](#_Toc29335)

[8 岩土工程分析与评价 33](#_Toc9934)

[8.1 一般规定 33](#_Toc26727)

[8.2 岩土工程评价 33](#_Toc22575)

[8.3 地质风险分析 36](#_Toc29193)

[9 岩土工程成果报告 38](#_Toc7558)

[9.1 一般规定 38](#_Toc14111)

[9.2 可行性研究勘察报告的基本要求 38](#_Toc31385)

[9.3 初步勘察报告的基本要求 39](#_Toc10636)

[9.4 详细勘察报告的基本要求 40](#_Toc29183)

[10 现场检验与验证 41](#_Toc1690)

[附录A 勘察作业环境风险因素识别与管控 43](#_Toc31945)

[附录B 工程周边环境调查 44](#_Toc18757)

[附录C 岩石风化程度划分 47](#_Toc17684)

[附录D 风化岩抗剪强度指标经验值 49](#_Toc18515)

[附录E 桩侧土水平抗力系数的比例系数m值经验曲线 50](#_Toc21124)

[附录F 岩土施工工程分级 51](#_Toc6000)

[附录G 风化岩地基承载力修正系数建议值 52](#_Toc32421)

[附录H 主要城市地层划分 53](#_Toc17868)

[附录I 长春市工程地质图 55](#_Toc702)

[本标准用词说明 56](#_Toc21679)

[引用标准名录 57](#_Toc23656)

[附：条文说明 58](#_Toc12934)

# **1 总则**

* + 1. 为规范城市轨道交通岩土工程勘察工作，做到科学性、安全性、有效性、先进性，确保工程质量、控制风险和保护环境，制定本标准。
    2. 本标准适用于城市轨道交通建设项目的岩土工程勘察。
    3. 城市轨道交通岩土工程勘察除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

# **2 术语和符号**

* 1. 术语
     1. 城市轨道交通 urban rail transit

采用专用轨道运行的城市公共客运交通系统，包括地铁、轻轨、单轨、有轨电车、磁浮、自动导向轨道、市域快速轨道系统的统称。

* + 1. 主体结构 main structure

车站与区间保障列车安全运营和结构体系稳定的主要受力结构。

* + 1. 附属结构 subsidiary structure

[地铁出入口](https://wenwen.sogou.com/s/?w=%E5%9C%B0%E9%93%81%E5%87%BA%E5%85%A5%E5%8F%A3&ch=ww.xqy.chain" \t "https://wenwen.sogou.com/z/_blank)，风道、[风井](https://wenwen.sogou.com/s/?w=%E9%A3%8E%E4%BA%95&ch=ww.xqy.chain" \t "https://wenwen.sogou.com/z/_blank)、风亭等，与车站[主体结构](https://wenwen.sogou.com/s/?w=%E4%B8%BB%E4%BD%93%E7%BB%93%E6%9E%84&ch=ww.xqy.chain" \t "https://wenwen.sogou.com/z/_blank)区分开来的，作为配合主体使用的结构。

* + 1. 明挖法 cut and cover method

由地面挖开的基坑中修筑地下结构的方法。包括明挖、盖挖顺作和盖挖逆作等工法。

* + 1. 矿山法 mining method

修筑隧道的暗挖施工方法，传统的矿山法指用钻眼爆破的施工方法，又称钻爆法。现代矿山法包括软土地层浅埋暗挖法及由其衍生的其它暗挖方法。

* + 1. 盾构法 shield method

在盾构钢壳体的保护下进行开挖、推进、衬砌和注浆作业，完成隧道修筑的方法。

* + 1. 工程周边环境 environment around engineering

城市轨道交通工程勘察、设计、施工影响范围内既有（或在建）建（构）筑物、地下构筑物、管线、道路和桥梁、轨道交通、地表水体和水工建筑、不可移动文物等环境对象的统称。

* + 1. 标准地层 standard stratigraphic

一定区域内，按地层时代、成因类型、岩性特征及其基本物理性质指标等综合确定的具有代表性的地层。

* + 1. 抗浮设防水位 anti-floating water level

地下结构抗浮设计计算所需要的、保证抗浮设防安全和经济合理的场地地下水设计水位。

* + 1. 地质风险 geological risk

由不良地质条件产生的以及由工程活动对地质条件的改造而引起的工程建造期或运营期可能出现的安全、质量风险事故。

* 1. 符号
     1. 岩土物理性质

*e* —孔隙比；

*G*S —土粒比重；

*I*L —液性指数；

*I*P —塑性指数；

*n* —孔隙率；

*S*r —饱和度；

*ω* —含水率；

*ω*L —液限；

*ω*P —塑限；

*W*u —有机质含量；

*γ* —重力密度(重度)；

*ρ* —质量密度(密度)；

*ρ*d —干密度。

* + 1. 岩土变形参数

*α* —压缩系数；

*C*c—压缩指数；

*C*s —回弹指数；

*c*v —垂直向固结系数；

*E*o—变形模量；

*E*s —压缩模量；

*P*c —先期固结压力；

*μ* —土的泊松比。

*K*h—水平基床系数；

*K*v—垂直基床系数；

*K*o—静止土压力系数。

* + 1. 岩土强度参数

*f*ak—地基土承载力特征值；

*q*u —无侧限抗压强度；

*S*t—灵敏度；

*c* —黏聚力；

*φ*—内摩擦角；

*f*r—岩石饱和单轴抗压强度。

* + 1. 触探及标准贯入试验指标

*N* —标准贯入试验锤击数；

*N*10 —轻型圆锥动力触探锤击数；

*N*63.5 —重型圆锥动力触探锤击数；

*N*l20 —超重型圆锥动力触探锤击数；

*p*s —单桥探头静力触探比贯入阻力；

*f*s —双桥探头静力触探侧摩阻力；

*q*c —双桥探头静力触探锥头阻力。

* + 1. 水文地质参数

*k* —渗透系数；

*Q* —流量，涌水量；

*R* —影响半径。

* + 1. 其他符号

*F*s—边坡稳定系数；

*s* —基础沉降量，载荷试验沉降量；

*S*t —灵敏度；

*v*p —压缩波波速；

*v*s—剪切波波速。

# **3 基本规定**

* 1. 一般规定
     1. 城市轨道交通岩土工程勘察应分阶段开展工作，可划分为可行性研究勘察、初步勘察和详细勘察。
     2. 针对城市轨道交通工程采用的不同施工方法，应考虑工法特点，开展相应的勘察工作，提供所需的岩土工程资料。
     3. 当城市轨道交通工程线路或场地附近存在对工程设计方案和施工有重大影响的岩土工程问题时应进行专项勘察。
     4. 施工过程中出现影响施工安全与工程质量的岩土工程问题时，应开展施工勘察，满足设计、施工方案调整和风险控制的要求。
     5. 城市轨道交通岩土工程勘察工作应根据工程类别、场地条件和工程周边环境条件制订勘察方案，采用综合、有针对性的勘察方法，布置合理的勘察工作量，查明工程地质条件、水文地质条件，进行岩土工程评价，提供设计、施工所需的岩土参数，开展地质风险分析，提出岩土治理、环境保护以及工程监测等建议。
     6. 勘探作业前应进行环境风险因素识别，并采取风险控制措施，确保地下管线、建（构）筑物安全及勘察工作自身安全，可参考附录A。
     7. 勘察单位应对业主提供的工程周边环境调查成果进行会签。当需要勘察单位自行调查时，可参考附录B开展工作。
     8. 城市轨道交通线路工程和地面建筑工程的地震效应评价应分别执行现行国家标准《城市轨道交通结构抗震设计规范》GB50909、《建筑抗震设计规范》GB50011的规定。
     9. 勘察工作应建立完整的技术档案，在条件具备时，宜开展信息化勘察工作。
  2. 勘察工作等级
     1. 城市轨道交通岩土工程勘察应根据工程重要性等级、场地复杂程度等级和工程周边环境风险等级确定勘察工作等级。
     2. 工程重要性等级应根据工程规模、建筑类型和特点以及因岩土工程问题造成工程破坏的后果，按照表3.2.2的规定进行划分：

表3.2.2  工程重要性等级

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 工程重要性等级 | 工程破坏的后果 | 工程规模及建筑类型 |
| 一级 | 很严重 | 车站主体、各类通道、地下区间、高架区间、大中桥梁、地下停车场、控制中心、主变电站、车辆基地内地基基础设计等级为甲级的建筑 |
| 二级 | 严重 | 出入口、风井、风道、施工竖井、盾构始发井、盾构接收井、水泵房、路基、涵洞、小桥、车辆基地内地基基础设计等级为乙级的建筑 |
| 三级 | 不严重 | 地面停车场、地基基础设计等级为丙级的建筑物 |

* + 1. 场地复杂程度等级应根据地形地貌、工程地质条件、水文地质条件按照表3.2.3的规定进行划分，从一级开始，向二级、三级推定，以最先满足的为准。

表3.2.3  场地复杂程度等级

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 场地复杂程度等级 | 地形地貌 | 建筑抗震地段 | 不良地质作用 | 特殊性岩土 | 地下水 | 岩土性质 |
| 一级 | 复杂 | 不利 | 强烈发育 | 需处理 | 影响大 | 较差 |
| 二级 | 较复杂 | 一般 | 一般发育 | 不需处理 | 影响小 | 一般 |
| 三级 | 简单 | 有利 | 不发育 | 无 | 无影响 | 较好 |

* + 1. 工程周边环境风险等级应根据工程周边环境的类型、重要程度、与工程的相互影响程度及破坏后果的严重程度，按照表3.2.4的规定进行划分：

表3.2.4  周边环境风险等级

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 环境风险等级 | 地质风险严重程度 | 周边环境类型及规模 |
| 一级 | 影响后果很严重 | 交汇既有轨道交通设施（含铁路）、重要建（构）筑物、大桥与隧道、重要市政管线及地表水系、堤防 |
| 二级 | 影响后果严重 | 交汇一般建（构）筑物、中小型桥（涵）、重要市政道路；临近重要建（构）筑物、大桥与隧道、重要市政管线及地表水系、堤防 |
| 三级 | 影响后果不严重 | 交汇一般市政管线、一般市政道路及其它市政基础设施，临近一般建（构）筑物、中小型桥（涵）、重要市政道路 |

* + 1. 城市轨道交通岩土工程勘察等级，可按下列条件划分：

1. 甲级：在工程重要性等级、场地复杂程度等级和工程周边环境风险等级中，有一项或多项为一级的勘察项目；
2. 乙级：除勘察等级为甲级和丙级以外的勘察项目；
3. 丙级：在工程重要性等级、场地复杂程度等级和工程周边环境风险等级中，三项均为三级的勘察项目。
   1. 勘察纲要
      1. 城市轨道交通岩土工程勘察工作，各阶段均应分别编制勘察纲要。
      2. 勘察纲要应在了解工程意图，充分搜集、分析已有资料和现场踏勘的基础上，依据勘察目的、任务和相应技术标准要求进行编写。
      3. 勘察纲要应包含以下内容：
4. 任务来源及工程概况；
5. 拟建场地环境、工程地质条件；
6. 环境风险因素识别；
7. 勘察阶段、勘察等级；
8. 勘察目的任务及主要岩土工程问题；
9. 执行的技术标准；
10. 选用的勘察方法与手段，必要时包括周边环境专项调查方法；
11. 勘察工作布置原则及工作量；
12. 勘探孔（槽、井、洞）回填要求；
13. 勘察质量控制、安全保证和环境保护措施；
14. 勘探设备、仪器和人员安排、勘察进度计划；
15. 需要提交的主要成果；
16. 应急预案；
17. 附图：勘探工作平面布置图；
18. 详细勘察阶段尚应包括：技术交底、验槽及施工配合。
    * 1. 勘探工作布置应包含下列内容：
19. 勘探点的位置、类型、深度及数量；
20. 地球物理勘探、原位测试的方法和布置；
21. 取样方法，采取岩样、土样和水样及其存储、保护和运输要求；
22. 室内试验项目、方法和数量。
    * 1. 当设计或实际勘察条件发生变化时，应及时调整或修订勘察纲要。

# **4 可行性研究勘察**

* 1. 一般规定
     1. 针对城市轨道交通工程线路方案，开展岩土工程勘察工作，研究线路场地的地质条件，为线位、站位、线路敷设形式、施工方法等方案的设计与比选、技术经济论证、工程周边环境保护及编制可行性研究报告提供地质资料。
     2. 可行性研究勘察宜以搜集、利用现有地质资料为主，进行工程地质测绘与调查，开展必要的勘探与取样、原位测试、物探、室内试验等工作。
     3. 应对影响线路方案的不良地质作用、特殊性岩土及关键岩土工程问题给出评价结论。
  2. 勘察工作基本要求
     1. 可行性研究勘察的资料搜集应包括下列内容：

1. 工程所在地的气象、水文以及与工程相关的水利、防洪设施等资料；
2. 区域地质构造、地震及液化等资料；
3. 沿线地形、地貌、地层岩性、地下水、特殊性岩土、不良地质作用和地质灾害等资料；
4. 沿线不可移动文物和河、湖、沟、坑的历史变迁及工程活动引起的地质变化等资料；
5. 影响线路方案的重要建（构）筑物、桥涵、隧道、既有轨道交通设施等工程周边环境的竣工资料及可能影响工程实施的其他环境条件资料。
   * 1. 可行性研究勘察的勘探工作应符合下列要求：
6. 勘探点数量应满足工程地质分区的要求，每个工程地质单元应有勘探点，在地质条件复杂地段应加密勘探点；
7. 勘探点间距不宜大于1000m，每个车站应有勘探点；
8. 当有两条或两条以上比选线路时，各比选线路均应布置勘探点；
9. 控制线路方案的江、河、湖等地表水体及不良地质作用和特殊性岩土地段应布置勘探点；
10. 勘探孔深度应满足场地稳定性、适宜性评价和线路方案设计、工法选择等需要。
    * 1. 可行性研究勘察的取样、原位测试、室内试验的项目和数量，应根据线路方案、沿线工程地质和水文地质条件确定。

# **5 初步勘察**

* 1. 一般规定
     1. 初步勘察应在可行性研究勘察的基础上，针对城市轨道交通工程线路敷设形式、各类工程的结构形式、施工方法等开展工作，为初步设计提供依据。
     2. 初步勘察工作应根据沿线区域地质和场地工程地质、水文地质、工程周边环境等条件，采用工程地质测绘与调查、勘探与取样、原位测试、室内试验等多种手段相结合的综合勘察方法。
     3. 初步勘察应对控制线路平面、埋深及施工方法的关键工程或区段进行重点勘察，并结合工程周边环境提出岩土工程防治和风险控制的初步建议。
  2. 勘察工作基本要求
     1. 初步查明城市轨道交通工程线路、车站、车辆基地和相关附属设施的工程地质条件、水文地质条件，分析评价地基基础形式和施工方法的适宜性，预测可能出现的岩土工程问题，提供初步设计所需的岩土参数，提出复杂或特殊地段岩土治理的初步建议。
     2. 初步勘察工作应符合下列规定：

