

大型深基坑混凝土支撑伺服系统中的质量控制管理

丁文超

上海建工集团股份有限公司

DOI:10.12238/btr.v8i2.4666

[摘要] 本文以金桥春宇项目大型深基坑工程为背景,重点探讨混凝土支撑施工与伺服系统中的质量管理方法。通过控制混凝土内外双围檩的钢筋、埋件、模板以及成型混凝土质量,确保伺服系统轴力加载精准。伺服系统轴力遵循混凝土强度分级加载原则,制定围檩与地墙脱开量控制标准。实践表明,混凝土支撑伺服系统有效降低了基坑变形风险,为同类工程提供了质量控制范例。

[关键词] 大型深基坑; 混凝土支撑; 伺服系统; 轴力加载; 质量控制

中图分类号: TV331 **文献标识码:** A

Quality Control Management in the Servo System of Large-scale Deep Foundation Pit Concrete Supports

Wenchao Ding

Shanghai Construction Group Co., Ltd.

[Abstract] This paper, taking the large-scale deep foundation pit project of Jinqiao Chunyu as the background, focuses on discussing the quality management methods in the construction of concrete supports and the servo system. By controlling the quality of the steel bars, embedded parts, formwork, and formed concrete of the inner and outer double waling of the concrete, the precise loading of the servo system's axial force is ensured. The axial force of the servo system follows the principle of staged loading based on the strength of the concrete, and the control standards for the separation amount between the waling and the diaphragm wall are formulated. Practice has shown that the concrete support servo system effectively reduces the risk of foundation pit deformation and provides a quality control example for similar projects.

[Key words] Large-scale deep foundation pit; Concrete support; Servo system; Axial force loading; Quality control

1 工程概况

金桥春宇项目位于浦东新区金藏路、云桥路。基坑西侧紧邻现有河道,东、北侧紧邻市政道路,南侧邻正在施工的金桥美亚地块。(图1)

本工程总建筑面积35.7万 m^2 ,其中地下建筑面积13.2万 m^2 。地上主要由一栋330m的办公、一栋酒店塔楼及其裙房,一栋200m的住宅塔楼及其裙房组成,主要的结构形式为混合框筒结构、钢框架结构,地下室共计四层。

基坑总面积达2.96万 m^2 ,开挖深度为-33.6m~-22.9m,未按群坑设置中隔墙,面积和开挖深度大于同类型项目单坑。基坑围护采用地下连续墙+三轴搅拌桩,内设4道混凝土支撑。其中,位于金三支路一侧的第3道、第4道支撑内外围檩梁区域设置伺服系统。^[1](图2)

运用伺服系统平台,将混凝土支撑的轴力与位移数据统一管理,系统化分析施工工程安全性,提供全方位全天候管理,实时监测工程风险,并进行及时发现和处理。^[2]为基坑安全防患于未然。

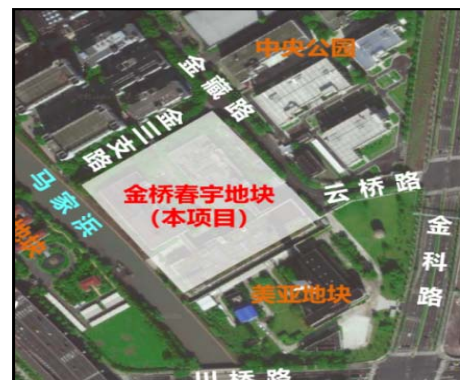


图1 金桥春宇地块地理位置

2 混凝土支撑伺服系统构造及质量保证体系

金桥春宇项目大型基坑第3道、第4道钢筋混凝土支撑基本构造为伺服装置、地下连续墙、伺服系统和混凝土支撑与内外双围檩梁连接的水平轴力补偿体系。

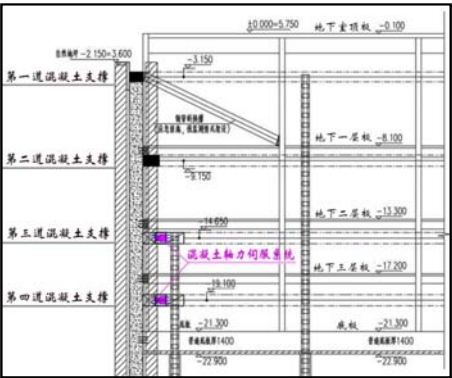


图2 基坑剖面布置图

2.1 伺服系统和双围檩构造。本项目伺服系统由主控系统、数控液压泵站和伺服装置组成。伺服装置包含千斤顶钢套箱和千斤顶, 安装在内外围檩梁间上下连通腔内。同时设置固定件, 防坠安全防护网。

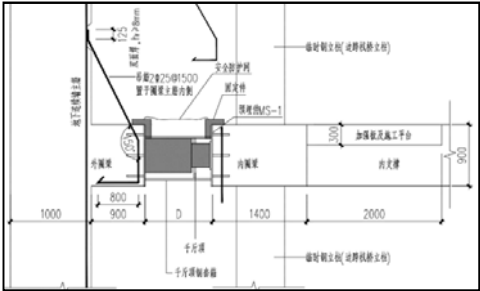


图3 伺服系统-围檩梁节点剖面图

作为安全防护。内外双围檩梁预埋承压板, 作为千斤顶与混凝土连接的连接面。(图3)

