

雄安新区建筑基坑支护和地基基础选型的适应性分析

张雪健

中国雄安集团城市发展投资有限公司 河北 保定 071700

摘要: 根据雄安新区水文地质情况、规划建设标准和既有项目经验,做了建筑基坑支护和地基基础选型的适应性分析,供后续项目参考。

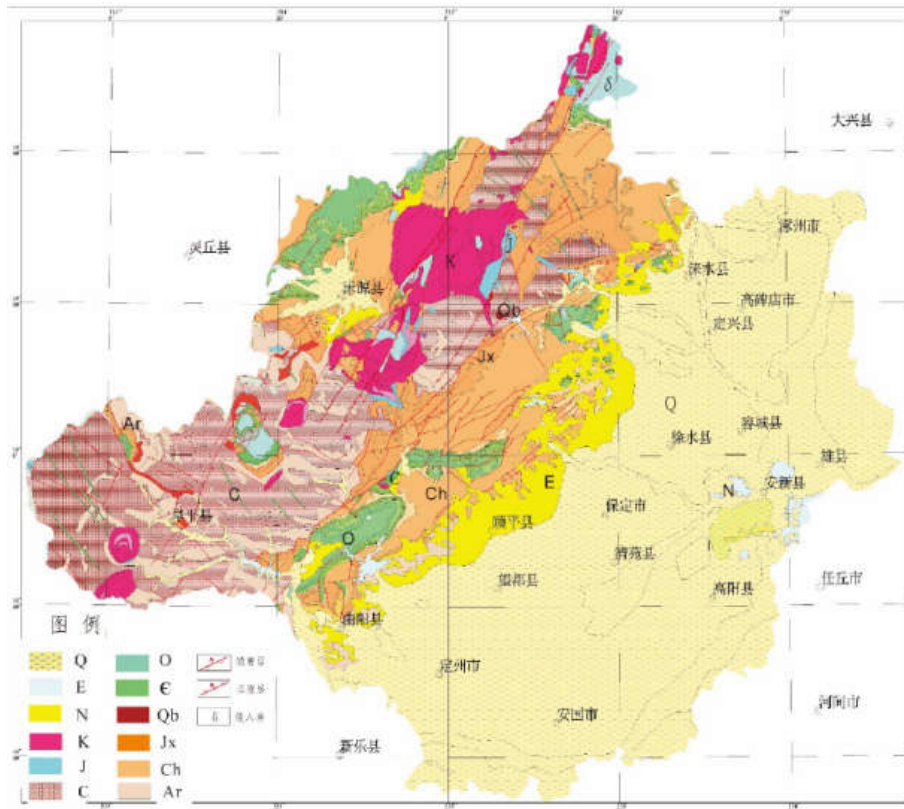
关键词: 雄安新区; 基坑支护; 地基基础

0 引言

雄安新区地处北京、天津、保定三角区域腹地,在京津冀区位中位置优势明显,交通较为便捷,地质条件稳定,生态环境良好,环境资源承载能力比较强,现有开发程度较低,发展空间很大,具备高起点高标准高质量开发建设的基本条件。^[1]目前,雄安新区容东片区已经基本建成,容西、雄东、昝岗等多个片区已经进入稳定开阶段,启动区、起步区部分重点项目正在有序建设。结合雄安新区规划要求和既有项目经验,总结建筑基坑支护和地基基础选型在本地区应用情况,为后续项目建设提供参考。

1 区位水文地质介绍

雄安新区大地构造板块处于冀中台陷,现代地质活动微弱,近千年来未发生过VI级及以上的地震灾害。全境内地势西北较高,向东南依次降低,地面高程多在5-26m,属堆积型平原地貌。第四系地层多以冲洪积、冲湖积、冲积为主,形成了较大厚度的松散覆盖层。地表以下100m内工程地质条件良好,但该区域也存在砂土液化、软弱土、地面沉降、地面裂缝、水土腐蚀性等5类不良地质作用。地下水类型以第四系松散岩类孔隙水为主,主要分为浅层地下水和深层地下水两大类,其中大部分地区浅层地下水的水位埋深在5-20m,单井涌水量在1000-3000立方/天。^[2]



