青岛市岩土工程勘察报告编制指引

青岛市住房和城乡建设局

2025年2月

**编制说明**

为进一步落实《建筑法》《建设工程质量管理条例》等法律法规要求，规范工程建设项目勘察报告的编制工作，提升勘察报告内容的全面性、准确性和科学性，共同推动全市勘察设计行业高质量发展，青岛市住房和城乡建设局组织编制了《青岛市岩土工程勘察报告编制指引》。

编制组参考有关标准规范及国内优秀勘察设计项目，通过充分调查研究，总结青岛地区实践经验，在广泛征求意见的基础上，形成本指引。本指引对勘察报告的编写流程、内容要求、格式规范等进行了详细阐述，确保勘察成果能正确反映工程地质条件，提供资料真实、结构完整、评价合理、结论可靠、建议可行的勘察报告。

本指引适用于青岛市内房屋建筑和市政基础设施工程的岩土工程勘察文件编制，主要技术内容是：1 工程及勘察工作概况；2 场地工程地质条件；3 场地岩土工程评价；4 地基与基础；5 基坑工程；6 岩土工程风险及对策；7 结论建议。

本指引由青岛市住房和城乡建设局负责管理，由青岛瑞源工程集团有限公司负责具体技术内容的解释。使用过程中如有意见或建议，请寄送青岛瑞源工程集团有限公司（地址：青岛西海岸新区庐山路6号，邮编：266555，电话：0532-86993676，邮箱：[86993676@163.com](mailto:86993676@163.com)）。

编制单位：青岛瑞源工程集团有限公司

主要起草人员：吴 腾 王海亮 孔锁财 吕文芳 闫守谦

宫浩亮 楚英军 李慎锋

主要审查人员：徐张建 郑全明 王殿斌 张敬志 马立柱

张丽艳 顾朝杰

**工程（详细勘察阶段）**

**岩土工程勘察报告**

（工程编号： ）

法定代表人:

单位技术负责人：

项目负责人：

专业技术负责人：

审定人：

审核人:

主要勘察人：

备注：根据《工程勘察资质标准》，企业资质升级时需考核相关技术人员的业绩，请根据资质标准要求和项目实际，合理配备项目人员。

单位名称：

年 月 日

**目 录**

[1、工程及勘察工作概况 1](#_Toc188520939)

[**1.1拟建工程概况** 1](#_Toc188520940)

[**1.2勘察目的及任务要求** 1](#_Toc188520941)

[**1.3勘察依据** 1](#_Toc188520942)

[**1.4勘察工作布置** 2](#_Toc188520943)

[**1.5勘察方法** 3](#_Toc188520944)

[**1.6完成实物工作量及勘察质量评述** 5](#_Toc188520945)

[2、场地工程地质条件 6](#_Toc188520946)

[**2.1气象条件** 6](#_Toc188520947)

[**2.2区域地质构造** 6](#_Toc188520948)

[**2.3地形地貌及周边环境** 6](#_Toc188520949)

[**2.4地层结构** 7](#_Toc188520950)

[**2.5岩土物理力学性质** 8](#_Toc188520951)

[**2.6场地水文地质条件** 9](#_Toc188520952)

[**2.7不良地质作用** 10](#_Toc188520953)

[**2.8不利埋藏物分布情况** 11](#_Toc188520954)

[3、场地岩土工程评价 11](#_Toc188520955)

[**3.1岩土工程特性评价** 11](#_Toc188520956)

[**3.2场地地震效应评价** 13](#_Toc188520957)

[**3.3边坡稳定性评价** 15](#_Toc188520958)

[**3.4场地稳定性及适宜性评价** 17](#_Toc188520959)

[4、地基与基础 18](#_Toc188520960)

[**4.1天然地基** 18](#_Toc188520961)

[**4.2地基处理** 20](#_Toc188520962)

[**4.3桩基础** 22](#_Toc188520963)

[**4.4市政工程** 24](#_Toc188520964)

[5、基坑工程 26](#_Toc188520965)

[**5.1基坑工程概况** 26](#_Toc188520966)

[**5.2基坑支护参数** 26](#_Toc188520967)

[**5.3地下水评价** 26](#_Toc188520968)

[**5.4基础抗浮** 27](#_Toc188520969)

[**5.5基坑支护方案** 27](#_Toc188520970)

[**5.6基坑施工、监测** 28](#_Toc188520971)

[6、岩土工程风险及对策 28](#_Toc188520972)

[**6.1天然地基施工中的风险提示及对策** 28](#_Toc188520973)

[**6.2桩基工程施工中的风险提示及对策** 28](#_Toc188520974)

[**6.3地基处理施工中的风险提示及对策** 29](#_Toc188520975)

[**6.4基坑支护施工中的风险提示及对策** 29](#_Toc188520976)

[**6.5周边环境风险分析及对策** 29](#_Toc188520977)

[7、结论建议 30](#_Toc188520978)

# 

# 1 工程及勘察工作概况

## **1.1拟建工程概况**

拟建建筑物（构筑物）工程概况应包括下列内容：

①工程名称、委托单位名称、勘察阶段、工程位置（可附项目交通位置图）；

②拟建工程规模、总用地面积、总建筑面积、层数（地上和地下）或高度；

③当设计条件已经明确时，应包括结构类型、荷载条件（大面积地面荷载）、抗震设防等级、室内外地面设计标高、可能采用的基础（含重大设备基础）形式、埋置深度、沉降及差异沉降的限制、振动荷载及振幅的限制等；

④拟建道路的设计等级、路基宽度及线路长度，市政管线的布置、开挖方式，桥梁的设计荷载、基础类型及其它附属设施等。

## **1.2勘察目的及任务要求**

根据工程项目特点，工程勘察的任务和目的一般包含下列内容（根据项目具体情况进行调整）：

①搜集附有坐标和地形的建筑总平面图，场区地面整平标高，建筑物的性质、规模、荷载、结构特点、基础形式、埋置深度、地基允许变形等资料；

②查明区域地质构造，评价场地地震效应，确定场地类别、划分抗震设防地段，提供抗震设防有关参数；

③调查场地不良地质作用的类型、成因、分布范围、发展趋势和危害程度，对场地稳定性及适宜性做出评价，并提出治理方案的建议；

④查明拟建工程场地地形地貌和工程影响范围内岩土层的类型、分布、工程特性，调查埋藏的河道、墓穴、防空洞、孤石等对工程不利的埋藏物；

⑤查明地下水埋藏条件，提供地下水位及其变化幅度；分析地下水对工程的影响；评价水和土对建筑材料的腐蚀性；对于存在抗浮稳定性问题的地下工程，应提供地下工程的抗浮设防水位；提供场地土的标准冻结深度；

⑥对工程有影响的边坡做出稳定性评价，对可能失稳的边坡提出防护处理措施的建议，提供边坡治理设计所需岩土参数；

⑦采用天然地基的可行性分析，提出天然地基持力层的建议，评价天然地基的稳定性、均匀性和承载力；对需进行地基变形计算的建筑物，提供计算变形所需参数，并预测建筑物的变形特征；

⑧当采用桩基础时，推荐合适的桩型和施工方法，建议桩端持力层，分析产生负摩阻的可能性及其影响；当采用地基处理时，提出地基处理方法、范围的建议；提供岩土设计和施工所需岩土参数；

⑨提出基坑开挖与支护的建议，分析基坑开挖应采取的地下水控制措施；评价地质条件可能造成的工程风险及岩土施工对环境的影响，提出施工应注意的问题和检测建议。

## **1.3勘察依据**

（1）国家法律法规：

《中华人民共和国建筑法》

《建设工程质量管理条例》

（2）国家通用规范：

《工程勘察通用规范》（GB 55017）

《建筑与市政地基基础通用规范》（GB 55003）

《建筑与市政工程抗震通用规范》（GB 55002）

《工程测量通用规范》（GB 55018）等

（3）国家规范、标准：

《岩土工程勘察规范》（GB 50021）

《建筑地基基础设计规范》（GB 50007）

《建筑抗震设计标准》（GB/T 50011）

《土工试验方法标准》（GB/T 50123）等

（4）地方、行业的规范、规程、标准：

《建筑基坑支护技术规程》（JGJ 120）

《建筑岩土工程勘察设计规范》（DB 37/5052）

《房屋建筑和市政基础设施工程勘察文件编制深度规定》

《青岛市岩土工程勘察岩石层层序划分》

《青岛市区第四系层序划分》等

（5）其他依据：

工程设计文件要求、建设工程合同要求

该项目前期勘察资料等

## **1.4勘察工作布置**

**1.4.1勘察等级**

房屋建筑工程根据工程重要性等级、场地复杂程度等级和地基复杂程度等级，将岩土工程勘察等级划分为甲级、乙级、丙级。市政基础工程根据工程重要性等级、场地复杂程度等级和岩土条件复杂程度等级，将岩土工程勘察等级划分为甲级、乙级、丙级。

**1.4.2勘察点布置**

说明勘探点布置的原则、数量、间距等，并说明控制孔、取土孔和原位测试孔的数量及比例。勘探点的布置应满足以下要求：

（1）详勘阶段勘探点布置应符合下列规定：

①勘探点在平面上应能控制建(构)筑物的地基范围；

②重大设备基础应布置勘探点；

③控制性勘探孔不应少于勘探孔总数的 1/3；

④单栋高层建筑勘探孔不应少于4个，控制性勘探孔不应少于2个;对高层建筑群每栋建筑物至少应有1个控制性勘探点；

⑤尚应满足《岩土工程勘察规范》（GB 50021）及《市政工程勘察规范》（CJJ 56）等相关要求。

（2）采取岩土试样和原位测试应满足分析评价要求，并应符合下列规定：

①采取土试样和原位测试的勘探孔数量，应根据地层结构、地基土的均匀性和工程特点确定，且不应少于勘探孔总数的1/2；

②每个场地每一主要土层的不扰动试样或原位测试数据不应少于6件（组），当采用连续记录的静力触探或动力触探时，每个场地不应少于3个勘探孔；

③采用标准贯人试验锤击数进行液化判别时，每个场地标准贯入试验勘探孔数量不应少于3个，每层土的试验点数不宜少于6个；

④在地基主要受力层内，对厚度大于0.5m的夹层或透镜体，应采取土试样或进行原位测试。

**1.4.3勘探点深度**

应说明勘探点深度的确定原则及本项目对勘探点深度的具体要求。详细勘察阶段勘探点深度应满足下列要求：

①控制性勘探孔深度应满足场地和地基稳定性分析、变形计算的要求，一般性勘探孔深度应满足承载力评价的要求；

②高路堤勘探孔深度应满足稳定性分析评价要求，控制性勘探孔应满足变形计算的要求；陡坡路堤、路堑、支挡工程的勘探孔深度应满足稳定性分析评价和地基处理的要求；

③边坡工程勘探点深度应超过最下层潜在滑动面，并应满足抗滑设计要求；

④当需进行抗浮设计时，勘探孔深度应满足抗浮设计要求；

⑤评价场地类别的剪切波速孔测试深度不应小于20m或覆盖层深度。

## **1.5勘察方法**

**1.5.1工程地质测绘与调查**

明确工程地质测绘和调查的范围、面积、比例尺以及测绘、调查的方法。

内容包括调查场地及其周围有无影响工程稳定性的滑坡、崩塌、泥石流、采空区、地面沉降等不良地质作用。调查暗藏的河道、沟浜、墓穴、防空洞、孤石及地下管线的分布。搜集场地内及附近已有的工程地质、气象等资料。

