

武汉市第三十九中学公共停车场项目

初步设计

(报批版)

(第一册)

初步设计说明



中国市政工程西北设计研究院有限公司
CSCEC AECOM CONSULTANTS CO., LTD

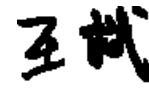
2023年03月

武汉市第三十九中学公共停车场项目

初步设计

(报批版)

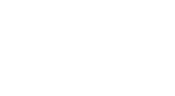
总 经 理: 初 黎 明 

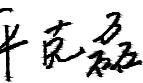
总 工 程 师: 王 斌 

审 定 人: 朱 安 静 

审 核 人: 张 毅 (建筑)  余永强 (结构) 

陈 凯 (电气)  姜 超 (排水)  李 恒 (道路) 

周 桓 (暖通)  杨 洪 (景观) 

项目总负责: 平 克 磊 

编 制 单 位: 中国市政工程西北设计研究院有限公司

证书等级: 工程设计综合资质甲级

证书编号: AW162001457-10/10

发证机关: 住建部

设计单位资质证书

工程设计综合资质甲级			
中国市政工程西北设计研究院有限公司			
甘肃省兰州市定西路459号			
1994年09月30日			
20000万元人民币			
916200002243468875			
有限责任公司（中外合资）			
AW162001457-10/10			
至2024年01月21日			
法定代表人	康旺儒	职 务	董事长
单 位 负 责 人	康旺儒	职 务	总经理
技术负责人	史春海	职称或执业资格	教授级高工
备注： 原发证日期：2009年07月19日 原资质证书编号：270005-sj, 270005-sy			
业 务 范 围			
工程设计综合资质甲级。 可承接各行业、各等级的建设工程设计业务。可从事资质证书许可范围内相应的建设工程总承包业务以及项目管理和相关的技术与管理服务。*****			
 发证机关：*(章) 2019年01月21日 No.AF0412802			



工 程 设 计
资 质 证 书

证书编号: AW162001457

有效 期: 至2024年01月21日

中华人民共和国住房和城乡建设部制

企业名称: 中国市政工程西北设计研究院有限公司

经济性质: 有限责任公司(中外合资)

资质等级: 工程设计综合资质甲级。

可承接各行业、各等级的建设工程设计业务。可从事资质证书许可范围内相应的建设工程总承包业务以及项目管理和相关的技术与管理服务。*****

发证机关:



No.AZ 0094199

武汉市武昌区发展和改革局文件

武昌发改建字〔2022〕169号

武昌区发改局关于武汉市第三十九中学公共停车场项目可行性研究报告（代项目建议书）的批复

区城市基础设施建设事务中心：

你单位报送的关于武汉市第三十九中学公共停车场项目可行性研究报告（代项目建议书）及相关文件收悉，根据可行性研究报告（代项目建议书）审查意见（湖北静哲工程造价咨询有限公司 鄂哲咨询〔2022〕第 041 号），经研究，同意该项目（项目代码：2211-420106-04-01-863239）可行性研究报告，现批复如下：

一、建设地点

武汉市武昌区首义路 116 号武汉市第三十九中学校内。

二、工程建设规模和主要建设内容

本项目总用地面积 18896.28 平方米，地下车库建筑面积 18692.18 平方米，地上建筑面积 204.1 平方米（主要为

车库疏散楼梯），地上运动场及活动场地恢复面积 10567 平方米。车位数量为 499 辆，配建 30%充电桩。主要建设内容包括地下停车场、操场（地下 2 层，无地上建筑）及学校大门改造。

三、工程估算及资金来源

本项目估算总投资 17,059.66 万元，其中工程费用 13,819.05 万元。资金来源为区城建资金。

四、招投标事项核准

工程建设项目招标实施方案核准意见详见附件。

请你单位按上述批复，抓紧办理相关审批手续，完成工程初步设计后报审。

- 附件： 1. 工程建设项目招标实施方案核准意见
2. 工程估算审核汇总表



送：区监察委、区财政局、区审计局

武昌区发展和改革局办公室 2022年11月9日印发
共印5份

1 概述

1.1 项目概况

1.1.1 项目名称、承办单位名称及项目性质

项目名称：武汉第三十九中学公共停车场项目；
承办单位：武昌区建设局；
项目性质：新建项目。

1.1.2 建设地址

本项目位于湖北省武汉市武昌区首义路 116 号，武汉市第三十九中学校内。

1.1.3 建设规模

本项目总用地面积 18896.28 平方米，地下车库建筑面积 16832.54 平方米，地上建筑面积 243.62 平方米，地上运动场及活动场地恢复面积 16550.67 平方米。车位数量为 500 辆。主要建设内容包括地下停车场、操场（地下 2 层，无地上建筑）及学校大门改造。

1.2 设计依据

1、《武汉市第三十九中学公共停车场项目可行性研究报告（代项目建议书）》（中国市政工程西北设计研究院有限公司，2022.10）；

2、《武昌区发改局关于武汉市第三十九中学公共停车场项目可行性研究报告（代项目建议书）的批复》，武昌发改建字【2022】169 号；

3、本项目岩土勘察报告；

4、1:500 地形图（dwg 格式）；

5、国家、湖北省和武汉市人民政府及其相关部门颁布的法律、法规和政策性文件。

1.3 工程范围及设计内容

本工程初步设计文件共三册：本册为第一册初步设计说明；第二册为公共停车场、室外工程及学校大门提升改造工程图纸，设计内容包括：建筑工程、结构工程、给排水工程、电气工程、暖通工程、景观工程、道路工程、交通工程、海绵工程等；第三册内容为工程概算。

初步设计分册情况如下，请详细阅读并配合使用。

武汉市第三十九中学公共停车场项目初步设计 分册一览表

分册名称	设计内容	所属分册
第一册	初步设计说明	★
第一部分 公共停车场	建筑工程	
	结构工程	
	给排水工程	
	电气工程	
	暖通工程	
	交通工程	
第二部分 室外工程	景观工程	
	道路工程	
	交通工程	
	电气工程	
	排水工程	
	海绵工程	
第三部分 学校大门提升改造	建筑工程	
	结构工程	
第三册 工程概算	工程概算	

1.4 可行性研究报告批复意见的执行情况

1.4.1 可行性研究批复内容

武昌区发改局关于武汉市第三十九中学公共停车场项目可行性研究报告（代项目建议书）的批复

区城市基础设施建设事务中心：

你单位报送的关于武汉市第三十九中学公共停车场项目可行性研究报告（代项目建议书）及相关文件收悉，根据可行性研究报告（代项目建议书）审查意见（湖北静哲工程造价咨询有限公司 鄂哲咨询〔2022〕第 041 号），经研究，同意该项目（项目代码：2211-420106-04-01-863239）可行性研究报告，现批复如下：

一、建设地点

武汉市武昌区首义路 116 号武汉市第三十九中学校内。

二、工程建设规模和主要建设内容

本项目总用地面积 18896.28 平方米，地下车库建筑面积 18692.18 平方米，地上建筑面积 204.1 平方米（主要为车库疏散楼梯），地上运动场及活动场地恢复面积 10567 平方米。车位数量为 499 辆，配建 30%充电桩。主要建设内容包括地下停车场、操场（地下 2 层，无地上建筑）及学校大门改造。

三、工程估算及资金来源

本项目估算总投资 17,059.66 万元，其中工程费用 13,819.05 万元。资金来源为区城建资金。

1.4.2 初步设计主要经济技术指标

项目	数值
总建筑面积	17076.16 m ²
地上建筑面积	243.62 m ²
地下建筑面积	16832.54 m ²
机动车停车位	500 个
普通停车位	460 个
其中 无障碍停车位	10 个
充电桩停车位	30 个

1.4.3 主要建设内容及建设规模数据对比一览表

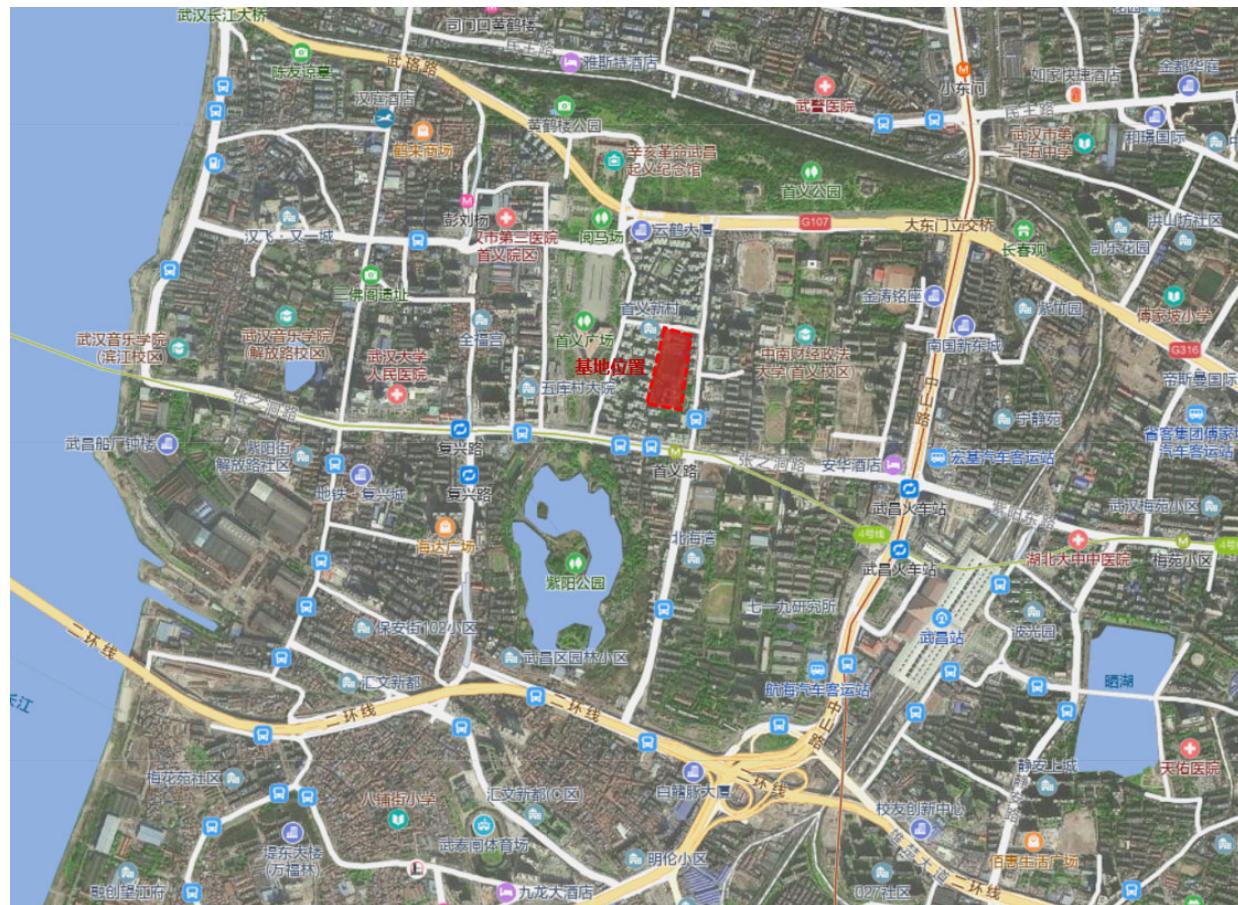
名称	数值		单位
	可研批复	初步设计	
总用地面积	18896.28	18896.28	m ²
总建筑面积	18896.28	17076.16	m ²
地上建筑面积	204.1	243.62	m ²
地下建筑面积	18692.18	16832.54	m ²
机动车停车位	499	500	个

可行性研究阶段地上建筑主要为车库疏散楼梯及大门改造。初步设计过程中经过优化设计，增加了花房、消防控制室等内容，故对项目经济技术指标进行调整。

1.5 项目建设地址及建设条件

1.5.1 地点与地理位置

本项目位于湖北省武汉市武昌区首义路 116 号，武汉市第三十九中学校内。



项目地理位置

1.5.2 用地性质

土地使用权属为区教育局，规划用地性质为教育用地。

1.5.3 场址现状

基地现状为学校操场。操场北侧有一个网球场，东侧为室外活动场地，高程高于操场 1.5 米到 2 米，南侧与教学楼衔接，西侧临长湖南路有一栋二层建筑，操场唯一出入口在操场东南角。

1.6 场址条件

1.6.1 位置区域

武汉市第三十九中学公共停车场项目位于武汉市武昌区首义路 116 号武汉市第十五中学内。场区内地势平缓，依勘探孔孔口高程，地面高程 26.86m~27.02m。地貌单元属剥蚀堆积垅岗状平原。

1.6.2 工程地质和水文地质条件

1、气象

武汉市属亚热带大陆性季风气候，具有四季分明、气候温和、雨量充沛的气候特征。冬夏温差大，历年 7 月份气温最高，平均气温为 28.8℃~31.4℃，极端最高气温 41.3℃(1934.8.10)，历年最低气温为 1 月，平均为 2.6℃~4.6℃，极端最低气温-18.1℃(1977 年 11 月 30 日)。每年 7、8、9 月为高温期，12 月至翌年 2 月为低温期，并有霜冻和降雪发生。多年平均降雨量 1204.5mm，最大年降雨量 2107.1mm，最大月降雨量为 820.1mm(1987.6)，最大日降雨量 317.4mm(1959.6.9)，最小年降雨量 575.9mm，降雨一般集中在 6~8 月，约占全年降雨量的 40%。年平均蒸发量为 1447.9mm。最大风速 27.9m/s(1956.3.6 和 1960.5.17)。多年平均雾日数 32.9 天。年平均绝对湿度为 16.4 毫巴，年平均相对湿度为 75.7%，湿度系数 $\Psi_w \approx 0.90$ ，大气影响深度 $da=3.0m$ ，大气影响急剧深度为 1.35m。

2、水文

武汉地区降水充沛，河流纵横，湖泊密布，为场区流水地貌、武汉市区内水系发育，长江、汉水横贯市区，将武汉“切割”成武汉三镇，两大水系支流有府河、滠水、长河、倒水及巡司河等。以长江和汉水对区内地下水动态、水质影响最为突出。市区内分布有众多大小不一的湖泊，对位于湖泊四周的建筑工程应高度重视地面水体的影响，拟建场区位于武珞路南侧，场地内地表水体不发育，项目最近处距离长江约 3.5km。

3、工程地质条件

在本次勘察深度范围内，根据地层岩性和工程地质特性，在钻探深度范围内场区地层自上而下可分为 9 大层：① 杂填土 (Q^{ml})；①₁ 淤泥 (Q_4^1)；②-1 淤泥质黏土 (Q_4^1)；②-2 淤泥质黏土 (Q_4^1)；③ 黏土 (Q_2^{al+pl})；④ 残积黏性土 (Q^{el+dl})；⑤ 粉质黏土夹粉土、粉砂 (Q_2^{al+pl})；⑥ 粉砂夹粉质黏土 (Q_2^{al+pl})；⑦ 黏质中粗砂 (Q_2^{al+pl})；⑧ 中风化石英岩状砂岩 (C_{lg+h})；⑨₁ 强风化泥质粉砂岩 (S)；⑨₂ 中风化泥质粉砂岩 (S)。

1) ① 杂填土 Q^{ml}

场地大部分地段分布，主要由黏性土、砖块、碎石、块石等建筑垃圾填筑而成，硬质物含量在 30% 以上，碎石块石主要成分为石英砂岩，堆积时间大于十年。

2) ①₁ 淤泥 Q_4^1

场地局部地段分布，混含少量植物根系、碎石、砖块，硬质物含量在 15% 左右，堆积时间大于 10 年。

3) ②₁淤泥质黏土 Q₄¹

场地局部地段分布，含少量腐殖质，有少许嗅味。

4) ②₂粉质黏土 Q₄^{a1+p1}

灰褐色，可塑，场地大部分分布，含少量高岭土团块及铁锰质氧化物结核，切面较光滑，干强度较高。

5) ③粉质黏土 Q₂^{a1+p1}

黄褐、红褐、褐黄色，稍湿，硬塑状，含少量铁锰质氧化物及大量高岭土条块，切面较光滑，干强度高，韧性强，中偏低压缩性，土质较均匀。

6) ④残积黏性土 Q^{e1+d1}

褐黄色，硬塑，场地大部分地段分布，含铁锰质氧化物结核，切面粗糙，有砂质感，局部夹有孤石，孤石为石英砂岩，主要成分为石英及方解石组成，层顶高程 9.10~9.80m，层厚 0.20~0.30m，直径约 10~50cm。

7) ⑤粉质黏土夹粉土、粉砂 Q₂^{a1+p1}

灰黄色，粉质黏土为可塑，粉土粉砂为稍密~中密，成份以粉质黏土为主，含云母、石英和铁锰氧化物，粉土、粉砂在层中呈无序分布。

8) ⑥粉砂夹粉质黏土

灰黄色，粉质黏土为可塑，粉土粉砂为稍密~中密，成份以粉砂为主，含云母、石英，粉质黏土在层中呈薄层状分布。

9) ⑦黏质中粗砂 Q₃^{a1+p1}

褐黄色，中密，全场分布，为长江古河道冲洪积物，黏粒成分约占 15~20%，砂粒主要为中粗砂，同时夹有约 15%~25% 的砾卵石，其中卵石一般粒径在 2~4cm 左右。局部夹有孤石，孤石为石英砂岩，主要成分为石英及方解石组成，层顶高程 36.40~43.90m，层厚 0.10~0.80m，直径约 10~50cm

10) ⑧中风化石英岩状砂岩 C₁g+h。

灰黄色，灰白色，坚硬，块状构造，裂隙发育，节理裂隙主要由泥质成分填充，钻进困难，取芯率约为 65%，岩芯多为碎块状，岩石属较硬岩，岩体完整程度为破碎，岩体基本质量等级为 IV。

11) ⑨₁强风化泥质粉砂岩 S

灰绿色，坚硬，层状构造，岩芯呈土柱状，手捏易碎，取芯率为 65% 左右，为极软岩，岩体基本质量等级为 V 级。

11) ⑨₂中风化泥质粉砂岩 S

灰绿色，坚硬，层状构造，泥质胶结，岩芯呈柱状，最大节长达 30cm，取芯率为 80% 左右，为

极软岩，岩体基本质量等级为 V 级。

4、水文地质条件

场地地下水主要为赋存于填土层中的上层滞水、孔隙承压水基岩裂隙水。

1) 上层滞水：主要赋存于①杂填土层中，水位不连续，无统一自由水面，其动态变化主要受大气降水垂直渗入补给和局部地表水侧向渗入补给，水量一般较小、雨季时水量较大，以蒸发和逐步下渗的方式排泄，勘察期间测得其上层滞水水位埋深为 0.60~3.50 米，相当于绝对标高 23.75~26.29m，年变化幅度约 1.00~2.00m。

2) 孔隙承压水：主要赋存于场地的⑥层粉砂夹粉质黏土及⑦层黏质中粗砂之中，与长江水力联系紧密。由于勘察期间位于枯水期，孔隙水水位位于砂层中，实际上属于层间无压孔隙水，当进入丰水期时，由于得到长江水力补给作用，孔隙水水位将上涨而具有承压性，勘察期间在 ZK6、ZK30 测得孔承压水水位位于原始地面下 9.35m、9.19m，地下水水位标高相当于绝对高程为 17.58、17.56m。据调查，拟建物场地地下承压水年平均水位变化幅度为 3.0m~4.0m，水位比较高的时间为 6~8 月。

3) 基岩裂隙水：勘察期间，在勘察深度内未见基岩岩溶裂隙水，故未能分层测得其水位，场地距长江约 1.6km，场地内基岩（岩溶）裂隙水与长江可能具有水力联系，其水量贫乏，主要接受上部上层滞水的入渗补给，基岩裂隙水主要径流通道为岩石的节理。对基础施工基本无影响。

地下水及场地土的腐蚀性评价：据调查，场区附近无污染源存在，场区内环境未受到污染，场地为 II 类地质环境、干湿交替、弱透水层地下水。场地内土对混凝土结构和钢筋混凝土结构中的钢筋均具有微腐蚀性。

4、场地地震效应

1) 抗震设防烈度

根据国家标准《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)(2016 年版)附录 A 与《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)附录 C，拟建场区位于武汉市武珞路中南路街道，场区设计地震分组为第一组，建筑抗震设防烈度为 6 度，II 类场地基本地震动峰值加速度为 0.05g，基本地震动加速度反应谱特征周期为 0.35s。

根据《建筑工程抗震设防分类标准》(GB50223-2008)规定，本工程抗震设防类别为丙类，属标准设防类。应按本地区抗震设防烈度确定其抗震措施及地震作用。

2) 建筑场地类别

根据本次勘察揭露地层及查阅附近地质资料，场区覆盖层厚度为 37.3~46.2m，等效剪切波速为 $155 \geq V_s > 190.8$ ，又据场地覆盖层厚度符合 $3 \leq dov \leq 50$ m 的条件，故判断如下：所在场区场地土类

型为中软土，为II类建筑场地，设计地震分组为第一组，场地地震动峰值加速度为 $0.05g$ ，特征周期为 $0.35s$ 。

3) 抗震地段的划分

拟建场地地形较开阔，场地土的类型主要为中软土、中硬土，部分为软弱土，场区内自然条件下无岩溶、滑坡、崩塌、地陷、地裂、泥石流等不良地质现象，属抗震一般地段。

(4) 地基液化判别

根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）中 4.3.1 条规定：饱和砂土和饱和粉土（不含黄土）的液化判别和地基处理，6 度时，一般情况下可不进行判别和处理。拟建场地属建筑抗震设防 6 度区，故基础设计时可不考虑饱和砂土液化。

5、不良地质作用及特殊岩土

1) 不良地质作用

根据区域资料，场地内无全新活动断裂通过；通过地面调查，场区无严重的不良地质作用和地质灾害，根据本次勘察揭露结合区域地质资料显示，拟建场地下伏基岩为志留系(S)坟头组泥质粉砂岩，属非可溶岩，在勘探深度范围内未发现有土洞等不良地质现象，场地不良地质作用不发育。

2) 特殊性岩土

拟建工程场地特殊性岩土主要为填土、软土等。

(1) 填土

本次勘察拟建场区揭露的填土类型主要为①₁层杂填土，堆填时间 10 年以上，具一定厚度。杂填土呈松散状态，夹碎石及黏性土及建筑垃圾；该填土层作为侧壁主要土层，其结构和力学性质均较差，不能直接作为拟建工程的地基持力层使用，应予以清除换填处理，作为基坑侧壁土层，其自稳定性极差，是影响坡体稳定的不利土层，应注意采取支护及隔水措施，在施工与设计过程中，注意其带来的不利影响。

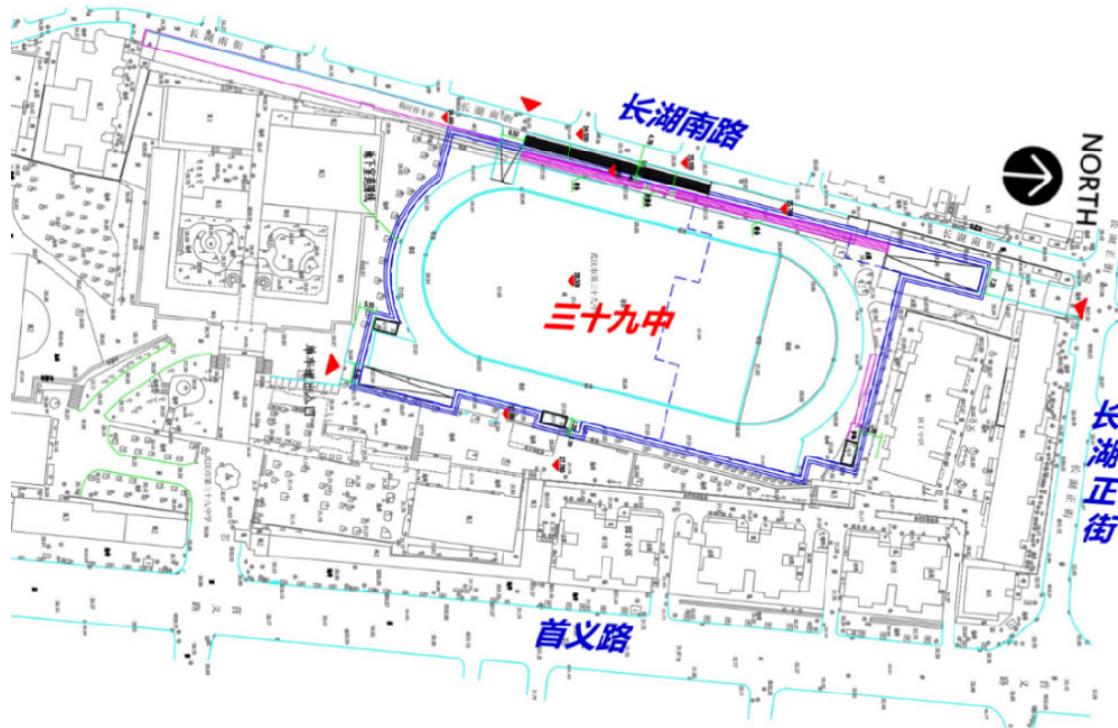
(2) 软土

场区分布的软土主要第①₂层淤泥、②₂淤泥质黏土，其地基承载力低，工程性质较差，强度增长缓慢，具有渗透性小、触变性大的特点，不能直接作为拟建工程的地基持力层使用，在工程建设时建议清除换填。作为基坑（槽）侧壁土层时，其自稳定性极差，必须做好加固与支护工作。

1.7 项目区域概况

1.7.1 学校周边道路现状

三十九中学周边主要市政道路有首义路、长湖正街和长湖南路。



区域道路分布图

1、首义路

首义路为南北走向，道路等级为城市支路，双向两车道，该段道路红线宽 20m，4m 人行道+2m 非机动车道+6m 机动车道（双向）+2m 非机动车道+2m 停车位+4m 人行道，路面为沥青混凝土，使用状况良好。



2、长湖正街

长湖正街为东西走向，道路等级为城市支路，双向两车道，该段道路红线宽 10m，2m 人行道+6m 机动车道（双向）+2m 人行道，路面为沥青混凝土，使用状况良好。



3、长湖南路

长湖南路为单向单车道，由南向北通行；道路等级为公共通道，该段道路路面宽约 4.8m，部分段落人行道缺失；路面为沥青混凝土，使用状况良好。



1.7.2 基础设施条件

武昌区首义路基础设施条件已十分完善，本案场址周边的供配电线路、给排水及供气供热管网、通讯网络等城市公共设施条件已基本完善，可完全满足本案的建设和运行需要。

1、供水条件

本项目水源由地方自来水公司供水管网供给，管径 DN200mm，供水压力 0.25MPa。该区域供水管网完善，供水能力充足，可满足项目建成后的用水需要。

2、排水条件

建设场地内排水系统采取雨、污水分流制，并与城区相应市政排水管网相连，项目建设中的排水沟管可方便与之连接，排水能力可以满足本项目排水需要。

3、电力、电信供应条件

项目供电电源由武昌区市政电网供给，电力充足，其能力可以满足用电需要。

区域内邮电通信业基础设施完善，服务质量优良，通讯方便快捷，通讯已实现了现代化。互联

网已全面覆盖，信息传输迅捷。通讯服务商有中国电信、中国移动、中国联通，其通讯网覆盖面广，宽带信息网络完善，实现了网络数字化、传输光纤化、业务信息化，本项目建设可方便接入，通讯条件极为便利。

4、防洪、防潮、防涝设施条件

本项目所在地武汉市主要洪水威胁来自长江，长江防洪由国家防汛部门统一管理。项目所在地有着完善的城市市政管网，场地积水通过场地内的排水系统直接进入城市市政管网。

5、环境保护条件

本项目对周围环境不产生污染，符合国家环境保护法规的要求。

1.7.3 工程地质情况

根据场址地勘情况，地下水对工程的影响较小。

根据《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)，《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223-2008，本工程建筑抗震设防烈度为 6 度，设计基本地震加速度值为 0.05g，设计地震分组为第一组。拟建建筑物抗震设防分类为标准设防类（乙类）。

建筑场地动力地质作用较弱，环境工程地质条件较复杂，场地稳定性较好，建筑场地及地基稳定，工程建设适宜性为适宜。

2 需求分析与建设规模

2.1 学校概况

武昌区第三十九中学位于武昌二环内，位于珞珈路南侧，学校是国家“十一五”重点课题试验学校、武昌区首批艺术特色学校和花园学校。学校占地总面积42000平方米，校园布局合理，配套设施齐全，有现代化的教学大楼1幢，行政办公楼、艺术楼各1幢，塑胶运动场1个，体育馆、学术报告厅、艺术厅、食堂和学生公寓各1所。学校现有36个教学班，在校学生1762人，教职工143人。

2.2 交通及停车现状分析

2.2.1 学校周边交通现状

项目周边主要市政道路有首义路、长湖正街、长湖南路和张之洞路，学校目前唯一的出入口大门位于首义路，仅供学校内部教职工出入，其余家长接送学生车流通过四周市政道路疏解并临时停靠。

其中长湖正街位于三十九中以北，东西走向，道路等级为城市支路，双向两车道，现状通行条件良好；道路未毗邻学校边界，但可通过拆除学校西北角羽毛球场及苗圃，打通学校与长湖正街的联系，该处具备设置地下停车场出入口的条件。

长湖南路位于三十九中以西，单向单车道通行，由南往北走向，道路等级为城市公共通道，现状通行条件良好；道路紧邻学校边界，具备设置地下停车场出入口条件。

首义路位于三十九中以东，南北走向，道路等级为城市支路，双向两车道，现状通行条件良好；首义路与学校间隔有园丁小区，除了现状大门出入口外，其余位置不具备开口条件。

张之洞路位于三十九中以南，东西走向，道路等级为城市次干路，双向六车道，现状通行条件较好；张之洞路红线边界距离学校围墙边界约100m，中间密集分布为老旧小区，无法直接从学校开口与道路联通。



2.2.2 学校内停车现状

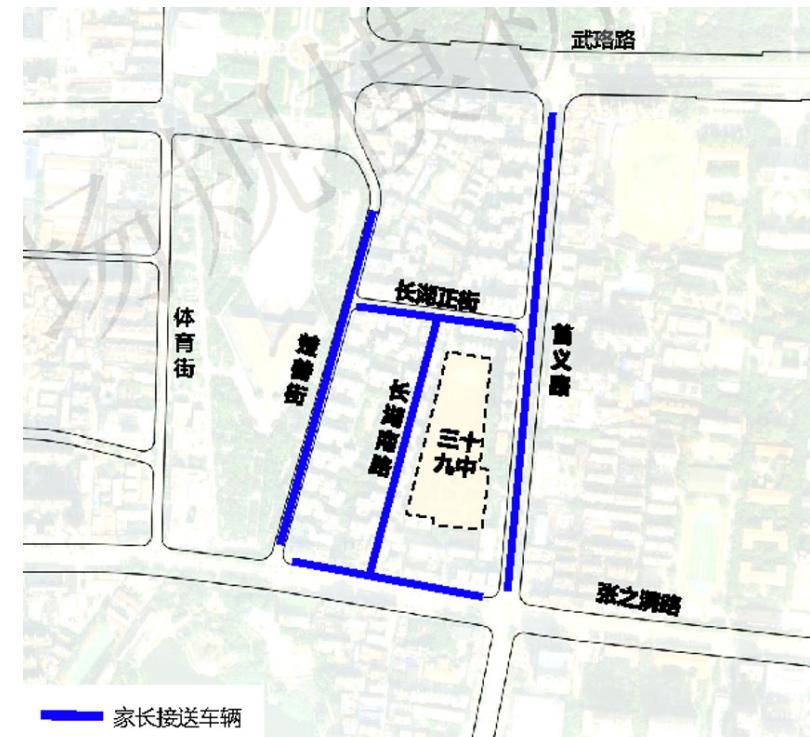
1、上下学期间交通特征

车辆接送情况：三十九中为高中，全校学生约1900个，周边布设地铁站与公交车站，总体公共交通出行比例相对较高，小汽车接送比例相应较低，其中家长开小汽车接送比例约占学生总数15%。

交通影响情况：家长接学生车辆不能进入学校，在学校大门外以首义路、张之洞路沿线临时停车等候。

晚5点至晚6点为城市车辆聚集高峰期。学校按照年级实行错时上学和放学，高一、高二晚7点放学，高三晚9点放学。聚集高峰期与城市晚高峰重叠度较低。

年级	班级(个)	错峰上下学时间	家长接送比例	高峰停车数(辆)
高一	12	上学：7:00~7:10 放学：19:00	15%	75 (7:00)
高二	12	上学：7:00~7:10 放学：19:00		55 (7:00)
高三	12	上学：7:00~7:10 放学：21:00		50 (7:00)



放学期间家长停车示意图

2、学校内部停车

目前校内车辆停车：通过正门进入后，从西侧坡道经过教学楼下层连接通道到达校内操场区域，操场区域共有划线车位32个。



学校内停车现状

2.2.3 学校周边道路停车现状

区域路边占道停车情况较为严重，区域内首义小区和园丁小区年份较早，停车泊位配建量不足，存在不同程度的停车缺口，停车供需不平衡。

路内停车分布：根据路内停车调查，区域白天停主要集中在首义路、楚善街等次干路上，划线的临时停车位基本被停满，部分车辆违规停放占用非机动车道和人行道；首义路和张之洞路沿线在放学早晚高峰有大量占道停放。

项目停车场服务范围内现状路边停车总量约为 216 个。



学校外周边道路停车现状

2.3 需求分析与建设规模

2.3.1 周边停车需求特征

- 1、周边住宅存在停车需求。项目周边的老旧小区建设时期久远，配建车位不足，存在停车缺口。
- 2、首义广场等景区距离近。项目西侧、北侧、南侧均建设有景区，存在一定的公共停车需求。
- 3、学校接送及职工停车需求。学校自身具有一定的停车需求，其中学生接送与教职工上下班需求尤为突出。
- 4、停车需求存在错峰。学校周边主要停车需求为学校、老 1 旧小区，不同的停车对象在停车高峰时间上存在错峰，学校集中于早晚高峰且持续时间相对较短，景区高峰时段集中于周末，老旧小区集中于夜间。



学校周边地块示意图

2.3.2 停车场规模测算

1、学校自身配建

依据《武汉市建设工程规划管理技术规定》（248号令）中学停车配建标准取5停车位/班。第三十九中学现状共设置36班，故项目自身需配建180个停车位，并在校址范围内设置2个地面校车位。经调研知教职工停车需求约160个，此需求由学校配建车位补足。

2、区域内学校接送产生停车缺口

本项目进行现场调研并综合考虑学校的具体情况，三十九中学生接送所产生停车缺口，则区域内停车需求为115个。

学生接送产生区域停车缺口	
类别	数量
学校接送停车需求	180
白天停车供应	65
白天停车缺口	115

3、总体停车规模

依据上述测算，项目自身需配建180个停车位，区域停车缺口为115个停车位，项目总

体停车规模为295个停车泊位（另在校址范围内设置2个地面校车位）。综合以上因素，以解决学校停车需求，建议公共停车场建设规模为295个。

4、周边需求车位

项目周边以住宅用地为主，包括首义小区等老旧小区，小区内部无划线泊位或者泊位较少，停车需求尤为突出，综合考虑周边地块的用地性质、老旧小区特征，由现场调研得出周边住宅停车需求约220个。

路边停车统计表		
周边道路	划线泊位数	实际停车数
首义路	65	68
张之洞路	0	51
楚善街	0	45
长湖正街	0	18
长湖南路	0	34

5、学校其他需求

学校现有一个300米跑道的塑胶操场，占地面积约10000平方米，因场地受限，操场周边缺少看台及雨阳棚。因操场周边场地有1到2米的高差，场地利用率不高。经与学校沟通，校方希望能在保留操场全部功能的同时，改善操场环境，增加看台及雨阳棚等基础设施，提高场地利用率。

2.3.3 拟建规模结论

拟建停车场主要服务学校及家长接送停车需求，依据《湖北省建设项目交通影响评价技术规范》(DB42/T685-2020)，以及周边路网承载力进行停车场规模的推算分析。高峰小时产生的到发交通可能造成周边路网的承载超负荷。结合项目业态特征及路网承载力极限值计算，推算出该项目停车场可建设的最大规模为480个停车位。

综上，建议本项目公共停车场建设规模为300-480个停车位，此规模主要解决学校产生的停车需求，同时缓解部分周边小区的停放需求。

2.4 功能定位

由于三十九中周边道路全天交通量较为饱和，早晚高峰经常出现车辆滞留通行缓慢，特别是上下学时间段接送学生车辆较多，使三十九中片沿线更加拥堵。为缓解三十九中片停车难问题，拟对三十九中学校操场进行复合利用，建设地下公共停车场。

第三十九中公共停车场功能定位为：以完善学校停车配套需求及学生接送功能为主，兼顾部分社会停车需求为辅。

3 主要技术标准及规范

3.1 主要技术标准

3.1.1 主要技术经济指标

停车场主要经济技术指标				
类别	单位	数量	备注	
总建筑面积	m ²	17076.16		
其中	地上建筑面积	m ²	243.62	
	地下建筑面积	m ²	16832.54	地下建筑面积不计容
机动车数量	辆	500		
其中	普通机动车位	辆	460	
	无障碍车位	辆	10	
	带充电桩机动车位	辆	30	

3.1.2 建筑主要技术标准

建筑层数	地下 2 层	建筑耐火等级	一级
建筑层高	3.9m	地下工程防水等级	一级
结构形式	框架	设计使用年限	50 年
抗震设防类别	标准设防类	抗震设防烈度	6 度

3.1.3 结构技术标准

- 1、建筑结构设计工作年限：建筑结构设计工作年限为 50 年，采用的设计基准期为 50 年。
- 2、建筑结构安全等级：建筑结构安全等级为二级，结构安全系数 1.0。
- 3、地基桩基设计等级：建筑桩基设计等级为甲级。
- 4、建筑抗震设防类别：本工程抗震设防类别为丙类，属标准设防类。
- 5、抗震设防烈度：场区设计地震分组为第一组，建筑抗震设防烈度为 6 度，场地类别为 II 类场地，基本地震动峰值加速度为 0.05g，基本地震动加速度反应谱特征周期为 0.35s。
- 6、主体结构类型及抗震等级：6 度区丙类钢筋混凝土地下结构，抗震等级不宜低于四级，本工程按四级。
- 7、地下工程防水等级：地下室防水类别为甲类，工程防水使用环境类别为 I 类，防水等级为

一级。

8、建筑防火分类及耐火等级：耐火等级为一级。

9、混凝土构件的环境类别

地下室与土壤接触的环境类别为二（b）类；

室内潮湿环境及地面以上露天环境：二 a 类。

10、钢筋混凝土构件裂缝控制等级：裂缝控制等级为三级，最大裂缝不大于 0.20mm，并不得贯通。

11、建筑抗浮工程设计等级：抗浮工程设计等级为甲级。抗浮设计水位按使用阶段场地地面标高取值，本项目场地较长且处于斜坡，按场地地面标高分段考虑结构抗浮水位。施工期抗浮稳定安全系数≥1.05，使用期抗浮稳定安全系数≥1.10。

12、砌体的施工质量控制等级：砌体施工质量控制等级不低于 B 级。

13、竖向变形控制

屋盖、楼盖及楼梯构件竖向挠度限值如下：

当 $l_0 < 7m$ 时： $l_0/200$ ；

当 $7m < l_0 \leq 9m$ 时： $l_0/250$ ；

当 $l_0 > 9m$ 时： $l_0/300$ 。

3.1.4 给排水技术标准

1、给水设计标准

根据《建筑给排水设计标准》（GB 50015-2019），停车场地面冲洗用水定额如下表：

建筑物名称	单位	生活用水定额 (L)		使用时数 (h)	最高日小时变化系数 Kh
		最高日	平均日		
停车库地面冲洗水	每平方米每次	2~3	2~3	6~8	1.0

2、排水设计标准

(1) 污水设计标准

本项目除地面冲洗外，无其他排水。故本次无污水设计。

(2) 雨水设计标准

①暴雨强度采用《武汉市暴雨强度公式及设计暴雨雨型》（DB4201/T641-2020）中强度公式：

$$q = \frac{1614[1 + 0.887 \lg p]}{(t + 11.23)^{0.658}} \quad (\text{L}/\text{ha} \cdot \text{s})$$

②设计暴雨重现期：学校采用 P=5 年，周边小区采用 P=3 年。

③降雨历时 $t=t_1+t_2$ (min)

其中， t_1 为地面集水时间， $t_1=10\text{min}$ ； t_2 为管内流行时间。

④流量公式 $Q = \Psi Fq$ (L/s)

其中： F 为汇水面积 (ha)，综合径流系数 $\Psi=0.6$ 。

3、消防给水设计标准

根据根据《建筑设计防火规范》(GB50016-2014) (2018 年版)、《消防给水及消火栓系统技术规范》(GB 50974-2014) 和《汽车库、修车库、停车场设计防火规范》(GB 50067-2014)，本项目为新建地下车库，车位总数为 500 个，为 I 型车库，室外消火栓设计流量为 20L/s。考虑现状教学楼今后改造可能，预留室内消火栓接入条件，室内消火栓设计流设计取 15L/s。消火栓系统火灾延续时间按 2 小时计。

本次设计地下车库全面设置（除不宜用水扑救区域外）自动喷水灭火系统。根据《自动喷水灭火系统设计规范》(GB50084-2017)，本项目自喷系统按中危险级 II 级进行设计。本次设计自喷系统设计流量采用 30L/s。自动喷水灭火系统火灾延续时间按 1 小时计。

3.1.5 电气技术标准

本工程车位总数为 500 个，含充电车位 30 个（远期充电桩位预留安装条件），为 I 类汽车库，其中消防水泵、火灾自动报警装置、消防风机、火灾应急照明、消防潜水泵等消防负荷为一级负荷，计算机系统及智能化系统用电等为二级负荷，其它用电负荷如车库照明、电动汽车充电桩等用电属于三级负荷。车库内行车道照度标准为 50lx，停车位照度标准为 30lx。

3.1.6 暖通空调技术标准

地下车库通风按换气次数 6 次/时计算。水泵房按 6 次/时计算。配电房按 12 次/时计算。

3.1.7 道路技术标准

长湖南路（长湖正街～楚善七巷）段道路拓宽改造：

- 1) 道路等级：公共通道（参照城市支路标准执行）；
- 2) 设计速度：15Km/h；
- 3) 车道数：双向 2 车道；
- 4) 路面设计轴载：BZZ-100；
- 5) 车辆荷载：城-B 级；
- 6) 交通等级：轻交通；

7) 净空：机动车道 $\geq 4.5\text{m}$ ，非机动车及人行道 $\geq 2.5\text{m}$ ；

8) 沥青混凝土路面结构设计基准期为 10 年；

9) 抗震设防标准：地震基本烈度 6 度，基本地震动峰值加速度为 0.05g。

3.1.8 基坑技术标准

根据本项目基坑开挖深度，结合地质资料及周边环境状况，本基坑工程重要性等级为一级。

3.2 采用设计规范

3.2.1 建筑设计规范

- 1、《建筑设计防火规范》(GB50016-2014) (2018 版)；
- 2、《民用建筑设计统一标准》(GB50352-2019)；
- 3、《公共建筑节能设计标准》(GB50189-2015)；
- 4、《建筑内部装修设计防火规范》(GB50222-95)；
- 5、《民用建筑工程室内环境污染控制规范》(GB 50325-2010)；
- 6、《中小学校设计规范》(GB 50099-2011)；
- 7、《车库建筑设计规范》(JGJ 100-2015)；
- 8、《汽车库、修车库、停车场设计防火规范》(GB50067-2014)；
- 9、《建筑与市政工程无障碍通用规范》(GB55019-2021)；
- 10、《建筑节能与可再生能源利用通用规范》(GB55020-2021)；
- 11、《建筑环境通用规范》(GB55016-2021)；
- 12、《安全防范工程通用规范》(GB55029-2022)；
- 13、《民用建筑通用规范》(GB55031-2022)；
- 14、《消防设施通用规范》(GB55036-2022)；
- 15、政府部门有关规定、设计任务书、各专业提供的设计资料。

3.2.2 结构设计规范

- 1、《工程结构通用规范》(GB 55001-2021)；
- 2、《建筑与市政工程抗震通用规范》(GB 55002-2021)；
- 3、《建筑与市政地基基础通用规范》(GB 55003-2021)；
- 4、《钢结构通用规范》(GB 55006-2021)；
- 5、《砌体结构通用规范》(GB 55007-2021)；
- 6、《混凝土结构通用规范》(GB 55008-2021)；

