

雄安立体车库钢结构制作精度控制措施分析

张伟

(天津港航安装工程有限公司 天津 300456)

摘要: 雄安立体车库的钢结构制作精度要求高, 该项目主体为全钢结构, 焊接工作量较大, 大部分构件采用全螺栓连接方式。通过采取机钳装配思路和铆焊矫正工艺相结合, 根据施工合同中约定的要求, 科学组织施工机械和人员高效地完成施工任务, 精确计算各工序施工工效并精细化严格管理施工过程中的每一个环节, 投入专业人员控制施工进度, 及时进行纠偏, 对制作好的构件进行编号并做好成品保护, 通过科学的管理方法和质量控制, 最终有效地保证钢结构加工精度。

关键词: 全栓接; 形位偏差; 焊接变形控制

0 引言

装配式钢结构工程有施工工期短、成本低、抗震性强等优点, 近年来, 我国大力推广应用装配式建筑, 积极推进高品质钢结构住宅建设, 鼓励学校、医院等公共建筑优先采用钢结构。钢结构本身就是装配式, 但是装配的难度却不同。现场螺栓多, 焊接少, 装配程度就高。工厂组装越多, 现场组装越少, 装配程度就高。墙体用整体板材越多, 砌体墙用的越少, 装配程度就高。楼板用预制板越多, 现浇板用的越少, 装配程度就高。本文用实例分析装配式的施工重难点。

1 项目概况

2018 年 4 月份, 公司承接雄安立体车库钢结构分部制作与安装项目, 该项目共有 4 组车库, 每组车库由 3 个相对独立的小库组成。车库分 5 层, 层高为 2.1 ~ 3.4m。钢柱截面 300mm × 300mm, 壁厚 14mm, 每组车库共 72 根, 高度为 14 ~ 19m, 车位模块 229 块。每组车库见图 1。

