

建筑工程地基基础及桩基础施工——以某综合保障基地项目为例

张晓峰

上海临港现代物流经济发展有限公司

DOI:10.12238/btr.v8i2.4682

[摘要] 伴随城市建设以及工业项目的迅猛发展,建筑对地基基础和桩基础的要求越来越高,特别是在地质条件复杂、施工难度大的地区。洋山全球汽车产业贸易综合保障基地项目是临港新片区重点工程,它的地基基础及桩基础施工面临复杂地质条件与高承载力需求的双重挑战。基于此,本文以该项目为例,系统分析地基处理与桩基础施工技术的关键应用,以为同类建筑工程建设提供一些可复制的技术路径。

[关键词] 建筑工程;地基基础;桩基础;施工

中图分类号: TU761.6 文献标识码: A

Construction of foundation and pile foundation of building engineering -- Taking a comprehensive support base project as an example

Xiaofeng Zhang

Shanghai Lingang Modern Logistics Economic Development Co., Ltd

[Abstract] With the rapid development of urban construction and industrial projects, buildings have higher and higher requirements for foundation and pile foundation, especially in areas with complex geological conditions and difficult construction. The project of Yangshan Global Automobile Industry Trade Comprehensive Guarantee Base is a key project in the new area near the port. Its foundation and pile foundation construction face double challenges of complex geological conditions and high bearing capacity requirements. Based on this, this paper takes this project as an example to systematically analyze the key applications of foundation treatment and pile foundation construction technology, in order to provide some replicable technical paths for similar construction projects.

[Key words] construction engineering; foundation; pile foundation; construction

引言

当下,建筑工程的地基基础施工质量已成为保障建筑物安全与耐久性的关键环节。所以人们对基础结构的设计与施工提出了更高的要求。桩基础是一种常用的深基础形式,因其具有承载力高、沉降小以及适应性强等优点,在各类重大工程中得到了广泛应用。洋山全球汽车产业贸易综合保障基地项目位于上海市洋山港区域,由于该区域地处沿海软土地基区,所以地质条件复杂,地下水位较高,这给地基基础及桩基础施工提出了严峻挑战^[1]。因此,深入探究洋山全球汽车产业贸易综合保障基地项目的地基基础及桩基础施工,对于临港产业园区建设,以及推动我国地基与基础工程施工技术的发展具有重要意义。

1 洋山全球汽车产业贸易综合保障基地项目工程概况

1.1 项目背景与规模

洋山全球汽车产业贸易综合保障基地项目位于上海洋山特

殊综合保税区,其东至规划巡关道西侧,西至洋浩路,南至港茂路,北至规划巡关道南侧。它的总用地面积约为62761.34平方米,总建筑面积约161653.54平方米,其规划为两栋四层,且含多层双坡道的大型物流仓储工程,共涵盖C-1、C-2物流仓库、设备用房、物业用房、运输通道、坡道及门卫等共八个单体。项目的建筑结构采取框架形式,物流仓库层高均超10m,在屋面方面,采用轻钢屋面与钢桁架楼承板组合体系。桩基设计为预制混凝土管桩,总桩数达到了2824根,在这其中,C-1、C-2仓库分别设置808根与1072根,而运输平台、坡道等附属设施桩数共944根。由于项目整体定位为集分拨、仓储功能于一体的综合物流枢纽,所以需要满足大型车辆通行及高荷载仓储需求。

1.2 地基基础设计需求

基于场地条件与建筑功能,工程地基基础设计需实现多个核心目标。

1.2.1 承载力匹配超限结构荷载

因物流仓库超限梁及层高，需要仓库区域单桩极限抗压承载力不低于4000kN，而坡道与运输平台则需不低于4600kN，以确保桩基在长期动荷载下无塑性变形。

1. 2. 2抗沉降与差异沉降控制

在④层淤泥质黏土(高压缩性)分布区域，需确保建筑整体沉降量≤15mm，相邻柱基差异沉降≤1/1000，避免因不均匀沉降导致结构开裂。

1. 2. 3抗地下水腐蚀性能

浅层潜水对混凝土及钢材具有弱腐蚀性，所以桩身与承台须具备长期抗渗、抗硫酸盐侵蚀能力。

1. 2. 4复杂施工条件适应性

在狭小场地内实现多单体同步施工，同时地基处理方案需兼顾静压桩机作业面承载力与材料堆场周转效率，避免机械交叉干扰。

1. 2. 5不良地质条件风险规避

彻底消除厚层杂填土及地下障碍物对桩基垂直度、桩身完整性的潜在影响，确保成桩合格率100%。

2 项目场地地质条件与地基处理分析

2. 1工程地质与水文特征

由于项目场地处于长江三角洲冲积平原，属滨海平原地貌，虽然地势平坦但地质分层复杂。在勘探环节，通过勘探发现，深度85m范围内揭露的地基土分为6大层，如下表1所示。

表1 地基土成因类型及分布状况

地质时代		土层序号	土层名称	成因类型	分布状况
全新世 Q4	Q43	①1-1	素填土	人工	部分地段缺失
		①1-2	吹填土(灰黄色黏质粉土)	人工	大部分地段分布
		②3-1	灰色砂质粉土	滨海~河口	遍布
		②3-2	灰色砂质粉土	滨海~河口	局部缺失
		②3-3	灰色砂质粉	滨海~河口	局部缺失
	Q42	④	灰色淤泥质黏土	滨海~浅海	遍布
	Q41	⑤	灰色黏土	滨海、沼泽	遍布
晚更新世 Q3	Q32	⑥	暗绿~草黄色粉质黏土	河口~湖泽	遍布
		⑦1	草黄~灰黄色砂质粉土	河口~滨海	遍布
		⑦2	灰黄~灰色粉砂	河口~滨海	遍布