- 7、《建筑与市政工程无障碍通用规范》(GB 55019-2021)；
 8、《建筑与市政防水通用规范》(GB 55030-2022)；
 9、《民用建筑通用规范》(GB 55031-2022)；
 10、《建筑与市政工程施工质量控制通用规范》(GB 55032-2022)；
 11、《建筑结构可靠性设计统一标准》(GB 50068-2018)；
 12、《建筑结构荷载规范》(GB 50009-2012)；
 13、《建筑工程抗震设防分类标准》(GB 50223-2008)；
 14、《建筑抗震设计规范》(GB 50011-2010) 2016 年版；
 15、《建筑地基基础设计规范》(GB 50007-2011)；
 16、《高层建筑混凝土结构技术规范》(JGJ3-2010)；
 17、《混凝土结构设计规范》(GB 50010-2010) 2015 年版；
 18、《建筑桩基技术规范》(JGJ94-2008)；
 19、《建筑地基基础工程施工质量验收标准》(GB 50202-2018)；
 20、《建筑基桩检测技术规范》(JGJ106-2014)；
 21、《地下工程防水技术规范》(GB 50108-2008)；
 22、《混凝土结构耐久性设计规范》(GB/T50476-2019)；
 23、《建筑工程抗浮技术标准》(JGJ 476-2019)；
 24、《建筑地基检测技术规范》(JGJ 340-2015)；
 25、《建筑地基基础技术规范(湖北省地方标准)》(DB42/242-2014)；
 26、建筑工程设计文件编制深度规定(2016 年版) (建质[2016] 247)号；
 27、《中国地震动参数区划图》(GB 18306-2015)；
 28、《武汉市房屋建筑工程地基与基础若干问题技术规定》[2014]24 号文件；
 29、《市城建委关于执行《中国地震动参数区划图》等文件的补充通知》(武城建[2016]236 号)；
 30、中华人民共和国《工程建设标准强制性条文》(房屋建筑工程部分) 2013 年版。
- 5、《消防给水及消火栓系统技术规范》(GB50974-2014)；
 6、《自动喷水灭火系统设计规范》(GB50084-2017)；
 7、《消防设施通用规范》(GB55036-2022)；
 8、《自动喷水灭火系统施工及验收规范》(GB50261-2018)；
 9、《汽车库、修车库、停车场设计防火规范》(GB50067-2014)；
 10、《室外给水设计标准》(GB50013-2018)；
 11、《室外排水设计标准》(GB50014-2021)；
 12、《武汉市排水管网建设管理技术规程》(DB4201/T 649-2021)；
 13、《武汉市暴雨强度公式及设计暴雨雨型》(DB4201/T 641-2020)；
 14、《城乡排水工程项目规范》(GB 55027-2022)；
 15、《城市工程管线综合规划规范》(GB 50289-2016)；
 16、《混凝土和钢筋混凝土排水管》(GB/T 11836-2009)；
 17、《排水管道检查井悬挂式防坠落格板应用技术规程》(T/CECS 721-2020)；
 18、《检查井盖》(GB/T 23858-2009)；
 19、《铸铁检查井盖》(CJ/T511-2017)；
 20、《建筑机电工程抗震设计规范》(GB50981-2014)；
 21、《民用建筑节水设计标准》(GB50555-2010)；
 22、《公共建筑节能设计标准》(GB50189-2015)；
 23、《绿色建筑设计与工程验收标准》(DB42 / T1319-2021)；
 24、《建筑节能与可再生能源利用通用规范》(GB55015—2021)；
 25、《建筑给水排水与节水通用规范》(GB55020-2021)；
 26、《城镇给水排水技术规范》(GB50788-2012)；
 27、《湖北省绿色建筑省级认定技术条件》(试行)；
 28、中华人民共和国《工程建设标准强制性条文》(房屋建筑工程部分) 2013 年版；
 29、其它有关国家及地方的现行规程、规范及标准。

3.2.3 给排水设计规范

- 1、《建筑设计防火规范》(GB50016-2014) (2018 年版)；
 2、《建筑灭火器配置设计规范》(GB50140-2005)；
 3、《气体灭火系统设计规范》(GB50370-2005)；
 4、《建筑给水排水设计标准》(GB50015-2019)；

3.2.4 电气设计规范

- 1、《民用建筑电气设计标准》(GB 51348-2019)；
 2、《建筑设计防火规范》(GB50016-2014) (2018 年版)；
 3、《供配电系统设计规范》(GB50052-2009)；

- 4、《低压配电设计规范》(GB50054-2011)；
- 5、《通用用电设备配电设计规范》(GB50055-2011)；
- 6、《建筑照明设计标准》(GB50034-2013)；
- 7、《电力工程电缆设计标准》(GB50217-2018)；
- 8、《建筑物防雷设计规范》(GB50057-2010)；
- 9、《建筑物电子信息系统防雷技术规范》(GB50343-2012)；
- 10、《智能建筑设计标准》(GB50314-2015)；
- 11、《车库建筑设计规范》(JGJ 100-2015)；
- 12、《汽车库、修车库、停车场设计防火规范》(GB50067-2014)
- 13、《数据中心设计规范》(GB50174-2017)；
- 14、《公共建筑节能设计标准》(GB50189-2015)；
- 15、《综合布线系统工程设计规范》(GB50311-2016)；
- 16、《火灾自动报警系统设计规范》(GB50116-2013)；
- 17、《安全防范工程技术标准》(GB50348-2018)；
- 18、《出入口控制系统工程设计规范》(GB50396-2007)；
- 19、《民用闭路监视电视系统工程技术规范》(GB50198-2011)；
- 20、《视频安防监控系统工程设计规范》(GB50395-2007)；
- 21、《绿色建筑设计与工程验收标准》(DB42/T 1319-2017)；
- 22、《建筑工程设计文件编制深度规定》2016年版；
- 23、《建筑电气与智能化通用设计规范》(GB55024-2022)；
- 24、《20kV及以下变电所设计规范》(GB50053-2013)；
- 25、《建筑节能与可再生能源利用通用规范》(GB55015-2021)
- 26、《电力变压器能效限定值及能效等级》(GB20052-2020)；
- 27、《电动汽车分散充电设施工程技术标准》(GB/T51313-2018)；
- 28、《消防应急照明和疏散指示系统》(GB17945-2010)；
- 29、《消防应急照明和疏散指示系统技术标准》(GB51309-2018)；
- 30、《公共广播系统工程技术标准》(GB/T50526-2021)；
- 31、《联网型可视对讲系统技术要求》(GA/T678-2007)；
- 32、《建筑机电工程抗震设计规范》(GB50981-2014)

3.2.5 暖通与空调工程设计规范

- 1、《建筑设计防火规范》(GB50016-2014)(2018年版)；
- 2、《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》(GB50736-2012)；
- 3、《汽车库、修车库、停车场设计防火规范》(GB50067-2014)；
- 4、《通风与空调工程施工质量验收规范》(GB50243-2016)；
- 5、《建筑机电工程抗震设计规范》(GB50981-2014)；
- 6、《民用建筑绿色设计规范》(JGJ/T229-2010)；
- 7、《公共建筑节能设计标准》(GB50189-2015)；
- 8、《绿色建筑设计与工程验收标准》(DB42/T1319-2021)；
- 9、《建筑防烟排烟系统技术标准》(GB51251-2017)；
- 10、《中小学校设计规范》(GB50099-2011)；
- 11、《建筑与市政工程抗震通用规范》(GB55002-2021)；
- 12、《建筑节能与可再生资源利用通用规范》(GB55015-2021)。

3.2.6 道路设计规范

- 13、《城市道路交通工程项目规范》(GB55011-2021)；
- 14、《建筑与市政工程无障碍通用规范》(GB55019-2021)；
- 15、《建筑地基处理技术规范》(JGJ 79-2012)；
- 16、《建筑与市政地基基础通用规范》(GB 55003-2021)；
- 17、《城市道路工程设计规范》(CJJ37-2012)局部修订(2016年版)；
- 18、《城市道路路线设计规范》(CJJ 193-2012)；
- 19、《城市道路交叉口设计规程》(CJJ 152-2010)；
- 20、《城市道路路基设计规范》(CJJ 194-2013)；
- 21、《城镇道路路面设计规范》(CJJ 169-2012)；
- 22、《透水水泥混凝土路面技术规程》(CJJT 135-2009)；
- 23、《透水砖路面技术规程》(CJJ/T 188-2012)；
- 24、《无障碍设计规范》(GB50763-2012)；
- 25、《公路路基设计规范》(JTGD30-2015)；

3.2.7 交通设计规范

- 26、《城市道路交通标志和标线设置规范》(GB 51038-2015)；

- 27、《道路交通标志和标线》（GB 5768.1-2009、GB 5768.2-2022、GB 5768.3-2009）；
- 28、《城市道路交通设施设计规范》（GB 50688-2011）；
- 29、《机动车号牌图像自动识别技术规范》（GA/T833-2009）；
- 30、《道路交通事故违法行为图像取证技术规范》（GA/T832-2009）。
- 54、《砌体结构设计规范》 GB 50003-2011；
- 55、《中小学合成材料面层运动场地》 GB 36246-2018
- 56、《园林绿化木本苗》 CJ/T 24-2018；
- 57、《绿化种植土壤》 CJ/T340-2016。

3.2.8 基坑设计规范

- 31、《基坑工程技术规程》（DB42/T159-2012）；
- 32、《建筑基坑支护技术规程》（JGJ 120-2012）；
- 33、《复合土钉墙基坑支护技术规范》（GB 50739-2011）；
- 34、《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》（GB 50086-2015）；
- 35、《建筑桩基技术规范》（JGJ 94-2008）；
- 36、《建筑边坡工程技术规范》（GB 50330-2013）；
- 37、《工程结构通用规范》（GB55001-2021）；
- 38、《混凝土结构通用规范》（GB 55008-2021）；
- 39、《混凝土结构设计规范》（GB 50010-2010）（2015年版）；
- 40、《钢结构通用规范》（GB 55006-2021）；
- 41、《钢结构设计标准》（GB 50017-2017）；
- 42、《建筑工程基坑工程监测技术标准》（GB 50497-2019）；
- 43、《建筑与市政工程地下水控制技术规范》（JGJ 111-2016）；
- 44、《建筑深基坑工程施工安全技术规范》（JGJ 311-2013）；
- 45、《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB 50204-2015）；
- 46、《建筑地基基础工程施工质量验收标准》（GB 50202-2018）；
- 47、《建筑工程施工质量验收统一标准》（GB 50300-2013）；
- 48、《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》（住建部令第37号 2018版）；
- 49、《武汉市基坑工程设计文件编制规定》（WBJ-1-2014）。

3.2.9 景观设计规范

- 50、《武汉市城市绿化条例》2021年；
- 51、《园林绿化工程项目规范》GB55014-2021；
- 52、《工程结构可靠性设计统一标准》GB50153-2008；
- 53、《混凝土结构设计规范（2015年版）》 GB50010-2010；

4 总平面设计说明

4.1 规划设计原则

4.1.1 充分利用学校地下空间，解决停车难的需要。

近年来，随着生活水平的快速提高，校园专用车辆逐年增加，教职工私车也越来越多。学校地处市中心，用地有限，已无空间规划建设地面停车位。本项目相应政策，在学校操场下新建地下停车场，增加车位的同时，不影响地上功能使用，充分利用了地下空间，解决学校停车难的现状。

学校周边占道停车情况较为严重，区域内已建小区年份较早，停车泊位配建量不足，存在不同程度的停车缺口，停车供需不平衡。

4.1.2 因地制宜

综合考虑项目地块周边的建筑风貌等特点和规划用地周围的环境条件，适应交通流线并综合考虑通风、防灾、配建设施及管理要求。

4.1.3 贯彻以人为本思想

以人为本，以建设交通安全、顺畅为规划目标，创造一个布局合理、交通方便的地下停车场。

4.1.4 坚持可持续发展思想

注重交通安全顺畅，全面体现可持续发展思想，把智能化、低碳化和新能源作为规划设计、建筑设计的基本出发点和最终目的。

4.1.5 强调环境与建筑，单体与群体，空间与实体的整合性

强调与周边建筑、空间与实体的整合性。注重停车场与学校环境的协调。建筑体现地方风格、突出个性，群体建筑与空间层次在协调中求变化。公共活动空间的环境设计，注重处理建筑、道路、绿地及其与人之间活动的相互关系。

4.1.6 新观念、新技术、新材料与传统居住生活要求结合

努力将新观念、新技术、新材料与传统的交通配套要求有机地结合，提高停车功能质量和环境水平，为居民提供舒适、安全、经济、科学、超前的现代交通空间。

4.2 规划依据

4.2.1 法律及相关规划

- 1、《中华人民共和国城乡规划法》（2008）
- 2、《城市规划编制办法》（建设部 2005年146 号令）
- 3、《城市公共停车场工程项目建设标准》（建标 128-2010）
- 4、《关于进一步完善城市停车场规划建设及用地政策的通知》（建城(2016)193号）

4.2.2 行业规范及标准

- 1、《民用建筑设计统一标准》 GB 50352-2019
- 2、《建筑地基基础设计规范》 GB 50007-2011
- 3、《建筑设计防火规范》 GB50016-2014（2018年版）
- 4、《建筑物防雷设计规范》 GB 50057-2010
- 5、《建筑内部装修设计防火规范》 GB50222-2017
- 6、《建筑灭火器配置设计规范》 GB50140-2005
- 7、《绿色建筑评价标准》 GB/T 50378-2014
- 8、《无障碍设计规范》 GB50763-2012
- 9、《城乡建设用地竖向规划规范》（CJJ 83-2016）
- 10、《汽车库、修车库、停车场设计防火规范》 GB50067-2014
- 11、《车库建筑设计规范》 JGJ100-2015
- 12、《电动汽车分散充电设施工程技术标准》 GBT 51313-2018

4.3 规划理念

- 1、贯彻“以人为本”的设计思想。

把交通安全、便捷、有效作为本次设计的根本出发点，将营造一个智能、舒适、便捷、安全的公共停车场作为最终目标。

2、本项目以车库为主体，建筑南北朝向布置，地下一层供学校使用，设有通往学校的下沉空间；地下二层供社会车辆使用。

3、增加“三新”技术及高科技含量，努力将新观念、新技术、新材料与空间有机结合，提高建筑的功能质量和环境水平，为使用者提供舒适、安全、经济、科学、超前的现代化建筑空间。

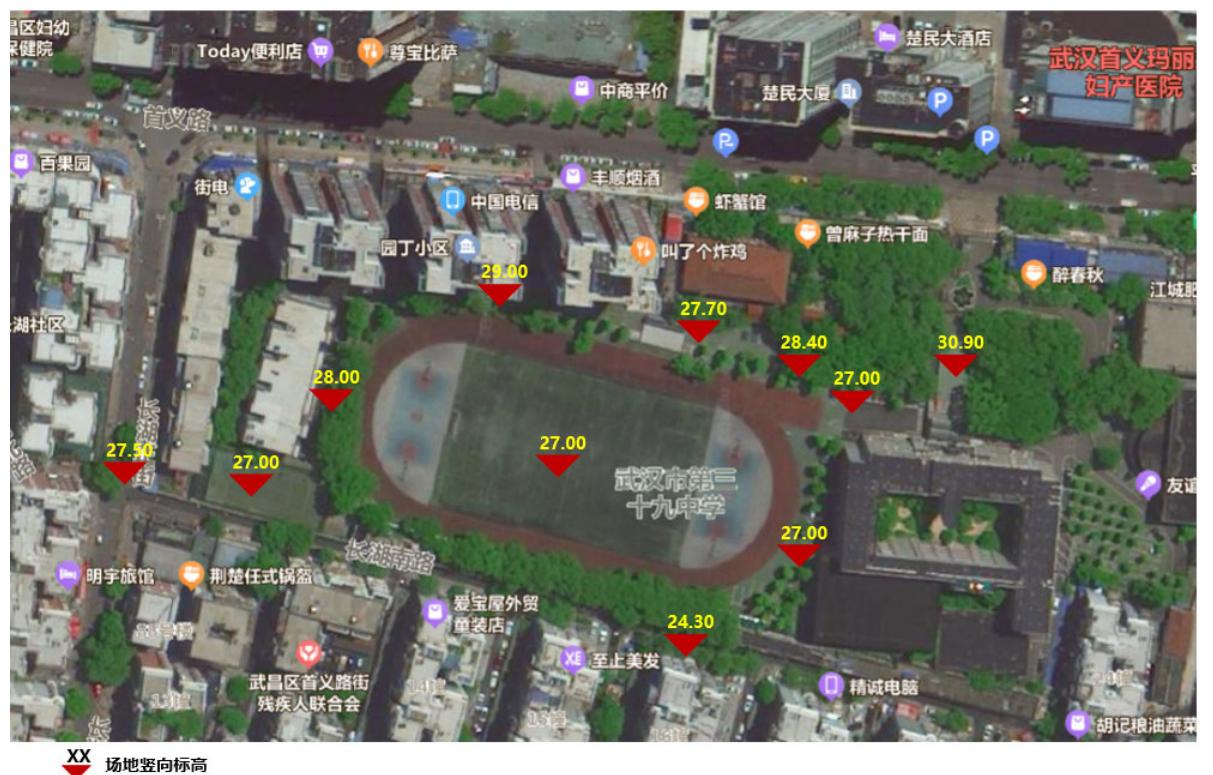
4.4 规划布局

项目地块规划净用地面积 18896.28 m^2 ，北侧为长湖正街，东侧为园丁小区，西侧为长湖南路，南侧为学校教学楼。规划布置 1 栋地下 2 层的停车场。建筑与道路、红线的距离满足城市规划相关规定要求，与南侧教学楼的安全距离满足《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018 年版）的相关要求。

4.5 竖向设计

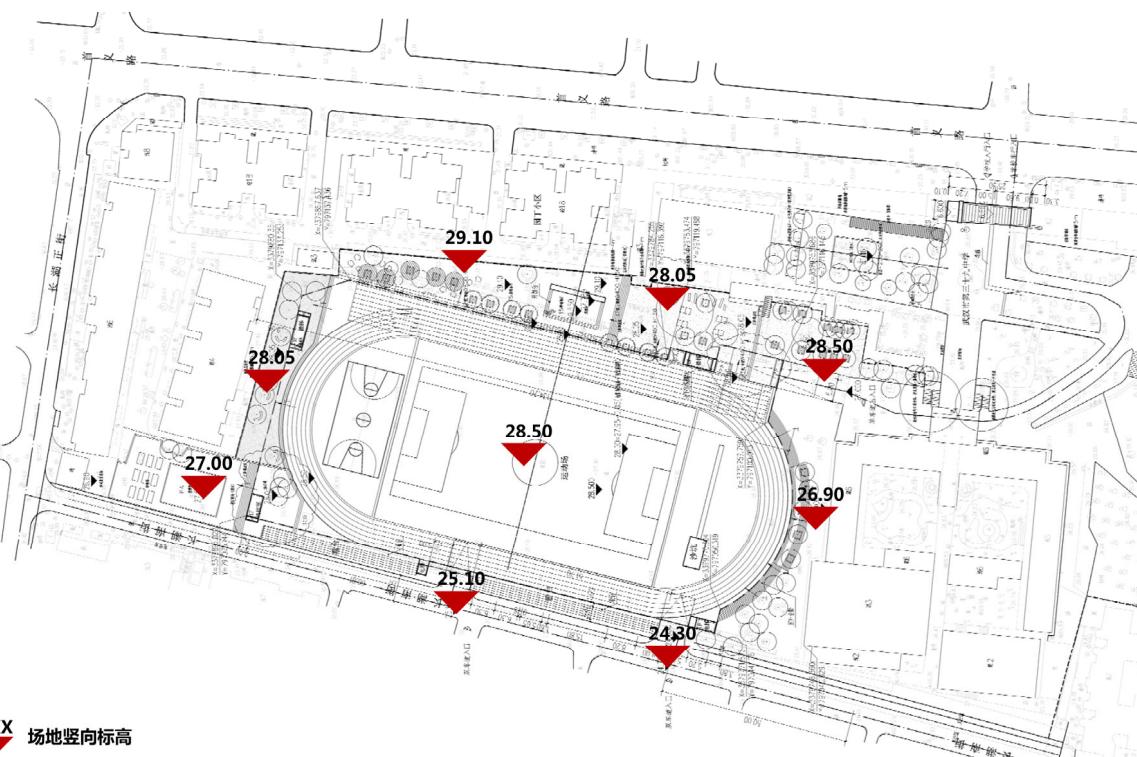
4.5.1 现状高程

学校操场现状高程为 27.00 左右，比周边场地低 1-2 米。操场西侧长湖南路北高南低，最低点比操场高程低约 2.7 米，最高处与操场高程一致。操场北侧现状地面高程为 28.00，南侧为 27.00，东侧活动场地高程变化较多，为 27.70-29.00。



4.5.2 设计高程

结合停车场出入口位置的高程利用，以及与周边地形的协调，将停车场顶板抬高，恢复运动场之后的场地标高为 28.50，减小了与东侧活动场地的高差，且使车库出入口坡道大幅缩短，有效节省建筑空间及车辆进出流线。



4.5.3 场地排水

室外运动场跑道排水以场地设坡排水为主，场地轴线向两边坡。运动场排水坡度为 0.2%，坡向操场边沟。操场边沟为环形沟，收集场地排水后排至校区现有雨水管道系统。

4.6 交通组织方案

4.6.1 项目周边道路条件

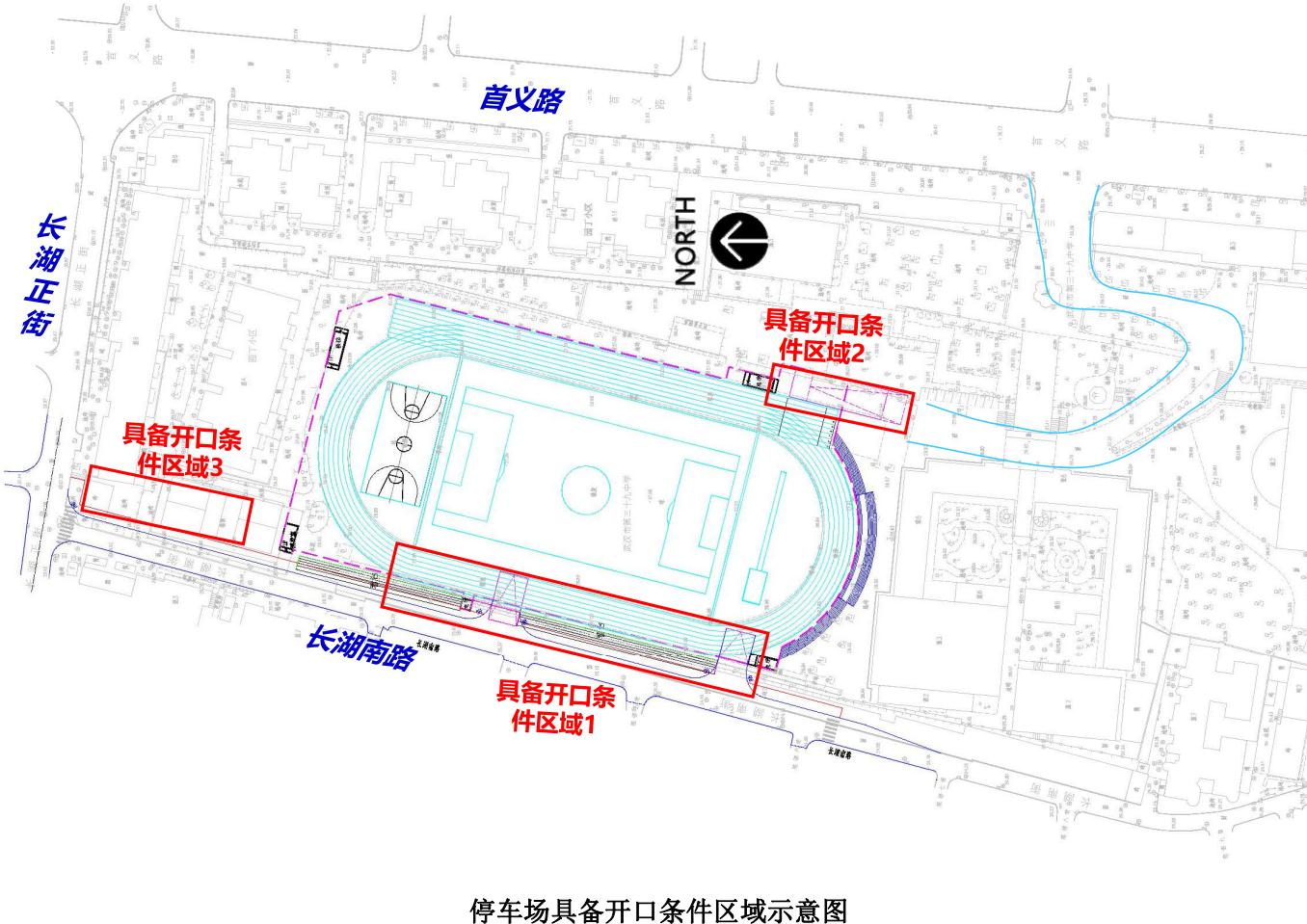
1、周边道路条件不佳

项目周边老旧小区内外宅前路繁多、交通复杂，道路条件不佳。其中北侧长湖正街有一定坡度，且与三十九中操场区域存在高差；长湖南路位于学校与西侧首义小区之间，由南向北单向通行，道路宽度约 5m 的单车道，行驶不便；首义路需通过学校地面层再通往地下停车场，人车未分流，对外开放无法保证校内安全。

② 停车场出入口设置困难

三十九中四周环绕着老旧小区，不能与四周道路直接衔接，目前内部车辆由学校正门的首义路进入学校内部。

结论：仅长湖正街与长湖南路交叉口附近和学校西侧长湖南路上具备设置停车场地下出入口的条件；停车场朝首义路的开口，因人车未分流，不适合对外。

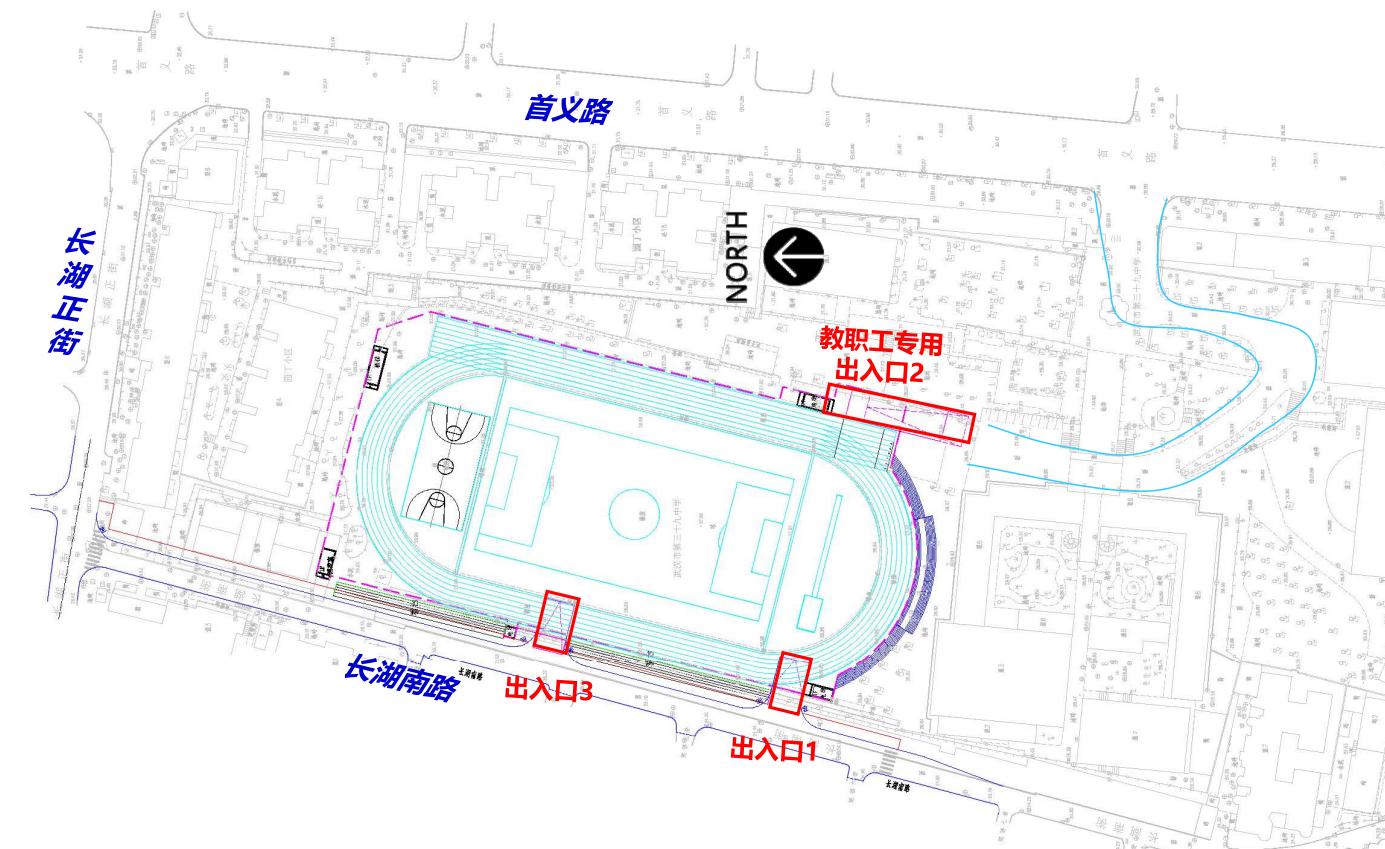


停车场具备开口条件区域示意图

4.6.2 停车场出入口设置情况

结合学校周边道路的交通情况和老旧小区环绕的外部条件，本次初步设计共设置 3 处出入口，具体如下：

于学校西侧长湖南路设置 1# 和 3# 出入口，学校东侧首义路原大门通道 2# 出入口保留；长湖南路校门前段由单向单车道改造为双向双车道。



出入口设置示意图

4.6.3 停车场出入口方案论证

1、取消长湖正街出入口设置

本次初步设计出入口方案相对可研方案，取消了长湖正街的出入口，因该处出入口位于多叉路口处，交通流线冲突点多，放学高峰期易造成长湖正街的拥堵，存在一定安全隐患，故取消了该处出入口设置。

2、教职工专用出入口设置

本项目停车对象为学校教职工车辆、接送学生车辆和社会停车。

学校东侧首义路原大门通道的 2# 出入口予以保留，该出入口须先进入学校内部，再通往地下停车场，对外开放无法保证校内安全，因此将该出入口仅作为教职工专用。

3、长湖南路出入口设置

本次初步设计在长湖南路设置 1# 和 3# 出入口，供接送学生车辆和社会车辆进出。

学校西侧长湖南路现状为由南向北行驶的单向单车道，通行能力较差。长湖南路南段（与张之洞路交叉口段）为首义小区与法苑小区之间的巷道，宽仅 4.2m，车辆乱停占道的现象较严重，因此通过张之洞路转换至长湖南路，再通往学校地下停车场的入口条件较差。



现状张之洞路与长湖南路交叉口

为提高长湖南路的通行能力，保证了通往学校地下停车场较好的入口条件，同时为避免学校西北区域车辆绕行，增加学校周边路网压力，拟拆除学校操场西侧一排2层楼房，将长湖南路局部路段拓宽为双向双车道。

地下停车场根据教职工车辆、接学生车辆和社会车辆的停车需求类型进行功能分区，-1层停放教职工车辆和接送学生车辆，-2层停放社会车辆，为保证接送学生车辆与社会车辆区分开，同时为增加消防疏散能力，长湖南街设置了两处出入口。

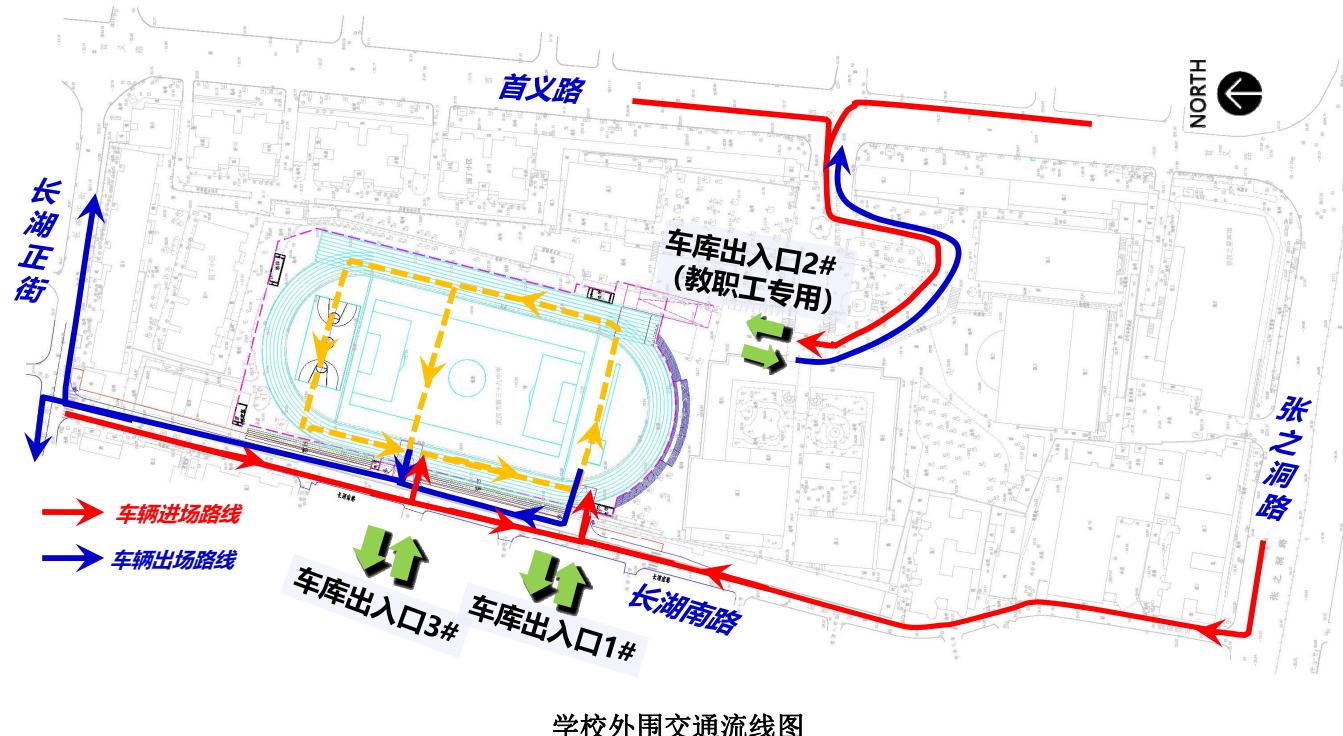
4.6.4 停车场外围交通组织设计

三十九中地下停车场根据教职工车辆、接学生放学车辆和社会车辆的停车需求类型进行功能分区，具体交通流线如下：

学校教职工车辆：由2#出入口进出，该出入口仅限学校内部教职工通行，进场车流线为：首义路→学校内部道路→地下停车场-1层。

接学生的车辆：由长湖南路1#出入口进出，进场车流线为：长湖正街→长湖南路→地下停车场-1层或张之洞路→长湖南路→地下停车场-1层。

社会车辆：由长湖南路3#出入口进出，进场车流线为：长湖正街→长湖南路→地下停车场-2层。



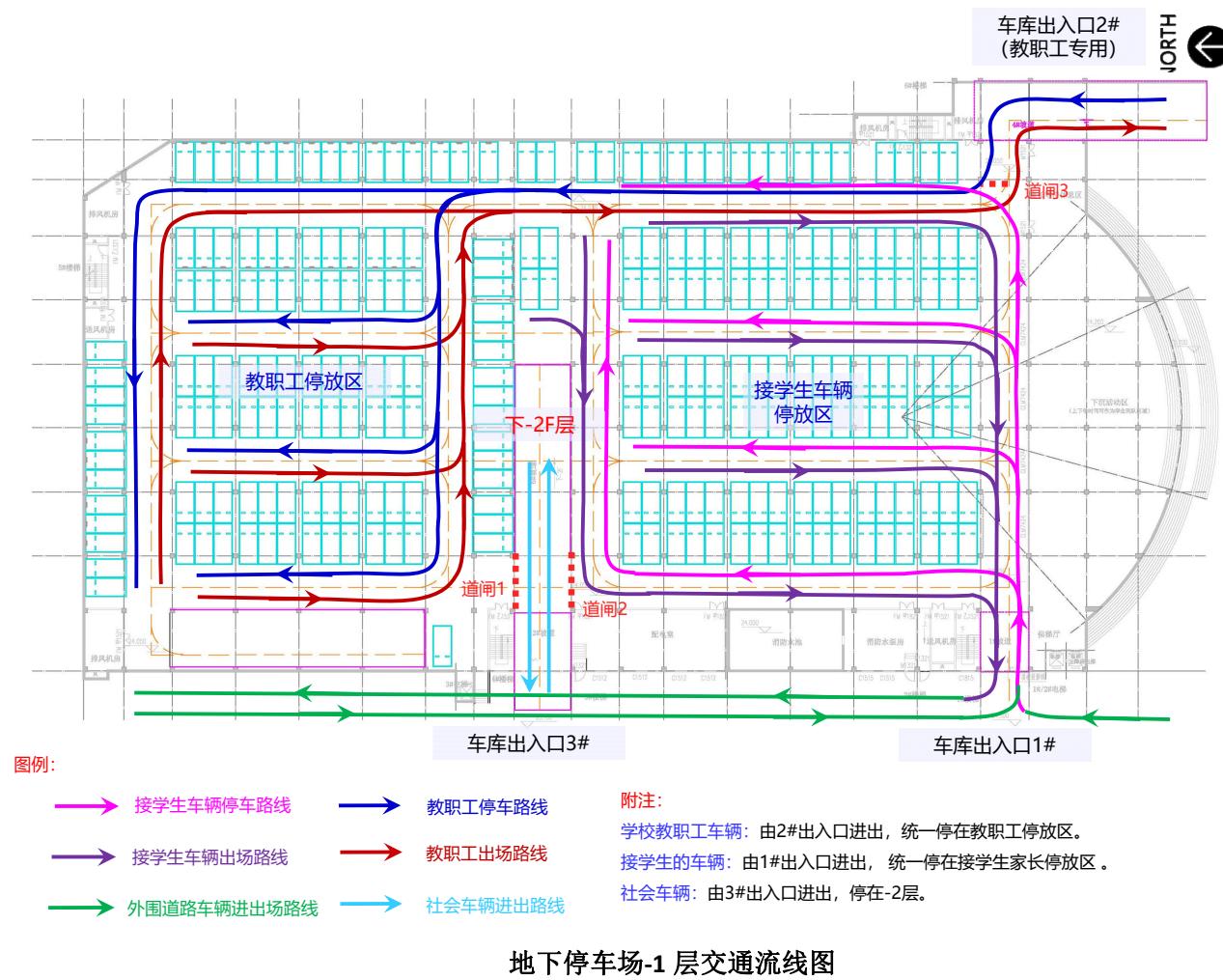
学校外围交通流线图

4.6.5 停车场内部交通组织设计

1、地下-1层交通组织

教职工车辆通过首义路由2#出入口进出，停放在-1层北侧区域；接学生放学车辆通过长湖南路由1#出入口进出，停放在-1层南侧区域。

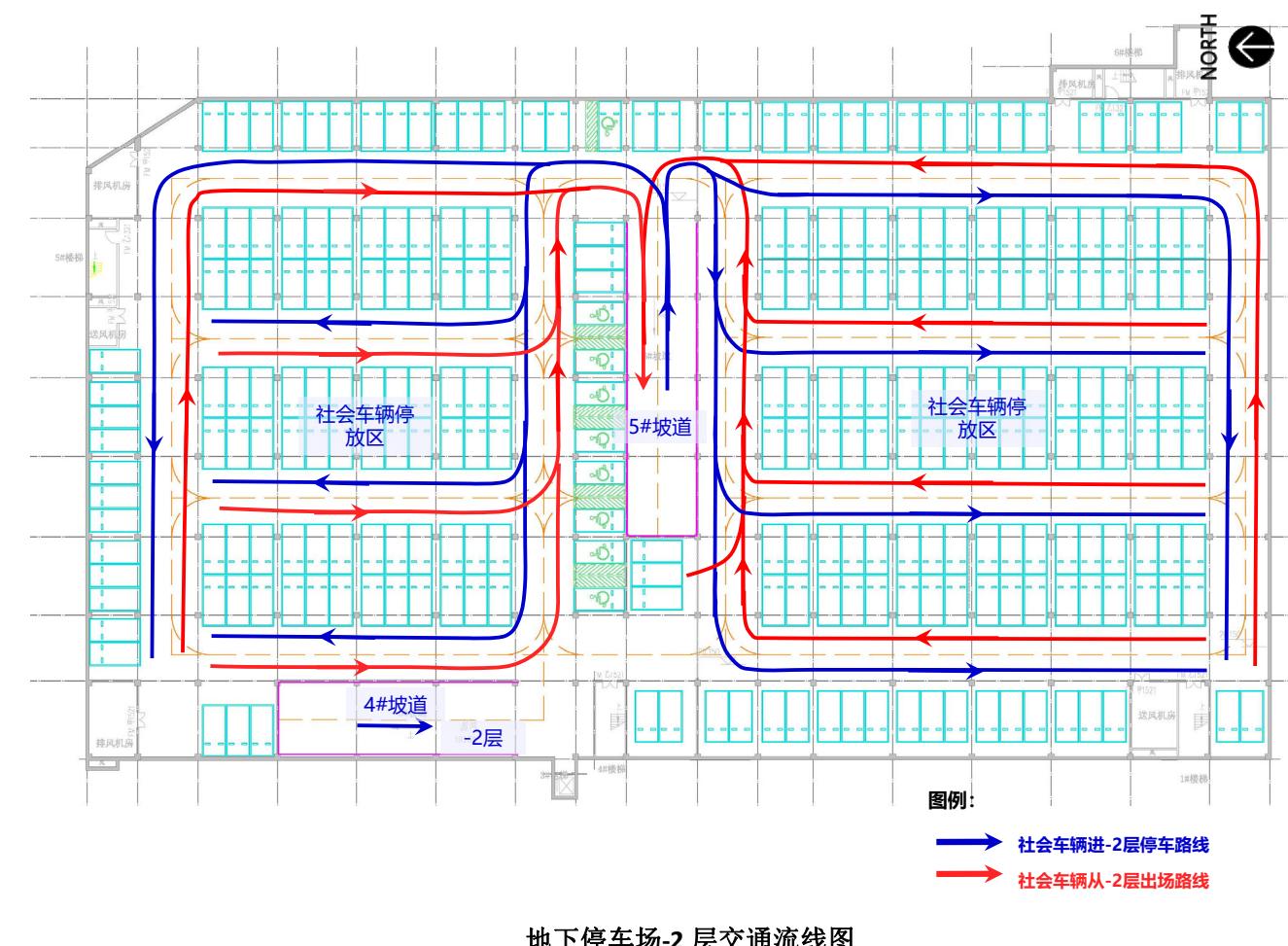
停车场-1层共设置4道道闸（如下图），1号和2号道闸用以控制社会车辆进入-1层，占用接学生停放的车位和教职工停车位；3号道闸控制教职工出入口，通过录入车牌的方式，仅供教职工进出，禁止其他车辆进出；4号道闸跟1、2号道闸功能类似，通过录入车牌的方式，防止社会车辆从-2层进入-1层占用接学生停放的车位和教职工停车位。



地下停车场-1层交通流线图

2、地下-2层交通组织

社会车辆通过长湖南路由3#出入口进出，3#出入口与下-2层的坡道相对，便于社会车辆直接停放于-2层。



地下停车场-2层交通流线图

4.7 技术经济指标

主要技术经济指标

项目	数 值
总建筑面积	17076.16 m ²
地上建筑面积	243.62 m ²
地下建筑面积	16832.54 m ²
机动车停车位	500 个
其中	普通停车位
	460 个
	无障碍停车位
	10 个
	充电桩停车位
	30 个

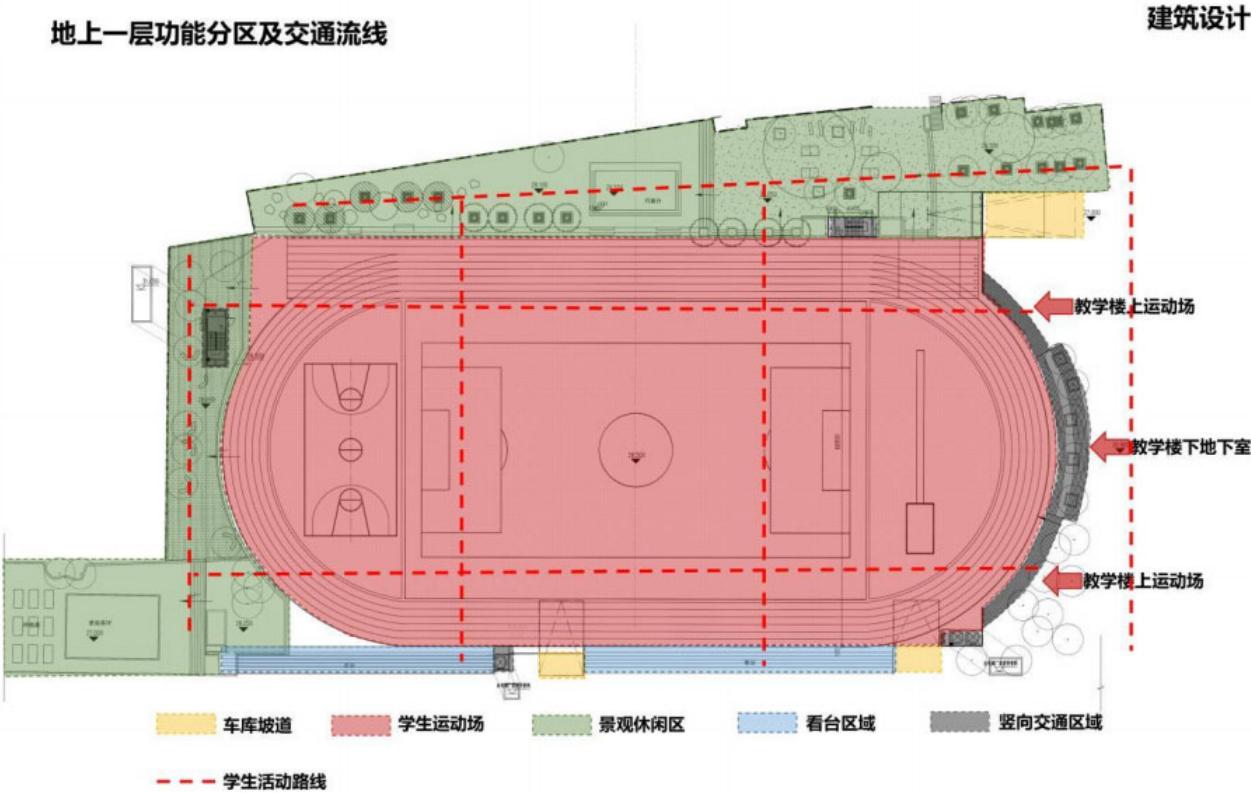
5 建筑设计

5.1 设计概况

本项目总建筑面积 17076.16 平方米，地下车库建筑面积 16832.54 平方米，地上建筑面积 243.62 平方米，地上运动场及活动场地恢复面积 16550.67 平方米。车位数量为 500 辆。主要建设内容包括地下停车场、操场（地下 2 层，无地上建筑）及学校大门改造。

