

预应力型钢组合支撑施工工艺

朱家乐 王运铎 周涛 张瑾 王志鹏
中建科技集团华东有限公司 上海 200120

摘要：深基坑工程施工中采用何种施工组织形式在加快施工进度时又能降低施工成本，对整个工程的顺利进展有着至关重要的意义。以杭州某工程深基坑施工为背景，结合现场实际施工组织，介绍了预应力型钢组合支撑在深基坑工程中的应用情况，该案例的成功运用，有力证明型钢组合支撑在基坑支护中的先进性和实用性。

关键词：深基坑工程；型钢支撑；施工工艺

前言

天城单元R21-42安置房项目基坑开挖面积大，施工场地较小，施工工期紧张。综合考虑后，项目决定基坑支护采用SMW工法+预应力型钢组合内支撑。型钢支撑较其他支护形式安装拆卸方便快捷，施工速度快，且可回收周转使用料。

1 背景工程概况

天城单元R21-42地块安置房项目工程，位于杭州市江干区彭埠皋塘社区，皋塘一路以东，新风路以南，艮山西路以北。该工程总用地面积24776.7m²，设两层地下室，采用桩基筏板基础，基坑开挖深度约9.6~9.9m，±0.00相当于黄海高程6.70m，基坑支护设计自然地坪相对标高为-0.80m，基坑周长660m，基坑围护结构采用SMW工法+预应力型钢组合内支撑。

2 工艺特点

2.1 工艺特点

1) 支护体系稳定可靠

钢支撑支护体系是压、弯、拉、剪、扭的综合受力体，能应对各种复杂工况。

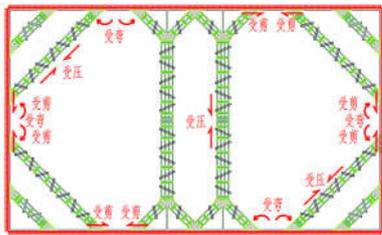


图2 支护体系综合受力分析图

作者简介：朱家乐(1997-)，男，学士，助理工程师

通信地址：上海市浦东新区上钢新村街道长清北路53号中铝大厦南楼8层

电子邮箱：838569693@qq.com

基金项目：浙江省“尖兵”“领雁”研发攻关计划(2023C03173)

2) 流水化高效施工

组合支撑安装采用流水化施工，可大幅缩短工期。

3) 组合体系形式多样

支撑形式有单杆式、网格式、及复合式多种组合体系，能满足多种基坑支护需求。

2.2 工艺节点应用

通过灵活运用各种节点连接工艺及对钢支撑深化方案的不断优化完善，最终深化成果完美地契合了基坑支护各阶段、各工况下的施工需求。



图5 钢围檩与冠梁连接



图6 钢围檩与围护桩连接



图7 支撑与钢围檩连接

3 预应力型钢组合支撑施工工艺

3.1 施工工艺流程

型钢组合支撑体系的安装，采用按分段安装、分段加压-分段交付使用的流水作业方式，具体施工工艺流程如下图所示：

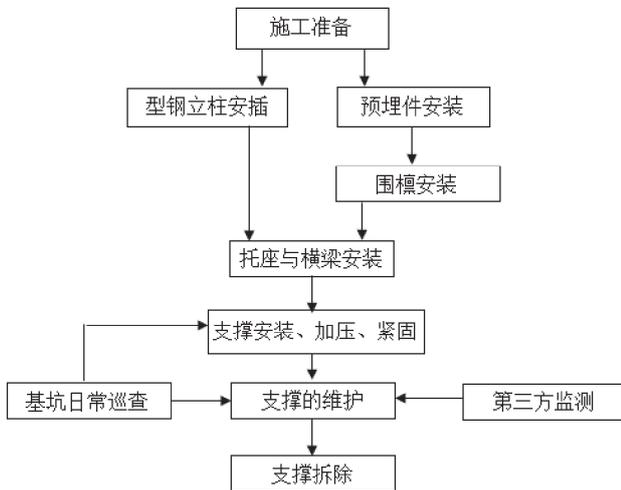


图8 支撑施工流程

装配式组合钢构件安装采用分件吊装的方法，分两个流水段进行吊装，分别吊装横梁以及支撑部分。待螺栓紧固后，依次进行千斤顶安装及预应力施加，然后进行辅助固定。现场吊装划分区域，吊装采用塔吊、挖机进行现场安装施工。

