

Analysis of Construction Technology of New Variable Section Concrete Filled Steel Tube Column

Youchun Xu

Shaanxi Key Laboratory of Safety and Durability of Concrete Structures, Xijing University, Xi'an, Shanxi, 710123, China

Email: 370644487@qq.com

Abstract

This paper takes a local construction project as a research object, to explore the new variable section of concrete steel tube column construction technology. Previous steel pipe column can ensure the frame column along the building facade tilt, and the overhang span of the same, but the weight is larger, the site lifting operation conditions are relatively harsh. Therefore, the author proposes to realize the deepening design of the variable section concrete filled steel tube column, so as to solve the traditional welding problem. Through the development of a new vehicle crane leg support frame, it can improve the safety of the vehicle crane operation, reduce the construction cost, and promote the smooth development of the project.

Keywords: *Variable Section Concrete Filled Steel Tube Column; Art Gallery; Car Hanging Leg*

新型变截面钢管混凝土柱施工技术分析

许有纯

西京学院，陕西西安 710123

摘要：本文将以某地方工程建设项目作为研究对象，深入探究新型变截面钢管混凝土柱施工技术，以往的钢管柱，虽然能够确保框架柱沿建筑立面保持倾斜状态，且各层的悬挑跨度相同，但自重较大，对现场吊装作业条件的要求相对苛刻。因此笔者提出实现变截面钢管混凝土柱的深化设计，以此解决传统的焊接难题，通过研发全新的汽车吊支腿支架，提高汽车吊作业的安全性，减少施工成本，促进工程项目的顺利开展。

关键词：变截面钢管混凝土柱；美术馆；汽车吊支腿

引言

虽然我国的高层建筑发展规模越来越大，但建筑高度的持续增加，会进一步加大重力荷载，因此需要提高竖向构件的截面，保证施工建筑的安全性。而钢管混凝土由于具备良好的承载力，能切实改善结构的抗震性能，减小构件尺寸，提高建筑的综合经济指标，因此在建筑结构体系中得到广泛应用。为了确保后续提出的新型变截面钢管混凝土柱施工技术应用路径更加科学合理，笔者将以某地方施工项目作为研究对象。

一、工程概况

该美术馆项目建筑的结构形式为：钢筋混凝土框架+钢框架的复合式结构，其中工程钢结构可分为屋盖、幕墙桁架。钢材用量为 6800t，对施工精度要求较高。其中美术馆的 2~5 层外围布置了大量悬挑结构，结构悬挑在 7m 左右，至于 1~4 层的外围框架柱则使用了变截面钢管柱。变截面钢管柱的结构设计为倒三角形，且各楼层的框架柱立面同样呈现倒三角形，内侧则保持竖直状态。各层柱的顶截面显示为长椭圆形，

柱脚截面为椭圆形，结构柱的构造包括：半圆板、柱中加劲肋、圆钢管混凝土斜柱、倒三角形钢板，柱顶的截面尺寸为 1000mm×800mm×800mm，柱顶的截面尺寸为 800mm×800mm×2540mm。该形式的柱能够确保框架柱维持倾斜状态，实现各层悬挑跨度的统一，使柱内侧始终保持竖直效果。具体的结构设计钢管柱构造形式如图 1 所示。

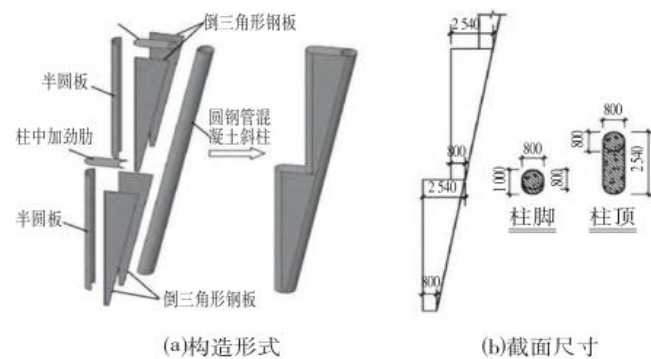


图 1 结构设计钢管柱构造示意图

二、新型变截面钢管混凝土柱施工方案

为了解决以往变截面钢管柱在结构层面存在的焊接问题，需要对其进行深化设计，在设计过程中不仅需要考虑各层钢管柱的二次分割，使钢管混凝土柱从以往的倒三角形转变为梯形，且钢管柱分割点在结构面的 1m 以上，这样既可以简化人工作业难度，便于焊接工作的开展，也能切实加强施工质量。至于在实施钢管柱的吊装处理时，则要使用一种新型的汽车吊支腿支撑架，此类支撑架本身具备极强的承载力，可以切实满足汽车吊支腿的稳定性需求，这样便可消除场地因素的限制，使施工工期、施工安全得到切实保障。同时为了符合焊接要求，需要在钢管柱柱脚位置设置一个方形小孔作为千斤顶架设的着力点。至于开孔区域则要与钢管柱箱体纵隔板位置紧密相连，进一步提高焊接面积，保证施工质量^[1]。

