

型钢悬挑高支模系统的设计与应用

方江红, 刘健, 胡小林

(中国水利水电第十工程局有限公司, 四川成都 610036)

摘要:随着更多高档住宅小区不断追求建筑形式的立面效果,使建筑物外立面的设计更加具有特色和复杂化,如大跨度挑檐、阳台错层布置、外伸屋面等。对于高层建筑而言,传统的施工工艺已不能满足现代建筑的施工要求,同时在建筑结构施工中也成为施工质量、安全控制的难点。以所建项目为例,阐述了高层大跨度外伸屋面实际应用的型钢悬挑高支模支撑体系施工的要害与相关注意事项,旨在为类似工程提供借鉴。

关键词:大跨度挑檐;型钢悬挑;高支模体系;设计与应用

中图分类号: TU7; TU97; TU72; TU75

文献标志码: B

文章编号: 1001-2184(2024)01-0099-04

Design And Application of Steel Cantilever High Formwork System

FANG Jianghong, LIU Jian, HU Xiaolin

(Sinohydro Bureau 10 Co., LTD., Chengdu Sichuan 610036)

Abstract: With more high-grade residential buildings constantly pursuing the facade effect, the facade design of buildings is more characteristic and complicated, such as long-span overhangs, staggered balcony arrangements, overhanging roofs and so on. For high-rise buildings, the traditional construction technology does not meet the construction requirements, and at the same time, it has become the difficulty in construction quality and safety control in the process of structural construction. Taking the built project as an example, this paper explains the practical application of steel cantilever high formwork system for high-rise long-span overhangs, the key points of the construction of the support system and related precautions, aiming to provide reference for similar projects.

Keywords: Long-span overhangs; Steel cantilever; High formwork system; Design and application

1 概述

启航项目一期工程位于凉山州德昌县德州镇,该工程为商业住宅小区,包括 12 栋住宅和 1 栋商业办公楼。其中 1 号楼位于整个项目的北侧,使用性质为商业办公,结构类型为框剪结构。施工图纸设计在 1 号楼 10 层顶板四周(距地面的高度为 45.70 m)悬挑出主体结构 3 m 的坡檐板。10 层顶板面积为 1 900 m² (38 m×50 m),其中悬挑梁的最大截面尺寸为 300 mm×900 mm,封口梁的截面尺寸为 200 mm×500 mm,顶板最大跨度为 5.3 m,板厚为 120 mm,混凝土设计等级为 C30,且其四周阳角位置均为剪力墙结构。考虑到后续屋面斜坡檐施工所需安全防护宽度,支模架及防护架体整体距建筑边缘的水平距离为近 4.0 m 外挑长度。笔者通过 1 号楼的挑檐施工对

型钢悬挑高支模系统进行了详细介绍。

2 支模架方案的比选

(1) 落地式支模架。采用落地式支模架其搭设高度为 45.7 m,架体宽度为 3.5 m。鉴于该模架搭设高度较高,体量较大,人工、材料消耗量大,且其施工占用周期较长,占用场地范围较大,故该方案既不经济,亦存在较大的安全隐患。

(2) 下撑式悬挑支模架。采用下撑式悬挑支模架,其整体架体高度为 3.9 m。经初步计算,采用 16 号工字钢作为下撑杆件时,一般部位的斜撑距建筑物边缘的水平距离约为 2.0 m,阳角部位的斜撑距建筑物边缘的水平距离约为 3.0 m。鉴于斜撑距建筑物边缘水平距离较大,斜撑与钢梁的节点连接质量无法保证整个架体荷载的有效传递,且因现场高空作业较多而无法保证施工的安全和质量^[1]。

收稿日期:2023-12-15

由于部分下撑杆件不在塔吊吊装范围内,且用作斜撑杆件的工字钢长度不一,后续难以利用。

(3) 上拉式悬挑支模架。采用上拉式悬挑支模架则其整体架体的高度为 7.8 m,属于高支模,但上拉件施工较为快捷简便,其操作的安全性远大于下撑杆件施工。若采用柔性材料作为上拉件,当一根悬挑型钢采用多根柔性材料杆件上拉时则无法直观地了解到每根杆件的受力是否均衡,施工过程中存在较大隐患。

