

# 超高层建筑钢结构型钢柱连接定位锥销施工研究

林岳铨<sup>1</sup> 陈一乔<sup>2</sup>

广东省建筑工程集团有限公司

**摘要：**近年来城市发展进程加快，建筑行业整体发展态势良好，新型建筑技术手段被广泛应用，钢结构工程跨度大且利用空间大，可用于高层住宅、体育场馆、工业厂房等大规模建筑中。国内超高层钢结构建筑主要是钢框架体系，型钢柱相互对接时通常采取耳板或螺栓连接方式，但对接施工复杂，定位难度大。基于此，本文采用定位销的方式，将其与型钢柱相连接，有利于快速定位空间坐标，提高型钢柱安装精度与安装效率。

**关键词：**超高层建筑；钢结构；型钢柱；连接方式；定位销

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.10.027

**引言：**随着建筑行业的不断发展，各类技术手段与机械设备更新速度加快，钢结构凭借着其在工程中的特殊性，被用于超高层建筑施工中。传统型钢柱连接方式中，拧紧或者拆除螺栓的过程需要消耗较长的时间和较大的体力，且长时间高空作业存在潜在的安全隐患，所以有必要采用定位销连接结构，提高型钢柱连接效率，保证超高层建筑施工安全。

## 一、基本概述

### （一）建筑钢结构连接技术

高层与超高层建筑的钢结构连接方式有以下几种：

（1）螺栓连接技术。建筑钢结构的螺栓连接方式主要包含普通螺栓与高强螺栓连接两种，该技术目前被主要应用于装配式结构，对配套机械设备的要求较低，能够广泛用在装配式施工环节。依据螺栓受力情况将技术详细划分成同时承受拉力与剪力、抗剪力、抗拉力的螺栓连接，出于螺栓自身性能特点，其在施工中容易发生问题，人们必须考虑到抗剪力螺栓连接期间的断连情况，所以该连接技术不适合用于超高层建筑中的型钢柱结构连接中。（2）焊接连接技术，对于钢结构的另外一种连接方式就是焊接，焊接施工简单且灵活，可提高连接区域强度，常见的焊接方法有手工电弧焊和气体保护焊等，但焊接作业期间会产生高温，原料内晶体排序方式改变，钢结构的反应会减弱焊接处材料变性能力，导致材料有可能发生破碎断裂的问题，从而对超高层钢结构型钢柱结构施工稳定性造成影响。（3）定位销连接技术。针对型钢柱的连接定位销技术可以最大程度上保障型钢柱连接与安装的可靠性，发挥空间坐标快速定位作用，提高型钢柱安装精度与安装效率<sup>[1]</sup>。

### （二）钢结构型钢柱

多数高层与超高层建筑在施工期间都会使用到钢结构型钢柱，对于这类结构的应用必须先清楚建筑类别，按照建筑使用功能展开分类，将建筑实际划分为“居住建筑”、“公共建筑”、“工业建筑”或者“农业建

筑”；按照规模将建筑分类，划分成“大量性建筑”与“大型性建筑”。钢结构型钢柱所针对的建筑类别就是超高层建筑，高层与超高层建筑建设能够节约土地资源，利用土地面积利用率，但也会给建筑使用带来安全性隐患，楼层过高会给人们出入带来不便，一旦发生地震或者火灾事故，生存率将有可能降低。为避免这一问题，提高建筑结构的抗震强度等级至关重要。

### （三）定位锥销工艺原理

高层与超高层建筑钢结构连接的定位锥销施工主要分为三个阶段：首先，型钢柱的分段制作；其次，型钢柱结构的分段吊装；最后型钢柱坐标校正。型钢柱安装环节依然可采取原有的方法，使用双夹板对型钢柱进行临时固定与连接，再使用千斤顶完成坐标校正，优化临时连接节点。与此同时，还可以使用新兴技术选择更有效的连接装置，使型钢柱连接施工工艺不断优化。经过优化与改进后的定位锥销主要是经过连接板和型钢柱特定板的连接，在构件安装环节将上节柱定位锥逐步和下节柱的定位锥相互连接，实现临时固定。为保证定位连接板能够在出厂之前就与型钢柱精准焊接定位，就要做好定位锥销与定位连接板之间的有效控制。型钢柱施工期间，上下柱定位锥销和型钢柱的坐标定位之间存在直接关联，在保证锥销定位没有任何问题后即可安排焊接，经过二次审核后即可安装型钢柱，安装完成再拆除定位锥销即可<sup>[2]</sup>。

