

周边环境复杂基坑新型钢支撑轴力伺服系统应用及效果分析

江宏亮 顾宝洪

江苏通力建设集团有限公司

摘要：随着城市建设的快速发展，各种类型的深大基坑也越来越多，而城市中心深基坑周边的地上地下建构物环境也越来越复杂；支撑稳定直接影响基坑安全，钢支撑使用中轴力、位移受开挖速度、方向、温度等变化直接影响基坑稳定，针对支撑轴力实时采集、分析质量管理越加重要。本工程采用新型一体化智能伺服系统在实际基坑工程中的应用做了相关的介绍和应用效果分析，希望对后续类似工程有一定的借鉴意义。

关键词：钢支撑伺服系统；位移实时采集及分析；质量控制

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.22.004

一、钢支撑伺服系统市场应用概况

随着城市建设的快速发展，各种类型的深大基坑也越来越多，而城市中心深基坑周边的地上地下建构物环境也越来越复杂。基坑施工过程中需要进行围护结构的支护，钢支撑就是基坑围护结构支护方式中最为常用的一种。随着基坑临边保护要求越来越高，目前很多城市已经正在推进钢支撑轴力伺服系统的应用来加强基坑施工的围护结构变形控制和施工风险管控。目前普遍的钢支撑轴力伺服设备工作原理是通过地面上配置的液压动力站和电气控制柜来控制钢支撑端部轴力伺服油缸的伸缩和保压。通常需要从地面上的液压动力站排布高压油管连接至钢支撑端部轴力

伺服油缸，另外还需要从地面的电气控制柜排布电源动力线缆和数据传输线缆连接至钢支撑端部轴力伺服油缸。通过电气控制柜驱动液动力站，通过高压油管，从而将液动力转换为合适的钢支撑机械轴力抵抗基坑围护结构受到的土压力，进而完成钢支撑伺服系统对基坑围护结构的支护工作。

钢支撑施工一般为数十台或者百台钢支撑同时工作。目前常规的钢支撑伺服系统需要在基坑边上布置数十台液动力站和相应的电气控制柜。液动力站需要380V的市电交流电，传统电控柜因为要考虑到数百台支撑头的运行需要配备大功率的380V的交流电，而且需要专用电缆现场布线连接，不仅电压高，危险性大，容易发生漏电和触电事故，同时由于施工现场供电不稳定，会影响到液动力系统工作的稳定性以及数据丢失等问题。另外，传统的钢支撑伺服系统在基坑中钢支撑的液压力头需要从地面的液动力站连接高压油管和数据线。高压油管的排布和连接不仅管道距离长、费工费时、现场管道错综复杂影像基坑施工，而且高压油管带压工作时管道内的液压压力高达数十兆帕压力，如果出现管道破损和接头泄漏，极易造成危险事故和伺服系统无法工作的情况。再有，传统的钢支撑伺服系统，现场占用有限的施工场地，在基坑施工过程中容易发生高压油管、电缆、数据线断裂事故，从而导致安全生产事故、系统失控、数据丢失等后果。



安拆复杂、排管排线、易被破坏



占用场地、管线盘杂、安全隐患



系统复杂、油路开放、故障率高

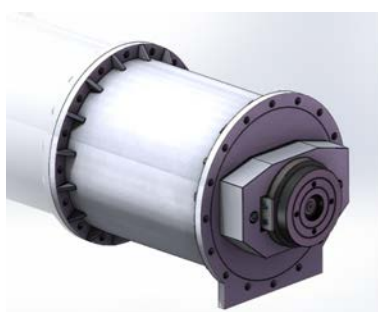
针对目前钢支撑传统伺服系统的诸多问题，本工程创新型的采用了第三代新型一体化智能伺服系统，该系统是一种高度集成化、一体化、智能化，无需外接电缆、无需地面液压站和高压油管等外部配套设备的全自动智能钢支撑轴力伺服系统。可以实现现场施工高效、智能预报警、装卸便捷、安全稳定、不占用场地等的基坑钢支撑施工支护作用。

