

一种某类型馈源撑杆批产焊接工装设计方法

王清 惠英超 张焕

1. 中国电子科技集团公司第三十九研究所 陕西西安 710065; 2. 陕西省天线与控制技术重点实验室 陕西西安 710065

DOI:10.12238/ems.v7i9.15254

[摘要] 针对弯管式馈源撑杆定位难、焊接易变形的特点, 本文提出了一种通过设计工装解决点焊定位和防止焊接变形的方案, 并通过实际生产应用证实了该工装在批量生产中对于生产效率的提升产生了很大作用。而这种方法可以以一贯通地为快速检测、装配、焊接提供便利, 也为以后的该类撑杆加工提供了参考。

[关键词] 馈源撑杆; 焊接; 工装设计

1 引言

在抛物面天线结构中, 馈源撑杆用于支撑馈源, 连接反射面馈线波导等, 它对天线的电性能有较大的影响。弯管形式的馈源撑杆是便携式卫星天线中的常见结构, 该类撑杆在设计上满足轻便、美观的要求, 线束藏于管内, 不会因暴露于外部受损而缩短其使用周期。但是撑杆的精度决定了后期的使用效果, 如果撑杆加工精度不足, 就有可能使连接的器件偏离焦点, 影响信号的接收。

在传统的单件小批量生产模式下, 我们采用手工火焰钎焊或者氩弧焊。这种加工方式虽然能满足产品质量要求, 但是生产过程中由于手工焊接的周期长, 定位也需焊接过程中逐一由人工确认, 往往导致定位的精度有偏差, 从而也导致加工效率极大地降低。而且这种方法需要焊接后由钳工校形以保证尺寸, 同时要求焊接操作者必须有丰富的经验能随时判断焊接接头部位焊接质量。

随着产品批量的大幅增加, 传统的方法已经无法适用生产规模和节奏。于是, 炉内钎焊并采用批量加工的方法是替代传统方法的另一种途径。因为炉内钎焊时工件被整体加热, 尤其是焊缝周围大面积均匀加热, 焊接相对变形量小得多, 易于保证工件的精密尺寸。

工装设计是生产中工艺人员经常需要具备的理念, 尤其是面对结构上空间尺寸多难以装夹、定位精度较高、批量大的零件, 工装设计往往可以一次性解决, 避免了多次装夹定位。

因此, 既要保证外观、重量, 又要确保强度和尺寸, 通过工装设计快速有效地提升生产效率是工艺人员需要解决的问题。

2 馈源撑杆结构特点

如图1所示为该类撑杆结构示意图, 撑杆由弯管、法兰

和筋板组成。弯管为薄壁圆管折弯成型, 整体为拼焊结构。法兰与弯管之间由止口定位, 法兰背面均布开槽, 作为筋板放置定位用。

尺寸要求: 工件总长 $L=637\text{mm}$, 弯管壁厚 2mm , 总长 630mm , 两端法兰外径最大 $\Phi 90\text{mm}$ 。

如图2所示为两段法兰相对位置示意图。从结构特征上看, 一端法兰外形有四处豁口, 而另一端法兰端面对称有两处凸台。而在装配关系上两端法兰的豁口、凸台有对应的位置关系的要求。