**1.5.2测放钻孔**

明确勘探点测放采用高程系统、坐标系统，如：1985国家高程基准，2000国家大地坐标系。

明确引测点高程和坐标、勘探点测放精度的平面位置偏差及高程偏差。

**1.5.3钻探及取样**

①钻探：说明钻机型号、机台数、钻进及护壁方法、回次进尺控制。开孔及终孔直径、变径位置。用来判定RQD指标的钻孔，岩石应采用直径为75mm的金刚石钻头和双重岩芯管钻进。

②岩土取样：根据场地质情况和勘察目的及相关规定要求，确定取样器型号、取样方法。黏性土及粉土采取Ⅰ级原状土试样、砂土及碎石土采用扰动样、岩石采用钻探岩芯。土试样的质量等级与适用试验范围应符合下表的规定。

**表1.5-1 土试样质量等级与适用试验范围**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 等级 | 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 |

**1.5.4原位测试**

列举工程所采用的原位测试方法，并说明测试的主要目的及测试的技术要求。测试的方法、目的及技术要求参考如下：

（1）原位测试的方法

①标准贯入测试、②N63.5重型动力触探测试、③十字板剪切试验、④波速测试、⑤静力触探试验、⑥旁压试验、⑦浅层平板载荷试验、⑧场地微振动测试及其他工程物探。

（2）原位测试的主要目的

①强度特性：岩土体的抗剪强度、岩体的抗压强度及抗拉强度等。

②变形特性：土体的压缩性、固结特性；岩体的弹性模量、泊松比等。

（3）原位测试的技术要求

试验仪器的主要性能指标及测试的技术要求。

（4）例：标准贯入测试

对分布于场地的黏性土、粉土、砂土及风化岩进行测试，评价土的物理状态，土的强度、变形参数、承载力，地基土的液化判别。

技术要求：①标准贯入试验孔采用回转钻进，触探杆直径Φ42，相对弯曲小于0.1%；②锤重63.5kg，落距76cm，自动落锤，锤击速率小于30击/分钟；③试验间距2.0m，用于液化判别时，间距为1.0～1.5m。

**1.5.5地下水位测量**

初见水位在各钻孔内直接量测；稳定水位在终孔后进行洗孔、提水，恢复24小时后进行稳定水位测量。量测精度不低于±20mm。

对工程有影响的多层含水层的水位量测，应采取分层隔水措施，将被测含水层与其他含水层隔开。

**1.5.6水文地质试验**

（1）水文地质试验的目的

①评价含水层的特性：地下水的类型，含水层和隔水层的埋藏条件，水位及其变化幅度，地下水的补给、径流、排泄条件；

②确定水文地质参数：通过对地下水的水质、流速、流向及流量的测试，评价岩土体的渗透系数、导水系数、储水系数以及腐蚀性等参数；

③制定地下水控制措施：评价地下水对基础施工、基坑开挖、基础抗浮的影响，以及降水对周边环境的影响，为制定的地下水控制措施提供水文地质资料。

（2）水文地质试验布置（以抽水试验为例）

水文地质试验包含抽水试验、压水试验、注水试验等。

①抽水试验孔布置：在基坑开挖范围内含水层厚度大、渗透性好、富水性强的区域内布置抽水孔。抽水孔深度到达基坑底面以下第一个含水层底板5m；

②抽水试验孔结构：第四纪土层抽水试验孔直径350mm，风化岩抽水试验孔直径250mm。PVC缠丝滤水管直径200mm，滤水管外填入粒料；

③观察孔布置：在抽水试验孔一侧沿垂直地下水流向布置不少于2个孔，平行地下水流向上下游各布置不少于2个孔。利用已完成的勘察孔做为观察孔。

（3）水文地质试验技术要求（以抽水试验为例）

①带观测孔的完整井稳定流抽水试验；

②采用三次降深，最大降深接近工程设计所需的地下水位降深的标高；

③每次降深稳定时间不少于8小时，稳定标准为在连续3小时内，水位波动不超过2cm，涌水量波动不超过3%；群孔干扰抽水试验应在一定范围同时抽水；

④绘制水位降深-时间曲线、涌水量-时间曲线、水位降深-距离曲线，根据曲线形态和变化规律确定计算模型，计算水文地质参数。

**1.5.7室内试验**

（1）岩土的物理性质参数

①颗粒分析：确定土的颗粒级配、粒径分布情况，判断土的工程分类；

②土的物理试验：比重、重度、含水率、孔隙比、饱和度、液塑限等；

③渗透性试验：土的渗透系数，为基础工程耐久性设计提供依据；

④岩土的腐蚀性试验：分析土的腐蚀性，为工程耐久性设计提供依据；

⑤波速测试：测定岩块的压缩波波速，用于计算岩体完整性指数。

（2）岩土力学性质参数

①固结试验：测定土的变形指标，如压缩系数、压缩模量、先期固结压力等。固结试验可以了解土在不同压力下的变形特性，为计算地基沉降提供依据；

②直剪试验和三轴压缩试验：确定土的抗剪强度参数，如黏聚力和内摩擦角；了解土在不同应力状态下的抗剪强度特性，为计算地基及边坡稳定性提供依据；

③岩石力学性质试验：通过单轴抗压强度试验、点载荷试验及岩石三轴试验，测定岩石的强度指标、了解岩石在复杂应力状态下的力学性质。

（3）室内试验技术要求

例：固结试验：采用标准固结法测试土的压缩模量、压缩系数及软土的先期固结压力。单轴压缩试验压力段为土的有效自重压力至有效自重压力与附加压力之和的压力段；高压固结最大压力满足绘制完整e-lgP曲线的需要，主要用于判断软土固结历史，考虑应力历史条件下的固结沉降计算。

**1.5.8勘察新技术的应用**

在岩土勘察工作中，根据拟建工程特征、结合场地岩土工程地质条件，可以增加一些新技术的应用，如三维地质建模、地质雷达探测、光纤监测等物探技术，以提高勘察的准确性和效率。其中，创新性的技术方法和措施，应进行专家论证。

新技术的应用应说明应用的目的及意义，仪器的性能及指标，测试的方法及工作布置等。

## **1.6完成实物工作量及勘察质量评述**

**1.6.1主要设备、仪器**

提供工程测量、工程钻探、原位测试、室内试验及报告编写软件的设备型号、数量、生产厂家名称，其中仪器设备的校核，操作人员的资质须满足相关要求。

**1.6.2勘察作业安全及环境保护**

①安全作业：作业人员遵守安全操作规程，佩戴适当的个人防护设备，对设备进行定期的维护检查，以及对作业人员进行充分的安全培训；

②环境保护：勘察现场作业应采取保护生态环境、预防场地污染的措施，严禁遗弃泥浆、油污、塑料、电池及其他废弃物；

③勘探工作完成后，除需要水位观测等特殊要求的钻孔、探井、探洞外，应按规定及时回填。需保留的钻孔、探井、探洞，应设置防护装置。

**1.6.3勘察工作量**

①勘察起始日期，包括外业勘察和室内勘察起始日期；

②勘察实物工作量包括：测量（组日）、勘探孔（个）、总进尺（米）、取土样（件）、取岩石样（块）、标准贯入试验（次）、圆锥动力触探N63.5（孔/米）、波速孔（个/米）、地脉动测点（个），水样（组）、土的腐蚀性试验（组）、室内完成颗粒分析（件）、土的常规试验（件）、直剪（件）、三轴压缩试验（件）、标准固结（件）、高压固结（件）、岩块波速（块）等；

**1.6.4勘察工作质量评述**

①本工程是否按照青岛市工程勘察质量信息化管理实施方案要求将有关信息录入青岛市工程勘察监管云平台；

②拟建工程勘察纲要布置工作量完成情况。对已完成钻孔位置偏差、未完成钻孔数量及钻孔编号，及其后续处置计划进行说明；

③完善勘察质量控制体系，详细描述勘察过程中的质量控制措施，对现场钻探施工、原位测试、样品采集、运输和保存及室内试验完成情况进行评价；

④确保勘察成果能正确反映工程地质条件，提供资料真实、结构完整、评价合理、结论可靠、建议可行的勘察报告。

# 2 场地工程地质条件

## **2.1气象条件**

①明确勘察场地所属的气候类型；

②降雨：提供场地所在地区的年平均降水量、年最大降水量、年最小降水量等数据，分析降水量的季节性分布规律；

③气温：明确场地所在地区的年平均气温、最高气温、最低气温等数据；

④湿度：明确场地所在地区年平均相对湿度、最大、最小湿度、蒸发量；

⑤风向与风速：给出场地所在地区的主导风向和平均风速等数据；

⑥滨海地貌场地还应搜集波浪、潮流、潮汐等信息；

⑦标准冻深：提供勘察场地季节性冻土的标准冻深。

## **2.2区域地质构造**

**2.2.1青岛地区主要地质断裂构造**

①断裂描述要求：断裂名称、性质、产状等；

②本地区主要断裂，如：胶县断裂、百尺河—二十五里夼断裂、郝家庄断裂、即墨断裂、沧口断裂、劈石口断裂、王哥庄断裂。

**2.2.2新构造运动**

①位置关系：标明勘察场地与主要断裂构造的位置关系；

②地震活动：全新世以来上述断裂活动情况，活动断裂应提出避让要求；

③发震响应：全新世以来区外断裂活动（地震），区域内地震响应情况。

## **2.3地形地貌及周边环境**

岩土工程勘察报告中的地形地貌描述应准确、详细、客观，为工程设计和施工提供可靠的基础资料。

（1）地貌单元

①宏观地貌特征：明确勘察场地所属的地貌单元，如山地、丘陵、平原、盆地、海岸地貌等；

②微地貌类型：如冲沟、河流阶地、台地（侵蚀、堆积）、陡坎、冲积平原、湖积平原、滨海平原、海蚀地貌、海积地貌等，描述其形态、规模、分布等；

③构造对地貌影响：分析场地地貌与区域构造的关系，如是否受断层、褶皱等构造影响，可说明构造运动对地貌形成的作用机理。

（2）场地地形

①场地地形：场地地形的起伏情况，包括最高点和最低点的高程，以及地形坡度的大致范围，说明地形变化的趋势，如是否存在明显的坡向、沟谷；

②地面自然状态：观察场地地表的形态特征，如是否平整、有无裂缝、塌陷等现象；描述地表植被覆盖情况，包括植被类型、密度等；

③附着物及人工改造：描述地面其他附着物，如村庄、墓园；说明场地人类活动痕迹，如开挖、回填，回填场地尚应说明回填土质、厚度以及回填年代。

（3）周边环境

①水系与水体：场地周边的河流、湖泊、池塘、排洪渠的位置等；

②道路与管线：场地周边的道路及各类管线情况，如给排水与燃气管道、电力与通讯电缆等。明确管线的走向与埋深以及与拟建工程的相互影响；

③已有建筑物：搜集场地周边50～100m（如临近小区）的已有建筑物的名称、规模、结构类型、高度、及其基础型式、埋深、基坑支护方案等信息；对重要建筑或历史文物建筑，应特别说明其保护要求；

④规划建筑物：对正在施工或近期规划建设的建筑物和构筑物，也应进行描述，包括工程进度、预计建成时间、可能对拟建工程施工造成的影响。

（4）附勘察场地现场图片

能够比较清晰地反映勘察场地及周边环境的现状地貌特点。

## **2.4地层结构**

（1）基本要求

①场地地层描述应在现场记录的基础上，结合室内试验的开土记录和试验结果综合确定，并应符合相关标准要求；

②地层描述应客观、准确、详细，避免主观臆断和模糊不清的表达。采用专业和规范术语表达、确保报告的科学性和可读性；

③准确标明地层的岩土名称、年代、成因、分布、工程特性，岩体结构、岩石风化程度以及出露岩层的产状、构造等；软土应描述硬壳层的分布与厚度、下伏硬土层或基岩的埋深或起伏状况；