项目部结合该项目的实际施工情况,最终将支模方案定为上拉式悬挑支模架,同时考虑采用柔性上拉杆件存在的问题并参考附着式悬挑架将上拉杆件定为钢拉杆。

3 设计思路

1 号楼悬挑支模架方案为在 9 层板面(距地面的高度为 37.90 m)位置悬挑 16 号工字钢作为模板支撑架及外侧防护架的支撑,在 10 层板面周边位置预埋钢拉杆吊耳板,在工字钢上拉点位置采用焊接方式设置吊耳板以用于杆件与工字钢的连接,支模架体的整体高度为 7.8 m。在工字钢上距墙体边缘 500 mm 位置开始设置第一根立柱,后续分别间距 850 mm、850 mm、1 100 mm 布置立柱。9 层主体结构混凝土浇筑完成后采用上拉钢拉杆对工字钢进行卸荷,钢拉杆的直径为 20 mm,预埋件采用专用预埋件,螺栓采用 $\Phi 20$ 高强螺栓。一般部位、阳角部位悬挑支模架系统的设计情况见图 1、2。

经验算,以上内容均满足设计要求。

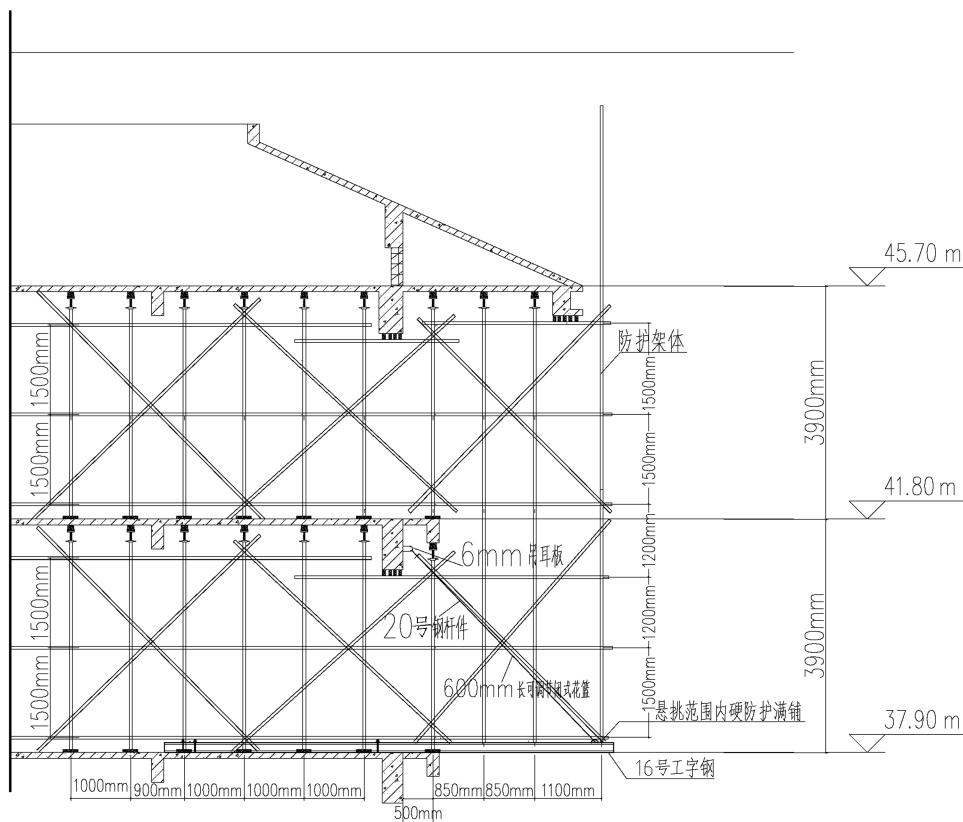


图 1 一般部位悬挑支模架系统图

4 悬挑高支模系统的施工

4.1 工艺流程

施工准备→安装悬挑主梁→竖双排立杆(9层)→安装扫地杆、水平杆→铺脚手板→扎安全网→上斜拉杆→竖立杆(9~10层顶)→安装扫地杆、水平杆→连墙件→扎安全网(上斜拉杆应在上拉点

部位混凝土达到 75% 强度后进行安装拉结)。

4.2 搭设要点

(1) 在 9 层楼面 37.9 m 处处理设 3 $\Phi 18$ 号圆钢压环。由于预埋部位的板楼厚度小于 120 mm,在板内预埋压环根部增设了 2 根长度为 1.5 m 的 $\Phi 18$ 附加钢筋进行加固。对于一般部位,布置