1. 取得带地形的拟建线路平面图、线路纵断面图、施工方法等有关设计文件及可行性研究勘察报告，收集工程周边环境条件资料；
2. 初步查明沿线地形地貌、地质构造、岩土类型及分布、地下水埋藏条件及岩土物理力学性质，并进行工程地质分区；
3. 初步查明沿线场地不良地质作用的类型、成因、分布、规模、工程性质；
4. 初步查明特殊性岩土的类型、成因、分布、规模、工程性质；
5. 调查场地土的冻胀性，提供最大冻结深度、标准冻结深度；
6. 初步查明沿线地表水的水位、流量、水质、河湖淤积物的分布，以及地表水与地下水的水力联系；
7. 初步查明地下水类型，补给、径流、排泄条件，地下水位、地下水动态和变化规律；
8. 初步评价水和土对建筑材料的腐蚀性；
9. 初步评价场地和地基的地震效应；
10. 评价场地稳定性和工程适宜性；
11. 根据场地工程地质和周边环境条件，结合工程设计方案分析预测可能出现的岩土工程问题。
    * 1. 初步勘察阶段的勘探孔均为控制性孔，取样孔应不少于勘探孔总数的2/3，其它孔宜进行原位测试。
    1. 地下工程
       1. 地下车站与区间工程初步勘察除应满足本标准第5.2节以外，尚应满足以下要求：
12. 初步划分岩土施工工程分级和隧道的围岩分级；
13. 根据车站、区间隧道的结构形式、埋置深度，进行地基条件及围岩稳定性的分析与评价，提出地基基础方案的初步建议；
14. 每个水文地质单元选择代表性地段进行水文地质试验，提供水文地质参数，必要时设置地下水位长期观测孔；
15. 针对车站、区间隧道的施工方法，结合岩土工程条件，分析基坑支护、围岩开挖支护、岩土加固与处理、地下水控制等可能遇到的岩土工程问题，提出处理措施的初步建议；
16. 针对地下车站，开展专题研究，初步提供抗浮设防水位建议值。
    * 1. 勘探点平面布置应符合下列规定：
17. 地下车站的勘探点宜按结构轮廓线布置，每个车站勘探点数量不宜少于4个，且勘探点间距不宜大于100m。
18. 明挖法区间及过渡段勘探点宜沿结构轮廓线外侧3m～5m布置，勘探点间距不宜大于100m；
19. 盾构或暗挖区间勘探点宜交叉布置在区间隧道边线外侧3m～5m范围内，勘探点间距应根据场地复杂程度和设计方案布置，宜为100m～200m；
20. 在地貌、地质单元交接部位、地层变化较大地段以及不良地质作用和特殊性岩土发育地段，宜沿线布置物探测线，必要时应加密勘探点；
21. 施工工法比选地段、大断面、异型断面处应布置勘探点；
22. 山岭隧道宜沿隧道中心线布置1条物探测线，在物探测试成果的基础上在隧道进出口、地形垭口、地层分界线或构造破碎带等部位布置勘探点。
    * 1. 勘探孔深度应根据地质条件及设计方案综合确定，并符合下列规定：
23. 勘探孔深度在第四系地层应进入结构底板以下不小于30m；在结构埋深范围内如遇强风化、全风化岩石地层应进入结构底板以下不小于15m；在结构埋深范围内如遇中等风化、微风化岩石地层宜进入结构底板以下5m～8m；
24. 遇不良地质、较大岩相变化或强烈风化差异时勘探孔深度宜适当加深。
    1. 高架工程
       1. 高架车站与区间工程初步勘察除应满足本标准第5.2节以外，尚应满足以下要求：
25. 重点查明对高架方案有控制性影响的不良地质的分布、基本特征，指出工程设计应注意的事项；
26. 采用天然地基时，初步评价墩台基础地基稳定性和承载力，提供地基变形、基础抗倾覆和抗滑移稳定性验算所需的岩土参数；
27. 采用桩基时，初步查明桩基持力层的分布、厚度变化规律，提供桩侧土层摩阻力、桩端土层端阻力、地基承载力、岩石饱和单轴抗压强度初步建议值；提出桩型及成桩工艺、施工可行性的初步建议，并评价桩基施工对工程周边环境的影响；
28. 跨河桥还应初步查明河流水文条件，提供冲刷计算所需的颗粒级配等参数；
    * 1. 勘探点间距应根据场地复杂程度和设计方案确定，宜为80m～150m；高架车站勘探点数量不宜少于3个。
      2. 高架工程遇到构造破碎带、采空区、人为坑洞等不良地质分布时，宜布置物探测线并加密勘探点。
      3. 勘探孔深度应符合下列规定：
29. 勘探孔深度应满足墩台基础或桩基沉降计算和软弱下卧层验算的要求；
30. 基础置于第四系地层时，勘探深度应至持力层或桩端以下不小于5m；若在此深度内遇软弱地层，应穿透软弱地层，并进入坚硬地层不小于3m；
31. 基岩地段的勘探深度，应穿透强风化带，钻至中等风化层不小于3m；遇到新近纪以后多次喷发的火山岩时，钻孔应适当加深；
32. 河床地段的勘探深度，应排除大漂（块）石、孤石的影响，勘探孔进入中等风化以上岩层不少于5m；
33. 勘探深度应考虑土层最大冻结深度、水流最大冲刷深度的不利影响。
    1. 路基、涵洞
       1. 路基工程初步勘察除应满足本标准第5.2节以外，尚应满足以下要求：
34. 重点查明对路基工程有控制性影响的不稳定岩土体、软弱土层等不良地质体的分布范围；
35. 初步分析地下水对路基的影响，必要时提出路基处理措施的建议；
36. 划分岩土施工工程分级，指出路基设计应注意的地质问题并提出相关建议。
    * 1. 高路堤应重点查明软弱土层的分布范围和物理力学性质，提出天然地基的填土允许高度或地基处理意见，对路堤的稳定性进行初步评价。
      2. 深路堑应初步评价边坡在各种不利工况下的稳定性，提出边坡治理措施的建议。
      3. 对于支挡结构应初步评价地基稳定性和承载能力，提供边坡岩土体的物理力学性质指标，并对支挡结构的型式给出初步建议。
      4. 涵洞工程初步勘察应符合下列规定：
37. 初步查明涵洞场地天然沟床稳定状态、隐伏的基岩倾斜面、不良地质作用和特殊性岩土；
38. 初步评价涵洞地基稳定性和承载能力，提供涵洞设计、施工所需的岩土参数；
39. 初步查明涵洞上游的汇水条件，估算汇水面积，提供水力计算所需的参数。
    * 1. 路基、涵洞工程勘探点布置应符合下列要求：
40. 路基勘探点间距可根据场地复杂程度确定，勘探点宜沿线路两侧交错布置，间距宜为100m～150m，支挡结构、涵洞应有勘探点控制；
41. 每个地貌、地质单元均应布置勘探点，在地貌、地质单元交接部位和地层变化较大地段应加密勘探点；
42. 高路堤、陡坡路堤、深路堑地段钻孔间距适当加密并应布置横断面，每条横断面勘探点数量不宜少于3个；
43. 路基、涵洞工程勘探孔深度应满足地基处理、稳定性评价、变形计算、软弱下卧层验算的要求，勘探孔宜进入稳定持力层以下不小于8m。

* 1. 地面车站、车辆基地
     1. 地面车站、车辆基地的建（构）筑物初步勘察应按照现行国家标准《工程勘察通用规范》GB55017、《岩土工程勘察规范》GB50021及现行地方标准《岩土工程勘察技术规程》DB22/JT 147的有关规定执行。
     2. 车辆基地内的路基工程初步勘察应满足本标准第5.5节的要求。

# **6 详细勘察**

* 1. 一般规定
     1. 详细勘察应在初步勘察的基础上，针对城市轨道交通工程线路敷设形式、各类工程的结构形式、施工方法等开展工作，满足施工图设计要求。
     2. 详细勘察应根据各类工程场地的工程地质、水文地质和工程周边环境等条件，采用勘探与取样、原位测试、室内试验，辅以工程地质调查与测绘、工程物探的综合勘察方法。
  2. 勘察工作基本要求
     1. 详细勘察应查明各工点的工程地质、水文地质条件，提供设计、施工所需的岩土参数。进行岩土工程评价及地质风险分析，提出地基基础、围岩加固与支护、边坡治理、周边环境保护的措施与建议。
     2. 详细勘察工作应符合下列规定：

1. 查明场地范围内岩土层的类型、年代、成因、分布范围、工程特性，分析和评价地基的稳定性、均匀性和承载能力，提出天然地基、地基处理或桩基等地基基础方案的建议，对需进行沉降计算的建（构）筑物、路基等，提供地基变形计算参数；
2. 查明岩性组合，层理、片理、裂隙等产状及组合形式，构造及破碎带的位置、规模、产状和力学属性，岩石坚硬程度和风化程度、岩体完整性，划分岩体结构类型、岩体基本质量等级；
3. 查明不良地质作用的特征、成因、分布范围、发展趋势和危害程度，提出治理方案的建议；
4. 查明地下空洞、采空区、可液化土层和特殊性岩土的分布与特征，分析其对工程的危害程度，提出防治措施的建议；
5. 提供场地土的最大冻结深度、标准冻结深度。查明季节性冻土的工程特性，分析对轨道交通施工期及运营期影响，提出防治措施建议；
6. 查明对工程有影响的地表水体的分布、水位、水深、水质、淤积物及防渗设施及地表水与地下水的水力联系等，分析地表水体对工程可能造成的危害；
7. 查明地下水的埋藏条件，提供场地的地下水类型、地下水位、水质、岩土渗透系数、地下水位变化幅度等水文地质资料，分析地下水对工程的影响，提出地下水控制措施的建议；
8. 进行围岩分级和岩土施工工程分级，提出对地下工程有不利影响的工程地质问题及防治措施的建议，提供基坑支护、隧道初期支护和衬砌设计、施工所需的岩土参数；
9. 分析边坡的稳定性，提供边坡稳定性计算参数，提出边坡治理的工程措施建议；
10. 判定地下水和土对建筑材料的腐蚀性；
11. 确定场地类别，对抗震设防烈度大于6 度的场地，应进行液化判别，提出处理措施的建议；
12. 分析工程周边环境与工程的相互影响，提出环境保护措施的建议；
13. 根据场地工程地质条件、水文地质条件和周边环境条件，结合工法，进行地质风险分析。
    * 1. 控制性勘探孔的数量不应少于勘探点总数的1/3；取样及原位测试孔的数量不应少于勘探点总数的2/3。
    1. 地下工程
       1. 地下车站主体、出入口、风井、通道，地下区间、联络通道等地下工程的详细勘察，除应符合本标准第6.2节的规定外，尚应符合下列规定：
14. 提供地下工程设计、施工所需的岩土层的物理力学性质指标、基床系数、静止侧压力系数、热物理指标、电阻率以及岩土施工工程分级、围岩分级等岩土参数；
15. 查明不良地质作用、特殊性岩土及对工程施工不利的饱和砂层、卵石层等地质条件的分布与特征，分析其对工程的不利影响；
16. 基岩地区应查明岩石风化程度，岩层层理、片理、节理等软弱结构面的产状及组合形式，断裂构造和破碎带的位置、规模、产状和力学属性，划分岩体结构类型；
17. 对基坑支护设计方案提出建议，提供基坑支护设计所需的岩土参数；
18. 预测基坑和隧道突水、涌砂、管涌、流土的可能性及危害程度，提出地下水控制措施的建议及所需的水文地质参数；
19. 分析地下水对工程结构的作用，对需采取抗浮措施的地下工程，提出抗浮设防水位的建议值，提供抗浮设计所需的岩土参数；
20. 按照本标准附录F进行岩土施工工程分级，参照《铁路隧道设计规范》TB 10003进行隧道围岩分级；
21. 对隧道围岩的稳定性进行评价，分析隧道开挖、围岩加固及初期支护等可能出现的岩土工程问题，提出防治措施建议；
22. 明挖法勘察尚应查明软弱岩土夹层、强透水层的分布、基岩面起伏情况；盖挖法应查明支护桩墙和立柱桩端的持力层层位并提供承载力指标；
23. 矿山法勘察尚应预测施工可能产生涌水、突泥、开挖面坍塌、冒顶、围岩松动等风险地段，提出防治措施的建议；
24. 盾构法尚应查明高灵敏度软土、强透水砂层、含漂（块）石地层、软硬不均地层、黏土岩及硬质岩的分布和特征，查明地下障碍物、地下空洞，分析评价其对盾构施工、设备选型以及辅助工法的影响；
25. 对出入口与通道、风井与风道、施工竖井与施工通道、盾构始发端与接收端、联络通道等附属工程及隧道断面尺寸变化较大区段，应根据工程特点、地质条件和工程周边环境条件进行岩土工程分析与评价并提出施工方法的建议；
26. 对地基承载力、地基处理和围岩加固效果等的工程检测提出建议，对工程结构、工程周边环境、岩土体的变形及地下水位变化等的工程监测提出建议。
    * 1. 地下工程勘探点间距应根据场地的复杂程度、地下工程类别及工法按表6.3.2确定。

表6.3.2 勘探点间距（m）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 工法 | 复杂场地 | 中等复杂场地 | 简单场地 |
| 明挖法 | 10～20 | 20～40 | 40～50 |
| 矿山法 | 10～20 | 20～30 | 40～50 |
| 盾构法 | 15～30 | 30～50 | 50～60 |

* + 1. 地下工程勘探点的平面布置应符合下列规定：

1. 地下车站勘探点宜在结构轮廓线外侧3m～5m布置，结构角点以及出入口与通道、风井与风道、施工竖井与施工通道、联络通道等附属工程部位应有勘探点控制；
2. 每个车站不应少于2条纵断面和3条有代表性的横剖面；
3. 采用承重桩的车站，勘探点的平面布置宜结合承重桩的位置布设；
4. 区间勘探点宜在隧道结构外侧3m～5m的位置交叉布置。当左右线间距大于18m，应分别在两侧平行布置；
5. 区间隧道始发与接收端、陡坡段、大断面、异型断面、工法变换等部位以及联络通道、渡线、施工竖井等应有勘探点控制，并布设剖面；
6. 山岭隧道勘探点的布置可执行现行行业标准《铁路工程地质勘察规范》TB10012的有关规定。
   * 1. 勘探孔深度应符合下列规定：
7. 控制性勘探孔的深度应满足地基、隧道围岩、基坑稳定性分析、变形计算以及地下水控制的要求；
8. 车站工程，控制性勘探孔应进入结构底板以下不小于25m或进入结构底板以下中等风化或微风化岩石不小于5m，一般性勘探孔深度应进入结构底板以下不小于15m或进入结构底板以下中等风化或微风化岩石不小于3m；
9. 区间工程，控制性勘探孔的深度应进入结构底板以下不小于3倍洞径或进入结构底板以下中等风化或微风化岩石不小于5m，一般性勘探孔应进入结构底板以下不小于2倍洞径或进入结构底板以下中等风化或微风化岩石不小于3m；
10. 当采用承重桩、抗拔桩或抗浮锚杆时，勘探孔深度应满足其设计的要求；
11. 当预定深度范围内存在软弱土层时，勘探孔应适当加深。
    * 1. 采取岩土试样和进行原位测试应满足岩土工程评价的要求。每个车站或区间工程每一主要土层的原状土试样或原位测试数据不应少于10件（组），且每一地质单元的每一主要土层不应少于6件（组）。
      2. 原位测试应根据需要和地区经验选取适合的测试手段，并符合本标准7.7节的规定；每个车站或区间工程的波速测试孔不宜少于3个，电阻率测试孔不宜少于2个。
      3. 室内试验应按本标准7.8节实施，并应符合下列规定：
12. 抗剪强度室内试验方法应根据施工方法、施工条件、设计要求等确定；
13. 静止侧压力系数和热物理指标试验数据每一主要土层不宜少于3组；
14. 宜在基底以下压缩层范围内采取岩土试样进行回弹再压缩试验，每层试验数据不宜少于3组；
15. 隧道范围内的碎石土和砂土应测定颗粒级配及石英含量，粉土、粘性土及软质泥岩应测定粘粒含量；
16. 应采取地表水、地下水水试样及地下结构范围内的岩土试样进行腐蚀性试验，地表水每处不少于1组，地下水或岩土试样每层不少于2组；
17. 基岩地区应进行岩块的弹性波波速测试，对硬质岩应进行岩石的饱和单轴抗压强度试验并应取得软化系数，必要时进行耐磨性试验；对粘土岩宜进行天然湿度的单轴抗压强度试验，必要时进行膨胀性试验。每个场地每一主要岩层的试验数据不少于3组。
    * 1. 基床系数可通过原位测试、室内试验结合现行国家标准《城市轨道交通岩土工程勘察规范》GB50307的经验值综合确定，也可通过专题研究或现场K30载荷试验确定。
      2. 基岩地区应提供岩石的抗剪强度指标、软化系数、完整性指数、岩体基本质量等级等参数。
      3. 岩土的抗剪强度指标宜通过室内试验、原位测试结合当地的工程经验综合确定。
      4. 当地下水对车站和区间工程有影响时应布置长期水位观测孔，对需要进行地下水控制的车站和区间工程宜进行水文地质试验。
    1. 高架工程
       1. 高架工程详细勘察包括高架车站、高架区间及其附属工程的勘察，除应符合本标准第6.2节的规定外，尚应符合下列规定：
18. 提供各岩土层的物理力学性质指标，确定墩台基础与桩基的持力层；分析桩基承载性状，结合当地经验提供承载力计算和变形计算参数；
19. 采用基岩作为墩台基础或桩基的持力层时，应查明基岩的岩性、构造、岩面变化、风化程度，确定其坚硬程度、完整程度和基本质量等级，判定有无洞穴、临空面、破碎岩体或软弱岩层；
20. 查明水文地质条件，评价地下水对墩台基础及桩基设计和施工的影响；
21. 查明场地是否存在产生桩侧负摩阻力的地层，评价负摩阻力对桩基承载力的影响，并提出处理措施的建议；
22. 分析桩基施工存在的岩土工程问题，评价成桩的可能性，论证桩基施工对工程周边环境的影响，并提出处理措施的建议；
23. 对基桩的完整性和承载能力提出检测的建议。
    * 1. 高架工程勘探点的平面布置应符合下列规定：
24. 高架车站勘探点应沿结构轮廓线和柱网布置，勘探点间距宜为15m～35m。当桩端持力层起伏较大、地层分布复杂时，应加密勘探点；
25. 高架区间勘探点应逐墩布设。
    * 1. 高架工程勘探孔深度应符合下列规定：
26. 墩台基础的控制性勘探孔应满足沉降计算和下卧层验算要求；
27. 墩台基础的一般性勘探孔应达到基底以下10m～15m或墩台基础底面宽度的2倍～3倍；基岩地段，应进入基底以下中等风化岩石地层2m～3m；
28. 桩基的控制性勘探孔深度应满足沉降计算和下卧层验算要求，应穿透桩端平面以下压缩层厚度；嵌岩桩的控制性勘探孔应深入预计桩端平面以下不小于3倍～5倍桩身设计直径，并进入稳定地层；
29. 桩基的一般性勘探孔深度应深入预计桩端平面以下3倍～5倍桩身设计直径，且不应小于3m，大直径桩不应小于5m。嵌岩桩一般性勘探孔应深入预计桩端平面以下不小于1倍～3倍桩身设计直径，并进入稳定地层；
30. 当预定深度范围内存在软弱土层时，勘探孔应适当加深。
    * 1. 每个车站或区间工程的波速测试孔不应少于3个。
      2. 室内试验应符合本标准7.8节的规定，并应符合下列规定：
31. 当需估算基桩的侧阻力、端阻力和验算下卧层强度时，宜进行三轴压缩试验或无侧限抗压强度试验，三轴压缩试验受力条件应模拟工程实际情况；
32. 需要进行沉降计算的桩基工程，应进行固结试验，试验最大压力应大于自重压力与附加压力之和；
33. 桩端持力层为基岩时，应采取岩样进行饱和单轴抗压强度试验，必要时尚应进行软化试验；对软岩和极软岩，可进行天然湿度的单轴抗压强度试验；对无法取样的破碎和极破碎岩石，应进行原位测试。
    1. 路基、涵洞
       1. 路基工程、涵洞工程、支挡结构及其附属工程的勘察，除应符合本标准第6.2节的规定外，尚应符合以下规定。
       2. 一般路基详细勘察应包括下列内容：
34. 查明地层结构、岩土性质、岩层产状、风化程度及水文地质特征；分段划分岩土施工工程等级；评价路基基底的稳定性；
35. 应分段采取岩土试样进行物理力学试验，采取水试样进行水质分析。
    * 1. 高路堤详细勘察应包括下列内容：
36. 查明基底地层结构，岩土性质，覆盖层与基岩接触面的形态。查明不利倾向的软弱夹层，并评价其稳定性；
37. 调查地下水活动对基底稳定性的影响；
38. 地质条件复杂的地段应布置横剖面；
39. 应分段采取岩土试样进行物理力学试验，提供验算地基强度及变形的岩土参数；
40. 分析基底和斜坡稳定性，提出路基和斜坡加固方案的建议。
    * 1. 深路堑详细勘察应包括下列内容：
41. 查明场地的地形、地貌、不良地质作用和特殊地质问题；调查沿线天然边坡、人工边坡的工程地质条件；分析边坡工程对周边环境产生的不利影响；
42. 土质边坡应查明土层厚度、地层结构、成因类型、密实程度及下伏基岩面形态和坡度；
43. 岩质边坡应查明岩性、节理与裂隙的发育程度、岩体完整性、风化破碎程度、软弱夹层的分布、主要结构面的类型、产状及充填物；
44. 查明路堑影响深度范围的含水层、地下水埋藏条件、地下水动态，评价地下水对路堑边坡及整体结构稳定性的影响，需要时应提供路堑结构抗浮设计的建议；
45. 调查雨期、暴雨量、汇水范围和雨水对坡面、坡脚的冲刷及对坡体稳定性的影响。
    * 1. 支挡结构详细勘察应查明支挡地段地形、地貌、不良地质作用和特殊性岩土，地层结构及岩土性质，评价支挡结构地基稳定性和承载力，提供支挡结构设计所需的岩土参数，提出支挡形式和地基基础方案的建议。
      2. 涵洞详细勘察应符合下列规定：
46. 查明地形、地貌、地层、岩性、天然沟床稳定状态、隐伏的基岩斜坡、不良地质作用和特殊性岩土；
47. 查明涵洞场地的水文地质条件，必要时进行水文地质试验，提供水文地质参数；
48. 应采取勘探、测试和试验等方法综合确定地基承载能力，提供涵洞设计所需的岩土参数；
49. 调查雨期、雨量等气象条件及涵洞附近的汇水面积。
    * 1. 勘探点的平面布置应符合下列规定：
50. 一般路基勘探点间距为50m～100m，高路堤、深路堑、支挡结构勘探点间距可根据场地复杂程度按表6.5.7的规定综合确定；

