

浅析某建筑钢结构安装施工中的垂直度控制方法

赵胡

中国五冶集团有限公司

DOI: 10.12238/ems.v5i2.6092

[摘要] 随着我国城市化发展进程的不断推进，越来越多的高层建筑投入施工及使用中，这也导致城市建筑用地愈发紧张。而为促进施工强度的提高，就需要做好钢结构施工工作。考虑到钢结构施工存在的特殊性，需严格控制其施工的垂直度。但在实际钢结构安装施工中，还存在着不少问题，对垂直度控制的认识不足，加上控制方法不统一，导致对钢结构施工质量产生了不小的影响。基于此，本文从单节柱垂直度与整体垂直度两个大方面出发，就建筑钢结构安装施工中的垂直度控制方法展开分析，以期今后的钢结构施工操作提供一定参考。

[关键词] 高层建筑；钢结构；垂直度控制

Analysis of the Verticality Control Method in the Installation and Construction of a Building Steel Structure

Zhao Hu

China MCC Group Co., Ltd

[Abstract] With the continuous advancement of urbanization in China, more and more high-rise buildings are being constructed and used, which has also led to an increasing shortage of urban building land. To promote the improvement of construction intensity, it is necessary to do a good job in steel structure construction. Considering the particularity of steel structure construction, it is necessary to strictly control the verticality of its construction. However, in the actual installation and construction of steel structures, there are still many problems, such as insufficient understanding of verticality control and inconsistent control methods, which have had a significant impact on the quality of steel structure construction. Based on this, this article analyzes the verticality control methods in the installation and construction of building steel structures from two aspects: single column verticality and overall verticality, in order to provide some reference for future steel structure construction operations.

[Key words] high-rise buildings; Steel structure; Verticality control

引言

钢结构是一种绿色、协调的材料，近年来被广泛应用在了建筑行业中，特别是高层及超高层的建筑施工中。在钢结构的实际安装施工过程中，安装的稳固性及精度会受到垂直度控制效果的直接影响[1]。而在控制垂直度时，首先应当明确主体结构整体垂直度的含义。目前，高层建筑中应用的钢结构，其主体结构通常是由不少竖向构件共同组成的，因而只能通过多节柱组成的整根柱子来判定其整体垂直度情况。在实际安装时，应确保各节柱在竖向定位轴心线的水平、垂直这两个方向摆动上升。随后，再以各个节柱柱顶轴心偏移定位轴线距离的代数和计算结果为依据，来判定垂直度是否符合相关文件的规定要

求。在具体施工过程中，如果未能很好地控制垂直度，那么在结构封顶以后，钢结构的整体垂直度就很有可能会出现超标的情况，此时便无法进行整改[2]。由此可见，建立起垂直度过程控制方法具有非常重要的意义。

1、单节柱垂直度的控制方法

在建筑钢结构的实际安装施工过程中，主体结构整体的垂直度是由各节柱安装过程控制来保证的，整根柱整体的垂直度不能由单节柱安装时的垂直度直接计算得出，因为在梁的安装及焊接、柱与柱的接头焊接等后续施工操作时，会将单节柱的垂直度改变。因此，首先应明确单节柱的两种常用安装校正方法，以及对钢结构整体垂直度产生的影响效果。

1.1 将垂直度作为基准的安装校正方法

(1) 柱的轴线控制

为确保柱的轴线控制的有效性,应当遵循以下控制原则:首先,借助安装层上各个柱头的定位轴线与其三个侧面中心线间的偏差,得出轴心位移值与柱头扭转的变形量。相关文件中规定,根据柱顶的轴心偏移值来确定单节柱的具体垂直度,其中,轴心偏移不会受到柱顶扭转变形的影响。其次,当安装层上柱头的扭转值或偏移定位轴线值的数据过大时,就需要在安装上节柱时,适当调整其柱底部位,并控制调整以后的错口量不超过3.0mm[3]。其三,当错口量比规定的偏差值大很多时,在安装上节柱时,就需要注意不可一次便调整到位。