5.2 平面功能布局

1、地面部分尽量避让现状树木，地上恢复运动场及室外活动区域。师生可由运动场南侧大台阶及东侧景观平台进入操场。

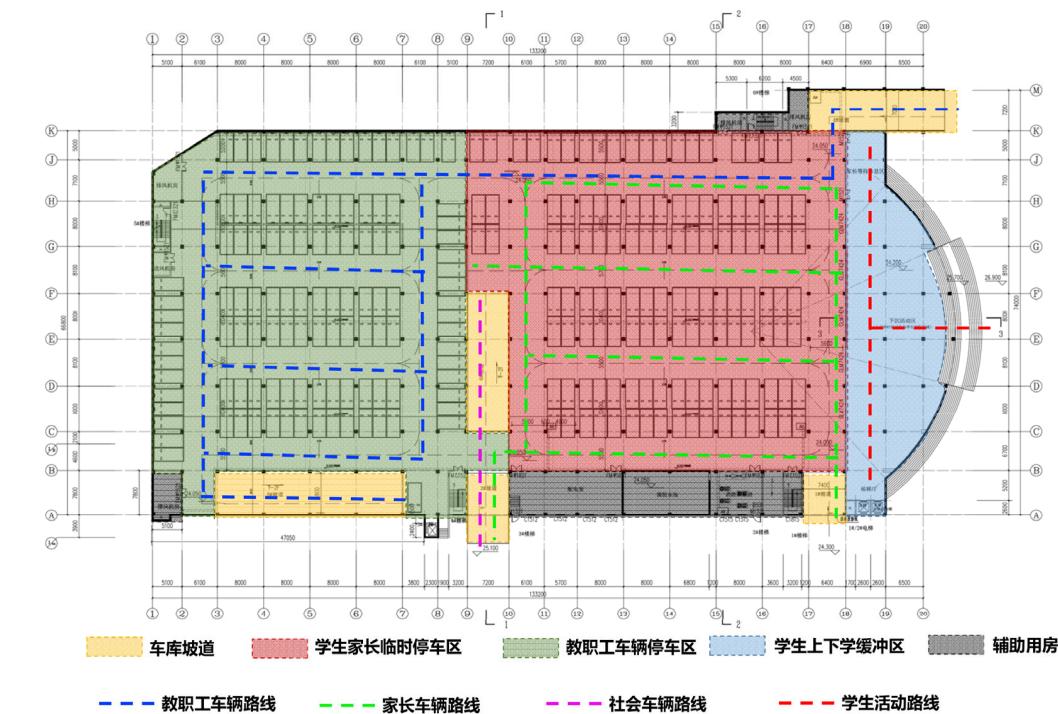


2、地下一层仅为家长接送学生临时停车位及教职工固定停车位，均采用登记制度进入地下一层。分为教职工停车区、家长接送学生停车区、学生上下学缓冲区，设备用房四个功能分区。共设有三个通往地面的双车道出入口及两个通往地下二层的双车道出入口。

学生上下学缓冲区位于停车场南部，靠近教学楼，使学生上下学流线最短；家长接送学生停车区紧邻缓冲区，共有 125 个车位。

教职工停车区位于停车场北部，属于教职工固定停车位，共有 115 个。

地下一层功能分区及交通流线



3、地下二层主要为社会车辆临停区，共 260 个车位。共设有两个双车道车辆出入口，由地下二层通往地下一层。

地下二层功能分区



5.3 剖面设计

车库两层层高均为 3.9m，地下一层顶板厚 250mm，地下二层楼板厚 150mm，主梁截面尺寸 400mmx800mm。考虑梁高及管线要求，车库每层净高 $\geq 2.2m$ 。

5.4 出入口及坡道设计

车库出入口及坡道满足《车库建筑设计规范 JGJ100-2015 》中要求，本次设计地下车库供小型车辆停放，出入口净高满足规范要求；坡道设置为直坡，双行线坡道净宽大于 5.5 米；坡道纵向坡度为 15%，按要求设置缓坡坡道。

5.5 无障碍设计

地下车库按《建筑与市政工程无障碍通用规范》（GB55019-2021）设计至少 5 个无障碍车位，无障碍车位一测设宽度大于 1.2m 的轮椅通道。停车场内设置无障碍标志及标线。

5.6 消防设计

详见消防设计专篇。

5.7 人防设计

本项目为异地建设人防。

5.8 建筑主要特征

建筑单体	建筑耐久年限	耐火等级	抗震设防烈度	主要结构选型
武汉第三十九中学停车场项目	50 年	一级(地下)	6 度	框架结构

5.9 学校大门改造设计

1、学校大门概况：

三十九中目前只有一个人车混流的主要出入口，已无法满足上下学高峰期的通行需求。尤其在校内增设停车场后，车流量增加，大门改造刻不容缓。现状大门宽约 15 米，为实现人车分流，需拆除大门周边部分商铺。



2、设计目标：

新建学校入口应考虑与教学楼的视觉位置关系，学校入口需进行人车分流，大门造型应体现学校风貌，与原有建筑和谐统一。

3、设计方案

- (1) 门卫室设于大门右侧，人行出入口和车行出入口用绿化隔开，实现人车分流；
- (2) 大门左侧设置一段矮墙，可作为学校展示墙，同时将学校大门与沿街商业断开，更突显学校大门的效果；
- (3) 建筑造型采用不规则设置方法，通过屋顶构架将各部分功能连接起来，高低错落但和谐且整体；
- (4) 建筑造型中使用砖红色外墙砖与白色真石漆结合，沉稳大气，端庄大方，体现了百年老校的历史底蕴。

5.10 建筑装修统一做法

建筑装修统一做法表

类别	编号	名称及做法	使用部位
地上建筑做法说明			
屋面	屋 1	防水涂料防水屋面（Ⅱ级防水）	风井、雨棚、楼梯间屋面
		• 10 厚 1:3 水泥砂浆加 5% 防水剂抹面压光	
		• 2 厚聚合物水泥防水涂料（沿墙上翻 150）	
		• 15 厚（最薄处）1:3 水泥砂浆找 1% 坡	
		• 现浇钢筋混凝土板，表面清扫干净，与室内墙面相接处加反坎，反坎高 150	
地面	地 1	防静电地板地面	消防控制室地面
		• 300 高防静电活动地板（由专业厂家安装）	
		• 20 厚 1:2 水泥砂浆抹面压光	
		• 素水泥浆结合层一遍	

类别	编号	名称及做法	使用部位	类别	编号	名称及做法	使用部位
		<ul style="list-style-type: none"> · 加气混凝土碎块 · 地下室顶板 				<ul style="list-style-type: none"> · 清漆三遍 	
地 2		水泥砂浆地面	用于一层楼梯间地面	坡道		<ul style="list-style-type: none"> · 最薄处 70 厚 C25 细石混凝土抹面作出 80 宽 8 深锯齿防滑线 	用于地上部分坡道
		· 20 厚 1:2 水泥砂浆抹面压光				<ul style="list-style-type: none"> · 1.5 厚聚氨酯防水涂料 	
		· 素水泥浆结合层一道				<ul style="list-style-type: none"> · 20 厚 1:3 水泥砂浆找平 	
		· 现浇钢筋混凝土楼板				<ul style="list-style-type: none"> · 素水泥浆结合层一遍 	
		真石漆外墙面				<ul style="list-style-type: none"> · 现浇钢筋混凝土楼板 	
		<ul style="list-style-type: none"> · 15 厚 1:3 水泥砂浆 · 5 厚干粉聚合物水泥防水砂浆, 中间压入一层耐碱玻璃纤维网布 · 涂饰底层涂料 · 喷涂主层涂料 · 涂饰面层涂料二遍 		建筑物外墙面	地下室做法说明		
外墙	外墙 1	水泥砂浆墙面				<ul style="list-style-type: none"> 环氧树脂地坪漆地面 	用于地下二层车库部分
		<ul style="list-style-type: none"> · 基层墙体表面清理干净 · 界面砂浆一遍 · 10 厚专用抹灰砂浆, 分两侧抹灰 · 5 厚 1:2 水泥砂浆 				<ul style="list-style-type: none"> · 1.5 厚无溶剂环氧面涂层二遍 	
	内墙 2	水泥砂浆顶棚刷外墙涂料				<ul style="list-style-type: none"> · 无溶剂环氧底涂一遍 	
		<ul style="list-style-type: none"> · 钢筋混凝土板底面清理干净 · 刷专用界面剂一遍 · 15 厚专用抹灰砂浆, 分两次抹灰 · 刮柔性耐水腻子 · 喷或滚刷底涂料一遍 · 喷涂或滚涂外墙涂料二遍 				<ul style="list-style-type: none"> · 50 厚 C20 细石混凝土随打随抹光(内配ø4 钢筋双向@250) 	
		乳胶漆墙裙踢脚高 120				<ul style="list-style-type: none"> · 200 厚(最厚处) 1:8 水泥炉渣混凝土垫层(0.5% 坡向排水沟) 	
		<ul style="list-style-type: none"> · 刷专用界面剂一遍 · 10 厚专用抹灰砂浆, 分两次抹灰 · 5 厚 1:2 水泥石灰砂浆 · 满刮腻子 · 刷或滚底漆一遍 · 刷或滚乳胶漆二遍 				<ul style="list-style-type: none"> · 钢筋混凝土结构自防水, 抗渗等级详结施 	
顶棚	顶棚 1	深灰色磁漆	雨篷	底板 1		<ul style="list-style-type: none"> · 50 厚 C20 细石混凝土保护层 	用于地下二层坡道
		<ul style="list-style-type: none"> · 清理金属面, 除锈等级不低于 Sa2 或 St2 级 · 防锈漆或红丹一遍 · 刮腻子、磨光 · 磁漆二遍 				<ul style="list-style-type: none"> · 满铺 0.4 厚聚乙烯薄膜一层 	
		深灰色调和漆				<ul style="list-style-type: none"> · 4 厚 SBS 改性沥青防水卷材 	
		<ul style="list-style-type: none"> · 清理金属面, 除锈等级不低于 Sa2 或 St2 级 · 防锈漆或红丹一遍 · 刮腻子、磨光 · 调和漆二遍 				<ul style="list-style-type: none"> · 3 厚自粘聚合物改性沥青防水卷材 	
		清漆				<ul style="list-style-type: none"> · 刷基层处理剂一遍 	
		<ul style="list-style-type: none"> · 木基层清理、除污、打磨等 · 润粉 · 刮腻子、磨光 · 刷色 				<ul style="list-style-type: none"> · 20 厚 1:3 水泥砂浆找平 	
油漆	油漆 1	· 50 厚 C20 细石混凝土垫层	底板 2	底板 4		<ul style="list-style-type: none"> · 100 厚 C15 混凝土垫层 	用于地下二层除以上房间外的地面
		· 素土夯实				· 素土夯实	
		· 20 厚 1:2 水泥砂浆抹面压光				· 水泥砂浆地面	
		· 钢筋混凝土结构自防水, 抗渗等级详结施				· 20 厚 1:3 水泥砂浆找平	
		· 50 厚 C20 细石混凝土保护层				· 100 厚 C15 混凝土垫层	
		· 满铺 0.4 厚聚乙烯薄膜一层				· 素土夯实	
油漆	油漆 2	· 4 厚 SBS 改性沥青防水卷材	底板 4	顶板 1		· 3 厚自粘聚合物改性沥青防水卷材	用于顶板上部
		· 3 厚自粘聚合物改性沥青防水卷材				· 刷基层处理剂一遍	
		· 刷基层处理剂一遍				· 20 厚 1:3 水泥砂浆找平	
		· 100 厚 C15 混凝土垫层				· 100 厚 C15 混凝土垫层	
		· 素土夯实				· 素土夯实	
		· 600~1200 厚种植介质(厚度按设计要求)					



类别	编号	名称及做法	使用部位	类别	编号	名称及做法	使用部位		
顶板 2	楼 5	• 聚酯土工布过滤层	为种植绿化	侧墙 1		• 素水泥浆结合层一道	间外的 楼面		
		• 18 厚蜂窝型塑料保水排水格片				• 钢筋混凝土结构自防水，抗渗等级详结施			
		• 70 厚 C20 细石混凝土保护层			防滑坡道	防滑坡道	用于地 下一层 坡道		
		• 满铺 0.4 厚聚乙烯薄膜一层				• 最薄处 70 厚 C25 细石混凝土抹面作出 80 宽 8 深锯齿防滑线			
		• 4 厚自粘聚合物改性沥青耐根穿刺防水卷材				• 1.2 厚聚氨酯防水涂料			
		• 3 厚自粘聚合物改性沥青防水卷材				• 素水泥浆结合层一遍			
		• 刷基层处理剂一遍				• 钢筋混凝土结构自防水，抗渗等级详结施			
		• 20 厚 1:3 水泥砂浆找平		侧墙 1	侧墙	侧墙	用于水 泵房、 风 机 房、发 电机房 的内墙		
		• 钢筋混凝土结构自防水，抗渗等级详结施				• 内墙做法另详			
		顶板 2	用于顶 板上部 为铺地 处			• 钢筋混凝土结构自防水，抗渗等级详结施，迎水面侧壁模板孔用聚 合物水泥砂浆封堵			
		• 各铺地做法				• 20 厚 1:2 水泥砂浆找平			
		• 15 厚天然砂砾垫层				• 刷基层处理剂一遍			
		• 聚酯土工布过滤层				• 3 厚高聚物改性沥青防水卷材			
		• 18 厚蜂窝型塑料保水排水格片				• 30 厚挤塑聚苯乙烯泡沫板保护层，(抗压强度≥150kpa, 燃烧性能 为 B1 级)			
		• 50 厚 C20 细石混凝土保护层				• 二八灰土，分层夯实			
		• 满铺 0.4 厚聚乙烯薄膜一层	内墙 1 侧墙	吸声墙面	吸声墙面	用于水 泵房、 风 机 房、发 电机房 的内墙			
		• 4 厚自粘聚合物改性沥青耐根穿刺防水卷材			• 4x20 铝压，中距 600				
		• 3 厚自粘聚合物改性沥青防水卷材			• 铝板网面层				
		• 刷基层处理剂一遍			• 40 厚岩棉(或玻璃棉)毡，用建筑胶粘剂粘贴于龙骨内				
		• 20 厚 1:3 水泥砂浆找平			• 清理基层				
		• 钢筋混凝土结构自防水，抗渗等级详结施			• 50x50x70 轻钢龙骨用膨胀螺栓于墙面固定，中距 600				
	楼 1	环氧树脂地坪漆楼面			用于地 下一层 车库部 分			• 1.5 厚聚氨酯防水涂料防潮层	
		• 1.5 厚无溶剂环氧面涂层二遍						• 在混凝土墙、砌块上钻孔打入 M6x75 膨胀螺栓，中距 600	
		• 无溶剂环氧底涂一遍						• 5 厚 1:2 水泥砂浆罩压光	
		• 50 厚 C20 细石混凝土随打随抹光(内配ø4 钢筋双向@250)						• 15 厚 1:3 水泥砂浆分两次成活，每次抹灰厚度 7~8，打底扫毛或 划出纹道。(加气块基层为 2:1:8 水泥石灰砂浆，分二次抹灰)	
		• 100 厚(最厚处) 1:8 水泥炉渣混凝土垫层(0.5%坡向地漏)						• 面刷素水泥浆(内掺水重 3~5% 的白乳胶)一道(用于加气块基层)	
		• 素水泥浆结合层一遍	内墙 2 内墙 3 顶棚 1	内墙 2	釉面砖地面墙面	用于消 防水池 内墙			
		• 钢筋混凝土结构自防水，抗渗等级详结施			• 钢筋混凝土结构自防水，抗渗等级详结施				
	楼 2	防静电地板楼面			• 刷聚合物水泥防水素浆				
		• 130 高防静电活动地板			• 10 厚聚合物水泥防水砂浆，分两次压实抹平				
		• 20 厚 1:2 水泥砂浆压实抹光			• 15 厚 1:2 水泥砂浆保护层				
		• 2.4 厚橡胶沥青防水涂料，遇墙部位上翻至建筑完成面 300 高		内墙 3 顶棚 1	白水泥浆内墙				
		• 钢筋混凝土结构自防水，抗渗等级详结施			• 刷专用界面剂一遍				
楼 面	楼 3	水泥砂浆地面			用于水 泵房			• 15 厚 2:1:8 水泥石灰砂浆，分两次抹灰	
		• 20 厚 1:2 水泥砂浆抹面压光						• 5 厚 1:2 水泥砂浆	
		• 素水泥浆结合层一遍						• 清理基层	
		• 50 厚 C15 混凝土						• 局部刮腻子，砂纸磨平	
		• 70 厚(最厚处) 1:8 水泥炉渣混凝土垫层(0.5%坡向集水坑)						• 白水泥浆两遍(重量配合比为：白水泥 100 建筑胶 20，水泥白度 90)	
		• 30 厚 C20 细石混凝土保护层		顶棚 1	吸音顶棚	用于水 泵房、 风 机 房、发 电机房			
		• 满铺 0.4 厚聚乙烯薄膜一层			• 钢筋混凝土顶板清扫干净				
		• 3+3 厚自粘聚合物改性沥青防水卷材(I 级防水)			• 板底预留ø8 吊杆，轻钢龙骨 T 型 40 系列，吊点间距 1200				
		• 刷基层处理剂一遍			• 4 厚穿孔 FC 板(穿孔率 3%)，白色无光漆罩面，板上放置 50 厚超				
	楼 4	水泥砂浆楼面			用于除 以上房			吸音顶棚	
		• 20 厚 1:2 水泥砂浆抹面压光						• 钢筋混凝土顶板清扫干净	

类别	编号	名称及做法	使用部位
顶棚	2	细玻璃棉	电机房
		水泥砂浆顶棚	用于消防水池
		• 钢筋混凝土顶板清扫干净	
		• 5 厚 1: 3 水泥砂浆	
	3	• 5 厚 1: 2 水泥砂浆	其余顶棚
		白水泥浆顶棚	
		• 钢筋混凝土顶板清扫干净	
		• 局部刮腻子，砂纸磨平	
		• 白水泥浆两遍（重量配合比为：白水泥 100 建筑胶 20，水泥白度 90）	
	1	一底二度浅色调和漆（颜色待定）	用于所有露明木构件和木门
		• 木基层清理除污、打磨	
		• 刮腻子、磨光	
		• 底油一遍，调和漆二遍	
油漆	2	调和漆（颜色另定）	用于外露铁构件
		• 金属面清理除锈	
		• 红丹打底（或刷防锈漆）	
		• 刮腻子、磨光	
		• 调和漆二遍	

6 结构设计

6.1 设计概况

本工程为武汉市武昌区第三十九中学公共停车场项目，工程地点位于武汉市武昌区第三十九中学内，为在现状操场下新建地下两层公共停车场，总建筑面积 17076.16m²，地下一层建筑面积约为 8919.49 m²，地下二层建筑面积约为 7913.05 m²，地上建筑面积 243.62m²。地下停车场层高 3.9m，底板厚 0.5m，主体结构高度 8.3m，结构形式采用钢筋混凝土框架结构，基础形式采用钻孔灌注桩基础，楼盖为现浇钢筋混凝土楼盖，外墙为钢筋混凝土墙。学校大门改造单层层高 3.3m，两层总高 6.6m，结构形式采用钢筋混凝土框架结构，基础采用柱下独立基础。

6.2 主要设计条件及技术标准

1、自然条件

基本风压：50 年一遇的基本风压为 0.35kN/m²，地面粗糙度类别为 C 类。

基本雪压：50 年一遇的基本雪压为 0.50kN/m²。雪荷载准永久值系数分区：II 区。

2、抗震设防烈度

根据国家标准《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)(2016年版)附录 A、《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)附录 C 及本项目《岩土工程勘察报告》，场区设计地震分组为第一组，建筑抗震设防烈度为 6 度，场地类别为 II 类场地，基本地震动峰值加速度为 0.05g，基本地震动加速度反应谱特征周期为 0.35s。

3、主要技术标准

1) 建筑结构设计工作年限：根据《工程结构通用规范》(GB 55001-2021) 第 2.2.2 条规定，建筑结构设计工作年限为 50 年，采用的设计基准期为 50 年。

2) 建筑结构安全等级：根据《工程结构通用规范》(GB 55001-2021) 第 2.2.1 条规定，建筑结构安全等级为二级，结构安全系数 1.0。

3) 地基桩基设计等级：根据《建筑桩基技术规范》(JGJ 94-2008) 第 3.1.2 条规定，建筑桩基设计等级为甲级。

4) 建筑抗震设防类别：根据《建筑与市政工程抗震通用规范》(GB55002-2021) 第 2.3.1 条规定，本工程抗震设防类别为丙类，属标准设防类。应按本地区抗震设防烈度确定其抗震措施及地震作用。

5) 主体结构类型及抗震等级：地下车库主体结构采用钢筋混凝土框架结构，根据《建筑与市政工程抗震通用规范》(GB 55002-2021) 第 5.2.1 条、《建筑抗震设计规范(2016 年版)》

(GB50011-2010) 第 14.1.4 条规定，6 度区丙类钢筋混凝土地下结构，抗震等级不宜低于四级，本工程按四级。

6) 地下工程防水等级：根据《建筑与市政防水通用规范》(GB 55030-2022) 第 2.0.3 条、2.0.3 条、2.0.6 条规定，有人员活动的建筑工程地下室防水类别为甲类，工程防水使用环境类别为 I 类，防水等级为一级。

7) 建筑防火分类及耐火等级：本项目为多层地下车库结构，根据《建筑设计防火规范》(GB 50016-2014) 第 5.1.3 条规定，耐火等级为一级。

8) 混凝土构件的环境类别

根据《混凝土结构设计规范(2015 年版)》(GB 50010-2010) 第 3.4.5、3.5.2 条规定：

地下室与土壤接触的环境类别为二(b)类；

室内潮湿环境及地面以上露天环境：二 a 类。

9) 钢筋混凝土构件裂缝控制等级：根据《混凝土结构设计规范(2015 年版)》(GB 50010-2010) 第 3.4.5 条规定，裂缝控制等级为三级，最大裂缝不大于 0.20mm，并不得贯通。

10) 建筑抗浮工程设计等级：根据《建筑工程抗浮技术标准》(JGJ 476-2019) 第 3.0.1 条规定，抗浮工程设计等级为甲级。抗浮设计水位按使用阶段场地地面标高取值，本项目场地较长且处于斜坡，按场地地面标高分段考虑结构抗浮水位。施工期抗浮稳定安全系数 ≥ 1.05 ，使用期抗浮稳定安全系数 ≥ 1.10 。

11) 砌体的施工质量控制等级：砌体施工质量控制等级不低于 B 级。

12) 竖向变形控制

根据《混凝土结构设计规范》(GB 50010-2010) 第 3.4.3 条规定，屋盖、楼盖及楼梯构件竖向挠度限值如下：

当 $l_0 < 7m$ 时： $l_0/200$ ；

当 $7m < l_0 \leq 9m$ 时： $l_0/250$ ；

当 $l_0 > 9m$ 时： $l_0/300$ 。

6.3 主要荷载取值

设计使用荷载：建筑物按《工程结构通用规范》(GB55001-2021) 取值。

1、恒荷载

1) 按照建筑结构材料，根据荷载规范确定结构自重荷载。

2) 按照覆土厚度计算覆土重量，当覆土荷载有利时，按 $18kN/m^3$ ，当覆土荷载不利时，按

20kN/m³。

- 3) 按照设备、管道的布置情况，根据荷载规范确定建筑设备、管道荷载。
- 4) 对荷载规范未做规定的荷载，可参考有关资料确定，要求真实、可靠。

2、楼、屋面活荷载

主要楼、屋面使用荷载（活荷载）取值（标准值，单位：kN/m²）：

房间功能	楼面活载 (kN/m ²)
楼梯间	3.5
操场	4.5
走廊、门厅	3.5
车库（双向楼盖3m≤板跨短边L≤6m）	5.5~0.5L
车库（6m≤板跨短边L）	2.5
设备用房	8.0
上人屋面	2.0
不上人屋面	0.5
看台	3.5
电梯机房	8.0
配套服务用房	3.5
配电房	10
水泵房	10
施工活载	5.0

2) 梁上线荷载标准值

填充墙砌体：采用灰砂砖，容重 18kN/m³；

带门窗的墙按实墙重量的 60%~80% 输入；

墙高度按层高减去实际梁高计。

- 3) 挑檐施工及检修荷载不小于 1.0kN；栏杆顶部水平荷载 1.0kN/m；栏杆顶部竖向荷载 1.2kN/m。

3、风荷载

地下结构不考虑风荷载，地上结构风荷载按 0.35 kN/m² (50 年一遇)。

4、雪荷载

根据荷载规范，基本雪压为 0.50 kN/m² (50 年一遇)。屋面积雪分布系数 $\mu_r=1.0$

5、地震作用

本工程地处武汉市武昌区，根据国家标准《建筑抗震设计规范(2016年版)》(GB50011-2010)附录 A、《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)附录 C 及本项目《岩土工程勘察报告》，场区设计地震分组为第一组，建筑抗震设防烈度为 6 度，场地类别为 II 类场地，基本地震动峰值加速度为 0.05g，基本地震动加速度反应谱特征周期为 0.35s，结构阻尼比为 0.05，多遇地震水平地震影响系数最大值为 0.04，罕遇地震水平地震影响系数最大值为 0.28。

本工程地处武汉市武昌区，根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015) 及《建筑抗震设计规范》(2016 年版) (GB50011-2010) 规定，抗震设防烈度为 6 度，设计基本地震加速度值为 0.05g，设计地震分组为第一组，场地类别为 II 类，特征周期为 0.35s。

6、温度作用

本结构为大型全地下室结构，考虑均匀温度作用。

武汉市基本气温：最高 37℃，最低 -5℃

月平均气温：最高 28.8℃ (七月)，最低 3℃ (一月) 历年极端气温：最高 41.3℃，最低 -18.1℃

年平均气温：15.9℃

当合拢温度取 10℃ ~ 25℃ 时，可确保结构在一年大部分时间内均可满足合拢条件。考虑室内外温差效应，地下车库升、降温按±10℃ 考虑。

7、地下室水浮力

根据湖北省《建筑地基基础技术规范》(DB42/ 242-2014) 第 11.5.3.2 条规定，上层滞水的抗浮设计水位可按使用阶段场地地面标高取值。本项目场地较长且处于斜坡，按场地地面标高分段考虑结构抗浮水位。施工期抗浮稳定安全系数 ≥ 1.05 ，使用期抗浮稳定安全系数 ≥ 1.10 。

6.4 结构施工工法选择

地下车库结构施工方法选择不仅要满足车库结构本身的功能需求，同时要满足合理开发利用地上、地下有效空间的要求，并考虑施工给周围环境带来的不良影响。其施工方法的选择是否合理，对地下车库结构型式、工期及土建工程造价等具有较大的影响，选择合适的施工方法能创造良好的社会效益、经济效益和环保效益。常见的地下车库结构施工方法有明挖法和盖挖法。

1、明挖法

明挖法施工系指从地面向下开挖至基坑底面后，再自下而上浇注地下结构，然后回填土方，恢复地面系统。明挖法施工具有以下特点：

- 1) 施工简单、技术成熟，质量容易保证。
 - 2) 施工作业面开阔，有利于提高工效、缩短工期，经济性较好。
 - 3) 施工降、排水容易。结构防水简单，质量可靠。
 - 4) 施工期间对周围环境或道路交通影响大，且易受到气象条件的影响。
 - 5) 基坑较深时，须采取措施防止基坑变形及其周围地面沉降。
- 明挖顺作法一般适用于地面有条件敞口开挖，且有足够施工场地的情况。

2、盖挖法

盖挖法是在地面修筑维持地面交通的临时（或永久）路面系统或恢复地面正常使用功能后分层开挖、施工主体结构。盖挖法施工具有以下特点：

- 1) 施工安全，施工方法比较成熟。
- 2) 可利用假期施工支护桩及顶板后，在较短的时间内恢复操场，对教学活动和周边环境影响较小。
- 3) 与明挖深基坑相比，结构自身的盖板可作为基坑的水平支撑，降低了结构施工风险和环境风险。
- 4) 在盖板下方施工，给操作者提供了一个较为安全的施工环境；
- 5) 噪声、粉尘被隔离，降低了对环境的污染和对居民的干扰。
- 6) 无冬、雨季施工要求，受气象条件影响小。
- 7) 地下操作空间相对较小，需借助小型机械设备进行开挖出土。

明挖法与盖挖法施工工法综合比较如下：

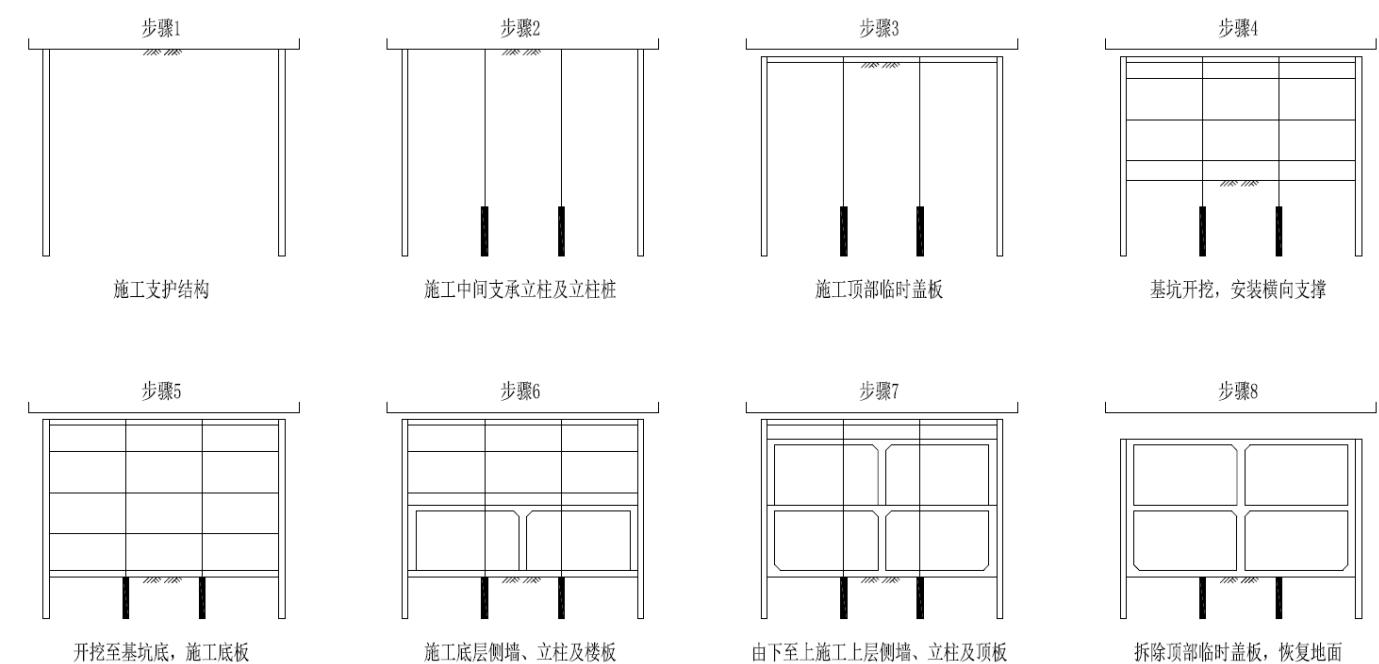
项目	优 点	缺 点
明挖法	<ol style="list-style-type: none"> 1、施工简单、技术成熟，质量容易保证。 2、施工作业面开阔，根据需要可以分段同时作业，有利于提高工效、缩短工期。 3、施工降、排水容易。结构防水简单，质量可靠。 5、造价及运营费用相对较低。 	<ol style="list-style-type: none"> 1、车库修建完后才能恢复操场，施工对学校正常教学影响较大。 2、需较大的施工场地，对周边道路交通及居民出行影响较大。 3、受季节影响、有冬季施工要求。噪音大、粉尘多，对周边环境影响较大。 4、基坑较深时，须采取措施防止基坑变形及其周围地面沉降。

项目	优 点	缺 点
盖挖法	<ol style="list-style-type: none"> 1、施工方法比较成熟。 2、可利用假期施工支护桩及顶板后，在较短的时间内恢复操场，对教学活动和周边影响较小。 3、围护结构变形小，基坑底部土体稳定，隆起小，能有效控制周边土体的变形和地表沉降，有利于保护临近建筑物和构筑物。 4、在盖板下方施工，给操作者提供较为安全的施工环境。 5、噪声、粉尘被隔离，降低了对环境的污染和对居民的干扰。 6、无冬、雨季施工要求，受气象条件影响小。 	<ol style="list-style-type: none"> 1、需进行结构受力体系转换，施工难度比明挖大。 2、防水效果不及明挖。 3、工程造价相对较高。

本项目为在现状操场上新建地下两层公共停车场，需尽快恢复学校操场，尽量减小对学校教学工作影响，且本工程周边仅西侧紧贴的长湖南街可供通行，道路较为狭窄，居民楼密集，采用明挖法施工条件受限。因此为将对学校正常教学及周边环境影响降至最低，本工程推荐采用盖挖法施工，在现状操场上施工顶板顶层结构后即可恢复学校操场，再分层开挖施工地下结构，对学校教学及周边环境影响较小。

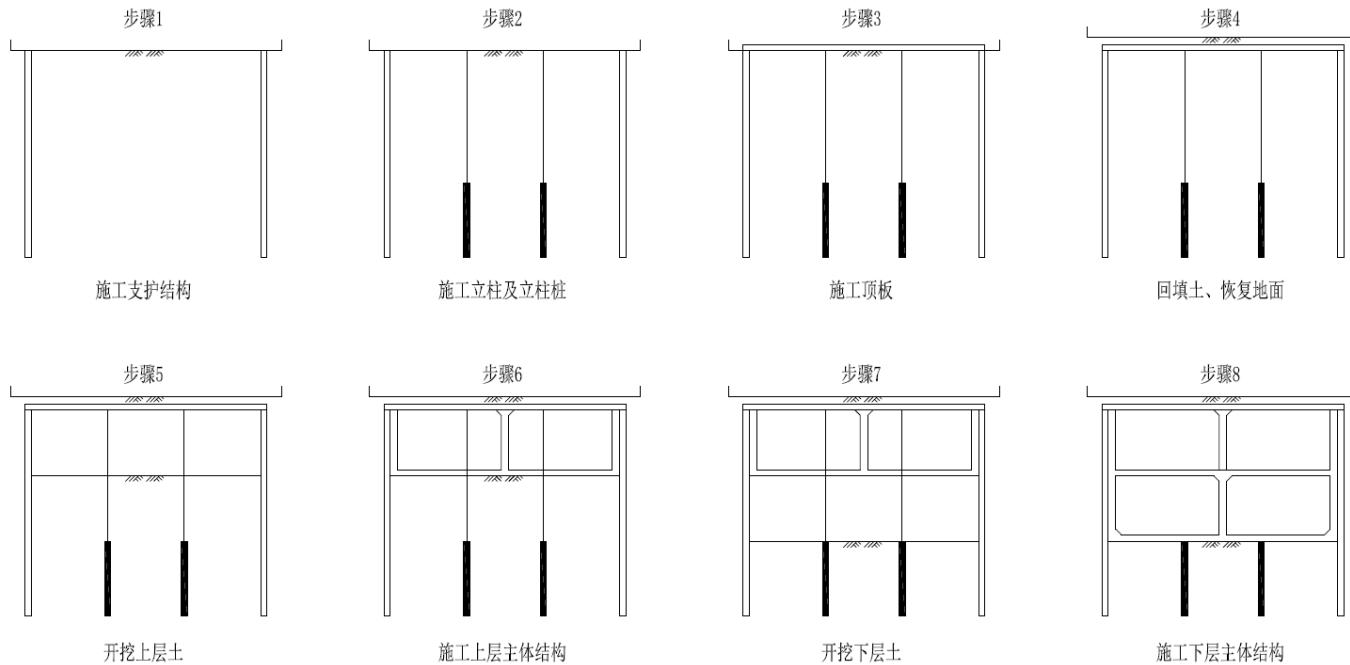
盖挖法分三种施工方式，分别为盖挖顺作法、盖挖逆作法和盖挖半逆作法。

盖挖顺作法先施工临时覆盖板，在覆盖板的保护下基坑开挖到底，再由下往上进行主体结构的施工。



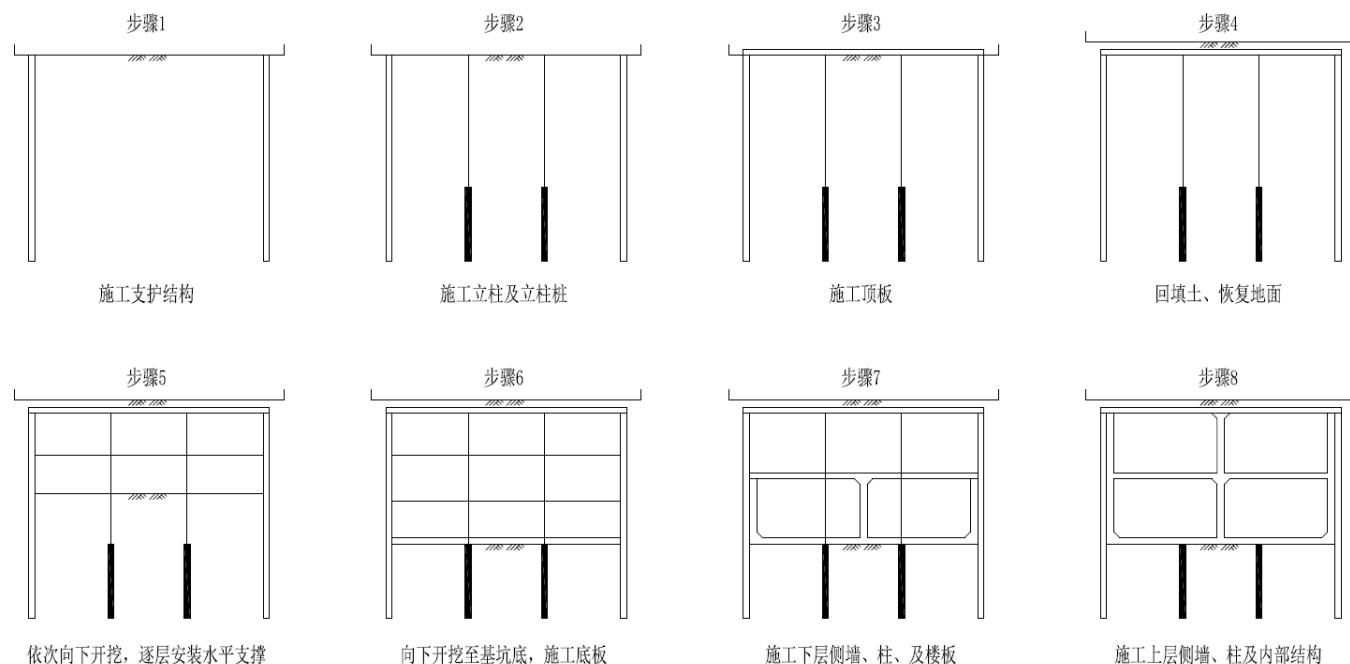
盖挖顺作法施工工序示意图

盖挖逆作法先施工结构顶板，在顶板的保护下边开挖边施做地下主体结构，无需设置水平支撑但需要处理横向施工缝。



盖挖逆作法施工工序示意图

盖挖半逆作法先施工结构顶板，在顶板的保护下基坑开挖到底，由下往上进行主体结构的施做，需要设水平支撑和处理施工缝。



盖挖半逆作法施工工序示意图

盖挖法三种施工方法综合比较如下：

项目	优 点	缺 点
顺作法	1、先施工临时盖板，基坑开挖到底后，主体结构顺做，施工方便，质量易于保证。	1、开挖全过程中需根据开挖深度设置横向和竖向支撑，需要大量的临时支护措施。
逆作法	1、先施工顶板，借助顶板、中板自身的水平刚度和抗压强度实现对基坑围护桩（墙）支撑作用，临时支护措施少。	1、上下两层结构施工间隔大，容易产生横向接缝，不利于防水。 2、开挖施工空间较小，需用小型机械。
半逆作法	1、先施工结构顶板，顶板以下主体结构顺做，施工方便，质量易于保证。	1、基坑较深，开挖全过程中需根据开挖深度设置横向和竖向支撑，需要大量的临时支护措施。 2、顶板有横向接缝。

针对本项目，对各种盖挖工法进行综合比较：

盖挖顺作法需搭设临时盖板，后期施工地下车库顶板时需要拆除，破坏学校操场，对学校正常使用操场影响较大，且施工过程中需设置多道横向支撑，经济性较差，不推荐采用。

半逆作法在施工过程中均需设置多道横向支撑，需要大量的临时支护措施，施工较为复杂，造价相对较高，不推荐采用；

逆作法施工先施工地下车库顶板后恢复学校操场，由上至下施做主体结构，可借助顶板、中板自身的水平刚度和抗压强度实现对基坑围护桩（墙）支撑作用，临时支护措施少，通过设计和施工相关措施控制施工水平缝的影响，因此本工程推荐采用盖挖逆作法施工。

6.5 结构设计

1、楼板结构形式选择

地下室楼板为地下室结构的重要组成部分，其建造成本在地下室整体建造成本中的占比较高，地下室楼板体系成本控制是整个工程成本控制的重点之一。

地下室楼板结构形式有梁板结构、无梁楼盖两种，考虑结构抗震性能一般宜采用梁板结构，本项目地下车库采用盖挖逆作法施工，楼板与支护结构相结合作为支护结构的横向支撑，梁板结构可通过主梁与支护桩连接，横向传力明确，减少设横向临时支撑的工程费用，因此本项目楼板推荐采用梁板结构。

梁板结构可分为加次梁与不加次梁两种，在框梁结构运用均较为广泛。通过加设次梁，可减小板厚，减少配筋量，加设次梁后模板施工相对较复杂，施工工期较长；若不增设次梁，模板施工比

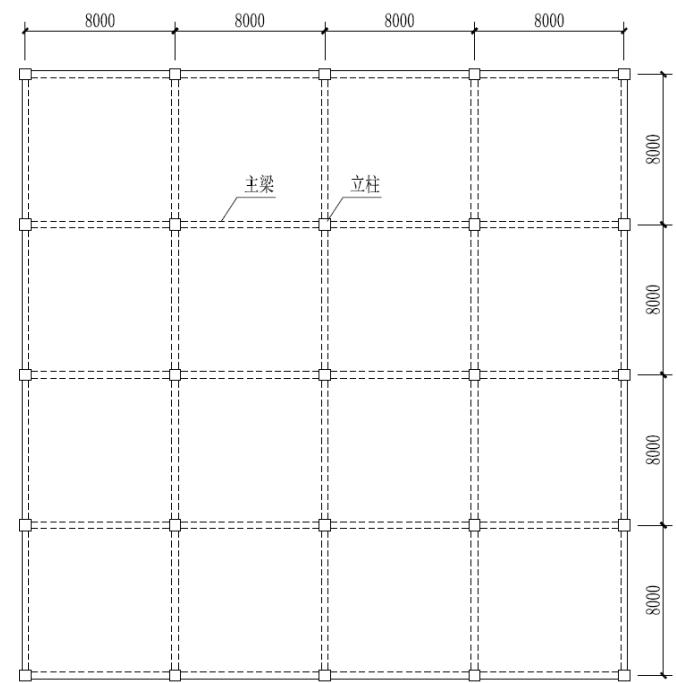
较简单，施工周期相对较短，但楼板受力较大，裂缝较难控制，需增大板厚，增加配筋量，可能导致框架梁截面较大，影响地下车库层高。因此需根据结构受力、造价、施工和功能性等因素综合确定地下车库结构的楼板结构形式及楼板结构尺寸。

