

北京市地方标准 DB

编 号：DB11/T xxxx—20xx

备案号：

地下结构工程抗浮勘察标准

Code for anti-floating geotechnical investigation of
underground structural engineering

（征求意见稿）

20xx-xx-xx 发布

20xx-xx-xx 实施

北京市规划和自然资源委员会
北京市市场监督管理局

联合发布

北京市地方标准

地下结构工程抗浮勘察标准

Code for anti-floating geotechnical investigation of
underground structural engineering

DB11/T xxxx—20xx

主编单位：北京市勘察设计院有限公司

批准部门：北京市规划和自然资源委员会

北京市市场监督管理局

实施日期：20xx 年 xx 月 xx 日

20xx 北京

前 言

为贯彻落实党的十九大精神，推动《北京城市总体规划（2016年-2035年）》实施，根据《北京市“十四五”时期城乡规划标准化工作规划》和北京市市场监督管理局《2023年北京市地方标准制定项目计划》（京市监发〔2023〕4号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

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 调查与勘探；5 抗浮设防水位；6 勘察评价与成果。

本标准由北京市规划和自然资源委员会、北京市市场监督管理局共同负责管理，由北京市规划和自然资源委员会归口并负责组织实施，北京市城乡规划标准化办公室负责日常管理，北京市勘察设计院有限公司负责具体技术内容的解释。（地址：北京市海淀区复兴门外羊坊店路15号，邮政编码：100038；电子邮箱：jishu@bgi.com.cn）

本标准执行过程中如有意见和建议，请寄送至北京市城乡规划标准化办公室，以供今后修订时参考。（电话：55595000，邮箱：bjbb3000@163.com）

本标准主编单位：北京市勘察设计院有限公司

本标准参编单位：建设综合勘察研究设计院有限公司

北京城建勘测设计研究院有限责任公司

中航勘察设计院有限公司

中兵勘察设计院有限公司

航天规划设计集团有限公司

北京市地质矿产勘察院

北京市工程地质研究所

北京市地质环境监测所

北京市水文总站

本标准主要起草人员：周宏磊 韩 煊 周载阳 李世民 李建光

梁 涛	李海军	白国营	刘 春	李厚恩
刘长青	侯东利	刘翠珠	黄 骁	王丽亚
王慧玲	吕京京	朱辉云	王军辉	王 鑫

本标准主要审查人员：

目 次

1 总 则.....	1
2 术语和符号.....	2
2.1 术语.....	2
2.2 符号.....	3
3 基本规定.....	4
4 调查与勘探.....	5
4.1 一般规定.....	5
4.2 区域资料搜集.....	5
4.3 工程水文地质调查与测绘.....	6
4.4 勘探与测试.....	7
5 抗浮设防水位.....	10
5.1 一般规定.....	10
5.2 工程水文地质条件分析.....	10
5.3 远期最高水位预测.....	10
5.4 抗浮设防水位确定.....	12
6 勘察评价与成果.....	14
附录 A 工程水文地质分区.....	16
附录 B 数值分析方法基本要求.....	19
附录 C 地下水高水位基准等值线图.....	22
附录 D 地下水历年高水位等值线图.....	24
本标准用词说明.....	25
引用标准名录.....	26
附：条文说明.....	26

CONTENTS

1	General Provisions	1
2	Terms and Symbols.....	2
2.1	Terms.....	2
2.2	Symbols.....	3
3	Basic Requirements	4
4	Survey and Exploration	5
4.1	General Requirements	5
4.2	Regional Data Collection.....	5
4.3	Engineering Hydrogeological Survey and Mapping.....	5
4.4	Exploration and Testing	7
5	Groundwater Level for Prevention of Up-floating	10
5.1	General Requirements	10
5.2	Engineering Hydrogeological Condition Analysis.....	10
5.3	Analysis of Highest Groundwater Level	10
5.4	Determination of Anti Floating Groundwater Level	12
6	Assessment and Reports	14
Appendix A	Engineering Hydrogeological Zoning	16
Appendix B	Basic Requirements for Numerical Analysis Methods	19
Appendix C	Contour Map of Reference High Groundwater Level.....	22
Appendix D	Contour Map of Recorded Highest Groundwater Level.....	24
	Explanation of Words Used in This Code	25
	List of Quoted Standards	26
	Addition:Explanation of Provisions.....	27

1 总 则

1.0.1 为在北京地区地下结构工程抗浮勘察工作中贯彻执行国家有关的技术经济与环境管理政策,做到技术先进,经济合理,保障安全 and 质量,保护生态环境,制定本标准。

1.0.2 本标准适用于北京地区新建、改(扩)建的建筑与市政基础设施工程勘察中针对地下结构抗浮设防水位确定所开展的资料搜集、调查与测绘、勘探与测试、分析评价等工作。

1.0.3 地下结构工程抗浮勘察工作应因地制宜、精心勘察、系统分析,提出安全可靠的勘察成果。

1.0.4 地下结构工程抗浮勘察,除应符合本标准外,尚应符合国家及北京市现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 抗浮设防水位 groundwater level for prevention of up-floating

