

高空移动式吊篮在波音机库维修车间吊顶施工的应用

Overhead Traveling Suspended Platform Applied to Ceiling Construction in Repair Workshop of Boeing Hangar

□ 赵鹤泉 何军妹

(上海市第七建筑有限公司 200050)

【摘要】飞机机库具有大空间,大跨度,层高高的结构特点,室内天顶的装饰施工具有一定的难度,上海浦东机场波音机库维修喷漆车间,设计了天花吊顶,高空作业时地面工程需同时进行,限制地面脚手架的搭设,采用了经过改进的高空移动吊篮作为天花吊顶施工的平台,既满足了业主对工期的要求,又降低了施工成本,高效完成了高空吊顶任务。

【关键词】波音机库维修车间 高空移动式吊篮 连接板 悬挂吊点

【中图分类号】TU758

【文献标识码】 B

【文章编号】1004-1001(2010)07-0939-04

1 工程概况

上海浦东机场波音机库维修车间由 3[#] 改装维修机位和 4[#] 喷漆维修机位两个维修机位组成,各自独立。结构形式为单层双跨的框架式平板网架结构,横向两跨总宽度为 163 m,纵向进深 100 m,大厅建筑高度 36.2 m,建筑面积为 18 415 m²。框架柱为等截面矩形混凝土柱,柱高 27 m;钢结构网架为三层斜放四角锥焊接空心球网架,网格平面尺寸 6.0 m×6.0 m,高度 6.0 m,下弦支座球中心标高为 28.0 m。

4[#] 喷漆维修机位的维修等级为 C 级,属于大修级别,与一般 A 级、B 级飞机维修车间相比,对机库室内的温度、送排风量、空气循环控制要求严格,相应增加了大面积的金属扣板吊顶、排送风射流风管(口)等。金属扣板吊顶面积约 8 000 m²,基本标高 27 m,单块吊顶板尺寸 300 mm×3 000 mm,吊顶龙骨间距 1.2 m;吊顶龙骨通过吊杆连接在转换层龙骨上,转换层的主龙骨为 H 型钢 200 mm×100 mm×3 mm×3 mm,间距 3 m,次龙骨为 C 型钢 120 mm×50 mm×20 mm×2.5 mm,间距 1 m。金属扣板吊顶下另有射流风口、照明灯具、消防喷淋口等近千个点(图 1)。

2 工程特点及方案选择

波音机库维修车间的大跨度重型钢结构网架采用地面原位拼装,液压整体提升的安装方法。吊顶转换层的型钢龙骨可以在地面完成安装并与钢结构网架一同提升,但由于金



图 1 金属吊顶、射流风口实际完成效果

属扣板吊顶等只能在高空进行施工作业,所以选择一种适用于 25m 以上的高空操作平台将是吊顶工程的主要关键。

高空进行吊杆、吊顶龙骨及吊顶扣板的施工作业,并穿插进行射流风口、吸顶照明灯具及消防喷淋下支管及喷淋口的安装,施工的作业点高,作业面广,工序繁杂,工作量大。高空吊顶作业的同时,地面的埋地管线、地沟、地坪施工又需要同时进行,限制了高空吊顶工程的大面积铺开作业,使得落地类的操作平台无法使用。由于业主对工期要求非常紧迫,吊顶施工计划工期只有 1 个半月的时间。

根据以上工程特点,最后采用的操作平台方案是“高空移动式吊篮”。该操作平台曾在浦东国际机场二期航站楼成功使用。波音机库的网架弦球间距规整,并且有足够的承载能力,满足移动式吊篮的设置条件。结合本工程实际情况,以及现场施工运用过程中的技术研究,对“高空移动式吊篮”的设计、施工方案以及操作规程进行了进一步的归纳与总结。

3 方案设计

3.1 设计原理

高空移动式吊篮的提升和下降是通过 2 组倒链葫芦及

【作者简介】赵鹤泉(1983-),男,本科,助理工程师。联系地址:上海市武夷路 150 号(200050)。

【收稿日期】2010-06-16

不同长度的吊带之间相互替换连接,达到整体上升和下降(图2)。吊篮的水平移动是通过前悬挂点吊索收紧与后悬挂点吊索的放松的同时进行,从而达到吊篮整体的水平移动(图3)。