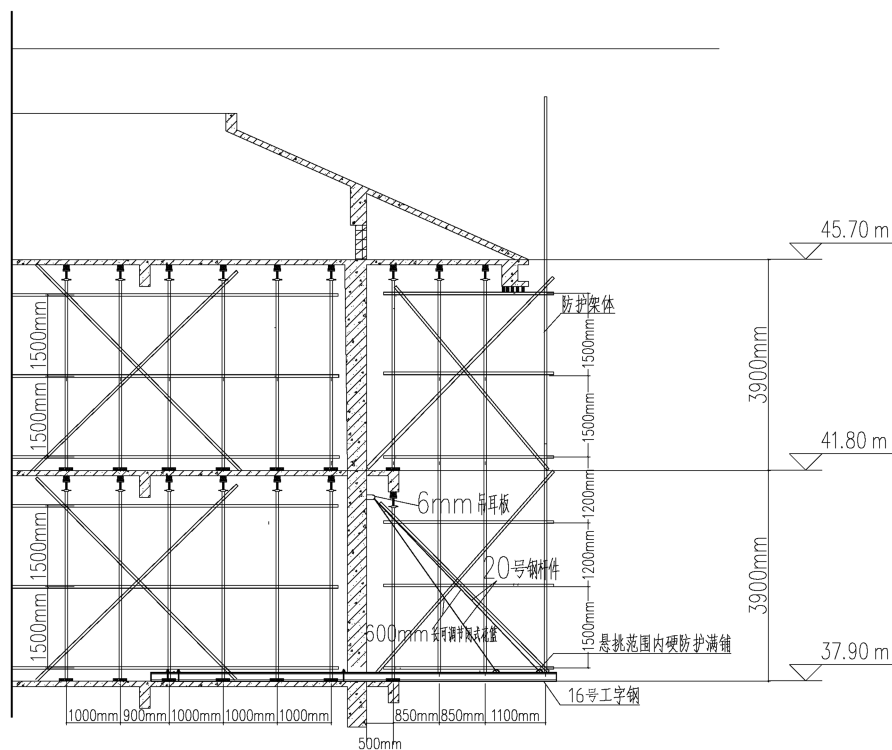


图 2 阳角部位悬挑支模架系统图

了 9 m 长的 16 号工字钢,阳角部位布置了 10.50 m 和 9 m 长的 18 号工字钢。为保证支模架体立杆平行,对于一般部位,按 1 000 mm 间距布置,特殊部位(因框架柱妨碍)的主梁间距按 1 100 mm 布置。在工字钢主梁上搭设支模架立杆,该支模架立杆距外墙面的距离分别为 500 mm、1 350 mm、2 200 mm、3 300 mm,步距为 1 500 mm,且悬挑架上的支模架必须与非悬挑区满堂架连接在一起,对内外支模架布设连续剪刀撑,且在工字钢尾部采用 U 型托与钢管顶住 10 层楼板用于工字钢尾端的锚固。

(2)悬挑支撑架体的底部与悬挑结构应连接牢靠,不得滑动或窜动。悬挑架底部应用水平网、木脚手板和密目式安全网进行全封闭,防止伤人^[3];架体外侧采用密目式安全网进行全封闭。

5 检查与验收

5.1 检查

(1)支模架体。①支撑体系使用前必须进行整体稳定性的检查验收并做验收记录。②检查支撑体系是否按方案要求搭设扫地杆、立杆、纵(横)向水平杆。③检查是否按相关规定设置剪刀撑。④检查支撑体系的扣件是否有松动、是否扭紧。

⑤检查架体拉结点是否与满堂架拉结^[4]。

(2)悬挑钢梁。①钢梁的截面尺寸应经设计计算确定,且其截面形式应符合设计和规范要求;②钢梁锚固处的结构强度、锚固措施应符合设计和相关规范要求;③钢梁外端应设置钢拉杆与上层建筑结构拉结;④钢梁的间距应按悬挑架体立杆纵距设置。

(3)钢杆件。①拉杆上部的锚固点应锚固在框架梁或剪力墙上,必须检查锚杆的型号及长度、锚固位置、数量是否与方案一致;②工具式拉杆丝扣的露出长度是否满足不少于 3 扣的要求,且同层拉杆受力均衡;③检查拉杆与钢梁连接的部位构造是否与设计一致;④检查拉杆安装后其悬挑钢梁是否有扭转及下沉情况出现。

5.2 验收

支模体系搭设完毕组织搭设人员及项目部技术与安全人员一起进行初步验收,对验收中存在的问题进行整改,整改完成并确认无问题后由公司相关技术及安全负责人进行内部检查、验收;待内部验收通过后,再由专家、建设单位、监理单位对型钢悬挑支模架体进行最终的验收,验收合格后方可进行下一步工序的施工。