三、新型变截面钢管混凝土柱施工技术的创新点分析

新型变截面钢管混凝土柱施工技术的创新点主要表现为：

第一，深化设计，由于变截面钢管柱在结构层的焊接难度较大，因此各层钢管柱需要借助深化设计实现重新分割，并保证在分割完成后，首层预埋柱的长度在 2.5m 左右，高出结构标高 1m，且每根柱都需要高出结构层 1m 左右，使以往的倒三角形结构被分解为倒梯形结构^[2]。深化设计后的钢管柱如图 2 所示；

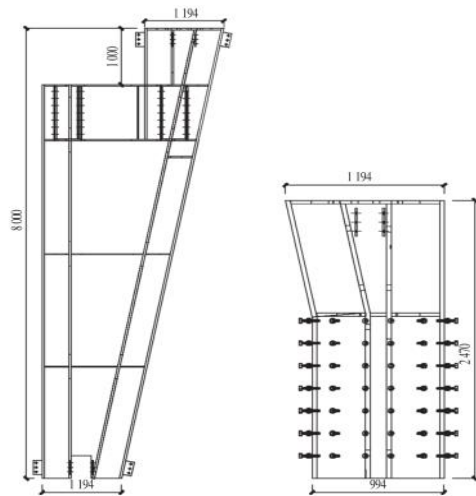


图 2 深化设计后的钢管柱示意图

第二，吊装作业。在深化设计后，预埋柱的长度被控制在 2.5m，重量为 2.8t，标准层的钢柱高度则在 8m 左右，重量为 13t，建筑物外围则设有 4 台塔吊，但由于塔吊本身的施吊重量有限，因此仅部分首层预埋柱可以实现塔吊吊装，至于标准层的钢柱则只能借助汽车吊完成吊装。同时首层钢柱与地下室外墙的距离在 35m 左右，地下室与基坑支护面的距离为 1.5m，因此可推算，首层钢柱与基坑支护桩的距离为 37m。虽然该距离满足作为吊车支腿支撑点的要求，但由于基坑承载力相对较低，为了避免出现吊车起吊过程中的倾覆现象，需要结合钢结构吊装计划，采用大吨位的吊车完成相关作业。但结合本次施工项目来看，由于施工时停车场与北侧建筑的拆迁工作尚未完成，导致大吨位汽车的吊出场地受到一定限制，且场地空间本就较为狭小，导致汽车吊支腿的布置范围过于狭窄。若从经济角度来看，施工费用也偏高，容易对工期造成一定程度的影响。为了解决此类问题，笔者将多种改进方案进行比对后发现，由项目科技小组研发的一种汽车吊支腿支撑架可以切实满足施工需求，降低回填土承载压力，保持支撑面稳定。通过将挂架放置在地下室围墙上，将支撑架安置在支护桩上，使两者能够作为支点，用以解决场地受限问题，也能保障施工质量与安全；

第三，钢管柱的焊接与校正，钢管柱的质量相对较大，本次工程中美术馆的 1~4 层钢管柱重量高达 13t，钢管柱标准节在进行对接时为了保证误差控制在允许值范围内，需要采用千斤顶校正。但要注意原设计节点中无可用的千斤顶附着点，因此需要结合施工要求，在深化设计中布置千斤顶架设的附着点，并对柱体内的纵隔板实施焊接固定，以此提高焊接面积，达到提升施工质量的目的^[3]。

四、新型变截面钢管混凝土柱施工工艺流程

新型变截面钢管混凝土柱施工工艺流程可分为：

一，制作钢管柱。首先要做好钢管柱构件的分析，依照深化图准确切割零件板。其次要进行钢管柱的加工，在安装好中间箱体后，依次进行底板、隔板的安装，在实现隔板与隔板、隔板与底板之间的焊缝焊接。之后组装好箱体顶板与纵横隔板，将半圆的隔板组装在半圆板上，将两者焊接成整体。再将半圆单元件与箱体打造为钢管柱，要求施工人员钻入箱体内部实施横隔板与半圆隔板的焊接处理，并借助理弧焊装置进行箱体间的拼接缝^[4]；