表6.5.7 勘探点间距（m）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 复杂场地 | 中等复杂场地 | 简单场地 |
| 15～30 | 30～50 | 50～60 |

1. 高路堤、陡坡路堤、深路堑应根据基底和斜坡的特征，结合工程处理措施，确定代表性工程地质断面的位置和数量。每个断面的勘探点不宜少于3个，地质条件简单时不宜少于2个；
2. 深路堑工程遇有软弱夹层或不利结构面时，勘探点应适当加密；
3. 支挡结构的勘探点不宜少于3个；
4. 涵洞的勘探点不宜少于2个。
   * 1. 勘探孔深度应满足以下要求：
5. 控制性勘探孔深度应满足地基、边坡稳定性分析、变形计算的要求；
6. 进行地震效应评价的勘探孔深度不应小于20m；
7. 一般路基的一般性勘探孔深度不应小于5m，高路堤不应小于8m；
8. 路堑的一般性勘探孔深度应能探明软弱层厚度及软弱结构面产状，且穿过潜在滑动面并深入稳定地层内2m～3m，满足支护设计要求；地下水发育地段，根据排水工程需要适当加深；
9. 支挡结构的一般性勘探孔深度应达到基底以下不小于5m；
10. 基础置于土中的涵洞，勘探孔深度不宜小于相邻路基工程的勘探深度；基底为基岩时，宜钻进至全风化带以下2m～5m；箱型涵洞可根据地质条件适当加深；
11. 遇软弱土层时，勘探孔应适当加深。
    1. 地面车站、车辆基地
       1. 地面车站、车辆基地内的各类房屋建筑及附属设施的详细勘察应按照现行国家标准《工程勘察通用规范》GB55017、《岩土工程勘察规范》GB50021及现行地方标准《岩土工程勘察技术规程》DB22/JT 147的有关规定执行。
       2. 车辆基地内的站场股道及出入线的详细勘察，可根据线路敷设形式参照本标准第6.5节的规定执行。
       3. 车辆基地应考虑场地平整的要求，提供基线断面图，划分岩土施工工程分级。

# **7 勘察方法与手段**

1. **一般规定**
   * 1. 勘察工作应根据勘察阶段、场地环境条件、地质条件合理选择勘察方法与手段，主要采用地质调绘、钻探、简易勘探、坑槽（井）探、物探、原位测试及室内试验等手段相结合的综合勘察方法，对线路及场地进行岩土工程勘察。
     2. 勘察工作应在收集工程区既有资料的基础上，开展工程地质测绘与调查，分析工程沿线工程地质条件，为勘察工作提供基础资料。
     3. 钻探、简易勘探、坑槽（井）探、物探等勘探方法的选择，应根据地层特性、勘探深度、取样及原位测试要求、场地现状等确定。
     4. 原位测试应采用经检验和标定的仪器设备，根据地质条件及设计参数的需要采用相应的测试手段，与室内试验等综合分析，相结合使用。
     5. 岩土试样的采取方法应结合地层岩性条件、岩土试验技术要求确定，根据工程需要及岩土性质进行适宜的室内试验，提供准确可靠的岩土参数。
     6. 勘探点测量应采用与设计相符的平面及高程控制系统，引测基准点应满足其精度要求。
2. **工程地质测绘与调查**
   * 1. 工程地质测绘与调查工作可根据线路所处地质环境条件、地面覆盖情况酌情开展。
     2. 工程地质测绘与调查的范围，需按线路、附属建（构）筑物及其临近地段开展工作，其范围应满足线路方案比选和建（构）筑物选址、地质条件评价的需要。
     3. 工程地质测绘与调查包括搜集资料、调查访问和地质测量等，主要内容与要求如下：
3. 调查、搜集工程区的区域地质、地形、工程地质与水文地质、气象、水文等资料，以及邻近场地的勘察资料，进行综合分析、提取整理相关信息；
4. 借助卫星、遥感信息，研究地形地貌特征，结合掌握的工程地质资料，划分地貌单元，确定成因类型，分析其与地层建造、与新构造运动的关系；
5. 调查天然和人工边坡的形式、坡率、防护措施和稳定情况；
6. 搜集特殊性岩土的分布范围及工程地质特征，搜集不良地质作用和地质灾害等资料；
7. 搜集区域地质构造、历史地震活动状况，调查可液化地层的分布，初步划分对工程建设抗震有利、不利、一般或危险的地段；
8. 调查地表水及河床演变历史，搜集主要河流的最高洪水位、流速、流量、河床标高、淹没范围、防洪相关的参数等；
9. 搜集地下水长期观测资料，调查各含水层地下水类型、水位、变化幅度、补给来源和排泄条件、地下水动态变化及与地表水的水力联系、腐蚀性情况；
10. 调查地下坑洞、地下古河道、暗浜、含放射性或有害气体地层等不良地质的形成、规模、分布、发展趋势；
11. 当区间隧道基岩露头具备测绘条件时，应开展岩性调查、节理裂隙统计，评价岩土施工工程分级与隧道围岩分级；
12. 对调查、搜集的资料内容，应结合勘察的目的进行分析、解释、验证和利用，归纳其主要内容编入岩土工程勘察报告中，必要时可编制独立的工程地质测绘与调查报告。
13. **钻探**
    * 1. 采用专用仪器按勘察纲要布置的勘探点进行现场定位。
      2. 钻探、取样（包括水域钻探）应执行《岩土工程勘察规范》GB 50021以及《建筑工程地质勘探与取样技术规程》JGJ/T 87的规定，同时应遵照《岩土工程勘察安全标准》GB 50585的规定执行。
      3. 应按现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021的规定鉴定、描述岩土特征。厚度大于 0.5m 的岩土层应分层描述。准确记录钻探进尺、不同岩性的分层厚度和采样位置。
      4. 钻进过程中如有缩孔、坍孔、埋钻等异常问题，应记录其位置、严重程度。
      5. 当勘探点揭示断裂带、采空区、花岗岩球状风化或囊状风化时，应采取合适的钻探工艺保证取芯率，并请有经验的专业技术人员进行鉴定。
      6. 量测每个勘探点的初见水位和稳定水位。当有多层地下水时，应分层量测。
      7. 钻孔、探井、探槽完工后应及时妥善回填，避免对工程施工造成危害。
14. **物 探**
    * 1. 城市轨道交通岩土工程勘察针对下列情况宜采用地球物理勘探：
15. 探测隐伏的地质界线、界面、不良地质体、富水带、地下管线、地下埋藏物及地下坑洞等；
16. 测定岩土体波速、视电阻率、大地导电率、放射性、地温等，计算动弹性模量、动剪切模量等参数。
    * 1. 釆用地球物理勘探方法时，应具备下列条件：
17. 被探测对象与其周围介质间存在一定的物性差异；
18. 被探测对象的几何尺寸与其埋藏深度或探测距离之比不应小于1/10；
19. 能抑制各种干扰，区分有用信号和干扰信号。
    * 1. 地球物理勘探方法的选择应根据工程要求、物探方法适用条件、场地条件、设备性能等综合考虑，并对物探方法进行有效性分析和试验。在地质条件复杂地段应采用两种以上的综合地球物理勘探方法。
      2. 解译地球物理勘探资料时，应考虑其多解性。并应有一定数量的钻探验证孔，在相互印证的基础上，对资料进行综合解译。
      3. 成果资料包含：成果报告、物探平面图，各种定性分析和定量解释图件，平、纵断面成果图及数据表。
20. **取 样**
    * 1. 取样操作必须执行《岩土工程勘察规范》GB 50021及《建筑工程地质勘探与取样技术规程》JGJ/T 87的相关规定。
      2. 应对厚度大于 0.5m 的土层取样，取样一般间距为 2m～3m。软土、残积土及全风化黏土岩宜取不扰动样。
      3. 地下车站勘探点取样的主要部位在基坑1倍深度范围内；地下区间勘探点取样的部位主要在洞身及上下1倍洞径范围；高架线勘探点取样的主要部位为桩身至桩端持力层的范围。
      4. 地下水应分层取水样，浅层地下水应干钻至水位面以下一个回次以后取样；当有多层含水层时，应做好分层隔水措施后再取样。当需要测定侵蚀性CO2时，应现场及时添加稳定剂。
21. **水文地质试验**
    * 1. 当常规勘察手段无法查明水文地质条件时，根据工程目的应开展专项水文地质试验。
      2. 为控制地下水，需查明含水层的富水性、渗透性，应开展现场抽水试验或提水试验、注水试验。
      3. 抽水试验应执行国家行业标准《铁路工程水文地质勘察规范》TB 10049的规定，并应符合下列要求：
22. 抽水试验应提供时间-流量-降深关系等曲线，提供含水层渗透系数（*K*）和单井涌水量值（*q*），计算基坑涌水量（*Q*）。水文地质试验结果应能代表勘察范围的水文地质特征；
23. 抽水试验孔过滤管直径要求：松散层不小于 127 ㎜，基岩不小于 110㎜。抽水试验孔终孔直径要求：较过滤管直径大 1～2 级，填料时大 150mm～200 mm。过滤管长度要求：含水层厚度不小于30m，长度取 20m～30m；含水层厚度小于30m，长度与厚度一致；
24. 洗井要求：通过两次简易抽水试验对比验证，同降深的单孔出水量增大不超过 5，或洗孔结束前的含砂量不大于 1/20000（体积比）；
25. 分层抽水时要确保止水效果，管外水位在两小时内变化小于 0.1m；
26. 最大降深要求：当潜水时宜接近含水层厚度（完整井）或过滤器长度（非完整井）的 1/2 深度处；承压含水层最大降深不宜低于含水层顶板。当勘探孔的出水量较小或试验时出水量已达到极限时，水位降深次数可适当减少，但不得少于 2 次；
27. 当抽水试验孔深度范围内有两个以上含水层时，应分层量测静止水位。观测下一层水位时，应下置套管封闭上一含水层的地下水。如水头高出地表， 则应接管观测承压水的水头高度；
28. 水位稳定标准：波动幅度不超过 50mm。稳定延续时间要求：卵石、圆砾、砾砂、粗砂宜达到 8h，中砂、细砂、粉砂：宜达到 16h，基岩宜达到 24h；
29. 出水量的测量要求：当采用堰箱或孔板流量计时，水位测量应读到毫米；当采用容积法时，量桶充满水的时间不宜少于 15s；当采用水表时，读数精确到 0.001m3；
30. 抽水试验每次停泵后的恢复水位，宜按第 1、2、3、4、5、6、8、10、15、20、25、30、40、50、60、80、100、120min 进行观测，以后每隔 30min 观测一次；
31. 抽水试验过程中应及时绘制 *Q*-*S* 图，检查试验是否成功。如不成功需检查原因，重新试验；
32. 在抽水试验临近结束前，可按需要采取水样进行水质分析，分层抽水时应分别取样。
    * 1. 为查明不同水体以及地表水与地下水之间的水力联系程度，可开展添加示踪剂的多孔抽水试验；为查明岩体的节理裂隙发育程度，可在指定的钻孔中开展压水试验。
33. **原位测试**
    * 1. 标准贯入试验应符合下列规定：

标准贯入试验适用于一般黏性土、粉土、砂类土、残积土及部分风化岩。试验可在全孔深范围内进行，间距2m～3m，当需进行砂土液化判别时，试验点间距不应大于2m， 每判别层试验点数不应少于 6 个。试验应提供：试验深度、杆长、实测击数；对于砂土层应保留标贯器中的土样，进行颗粒分析、粘粒含量分析。

* + 1. 静力触探试验应符合下列规定：

静力触探试验适用于软土、一般黏性土、粉土、砂土、残积土及部分风化岩。可根据工程需要采用单桥或双桥探头试验，试验前，探头应经过标定。应提供实测数据及贯入曲线。

* + 1. 十字板剪切试验应符合下列规定：

十字板剪切试验适用于软土，试验点间距 1m～2m。应提供软土的不排水抗剪强度和灵敏度。

* + 1. 圆锥动力触探应符合下列规定：

圆锥动力触探试验适用于填土、黏性土、砂土、碎石土及全风化、强风化岩。可根据岩土类型分别采用轻型、重型、超重型圆锥动力触探试验。根据地层条件可连续贯入或分段连续贯入。应提供：试验深度、实测击数。