抗浮评价计算所需要的、保证抗浮设防安全和经济合理的场地地下水设计水位。

2.1.2 工程抗浮勘察 geotechnical investigation for anti-floating

在岩土工程勘察工作阶段，针对抗浮设防水位确定开展资料搜集、调查与测绘、勘探与测试、分析评价等技术工作，并在勘察成果中提供抗浮设防水位、抗浮措施建议等。

2.1.3 工程水文地质 engineering hydrogeology

在建设工程的设计、施工和运营中，为保证工程安全和保护地下水资源和环境，预测和防治各种可能的工程风险和环境风险而开展的水文地质工作。

2.1.4 远期最高水位 predicted long term highest groundwater level

预测得到的场地在工程设计使用年限内地下水可能达到的最高水位。

2.1.5 地下水高水位基准 reference groundwater level

在因素叠加法中，用于确定远期最高水位的起算水位。

2.1.6 因素叠加法 groundwater level superposition method

在地下水高水位基准的基础上，叠加考虑工程在设计使用年限内主要影响因素对地下水水位的影响幅度，由此获得远期最高水位的方法。

2.1.7 历年高水位法 recorded highest groundwater level method

以长期观测所获得的地下水最高水位作为远期最高水位的方法。对缺乏地下水水位长期观测资料地区，可通过文献与现场调查访问和量测获取地下水最高水位信息。

2.1.8 数值分析法 numerical analysis method

采用有限单元法或有限差分法等离散化方法，求解数学模型微分方程近似解，对远期最高水位进行预测的方法。

2.1.9 地下结构工程抗浮 anti-floating of underground structure engineering

为使地下水的浮力作用不对地下结构的正常使用和承载能力产生不可接受

的不利影响而采取的工程措施。

2.1.10 抗浮措施 anti-floating measures

减小或控制地下水浮力所采取的工程技术措施。

2.2 符号

$H_{\max}$ —远期最高水位；

H_0 —地下水高水位基准；

H_R —地下水历年高水位；

Δh —地下水水位升幅；

η —区域水位升幅影响系数；

P —孔隙水压力；

γ_w —水的重度。

3 基本规定

3.0.1 地下结构工程在勘察设计阶段应进行抗浮勘察工作,提供地下结构工程抗浮设防水位建议,为抗浮稳定性分析以及相关设计提供依据。

3.0.2 工程抗浮勘察应结合项目的岩土工程勘察工作进行。当地下水条件复杂,或重大工程对抗浮有特殊要求,或为长线路工程时,宜开展专门性的抗浮勘察工作。工程抗浮勘察成果应纳入岩土工程勘察报告。

3.0.3 工程抗浮勘察应结合工程水文地质分区,开展调查与勘探、抗浮设防水位确定、抗浮评价与建议等工作,具体可根据评价要求开展下列工作:

- 1 搜集区域气候气象与水文资料、区域地质与水文地质资料、相关规划资料;
- 2 工程水文地质调查与测绘;
- 3 分层量测地下水水位,观测地下水水位动态,进行水压力测试和必要的水文地质试验;
- 4 分析区域地下水分布及水位动态规律、建设场地地下水赋存条件;
- 5 预测远期最高水位,提出抗浮设防水位及抗浮措施建议。

3.0.4 北京市平原区可分为 A0 区、A 区、B 区、C 区、D 区、E 区等 6 个工程水文地质分区。建设场地的工程水文地质分区应根据本标准附录 A 表 A.0.1 的分区特征,通过场地调查与勘探成果具体确定。对场地进行初步分区时,可按本标准附录 A 图 A.0.2 确定。

4 调查与勘探

4.1 一般规定

4.1.1 地下结构工程抗浮勘察宜先进行区域资料搜集、工程水文地质调查与测绘工作，划分建设场地所在的水文地质单元，并针对性地布置勘探与测试工作。

4.1.2 工程水文地质调查与测绘的范围和精度应能满足抗浮勘察评价的需要。

4.1.3 勘探与测试工作应结合岩土工程勘察开展。当建设场地缺乏地下水水位长期观测资料时，勘察期间宜建立专门的地下水观测孔，开展地下水水位观测，并提出地下水水位长期观测的建议。

4.2 区域资料搜集

4.2.1 区域资料搜集应包括区域气候气象资料、水文资料、地质资料、水文地质资料、相关规划资料等。

4.2.2 区域气候气象资料的搜集应包括下列内容：

- 1 降水量、蒸发量的季节变化及多年变化规律；
- 2 多年降水量平均值、最大年降水量、最小年降水量。

4.2.3 区域水文资料的搜集宜包括下列内容：

- 1 地表水的常年水位、最低水位、洪水位、流量及季节性变化和多年变化，丰水期和枯水期；
- 2 湖泊、湿地、水库、水闸和堤坝等工程情况；
- 3 地表水的利用和农田灌溉情况；
- 4 历史上的生态补水情况。