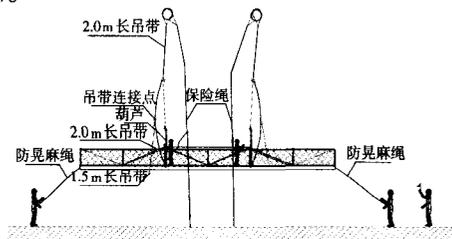


图2 高空移动式吊篮提升示意图

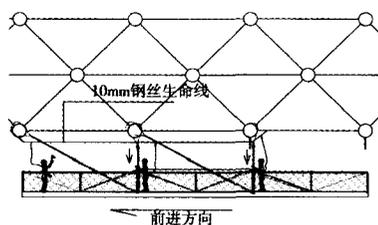


图3 高空移动式吊篮水平移动示意图

高空移动式吊篮的吊装或平移结束后进入工作状态,每楹吊篮共设置8个悬挂点,四周设纵横向防晃拉结,在转换层主龙骨上设10mm钢丝绳生命线(图4)。

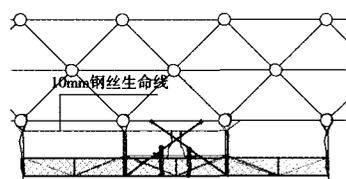


图4 高空移动式吊篮工作状态示意图

3.2 构造设计

高空移动式吊篮的单楹尺寸大小是由其悬挂点的距离确定,波音机库网架下弦球纵横间距6m,中下弦球水平投影的纵横间距3m,在吊篮的单楹重、刚度稳定性等多方面均衡考虑下,平面尺寸确定为18m(长)×2.5m(宽)。

经过对吊篮本身内力、绕度等计算,各工况下对网架弦球作用力计算,确定吊篮的构造和限载为:

- (1) 单楹吊篮大小:18m长×2.5m宽×1.05m护栏高;
- (2) 底框架:C型钢纵梁300×70×20×3;C型钢横梁160×50×20×2,间距1.5m;6mm厚L型连接板连接;毛竹间距300mm,10#铁丝固定,上满铺竹笆(图5);
- (3) 侧框架:6m、12m位置增加竖向10#槽钢加固及角钢斜向撑;φ16mm钢丝绳拉结;φ48mm×2mm低合金钢管护栏;
- (4) 所有C型钢和节点连接板均采用Q345钢板加工制作;钢丝绳选用镀锌6×37×16mm钢丝绳;节点连接

螺栓采用φ12mm镀锌六角螺栓、806×22 00型花篮螺栓、2.1D型卸扣。

- (5) 每楹吊篮自重1904kg(含相关配置器具);
- (6) 人员限制:每楹吊篮工作状态6人,移动状态5人;
- (7) 额定荷载:工作状态均布总荷载1500kg,严禁集中荷载;移动状态总荷载500kg,悬挑端集中总荷载150kg(单人重量)。

3.3 悬挂点及移动方向确定

由于吊篮悬挂在钢结构网架上,作用力需要通过计算确认,并经过原钢结构设计认可。悬挂点位置为网架的中、下弦球间隔布置(图6)。移动状态下,前后悬挂点各4个;工作状态下,悬挂点为8个。



图5 高空移动式吊篮实物图



图6 高空移动式吊篮悬挂点

波音机库吊顶工程中共需使用高空移动式吊篮19楹,又因为吊顶转换层的龙骨在悬挂点下,龙骨间距为1m,方向为横向,吊篮在水平移动时无法跨越龙骨进行,所以移动方向定为沿机库的横向运动(图7)。

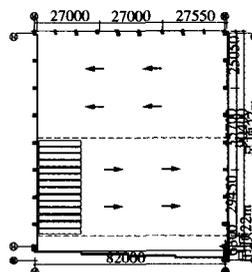


图7 移动流程示意图

4 现场施工

4.1 拼装及吊篮准备

4.1.1 拼装节点

吊篮的纵、横梁均为薄壁C型钢,通过背向组合而成。对各节点和中间部位均加了腹板和夹板进行加固。在吊篮三分点位置设有∠50×5角钢斜撑、10#槽钢支架(图8),在吊篮的两侧设置镀锌6×37×16mm钢丝绳组成桁架,钢丝绳端头均采用机械压接吊装鼻子,并设置鸡心线槽(图9)。



图8 吊篮内部



图9 钢丝绳端头连接

主、次梁通过节点板用 12 mm 螺栓连接,将整个吊篮组装成三段,并通过大吊点板拼装成一个整体,螺栓扭矩控制在 40~65N·m,螺栓外露丝牙不少于 3 扣。槽钢、钢管护栏用 U 型卡箍固定在节点板上。凡是铁件与薄壁 C 型钢连接时必须加夹板或垫片进行连接,严禁螺栓在薄板槽钢上直接挤压受力。

选用的毛竹必须新鲜,毛竹大头直径 100 mm,小头直径不应小于 60 mm,毛竹搁置间距不得大于 300 mm,且用 10# 铁丝固定牢固。

4.1.2 制作质量要求

制作质量必须符合脚手架和高处作业吊篮的规范要求,保证项目中的钢材强度、品种,及送厂加工的出厂合格证、质量保证书,试验报告必须齐全。基本项目中的构件表面应无明显的凹面和损伤,表面划痕不应超 0.5 mm。杆件节点,杆件几何中心交汇点允许偏差 3 mm,纵横梁平直度不应超过 5 mm,螺栓孔径允许偏差 +2 mm。拼装后的宽度 ±5 mm,对角线 10 mm,拼装后应按上述要求进行检查合格。