浅层潜水埋深1.60-3.22m，由于受大气降水及地表水体影响显著，年平均水位埋深0.5-0.7m，所以在设计时出于安全考虑，取高水位埋深0.5m。另外地下水对混凝土及钢结构具弱腐蚀性，承压水位于⑦层，虽水量丰富但因埋深较大，对浅基施工影响有限。此外，场地不良地质问题较为突出，主要表现为厚层杂填土及局部地下障碍物。杂填土松散不均，并且极易引发桩基施工偏位。而地下障碍物则可能损坏桩机设备。不仅如此，虽然勘察未发现暗浜，但填土与吹填土的存在使得地基承载力不足，需针对性处理以保障桩基施工质量与结构安全^[2]。

2. 2地基处理措施

面对杂填土与地下障碍物问题，项目施工前采取了“分层挖

除+换填加固”的策略。对于杂填土范围，利用机械开挖的方式至稳定土层后，回填300mm厚级配道渣并压实，如此提升了表层地基承载力至120kPa以上，同时满足静压桩机作业要求。对于局部含障碍物区域，主要通过人工探挖结合机械清理，将碎砖石块等杂物彻底清除，并换填素土与砂石混合料，保证桩基施工连续性。为更好地防控地下水，项目专门设置了环形排水明沟与集水井系统，沟底坡度5%，盲沟避开桩位布置，积水经沉淀后排放至市政管网。针对潜水腐蚀性，全部桩身均采用了环氧树脂涂层防护，承台混凝土掺入抗硫酸盐外加剂，并严格控制水胶比≤0.45。与此同时，桩顶处理采用机械截桩与CO2保护焊工艺，当锚固钢筋与承台连接后涂刷防腐涂料，以规避钢筋锈蚀^[3]。基于上述措施，地基承载力、稳定性及耐久性都达到了设计要求，这为超限结构施工奠定了基础。

3 桩基础设计与施工方案

3. 1桩基选型与设计参数

工程桩基采用PHC 600 AB 110-11预制混凝土管桩，总桩数为2824根，各单体桩基设计参数如下表2所示。

表2 项目桩基设计与施工关键参数表

单体名称	桩型	总桩数(含试桩)
C-1 物流仓库	PHC 600 AB 110-11	808 根
C-2 物流仓库	PHC 600 AB 110-11	1072 根
坡道1	PHC 600 AB 110-11	142 根
坡道2	PHC 600 AB 110-11	190 根
运输平台	PHC 600 AB 110-11	612 根

桩端持力层选定为⑦层草黄-灰黄色砂质粉土，根据地质勘察报告动态调整桩长，单节桩长11m，采用3节接桩形式，总桩长33m。同时确保桩身穿透④层淤泥质黏土(高压缩性)并深入稳定持力层超过2m，从根本上规避高压缩土层的沉降风险。另外通过静载试验验证单桩承载力，桩顶最终压桩力需满足设计值的1.2-1.5倍，保证桩身垂直度偏差控制在1%以内，桩位偏差不超过50mm。

3. 2桩基施工关键技术

3. 2. 1静压沉桩工艺

通过7台YZY-600型静压桩机同步施工，每台日均完成10—15根桩。在沉桩前，铺设300mm厚道渣地基来保证桩机作业面承载力超过120kPa。同时在沉桩过程中，利用两台正交经纬仪实时监测垂直度，终压值按设计要求复压3次，压桩力分级加载至4600kN并稳压5分钟。

3. 2. 2接桩与送桩技术

接桩采用CO2气体保护焊，在焊接前将端板锈迹清除，而对称点在焊4-6处后实施分层施焊，焊缝高度控制在6mm内，当冷却后直接涂环氧树脂防腐。而对于送桩，采用钢制送桩杆，送桩深度至设计标高±50mm以内，当拔杆后立即回填桩孔，以此来规避

土体塌陷。此外,对于局部地下障碍物,采用了DD10.8t锤击桩辅助穿透,这保证了桩身的完整性^[4]。

3.2.3 施工流程控制

整个施工严格遵循“场地平整→桩位放线→桩机就位→吊桩插桩→垂直校正→静压沉桩→接桩→送桩→验收记录”流程,任意一道工序经监理验收后方可进入下一环节。

3.3 桩基质量保障措施

3.3.1 试桩与检测

施工前选取3根工程桩作为试桩,进行静载试验以及低应变检测,以验证单桩承载力与桩身的完整性。工程桩全数进行小应变检测,完成检测后,I类桩占直接使用,II类桩补强后复检合格后再使用,III类桩拒绝投入使用。