* + 1. 旁压试验应符合下列规定：

旁压试验适用于一般黏性土、砂土、残积土和极软岩。旁压试验可配合钻孔进行，应提供土层的静止侧压力系数、变形参数、不排水抗剪强度指标。

* + 1. 波速测试应符合下列规定：

波速测试应在勘探孔中进行，应测试孔深范围内的土层横波波速、纵波波速。波速测试孔中应采取岩样，进行室内岩块波速测试。

* + 1. 电阻率测试应符合下列规定：

电阻率测试应在钻孔中进行，测试深度应至基底以下不小于10m。

* + 1. 地温测试应符合下列规定：

可采用钻孔法、埋设法，结合岩土热物理指标测试进行。采用钻孔法时，应在钻探终孔 24 小时后进行地温测定。

* + 1. 有害气体测试应符合下列规定：

地下工程涉及到的有害气体：沼气、毒气、瓦斯、天然气、氡气等。应在现场进行测试。应提供测试气体的类型、含量、浓度、压力等指标。

* + 1. 放射性测试应符合下列规定：

地下工程宜测试放射性含量，现场检测可采用伽马法进行活度检测。

1. **室内试验**
   * 1. 岩土室内试验的试验方法、操作和采用的仪器设备应符合现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123及《工程岩体试验方法标准》GB/T 50266的有关规定。
     2. 城市轨道交通地下工程项目土工试验项目应符合表7.8.2的要求，其它项目参照现行地方标准《岩土工程勘察技术规程》DB22/JT 147执行。

表7.8.2 地下工程土工试验项目表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 试验项目 | 主要指标 | 岩土类别 | | |
| 原状土 | 扰动砂 | 岩石 |
| 颗粒分析试验 | 级配、定名、黏粒含量 | （+） | + |  |
| 比重试验 | 土粒比重 | + | （+） |  |
| 密度试验 | 天然密度 | + |  | （+） |
| 含水率试验 | 天然含水率 | + |  |  |
| 界限含水率试验 | 液、塑限 | + |  |  |
| 有机质试验 | 有机质含量 | + |  |  |
| 渗透试验 | 渗透系数 | （+） | （+） |  |
| 击实试验 | 最大干密度及最优含水量 | （+） | （+） |  |
| 休止角试验 | 水上、水下休止角 |  | + |  |
| 易溶盐试验 | 土的腐蚀性 | + |  |  |
| 热物理指标 | 导温系数、导热系数、比热容 | + | （+） | （+） |
| 固结试验 | 压缩系数、压缩模量 | + |  |  |
| 高压固结试验 | 先期固结压力、压缩指数、回弹指数 | （+） |  |  |
| 直接剪切试验 | 抗剪强度指标（快剪、固结快剪） | + | （+） | （+） |
| 三轴压缩试验 | 抗剪强度指标（CU） | + |  |  |
| 膨胀率（性）试验 | 膨胀含水率、膨胀率、膨胀压力 | （+） |  | （+） |
| 无侧限抗压强度试验 | 无侧限抗压强度、灵敏度 | + |  |  |
| 静止侧压力系数试验 | 静止侧压力系数 | + |  |  |
| 基床系数试验 | 基床系数 | + |  |  |
| 单轴抗压强度试验 | 岩石单轴抗压强度 |  |  | + |
| 耐崩解性试验 | 耐崩解性指数 |  |  | （+） |

注：1 “+”—必做项目；“（+）”—选做项目；

2 黏土质岩做天然湿度单轴抗压强度试验，其它岩石做单轴饱和抗压强度试验。

* + 1. 水、土的腐蚀性室内测试项目应符合表7.8.3的要求

表7.8.3 水、土腐蚀性室内测试项目表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 试  验  要  求 | 水质分析必做项目 | pH 值、K+、Na+、Ca2+、Mg2+、Cl-1、SO2-、HCO-1、CO2-、OH-、NO-1、侵蚀性CO2、游离CO2、总矿化度 |
| 水质分析选做项目 | 工程需要的其它特殊项目分析 |
| 土的腐蚀性分析必做项目 | pH 值、易溶盐含量，电阻率测试 |

* + 1. 根据工程需要，可增加砂的相对密度、常水头渗透试验等测试项目。
    2. 对基岩选择有代表性样品进行岩石薄片鉴定工作。
    3. 地下工程初勘阶段按照工程地质分区采取基岩岩样，测定岩石的放射性。
    4. 盾构区间含球状风化或孤石时，应测定其岩石抗压强度。

# **8 岩土工程分析与评价**

* 1. 一般规定
     1. 城市轨道交通岩土工程勘察，应随着勘察阶段的深入，通过对工程场地岩土工程条件的不断深入了解，从定性到定量，分别开展岩土工程分析与评价，为方案设计、施工图设计以及指导施工提供服务。
     2. 岩土参数的统计分析方法应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021的有关规定，并应满足下列要求：

1. 应以工点或工程地质单元进行分层统计；
2. 应按照参数统计单元分别提供最大值、最小值、算术平均值、标准差、变异系数、样本数、标准值等统计指标；
3. 样本的取舍应分析、说明产生偏差的原因。
   * 1. 岩土参数应根据原位测试和室内试验等结果并结合本地区工程经验综合确定。
     2. 岩土工程分析评价，应论据充分、具有针对性，所提建议应技术可行、经济合理、安全适用。
     3. 城市轨道交通岩土工程勘察工作应进行地质风险分析，预测工程在施工期以及运营期可能出现的地质风险，提出风险管控的建议。
   1. 岩土工程评价
      1. 可行性研究勘察阶段岩土工程评价
4. 对沿线地层分布特征、地下水类型进行初步评价；
5. 初步划分工程地质单元；
6. 评价不良地质作用发育特征及其对工程的影响；
7. 评价特殊性岩土的分布特征及其对工程的影响；
8. 评价拟建场地稳定性和适宜性；
9. 对线、站位方案及敷设方式，从岩土工程条件及工程周边环境条件给出初步的建议。
   * 1. 初步勘察阶段岩土工程评价
10. 按照工程地质单元分别对地层分布、岩土性质以及不良地质作用和特殊性岩土进行分区评价；
11. 评价工法的适宜性；
12. 初步划定围岩分级及岩土施工工程分级；
13. 针对地下工程，对明挖施工、暗挖施工、盾构施工进行岩土工程条件与问题分析，对基坑支护、围岩开挖支护、岩土加固与处理、地下水控制等提出初步建议；
14. 针对高架工程，应根据荷载情况、地层条件，给出桩基方案的建议，初步估算桩长，分析论证成桩可能性；
15. 针对路基、涵洞、车辆段建（构）筑物工程，应给出基础方案的建议、分析评价地基及边坡稳定性；
16. 分析评价不良地质作用和特殊性岩土对工程的影响，提出避让或防治措施的建议；
17. 评价地下水对工程的作用与影响，评价水、土腐蚀性，必要时对环境作用等级进行划分，提出地下水控制措施，提供抗浮设防水位建议值。
    * 1. 详细勘察阶段岩土工程评价应根据工法进行评价，应包含下列内容：
18. 地基稳定性与均匀性分析与评价；
19. 地下工程、高架工程、路基及各类建筑工程的地基基础形式、地基承载力及变形的分析与评价，提出对地基基础设计方案的建议；
20. 不良地质作用及特殊性岩土对工程的影响分析，提出施工注意事项及合理化建议；
21. 划分场地土类型和场地类别，抗震设防烈度等于或大于6 度的场地，评价地震液化和震陷的可能性，计算地震液化指数，提出相关设防措施建议；
22. 划分岩土施工工程分级，针对工法和施工工艺，评价岩土特征对施工的影响，给出合理化建议；
23. 进行围岩分级，提供围岩的物理力学性质指标并分段评价围岩的稳定性，提出支护方案和施工措施的建议；
24. 分析评价地下水（土）及地表水对建筑材料的腐蚀性；
25. 地下水及地表水评价，提出地下水控制的措施与建议；
26. 工程建设与工程周边环境相互影响的分析评价。
    * 1. 明挖法施工除应按本标准8.2.3节评价以外，尚应重点分析评价下列内容：
27. 分析基底隆起、基坑突涌的可能性，提出基坑开挖方式及支护方案的建议；
28. 岩体中软弱结构面特性、特殊性岩土空间分布及其对坑壁稳定的影响；
29. 分析岩土层的渗透性、富水性及水位变化，评价排水、降水、截水等措施的适宜性；
30. 分析围护结构、基坑开挖及结构施工过程中可能遇到的岩土工程问题，以及对附近地面、邻近建（构）筑物和管线的影响，提出防治措施建议；
31. 放坡开挖应评价边坡稳定性，提出人工边坡最佳开挖坡形和坡脚、平台位置及边坡坡度允许值的建议；
32. 过冬基坑应评价坑壁岩土体冻融问题及其对基坑支护体系的影响，提出地下水控制的原则及加强监测的建议；
33. 盖挖法应评价支护桩墙和立柱桩端持力层的承载力及变形；
34. 应分析评价基坑开挖、降水对既有线路及周边建筑结构的影响，提出防治措施建议。
    * 1. 矿山法施工除应按本标准8.2.3节评价以外，尚应重点分析评价下列内容：
35. 根据岩土及地下水的特性，评价隧道围岩的稳定性，进行围岩分级，提出隧道开挖方式、衬砌形式、超前支护方式等建议；
36. 分析不良地质作用、特殊性岩土及周边不利环境条件的影响，提出围岩加固或治理的建议；
37. 采用爆破法施工时，分析爆破可能产生的影响及范围，提出控制措施的建议；
38. 采用管棚超前支护围岩施工时，应评价管棚施工的难易程度，建议合适的施工工艺，指出施工应注意的问题；
39. 根据隧道断面、埋深、岩土特性、施工方法等分析隧道开挖引起的地面变形及对工程周边环境的影响，提出防治措施的建议。
40. 采用洞柱法施工的暗挖车站，应提供桩端持力层承载力特征值。
    * 1. 盾构法施工除应按本标准8.2.3节评价以外，尚应重点分析评价下列内容：
41. 根据岩土层的特点和岩土物理力学性质指标，指出盾构机选型应注意的地质问题；
42. 提供岩土压力、水压力、土的颗粒组成及特征参数，土的渗透系数、岩石质量指标、岩石抗压强度、耐磨性指标等相关参数；
43. 分析始发与接收端、联络通道、区间工作井等部位岩土工程条件，提出开挖支护的建议；
44. 分析复杂地质条件以及河流、湖泊等地表水体对盾构施工的影响；
45. 分析软硬不均地层盾构施工对前进姿态的影响，提出控制措施与建议；
46. 分析盾构施工可能造成的土层损失，评价其对地表及工程周边环境的影响，提出防治措施的建议。
    * 1. 高架工程除应按本标准8.2.3节评价以外，尚应重点分析评价下列内容：
47. 根据设计荷载、岩土层的特征和物理力学指标，提出基础型式、持力层选择的建议；
48. 分析评价不良地质作用和特殊性岩土等对桩基稳定性和承载力的影响，提出防治措施的建议；
49. 提供桩基承载力和变形计算所需的参数，评价桩基稳定性，估算单桩承载力；
50. 评价成桩的可能性，指出成桩过程应注意的问题。
    1. 地质风险分析
       1. 地质风险包括自身风险与工程风险。
       2. 自身风险包括以下情况：
51. 勘察工作受到各种限制未能完全查明工程地质及水文地质条件。
52. 地质条件存在的不确定性及复杂性，现有勘察方法及手段难以准确查明。
    * 1. 工程风险泛指城市轨道交通工程项目在施工及运营阶段可能出现的各类地质风险事件，包括以下情况：
53. 明挖施工基坑坍塌、基底隆起、基底突涌、环境大变形、爆破飞石、降水困难、中毒窒息等；
54. 矿山法施工地面坍塌、掌子面坍塌、掌子面突涌、环境大变形、爆破飞石、中毒窒息、爆炸等；
55. 盾构施工地面塌陷、进出洞坍塌、地下水突涌、掘进受阻、中毒窒息、爆炸等；
56. 轨道交通工程运营期出现结构上浮、结构沉陷等。
    * 1. 勘察单位应综合考虑地质条件及周边环境条件，结合工法，运用系统性、先进性和动态性的原则和方法，预测可能发生的地质风险事件，提出风险管控的建议和措施，满足工程设计、施工和运营的需要。

# 

# **9 岩土工程成果报告**

* 1. 一般规定
     1. 可行性研究阶段岩土工程勘察报告宜按照线路编制，初步勘察阶段岩土工程勘察报告宜按照线路编制或按照地质单元、线路敷设形式编制，详细勘察阶段岩土工程勘察报告宜按照车站、区间、车辆基地等工点分别编制。
     2. 城市轨道交通岩土工程勘察报告应符合下列规定：

1. 各阶段勘察成果应具有连续性、完整性；
2. 相邻区段、相邻工点的衔接部位或不同线路交叉部位的勘察成果资料应互相利用、保持一致；
3. 勘探点平面图宜取合适的比例尺，应包含地形、线位、站位、里程、结构轮廓线等；
4. 绘制工程地质断面图时，勘探点宜投影至线路断面上，断面图应包含里程标、地面高程、工程地质特征及工点剖面等；
5. 引用的地震区划图、地质构造图、区域交通位置图等平面图应包括轨道交通线路位置和必要的车站、区间名称的标识。
   * 1. 含地面建筑部分的勘察报告尚应同时满足现行吉林省工程建设地方标准《建筑工程勘察文件编制标准》DB/JT 153的相关规定。
     2. 岩土参数数理统计方法应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB50021的有关规定。
   1. 可行性研究勘察报告的基本要求
      1. 可行性研究勘察报告应满足以下要求：
6. 搜集水文、气象、地震等自然环境条件资料；
7. 搜集区域地质构造、区域地层及区域水文地质资料；
8. 对搜集、调查的资料与勘察成果进行综合分析，对沿线工程地质及水文地质条件进行初步评价；
9. 初步划分工程地质单元，评价拟建场地稳定性和适宜性；
10. 初步分析评价场地不良地质作用和特殊性岩土对线路方案、敷设形式及施工方法的影响，为编制规划与工程可行性研究报告提供基本的工程地质依据；
11. 当有两个或者两个以上的拟选线路方案、站位方案、敷设方案时，应从工程地质、水文地质、工程周边环境等综合分析和评价，提出比选结论和建议；
12. 提出初步勘察工作的建议。
    1. 初步勘察报告的基本要求
       1. 初步勘察报告应满足以下要求：
13. 提供工程沿线场地地形、地貌、地质构造、地层、岩土性质以及不良地质作用和特殊性岩土发育区段；
14. 评价场地稳定性和适宜性；
15. 初步划定围岩分级及岩土施工工程分级；
16. 根据初步设计方案，针对拟采用的工法，按工程地质单元分别提供岩土参数建议值及范围值；
17. 针对地下工程，应对明挖施工、暗挖施工、盾构施工进行岩土工程条件与问题分析，对基坑支护、围岩开挖支护、岩土加固与处理、地下水控制等提出初步建议；
18. 针对高架工程，应根据荷载情况、地层条件，给出桩基方案的建议，初步估算桩长，分析论证成桩可能性；
19. 针对路基、涵洞、车辆段建（构）筑物工程，应给出基础方案的建议、分析评价地基及边坡稳定性；
20. 分析评价不良地质作用和特殊性岩土对工程的影响，并提出防治措施与建议；
21. 评价地下水对工程的作用与影响，评价水土腐蚀性，提出地下水控制措施，提供抗浮设防水位；
22. 针对工程周边环境条件，初步分析评价工程建设与环境对象的相互影响，提出处理措施建议；
23. 从地质风险分析的角度，对线路位置、隧道埋深、施工方法等提出优化建议；
24. 提出详细勘察工作的建议、需重点关注的问题。
    1. 详细勘察报告的基本要求
       1. 详细勘察报告应满足以下要求：
25. 提供场地范围内岩土层的分布及工程特性；
26. 分层提供设计和施工需要的岩土特性指标与参数；
27. 提供地下水类型、水位或水头、渗透性、动态变化，评价地下水对工程的影响并提出有效控制措施的建议；
28. 评价地下水（土）及地表水对建筑材料的腐蚀性；
29. 分析评价地基、围岩及边坡稳定性；
30. 划分场地土类型和场地类别，评价地震液化和软土震陷的可能性；
31. 详细划分岩土施工工程分级和地下工程的围岩级别，并分段评价围岩的稳定性；
32. 提出地基处理、基坑支护、围岩支护、地下水控制、岩土加固、不良地质及特殊性岩土治理的措施和建议；
33. 分析地基、围岩、边坡设计与施工中的岩土工程问题，预测地质风险并提出防控措施的建议；
34. 结合工程周边环境条件，分析评价工程建设与环境对象的相互影响，提出保护措施建议；
35. 对工程施工和运营过程中可能产生的环境地质问题进行预测，提出防治措施的建议；
36. 结合工程需要提出施工阶段补充勘察工作的建议；
37. 针对不同工点的工法特性给出针对性监测的建议。
    * 1. 详细勘察阶段的成果报告应包括文字部分、表格、图件，重要的支持性资料等附件。

# **10 现场检验与验证**

* + 1. 城市轨道交通工程施工过程应对岩土条件及周边环境进行现场检验与验证，必要时勘察单位应对检验结果进行确认。遇到异常情况时，应提出处理措施或修改设计的建议，当检验结果与勘察报告（或周边环境调查报告）有较大差异时宜进行补充勘察或调查。
    2. 现场检验与验证的方法可根据工程类型、岩土条件及周边环境采用现场观察、试验、仪器量测等手段。
    3. 现场检验与验证内容应根据轨道交通项目特点、施工工法、岩土条件及周边环境条件等综合确定，应包括下列内容：