④地层分布特征：描述地层的空间分布规律，如主要的分布位置、地层厚度、埋深、接触关系、层底与层顶底标高，地层出露或缺失部位。层编号应具唯一性、一致性。

（2）土层描述要求

土的鉴定应在现场描述的基础上，结合室内试验的开土记录和试验结果综合确定。土的描述应符合下列规定：

①碎石土应描述颗粒级配、颗粒形状、颗粒排列、母岩成分、风化程度、充填物的性质和充填程度、密实度等；

②砂土应描述颜色、湿度、密实度、矿物组成、颗粒级配、颗粒形状、黏粒含量等；

③粉土应描述颜色、包含物、湿度、密实度、摇震反应、光泽反应、干强度韧性等；

④黏性土应描述颜色、状态、包含物、光泽反应、摇震反应、干强度、韧性、土层结构等；

⑤特殊性土尚应描述其特殊成分和特殊性质；如对淤泥尚需描述嗅味，对填土尚需描述物质成分、堆积年代、密实度和厚度的均匀程度等；

⑥对具有互层、夹层、夹薄层特征的土，尚应描述各层的厚度和层理特征。

（3）岩层描述要求

①岩石的描述应包括地质年代、地质名称、风化程度、颜色、主要矿物、结构、构造、岩体完整程度、质量等级和岩石质量指标RQD，对沉积岩应着重描述沉积物的颗粒大小、形状、胶结物成分和胶结程度；对岩浆岩和变质岩应着重描述矿物结晶大小和结晶程度；

②岩体结构面：结构面的描述包括类型、性质、产状、组合形式、发育程度、延展情况、闭合程度、粗糙程度、充填情况和充填物性质以及充水性质等；

③结构体的描述：包括类型、形状、大小和结构体在围岩中的受力情况等。

## **2.5岩土物理力学性质**

**2.5.1统计方法**

根据钻探记录、工程地质测绘和调查资料、室内试验和原位测试成果，对不同工程地质单元进行工程地质分区及岩土分层，并进行岩土指标统计。

按岩土层分别进行统计，各种参数的最大值、最小值、平均值，标准差，变异系数δ、标准值。

①计算平均值：

②计算标准差：

③计算变异系数：

④计算标准值：

⑤计算统计修正系数值：

式中：Φi— 岩土参数测试值；

n — 参加统计的频数；

σf — 岩土参数的标准差；

δ — 岩土参数的变异系数；

γs — 统计修正系数，式中正负号按不利组合考虑。

**2.5.2岩土参数的可靠性与适用性**

岩土参数应根据工程特点和地质条件选用，并按下列内容评价其可靠性和适用性。

①取样方法和其他因素对试验结果的影响；

②采用的试验方法和取值标准；

③不同测试方法所得结果的分析比较；

④测试结果的离散程度；

⑤测试方法与计算模型的配套性。

**2.5.3岩土物理力学性质指标统计结果**

岩土指标统计应根据实际试验项目和岩土工程评价需要进行，下列项目在文件编制中有相关试验时均应进行统计：

①岩土的天然密度、天然含水率；

②粉土、黏性土的孔隙比；

③黏性土的液限、塑限、液性指数和塑性指数；

④土的压缩性、抗剪强度等力学特征指标；

⑤岩石的密度、软化系数、吸水率、单轴抗压强度；

⑥特殊性岩土的特征指标，如软土的先期固结压力等；

⑦原位测试指标；

⑧其他岩土指标。

## **2.6场地水文地质条件**

**2.6.1地表水**

①水系分布：详细描述勘察区域内的河流、湖泊、池塘、溪流等水系的分布情况。包括它们的名称、位置、流向、与勘察场地的相对位置关系等；

②水位与流量：提供地表水的水位情况，如历史最高水位、最低水位、常水位等数据。对于河流等较大水系，当有工程需要时，还需给出不同季节或年份的流量变化情况；

③地表水与地下水的相互作用，历史上其对场地淹没与冲刷作用。

**2.6.2地下水的类型和储存状态**

①含水层和隔水层的基本信息：明确含水层和隔水层的埋深、厚度、分布范围及空间变化规律；

②地下水类型、水位及其变化幅度、补给、径流、排泄条件、对工程有影响的多层地下水应分层描述，并描述含水层之间水力联系等；

③应准确测量地下水的初见水位和稳定水位，提供历年最高水位及3～5年最高水位；并且分析其随时间（季节、年际）的变化规律。

**2.6.3水文地质参数**

（1）分析地质条件对地下水的影响

①岩土体特性影响：岩土体颗粒大小、级配、孔隙率、渗透性等特性对地下水储存和渗流的作用；

②地质构造的影响：地质构造（如断层、褶皱）对地下水的分布、运移、和富集的控制作用。断层可能成为地下水的导水通道，同时，褶皱构造则可能影响地下水的储存和运移方向，使地下水在局部地段富集或形成异常水位分布。

（2）水文地质参数

①渗透系数：通过抽水试验、注水试验、压水试验等测定，为衡量地下水在岩土体中渗透能力的重要指标。例如，在进行基坑开挖时，需要考虑地下水的渗流对坑壁稳定性的影响，防止发生流砂、管涌等现象；

②导水系数：导水系数可以直观地反映含水层中地下水的传导能力，可通过抽水试验测定。分析地基的渗流稳定性（如是否会发生管涌、流砂等现象），以及基坑降水对周围环境的影响时，导水系数也是一个重要的参数；

③富水性：抽水试验是确定岩土体富水性最常用的原位测试方法。岩土体富水性评价可以帮助预测地下水的涌水量，提前制定防水、排水方案。富水性强的岩土体可能导致地下水大量涌入地下工程，影响施工进度和工程质量。

**2.6.4水、土腐蚀性评价**

评价地下水对混凝土结构、钢筋混凝土结构中钢筋的腐蚀性。对于混凝土结构，主要测定酸碱度、易溶盐（如碳酸盐、氯离子、硫酸根、钙离子、镁离子等）含量，对于钢筋，主要测定水中的氯离子含量。

判别地下水及土对建筑材料的腐蚀性。在报告中明确腐蚀性等级（如微腐蚀、弱腐蚀、中腐蚀、强腐蚀等），并提出相应的防护措施建议。

## **2.7不良地质作用**

当勘察场地存在岩溶、滑坡、危岩和崩塌、泥石流、采空区、活动断裂及地裂缝等不良地质作用时，应开展专门勘察工作，查明不良地质作用类型、成因、规模及危害程度，并应提出防治措施的建议，提供治理所需岩土参数。

