

# 大跨度拱形波纹钢屋盖施工技术

□ 梁宁芳

**[摘要]** 本文根据榕鼎金属制造生产基地项目现场实际情况, 对大跨度拱形波纹钢屋盖单榀吊装的全过程施工进行介绍, 阐述具体施工方案和主要控制措施, 施工过程安全可靠且效果良好, 具有良好的社会效益和经济效益, 可为类似工程提供参考。

**[关键词]** 大跨度; 拱形波纹钢屋盖; 施工技术

**[文献标识码]** B **[中图分类号]** TU744 **[文章编号]** 1672-7045 (2020) 03-090-03

拱形波纹钢屋盖 (Metal Corrugated Arch Roof, 简称MCAR) 是由镀锌钢板经成型机连续滚压成型的拱形槽板, 槽板厚度为0.6mm~1.5mm, 将若干槽板用封边机连接拼装成整体, 整体吊装固定, 最后在屋顶采用二次机械将若干模块槽板咬合形成的整体<sup>[1, 2]</sup>。

拱形波纹钢屋盖具有自重轻 (12kg/m<sup>2</sup>~24kg/m<sup>2</sup>)、跨越能力大、空间开阔、低造价、施工方便、工期短、耐用性好、防水且无渗漏等优点, 造型美观、新颖, 具有强大的竞争力和广泛的应用市场<sup>[3]</sup>。

大跨度拱形钢屋盖单元板是开口的薄壁构件, 吊运安装极易发生弯扭失稳, 导致屋盖单元板变形过大, 造成安装困难, 安装精度难以保证。为了保证施工过程中安全和结构的耐久性, 对大跨度拱形波纹钢屋盖单榀吊运拼装施工技术研究很有必要。

## 1 工程概况

南宁榕鼎金属制造有限公司生产基地项目零配件车间1#~6#厂房采用拱形波纹钢屋盖, 其中1#~3#车间拱形波纹钢屋盖跨度为36m, 长度为102m; 4#~6#车间跨度为24m, 长度为108m。

工程采用拱形波纹钢屋盖, 吊装到混凝土梁上, 与混凝土梁的预埋钢板进行连接、紧固, 形成一个集防雨、保温、隔热、通风、采光等多种功能为一体的屋面。在实际施工中将面临拱形波纹钢屋盖的制作、吊运、安装困难等问题。整体结构示意图1。

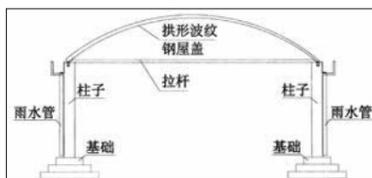


图1 整体结构示意图

## 2 施工过程控制要点

### 2.1 工艺流程

施工准备→预埋件、铁托板、拉环加工→放线定位→预埋件埋设→钢板加工成型→分块槽板地面分组咬合→地面锁边→屋盖分组编号吊装→屋面锁边→阳光板安装→封堵及防水处理→拉杆安装→屋盖咬合成整体。

### 2.2 预埋件、铁托板、拉环加工

预埋件、铁托板、拉环应严格按图纸设计的要求进行深化加工。该项目采用150mm×5mm×6000mm热轧板作为铁托板, 预埋件采用10mm厚的热轧板与Φ14钢筋焊接而成, 拉环为Φ20钢筋。

### 2.3 预埋件埋设、铁托板、拉环安装

(1) 在天沟混凝土浇筑前, 严格按照埋件埋设的位置和间距布置好预埋件, 且每根柱子顶端应带通线控制好标高和位置, 布置预埋件, 焊接固定拉环, 保证铁托板安装的质量。

(2) 在天沟混凝土浇筑后, 通过焊接与预埋件连接安装铁托板、拉环, 其中, 铁托板为通长安装。

### 2.4 拱形波纹钢屋盖加工

拱形波纹钢屋盖采用冷轧结构钢板制作, 表面镀锌处理后涂防锈漆, 在钢板上轧制成波纹型。屋盖板曲率通过大小轧花鼓的咬合深度来控制, 轧花的主要目的是为了曲板的成型, 屋盖板轧制主要是曲率控制问题。屋盖板波纹的深度由其大小轧花鼓的咬合深度决定, 曲板轧制时应根据设计要求调整大小轧花鼓咬合深度, 从而保证屋盖板的曲率。在曲板的轧制过程中, 大小轧花鼓主轴要与水平面绝对垂直, 否则会造成单元板腹板两侧曲线长度的差异和曲率不同, 这是工程质量的一大隐患。