3.2 施工准备

施工竖向围护结构和止水帷幕时，务必了解竖向围护结构施工偏位情况，必要时复核竖向围护结构的实际定位情况，一旦定位有偏差（超过200mm及以上时）、务必核实实际情况，以便型钢组合支撑体系能够据此进行细化、减少支撑安装期间的闭合难度。

3.3 型钢立柱的安插与主要要求

型钢组合内支撑体系所用型钢立柱需要对接焊接的，应确保底板底标高以上部位不出现焊接接头，且焊接接头需按下图所示标准进行焊接。

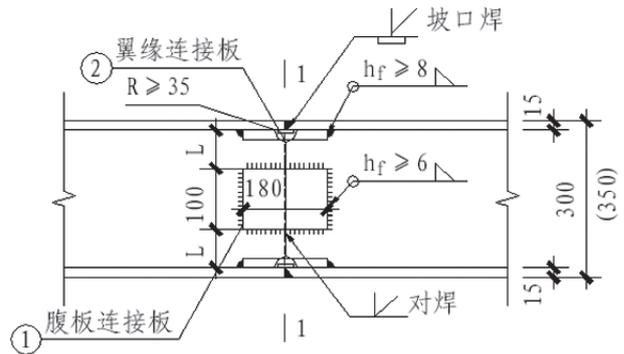


图9 H型钢对接补强措施

3.4 型钢组合支撑梁的安装与主要要求

型钢组合支撑梁应在安装前进行编号，根据设计图纸汇总每道支撑的料单。经确认后，再组织配料、发货，并严把进场验收关。

每道型钢组合支撑梁安装前，且现场具备条件的，应先在地面进行预拼接并检查预拼后支撑的顺直度。

现场不具备预拼条件的项目，应向采用全站仪（经纬仪）进行定位，沿支撑梁控制线进行预拼装，务必确保型钢组合支撑梁在平面内顺直。

型钢组合支撑梁拼装就位、加压前应采用抱箍使之与横梁暂时连接起来，经检查合格后方可进行接头螺栓的紧固。

3.5 预应力的施加与主要要求

每道支撑安装完毕后，应在24小时内施加预应力，施加过程如下：

1)检查各部件螺栓的连接是否紧固，传力件与围护体系的连接状态(加压前，型钢支撑件与横梁之间应采用抱箍临时固定、不得栓接，以避免加压时带动立柱侧移)；

2)检查型钢支撑件与砼三角件或型钢围檩之间的塞铁是否加塞到位；

3)按照设计图纸的要求，准备好若干300吨千斤顶等加压设备，调至最小行程后放置于加压部位的正中间（并采取措施固定千斤顶，防止下移），调节千斤顶行程，使千斤顶两侧端头与加压件顶牢；

