

# 超高层建筑钢结构施工关键技术研究

陶云雷

中铁建工集团有限公司 山东青岛 266112

**摘要:** 随着城市建设的快速发展,超高层结构建筑物越来越多,建筑物结构更加复杂,若沿用传统混凝土材料,必然难以承受超高层建筑物的超大负荷,无法满足相关要求。在建筑施工过程中,钢结构施工具有广泛的应用,不仅对环境污染小、施工效率高,还具有较好的抗震性能,可以保证建筑工程的施工质量,减少施工安全隐患。基于此本文就针对超高层钢结构架施工进行讨论。探究施工的关键技术,期望能给先关工作者一些参考意见。

**关键词:** 超高层建筑; 钢结构; 施工技术

## 引言

随着城市建设的不断进行,越来越多的建筑需要在复杂的环境中进行建设,其主要是因为在城市建设的过程中,会存在不同的情况,复杂环境也比较常见,但是不能因为其环境的问题而放弃建设。尤其是在超高层建筑钢结构工程之中,环境的应对成为关键点,如何有效的解决相应的问题成为关键,而钢结构工程在当前建筑工程中的应用十分广泛,相对于传统的钢筋混凝土结构而言,钢结构工程自身突出的特点就是材料相对比较轻盈,而承载能力更强,既能满足大型建筑的核心需求,又可以在外形上灵活多变。对于超高层建筑而言,钢结构工程能非常好的满足客户既定的需求,并且不会出现承载力不足的情况。

## 一、超高层建筑钢结构施工技术优势

钢结构的主要原材料是钢材,钢材材料强度高,适用于跨度很大或荷载很大的构件和结构;塑性和韧性好,结构对动力荷载的适用性强,同时钢材具有良好的吸能能力和延性,使得钢结构具有优越的抗震性能。现阶段钢结构在我国建筑工程项目中得到广泛使用,使建筑结构的整体性得到显著提升。

钢结构材料的主要特征就是材质较均匀,其中内部结构方向一致,所以在使用钢结构的过程中,几乎不会受到外界因素的影响,整体比较稳定。钢结构所用的材料单纯而且是成材,加工比较简便,并能使用机械操作。因此,大量的钢结构一般在专业化的金属结构厂做成构件,精确度较高。构件在工地拼装,可以采用安装简便的普通螺栓和高强度螺栓,有时还可以在地面拼装和焊接成较大的单元再行吊装,以缩短施工周期。小量的钢结构和轻钢屋架,也可以在现场就地制造,随即用简便机具吊装。

## 二、超高层建筑钢结构施工变形控制

### 1. 钢构件吊装变形控制

为保证吊装过程的安全,控制吊装变形量,吊点位置及吊点的数量需经过计算,根据钢构件的形状、断面、长度、重量、吊机的起重性能等具体情况确定。一般钢柱弹性较好,吊点采用一点起吊,吊耳放置在柱顶处,柱身垂直、易于对线校正,对线校正。对于长细钢柱,为防止钢柱变形,可采用二点或三点起吊。



钢梁在吊装前应前仔细计算钢梁的重心,并在构件上作出明确的标注,吊装时吊点的选择应保证吊钩与构件的中心线在同一铅垂线上。对于跨度大的梁,由于侧向刚度小,腹板宽厚比大的构件,防止构件扭曲和损坏,如果采用双机抬吊,必要时考虑在两机大钩中间拉一根钢丝绳,在起钩时两机距离固定,防止互相拉动。

屋面梁的特点是跨度大(即构件长)侧向刚度很小,可选用单机两点或三点起吊或用铁扁担以减小索具所产生的对梁的压力。

### 2. 焊接变形控制

防止焊接温度应力形成累积误差,柱与柱、梁与梁、梁与柱的施焊,须遵循下述原则:就钢结构框架而言,柱、梁等刚性接头的焊接施工,应先形成框架而后向左、右扩展续焊。钢柱整体焊接待所有钢柱安装并校正后可进行钢柱的焊接。钢柱整体焊接顺序为钢柱间隔对称施焊。对柱、梁而言,应先完成全部柱的接头焊接;焊接时无偏差的柱,严格遵循两人对向同速;有偏差的地方,应按向左倒则右先焊,向右倒则左先焊的顺序施焊,确

保柱的安装精度,然后自每一节的上一层梁施焊。进入梁焊接时,应尽量在同一柱左、右接头同时施焊,并先焊上翼缘板,后焊下翼缘板。对于柱间平梁,应先焊中部柱一端接头,不得同一柱间梁两处接头同时开焊。