肋板波纹的深度应从底向上由深到浅线性过渡, 曲板腹板上的波纹深度应均匀一致。在轧花过程中为了避免机组、材料辊卷以及控制轧花鼓咬合深度的控制手柄

的振动、移位等不利因素, 保证曲板的轧制质量, 轧制的线速度宜控制在20m/min左右。

(1) 将钢板轧制成梯形或“U”形波纹直槽板, 以提高钢板的横向刚度, 从而提高其结构承载力, 幅宽为600mm~914mm, 长度为拱形圆弧长度。

(2) 根据屋盖的跨度、矢跨比, 将直槽板轧成拱形槽板, 在槽板下部轧出横向小波纹, 以槽板上横向小波纹的深浅来调整拱形槽板的曲率大小。同时, 横向小波纹可以增强结构纵向抗弯刚度, 提高钢板的局部稳定承载力, 受力性能较为突出。

波纹钢屋盖根据不同跨度起拱, 施工前针对屋盖施工的实际跨度计算确定钢板的长度, 计算时需考虑屋盖伸入梁内尺寸、压纹过程长度损耗等。拱形波纹钢屋盖的技术参数如表1所示。

表1 技术参数表

类型	跨度	高跨比	拱高	板厚	水平力	垂直力
拱形波纹钢屋盖	12	0.15	1.8	0.8	0.445	0.324
	15	0.2	3.0	0.8	0.490	0.412
	18	0.2	3.6	0.9	0.542	0.454
	21	0.2	4.2	1.0	0.659	0.553
	24	0.2	4.8	1.1	0.783	0.682
	27	0.2	5.4	1.2	0.902	0.750
	30	0.2	6.0	1.3	1.038	0.873
33	0.2	6.6	1.35	1.142	0.960	

### 2.5 组板、地面锁边

由于单块板长细比过大, 刚度极小, 吊装时容易造成扭曲破坏, 需将单块“U”形板锁边成组再起吊安装。通过锁边机将3块单板加工在地面用专用封边机锁接连成一组, 可大大提高吊装效率, 节约吊车台班, 同时可以有效避免屋盖高空作业时易造成封边不紧或脱扣现象的发生。

单元板咬合封边时, 以一榀单元板作为基板, 将另一榀单元板的肋板与基板肋板对齐, 并使两者的内外翻边咬合紧密, 用大力钳临时固定, 再用封边机咬合封边。咬合封边时不能使封边机自行行走, 应专人把持。地面封边时, 无人把持的封边机由于自重容易使单元板肋板倾斜, 板间的缝隙过大, 严重地影响屋盖的整体刚度和承载能力。

### 2.6 吊装、屋面锁边

金属拱形波纹钢屋盖对初始缺陷非常敏感。在吊装和就位过程中, 吊点布置或起吊方式不当, 由于单元板的受力状态不合理, 则可能引起屋盖曲板在起吊过程中出现以下质量缺陷: 屋盖单元板的折屈或强度破坏; 屋

盖单元板变形过大, 造成安装困难, 继而引发单元板所受安装外力过大而导致破坏; 初始缺陷将导致结构承载力低, 给屋盖结构的施工和使用埋下许多潜在的不安全因素。

为使单元板组在吊装过程中保持平衡, 吊点应沿拱的轴线对称布置。在布置吊点和安装吊绳时, 应确保吊点处的合力方向铅直向上, 以防吊点处吊绳产生过大的水平分力, 使吊点滑移, 影响吊装安全。

屋盖板吊装采用人工配合起重设备进行。根据不同跨度、拱度的拱形波纹屋盖, 设计新型吊杆, 新型吊杆采用镀锌钢管加工制作, 可延伸、可拆卸、可旋转。当吊装屋盖跨度小于15m时, 采用主杆为8m长钢管作为吊杆。当吊装屋盖跨度为15m~25m时, 与主杆采用帮条焊接的方式连接, 延伸臂长1.5m, 可拆卸、可旋转, 随时可根据吊装的需要进行角度调整, 重新焊接, 方便快捷。当吊装屋盖跨度大于25m时, 在两端安装可拆卸的延伸臂, 臂长1.5m, 采用螺纹连接。吊杆示意图见图2。



图2 吊杆示意图

(1) 选择吊杆: 根据不同的屋盖跨度, 吊杆长度分为8m、11m、14m。

(2) 安装吊杆: 通过方案计算确定吊杆固定的位置, 吊装时, 采用吊杆将钢丝绳固定在屋盖板上。吊点位置应沿着板跨中轴线对称布置。

汽车起重机起吊时, 彩钢板的两端各用吊钩连接麻棕绳, 长度为20m~30m, 方便在屋面或地面上协助控制彩板的方向, 起到牵引作用。拱形波纹钢屋盖单元板是薄壁构件, 吊装点没取好极易发生弯扭失稳, 导致屋盖单元板变形过大, 造成安装困难。吊装应以单元板重心为吊装中心采取对称吊装方案吊装。安装时, 在预定部位采用自固螺栓固定在铁托板上。每单块板使用的螺栓数目不少于5个, 屋盖板每安装2组 (即6块单板) 后, 留下一块单板的位置, 待后续安装阳光板, 再继续下一组的吊装。

