

浅谈地铁无柱车站施工重难点及应对措施

王兆庆

长沙市轨道交通集团有限公司

摘要:在地铁工程设计中,车站结构形式主要分为矩形框架结构、拱形结构及圆形结构,其中矩形框架结构分为单柱、双柱及无柱等,无柱车站有空间利用率高,能极大提高乘客的舒适感、空间感等优点,越来越受到设计者的青睐,全国已有多处地铁车站选用该结构形式。本文主要根据无柱地车站的结构特点,结合长沙地铁6号线农科院农大站的现场施工探讨该结构形式的施工重难点及所采取相应的施工技术措施,为同类型的地铁车站施工提供参考。

关键词:地铁无柱车站;重难点;施工技术措施

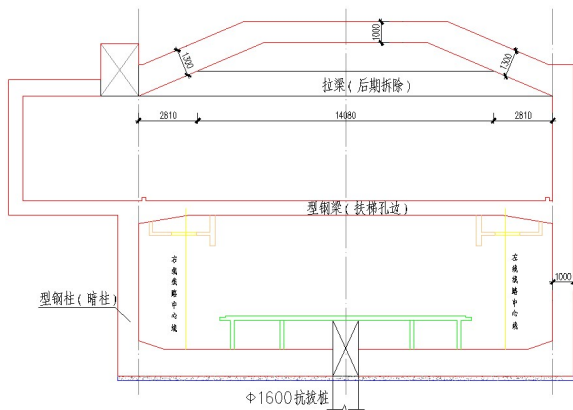
【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.19.054

随着我国经济发展及城市人口的快速增长,对地铁车站的使用功能提出了更高的要求,更大跨度、更大空间及更加舒适的乘车体验已成为乘客当前的需求。在这种环境下,无柱车站表现出空间利用率高,乘车舒适等优点,体现出较大的实用价值。

长沙地铁6号线农科院农大站为无柱车站,顶板采用折板+钢筋混凝土拉梁的组合形式,施工过程中面临主要施工难点为负二层型钢混凝土柱及中板型钢混凝土梁施工,结构内拉梁的拆除施工,重点为折板混凝土施工质量控制,本文将从这几个方面进行阐述。

一、工程概述

农科院农大站为地下两层单柱双跨钢筋混凝土框架结构,其中DK43+454.76~DK43+581.6里程范围内为无柱段设计,结构净宽19.7m,中板孔洞处设型钢混凝土梁加强,梁两端设置型钢混凝土暗柱支承,型钢混凝土梁尺寸为2000×700mm,型钢混凝土柱尺寸2000×1000mm,顶板设置折板,折板厚度1.3m。站厅层车站主体结构与3、4号出入口连接处顶板下方各设置有1000mm×1200mm的单跨拉梁6根,共12根,拉梁长为19.7m。拉梁须于3、4号出入口与主体交界处结构逆作顶板施工完成后拆除。无柱段典型横断面如下图。



农科院农大站主体结构与出入口连接处剖面示意图

二、型钢混凝土梁、柱施工

本工程控制重点为型钢梁、柱加工精度控制,主要为螺栓连接孔的布设,钢筋穿越孔布设及连接钢板布孔等,确保顺利安装;型钢梁与型钢柱节点处,“工”字型型钢梁占据了节点处的大量空间、且“工”字型型钢周围主筋密集,造成混凝土下料困难,同时也增加了混凝土振捣难度,混凝土施工质量控制难度大。

(一) 型钢混凝土柱施工

1. 深化型钢柱设计

为有效解决型钢柱节点处型钢与钢筋在空间位置上的冲突,确保型钢柱中主筋的整体性,在型钢柱加工前需根据设计图进行深化设计。

2. 型钢柱集中加工

根据深化设计,在钢结构加工厂集中加工,从而达到较高精度要求,在加工厂完成现场拼装试验后,方组织大批量的生产。型钢构件出厂前,须提供每个构件的质量检查记录及产品合格证,并对外形尺寸、预留孔直径及位置、连接件位置及角度、焊缝、栓钉焊的加工质量等进行全面检查,在符合设计文件及有关标准后,方可安排进入施工现场。

3. 型钢柱预埋件定位及安装

底板钢筋绑扎完成后,对型钢柱的位置进行放样,并复核型钢柱的轴线及柱底标高;轴线、标高满足要求后方可预埋型钢柱预埋件,并用螺栓固定。浇筑底板混凝土过程中尽量避免碰撞预埋件,以免造成预埋件位移或偏斜,从而影响型钢柱的安装。

