

新型盘扣悬挑脚手架在超低能耗建筑中的应用与研究

周杰

上海市浦东新区建设(集团)有限公司 上海 201399

摘要: 随着“碳达峰”与“碳中和”概念的提出,绿色施工技术不断升级,超低能耗建筑近年来成为关注的重点。新型盘扣悬挑脚手架由于其可靠性好、搭设效率高、周转率高等特点,在施工中得到广泛应用。本文通过实际工程案例,结合盘扣悬挑脚手架的施工工艺流程、安全质量、关键节点处理等技术、经济效益等方面进行分析。结果表明,盘扣悬挑脚手架在促进绿色施工与降本增效方面具有显著优势。

关键词: 盘扣;悬挑;半预埋;超低能耗;绿色施工

引言

自2019年上海发布超低能耗建筑技术导则(试行)以来,超低能耗建筑在上海大量兴起。由于大部分住宅建筑楼层较高,需要采用悬挑脚手架,随着建筑工业化的不断转型升级,施工中采用的脚手架也在不断更新,在保证安全可靠的基础上采用绿色施工材料,可提高周转率与施工速度,降低企业的经济成本^[1]。一般而言,脚手架分为钢管与承插式等多种类型^[2]。钢管扣件脚手架虽然搭设较为方便、成本较低,但搭设质量受扣件自身质量、钢管壁厚、偏心等因素的影响较大;而承插式脚手架为标准模块化设计,其节点稳定可靠,可重复使用,在保证安全、质量的前提下还可达到经济合理,尤其以承插盘扣式脚手架更为突出,使得盘扣式脚手架在施工中的应用更加广泛^[3]。本文阐述研究盘扣悬挑脚手架在超低能耗建筑中的应用,为后续绿色施工提供参考依据。

1 项目概况

浦东新区北蔡镇某项目共16幢高层住宅,建筑高度不超过40m,层高为3.0m,结构形式为装配式剪力墙结构。考虑到场地布置、展示区等因素,在二层顶/三层顶开始进行悬挑,共布置两道悬挑架,单道悬挑架高度在15m~18.6m范围内,不超过18m,本项目悬挑脚手架属于危大工程,考虑到使用半预埋的形式进行固定主梁工字钢,以及部分特殊节点,因此本方案也进行专家评审,确保施工安全。

本项目承插盘扣参数为常规参数,立杆为 $\phi 48 \times 3.2$,立杆步距为2.0m,考虑到公司有许多1.8m的横杆闲置,为了降低库存,因此在方案设计时横杆以1.8m为主;悬挑架的主梁采用16#工字钢,联梁采用14#工字钢,联梁设置不低于三跨,主梁上设置一道或二道斜拉杆(主梁长度大于等于1.8m时设置2道斜拉杆)。

2 施工关键技术

2.1 搭设流程

在木工支模及钢筋班组进行钢筋绑扎的时候先进行悬挑架预埋件的预埋工作,本项目采用半预埋螺母,在结构面施工过程中按照平面布置定位放线进行预埋,结构面混凝土浇筑完成且达到设计强度后安装悬挑梁,焊接定位钢筋,考虑到与盘扣底座的大小,采用 $\phi 14$ 的定位钢筋进行焊接;对工字钢安装验收合格后方可搭设盘扣脚手架。

2.2 关键技术

2.2.1 半预埋螺母埋设与连墙件预埋

常规的悬挑架采用对穿的螺母来固定工字钢,此方法虽然较为方便,但后期容易出现渗漏的风险,因此,本项目采用如下图图1所示方式,预埋式螺栓结构内预埋方形螺母,穿M20的8.8级高强螺栓锚固型钢,预埋螺母尺寸为 $40 \times 40 \times 20 \text{mm}$ 。



图1 半预埋螺母安装示意图

每层均设置连墙件,按照每两跨、软拉硬撑的方式预埋,预埋的扁铁应与结构内钢筋有效固定,必要时可采取焊接在钢筋上,预埋件的埋设深度和外露长度应符合规范要求。

2.2.2 悬挑梁的安装

悬挑架主梁采用16#工字钢,联梁采用14#工字钢;在结构面的混凝土强度达到设计强度后,进行悬挑主梁、联梁的安装,主梁与结构面应密贴,有缝隙时可垫薄钢片;悬挑主梁最外侧一端应设置固定措施,本项目

第一道悬挑梁安装时重新搭设四根落地钢管进行顶撑，此处不允许将工字钢直接搭设在外架上。考虑材料节省，联梁只在转角或局部位置设置，每次安装时确保联梁不少于3跨，确保整体稳定。主梁与联梁进行有效焊接固定，焊缝饱满均匀。

悬挑梁安装完成后焊接定位钢筋，定位钢筋的位置依据方案平面布置确定，定位钢筋为100mm长的 $\phi 14$ 钢筋。通过定位从而固定盘扣脚手架的底座，相对不发生移动。

