

超高大跨度多层连廊工程支撑系统的设计及施工优化

张金珠 袁美琴

浙江省建工集团有限责任公司 浙江 杭州 610000

摘要:超高大跨度多层连廊工程具有较高的施工难度,在工程中应当加以重视,选择合适的支撑系统设计方案对工程质量有重要意义,能够满足工程的安全要求与经济效益。本文分析了支撑系统设计思路与施工技术,以及脚手架施工,并提出了施工优化措施,以期能够为相关工作者提供借鉴与帮助。

关键词:大跨度;多层连廊工程;支撑系统

前言:超高大跨多层连廊工程因其超高、特大跨等特征,对其支撑体系的安全和质量构成了严重的威胁。所以,对连廊工程中的支护体系进行优化设计和施工控制就显得尤为重要。通过施工优化能够让工程质量得到保障,并且能够满足施工进度要求,为施工企业节约了施工成本,从而保障其经济效益。

1 超高大跨度多层连廊工程支撑系统设计思路

1.1 支撑系统

连廊的模板支架为超大跨空间支撑,由于4-6层的结构均采用顶层钢筋混凝土桁架来反向承担,整体的工作载荷大于 $10\text{kN}/\text{M}^2$ 。而在此基础上,当上部框架梁未达到规定的承载力时,整个框架将始终承担以上三个框架和网架的全部构造荷载。而在此基础上,当上部框架梁未达到规定的承载力时,整个框架将始终承担以上三个框架和网架的全部构造荷载,针对超高大跨度多层连廊工程有空间大、多层超重等特点,为保证模板支撑系统有足够的强度、刚度和稳定性,对工程结构分布进行了研究分析,该连廊四至六层的结构分布基本上是均匀对称的,纵向框架梁共六跨开间间距基本为8米,且承受支撑体系的地下室顶板结构也与楼面结构的梁柱相对应,可以采用满堂红扣件钢管脚手架+型钢加强立柱+型钢龙骨的化整为零的组合支撑体系。另一种方式是采用全钢柱、钢托架或钢管门架支撑系统,钢结构具有很大的安全系数,可以达到连廊的超重、超高和大跨度等建设需求,但是需要增加资本和费用,因此应当根据工程情况选择适当选择支撑系统,既能满足结构强度、刚度及稳定性要求又能满足工程要求的方案。

1.2 设计思路

该方案的整体构思为,将六跨开间划分为三个区段,在连廊二端、三跨梁柱位的位置,各设三根型钢加强柱,直接支撑在地下室顶板上,然后用工字钢支撑梁底横向工字钢龙骨,工字钢底面直接放置在扣件式钢管

架立杆顶端的特制可调节支架上,这样扣式钢管脚手架支撑立杆处于轴心受压状态。在此基础上,对扣件式钢管支架进行了受力分析,得出了扣件式钢管支架的纵向间距及步距。根据上述分析,采取相应的构造措施,可以有效地解决超高超限梁模支体系中使用型钢群及扣件式钢管支架的安全性问题^[1]。

1.3 设计施工流程

(1)工程分析。首先,对整个项目进行全面地分析,通过对项目各部分及所处的环境的分析与对比,达到对整个项目的总体把握,并归纳出项目的特色与困难。其次,对本项目进行了理论分析与归纳,并以一套科学的理论为基础,归纳出了一套较为合理的建设方案。第三,对资料进行分析与仿真,其表达方式为建立合理的建筑工艺规划,并运用计算机程序对其进行数值计算。最后,将理论与实际相结合,将理论研究与实际工程相结合,通过对工程实例的分析,对已有的理论设计进行修改,对现场环境、人员经验等数据进行收集、整理,获得试验数据。

(2)钢桁架放样制作。为确保施工现场的平整度,先根据钢桁架图纸绘制出大样图,在钢板节点上焊接钢板,确保在制造过程中,桁架上下弦杆在同一水平线上。钢桁角钢的选材、长度及成拱要求严格按照大样图纸进行。焊接和焊接质量应满足设计及相关规范,焊接完毕后应经验收。

(3)吊装及拼焊。首先利用塔吊将钢桁架吊装到位,安装第一榀钢桁架时,先进行吊钩前的初校,对齐屋架支座中心线或定位轴,然后对好屋架的垂直度,同时检验钢框架的横向变形情况,把钢架的一端用预先埋好的钢筋焊接起来,另一端则用槽钢暂时固定,再用相同的方法吊装就位后,在不松钩的情况下,用千斤顶将第一榀钢架固定并校正,这样第一榀屋架和第二榀屋架就能构成一个具有空间刚度和稳定性的整体了。将三组

双肢角钢桁架组合成 JL 型钢桁架, 安装侧板, 安装牛腿预制钢板, M3 角钢与 JL 型钢桁架侧板焊接牢固, 7 榀 JL 型钢桁架安装完毕后, 安装下弦杆水平支撑和最外两榀钢桁架的斜撑, 钢桁架安装、焊接完成。