关于柱的轴线控制方法,具体如下:先在每一节待安装柱上下两端的各侧面上投放中心线,然后将定位轴线投放在安装层各个柱头的三个侧面上,最后,以柱头各个侧面上的中心线与定位轴线间的偏差为依据,将柱头的轴心位移值、扭转变形值计算出来。

设定柱头各侧面中心线的偏移值为a、b、c、d,那么可根据以下公式将扭转变形值 ΔT ,以及轴心在水平(x)方向与垂直(y)方向位移值计算出来:

$$\begin{aligned}\Delta T &= a - (a - b) / 2 \\ \text{或 } \Delta T &= c - (c - d) / 2 \\ \text{则 } \Delta x &\approx (a + b) / 2 \quad \text{①} \\ \Delta y &\approx c - (a + b) / 2 \quad \text{②}\end{aligned}$$

上述公式中,a与c均为正数,如果a、b在定位轴线的同一侧,那么b为正数,否则变为负数。以①、②式的计算结果为依据,能够得出这一节柱柱头轴心与定位轴线之间偏移的距离。根据柱头的扭转变形值及其偏移值,能够适时调整新安装柱的柱底,使其尽量靠拢定位轴线。并将扭转变形进行适当调整。此外,在对主体结构进行封顶作业时,采用代数和方法,根据安装层上各个节柱柱头轴心偏移值,将其整体垂直度计算出来。总之,钢结构整体垂直度的计算结果会受到安装层上柱头轴心偏移的方向及偏移值的直接影响[4]。

(2) 单节柱垂直度的控制

将单节柱的垂直度作为基准的安装校正法中,指出在安装每个节柱时,应必须使其处于完全垂直的状态。尽管如此,在经过梁的安装及焊接、柱与柱的接头焊接等后续施工操作后,单节柱的柱头依旧会出现扭转及偏移的情况。但需注意的是,扭转值是由运输过程中应力的释放以及制作误差等引起的。为了确保整体垂直度,可在轴心偏差允许的范围内,对单节柱的垂直度进行适当调整。

1.2 将柱顶定位轴线作为基准的安装校正方法

在将柱顶定位轴线作为基准来安装单节柱时,可采用两台全站仪来测控柱顶两个相邻侧面上的控制点的三维坐标值,并

不断对控制点的坐标进行调整,直至与设计坐标重合。柱底与下节柱柱头对齐,对于柱子的垂直度,则未有控制要求。在实际安装时,由于未对单节柱垂直度进行控制,因而结束安装操作后,应根据相关规定对其垂直度进行检验,与此同时,还需检测安装层上各个柱头轴心与定位轴线间的偏移值。其中,单节柱垂直度的检验方法具体如下:

在安装单节柱时,柱顶轴心的坐标应当与设计坐标重合,柱顶轴心坐标值无偏差,并根据柱底轴心偏移设计坐标值确定单节柱具体的垂直度。当柱底与下面柱头完全对齐,那么可根据①、②式计算出柱底轴心的偏移值;当柱底与安装层上的柱头没有对齐,柱底的坐标有少量调整,那么可根据以下公式将柱底的轴心偏移值计算出来:

$$\begin{aligned}\Delta x_1 &\approx \Delta x - (a_1 - \Delta T_1) \quad \text{③} \\ \Delta y_1 &\approx \Delta y - (c_1 - \Delta T_1) \quad \text{④}\end{aligned}$$

在上述公式中, Δx_1 与 Δy_1 是新安装柱柱底轴心在水平(x)方向与垂直(y)方向与定位轴线间的偏移值; Δx 与 Δy 是安装层上柱头轴心在x方向与y方向与定位轴线间的偏移值; ΔT_1 是新安装柱柱底的扭转调整值; a_1 与 c_1 则是新安装柱柱底两侧面的中心线与下面柱头相应侧面的中心线间的距离。