2.2.3 盘扣脚手架搭设

在悬挑工字钢验收完成后，进行盘扣脚手架的搭设，按照承插式盘扣脚手架施工工艺流程施工，盘扣横杆以1.8米为主，外侧小横杆每隔0.5米设置一道，内侧小横杆中间必须设置一道；最上面一道悬挑架立杆高出结构面至少1.5米。盘扣脚手架搭设过程中注意安全防护，搭设过程及需要有专人进行监护，搭设过程中进行分段验收。

2.2.4 连墙件设置

连墙件采用软拉硬撑，每层设置，且上下层错开采用菱形设置，连墙件设置时硬撑钢管与盘扣立杆采用扣件连接，需要注意的是钢管不能过长，否则可能会横在脚手板上阻碍行走产生安全隐患。在转角处和顶层连墙件加密设置。

2.2.5 施工防护

悬挑盘扣脚手架应该按照规范采用密目安全灰网，本项目悬挑两道，采用两道挑网，并保证与盘扣架的连接牢固性。脚手架的外侧底部设置定型化踢脚板，踢脚板与盘扣架有效固定。脚手架的内侧与结构面有300mm左右的孔隙，采用标准化防护踏板。在平常的安全巡视检查中，应重点关注安全防护是否缺失，尤其是盘扣脚手架的内扶手，可能会因为作业人员进出脚手架施工作业面和楼层面之间较为方便，从而就近拆卸内扶手，遇到此种情况应及时进行恢复，并对工人进行处罚与安全教育。

2.3 施工质量控制要点

悬挑梁安装前，确保预埋件的安装位置准确牢靠，悬挑工字钢安装时，主体结构的混凝土强度需要达到设计要求，如在冬季气温较低时间段施工，需延缓安装时间；悬挑工字钢安装完成后进行验收，应重点检查工字钢的安装，是否与结构面密贴，如有空隙可用薄钢片填塞；转角部位采用联梁，确保连续三跨设置，且联梁与主梁之间焊接牢固。在第一段悬挑架首层安装完成后，由于上层结构还未浇筑，此时无法进行上部斜拉施工，盘扣搭设高度为一层及至多2步且需进行首层悬挑盘扣的加固，待上面斜拉预埋、混凝土浇筑完成且强度达到要求后，立即进行悬挑梁的斜拉施工。

盘扣脚手架搭设时应严格按照《建筑施工承插型盘扣式钢管脚手架安全技术标准JGJ/T 231-2021》施工，连墙件的安装宜与盘扣搭设同步，转角处连墙件按照一步一跨加密设置；盘扣脚手架安装完成后，应重点对斜拉杆、防护栏杆、防护网以及踢脚板等进行重点检查，经常性进行检查，确保临边防护到位，人行斜道处的脚手板制定防滑措施。

2.4 施工安全控制要点

悬挑脚手架施工属于危大工程，因此在施工前需要对管理人员和作业班组进行交底。搭设前对工字钢、拉杆、螺母等相关材料进行验收，查验进场材料检测报告。在施工过程中及时进行验收，在悬挑工字钢安装完后脚手架搭设前进行检查验收，在脚手架搭设完成后进行检查验收。为了确保悬挑脚手架在使用过程中的安全性，需要对脚手架和悬挑梁的变形和沉降进行合理的观测，监测点的设置及间距应布置合理。

本项目楼层较高，现场施工环境相对比较复杂，还需要定期与不定期的检查。在项目施工过程中做好悬挑脚手架的保护措施，对新进班组进行入场三级教育的时候，确保施工人员熟悉悬挑脚手架的使用和注意事项。通过日常教育，让作业人员牢记安全意识，降低安全风险。

3 高层盘扣悬挑脚手架关键节点的处理

3.1 阳台节点加固处理

外挑阳台处悬挑架部位较为薄弱，施工时对悬挑阳台处下侧两层的结构梁进行加固处理，采用钢管加固，钢管间距不大于900mm。如图2所示。通过钢管的荷载传递，使得阳台悬臂梁近似等效为简支梁的效果，从而降低了产生裂缝的风险。

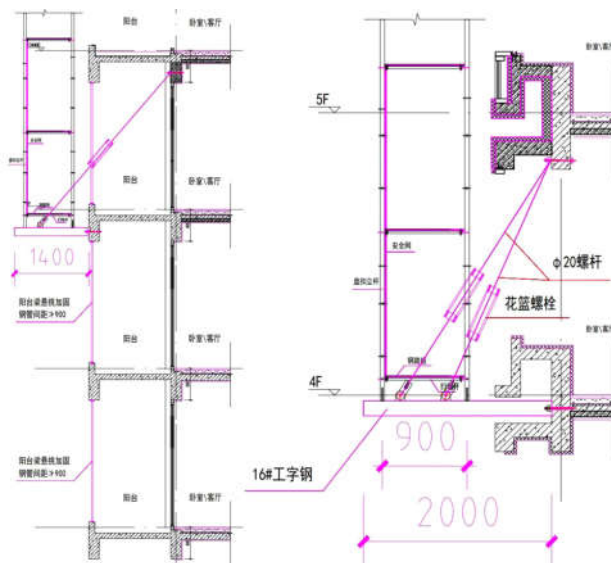


图2 悬挑阳台加固处理节点示意图

3.2 预制凸窗节点处理

预制凸窗处的上拉杆固定在内侧结构梁上，此处预埋通常定位不精确，采用后开洞的方式进行固定，此外，某些外侧结构梁下挂高度较高，也可将斜拉杆放在内侧结构梁的内侧。

3.3 下撑加固节点

悬挑架局部节点部位采用四排盘扣立杆，为了确保安全，在下侧设置工字钢斜撑加固，经过计算，采用12#工字钢进行加固，如图3所示，加固节点处提前预埋，通过高强螺栓进行固定。此种节点是施工中重点关注的节点，尤其是工字钢的加固节点，施工质量需要严格把控。