伺服装置电力系统, 根据工程所需机械动力设备、电气工具及照明电的数量, 考虑施工高峰阶段的机械设备最高用电需求量, [3] 采用100KVA用电耗能, 伺服系统轴力加载同时, 不影响其他机械设备动力用电和照明用电的正常运转。

2.2 质量保证体系。项目部将伺服系统纳入质量保证体系, 并相应建立项目经理-项目工程师-质量员的质量控制组织架构。

由项目经理组织编写专项方案; 项目工程师对项目生产、安全、质量部门方案交底, 组织管理人员熟悉图纸和施工工艺。施工前, 项目质量部门对班组进行分项工程交底, 使班组了解图纸和质量主控项目, 自上而下, 作好准备工作。

3 混凝土支撑施工质量控制

混凝土支撑施工, 应确保内外围檩梁、预埋承压板、伺服加载装置三者的中心标高一致, 预埋承压板的垂直偏差不应超过1%, 以减少附加弯矩的产生。 [4]P15 轴力伺服系统安装前, 所在混凝土内支撑应通过施工质量验收。

混凝土支撑体系对基坑工程极为重要, 首先就要保障内、外围檩梁的施工质量; 其次混凝土成型并养护到位后, 质量部门对混凝土支撑各检验批进行报监理验收。尤其是预埋承压板的中

心标高控制和内外围檩梁混凝土强度的测量。

3.1 钢筋、埋件、模板质量控制。外围檩梁斜吊筋牛腿要确保同主筋有效连接, 与地墙焊接节点的焊接长度、焊缝质量每个点都需要检查。甚至是焊条的型号, 要求500系列, 严禁使用408、411等型号焊条。内围檩梁钢筋绑扎前做好弹线定位, 主筋、箍筋间距误差控制在±10mm内。确保内围檩梁受力筋位于顶部, 并与预埋承压板通过点焊临时固定。预埋承压板标高通过水准仪单独引测, 在围檩梁端部焊接标高定位钢筋。在模板安装和混凝土浇筑时, 分别复核预埋板中心标高和平整度。 [5] (图4)



图4 预埋件安装



图5 伺服装置连接

3.2 围檩梁混凝土振捣。对于混凝土密实度需要通过振捣来控制, 加密振捣点并控制间距, 间距应不大于振捣棒作用半径1.5倍, 在钢筋密集处需进一步加密。插入角度保持接近, 确保覆盖所有空隙。

单点振捣时间控制在20~30秒, 以混凝土不再下沉、表面泛浆且无气泡为停止标准。 [6] 过振会导致骨料离析, 欠振则形成蜂窝。配合人工辅助振捣在模板边角或钢筋密集处, 同步使用铁钎人工捣实, 并轻敲模板辅助排气。

4 伺服系统控制系统和机具检验要求

第3道、第4道混凝土支撑内外围檩梁各设置65个空腔, 供130套630t伺服装置安装。根据规范中检验批划分的要求, 每48台伺服装置作为一个检验批。 [4]P15 (图5)

4.1 伺服装置质保资料。混凝土支撑施工前, 检查专业单位

提交的预埋承压板。伺服装置进场后,检查132套伺服装置的千斤顶母材质保书、设备合格证、出厂检测报告和使用说明书等质量证明文件。其中,2套为后备保障使用。[4]P14

4.2混凝土强度测量方式。轴力施加前,围檩梁混凝土强度需要达到目标值,本项目第3道、第4道混凝土支撑各分3个施工段分批浇筑,每次浇筑预留6组同条件拆模试块,其中5组试块对应伺服系统的1次轴力预加载和4次正式轴力加载,1组作为备用。

除了同条件试块的预留,质量部门使用回弹法二次验证混凝土强度。实际操作中,由于围檩梁空腔内空间狭小,回弹次数由常规的每点回弹10次,改为每点20次。回弹时,三人小组分别做好回弹,监护和记录数据,确保测量时的安全和数据的准确。

4.3关键部件检查。每24小时检查1次主控系统显示和控制程序是否正常;检查数控液压泵站和控制电路,确认油泵、油压装置加压、泄压和控制电路用电是否正常。

轴力未施加前,对130套伺服千斤顶液压装置进行检查,清理内外围檩梁预埋承压板浮浆,保证承压板与围檩梁密贴。轴力施加至额定值后,观察24h油压降幅,确保小于 $5\text{N}/\text{mm}^2$ 。

5 轴力施加与伺服自动补偿控制

伺服控制系统检验和调试完毕,围檩梁混凝土强度达到 $20\text{N}/\text{mm}^2$ 后,质量部门对千斤顶与承压板再次检查,确保两者紧密贴合。项目部各部门共同确认,下达指令,专业单位方能将千斤顶轴力预加载至50t。