车库钢结构梁柱连接的传统方法是采用焊接, 之间偏差可以通过切割梁、牛腿端头或调整间隙量修正。应中交雄安投资有限公司要求, 该项目钢构件

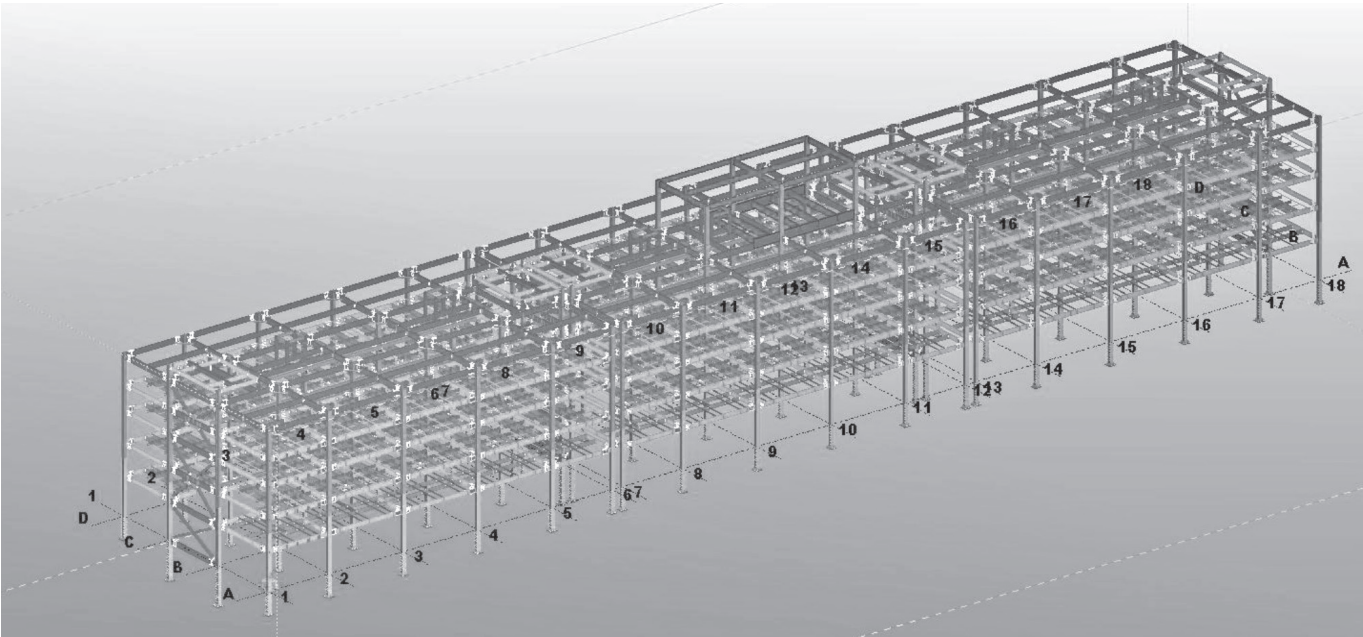


图 1 车库立体示意图

大部分采用全螺栓连接,尽可能在加工厂完成更多工作,减少现场焊接量,达到现场快速安装的效果。钢柱牛腿与横梁的翼缘板、腹板通过设置螺栓连接板完成螺栓连接见图 2。

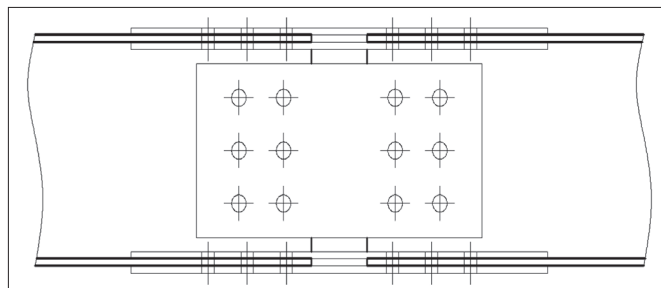


图 2 螺栓连接示意图

2 难点分析及重点工作

根据规范:现场安装时高强螺栓应能自由穿入螺栓孔,不得强行穿入。若螺栓不能自由穿入时,可以采用铰刀或锉刀修整螺栓孔,不得采用切割扩孔。扩孔数量必须征得设计人员同意,扩孔后的孔径不应超过 $1.2d^{[1]}$ 。

2.1 技术难点

(1) 钢柱每层至少三个方向都有牛腿,相互制约,牛腿处的钢性很大,现场难以通过拉、拽等方式补偿调整偏差量。理论上在 $31.9\text{m} \times 6.2\text{m}$ 的范围内,构件制作与安装的累计误差不能超过 2mm (螺孔裕量)。每组库存在约 4 万个螺栓 (图 3),如果螺孔加工偏差大导致现场修孔,只能采取人工高空修磨,即便修磨 25%,四组车库的螺栓孔修磨数量也以万记,将直接导致现场安装工期失控,成本飙升,安全风险增大。

(2) 钢结构安装其他技术要求^[2]

① 保证升降机井道从基坑至顶层巷道的垂直度误差不超过 $\pm 10\text{mm}$;

② 同一跨距车位的楼板面上的钢结构梁上表面平面度偏差小于 5mm ;

③ 保证各停车位宽度满足停车净宽 2200mm ,车位支撑梁关于中心对称,其中搬运器行走梁间距保证 $584 \pm 2\text{mm}$;

④ 根据钢结构图纸,在每一层巷道两侧均设置有横移搬运器轨道,其轨道采用支撑台安装,支撑台的位置及标高需符合设计要求,支撑台平面内高度偏差 $< 2\text{mm}$ 。

2.2 重点工作

螺栓孔空间精度控制是整个制作的关键,所有技术工艺工作围绕以下 4 个关键点展开:

(1) 成品 H 型钢截面尺寸存在偏差,如何保证加工精度,实现批量化加工?

(2) 如何处理焊接变形和火工矫正,使变形值处于受控状态?

(3) 如何在各环节减少误差,并尽量消除上一工序的误差?

(4) 没有钢柱整体机加工的大型数控机床,只有常规设备如磁力钻、摇臂钻等,采用何种工艺达到加工精度要求?

3 主要措施

经过反复讨论,要达到该项目安装精度要求,铆焊工艺已经无法保证制作质量,必须将机钳装配思路和铆焊矫正工艺相结合去控制制作精度,主要分为以下 5 个控制阶段:

- (1) 钢柱部件抛丸预处理;
- (2) 牛腿、连接梁采取样板钻孔;
- (3) 钢箱柱、牛腿拼装定位胎具加工;
- (4) 焊后调火处理;
- (5) 回胎复验,纠偏。