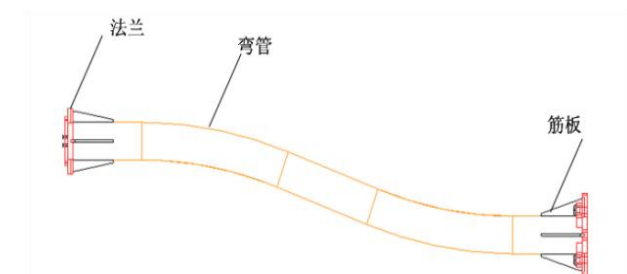


图1 馈源撑杆结构

从设计使用上看, 撑杆的总长、两法兰中心轴距离均是影响使用的电器尺寸, 因此精度要求很高。

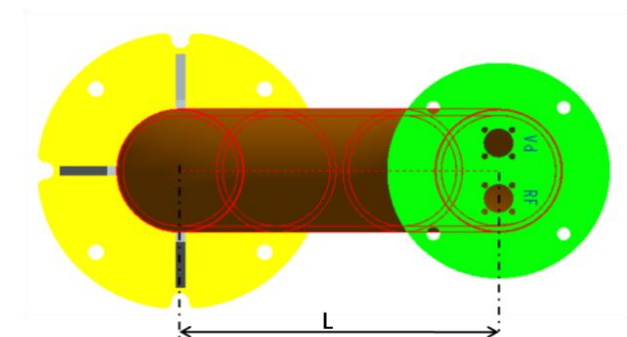


图2 法兰相对位置示意图

3 馈源撑杆工艺性分析

传统撑杆成型工艺流程为: 钳工折弯、校形——定位、手工焊接——铣法兰端面及外形。由于薄壁管件折弯变形不可避免, 撑杆整体尺寸较大, 如果折弯、焊接变形要通过机械加工保证, 每次装夹和找正基准需要耗费大量时间。因此, 保证焊接装配定位精度, 尽可能减小焊接变形更为重要。

3.1 点焊定位问题

该零件虽然结构简单, 但是焊缝位置多, 焊接空间小, 定位精度高。止口定位仅能保证位置, 两端法兰外形豁口、筋板相对角度均不能完全统一, 容易出现法兰豁口、凸台角度位置偏差。同时, 弯管折弯后产生的变形, 使得法兰两端面平行度也难以达到, 往往依靠的是焊接后校形。

3.2 焊接变形问题

手工钎焊虽能依靠人工经验控制焊接过程中的变形问题, 但是对操作者依赖性过大, 产品的一致性较差, 因而美观程度也受影响。而炉内钎焊加热均匀, 焊件变形小, 但是弯管属于薄壁管件, 部分位置的管壁厚度经过折弯后小于理论壁厚。另外, 法兰外形及厚度尺寸相对于弯管壁厚相差很大, 在钎焊过程中, 工件随炉均匀升温, 由于截面及壁厚差异, 在工件不同部位将产生温度梯度差。可能法兰、筋板还未完全焊好, 弯管已经发生很大的变形。

通过对撑杆定位及焊接问题分析, 我们将点焊定位和炉内钎焊拆分, 不再依赖于操作者的装配焊接经验。首先设计点焊定位工装, 利用工装确保两端法兰平面度和距离, 保证两端法兰外形装配的位置及角度。其次设计炉内钎焊工装, 防止炉内弯管和焊接接头同时受热导致的弯管变形。

4 工装设计

工装设计是保证零件获得高质量接头及精度的重要方式, 我们针对批量高效生产提出工装设计原则:

- (1) 操作便利, 可重复使用;
- (2) 夹具平面度要高于零件连接的位置及面精度;
- (3) 高温下焊接接头质量和焊接变形均可满足设计要求;
- (4) 焊接周期及制造成本。

4.1 点焊定位工装设计

由于法兰与弯管的位置精度对使用性能至关重要, 定位精度需要控制在 $\pm 0.1\text{mm}$, 法兰连接面平面度及孔位精度需要控制在 $\pm 0.05\text{mm}$ 。

批量生产中, 定位点焊的关键就是可以快速解决以下

问题: 1) 两端法兰端面是否平行; 2) 两端法兰之间的距离、位置是否符合设计尺寸及公差; 3) 弯管折弯后的轴线距离是否符合准确, 从而避免多道工序, 多次定位装夹。除此之外, 由于一端法兰外形有凸台, 设计点焊定位工装也是为了保证两端法兰角度。因此, 我们在设计工装时从这些关键点出发, 同时还要为点焊时焊接工具能不受工装外形的干涉。