图一 区域地质图



图二 保定平原河流图

雄安新区建筑基础所处地层主要以粉土、粉质黏土、粉细砂为主，以雄安新区容东片区某项目地质情况为例，主要参数取值如下。

主要岩土参数建议值一览表

地层编号	岩土名称	地基承载力特征值 f_{ak} (kPa)	土钉极限粘结强度标准值 q_{si} (kPa)	桩的极限侧阻力标准值 q_{sk} (kPa)	桩的极限端阻力标准值 q_{pk} (kPa)
① ₂	粉土素填土	/	10	/	/
② ₁	粉质黏土	100	30	30 (30)	/
② ₂	粉土	110	35	35 (40)	/
② ₄	粉质粘土	120	40	40 (45)	/
② ₅	粉土	130	40	45 (50)	/
② ₇	粉细砂	140	45	45 (50)	/
④ ₁	粉质粘土	150	45	50 (55)	/
④ ₂	粉土	160	55	55 (60)	/
④ ₄	粉细砂	180	55	40 (45)	/
⑤ ₁	粉细砂	220	/	65 (70)	800 (1500)
⑤ ₄	粉质黏土	160	/	55 (60)	550 (1100)
⑤ ₅	粉土	180	/	65 (70)	650 (1300)
⑥ ₁	粉质粘土	170	/	60 (65)	750 (1400)
⑥ ₂	粉土	200	/	65 (70)	800 (1500)
⑥ ₄	粉细砂	240	/	70 (75)	900 (2000)
⑦ ₁	粉细砂	250	/	70 (75)	1000 (2200)
⑦ ₄	粉质黏土	190	/	65 (70)	900 (1500)
⑦ ₅	粉土	200	/	70 (75)	950 (1600)
⑧ ₁	粉质黏土	210	/	70 (75)	1000 (1700)
⑧ ₂	粉土	220	/	75 (80)	1050 (1800)
⑧ ₄	粉细砂	260	/	/	/

续表:

地层编号	岩土名称	地基承载力特征值 f_{ak} (kPa)	土钉极限粘结强度标准值 q_{si} (kPa)	桩的极限侧阻力标准值 q_{sk} (kPa)	桩的极限端阻力标准值 q_{pk} (kPa)
⑨ ₁	粉细砂	270	/	/	/
⑨ ₄	粉质黏土	220	/	/	/
⑨ ₅	粉土	230	/	/	/

注：(1) 土钉土体与锚固体的极限粘结强度标准值 q_{sk} ，按照《建筑基坑支护技术规程》(JGJ 120-2012)相关要求提供，为一次常压灌浆施工工艺情况下的标准值，设计时应根据具体采用的设计条件、工程经验及施工工艺综合取值。

(2) 表中桩的极限侧阻力标准值 q_{sk} 及桩的极限端阻力标准值 q_{pk} 系根据《建筑桩基技术规范》(JGJ 94-2008)按泥浆护壁钻(冲)孔桩并结合工程经验提供，括号外参数为泥浆护壁钻(冲)孔桩参数，括号内参数为干作业钻孔桩参数。

2 其他背景介绍

雄安新区抗震基本设防烈度为Ⅷ度，学校、医院、生命线系统等关键设施按基本烈度Ⅷ度半抗震设防，应急指挥中心、避难建筑等城市要害系统按基本烈度Ⅸ度抗震设防。抗震设防烈度高于保定、石家庄等周边城市。

随着白洋淀治理和持续补水，根据正在施工和已完成项目的地下水位监测结果显示，雄安新区地下水位正在逐年上升。容东片区新建项目的抗浮设防水位取值普遍在绝对标高6.5m-9.5m区间，远远高于原三县建筑的抗浮设防水位。

3 建筑基坑支护

3.1 基坑支护形式介绍

3.1.1 放坡开挖

放坡开挖是一种最为经济、便捷、简单基坑开挖方法，适用于基坑深度较浅、周围建筑物不太密集的情况。在雄安新区，由于地质条件较好，地下水位较低，场地普遍开阔，周围建筑物少，因此在一些单层地下室的建设中放坡开挖得到了广泛应用。

目前在雄安新区部分项目中，有一些应用绿色装配式护坡的案例。绿色装配式边坡安装简洁快速、材料环保无污染，无需大型机具设施，可以减少安装人员数量，降低整体工程能耗，综合成本低，较于传统的挂网素喷坡面，是一种性价比很高的护坡形式。