根据次梁的布置情况可分为单次梁结构、双次梁结构、十字梁结构、卍字梁结构和井字梁结构，选取项目标准柱网间距，分别对框梁大板楼盖、单次梁楼盖及十字梁楼盖进行受力分析比较。地下车库标准柱网尺寸为 $8.0\text{m} \times 8.0\text{m}$ 、 $8.0\text{m} \times 8.1\text{m}$ ，地下车库层高 3.9m，6 度设防，抗震等级为四级，混凝土强度采用 C35，梁、板主筋均采用 HRB400。

根据《地下工程防水技术规范》（GB50108-2008）第 4.1.7 条规定：防水混凝土结构的结构厚度不应小于 250mm。

方案一：框梁大板楼盖

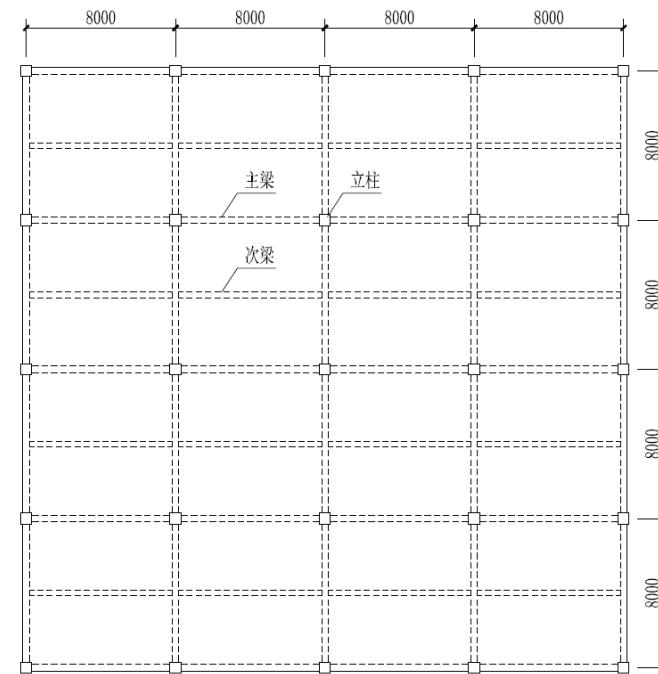
地下一层顶板主梁结构尺寸为 $400\text{mm} \times 800\text{mm}$ ，梁下净高 3.1m，板厚 350mm。地下二层楼板主梁结构尺寸为 $350\text{mm} \times 700\text{mm}$ ，梁下净高 3.2m，板厚 250mm。



框梁大板楼盖

方案二：单次梁楼盖

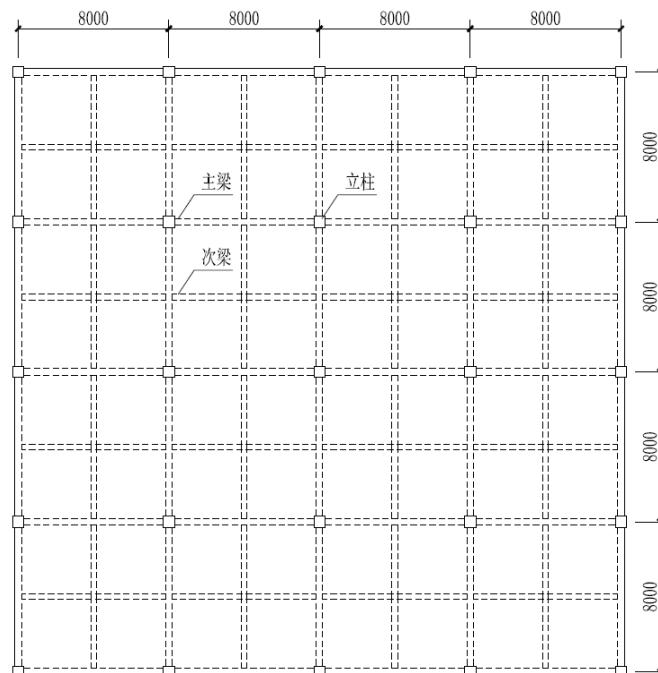
地下一层顶板主梁结构尺寸为 $400\text{mm} \times 800\text{mm}$ ，次梁结构尺寸为 $300\text{mm} \times 650\text{mm}$ ，梁下净高 3.1m，板厚 250mm。地下二层楼板主梁结构尺寸为 $350\text{mm} \times 700\text{mm}$ ，次梁结构尺寸为 $300\text{mm} \times 600\text{mm}$ ，梁下净高 3.2m，板厚 150mm。



单次梁楼盖

方案三：十字梁楼盖

地下一层顶板主梁结构尺寸为 $400\text{mm} \times 800\text{mm}$ ，次梁结构尺寸为 $300\text{mm} \times 650\text{mm}$ ，梁下净高 3.1m，板厚 250mm。地下二层楼板主梁结构尺寸为 $350\text{mm} \times 700\text{mm}$ ，次梁结构尺寸为 $300\text{mm} \times 600\text{mm}$ ，梁下净高 3.2m，板厚 150mm。



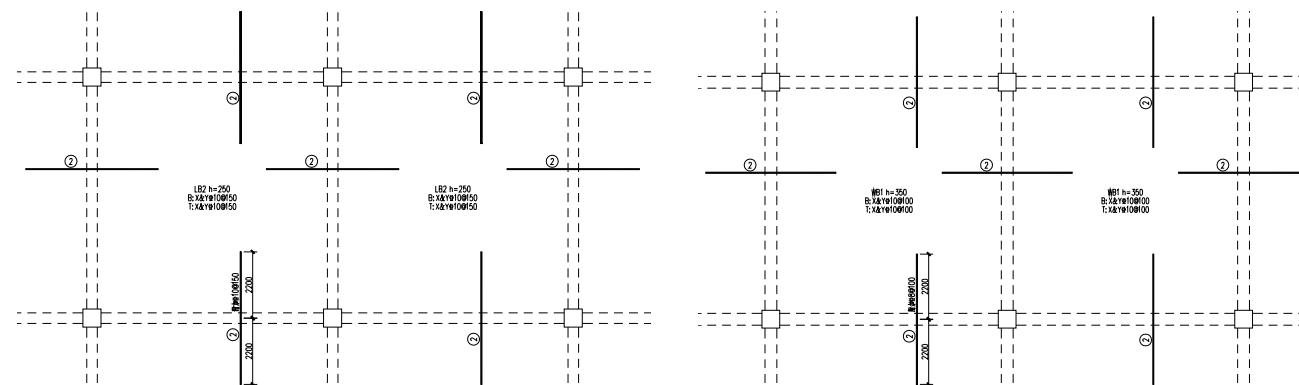
十字梁楼盖

恒载: 地下车库顶板覆土厚度 0.55m, 覆土容重按 20kN/m^3 计, 管线等附属荷载按 2kN/m^2 计, 顶板恒载合计 13kN/m^2 。地下二层车库楼板面层厚度按 0.15m 计, 容重按 25kN/m^3 计, 管线等附属荷载按 2kN/m^2 计, 楼板恒载合计 5.75 kN/m^2 。

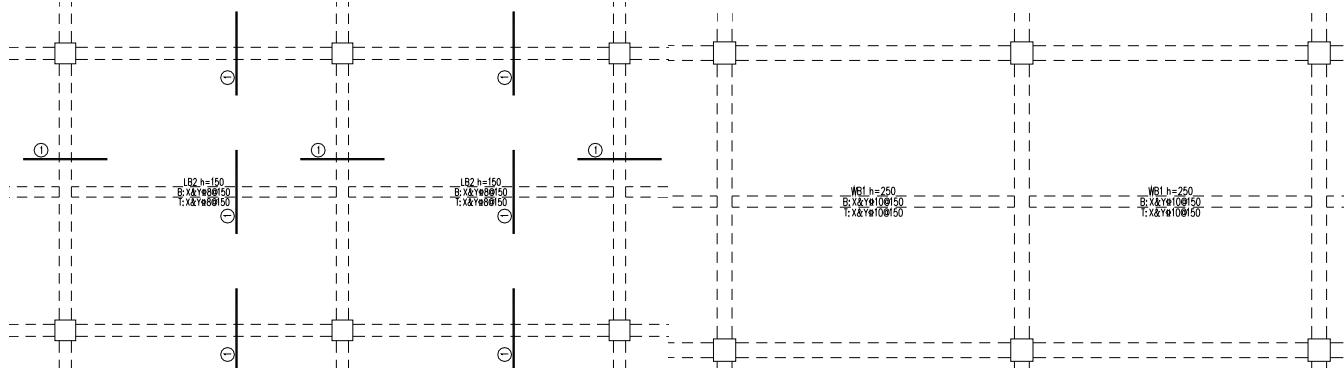
活载: 车库不考虑消防荷载, 根据《工程结构通用规范》(GB 55001-2021) 4.2.3 条, 顶板运动场活载为 4.5 kN/m^2 , 地下二层车库楼板按双向板楼盖 ($3\text{m} \leq \text{板跨短边 } L \leq 3\text{m}$), 取值为 $5.5 - 0.5 \times 5 = 4.25\text{ kN/m}^2$ 。

采用盈建科软件建立纵横向各四跨、标准柱网间距为 8.0m 的两层地下室空间模型对三种梁板结构形式进行配筋计算比较。

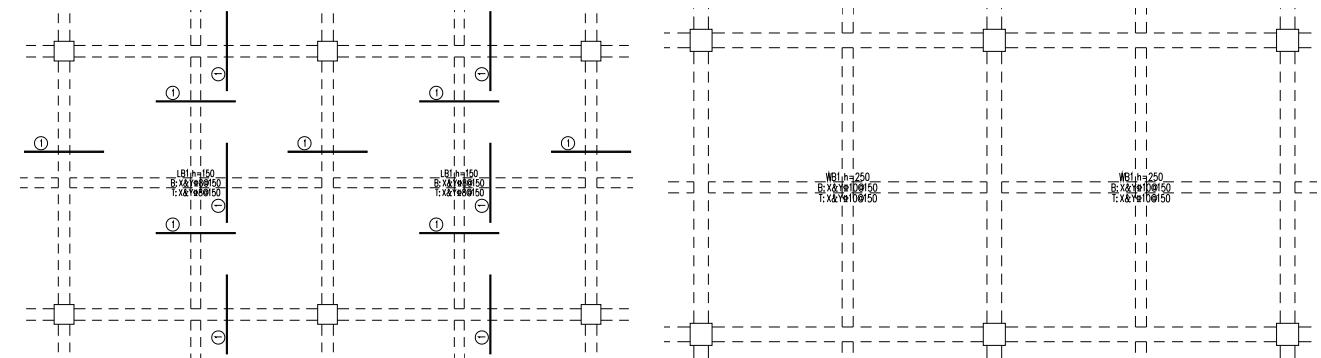
楼板配筋结果如下



框梁大板楼盖地下一、二层楼板配筋

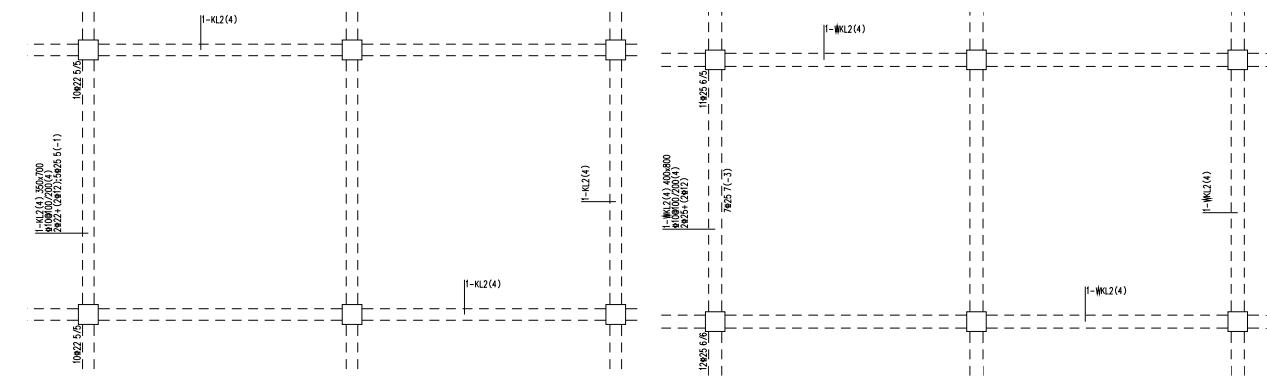


单次梁楼盖地下一、二层楼板配筋

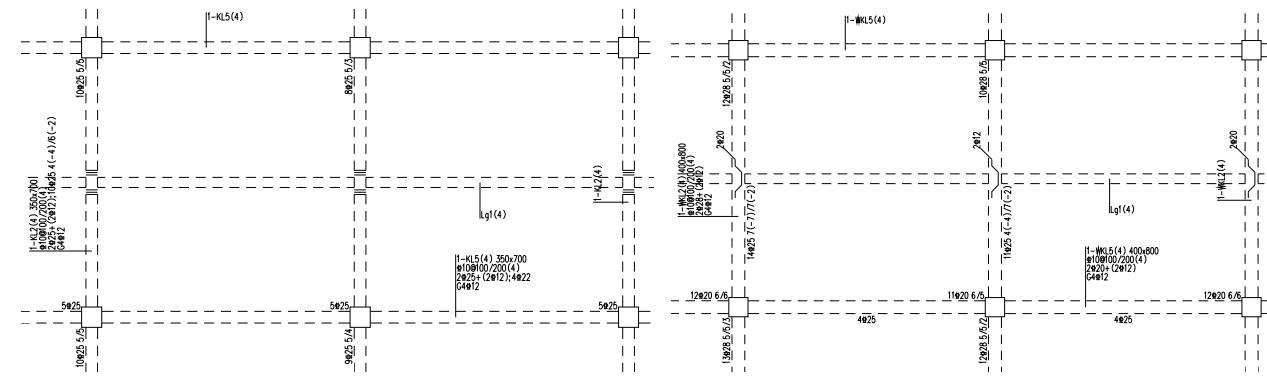


十字梁楼盖地下一、二层楼板配筋

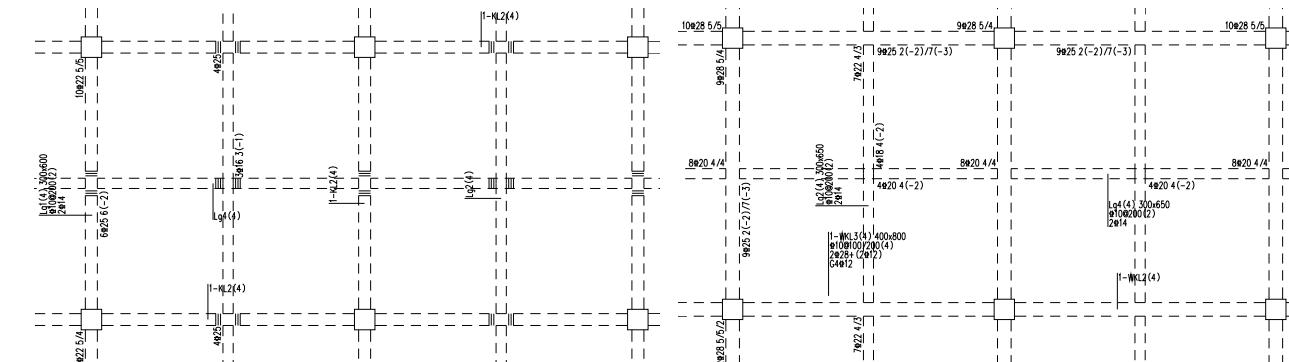
主梁配筋结果如下



框梁大板楼盖地下一、二层梁配筋



单次梁楼盖地下一、二层梁配筋



十字梁楼盖地下一、二层梁配筋

各种楼板形式混凝土方量及钢筋用量指标统计如下：

楼板形式	C35 混凝土方量指标 (m^3/m^2)	钢筋指标 (kg/m^2)
框梁大板	0.378	45.2
单次梁	0.313	42.7
十字梁	0.336	41.5

经初步分析比较，框梁大板方案混凝土及钢筋指标较单次梁和十字梁偏大，十字梁混凝土用量较单次梁略大，但钢筋指标相对较小。

经综合比较，框梁大板方案建筑空间大，行车舒适性好，施工方便，但其自重大，混凝土及钢筋用量较大。主次梁楼板虽然施工相对复杂，但其结构板厚较小，结构自重相对较轻，混凝土及钢筋用量较为节省，十字梁与单次梁楼板各项指标基本接近，十字梁楼盖梁、板竖向挠度小，本项目推荐采用十字梁楼盖体系。

2、主体结构设计

1) 结构概况

地下停车场采用两层钢筋混凝土框架结构，楼盖为普通钢筋混凝土梁板体系，外墙采用钢筋混凝土墙，基础形式采用钻孔灌注桩基础。支护桩处挂网浇细石混凝土，铺外防水，然后做侧墙。地下车库结构外防水均采用一级防水，采用抗渗混凝土，混凝土抗渗等级为 P6。

地下车库南北纵向长度约 140m，纵向典型柱网间距 8.0m、6.1m、5.1m，纵向 20 跨。东西横向长度约 68m，典型柱网间距 8.0m、8.1m，横向 9 跨。

梁板截面尺寸由强度计算、挠度、裂缝宽度验算等条件控制。

2) 结构尺寸拟定

根据《地下工程防水技术规范》(GB50108-2008)第 4.1.7 条规定：防水混凝土结构的结构厚度不应小于 250mm，车库顶、底板及墙体厚度均不小于 250mm。顶、底板尺寸及配筋由竖向恒、活荷载控制，墙体尺寸及配筋由水平向土、水压力荷载控制，均按受弯构件设计。底板尺寸及配筋主要受竖向水浮力控制，按受弯构件设计，根据结构受弯及冲切验算，地下室底板厚度取为 500mm。

立柱尺寸及配筋主要受竖向荷载控制，按压弯构件设计。立柱除需满足结构受力需要外，还需满足钢立柱外包尺寸要求，根据计算，施工立柱采用 $\Phi 402 \text{mm} \times 16 \text{mm}$ 钢管立柱，外包混凝土立柱截面尺寸为 $600 \text{mm} \times 600 \text{mm}$ 。

综合以上因素，经对地下车库结构受力分析，结构各主要构件尺寸拟定如下：

主体结构尺寸拟定表

类别	尺寸 ($\text{mm} \times \text{mm}$)	材料及规格
地下一层顶板	250	C35 P6 混凝土，HPB300 及 HRB400 级钢筋
地下二层楼板	150	C35 混凝土，HPB300 及 HRB400 级钢筋
地下一层主梁	400×800	C35 P6 混凝土，HPB300 及 HRB400 级钢筋
地下一层次梁	300×650	C35 混凝土，HPB300 及 HRB400 级钢筋
地下二层主梁	350×700	C35 混凝土，HPB300 及 HRB400 级钢筋
地下二层次梁	300×600	C35 混凝土，HPB300 及 HRB400 级钢筋
立柱	600×600	C35 混凝土，HPB300 及 HRB400 级钢筋
底板	500	C35 P6 混凝土，HPB300 及 HRB400 级钢筋
墙体	350, 250	C35 P6 混凝土，HPB300 及 HRB400 级钢筋

3) 结构层高

地下一层停车场层高为 3.9m：2.2m（车库净高）+0.8m（结构梁高）+0.6m（暖通及消防等管网）+0.15m（建筑找坡及面层）+0.15m（净高储备）=3.9m

地下二层停车场层高为 3.9m：2.2m（车库净高）+0.7m（结构梁高）+0.6m（暖通及消防等管网）+0.25m（建筑找坡及面层）+0.15m（净高储备）=3.9m

底板厚 0.5m

车库结构总高 3.9 m +3.9m +0.5m=8.3m。

3、结构计算

地下车库主体结构构件尺寸的拟定必须满足结构的受力、变形要求，满足主体结构的抗浮和稳定性要求，以及车库功能和建筑净空的要求。

1) 计算荷载

(1) 水平荷载

水平荷载主要控制车库外墙尺寸及配筋，包括室外地面活荷载产生的侧压力 ($q_{附土}$)、地基土的侧压力 ($q_{恒土}$)、地下水压力 ($q_{水}$) 等。侧向水土压力取值：取静止土压力，考虑支护桩作用后土压力系数折减效应，侧向土压力系数取值 $K_a = 0.5 \times 2/3 = 0.33$ 。侧向土容重采用 18kN/m^3 ，地下水位以下回填土的浮重度，可取为 11kN/m^3 ，水容重 10kN/m^3 ，室外地面活荷载引起土侧压力按有关规定考虑行车荷载取 10kN/m^2 。

(2) 坚向荷载

坚向荷载主要控制梁、板、柱、底板及桩基尺寸和配筋。主要荷载计算如下：

恒载($q_{\text{恒}}$)：地下车库顶板覆土厚度0.55m, 覆土容重按 20kN/m^3 计, 管线等附属荷载按 2kN/m^2 计, 顶板恒载合计 13kN/m^2 ; 地下车库中板面层厚度按0.15m计, 容重按 25kN/m^3 计, 管线等附属荷载按 2kN/m^2 计, 楼板恒载合计 5.75kN/m^2 ; 地下车库底板面层厚度按0.25m计, 容重按 25kN/m^3 计, 楼板恒载合计 6.25kN/m^2 ; 结构自重混凝土容重按 26kN/m^3 计。

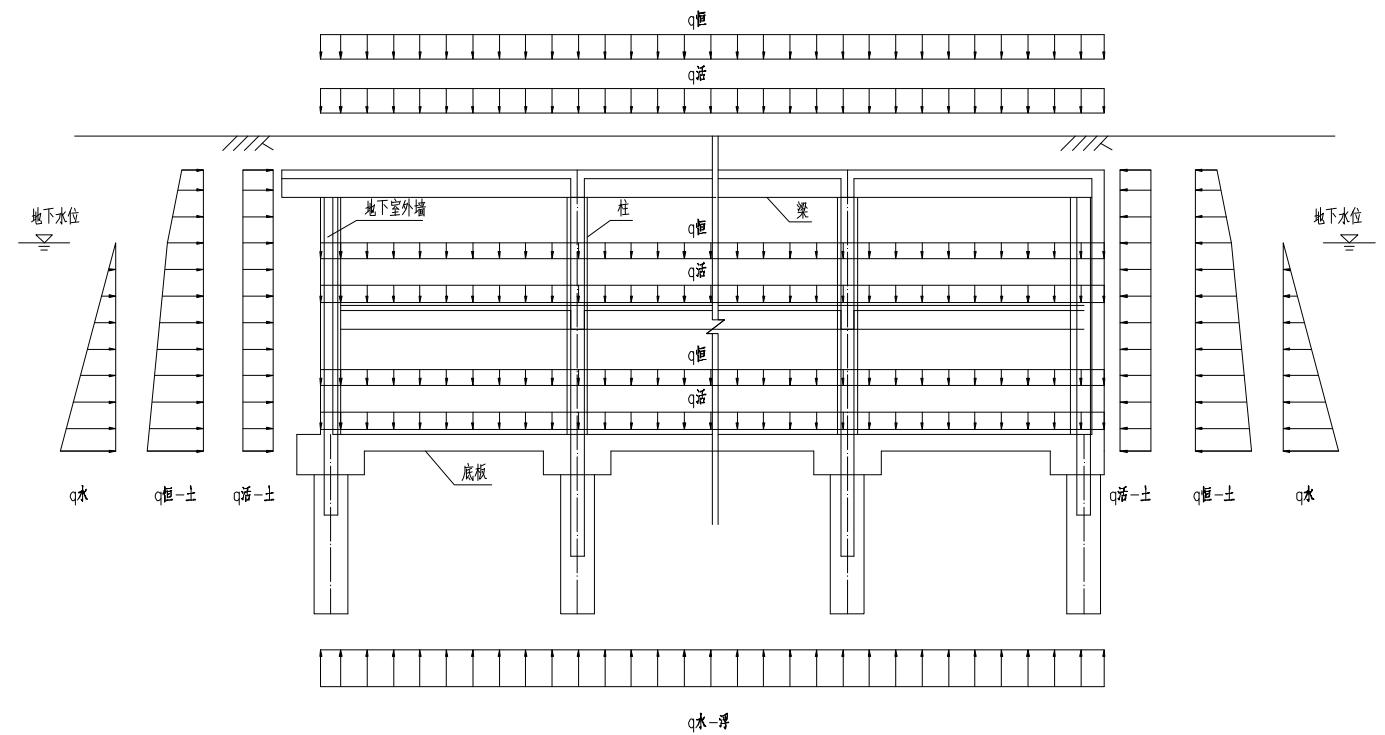
活载($q_{\text{活}}$)：车库不考虑消防荷载, 根据《工程结构通用规范》(GB 55001-2021) 4.2.3条, 顶板运动场活载为 4.5kN/m^2 ; 地下车库中板按双向板楼盖($3\text{m} \leq \text{板跨短边} L \leq 3\text{m}$), 取值为 $5.5 - 0.5 \times 5 = 4.25\text{kN/m}^2$; 地下车库底板活载取 3.0kN/m^2 。

地下水浮力($q_{\text{浮}}$)：主要控制地下室底板配筋和车库抗浮计算, 抗浮设计水位按使用阶段场地地面标高取值。本项目场地较长且处于斜坡, 可按场地地面标高分段考虑结构抗浮水位。

施工荷载:按 5kN/m^2 计。

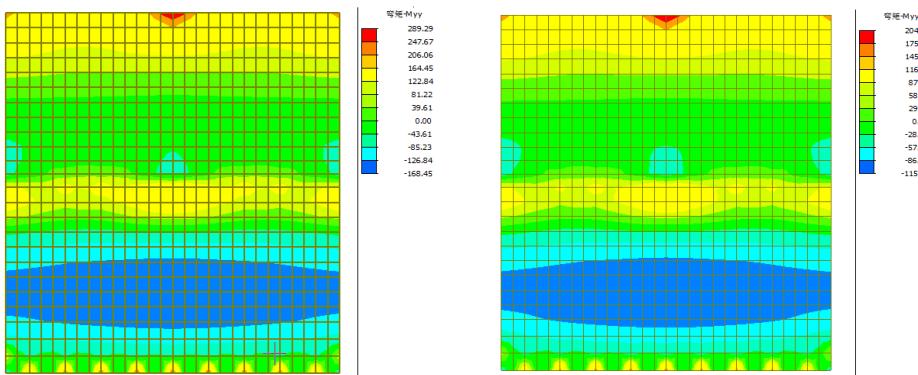
2) 计算图示

本工程采用盈建科结构设计软件V5.0版、MIDAS Civil 2022进行结构分析, 结构计算考虑永久荷载、可变荷载、施工荷载的各种最不利组合工况。地下车库结构荷载图式如下图:

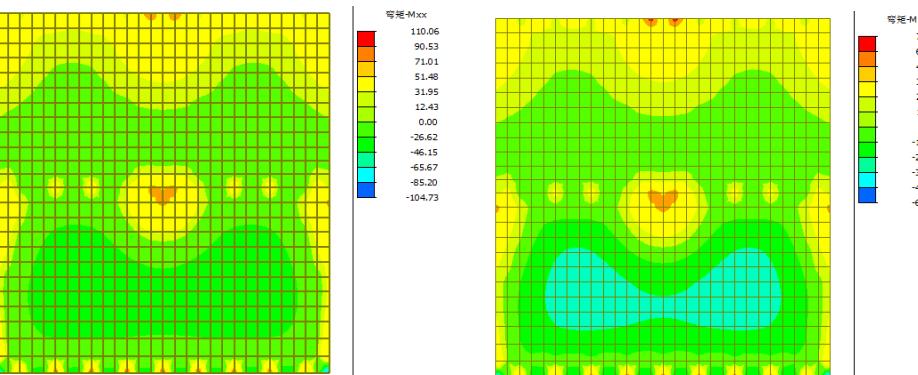


框架柱截面尺寸由允许轴压比及抗震构造要求控制, 梁、板截面尺寸由强度计算、挠度、裂缝宽度验算等条件控制。

地下车库外墙结构厚度及配筋根据构件强度及裂缝确定, 经检算确定墙厚取350mm。



外墙基本组合竖向弯矩云图($\text{kN}\cdot\text{m}$) 外墙准永久组合竖向弯矩云图($\text{kN}\cdot\text{m}$)



外墙基本组合水平向弯矩云图($\text{kN}\cdot\text{m}$) 外墙准永久组合水平向弯矩云图($\text{kN}\cdot\text{m}$)

4、结构施工方案

为尽快恢复学校操场, 减少对学校正常教学的影响, 本工程采用盖挖逆做法施工, 先沿地下车库周围施工支护桩结构和止水帷幕, 同时在建筑物内部的有关位置施工中间支承桩和柱, 作为施工期间于底板封底之前承受上部结构自重和施工荷载的支撑; 然后在现状操场顶面施工地下一层顶盖的梁板结构, 顶板与支护桩冠梁浇筑为一体, 作为支护结构的横向支撑, 恢复学校操场; 随后逐层向下开挖土方和施工梁板、侧墙及立柱结构, 直至完成整个地下车库结构的施工。



立柱施工

逆作法施工期间，支撑结构及其它施工附属结构的荷载均靠预埋设于框架柱柱芯位置的劲性钢柱承担，劲性钢柱一般采用钢管柱或格构柱。先施工上层柱的柱头，再施工下一层柱的柱头，两层柱头施工完毕后再施工框架柱的中间部分，即柱身。框架柱柱身模板支设前需对上下层柱头位置剔凿、清理、湿润，并涂刷界面剂，以确保新旧混凝土接缝质量。框架柱柱身模板支设时，需在上层柱头底部设喇叭口模板，以此来保证框架柱柱身混凝土浇筑质量，待混凝土强度达到设计强度的70%后再进行凿平处理。

支护桩处挂网浇150mm厚细石混凝土，铺外防水，然后做侧墙。

6.6 基础设计

1、工程地质及水文地质概况

1) 地形地貌

武汉市第三十九中学公共停车场项目位于武汉市武昌区首义路116号武汉市第十五中学内。场区内地势平缓，依勘探孔孔口高程，地面高程26.86m~27.02m。地貌单元属剥蚀堆积垅岗状平原。

2) 水文

武汉地区降水充沛，河流纵横，湖泊密布，为场区流水地貌、武汉市区内水系发育，长江、汉水横贯市区，将武汉“切割”成武汉三镇，两大水系支流有府河、滠水、长河、倒水及巡司河等。以长江和汉水对区内地下水动态、水质影响最为突出。市区内分布有众多大小不一的湖泊，对位于湖泊四周的建筑工程应高度重视地面水体的影响，拟建场区位于珞珞路南侧，场地内地表水体不发育，项目最近处距离长江约3.5km。

3) 地质构造

根据区域地质构造资料，武汉地区的地质构造均属古老地质构造运动的产物，无全新世活动迹象。拟建场区位于青菱寺扭带断裂，下伏基岩主要为泥质粉砂岩及石英岩状砂岩。

4) 工程地质条件

根据地层岩性和工程地质特性，在钻探深度范围内场区地层自上而下可分为9大层：①杂填土(Q^{ml})；①₁淤泥(Q_4^l)；②-1淤泥质黏土(Q_4^l)；②-2淤泥质黏土(Q_4^l)；③黏土(Q_2^{al+pl})；④残积黏性土(Q^{el+dl})；⑤粉质黏土夹粉土、粉砂(Q_2^{al+pl})；⑥粉砂夹粉质黏土(Q_2^{al+pl})；⑦黏质中粗砂(Q_2^{al+pl})；⑧中风化石英岩状砂岩(C_{1g+h})；⑨₁强风化泥质粉砂岩(S)；⑨₂中风化泥质粉砂岩(S)。

场区岩土层工程地质分层、岩性特征及空间分布等详见下表：

土层工程地质分层、岩性特征及空间分布表

序号	层名	埋深(m)	厚度(m)	空间分布	岩性特征	工程性质
①	杂填土 Q^{ml}	0	1.3~4.1	场区内均有分布	场地大部分地段分布，主要由黏性土、砖块、碎石、块石等建筑垃圾填筑而成，硬质物含量在30%以上，碎石块石主要成分为石英砂岩，堆积时间大于十年。	强度低且密实度不均匀。
① ₁	淤泥 Q_4^l	3.3	2.5	场区内局部有分布	场地局部地段分布，混含少量植物根系、碎石、砖块，硬质物含量在15%左右，堆积时间大于10年。	高压缩性，强度低。
② ₁	淤泥质黏土 Q_4^l	3.6~4.1	1.5~4.0	场区内局部有分布	场地局部地段分布，含少量腐殖质，有少许嗅味。	高压缩性，强度低。
② ₂	粉质黏土 Q_4^{al+pl}	1.3~5.1	1.0~5.1	场区内大部分分布	灰褐色，可塑，场地大部分分布，含少量高岭土团块及铁锰质氧化物结核，切面较光滑，干强度较高。	中压缩性，强度中等。
③	粉质黏土 Q_2^{al+pl}	2.7~8.1	1.0~8.5	场区内均有分布	黄褐、红褐、褐黄色，稍湿，硬塑状，含少量铁锰质氧化物及大量高岭土条块，切面较光滑，干强度高，韧性好，中偏低压缩性，土质较均匀。	中压缩性，强度中等。
④	残积黏性土 Q^{el+dl}	6.5~14.3	1.5~4.9	场区内均有分布	褐黄色，硬塑，场地大部分地段分布，含铁锰质氧化物结核，切面粗糙，有砂质感，局部夹有孤石，孤石为石英砂岩，主要成分为石英及方解石组成，层顶高程9.10-9.80m，层厚0.20-0.30m，直径约10-50cm	低压缩性，强度较高。
⑤	粉质黏土夹粉土、粉砂 Q_2^{al+pl}	9.1~17.5	2.4~8.9	场区内均有分布	灰黄色，粉质黏土为可塑，粉土粉砂为稍密~中密，成份以粉质黏土为主，含云母、石英和铁锰氧化物，粉土、粉砂在层中呈无序分布	中压缩性，强度中等。
⑥	粉砂夹粉质黏土	15.0~22.5	13.0~20.0	场区内均有分布	灰黄色，粉质黏土为可塑，粉土粉砂为稍密~中密，成份以粉砂为主，含云母、石英，粉质黏土在层中呈薄层状分布	中压缩性，强度中等。
⑦	黏质中粗砂 Q_3^{al+pl}	29.8~39.9	13~6.0	场区内均有分布	褐黄色，中密，全场分布，为长江古河道冲积物，黏粒成分约占15-20%，砂粒主要为中粗砂，同时夹有约15%~25%的砾卵石，其中卵石一般粒径在2-4cm左右。局部夹有孤石，孤石为石英砂岩，主要成分为石英及方解石组成，层顶高程36.40-43.90m，层厚0.10-0.80m，直径约10-50cm	中等偏高压缩性，强度中等。
⑧	中风化石英岩状砂岩 C_{1g+h}	33.0~36.0	0.8~4.5	场区内局部部分分布	灰黄色，灰白色，坚硬，块状构造，裂隙发育，节理裂隙主要由泥质成分填充，钻进困难，取芯率约为65%，岩芯多为碎块状，岩石属较硬岩，岩体完整程度为破碎，岩体基本质量等级为IV。	视为不可压缩。
⑩ ₁	强风化泥质粉砂岩 S	32.5~44.2	1.3~5.3	场区内局部部分分布	灰绿色，坚硬，层状构造，岩芯呈土柱状，手捏易碎，取芯率为65%左右，为极软岩，岩体基本质量等级为V级。	低压缩性，强度高。
⑩ ₂	中风化泥质粉砂岩 S	37.3~46.2	未揭穿	场区内局部部分分布	灰绿色，坚硬，层状构造，泥质胶结，岩芯呈柱状，最大节长达30cm，取芯率为80%左右，为极软岩，岩体基本质量等级为V级。	视为不可压缩。

各岩土层承载力及压缩模量综合取值详见下表:

地层代号	岩土名称	标贯试验		综合取值	
		f_{ak}	E_{S1-2}	f_{ak}	E_{S1-2}
① ₁	淤泥	/	/	30	1.5
② ₁	淤泥质黏土	/	/	50	2.5
② ₂	粉质黏土	168	10.4	160	8.0
③	黏土	357	14.9	330	14.0
④	残积黏性土	209	20.5	230	$E_0=22.0$
⑤	粉土、粉砂	140	11.0	170	8.5
	粉质黏土	166	10.2		
⑥	粉砂夹粉质黏土	194	12.0	190	9.5
⑦	黏质细中砂	229	16.0	220	15.0
⑧	中风化石英岩状砂岩	/	/	$f_a=3500$	视为不可压缩
⑨ ₁	强风化泥质粉砂岩	/	/	500	$E_0=46.0$
⑨ ₂	中风化泥质粉砂岩	/	/	$f_a=4500$	视为不可压缩

- 说明: 1、土样在运输、开启的过程中难免会扰动, 土工试验中出现个别异常值在所难免, 在统计时进行了合理的删除。
 2、承载力及压缩模量系参考《岩土工程勘察工作规程》(DB42/169-2003)与《建筑地基基础技术规范》(DB42/242-2014)提供。
 3、③层、④、④₁、⑤、⑥层层地基承载力特征值、压缩模量根据土工试验、标准贯入试验综合评价。
 4、④层地基承载力特征值、压缩模量根据土工试验结果按规范参考值乘0.9的系数折减。

根据拟建场地地层情况, 对于拟建建(构)筑物若天然地基不能满足设计要求, 可使用桩基础。

根据拟建建(构)筑物自身特点及场地地层结构及工程特性, 可采用钻孔灌注桩, 以⑧层、⑨₂层为桩端持力层。桩基设计参数详见下:

地层编号	岩土名称	土的状态	钻孔灌注桩		
			桩侧土摩阻特征值 (水下) q_{sia} (kPa)	桩端土阻力特征值 (水下) q_{pa} (kPa)	抗拔系数 λ
①	杂填土	松散	10		
① ₁	淤泥	流塑	5		
② ₁	淤泥质黏土	流塑	12		
② ₂	粉质黏土	可塑	38		
③	黏土	硬塑	42		0.70
④	粉质黏土	可塑	40		0.75
⑤	粉质黏土夹粉土、粉砂	可塑	28		
⑥	粉砂夹粉质黏土	中密	30		
⑦	黏质中粗砂	中密	32		0.70
⑧	中风化石英岩状砂岩	--	150	3000	0.80
⑨ ₁	强风化泥质粉砂岩	--	65	600	0.70
⑨ ₂	中风化泥质粉砂岩	--	80	1500	0.80

注: 上述表中参数依据湖北省《建筑地基基础技术规范》(DB42/242-2014)提供。

5) 水文地质条件

(1) 地下水类型

场地地下水主要为赋存于填土层中的上层滞水、孔隙承压水基岩裂隙水。

①上层滞水: 主要赋存于①杂填土层中, 水位不连续, 无统一自由水面, 其动态变化主要受大气降水垂直渗入补给和局部地表水侧向渗入补给, 水量一般较小、雨季时水量较大, 以蒸发和逐步下渗的方式排泄, 勘察期间测得其上层滞水水位埋深为0.60~3.50米, 相当于绝对标高23.75~26.29m, 年变化幅度约1.00~2.00m。

②孔隙承压水: 主要赋存于场地的⑥层粉砂夹粉质黏土及⑦层黏质中粗砂之中, 与长江水力联系紧密。由于勘察期间位于枯水期, 孔隙水水位位于砂层中, 实际上属于层间无压孔隙水, 当进入丰水期时, 由于得到长江水力补给作用, 孔隙水水位将上涨而具有承压性, 勘察期间在ZK6、ZK30测得孔承压水水位位于原始地面下9.35m、9.19m, 地下水水位标高相当于绝对高程为17.58、17.56m。据调查, 拟建物场地地下承压水年平均水位变化幅度为3.0m~4.0m, 水位比较高的时间为6~8月。

③基岩裂隙水: 勘察期间, 在勘察深度内未见基岩岩溶裂隙水, 故未能分层测得其水位, 场地距长江约1.6km, 场地内基岩(岩溶)裂隙水与长江可能具有水力联系, 其水量贫乏, 主要接受上部上层滞水的入渗补给, 基岩裂隙水主要径流通道为岩石的节理。对基础施工基本无影响。

(2) 场区水文地质参数

拟建场区基坑开挖地下水控制所需水文地质参数如下表:

各土层渗透系数参考值

层序	岩土名称	渗透系数(cm/s)	透水性
①	杂填土	1.5×10^{-4}	中等透水性
① ₁	淤泥	2.0×10^{-6}	微透水性
② ₁	淤泥质黏土	3.0×10^{-6}	微透水
② ₂	粉质黏土	3.0×10^{-6}	微透水性
③	黏土	3.0×10^{-6}	微透水性
④	残积黏性土	3.0×10^{-6}	微透水性
⑤	粉质黏土夹粉土、粉砂	3.0×10^{-4}	弱透水性
⑥	粉砂夹粉质黏土	1.5×10^{-3}	强透水性
⑦	黏质中粗砂	1.5×10^{-3}	强透水性

(3) 地下水及场地土的腐蚀性评价

据调查, 场区附近无污染源存在, 场区内环境未受到污染, 场地为II类地质环境、干湿交替、弱透水层地下水。场地内土对混凝土结构和钢筋混凝土结构中的钢筋均具有微腐蚀性。

(4) 地下室抗浮评价

上层滞水受大气降水影响较大，若流通不畅可能引起地下水位很高，因此抗浮设计水位建议取室外地面标高。基坑设计应对地下室底板的稳定性进行验算。当设计采用设置抗浮桩时，可采用钻孔灌注桩或抗浮锚杆等，抗浮锚杆的设计参数详见下表：

抗浮锚杆有关设计参数

层序	岩土名称	抗拔系数 λ	桩侧土粘结强度标准值 q_{sik} (kPa)	锚固体与土层间粘结强度标准值 q_{sia} (kPa)
① ₁	淤泥	0.50	16	15
② ₁	淤泥质黏土	0.50	25	25
② ₂	粉质黏土	0.70	65	70
③	黏土	0.75	85	90
④	残积黏性土	0.70	70	75
⑤	粉质黏土夹粉土、粉砂	0.65	55	60
⑥	粉砂夹粉质黏土	0.70	58	65
⑦	黏质细中砂	0.70	65	65
⑧	中风化石英岩状砂岩	0.80	700	$f_{rbk}=1200$
⑨ ₁	强风化泥质粉砂岩	0.70	80	$f_{rbk}=100$
⑨ ₂	中风化泥质粉砂岩	0.80	240	$f_{rbk}=1500$

说明：1. 单桩抗拔承载力和锚杆的抗拔承载力特征值必须通过抗拔试验确定。

2. 表中 f_{rbk} 值系根据《建筑工程抗浮技术标准》（JGJ476-2019）查表而得。

6) 地震效应

(1) 抗震设防烈度

根据国家标准《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)(2016年版)附录A与《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)附录C，拟建场区位于武汉市武珞路中南路街道，场区设计地震分组为第一组，建筑抗震设防烈度为6度，II类场地基本地震动峰值加速度为0.05g，基本地震动加速度反应谱特征周期为0.35s。

根据《建筑工程抗震设防分类标准》(GB50223-2008)规定，本工程抗震设防类别为丙类，属标准设防类。应按本地区抗震设防烈度确定其抗震措施及地震作用。

(2) 建筑场地类别

根据本次勘察揭露地层及查阅附近地质资料，场区覆盖层厚度为37.3~46.2m，等效剪切波速为 $155 \geq V_s > 190.8$ ，又据场地覆盖层厚度符合 $3 \leq dov \leq 50m$ 的条件，故判断如下：所在场区场地土类型为中软土，为II类建筑场地，设计地震分组为第一组，场地地震动峰值加速度为0.05g，特征周期为0.35s。

(3) 抗震地段的划分

拟建场地地形较开阔，场地土的类型主要为中软土、中硬土，部分为软弱土，场区内自然条件下无岩溶、滑坡、崩塌、地陷、地裂、泥石流等不良地质现象，属抗震一般地段。

(4) 地基液化判别

根据《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)中4.3.1条规定：饱和砂土和饱和粉土(不含黄土)的液化判别和地基处理，6度时，一般情况下可不进行判别和处理。拟建场地属建筑抗震设防6度区，故基础设计时可不考虑饱和砂土液化。

7) 不良地质作用及特殊岩土

(1) 不良地质作用

根据区域资料，场地内无全新活动断裂通过；通过地面调查，场区无严重的不良地质作用和地质灾害，根据本次勘察揭露结合区域地质资料显示，拟建场地下伏基岩为志留系(S)坟头组泥质粉砂岩，属非可溶岩，在勘探深度范围内未发现有土洞等不良地质现象，场地不良地质作用不发育。

(2) 特殊性岩土

拟建工程场地特殊性岩土主要为填土、软土等。

① 填土

本次勘察拟建场区揭露的填土类型主要为①₁层杂填土，堆填时间10年以上，具一定厚度。杂填土呈松散状态，夹碎石及黏性土及建筑垃圾；该填土层作为侧壁主要土层，其结构和力学性质均较差，不能直接作为拟建工程的地基持力层使用，应予以清除换填处理，作为基坑侧壁土层，其自稳定性极差，是影响坡体稳定的不利土层，应注意采取支护及隔水措施，在施工与设计过程中，注意其带来的不利影响。