吊篮拼装吊装就位完成后,按质量验收检查表进行逐项检查,合格后在明显位置要醒目的注明额定载重量和注意事项。

4.1.3 其它设施及人员准备

每楹吊篮共 8 组承重索具,8 组倒链吊索、4 根防晃保险、φ10 mm 保险生命绳、2 组灭火器、密目安全网、安全平网、档脚板等。

操作小组:总指挥 1 人,倒链葫芦操作 4 人,地面安全防护 1~2 人。

4.2 高空移动式吊篮起吊

4.2.1 操作流程

吊点与 4 个提升吊索点连接 → 起吊 20 cm 整体检查 → 人工操作整体提升 → 达到提升高度 → 连接工作状态的 8 个悬挂点 → 连接承重索具,倒链吊索略松 → 设置纵横防晃及安全措施(生命绳) → 验收挂牌,就位完成 → 进入工作状态。

4.2.2 操作控制要点

- (1) 吊装时,所有人员应按照分工各负其责。
- (2) 空中作业人员必须系好安全带(整个吊装过程安全带必须始终扣在保险绳上,并随吊篮的升高及时调节安全锁扣的位置)、戴好安全帽,地面上的作业人员必须戴安全帽。
- (3) 吊装时,葫芦动作应慢速行驶,操作人员步调一致。
- (4) 吊装范围内的其他工种应停止施工,作业人员和非作业人员不得在吊篮的下方停留。
- (5) 每个吊点部位除承重吊索以外,另外设置一根 3T 保险绳,每楹吊篮共 8 根承重吊索,8 根吊索保险,工作状态时 8 个葫芦链条不作承重用。
- (6) 吊装就位的吊篮严格按操作程序及标准进行验收,合格后张贴验收合格牌、吊篮标号牌、限载指示标志和安全

警示牌。

(7) 起吊阶段主要控制的是 4 个吊点吊索的起吊速度。由起吊总指挥进行协调统一控制,必须使各点速度基本一致以防止吊篮因各吊位高度不同而发生扭曲。



图 10 高空移动式吊篮起吊

4.3 高空移动式吊篮水平移动

4.3.1 操作流程

检查吊篮,清理材料 → 拆除纵横防晃 → 进入移动状态 → 收紧倒链吊索,松开承重索具和工作状态端部的 4 个悬挂点 → 连接前悬挂点 → 前悬挂点吊索收紧 → 后悬挂点吊索放松(与前步同时平稳进行) → 完成单次移动 6m → 调整吊篮高度 → 连接承重索具,倒链吊索略松 → 设置纵横防晃 → 验收检查,移动完成 → 进入工作状态。

4.3.2 操作控制要点

(1) 移动阶段操作前首先需要确保保险装置齐全有效,链索处于拉紧状态。吊篮上的材料必须清除,邻近吊篮不影响移动。

(2) 各吊点吊索的速度在移动时需保持一致,速度控制在 0.5~1 m/min 内同步平稳的进行,以确保吊篮水平。同时为保证在吊篮内的操作人员安全,无论移动状态还是工作状态,所有上吊篮的人员必须将保险带挂设在生命线上。

(3) 每次移动前必须检查保险装置是否齐全有效,逐一检查葫芦的链索是否处于拉紧状态,且各机位的链索松紧程度保持基本相同,保证吊篮处于同一高度。

(4) 施工区域设警戒线,吊篮移动时应派两人在下面作安全监护和对吊篮的动态观察,如发现问题及时吹哨停止移动。

4.4 配套措施

4.4.1 人员上下

波音机库工程在吊顶作业开展前,已经先将正式的钢梯施工完成,而网架内的马道也在钢结构网架提升前安装到位,所有高空作业人员均可利用钢梯及马道到达吊篮的上方,并通过带挂钩的爬梯到达操作面。

4.4.2 物料垂直运输

施工材料垂直运输采用 0.5 t 电动葫芦提升或手动拉升,吊物点设置在每两楹吊篮之间的网架下弦球上,每次吊物重控制在 150 kg 以内,材料到达吊篮时,操作人员要及时搬运,分散到各个施工区域,避免集中堆放(图 11)。

(下转第 950 页)

品和钢筋焊接网,通过专业平台将钢筋散件烧焊组装成满足规范要求的钢筋成型构件,并通过物流环节以“JIT(Just In Time)”准及规程定型生产。当然在钢筋加工成型程度上,还是应该逐步升级和过渡的,不应该脱离市场而跳跃式发展。因此考虑钢筋笼有运输困难等诸多不利因素,目前产品定位为钢筋成型和钢筋网成型更比较符合中国的国情。