1. 岩土分布、均匀性、承载能力及变形特征；
2. 地下水情况；
3. 是否有暗浜、古井、古墓、洞穴、防空掩体及地下埋设物，并查清其位置、深度、性状；
4. 污染土及有害气体的分布及特征；
5. 地基是否受到施工的扰动，扰动的范围和深度；
6. 冬季、雨季施工时应注意检查地基的防护措施，地基土质是否受冻、浸泡和冲刷、干裂等，并查明影响的范围和深度；
   * 1. 支护结构、桩基工程和地基处理工程检验与验证应包括下列内容：
7. 通过试成孔、试成槽或试成桩，检验施工机械、施工工艺和施工参数等与地层的适用性以及施工过程的环境影响，检验岩土条件是否与勘察报告一致。如遇异常情况，应提出处理措施；
8. 桩端或墙端进入持力层的状况，对大直径挖孔桩，应逐桩检验孔底尺寸及岩土情况。
   * 1. 明挖法施工现场检验与验证应包括下列内容：
9. 开挖揭露的岩土类型、成因、分布与工程特性；
10. 地下水渗漏情况及降水效果；
11. 截水帷幕截水效果、基坑渗漏状况以及坑底土体突涌的可能性。
    * 1. 暗挖法施工现场检验与验证应包括下列内容：
12. 开挖揭露的岩土类型、成因、分布与工程特性；
13. 地下水特征、地下水处理效果及渗漏情况；
14. 工作面岩土体的稳定状态；
15. 地下不良地质现象及有害气体分布；
16. 围岩超挖或坍塌情况；
17. 根据开挖揭露的围岩情况，对围岩分级进行确认或修正。
    * 1. 盾构法施工现场检验与验证应包括下列内容：
18. 围岩岩土类型、成因、分布与工程特性；
19. 始发（接收）井地基加固效果，包括加固体强度及抗渗性能；
20. 地下障碍物、岩溶、土洞、孤石、有害气体的分布等。

# **附录A** **勘察作业环境风险因素识别与管控**

* + 1. 勘察实施过程中的风险识别应以进场条件、周边环境、队伍素质等背景条件为基础，从人身伤害、机械故障、环境影响等方面分析勘察实施过程中可能出现的风险事件，并制定相应的风险控制措施和应急预案。
    2. 勘察实施过程中风险因素包含以下几方面：

1. 地下管线、架空线路的损坏。地下管线通常包括燃气、供电电缆、通信电缆、供水、雨污水、热力等，架空线路通常包括供电电缆、通信电缆等；
2. 行人和车辆的伤害。通常包括施工围挡不全发生的误伤、钻孔未封填造成行人伤害或封填不密实发生地面沉陷；
3. 钻探作业造成的人身伤害；
4. 交通事故风险。通常包括占道施工造成的交通事故风险、钻探设备运输过程中可能发生的交通事故。
   * 1. 勘察实施过程中风险控制应从组织机构、技术措施、过程控制、应急预案等方面进行控制。
5. 施工准备过程中，对勘察实施中可能出现的风险因素进行识别；
6. 在风险因素识别的基础上，有针对性地建立安全风险控制组织机构，并制定相应的控制措施和应急预案；
7. 建立严格的风险控制程序；
8. 开工前项目负责人应组织安全技术交底会，对现场所有工作人员进行安全技术培训和教育；
9. 施工现场应配备专职安全员，及时发现安全隐患，机组人员严格按照“操作规程”进行作业，严禁违章操作。
10. 钻孔开孔前，必须严格按照“调查、访问、探测、挖探、保护”的程序对地下管线进行避让和保护。
11. 占道施工时，应按照要求设置围挡、指示灯等，并安排专门人员疏导交通。

# **附录B 工程周边环境调查**

* + 1. 工程周边环境调查工作应符合下列要求：

1. 工程周边环境调查工作宜在设计工作开展前完成，根据不同阶段的设计及工程技术要求，确定调查范围、对象和内容，满足相应阶段的设计需求；
2. 工程周边环境调查工作是开展岩土工程勘察工作的基础条件之一，应单独开展；
3. 工程周边环境调查采用资料收集、实地调查、测量等方法为基础手段开展工作，当调查成果不能满足设计需要（如未取得资料、资料精度不足等）且对工程影响较大的环境建（构）筑物或管线，宜采用坑探、物探或其它方法进行深入调查；
4. 工程施工前，应邀请产权单位会同施工单位对调查成果进行现场核查并会签；
5. 对需要进行鉴定的工程周边环境对象应由具有鉴定资质的单位进行。
   * 1. 工程周边环境调查的范围：1）车站：线路中线两侧100m（含车站两端外延50米范围）内且包括车站上方及相邻道路路宽范围内的管线；2）区间：线路中线两侧50m范围内（路口段100米）且包括区间上方及相邻道路路宽范围内的管线。
     2. 工程周边环境调查的内容一般包括调查对象的名称、地理位置、平面布置、类型、用途、规模、修建年代或竣工日期，权属单位或管理单位，建设、设计、施工等单位，使用（或在建）现状，设计、施工和竣工资料等。
     3. 工程周边环境调查内容应满足下列要求：
6. 地上建（构）筑物一般需调查建筑层数、高度、结构形式、基础型式、基础埋深（标高）、地基处理的范围和材质、围（支）护结构的形式及主要设计参数、地基变形允许值及沉降观测资料等内容；
7. 桥梁需重点调查桥宽、桥长、跨度；桥梁限载、限速、桥面破损情况；结构形式、墩台基础型式、桩基参数（桩长、桩径等）、变形控制要求及监测资料等内容；
8. 道路需重点调查道路等级、路面材料、路面宽度、路基填料及填筑厚度、使用现状等内容；
9. 路堤（嵌）需调查边坡挡土结构物的基础型式、排水设施、地基处理方法、破损及渗漏情况等内容；
10. 地表水体需调查水体名称、范围、水流方向、水底淤泥厚度、防洪水位、河床冲刷标高、通航要求、防渗方式、渗漏情况等内容；
11. 水工建筑需调查基础型式及主要设计参数、结构型式、建成年代、地基处理方法及主要设计参数等内容；
12. 水井需调查井深、井径、井壁材质、出水量、服务范围等内容；
13. 地下构筑物一般需调查结构形式、外轮廓尺寸、顶（底）板埋深（标高）、原施工开挖范围、围（支）护结构形式及主要设计参数、抗浮措施、施工方法等内容；
14. 隧道按地下构筑物开展一般调查以外，尚需调查隧道断面尺寸、衬砌厚度、施工方法、附属结构（通道、洞门、竖井、小室）、变形缝设置及渗漏情况等内容；
15. 地下综合管廊按地下构筑物开展一般调查以外，尚需调查廊内管线种类及运行情况；
16. 地下人防工程按地下构筑物开展一般调查以外，尚需调查出入口位置及充填情况；
17. 地下管线需调查管线的类型、功能、材质、规格、坐标位置、走向、埋设方式、埋深（标高）、施工方法等内容；
18. 架空管线需调查悬高、线塔（杆）的位置、基础型式及埋深等内容；
19. 各类管道调查内容包括接口形式、拐点坐标、节（阀）门（或检查井）位置、载体特征（压力、流量、流向）、使用情况（正常、废弃、渗漏）等内容；
20. 文物需调查文物等级、保护控制范围及要求等内容；
21. 古树需调查名称、种类、位置、管理单位、树龄、树干直径和树冠投影直径等；
22. 既有轨道交通设施一般调查敷设方式、线路形式、道床形式、行车间隔、运行速度、车辆荷载、轨道变形要求等内容；
23. 轨道交通设施地面线参照道路调查内容；
24. 轨道交通设施地下线参照隧道调查内容；
25. 轨道交通设施高架线参照桥梁调查内容。
    * 1. 工程周边环境调查成果资料应满足下列规定：
26. 工程周边环境调查成果资料包括调查报告与成果文件。
27. 调查报告应根据调查的目的与任务、技术要求、调查对象等具体情况编写，主要包括工程概况、工作目的与依据、调查范围、对象和内容、调查方法与手段、调查工作量、调查情况、资料获取方式及来源、遗留问题说明、建议等。
28. 建（构）筑物调查成果文件应包括：调查对象成果表、调查对象平面位置图、调查对象的原始资料影像记录、现场探测验证工作成果等；
29. 管线调查成果文件应包括：利用的已有成果资料、坐标和高程的起算数据文件以及仪器检验、校准记录；控制点和管线点的观测记录和计算资料、检查验证记录及权属单位审图记录；综合管线图、专业管线图、管线断面图、控制点及管线点成果表、管线图形及属性数据文件等。

# **附录C 岩石风化程度划分**

* + 1. 泥岩风化程度划分，见表C.0.1。

表C.0.1 泥岩风化程度划分

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 岩石类别 | 风化  程度 | 野外特征 | 参数指标 | | |
| 压缩波波速*v*p（m/s） | 剪切波波速*v*s（m/s） | 标贯击数实测值N |
| 中生届泥岩（含砂质泥岩） | 全风化 | 组织结构基本破坏，但尚可辨认，有残余结构强度，风化呈土柱状，手可掰断 | 350＜νp≤700 | 200＜νs≤300 | 30＜N≤50 |
| 强风化 | 组织结构已大部分破坏，矿物成分已显著变化，风化裂隙很发育，岩芯呈柱状，干时可用手折断，浸水或干湿交替时可迅速软化或崩解 | 700＜νp≤1000 | 300＜νs≤500 | 50＜N≤100 |
| 中等  风化 | 组织结构部分破坏，矿物成分发生变化，岩芯棱角有割手感，岩芯呈柱状，锤击易碎，锤击声哑 | νp＞1000 | νs＞500 | N＞100 |

* + 1. 砂岩风化程度划分，见表C.0.2。

表C.0.2 砂岩风化程度划分

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 岩石类别 | 风化  程度 | 野外特征 | 参数指标 | | |
| 压缩波波速*v*p（m/s） | 剪切波波速*v*s（m/s） | 标贯击数实测值N |
| 中生届砂岩（含砾岩） | 全风化 | 组织结构基本破坏，但尚可辨认，有残余结构强度，风化呈土柱状、碎块状，手可掰断 | 400＜νp≤700 | 250＜νs≤400 | 30＜N≤80 |
| 强风化 | 组织结构已大部分破坏，矿物成分已显著变化，风化裂隙很发育，岩芯呈柱状、碎块状，干时可用手折断，浸水或干湿交替时可迅速软化或崩解 | 700＜νp≤1200 | 400＜νs≤600 | 80＜N≤200 |
| 中等  风化 | 组织结构部分破坏，矿物成分发生变化，岩芯棱角有割手感，风化裂隙发育，岩芯呈柱状、块状，锤击易碎 | νp＞1200 | νs＞600 | N＞200 |

* + 1. 花岗岩风化程度划分，见表C.0.3。

表C.0.3 花岗岩风化程度划分

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 岩石类别 | 风化  程度 | 野外特征 | 参数指标 | | |
| 压缩波波速*v*p（m/s） | 剪切波波速*v*s（m/s） | 标贯击数实测值N |
| 中生代花岗岩 | 全风化 | 组织结构基本破坏，但尚可辨认，有残余结构强度，风化呈土混砂砾状或土夹碎粒状，手可掰断 | 500＜νp≤800 | 300＜νs≤450 | 30＜N≤70 |
| 强风化 | 组织结构已大部分破坏，矿物成分已显著变化，风化裂隙很发育，岩体破碎，岩体被切割呈20mm～200mm岩块，用手可折断 | 800＜νp≤1400 | 450＜νs≤800 | 70＜N≤300 |
| 中等  风化 | 组织结构部分破坏，矿物成分基本未变化，风化裂隙发育，岩体被切割呈0.2m～0.5m岩块，锤击声脆，且不易击碎 | νp＞1400 | νs＞800 | N＞300 |

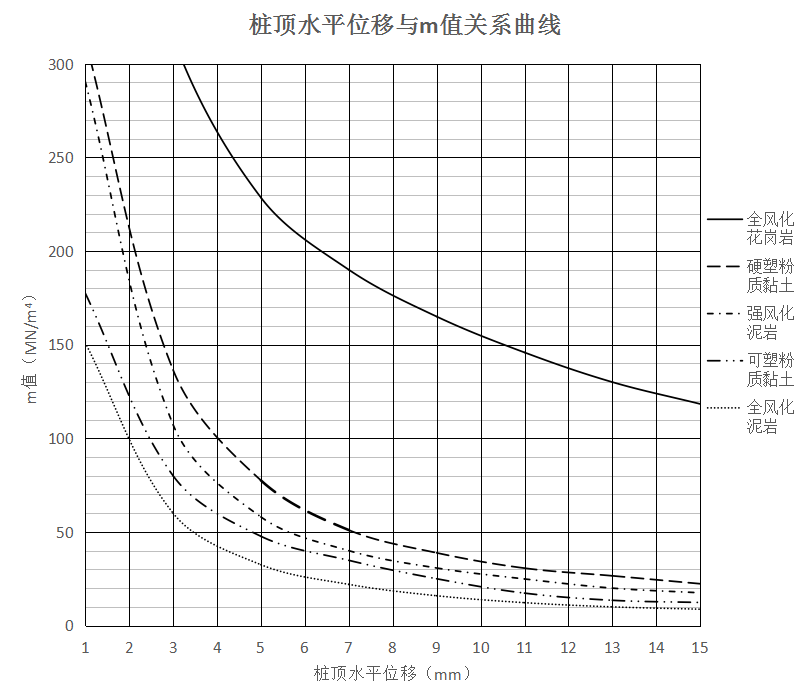
# **附录D 风化岩抗剪强度指标经验值**

表D.0.1 风化岩抗剪强度指标经验值表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 参数  地层 | | 粘聚力*c* *，* kPa | 内摩擦角*φ，*° |
|
| 范围值/中位数 | |
| 泥岩、泥（钙）质胶结砂岩、砾岩 | 全风化 | 25～45 / 35 | 15～25 / 20 |
| 强风化 | 40～65 / 50 | 18～30 / 25 |
| 中等风化 | 80～120 / 100 | 30～50 / 35 |
| 花岗岩 | 全风化 | 30～40 / 35 | 15～25 / 20 |
| 强风化 | 35～70 / 55 | 30～55 / 40 |

# **附录E 桩侧土水平抗力系数的比例系数m值经验曲线**

图E.0.1 桩侧土水平抗力系数的比例系数m值经验曲线



# **附录F 岩土施工工程分级**

表F.0.1 岩土施工工程分级

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 等级 | 分类 | 岩土名称及特征 | 土的稠度状态 | 土的密实度 | 岩石单轴饱和抗压强度 （MPa） | 开挖方法 |
| I | 松土 | 砂类土、种植土、未经压实的填土 | ― | 松散〜密实 | ― | 用铁锹挖，脚蹬一下到底的松散土层，机械能全部直接铲挖，普通装载机可满载 |
| Ⅱ | 普通土 | 一般黏性土、粉土、砾土（圆砾、角砾）、压密的土质填土 | 软塑〜硬塑 | 松散〜密实 | 一 | 部分用镐刨松，再用锹挖，脚蹬连蹬数次才能挖动的。 挖掘机、带齿尖口装载机可满载、 普通装载机可直接铲挖，但不能满载 |
| Ⅲ | 硬土 | 粉质黏土、碎石土（卵石、碎石）；残积土及风化岩 | 坚硬 | 松散〜密实 | ＜1 | 必须用镐先全部松动才能用锹挖。 挖掘机、带齿尖口装载机不能满载、大部分采用松土器松动方能铲挖装载 |
| Ⅳ | 极软岩 | 黏土、块石土、漂石土；极软岩 | 坚硬 | 松散〜密实 | ＜5 | 部分用撬棍及大锤开挖或挖掘机、单钩裂土器松动，部分需借助液压冲击镐解碎或部分采用爆破方法开挖 |
| Ⅴ | 软质岩 | 软岩、较软岩 |  |  | ≤30 | 能用液压冲击镐解碎，大部分需用爆破法开挖 |
| Ⅵ | 硬质岩 | 较硬岩、坚硬岩 |  |  | ＞30 | 可用液压冲击镐解碎，宜用爆破法开挖 |

注：1 泥质胶结碎屑岩的单轴饱和抗压强度可采用天然湿度单轴抗压强度替代；

2 表中所列等级，由低到高，以最先满足的为准。

# **附录G 风化岩地基承载力修正系数建议值**

表G.0.1 风化岩地基承载力修正系数建议值

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 岩石风化特征 | | ηb | ηd |
| 全风化 | 泥岩（坚硬黏性土状） | 0.5～1.0 | 1.5～2.0 |
| 砂岩（砂土状） | 1.0～2.0 | 1.5～2.0 |
| 强风化 | 泥岩（块石土状） | 1.0～2.0 | 1.5～2.5 |
| 砂岩（碎石土状） | 2.0～3.0 | 2.5～3.5 |
| 中等风化 | 泥岩（块状、柱状），*f*r＜5MPa | 2.0～3.0 | 2.5～3.5 |
| 砂岩（块状、柱状），*f*r＜5MPa | 2.5～3.5 | 3.0～4.0 |