4.2.4 区域地质资料的搜集宜包括下列内容：

- 1 区域地形地貌；
- 2 区域地质构造；
- 3 区域地层岩性及其分布特征。

4.2.5 区域水文地质资料的搜集宜包括下列内容：

- 1 区域主要含水层、水文地质单元的划分情况；
- 2 地下水露头（井、泉）位置、类型、水量及季节性变化资料；

3 地下水的补给、径流、排泄条件及其与地表水的关系。

4 地下水资源开采、禁采和限采等情况。

4.2.6 相关规划资料的搜集宜包括下列内容：

1 区域的生态涵养及地下水资源规划资料；

2 城市用地规划与建设规划等。

4.3 工程水文地质调查与测绘

4.3.1 工程水文地质调查与测绘的范围应涵盖场地所在的水文地质单元。测绘的比例尺宜选用 1:500~1:2000，工程水文地质条件复杂时，比例尺宜适当放大。

4.3.2 工程水文地质调查观测线与测绘点的布置应符合下列规定：

1 沿地貌变化显著方向，垂直和平行河流、沟谷的方向；

2 沿埋藏条件复杂的含水层、含水带走向；

3 地表水系、含水层与隔水层或不同水文地质单元分界部位等。

4.3.3 地形地貌调查宜包括下列内容：

1 地形隆起突变、斜坡场地、低洼地带、临水场地等的起伏变化，并划分地貌单元；

2 地形变迁历史及场地填方、挖方情况。

4.3.4 地表水调查宜包括下列内容：

1 人工地表水体类型、岸坡及底部的衬砌和渗漏情况；

2 天然地表水体类型、切割深度及岸坡、底部物质组成情况；

3 地表水体的改道和变迁、季节性水量变化情况。

4.3.5 场地的地下水水位调查宜包括历年最高地下水水位、近 3~5 年最高地下水水位以及现状地下水水位、水位年动态变化规律等。当场地周边有泉水出露时，应实测泉水的流量和出露点高程。

4.3.6 当建设场地位于缓倾的冲洪积平原区时，现场调查宜包括下列内容：

1 场地周边地表水体分布、流量、衬砌及渗漏情况；

2 场地周边地下水赋存条件，地下水水位、流向及其季节和历史变化情况
等；

3 在区域地下水系统中，明确场地所处位置为补给区、径流区或排泄区，用于辅助判断场地室外地面标高相较自然地面抬升或降低对场地地下水水位的

影响；

4 场地周边地下水水位标高与地表水水位标高季节性变化，用于判断地下水与地表水水力联系；

5 可能对地下水流场产生影响的地铁、管廊、市政管道等密集线状地下结构的分布情况；

6 场地周边工程采用的抗浮设防水位及抗浮措施等；

7 既有改扩建项目尚应调查场地及周边设施渗漏水、建筑肥槽积水等情况。

4.3.7 当建设场地位于 E 区（延庆平原区）时，现场调查除本标准第 4.3.6 条的内容以外，尚宜调查建设场地上游的汇水面积、地下水分布特征，分析是否为淹没区、地下水溢出带、湿地公园及其影响。

4.3.8 当建设场地位于山前坡洪积扇地带时，现场调查宜包括下列内容：

1 第四纪堆积物的物质来源和岩性特点，山前河流的水文特征及其对山前坡洪积扇地下水的补给作用；

2 山前坡洪积扇的形态、分布范围、前后缘标高及地面标高的变化情况；

3 山麓至坡洪积扇前缘的岩性变化及垂直方向上多元结构的特征；

4 山前地带生活用水、农业用水及工业用水等水井的地下水水位、水量变化及季节性开采情况。

4.3.9 当建设场地位于山区时，现场调查应包括下列内容：

1 河道及阶地、冲沟及山间台地第四系地层的物质组成，粗粒、细粒土含量及赋水特性；

2 山区平缓地带的汇水面积、地下水分布特征；

3 山区斜坡地带坡面汇水面积、泄水通道及地下水分布特征；

4 山区最高洪水位及其发生时间周期、洪峰流量、淹没范围等；

5 挖方、填方工程引起的场地地形地貌、地表径流及地下径流等局部变化情况；

6 场地及其周边采矿巷道及积水情况。

4.4 勘探与测试

4.4.1 建设场地勘探应查明地下水分布条件和水位状况，并应符合下列要求：

1 遇地下水时应量测初见水位和稳定水位，多层地下水应分层量测水位；

2 稳定水位距初见水位量测的时间间隔按地层的渗透性确定，对砂土和碎石土，间隔时间不得少于 0.5h，对粉土和黏性土，不得少于 8h；

3 水位量测读数至厘米。

4.4.2 布置专门的地下水观测孔时，应符合下列要求：

1 地下水观测孔应分层设置；

2 建设场地每层地下水的观测孔数量不宜少于 3 个，当跨越不同水文地质单元或地下水水位变化较大时，数量应适当增加；

3 轨道交通、综合管廊、地下道路、输水隧道等线状工程，每 1000m 不宜少于 1 组观测孔；

4 应根据地下水分布条件及工程需要确定孔深及孔身结构，观测孔口径不宜小于 50mm，滤水管应置于观测目标含水层中；

5 观测孔成孔后应及时洗孔；

6 应采取观测孔保护措施。

4.4.3 利用地下水观测孔进行地下水水位量测应符合现行行业标准《城市地下水动态观测规程》CJJ 76 的规定，勘察期间地下水水位统一量测不应少于 2 次，统一量测宜在 2d 内完成。