## 二、超高层建筑钢结构型钢柱连接定位锥销施工技术

### （一）工程概况

某项目建筑类别属于一类超高层建筑，抗震设防烈度等级为8级。建筑主楼结构为型钢混凝土框架—核心筒结构与屋面钢结构，建筑裙楼结构为型钢混凝土框架结构，其中主楼的高度经过计算后结果为239.275m，总体用钢量达到了1.5万t。

### （二）定位锥销工艺流程

超高层钢结构型钢柱连接安装中的定位锥销施工工艺大致需经过以下流程：

（1）型钢柱加工制作。为确保型钢柱与该项目施工质量要求相符合，应不断寻找最佳尺寸与模型。型钢柱在制作期间需要经历放样、制孔以及弯曲加工等复杂工序，所以前期需要做好相应准备工作。放样时，钢板下料切割、型钢组合、零件组装与构件预拼需要有专业人员在加工面与组装大样板上精确放样，随后检验人员对零部件与构件加工的几何尺寸、形位公差、安装接触面进行检查，确保各细节准确无误。划线与号料时，对于尺寸较小的板材在无须数控切割的情况下，可人工划线号料，下料切割主要包含气割、剪切以及坡口等部

分，切割之后将材料集中堆放。型钢组立式就是对型钢埋弧焊之前的点焊定位固定，在这之前需要去除表面毛刺，经过校正之后划好中心线与定位线，等待检验后再进行焊接固定。对于超高层建筑不宜选用焊接连接方式，可将焊接固定更换为定位锥销固定连接方式。加强制孔与校正环节的管控，钢结构零件钻孔需要使用万向摇钻进行钻孔，部件与构件可使用三维钻钻孔，矫正工作需要贯穿钢结构制作的全过程，无论是下料还是埋弧焊，都需要进行校正，一般可使用自动校正或者火焰矫正等方式。

(2) 定位锥销连接装置优化设计，使用科学技术手段进行定位锥销连接装置的及时更新，确保其满足超高层建筑型钢柱的施工需求，在加工制作连接装置时应确保其精准定位，为接下来的定位板工厂组装焊接与型钢柱安装施工奠定基础。图1为定位锥销结构情况。定位锥销主要包含顶帽(1)圆杆(2)锥体(3)三部分组成，其中顶帽与锥体需要固定于圆杆两端，且采用同轴设置方式，顶帽的直径大于圆杆的直径，圆杆的直径和锥体下表面的直径相同，定位锥销长度为5cm，顶帽厚度1cm，圆杆长度3cm，锥体长度1cm。针对建筑模板用的锥销一端为柱帽，另一端为有过轴线的挡销通孔，即长条锥孔，靠近挡销通孔的锥销体中部有类似于挡销通孔结构的过轴线通孔，整体结构简单，且拆装的时候省时省力。

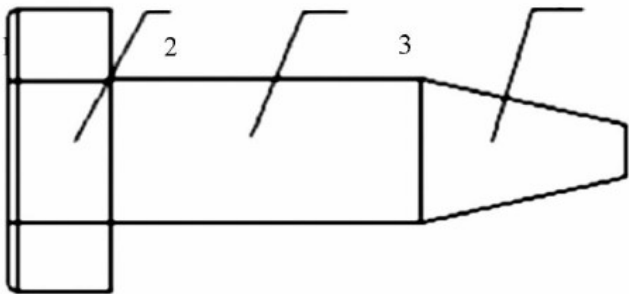


图1 定位锥销结构示意图

(3) 模板设计。将上下层模板加肋板使用加厚到1cm的钢板改造，连接位置开孔为下层横向孔和纵向孔交错的形式，如图2和图3所示，要求上下螺栓孔正对与交错设置。

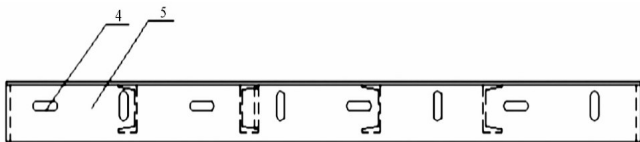


图2 上模板结构示意图

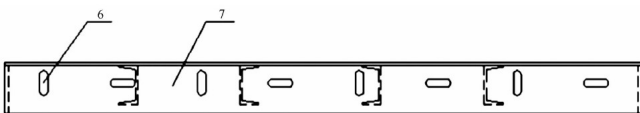


图3 下模板结构示意图

(4) 定位板组装焊接，要求在工厂内提前进行定位板的组装焊接，把控构件在到达施工现场的运输时间，使其快速运输到施工现场，第一时间检查焊接缝的长度、焊脚高度以及间隔等内容，确保其满足施工具体要求，达到施工标准。

