

# 综合医院圆弧形钢结构施工技术

曾 翔

中交一航局第四工程有限公司 天津 300456

**【摘要】**：钢结构作为新型建筑结构，因其节能环保，施工便捷，跨度空间性能好，抗震能强等多种优势，在新中国成立后被广泛应用实践，国内目前在生产、安装等技术方面累积的体量及水平均已经达到世界领先的水平，在当前国家重视环保的大环境下，其100%回收的效益更是得到了进一步推广认可。目前国内大型的三甲医院，越来越注重提高对患者的恢复环境的体验感，圆弧形结构适合人类的审美感，有助于达到调节心情的作用，利用裙房曲线结构能够塑造出优美的建筑风格，达州市第一人民医院（华西达州医院）项目位于四川省达州市，项目门急诊医技楼裙房曲线线性长，与之紧密相连的雨棚设计时考虑抗震要求，造型复杂普通结构不易于成型等多方面因素，采用了钢结构的设计。裙房圆弧形钢结构雨棚造型与外立面幕墙连接，精度控制要求高，本文以达州市第一人民医院（华西达州医院）项目为例，根据项目实际问题，阐述圆弧形钢结构施工过程中的施工安排及安装质量控制。

**【关键词】**：圆弧形；钢结构；质量控制

## Circular Arc Steel Structure Construction Technology of General Hospital

Xiang Zeng

CCCC First Aviation Bureau Fourth Engineering Co., Ltd. Tianjin 300456

**Abstract:** Steel structure as a new building structure, because of its energy saving and environmental protection, convenient construction, good span space performance, strong seismic energy and other advantages, after the founding of New China has been widely used practice, the current domestic production, installation and other technical aspects of the accumulated volume and level has reached the world's leading level, in the current national environmental protection environment, its 100% recycling benefits have been further promoted and recognized. At present, the domestic large-scale top three hospitals, more and more attention to improve the patient's sense of experience of the recovery environment, the arc structure is suitable for human aesthetic sense, helps to achieve the role of adjusting the mood, the use of the skirt curve structure can shape a beautiful architectural style, Dazhou First People's Hospital (Huaxi Dazhou Hospital) project is located in Dazhou City, Sichuan Province, the project door emergency medical technology building skirt curve linear long, and closely connected to the canopy design to consider the seismic requirements, complex shape of the ordinary structure is not easy to form and other factors, Adopts a steel structure design. Skirt arc steel structure canopy shape and facade curtain wall connection, high precision control requirements, this paper to Dazhou First People's Hospital (Huaxi Dazhou Hospital) project as an example, according to the actual problems of the project, expound the arc steel structure construction process construction arrangements and installation quality control.

**Keywords:** Circular arc; Steel structure; Quality control

### 1 工程背景

达州市第一人民医院（华西达州医院）是一所三级甲等综合医院，含床位1000张。建筑的总面积是207400 m<sup>2</sup>，地下室共2层，建筑的总面积是76800 m<sup>2</sup>，主要功能是地下车库、部分特殊性的医疗功能用房和机电设备用房。地上裙房区域共4层，主入口部位圆弧形钢结构雨棚曲线总长度为128米，圆弧形钢结构雨棚为异形造型，水平投影面积1693 m<sup>2</sup>。圆弧形钢结构雨棚所有钢材为碳素结构钢Q235B、Q355B，设计使用年限为25年。圆弧形钢结构雨棚非外露的钢材表面均进行热镀锌防腐处理，外露钢材（直接跟雨水有接触的钢材）表面喷涂氟碳漆。圆弧形钢结构所使用的紧固件分别为A4-70（直接跟水有接触的），A2-70（跟水没有接触的）。

### 2 工程特点

(1) 本项目为三甲医院，医院正前方配套有康养广场，地下室顶板为上人种植屋面，地下室顶板作为康养广场的一部分。为满足公共停车位要求，地下室单层面积较大，导致主楼入口部位圆弧形钢结构雨棚距离永久道路较远，且种植上人屋面无法满足重型起重设备施工条件，无法直接使用汽车吊进行安装，在项目施工总平面布置的时候，就需要综合考虑圆弧形钢结构雨棚的施工安排，确保能够在降低成本的同时安全、高质、高效地完成安装。