(4) 钢平台拆解。拆除工作必须在梁板混凝土强度 100% 后进行; 拆除的次序为: 首先拆除承重结构的支撑模板和外部脚手架, 然后是钢台表面的拆除, 最后是气割钢桁架。在拆卸作业时, 工人必须佩戴好安全带, 并采取其他安全措施。

2 超高大跨度多层连廊工程支撑系统的施工技术

2.1 支撑平台的支设

工程选择平台承重, 利用 PKPM 软件和清华大学的机械结构求解器进行数值模拟。为便于承载平台的安装和工人的人身安全, 在其下方设置了作业平台和保护网, 操作平台是从地上搭建起来的, 一共有两层。搭建的同时需要考虑到后期拆除的方便, 在搭建的时候也要考虑到拆除的便捷程度。

2.2 型钢承重平台的支设

型钢型承载平台设置于地下室顶部, 承担上部三个楼层的荷载。主龙骨可以选用 12b 工字梁, 安装在扣件式钢管架立杆顶部的专用可调节支架上, 主梁的下斜撑杆可采用 12b 工字形钢梁, 次梁采用 10# 工字形钢梁, 与主龙骨竖向布置, 在廊柱两端 8 米跨处安装型钢加强立柱, 并与主龙骨焊接, 以保证整体承重平台不产生偏移。

2.3 连廊工程承重支模的支设

连廊结构模板的施工应严格遵循有关规范, 保证立杆间距的设置符合标准。采用 48×3.5mm 的钢管, 楼面立杆间距不得大于 900mm, 梁底立杆的最大长度不得大于 450mm, 且每层的步距不得大于 1.5m; 梁底支模采用双立杆撑条; 钢管立杆采用 16 号工字钢支撑, 每根立杆都要焊接钢筋, 防止出现横向滑动^[2]。

2.4 混凝土浇筑与模板拆除

混凝土浇筑将两名工作人员安排在高支模区的下方, 对施工过程中支撑系统的安全性进行监测和检查。监控员要配有对讲机, 一旦发现漏浆、模板和满堂支架系统出现变形等不正常现象, 要马上通知上层的施工人员, 让他们马上停止浇筑混凝土, 在找出原因并进行修正后, 才能继续进行施工。混凝土龄期结束后, 将模板和支架拆下。工字钢平台的拆卸顺序为: 首先将次梁拆掉, 然后用安装在连廊上的葫芦与吊车一起拆掉三梁中间部分, 然后拆掉两边的主梁和扣件。

3 超高大跨度多层连廊工程支撑系统的脚手架施工

3.1 脚手架基础搭设

脚手架应选用外径和壁厚符合设计规范的钢管, 且锈蚀、开裂、变形要符合有关规范。由于该脚手架支撑平台是在 -0.9 米的地下室底板上, 所以需要对其进行回顶加固。仰拱的长度在支架的水平方向上, 也是用扣件型的钢管支撑, 上面和下面用 80mm×80mm 的枋木座垫, 用螺钉将上托拧紧, 立柱间距为 500mm, 并且四周都设置了连墙和连柱杆, 以加强稳定性。支撑系统支架上的地面竖柱应置于金属基座上, 并安装水平和水平方向的扫地棒。脚手架与建筑之间的连接采用刚性拉结, 其技术指标为: 水平长度不得大于 7m, 竖向长度不得大于 4m, 在转角 7m 和脚手架顶端 80cm 处要进行加密。脚手架的底面不能超过 2m, 其他楼层的高度也不能超过 1.8m, 水平距离不能超过 1.5m。在脚手架的外部, 水平高度不大于 9m, 用剪刀撑条从上到下依次向上、向下 45 度至 60 度, 并越过最上面的大横杆。

3.2 脚手板与防护栏杆

脚手架支架外壁应采用密目式网, 每平方厘米 2000 目以上, 用 18# 钢丝绳捆扎于立杆内侧。从二层开始, 从二层开始, 以 1.2m 为起点, 以同等材质的保护护栏和踢脚杆, 若在施工时碰到门窗洞口, 也需要设置。脚手架外侧立杆必须超出檐口 1~1.5m。竖杆和剪刀撑等要用对接的方法, 大横杆可以用对接, 也可以用搭接。条带重叠的长度要控制在 40cm 以内, 扣件的数量要多于两个。相邻杆间要有一挡挡, 挡挡的数目应在一个平面内, 且挡挡的数目不得超过总数的一半, 而小横杆伸出立柱的长度应大于 10cm。当内立杆距墙大于 20cm 时, 要设站人块, 在施工期下, 每三个台阶, 下层立杆与建筑间要用对应的密目网将其闭合。

3.3 脚手架施工要点

工程项目建设方案应由相关专业进行全面论证, 并由建设主管和监理单位共同签署。在吊装和拆除过程中, 必须有相关资格的施工单位负责, 并做好安全防范工作, 防止出现安全事故。所采用的钢管和扣件等应符合有关规范的规定。作业平台应设安全网, 并划定安全区域, 严禁人员走动, 以防坠落物伤害。在采用连廊施工时, 应加强对体系变形的监控, 确保其变形不超过安全限值, 并特别注意两侧塔间的相对位移。再进行混凝土浇筑之前, 要对整个支护系统进行全面检查, 确保施工与专项计划相一致。拆除架体时, 严禁将拆卸的物料和设备堆放在作业台上^[3]。