(5) 钢柱吊装前进行定位锥销装置的组织拼装。对定位锥销装置展开二次复查，确保其满足稳定性要求，完成上述准备工作后进行型钢柱焊接，随后复查坐标位置，完成相应工作流程后拆除定位锥销与螺栓，准备进行下一环节的施工<sup>[3]</sup>。

### (三) 施工操作要点

对于超高层建筑的钢结构连接安装施工，定位锥销施工操作要点大致包含以下内容：

(1) 定位板安装。具体安装操作需要跟随型钢柱加工制作的步伐，在型钢柱加工制作期间，提前勘察现场施工环境，依靠专业测量数据确保型钢柱尺寸满足超高层建筑施工要求，避免因型钢柱横截面尺寸过大而造成定位锥销安装不准确的问题，解决型钢柱安装连接环节的质量问题，以定位板安装为关键，按照施工图纸制作与安装定位板，从而保证定位板的方向与精准度。定位板的安装大致包含以下要点：首先，定位板检查，混凝土浇筑之后，需要一定强度下轴线投测，依据轴线位置放出墙柱截面位置尺寸线，以便模板安装校正，混凝土浇筑完成需引测楼层500mm标高控制线，再依据该控制线将底部控制前引测上。其次，按照楼面轴测量孔引测建筑主轴线，以控制线作为起点引出多道轴线，依据轴线和施工图使用墨线弹模板内线与边线，施工前保证控制线到位，为接下来的定位板安装奠定基础<sup>[4]</sup>。

(2) 加工厂预拼装，这是定位板安装的第二个步骤。对定位板精准固定之后，出厂前需要进行型钢柱的预拼装，将型钢柱的锥形头、锥形筒与上下节柱定位板相互连接，对尺寸进行验证，要求锥形筒与锥形筒达到无缝衔接，如果无法完全嵌入，需重新返工，调整定位板构件尺寸，直到满足工程实际需要。

(3) 定位销和套筒组装，以型钢柱和定位板符合定位锥销施工工艺要求作为前提，确保型钢柱没有任何质量问题，将锥形头和锥形筒使用高强螺栓与定位板有效连接。

(4) 型钢柱焊接，该环节是承载力度的保证，需对焊接的连接构造设计与制作，严格控制材料工艺与质量，安排专业技术人员完成操作，等待连接板加固后拆除锥头和定位板、锥筒和定位板间的高强螺栓，这些高强螺栓可以在下一阶段继续使用。合理控制焊接质量，同时也要做好环境保护，节约材料，降低施工成本。浇筑剪力墙、立柱与梁等部分时需要提前安装模板，并在模板之间浇筑混凝土。安装模板时需打好孔洞，使用螺栓穿过孔洞完成模板的连接与固定，最后再浇筑混凝土。浇筑成型之后拆除模板与螺栓，为拆卸方便与回收再利用，模板固定使用锥形螺栓，其中包含螺头、螺杆以及螺母几部分，锥形螺杆长度要比浇注体厚度长10-

50mm。

(5) 全站仪精准定位与二次复核。使用全站仪, 利用光、电、机器为一体的测量设备, 对水平角、斜距、平距以及高度差等距离测量, 提高现场勘察效率。型钢柱焊接之后防止误差造成的影响, 寻找不影响施工的观测点, 做好型钢柱三维坐标的科学复核。

(6) 定位锥销拆除。将锥头与锥筒拆除之后, 需清理定位锥销连接装置, 查看定位锥销质量, 如果比较新可简单清洁, 只要不影响定位锥销二次使用即可。如果定位锥销存在损坏与老化的情况, 需对其进行维修保养, 如果损坏程度严重, 应及时淘汰<sup>[5]</sup>。

#### (四) 施工质量要求

超高层建筑钢结构中型钢柱的连接定位锥销施工质量要求如下:

(1) 超高层建筑型钢柱的制作与安装存在一定的环境限制因素, 需在经过处理后的胎架上制作型钢柱, 全方位保证型钢柱施工质量。

(2) 安装定位板期间, 需加强对型钢柱定位板安装偏差的控制, 使其保持在2mm以内。建筑定位板与模板属于一种混凝土结构, 需要支撑建筑模板支柱以及来自上部的荷载, 这种临时性支护结构主要包含面板、支撑结构以及连接件三部分。其中定位锥销就是众多连接件的一种, 当前的定位锥销主要包含销杆与连接在销杆一端的销帽, 使用过程中应用压力气锤钉入等待连接的模板内, 完成模板连接定位, 但是这样的定位销不容易拆除, 且拆除之后将会面临着折损问题, 材料浪费严重。对此, 本项目使用的定位销施工工艺将锥形头和锥形筒使用高强螺栓与定位板有效连接, 拆除简单, 后续可重复利用。