二、新型一体化轴力伺服系统组成及控制原理

(一) 伺服系统的工作原理

钢支撑伺服系统的主要作用是满足基坑钢支撑轴力主动可控，可根据现场实际情况及时调整的需求，并能同时实现钢支撑轴力及相对位移量的实时自动化检测。新型一体化伺服系统具有：全集成全自动、无线无管无源、远程监控、液压机械双自锁、防水防撞、施工便

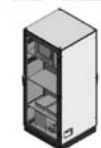
捷、结构紧凑合理等诸多特点。



• 远程综合监控云平台



• 现场总监控及应急保障柜



• 上海乾瑞智能伺服总成



产品特点

1. 一体化全集成设计
2. 现场无线无臂无电源
3. 伺服数量灵活无限制
4. 远程电脑手机实时监控
5. 液压、随动机械双自锁
6. 支撑轴力位移双监控
7. 风险预警及报警推送
8. 施工便道的防水设计
9. 全方位应急保障体系

新型一体化伺服系统主要有智能伺服头、现场监控系统及远程基坑风险预警监控云平台组成。智能伺服头长度900，内置集成液压系统、伺服油缸、全自动机械止退装置、位移测量及油缸压力测量、实时温度等传感器、无线数据接收发射模块等。智能伺服头替换了原来的传统钢支撑活络头部分，安装连接简单便捷。

现场监控系统主要是通过现场无线数传模块实现与

系统主要功能

- 1、机械液压双自锁设计
- 2、实时监测及自动控制
- 3、轴力及位移历时曲线
- 4、监测数据查询及导出
- 5、报表自动生成及打印
- 6、风险预警及报警推送
- 7、远程数据查询及监控