（1）岩溶场地应包括下列内容：

①岩溶发育的区域地质背景；

②场地地貌、地层岩性、岩面起伏、形态和覆盖层厚度、可溶岩特性；

③场地构造类型，断裂构造、褶皱构造和节理裂隙密集的位置、规模、性质、分布，分析构造与岩溶发育的关系；

④地下水类型、埋藏条件、补给、径流和排泄情况及动态变化规律，地表水系与地下水水力联系；

⑤岩溶类型、形态、位置、大小、分布、充填情况和发育规律；

⑥土洞和地面塌陷的成因、分布位置、埋深、大小、形态、发育规律、与下伏岩溶的关系、影响因素及发展趋势和危害性、地面塌陷与人工降水的关系；

⑦评价岩溶与土洞稳定性及对工程的影响；

⑧提出施工勘察、防治措施和监测建议。

（2）滑坡场地应包括下列内容：

①滑坡区的地质背景，水文、气象条件；

②滑坡区的地形地貌、地层岩性、地质构造；

③滑坡的类型、范围、规模、滑动方向、形态特征及边界条件、滑动带岩土特性，近期变形破坏特征、发展趋势、影响范围及对工程的危害性；

④场地水文地质特征、地下水类型、埋藏条件、岩土的渗透性，地下水补给、径流和排泄情况、泉和湿地等的分布；

⑤地表水分布、场地汇水面积、地表径流条件；

⑥提供滑坡稳定性分析所需的岩土抗剪强度等参数；

⑦分析与评价滑坡稳定性、工程建设适宜性；

⑧提供防治工程设计的岩土参数；

⑨提出防治措施和监测建议。

（3）危岩和崩塌场地应包括下列内容：

①危岩和崩塌地质背景，水文、气象条件；

②地形地貌、地层岩性、地质构造与地震、水文地质、人类活动情况；

③危岩和崩塌类型、范围、规模、崩落方向、形态特征及边界条件、危岩体岩性特征、风化程度和岩体完整程度、近期变形破坏特征，分析对工程与环境的危害性；

④危岩和崩塌的形成条件、影响因素；

⑤评价危岩和崩塌的稳定性、影响范围、危害程度及工程建设的适宜性；

⑥提供防治工程设计的岩土参数；

⑦提出防治措施和监测建议。

（4）泥石流场地应包括下列内容：

①泥石流的地质背景，水文、气象条件；

②地形地貌特征、地层岩性、地质构造与地震、水文地质特征、植被情况、有关的人类活动情况；

③泥石流的类型、发生时间、规模、物质组成、颗粒成分，暴发的频度和强度、形成历史、近期破坏特征、发展趋势和危害程度；

④泥石流形成区的水源类型、水量、汇水条件、汇水面积，固体物质的来源、分布范围、储量；

⑤泥石流流通区沟床、沟谷发育情况、切割情况、纵横坡度、沟床的冲淤变化和泥石流痕迹；

⑥泥石流堆积区的堆积扇分布范围、表面形态、堆积物性质、层次、厚度、粒径；

⑦分析泥石流的形成条件，泥石流的工程分类，评价其对工程建设的影响；

⑧提供防治需要的泥石流特征参数和岩土参数；

⑨提出防治措施和监测建议。

（5）采空区场地应包括下列内容：

①采空区的区域地质概况和地形地貌条件；

②采空区的范围、层数、埋藏深度、开采时间、开采方式、开采厚度、上覆岩层的特性等；

③采空区的塌落、空隙、填充和积水情况，填充物的性状、密实程度等；

④地表变形特征、变化规律、发展趋势，对工程的危害性；

⑤场地水文地质条件、采空区附近的抽、排水情况及其对采空区稳定的影响；

⑥分析评价采空区稳定性及工程建设的适宜性；

⑦提供防治工程设计的岩土参数；

⑧提出防治措施和监测建议。

## **2.8不利埋藏物分布情况**

对场地范围内可能存在的地下埋藏物应进行调查和探测。

①地下管线：如排水与燃气管道、电力与通讯电缆等，明确各类管线的走向与埋深，并建议施工前与相关单位进行沟通、处理；

②废弃的地下构筑物：如防空洞、旧地下室、已拆除建筑物的独立基础或桩基。明确其范围和对拟建工程施工的影响；

③地下古墓与文物：由于勘察手段的局限性以及历史文物的不确定性，不能排除文物存在的风险时，应在勘察报告中做出必要的提醒；

④埋藏的河道、浜沟、池塘、孤石及溶洞：通过走访调查及地址钻探，明确其特征和分布，评价其对拟建工程施工的影响；

⑤地下轨道交通：场地临近已建或在建轨道交通时，应说明两者之间的水平及竖向位置关系并提出设计施工应注意的问题及相关建议。

# 3 场地岩土工程评价

## **3.1岩土工程特性评价**

**3.1.1特殊性土评价**

特殊性岩土的评价应在查明特殊性岩土类型、成因、分布、发育程度的基础上进行，应评价其岩土工程特性及对工程的影响，提出处理措施的建议。

（1）软土评价应包括下列内容：

①分析软土的成因类型、分布规律、地层结构、砂土夹层分布和均匀性；

②评价软土的强度、变形特征、固结情况和土体结构扰动对强度和变形影响；

③判定地基产生失稳和不均匀变形的可能性，当地面有大面积堆载时应分析其对相邻建（构）筑物的不利影响；

④建议处理方法：如排水固结法、深层搅拌法、高压喷射注浆法、换填法等。

（2）混合土评价应包括下列内容：

①说明混合土的成因、分布、物质组成及来源、埋藏条件；

②评价混合土中粗大颗粒的风化情况，细颗粒的成分和状态；

③评价混合土的均匀性及其在水平方向和垂直方向上的变化规律；

④评价地下水的分布和赋存条件、透水性和富水性，不同水体的水力联系；

⑤评价混合土地基对工程的影响，提出处理措施的建议。

（3）填土评价应包括下列内容：

①原始地貌、填土来源、堆填时间和方式，在水平与竖直方向的均匀性；

②填土的类型、成分、湿度、密实度、压缩性、抗剪强度、渗透性和湿陷性；

③填土作为地基持力层时，评价地基的均匀性、提供变形参数与地基承载力；

④建议处理方法：换填法、强夯法、深层搅拌法、堆载预压法、振冲法等。

（4）盐渍岩土评价应包括下列内容：

①分析评价盐渍岩土的成因、分布特点和形成的条件；

②评价含盐类型、含盐量及其在岩土中的分布以及对岩土工程特性的影响；

③分析评价地下水与地表水的相互关系，地下水的类型、埋藏条件、水质、水位及其季节变化，有害毛细水上升高度；

④评价岩土的溶陷性、盐胀性、腐蚀性对地基稳定性的影响及地基处理和防治措施的建议。

（5）风化岩和残积土评价应包括下列内容：

①查明残积土母岩岩性、形成的地质年代，下伏基岩的产状和裂隙发育程度；对花岗岩残积土，应测定其中细粒土的天然含水量、塑限、液限；

②分析风化岩的岩石分类、结构、硬度、风化程度、均匀性，评价岩脉和孤石的分布、破碎带和软弱夹层的分布对工程的影响并提出防治措施建议；

③提供风化岩的物理性质指标：如密度与重度、孔隙率与吸水率、单轴抗压强度、弹性模量与泊松比、软化系数、抗剪强度、透水性；

④分析评价地下水的赋存条件、透水性和富水性，不同含水层的水力联系；

⑤评价风化岩对地基和基坑施工的影响，提出地基处理和防治措施的建议。

**3.1.2各岩土层工程特性评价**

（1）说明岩土层的分布特征

①土层：说明土层结构、厚度和连续性及各向异性；当不同压力作用下，土的结构发生破坏对工程的影响；

②岩石：说明风化带的厚度、连续性及各向异性，岩脉和孤石、破碎带和软弱夹层的分布情况。

（2）评价岩土层的变形特性

①黏性土及粉土提供压缩模量，砂土、碎石土、全～强风化岩提供变形模量；中～微风化岩风化提供弹性模量；

②评价各岩土层的压缩性，可分为高、中、低压缩性。

（3）评价岩土层的强度特性

①抗剪强度：黏性土及粉土可根据室内试验，结合原位测试资料确定；砂土及碎石土可根据其级配、休止角、密实性，结合原位测试及当地工程经验综合确定；岩石可根据风化程度、裂隙发育情况结合室内试验、原位测试及当地工程经验综合确定，必要时应提供结构节理面的岩体抗剪强度；

②评价各层土的承载力，分析作为天然地基持力层和桩端持力层的可能性。当工程需要时，说明地基承载力的取值方法，如载荷试验测试结果、理论计算法、经验法等。

（4）评价岩土层的渗透性特性

①岩土体的渗透性指标：地下水位、渗透系数、导水系数等，必要时说明取值或试验方法；

②评价地下水，如管涌、冲刷及其他渗透破坏对工程建筑的影响。

（5）其他工程特性评价

对工程建筑有影响的其他工程特性指标，如液化、湿陷等。

**3.1.3各岩土层物理力学参数建议值**

地基土工程特性指标的代表值应分别为标准值、平均值及特征值。抗剪强度指标应取标准值，压缩性指标应取平均值，载荷试验承载力应取特征值。各岩土层应提供的物理力学指标见下表。

**表3.1-1各岩土层应提供的物理力学指标**

| 岩土名称 | 物理力学指标 | 取值原则 |
| --- | --- | --- |
| 砂性土 | 天然密度（ρ）、变形模量（E0）  黏聚力（c）、内摩擦角（φ）、承载力（fak） | 以原位测试为主  结合工程经验 |
| 粉土、黏性土 | 天然含水量（ω）天然密度（ρ）孔隙比（e）、液限（ωL）、塑限（ωP）、液性指数（IL）、塑性指数（IP）、压缩模量（Es）、黏聚力（c）、内摩擦角（φ）、承载力（fak） | 以室内试验为主  结合原位测试  和工程经验 |
| 岩石 | 密度（ρ）、软化系数  抗压强度（σc）、抗剪强度（τ）、承载力（fak）  压缩模量（Es）、弹性模量（E） | 以室内试验为主  结合原位测试  和工程经验 |

## **3.2场地地震效应评价**

**3.2.1地震烈度及抗震设防类别**

按《中国地震动参数区划图》（GB 18306）、《建筑抗震设计标准》（GB/T 50011）相关要求，划分勘察场地的抗震设防烈度、设计地震分组，设计基本地震加速度。

根据《山东省建设工程抗震设防条例》相关规定：抗震设防要求不低于地震动峰值加速度分区值0.10g；位于国家地震动参数区划图区划分界线两侧规定范围内和位于地震小区划图区划分界线两侧各二百米区域内的建设工程，其抗震设防要求应当按照就高原则确定。

根据《建筑工程抗震设防分类标准》（GB 50223）及设计要求，确定建筑物抗震设防类别（标准设防类、重点设防类、特殊设防类或适度设防类）。对于重点设防及特殊设防类，应按本地区抗震设防烈度提高一度的要求加强其抗震措施。

市政桥梁工程抗震设防分类及抗震措施，应根据《城市桥梁抗震设计规范》（CJJ166）相关规定确定。

**3.2.2场地类别及特征周期**

（1）根据现场剪切波速测试结果，明确各土层的剪切波速测试值及划分土的类型划分。对满足以下③要求无实测剪切波速时，应根据现场原位测试或地基承载力特征值等估算各土层剪切波速值并划分土的类型。

①在场地初步勘察阶段，对大面积的同一地质单元，测试土层剪切波速的钻孔数量不宜少于3个；

②在场地详细勘察阶段，对单栋建筑，测试土层剪切波速的钻孔数量不宜少于2个；测试数据变化较大时，可适量增加；对小区中处于同一地质单元的密集建筑群，测试土层剪切波速的钻孔数量可适当减少，但每栋高层建筑和大跨度空间结构的钻孔数量不宜少于1个；

③对丁类及丙类建筑中层数不超过10层、高度不超过24m的多层建筑，当无实测剪切波速时，可结合当地经验，按相关规范估值；

④市政工程，场地土层剪切波速测试，应符合相关规范要求。

（2）建筑场地覆盖层的厚度，应符合下列要求：

①一般情况下，应按地面至剪切波速大于500m/s且其下卧层各层岩土的剪切波速均不小于500m/s的土层顶面的距离确定；

②当地面5m以下存在剪切波速大于其上部各土层剪切波速2.5倍的土层，且该层及其下卧层岩土的剪切波速均不小于400m/s时，可按地面至该土层顶面的距离确定；

③剪切波速大于500m/s的孤石、透镜体，应视同周围土层；

④土层中的火山岩硬夹层，应视为刚体，其厚度应从覆盖土层中扣除。

（3）土层等效剪切波速计算深度，取覆盖层厚度和20m两者的较小值。

（4）场地类别：应根据土层剪切波速和场地覆盖层厚度划分。

（5）特征周期：应根据场地类别和设计地震分组评价。

**3.2.3场地液化判别**

（1）地面下存在饱和砂土和粉土时，应按相关规范进行液化判别

①场地地震液化判别应先进行初步判别，当初步判别认为有液化可能时，应采用标准贯入试验作进一步判别，根据各孔液化指数及相关规范要求综合确定场地的液化等级；

②当采用标准贯入试验进行液化判别时，试验点竖向间距宜为1.0~1.5m，每层土试验点数不宜少于6个。对于粉土地层，应在标准贯入试验点位置取样测定黏粒含量。

（2）抗液化措施建议

对存在液化土层的地基，应根据工程的抗震设防类别、地基的液化等级，结合具体情况，按相关规范要求提出抗液化措施建议。

**3.2.4软土震陷评价**

①临界剪切波速值（m/s），7度、8度和9度分别大于90、140和200时，可不考虑震陷影响；

②对于采用天然地基的建筑物，当临界等效剪切波速小于上述规定时，甲级建筑物和对沉降有严格要求的乙级建筑物应进行专门的震陷分析计算；对沉降无特殊要求的乙级建筑物、对沉降敏感的丙级建筑物，可按下表或地区经验进行建筑物震陷估算值的确定。

**表3.2-1 建筑物震陷估算值（mm）**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 设防烈度 | 7（0.1g～0.15g） | 8（0.2g） |
| 地基主要受力层深度内软土厚度﹥3m  地基土等效剪切波速值﹤90m/s | 30～80 | 150 |

注：1 当地基土实际条件与表中的两项条件相比，只要有一项不符合时，应按实际条件变化的大小和建筑物性质和结构类型，适当地减小震陷值；当地基土实际条件与表中的两项条件均不相符时，可不考虑震陷对建筑物的影响；

2 当需要估算软土震陷量时，宜采用以静力计算代替动力分析的简化分层综合法。

③评价软土场地震陷对建筑工程的影响：地基失稳（液化、震陷）场地地面的破坏；受场地土层影响，埋深较浅的建筑物，振动幅度加大、振动时间加长，从而引起建筑物振动破坏。

**3.2.5抗震地段划分**

①根据地形地貌、岩土性质、不良地质作用发育情况，抗震地段可划分为有利、一般、不利或危险地段；

②对不利地段，应尽量避开；当无法避开时应采取有效抗震措施。对危险地段，严禁建造甲、乙、丙类建筑；

③对存在隐伏断裂的不利地段，应提供工程场地覆盖层厚度以及距主断裂带的距离；

④对条状突出的山嘴、高耸孤立的山丘、非岩石和强风化岩石的陡坡、河岸和边坡边缘等不利地段，尚应提供相对高差、坡角、场址距突出地形边缘的距离等参数的勘测结果。

**3.2.6地震稳定性评价**

①对工程场地的地震稳定性能，如液化、震陷、横向扩展、崩塌和滑坡等，应进行评价，存在稳定风险时，应提出相应的工程防治措施建议方案；

②液化横向扩展或流滑稳定性评价，可根据场地内是否存在液化土，以及有无古河道或临近河岸、海岸和边坡等不利的地形地貌进行；

③场地地震稳定性评价举例：

例1：根据区域地质资料，拟建场地及附近无全新活动断裂通过；在本地区抗震设防烈度下，无影响场地稳定性的滑坡、崩塌、泥石流、采空区、液化、震陷及横向扩展等不良地质作用存在；属抗震一般地段，地震稳定性好。

例2：根据区域地质资料，拟建场地及附近无全新活动断裂通过；场地无古河道、边坡分布，远离河岸、海岸，在本地区抗震设防烈度下，地基中等液化，无影响场地稳定性的滑坡、崩塌、泥石流、采空区、震陷及横向扩展等不良地质作用存在；属抗震不利地段，地震稳定性较差，应采取有效抗震措施。