(3) 屋面锁边: 吊装就位后, 锁边组合成一体的彩钢板需用自攻螺钉固定, 每块单元板不少于4颗螺钉。每两组吊装单元相邻侧边采取专用锁边机咬合连

接,施工必须保持平行同步,固定处必须按照设计节点要求进行。屋盖板的固定方式见图3。



图3 屋盖板安装节点图

(4)角钢和螺钉防护:63#角钢固定在天沟梁的预埋铁件上,通过角钢钉将拱形波纹钢屋盖与下部结构相连,波纹钢屋盖与角钢采用自固螺钉固定。螺钉和角钢的连接节点直接暴露在外部环境极易受到腐蚀,是保证屋盖与下部结构整体协同工作的关键,是施工质量控制的重点,必须做好防腐处理。

## 2.7 阳光板安装

阳光板安装在预留空位的中间部位,设置整体采光带,其宽度可根据需要自行选择,沿跨度方向采光带两侧的拱形屋面板用连接件加固使之连接成整体,固定方式与整板相同,根据现场实际预留空位确定尺寸大小。采光板安装完毕后,连接处用密封胶封闭,并作适当加固。

阳光板安装方法透光率高,并有一定的强度和刚度,有较大的跨越能力,耐久性较好,既不损伤结构,又具有较好的采光性能,非常适于中大跨度的金属拱形波纹屋面结构,也便于维修和更换。

## 2.8 封堵及防水处理

屋盖板安装后,采用黏土砖砌60mm厚墙体对安装留下的洞口进行封堵,内外两面粉刷。同时,需进行防水处理,防水采用抗拉伸性能较强的卷材防水材料,重点处理自固螺栓安装的部位,防止接口部位锈蚀,从而影响使用寿命,防水处理示意图见图4。

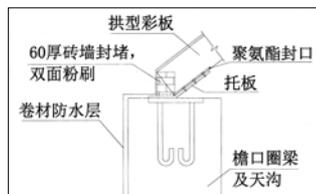


图4 防水处理示意图

## 2.9 拉杆安装

拉杆安装节点示意如图5所示,拉杆:Φ10镀锌钢绞线,花篮螺栓:M20×150。

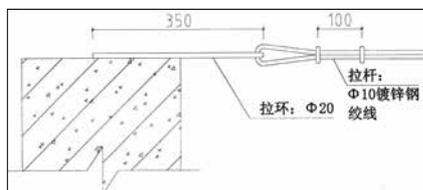


图5 拉杆安装节点示意图

## 3 质量控制

(1)施工前应对钢材等原材料进行检测,质量符合国家标准规定<sup>[4]</sup>。钢板在搬运时,不能拖行,应抬运,以保证钢板不变形。

(2)现场切割钢板,钢板正面朝下,为了防止钢板锈蚀,必须清扫干净钢板上残余铁屑。

(3)施工过程中应对联接件的数量、间距、防水密封胶材料敷设、涂膜镀膜等进行全过程检查。每安装5~6块钢板,应检查两端的平整度,及时调整。

(4)在天沟及下端处,需将钢板下弯约15°,形成滴水线;在屋脊处,上弯约45°,形成挡水板。

(5)应对支承点和节点连接件数量及紧固情况进行检查,同时检测屋面漏水情况。在屋面钢板上行走时,应踩在钢板的凹槽部位。

## 4 结语

大跨度拱形波纹钢屋盖施工是一种较为实用的施工技术。本文结合具体施工项目,介绍大跨度和拱形波纹钢屋盖以及两者结合在施工中的一些要点和难点。研究新型钢屋盖有效的施工工艺对提升工程的质量和施工效率有着非常重要的实际意义,具有较高的应用推广价值,可供类似工程参考。

## [参考文献]

- [1]孙军贤.拱形波纹钢屋盖的发展现状与展望[J].福建建筑,2010(5):53-55.
- [2]杨良,张轲,马红卫.大跨度无梁拱形彩钢波纹屋面施工技术[J].科技信息,2009(17):261+244.
- [3]李豪邦.无铰拱——发展拱形波纹钢屋盖的思考[C].天津大学.第七届全国现代结构工程学术研讨会论文集.天津大学:全国现代结构工程学术研讨会学术委员会,2007:1628-1631.
- [4]CECS 167:2004,拱形波纹钢屋盖结构技术规程[S].

## [作者简介]

梁宁芳,本科,土木工程师,广西建工集团第一建筑工程有限责任公司。