② 软土

场区分布的软土主要第①₂层淤泥、②₁淤泥质黏土，其地基承载力低，工程性质较差，强度增长缓慢，具有渗透性小、触变性大的特点，不能直接作为拟建工程的地基持力层使用，在工程建设时建议清除换填。作为基坑（槽）侧壁土层时，其自稳定性极差，必须做好加固与支护工作。

2、结构抗浮设计

结构抗浮主要有如下几种方式：结构自重抗浮、锚杆抗浮、抗浮桩抗浮等。

1) 结构自重抗浮

结构自重抗浮即通过增加结构砼断面来抗浮。考虑本工程平面尺寸大，自重抗浮需要截面尺寸过大，经济性较差，本工程不适用自重抗浮。

2) 锚杆抗浮

抗浮锚杆即通过底板下设抗浮锚杆，在板底水浮力作用下，底板向上位移趋势，带动锚杆，锚杆通过锚固钢筋与注浆体之间的握裹力将上拔力传至注浆体，通过注浆体与周边土层之间的摩擦力将注浆体所受力传至周围稳定土体，从而形成具有一定抗拔能力的抗浮锚杆，起到抗浮作用。

抗浮锚杆优点：布置间距小，有利于底板受力；抗浮锚杆直径较小，同体积表面积大，效率高，经济性较好。

抗浮锚杆缺点：只能抗浮，不能抗压；较适合岩层地质，而一般不适合在软弱土层、膨胀性土、多年冻土、湿陷性土等地质中；单桩承载力低，数量多，施工速度稍慢；施工难度较大，工序较复杂，需要专业施工队伍。

主体结构要同时满足承重和抗浮要求，抗浮锚杆只能抗浮，不能抗压，经济效果一般，本工程不推荐采用。

3) 抗浮桩抗浮

锚桩抗浮即通过底板下设锚桩，利用桩身自重和桩周摩擦力来抗浮。此种方法即能减少结构混凝土的用量，又能满足结构设计工作年限要求。中间立柱的支撑桩在地下结构施工完毕后既可作为结构承载的承压桩，又可以作为结构抗浮的抗浮桩。

4) 结构抗浮措施选择

根据《建筑工程抗浮技术标准》(JGJ 476-2019)第3.0.1条规定，本工程抗浮工程设计等级为甲级。施工期抗浮稳定安全系数 ≥ 1.05 ，使用期抗浮稳定安全系数 ≥ 1.10 。

根据湖北省《建筑地基基础技术规范》(DB42/ 242-2014)第11.5.3.2条规定，上层滞水的抗浮设计水位可按使用阶段场地地面标高取值。本项目场地较长且处于斜坡，按场地地面标高分段考虑结构抗浮水位。

经计算利用结构承压桩进行抗浮已满足整体抗浮要求，可不另设置抗浮桩，局部抗浮在底板防水板根据计算设置受力钢筋。根据计算，在抗浮水位下，施工期间桩顶最大拉力1900kN，使用期间桩顶最大拉力1600kN，施工期抗浮稳定安全系数 ≥ 1.05 ，使用期抗浮稳定安全系数 ≥ 1.10 ，满足抗浮要求。

经以上综合比较，本工程地下车库利用既有承压桩进行抗浮。

3、基础设计

参考本工程岩土工程勘察报告中各土层的特性并结合本工程特点，地下车库采用盖挖逆作法施工，利用施工过程中的立柱桩作为结构承压桩，采用一桩一柱结构形式，基础采用钻孔灌注桩基础。桩基以⑥粉砂夹粉质黏土层($q_{pa} = 190\text{kpa}$)、⑦黏质细中砂层($q_{pa} = 220\text{kpa}$)、⑨₂中风化泥质粉

砂岩($q_{pa} = 1500\text{kpa}$)为桩端持力层，桩径为1000mm，桩顶进入持力层深度不小于2d。桩基采用地下水C30混凝土。北侧地下二层车库结构桩基按桩端进入持力层⑨₂中风化泥质粉砂岩不小于2m考虑，桩长33m~40m，均长37m；南侧一层车库结构桩基按桩端进入持力层⑥粉砂夹粉质黏土层、⑦黏质细中砂层不小于2m考虑。各部位桩基承载力计算如下：

位置	位置	桩长(m)	桩顶反力(kN)	桩基承载力(kN)	钻孔编号	进入持力层深度(m)	持力层
北侧两层车库 结构桩基	边柱	33m	3450	4202	ZK1	2.94	⑨ ₂ 中风化泥质粉砂岩
		39m	3450	4638	ZK21	2.6	
	中柱	35m	4500	5244	ZK6	6.28	
		40m	4500	5236	ZK27	2.33	
南侧一层车库 结构桩基	边柱	30m	2600	2976	ZK30		⑥粉砂夹粉质黏土层
		37m	3300	3596	ZK30	2.35	⑦黏质细中砂层

钻孔灌注桩单桩竖向承载力特征值应通过单桩竖向静载荷试验确定。在同一条件下的试柱数量不宜少于总桩数1%，且不少于3根，

地下车库底板采用500mm厚防水筏板，承台位置局部加厚至1000mm，承台尺寸2000mmx2000mm。底板、承台采用C35混凝土，抗渗等级为P6。

根据抗浮计算，地下车库结构利用既有承压桩抗浮，整体抗浮验算满足规范要求。局部抗浮在底板根据计算设置受力钢筋，底板抗弯、抗剪强度满足规范要求。

学校大门及门卫室采用天然地基方案，基础采用柱下独立基础。基础施工前将基底杂填土进行换填，换填后地基承载力不小于150kpa。

6.7 主要建筑材料

1、混凝土

基础垫层为100mm厚C15素混凝土，主体结构的混凝土强度等级C35，采用龄期60天标准试验方法测得具有95%保证率的立方体抗压强度值为准。地下室底板、地下室外墙及地下室顶板(与土壤接触)均采用防水密实混凝土，设计抗渗等级为P6。

2、钢筋

HPB300级钢， $f_y=270\text{N/mm}^2$ ，主要用作结构构件的构造钢筋和分布钢筋。HPB300级钢筋，应符合现行国家标准《钢筋混凝土用热轧光圆钢筋》(GB1499.1—2017)的规定。

HRB400级钢， $f_y=360\text{N/mm}^2$ ，主要用作柱、梁、板、墙、基础的受力钢筋，框架梁、柱的箍筋。HRB400级钢筋，应符合现行国家标准《钢筋混凝土用热轧带肋钢筋》(GB1499.2—2018)的规定。

预埋钢板锚筋、吊钩、吊环采用HPB300级钢筋，严禁采用冷加工钢筋。

钢筋在最大力下的总伸长率不应小于如下限值：HPB300 钢筋 10.0%；HRB400 钢筋 7.5%。钢筋的强度标准值应具有不小于 95% 的保证率。钢筋的抗拉强度实测值与屈服强度标准值的比值不应大于 1.25，屈服强度实测值与屈服强度标准值的比值不应大于 1.30，钢筋最大拉力下的总伸长率实测值不应小于 9%。

3、钢材

型钢与钢板采用 Q355C、Q235C 级钢。所有外露铁件一般按建筑要求作防锈处理，建筑无防锈要求者，均应除锈后以红丹 2 度、灰色调和漆二道，具体见相关施工验收规范。

4、焊条

E43(用于 HPB300 级钢筋、Q235C 焊接)；E50(用于 HRB335 级钢筋、Q345C 焊接)；E55(用于 HRB400 级钢筋)。不同材质时，焊条应与低强度等级材质匹配，钢筋与钢板（型钢）焊接随钢筋定焊条。

5、填充墙

1) 采用 Mu10 蒸压灰砂砖，M7.5 水泥砂浆砌筑。

2) 砌体施工质量控制等级为 B 级，砌块采用一等砖。

6、后浇带

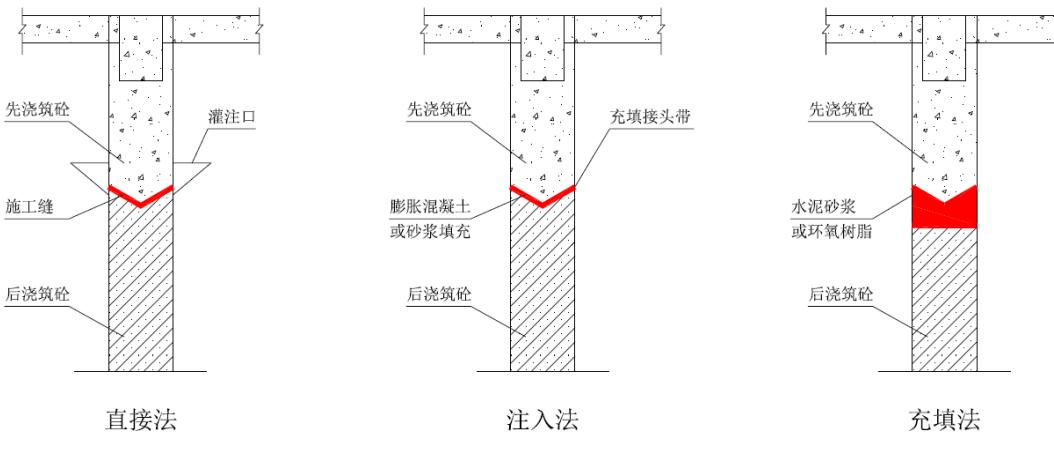
后浇带混凝土选用微膨胀混凝土浇筑，其强度等级应比两侧混凝土高一个等级，采用 C40 防水混凝土，设计抗渗等级为 P6。

6.8 关键构造细节处理措施

1、逆作法水平接缝处理

逆作法先期施工的结构与后期施工的结构存在施工缝，混凝土会因沉降和收缩在表面形成空隙，同时接缝表面也会存在析水或聚集气泡等缺陷，将对结构的耐久性和防水性产生不良影响。混凝土的流动压力和浇筑速度不足，易造成填充不良，使得钢立柱的阴角部分及后立模板的接合部分产生较大的混凝土缝隙。逆作法水平施工接缝处理是逆作法施工的关键问题之一。

从结构受力角度接缝应使竖向构件垂直方向内力有效、均匀、可靠地传递，并保证有足够的密实度。逆作法的接头处理施工柱术主要分为三类：直接法、注入法和充填法：



1) 直接法

先浇混凝土下方，将其做成两个方向或四个方向的倾角($20^\circ \sim 30^\circ$)，在后浇的板上部设置高 15~20cm 的漏斗型的浇筑口，当混凝土浇筑至此高度时，依靠浇筑压力和振捣器将混凝土缝隙填充密实。待漏斗部分的混凝土硬化后，表面修凿平整。

2) 注入法

通过预先设置的注入孔向缝隙内注入水泥浆或环氧树脂，采用钻头穿孔法设置注入通道或在先浇混凝土底部的模板上预先安一个注入用的接缝棒。水泥浆适用于比较大的缝隙，且使用特殊添加剂可提高流动性，浸透性良好的最小缝宽限度为 0.5mm，树脂适用于细小的缝隙，但成本较高，浸透性良好的最小缝宽限度为 0.1mm。

3) 充填法

下部混凝土浇注到适当高度，清除浮浆后再用无收缩或微膨胀的混凝土或砂浆充填。待充填的高度，用混凝土充填为 1.0m，用砂浆充填为 0.3m。为保证施工缝的良好充填，在柱中设置 V 型施工缝，其倾角以小于 30° 为宜。充填法的接缝较容易清洗，充填混凝土部分的高度较小且无收缩性，如果施工控制较好，能使接缝的性能达到较好状态。

根据相关试验，注入法和充填法能保证结构的整体性，在构件破坏前不会出现施工缝滑移破坏。

逆作法施工缝设置应符合下列要求：

1) 施工缝宜设置在构件受力较小且便于施工的位置。

2) 施工缝处应有可靠的措施保证先后浇筑的混凝土间良好固结，必要时宜加设止水构造。

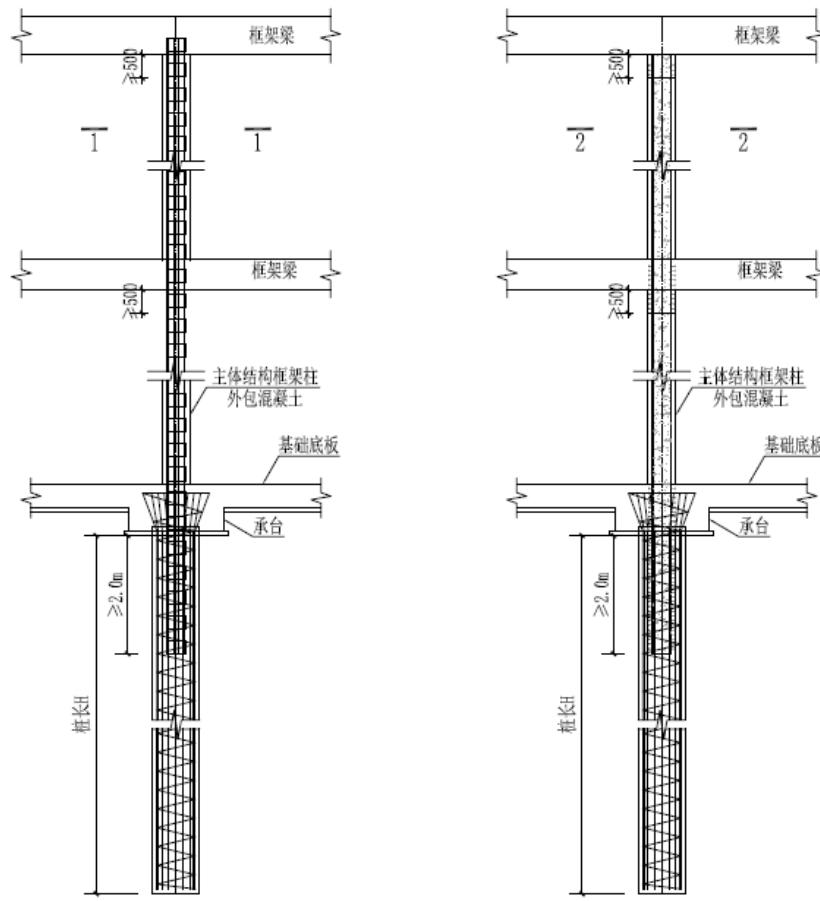
2、钢立柱结构形式选择

逆作法施工过程中，由于基础底板尚未封底，地下结构墙、柱等竖向构件尚未形成，需在基坑内部设置支承体系，可通过预埋设于框架柱柱芯位置的劲型钢柱以承受来自于支撑结构、附属构件

及施工的荷载等，钢立柱插入立柱桩基。竖向支撑系统是内支撑支护结构的关键构件，需具有足够的强度和刚度，同时截面不宜过大，因此一般采用钢立柱的形式。立柱基础一般采用灌注桩基础，可充分利用主体结构的工程桩，当无法利用工程桩时，应在合适的位置架设临时立柱桩。

Q355C。

永久柱未形成前，楼面梁（板）搁置在格构柱上，要考虑节点处力的传递，角钢格构柱与梁的连接节点处理方法一般包括钻孔钢筋连接法、传力钢板法和梁侧加腋法。

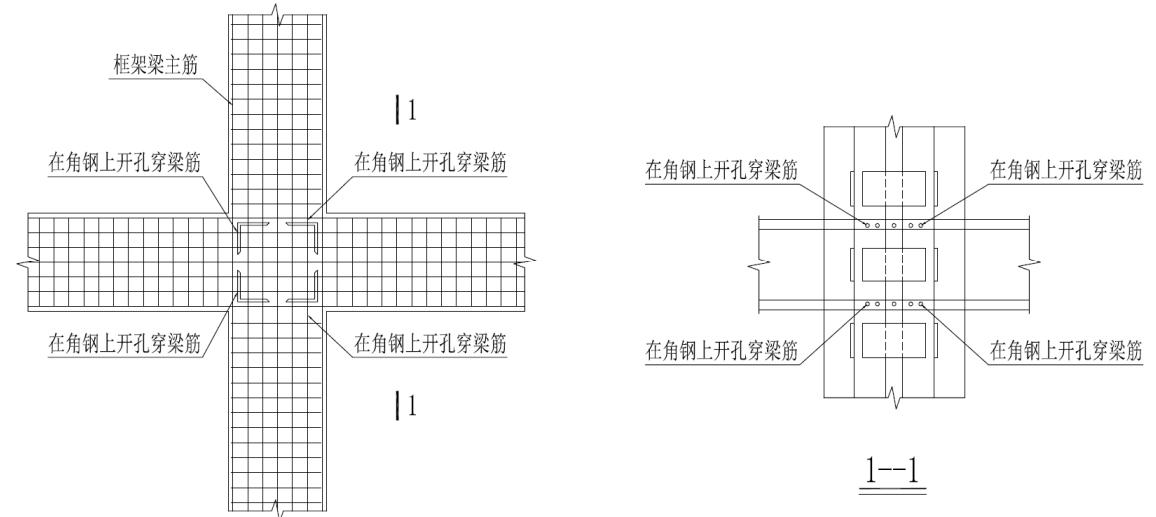


1) 钢格构柱

钢格构柱一般采用 4 根等边角钢拼接而成的缀板或缀条格构柱，为便于避让水平结构构件的钢 筋，钢立柱拼接采用从上而下平行、对称分布的钢缀板，钢缀板宽度应略小于钢立柱断面宽度，其 高度、厚度和竖向间距根据钢立柱稳定性计算确定。缀板间距除满足计算要求外，应设置于能避开 水平结构构件主筋的标高位置。依据所承受荷载的大小，钢立柱设计钢材牌号可采用 Q235C 或

(1) 钻孔钢筋法

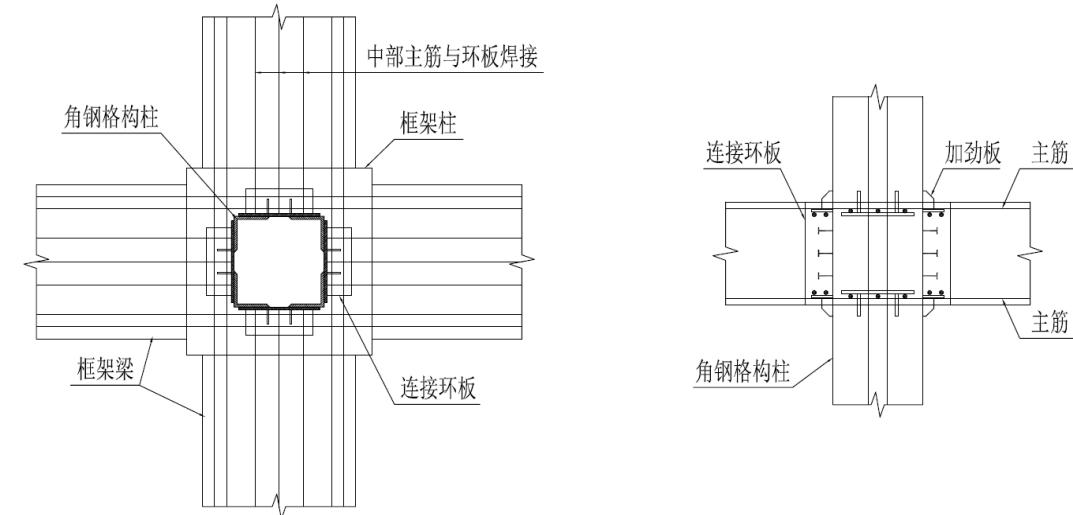
该方法在角钢格构柱缀板或角钢上钻孔，以便于框架梁主筋在梁柱施工时穿越，由于在角钢或 缀板上钻孔，对钢立柱截面有损伤，应通过严格计算，确保截面损失后角钢格构柱截面承载力满足 要求。



钻孔钢筋法

(2) 传力钢板法

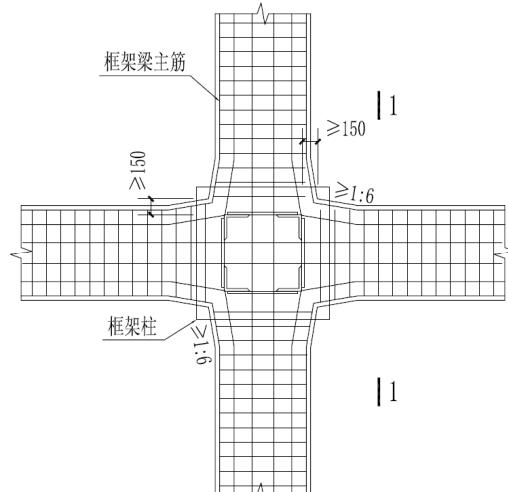
该方法在格构柱上焊接连接钢板，将角钢格构柱阻碍无法穿越的框架主筋与传力钢板焊接。



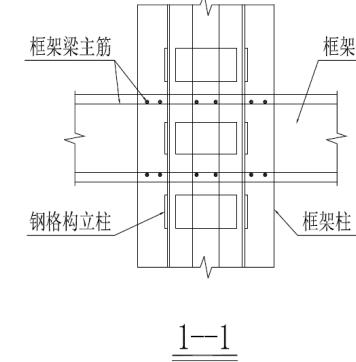
传力钢板法

(3) 梁侧加腋法

该方法通过在梁侧面加腋的方式扩大梁柱节点位置的宽度，使梁的主筋可以从角钢格构柱侧面直接绕行贯通。



梁侧加腋法



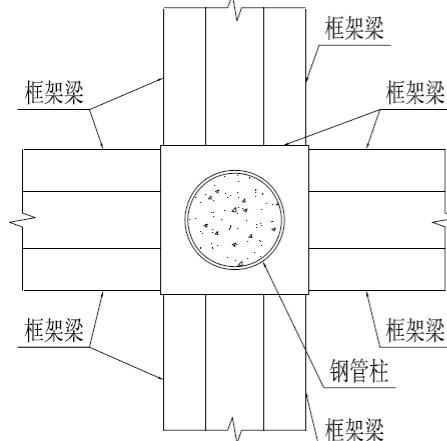
2) 钢管混凝土柱

钢管混凝土立柱一般内插于其下的灌注立柱桩中，施工前先将立柱桩钢筋笼及钢管置于桩孔之中，在浇筑混凝土形成桩基础与钢管混凝土柱。钢管可根据工程需要定制，直径和壁厚的选择范围较大，钢管柱内填充强度等级不低于 C30 的混凝土。

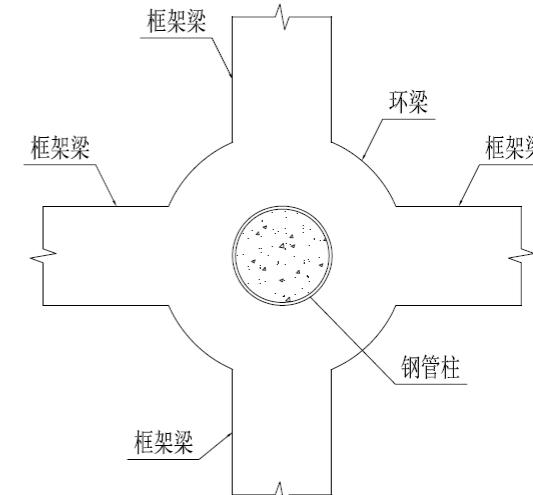
钢管混凝土柱为实腹式，平面范围内梁板主筋无法穿越，其与梁的连接节点处理方法一般包括双梁节点法、环梁法和传力钢板法。

(1) 双梁节点法

该方法将原框架梁一分为二，分成两根主梁从钢管柱的侧面穿过，保证主梁主筋贯通性。



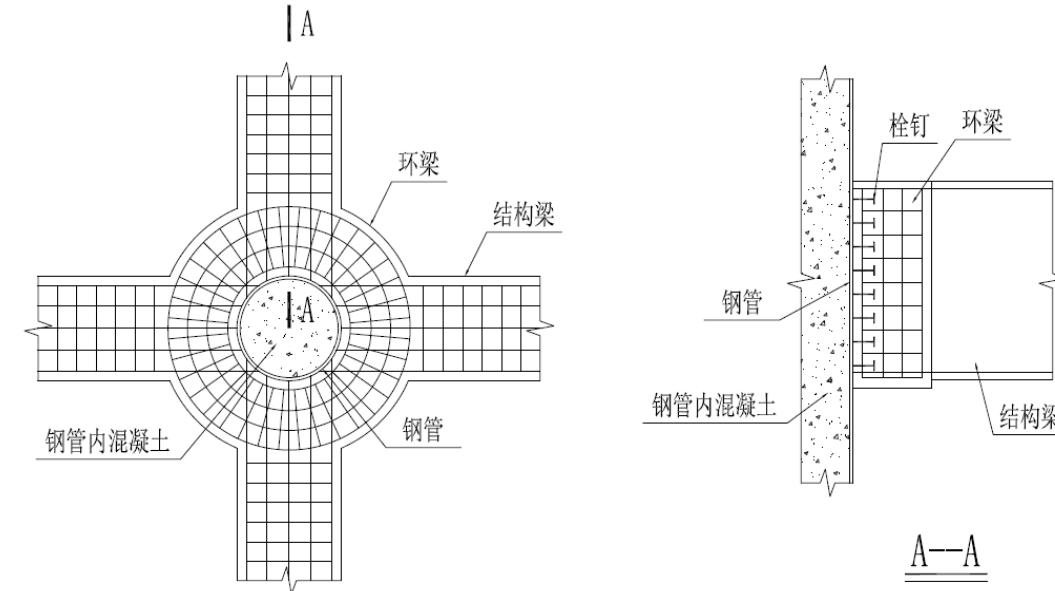
双梁节点法



环梁节点法

(2) 环梁节点法

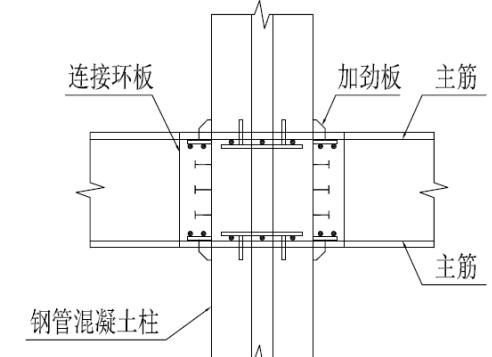
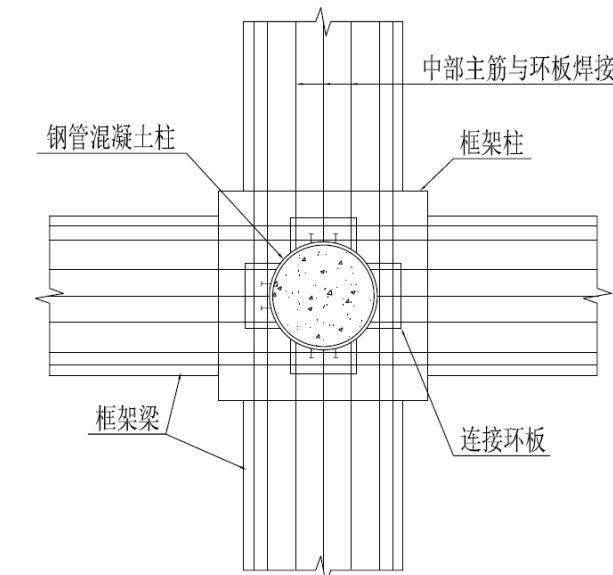
该方法将在钢管柱的周边设置一圈刚度较大的钢筋混凝土环梁，形成刚性节点区，利用刚性节点区域的整体工作来承受和传递梁端的弯矩和剪力。



钢管立柱与梁板环梁连接

(3) 传力钢板法

该方法在结构梁顶标高处钢管设置两个方向且标高错位的四块环形加劲板，双向框架梁顶部第一排主筋遇钢管阻挡处钢筋断开并与加劲环焊接，梁底部第一排主筋遇钢管下弯，梁顶和梁底第二、三排主筋从钢管梁侧穿越。



钢管立柱与梁板环形钢牛腿连接

3) 钢立柱结构选择

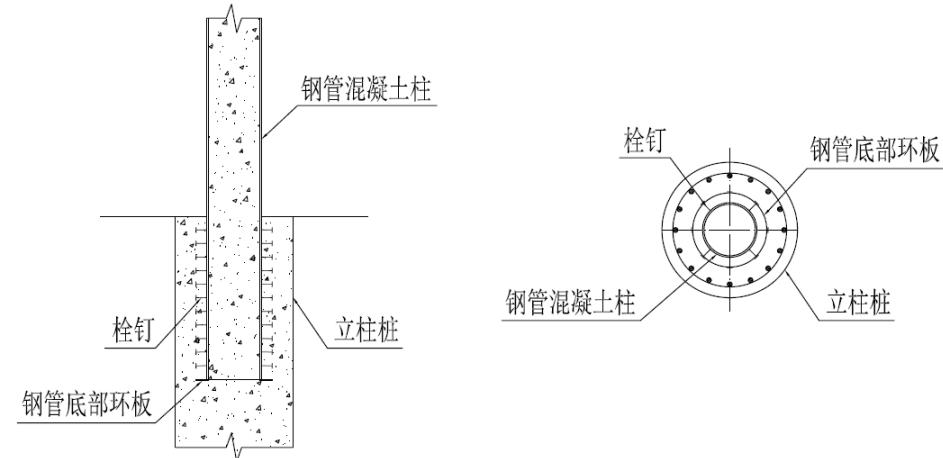
型钢格构立柱其优点是构造简单、施工方便、施工精度高，可通过构造措施使梁板钢筋具有较好的贯通性，其与梁板连接构造相对简单，但其缺点是截面尺寸较大，承载能力相对较低。

钢管混凝土立柱其优点是立柱刚度大、承载力高，但由于钢管为实腹式截面，梁板节点钢筋贯通性较差，其与梁板连接构造相对复杂，施工要求高，施工相对较为复杂。

本工程逆作施工阶段应根据钢立柱的最不利工况荷载，对其竖向承载力、整体稳定性及局部稳定性进行验算，确定钢立柱选型及截面尺寸，同时需考虑车库柱网空间布置及空间需求，立柱尺寸不宜过大。

建立空间模型对钢立柱进行施工阶段受力分析，逆作施工期间，最不利施工荷载工况下钢立柱最大竖向力约 4100kN，考虑外包混凝土立柱尺寸为 600mmx600mm，选用承载力较高的钢管混凝土立柱，立柱规格为 $\Phi 402\text{mm} \times 16\text{mm}$ ，材质为 Q355C。

钢管柱直接插入灌注桩的混凝土内不小于 2.0m，并在钢管柱底部均匀设孔，以利混凝土流动，加强桩、柱之间连接。



立柱与立柱桩连接构造

立柱和立柱桩的施工质量检测要求：

立柱桩成孔垂直度偏差 $\leq 1/150$ ，立柱范围内的成孔垂直度偏差 $\leq 1/200$ ；立柱桩成孔垂直度应全数检查；立柱和立柱桩定位偏差 $\leq 10\text{mm}$ ；刚立柱垂直度 $\leq 1/300$ 。

立柱桩可采用超声波透射法检测桩身完整性，桩身完整性应全数检测。

4) 立柱与梁连接节点构造选择

钢管立柱与梁连接节点主要有双梁节点法、环梁节点法和传力钢板法：

双梁节点法主要适用于框架梁宽度与钢管直径相比较小，主梁钢筋不能穿越钢管，本工程顶板、

中板主梁宽度分别为 400mm、350mm，钢管立柱直径 402mm，梁宽与钢管直径较为接近，不推荐采用。

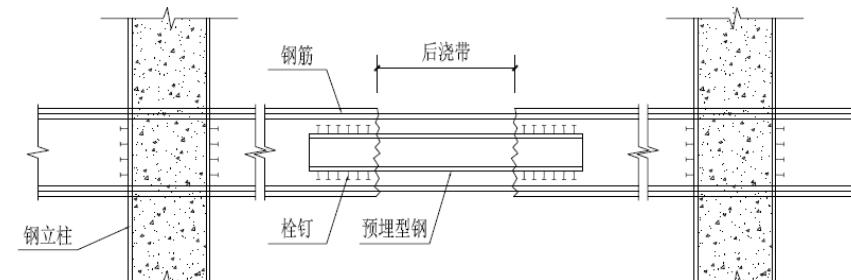
传力钢板法一般适用于主梁宽度大于钢管直径，梁顶上排主筋遇钢管断开与加劲环板焊接，其余钢筋从钢管两侧穿越，本工程主梁宽度小于钢管直径，部分主筋无法从钢管梁侧穿越，节点用钢量较大，焊接工作量多，需采取特殊措施保证节点混凝土浇筑密实，不推荐采用。

环梁节点法环梁与节点通过环筋、栓钉或钢牛腿等方式形成整体连接，框架梁主筋直接锚入锚入环梁，不必穿过钢管立柱和设置较多的焊接钢板，节点传力较为可靠，因此本项目主梁与钢管立柱连接推荐采用环梁节点法。

3、后浇带、施工缝

本工程地下室的建筑平面长度约 140m，宽度约 67m，属超长地下室结构，为减小大体积混凝土的温度应力及收缩对结构影响，在中板、底板每隔 40m 左右设置一道后浇带，宽度为 1m。后浇带采用微膨胀混凝土浇筑，其强度等级比梁、板、柱、墙混凝土高一强度等级，采用 C40 防水混凝土，待两侧主体结构混凝土龄期达到 45 天后浇捣后浇带。

逆作法施工中地下室中板结构作为基坑开挖阶段的中间水平支撑系统被后浇带阻隔，导致水平力无法传递，可通过在结构后浇带两侧预埋一定间距布置的型钢，混凝土内型钢上设栓钉锚固，解决后浇带位置的水平传力问题。

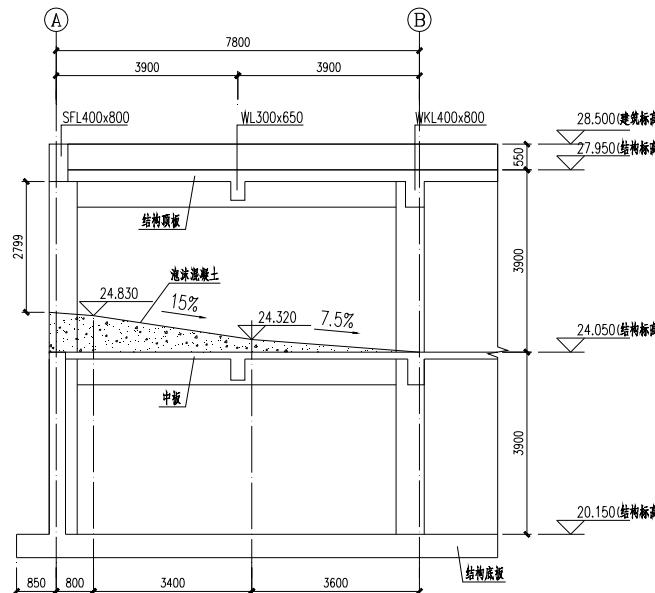


后浇传力带构造

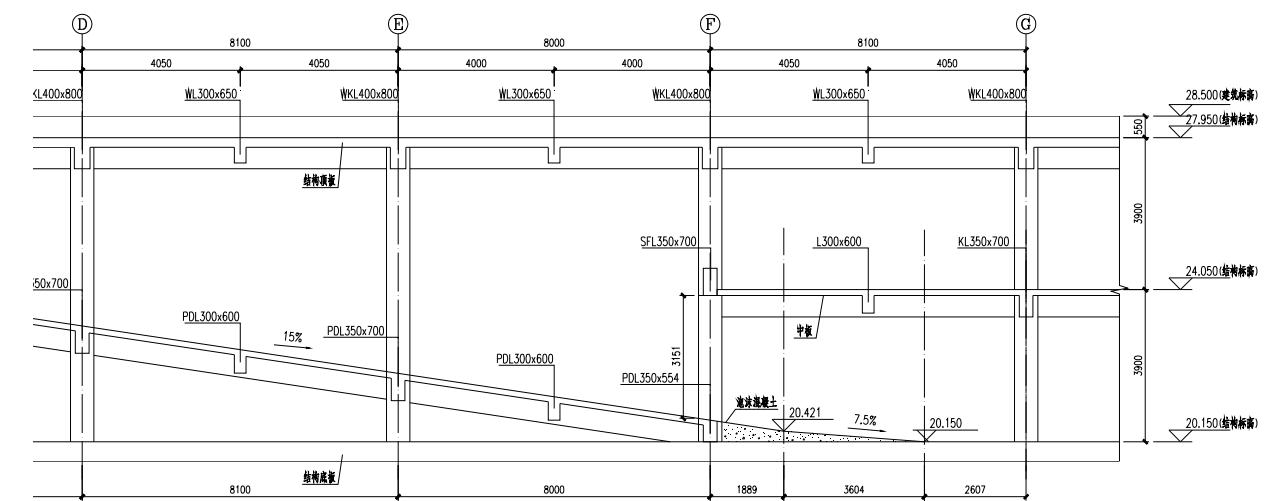
由于要尽快恢复学校操场，减小顶板施工工期，浇筑顶板时每隔 40m 左右设置一道施工缝，待中间楼板混凝土龄期达到 7 天后浇筑两侧楼板，施工缝处增加抗温度应力钢筋。

4、车库出入口主梁结构

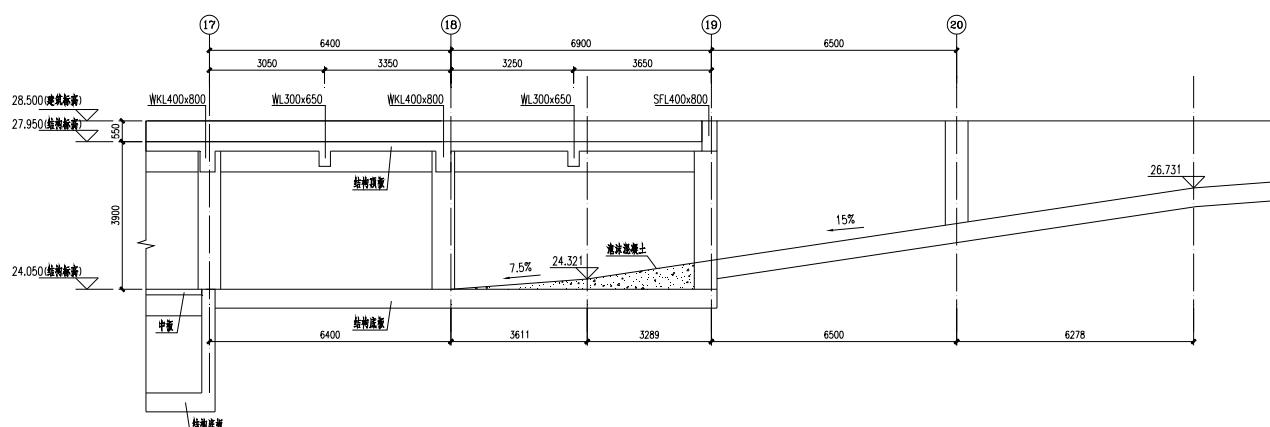
本项目地下车库周边紧邻道路及居民楼，周边用地紧张，车库出入口紧贴现状长湖南路布置，应尽量减少出入口汽车坡道占地，使车辆尽快进入车库，并满足规范规定的车辆通行净空不小于 2.2m 的要求。车库楼板采用现浇梁板结构，主梁高度较高，对出入口净空及汽车坡道规模影响较大，因此将结构净空受限的 2#~5# 坡道出入口楼板主梁反向设置，以减小主梁结构对出入口车辆通行净空影响，减小汽车坡道规模及占地，降低地下车库层高及工程投资。出入口结构示意如下图：



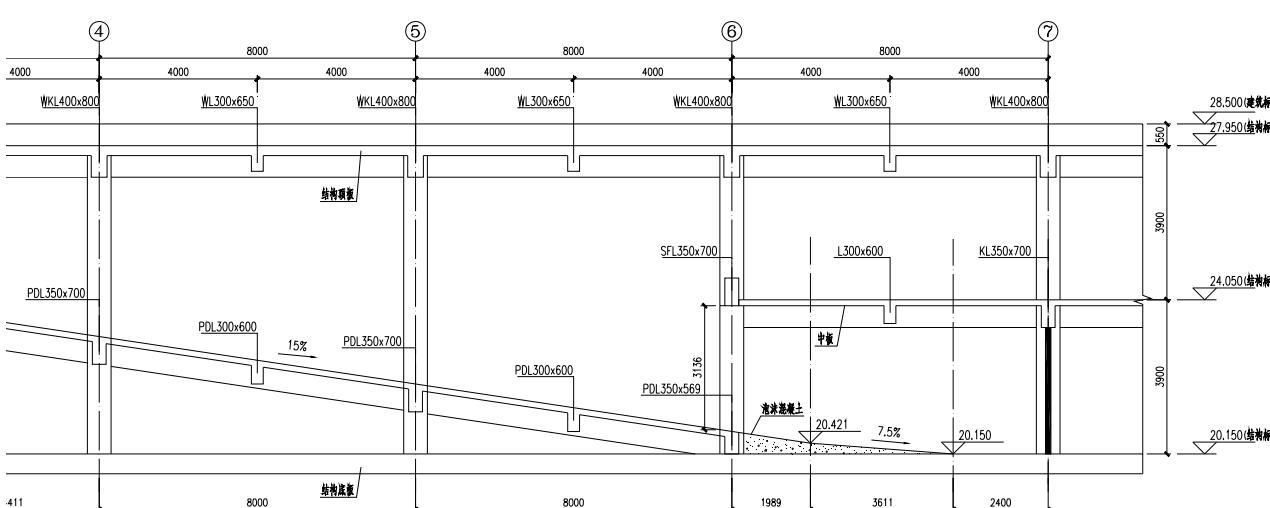
地下一层车库 2#坡道



地下二层车库 5#坡道



地下一层车库 3#坡道



地下二层车库 4#坡道

6.9 超长结构主要措施

本工程为地下超长结构，采取的主要措施有：

- 1、地下车库主体结构内部设置施工缝和后浇带。
- 2、计算考虑温度应力，增加抗温度应力钢筋。
- 3、地下车库主体混凝土结构应采用低水化热的水泥拌制，以减少单位体积的水化热量。混凝土的配合比，应合理选择骨料品种规格，严格控制含泥量。
- 4、控制混凝土入模温度 $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 且 $\leq 25^{\circ}\text{C}$ ，冬季施工阶段，浇筑时间一般选择在中午；夏季施工阶段，浇筑时间选择在夜间。模板需浇水降温，并用低温水拌制混凝土，采取降低原材料温度的措施，入模时需采取措施改善和加强通风。在初凝后尽可能立即采用保湿保温养护。
- 5、基础底板、顶板、侧墙的混凝土胶凝材料中掺加15%的优质粉煤灰及改善混凝土耐久性的抗裂防水外加剂。具体掺量、品种规格及施工方案及相应试验成果，经设计、监理认可后方可实施。
- 6、改进混凝土的振捣工艺，确保砼振捣密实和均匀性，通过充分振捣，排除可能因泌水在粗骨料及钢筋等周围产生的水分和空隙；加强压实赶光力度，尽量采用两次收头，增加密实度，提高混凝土与钢筋之间的握裹力，从而提高混凝土的抗裂性能。
- 7、应注意防止因水泥水化热在混凝土内形成的不均匀温度分布和降温差以及混凝土收缩产生的裂缝。确定合理的坍落度和缓凝时间，要注意外加剂对混凝土坍落度和可泵性的影响。混凝土浇捣时应跳仓浇筑。
- 8、应切实做好混凝土的养护工作。混凝土养护应采用蓄水养护、湿麻袋覆盖养护或塑料薄膜覆盖养护，并通过温度监测控制混凝土中心与表面的温差在 25°C 以内，混凝土表面与大气温差在 20°C 内，养护时间不少于14天，施工应采取各种有效措施，提高砼的抗裂性能，减少砼内外温差



以防止裂缝。

9、应切实做好地下室墙保温、保湿养护。

10、保证保护层厚度及钢筋位置的准确性。

11、超长结构地下室施工必须由有相应资质且有经验的施工单位和施工人员承担，施工前应编制施工方案，采取切实有效的施工措施，有效控制结构裂缝，确保地下室结构质量。制定了切实可行的施工方案后方可进行施工。

6.10 施工图设计和工程施工前需处理的问题

1、拟建场地内如有地下障碍物、地下管线等设施时，建设单位应向有关部门收集场区范围内以及周边的地下市政管网、电缆等资料，并提交给设计方，以便设计方进行复核，避免在基础及基坑支护的施工中破坏管网，引发事故。

2、拟建基坑开挖前施工单位必须查清场区周围地下管道、设施，按照规定编制并审核危大工程专项施工方案，并向现场管理人员和作业人员方案交底和安全技术交底；在施工现场显著位置公告危大工程，并在危险区域设置安全警示标志；项目专职安全生产管理人员应对专项施工方案实施情况进行现场监督，严格执行基坑安全防护措施。

3、场区范围内若有老建筑物的基础，在基础施工和基坑开挖前应予清除。

4、初步设计的构件截面尺寸在施工图设计时，可按实际情况做进一步调整。

6.11 危大工程专篇

根据住建部《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）、住建部办公厅《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），结合本工程实际情况分析，本项目危险性较大的分部分项工程清单表如下：