如图3所示为点焊定位工装, 主要由上、下夹板组成, 两板之间用撑杆连接。上下夹板按照法兰尺寸及外形加工有盲槽, 并且通过设计尺寸保证撑杆放入工装后弯管轴线在同一平面。在使用时, 具体操作步骤为:

(1) 将上、下两夹板与撑杆连接, 检测其两处盲槽距离及平行度, 相比工件实际尺寸留 0.1mm 装配余量;

(2) 撑杆推入盲槽, 法兰用销钉定位, 保证法兰装配位置;

(3) 依次将筋板放入法兰背面定位槽, 并点焊固定各处, 完成一端后翻身, 点焊固定另外一端。

由此, 法兰与弯管装配后, 我们可以利用该工装查验尺寸及平面度, 若尺寸无误, 便可以点焊固定。极大地缩短了装配时间, 提高了定位的准确性。

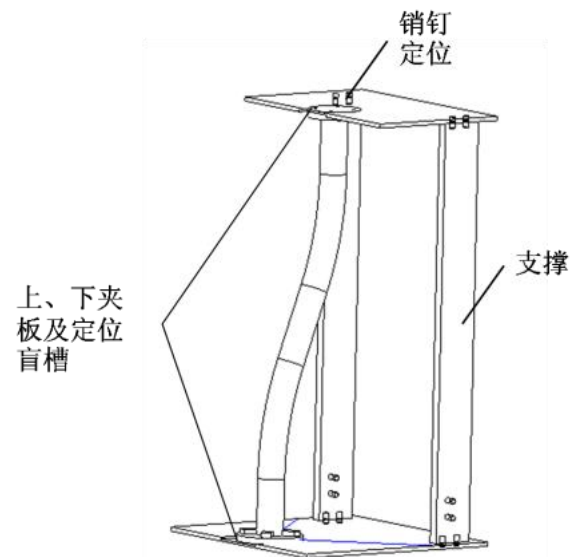


图3 工装的模型和定位基准

4.2 钎焊工装设计

钎焊时工件常被整体加热或钎缝周围大面积均匀加热, 因此工件的相对变形量以及钎焊接头的剩余应力都比熔焊小得多, 易于保证工件的精密尺寸。同时, 在钎焊过程中, 工件随炉缓慢均匀升温, 由于截面及壁厚差异以及钎料与母材的热物性差异, 在构建不同部位将产生温度梯度差。

炉内钎焊首先要解决的是如何保证工件在炉内保持原位。因为工件长度方向尺寸较炉内径大,无法自然水平摆放,因此考虑竖直放置,从而带来了保持炉内工件原位的问题。其次,通过对炉内加热方式和钎焊变形分析,持续加热主要来自炉内壁,为了避免钎焊工件局部过烧和熔化,在采用炉中钎焊时,工件靠近电热元件一侧应放置隔热板用以隔离热量的直接辐射。因此,撑杆在炉内的放置方式和如何避免弯管持续受热是我们解决的另一个关键。此外,为了提升效率,节约成本,我们根据焊接炉内尺寸设计了夹具工装,确定了每炉可焊接撑杆数量,也在工装设计上考虑了可以快速取放的结构。

如图4所示为撑杆焊接工装示意图,主要由屏蔽板和底板构成,工件直立姿态放入工装。屏蔽板由底部支撑杆悬空,用于留出工件底部焊接部位。工件上端焊缝部位高出屏蔽板。底板部位设计有定位槽,用于固定底部法兰。屏蔽板上设计有卡子,以保证撑杆在炉内直立放置的位置不发生变化。