此外,在对主体结构进行封顶操作时,应以各个节柱柱头轴线与定位轴线间的偏移值为依据,通过代数和方法,将主体结构的整体垂直度计算出来。

1.3 单节柱两种安装校正方法的优点及不足

(1) 将垂直度作为基准的安装校正方法的优点如下:结束安装作业后,各柱顶的标高一样,并且柱与柱的接头焊缝能够符合全焊透焊缝最小间隙标准;单节柱垂直度可充分满足相关规定要求;各单节柱均处于垂直状态,因而在安装梁时,高强度螺栓有着非常高的过孔率;当柱扭转变形值比较大,在实际安装时,便可进行分节调整[5]。

不足之处:当柱子的长度存在比较大的误差时,那么就会使得柱与柱的接头焊缝过大,从而导致焊接的工程明显增加;正式安装校正时,需要做出2至3次的调整;当无法将安装层待安装的柱子全部运到现场时,就不能对该层标高的控制值进行确定,进而对安装的进度造成一定影响。

(2) 将柱顶定位轴线作为基准的安装校正方法的优点如下:有着非常高的安装及测量效率,调整起来也比较简便;更加适用于倾斜柱的安装施工。

不足之处:无法轻易保证柱与柱之间最小的焊缝间隙,还需对焊缝间隙进行适时调整;各柱子并不处于垂直状态,在安装梁时,高强度螺栓的过孔率并不高,这样会对梁的正常安装产生一定的影响;当柱子有着比较大的扭转变形值,如果柱顶的三维坐标与设计坐标重合,那么柱底就无法对齐安装层上的柱头,增加了上下协调的难度;单节柱垂直度是由下节柱柱头

轴心与定位轴线间的偏移值直接决定的,但是下节柱柱头的轴心偏移值是由梁的安装与焊接,以及柱与柱的接头焊接变形等多种因素共同导致的,因而在单节柱正式安装前,应对安装层各个柱头的轴心偏移值进行准确测量。

2、单节柱垂直度与整体垂直度之间的关系

在《钢结构工程施工质量验收规范》文件中,明确规定单节柱垂直度允许的最大偏差为单节柱高度的1/1000,并且还应在10mm以内[6]。这里指的是柱顶与柱底的轴心在同一个方向的相对偏差值,不同于整体垂直度的要求,没有要求一定要与定位轴线挂靠。文件中提出的此项规定的主要目的是为了确保持续不影响到梁的安装以及高强度螺栓的过孔率,此外,还能有效减少整体垂直度受到梁制作长度存在的误差、柱与柱接头焊接变形、梁翼缘板的焊接收缩等因素的影响。在实际安装单节柱时,如果其未能处于垂直状态,那么就会进一步加大受到影响的偏移值,这对主体结构整体垂直度的控制就更为不利。由此可见,对于整体垂直度的控制,将单节柱垂直度作为基准的安装校正方法要更加有优势。我们可通过在完成梁的安装、柱与柱焊接等操作以后,借助各个单节柱柱顶轴心偏移值的代数和,将整根柱的垂直度计算出来。至于各个节柱的柱顶轴心偏移值,应当在安装上一节柱前,对安装层上各个柱头实施定位轴线放线以后,再根据①、②式计算出来。

3、整体垂直度过程控制方法

主体结构整体垂直度指的是每根柱子的整体垂直度,主要根据各安装层上柱头轴心偏移的代数和进行判别。其中,各柱头轴心偏移主要包括: Δx 与 Δy 这两个方向,并且存在正负号之分。为使代数和最小,使得整根柱处于最佳垂直状态,则需确保各个节柱在定位轴线的前后或左右方向进行摆动上升[7]。