图1 绿色装配式护坡图

3.1.2 土钉墙

土钉墙是一种经济性较高、施工简便、连接性能稳定可靠且工期短的基坑支护方式，它是以间距排列较密的土钉体作为主要受力构件，加固边坡原位土体，并较大限度地发挥土体自身强度的一种复合式挡土护坡结构。通过土钉和土体之间相互作用，边坡土体被加固成一个整体，提高了边坡整体稳定性。

3.1.3 PC工法桩

PC工法桩是由拉森钢板桩和钢管管组合的打入式基坑支挡结构，抗弯能力较强。将拉森板桩和钢管打入土体中，通过锁口相互连接咬合，形成连续的钢结构墙，可以阻挡水土。且工法桩往往与内支撑、锚索等配合使用，可以取得较好的支护左右。

3.1.4 搅拌桩

搅拌桩是一种通过机械将水泥与土搅拌形成水泥土桩，利用水泥当做固化剂的主剂，通过深层搅拌，在深部地基土中就地将软弱土层和固化剂强制拌和，产生一系列物理化学反应，使土体硬结成具有良好整体性、水稳定性和一定强度的完整桩体。搅拌桩往往在软弱土层中使用，在雄安新区几个项目应用表明，紧密土层中施工存在一定难度。

3.1.5 钻孔灌注桩

钻孔灌注桩是指通过钻孔或挖孔，在地基土中形成桩孔后放置钢筋笼后灌注混凝土而成。钻孔灌注桩适应性强、承载力高、工艺和技术成熟，可以实现任意长度的施工且无接头、材料造价高等特点。

3.2 基坑支护措施适应性评价

雄安地区工程地质条件良好，地下可见水位普遍较低，建筑的正负零设计标高普遍高于现状地面标高。根据场地情况和成本优先的原则，单层地下室基坑支护根据成本优先可选用放坡开挖、土钉墙、PC工法桩、钻孔灌注桩等支护形式。两层及以上深基坑工程，可采用分级放坡、桩+锚索、桩+内支撑等支护形式，同时根据地下水情况采用相应止水或排水措施。

若采用放坡开挖，应充分考虑回填土的压实措施，避免因工后沉降造成质量隐患。若采用锚索，应充分考虑对周边地块影响。

4 地基基础选型

4.1 CFG地基

4.1.1 CFG地基

CFG复合地基是由水泥、粉煤灰、砂子、碎石等加水拌和形成具有一定黏结强度和压缩性的半刚性桩体，桩、桩间土和褥垫层一起承力形成复合地基。

4.1.2 预制桩

预制桩的生产成本较低，配筋率比较小，空心桩直径小且比表面积大，单位体积的混凝土承载力很大，施工技术难度比较低。但由于存在挤土效应，预制桩施工过程中对周围环境影响较大，且往往会造成已施工桩体上浮。此外，在雄安已使用的项目中，存在较厚粉细砂层难以穿越的情况。

4.2 地基基础适应性评价

在雄安新区成立前，本地区建筑地基主要采用CFG处理。新区成立后，随着抗浮设防水位与抗震设防烈度提高，往往会出现抗浮、砂土液化等问题。可根据项目情况选用CFG、CFG+柱锤冲扩桩、预制桩、灌注桩等地基基础形式。选用柱锤冲扩桩时，需注意土层中是否含有大尺寸建筑垃圾、孤石等，并复核施工期地下水位，采取相应措施；选用预制桩时，需注意穿越粉细砂层的适用性，必要时可进行引孔；选用灌注桩时，根据桩长可采用长螺旋或旋挖钻等工艺进行施工，但均应保证钢筋笼定位质量。

结束语

以上为雄安新区已建项目建筑基坑支护和地基基础选型的选择和适用性分析，供后续项目建设参考。

参考文献

- [1] 河北雄安新区规划纲要 2018.04.21
- [2] 郝爱兵, 吴爱民, 马震, 柳富田, 夏雨波, 谢海澜, 林良俊, 王涛, 白耀楠, 张竞, 孟庆华. 雄安新区地上地下工程建设适宜性一体化评价[J]. 地球学报, 2018, (5): 513-522