## **3.3边坡稳定性评价**

**3.3.1边坡稳定性影响因素分析**

（1）边坡位置及形态：

①明确边坡位置及其与拟建工程的关系，以及边坡失稳对拟建工程的影响；

②边坡整体形态：如边坡平面尺寸、高度、坡度、坡顶高程、坡底高程；

③边坡坡面形态：如坡面植被，坡面积水、坡脚冲刷情况，边坡坡面是直线形、折线形还是台阶形等。不同的坡面形态在受力和稳定性方面有所不同，例如台阶形边坡有利于分散坡体应力，相对直线形陡坡可能更稳定。

（2）工程地质条件

①地质构造：区域内断层、褶皱等构造情况及其与边坡的位置关系；

②地形地貌：边坡所处区域的整体地形起伏情况，如处于山地、丘陵、河谷阶地等地貌单元；

③岩土类型：边坡岩土体的类型、成因、性状、岩石风化和完整程度；岩体主要结构面的类型、产状、发育程度、延展情况、贯通程度、闭合程度、充填状况、充水状况、组合关系、力学属性和与临空面的关系。

（3）水文地质条件

①地下水的类型、水位、主要含水层的分布情况、岩体和软弱结构面中的地下水情况、岩土的透水性和地下水的出露情况、地下水对边坡稳定性的影响以及地下水控制措施建议；

②分析地下水在边坡岩土体中的渗流方向、水力梯度等。渗流产生的动水压力可能会推动坡体发生滑动。

（4）地震作用

地震力对边坡稳定性的影响：采用拟静力法或动力分析方法评估地震作用下边坡的稳定性。地震力会增加坡体的下滑力，对于稳定性较差的边坡可能导致其在地震时失稳。

（5）人类活动

由于开挖或填筑使边坡的形态发生变化，如坡顶加载（如建筑物修建等增加荷载）、坡脚开挖（削弱了边坡的支撑力）等情况对边坡稳定性产生了影响，分析其作用程度和可能引发的破坏后果。

**3.3.2边坡稳定性评价**

（1）下列边坡应根据边坡岩土工程条件，采用定性分析和定量分析相结合的方法进行边坡稳定性评价：

①选作建筑场地的自然边坡，以及失稳后对建筑工程有影响的边坡；

②由于人类活动，需要进行稳定性验算的边坡。

（2）边坡破坏模式识别

根据边坡的岩土组成、坡面形态选择可能的破坏模式进行边坡稳定评价。

①土质边坡：对于黏性土质边坡，常用的有瑞典条分法、毕肖普法等极限平衡方法，假定土体沿某一圆弧滑动面滑动，采用力或力矩平衡法计算安全系数；对于无黏性土的陡坡，采用平面滑动法，假定土体沿坡面与土体内部某一平面滑动，采用力的平衡法计算安全系数；

②多层土（含土岩组合）边坡：各层抗剪强度有差异，采用折线滑动法；

③岩质边坡：当边坡岩体受节理裂隙切割，在重力作用下，局部岩块脱离母体突然坠落，破坏模式为崩塌；当岩质边坡沿着某一结构面（如层面、节理面等）产生滑动，破坏模式为平面滑动破坏；当两组或多组结构面相交，切割出的楔形体沿交线方向滑动，破坏模式为楔体滑动破坏；极软岩边坡、破碎或极破碎岩质边坡破坏模式为圆弧滑动等。

（3）计算工况设定

①考虑不同的工况，如天然状态、暴雨工况、地震工况等；

②根据边坡的安全等级、类型等确定边坡不同工况边坡的安全系数。

（4）边坡稳定性计算

①土质边坡稳定性分析采用土体内假定的滑动面（圆弧或平面），一般通过试算法找到最优滑动面评价其稳定性。对已滑动边坡，滑动面土体的抗剪强度，应采用残余强度，必要时可通过反分析法确定；

②岩质边坡可采用刚体极限平衡法（如赤平极射投影法结合实体比例投影法分析楔体滑动等情况）以及基于数值模拟（如有限元法、离散元法等）分析复杂应力状态下的稳定性；

③现状边坡按现状边坡形态进行稳定性分析，规划边坡按后期边坡的规划形态进行稳定性分析，边坡的安全系数按实际情况采用。

**3.3.3边坡治理建议**

（1）边坡发展趋势评价

考虑自然因素（如风化、降雨长期作用）和人为因素（如坡顶加载、坡脚开挖等）的影响，预测边坡稳定性的发展趋势，为边坡的治理和监测提供依据。

（2）边坡支护措施建议

边坡设计应兼顾治理和环境保护要求，应根据边坡类型、边坡环境、边坡高度及影响范围等，提出合理的防治措施建议：比如采用重力式挡土墙、悬臂式挡墙或扶臂挡墙、桩板式挡墙、排桩式锚杆挡墙、格构式挡墙、岩石锚杆支护以及坡率法等措施。

（3）边坡监测方案建议

①应根据边坡支档的安全等级、周边环境条件、支档结构类型及施工场地等确定边坡工程监测项目、监测点布置、监测方法监测频率和监测预警值；

②位于边坡塌滑区的建（构）筑物在施工与使用期间，应对坡顶水平位移、垂直位移、地表裂缝、建（构）筑物沉降变形进行监测；

③可选择的其他监测项目通常有：锚杆拉力、支护结构内力与变形、降雨及洪水、地下水与渗水等；

④根据监测项目设置预警值，当超过预警值时采取应急措施。

**3.3.4边坡治理设计和施工所需的岩土参数**

①岩土体的物理力学参数，如重度、含水量、抗剪强度、弹性模量、泊松比等。结合边坡工况提供抗剪强度的峰值强度、残余强度等参数；

②重力式挡墙、悬臂式挡墙或扶臂挡墙提供岩土与挡土墙底面的摩擦系数；

③桩板式挡墙、排桩式锚杆挡墙、格构式挡墙、岩石锚杆支护应提供锚固体与岩土体的极限黏结强度标准值。

## **3.4场地稳定性及适宜性评价**

（1）建筑场地稳定性分为不稳定、稳定性差、基本稳定和稳定等四级，其分级可参考下表：

**表3.4-1 工程建设稳定性的分级标准**

|  |  |
| --- | --- |
| 稳定性 | 工程地质与水文地质条件 |
| 不稳定场地 | 强烈全新活动断裂带；  对建筑抗震的危险地段；  不良地质作用强烈发育，地质灾害危险性大地段。 |
| 稳定性差场地 | 微弱或中等全新活动断裂带；  对建筑抗震的不利地段；  不良地质作用中等～较强烈发育，地质灾害危险性中等地段。 |
| 基本稳定场地 | 非全新活动断裂带；  对建筑抗震的一般地段；  不良地质作用弱发育，地质灾害危险性小地段。 |
| 稳定场地 | 无活动断裂；  对建筑抗震的有利地段；  不良地质作用不发育。 |

注：1从不稳定开始，向稳定性差、基本稳定、稳定推定。以最先满足的为准；

2划分每一级别场地稳定性，符合表中条件之一时即可。

（2）建筑场地适宜性分为不适宜、适宜性差、较适宜和适宜等四级，其分级可参考下表：

**表3.4-2 工程建设适宜性的分级标准**

| 级别 | 工程地质与水文地质条件 |
| --- | --- |
| 不适宜 | 场地不稳定；地形起伏大，地面坡度大于50%；岩土种类多，工程性质很差；洪水或地下水对工程建设有严重威胁；地下埋藏有待开采的矿藏资源 |
| 适宜性差 | 场地稳定性差；地形起伏较大，地面坡度大于等于25%且小于50%；岩土种类多，分布很不均匀，工程性质差；地下水对工程建设影响较大，地表易形成内涝 |
| 较适宜 | 场地基本稳定；地形有一定起伏，地面坡度大于10%且小于25%；岩土种类较多，分布较不均匀，工程性质较差；地下水对工程建设影响较小，地表排水条件尚可 |
| 适宜 | 场地稳定；地形平坦，地貌简单，地面坡度小于等于10%；岩土种类单一，分布均匀，工程性质良好；地下水对工程建设无影响，地表排水条件良好 |

注：1表中未列条件，可按其对场地工程建设的影响程度比照推定；

2划分每一级别场地工程建设适宜性分级，符合表中条件之一时即可；

3从不适宜开始，向适宜性差、较适宜、适宜推定，以最先满足的为准。

（3）场地稳定性及适宜性评价举例

例：根据区域地质资料，拟建场地及附近无全新活动断裂通过；场地无影响场地稳定性的滑坡、崩塌、泥石流、采空区等不良地质作用；场地地震稳定性好。

场地地形较为平坦、整体坡度小于10°，岩土种类较多、分布较不均匀，部分土层工程性质较差，地下水对工程建设影响较小、地表排水条件尚可。

综合判断，拟建场地基本稳定，较适宜本工程建设。

# 4 地基与基础

## **4.1天然地基**

**4.1.1基底标高处岩土层分布**

（1）根据建筑物荷载、基础底面尺寸及埋深，分析基底标高处岩土层特征；

（2）初步判断采用天然地基的可行性。

（3）下列岩土体不经处理不宜做基础持力层，可采用地基处理或桩基：

①松散的填土；

②淤泥及淤泥质土；

③严重液化的砂土和粉土；

④修正后的承载力特征值明显小于基底压力的岩土层。

**4.1.2地基承载力评价**

（1）地基计算均应满足承载力验算的要求，当需要进行地基承载力的深宽修正时，应提供地基承载力修正系数。

（2）下列情况应进行软弱下卧层的地基承载力验算，提供计算参数：

①未经处理的地基，当在受力层范围内存在软弱下卧层时；

②经处理后的地基，存在上为硬层、下为软土的双层地基。

（3）对于独立基础，基底标高处土层的承载力不满足，若其下方较浅深度内存在满足承载力要求的土层时，建议调整基础埋深。

**4.1.3地基均匀性评价**

（1）地基均匀性和建筑物变形计算的相关要求

①对地基变形有控制要求的工程结构，均应提供地基土的变形指标及有关试验曲线；

②地基的变形特征可分为沉降量、沉降差、倾斜、局部倾斜。由于建筑地基不均匀、荷载差异很大、体型复杂等因素引起的地基变形，对于砌体承重结构应由局部倾斜值控制；对于框架结构和单层排架结构应由相邻柱基的沉降差控制；对于多层或高层建筑和高耸结构应由倾斜值控制。

（2）符合下列情况之一者，应判为不均匀地基，提出相应处理建议：

①地基持力层跨越不同地质单元，且其力学性质差异较大；

②地基持力层位于同一地质单元，但地层厚度在水平向上差异较大；

③地基持力层和主要受力层存在多种土层，如砂土、粉土、黏土等交替出现，且各土层的分布及力学的性质差异较大；

④冲沟填方与挖方区域地基：场地内存在冲沟时，冲沟两侧和底部的地基土条件与其他区域不同；填方区域由于填土的压实程度、土料来源等因素，地基土性质可能不均匀；挖方区域会改变原有的应力状态，这些情况都会使地基产生不均匀性。