3.1 计算整体垂直度的方法

首先,根据①、②式计算出安装层上各个柱头轴心与定位轴线之间的偏移值,再根据以下公式计算出每根柱子整体垂直度的实际偏差值:

$$\Delta x = \quad \text{⑤}$$

$$\Delta y = \quad \text{⑥}$$

在上述公式中, Δx_i 与 Δy_i 指的是第*i*节柱柱头轴心在*x*方向与*y*方向与定位轴线间的偏移值,可根据①、②式计算出来;*k*指的是每根柱子分节的具体数目。根据⑤、⑥式得出的结果,便可判定主体结构整体垂直度是否满足规定的偏差要求。

3.2 整体垂直度过程控制的方法

为了避免钢结构在封顶结束后,出现整体垂直度超标的情况,就需要对整体垂直度进行过程控制,措施如下:

首先,在进行钢结构安装施工的全程,做好沉降观测工作,尤其需要重视钢结构柱安装受到沉降不均匀的影响,及时将比

较大的不均匀沉降消除掉。其次,对安装层上各个柱头轴心偏移的方向及数值进行确定,将偏移的原因找出,为上一节柱安装调整工作提供重要参考。一般在单节柱允许的垂偏范围以内,对单节柱的垂直度进行调整,也即通过人为的方式反向调整垂直度,此外,也可先焊接偏移反向的梁的翼板的焊口,以起到微调的效果[8]。其三,在安装主体结构时,可将柱在*x*方向与*y*方向的整体垂直度示意图绘制出来,从而对安装层上柱头轴心具体垂偏倾向进行直观判断。通过采取上述一系列措施,能够对整体垂直度进行有目的性的控制,当发现有连续偏向一侧情况出现时,就必须及时采取相应的调整措施,确保主体结构各个柱子的整体垂直度处于受控的状态。

4、结语

在建筑钢结构的安装施工中,其垂直度控制主要包括单节柱与整根柱的垂直度控制。其中,对单节柱垂直度进行控制的主要目的是为了确保能够根据规定的技术要求顺利安装梁。整体垂直度则是由安装层上各个节柱柱顶轴心与定位轴线间的偏移值的代数和进行控制的,要求各个节柱柱顶轴线只能在定位轴线的前后或左右方向摆动上升,中间不可出现缩肚或鼓肚的情况,整体也不能朝着某个方向偏移。由此可见,定位轴线对主体结构整体垂直度起到了判定及控制的作用。对于将单节柱垂直度作为基准的安装校正方法,其更有利于单节柱垂直度的控制,并且对于整体垂直度的控制,也具备一定的优势。在实际建筑钢结构的安装施工过程中,需对柱的整体垂直度进行控制,通过采取过程控制的方法,可有效避免垂偏问题的出现。

【参考文献】

- [1]陈琦.逆作法施工中一桩一柱的超高垂直精度控制方法[J].工程技术研究,2020,5(07):24-25.
- [2]王力勇,周杰,潘志忠.逆作法格构立柱井下护筒千斤顶垂直度控制施工技术[J].建筑施工,2020,42(09):1633-1635.
- [3]黄民,赵东生.双轮铣槽机在基岩段施工中的垂直度控制及修正[J].地质装备,2021,22(04):46-48.
- [4]杨森.装配式钢结构中钢筋桁架楼承板楼板结构施工质量问题控制要点探析[J].福建建筑,2021,8(07):86-89.
- [5]付继新,田明鑫.装配式钢筋桁架楼承板在钢结构住宅中的施工质量控制[J].四川建筑,2021,41(03):197-199.
- [6]郭晓锟.厂房钢结构施工技术 & 质量控制要点——以漳平工业园某建筑产业化生产基地项目为例[J].福建建材,2021,3(09):115-116,29.
- [7]侯永清,高理想,马寄博.浅析某建筑钢结构安装施工中的垂直度控制方法[J].安装,2022,13(10):91-92.
- [8]杨浩.民用建筑钢结构施工的垂直度控制方法[J].工程机械与维修,2022,16(02):240-242.