成型的钢筋构件从图纸方案、钢筋翻样到剪弯、组装等一系列工作均由专业化工厂完成,便于钢筋等现场隐蔽工程的检查、验收,保证了施工质量;安装工作采用吊机等机械设备吊装,仅需根据安装图做好装配与节点处理,节约了大量人工;施工现场节约了备料的时间、降低了工地的能耗、减少了因钢筋备料而展开的工作面,从而简化了施工管理,提高了效率;钢筋工程可以同模板工程等在同一工作面上同时开展,加快了施工进度,从而缩短了工期(图 1)。

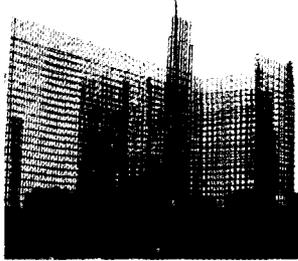


图 1 专业化加工配送的成型钢筋

应该说钢筋专业化加工配送的优势是不言而喻的,但我们更多的是要考虑其推广过程中会遇到或需要解决的问题,特别是针对钢筋成型构件,其设计、加工和安装过程中,如钢筋同截面连接、节点处理等问题,在发达国家是早有了详细的规范要求和处理准则,但在国内现行规范或施工手册中并没有明确的规定;在实施成本方面,成型钢筋运输和安装难度加大,在减少人工成本的同时将增加钢筋运输与安装成本,两者的测算比较还有待实践验证,另外在管理方面对各环节的协调配合也提出了更高的要求等,这些都有待于我们进一步研究和实践。

4 结论与展望

据《建筑时报》报道:即将颁发的《上海市建设工程建筑钢筋加工诚信管理办法》规定凡向上海市建设工地提供成型钢筋和盘卷调直加工钢筋的企业,均应取得《上海市建设工程建筑钢筋加工诚信管理备案证明》;在提供给工地时,调直钢筋加工企业应出具原材生产商授权证明书及原材出厂质量证明书。工程采购也必须使用获证企业的加工产品。该办法从生产、流通、加工到使用,各环节责任划分细致明确,将从根本上杜绝建设工程建筑钢筋质量隐患的发生。

这也间接反映了目前建筑钢筋质量存在的问题,也对成型钢筋的加工提出了更高的要求。我们相信钢筋专业化加工配送也会像商品混凝土的推广一样会逐步被接受,但其过程

决不会是一帆风顺的。但随着我国建设和低碳减排力度的加大,钢筋加工配送新模式将成为推行绿色建筑、提高建筑工业化和施工技术发展水平的重要体现,这将是建材业、物流业、施工行业一次新的产业升级与大变革。

参 考 文 献

- [1] 刘伟,张会军. 钢筋专业化加工与配送前景分析[J]建筑机械化, 2005,(10).
- [2] 宋培. 浅析钢筋专业化加工与配送技术[J]甘肃科技, 2009,(16).
- [3] 张会军. 现代化钢筋加工配送新模式[J]. 施工技术, 2010, (03): 30~31.

(上接第 941 页)

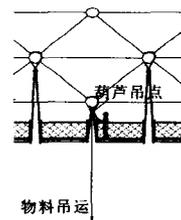


图 11 物料垂直运输

4.5 构造改进

吊篮的侧边采用槽钢与钢管形成侧桁架,再使用 16 mm 钢丝绳张紧工艺,使吊篮在移动状态、提升状态及工作状态下的挠度减少,保证吊篮整体稳定。

在实际操作实施过程中,工作状态下吊篮的挠度完全可以满足安全要求,但是在提升及移动状态下,由于施工操作误差的存在,吊篮两端仍然会产生一定的挠度,为进一步加强吊篮的抗扭、抗挠的能力,在原有基础上,两端再各增加 2 根 16 mm 的加强钢丝绳,以进一步减小端部的挠度(图 12)。

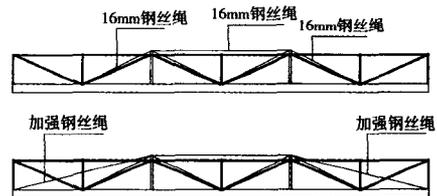


图 12 加强钢丝绳示意图

5 实施效果

通过对高空移动式吊篮操作规程的制定及操作人员熟练度的增加,现场施工时吊篮已经可以实现每天移动 12~18 m,吊顶施工的效率大大增加。利用“高空移动式吊篮”,在 2009 年 8 月 1 日到 8 月 30 日的短短 1 个月时间内,顺利完成了波音机库维修车间的室内吊顶等高空作业,比原计划缩短了约 20 d,其质量及效果得到业主肯定。