4.4.4 当建设场地模型预测或抗浮评价需要时，应提供场地的水文地质参数。水文地质参数宜通过现场试验获取，测定方法应符合现行地方标准《城市建设工程地下水控制技术规范》DB11/ 1115 的规定。

4.4.5 当建设场地进行渗流分析评价需要时，可进行孔隙水压力测试，并应符合下列规定：

1 建设场地测试点的数量不宜少于 3 个；

2 测试点位置应根据地质条件和分析评价需要选定；

3 在平面上测试点宜沿着地层变化最大方向布设；

4 在深度方向上测点应根据地层结构布设，每隔 1m~2m 宜布设 1 个测点，每个主要土层不宜少于 1 个测试点；

4.4.6 应根据工程需要确定地下水水位观测频率和延续时间，长期观测宜采用远程自动水位观测设备，或与人工观测相结合。当采用人工观测时，观测频率应符合下列规定：

1 每 10d 观测 1 次；

- 2 雨季或受生态补水等因素影响水位急剧变化时，宜加密观测次数；
- 3 对傍河的观测孔，洪水期每日观测 1 次，从洪峰到来时起，宜每日早、中、晚各观测 1 次，并应延续至洪峰过后 48h 为止。

5 抗浮设防水位

5.1 一般规定

5.1.1 应依据调查与勘探成果、地下水水位观测资料，通过区域及场地的水文地质条件分析预测远期最高水位，结合工程特征及设计条件确定抗浮设防水位。

5.1.2 应根据场地所处的工程水文地质分区，选用历年高水位法、因素叠加法预测远期最高水位。当工程水文地质条件复杂时，宜采用数值分析方法，数值分析方法相关要求可按本标准附录 B 执行。

5.1.3 对于轨道交通、综合管廊、地下道路、输水隧道等线状地下结构，应根据沿线水文地质条件以及结构基底变化情况，分区分段预测地下水远期最高水位，确定抗浮设防水位。

5.2 工程水文地质条件分析

5.2.1 建设场地所处的区域水文地质条件分析宜包括下列内容：

- 1 区域地下水的埋藏、分布、补给、径流和排泄条件等；
- 2 区域各层地下水的水位动态规律及各层地下水间的水力联系；
- 3 区域气象、水文、地质条件等自然因素对区域地下水水位的影响；
- 4 地下水的开发利用、回渗补给等人类活动对区域地下水水位的影响。

5.2.2 建设场地的水文地质条件分析应包括下列内容：

- 1 场地地下水的埋藏、分布特征、与区域地下水的对应关系；
- 2 场地的工程水文地质分区，分布特征应按本标准附录 A 表 A.0.1 执行；
- 3 场地及周围地形或地层条件及其对场地地下水水位的影响；
- 4 周边地表水体与场地地下水的水力联系及其对地下水水位的影响；
- 5 周边建筑和市政基础设施等对场地地下水水位的影响。

5.3 远期最高水位预测

5.3.1 当建设场地位于平原区的 A、B、C 区时，可采用因素叠加法，按式 5.3.1 计算远期最高水位。

$$H_{\max} = H_0 + \Delta h_1 + \Delta h_2 \quad (\text{式 } 5.3.1)$$

式中 $H_{\max}$ —远期最高水位 (m)；

H_0 —地下水高水位基准 (m)，按照本标准第 5.3.2 条确定；

Δh_1 —区域水位升幅 (m)，考虑地形地貌、区域地质与水文地质条件、大气降水等自然因素和地下水的开采、回渗补给等人为因素综合影响的区域地下水水位升幅，按照 5.3.3 条确定；

Δh_2 —场地水位升幅 (m)，考虑场地及周边的地形改变、地表水体、地下水开采与回渗及建筑与市政基础设施等综合影响的场地地下水水位升幅，一般其取值不小于零。

5.3.2 地下水高水位基准 H_0 ，应取以下 3 种情况地下水水位的最高值：

1 按本标准“附录C 地下水高水位基准等值线图”获取的水位，其中A区水位可根据本标准图C.0.1 确定，B、C区水位可根据本标准图C.0.2 确定，当场地位于分区界限附近时，宜按场地确切的具体分区结合该分区的等值线资料分析确定；

2 勘察时建设场地近 3~5 年的最高水位；

3 勘察期间现场量测的最高水位。

5.3.3 区域水位升幅 Δh_1 应按式 5.3.3 确定：

$$\Delta h_1 = \eta(H_R - H_0) \quad (\text{式 } 5.3.3)$$

式中 H_R —地下水历年高水位，可按照本标准附录 D 确定，当场地搜集的水位资料高于附录 D 水位时，按搜集资料取值。当场地位于附录 D 范围以外时，宜通过搜集历年高水位时期的观测资料分析确定。