焊接变形对施工质量影响非常大,焊接时应采取措施严格控制焊接变形。减小焊接变形的方有:刚性固定法、残余应力释放法、减少热输入法等(1)刚性固定法。作业人员需要沿垂直焊缝方向设置加劲钢板,同时,应该沿构件长度方向通长布设竖直加劲肋,在构件宽度方向,需要通长布设水平加劲肋。对于一些约束相对薄弱的区域,如门洞位置,应该设置相应的钢梁加固。(2)残余应力释放法。在应力相对集中的区域,应该预先设置直径在100mm应力释放孔,调整孔周围的应力,以此来缓解参与应力引发的变形问题(3)减少热输入。在进行焊接过程中,可以采用双面不对称K形坡口的形式,确保在焊缝截面减小时,残余应力也会随之减小。结合工程的实际情况,可采取多层多道、退焊与跳焊相结合的方式焊接作业。

在超高层建筑工程中,使用钢柱直径较大,焊缝长,而且材质焊接性能差,在焊接热影响区域和焊缝根部容易出现冷裂纹,从保证施工质量的角度,施工人员应该做好钢管柱厚板的焊接控制。1)焊接钢管柱时,可以采取电加热技术做好焊前预热,在焊接过程中必须保证层间温度,焊接完成后,也需要采取相应的保温措施保证焊缝质量。同时。可以选择间接热输入密度集中、熔池保护及脱氢效果良好的二氧化碳气体保护焊,可以采用多层多道错位焊接工艺,严格控制焊接环境,设置好防雨保温棚来保障焊接作业的顺利实施。2)应该明确日照及焊接变形对钢柱垂直度偏差的影响,计算好钢柱预偏的方向和角度,保证施工效果。3)应该做好焊接收缩变形的预控工作,可以在钢柱的4个面沿对接缝焊接马板,依照千分表的大小设置马板的大小和间距。在柱两侧焊接的马板上对称摆放千分表,确保钢针顶紧马板,固定好旋钮后,可以进行焊接,要求作业人员能够做好千分表读数的观察,对比读数差值,再依照相关公式明确钢柱在不对称焊接情况下的焊接变形,对其进行预控。

焊接过程中可通过自动化硬件和软件监控系统对焊接应力进行了实时监测,借助于自动化监测系统,可对焊接部位的应力、应变情况进行实时、准确监测,使施工单位全面了解整个焊接中各个结构的相应规律,并根据具体情况及时调整和制订合理的施工措施,有效避免由于焊接残余应力所导致的钢结构变形问题,进而实现

了钢结构安装精度的显著提升。

### 三、超高层建筑钢结构构件的加工

#### 1. H型钢梁结构制作

制作前要在钢板矫平机对钢板进行矫正、平整,可起到消除钢板轧制应力、增强钢板表面致密性的作用。根据国家相关规范、标准进行放样、排版,钢梁翼腹板拼接焊缝至少错开20cm,拼接焊缝不得在梁的三分之一位置;钢梁的翼缘拼接焊缝与加劲板、腹板与拼接焊缝均要保持至少20cm以上的距离。放样时注意预放一定收缩余量。钢板下料时采用NC直条切割机,注意考虑工艺切割余量;采用自动或半自动切割的方式制作腹板坡口,制作完成后要打磨边缘位置<sup>[3]</sup>。组立T型钢时要提前熟练图纸,复合钢板型号及规格,在自动组立机上完成,间隔3m设置一道临时支撑,以保证组立的准确性。组立H型钢时同样在自动组立机上完成,组立后需要马上进行定位固定焊。H型钢焊接全部采用二氧化碳气体保护焊打底,填充及盖面采用埋弧自动焊。采用矫平机多次矫正钢梁翼缘板焊接变形问题,每次矫平量控制在3mm以内。



#### 2. 箱型构件制作

箱型柱、箱型梁采用两块盖板、两块腹板四块板组成,四条角焊缝均采用全熔透焊坡口形式,以保证结构强度;箱型构件设置横隔板及加劲板,其中横隔板、盖板采用熔化嘴电渣焊接工艺,余者采用二氧化碳气保焊熔透焊,隔板开坡口,采用全熔透埋弧焊工艺焊接腹板及盖板。箱型构件下料前同样用钢板矫平机进行矫平,并在下料后进行一次矫平,以保证零件下料的精度及平整度,保证钢板局部平面度不大于1mm。箱型钢柱结构均采用直条式焊接工艺,采用多头直条切割机进行零件下料,非规则零件采用数控切割机<sup>[1]</sup>。如钢板需要拼接则先进行接料,再功分区域进行数控精密切割,注意保证下料精度,留置切割余量。钢柱钢板采用铣边机等切割装置进行切割,以保证焊接坡口质量,从而保证钢板的焊接质量。箱型柱、梁制作过程中,同样先对钢板进行矫平处理,放样、排版、钢板下料及坡口制作与H型钢梁相近,此处不做赘述<sup>[11]</sup>。