注：1 泥岩，含砂质泥岩；砂岩，含砾岩；

2 风化岩地基承载力经修正提高后，不宜高于低级风化程度岩石地基承载力特征值；

3 ηb为宽度修正系数，ηd为深度修正系数。

# 

# **附录****H 主要城市地层划分**

* + 1. 基本规定

1. 城市轨道交通工程勘察，应在可行性研究勘察阶段建立本条线路的地层系统；
2. 应按照地层时代由新到老顺次确定主层编号，同一地层时代按照岩土类别依据粒组特征分别确定岩土名称并顺次编号以确定亚层，同一岩土名称按照其工程性质，如稠度状态、密实程度、风化程度等由弱到强顺次编号以确定次亚层；
3. 岩土定名应符合现行国标《城市轨道交通岩土工程勘察规范》的要求。
   * 1. 长春市地层划分
4. 现代人工堆积层（Q4ml），主层编号1，依据填土特征划分亚层，依次划分为杂填土、素填土，必要时依据填土工程性质划分次亚层；
5. 第四系全新统河谷冲积层（Q4al），主层编号2A，依据粒度成分划分亚层，依次划分为黏性土、砂土、碎石土，次亚层分别按照稠度状态或密实程度划分；
6. 第四系全新统冲湖积层（Q4al+l），主层编号2B，依据粒度成分划分亚层，依次划分为淤泥质土、黏性土、粉土、砂土，次亚层分别按照稠度状态或密实程度划分；
7. 第四系上更新统冲洪积层（Q3al+pl），主层编号2C，依据粒度成分划分亚层，依次划分为黏性土、粉土，次亚层分别按照稠度状态或密实程度划分；
8. 第四系中更新统坡洪积层（Q2dl+pl），主层编号2D，依据粒度成分划分亚层，依次划分为黏性土、砂土、碎石土，次亚层分别按照稠度状态或密实程度划分；
9. 第四系中更新统冲洪积层（Q2al+pl），主层编号2，依据黏粒含量划分亚层，依次划分为黏土、粉质黏土，次亚层按照稠度状态划分；
10. 第四系下更新统（Q1），主层编号2E，依据成因类型划分亚层，依次划分为冰水堆积层（Q1fgl）、残积层（Q1el），依据其工程性质划分次亚层；
11. 白垩系沉积岩层（K），主层编号3，依据岩相特征划分亚层，依次划分为泥岩、砂质泥岩、泥质砂岩、砂岩、砾岩等，次亚层按照风化程度划分；
12. 前白垩纪沉积岩层（anK），主层编号4，依据岩相特征划分亚层，依次划分为安山岩、板岩、变质砂岩等，次亚层按照风化程度划分；
13. 岩浆岩（δ、ν、γ），主层编号5，依据岩相特征划分亚层，依次划分为超基性火山岩、基性岩浆岩、中性岩浆岩、酸性岩浆岩，次亚层按照风化程度并结合单轴抗压强度进行划分。
    * 1. 吉林市地层划分
14. 现代人工堆积层（Q4ml），主层编号1，依据填土特征划分亚层，依次划分为杂填土、素填土，必要时依据填土工程性质划分次亚层；
15. 第四系全新统河谷冲积层（Q4al），主层编号2，依据粒度成分划分亚层，依次划分为黏性土、砂土、碎石土，次亚层分别按照稠度状态或密实程度划分；
16. 第四系中更新统冲洪积层（Q2al+pl），主层编号3，依据粒度成分划分亚层，依次划分为黏性土、砂土。次亚层分别按照稠度状态或密实程度划分；
17. 古近系沉积岩（E），主层编号4，依据岩相特征划分亚层，依次划分为粘土岩夹硅藻土、泥岩夹煤层、粉砂岩、细砂岩、砂岩、凝灰质砂岩、砂砾岩。次亚层按照风化程度并结合单轴抗压强度进行划分；
18. 中生界沉积岩，主层编号5，依据地层年代及岩相特征划分亚层，依次划分为：白垩系（K）砂岩、砾岩；侏罗系（J）安山岩、凝灰岩、凝灰质砂岩、英安岩夹流纹岩；三叠系（T）凝灰岩、流纹质凝灰岩、凝灰质砾岩等。次亚层按照风化程度并结合单轴抗压强度进行划分；
19. 古生界沉积岩，主层编号6，依据地层年代及岩相特征划分亚层，依次划分为：二叠系（P）灰岩、流纹质－安山质凝灰岩、粉砂岩、凝灰质砂岩、砂岩、板岩、变质安山岩、变质砂岩；志留系（S）砂岩、砾岩和含砾凝灰质粉砂岩等。次亚层按照风化程度并结合单轴抗压强度进行划分；
20. 岩浆岩，主层编号7，依据生成时代划分亚层，依次划分为第四纪早、中更新世玄武岩、燕山期、印支期、海西期、加里东期花岗岩，次亚层按照风化程度并结合单轴抗压强度进行划分。

# **附录I 长春市工程地质图**

另见附图。

# 

# **本标准用词说明**

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1）表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2）表示严格， 在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3）表示允许稍有选择，在条件许可时，首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4）表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其它有关标准执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

# **引用标准名录**

1、《建筑抗震设计规范》GB 50011

2、《岩土工程勘察规范》GB 50021

3、《城市轨道交通岩土工程勘察规范》GB 50307

4、《岩土工程勘察安全标准》GB 50585

5、《城市轨道交通地下工程建设风险管理规范》GB 50652

6、《城市轨道交通结构抗震设计规范》GB50909

7、《工程勘察通用规范》GB 55017

8、《建筑工程地质勘探与取样技术规程》JGJ/T 87

9、《铁路隧道设计规范》TB 10003

10、《铁路工程地质勘察规范》TB 10012

11、《铁路工程水文地质勘察规范》TB 10049

12、《铁路桥涵地基和基础设计规范》TB 10093

13、《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB50202-2018

14、《岩土工程勘察技术规程》DB22/JT 147

吉林省工程建设地方标准

**城市轨道交通岩土工程勘察标准**

DB22/5XXX-2023

# **附：条文说明**

制订说明

《城市轨道交通岩土工程勘察标准》DB22/T XXXX-2023，经吉林省住房和城乡建设厅、吉林省市场监督管理厅2023年××月××日号以第XXX通告批准发布。

为便于有关单位人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《城市轨道交通岩土工程勘察标准》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，供使用时参考。

**目 次**

[1 总则 61](#_Toc12860)

[2 术语和符号 62](#_Toc32282)

[3 基本规定 63](#_Toc3542)

[4 可行性研究勘察 65](#_Toc7760)

[5 初步勘察 66](#_Toc30442)

[6 详细勘察 69](#_Toc31165)

[7 勘察方法与手段 71](#_Toc5749)

[8 岩土工程分析与评价 75](#_Toc15603)

[9 岩土工程成果报告 81](#_Toc5675)

[10 现场检验与验证 82](#_Toc15584)

[附录A 勘察作业环境风险因素识别与管控 83](#_Toc12856)

[附录B 周边环境调查 84](#_Toc15642)

[附录C 岩石风化程度划分 85](#_Toc2278)

[附录D 风化岩抗剪强度指标经验值 86](#_Toc6296)

[附录E 桩侧土水平抗力系数的比例系数m值经验曲线 87](#_Toc9969)

[附录F 岩土施工工程分级 88](#_Toc16267)

[附录G 风化岩地基承载力修正系数建议值 89](#_Toc30462)

[附录H 主要城市地层划分 90](#_Toc10325)

[附录I 长春市工程地质图 91](#_Toc15089)

* 1. 总则

**1.0.2** 本标准主要以长春市为编制依托背景，吉林省范围内其它地区开展的城市轨道交通岩土工程勘察工作，可参考执行。

* 2. 术语和符号

**2.1.10** 《国务院办公厅关于促进建筑业持续健康发展的意见》（国办发[2017]19号）中提到：加强施工现场安全防护，特别要强化对深基坑、高支模、起重机械等危险性较大的分部分项工程的管理，以及对不良地质地区重大工程项目的风险评估或论证。表示政府对地质条件所造成的工程风险，以及不良地质地区的风险评估和论证工作高度重视。

住建部37号令《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》第六条：勘察单位应当根据工程实际及工程周边环境资料，在勘察文件中说明地质条件可能造成的工程风险。

* 2. 基本规定

**3.1.1** 根据设计要求，可合并勘察阶段。

**3.1.2** 一般情况，初步勘察阶段工法基本稳定，尚存在变动的可能，应综合考虑勘察结果能够有所涵盖。

**3.1.3** 可行性研究勘察完成后，应针对探明或发现的场地内的主要地质及岩土工程问题，如活动断裂、地下坑洞等情况，应开展专项勘察。

**3.1.4** 本标准中所述“风险”，如无特殊说明，指勘察实施过程中的风险及设计、施工过程中与地质因素相关的风险。

**3.1.5** 岩土工程勘察工作宜采用多种手段和综合分析方法，并应积极应用新技术、新方法，但所采用的新技术、新方法需经过多方论证并经过实践检验。

**3.1.6** 按照《岩土工程勘察安全标准》（GB 50585）对勘察作业危险源进行辨识和评价。

**3.1.7** 工程周边环境调查工作不同于岩土工程勘察工作，应由具备测绘资质的勘察单位完成，由业主单独委托开展工作。

**3.1.9** 所有勘探、取样和原位测试、室内试验等的原始记录、影像资料和勘察纲要、勘察成果报告均应归档保存，并应可追溯。

**3.2.3** 长春市场地复杂程度等级划分可参考附录I“长春市工程地质图”。

**3.2.4** 勘察工作对环境风险的识别与评价，不同于工程建设风险评估，在于岩土工程勘察阶段无法达到其深度。勘察做工进行工程环境风险等级划分，的目的是针对勘察目标，兼顾环境的复杂性，从岩土工程的角度识别周边环境风险源并开展地质风险分析。存在着制约勘察工作的风险源但又不能降低勘察工作质量的矛盾，体现勘察单位的综合研判水平。

勘察阶段所划分的工程环境风险等级，与工程设计与施工阶段考虑的周边环境风险等级划分不尽相同，后者的划分，一方面取决于设计方案和施工工法，另一方面更取决于周边环境的类型、重要程度、与工程的相互影响程度以及破坏后果的严重程度，一般需要开展工程建设风险评估专题工作。主要考虑工程施工环节与周边环境的相互影响，需要考虑周边环境的类别、重要性以及与本工程的空间位置关系，根据接近度的不同进一步划分为四个风险等级，划分方案考虑的因素相对比较复杂。另外的区别在于：（1）勘察阶段，所有环境条件尚未改变且也没必要去触碰。而施工阶段，经过综合比选，部分构筑物或管线需进行改迁，环境条件前后已发生改变；（2）勘察工作产生的钻孔，如果回填效果不好，也可能给施工带来隐患，成为施工阶段的一个环境风险因素之一；（3）勘察工作质量是影响设计、施工的一项风险源之一。因此，勘察阶段所述环境风险条件与施工阶段环境风险条件存在着阶段性的差异。

表3.2.4所述临近的概念，是指从地质分析的角度认为本工程与其相互产生影响的范围（可根据勘察单位的自身经验及风险承受能力自行判断），此范围以外可不认为是无风险。一般概念上的临近是指：（1）明挖基坑外边缘线3倍基坑开挖深度范围；（2）隧道外边缘线30m或3倍隧道设计底板埋深或3倍隧道设计外径范围（取最大值）；（3）地质分析角度确定的本工程与地表水体可能产生水力联系的范围以及降水影响半径范围；（4）各类潜在风险源已划定的保护区范围。

**3.3.1** 勘察纲要是开展勘察工作的纲领性成果文件，建议勘察单位依据勘察阶段按标段编制正式文件送专家审查并依此开展勘察工作，该文件要求存档。

**3.3.5** 当出现设计变更并应补充开展勘察工作时，应重新编制或修订勘察纲要。

* 2. 可行性研究勘察

**4.1.2**城市轨道交通工程线路附近可搜集利用的勘察资料丰富时，宜以搜集、利用现有资料为主，必要时应开展一定的钻探工作。可研阶段应建立整条线路的标准地层，确保各勘察标段地质资料合理衔接。长春市、吉林市地区可参照附录H进行地层划分。

**4.2.2第1款** 利用已有勘探点时，应考虑工程地质分区及场地复杂程度的影响，充分分析并说明其可靠性。

**4.2.2第3款** 当具备主选推荐方案时，比选方案宜以搜集资料为主，必要时适当布置勘探点。当前，地质条件不是制约线路方案的主要因素，仅体现在工程措施的难易程度上。

* 2. 初步勘察

**5.2.1** 涉及到的风化岩的风化程度划分、抗剪强度指标及桩侧土的水平抗力系数的比例系数m值等参数可参考附录C~附录E。

**5.3.1第1款** 岩土施工工程分级参考附录F，隧道围岩分级按照《铁路隧道设计规范》（TB 10003）执行。

**5.3.1第5款** 轨道交通工程抗浮设防水位可参考如下原则与方法确定。

一、地下结构抗浮设防水位

* + - 1. 冲洪积波状台地区及剥蚀丘陵区

1）当有地下水长期观测资料时，抗浮设防水位可根据实测最高水位和地铁运营期间地下水的变化，采用频率分析方法确定百年一遇最高水位。

2）当无地下水长期观测资料时，抗浮设防水位应考虑勘察期间实测最高稳定水位、水位变幅及可能意外补给造成的水位上升值，此外应综合考虑场区地下水补给、排泄自然条件的改变以及城市规划（诸如海绵城市建设等）对地下水位的影响。

抗浮设防水位=勘察期间实测最高稳定水位+水位变幅+可能意外补给造成的水位上升值。

【说明】影响抗浮设防水位的几个重要因素。（1）应考虑地下水利用管理方面的影响。自上世纪90年代初，长春市区开始限制开采地下水，地下水位逐年上升，原本因大量开采地下水导致降落漏斗很大程度上得到了恢复；（2）海绵城市建设对补迳排条件影响显著；（3）局部地势低洼地段应考虑暴雨淹没问题。

* + - 1. 冲积及冲湖积平原区

1）应搜集临近河岸的防洪水位及场地历史最高水位等资料后进行确定。

2）当历史最高水位高于地表时，按地面平均标高提供抗浮设防水位，地面标高应以运行期地表标高为基准。

3）当历史最高水位低于地表时，按历史最高水位提供抗浮设防水位。

二、施工期间的抗浮设防问题

仅考虑施工期间的抗浮设防时，可根据施工计划工期的长短按一个水文年的最高水位或3～5年可能达到的最高水位确定。

**5.3.2第4款** 物探方法的选择应根据地形地貌条件、结构埋深、地层岩性特征选择使用。

**5.4.1第1款** 高架工程往往处于城市边缘地带，存在斜坡稳定问题、沟谷冲刷问题、破碎带、局部厚层软土或地下坑洞等，是高架方案布置的控制节点。需在方案设计阶段查明各种不良地质作用分布情况以及发生、发展、演变的趋势，给设计提出合理化建议。

**5.4.1第3款** 针对泥质胶结碎屑岩可提供天然湿度的单轴抗压强度。

**5.4.4第4款** 为确认是基岩而非孤石，应将岩芯同当地岩层露头、岩性、层理、节理和产状进行对比分析，综合判断。

**5.4.4第5款** 1）如无最大冻结深度资料，可提供标准冻结深度；2）最大冲刷深度=一般冲刷深度+局部冲刷深度。该数据原则上应采用水利部门提供的资料为准。当不能提供时，可参考《铁路桥涵地基和基础设计规范》（TB 10093）根据以下原则判定：一般冲刷深度是指河流发生洪水时，河水的流速、流量随之增大而产生的冲刷，一般应综合考虑多年（一般不少于20年）叠加，同时应考虑未来上、下游可能筑坝后出现的跌水与臃水的情况； 局部冲刷深度是当水中修建墩（台）后，使流水面积缩小、流速增加，使墩（台）附近河床局部冲蚀下切的深度。

**5.5.3** 初步勘察阶段应对路堑边坡的稳定性进行分析评价。应考虑重力作用、暴雨作用及地震作用的不同工况及其叠加影响；分析地下水的渗流作用、冻融作用对边坡稳定性的影响。

**5.6.1** 关于地面车站、车辆基地勘察工作的划分

1）地铁列车在运营结束后、出现特殊情况需回库检修或待命时，一般情况下会运行至地铁线路两端的车辆段或停车场。 停车场（stabling yard）：是具有配属车辆，以及承担车辆的运用管理、整备保养、检查工作的基本生产单位。 车辆段（depot）：是具有配属车辆，以及承担车辆的运用管理、整备保养、检查工作和承担较高级别车辆检修任务的基本生产单位。 车辆段的业务范围比停车场业务范围更广。