4. 型钢柱吊装

底板混凝土达到设计强度后,方可进行型钢柱吊装。吊装前需对型钢柱预埋件位置、标高再次复测,复测满足要求后再进行吊装作业。吊装过程中应避免型钢柱损坏,造成后续安装困难。型钢柱吊装方法采用直吊法,吊装设备采用50t汽车吊。

5. 钢筋绑扎及模板施工

型钢柱主筋在底板预留插筋时,需按位置排布的设计图进行预留,以保证型钢梁翼缘板主筋位置满足设计要求。穿过型钢梁或钢支撑牛腿翼缘板的主筋安装时先将待连接的钢筋从下往上穿过穿筋孔,然后利用专用套筒与下端钢筋连接。

型钢梁、柱节点处的箍筋由于受到型钢梁、钢支撑牛腿腹板的影响只能加工成开口套,该部分箍筋安装时,需与腹板上钢筋进行焊接成封闭箍筋。

型钢柱为侧墙内暗柱,模板结合侧墙同步施工,采用侧墙定型大钢模施工。模板采用5mm厚钢板,四周边肋为10mm钢板,背楞为8#槽钢,间距600mm。钢面板之间连接采用子母口连接,保证面板连接处表面平整,无错缝。模板支撑采用定制单侧三角支架,单侧三角支架由埋件和架体组成。

6. 混凝土浇筑

混凝土浇筑应分层浇筑并进行振捣，分层厚度宜为0.5m，混凝土浇筑速度宜控制在1m/h以内，型钢混凝土柱部位采用直径30mm的插入式振捣器和人工手动振捣。为提高混凝土流动性，可在标准范围内适当提高混凝土的坍落度，防止型钢柱内混凝土不密实、出现蜂窝等缺陷，损坏构件施工质量。

(二) 型钢混凝土梁施工

1. 型钢梁加工

根据设计图纸在加工厂完成现场拼装试验后，方组织大批量的生产，型钢构件出厂前，须对外形尺寸、预留孔直径及位置、连接件位置及角度、焊缝、栓钉焊的加工质量等进行全面检查，合格后方可安排进入施工现场。

2. 型钢梁底模安装

型钢混凝土梁底板模板结合中板模板布设，模板使用18mm的木模板，主楞选用10工字钢，间距1.5m，次楞选用100×100mm的方木，间距0.3m，支架选用采用48×3.2mm承插型盘扣式钢管，立杆横距1200mm，立杆纵距1500mm，步距1500mm。

3. 型钢梁的吊装与校正

(1) 钢梁吊装采用汽车吊两点吊装，钢梁起吊至适当高度后，徐徐下落，直至钢梁平稳的放置于柱顶就位，将梁与柱牛腿部位采用螺栓进行连接。

(2) 型钢梁的校正包括标高、垂直度、轴线和跨距。标高校正主要是对梁高低方向的移动，采用千斤顶进行调整。轴线和跨距校正是对梁水平方向移动，可用撬棍、钢楔千斤顶等工具调整。

4. 钢筋绑扎

型钢柱钢筋连接采用直螺纹套筒连接，直螺纹钢筋安装前需对接头进行车丝、打磨，套筒连接试件需送样检测，达到设计要求后方可现场安装。梁上部钢筋安装方法与底层筋基本相同。型钢梁腹板钩加工时应一端弯钩、一端平直，待穿过预留孔后采用扳手这样才能顺利穿过预留孔，拉筋穿过预留孔后再用扳手把拉筋平直端扳弯至135度并钩住箍筋。

5. 孔洞处梁侧模板安装

侧模板选用18mm厚的木模板，安装前在模板上预留支承压杆的孔洞，支承压杆与钢梁加劲板焊接在一起，方能承受浇筑混凝土时产生的混凝土侧压力。

6. 混凝土浇筑

(1) 梁、板同时浇筑，浇筑方法应由一端开始用“赶浆法”。先浇筑梁混凝土，分层浇筑成阶梯形；当混凝土标高达到底板位置时，梁、板混凝土一同浇筑。

(2) 梁柱接头、梁型钢翼缘下部等部位混凝土不易填充密实，需加强捣实。因型钢结构外包的混凝土须满足受力和耐火的双重要求，故混凝土浇筑时要确保振捣密实、不出现开裂。