η —区域水位升幅影响系数，应综合分析区域地形地貌、区域地质与水文地质条件、大气降水等自然因素和地下水的开采、回渗补给等人为因素对区域地下水水位升幅的影响。当无场地经验时，可按表 5.3.3 确定。

表 5.3.3 区域水位升幅影响系数

工程水文地质分区	A 区	B 区	C 区
区域水位升幅影响系数 η	0.7~0.9	0.5~1.0	0.6~1.0

注：1. 当场地位于 A 区， $H_R - H_0$ 大于 10m 时 η 取高值，小于 5m 时 η 取低值，5~10m 时 η 内插取值；

2. 当场地位于 B 区、C 区， $H_R - H_0$ 大于 2m 时 η 取高值，小于 1m 时 η 取低值，1~2m 时 η 内插取值。

当场地地下水高水位基准 H_0 高于历年高水位 H_R 时, 区域水位升幅 Δh_1 取零。

5.3.4 当建设场地位于平原区的 D 区、E 区时, 可采用历年高水位法确定远期最高水位。

5.3.5 当建设场地位于平原区山前地带 (A0 区) 时, 应根据场地的调查勘探成果, 结合地形地貌特征、地表汇水情况、地下水补径排条件等, 确定远期最高水位。

5.3.6 当建设场地因挖填方等原因造成地形地貌或地层条件变化较大时, 应考虑外界条件变化对地表径流及地下水补给、径流、排泄条件的影响, 宜采用数值分析法预测远期最高水位。

5.3.7 当建设场地地势低洼且有可能发生淹没、浸水时, 其远期最高水位应根据地质条件、积水深度、内涝时间、积水下渗及场地周边设计地坪等因素确定, 并应符合下列规定:

- 1 当场地有地下水出露时, 远期最高水位取室外地坪与出露水头的高值;
- 2 当设计室外地坪标高高于周边地坪标高, 远期最高水位可取周边地坪标高;
- 3 当设计室外地坪标高低于周边地坪标高, 远期最高水位可取室外地坪标高以上 0.5m。

5.4 抗浮设防水位确定

5.4.1 当建设场地符合以下场地条件时, 抗浮设防水位宜按照场地远期最高水位取值:

- 1 场地位于平原区的 A0、A、D、E 区;
- 2 挖方、填方引起场地地形和地层条件改变;
- 3 场地地势低洼且有可能发生淹没、浸水。

5.4.2 当建设场地位于平原区的 B、C 区时, 抗浮设防水位的取值应符合下列规定:

- 1 抗浮设防水位可取远期最高水位;
- 2 当考虑地下结构基础埋置深度、地层渗透性等对抗浮设防水位影响时, 抗浮设防水位可按本标准附录 B.2 采用垂向一维渗流模拟方法确定。

5.4.3 当建设场地位于山区时，抗浮设防水位确定应考虑以下因素，且一般不宜低于室外地坪：

- 1** 含（隔）水层结构，岩体裂隙及溶蚀发育情况；
- 2** 地下水类型、埋藏和分布特征，勘察期间量测水位，场地和邻近区域历年高水位；
- 3** 大气降水、地表水与地下水的水力联系，场地排水条件；
- 4** 斜坡地带且场地标高随坡地变化较大时，应考虑坡地和场地地形条件对地下水位的影响，宜分区确定抗浮设防水位；
- 5** 山间阶地、台地邻近现状河道时，应分析河道最高洪水位与场地室外地坪关系，当高于室外地坪时，取最高洪水位为抗浮设防水位，当低于室外地坪时，可取室外地坪标高为抗浮设防水位。

6 勘察评价与成果

6.0.1 勘察评价应符合下列要求：

- 1 应根据可能影响地下水水位上升的各种因素分析抗浮设防水位；
- 2 对线状工程，当水文地质条件存在差异时，应分段进行分析评价；
- 3 对山区工程，应根据场地的补给和排泄条件，分析瞬时可能产生的抗浮问题，场地环境条件差异较大时，应分区进行分析评价。

6.0.2 当工程存在抗浮问题时，应按照下列规定提出相关的抗浮措施建议：

- 1 抗浮措施宜根据拟建项目上部结构及基础类型、抗浮稳定状态并结合可能采用的抗浮措施、对周边环境的影响、施工条件等因素进行技术经济比较后确定；
- 2 根据场地的水文地质条件及拟建项目设计条件，可单独选用一种抗浮措施，也可选用多种措施联合抵御地下水浮力；
- 3 当采用控制、减小地下水浮力作用效应的主动抗浮措施时，可考虑排水限压法、泄水限压法、隔水控压法等；
- 4 当采用抵抗地下水浮力作用效应的被动抗浮措施时，可考虑压重抗浮法、结构抗浮法、锚固抗浮法等；
- 5 肥槽回填材料应选择低渗透性材料，压实系数等参数应符合相关标准要求。