2）地面车站及车辆基地内的各类建（构）筑物应按现行工业与民用建筑相关规范单独开展勘察评价工作；车辆基地内的股道应按照现行轨道交通行业相关规范开展勘察评价工作。

* 1. 详细勘察

**6.1.1~6.1.2** 由于进场受阻或其它原因导致不能完成预计的钻探工作，宜在地质分析的基础上，搜集利用周边建（构）筑物的勘察资料，采用其它手段进行合理推测，经专家咨询后可作为设计依据。

当城市轨道交通线路位于主城区繁忙路段或下穿建（构）筑物而无法完成钻探工作时，勘察单位可根据自身掌握的经验与技术能力，采取可信的物探手段代替部分无法实施的钻孔，待条件允许或认为有必要时可进行补充勘察验证。

**6.3.1第5款** 地下水控制，应根据施工方法、开挖深度、含水层岩性和地层组合关系、地下水资源和环境要求，选用适宜的地下水控制方法。可按下表1的选用。

表1 地下水控制措施的适用范围

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 方法措施 | 适用地层 | 渗透系数（cm/s） | 降水深度（m） | 备注 |
| 集水明排 | 粉质黏土、黏土、淤泥质土、风化岩 | 1×10-7～2×10-5 | ＜5 | 基岩可大于5m |
| 轻型井点 | 粉质黏土、粉土、黏土、淤泥质土 | 1×10-7〜2×10-4 | 单级＜6；多级6～12 | 如采用射流泵，降深不受限制。适合于对局部或特定含水层的降、排水处理 |
| 管井 | 砾砂、砂土、粉土、粉质黏土、强风化岩 | ＞1×10-6 | ＞5 | 推荐采用钢筋笼包网，亦可选用PVC、无砂水泥管井。可用于基坑及隧道的降水。对于多层地基含水层，当渗透性差异较大时，宜综合采用其它措施分段分层降水 |

**6.3.1第6款** 根据长春市轨道交通建设的经验，针对抗浮设防问题，对地下二层车站，利用围护桩设置压顶梁、适当增加配重的方式即可解决抗浮问题；对地下三层车站，需采用上述手段的同时，增加抗拔桩解决抗浮问题。抗浮设防水位的确定方法参考5.3.1节第5条的条文说明，必要时，应对抗浮设防水位进行专题研究。

**6.3.1第11款** 高灵敏度软土、强透水松散砂土、含块石（漂石）或碎石（卵石）土、软硬不均地层、黏土岩及硬质岩，地下障碍物、采空区、人为空洞及有害气体的分布对盾构施工的影响较大。其中硬质岩地层中的岩石强度、耐磨矿物成分与含量以及黏性土、黏土岩中的黏土矿物含量对盾构刀盘选型、刀具的选择以及辅助工法的确定有直接影响。

**6.3.2** 地下工程矿山法，暗挖工程，针对中等复杂场地，建议减小钻孔间距，本标准提出俩中等复杂场地钻孔间距应控制在20-30m，相比国标有所加强。主要考虑到长春市已建项目暗挖过程中出现了地质风险，适当缩小钻孔间距有利于对不良地质条件的控制。

**6.4.4** 高架工程区间一般无接地需求，可根据设计需要确定是否提供电阻率指标。

**6.6.2** 出入线工程线路纵断面高程变化较大，由地下段转为矩形框架、U型槽、路堑，直至地面线，可参考6.5节开展相应的勘察工作。

**6.6.3** 当考虑场地挖填方需求时，应按照设计划定的基线提供地质断面。

* 1. 勘察方法与手段

**7.1.3** 对于地下工程，对结构安全、施工安全有影响的往往是地层中出现的非均质现象，勘探设备的选择应考虑勘察精度的需求，不得遗漏对工程有影响的软弱（硬）夹层、软弱（硬）面（带）、不同岩性交界面。

**7.2.1** 1）当线路位于主城区，地面覆盖程度高，无法揭示地质条件，仅能判断地形与地貌特征，应以资料搜集为主，适当补充地面调查；2）当线路所处地面覆盖较少，具备开展地质调查或地质测绘条件时，应参照《岩土工程勘察规范》（GB50021）开展。

**7.2.2** 线路中线向两侧扩展宽度：一般区间直线段向两侧不应少于 100m，车站、区间弯道段、停车场及车辆基地向外侧不应少于 200m。

**7.2.3第4款** 可通过查阅地方档案资料、科技文献或咨询等方式调查工程区特殊性岩土及不良地质作用的发育状况。

**7.2.3第5款** 应充分利用本工程或相邻工程的地震安全性评价工作成果加以分析利用。

**7.3.1** 如受障碍物的影响需移动孔位，允许移动范围可根据勘察对象、场地复杂程度，综合确定。同一工程地质单元内，对于地下工程，勘探点允许移动的距离不宜超过布置钻孔间距的1/2；对于高架工程，桩位勘探点移动距离不宜大于桩距的1/3。钻探完毕用仪器复测各勘探孔的坐标和孔口高程。

**7.3.2~7.3.4** 统一说明如下。

1）钻具规格应满足取样及原位测试的基本要求，回次进尺应综合考虑地层岩性、钻进方法并考虑岩芯采取率的要求。回次进尺不宜超过2.0m，砂土、破碎岩层宜缩短回次进尺。

2）岩芯应顺次摆放并及时编录、取样，避免芯样受冻曝晒，对于岩石按回次记录 RQD 值。据积累的勘察经验，采用岩石质量指标RQD方法评价岩体的完整性。当同一地质单元采用同一种钻具规格和钻进方法，进行岩体质量的分析评价是适用的。

3）按钻进回次先后顺序排列土样及岩芯，注明深度和岩土名称，每一回次应用岩芯牌隔开。应采用像素大于 500 万像素数码相机，逐孔、逐箱拍摄岩芯彩色照片，照片尽量垂直拍摄，减少拉伸和变形处理，每箱岩芯应拍摄 1 张照片，照片上的标记（工程名称、孔号、箱号、起始、终点深度、变层深度等）应清晰，以便于计算机保存、编辑。

**7.3.7** 位于城市道路上的钻孔，回填后应夯实，采用沥青料抹平孔口，恢复路面并清洗干净现场后方可退场。暗挖段钻孔，位于结构内部或临近结构边缘不大于3.0m的钻孔，应采用黏土球分层回填并夯实；其它钻孔，可采用岩芯回填，并回灌水泥砂浆封堵。

**7.4.1** 在无法实施钻孔的地带，可在钻孔之间增加地球物理勘探点，为钻探成果的内插、外推提供依据。

**7.5.2** 土试样等级分为4级，如表2，可根据勘察纲要及本标准7.8节的试验要求取样。不同等级土试样的取样操作严格按照《建筑工程地质勘探与取样技术规程》JGJ/T 87附表执行。

表2 土试样等级划分表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 级别 | 扰动程度 | 试验内容 |
| Ⅰ | 不扰动 | 土类定名、含水量、密度、强度试验、固结试验 |
| Ⅱ | 轻微扰动 | 土类定名、含水量、密度 |
| Ⅲ | 显著扰动 | 土类定名、含水量 |
| Ⅳ | 完全扰动 | 土类定名 |

**7.5.3** 针对明挖区间，其取样部位参考明挖车站执行。

**7.5.4** 可在开展水文地质试验孔位中分层取水样。一般孔位的，取混合水样进行水的腐蚀性分析。水样需要测定侵蚀性CO2时需单独装瓶并添加大理石粉。

**7.6.2** 当抽水试验难以实施时，可采用钻孔提水或注水试验替代。钻孔揭露的含水层为单一含水层且分布稳定时可进行提水试验或注水试验。提水试验可采用定水位降深法或定流量法，注水试验可采用常水头法或降水头法，具体参见《铁路工程水文地质勘察规范》TB 10049的规定。

**7.6.4** 应在开展水文地质调查的基础上，估计不同水体发生水力联系的一个或若干透水层、导水构造或接触带。分别布置抽水井，分别进行抽水观测，判断相互连通性以及水力联系程度。具体可根据现场水文地质条件与环境条件进行试验方案设计；压水试验宜采用分段压水方法，具体参考《铁路工程水文地质勘察规范》TB 10049的规定。

**7.7.3**当车辆基地位于城乡结合部的地势低洼地段时，往往存在淤泥质土，对于路基、涵洞以及采用浅基础的建筑物部分，为查明其力学性质及可利用程度，可采用十字板剪切试验。

**7.7.6** 波速试验可采用单孔检测法或孔内激发法。

初勘阶段线路段按工程地质分区或地貌单元进行此项试验，每地质单元布置波速测试孔 2 孔；车辆基地一般布置 4 孔；详勘阶段线路段按工点进行此项试验，每车站或区间工程的波速测试孔不宜少于 3 孔；车辆基地详勘阶段，单幢建筑，测试土层剪切波速的钻孔数量不宜少于 2 个，试验成果应与区域数据进行对比，测试数据变化较大时，需重新测定。

**7.7.7**在轨道交通岩土工程勘察中，根据牵引变电、牵引供电和接触网防雷设计需要，应进行电测井，获取各岩土层的电阻率。初勘阶段，线路段每一地质单元布置 2 个电阻率测试孔。详勘阶段，线路段按工点布置电阻率测试孔，各工点不少于 2 孔（含初勘）。有高架方案的，一般接地需求减少，可根据设计需求确定实施。车辆基地在初步勘察阶段一般布置 4 个电阻率测试孔，详勘阶段根据车辆段设计的需要进行布置，变电所位置应布置电阻率测试孔。

**7.7.8** 地温是地铁设计时结构温度应力、暖通设计等所需参数。该项试验宜在初勘阶段进行，各工点布置 1 个地温测试孔；发现有热源影响区域、采用冻结法施工或设计有特殊要求的部位应布置测试孔，测试点宜布设在隧道上下一倍洞径深度范围内且测试深度不小于 10m，测点深度间距 2m。

**7.7.9** 关于氡气检测。自然界存在三种天源放射性系，即铀镭系（起始元素是238U）、锕铀系（起始元素是235U）和钍系（起始元素是232Th）。氡（222Rn）及其同位素219Rn和220Rn是这三个天然放射系中唯一的气体放射性元素。235U总是同238U共生，而232Th在一定条件下也与238U共生。在地球的地壳中普遍有238U的存在，也就是说，氡是无处不在，只是其浓度的高低不同而已。

单位时间内核素衰变的次数叫放射性活度，其单位用Bq（贝克勒尔）表示。单位体积中氡的活度叫做氡的活度浓度，因为氡气属于“[稀有气体](https://baike.baidu.com/item/%E7%A8%80%E6%9C%89%E6%B0%94%E4%BD%93/573051" \t "https://baike.baidu.com/item/%E6%B5%8B%E6%B0%A1%E4%BB%AA/_blank)”它实际上在大气中占的比重极少，难用重量来表达所以我们不提“氡浓度“而提“氡的活度浓度”。表达方式：1Bq/m3-每立方米空气中含有1Bq氡气。

**7.7.10** 天然辐射无处不在，特别是地下工程项目处于周围岩土层介质之中。岩土层的天然放射性是由其中的放射性核素及其含量决定的。研究显示，地层中主要的三个天然放射系：铀洗、钍系和钾系。初勘阶段宜每地下工点至少在 1 个勘探孔中进行该项测试。

**7.8.3** 水的腐蚀性分析应按照现行《铁路工程水质分析规程》TB10104、《水电工程地质勘察水质分析规程》NB/T 35052及《水和废水监测分析方法》（第四版）（增补版）执行。

* 2. 岩土工程分析与评价

**8.1.1** 岩土工程分析与评价应随着勘察阶段的深入，通过对工程场地工程地质条件与水文地质条件的不断深入了解，直至全面、系统认识的基础上，针对勘察对象的规划、设计与施工，从定性到定量为设计提供岩土参数建议值，为施工提供所需的施工参数。预测可能出现的岩土工程问题并给出应对措施或建议。

**8.1.2第1款** 初勘以工程地质单元为统计单元；详勘阶段以工点为统计单元，如跨越不同地质单元，应分单元进行统计。

**8.1.2第2款** 可依据工程经验以及对工程地质条件的掌握程度，可以在物理力学性质指标统计的基础上进行经验修正，提供建议值表。

**8.1.2第3款** 应在土工试验成果统计过程中明确说明样本的取舍情况。

**8.1.3** 应注意到线路工程勘察工作的条带性、穿越多个地貌单元的复杂性，应考虑获取参数方法的代表性以及局限性，并充分考虑地区经验给予修正，给出岩土参数的推荐值。风化岩的抗剪强度参数指标可参考附录D。

**8.1.5** 地下工程风险事故当中，工程地质条件、水文地质条件以及周边环境条件是主要的环境风险因素。勘察单位应在岩土工程评价的基础上进行地质风险分析。勘察对象在施工过程中由于现状条件的改变而引发地质问题，或因为地质条件遭受不同程度的扰动，引起工程与环境不协调、引起次生地质问题或加剧原有岩土工程问题，从而引起风险事故。风险分析需要提出定性的、预测性的结果，同时应提出必要的防范措施。

**8.2.1第5款** 1、关于场地稳定性评价，可划分等级如下：不稳定、基本稳定、稳定。1）符合下列条件之一的属于不稳定场地：（1）强烈全新活动断裂带；（2）对建筑抗震的危险地段；（3）不良地质作用强烈发育，地质灾害危险性大地段；2）符合下列条件之一的属于基本稳定场地：（1）非全新活动断裂带；（2）对建筑抗震的不利或一般地段；（3）不良地质作用弱发育，地质灾害危险性小地段；3）符合下列条件之一的属于稳定场地：（1）无活动断裂带；（2）对建筑抗震的一般或有利地段；3）不良地质作用不发育。

1. 关于场地适宜性评价，可划分等级如下：不适宜、较适宜、适宜。1）符合下列条件之一的属于不适宜：（1）场地不稳定；（2）地质灾害发育且治理难度很大、费用很高；（3）工程建设将对周边环境产生重大影响；2）符合下列条件之一的属于较适宜：（1）场地基本稳定；（2）地基岩土条件复杂，处置费用很高；（3）工程建设受周边环境条件制约，施工难度较大；3）符合下列条件之一的属于适宜：1）场地稳定；（2）地基岩土条件简单或处置费用低廉；（3）工程不受周边环境条件制约，施工难度小。

**8.2.2第9款** 1）关于环境作用等级划分，地下工程根据《混凝土结构耐久性设计规范》GB 50476、高架工程根据《铁路混凝土结构耐久性设计规范》TB 10005确定环境作用等级。

2）当局部地段水土腐蚀性异常，环境作用等级提高，导致结构防腐蚀提高等级时，需对异常地段化学环境异常的原因进行分析判断，必要时按照特殊性岩土即污染土开展勘察工作。

3）核实取样部位及其与结构的影响关系，保证现场采取水试样的质量及其代表性。表层污染土可导致土壤化学环境异常，当污染部位与结构所处地下水环境条件为同一径流系统，可确认污染的可能性极大；当存在多层含水系统时，应分析不同含水层之间产生越流的可能性，明确地下水环境及渗流条件，分析浅表层的异常是否会波及到结构所处部位。

4）应对腐蚀性、环境作用等级进行分区或分段。

5）针对污染土以及腐蚀性等级较高地段，应提出需采取结构补强措施或者采取污染土综合治理的不同方案的建议。

**8.2.3第1款** 参考《岩土工程勘察规范》，对于地下线路工程应对地基不均匀性是否会对结构产生影响给出明确评价结论，跨不同地质单元应重点加以说明。

**8.2.3第4款** 城市轨道交通线路工程和地面建筑工程的场地土类型划分、建筑场地类别划分、地基土液化判别应分别执行现行国家标准，规定如下：高架、路基工程应符合《铁路工程抗震设计规范》GB 50111的规定、房屋建筑工程应符合《建筑抗震设计规范》GB 50011的规定，其它应符合《城市轨道交通结构抗震规范》GB 50909的规定。

**8.2.3第5款** 长春市白垩系泥岩属于极软岩，强度低，但往往夹有薄层硅质胶结砂岩，强度明显提高，可能会造成施工困难，勘察过程中应注意查明并给出补充说明。

**8.2.3第6款** 围岩分级及各级围岩的物理力学性质指标依据《铁路隧道设计规范》（TB 10003）执行。

**8.2.3第9款** 工程与周边环境相互影响的分析评价可包括下列内容：

深基坑开挖、暗挖及盾构施工对周边地质体产生扰动，进而影响到周边环境。

1）沉降、隆起和土体的水平位移对邻近建（构）筑物及地下管线的影响。

2）工程建设导致地下水位变化、区域性降落漏斗、水源减少、水质恶化、地面沉降、生态失衡等情况，提出防治措施的建议。

3）工程建成后或运营过程中，可能对周围岩土体、工程周边环境的影响，提出防治措施的建议。

4）分析评价周边新建建筑物、基坑开挖、地面超载与卸载及其它工程活动可能对已建或在建城市轨道交通工程建设和运营的影响，提出预防和保护措施建议。

5）换乘站，后建项目一般低位下穿，基坑开挖深度大于既有线结构底板，应论证地下水控制措施的适宜性。

**8.2.4第4款** 可能遇到的岩土工程问题总结如下：1）围护桩施工成桩困难，可根据地层条件选择泥浆护壁回转成孔或旋挖成孔，不同工艺对孔壁的稳定性影响是显著的，当地层为软土时，旋挖桩成孔相对困难；2）附近建（构）筑物及管线的影响主要在于降水产生地面沉降或局部沉陷，反之，基坑周边的雨污管道对基坑坑壁的威胁是较为严重的，多数雨污管道为水泥管插接，易发生变形渗漏，并可能导致基坑渗透破坏。线缆容易改迁，而雨污管道一般为重力流，不能随意改迁增加管道长度而降低了管道水力坡度。