6 施工安全保证措施

6.1 脚手架搭设的安全技术措施

(1)架体的搭设和拆除必须严格按照施工方案和相关规范要求,施工前进行技术交底并加强检查。

(2)完成9层结构(+37.9 m~41.8 m)施工后,在37.9 m处采用水平兜网和脚手板(满铺)做好防护工作。搭设41.8 m处的支模架时,在架体上铺设木架手板以便于上部架体的搭设。

(3)支模架最外排立杆的搭设高度比10层顶板(+45.7 m)高3.9 m,并将其作为后续斜屋面施工的防护架体。完成10层顶板浇筑后,外排立杆与建筑物的边缘之间采用水平兜网、模板作为水平防护。

6.2 混凝土浇筑过程的安全技术措施

悬挑部位混凝土的浇筑顺序分别从两个方向进行:悬挑板水平浇筑方向及顺序;各楼层垂直方向施工的时间节点。

(1)悬挑板水平浇筑方向及顺序。

①悬挑部位采用布料机布料,楼面分为2个浇筑区域,各浇筑区域按浇筑顺序施工。混凝土浇筑顺序见图3。

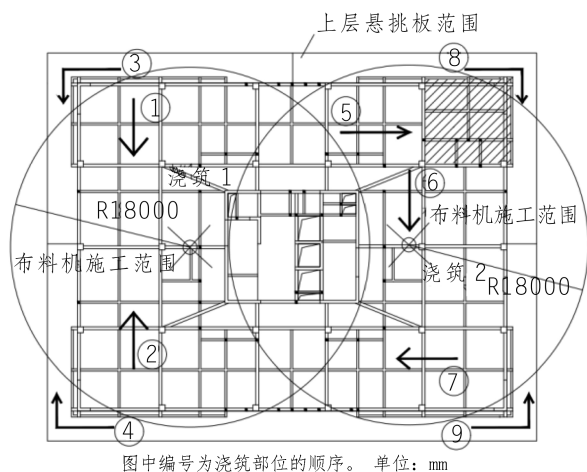


图3 混凝土浇筑顺序图

②确保模板支架在施工中均衡受载,由主体部分→悬挑根部→悬挑外部向外扩展,采用一先一后的浇筑方式按照规定路线进行混凝土浇筑^[5]。

③在支架下面安装照明灯。在安全员的监督下派木工进行巡查,发现问题立即加固。若支架变形达到报警值时安全员应立即报告现场施工负责人,待查明情况后采取必要的安全和加固措施。

(2)各楼层垂直方向施工的时间节点。

①在10层板(距地面的高度为41.75 m)混凝土施工完成且混凝土强度达到75%后方可上拉斜拉杆件。

②斜坡檐与10层顶板(距地面的高度为45.70 m)分别施工,在10层顶板混凝土施工完成且其强度达到100%后方可进行斜坡檐板的施工。

③斜坡檐板施工完成且其混凝土强度达到100%后方可拆除悬挑板部位的支撑体系。

④各楼层需留置同条件养护试块,以同条件养护试块送样的实际强度为进入下一施工工序的依据。

6.3 安全监测

为了保证施工过程中悬挑型钢的安全性,项目部采用监测型钢下挠情况的方式以反映悬挑支模架系统的稳定性:

(1)在完成高支模架体及顶板模板安装后,采用激光扫平仪按同一高度在9层(型钢悬挑层)剪力墙、框架柱及悬挑支模架立杆(最外排立杆)上分别做好标记;

(2)对于一般部位,每隔三跨在立杆上做好高度标记;对于阳角部位,每跨立杆均做好高度标记;

(3)用卷尺将立杆高度标记向上每1 cm做一次高度标记,共做3 cm高的高度标记,以便于后续检查高差;

(4)当顶层模板安装完成至混凝土浇筑前,每天采用激光扫平仪检查2次高度变化;顶层悬挑板浇筑混凝土时,随浇筑位置时刻检查、记录标高差初始值;混凝土浇筑后2~3 h进行第二次高差值监测;混凝土浇筑后3 d进行第三次高差值监测,混凝土浇筑后7 d进行第四次高差值监测。

7 高支模体系的拆除

(1)做好高支模体系拆除前的准备工作→拆除模板及支模架体→拆除工字钢悬挑梁上的工字钢联梁→松除钢杆件→松除工字钢主梁与圆钢压环的楔紧木楔、焊件→割除圆钢压环→吊离工字钢梁。