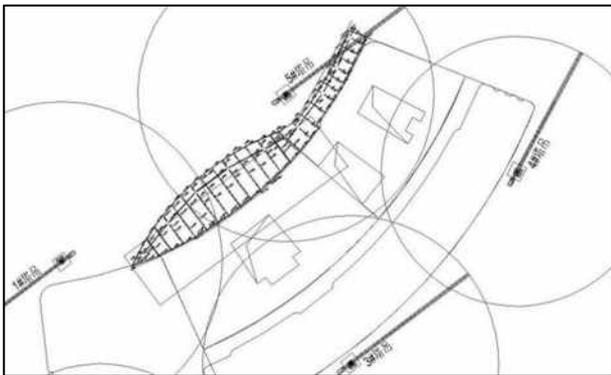
(2) 圆弧形钢结构雨棚位于医技楼入口，是三甲医院的招牌门面，完美的弧线将是所有来访人员目光的焦点，其最终施工质量是工程整体质量的一个突出表现。因其为异形结构，加工、制作、安装难度较大，过程精度控制要求高，任何一个

环节未达到要求都将导致其外观质量,安装线形,与幕墙接口部位等的质量出现问题。所以如何有效地保证圆弧形钢结构施工的质量,确保其与幕墙完美结合是本项目的重中之重。

### 3 圆弧形钢结构施工技术

#### 3.1 圆弧形钢结构施工平面布置及设备选型

根据达州市第一人民医院(华西达州医院)项目门诊医技楼正面地下室顶板位置广场面积较大的现状,如采取提前规划地下室顶板局部加固的措施,确保能够直接使用汽车吊进行安装,就需要耗费大量的钢筋,对项目的经济性影响较大,如采用大型的塔吊设备,因钢结构体量较主楼总体吊装需求相对较小,施工周期占总周期比例也较小,加大设备将大量增加租赁成本,也不是一个经济的选择。在项目平面布置阶段,综合根据主楼结构施工的需求及钢结构施工需求,利用主楼的西北角位置距离基坑边缘较近可设置临时道路进行卸货,布置了两台塔吊(5#、1#)。因异形构件较多,如为单一考虑降低设备租赁成本而将大量构件进行拆分,采用现场高空焊接安装的方式,不仅会使得现场焊接量大幅增加,影响施工进度,而且也将显著增加焊接质量控制的难度,容易出现焊接变形及安装精度控制不当等诸多问题,不利于整体工程质量的控制。项目团队运用 TEKLA、MIDAS、PKPM、AUTODESK 等软件,通过 BIM 技术,建模列出每一个钢结构构件的参数,将每一个构件都提前进行虚拟试施工,模拟吊装工况及工效分析,同时进行经济指标测算,最终在仅需要将钢框梁 GKL1-4、GKL1-5 均分为三段的情况下,将 5#塔吊选定为 7020 型塔吊,作为圆弧形钢结构雨棚施工的主要施工设备,1#塔吊选定为 6015 型塔吊,主要进行主楼结构施工的同时辅助吊装剩余部分圆弧形钢结构构件,1#塔吊覆盖范围内的构件由 5#塔吊喂料至有效工况范围内。



#### 3.2 圆弧形钢结构施工预埋件安装控制

圆弧形钢结构雨棚共设 9 个钢柱支撑点和 37 个钢梁预埋件、玻璃采光顶共设纵横 10 道钢梁共 20 个钢梁预埋件,预埋件安装是第一步也是最重要的一步,预埋件安装精度及质量将直接影响到钢结构的起步质量,所以必须严格控制。