（3）常见的地基不均匀沉降处理措施：

①在地层变化较大或上部荷载差异较大位置设置沉降缝或后浇带；

②在地层变化较大位置独立基础可调整基础埋深或基础底面尺寸；

③适当扩大主楼基底面积，并增加地下室部分的结构自重或覆土厚度；

④考虑地基、基础、上部结构共同作用效应，采取必要的建筑和结构措施；

⑤土岩结合部位设置褥垫层；

⑥场地内过软或过硬区域应提出地基处理要求；

⑦岩脉、软弱夹层、破碎带、孤石（球状风化）区域应根据项目的实际情况提出超挖、跨越、垫层等处理方法建议。

**4.1.4地基稳定性评价**

①较大的水平荷载，可能导致基础滑移或倾覆；地形、地貌或设计方案造成建筑地基侧限削弱或不均衡，可能导致基础整体失稳；软弱地基、局部软弱地基如暗浜、暗塘等，可能出现超过承载能力极限状态的地基失稳；

②例：各拟建建筑物所受水平荷载较小，不会因基础抗滑移或抗倾覆不满足而导致建筑物失稳；建筑场地无影响地基稳定性的边坡存在，不会因地形地貌而造成地基侧限削弱而导致基础整体失稳；基底以下无软弱土、液化土等特殊性土层分布，不会出现因地基承载力强度不满足而导致地基整体或局部失稳。因此，地基稳定性好。

**4.1.5天然地基评价结果**

根据天然地基承载力评价、稳定性、地基均匀性及建筑物变形特征、给出各建筑物天然地基的可行性、建议基础持力层、超挖深度等。

**4.1.6地基检验与监测**

①天然地基的基槽（坑）开挖后，应检验开挖揭露的地基条件是否与勘察成果报告一致。如有异常情况，应提出处理措施或修改建议。当与勘察报告出入较大时，应建议进行施工勘察。检验内容包括岩土分布及其性质、地下水情况；

②地基土检验合格后，应及时进行封闭，并采取防止水浸、暴露和扰动基底土的措施；

③对地基变形有控制要求的或软弱地基上的建（构）筑物应在施工期间及使用期间进行沉降变形监测，直至沉降变形达到稳定为止。

## **4.2地基处理**

**4.2.1地基处理必要性分析**

①当直接持力层或软弱下卧层地基承载力不满足要求时，可采用地基处理，提高地基承载力；

②当地基主要受力层范围内存在中、高压缩土层，地基沉降计算值超过沉降控制值时，可采用地基处理，减小沉降量。

**4.2.2地基处理适用性分析**

①根据结构类型、荷载大小及使用要求，结合地形地貌、地层结构、土质条件、地下水特征、环境情况和对临近建筑物的影响等因素进行综合分析，初步选出几种可供考虑的地基处理方案（包括组合方案）；

②对初步选出的各种地基处理方案，分别从加固原理、适应范围、预期处理效果、耗用材料、施工机械、工期要求和对环境影响等方面进行技术经济分析和对比，推荐较合适的地基处理方法；

③根据相关规范及本地区地基处理经验，下表列出7种较常用的地基处理方法，供参考选用。

**表4.2-1地基处理方案的适用性**

| 处理方法 | 适用地层 | 适用条件及注意事项 |
| --- | --- | --- |
| 预压法 | 淤泥质土、淤泥和冲填土等饱和黏性土地基 | 有足够的预压时间工程；  严格控制分级加荷量，避免预压荷载过大或加载过快导致地基失稳。 |
| 换填垫层法 | 浅层软弱土层（如淤泥、淤泥质土、素填土、杂填土等）或不均匀土层 | 换填厚度一般不宜超过3m；  换填材料应具有良好的级配和压实性能，确保地基承载力和稳定性满足设计要求。 |
| 强夯法 | 碎石土、砂土、低饱和度的粉土与黏性土、素填土与杂填土 | 施工场地与周边建筑物或地下管线等既有设施之间，应有足够的安全距离，避免强夯振动和土体侧向挤压造成损毁。 |
| 碎石桩  复合地基 | 松散砂土、粉土、粉质黏土、填土、可液化地基，饱和黏土地基 | 对于变形控制不严格的建筑物，可采用砂石桩置换法处理地基。 |
| 水泥土搅拌桩复合地基 | 淤泥、淤泥质土、软塑～可塑黏性土、稍密～中密粉土、松散～中密粉细砂、松散～稍中粗砂、素填土等地基。  不适合处理含大孤石或障碍物较多地且不易清除的杂填土、欠固结的淤泥及淤泥质土以及坚硬的土层。 | 处理泥炭质土、有机质土、PH值小于4的酸性土、塑性指数大于25的黏土，或在腐蚀性环境中以及无工程经验的地区使用时，必须通过现场和室内试验确认其适用性。 |
| 高压旋喷桩  复合地基 | 淤泥、淤泥质土、流塑～可塑黏性土、粉土、砂土、黄土、素填土、碎石土等地基 | 对于土中含有较多的大直径块石、大量植物根经和高含量的有机质，以及地下水流较大的工程，应根据现场试验结果确认其适用性。 |
| CFG桩  复合地基 | 地下水位以上的黏性土、粉土、砂土等地基 | 对淤泥质土应按地区经验或通过现场试验确定其适用性。 |

**4.2.3地基处理的范围、深度及岩土参数**

（1）提供地基处理方法、设计和施工所需岩土参数的建议，如：原状土的承载力、抗剪强度、压缩（变形）模量、渗透系数等。

（2）常用地基处理方法的范围

①换填垫层法地基处理：换填厚度宜0.5～3.0m，并满足下卧层承载力要求。换填垫层底面宽度应大于基础底面应力扩散的要求；

②强夯法：每边超出基础外缘的宽度为基底下设计处理深度的1/2～2/3，且不应小于3m。对可液化地基，超出基础边缘的处理宽度，不应小于5m；

③真空预压和堆载预压法：预压区边缘大于建筑物基础轮廓线，每边增加量不得小于3.0m；

④振冲碎石桩复合地基：宜在基础外缘扩大1～3排桩，对可液化地基基础外缘扩大宽度不应小于基地下可液化土层厚度的1/2，且不应小于5m；

⑤水泥土搅拌桩复合地基、旋喷桩复合地基、刚性桩复合地基（CFG）等，可在建筑物基础范围内布置。

（3）常用地基处理方法的深度

①一般第四系地层处理深度应能确保地基的稳定性和沉降量控制要求；

②当场地存在明显的软弱土层时，如淤泥、淤泥质土、松散砂土等，地基处理深度应至少达到软弱土层的底部。这是为了确保软弱土层得到有效处理，避免建筑物因软弱土层的不良工程性质而产生过大的沉降或不均匀沉降；

③对于液化土层，地基处理深度应满足全部或部分消除液化沉陷的要求；

④若场地存在不良地质作用，如滑坡、岩溶、采空区等，地基处理深度应根据不良地质作用的类型和影响范围来确定。

**4.2.4地基处理设计及施工应注意的问题**

应对地基处理设计和施工注意事项提出建议。常用地基处理方法的注意事项参考如下：

①换填垫层：当场地地下水位较高时，应将地下水位降至垫层底面以下0.5m；垫层底面宜设在同一标高上，如深度不同，坑底土层应挖成阶梯或斜坡搭接，并按先深后浅的顺序进行垫层施工，搭接处应夯压密实；

②真空预压和堆载预压法：预压施工引发的地面沉降，将对相邻建筑物、地下管线等产生不利影响，应使加固区边线远离建（构）筑物一定距离；

③强夯法：施工前，宜将地下水位降至坑底面以下2m。若存在含水量较高的细颗粒土，可进行晾晒处理。施工时，当夯坑过深，夯坑周边地面无明显隆起，尚未达到控制标准时，宜将夯坑回填至坑顶标高处，继续夯击；

④强夯置换法：按照“由内而外、隔行跳打”的原则，完成全部夯点施工。

⑤振冲碎石桩：合理安排施工顺序，避免后施工对已完成桩产生影响；

⑥水泥土搅拌桩：干法施工的最大送粉压力不宜小于0.5MPa。水泥土搅拌桩干法施工机械配置经国家计量部门确认的具有瞬时检测并记录处分体量装置及搅拌深度的自动记录仪；

⑦旋喷桩：旋喷桩施工过程出现压力骤然下降、上升或冒浆异常时，应查明原因并采取措施。合理安排施工顺序，避免后施工对已完成桩产生影响；

⑧刚性桩复合地基（CFG）：合理安排施工顺序，避免后施工对已完成桩产生影响。当桩身范围（桩端）存在承压含水层时，应采取措施降低地下水水位。

**4.2.5人工地基施工质量的检测与验收**

①应对处理后的地基进行地基承载力和变形评价、地基均匀性评价，以及复合地基增强体的成桩质量和承载力检验；

②处理后的地基竣工验收、承载力及均匀性的检验方法和数量，应符合相关规范要求；

③人工地基上的建（构）筑物施工及使用期间，应进行沉降监测，直至沉降稳定为止。

## **4.3桩基础**

**4.3.1桩基选型**

（1）基本要求

桩基选型应根据建筑物特征、对承载力和沉降控制要求，结合场地工程地质、水文地质条件及当地工程经验，推荐合适的桩基类型，确保地基基础与上部结构安全，满足建设项目的正常使用需要。

（2）成桩工艺适用地质条件

①人工挖孔灌注桩：适用于地下水位较低、土质较好的地层，如硬塑黏性土、中密以上砂土等，不适用有淤泥、淤泥质土、流砂、地下水位较高、涌水量大的地层，以及存在有害气体的地层，施工风险大；

②机械冲孔灌注桩：对各类地层适应性较强，可在黏性土、粉土、砂土、碎石土及岩层中施工。在坚硬岩层中，含有孤石、老基础的填土层，冲击成孔效率相对较高。但在松散的砂层中，可能会出现塌孔现象，需采取泥浆护壁等措施；

③旋挖成孔灌注桩：适用于一般黏性土、粉土、砂土等地层。在硬塑黏性土和中密以上砂层中施工速度较快。对于淤泥质土等软弱地层，需注意控制钻进速度，防止缩径。在全～强风化岩石施工较容易，中风化岩石施工较困难；