4 具体实施要点

4.1 构件抛丸预处理

由于钢柱细而长,焊接也存在局部应力。钢柱按

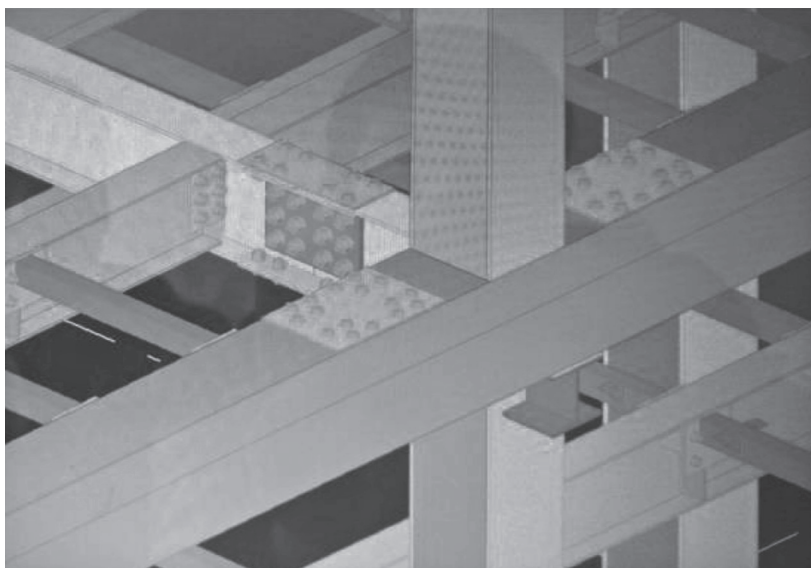


图 3 连接节点示意图

箱体和牛腿分开制作,在箱体四面焊接成型后,旁弯控制在5mm以内^[3]。

箱体和牛腿单独抛丸除锈,箱体喷涂底漆一遍,牛腿不喷漆,保留摩擦面。

抛丸时要尽量保证钢箱体4个面受力均匀,以减少变形。除锈结束后要进行检验,及时矫正旁弯超过5mm的钢箱柱。根据统计结果,72根钢箱体抛丸除锈完成后,有2根旁弯超值调整,其余的均在控制范围内。

由于牛腿腹板较薄,抛丸除锈后,变形量较大,上下翼缘板距离差最大达11mm。此变形要在后续组拼时采用千斤顶调整。

4.2 牛腿、连接梁采取统一样板钻孔

制作数块连接板作为标准样板,要完全按照钢柱图纸尺寸进行画线定位,并留有基准线,钻孔(图4)。完全合格后,交付班组进行牛腿套打钻孔。套打过程中要做好检查,一旦样板磨损,要及时更换样板。

牛腿待焊侧后续可能会进行切割修整,消除钢箱体与牛腿间的累计误差,因此待焊端面不能作为基准面。

连接梁要以H型钢中间腰线为基准向两侧返线,找出翼缘板、腹板螺栓群的参考线后,样板基准线对齐参考线后,采取同样的办法加工螺栓群。采用取芯钻头进行钻孔。

注意事项:牛腿及H型钢钻孔时,由于H型钢翼缘板存在偏差,必须以腹板厚度中线为基准向两侧分布螺栓群,不能以翼缘板宽度方向取中为基准线。

4.3 钢箱柱牛腿定位胎具制作

4.3.1 钢箱体轴线建立

钢箱柱制作必然存在表面局部不平整、整体存在旁弯、扭曲等偏差,因此箱体每个面均不能作为基准面,只能相互借量取中,建立箱体四个面的理论

上的中轴线。

4.3.2 地样及胎具制作

根据图纸各零件的平面距离,在平台上画地样,定出箱体中轴线和牛腿最外侧螺栓孔的理论位置。以地样为基准,的设置刚性箱体支撑架和牛腿支托架及定位板,具体见图5。



图5 定位措施示意图

钢箱柱宽度方向取中设点,相互借量形成一条中轴线,并用样冲断续留钢印点。后续均以此为基准线安装牛腿、底板。钢柱摆上胎具托架后,上下面的中轴线端点投影与地样中轴线要重合。