#### 3.2.1 预埋件安装质量控制

本工程圆弧形钢结构雨棚 9 个钢柱支撑点均采用的是锚栓式柱脚,在锚栓的预埋施工前,项目团队根据锚栓定位的设计图纸进行深化后,综合考虑钢柱截面的尺寸,委派专业队伍制作出相应的锚栓套架,用来作为固定锚栓的定位工具,确保定位准确,防止在土建施工队伍进行钢筋绑扎和混凝土浇筑施工的过程中对锚栓的定位造成过大影响,同时还可以有效避免各种其他作业交叉施工过程中对锚栓的安装质量造成不可逆的影响。所有预埋件安装过程中,主体结构钢筋混凝土的施工和圆弧形钢结构的施工必须使用同一平面位置上统一布置的测量控制网,圆弧形钢结构需要根据统一的控制网,再通过专业的技术人员进行细部轴线的测设,用来更加精确地控制预埋件的安装位置,测量设备采用全站仪和水平仪,通过多种手段进行测量及复核,严格控制轴线和标高,确保预埋件能够精确地放线定位。在绑扎钢筋阶段的施工过程中,就应该把预埋件进行初步就位,待钢筋绑扎基本要完成的时候,安排专业的技术人员,对预埋件再次进行精确的校正,在预埋件安装的时候,如果遇到竖向或水平的钢筋出现冲突的时候,在钢筋最终固定前,需要及时对钢筋的竖向或水平位置进行调整,采取钢筋避让预埋件的原则。预埋件安装完成,自查复核无误后,需由专业监理人员再次进行测量复核,确保安装的精度满足规范及图纸要求后,才能够进行隐蔽验收签认,之后在专业监理人员的旁站情况下才能进行混凝土的浇筑工序施工。预埋件安装完成后,应该采用一些经济、便捷的必要保护措施对埋件进行保护,避免后续的施工对已安装完成的埋件造成再次的质量影响。混凝土浇筑时参建责任各方均应派专人进行值守,避免施工过程中工人操作不当使得混凝土直接冲击预埋件造成移位。

#### 3.2.2 预埋件防锈防水处理

混凝土浇筑完成后,需立即安排人员对预埋件外露面上杂物进行清理,辅以手磨机打磨除锈,确保钢构件连接面质量满足要求,之后再行钢构件同预埋件的连接安装,预埋件上的钢梁安装完成后,对埋件及钢梁根部焊接位置进行除渣、防锈漆处理,预埋件的防锈处理同钢梁的防腐设计一致。其次是对预埋件周边进行抹灰及防水处理。因不同材质抹灰容易造成抹灰层开裂脱落现象,所以抹灰至预埋件边角处应做喇叭口处理,同时防止因不同材质抹灰所造成的抹灰层开裂现象,应将镀锌丝网稍微伸入预埋件范围。抹灰完成后,清理好预埋件表面进行防水层施工。

#### 3.3 圆弧形钢结构施工测量精度控制

过去一般圆弧形的结构进行测量放线,都需要先用几何法进行解析,通过细致的内业计算,然后再用经纬仪配合钢卷尺进行测量放线,这种办法需要进行大量繁琐的几何计算,并且实际操作过程中有很多麻烦的问题,如果现场的条件不是特别

理想,例如在场地不够平整,或者是圆形变化量较大等情况下,就很容易造成人为的操作失误,导致测量放线结果出现问题,而实际现场通常的情况往往都是复杂多变的。为了保证达州市第一人民医院(华西达州医院)项目圆弧形钢结构雨棚施工过程中,测量放线的精度能够达到规范要求,从而保证整个圆弧形钢结构施工的整体质量,项目团队通过学习及模拟分析,最终确定了采用全站仪配合计算机,借助 AutoCAD 软件利用极坐标测量方法进行辅助的方式,实际使用证明能够快捷而且精确地完成圆弧形钢结构的各种曲线平面定位放线,并且适用性极强,最终现场施工效果体现良好。具体控制方式如下:

(1) 专业测量人员首先要对一级控制点进行复核,复核没有问题后,通过一级控制点,放线引出圆弧的至少 4 个圆心点,然后再将圆心点之间的距离进行再次的复核,然后再用钢卷尺复核各点的实际距离,确保与设计图纸上的标注信息吻合,所有的误差都必须在规范的允许误差内,原则上误差越小越好,所有程序确认无误后,采用稳固可靠的措施将 4 个圆弧的圆心点进行定位桩控制点,并且在控制点区域用木盒子进行覆盖保护,定位桩控制点基础均用混凝土进行硬化,确保不会因为不均匀沉降或其他因素引起立体空间内的位移,从而导致后续作业有偏差。