序号	分部分项工程	危险性质	注意事项	备注
1	勘察资料复验	因勘察技术手段的局限性，岩土性质、地下水、地下管线等资料可能与现场实际情况不符，引发工程质量安全隐患。	在施工过程中，应及时对比现场实际情况，若发现与勘察资料不符，应及时通知建设地勘及设计部门，并要求提出相应的处理意见。	
2	支架工程	搭设高度 $3m < H < 8m$ ，易发生支架垮塌事件和胀模风险。	施工单位应编制专项施工方案，保证基础承载力及脚手架使用和拆除过程中的稳固。	
		搭设高度 $H \geq 8m$ ，极易发生支架垮塌事件和胀模风险。	应满足上述要求，应编制专项施工方案，并进行专家论证。	超规模危大工程
3	模板工程	施工总荷载 $10kN/m^2$ 以上，易发生垮塌风险。	应编制专项施工方案，保证基础承载力；模板需根据安装、使用和拆除工况进行设计，满足承载力、刚	

序号	分部分项工程	危险性质	注意事项	备注
			度和整体稳固性要求；材料的堆放与混凝土浇筑顺序应按方案规定进行。	
		施工总荷载 $15kN/m^2$ 以上，极易发生垮塌风险。	应满足上述要求，应编制专项施工方案，并进行专家论证。	超过一定规模的危大工程
4	混凝土工程	底板与壁板分次浇筑时，分次浇筑的时间不应少于7天，否则，极易发生竖墙开裂风险，影响结构安全和耐久性。	应根据工期要求，编制严格的工艺流程及施工组织设计，加强养护保湿工作。	
		钢筋、预埋件等焊接使用乙炔、氧气，操作不当会导致火灾、爆炸事故。	施工过程中应严格遵守安全操作规程。	
5	施工机具	施工机具操作不当或未采取必要的安全措施可能导致安全事故。	桩机、混凝土输送泵车等作业时应保证场地平整度、基础承载力等满足要求；混凝土布料机作业时应采取必要的防倾覆措施。	
6	安装工程	部分建(构)筑物内有预埋件、悬吊运输轨道、架空管道等，因制作施工作业的离散性，导致质量可控性较差，容易发生吊装安全风险。	施工过程中严格控制施工质量，严格遵守安全操作规程。	
		管道、设备等构件的起重吊装易发安全事故。	应编制构件安装工艺流程及安全防范措施。起重机自身的安装、顶升、拆卸等应按规范、说明书和方案执行。	
7	有限空间作业	在有限空间内作业可能发生安全事故	有限空间作业应对施工人员进行专项安全教育培训，应执行“先通风、再检测、后作业”原则，应落实必要的应急措施。	
8	学校特殊环境施工	紧邻学校及操场下方施工，师生人员密集，可能发生安全事故	施工过程中应严格遵守安全操作规程，采取必要的安全防护措施及噪音控制、环境保护措施，编制施工安全应急预案。	
9	用新技术、新工艺、新材料、新设备可能影响工程施工安全，尚无国家、行业及地方标准的分部分项	可能影响施工安全	施工单位如有涉及，需根据现场情况补充。	

7 基坑设计

7.1 周边环境

本工程为武汉市武昌区第三十九中学公共停车场项目，工程地点位于武汉市武昌区第三十九中学内，为在现状操场下新建地下两层公共停车场，总建筑面积 17076.16m²，地下一层建筑面积为 8919.49m²，地下二层建筑面积约为 7913.05m²，地上建筑面积 243.62m²。地下停车场主体结构高度 8.35m，结构形式采用钢筋混凝土框架结构，基础形式采用钻孔灌注桩基础，楼盖为现浇钢筋混凝土楼盖。

基坑周边存在较多乔木，东、南、北侧存在较多生活休闲设施，东、北侧邻近园丁小区，距小区房屋约 9~24m，南侧邻近学校教学楼，距离约 8~20m，西侧位于长湖南街旁。现状操场地面地面标高约 27m，基坑东侧地面标高约 28~29m，高差约 1~2m；西侧长湖南街与基坑邻近地段，标高约 24.3m~26.9m，最大高差约 2.7m；基坑北侧地面标高约 28m，高差约 1m。

7.2 基坑支护方案比选

1、设计原则

- 1) 保证安全，兼顾经济及工艺成熟、施工速度快、施工方便的原则。
- 2) 保证基坑开挖期间的安全开挖和顺利施工。
- 3) 保证基坑开挖期间基坑底不出现突涌冒砂及坑壁流土流砂现象。
- 4) 保证基坑开挖期间周边建（构）筑物、管线的安全和稳定。
- 5) 保证基坑开挖地下水控制措施对周边建（构）筑物不造成较大的影响。

2、基坑特点分析

本工程为地下停车场，基坑工程开挖深度为 3.9~8.6m，邻近现状道路及大量房屋建筑，基坑开挖对周边环境影响较大。

3、基坑重要性等级

- 1) 本次设计基坑开挖深度介于 5.5~8.3m 之间，根据《基坑工程技术规程》（DB42/T159-2012）“表 4.0.1 支护结构的重要性等级”划分，结合本项目地质资料及周边环境状况，本项目基坑工程重要性等级按一级考虑。
- 2) 本工程基坑支护为临时性支护，支护设计使用期限为 12 个月，一级基坑临时性支护结构调整系数为 1.0。
- 3) 本工程基坑支护结构变形按一级基坑控制，最大水平位移不大于 30mm。被动区抗力安全系数悬臂结构不小于 1.50，一道内支撑不小于 1.2，两道及以上内支撑不小于 1.05。

4、基坑支护形式比选

地下车库结构施工方法选择不仅要满足车库结构本身的功能需求，同时要满足合理开发利用地上、地下有效空间的要求，并考虑施工给周围环境带来的不良影响。其施工方法的选择是否合理，对地下车库结构型式、工期及土建工程造价等具有较大的影响，选择合适的施工方法能创造良好的社会效益、经济效益和环保效益。常见的地下车库结构施工方法有明挖法和盖挖法。

经比选（详见本说明 5.4 结构施工工法选择章节）本工程推荐采用盖挖逆作法施工。

5、支护桩（墙）选型

结合地区经验，基坑支护常用的支护桩（墙）有钢板桩、钢管桩、SMW 工法桩、灌注桩、地下连续墙等几种类型。考虑工程特点、地层条件、周边环境等因素，选择安全可靠、技术可行、经济合理，同时便于基坑开挖及后续施工的可靠支护措施。

1) 钢板桩

钢板桩承载力强，自身结构轻，钢板桩构成的连续墙体具有很高的强度与刚性；水密性好，钢板桩连接处锁口结合紧密，可自然防渗；施工简便，能适应不同的地质情况和土质，可减少基坑开挖土方量，作业占用场地较小；施工环保，取土量和混凝土用量大幅减少，可有效保护土地资源；钢板桩可重复使用，经济环保，造价低。但钢板桩自身刚度较小，基坑开挖深度较大时，桩体变形较大。根据地勘资料，本项目基坑工程人工填土层较厚，地质较差，且盖挖法基坑围护桩（墙）需提供较大的单桩竖向承载力，故钢板桩不适用于本项目主体施工。



钢板桩

2) 钢管桩

钢管桩施工工艺简单、质量易于控制，施工时对周边环境影响小；钢管桩相对于钢板桩，刚度较大，控制变形能力较强；钢管桩可重复使用，经济环保，经济性好；桩径、桩间距可随地层条件灵活多变，适用性强；但钢管桩一般桩身尺寸小，管壁较薄，桩身刚度小，一般适用于地质条件好，侧壁土压力小，开挖深度不大的基坑支护工程中。根据地勘成果，本项目基坑工程人工填土层较厚，地质较差，且盖挖法基坑围护桩（墙）需提供较大的单桩竖向承载力，故钢管桩不适用于本项目主体基坑。



钢管桩

3) SMW 工法桩

型钢水泥土搅拌墙，通常称为 SMW 工法，是一种在连续套接的三轴水泥土搅拌桩内插入型钢形成的复合挡土隔水结构，即利用三轴搅拌桩钻机在原地层中切削土体，同时钻机前端低压注入水泥浆液，与切碎的土体充分搅拌形成隔水性较高的水泥土柱列式挡墙，在水泥土浆液尚未硬化前插入型钢的一种地下工程施工技术。其适用于深度小于 12m 的基坑，其作基坑围护结构的同时还可兼作止水帷幕，可减少止水帷幕工程量。但其施工需要大型机械设备，所占用施工场地大，且在较硬地层中，搅拌桩施工难度大，施工周期长（桩身需满足一定的强度才能进行基坑开挖）。本项目基坑工程周边环境复杂，邻近现状道路及大量房屋建筑，施工场地较小，且盖挖法基坑围护桩（墙）需提供较大的单桩竖向承载力，故 SMW 工法桩不适合本项目主体基坑。



SMW 工法桩

4) 灌注桩

钻孔灌注桩，作为一种成熟的工法，其施工工艺简单、质量易于控制，施工时对周边环境影响小，钻孔灌注排桩式围护结构施工便捷，在湖北省地区广泛应用。且其施工所需占用的场地小，适用于有限作业空间的基坑施工场地。钻孔灌注桩作为排桩围护结构，其桩径、桩间距可随地层条件灵活多变，适用性强。成桩后，钻孔灌注桩刚度大，稳定性较好，支护效果好。



灌注桩

5) 地下连续墙

地下连续墙刚度大，止水效果在所有围护体中最好，不需另设止水帷幕，可以在很大程度上减少周边地下水的渗漏问题，同时地下连续墙方案施工工艺成熟，对周边环境影响也较小，但其造价高、周期长、施工流程较复杂、质量控制难度较大，适合于周边环境保护类型较高、基坑开挖深度较深的大型深基坑工程。



地下连续墙

各支护桩（墙）优缺点比选如下：

支护桩比较表

支护桩类型	优点	缺点
钢板桩	技术成熟，施工速度快；具备一定的止水能力；可重复使用，经济环保，造价低，施工周期短。	软弱土层厚度较厚时，控制变形能力有限；盖挖施工时，难以提供足够的单桩竖向承载力。
钢管桩	技术成熟，施工速度快；相对于钢板桩，刚度较大，控制变形能力较强；可重复使用，经济环保，造价低，施工周期短。	软弱土层厚度较厚时，控制变形能力有限；盖挖施工时，难以提供足够的单桩竖向承载力。
SMW 工法桩	技术成熟，施工速度快，结合内支撑可用于较深基坑；可止水；刚度较大，变形相对较小；型钢可重复使用，经济环保。	施工设备对场地要求较高；造价较高，施工周期较长；盖挖施工时，难以提供足够的单桩竖向承载力。

支护桩类型	优点	缺点
灌注桩	技术成熟，结合内支撑可用于各类基坑，适应性好；刚度大，变形小。	地下水丰富需止水时，需单独设置止水帷幕；存在泥浆排放、遗留地下建筑垃圾等环境问题；造价高，施工周期较长。
地下连续墙	技术成熟，刚度最大，变形小，止水效果好。	单独作为支护结构时造价很高；需采用专用设备，施工流程较复杂、质量控制难度较大、施工周期长；存在泥浆排放、遗留地下建筑垃圾等环境问题；

考虑地质情况、项目功能要求、施工工期、经济性等因素，本项目主体基坑推荐采用灌注桩支护，3#坡道敞口段基坑深度较小，推荐采用钢板桩+内支撑支护。

6、基坑支护方案

综上所述，综合各方面因素，本项目主体基坑推荐采用盖挖逆作法开挖，支护桩（墙）推荐采用灌注桩，利用结构顶板、中板纵横梁作为基坑第一、二道支撑。灌注桩采用C30水下混凝土，桩径1m，间距1.3m。基坑围护立柱、立柱桩结合结构立柱、抗拔桩位置进行设置，立柱采用Φ402×16钢管，立柱桩采用C30水下混凝土，立柱、立柱桩、结构顶中板梁横向间距5~8.1m，纵向间距5.1~8m，桩间采用网喷C20砼防护。

3#坡道敞口段基坑最大深度约3.4m，推荐采用钢板桩+一道内支撑支护，钢板桩采用IV型拉森钢板桩，内支撑采用402×16无缝钢管，间距4m。

7、支护结构典型断面计算

1) 永久荷载

土压力分布模式按朗肯土压力理论计算，水、土压力采用水土合算。

基坑影响范围内房屋荷载：根据房屋层数按20kPa/层考虑基坑顶先期荷载。

2) 可变荷载

地面超载：一般地面按20kPa，出土口超载考虑40kPa。坡顶边2m范围内不设堆载。

3) 基坑设计控制值

支护结构设计水平位移 δ 允许值：

一级基坑：临重要保护对象($a < H$)， $\delta \leq 40\text{mm}$ ；临一般保护对象， $\delta \leq 50\text{mm}$ 。

被动区抗力安全系数：一道支撑段 $K_{tk} \geq 1.2$ ，多层支撑段 $K_{tk} \geq 1.05$ 。

4) 岩土设计参数

根据地勘成果，基坑支护设计所需岩土参数见下表：

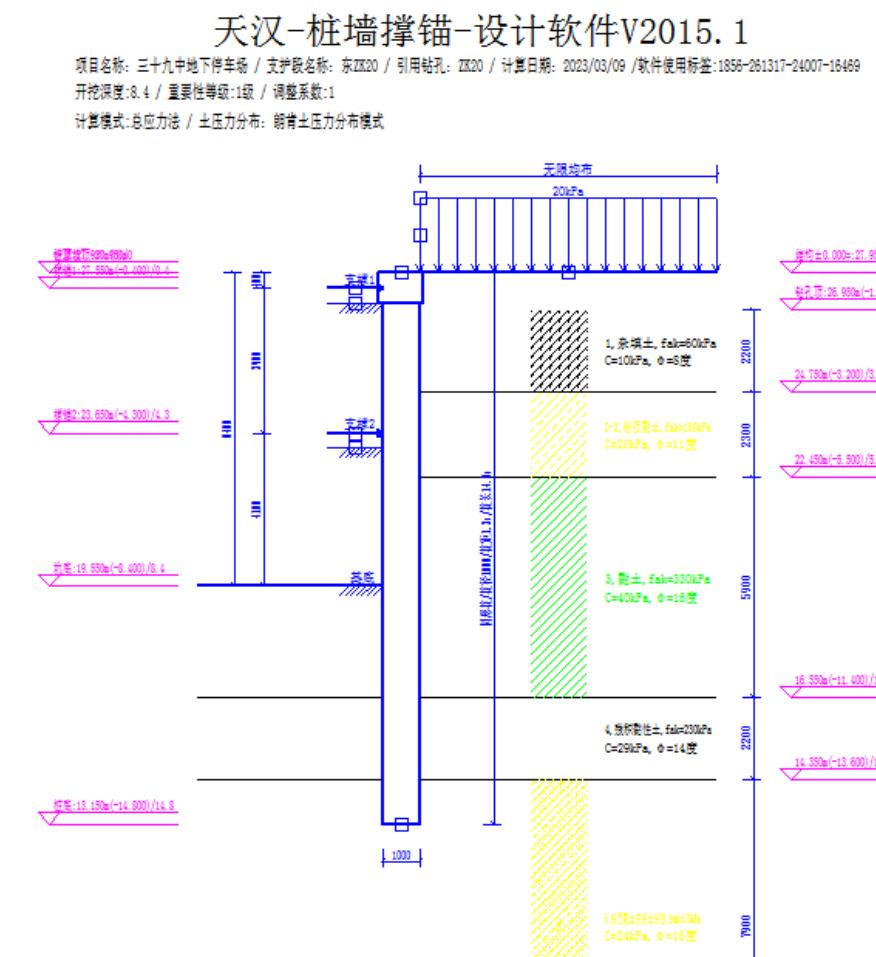
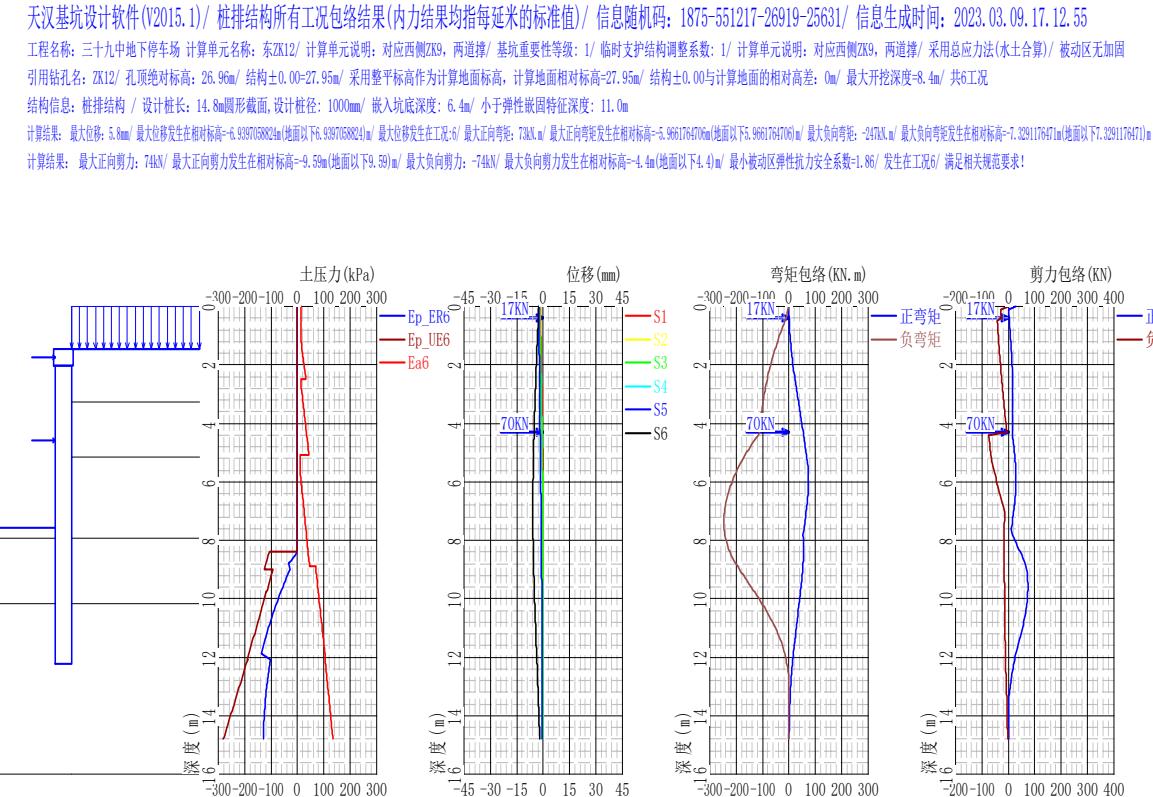
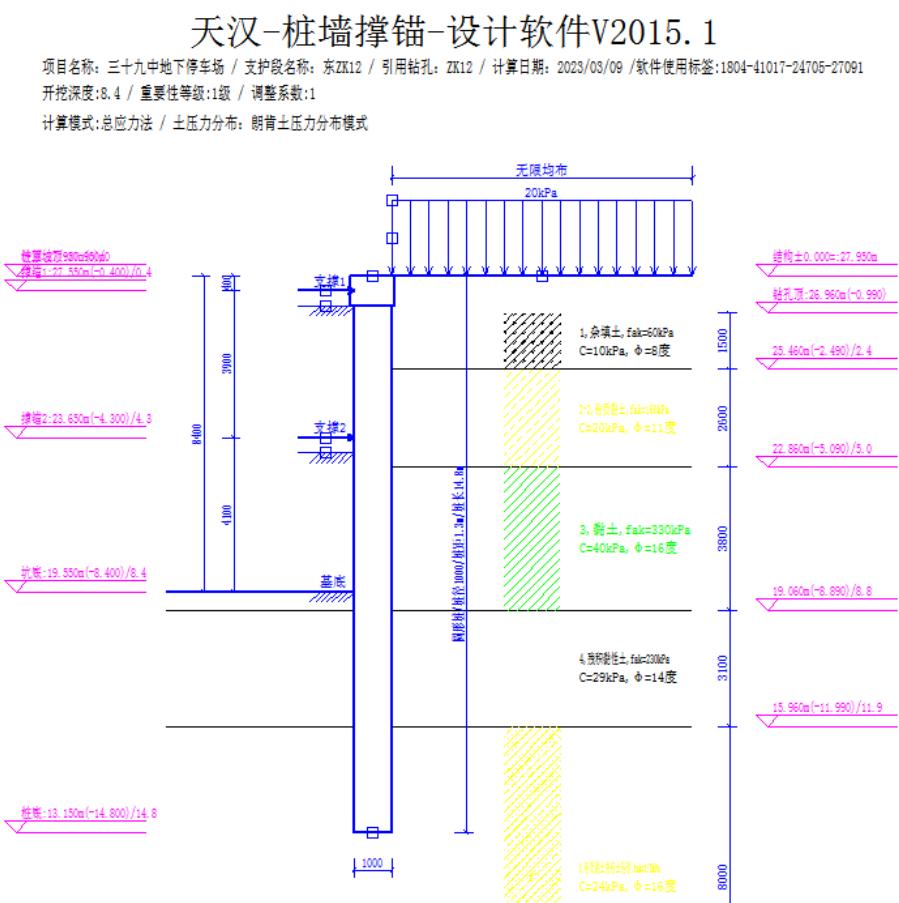
各岩土层基坑支护有关设计参数

地层编号	重度	直接快剪		按规范取值		建议取值	
	$r(kN/m^3)$	$c_k(kPa)$	$\phi_k(^{\circ})$	$c_k(kPa)$	$\phi_k(^{\circ})$	$c(kPa)$	$\phi(^{\circ})$
① 杂填土	/	/	/	10	8	10	8
① ₁ 淤泥	16.4	5.3	4.6	10.0	4.0	9.0	3.0
② ₁ 淤泥质黏土	17.1	7.3	5.9	13.0	6.0	12.0	5.0
② ₂ 粉质黏土	18.7	18.2	9.3	22.0	12.0	20.0	11.0
③ 黏土	19.4	55.5	15.2	42.0	16.5	40.0	16.0
④ 粉质黏土	19.3	29.5	10.6	29.0	15.0	29.0	14.0
⑤ 粉质黏土夹 粉土、粉砂	19.3	19.5	11.6	25.0	14.0	24.0	16.0
⑥ 粉砂夹粉质黏土	19.0	16.5	11.1	15	30.0	16.0	28.0
备注	本表数据是依据本次勘察结果，结合有关规范和经验值综合给定的。						

5) 计算软件：“天汉 V2015.1”。

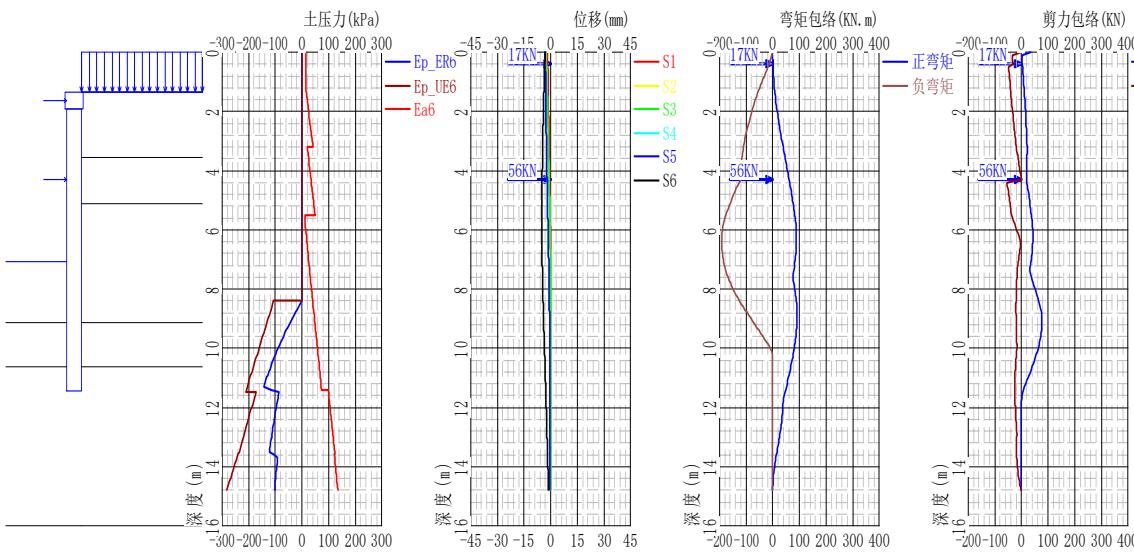
6) 典型断面计算结果

结合地勘成果，本次设计选取 ZK12、ZK20、ZK28 三处钻孔断面处进行计算，计算结果如下：



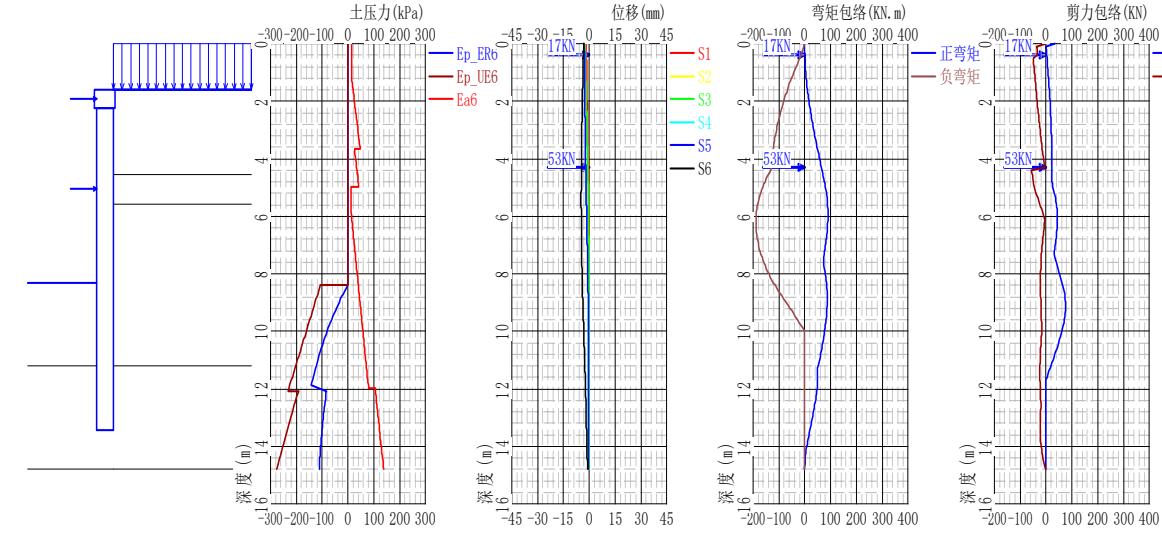
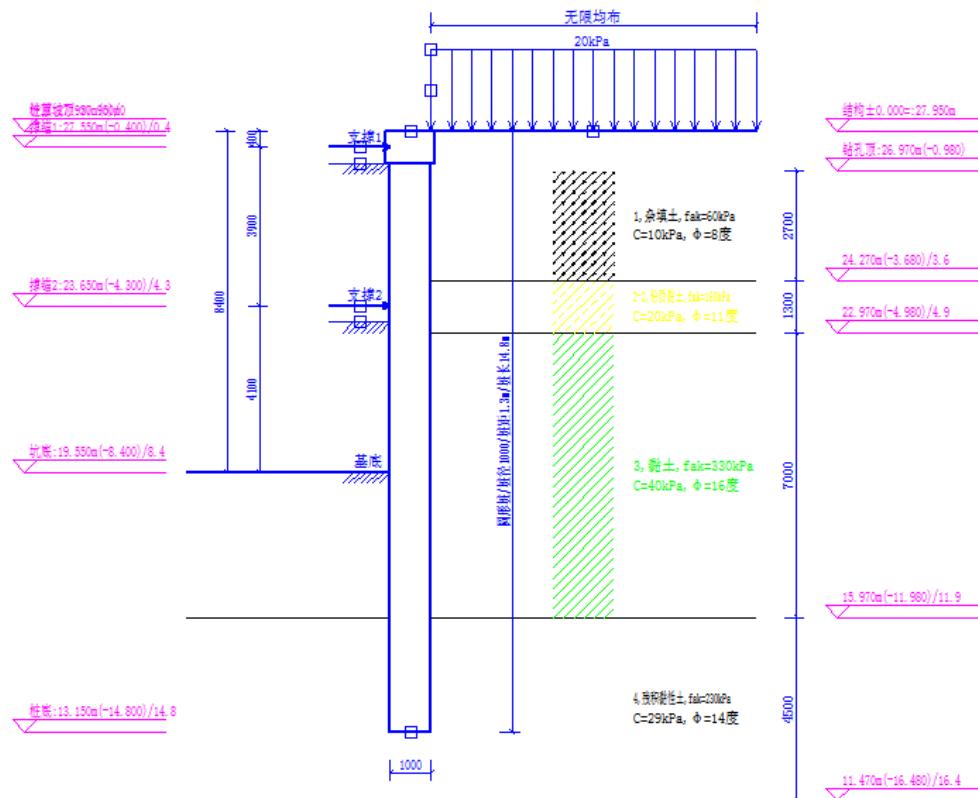
天汉基坑设计软件(V2015.1)/ 桩排结构所有工况包络结果(内力结果均指每延米的标准值)/ 信息随机码: 1875-351417-17117-1334/ 信息生成时间: 2023.03.09.17.14.35
 工程名称: 三十九中地下停车场 计算单元说明: 对应西侧ZK17, 两道撑/ 基坑重要性等级: 1/ 临时支护结构调整系数: 1/ 计算单元说明: 对应西侧ZK17, 两道撑/ 采用总应力法(水土合算)/ 被动区无加固
 引用钻孔名: ZK20/ 孔距绝对标高: 26.95m/ 结构土0.00~27.95m/ 采用整平标高作为计算地面标高, 计算地面相对标高-27.95m/ 结构土0.00与计算地面的相对高差: 0m/ 最大开挖深度-8.4m/ 共6工况
 结构信息: 桩排结构 / 设计桩长: 14.8m圆形截面, 设计桩径: 1000mm/ 嵌入坑底深度: 6.4m/ 小于弹性嵌固特征深度: 10.7m
 计算结果: 最大位移: 4.9m/ 最大位移发生在相对标高-5.6m(地面以下5.6m)/ 最大正向弯矩: 90kN.m/ 最大正向弯矩发生在相对标高-8.9m(地面以下8.9m)/ 最大负向弯矩: -191kN.m/ 最大负向弯矩发生在相对标高-6.4m(地面以下6.4m)
 计算结果: 最大正剪: 4.1m/ 最大位移发生在相对标高-5.6m(地面以下5.6m)/ 最大正向剪: 3.308571429m(地面以下3.308571429m)/ 最大位移发生在相对标高-5.308571429m(地面以下5.308571429m)/ 最大正向剪: 389kN/ 最大正向剪发生在相对标高-5.357142861m(地面以下5.357142861m)/ 最大负向剪: -188kN/ 最大负向剪发生在相对标高-6.1525714286m(地面以下6.1525714286m)
 计算结果: 最大正向剪: 76kN/ 最大正向剪发生在相对标高-9.1m(地面以下9.1m)/ 最大负向剪: -58kN/ 最大负向剪发生在相对标高-4.4m(地面以下4.4m)/ 最小被动区弹性抗力安全系数: 2.10/ 发生在工况6/ 满足相关规范要求!

天汉基坑设计软件(V2015.1)/ 桩排结构所有工况包络结果(内力结果均指每延米的标准值)/ 信息随机码: 1876-261517-11434-15144/ 信息生成时间: 2023.03.09.17.15.26
 工程名称: 三十九中地下停车场 计算单元说明: 对应西侧ZK25, 两道撑/ 基坑重要性等级: 1/ 临时支护结构调整系数: 1/ 计算单元说明: 对应西侧ZK25, 两道撑/ 采用总应力法(水土合算)/ 被动区无加固
 引用钻孔名: ZK28/ 孔距绝对标高: 26.97m/ 结构土0.00~27.95m/ 采用整平标高作为计算地面标高, 计算地面相对标高-27.95m/ 结构土0.00与计算地面的相对高差: 0m/ 最大开挖深度-8.4m/ 共6工况
 结构信息: 桩排结构 / 设计桩长: 14.8m圆形截面, 设计桩径: 1000mm/ 嵌入坑底深度: 6.4m/ 小于弹性嵌固特征深度: 10.5m
 计算结果: 最大位移: 4.1m/ 最大位移发生在相对标高-5.6m(地面以下5.6m)/ 最大正向弯矩: 89kN.m/ 最大正向弯矩发生在相对标高-8.9m(地面以下8.9m)/ 最大负向弯矩: -191kN.m/ 最大负向弯矩发生在相对标高-6.4m(地面以下6.4m)
 计算结果: 最大正剪: 4.1m/ 最大位移发生在相对标高-5.308571429m(地面以下5.308571429m)/ 最大正向剪: 3.308571429m(地面以下3.308571429m)/ 最大位移发生在相对标高-5.357142861m(地面以下5.357142861m)/ 最大正向剪: 389kN/ 最大负向剪: -188kN/ 最大负向剪发生在相对标高-6.1525/14286m(地面以下6.1525714286m)
 计算结果: 最大正向剪: 76kN/ 最大正向剪发生在相对标高-9.096111111m(地面以下9.096111111m)/ 最大负向剪: -58kN/ 最大负向剪发生在相对标高-4.4m(地面以下4.4m)/ 最小被动区弹性抗力安全系数: 2.19/ 发生在工况6/ 满足相关规范要求!



天汉-桩墙撑锚-设计软件V2015.1

项目名称: 三十九中地下停车场 / 支护段名称: 东ZK28 / 引用钻孔: ZK28 / 计算日期: 2023/03/09 / 软件使用标签: 1892-521417-8964-19154
 开挖深度: 8.4 / 重要性等级: 1级 / 调整系数: 1
 计算模式: 总应力法 / 土压力分布: 朗肯土压力分布模式



计算结果显示, 基坑位移及最小被动区弹抗安全系数均满足规范要求。

7.3 地下水控制及排水系统设置

基坑排水采用坑内明沟排水和坑外排水相结合。

1、坑内明排

1) 基坑土方开挖过程中, 应于基坑坑底四周设置简易排水明沟及集水坑; 排水明沟的底面应比挖土面低 0.3~0.4m。集水坑底面应比排水明沟底面低 0.5m 以上, 并随基坑的挖深而加深, 以保持水流畅通。

2) 排水沟: 基坑开挖到底后, 顺基坑坑底四周边缘设置 0.3m (宽) × 0.3m (深) 排水沟, 沟底纵向坡度取 2%, 由每段排水明沟中心点坡向相邻的两个集水坑。

3) 集水坑: 基坑开挖到底后, 根据坑内积水情况, 在基坑坑底四周设置集水坑, 一般间距约 30m 左右, 井身净尺寸为 1.4m (长) × 0.5m (宽) × 1.0m (深)。坑内设简易滤水笼, 用Φ8 钢筋现场加工, 点焊, 外包双层 60 孔/cm² 尼龙网滤网。

4) 坑内集水通过抽水泵抽到坡顶排水沟流入市政下水道, 视水量多少连续或间断抽水, 直至基础施工完毕、回填土为止。

2、坑外排水

1) 在基坑两侧坡顶各设置一道排水沟, 并与市政排水管道连通, 排水沟尺寸 300mm × 300mm

(宽×深)。

2) 沿基坑四周坡顶设置排水管, 合理位置设置二级沉砂池, 抽水采用潜水泵, 通过排水管使坑内排水进入沉淀池, 经二级过滤沉淀后排入市政管网, 尽可能确保基坑工作面内无水作业。排水管道埋设地下大于 0.6m, 沉淀池距离平坡顶不得小于 3.0m, 并做防水处理。沉砂池净尺寸为 3.6m (长) × 1.2m (宽) × 1.2m (高), 可按三七砖墙砌筑、M10 水泥砂浆抹面。

3) 现场应设置双电源或准备足够功率的备用发电机, 以防突发停电, 保证降水连续。

3、地下水控制

1) 灌注桩支护内壁按间距两倍桩间距设置若干泄水孔。

2) 对基坑周边流向基坑的地下管网进行封堵处理。

3) 支护结构外采用Φ500 水泥搅拌桩止水帷幕进行止水, 搅拌桩深入粉质黏土或黏土层不小于 2m。

7.4 基坑施工工序

本基坑采用盖挖逆作法施工, 施工分为五个阶段进行:

第一阶段: 施工基坑围护结构、止水帷幕, 施工操场场地。

工序 1: 场地整平后施作围挡、排水沟; 施工围护桩、立柱桩; 施作止水帷幕、立柱。

工序 2: 施作冠梁、盖挖结构顶板及纵横梁; 顶部覆土回填, 施工操场场地。

第二阶段: 施工地下一层结构。

工序 3: 场地沿 1、2#出土口进行开挖、出土; 开挖至地下一层底板底面后, 施作垫层、围护桩间防护。

工序 4: 施作地下一层结构防水层; 施作地下一层结构及地下二层顶板、纵横梁。

第三阶段: 施工地下二层结构。

工序 5: 沿 3、4、5、6#出土口开挖地下二层基坑; 施作垫层、围护桩间防护。

工序 6: 施作地下二层结构防水层; 施作地下二层结构。

第四阶段: 清理出土口坡道, 施作剩余地下停车场结构及其附属设施。

第五阶段: 施作剩余地面设施。

7.5 施工技术要求

1、主要材料的选用

1) 用于基坑工程的原材料、半成品、成品等, 均应具备出厂合格证, 规格应符合设计要求, 并按规范要求进行抽样检测, 砼、砂浆等应进行抗压强度试验。

2) 所有钢材的化学成份和机械性能均应符合国家标准和有关规定, 均应有出厂质量证明书, “Φ”代表钢筋时表示钢筋 HPB300, 采用 E43 型焊条; “Φ”表示钢筋 HRB400, 采用 E50 型焊条; 钢管立柱采用 Q355C 钢。

3) 水泥: 采用 P.O 42.5 级的普通硅酸盐水泥。

4) 砂: 含泥量不得大于 3%, 宜采用中细砂, 当采用特细砂时, 细度模数不宜小于 0.7, 砂中云母、有机质、硫化物及硫酸盐等有害物质的含量按重量计不得大于 1%。

5) 混凝土: 面层喷射混凝土为 C20。

6) 拌合水宜为自来水。

2、灌注桩施工要求

1) 灌注桩采取间隔成桩的施工顺序, 混凝土浇注完毕 24h 后方可施工相邻的桩。

2) 对松散或稍密的砂土、稍密的粉土、饱和软土等易坍塌或流动的软弱土体, 应按成桩工艺(回转钻进、旋挖钻进、冲击钻进)不同采取改善泥浆性能等措施, 必要时加入一定的分散剂等外加剂, 保证成孔质量, 以防塌孔。

3) 成孔中采取措施保证不缩孔、不塌孔。清底后孔底沉渣厚度不大于 200mm, 方可浇灌砼, 每根桩砼浇灌应一次完成, 桩顶超灌砼 0.5~0.9m。

4) 灌注桩钢筋笼的制作、焊接、吊放应符合规范要求, 钢筋笼主筋连接应采用焊接或机械连接, 焊接接头或机械连接接头的类型和质量应符合国家现行有关标准的规定。位于同一连接区段内的主筋连接接头面积百分率不应大于 50%, 且应间隔布置。

5) 混凝土在浇灌时需严格按施工工艺施工, 保证桩身混凝土质量, 采用商品混凝土灌注。混凝土配合比应通过试配确定, 配置的混凝土应具有良好的和易性和流动性, 并能满足设计强度以及施工工艺要求。

6) 冠梁施工时, 应将桩顶部浮浆、低强度混凝土及破碎部分清除。冠梁混凝土浇注采用土模时, 土面应修理平整。

7) 支护桩应嵌入冠梁 50mm, 主筋伸入冠梁 35d。

8) 支护桩施工完毕后, 应采用低应变动测法检测桩身完整性, 检测桩数不少于总桩数的 30%, 且不得少于 10 根; 当根据低应变动测法判断的桩身完整性为 III 类时, 应采用钻芯法进行验证, 并应扩大低应变动测法检测的数量。当有缩径、短桩等现象出现时将加密检测, 并在有质量缺陷桩侧及时补桩。

9) 桩位允许偏差 50mm, 垂直度偏差不大于 1%。

10) 支护桩施工及质量检验应符合现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ94 及《地基与基础工程施工质量验收规范》GB50202 相对应的有关规定。

3、钢管立柱施工要求

1) 钢管插打前应检查其平整度和接头焊缝质量，并应先在干燥条件下除锈清污，在搬运过程中应防止碰撞。

2) 钢管插打施工时采用旋挖钻进行引孔。

3) 钢管立柱插入立柱桩中深度不小于 2.0m。

4) 钢管立柱定位偏差不应大于 50mm，垂直度不大于 1/300；。

4、钢板桩、钢支撑施工

1) 钢板桩宜采用静压法施工。施工前应先试打钢板桩，若遇较硬土层，直接打入困难时，可采用引孔措施。打拔桩时应采用静力打拔桩，间隔拔桩，间距不小于 2m；拔桩留下的孔隙应及时采用 1:1 水泥浆填充，要求随拔随填，水泥采用强度等级不低于 42.5MPa 的普通硅酸盐水泥，注浆压力宜通过现场试验确定。

2) 钢板桩采用热轧 SY295、S355GP、S430GP 或 Q345（冷弯）拉森Ⅳ型钢板桩，腰梁采用 HW400×400×13×21（Q235B），内支撑采用Φ325×10 焊接钢管（Q235B）。

3) 钢板桩规格、型号及有关要求宜按国家现行标准执行。钢板桩的材质、截面尺寸、力学性质及平顺度等应符合相关标准的要求，并满足各种工况下受力、变形计算及其他相关要求。

4) 支撑结构的安装与拆除顺序，应与基坑支护结构的设计计算工况相一致，并应与土方开挖密切配合，必须严格按“由上而下、先撑后挖、严禁超挖”的原则施工。

5、挂网喷射砼支护施工要求

1) 钢筋网选用Φ6@200×200 焊接钢筋网，钢筋网铺设时每边的搭接长度不应少于 200mm。

2) 喷射砼面层强度 C20，喷射砼为干料，现场拌合，混合料存放时间不超过 60 分钟，初凝时间 5 分钟左右，终凝时间 15 分钟左右，厚度 150mm。根据埋设喷层厚度的标志来控制喷层厚度，喷射施工时迎面人员躲开，防止伤害。喷射砂浆配合比应通过试验确定；粗骨料最大粒径不宜大于 8mm，宜为 P.O42.5MPa 水泥，砂率 45%~55%，灰砂比：1: 4~1: 4.5，水灰比：0.4~0.45；并应通过外加剂来调节所需早强时间。分采用两次喷射方式，土方开挖修坡后第一次喷射，厚度 30~40mm，在钢筋网、加强筋绑、焊工作完成后进行第二次喷射，厚度 20~40mm。坑顶 3m 范围内应及时硬化。

3) 喷射砼时，喷头与受喷面要保持垂直，距离保持 0.8~1.5m。作业面的喷射顺序应是自下而上，从开挖层底部开始向上施喷。

4) 局部滞水丰富处，可采用插管引流，再喷射混凝土处理。

5) 混凝土喷射完成后 2h，应洒水养护，保持混凝土湿润，养护时间根据气温确定宜为 3~5d。

6、基坑土方开挖施工

1) 施工单位在施工前，应对施工场地的地形、地貌进行复核，如与设计图纸差距较大时，应及时通知相关单位，现场协商处理。

2) 基坑开挖前，应采用坑探或触探等各种勘探、勘察方法查明基坑内及基坑周边的各类建筑物及各类地下设施，包括给水、排水、电力、电信、电缆及天然气等各种管线的分布和现状，并对需要保护的各类管涵采取措施进行保护，确保安全；在现状道路或其他有可能存在地下设施的地方开挖时，应先采取人工开挖对地下设施进行探明，确认无影响机械施工的地下设施后，才能采用机械作业。

3) 基坑开挖前应预见事故发生的可能性，施工前准备一定数量的应急材料，做好基坑抢险加固准备工作。基坑开挖引起流沙、涌土或坑底隆起失稳时，或开挖过程中出现围护结构变形过大或变形速率过快或有失稳前兆时，应立即停止施工，必要时采取回填措施，确保工程及周边环境的安全。在施工过程中对周围邻近道路的沉陷等进行监测，如发现有地面开裂、沉陷情况，应立即停止施工，并通知有关单位人员进行研究、处理。

4) 基坑开挖必须在围护桩、冠梁、结构顶板及纵横梁结构达到设计强度后方可进行。

5) 基坑开挖时，其纵向边坡放坡应根据地质、环境条件取用开挖时的安全坡度。必须分段、分区、分层、对称进行，不得超挖。每步开挖所暴露的部分地下墙体宽度宜控制在 3m~6m，每层开挖深度不大于 2m，严禁在一个工况条件下，一次开挖到底。