(3) 梁节点钢筋较密时，宜采用小粒径石子同强度等级的混凝土浇筑，辅以小直径振捣棒振捣。在型钢混凝土梁的浇筑时，应先保证型钢下翼缘板以下混凝土浇筑的密实度。从型钢梁一侧下料振捣，使混凝土缓慢地从下翼缘板底挤向梁的另一侧，待混凝土高度超过下翼缘板面50mm后，改用两侧双人同时下料振捣，待混凝土超过上翼缘板面100mm后，再从梁的跨中部位向两侧延伸下料。

三、无柱段钢筋混凝土拉梁拆除施工

无柱段结构先于两侧出入口施工，因此在出入口处设置了钢筋混凝土拉梁平衡出入口侧土压力，待出入口顶板施工完成达到设计强度后，方能实施无柱段钢筋拉梁拆除施工，此时在车站站厅层内部拆除作业，施工难度较大。

(一) 施工部署

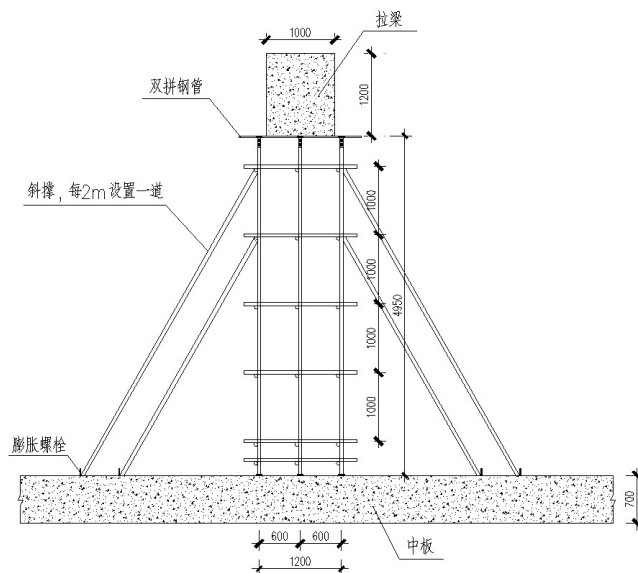
无柱段拉梁拆除在两侧出入口结构施工完成后于站厅层内进行，拉梁下部设置承重钢管支架，选用绳锯分割成小段，最大长度为1.0米（约2.9t），后采用6t的叉车装运中板后，运至2号风亭风井口，集中采取25t汽车吊吊运至地面。

(二) 施工工艺

1. 无柱段拉梁的支架搭设

(1) 无孔洞处支架搭设

临时支架搭设高度由主体中板与拉梁之间的净空决定，搭设高度约4.95m，支架钢管采用48×3.2mm承插型盘扣式钢管。临时支架搭设尺寸：立杆横距600mm，立杆纵距500mm，步距1000mm。立杆脚部设置横向扫地杆，纵向扫地杆采用直角扣件固定，距底托不大于200mm；立杆上端可调螺杆支托伸出顶层水平杆的长度不大于500mm。搭设支架截面示意如下图。



搭设支架横向截面示意图

(2) 扶梯孔洞处的模板支架搭设

1) 拉梁承重支架搭设: 扶梯孔洞部位支架从站台板搭设至中板处, 铺设模板形成平台搭设拉梁支撑支架, 同时作为6t叉车操作平台。扶梯孔洞处支架搭设尺寸: 立杆横距600mm, 立杆纵距600mm, 步距1000mm, 横向剪刀撑每隔7跨设置1道, 纵向剪刀撑在外侧立面上各设置1道, 水平剪刀撑共设置3道, 顶层底层及排架中部各使用扣件钢管搭设一道剪刀撑。可调底座顶丝外露长度不应大于200mm, 扫地杆离地高度不大于200mm; 可调顶托丝杆外露长度严禁超过400mm, 可调顶托插入立杆长度不得小于150mm。

2) 叉车操作平台模板: 叉车操作平台模板采用15mm厚木胶合板, 次龙骨采用80×40×3mm的矩形钢管, 按600mm间距横向布置, 主龙骨采用100×100mm方木, 在方钢上纵向按300mm间距布设100×100mm方木, 模板铺设于方木上。叉车在平台上作业时, 在模板上方叉车作业区域铺设10mm厚钢板形成叉车行走道路, 确保叉车作业区域地基稳固。

2. 拉梁绳锯分段切割

(1) 绳锯分段切割

采用金刚石绳锯切割拉梁的方法进行拆除, 拉梁拆除长度约为1m, 第一节拆成上宽下窄倒梯形, 便于叉车搬运, 每切除完一段, 及时将切块降至中板并转运送至2号风亭风井吊装孔处。拉梁的截断顺序为: 由中间向两边进行截断, 每段长度1m左右。