6.0.3 针对采用压重抗浮法、结构抗浮法等措施解决抗浮问题的工程项目，应提出施工期间采取必要措施保持干槽作业，以及停止地下水控制措施应满足的要求等建议。

6.0.4 勘察成果中应包括下列主要内容：

- 1 区域气象水文与水文地质条件；
- 2 建设场地近 3~5 年最高地下水水位和历年最高地下水水位，有地下水长期观测资料的，应对观测资料进行必要的分析；
- 3 勘察期间地下水水位、地下水类型及其动态变化规律和补给、径流、排泄条件，存在地表水的应评价地下水与地表水的水力联系；
- 4 地下水水位变化的影响因素及趋势分析；

- 5 未来场地地形变化情况以及场地排水条件；
- 6 工程活动引起场地地下水水位，地下水补给、径流、排泄等条件变化及对环境的影响评价；
- 7 提供抗浮设防水位建议值；
- 8 结合工程设计条件，提出抗浮措施建议，并提供抗浮措施设计和施工所需的相关岩土参数。

附录 A 工程水文地质分区

A.0.1 北京市平原区工程水文地质分区可按表 A.0.1 所列分区特征确定。

表 A.0.1 北京市平原区工程水文地质分区特征（自然地面下50m以浅）

分区	地形地貌	地层分布	地下水分布	水位动态	含水层厚度
A0 区	分布于山前各大冲洪积扇的上部，上游紧邻山区，汇水面积相对较小，地形稍有起伏，坡度一般在1%~5%左右。	含水层岩性主要为卵石、漂石、碎石及全风化、强风化基岩，表层黏性土层、粉土层一般厚度约5m。	地下水分布规律性差。	水位主要受地形地貌、大气降水影响，呈现季节性变化。	含水层厚度变化大。
A区	分布于山前各大冲洪积扇的顶部，上游为主河道，汇水面积大，地形基本平坦，平均坡度一般在1‰~5‰左右。	含水层岩性主要为砂卵石、砂砾石，表层黏性土层、粉土层一般厚度约5m。永定河及潮白河冲洪积扇的砂卵石层较厚。	一般分布1层地下水，地下水类型为潜水。	潜水水位受大气降水、人工开采影响显著，多年来变化较大。生态补水时，补水河道沿线地下水回升明显。	含水层厚度一般4m~46m。
B区	分布于各大冲洪积扇的中部，地形基本平坦，平均坡度一般在1‰~5‰左右。	浅层含水层岩性以粉土、粉细砂为主，比较薄；深层含水层岩性以砂卵石层为主，比较厚。	分布2~3层地下水。地下水类型为潜水、承压水，局部地区有上层滞水。	潜水水位多年来总体变化不大，水位受地表覆盖及管道渗漏影响；承压水水位受人为因素影响，多年来变化较大。	含水层单层厚度一般1m~20m，累计厚度在14m~27m。
C区	分布于各大冲洪积扇的中下部，地形平坦，平均坡度一般≤1‰。	浅层含水层岩性以粉土、粉细砂为主，夹薄层砂卵石；深层含水层岩性以细中砂为主，层数较多、较厚。温榆河及蓟运河冲洪积扇的砂层厚度较薄。	分布3~4层地下水。地下水类型为潜水、承压水，局部有上层滞水。	潜水水位多年来总体变化不大，水位受地表覆盖及管道渗漏影响；承压水水位受人为因素影响，多年来变化较大。	含水层单层厚度一般1m~26m，累计厚度16m~30m。
D区	分布于各大冲洪积扇的下部边缘，地形平坦，平均坡度一般≤1‰。	浅层含水层岩性以粉土、粉细砂为主，比较薄；深层含水层岩性以细中砂为主，层数较多、较厚。	分布3~5层地下水。地下水类型为潜水、承压水，局部有上层滞水。	潜水水位多年来总体变化不大；承压水水位与潜水动态规律基本一致。部分区域受施工降水影响水位变化大。	含水层单层厚度一般6m~10m，累计厚度可大于25m。

分区	地形地貌	地层分布	地下水分布	水位动态	含水层厚度
E区	主要指延庆平原区。由山区向山前冲洪积扇、山间平原过渡，地面坡度在1‰~5‰变化。	山前地带含水层主要为砂卵石、碎石层，表层黏性土层和粉土层厚度一般小于5m。自四周至平原区中部，含水层由碎石土层渐变为粉土层、砂土层为主，局部为含砂砾石层。	分布1~4层地下水，地下水类型为潜水、承压水。潜水水位埋深一般小于5m，承压水一般具有高承压水头，承压水水位局部接近潜水，甚至高出地面。	潜水水位多年来总体变化不大，承压水水位与潜水动态规律基本一致。	含水层厚度一般5~25m，含水层多呈透镜状分布。

注：1 北京市平原区 50m 深度内分布的地下水，按埋藏条件可分为上层滞水、潜水、承压水 3 类；

2 A0 区和 A 区潜水主要分布于地面以下 50m 深度内的砂卵石、砂砾石层中；B、C、D、E 区潜水主要分布于地面以下 10m 深度范围内的粉土、砂土层中，主要受大气降水和渗漏补给，部分区域受施工降水影响显著；

3 上层滞水主要分布在城区 10m 深度内的粉土、砂土和人工填土层中，该类型地下水主要接受大气降水和管线渗漏补给影响；

4 承压水主要分布在 B、C、D、E 区埋深 10m 以下的砂土、卵砾石层中，静止水位一般在含水层顶板以上呈承压状态，部分区域低于含水层顶板呈无压状态，其承压（无压）性随着地下水水位的升降变化而转化。