(1)第1级轴力加载,需要满足围檩梁混凝土强度全部达到 $25\text{N}/\text{mm}^2$ 。由项目经理部、专业单位、设计单位、监理单位等相关各方现场验收后,千斤顶加载至100t。(2)伺服系统千斤顶轴力逐级加载,围檩梁混凝土强度达到 $30\text{N}/\text{mm}^2$ 、 $35\text{N}/\text{mm}^2$ 、 $40\text{N}/\text{mm}^2$,依次开始第2级150t轴力、第3级200t轴力、第4级250t轴力加载。(3)每个数控液压泵站控制千斤顶提前进行编号,采取间隔加载的顺序,先加载奇数编号的伺服千斤顶,待稳定后再加载偶数编号的伺服千斤顶,同时加载的4个千斤顶必须同步均匀加载,直至全部加载完成。[7](4)伺服系统施加轴力期间,观测支撑、围檩梁、立柱与地墙的位移情况,监测频率不少于每天3次,必要时增加观测频率。加载稳定后,监测频率降低观察频率至每天1次。千斤顶轴力加载至目标值,质量部门对每个受力部分进行检查。本项目第3道支撑伺服系统轴力加载至100t后,出现脱开情况,最大脱开距离为10mm,继续施加25t轴力保压,脱开缝隙采用了高强灌浆料进行密实回填。(5)伺服系统首次轴力施加后,围檩梁一侧地墙水平变形值会整体收敛。实际监测中,第4道支撑首次轴力加载至50t后的24小时,水平变形较大处CX3、CX5、CX6三个监测点,都呈现不同程度的变形收敛状态。图6。(6)由于挖土、交叉作业导致基坑变形累计较大,根据与监测、设计沟通,第3道支撑伺服系统在第4道支撑施工时轴力加载至300t,底板垫层施工时加载至350t。在坑中坑挖土和1.2m厚筏板基础施工时,同样情况出现在第4道支撑伺服系统,两次加载至300t和350t。直到坑中坑支撑完成后,变形趋于稳定,不继续进行轴力补偿。

6 卸载和拆除

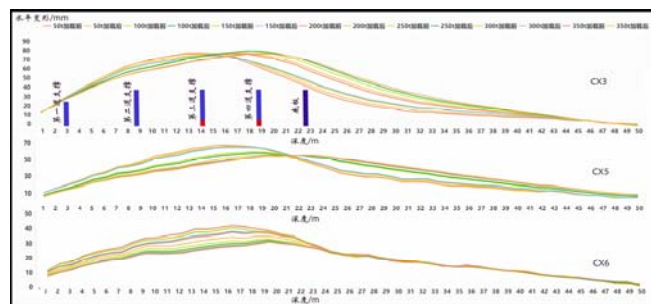


图6 CX3 CX5 CX6分级加载前后变形情况

卸载严格执行项目部书面拆除指令,确认施工许可文件及安全技术交底手续完备后开展作业。本项目,第4道支撑。伺服系统在坑中坑筏板基础完成后,释放轴力;第3道支撑在地下4层结构完成后,释放轴力。采用三级卸载工艺,由原来的250t轴力加载峰值调整为350t逐级释放,每级释放50t,间隔大于60分钟。卸载至零荷载后,质量部门会观察60分钟,确保地墙、地下室结构、支撑系统无异常。

卸载后,依次拆除伺服加载装置、油管、电缆、液压泵站、主控系统。拆除吊装过程,质量部门进行旁站监督,避免伺服加载装置碰撞其他围护结构造成损伤。

7 结语

通过应用伺服加载轴力补偿系统,金桥春宇项目大型深基坑实现了安全高效施工。将伺服系统纳入质量保证体系,严控承压板预埋精度、混凝土振捣质量及强度验证,确保精准传力;采用分级加载与闭环测控,实施第三方监测与质量巡查,有效化解基坑面积大、变形控制难的技术挑战。

施工过程中多专业协同、全过程管控的管理模式,以及针对狭小空间回弹检测、伺服装置全过程质量控制,为超深基坑工程质量控制管理积累了宝贵经验。

【参考文献】

- [1]上海建工七建集团.金桥春宇地块项目(除桩基工程)栈桥支撑施工方案[M].2023.10.
- [2]支撑轴力伺服系统201920290142.4上海斯美科汇建设工程咨询有限公司,实用新型专利[P].2019.3.5.
- [3]于方,李春青.基于掘进机及隧洞临时用电供电设计[J].中国设备工程,2021,(07):111-114.
- [4]JT/ZCEAS 1001-2022基坑工程轴力伺服混凝土支撑技术规程[S].2022.
- [5]GB50204-2015混凝土结构工程施工质量验收规范[S].2015.
- [6]罗天右.试论桥梁承台大体积混凝土施工控制要点[J].中国新技术新产品,2013,(11):104-105.
- [7]单正猷.混凝土支撑伺服系统在紧邻城市轨道交通深基坑工程中的应用[J].建设监理,2023,(06):103-107.

作者简介:

丁文超(1990--),男,汉族,上海市人,本科,工程师,研究方向:建筑施工。