4.3.3 牛腿定位要点

(1) 托板设置高度调整螺栓,保证牛腿腹板中线与钢箱体侧面中轴线对齐。

(2) 定位板设置长孔,孔径比实际要求大0.4mm;距离钢柱轴线距离比理论数值大1mm,以供焊后收缩。

(3) 采用两根长轴穿过定位板长孔和牛腿螺孔,使牛腿定位。长孔与螺孔等径。

(4) 安装时调整牛腿与钢箱体的距离,如果牛腿长度长,需要进行切割、打磨。

(5) 牛腿最好采用数控锯床切割,长度比理论尺寸短1mm为佳。

5 焊后火工矫正处理

钢柱在胎具上组对、点焊完成后,移出胎具,吊到焊接区进行焊接。焊接可以不采用专门的工装限制变形,但必须先焊接腹板,再焊接上下翼缘板,以减少变形。钢柱大多3

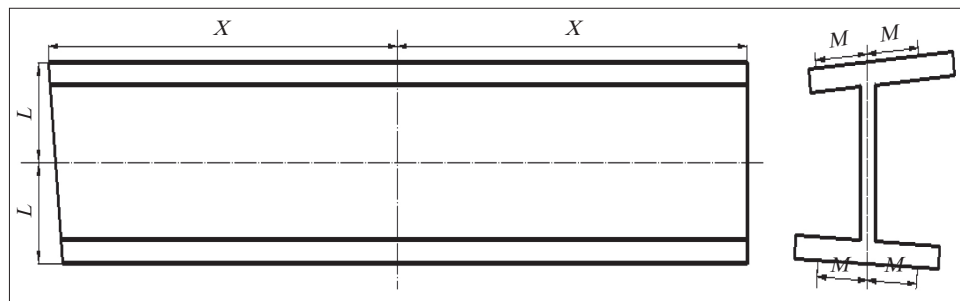


图4 钢梁钻孔基准线示意图

个面有牛腿,焊接变形将会在另外一侧形成 20mm 左右的旁弯,需要在牛腿焊接处进行火工矫正^[4],矫正人员要具备一定的经验。

检测旁弯需要等到钢柱完全冷却至室温后再进行,轻轻拨动钢柱一端,使钢柱达到自由状态,避免钢柱与底部托架连接导致测定的旁弯值不准确。

6 回胎复验(变形数据通过典型施工实测)

矫正完成的钢柱吊回原来的预制胎上进行复测,钢柱轴线与地样轴线重合后,检测成品的收缩量与胎具定位板的偏差,进行偏差统计与分析。根据数根钢柱的实际偏差值调整胎具定位板的位置。根据统计,发现在此种工艺状态下,牛腿的焊接收缩量一般在 1 ~ 1.5mm 范围内居多。据此进行了胎具定位板微调。

回胎复验的目的主要是为了收集钢柱焊后变形值,后续可以采取每 5 根钢柱抽取 1 根的方式回胎复验,其余钢柱就采用拉直线的方式复核钢柱上的轴线变形状况,这样便可减少胎具占用时间,提高工作效率。

7 成品保护

完成制作的钢柱进防腐车间进行后续油漆喷涂施工,防腐涂层的质量决定整个钢结构车库的生命周期。所以在防腐施工完成后,尤其要注意对涂层的保护,防止在存放、运输过程中的磕碰损伤。此外,车库立柱长度较长,长时间平放存放的时候,受重力影响,会出现下挠变形的情况。为了避免立柱变形,存放时要在整根立柱下面采用多点支撑,均匀布置。钢柱成品保护如图 6 所示。

8 预拼效果

大型的装配式钢结构项目施工过程中,除制作过程的各种工艺控制外,最终的预拼装也是非常重要的一环。车间提前预拼装可以使现场可能出现的很多质量、安全问题和进度风险及早发现,给项目



图 6 钢柱成品保护示意图

管理人员提供了管理方向和预知改进措施。利用项目空档期,特意选择偏差值较大的钢柱,进行了 3 种形式的预拼装,拼装过程未出现修孔、扩孔问题,达到了预期目标。

9 结语

在此类大型装配式钢结构加工制作过程中,由于工厂自身实力问题,即便无法实现大型数控机床的加工精度,也可以通过合理的工艺方法,采用常规工具也能达到一定精度范围,使现场偏差修整工作处于可控状态,为现场安装进度及质量提供了必要保障。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中华人民共和国建设部. 钢结构工程施工质量验收规范:GB 50205-2001[S]. 北京:中国计划出版社,2001.
- [2] 沈祖炎. 钢结构制作安装手册[M]. 2 版. 北京:中国建筑工业出版社,2011:20-155.
- [3] 郭荣玲,刘焕波. 装配式钢结构制作与施工[M]. 北京:机械工业出版社,2001:10-182.
- [4] 周观根,姚谏. 建筑钢结构制作工艺学[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2001:40-190.

作者简介:张伟(1983.08-),男,汉族,天津人,本科,工程师,研究方向:钢结构/机械制造。