二，预埋柱吊装，本次工程中除了转角位预埋柱需要使用汽车吊装，其余柱均需采用塔吊的形式完成吊装处理。并且在安装预埋柱之前，需要优先进行放线定位，之后才可根据设计标高开展预埋工作。而在预埋后还要进行短柱位置的复核，判断标高是否满足相关标准，一旦发现偏差要第一时间进行纠正。最后，在梁板混凝土浇筑前，还要实现柱顶水平标高的二次检查^[5]；

三，制作支撑杆架。汽车吊支腿支撑架的底座规格需要控制在 4×2m，底座在制作时需使用 300×125×10mm 的工字钢焊接，并将 10mm 厚的钢板作为底座制作材料；

四，汽车吊就位。本次施工项目中建筑地上部分越往上，则建筑边缘与基坑边缘之间的距离越近，在开展汽车吊装的过程中，需要充分考虑到吊臂与上部结构的距离大小。并在吊装时意识到，汽车吊作业半径越小，则作业工况越有利。工程中首层的作业半径最大，可以判断首层属于最不利工况。为此，笔者将首层结构吊装的验算作为研究对象；首层钢结构的吊装拟用 220t 的汽车吊完成施工，需要支腿 2 次，其中 1 号工位需要将工程西侧的三根钢管柱覆盖在内，其作业半径为 30m，安装构件的最大重量为 13t，安装高度在 9m 左右，要验算时需要将绳长与吊钩长考虑到位，要求汽车的吊伸臂高度超过 13m，汽车的吊伸臂长度为 39m，此时便可根据以下公式确定额定起重量是否满足要求，即：

$$Q \geq Q_1 + Q_2$$

其中 Q_1 代表构件重量， Q_2 表示索具重量，通常取 0.5t，经计算后可知，此时的额定起重量为 17t，高于 $13 + 0.5 = 13.5t$ 的安全要求。至于 2 号工位则要将工程东侧的三个钢管柱包含在内，其作业半径为 28m，安装构件的最大重量为 13.1t，安装高度在 9m 左右，同样要将绳长与吊钩长考虑到位，并保证汽车吊伸臂高

度超过 13m，汽车的吊伸臂长度为 43m。再根据上述公式可判断出，此时的额定起重量为 19.5t，高于 $13.1+0.5t=13.6t$ 的安全要求；

五，钢管柱的吊装安装。在施工过程中需要结合深化图纸与吊装计划，确保钢管混凝土柱能够依照每层一节完成分段处理，并保证分段处在结构面 1m 以上，利用连接耳板的形式进行钢管柱的对接布置，在完成对接接头的焊接处理后才可割除连接耳板。同时在钢管柱的吊装与安装过程中还要注意：钢管柱的起吊点需要布置在柱顶位置，要求作业人员在柱顶完成吊耳焊接，并将上开孔作为吊装孔，之后利用吊钩绕过中心线，便于后续完成起吊与校正，也可采用柱端螺栓孔，穿入吊装索具实现吊装作业。严禁施工人员直接穿入普通索具，避免出现起吊环节的栓孔磨损问题，要求索具捆扎牢固，并采用回转法实施起吊；绑扎完成并检查合格后，则要开展起吊试机工作，要求起吊时保持匀速上升，直至钢管柱与地面分离时才可暂停，之后进行索具、卡具的质量检查，直至保证安全可靠后，再进行正式起吊；起吊过程中要保持钢管柱始终与地面垂直，及时进行回转扶直，避免在起吊回转时与构件之间发生碰撞，为吊索预留一定的高度；正式起吊过程中需要专业人员进行统一指挥，指挥塔吊作业人员完成相关操作，将钢管柱吊装至指定区域，之后逐步调整钢管混凝土柱的实际位置，使其装配连接板孔位对齐，之后缓慢下落，采用固定螺栓完成其垂直度的校正处理；在进行钢管柱的两节对接过程中，需要在钢柱两侧安装临时用的联结耳板，并对准上节钢柱与下节钢柱，采用螺栓实现连接板与连接耳板的固定，借助校正螺杆的方式使钢柱的垂直度满足安全标准。并在校正处理后实施对接焊接，最后再卸下连接板与耳板。此外在钢管柱校正过程中还要注意：为了提高柱子的垂直精度，要将全站仪安装在纵横轴线上，对准中线实施测量，若中线与视线偏离，则证明此时垂直度需要进一步调整，可采用千斤顶或敲打法来完成柱子校正；至于钢管混凝土柱的位移调整，则要保证钢管柱对接时与中心线保持对齐，其错变量满足相应标准，为了避免上下柱之间产生错口，还要尽可能实现上下柱的十字线重合，一旦发现偏差，要在柱与连接耳板的侧夹位置布置厚度为 1mm 的垫板，之后拧紧螺栓，从而完成钢管柱的位移调整；