④预制桩：适用于一般黏性土、粉土、砂土层；对较硬的土层，如密实的砂层、碎石土和含块石较多的填土等，需采用引孔等辅助施工措施；

⑤地下水对混凝土腐蚀性较强时，应选择耐腐蚀混凝土桩型或采取相应防护措施。

（3）根据建筑物特征及场地工程地质条件等推荐桩基类型，包含下列内容：

①推荐桩的类型、桩端持力层及施工工艺；

②说明桩身穿越地层的特征，特殊性岩土、液化土层对桩基工程的影响；

③推荐桩身直径及进入持力层的深度。

**4.3.2桩基评价**

（1）桩基承载力评价

根据推荐的桩型、桩径、桩长，评价单桩承载力能否满足上部荷载要求。对于设计等级为甲级和地质条件中等～复杂的乙级建筑桩基，应通过单桩静载荷试验确定桩基设计参数。

（2）桩基均匀性评价

①桩端持力层在平面上的分布情况，包括岩土性质、地层坡度、厚度变化等等；

②桩侧岩土层在水平和垂直方向上的岩性、厚度的变化及透镜体分布情况；

③挤土桩在施工过程中会对周围土体产生挤土效应，可能导致桩周土的隆起和侧向位移，影响邻近桩的受力状态。

（3）桩基稳定性评价

①根据建筑物特征、场地岩土工程地质条件、地下水情况，当工程需要时，应进行抗倾覆稳定性、抗滑移稳定性、整体稳定性评价；当条件不具备时，可定性评价；

②例：建筑桩基受水平荷载较小，桩基影响范围以内无临空面存在，桩端平面以下无洞穴、无软弱岩体分布，稳定性好。

**4.3.3桩基负摩阻**

（1）负摩阻力产生的条件分析

符合下列条件之一的桩基，当桩周土层产生的沉降超过基桩的沉降时，在计算基桩承载力时应计入桩侧负摩阻力：

①桩穿越较厚松散填士、欠固结土、液化土层进入相对较硬土层时；

②桩周存在软弱土层，邻近桩侧地面承受局部较大的长期荷载，或地面大面积堆载（包括填土）时；

③由于降低地下水位，使桩周土有效应力增大，并产生显著压缩沉降时。

（2）负摩阻力对桩基的影响评价

①桩的承载力降低：负摩阻力会对桩产生下拉荷载，从而降低桩的承载力；

②桩基沉降量增大：负摩阻力会导致桩周土的沉降，进而使桩产生附加沉降。对沉降要求严格的建筑物，需要评估负摩阻力引起的沉降是否在允许范围内；

③负摩阻力会使桩身产生附加轴力和弯矩，改变桩的受力状态。需要对桩身的强度和稳定性进行验算。

（3）负摩阻的参数：中性点的位置，负摩阻力系数。

**4.3.4单桩竖向承载力估算及桩基设计及施工所需的岩土参数**

①参照《建筑桩基技术规范》相关规定及当地经验参数，提供桩的侧阻力和端阻力建议值，并根据规范和项目情况提出试桩要求；

②必要时根据选择的桩型、桩径及桩端持力层，依据《建筑桩基技术规范》（JGJ94）等相关公式对单桩承载力进行估算。

**4.3.5桩基施工及监测**

（1）桩基工程施工验收检验，应符合下列规定：

①施工完成后的工程桩应进行竖向承载力检验，承受水平力较大的桩应进行水平承载力检验，抗拔桩应进行抗拔承载力检验；

②灌注桩应对孔深、桩径、桩位偏差、桩身完整性进行检验，嵌岩桩应对桩端的岩性进行检验，混凝土预制桩应对桩位偏差、桩身完整性进行检验，人工挖孔桩终孔时，应进行桩端持力层检验；

③单柱单桩的大直径嵌岩桩，应视岩性检验孔底下3倍桩身直径或5m深度范围内有无溶洞、破碎带或软弱夹层等不良地质条件。

（2）下列桩基工程应在施工期间及使用期间对建（构）筑物进行沉降监测，直至沉降稳定：

①对桩基沉降有控制要求的桩基；

②非嵌岩桩和非深厚坚硬持力层的桩基；

③结构体形复杂、荷载分布不均匀或桩端平面下存在软弱土层的桩基；

④施工过程中可能引起地面沉降、隆起、位移、周边建（构）筑物和地下管线变形、地下水位变化及土体位移的桩基。

## **4.4市政工程**

**4.4.1工程地质及水文地质条件**

①划分地貌单元，分析不同地貌单元对市政道路、桥梁等的影响；详细描述各路段的地形起伏、坡度走向、相对高差，如山谷缓坡、高山陡坡等；

②查明场地内构造活动情况、如断层的性质、规模等、不良地质作用，评价对市政工程稳定性与适宜性的影响，以及需采取的防治措施；

③分析各岩土层的分布、工程特性等、提供地基承载力及沉降计算参数；对于软土，尚应提供成因、应力历史、排水条件等；对于厚层填土，尚应提供堆积年限、堆积方式、填土的分布、成分、均匀性及密实度等；对于饱和的粉土、砂土，进行液化判别、计算液化指数、划分液化等级，为基础抗震设计提供依据；

④对于道路工程，应提供路基干湿类型；对于桥梁工程，应提供桩侧与桩端阻力、负摩阻力计算参数；对在河床中设置墩台的桥梁，应提供抗冲刷计算参数；对于沉井工程，应提供井壁与土体间摩檫力等设计与施工参数；

⑤查明场地地下水的类型、水位、径流与补给；搜集河流的水文资料，分析地下水与地表水的水力联系、以及水土的腐蚀性，评价其对市政工程的影响；

⑥当工程地质、水文地质条件变化较大时，应进行分区评价。

**4.4.2市政道路工程**

根据设计路面与自然地坪的标高关系，将道路分为一般路基、填方路基及挖方路基。

（1）一般路基

①起讫里程：说明一般路基的里程起讫编号；

②路基稳定性评价：评价路基土的承载力是否满足要求；当边坡岩土体或其它不良地质作用对市政道路稳定性产生不利影响时，提出相应的处理措施建议；

③路基均匀性评价：按场地土的分布、厚度及压缩性的差异评价地基均匀性；

④地基处理措施：当路基承载力或沉降变形不满足要求时，可采用强夯法、换填法或灰土挤密桩法等加固措施；

⑤路基渗透破坏评价：根据场地水文地质条件，当路基存在地表水冲刷破坏和地下水渗透破坏时，提出防治措施，如设置排水沟、导水涵洞等。

（2）填方路基

①说明填方路段的里程起讫编号，并说明各填方路段的填土高度；

②稳定性和均匀性：评价现状岩土层地基承载力、沉降变形能否满足高路堤的要求，当不满足要求时，可采用强夯法、分层压实法等进行地基处理；

③填方路基材料：选用透水性好的砂、碎石或硬～可塑的黏性土，有机质含量不超过5%，避免采用淤泥及淤泥质土，填土的含水量宜接近土的最优含水量；

④压（夯）实措施：当采用分层压实时，每层填筑厚度不超过 30cm，填料的最大粒径应小于层厚的2/3；当采用强夯法时，强夯能级根据填土厚度和填筑材料的性质确定；

⑤边坡支挡与防护：根据边坡高度、放坡空间限制，可采用自然放坡、格构、重力或扶壁式挡墙等；设置排水设施，如边沟、排水沟等，防止雨水冲刷边坡。

（3）挖方路基

①说明挖方路段的里程起讫编号，并说明各挖方路段的挖方深度；

②分析各岩土层工程特性、岩石的风化程度、完整性和开挖难易程度；说明地质构造的位置、产状、规模，评价其对挖方边坡的影响；

③预测挖方边坡可能出现的破坏模式，确定可能的滑动面位置、形状、深度，提供边坡稳定性计算所需岩土参数；

④稳定性计算：运用极限平衡法、数值分析法等，结合岩土参数，评价自然状态、暴雨、地震等不同工况下挖方边坡的稳定性；

⑤边坡支挡与防护：根据边坡高度、空间限制、岩土特性等条件，提出边坡支挡结构及坡面防护建议，如采用浆砌片石护坡、格构、挡土墙等，在坡脚及坡面设置排水设施，防止雨水冲刷边坡。

**4.4.3城市室外管线工程**

①搜集勘察区域内已有的各类管线资料，涵盖给水、排水、燃气、电力、通信等管线的平面位置、埋深、管径、材质、建设年代等信息；

②评价地下水对地下管线的腐蚀性；分析地下水对工程设计、施工的影响，提出地下水控制措施建议及相关参数；提供地下管线抗浮设防水位；

③根据管线类型、埋深等，结合场地岩土工程条件，确定施工方法，如明挖法、顶管法、定向钻法、盾构法等；

④对于采用明挖施工方案的深埋管道及工作竖井，应提供基坑边坡稳定性计算参数及基坑支护设计参数；

⑤当采用顶管、定向钻敷设管道时，应提供相应工法设计、施工所需参数，对于稳定性较差地层及可能产生流砂、管涌等地层，应提出加固处理的建议；

⑥管线穿越堤岸时，应分析破堤对堤岸稳定性的影响和堤岸变形对管道的影响，提出相关建议。

**4.4.4市政桥梁工程**

根据场地岩土条件、桥梁结构特点、荷载大小等，推荐合适的基础类型，如扩大基础、桩基础、沉井基础等。

（1）扩大基础

①稳定性评价：当场地及周边存在不良地质作用时，评价其对市政桥梁稳定性的影响，存在影响时，提出相应的处理措施建议；

②承载力评价：根据桥梁荷载及场地岩土工程条件，分析持力层和下卧层的承载能力能否满足桥梁上部结构荷载需求；

③均匀性评价：分析场地岩土体在水平和垂直方向上的均匀性，评价总沉降量和不均匀性对桥梁工程的影响；

④地基处理：对于淤泥、淤泥质土、软塑状黏性土、松散的砂土、未经处理的人工填土以及承载力或沉降变形不满足设计要求的地层，提出地基处理建议。如换填垫层法、强夯法、碎石桩复合地基、水泥土搅拌桩复合地基、高压旋喷桩复合地基、CFG桩复合地基等，确保扩大基础的地基承载力和变形满足要求；

⑤渗透破坏：提供涉河桥梁的冲刷参数，分析场地地基发生流土、流砂、管涌渗透破坏的可能性，存在渗透破坏可能性时，提出处理措施建议；

⑥边坡或基坑工程：评价岩土的工程特性及地下水等对其影响，提出边坡或基坑支护建议及所需岩土参数。

（2）桩基础

①桩基选型应根据建筑物特征、对承载力和沉降控制要求，结合场地工程地质、水文地质条件及当地工程经验，推荐合适的桩基类型及施工工艺。对于涉河桥梁可采用混凝土灌注桩，非涉河桥梁可采用混凝土灌注桩、预制桩等；

②根据桥梁设计荷载、结合场地工程地质条件，选择桩端持力层；

③分析桩身穿越地层的岩土工程特性，当桩身周围存在松散填土、淤泥、淤泥质土、液化土层等，桩基可能产生负摩阻力时，应提供负摩阻力设计参数；

④根据推荐的桩型、桩径、桩长，评价单桩承载力、沉降能否满足要求。

（3）沉井基础

①提供沉井外壁与周围岩土的摩阻力、沉井设计、施工和沉井基础稳定性验算的相关岩土参数；

②评价沉井地基承载力；

③评价地下水对沉井施工可能产生的影响和沉井施工可能性；

④提供相关处理岩土参数，提出沉井施工问题防治措施的建议；

⑤说明影响施工的块石、漂石和其他障碍物的分布情况，分析沉井施工对邻近建筑的影响；

⑥在河床、岸边施工时，评价人工开挖边坡对岸坡稳定性的影响。

# 5 基坑工程

## **5.1基坑工程概况**

基坑工程概况应包含下列内容：

①基坑深度：根据设计地坪（或自然地坪标高）与基底标高的差值确定，当基底以下存在软弱土需开挖换填时，基坑深度应按实际开挖深度确定；

②周边环境：基坑周边道路交通、地下管线复杂程度，周边建（构）筑物重要性及对变形的要求程度，基坑支护结构复杂程度等因素；

③地质条件的复杂程度：如土的抗剪强度，以及岩石的风化程度、不利结构面、软弱夹层对基坑的影响程度，地下水的渗流压力对基坑边坡岩土体的稳定性的影响程度；

④预估基坑支护结构失效、侧壁土体变形过大对基坑周边环境或主体结构的施工安全影响程度；

⑤根据基坑深度、周边环境、地质条件的复杂程度以及支挡结构破坏后的严重程度，建议基坑安全等级。

## **5.2基坑支护参数**

①提供岩土的重度和抗剪强度指标，并说明抗剪强度的试验方法，提供锚固体与地层摩阻力等岩土参数；

②土层：一般黏性土及粉土应提供三轴固结不排水或固结快剪指标；砂土和碎石土应提供土的颗粒级配，抗剪强度指标（或休止角）；

③淤泥及淤泥质土：应提供土的十字板抗剪强度；有效自重压力下预固结的不固结不排水三轴试验的抗剪强度指标；

④风化岩：结合岩体风化程度、节理裂隙发育程度，分别提供软弱结构面和岩体的抗剪强度参数。

## **5.3地下水评价**

（1）地下水基本情况

①针对基坑工程，分析地下水的类型、埋藏条件、地下水的补给、径流和排泄情况，以及地表水与地下水的相互作用；

②提供各岩土层的渗透性、导水性、富水性等参数。

（2）地下水对基坑工程的影响

①基坑侧壁抗渗透稳定性：通过渗流稳定性验算，分析坑壁发生流土、流砂、管涌渗透破坏的可能性；

②坑底抗渗透稳定性：当基底以下存在承压含水层，或基坑内外存在水头差时，应分析坑底突涌、流土、流砂、管涌渗透破坏的可能性。

（3）地下水控制方案

①地下水控制设计应满足基坑坑底、侧壁抗渗透稳定性验算的要求及基坑周边建（构）筑物，地下管线、道路、城市轨道交通等市政设施沉降控制的要求。地下水控制方法如：坑内明排、管井或轻型井点降水、截水帷幕等；