(2)脚手的拆除应按照专项施工方案施工,拆除前应做好下列准备:①全面检查脚手架的扣件

(下转第146页)

后进行过账处理,完成调拨入库业务。

完成闲置物资调剂后,调入单位与调出单位进行后续的财务结算工作。

3.3.2 报废处置

无使用价值的、外形损坏严重的工程剩余物资在完成废旧物资处置手续审批后,在ERP系统MIGO磁贴下“交易/事件”选择“收货”,“参考凭证”选择“其他”,移动类型选择“Z01”录入零价值工厂下,存储位置选择“报废库位”。完成废旧物资处置工作后,需对ERP系统下已处置的废旧物资办理出库,确保账实相符。

账面净值100万元以下的在国能e拍平台进行竞价拍卖处置;账面净值100万元以上的在中央企业产权交易机构公开处置。

电力生产单位对工程剩余物资通过闲置调剂或报废处置,可减少长期不能消纳的呆滞库存,消除了信息化系统指标不达标的情况,同时对盘活公司资产具有一定的意义。

4 结语

水电站基建单位应以降低工程项目成本为目标,加强工程项目设计、需求计划、采购计划过程

(上接第102页)

连接、连墙件、支撑体系等是否符合构造要求;②拆除前做好对施工人员的安全技术交底;③清除脚手架上的杂物及影响拆除作业的障碍物。

8 结语

通过对高层大悬挑屋檐挑板模板与支撑体系的设计与计算,项目部精心制定了施工方案并予以实施,使工程得以安全顺利地完成。该工程采用的高空型钢悬挑高支模架体体系安全可行,有效地解决了高层建筑中屋面挑檐施工的难题,不但缩短了工期,还大大减少了材料的占用及损耗,降低了工程成本,保证了施工安全和工程质量。在该工程中,高空型钢悬挑高支模架体体系脚手架不仅作为屋檐挑板模板支撑使用,而且还在随后进行的屋面施工中成为很好的防护脚手架,使坡屋面后续施工更为安全可靠。

管控,结合信息化管理系统不断优化工程物资管控措施,消除管理死角,尽可能减少工程物资的剩余量,从源头上减少后续移交给电力生产单位后形成的呆滞库存;同时应加强基建物资管理人员的培训,加强同财务人员的沟通,及时完善工程剩余物资在移交过程中的账务处理,避免审计风险。

参考文献:

- [1] 盛秋红. 工程及检修项目余料产生的原因及管理对策[J]. 经济与社会发展研究, 2020(5): 235.
- [2] 陈曦. 浅谈设计变更的产生原因及应对策略[J]. 科技资讯, 2018(8): 81+88.
- [3] 姜原. 电网企业配网物资需求计划精益化管理探索[J]. 中国经贸, 2018(12): 40-41.
- [4] 刘晔. 关于控制工程结余物资措施的探讨[J]. 经营管理者, 2015(1): 327-328.
- [5] 林志新, 戴家维. 剩余工程物资的账务处理[J]. 会计之友, 1998(2): 39.

作者简介:

赵宇阳(1987-),男,湖北襄阳人,工程师,工学学士,从事水电站生产管理工作。

(编辑:吴永红)

参考文献:

- [1] 谢晓岚,于春辉,刘庆,等. 大跨度装饰梁型钢悬挑组合式支撑体系的施工[J]. 建筑施工, 2020, 42(12): 2298-2301.
- [2] 陈昱青. 悬挑高支模排架支撑体系施工技术[J]. 城市建筑, 2016, 22(26): 90-92.
- [3] 严忠勇. 斜拉大悬挑型钢架在高支模架中的应用[J]. 四川建筑, 2022, 42(3): 112-116.
- [4] 鲍立国,李波. 浅谈高层建筑屋顶悬挑结构施工方法[J]. 建筑工程技术与设计, 2018, 6(32): 1495.
- [5] 白艳作,胡中伟. 大空间高大支模架综合施工技术解析[J]. 建材发展导向(上), 2016, 38(7): 59-60.

作者简介:

方江红(1996-),男,云南曲靖人,项目施工部部长,助理工程师,学士,从事房建工程施工技术与管理工作;

刘健(1995-),男,贵州毕节人,项目设备物资部部长,助理工程师,学士,从事房建工程设备物资管理工作;

胡小林(1995-),男,四川雅安人,项目技术质量部部长,助理工程师,学士,从事水利水电、公路、市政工程施工技术与管理工作。

(编辑:李燕辉)