6) 采用机械挖土方式时，挖土机械和车辆不得直接在支撑（结构纵横梁）上行走操作，严禁挖土机械碰撞支撑、立柱、围护墙。

7) 土模基土层施工时，按设计标高、平面位置及主体结构设计坡度测量放线，施工中加强控制，施工允许偏差要控制在允许范围内，并按土模及结构形状平基土平面。在土方开挖过程中严禁超挖，并预留 200mm~300mm 进行人工整平修葺，中梁部位在保证开挖精度的前提下，采用机械开挖，并加强人工修边。开挖至设计标高后机械夯实，夯实要求为无松动软土层或隆起现象。加强对超挖部分或局部软弱地段的换填处理，局部软弱或超挖部位，采用人工换填水泥石粉垫层，并夯实。基土夯实整平经检验合格后，施作地模垫层，严格控制其标高。地模施作完毕，养护 3d 后，涂刷脱模剂，避免采用油性脱模剂，以免其污染钢筋降低混凝土与钢筋的粘结。

8) 雨季施工时，应准备足够的抽排水设备，并做好基坑内的排水工作，防止水对基坑坑壁和

坑内土体浸泡，并保证正常施工作业面。

9) 在基坑开挖过程中，应根据监测信息及时调整挖土程序。

10) 基坑开挖时应及时核对地质情况，当发现与勘察报告和设计文件不一致、或遇到异常情况时，应及时报告建设、设计、监理、质监等有关部门协商解决。

11) 基坑周边堆载及施工荷载不得超过设计规定的荷载值；基坑开挖的土方不应堆放在基坑周边及邻近建筑物影响范围内，基坑边 5m 范围内不得堆土，5m 范围外堆土高度不得超过 1m。

7.6 基坑监测

本工程基坑监测工作应委托具有资质的单位，并由该单位出具专门的监测方案；监测单位应在我院设计图纸及基本技术要求基础上根据现场情况补充完善，满足《建筑基坑工程监测技术标准》（GB 50497-2019）、《基坑工程技术规程》（DB42/T 159-2012）等相关规范要求，经相关部门审核确认后方能实施。

1、监测内容

本工程基坑重要性等级为一级，应进行监测的内容包括：支护桩顶部竖向、水平位移与沉降、测斜、坑外土体深层侧向位移、坑顶地表沉降、结构纵横梁（作为基坑支撑）内力监测、水位监测、立柱竖向位移监测、外墙垂直位移监测、围护体系裂缝、周边建（构）筑物及管线变形、巡视检查等。

施工单位应与监测单位密切配合，做好监测元件的安装及保护工作，施工过程中如有监测点损坏，应另行补点。监测具体详《基坑工程技术规程》（DB42/T 159-2012）第 10 章。

2、支护结构及周边地面变形监测

1) 在基坑四周的坑边按 20m 左右间距布设监测点，测量支护结构顶部水平位移与沉降；结构外墙按 20m 左右布置垂直位移监测点；选取代表性地段埋设测斜管观测坑壁深层土体的水平位移；设置长度至基坑外边缘的观测剖面监测地表沉降变化；立柱的竖向位移监测点宜布置在基坑中部、多根支撑交汇处、地质条件复杂处的立柱上，监测点不应少于立柱总根数的 10%，且不应少于 3 根；作为基坑支护体系的结构纵横梁，每层每 20m 设置一处内力监测点，监测点设置于与立柱连接部位或跨中处。

2) 基准点布置在基坑变形影响不到的稳定地点，以确保观测点数据的准确、可靠。每次测量应对基准点进行校核，误差不大于 2mm。

3) 坑壁深层土体的测斜管埋深不小于 1.5 倍坑深。

4) 支护桩侧向最大位移监测报警值：

$a < H$ 时，连续三天变化速率 2mm/d，累计值 24mm（ a 为保护对象距坑边的距离， H 为基坑开挖深度，下同）；

$H \leq a \leq 2H$ 时，连续三天变化速率 2mm/d，累计值 32mm；

$a \geq 2H$ 时，连续三天变化速率 2mm/d，累计值 40mm；

3、邻近建（构）筑物及管线等变形监测

1) 对基坑周边 2 倍坑深范围的建（构）筑物和管线的变形进行监测，监测点布置和监测方法按《建筑基坑工程监测技术标准》（GB 50497-2019）相关规定要求执行；且应满足各主管部门的要求。

2) 邻近建筑位移及沉降报警值为：连续三天变化速率 2mm/d，累计值 30mm。

3) 柔性管线位移报警值为：连续三天变化速率 4mm/d，累计值 40mm。刚性管道（压力）位移报警值为：连续三天变化速率 2mm/d，累计值 20mm。刚性管道（非压力）位移报警值为：连续三天变化速率 3mm/d，累计值 30mm。

4、人工巡视

在支护结构施工、基坑开挖期间以及支护结构使用期内，应对支护结构和周边环境的状况随时进行巡查，现场巡查时应检查有无下列现象及其发展情况：

1) 支护结构表面开裂或出现影响安全性的变形、损坏，护坡面层、坑边道路及地表开裂或沉陷；

2) 基坑侧壁渗漏水，基坑排水不畅；

3) 基坑周边建筑物、地下管线设施出现开裂、倾斜、沉陷等危及使用安全的现象；

4) 基坑出现坑内隆起、流土、管涌等现象；

5) 其他与基坑安全或环境设施安全相关的问题。

人工巡视主要采用目测和调查的方式进行，如果观测到有异常情况发生，应及时通知相关单位，并做好安全防范措施。

5、监测频率

1) 支护结构施工阶段，周边建（构）筑物、道路、管线等监测频率应符合主管部门的要求，且不少于每周一次。

2) 基坑开挖阶段，所有监测点每天至少一次。

3) 结构中板及结构底板浇筑完毕 3 天后，所有监测点每周 1~2 次。

4) 监测频率具体详《建筑基坑支护技术规程》（JGJ 120-2012）第 8 章。

6、监测注意事项

- 1) 布设于支护结构内的各项监测设备须及时在支护结构施工时安装。施工单位应与监测单位密切配合，做好监测元件的安装及保护工作，施工过程中如有监测点损坏，应另行补点。
- 2) 应特别加强雨天和雨后的监测，以及对各种能危及支护结构安全的灾害来源进行仔细观测，严防坑外水流入坑内。
- 3) 当监测值接近或达到报警值时，必须立即进行报警，每天观测，并由设计、施工及监测等单位进行会诊，对可能出现的各种情况作出估计和决策，并采取有效措施，不断完善与优化下一步的设计与施工。
- 4) 施工中应每天有专人收听气象预报，提早做好预防大暴雨等恶劣天气的准备。

监测数据、现场巡查结果应及时整理和反馈。监测报表须及时反馈相关单位，以及时采取相应技术措施，调整施工方案，做到信息化施工，确保基坑和周边环境安全。

7.7 施工应急措施

由于地质情况的复杂性和施工过程中的一些客观原因，在基坑开挖支护过程中，可能出现一些问题，需要及时进行处理：

- 1) 在开挖过程中，应加强坡顶及临近建（构）筑物的变形监测，若其变形超过设计值时，应立即停止施工，并调用挖掘机急速挖土反压基坑坡脚，通知甲方工程师、监理及设计院现场协商。
- 2) 土方开挖应“分层、分区、分块”进行，严禁一次开挖到底或超挖，挖出的土严禁堆放在支护结构外侧，严禁挖土设备碰撞或停放在支护结构上，挖至设计坑底标高后，立即做垫层、铺设管道，严禁基坑长时间暴露。开挖时注意保护已施工的支护桩等。
- 3) 在位移、沉降过大区域根据产生的原因，或增加内撑，或坡顶卸荷，或采用坡后小压力注浆加固坡体。
- 4) 局部坡面剥落坍塌的处理：轻微时，迅速采用锚管挂网固定，旋喷快凝砼；严重时，在塌方部位，向下打入竖向钢管，然后向塌方处填草袋，用加强筋将竖向钢管焊接成一整体，并于支护桩相连，在坍塌部位设置排水管，编好钢筋网后，喷射混凝土。在暴雨和因其他特殊情况不能及时实施支护结构，发生险情的处理：采取堵、排的措施减少往基坑里的注水，调用挖掘机急速挖土反压基坑坡脚。
- 5) 施工现场应备有足够的抢险物资及设备，包括钢管、花管、水泥、注浆机、砂、纺织袋、彩条布等。现场成立应急处理领导小组，能够随时对现场情况作出正确处理。
- 6) 由于岩土工程的复杂性和变异性，不可预见因素较多，在施工过程中设计届时可能根据实

际情况作适当调整，以确保本工程基槽开挖安全。

7.8 施工其他注意事项

- 1) 基坑施工时，应注意环境保护，包括弃土运输、水源保护等，减少施工对现状道路路面的污染。
- 2) 基坑顶应设置临时围栏，设置警示标志。
- 3) 基坑沿线管道较多，施工前应进行排查，进行改迁或保护，确保不影响管道运行。
- 4) 堆土、材料堆放、施工车辆通行应严格按设计规定的界线范围执行。
- 5) 本说明未尽事宜，应严格按照现行国家规范、规程和湖北省地方标准执行。

7.9 危大工程安全专项

根据住建部《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）、住建部办公厅《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），危险性较大的分部分项工程（以下简称“危大”）指施工过程中容易导致人员群死群伤或者造成重大经济损失的分部分项工程，并对建设、设计、勘察、施工、监理单位提出了相关要求。各方在项目建设过程中应严格按照以上文件规定执行，保障危大工程施工安全和周边环境安全。

1、危大工程内容

本项目超过一定规模的危险性较大的分部分项工程主要为：开挖深度超过 5m（含 5m）的基坑（槽）的土方开挖、支护、降水工程。

2、保障工程施工安全的措施

- 1) 施工前进行设计交底，施工单位应通读工程地质勘察报告及全套设计文件，领会设计意图，并组织工程技术人员编制施工组织设计。
- 2) 施工应严格按照设计图纸及相关施工规范执行。
- 3) 工程参建各方应按照《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》进行施工管理，施工单位应当在危大工程施工前组织工程技术人员编制专项施工方案，对于超过一定规模的危大工程，施工单位应当组织召开专家论证会对专项施工方案进行论证。
- 4) 应选择有丰富经验的具有相应资质的专业队伍进行基坑工程的施工。基坑开挖应根据设计要求进行监测，实施动态设计和信息化施工。
- 5) 施工单位在施工前，应采用坑探或触探等各种勘探方法查明基坑内及基坑周边的各类建（构）筑物及各类地下设施，包括排水管道、电力、电信及燃气等管涵的分布和现状，并对现有的



各类管涵应进行保护。

6) 施工单位应按设计要求施工, 由于特殊原因导致施工确有困难应及时与有关部门联系, 协商解决。由于不可预见的客观原因、不可抗力、地质条件的变异性或由于施工导致工程出现险情, 施工单位应及时抢险, 消除险情。

7) 在基坑开挖期间及施工管理过程中, 对可能出现的险情应准备充分的应急措施, 备足抢险设备和物资, 如钢管、编织袋、反铲等。

8) 施工期间, 若实际工程地质条件、地形地貌与本工程的工程地质报告有较大差异时, 应及时通知建设、监理、勘察和设计等各相关方协商解决。

9) 施工程序应符合规范和各级质监、安监等部门要求。

10) 起重吊装需考虑对周边交通的影响; 起重吊装承重点不得影响地下管线和建(构)筑物等; 吊装作业时, 严格控制吊车回转半径, 避免触及周围建筑物和高压线等周边环境设施; 起重吊装中应采取切实可行的措施对风险进行控制, 避免机械伤害、高处坠落、物体打击、触电、坍塌、车船撞击、施工设备事故等风险事件发生; 起吊设备下方严禁站人、行车; 遇大风、大雾、大雨、大雪等恶劣天气, 不得使用起重机械。

11) 施工单位应采取有效措施保证施工机械及设备的稳定, 防止机械及设备倾倒事故。

12) 针对不良地质(地下水、软土等)、恶劣气候(暴风、暴雨、洪水、雷电等)、运输通行(撞击等)危险源应有切实可行的施工技术措施和安全技术措施。

3、保障工程周边环境安全的措施

- 1) 采用安全合理的基坑支护形式, 确保支护结构施工质量。
- 2) 严格按照图纸施工, 并编制专项施工方案, 将基坑支护结构变形控制在允许范围内。
- 3) 分层开挖、及时支撑, 严禁超挖, 钢支撑应有防脱措施。
- 4) 基坑四周坡顶临空面应架设钢管材料安全护栏, 施工人员上下基坑处应设置固定梯子, 并应采取车辆冲洗及现场降尘措施。
- 5) 加强基坑监测, 施工期间超过预警值时应及时通知有关单位, 并由业主组织相关单位进行会审, 找出原因及时采取有效措施。
- 6) 对涉及周边环境安全的风险源, 施工单位应根据具体情况编制施工组织方案及专项保护方案(保护措施、监测监控、应急预案等), 报有关部门审批确认。
- 7) 基坑施工应考虑对周边交通的影响, 且需征得交管或其权属部门批准后方可实施。
- 8) 施工前应探明现状地下管线位置, 根据管线权属单位要求对基坑影响范围内的管线进行迁改或保护, 加强对管线的监测, 施工方案应征得相关权属部门的同意。

9) 工程邻近现状道路及大量房屋建筑, 施工前应对这些建(构)筑物进行检测, 基坑施工时加强对建(构)筑物的监测, 编制应急预案。

4、风险源及应对措施

本基坑工程中涉及的风险源主要包含基坑自身风险和周边环境风险, 其具体内容及应对措施见下表:

基坑自身风险源及应对措施				
序号	风险源	危险性质	应对措施	备注
1	勘察资料复验	因勘察技术手段的局限性, 岩土性质、地下水、地下管线, 周边建筑基础等资料可能与现场实际情况不符, 引发工程质量安全隐患。	在施工过程中, 应及时对比现场实际情况, 若发现与勘察资料不符, 应及时通知建设、地勘及设计部门, 并要求提出相应的处理意见。	
2	基坑支护	开挖深度 $H \geq 5m$, 基坑支护未严格按照设计施工, 且施工质量未达到规范要求, 易发生支护变形过大, 甚至垮塌, 导致周边建筑产生变形、倒塌, 甚至人员伤亡。	施工前应完全理解设计意图及施工注意事项, 并编制专项施工方案, 进行专家论证。 及时对比周边环境, 若发现与设计不符, 应及时通知建设、设计部门, 并要求提出相应的处理意见。	超规模危 大工程
3	基坑排水	地下水不及时排除对基坑安全影响很大, 易发生地层不均匀沉降、地面沉陷以及渗流破坏(流土、管涌、坑底突涌等)。	应根据勘察资料揭示的地下水及地表水情况, 合理编制基坑排水施工方案。	
4	基坑监测	基坑工程施工应为动态施工, 深基坑施工过程中如果出现异常, 但并未监测到, 任其发展, 后果将不堪设想(周边建筑倒塌, 基坑垮塌, 人员财产损失等)。	基坑工程施工前, 应由建设方委托具备相应资质的第三方编制监测方案并对基坑工程施工现场监测。	

基坑周边环境风险源及应对措施

风险类别		风险源基本状况	应对措施
环境 风险	地下 管线	基坑范围及周 边分布有排水、给 水、通信、路灯等管 线。	施工前应探明管线位置，根据管线权属单位要求对基坑影响 范围内的管线进行迁改或保护，加强对管线的监测。
	既 有 建 (构) 筑物	基坑邻近现 状 小区房屋。	基坑施工前对基坑周边环境进行复核，结合周边环境编制专 项施工方案。 施工方案报权属单位审批通过后方可施工，并加强现状房 屋、道路等设施的监测，及时反馈监测信息，发现异常时及时消 除隐患。 施工期间保证足够的安全施工空间，加强现场监管，确保安 全施工。

5、其他事项

- 1) 工程实施应严格执行国家及地方相关安全管理规定，施工单位应根据工程实际情况，在编制专项施工方案时补充完善危大工程清单及相应的安全管理措施。
- 2) 施工单位应根据设计图纸并参考设计单位的提示，根据本工程的实际情况，进一步识别本项目中危险性较大的分部分项工程，并对所有的危险性较大的分部分项工程在施工前编制专项施工方案。对超过一定规模的危险性较大的分部分项工程，施工单位应当组织召开专家论证会对专项施工方案进行论证会，并汇编列出所涉及的全部工程部位、节点清单，作为监理单位编制监理规划和实施细则、专家论证、安全措施备案、工程交底、质安监部门日常监督的重要依据。

8 给排水设计

8.1 工程概况

本项目位于湖北省武汉市武昌区首义路 116 号，武汉市第三十九中学校内。包括新建地下两层停车场及配套地上建筑。停车场建筑面积为 16832.54m²，配套建筑的面积为 243.62m²。

8.2 设计范围

1. 本工程红线以内的室外和室内给水排水及消防系统由本院设计。
2. 本工程给排水就近接自校园内现状室外管网或市政管网。

8.3 室外给水设计

1、给水现状

本工程现状教学楼 1、2 层生活用水为市政直供，3 层至顶层为加压供水，采用加压泵+水箱供水，加压泵设于学校场地内，生活及消防合用水箱设于教学楼 6 层屋面。本项目为地下两层建筑，可有市政直接供水。

2、设计水源

本项目给水水源为市政给水，拟从学校周边市政路引来 1 路 DN150 给水管，接入至红线处，流量可满足本项目建筑物的供水需求。市政供水压力按 0.20MPa 计。

3、设计生活用水量

本项目生活用水量主要为地下车库地面冲洗水、地上操场冲洗水等。主要用水项目及其用水量见下表。

生活用水量计算一览表

类别	用水定额	单位	时变化系数	使用时间	日用水量	最大时用水量
	(L/d)	m ²	K	T(h)	(m ³ /d)	(m ³ /h)
停车场地面冲洗	3	16832.54	1	6	50.50	8.42
操场冲洗	3	16550.67	1	2	49.65	24.83
未预见及漏损	10%				10.01	
总计					110.16	33.24

本工程最高日总用水量约为 94.03m³/d，最大时用水量为 26.66m³/h。

4、本工程设置三级水表计量，项目用水引入管设置总计量水表（带低阻力倒流防止器），各单体分设二级计量水表设置消防水表 DN150 一块、生活水表 DN100 一块，单体内分功能或区域设置三级水表。

5、管材、管件选用

室外埋地市政水压力给水管选用钢丝网骨架塑料（聚乙烯）复合管，电热熔连接，管道公称压力为 1.0MPa。水表井和阀门井均采用砖砌筑。井盖采用球墨铸铁井盖和盖座，位于行车道上者为重型；位于非行车道上者为轻型。室外体育场地设置快速取水阀进行人工地面冲洗。

8.4 室外排水设计

本工程室外采用雨污分流设计。

1、室外污水设计

(1) 周边污水管道情况：本工程校内已建有污水管。

(2) 生活污水排水量：本项目除地面冲洗外，无其他排水。根据相关规范，车库冲洗用水排入室外雨水管网，因此本工程无室外生活污水工程。

2、室外雨水设计

(1) 室外按武汉地区暴雨强度计算雨水量，暴雨强度计算采用《武汉市暴雨强度公式及设计暴雨雨型》（DB4201/T641-2020）中强度公式：

$$q = \frac{1614[1 + 0.887 \lg p]}{(t + 11.23)^{0.658}} \quad (\text{L}/\text{ha} \cdot \text{s})$$

设计暴雨重现期：P=5 年。

降雨历时 t=t₁+t₂ (min)，其中：t₁ 为地面集水时间，宜采用 5~15min，本次设计采用 10min。t₂ 为管内流行时间。

流量公式 Q = Ψ F q (L/s)，其中：F 为汇水面积 (ha)，综合径流系数 Ψ=0.8。

经计算，项目新建范围内雨水量约为 200L/s。

(2) 管材、接口及基础形式

雨水管道采用承插式 II 级钢筋混凝土管，橡胶圈接口。管道覆土小于 3m 时，采用 120° 砂石基础；管道覆土大于 3m，采用 180° 砂石基础。

(3) 雨水口

室外道路边适当位置设置侧算式或平算式雨水口、收集道路、人行道及屋面雨水，操场跑道内侧设置环形排水沟，排水沟作法详 07J306-24。

雨水口采用砖砌雨水口，做法参见图集 16S518，雨水口紧贴缘石边缘修建，其顶高程比周围道路高程低 30mm，以利收水。

(4) 检查井、井盖及井座

雨水检查井采用成品或混凝土检查井。检查井井盖、支座宜采用球墨铸铁井盖及支座，且满足《铸铁检查井盖》(CJ/T511-2017)及相关规范的要求。位于车行道下的井盖及支座采用重型铸铁材质，承载力为400kN；位于人行道及绿化带的井盖及支座采用轻型铸铁材质，承载力为250kN。雨、污水检查井井盖应分别用“雨水”、“污水”标记。

8.5 室内给水设计

1、本工程地下室用水采用市政直供，由室外生活给水管网上引一路管径为DN80，主要用于地下车库地面冲洗。

2、室内给水管道采用PPR给水管，热熔连接，工作压力1.0MPa。

8.6 室内排水设计

1、建筑室内采用污、废合流排水管道系统。根据相关规范，车库冲洗用水排入室外雨水管网。

2、建筑物内地面层(±0.000m)以下的废水采用排水沟汇集引至集水井内，用潜水排污泵提升后排入室外雨水管道；

3、重力污废水立管采用超静音HDPE单叶片内螺旋管，配同材质立管积水排除器，排气管采用HDPE单层管材，压盖式柔性承插连接。埋填层横支管采用HDPE单层管材，热熔承插不锈钢衬套连接(适用管径DN50到DN150)。严禁采用对接热熔出现内翻边，防止堵塞。污水立管底部选用大曲率半径弯头。

与潜水排污泵连接的管道采用热浸镀锌钢管。DN≤70mm时，丝扣连接；DN>70mm时，卡箍连接；阀门处法兰连接。管道附件公称工程压力等级为1.0MPa。

溢、泄水管采用热浸镀锌钢管。DN≤70mm时，丝扣连接，DN>70mm时，法兰连接。管道附件公称工程压力等级为1.0MPa。

8.7 给排水抗震设计

根据《建筑工程抗震设计规范》(GB50981-2014)，其机电工程需进行抗震设计并采用相应的抗震措施。本项目机电工程抗震由安装公司在机电工程安装时采用相应的抗震支吊架、柔性接头、柔性封堵措施实现。

给排水抗震具体要求如下：室内给水、热水以及消防管道管径≥DN65的水平管道，均应进行抗震设防；刚性连接的金属管道抗震支吊架最大设计间距为侧向12米，纵向24米；柔性连接的金属管道、非金属管道及复合管道抗震支吊架最大设计间距为侧向6米，纵向12米；对于重力小于1.8kN的设备或吊杆长度小于300mm的悬吊管道可不进行抗震设防。

8.8 主要设备材料表

序号	设备名称	规格型号	单位	数量	备注
地下室					
一、消火栓系统					
1	甲型单栓带灭火器箱组合式消防柜	1600×700×240	套	50	减压型
2	手提式ABC类干粉灭火器		个	142	
3	Y型过滤器	DN100	个	1	
4	弹簧安全阀	DN150	个	4	
5	止回阀	DN150	个	4	
6	闸阀	DN100	个	19	
7	闸阀	DN150	个	19	
8	遥控浮球阀	DN100	个	1	
9	消防水泵结合器	SQS150-A型	套	2	
10	镀锌钢管	DN65	米	520	
11	镀锌钢管	DN100	米	410	
12	镀锌钢管	DN150	米	520	
二、给水系统					
1	PP-R给水管	DN20	米	64	
2	PP-R给水管	DN25	米	20	
3	PP-R给水管	DN32	米	38	
4	PP-R给水管	DN40	米	101	
5	PP-R给水管	DN50	米	8	
6	PP-R给水管	DN65	米	22	
7	PP-R给水管	DN100	米	108	
8	真空破坏器	DN20	个	10	
9	冲洗水龙头	DN20	个	10	
三、排水系统					
1	车库坡道及下沉广场入口集水井潜污泵	Q=40m³/h H=15m P=4.0kW	台	10	
2	消防泵房集水井潜污泵	Q=25m³/h H=15m P=2.2kW	台	16	
3	闸阀	DN80	个	16	
4	闸阀	DN100	个	10	
5	球型污水止回阀	DN80	个	16	
6	球型污水止回阀	DN100	个	10	
7	可曲挠橡胶软接头	DN80	个	16	
8	可曲挠橡胶软接头	DN100	个	10	
9	压力表		套	26	
10	镀锌钢管	DN80	米	210	
11	镀锌钢管	DN100	米	70	
12	镀锌钢管	DN150	米	30	
13	大流量密闭地漏	DN100	个	14	
14	UPVC排水管	DN100	米	76	

序号	设备名称	规格型号	单位	数量	备注
四、喷淋系统					
1	喷头	K=80, 上喷	个	2104	
2	信号蝶阀	DN150	个	4	
3	水流指示器	DN150	个	4	
4	压力表		个	4	
5	末端试水装置	DN25	个	4	
6	镀锌钢管	DN25	米	1224	
7	镀锌钢管	DN32	米	1123	
8	镀锌钢管	DN40	米	1899	
9	镀锌钢管	DN50	米	1039	
10	镀锌钢管	DN65	米	59	
11	镀锌钢管	DN80	米	107	
12	镀锌钢管	DN100	米	112	
13	镀锌钢管	DN125	米	37	
14	镀锌钢管	DN150	米	439	
15	闸阀	DN50	个	4	
16	UPVC 排水管	DN75	米	16	
五、消防水泵房					
1	消火栓泵	单台参数： Q=15L/s, H=60m, N=18.5Kw	台	2	(一用一备, 配套减振垫)
2	自动喷淋泵	单台参数： Q=30L/s, H=50m, N=30Kw	台	2	(一用一备, 配套减振垫)
3	消火栓稳压设备	XW(L)-II-1.5-64ADLQ=1.5L/s, H=60m, N=2.2x2kW	套	1	
4	自喷稳压设备	XW(L)-II-1.0-56ADLQ=1.0L/s, H=50m, N=1.1x2kW	套	1	
5	集水坑潜污泵	单泵参数：Q=40m³/h H=15 N=4.0KW	台	2	
6	压力开关(电接点压力表)	DN100	套	4	计量精度应为0.5级，最大量程1.60Mpa。
7	压力表	水泵出水管上安装	套	4	计量精度应为0.5级，最大量程1.60Mpa。
8	真空压力表	消防水泵吸水管上安装	套	4	计量精度应为0.5级，最大量程-0.10Mpa。
9	超声波液位计	量程 3000mm	套	1	带远传功能
10	手动葫芦	起重量 3T	个	1	
11	镀锌钢管	DN32	米	4.5	
12	镀锌钢管	DN50	米	18	
13	镀锌钢管	DN70	米	31.5	
14	镀锌钢管	DN100	米	33	
15	镀锌钢管	DN150	米	118.5	
16	镀锌钢管	DN200	米	19.5	
17	Y型过滤器	DN100	个	3	
18	Y型过滤器	DN150	个	1	
19	Y型过滤器	DN200	个	3	

序号	设备名称	规格型号	单位	数量	备注
20	Y型过滤器	DN70	个	2	
21	减压阀	DN100	个	3	
22	减压阀	DN70	个	2	
23	压力传感器	DN150	个	2	
24	可曲挠橡胶接头单球	DN150	个	1	
25	可曲挠橡胶接头单球	DN200	个	3	
26	泄压阀	DN100	个	2	
27	泄压阀	DN70	个	2	
28	湿式报警阀	DN150	个	4	
29	闸阀	DN100	个	8	
30	闸阀	DN150	个	8	
31	闸阀	DN200	个	4	
六、其他					
1	七氟丙烷预制灭火装置	GQQ100/2.5	个	4	
2	机械式开启泄压阀	CX545111	个	1	
室外给排水					
1	镀锌钢管	DN65	米	36	
2	镀锌钢管	DN100	米	500	
3	镀锌钢管	DN150	米	35	
4	Y型过滤器	DN100	个	2	
5	Y型过滤器	DN150	个	1	
6	闸阀	DN100	个	4	
7	闸阀	DN150	个	2	
8	倒流防止器	DN150	个	1	
9	水表	DN100	个	2	
10	水表	DN150	个	1	
11	快速取水阀	DN25	套	5	
12	砖砌水表井	2.75x1.3m	座	1	参见 07MS201-2-41
13	砖砌水表井	2.15x1.1m	座	2	参见 07MS201-2-41
14	II级钢筋混凝土管	d300	米	120	
15	II级钢筋混凝土管	d400	米	76	
16	II级钢筋混凝土管	d600	米	121	
17	焊接钢管	DN150	米	129	
18	混凝土排水边沟	200x300	米	372	
19	混凝土排水边沟	300x300	米	155	
20	单箅平篦式雨水口	680x380	个	10	
21	检查井	600x600	座	7	
22	检查井	Φ1000	座	13	

9 电气设计

9.1 设计范围

本工程设计包括红线内的以下电气内容：变配电系统、照明配电系统、防雷接地系统、火灾自动报警系统、停车场安防系统等。

9.2 变、配电系统

1、负荷分级：本项目为 I 类汽车库，其中消防水泵、火灾自动报警装置、消防风机、火灾应急照明、消防潜水泵等消防负荷为一级负荷，计算机系统及智能化系统用电等为二级负荷，其它用电负荷如车库照明、电动汽车充电桩等用电属于三级负荷。

2、各级负荷供电方式：一级负荷由两路市电供电，当一路电源失效时另一路电源自动投入，满足所有一级负荷的用电需求，另在地面设置静音柴油机组作为应急电源。二级负荷采用一路市电供电及后备 UPS 供电，当市电失电时由 UPS 供电。三级负荷无特殊配电要求，当变压器故障切换时予以切除。

3、负荷计算：本工程一级负荷共计 339kW。电动汽车充电桩近期按 30 个考虑（其中快充 6 个，慢充 24 个）。根据初设招标文件中对预留充电车位的要求，本工程按总车位的 30% 预留充电桩，远期按 150 个充电桩考虑（其中快充 30 个，慢充 120 个）用电负荷，快充每桩位按 60kW 预算电量，慢充每桩位按 7kW 预算电量，地下车库近期二、三级负荷共计 396kW，远期二、三级负荷共计 1225kW。

一级负荷计算如下表：

设备名称	设备台数		单台容量 kW	工作容量 kW	需要系数 Kx	cosφ	tanφ	计算负荷		
	安装	工作						P(kW)	Q(kvar)	S(kVA)
消防泵房	1	1	60.2	60.2	1.00	0.85	0.62	60.2	37.3	70.8
第一防火分区消防负荷	1	1	80	80	1.00	0.85	0.62	80.0	49.6	94.1
第二防火分区消防负荷	1	1	65	65	1.00	0.85	0.62	65.0	40.3	76.5
第三防火分区消防负荷	1	1	10	10	1.00	0.85	0.62	10.0	6.2	11.8
第四防火分区消防负荷	1	1	67	67	1.00	0.85	0.62	67.0	41.5	78.8
第五防火分区消防负荷	1	1	62	62	1.00	0.85	0.62	62.0	38.4	72.9

设备名称	设备台数		单台容量 kW	工作容量 kW	需要系数 Kx	cosφ	tanφ	计算负荷		
	安装	工作						P(kW)	Q(kvar)	S(kVA)
下沉活动区消防负荷	1	1	22	22	1.00	0.85	0.62	22.0	13.6	25.9
消防控制室	1	1	10	10	1.00	0.90	0.48	10.0	4.8	11.1
负荷合计	8	8		376.2				376.2	231.8	441.9
乘以同时系数 $K_p=0.9$ 和 $K_q=0.95$ 后						0.84	0.65	339	220	403.9

二、三级负荷计算如下表：

设备名称	设备台数		单台容量 kW	工作容量 kW	需要系数 Kx	cosφ	tanφ	计算负荷		
	安装	工作						P(kW)	Q(kvar)	S(kVA)
地下车库用电	1	1	130	130	0.80	0.85	0.62	104.0	64.5	122.4
慢充	24	24	7	168	0.5	0.9	0.48	84.0	40.7	93.3
快充	6	6	60	360	0.7	0.9	0.48	252.0	122.0	280.0
预留慢充	96	96	7	672	0.3	0.9	0.48	201.6	97.6	224
预留快充	24	24	60	1440	0.5	0.9	0.48	720.0	348.7	800.0
负荷合计	149	149		2770		0.9	0.49	1361.6	673.5	1519.08
同时系数 $K_p=0.9$ 和 $K_q=0.95$						0.89	0.52	1225	640	1382.4
电容补偿									300	
补偿后负荷合计						0.96	0.27	1225	340	1271.69
10/0.4kV 变压器选择 (kVA)									2 (台)	800
变压器负荷率										79.48%

4、供电电源：由市政电网引来两路 10kV 电源，高压配电形式为单母线不分段，两路电源同时

工作，互为备用，每路电源均可满足 100%的用电负荷需求。

高压配电室与 10/0.4kV 变电所合建，设于地下室一层，高压采用中置式开关柜。变电所内配置 2 台 800kVA 变压器，为满足配电的可靠性，低压配电系统采用单母线分段形式、设母联柜，消防负荷与非消防负荷分组设置。近期两台变压器一用一备，负荷率为 50.2%，远期变压器同时工作，互为备用，负荷率为 79.48%。同时在地面设置一台 400kW 静音柴油发电机组作为消防应急电源。

在低压侧设置无功功率补偿装置，补偿后的功率因素达到 0.95 以上。

低压供电采用 TN-S 系统，树干式和放射式相结合的方式，对重要的或用电量大的负荷采用放射式直接供电，对分散的且非重要的负荷采用树干式供电。

5、继电保护设置

10kV 进出线：设置高压断路器，实现过流及短路保护。

低压主进、联络断路器设过载长延时、短路短延时保护脱扣器，其他低压断路器设过载长延时、短路瞬时脱扣器；电动机保护回路设短路、过电流、过载、缺相、接地故障保护；消防水泵、排烟风机、送风机、加压风机等消防专用设备的过载保护只报警，不跳闸。

6、电能计量

本工程出线采用高供高计，在配电室 10kV 高压进线侧设置专用计量柜总计量，另在 220/380V 低压侧设置动力计量分表，以适应不同电价计费的需要。

9.3 照明配电系统

1、照明分类根据本项目的功能特点，其人工照明按使用类别分为正常照明、应急照明、值班照明和景观照明等，其中应急照明分为备用照明、安全和疏散照明。

2、灯具及光源种类的选用，所有房间照明设计和灯具的选型结合装修和使用特点，采用节能型光源及高效灯具，光源以 LED 灯为主。本项目主要场所的照度按现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》（GB55015-2022）执行：

序号	场所名称	照明功率密度 (W/m ²)	照度标准值 (lx)
1	走廊、楼梯间	2.0	50
2	消防控制室	8.0	300
3	风机房、水泵房	3.5	100
4	车行道	1.9	50
5	停车位	1.9	30

3、应急照明设计

本工程采用集中电源集中控制型消防应急照明和疏散指示系统，系统由监控主机（站）、（直流）电池主站、安全电压类集中电源、集中控制型标志灯/照明灯及通信模块等组成，供电时间不小于 1h。消防控制室等重要控制室、机房应急照明灯具采用灯具自带蓄电池供电，供电时间为 3h。消防应急灯具应设玻璃或其他不燃烧材料制作的保护罩，并由消防部门认可的合格证书。

所有应急照明配电箱一律双电源供电、末端自动切换。

(1) 消防应急灯具的选择

本工程应急照明灯具选用 A 类灯具，采用 LED 光源，各场所设置的疏散照明、安全标识牌亮度和对比度应满足消防安全的要求。在室外或地面上设置时，防护等级不应低于 IP67；在潮湿场所内设置时，防护等级不低于 IP65。标志灯选择持续型灯具，平时处于节电点亮模式，失火转入应急点亮模式。

火灾状态下，灯具光源应急点亮的相应时间不应大于 5s。

系统应急启动后，集中电源为消防应急灯具提供备用电源，其应急供电时间不应小于 1h；在非火灾状态下，灯具的持续应急点亮时间应不超过 0.5h，集中电源的蓄电池达到使用寿命周期后标称剩余容量放电时间不应小于 1h。

(2) 应急照明灯设置与照度要求：

应急照明灯采用多点均匀布置，其疏散照明地面水平最低照度为：

火灾时需要继续运行的重要机房，应急照明照度不低于该场所一般照明照度标准值的 100%。

楼梯间、前室或合用前室、避难走道不应低于 10lx。

对于疏散走道、人员密集场所，疏散照明最低照度不低于 10lx。

车行道、停车位最低照度不低于 1lx。

9.4 电缆、导线选型及敷设

1、非消防低压干线电缆选用 WDZB-YJY-0.6/1kV 交联聚乙烯绝缘、聚烯烃护套无卤低烟 B 级阻燃铜芯电缆，消防低压干线电缆选用矿物绝缘电缆，电缆阻燃性能不低于 B1 级。

2、一般照明、插座支线选用 WDZB-BYJ-450/750V 交联聚乙烯绝缘无卤低烟阻燃 B 级铜芯导线，应急照明支线选用 WDZBN-BYJ-450/750V 交联聚乙烯绝缘无卤低烟阻燃 B 级耐火铜芯导线。

3、本项目室外部分 10kV 电缆及低压电缆均采用普通铠装电缆直埋敷设；变电所按设备低压开关柜均为通过电缆桥架，上进出线。引出变电所外的室内配电回路，电缆明敷在桥架上，普通电缆与消防电缆应分设桥架，若不敷设在桥架上，应穿紧顶钢管 (JDG) 敷设 JDG32 及以下管线暗敷，JDG40 及以上管明敷，50 以上采用热镀锌钢管。消防配电线应与其它配电线分开敷设在不同的电缆井、

沟内，确有困难需敷设在同一电缆井、沟内时，应分别布置在电缆井、沟的两侧，且消防配电线应采用矿物绝缘类不燃性电缆。

4、应急照明支线应穿热镀锌钢管暗敷在楼板或墙内，由顶板接线盒至吊顶灯具一段线路穿钢质（耐火）波纹管（或普利卡管），普通照明支线穿热镀锌钢管暗敷在楼板或吊顶内。敷设在金属线槽或桥架内的线缆应按回路穿热塑管或绑扎成束。

5、消防设备配电线，当暗敷时，应穿管并应敷设在不燃性结构内且保护层厚度不应小于30mm；当明敷时，应穿金属管或金属封闭线槽，并涂防火涂料保护。当采用阻燃或耐火电缆并敷设在电缆井、沟内时，可不穿金属导管或采用封闭式金属槽盒保护；当采用矿物绝缘类不燃性电缆时，可直接明敷。

6、设备安装完毕后，建筑内的电气竖井应在每层楼板处采用不低于楼板耐火极限的不燃材料或防火封堵材料封堵；建筑内的电气竖井与房间、走道等相连通的孔隙以及电气槽盒、管线在穿越防火隔墙、楼板和防火墙处的孔隙应采用防火封堵材料封堵。

9.5 防雷、接地及等电位联结系统

1、本工程主体结构为二层地下室，体育场看台为地面结构，按三类防雷建筑物设防。地下车库仅设内部防雷装置（包括防反击、防闪电电涌侵入和防生命危险），同时采取防雷击电磁脉冲措施。

2、本工程看台利用钢结构顶棚作为接闪器，利用看台钢筋混凝土柱子或剪力墙内的钢筋（两根Φ16或四根Φ10~Φ14的对角主筋）通长（焊接、绑扎）作为引下线，引下线间距沿周长计算不应大于25m，引下线上端与接闪带焊接，下端与建筑物基础底梁及基础底板轴线上的上下两层钢筋内的两根主筋焊接。外墙引下线在室外地面下1m处引出一根40x4热镀锌扁钢，扁钢伸出室外，距外墙皮的距离不小于1m，作为辅助接地装置连接用。凡突出屋面的所有金属构件，如金属通风管、屋顶风机等均应与接闪器可靠焊接。所有防雷构件均采用镀锌件，凡焊接处均应刷沥青防腐。

3、根据规范本工程各建筑物应设内部防雷装置，并应符合下列规定

(1) 为防闪电电涌侵入，在建筑物的地下室或地面层处，建筑物金属体、金属装置、建筑物内系统、进出建筑物的金属管线等应与防雷装置做防雷等电位连接。外墙内、外竖直敷设的金属管道及金属物的顶端和底端，应与防雷装置等电位连接。并将建筑物内各种竖向金属管道就近局部等电位连接端子板连接一次，将电气竖井内的接地干线与楼板钢筋作等电位联接。

(2) 除上条的措施外，外部防雷装置与建筑物金属体、装置、内部系统之间，尚应满足间隔距离的要求。

3、防雷电磁脉冲措施

- (1) 在变压器高压侧装设避雷器。
- (2) 在变压器低压侧配电屏母线上装设I级试验的电涌保护器（SPD）。
- (3) 在层配电箱内装设II级试验的电涌保护器（SPD）。
- (4) 重要的末端配电箱及弱电机房配电箱内装设II级试验的电涌保护器（SPD）。
- (5) 建筑物弱电系统的室外线路采用金属线时，其引入的终端箱处应安装电涌保护器（D1类高能量试验类型）；建筑物弱电系统的室外线路采用光缆时，其引入的终端箱处的电气线路侧应安装电涌保护器（B2类慢上升率试验类型）。

4、接地装置

- (1) 本工程低压配电系统的接地型式为TN-S系统。电气设备的保护接地，消防控制室、等的接地共用统一接地极，要求接地电阻不大于1欧姆，实测不满足要求时，增设人工接地极。
- (2) 建筑物作总等电位联结（MEB），总等电位联结端子板由紫铜板制成，设置在控制室、电缆及设备管道进出建筑物等处，各MEB板之间应通过结构圈梁主筋相互连通。将所有进出建筑物的金属管道金属构件、保护接地干线等与总等电位端子箱可靠连接。
- (3) 在风机房、设备机房、等处除了作局部等电位联结（LEB）外还应设置一条40x4热镀锌扁钢的等电位接地带。机房内所有设备的金属外壳、各类金属管道、金属线槽、建筑物金属构件均进行等电位联结，等电位接地端子箱与本建筑总等电位端子箱之间采用独立的接地干线螺栓连接。
- (4) 桥架及其支架全长应不少于两处与接地干线连接。弱电竖井内的接地线其下端应与接地网可靠连接。
- (5) 垂直敷设的金属管道及金属物，其底端及顶端应与防雷装置连接。
- (6) 凡正常情况不带电，而当绝缘破坏有可能呈现电压的电气设备的金属外壳均应可靠接地。

9.6 机电抗震设计要求

- 1、本工程抗震设防烈度为六度。建筑的非结构构件及附属机电设备，其自身及与结构主体的连接，应进行抗震设防。建筑附属机电设备不应设置在可能致使其功能障碍等二次灾害的部位；设防地震下需要连续工作的附属设备，应设置在建筑结构地震反应较小的部位。
- 2、变压器安装就位后应焊接牢固，内部线圈应牢固固定在变压器外壳内的支承结构上；支承面宜适当加宽，并设置防止其移动和倾倒的限位器，应对接入和接出的柔性导体留有位移的空间。
- 3、蓄电池应安装在抗震架上；蓄电池间连线应采用柔性导体连接，端电池宜采用电缆作为引出线；安装重心较高时，应采取防止倾倒措施。

4、电力电容器应固定在支架上，其引线宜采用软导体。当采用硬母线连接时，应装设伸缩节装置。

5、配电箱（柜）的安装螺栓或焊接强度应满足抗震要求；靠墙安装的配电柜底部应安装牢固。当底部安装螺栓或焊接强度不够时，应将顶部与墙壁进行连接；非靠墙落地安装时，根部应采用金属膨胀螺栓或焊接的固定方式。壁式安装的配电箱与墙壁之间应采用金属膨胀螺栓连接；箱（柜）内元器件之间采用软连接，接线处做防震处理；配电箱（柜）面上的仪表应与柜体组装牢固。设在水平操作面上的消防、安防设备应采取防止滑动措施。

6、安装在吊顶上的灯具，应考虑地震时吊顶与楼板的相对位移。地震时应保证正常人流疏散所需的应急照明及相关设备的供电；需要坚持工作场所的照明设备应就近设置应急电源装置。

7、在电缆桥架、电缆槽盒内敷设的线缆在引进、引出和转弯处，应在长度上留有余量；接地线应采取防止地震时被切断的措施。

8、引入建筑物的电气管路：

- (1) 进出口处采用挠性线管或采取其他抗震措施；
- (2) 当进户井贴邻建筑物时，线缆在井中应留有余量；
- (3) 进户套管与引入管之间的间隙应采用防腐、防水材料密封。

9、电气管路穿越抗震缝时，宜靠近建筑物下部，且在抗震缝两侧各设置一个柔性管接头；电缆桥架、母线槽在抗震缝两侧应设置伸缩节；抗震缝两端应设置抗震支撑点并与结构可靠连接。

10、电气管路敷设时应符合下列规定：

- (1) 当线路采用金属导管、刚性塑料导管、电缆梯架或电缆槽盒敷设时，应使用刚性托架或支架固定，不宜使用吊架。当必须使用吊架时，应安装横向防晃吊架；
- (2) 线路采用金属导管、刚性塑料导管、电缆梯架或电缆槽盒穿越防火分区时，其缝隙应采用柔性防火封堵材料封堵，并应在贯穿部位设置抗震支架。