4 超高大跨度多层连廊工程支撑系统的施工优化

4.1 应用整体提升施工技术

整体提升施工技术是将钢连廊的整个施工过程划分

为若干个部分,并在各个阶段分别进行对应的工作,从而实现整个建筑过程。采用软件仿真的方法,编制初步的时间规划,运用环境与资源数据,掌握总体施工情况,依据实际的材料与施工经验,全面评价工地的情况,并对工地的安全和施工质量进行严格保证。目前,钢连廊普遍采用拼装、整体吊装的方式,既能满足施工工艺要求,又能获得较好的经济效益。钢结构每一节都有数百吨重,其体积大、重量大等特性决定了其需要提前拆分运输到工地,并采用焊接等方式进行整体组装,而多层大跨结构的建造特征,对其稳定性和安全性提出了更高的要求,因此有必要对钢结构的加工精度、平面组装和空中吊架的精度以及高空焊接与安装的精度进行重视。

4.2 使用软件技术模拟施工

软件技术仿真模拟能够通过3S技术实现空间监控与实时定位,科学、合理地控制现场的状态,并将其输入到电脑中,模拟相应的场景。可以将创新的技术与之相结合,例如,将PLC与GPRS相结合,实时将模拟数据传输到终端网络中,让科技人员能够对原定方案进行修正与调整,便于工作人员进行监控。因此,将自动控制与监控技术相结合,极大地提升了运行效率。采用数值模拟方法,实现了在施工全过程中受力构件与最不利构件的受力状态,并通过数值模拟的方式,将各构件在不同阶段的受力与变形状态,乃至在若干年内进行动态模拟。例如,可以使用Midas Gen来仿真施工流程,根据预留的规范将实际的施工进度分为各个阶段,然后归纳出各个阶段中构件的空间变形情况,即位移、受力情况。

4.3 支撑体系搭设精度控制

安装支承系统时,相邻立柱的对接扣件不得设在同一水平线上,垫板及基础应精确布置在对齐线上,垫板可用厚大于50mm的木垫板或槽钢。底板应平整,无水渍,底板不得下陷,不得滑动。扣件的尺寸应与钢管外径相符。螺栓拧紧后扭转扭矩应大于40N/m,并且不得大于65N/m,用于将纵向水平杆、横向水平杆、剪刀撑等的旋转扣件、直角扣件中心点的间距不得大于150毫米,对接扣件开口面向内侧或者向上,将杆的端部伸出

扣件盖板的边沿的长度控制在100mm以内。在施工过程中,每次施工完毕后,均要对立杆的垂直度、竖向及竖向进行纠正,同时对斜撑、剪撑条的平直度也要进行修正。垂直度应小于框架高度的1/600,高度偏差不得大于100毫米,大横杆的水平偏差应控制在整片脚手架全长的1/300,并且不大于50毫米,横向水平杆的外伸长度误差要小于-50毫米,为防止杆杆滑落,每根杆的交叉部位都要伸出端头100mm以上。为确保工程的安全,在两级的满堂支撑间,应设置一道等间距的安全网。在模板、架体安装完毕后,由监理及有关人员对其进行验收,并办理验收手续^[4]。

4.4 做好支撑架体监测

监测支护结构的沉降,位移及变形情况。每一支高支模系统在两条相互垂直的断面上各布设2条观测断面,每条断面上各布设2根支架水平位移观测点,3根支架沉降观测点。使用经纬仪、水平仪等监控设备,严禁肉眼观察。监控仪表的精度要达到野外监控的需要,必须设置变形监控的警报数值。对混凝土浇筑进行实时监控,通常不能超过20-30分钟。

结束语:超高大跨度多层连廊工程支撑系统的施工优化措施包括应用整体提升施工技术,使用软件技术模拟施工,支撑体系搭设精度控制以及做好支撑架体监测。通过施工优化可以提高支撑系统质量,在施工成本、工程质量、项目进度三方面寻找到平衡点,以此满足连廊工程的经济效益与质量指标。

参考文献

- [1]董洪鹏.高层办公楼间隔式消防连廊支撑与防护一体化施工技术[J].建筑施工,2023,45(08): 1577-1579.
- [2]施齐宝.远距离大跨度消防连廊悬挑模板支撑体系设计与施工[J].安徽建筑,2023,30(05): 51-55.
- [3]王战辉.浅析贝雷梁支撑体系在钢结构连廊施工中的应用——以某医院病房楼连廊工程为例[J].房地产世界,2023(02): 151-153.
- [4]凌志云.超大规模空中钢连廊支撑系统及卸载施工技术[J].建筑施工,2022,44(07): 1554-1557.