#### 3. 复杂节点加工制作

钢结构加工过程中复杂节点的加工关键技术包括以下几个方面:钢结构节点焊接量工作量很大,因此胎架组装面可选择箱型梁进行正造,以保证节点顶部牛腿的安装基准面,注意要在重型平台上进行,因为节点处焊接变形较大。箱型梁的定位必须定对平台上板件中心线及端面企口线,定位完成后划出安装构架线;上立柱的定位要在保证坡口间隙及垂直度的基础上定对平台上的中心线。下节点构件定位要在保证坡口间隙及垂直度的基础上必须定对平台上弦杆箱型构件端面企口线,支撑牛腿的定位则要在保证坡口间隙及垂直度的基础上定对节点上的端面企口线。

#### 4. 钢柱焊接控制

1) 焊接钢管柱时,可以采取电加热技术做好焊前预热,在焊接过程中必须保证层间温度,焊接完成后,也需要采取相应的保温措施保证焊缝质量。同时。可以选择间接热输入密度集中、熔池保护及脱氢效果良好的二氧化碳气体保护焊,可以采用多层多道错位焊接工艺,严格控制焊接环境,设置好防雨保温棚来保障焊接作业的顺利实施。2) 应该明确日照及焊接变形对钢柱垂直度偏差的影响,计算好钢柱预偏的方向和角度,保证施工效果。3) 应该做好焊接收缩变形的预控工作,可以在钢柱的4个面沿对接缝焊接马板,依照千分表的大小设置马板的大小和间距<sup>[5]</sup>。在柱两侧焊接的马板上对称摆放千分表,确保钢针顶紧马板,固定好旋钮后,可以进行焊接,要求作业人员能够做好千分表读数的观察,对比读数差值,再依照相关公式明确钢柱在不对称焊接情况下的焊接变形,对其进行预控。

#### 四、超高层建筑钢结构加工预变形技术

超高层建筑钢结构在施工的时候有时候会遇到一些不规则的造型,这些不规则造型在施工的时候会增加工作人员的工作难度,如果不加以重视,还会在施工的时候产生三维变形。要想避免出现三维变形就必须在施工的时候研究出一些解决问题的技术。同时,相关的施工企业要高度重视所有施工技术的应用情况,根据实际情况随时做好技术的调节工作,保证整个超高层建筑钢结构设计的质量和整个超高层建筑工程的质量,最终在保障整个工程稳定性的基础上尽可能减少变形发生的几率。目前预变形技术在应用的时候主要以两种形式存在,分别是:构件夹固法和反变形法。构件夹固法在应用的时候最主要的目的就是可以减少中小型变形发生的几率,通过夹具固定的方法可以让整个焊接工作在进行的时候更好地完成工作,同时避免整个过程中出现变形的情况

发生。在一些中长型钢结构构件进行施工的时候一般都会以反变形法来完成,反变形法在使用的时候需要注意保证焊接方向的一致性。

#### 五、结束语

综上所述,城市的建设需要充分的考虑到如何更好的应对复杂环境,尤其是在一些超高层建筑钢结构建设过程中,复杂环境带来的影响非常的明显,很容易导致实际的建设效果无法满足既定的工作需求,钢结构工程的建设优势就无法体现出来。所以,需要通过施工技术来提升钢结构工程的建设效果,才能满足实际的工作需求。这种情况下,本文提出了上述内容,详细的阐述了长高层建筑钢结构工程中的施工技术内容,希望能为我国的钢结构工程施工人员提供参考,从而更好的提升实际的工作效果。

#### 参考文献:

- [1]马彧,李阳,周宇博.超高层建筑钢结构施工技术与管理研究[J].居舍,2020(34):135-136+70.
- [2]付正权.超高层建筑钢结构施工关键技术与管理研究[J].城市住宅,2020,27(11):192-193.
- [3]刘志祥.超高层建筑钢结构施工技术探究[J].科技创新与应用,2020(33):149-150.
- [4]史玉鹏.超高层建筑结构施工关键技术解析[J].江西建材,2020(09):197-198.
- [5]罗成刚.超高层建筑钢结构施工技术与管理研究[J].中国建材科技,2020,29(04):128-129.
- [6]韩佩.基于BIM的超高层建筑复杂钢结构施工技术研究[D].西安建筑科技大学,2020.
- [7]杨文玮.超高层建筑钢结构施工技术要点[J].工程技术研究,2020,5(10):49-50.
- [8]连伟.超高层建筑钢结构施工的关键技术和措施[J].新型工业化,2020,10(04):149-152.
- [9]王超群.超高层建筑钢结构施工安全技术及其标准化[J].建筑技术开发,2020,47(06):117-118.
- [10]邝志宏.超高层建筑钢结构施工中关键技术和措施研究[J].智能城市,2020,6(03):159-160.
- [11]王宏浩.超高层建筑钢结构施工关键技术研究[J].工程技术研究,2019,4(05):45+76.

个人简介:陶云雷,1980.7,汉,男,中铁建工集团有限公司,副总经理,高级工程师,本科,建筑工程,ztjgtaoyunlei@163.com