**8.2.4第6款** 1、应根据坑壁岩土体的富水情况及孔隙水迁移条件给出地下水控制的要求；2、分层预测最大冻融变形量，给出调整或加强支护措施的建议。

**8.2.4第8款** 基坑周边如存在城市雨污水管线及给排水管线，应排查是否有渗漏及充水坑洞现象，排除隐患。

**8.2.5第1款** 隧道围岩等级应沿水平及竖向逐段、分层划分。据长春地区设计施工经验，花岗岩体风化程度变化剧烈，往往出现洞顶围岩为Ⅴ级、洞身范围为Ⅳ级、洞底范围为Ⅲ级，支护设计可采取灵活的支护方案，仅需对洞身以上范围采取加强支护措施即可满足安全要求。

**8.2.5第2款** 暗挖段下穿环境风险源，应根据环境风险等级分别建议采取针对性的应对措施。另外应注意：1）位于结构范围内的钻孔，应评价其封孔的效果，必要时建议施工单位对可能产生突水隐患的钻孔提前注浆处理；2）暗挖段上方如存在城市雨污水管线及给排水管线，应排查是否有渗漏及充水坑洞现象，排除隐患。

**8.2.5第6款** 地铁车站跨中立柱为车站的主要承重结构，对地基承载力的要求较高，柱底一般采用独立基础或条形基础，应提供地基承载力特征值，并给出深宽修正系数的取值建议，参见附录G。

**8.2.6第6款** 据以往建设经验，盾构段均不同程度出现地层损失问题，并演变为地表沉陷；该问题的出现主要在于盾尾脱出后的环状间隙填充不及时或填充不实、二次注浆效果差。勘察单位应对不同围岩的稳定性给出估计，并对盾尾注浆及二次注浆的有效性、及时性给出估计和建议。

**8.3.4**地质风险分析应根据《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》（住房城乡建设部令第37号）和《住房城乡建设部办公厅关于实施<危险性较大的分部分项工程安全管理规定>有关问题的通知》（建办质〔2018〕31号）文件要求，参考《城市轨道交通工程地质风险控制技术指南》（住房和城乡建设部（2020年9月））执行。

1 勘察报告关于地质风险分析的内容应包含：

1）危大工程概况；

2）依据工程所处地质及周边环境条件，分析可能遭受的不良地质作用，提出相应的建议；

3）根据拟采用的工法及其对地质环境的扰动、对地下水的控制等方面，预测可能产生的工程地质问题及安全风险，提出应对措施；

2 轨道交通工程地质风险辨识

1）城市轨道交通工程施工阶段应根据地质风险单元的工程地质、水文地质条件，结合类似工程的事故案例、工程经验以及可能采用的施工工艺、工法，分析预测可能发生的地质风险。

2）城市轨道交通工程运营期应分析结构渗漏、结构上浮、结构不均匀变形、结构坍塌、周边环境变化等风险。

3 地质风险评价与分级

1）地质风险评价指标体系包括可能性指标与后果严重程度指标，分级标准如下：

（1）可能性分级标准：地质风险可能性等级分为频繁的、可能的、偶尔的、罕见的、不可能的五级；

（2）后果严重程度分级标准：后果严重程度宜按风险损失的严重性程度划分灾难性、非常严重的、严重的、需考虑的、可忽略的五级。

2）地质风险可能性采用定性评价时，可根据不良地质条件的类型及其与工程的位置关系进行评价。

（1）各类不良地质条件下，发生风险的可能性可参照表3～表5进行分级评价。

表3 明挖法施工的地质风险可能性分级表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 风险类型 | 不良地质 | | | 特殊性岩土 | | | | |
| 采空区 | 断裂带 | 空洞及水囊 | 填土 | 软土 | 风化岩 | 富水砂层 | 复杂地层 |
| 基坑失稳 | 可能 | 偶尔 | 可能 | 频繁 | 频繁 | 可能 | 频繁 | 可能 |
| 局部坍塌 | 可能 | 可能 | 频繁 | 频繁 | 频繁 | 可能 | 频繁 | 可能 |
| 基底隆起 | 罕见 | 偶尔 | 罕见 | 偶尔 | 频繁 | 罕见 | 偶尔 | 罕见 |
| 基底突涌 | 罕见 | 可能 | 偶尔 | 罕见 | 偶尔 | 可能 | 频繁 | 偶尔 |
| 坑壁渗漏 | 偶尔 | 可能 | 可能 | 可能 | 频繁 | 可能 | 频繁 | 频繁 |
| 降水困难 | 可能 | 可能 | 偶尔 | 可能 | 频繁 | 可能 | 频繁 | 频繁 |
| 周边变形 | 频繁 | 偶尔 | 可能 | 频繁 | 频繁 | 偶尔 | 频繁 | 偶尔 |

说明：复杂地层是指特殊性岩土的不利组合，下同。

表4 矿山法施工的地质风险可能性分级表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 风险类型 | 不良地质 | | | 特殊性岩土 | | | | |
| 采空区 | 断裂带 | 空洞及水囊 | 填土 | 软土 | 风化岩 | 富水砂层 | 复杂地层 |
| 地面坍塌 | 频繁 | 可能 | 频繁 | 频繁 | 频繁 | 可能 | 频繁 | 频繁 |
| 掌子面坍塌 | 可能 | 频繁 | 频繁 | 频繁 | 频繁 | 频繁 | 频繁 | 频繁 |
| 掌子面突涌 | 可能 | 可能 | 频繁 | 可能 | 可能 | 可能 | 频繁 | 可能 |
| 环境大变形 | 可能 | 可能 | 可能 | 频繁 | 频繁 | 可能 | 频繁 | 可能 |
| 降水困难 | 偶尔 | 频繁 | 偶尔 | 可能 | 频繁 | 可能 | 可能 | 频繁 |
| 中毒窒息 | 偶尔 | 罕见 | 罕见 | 罕见 | 罕见 | 罕见 | 罕见 | 罕见 |

表5 盾构法施工的地质风险可能性分级表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 风险类型 | 不良地质 | | | 特殊性岩土 | | | | |
| 采空区 | 断裂带 | 空洞及水囊 | 填土 | 软土 | 风化岩 | 富水砂层 | 复杂地层 |
| 地面坍塌 | 可能 | 可能 | 频繁 | 可能 | 偶尔 | 偶尔 | 频繁 | 频繁 |
| 进出洞坍塌 | 可能 | 可能 | 频繁 | 频繁 | 频繁 | 偶尔 | 频繁 | 可能 |
| 进出洞突涌 | 可能 | 可能 | 频繁 | 频繁 | 频繁 | 偶尔 | 频繁 | 可能 |
| 环境大变形 | 可能 | 偶尔 | 频繁 | 频繁 | 频繁 | 偶尔 | 频繁 | 频繁 |

（2）不良地质条件与工程的位置关系可分为开挖范围内、主要影响区、次要影响区和一般影响区，见表6。

表6 工程影响区划分表

|  |  |
| --- | --- |
| 工程影响分区 | 区域范围 |
| 主要影响区 | 基坑周边0.7H；隧道上方及周边0.7H范围 |
| 次要影响区 | 基坑周边 0.7H～1.0H；隧道正上方及周边 0.7H 范围内 |
| 一般影响区 | 基坑周边 1.0H；隧道周边 1.0H 范围外 |

注：H 为基坑设计深度或隧道底板的埋深。

3）地质风险后果严重程度采用定量评价方法时，可参照《城市轨道交通地下工程建设风险管理规范》相关内容进行定量评价。

* 2. 岩土工程成果报告

**9.1.1** 当建设工期紧张的情况下，往往存在初步设计与首开段详勘同时开工、主体结构先于附属结构开工的情况，因此勘察工作需要随着设计进度要求，分期开展工作并分批提供成果。

**9.1.2第3款** 勘探点平面图比例尺推荐采用1:1000；宜采用A3横幅出图，图面应包含地形、线位、站位、里程、结构轮廓线及指北针等；可根据线路方向旋转出图。

* 2. 现场检验与验证

**10.0.1** 城市轨道交通工程施工阶段，参建各方应对岩土条件及周边环境条件进行现场检验与验证，勘察单位应对检验结果进行确认。施工人员对土层、岩层及其风化程度异常变化导致的地质风险不敏感，勘察单位应在基坑、暗挖隧道开挖过程中加强巡查，遇到异常情况时，应提出处理措施或修改设计的建议。当检验结果与勘察报告（或周边环境调查报告）有较大差异，并可能对后续施工产生较大影响，经参建各方确认有必要时，宜开展补充调查或勘察。

**10.0.3 第1款** 对于地上建筑部分，应依据《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB50202-2018执行，对于地下结构部分可参考该标准执行。

附录A 勘察作业环境风险因素识别与管控

城市轨道交通工程岩土工程勘察工作，可能承受的风险之一为自身风险，自身风险主要包括：1）勘察工作受到各种限制未能完全查明工程地质及水文地质条件；2）勘察工作过程中出现意外，导致出现自身安全、环境破坏等风险事故。

通过对勘察作业环境风险因素的识别与管控，使勘察工作的自身风险得以控制。

附录B 周边环境调查

现行国标，把工程周边环境调查工作列入了城市轨道交通勘察工作的一部分，就其工作目标、调查内容和工作方法而言，均有别于岩土工程勘察工作，但采用了部分勘察与测绘的手段，具备测绘资质的勘察单位能够胜任，因此，本标准把该项内容列至附录，需要时，由业主单独委托开展工作。

附录C 岩石风化程度划分

岩土工程勘察规范给出岩石风化程度按波速比来确定的定量划分，钻探中很难确定新鲜岩石压缩波速度值。通过查阅相关文献资料结合工程实际资料，本规程岩石风化程度的划分，采用定量指标与定性描述相结合的方法，两者并列使用互为印证。采用压缩波（纵波）速度、剪切波（横波）速度、标准贯入击数实测值三个定量指标。

根据长春市地铁5、6、7号线，2号东延线、空港线及4号线南延等工程的压缩波速度、剪切波速度的统计。对于泥岩（含粉砂质泥岩）全风化、强风化、中等风化压缩波速度平均值为625m/s、835m/s、1189m/s，剪切波速度平均值为325m/s、425m/s、622m/s；对于砂岩（含砾岩）全风化、强风化、中等风化压缩波速度平均值为632m/s、831m/s、1271m/s，剪切波速度平均值为326m/s、435m/s、682m/s；对于花岗岩（中生代）全风化、强风化、中等风化压缩波速度平均值为670m/s、976m/s、1478m/s，剪切波速度平均值为346m/s、510m/s、813m/s。

说明：

1）残积土及其它风化程度岩石，由于参数样本不足，未列入，可根据其它工程经验划分；

2）表中N为实测值，并经分层统计的平均值；

3）剪切波速以单孔检层法为主，部分为孔内激发法；

4）当两种评价方法不匹配时，应分析测试方法的有效性与误差，合理采纳。

附录D 风化岩抗剪强度指标经验值

针对风化岩的抗剪强度指标的确定，考虑现场取样的难度、试验条件，分别采取了室内土工试验方法、室内岩芯剪切试验方法、现场直接剪切试验方法，并综合了长春地区各单位的勘察成果，归纳形成经验指标如附录F。

其中，全风化泥岩、全风化花岗岩采用室内试验统计结果，其它参数采用现场直剪试验及室内岩芯剪切试验统计成果。

附录E 桩侧土水平抗力系数的比例系数m值经验曲线

针对基坑支护设计需要的地基土水平抗力系数的比例系数m值取值问题，之前均采用《建筑基坑支护技术规程》第4.1.6条给出的经验公式依据地基土抗剪强度指标进行换算得到。这里面存在的问题在于基坑坑壁地层多以风化岩为主，而风化岩的抗剪强度指标尚不能准确确定，导致计算m值依据不合理。现场开展了6组桩水平载荷试验，每组3根桩，桩长6m，桩径600mm，配筋率0.5%。求算了地基土水平反力系数的比例系数m值。

本标准分析了试验成果，结合现行《建筑桩基技术规范》、《建筑基坑支护技术规程》及《公路桥涵地基与基础设计规范》等已有成果，综合归纳了几种典型岩土的水平抗力系数的比例系数m值，以曲线型式给出，便于设计依据允许的桩体位移选取m值，详见附录G。

本标准给出的几种典型岩土的物理力学性质指标如表7，在选用m值时，应考虑土层的性状，如与本表所列条件相差较大，需谨慎使用。

表7 桩水平载荷试验场地目标地层基本性质特征

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 参数  地层 | 天然  含  水量 | 天然  密度 | 塑性  指数 | 液性  指数 | 粘  聚  力 | 内摩  擦角 | 标贯  试验 | 试验  地点 |
|
| *w* | *ρ* | *I*P | *I*L | *c* | *φ* | *N* | 地铁  站 |
| % | g/cm3 | -- | -- | kPa | ° |
| 粉质黏土可塑 | 26.9 | 1.97 | 14.0 | 0.50 | 30 | 16 | 10 | 超强街 |
| 粉质黏土硬塑 | 23.7 | 2.01 | 12.0 | 0.20 | 33 | 17 | 18 |
| 全风化泥岩 | 25.8 | 1.95 | --- | --- | 30 | 19 | 38 | 顺达路 |
| 强风化泥岩 | 16.2 | 2.11 | --- | --- | --- | --- | 80 |
| 全风化花岗岩 | 20.9 | 2.00 | --- | --- | 32 | 20 | 50 | 赵家岗 |

附录F 岩土施工工程分级

本标准给出的岩土施工工程分级，删除了原有的钻1m所需时间的划分依据。

主要考虑岩土体的工程特性，包括：土的稠度状态、密实度，岩石的单轴饱和抗压强度等指标，兼顾了现行的吉林省施工定额的分类，根据其开挖方法的适宜程度，进行了岩土施工工程分级。

该划分原则便于岩土工程勘察技术人员掌握。

对于填土，当成分复杂且含有较大块径，如块石或建筑垃圾时，参考对应的含有物的特征及开挖难度适当调级。

附录G 风化岩地基承载力修正系数建议值

参考《建筑地基基础设计规范》GB 50007-2011表5.2.4及5.2.6节，对不同风化程度泥质胶结碎屑岩，给出了地基承载力深度、宽度修正系数范围值。

该修正系数已在近期的实际工程中得以应用，但尚未接受有效的检验，其合理性有待后续工作加以验证，或修正。

附录H 主要城市地层划分

城市轨道交通工程勘察，应自可行性研究勘察阶段开始建立本条线路的地层系统，并形成标准地层。

基本原则是：按照地层时代，由新到老顺次确定主层编号；同一地层时代按照岩土类别，主要依据粒组特征分别确定岩土名称并顺次编号以确定亚层；同一岩土名称按照其工程性质，如稠度状态、密实程度、风化程度等由弱到强顺次编号以确定次亚层。

长春市地层划分方案综合考虑了既有线路工程地层划分的传统习惯，在保留了主要地层的原有编号的基础上，补充了其它地质年代及成因类型的地层，编号进行了内插。

例如：①层为人工填土层；②层为台地区粉质黏土层；③层为白垩系泥岩层。以上层次划分已沿袭了多条线路，本标准保留了该传统习惯。对于区内第四系其它成因类型的地层，依据地质年代，主层编号顺次为、、等等。

附录I 长春市工程地质图

长春市工程地质图，其基础地质部分，主要采用了吉林省地震局提供的“长春市地震构造图”。在基于大量的工程勘察成果的分析利用基础上，对长春市西南部的新凯河、永春河流域的第四系地层划分进行了调整；对丘陵与台地区交界部位的第四系地层进行了调整。其余部分，包括东南部丘陵区基岩的划分、断裂构造等均采纳了“长春市地震构造图”的现有成果。

利用多条城市轨道交通线路、市政道路及其它工业与民用建筑工程的勘察成果，编制了第四系等厚线图。

进行了地貌单元的划分，并分别对其工程地质特征进行了描述，可在此基础上进一步划分工程地质单元，并初步判断场地的复杂程度，用于指导勘察工作。

编绘了工程地质剖面图，两条剖面涵盖了各个地貌单元。平原区第四系地层依据了剖面及其相邻钻孔。丘陵区工作量偏少，地层岩性及其分布情况依据平面图进行了推断，仅供参考；剖面图中对于几条推测断裂的表达，在无充分依据的情况下，仅做了一般推断，仅供参考。