(2) 专业测量人员使用全站仪,架设在 1 号圆心点上面,将其作为已知的测站点,然后将 2 号圆心作为后视点,进行平面位置站点的设立。通过已经建立的站点,复核 3 号圆心点,确定建立的所有站点都在允许误差范围内。专业测量人员利用已知坐标点进行细部放线,分别放测出同一轴线上由近及远的各需求点位的具体坐标。然后再通过钢卷尺辅助复核最近和最远点之间的误差,确定没有问题后,就可以将直径方向设置为零度角,然后按照通常全站仪的使用方法,配合测量棱镜前后左右多方位移动,将所有的钢构件安装需求控制点放出来,并标注清晰。然后用相同的方法将其他圆心对应的钢构件安装需求控制点放出来。之后同样需要利用钢卷尺辅助进行逐一复核,并且采用计算机软件,在图纸上分别进行复核比对,确保所有部位误差均复核规范的允许偏差范围。最后将各圆弧曲线

上的点用直线一一连接起来,为后续更精确的放样做准备。

(3) 本项目圆弧形钢结构的曲线圆心,有在建筑物内侧,也有在建筑物外侧的情况,所有基本放样原则都是采用弦支距法或切线支距法,根据不同情况,利用 CAD 软件进行辅助灵活变化,按照上述的方法将细部可操作的控制点放出来后连接,用直线代替曲线的方式,最后就能够简单地通过弧线与弦线之间的小尺寸关系一一放线测量出圆弧线。在使用直线放样曲线点的时候,特别要注意控制圆弧上的支距线与弦线是垂直的,本项目通过标定验收过的三角板进行控制,确保其测量时的准确性和便捷性。原则上该办法在圆弧上取的点数越多,最终控制效果越好,但考虑现场施工的合理性,且钢构件属于装配式建筑,所以仅根据实际情况需求进行合理的关键需求点进行控制,同样可以达到最终需求的效果。

(4) 本项目的圆弧形钢结构雨棚在立体空间上同样存在着各式各样的圆弧曲线,所以施工过程中控制量极大,为确保该问题的解决,在深化设计阶段,项目团队就对竖向造型结构进行了建模,细化出了构建的结构,优化拆分,采用工厂化预制加工构件精度控制的优势,尽可能让竖向的圆弧形圆弧段成为一个整体构件,这样就能保证在现场安装过程中,竖向构件的各种圆弧形造型仅通过与其连接的平面构件的需求点位就能够控制其整体安装质量。

## 4 结语

综合医院建筑因病患恢复环境体验感需求越来越高,各种现代化造型层出不穷,易于塑造造型的圆弧形钢结构应用也越来越多,本项目根据现场实际施工环境,利用 BIM 技术模拟预施工,合理布置现场,选择设备,在解决现场施工条件局限性的同时保证了施工效率、安全及经济性;利用有效的辅助措施,合理的工序布置及有效的管理流程,保证了圆弧形钢结构施工预埋件的质量;创新采用全站仪配合计算机,借助 CAD 软件利用极坐标测量方法进行辅助的方式,使得圆弧形钢结构施工放样效率及精度显著提高,有效保证了平面和立面上的各种曲线造型的圆滑度,有效保证了圆弧形钢结构建筑物的整体美感。此施工技术可为后续同类项目的施工提供经验借鉴。

## 参考文献:

- [1] 仇德源.某大跨度圆弧形钢筋混凝土梁的施工监理[J].广东土木与建筑,2003,(8):44-46.
- [2] 蒋瑛.浅谈曲形结构圆弧截面梁板施工方法[J].沿海企业与科技,2011,(8):80-83.
- [3] 贺东伟.浅谈现浇梁圆形钢木组合外模设计施工[J].城市建设理论研究:电子版,2016,(11).