A.0.2 北京市工程水文地质分区应根据现场勘察确定，当进行初步分析时，可按图 A.0.2 确定。

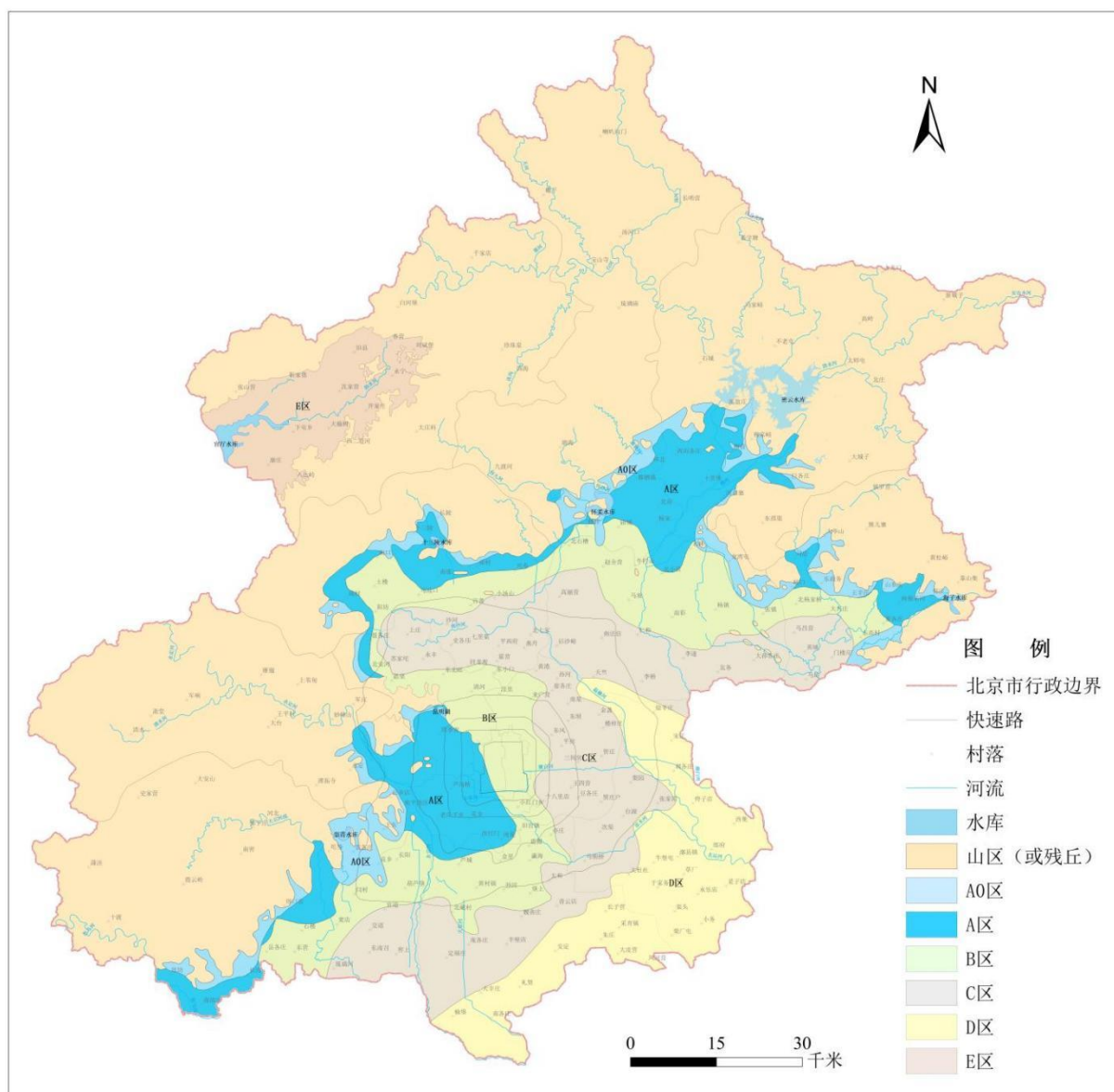


图 A.0.2 北京市工程水文地质分区图

附录 B 数值分析方法基本要求

B.1 平面二维和三维数值分析方法

B.1.1 对于复杂条件下区域含水系统或邻近边界含水层远期最高水位预测，可采用平面二维或三维数值分析方法。

B.1.2 数值分析工作一般应包括预测模型建模、模型识别、模型验证和水位预测等内容，预测模型应包括概念模型、数学物理模型和数值模型三部分。

B.1.3 概念模型应能客观全面地反映场地及区域水文地质条件，应根据数学物理模型建模的需要进行必要简化，并应符合下列要求：

1 模型范围的确定应确保有自然渗流边界，对于自然渗流边界以外的其他边界，可根据多年流场情况设为人工边界；人工边界类型宜以给定流量边界或混合边界为主；

2 模型的所有边界条件和源汇项应能充分反映对场地地下水水位动态有重要影响的各种自然和人为因素；

3 模型含水层的概化应充分反映场地及区域地下水分层情况；

4 模型中水文地质参数赋值应结合水文地质单元、垂向地层分布给出合理分区；

5 模型中源汇项应充分反映其时空变化规律。

B.1.4 数学物理模型应在概念模型基础上，充分考虑到模型求解的需要和便利，做到详略得当，并应符合下列要求：

1 宜建立三维渗流模型，当场地位于单一含水层或结构基底完全位于同一个独立含水层（系统）时，可建立平面二维渗流模型；

2 宜建立瞬态流模型，当模型有给定水头边界且其对地下水水位动态有重要影响时，可建立稳定流模型。

B.1.5 应根据数学物理模型复杂程度选择适宜的数值方法，根据水文地质条件复杂程度以及所掌握的资料详实程度确定数值模型剖分的精度；对于瞬态流模型，其时间步长的划分精度应能反映水位的年动态规律和预测精度的需要。

B.1.6 预测模型应进行模型及参数识别，并应符合以下要求：

1 模型识别前，应充分利用各种水文地质试验资料和地区经验进行模型参数初步赋值，可采用分区赋值或空间差值等方式；

2 对于稳定流模型识别，应选择相对稳定的同一时期气象水文资料和水文地质观测资料进行边界条件和源汇项赋值，然后进行渗流场验算；对于瞬态流模型识别，除了验算典型时刻地下水流场外，还应对典型位置的水位动态规律和典型水文周期的水均衡进行验算；

3 当上述验算结果与既有的观测数据和相关经验存在较大偏差时，应分析原因并进行模型及参数的修正与完善。

B.1.7 对于瞬态流模型，在资料充分条件下，还应进行模型验证，且应符合以下要求：

1 利用与模型识别阶段完全不同的气象水文和水文地质资料，进行典型时刻地下水流场、典型位置的水位动态规律和完整水文周期的水均衡验算；

2 当验算结果与既有的观测数据和相关经验存在较大偏差时，应综合模型识别和验证两个阶段验算情况，分析原因并对模型进行完善。