11、金属导管、刚性塑料导管的直线段部分每隔30m应设置伸缩节。

12、配电装置至用电设备间连线应符合下列规定：

- (1) 宜采用软导管；
- (2) 当采用穿金属导管、刚性塑料导管敷设时，进口处应转为挠性线管过度；
- (3) 当采用电缆桥架敷设时，进口处应转为挠性线管过度。

机电工程的安装还应满足《建筑机电工程抗震设计规范》GB50981-2014 的有关规定

9.7 安全生产技术要求

1、合理选择电气设备，配电设备应采用具有国家权威检测机构认证的合格产品，满足相关产品生产标准、消防设备应获得消防认证。

2、电气作业人员在进行电气作业前应熟悉作业环境，对存在的潜在隐患、危险采取相应的保护措施，防止非专业人员误入和接触带电体，以及施工过程时触电和电气设备损坏，应保证在任何情况下人体不触及带电部分。

3、机械施工时，应防止吊车碰击架空带电导体。不得在架空带电线路正下方施工，搭设作业和生活设施；设施位置和操作范围应满足规定的最小安全距离要求。

4、需现场开挖埋地电缆、管线，需采取停电和迁移外电线路时，必须与有关部门协商，未采取保护措施，严禁施工；在外电架空线路附近开挖时，需采取加固措施，防止外电线路杆倾斜、倒伏等。

临时电源必须装设漏电保护装置，防止人身触电和设备火灾。



10 暖通设计

10.1 工程概况

本项目位于湖北省武汉市武昌区首义路 116 号，武汉市第三十九中学校内。包括新建地下两层停车场及配套地上建筑。停车场建筑面积为 16832.54m²，配套建筑的面积为 205.14m²。

10.2 8.2 主要设计依据及相关规范

- 1、建设单位提供的设计任务书、地形图及相关设计资料；
- 2、《建筑设计防火规范》（2018 年版）GB50016—2014；
- 3、《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736—2012；
- 4、《汽车库、修车库、停车场设计防火规范》GB50067—2014；
- 5、《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243—2016；
- 6、《建筑工程抗震设计规范》GB50981—2014；
- 7、《民用建筑绿色设计规范》JGJ/T229—2010；
- 8、《公共建筑节能设计标准》GB50189—2015；
- 9、《绿色建筑设计与工程验收标准》DB42/T1319—2021；
- 10、《建筑防烟排烟系统技术标准》GB51251—2017；
- 11、《中小学校设计规范》GB50099—2011
- 12、《建筑与市政工程抗震通用规范》GB55002—2021
- 13、《建筑节能与可再生资源利用通用规范》GB55015—2021
- 14、建筑专业提供的设计资料

10.3 8.3 设计范围

- 1、通风系统设计
- 2、防排烟系统设计

分体空调的安装位置及条件由建筑专业考虑，空调冷凝水的排放由给排水专业考虑。分体空调器选择能源效率等级不低于 2 级的节能型产品。

10.4 设计参数

室外设计参数（武汉市）：

根据《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》（GB50736—2012）的要求，采用气象台站‘武汉’地理位置：北纬 30.61°，东经 114.13°，海拔 23.1m，统计年份 1971—2000。

（1）年平均温度：16.6℃。

（2）夏季室外计算参数：夏季室外大气压力 100210Pa，夏季空调室外计算干球温度 35.2℃，夏季空调室外计算湿球温度 28.4℃，夏季通风室外计算温度 32℃，夏季通风室外计算相对湿度 67%，夏季空调室外计算日平均温度 32℃，夏季室外平均风速 2.0m/s

（3）冬季室外计算参数：冬季室外大气压力 102350Pa，供暖室外计算温度 -0.3℃，冬季通风室外计算温度 3.7℃，冬季空调室外计算温度 -2.6℃，冬季空调室外计算相对湿度 77%，平均风速 1.8m/s。

（4）极端最低温度：-18.1℃；极端最高温度：39.3℃。

3、主要房间通风换气次数

房间名称	排风（次/h）	补风（次/h）	备注
地下车库	6	5	设置 CO 浓度传感器
水泵房	6	5	自然进风
配电室	12	10	事故通风

10.5 通风系统设计

1、地下车库设机械通风系统与排烟系统合用。地下车库采用换气次数法计算排风量，按换气次数不小于 6 次/h 计算。利用车道出入口自然进风或设置机械送风，送风量按不小于排风量的 80% 计算。汽车库设置 CO 浓度检测及控制装置（由专业厂家二次设计），控制通风系统节能运行。

2、水泵房设置独立的机械送、排风系统，排风量按换气次数不小于 6 次/h 计算，送风量不小于排风量的 80%。

3、配电房设置机械送排风系统，兼气体灭火事后送排风，并由电气专业预留分体空调电源插座。平时排风量按照消除室内余热确定，送风量按不小于排风量 90% 设计。变配电房发生火灾时，消控中心控制关闭送排风主管上的 70℃ 电动防火阀，并连锁送排风机停机。气体灭火结束后，开启送排风系统及防火阀，排除室内气体。事故通风应根据放散物的种类，设置相应的检测报警及控制系统。配电房室内外便于操作的地点分别设置事故通风的手动控制装置。配电房里的风管，以及布设在变配电房里的风机、金属箱体等，设防静电接地。

4、下沉活动区自然通风。

10.6 防排烟系统设计

一、防烟系统设计

1、地下室封闭楼梯间采用自然通风方式，可开启外窗面积大于 2 平方米，最高部位设置面积不小于于 1 平方米可开启外窗。

2、可开启外窗应方便直接开启，设置在高处不便于直接开启的可开启外窗应在距地面高度为 1.3m~1.5m 的位置设置手动开启装置。

二、排烟系统设计

1、自然排烟设施

1) 下沉活动区采用自然排烟。按《建筑防烟排烟系统技术标准》4.2.4 划分防烟分区，防烟分区的最大允许面积及其长边最大允许长度符合规范要求。自然排烟口的有效面积大于该防烟分区建筑面积的 2%，防烟分区内任一点与最近的自然排烟口之间的水平距离不应大于 30 米。

2) 自然排烟窗（口）应设置在排烟区域的顶部或外墙，并应符合下列规定：

a) 当设置在外墙上时，自然排烟窗（口）应在储烟仓以内，但走道、室内空间净高不大于 3 米的区域的自然排烟窗可设置在室内净高度的 1/2 以上。储烟仓的厚度不小于空间净高的 20%，且不应小于 500mm；同时储烟仓底部距地面的高度应大于安全疏散所需的最小清晰高度。

b) 自然排烟窗（口）的开启形式应有利于火灾烟气的排出；当房间面积不大于 200 平方米时，自然排烟窗的开启方向可不限。

c) 自然排烟窗（口）宜分散均匀布置，且每组的长度不宜大于 3 米。

d) 自然排烟窗（口）应设置手动开启装置，设置在高位不便于直接开启的自然排烟窗（口），应设置距地面高度 1.3m~1.5m 的手动开启装置。

2、机械排烟设施

1) 地下车库根据防火分区和防烟分区分别设置排风兼排烟系统。每个防烟分区面积不超过 2000 m²（电动车防火单元为一个防烟分区，面积小于 1000 m²）。每个防烟分区内设置独立的机械排烟兼排风系统。每个防烟分区排烟量不小于《汽车库、修车库、停车场设计防火规范》中表 8.2.5 的规定。地下汽车库排风机风量按平时排风量及排烟量二者大值取值。利用车道出入口自然补风或设置机械补风，补风量按不小于排烟量的 50% 计算。火灾时，由消防控制中心控制排烟风机处于排烟工况运行，当烟温超过 280℃ 时，设于排烟风机入口的排烟防火阀熔断关闭，并输出关闭信号，由消防控制中心控制排烟风机停机。

2) 排烟风机应能在 280℃ 时连续工作不小于 30 分钟。排烟管道及其连接部件应能在 280℃ 时连续 30min 保证其结构完整性。设置在走道部位吊顶内的排烟管道，其耐火极限不应小于 1.00h，当吊顶内有可燃物时，吊顶内的排烟管道应采用不燃材料进行隔热，并应与可燃物保持不小于 150mm

的距离。汽车库的排烟管道耐火极限不低于 0.50h，补风管道的耐火极限不应低于 0.50h。

3、排烟系统控制

1) 当火灾确认后，火灾自动报警系统应在 15s 内联动开启相应防烟分区的全部排烟阀、排烟口、排烟风机和补风设施，并应在 30s 内自动关闭与排烟无关的通风、空调系统。

2) 排烟风机、补风机的控制方式应符合下列规定：现场手动启动；火灾自动报警系统自动启动；消防控制室手动启动；系统中任一排烟阀或排烟口开启时，排烟风机、补风机自动启动；排烟防火阀在 280℃ 时应自行关闭，并应连锁关闭排烟风机和补风机。补风系统应与排烟系统联动开启或关闭。

3) 当火灾确认后，担负两个及以上防烟分区的排烟系统，应仅打开着火防烟分区的排烟阀或排烟口，其他防烟分区的排烟阀或排烟口应呈关闭状态。

4) 消防控制设备应显示排烟系统的排烟风机、补风机、阀门等设施启闭状态。

10.7 通风系统的防火、防爆措施

1、风管、风机、通风系统的柔性接头均采用不燃材料制作。风管的消声材料及粘结剂应采用不燃材料。

2、风管材料：

通风风管均采用热镀锌钢板制作。板厚按《通风与空调工程施工质量验收规范》(GB50243-2016) 中的有关规定执行。通风管壁厚按低压风管选择，排烟、事故排风风管壁厚按高压风管选择。

平时通风系统的风管钢板厚度按下表采用：

矩形风管长边或圆形风管直径 (mm)	≤450	450~630	630~1000	1000~2000	2000~4000
热镀锌钢板厚度 (mm)	0.5	0.60	0.75	1.0	1.2

排烟风管、事故排风风管壁厚按下表选用：

矩形风管长边或圆形风管直径 (mm)	≤450	450~1000	1000~1500	>1500
热镀锌钢板厚度 (mm)	0.75	1.0	1.2	1.5

3、通风系统的风管在下列部位应设置公称动作温度为 70℃ 的防火阀：

1) 穿越防火分区处；

2) 穿越通风、空气调节机房的房间隔墙和楼板处；

3) 穿越重要或火灾危险性大的场所的房间隔墙和楼板处；

- 4) 穿越防火分隔处的变形缝两侧;
- 5) 坚向风管与每层水平风管交接处的水平管段上。
- 4、机电工程抗震设计说明**
- 1) 本项目建筑的非结构构件及附属机电设备，其自身及与结构主体的连接，应进行抗震设防。
 - 2) 通风、空气调节风道不应穿过抗震缝。当必须穿越时，应在抗震缝两侧各装一个柔性软接头。风管穿过内墙或楼板时，应设置套管，套管与管道间的缝隙，应填充柔性耐火材料。
 - 3) 管道穿过建筑物的墙体或基础时，应符合下列规定：在穿管的墙体或基础上应设置套管，穿管与套管之间的间隙应用柔性防腐、防水材料密封；当穿越的管道与墙体或基础嵌固时，应在穿越的管道上就近设置柔性连接装置。
 - 4) 组成抗震支吊架的所有构件应采用成品构件，连接紧固件的构造应便于安装。
 - 5) 抗震支吊架应根据其承受的荷载进行抗震验算。
- 5、防烟、排烟、通风系统中管道在穿越防火隔墙、楼板和防火墙处的孔隙用采用防火封堵材料封堵。风管穿过防火隔墙、楼板和防火墙时，穿越处风管上的防火阀、排烟防火阀两侧各 2.0 米范围内的风管应采用耐火风管或风管外壁应采取防火保护措施，且耐火极限不应低于该防火分区墙体的耐火极限。**
- 6、风管穿过需要封闭的防火、防爆的墙体或楼板时，应设预埋管或防护套管，其钢板厚度不应小于 1.6mm。风管与防护套管之间，应用不燃且对人体无危害的柔性材料封堵。**
- 7、风机驱动装置的外露部位应装设防护罩；直通大气的进、出风口应装设防护网或采取其他安全设施，并应设防雨措施。**
- 8、机械通风系统的室外进、排风口的底部距室外地坪不宜小于 2 米，当进风口设在绿化地带时不宜小于 1 米。进风口应设置在室外空气较清洁的地点。室外进、排风口内侧应设钢丝防护网。**

10.8 环保措施

噪声预防

- a. 风机等电动设备均采用低噪声型产品。
- b. 所有的电动设备均设橡胶隔振垫或减震器，减少固体传声。
- c. 对通风机房等设备用房的围护结构作吸声处理。
- d. 风机进、出口设非燃性软接头，排烟风机进、出口设耐火软接头。
- e. 排风管设置消声装置。

10.9 主要设备表

序号	设备名称	设备编号	性能参数	数量(台)	功率(KW)
1a	双速柜式离心风机箱	PFY-D-1~5、PFY-D2-1~4	高档风量 35000m ³ /h, 全压 745Pa, 转速 765r/min, 噪声≤75dB (A), 低档风量 26610m ³ /h, 全压 546Pa, 转速 520r/min, 噪声≤68dB (A), 重量 584kg	9	18.5/6.2
2a	轴流风机	SF(BF)-D1-1	风量 20640m ³ /h, 全压 362Pa, 转速 1450r/min, 噪声≤83dB (A), 重量 109kg	1	4
2b	轴流风机	SF(BF)-D2-1~2	风量 40000m ³ /h, 全压 282Pa, 转速 960r/min, 噪声≤85dB (A), 重量 253kg	2	5.5
3a	轴流风机	PF-D1-1	风量 8100m ³ /h, 全压 303Pa, 转速 1450r/min, 噪声≤76dB (A), 重量 56kg	1	1.5
3b	轴流风机	PF-D1-2	风量 2100m ³ /h, 全压 270Pa, 转速 2900r/min, 噪声≤69dB (A), 重量 22kg	1	0.37
4a	轴流风机	SF-D1-1	风量 7290m ³ /h, 全压 312Pa, 转速 1450r/min, 噪声≤76dB (A), 重量 56kg	1	1.5

武汉市第三十九中学公共停车场项目

初步设计

(报批版)

(第二册)

公共停车场、室外工程及学校大门提升改造



中国市政工程西北设计研究院有限公司
CSCEC AECOM CONSULTANTS CO., LTD

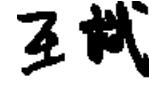
2023年03月

武汉市第三十九中学公共停车场项目

初步设计

(报批版)

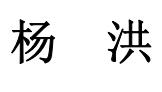
总 经 理: 初 黎 明 

总 工 程 师: 王 斌 

审 定 人: 朱 安 静 

审 核 人: 张 毅 (建筑)  余永强 (结构) 

陈 凯 (电气)  姜 超 (排水)  李 恒 (道路) 

周 桓 (暖通)  杨 洪 (景观) 

项目总负责: 平 克 磊 

编 制 单 位: 中国市政工程西北设计研究院有限公司

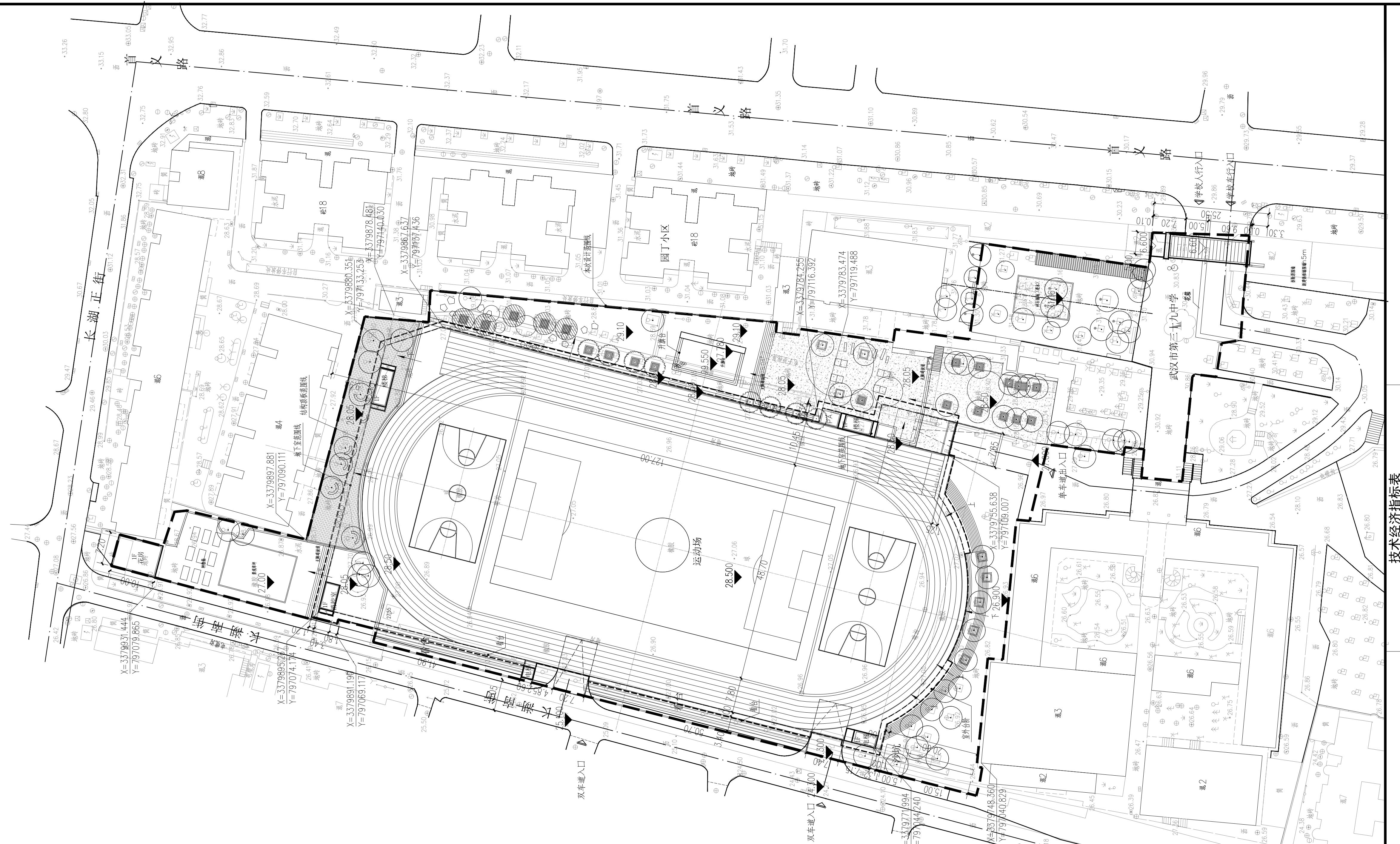
证书等级: 工程设计综合资质甲级

证书编号: AW162001457-10/10

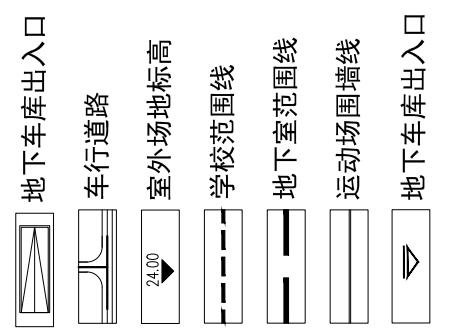
发证机关: 住建部

第二册第一部分 公共停车场

总平面图 1:500



图例:



设计说明:

- 一、设计依据:
 - 1.《武汉市第三十九中学项目可行性研究报告(代项目建议书)》
 - 2.甲方提供的: 500地形图
 - 3.项目岩土勘察报告
 - 4.国家、湖北省和武汉市人民政府及其相关部门颁布的法律、法规和政策性文件
- 二、工程坐标系根据甲方提供的黄海高程及场地周边市政资料设计。
- 三、图中所标注高程为绝对高程尺寸和建筑物坐标以(m)为单位,平面尺寸以建筑外墙为准。
- 四、本图景观仅为示意,具体以景观设计为准。



中国市政工程西北设计研究院有限公司
CSCEC AECOM CONSULTANTS CO., LTD
设计证书: AW162001457 版权所有 PROPERTY IN COPYRIGHT

设计总负责人: 平克磊 审定人: 朱安静
DES. MANAGER: PEI KELAI APPROVED: ZHU JINGZHEN
设计负责人: 周党生 审核人: 张毅
MASTER DES.: ZHOU DANGSHENG EXAMINED: ZHANG YI
专业负责人: 张毅 校核人: 李臣文
SPE. MANAGER: ZHANG YI CHECKED: LI CHENWEN

设计: 王梦颖 工程编号: PROJECT NO.
DESIGNED BY: WANG MENGYING PROJECT NO.: 2023-03-01
注册工程师: 张毅
REG. ENGINEER: ZHANG YI

工程名称: 武汉市第三十九中学公共停车场项目
PROJECT: WUHAN NO. 39 MIDDLE SCHOOL PUBLIC PARKING PROJECT

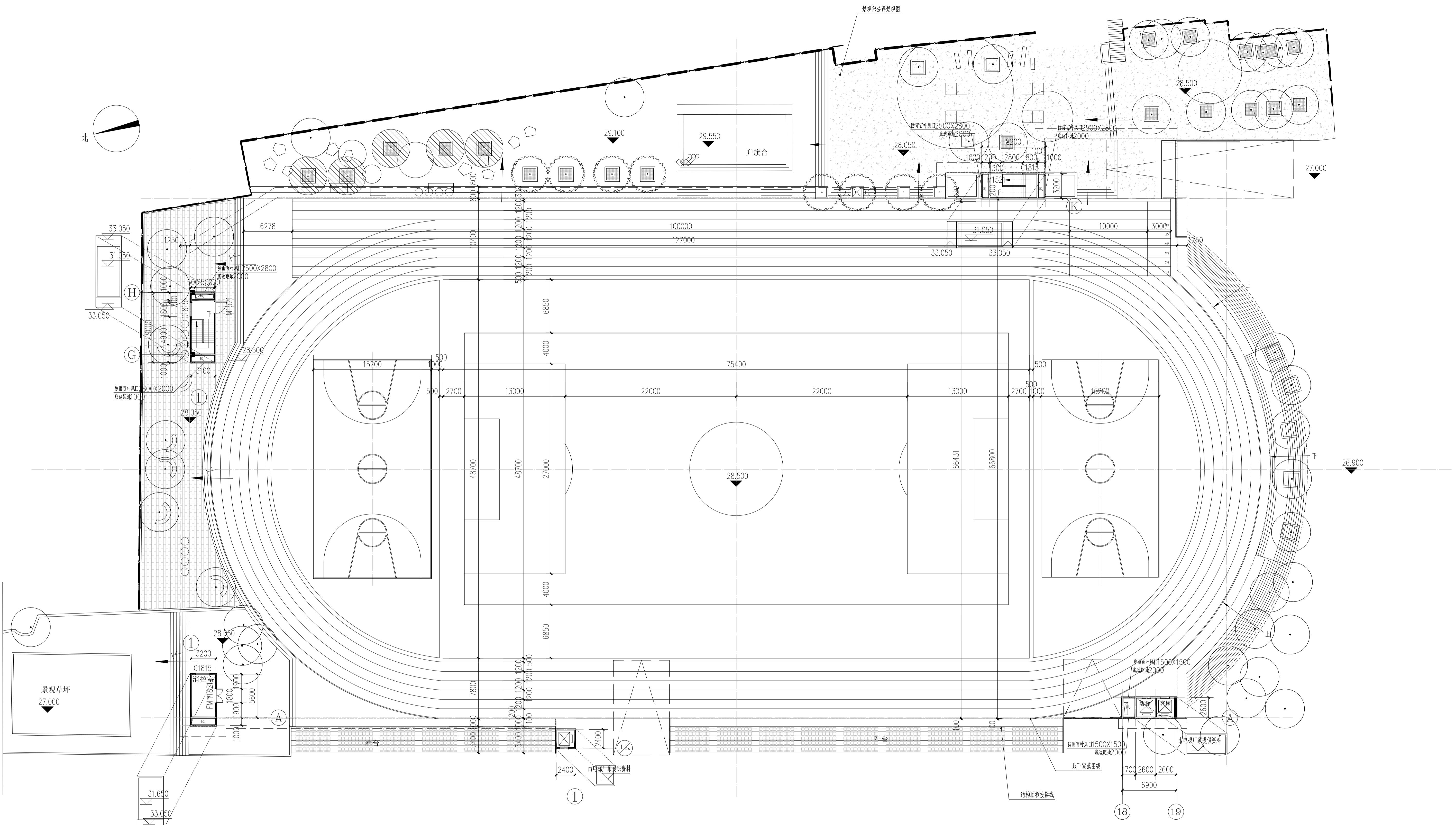
图纸比例: 图纸名称: 公共停车场
SCALE: DRAWING TITLE: 公共停车场

出图日期: 总平面图
DATE: DRAWING DATE: Total Plan View

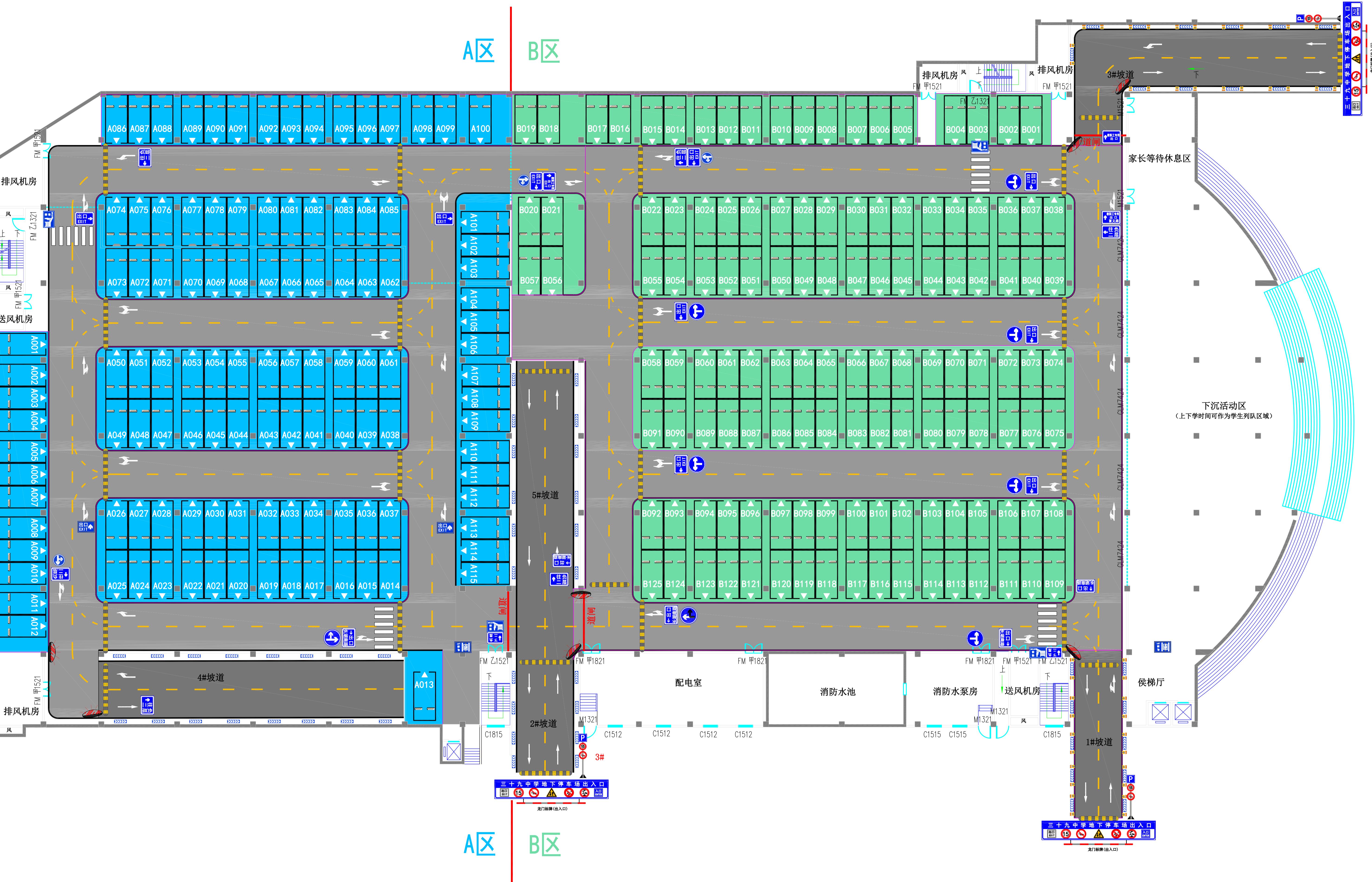
图纸编号: 初-01-建-01
DRAWING NO.: Initial-01-Building-01

版本: A

类别	单位	数量	备注	
			地上建筑面积	地下建筑面积
地上建筑面积	m ²	17076.16		243.62
其 大门建筑面积	m ²	38.48		
其 花房建筑面积	m ²	94.52		
其 其他建筑面积	m ²	110.62		
地下建筑面积	m ²	1632.54	地下建筑面积不计容	
机动车位数量	辆	500		
其 普通机动车位	辆	460		
其 无障碍机动车位	辆	10		
中 带充电桩机动车位	辆	30		



	中国市政工程西北设计研究院有限公司 CSCEC AECOM CONSULTANTS CO., LTD	设计负责 DESIGNER 周生华 ZHOU SHENGHUA	审定 APPROVED 朱安静 ZHU JINGJIN	设计 DESIGNED 王梦颖 WANG MENGYING	工程编号 PROJECT NO. 20230301	工程名称 PROJECT NAME 武昌区第三十九中学公共停车场项目	图纸编号 DRAWING NO. 初-01-建-02
设计 DESIGNER 周生华 ZHOU SHENGHUA	设计 DESIGNER 周生华 ZHOU SHENGHUA	审核 EXAMINED 张毅 ZHANG YI	审核 EXAMINED 张毅 ZHANG YI	设计工程师 DESIGN ENGINEER 张毅 ZHANG YI	设计工程师 DESIGN ENGINEER 张毅 ZHANG YI	图纸比例 SCALE 1:100	图纸比例 SCALE 1:100
专业负责 SPECIALIST 周生华 ZHOU SHENGHUA	专业负责 SPECIALIST 周生华 ZHOU SHENGHUA	校核 CHECKED 张毅 ZHANG YI	校核 CHECKED 张毅 ZHANG YI	注册建筑师 REGISTERED ARCHITECT 李恒文 LI HENGWEN	注册建筑师 REGISTERED ARCHITECT 李恒文 LI HENGWEN	出图日期 DATE 2023.03	出图日期 DATE 2023.03



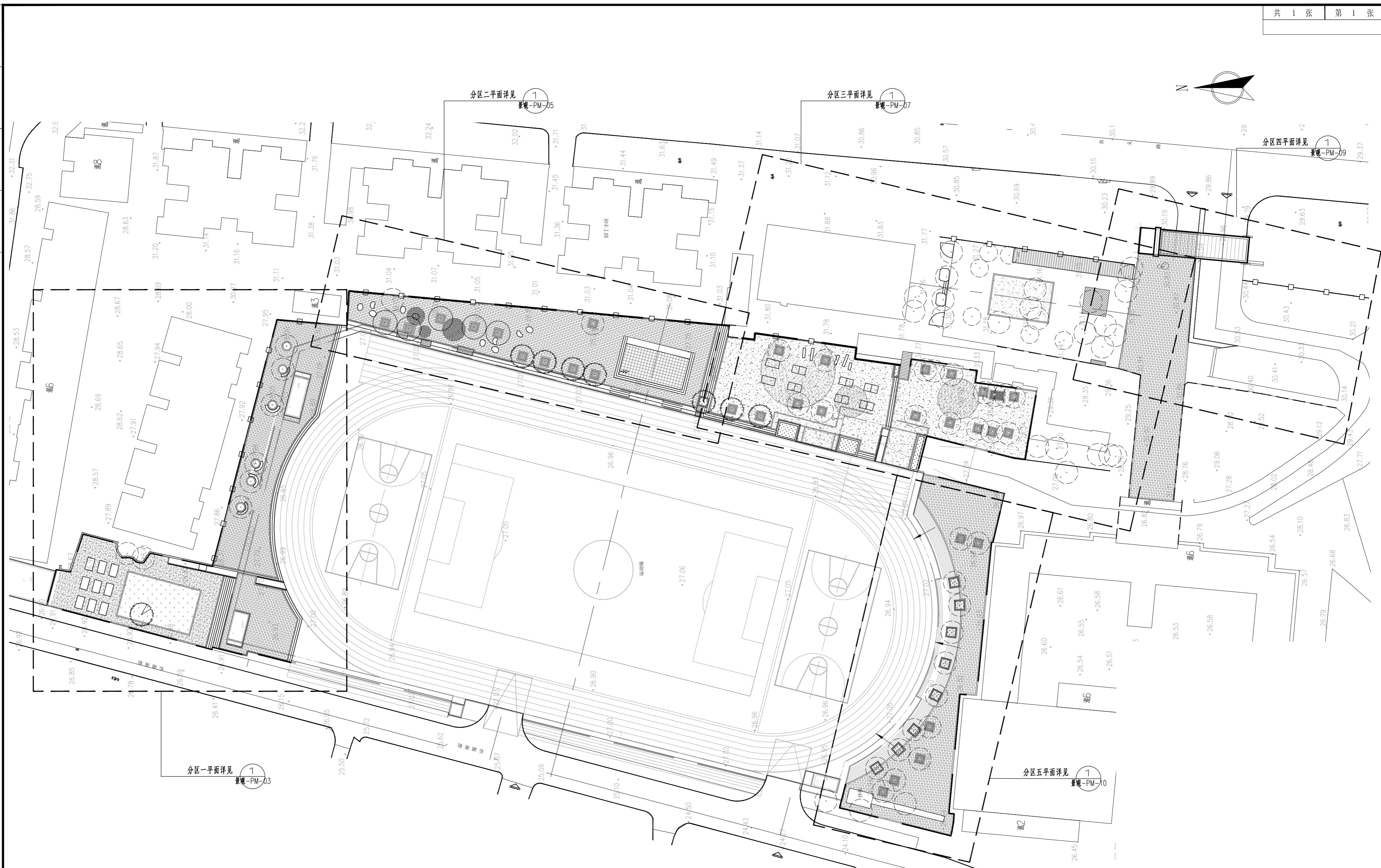


C区

D区

	中国市政工程西北设计研究院有限公司 CSEC AECOM CONSULTANTS CO., LTD	设计负责人 DESIGNER 周生华 ZHOU SHENGHUA	负责 RESPONSIBLE 人 周生华 ZHOU SHENGHUA	审定 APPROVED 人 朱安静 ZHU JINGJIN	设计 DESIGNED 人 朱智勇 ZHU ZHIYONG	工程编号 PROJECT NO. WZL-2023-03	工程名称 PROJECT NAME 武汉市第三十九中学公共停车场	图纸编号 DRAWING NO. 初-01-交通-06	版本 EDITION A
设计证书: AW162001457	版权所有 PROPERTY IN COPYRIGHT SWS MANAGER: 夏思 CHECKED: 夏思	设计 DESIGNER 周生华 ZHOU SHENGHUA	负责 RESPONSIBLE 人 周生华 ZHOU SHENGHUA	审定 APPROVED 人 朱安静 ZHU JINGJIN	设计 DESIGNED 人 朱智勇 ZHU ZHIYONG	工程编号 PROJECT NO. WZL-2023-03	工程名称 PROJECT NAME 武汉市第三十九中学公共停车场	图纸编号 DRAWING NO. 初-01-交通-06	版本 EDITION A

第二册第二部分 室外工程

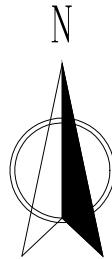


中国市政工程西北设计研究院有限公司
CSCEC AECOM CONSULTANTS CO., LTD

设计证书：AW162001457 版权所有 PROPERTY IN COPYRIGHT

设计总负责 DES MANAGER	平克磊	审定 APPROVED	朱安静	设计 DESIGNED	扶程欣	工程编号 PROJECT NO.	工程名称 PROJECT NAME	图纸编号 DRAWING NO.
设计负责 MASTER DES.	周党生	审核 EXAMINED	杨洪	注册工程师 REG. ENGINEER		图纸比例 SCALE	子项名称 SUBSECTION	初-02-景观-PM-02
专业负责 SPE. MANAGER	余亚男	校核 CHECKED	余亚男	注册建筑师 REG.ARCHITECT		出图日期 DATE	图纸名称 DRAWING TITLE	版本 EDITION

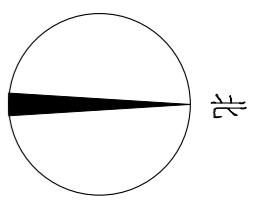
A



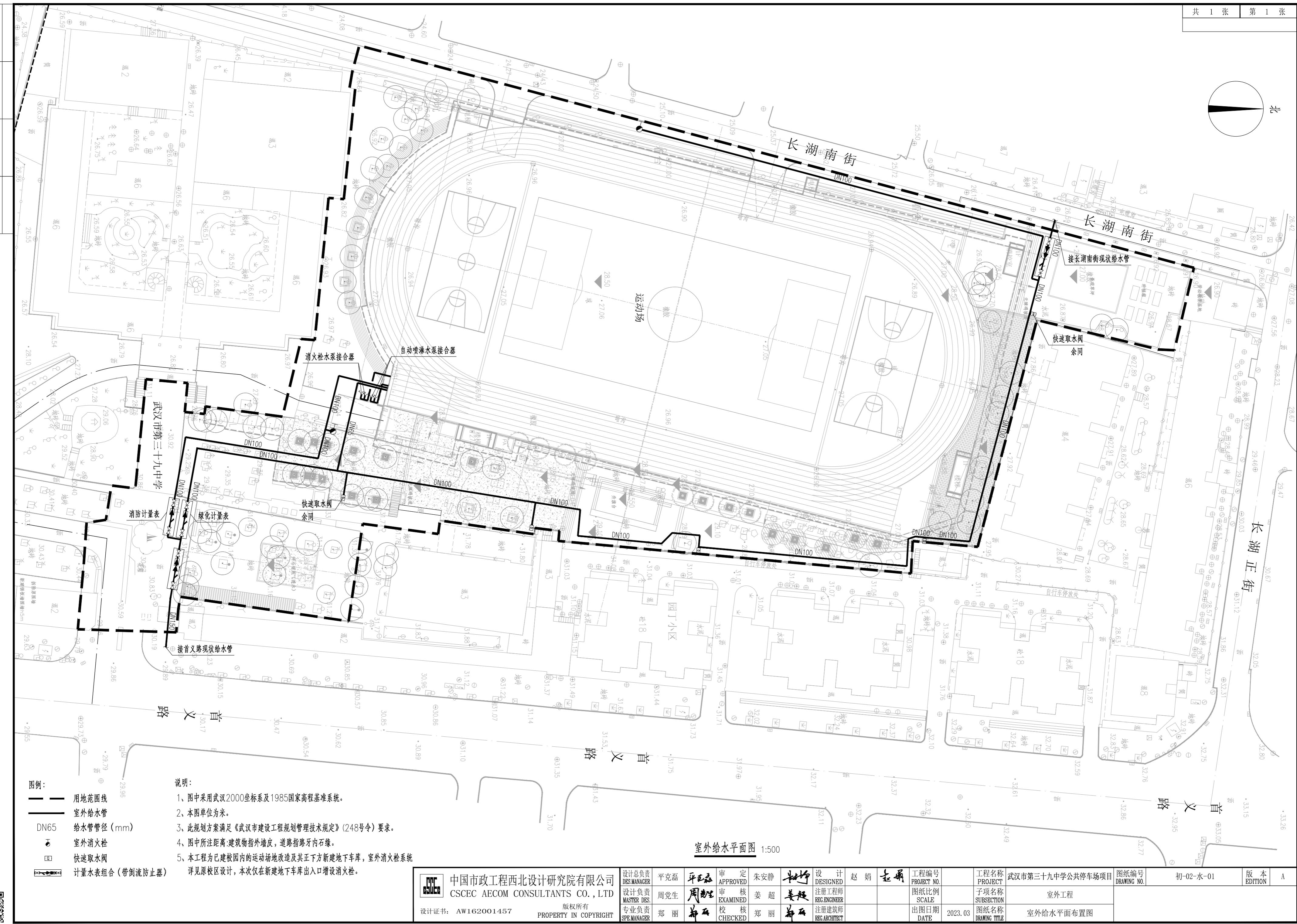
附注:
绘图比例:1:2000。

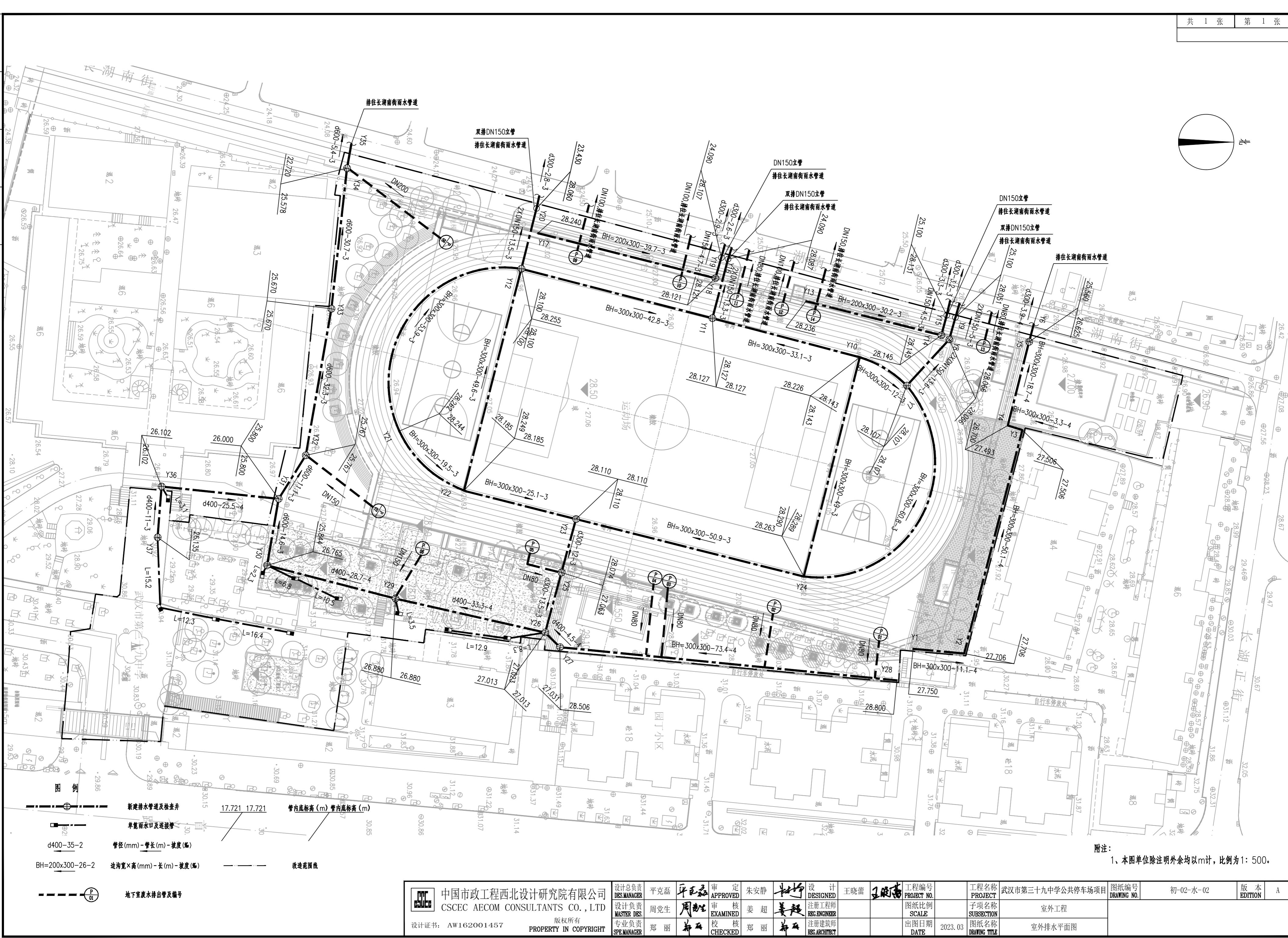
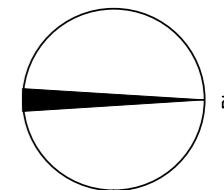
图例:
—— 本工程长湖南路
—— 本工程地下停车场范围

设计总负责 DES.MANAGER	平克磊	平克磊	审定 APPROVED	朱安静	朱智勇	朱智勇	工程编号 PROJECT NO.	工程名称 PROJECT	图纸编号 DRAWING NO.	初-02-道路-01	版本 EDITION
设计负责 MASTER DES.	周党生	周党生	审核 EXAMINED	李恒	王恒	王恒	图纸比例 SCALE	子项名称 SUBSECTION		室外工程	
专业负责 SPE.MANAGER	夏恩	夏恩	校核 CHECKED	夏恩	夏恩	夏恩	出图日期 DATE	图纸名称 DRAWING TITLE		项目地理位置图	A



室外给水平面图 1:500





中国市政工程西北设计研究院有限公司
CSCEC AECOM CONSULTANTS CO., LTD
设计证书：AW162001457
版权所有 PROPERTY IN COPYRIGHT



第二册第三部分 学校大门提升改造