(3) 型钢柱上下柱在预拼装的时候要求与型钢柱制作时环境一致, 必须在平稳胎架上进行, 且尺寸必须符合施工要求。

(4) 安排专业人员负责审查型钢柱, 经过验收之后确保型钢柱质量合格。测量构件时还需进行型钢柱与定位板的重新查核。必要时可以使用导向销, 将定位销与导向销中连线看作是水平定位基准线, 做好标注处理, 或者过定位板定位锥销中连线的中作垂直线, 使其作为辅助垂直基准线, 防止定位误差发生。型钢柱之间做好螺钉紧固, 保持配合面之间的密封性, 可使用密封装置。

(5) 型钢柱正式进入施工现场前, 应提前准备用于存放型钢柱的位置, 防止型钢柱遇到变形问题。型钢柱安装环节应清理对接位置, 确保期间不会有任何杂质。对型钢柱的坐标观测点闭合情况进行不定期检查。

(6) 型钢柱安装之前需要对人员进行专业培训, 安装时需额外增加检测人员, 同时做好材料与数据的收集整理, 执行检查制度, 确保不会违背型钢柱检验原则, 及时淘汰不合格的产品。

(7) 做好构件连接摩擦面的及时处理, 防止生

锈。构件表面处理时, 要求加工之后的零部件与构件必须按照规定完成边缘加工, 及时去除表面毛刺和污垢等, 加强表面检查。做好除锈处理, 要求表面的除锈等级达到Sa2.5级以上。采用涂漆的方式, 对于除锈之后的构件应及时完成表面处理, 喷涂防锈底漆, 依据设计要求涂漆应按照作业指导书展开作业, 环境温湿度可使用温湿度计进行控制, 喷涂厚度需要使用测厚仪来控制, 每道油漆厚度都要有相关说明书。

#### (五) 测量质量控制

加强测量环节的施工质量控制, 相应要点如下:

(1) 施工测量时需要使用全站仪确保测量精准度, 这是因为全站仪可完成远程与高精度观测, 且全站仪自身存在着智能化与数字化的使用特点, 可以按照实际情况避开干扰。因此, 现阶段高层建筑施工环节对于全站仪的使用已经十分普遍。(2) 在日出之前的2小时以内进行测量, 该时间段气温更加稳定, 与每日平均温度更接近。(3) 及时做好现场仪器设备的检查与维护, 测量时要求精准度达到毫米级, 随着使用时间的延长, 仪器设备会存在老化的问题, 所以测量人员必须做好钢尺与测量设备的定期检查, 防止仪器设备给定位锥销施工带来任何偏差影响。(4) 施工期间应使用平面与高程控制网等设备, 将型钢柱连接施工质量为前提, 依据现场实际情况设置控制点, 在不影响施工的前提下完成数据测量与收集等工作。(5) 安装临时支架, 应确保安装的位置精确度, 使用水平仪放出轴线, 确保安装位置准确无误。如果温差比较大, 应做好控制点的复测, 同时记录相关数据。

#### 总结

总而言之, 现阶段建筑行业中的施工工艺与施工技术不断革新, 这在一定程度上推动了超高层建筑钢结构型钢柱连接技术水平的提升。与传统连接工艺相比, 连接定位锥销施工工艺改变了双夹板临时固定方式, 使用千斤顶创新连接固定方式, 对钢结构十字柱进行临时连接, 安装型钢柱的同时做好坐标定位, 确保安装精确度的提升, 降低成本支出, 提高型钢柱的安装效率。

#### 参考文献

- [1] 李靖, 李明阳, 刘菲. 超高层建筑钢结构型钢柱连接定位锥销施工[J]. 建筑技术开发, 2021, 48(20): 8-9.
- [2] 宣泽明. 新型盒式模块化建筑钢结构连接节点力学性能研究[D]. 广州大学, 2021.
- [3] 肖永利. 建筑钢结构连接技术与施工质量控制策略分析[J]. 住宅与房地产, 2021(02): 182-183.
- [4] 郝雨杭, 时元元, 李尚飞. 低层装配式钢结构超低能耗建筑钢构件与墙板连接优化分析[J]. 粉煤灰综合利用, 2019(05): 22-26+54.
- [5] 范帅昌, 王鹏飞, 曹菁华. 论超高层建筑钢结构型钢柱连接定位锥销施工[J]. 河南建材, 2019(05): 237-238.