②当降水可能对基坑周边建（构）筑物、地下管线、道路等市政设施造成危害或对环境造成长期不利影响时，应采用截水、回灌等地下水控制方法。

## **5.4基础抗浮**

①考虑到场地水文条件、拟建场地周边道路标高及地下建筑建成后对地下水的阻滞作用，提供施工期及使用期地下工程抗浮设防水位建议值；

②根据抗浮水位、岩土条件、建筑特征等，提供基础抗浮措施的建议。如荷载压重、抗浮锚杆、抗拔桩等措施；

③根据岩土工程特性，结合本地区工程经验，提供抗浮设计参数。

## **5.5基坑支护方案**

（1）基坑支护应满足下列功能要求：

①保证主体地下结构的施工空间；

②保证基坑周边建（构）筑物、地下管线、道路的安全和正常使用。

（2）根据基坑安全等级、深度、周边环境条件、岩土类型、地下水类型和埋藏条件，结合类似工程经验，选择工艺成熟、造价合理的支护方案。各类支护结构的适用条件见下表：

**表5.5-1 各类支护结构的适用条件**

| 结构类型 | | 适用条件 | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 安全等级 | 基坑深度、环境条件、土类和地下水条件 | | |
| 支挡式结构 | 锚拉式结构 | 一级二级三级 | 适用于较深的基坑 | 排桩适用于可采用降水或截水帷幕的基坑；地下连续墙宜同时用作主体地下结构外墙，可同时用于截水  锚杆不宜用在软土层和高水位的碎石土、砂土层中；当邻近基坑有建筑物地下室、地下构筑物等，锚杆的有效锚固长度不足时，不应采用锚杆；  当锚杆施工会造成基坑周边建（构）筑物的损害或违反城市地下空间规划等规定时，不应采用锚杆 | |
| 支撑式结构 | 适用于较深的基坑 |
| 悬臂式结构 | 适用于较浅的基坑 |
| 双排桩 | 当锚拉式、支撑式和悬臂式结构不适合时，可考虑采用双排桩 |
| 支护结构与主体结构结合的逆作法 | 适用于基坑周边环境条件很复杂的深基坑 |
| 土钉墙 | 单一土钉墙 | 二级三级 | 适用于地下水位以上或降水的非软土基坑，且基坑深度不宜大于12m | | 当基坑潜在滑动面内有建筑物、重要地下管线时，不宜采用土钉墙 |
| 预应力锚杆复合土钉墙 | 适用于地下水位以上或降水的非软土基坑，且基坑深度不宜大于15m； | |
| 水泥土桩复合土钉墙 | 用于非软土基坑时，基坑深度不宜大于12m；用于淤泥质土基坑时，基坑深度不宜大于6m；不宜用在高水位的碎石土、砂土层中 | |
| 微型桩复合土钉墙 | 适用于地下水位以上或降水的基坑，用于非软土基坑时，基坑深度不宜大于12m；用于淤泥质土基坑时，基坑深度不宜大于6m | |
| 重力式水泥土墙 | | 二级三级 | 适用于淤泥质土、淤泥基坑，且基坑深度不宜大于7m | | |
| 放坡 | | 三级 | 1施工场地应满足放坡条件  2可与上述支护结构形式结合 | | |

## **5.6基坑施工、监测**

（1）基坑工程施工

①基坑周边堆载严禁超过坡顶设计荷载的限值；

②基坑开挖完成后，应及时封闭，防止水浸和扰动基底地层；

③基坑肥槽回填应采用分层夯实的黏性土、灰土或浇注预拌流态固化土、素混凝土等弱透水材料。

（2）基坑工程监测

①应根据基坑支护结构的安全等级、周边环境条件、支护类型及施工场地等确定基坑工程监测项目、监测点布置、监测方法、监测频率和监测预警值；

②基坑工程监测数据超过预警值，或出现基坑、周边建（构）筑物、管线失稳破坏征兆时，应立即停止基坑危险部位的土方开挖及其他有风险的施工作业，进行风险评估，并采取应急处置措施；

③对水位降深进行监测，地下水回灌施工应对回灌量和水质进行监测。

# 6 岩土工程风险及对策

评价地质构造、地层岩性、岩体结构构造以及地下水对地基基础、基坑工程施工和周围环境可能造成的工程风险，提出处置措施建议。

## **6.1天然地基施工中的风险提示及对策**

①地质构造：断层与褶皱可能导致岩体不连续、承载力不均匀；节理裂隙会降低地基土体的强度。独立基础可根据地层起伏情况选择合适的埋深，筏板基础可以清除承载力不满足的岩土体进行换填等处理措施；

②岩土性质：对于遇水易软化、崩解的岩土体，建议基坑（槽）开挖验收后及时封闭；

③地下水：腐蚀性较强的地下水将会对建筑物的耐久性产生不利影响，应采取结构措施或专门防腐措施。

## **6.2桩基工程施工中的风险提示及对策**

①地质构造：断层与褶皱附近岩土体的力学性质会发生突变，桩端岩土性质差异大，施工时应加强桩端持力层检测验收工作，确保桩端持力层工程性能满足设计要求；

②人工挖孔桩施工：淤泥质土、粉细砂在成孔时孔壁易坍塌，特别地下水较高时对施工影响更大，建议改变成桩方案；

③预制桩施工：孤石、碎石土对预制桩沉桩困难，建议清理或破除，大面积密集桩群，由于挤土作用，沉桩困难，建议引孔或更换大功率施工设备，饱和软土地基中采用挤土桩或部分挤土桩时，应采取减少挤土效应的处理措施；

④灌注桩成孔过程中遇到的冲填土、淤泥及淤泥质土层易缩径，砂土层易塌孔，可采取加大泥浆比重、添加卵砾石、使用护筒等措施，确保桩身质量。

## **6.3地基处理施工中的风险提示及对策**

①地质构造（断层、褶皱）附近的岩土体破碎、强度低且不均匀，可能导致地基不均匀沉降，使建筑物产生裂缝或倾斜，建议进行注浆加固处理；

②采用排水固结法处理软土地基时，往往因加载过快导致软土剪切破坏，应严格按设计要求控制加载速率和分级加载量；

③一般性黏性土在强夯时易出现“橡皮土”，可采用晾晒或改良土质（如混入砂土或干土），使被加固的土体的含水率接近或达到最优含水率；含碎石土较多的填土，在强夯时易飞石伤人，可设置防护网等；

④地下水位上升使得地基土的含水量增加，导致地基土处理效果欠佳，沉降量增大，应采取有效排水措施降低地下水位，如井点降水、集水坑排水等。

## **6.4基坑支护施工中的风险提示及对策**

①深基坑属高风险工程，应进行安全评估，并提出相应的预防措施；

②坡体失稳：基坑开挖深度内分布的第四系土层自稳能力较差，土岩结合面含水量较高、抗剪强度低，基坑侧壁易发生剥落或“层间潜蚀”，从而造成基坑边坡脱空、坍塌等失稳现象；风化岩体节理密集发育、脉岩穿插，存在软弱结构面，当其与基坑边坡临空面倾向一致时，易发生顺层滑坡，造成基坑坍塌事故。施工时应缩减土方开挖分层厚度，做到随挖随护；

③软弱土体流变：基坑开挖深度内分布的软土强度低、压缩性高，具触变性和流变性，在基坑开挖振动和上覆土体自重应力下，易向坑内剪切变形，甚至滑动挤出，造成边坡失稳破坏。施工前可对软弱土体进行临时加固。加固的方法有：旋喷或搅拌桩加固；植入杉木杆增强体；采用沙袋等物品进行支挡加固；加强软弱土体的支护结构强度或放大坡率；

④地下水影响：当场地地下水位较高，且分布渗透性较强的粉土和细砂时，若截水帷幕隔水效果不佳，在基坑内外的水头差作用下，极易产生流土流砂和管涌，基坑侧壁土体局部被掏空，引起边坡失稳或周边地面沉降。可采取的防范措施有：确保截水帷幕具有良好的止水性能；在保证周边建筑物安全前提下，必要时降低基坑外侧的地下水位；

⑤岩体爆破影响：基坑开挖过程中，当采用爆破法开挖硬度大、风化弱的基岩时，如药量控制不当，爆破产生的振动和冲击波将会对支护结构和周边环境带来不利影响。主要防范措施包括：制定合理的爆破方式；严格控制药量，有效减小爆破振动，防止基坑垮塌和扰民。如采取小药量，光面爆破等措施。

## **6.5周边环境风险分析及对策**

①噪音影响：建设工程在基坑开挖及桩基施工过程中，产生的噪音会对周边居民生活工作有一定影响，建议合理安排施工作业时间，做到不扰民；

②振动影响：基础（桩基、强夯等）施工，引起的振动和侧向挤压对邻近建（构）筑物、地下管网的影响较大，建议选择振动较小的施工工艺、或采取隔振沟等防振措施，并应设置监测点；

③渣土及扬尘影响：施工产生的扬尘、泥浆、渣土及生活垃圾应整理有序、及时清运；施工现场采取地面硬化、洒水、覆盖、设置洗车槽等防扬尘措施；

④地下水位下降影响：基坑降水施工，导致地下水水位下降，引发地面沉降以及周边建构筑物开裂，甚至会造成地下管线断裂，严重时可导致地面塌陷以及楼房坍塌，必要时设置回灌井，确保周边建筑物使用安全。

# 7 结论建议

（1）结论与建议应有明确的针对性，并包括下列内容：

①场地条件的重要结论；

②岩土工程评价的重要结论；

③工程设计施工应注意的问题；

④工程施工对环境的影响及防治措施的建议；

⑤其他相关问题及处置建议。

（2）岩土工程评价的重要结论应包括下列内容：

①场地稳定性评价；

②场地适宜性评价；

③场地地震效应评价；

④已有边坡稳定性评价及可能采用的边坡支护方式建议；

⑤土和水对建筑材料的腐蚀性；

⑥地基基础方案的建议：天然地基，持力层及基础形式建议；桩基础，桩型及桩端持力层建议；地基处理，地基处理方法建议；

⑦存在基坑工程时，支护方法及地下水控制措施建议；

⑧存在抗浮工程时，抗浮设防水位建议值及抗浮措施建议；

⑨季节性冻土地区应提供标准冻结深度；

⑩其他重要结论。

（3）完成任务情况的总体评价

①对已完成的工作进行总结，评价本次勘察任务的完成情况；

②对尚不具备现场勘探条件的勘探点，应明确下一步的工作要求，提出完成工作的条件，对确实无法满足工作条件的勘探点，应提出解决问题的方法和建议。

（4）对地质条件复杂的地段，应提出施工勘察、超前地质预报或专项勘察的建议。

（5）勘察单位应参与施工验槽，检验开挖揭露的地质条件与工程勘察报告的一致性。如有异常情况，应提出处理措施或修改设计的建议。