(2) 人工破除拉梁梁头

因拉梁两端两头为斜面, 绳锯无法切除干净, 剩余部分通过人工采用风镐破除, 切割机割除拉梁钢筋。风镐破除时, 应根据顶板底面位置控制破除深度, 避免超破对顶板造成破坏。破除满足要求后, 采用砂浆抹面, 确保顶板底面平整。

3. 拉梁搬运

首先从中间将拉梁切割, 当中间块两条切割缝施工完毕, 采用改装后的叉车将混凝土块顶起后降至中板, 随后运送至2号风亭位置。拉梁切块运送至2号风亭后, 采用铁链将混凝土块包裹, 随即组织吊装。本工程采用25t汽车吊进行吊装, 吊装场地为农科院农大站主体结构东区施工围挡内的硬化场地。

4. 支架拆除

每根拉梁完全截断转运完成后拆除拉梁承重排架, 支架拆除应遵循“先支后拆、后支先拆”的顺序, 并在现场设立警戒区域, 安排专人进行现场值守, 非工作人员不得进入警戒区域。

四、无柱段折板施工

因无柱段跨度大, 顶板选用类似拱形的折线板形式, 斜板倾斜角度为23°, 混凝土浇筑存在一定的难度, 混凝土浇筑及振捣过程中往往会出现混凝土滑落、

离析现象, 混凝土在斜坡面上成型造成混凝土密实度难以控制, 控制不好将会出现渗漏等隐患, 因此采取合理的施工措施确保混凝土施工质量是本工程的重点。

(一) 控制混凝土下滑

从坡底向坡顶的顺序浇筑对称浇筑两侧折板混凝土, 每次浇筑厚度按照1m控制, 先浇筑下部1m厚混凝土, 待混凝土稍微凝固一段时间, 再浇筑上层混凝土, 上层混凝土振捣过程中不出现流淌或下滑过快现象。

折板坡度较大, 混凝土面形成较为困难, 适当减小混凝土坍落度, 选用130mm左右, 采用汽车泵进展泵送, 但操作过程中要防止发生堵管的情况。混凝土入仓下料口尽量贴近浇筑面, 采用50插入式振捣器振捣, 过程中将会出现混凝土往下滑至较低部位, 造成板厚局部偏小, 人工采用铁锹进展刮铲后将下面的混凝土运至所需的位置进展拍打, 待形成个小面后才采用振动棒进展振捣, 以此类推依次进展施工, 待混凝土初凝前再采用手提式平板振动器由下而上进展振捣后收面抹平等工作; 依次循环进展施工, 直至一个面或块完成为止。

(二) 混凝土密实度控制

插入式振捣器进行混凝土振捣时, 应遵循快插慢拔, 插点均匀排列的原则, 振捣时还应顺序逐点移动进行, 均匀振实, 不得遗漏。振捣移动间距一般为30~40cm, 且不得大于1.5倍的振捣作用半径。对上一层混凝土进振捣时, 振捣器应插入下层混凝土5cm, 以消除上、下层间的接缝。平板振捣器移动时, 其移动间距应确保振动器的平板能够覆盖已振实部分的边缘。

(三) 混凝土厚度控制

折板钢筋绑扎完毕验收合格后, 现场测量出各处的混凝土标高, 采用钢筋头来标识混凝土面的标高, 钢筋头焊接在绑扎好的板筋上, 标识间距5米, 然后再拉线控制混凝土面标高。

五、结论

综上所述, 折板+拉梁形式的地铁无柱车站向较于常规的地铁车站, 增加了诸多施工难度, 而然针对面临的困难采取合理的应对措施, 可大大降低施工难度。站内拉梁拆除选用改装后的叉车作为拉梁搬运工具, 既方便了施工, 同时缩短了工期; 型钢混凝土梁、柱施工预留钢筋穿孔, 为后续钢筋施工提供了便利; 折板施工所采取的措施为折板混凝土施工质量提供了保障。

参考文献

[1]程明龙. 钢结构施工灌流药店探析[J]. 江西建材, 2018(3): 220, 223.
[2]李建军. 土木工程钢结构施工技术的有关问题初探[J]. 建材与装饰, 2018(3): 8.
[3]梁威, 王昊. 我国型钢混凝土梁柱节点构造综述[J]. 结构工程师, 2007, 34(8): 102-108.