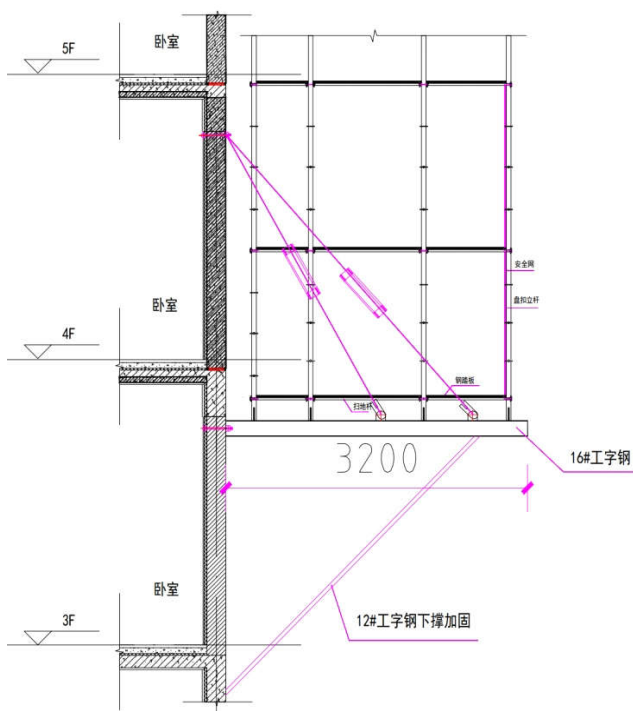


图3 工字钢斜撑加固示意图

4 超低能耗节点的处理

在安装固定斜拉杆时，上端不可避免的会出现对穿的情形，且外墙外侧由于安装有螺母，会对外墙保温材料造成损坏，因此对于对穿的斜拉杆螺杆菌节点，需要对螺杆菌进行封堵，且对外侧保温材料进行修补，确保墙体后期不会出现渗漏水及冷热桥现象。

施工工艺如下：螺杆菌清理→发泡剂填充→高强封堵料填充→JS防水施工→抹面砂浆及网格布施工。首先对基层墙体及螺杆菌进行清理，确保孔内无异物填充。然后将发泡剂填充在孔洞内。发泡剂连续施打，一

次成型，充填饱满。再将螺杆菌利用专用高强封堵料进行填充，填充至保温板面平。在螺杆菌外侧涂刷1.5厚JS防水涂料，尺寸为100*100。在防水施工外侧施工耐碱网格布及抹面胶浆，尺寸为150*150。节点处理完成后进行现场淋水试验，淋水试验应满足《建筑防水工程现场检测技术规范》JGJ/T299-2013中的相关技术要求，并留存淋水检验记录。

5 效益分析

5.1 经济效益分析

本项目一共16幢高层，项目基本在3层位置实行悬挑，通过与落地式脚手架进行对比分析，可以发现悬挑脚手架能够有效降低租赁的费用，而且可以进行快速的工序穿插，有效保证了项目的进度。本项目主体结束至落架共200天，通过对比落地式脚手架和悬挑脚手架两种工艺，共节约75000元。

5.2 社会效益

首先，悬挑脚手架的应用可以进行快速的工序穿插，确保项目进度；在施工过程中，进行半预埋处理，使工字钢和混凝土紧密连接在一起，确保架体的稳定；通过采用公司闲置的1.8米的盘扣材料，既解决了材料闲置的问题，又节省了租赁钢管扣件的费用，有效降低了施工成本。此外，高强螺栓通过双螺母与工字钢、斜拉杆拧紧从而紧密连接，施工安装和拆卸均较为方便。半预埋的形式降低了后期渗漏的风险，减少了不良的社会影响。

结语

悬挑脚手架由于结构布置灵活，稳定可靠，周转率高，可满足不同高度建筑的施工需求，在施工中应用越来越广泛与成熟。通过本文工程案例研究分析，对悬挑盘扣脚手架在超低能耗建筑中的施工工艺流程、关键技术与节点以及质量控制要点进行阐述。悬挑脚手架的应用，有效保障了建筑施工的安全与质量，提高了建筑施工的效率，为类似项目提供参考依据。

参考文献

- [1]王俊,赵基达,胡宗羽.我国建筑工业化发展现状与思考[J].土木工程学报,2016,49(05):1-8.
- [2]胡威力,承插型盘扣式钢管脚手架节点受力性能分析[D].长沙:中南大学,2013.
- [3]张玲.高层建筑工程中的悬挑式外脚手架搭设施工技术[J].散装水泥,2022(03):106-108+111.