3.3.2 桩顶处理与防腐

对于截桩,采用液压截桩器,当预应力钢筋伸出长度不足时,实施镦头处理,利用大螺母与锚固钢筋连接。桩顶防腐采用环氧树脂涂层,而承台混凝土添加抗硫酸盐外加剂,水胶比控制在0.45以内,如此保证了桩头耐久性。

4 地基基础施工难点与解决方案

4.1 场地狭小与平面布置优化

由于项目施工场地东西两侧紧邻洋浩路与港茂路,南北侧距规划巡关道仅44—41m,因此可用的施工区域不足6万平方米。由于受限于场地空间,所以对于临时设施、材料堆场以及机械作业面都需要动态调整。为解决这一问题,采用了分阶段施工模式。首先针对坡道1、坡道2及运输平台进行施工,利用其结构完成后区域作为仓库施工期的临时堆场,有效实现了“空间换时间”。而对于垂直运输方面,布置了4台TC7030塔吊,由于设备臂长达到70m,实现了覆盖半径内材料直接吊运至作业面,充分减少了水平转运频次。除此之外,还实施了精细化材料进场计划,按“日需量”来分批供应钢筋、管桩等大宗材料,如此避免了堆场积压^[5]。与此同时,施工道路还采用了200mm厚道渣+150mm厚C20混凝土硬化,且路面中心标高高于自然地面100mm,双向2%排水坡度,这确保了雨季通行效率。

4.2 超限梁结构对地基的荷载挑战

由于物流仓库主梁截面达到了600×1700mm,并且层高超10m,所以项目的排架搭设高度及荷载要远超常规工程。面对这一困难,项目针对性地采取了高支模专项方案:

(1)地基加固:浇筑200mm厚C20地坪垫层,以提升地基承载力,同时在立杆底部设置150×150mm钢垫板。(2)排架设计:立杆纵横向间距控制在800mm以内,水平杆步距设置为1500mm,剪刀撑按“跨6步6”原则连续设置。(3)荷载控制:施工阶段模板支架设计荷载,按4.0kN/m²取值,严禁钢筋集中堆放,单跨荷载超限时增设临时支撑。

在施工前组织专家论证,验收时采用三维激光扫描监测立杆垂直度,同时实施24小时沉降观测,以保证排架稳定性。

5 工程启示与推广价值

5.1 工程效果

项目的地基基础与桩基础施工有效克服了场地狭小、地质复杂以及超限结构施工等难题,关键工序一次验收合格率100%。桩基础施工效率较同类项目提升了15%,地基基础分部工程质量评定为“优良”,未发生质量安全事故。根据沉降观测数据显示,竣工后6个月最大累计沉降量28mm,差异沉降12mm,满足《建筑地基基础设计规范》要求。此外,项目还先后获得上海市文明工地,而C-1,C-2仓库更获得了上海市白玉兰奖。

5.2 复杂地质条件下桩基施工经验

本项目充分验证了PHC管桩在滨海软土地区的适用性。通过精准选择⑦层砂质粉土为持力层,并结合静压法工艺,有效穿透了厚层杂填土及地下障碍物,成桩合格率达100%。同时通过动态平面布置策略与机械化协同模式有效解决了狭小场地限制,这也为类似项目提供了“空间高效利用”范例。

5.3 行业推广建议

针对类似软土地区仓储项目,可优先采用PHC管桩+静压工艺,并配套动态施工规划与密集塔吊布局。此外,建议强化地质勘察与施工方案联动,采用探地雷达成来预查地下障碍物,以规避设备损伤风险。同时利用BIM技术优化桩位排布,并结合物联网监测桩力与垂直度,以实现施工全程数字化管控,提升行业标准化水平。

6 结束语

总之,地基基础及桩基础作为建筑工程的核心构成,其施工质量直接关系到整个工程的安全性和稳定性。通过对洋山全球汽车产业贸易综合保障基地项目地基基础及桩基础施工过程的深入剖析,不仅掌握了这种大型项目施工的关键技术和难点,同时还积累了宝贵的实践经验。这些技术和经验将有效提升建筑工程地基基础及桩基础的施工质量,为后续类似项目的顺利实施提供有力的技术支撑和决策依据,从而推动建筑工程行业施工技术水平的不断提升。

[参考文献]

- [1]詹昊鹏.建筑工程地基基础及桩基础施工技术的应用[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2025(2):36-39.
- [2]刘铮.建筑工程地基基础及桩基础施工技术思考[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2024(4):53-56.
- [3]黄雁.建筑工程地基基础检测技术要点及优化策略研究[J].中国科技期刊数据库工业A,2025(3):093-096.
- [4]王星军.建筑工程土建施工中桩基础施工技术的应用探究[J].建材发展导向,2025,23(5):55-57.
- [5]樊永杰.建筑工程土建施工中桩基础施工技术的应用研究[J].门窗,2025(3):88-90.

作者简介:

张晓峰(1987--),男,汉族,上海人,上海临港现代物流经济发展有限公司,工程师,从事开发建设目前是现场管理。