B.1.8 进行地下水远期最高水位预测时，应充分考虑地形条件、边界条件和源汇项等各种影响因素远期的变化趋势，利用通过识别和验证后的模型进行预测工作，且应符合以下要求：

1 对于稳定流模型，给定水头边界应按最不利条件赋值，给定流量边界和源汇项可按未来变化趋势的一般情况赋值；

2 对于瞬态流模型，远期水位预测时间长度的设置应满足能达到工程正常使用年限的 1.1 倍以上；初始条件应选用代表性时刻的水位观测数据；给定水头边界应按未来动态趋势实时赋值，给定流量边界和源汇项可按未来变化趋势的一般情况赋值；

3 当未来设计地形条件相对于现状将发生重大变化时，预测模型的地形应修改为设计地形。

B.2 垂向一维渗流模拟方法

B.2.1 垂向一维渗流模型预测应符合下列要求：

- 1 模型的上、下边界应根据场地勘察结果结合区域水文地质条件综合确定，原则上应确保上、下边界具有现状水位数据，且远期最高水位可预测；
- 2 一般情况可采用稳定流模型，特殊情况可根据需要采用瞬态流模型；
- 3 应利用上、下边界之间的其他含水层（若有）的水位或孔隙水压力数据进行模型的识别和完善；
- 4 应利用经过参数识别的垂向一维渗流模型，将上、下边界远期最高水位预测结果作为输入条件，进行上、下边界之间任一点的远期水头最大值预测；
- 5 应根据预测的水头垂向分布规律，分析基底标高处的水位或等效水位标高，以此作为抗浮设防水位建议值的依据。

B.2.2 当垂向一维渗流模型上、下边界之间全部为渗透系数均一的弱透水层时，弱透水层中任一点的水头高度最大值可采用以下简化方法预测：

$$h_{max}(z) = H_{1max} - (H_{1max} - H_{2max}) / (z_1 - z_2) \cdot (z_1 - z)$$

式中 $h_{max}(z)$ —标高 z 处的水头高度最大值预测结果（m）；

z —弱透水层中任意点的标高（m）；

H_{1max} —上边界远期最高水位标高（m）；

H_{2max} —下边界远期最高水位标高（m）；

z_1 —上边界位置标高（m）；

z_2 —下边界位置标高（m）。

B.2.3 当需要提供孔隙水压力分布曲线时，可利用取得的水头预测值，按下式计算孔隙水压力。

$$P_{max}(z) = \gamma_w \cdot [h_{max}(z) - z]$$

式中 $P_{max}(z)$ —标高 z 处的最大孔隙水压力预测值（kPa）；

γ_w —水的重度（kN/m³）；

$h_{max}(z)$ —标高 z 处的预测最大水头高度值（m）；

z —弱透水层中任意点的标高（m）。

附录 C 地下水高水位基准等值线图



图C.0.1 地下水高水位基准等值线图 (A区)

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/175210322244011310>