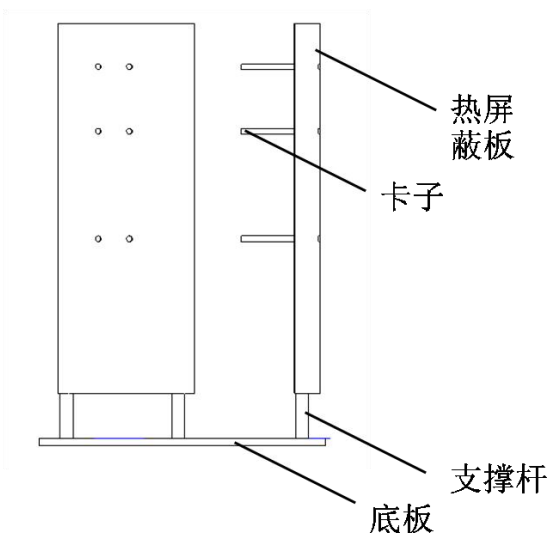


图4 焊接工装示意图

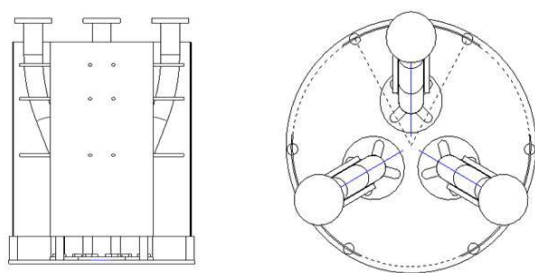
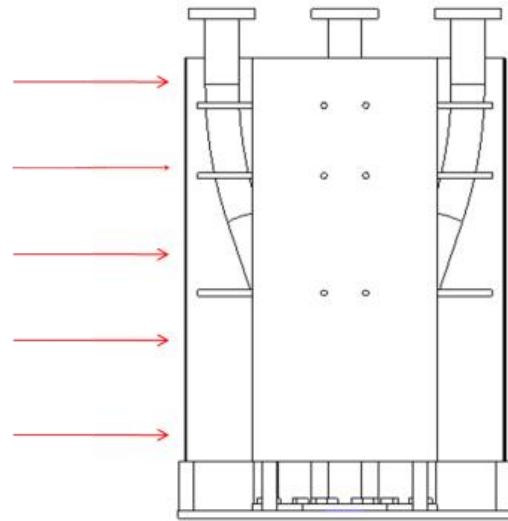


图5 撑杆放置位置示意图

如图5所示为撑杆在炉内的放置示意图。根据焊接炉底盘直径尺寸,我们在设计时最大化考虑一次放置三件撑杆,

我们设计了三组热屏蔽板。且均布放置。每两个屏蔽板之间留一定空隙,方便操作者快速夹取和放置。

如图6所示,为撑杆在炉内焊接时屏蔽板屏蔽保护示意图。屏蔽板高度根据可以露出两端焊接部位确定尺寸,屏蔽板的宽度以最大限度可以屏蔽的范围为设计准则。



热量在屏蔽板作用下避免弯管受热变形

图6 焊接示意图

5结语

本文介绍了一种弯管式馈源撑杆的焊接成型解决方式,通过定位点焊和焊接工装设计,成功实现了批量、高质量加工。实践证明,这个方法可以最大限度的利用工装,不仅用于定位,还可集快速检测、快速装配于一体。不仅可以用于以后该类零件的成型生产,也给利用工装设计实现批量化生产提供了思路。

[参考文献]

- [1]梁宁,田艳红,宫继承. 铝合金微波组件真空钎焊技术的应用研究.
 - [2]冯展鹰,曹惠丽,冯杏梅. 铝合金毫米波构件真空钎焊工艺[J]. 钎焊.
 - [3]赵文忠,陈帅,吴昕雷. 微波芯片共晶焊接工装设计方法研究[J]. 电子封装, 2019
 - [4]邹亮. 铝合金机箱真空钎焊工艺研究[J]. 金属加工.
- 第一作者简介:王清(1987—)女,汉族,陕西西安人,中国电子科技集团公司第39研究所工程师,研究方向:微波馈源零件加工工艺。