多个智能伺服头的实时通讯及操控，在实现现场智能伺服头加卸载、自动保压等操控的同时，也会实时采集监控每根支撑的即时轴力、相对位移、现场温度等相互之

间同时间的关系曲线，同时根据设定报警值及时报警。

远程基坑风险预警监控云平台主要用于多项目远程网页端/手机端的实时监控和基坑风险评价及预警。



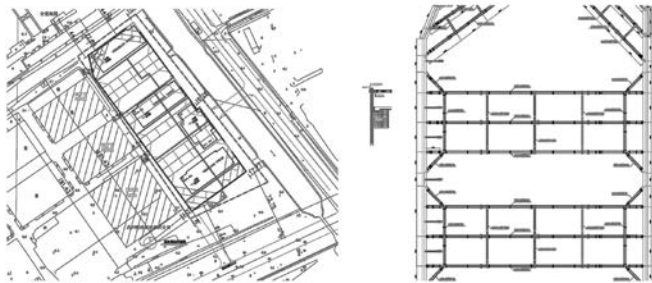
三、工程案例应用效果分析

(一) 案例概况

我公司承建某大型人才公寓基坑，周边环境复杂西

侧距坑边8.5米为天然地基老旧单层排架厂房，整体刚度较差。东侧距坑边16米为河道；基坑基本充满红线，基坑短边长度超60米，基坑平均开挖深度约6.5米，基

坑设计采用SMW工法+组合行架钢支撑体系；为确保临边厂房正常生产，本基坑钢支撑体系采用新型钢支撑一体化伺服系统。



基坑周边环境

钢支撑布置图



现场支撑布置

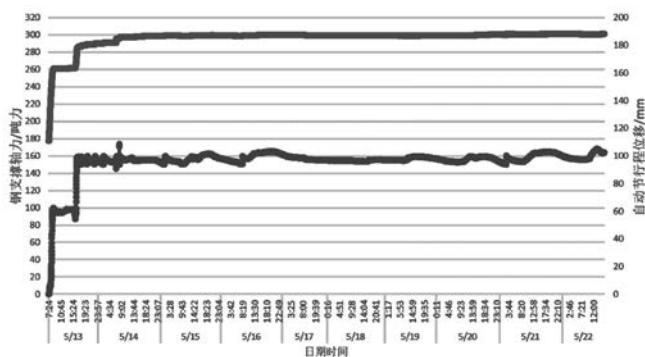


伺服段

(二) 工程应用数据分析

1. 现场应用的实际轴力和位移变化分析

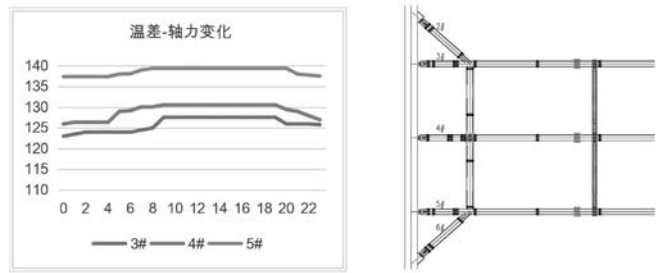
通过该工程的实际应用，采用轴力伺服系统一开始，由于基坑的开挖和围护结构和周边地层受力的逐步趋于稳定，伺服加载到设计值后前面24小时，轴力伺服系统自动补压较为频繁。随着钢支撑和围护结构的受力和变形协调，后续伺服的轴力和位移会逐步趋于稳定，达到相对平衡稳定的状态。从实际工程应用效果来看，基坑围护结构的变形量能有效地控制在3mm以内，且钢支撑的轴力可以比较好的稳定在设计值上下一定范围内。



2. 现场应用过程中轴力与环境温度影响分析

每幅对撑有2根角撑+3根对撑组合，依基坑变形优先控制原则，角撑预加力50吨，对撑预加力100吨，实际受挖土先后影响，最终先挖2#角撑达72吨，后挖6#角撑达67吨，对撑3#-4#-5#依次为127-130-139吨，支撑最终轴力略小于设计计算轴力，对撑组合基本没有变形；该项目8月施工恰逢高温季节，支撑受白天晚上的温差变化轴力也产生变化，实测对撑长度达60米轴力变化可达8吨；支撑实际轴力受挖土先后，安装偏差、温

差等因素动态变化。



(三) 钢支撑安装、轴力采集、分析及质量控制

由于支撑轴力受挖土、环境等因素动态变化，项目部基坑安全管理小组采用动态管理方式，把支撑质量管理分成，安装阶段，数据采集、分析、决策动态阶段，总结阶段

1. 安装阶段：

1) 首先应严格按照规范允许偏差安装钢支撑，尤其水平及轴线偏差应严格控制，其次对组合钢支撑，八字斜撑-斜角连接点应严格按照铰节点施工，避免传递弯矩，导致支撑组合扭转等不安全因素产生。

2) 支撑同圈梁接触面连接应密实，可采用现场浇筑高强度灌浆填充密实。

2. 数据采集、分析、决策阶段：

1) 安装伺服系统可即时观测到支撑动态数据变化，通过云平台可使现场人员及远程设计人员共享数据，避免了常规第三方监测单位报告延时或事后报告，实现基坑施工质量、安全的精细化管理。

2) 根据云平台提供报警数据及数据变化轨迹分析，基坑安全管理小组可即时通过云平台同设计人员沟通提出应对策略。

3) 基坑安全管理小组可即时合理作出调整挖土速度、方向等措施，科学做出判断真正做到信息化施工，确保基坑安全，用科技提高生产力。

总结及展望：

1. 本项目基坑施工过程中，通过项目现场使用效果来看，新型一体化智能伺服系统相较于传统的伺服系统有着明显的优势，现场无需准备工作，安装简单便捷，不占用施工场地。

2. 通过项目现场的第三方监测数据和实际应用效果来看，伺服系统对于基坑变形和风险的控制十分有效，且实时对于关键数据可进行分析查看。

3. 后续应进一步总结分析相关数据，分析基坑采集数据同设计指标差异性，为今后同地区优化基坑设计作出依据。

参考文献

[1] 钢支撑轴力伺服系统在基坑变形控制中的应用研究[J]. 黄大明; 黄栩. 建筑结构, 2020 (S1)

[2] 钢支撑伺服系统在某地铁基坑中的运用及其变形控制效果分析[J]. 李建望. 施工技术, 2018 (S4)

[3] 基坑施工过程中的钢支撑轴力伺服系统的应用与管理[J]. 姜寅; 薛双. 公路交通科技(应用技术版), 2020 (10)