4)调试加压计量系统（满足同一道支撑若干千斤顶同步加压计量的要求）；双拼支撑时，上下层支撑也必须同步加压；

5)根据相应一道支撑的设计加压值（正常情况下，设计加压值应考虑后续支撑加压对前道支撑加压的衰减效应），按照20%、50%、30%的比例分级施加预应力；

6)基坑开挖范围内涉及淤泥质土的基坑，要在加压前7天与基坑支护设计单位进行沟通合理确定预加压力总值。

型钢组合支撑梁加压，加塞楔铁后，应对接头螺栓进行二次紧固，且采用螺栓将支撑梁与横梁紧固（每一交接处，横梁两侧至少各1颗M24*90高强螺栓）。

3.6 型钢组合支撑的拆除与主要要求

支撑拆除前必须先监测基坑周围的位移原始数据，再给对撑泄压，同时检查基坑变形情况，如基坑没有明显变形位移，即可进行拆除工作。

拆除顺序。根据基坑基础底板（楼板）传力带的浇筑顺序，按照支撑梁→横梁/围檩→立柱桩割除的顺序进行拆除。

拆除后的支撑标准件又放至楼板上临时放置，堆放不超过2层，为减少对楼板的荷载且尽量减少工作面占用，拆除后的支撑件应及时外运出去，且在现场堆放时间不得从超过3天。

型钢组合支撑的拆除首先加压件之间螺栓拧松之后，然后卸载支撑的预应力。拆撑期间，监测单位应加强对围护体和周围建筑物的监测。

4 工程应用分析及结语

4.1 工程概况

天城单元R21-42地块安置房总建筑面积117600平方米。基坑围护结构采用SMW工法+预应力型钢组合内支撑。

4.2 效益分析

1)经济及工期效益

本工程深基坑支护通过采用预应力型钢组合支撑，采用流水化作业，为本工程节省不少工期。型钢支撑也较常规钢筋混凝土支撑节约不少成本。

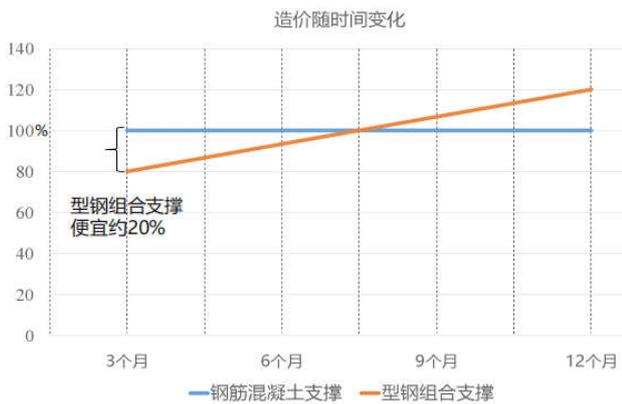


图13 成本对比图

2)环境效益

型钢组合支撑相较传统钢筋混凝土支撑，减少了现场的湿作业，减少了建筑垃圾约90%，节约用水约100%。同时钢筋混凝土支撑为一次性支撑，不可避免的造成建筑材料浪费，且拆除较为不便、占用场地。而型钢支撑则可在拆除后回收重复周转利用，环保且更加节约材料。

3)施工安全效益

传统钢筋混凝土支撑施工方式施工周期长，大量施工作业人员集中于现场进行交叉作业，容易造成各类安全事故。而型钢支撑安装施工安全快捷，且所需作业人员较少，减少了现场施工人员50%以上、安装施工周期提升70%以上，大大降低了事故发生的可能性。

4.3 结语

该工程深基坑支护通过采用预应力型钢组合支撑，有效解决了施工工期压力大、施工组织棘手的难题，大幅拓宽了该工程施工组织的可策划空间，为该工程节省不少工期。同时，采用型钢支撑也较其他支撑形式既节约了不少施工成本，也在较大程度上提升了施工的安全性。

参考文献

- [1]周善荣.装配式预应力鱼腹梁钢支撑在深基坑支护中的应用[J].城市建筑,2013,(24): 82+85.DOI:10.19892/j.cnki.csjz.2013.24.072.
- [2]王涛,倪健,周胜利,等.潮汐影响临江深基坑钢-混组合内支撑及施工方法[P].浙江省:CN202310542745.X,2023-08-01.
- [3]孙艳涛,乔路正.深基坑工程装配式钢支撑施工技术[J].工程机械与维修,2024(3):23-25. DOI:10.3969/j.issn.1006-2114.2024.03.007.
- [4]胡琦,刘雨冰,谢家文.预应力型钢组合支撑在基坑工程中的应用[J].山西建筑,2019,45(3):60-62. DOI:10.3969/j.issn.1009-6825.2019.03.030.
- [5]王栋,林王剑.城市中心区超深埋地下车库(井筒式)深基坑施工技术[J].建筑施工,2017,39(6):760-762. DOI:10.14144/j.cnki.jzsg.2017.06.007.