六，水平缝焊接，本次工程项目钢管柱采用的对接焊接方式为手工电弧焊与二氧化碳气体保护焊相结合的方法。其中手工电弧焊是以手工操作的焊条与被焊接的工件作为电极，通过焊条与焊件间的电弧热量进行金属熔化，以此达到焊接的目的。该方法的优势在于设备简单、操作灵活方便，能够实现全位置焊接，适用于多种焊接材料，但也存在生产效率较低与劳动强度较大的不足之处，因此需要与二氧化碳气体保护焊进行结合使用。而二氧化碳气体保护焊则是将二氧化碳作为保护气体实现焊接，该方法的优势在于焊接成本低、生产效率高、且操作简便，能够保证高焊缝抗裂性能，焊接完成后不会产生明显变形，也不会出现焊接飞溅。在焊接时，需要完成组对、校正复验，预留一定的焊接收缩量，之后进行焊前防护、清理以及预热，并在焊接完成后进行无损检测以及缺陷返修，确保焊接质量满足安全标准。通常来说，钢管柱水平焊缝属于一级焊缝，因此对于不达标的焊缝，需要结合超标缺陷位置，利用刨、砂磨等方法进行清理，以此便于后续采取与正式焊缝一致的工艺技术完成补焊；

七，钢管柱在进行混凝土浇筑时需要利用串料筒完成下料处理，之后以人工振捣的形式，实现分层振捣，保证混凝土密实。在作业过程中，要控制好混凝土的分层下料厚度，要求数值在 800mm 以内，采用由外而内的振捣模式，以两人为一振捣小组，直至混凝土不再产生沉落，且均匀泛浆时才可停止振捣。同时，在混凝土浇筑至标高位置后，还要实现二次振捣，要求振动深度在 500mm 左右，以此加强面层密实度，降低混凝土收缩。

五、新型变截面钢管混凝土柱施工技术应用效果分析

根据实际调查显示，本文提出的新型变截面钢管混凝土柱施工工艺技术无论是在深化设计方面，还是在吊装施工方面的创新都具有可行性与可靠性，既可以降低施工成本，也能保证施工安全，且现场安装焊缝均通过焊缝质量检测，施工质量也符合我国钢结构工程施工质量验收指标。

结论

综上所述,通过将某地方美术馆建设项目作为研究对象,对变截面钢管混凝土柱实施深化设计,将以往的倒三角设计为倒梯形,实现二次分割后,使变截面钢管混凝土柱高出结构层 1m,以此解决以往结构面存在的焊接难题。并通过研发汽车吊支腿支撑架,来满足汽车吊支腿的承载需要,保证汽车吊工作的稳定开展,节约施工成本,符合变截面钢管混凝土柱的焊接标准。同时还要在钢管柱的柱脚位置设置方形小孔,使其成为架设千斤顶的着力点,以此保障施工质量。

参考文献

- [1] 何子奇,胡盛文,李彬洋.十字形钢管混凝土柱-H形钢梁框架节点抗震性能研究[J].建筑结构学报,2022,43(11):95-106.
- [2] 程卫红,姜宇鑫,申朝旭.多腔异形钢管混凝土短柱轴压性能试验研究[J].建筑科学,2022,38(09):89-96.
- [3] 朱国旗,施浩,廖宏.井字形钢筋笼对高强钢管混凝土柱力学性能影响试验研究[J].工程建设,2022,54(09):19-24.
- [4] 李伟浪.复式钢管混凝土柱-钢梁节点的削弱设计及其对抗震性能的影响研究[J].四川水泥,2022(09):81-83.
- [5] 陶修,皮正波,赵轩.纯扭荷载作用下内嵌 H 型钢钢管混凝土柱的受力性能研究[J].特种结构,2022,39(04):1-6.