

起跳器氩弧焊工艺研究

严剑刚¹, 高鸣¹, 罗俊²

(1. 上海第二工业大学 工程训练中心, 上海 201209; 2. 上海亚尔光源有限公司, 上海 201801)

摘要: 钠灯在路面照明、植物补光等领域有着广泛的应用。为使钠灯结构紧凑, 更换方便, 一体式钠灯应用而生。其中内置式起跳器是一体式钠灯的关键零部件, 因此起跳器的加工质量显得尤为重要。而传统的起跳器焊接采用手工电阻焊的方式, 质量不稳定, 劳动强度大, 效率低, 急需改进。实验设计装夹模具和工位分度转盘快速固定零件, 提高加工效率; 运用正交实验摸索全自动氩弧焊最优工艺参数。最终实验结果: 氩弧焊焊接后结点成球状, 焊接牢度、外观质量明显优于传统手工电阻焊, 改进后生产效率也得到极大提高。

关键词: 起跳器; 手工电阻焊; 全自动氩弧焊; 质量; 生产效率

中图分类号: TG44

文献标志码: A

Research on TIG Welding Technology of the Starter

YAN Jiangang¹, GAO Ming¹, LUO Jun²

(1. Engineering Training Center, Shanghai Polytechnic University, Shanghai 201209, China;

2. Shanghai Y&L Lighting Co., Ltd., Shanghai 201801, China)

Abstract: Sodium lamp is widely used in the field of road lighting and plant light supplement. In order to make the structure of sodium lamp compact and convenient to replace, the integrated sodium lamp is used. The built-in starter is the key part of the integrated sodium lamp. Therefore, the processing quality of the starter is particularly important. However, the traditional process of the starter adopts the method of manual resistance welding, which has the advantages of unstable quality, high labor intensity, low efficiency and needs to be improved. Experimental design of clamping die and rotary table can quickly fix parts to improve the processing efficiency; The optimum process parameters of automatic argon arc welding are explored by orthogonal experiment. The final experimental results: after argon arc welding, the node is spherical, and the welding fastness and appearance quality are obviously better than those of traditional manual resistance welding. After the improvement, the production efficiency has been greatly improved.

Keywords: starter; manual resistance welding; automatic argon arc welding; quality; production efficiency

0 引言

高压钠灯工作时发出金白光, 它具有发光效率高、耗电少、寿命长、透雾能力强等优点, 广泛用于道路、高速公路、机场、码头、车站、工矿企业、公园等场地照明^[1]。为使钠灯结构紧凑, 更换方便, 一体式钠灯应用而生^[2]。其中内置式起跳器是一体式钠灯的关键零部件, 因此起跳器的加工质量显得尤

为重要。

内置式起跳器是由跳泡、电阻、连接丝组装而成(见图 1)^[3]。传统加工采用手工电阻搭接焊的方式将 3 个零部件焊接组装。劳动强度大, 生产效率低, 而且质量难以保证, 经常出现焊接处假焊、脱落等致命缺陷, 导致客户抱怨较多。因此对焊接工艺改进已迫在眉睫。

收稿日期: 2020-07-16

通信作者: 严剑刚(1979-), 男, 上海人, 高级工程师, 硕士, 主要研究方向为光源与照明、实践教学。E-mail: jgyan@sspu.edu.cn

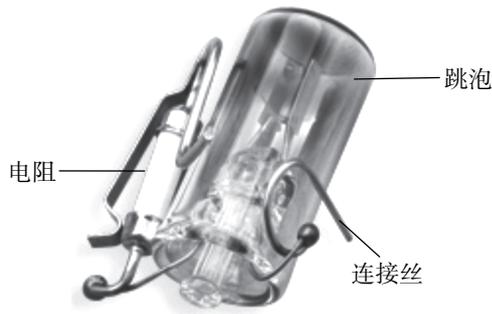


图1 钠灯起跳器

Fig. 1 Sodium lamp starter

钨极氩弧焊 (TIG 焊), 是用钨棒作为非消耗性电极, 用氩气作为保护气体, 在电极与工作物之间产生热量的电弧焊接方法^[4]。氩气能够将空气很好地隔绝在焊接区域之外, 避免空气对焊接区域造成氧化, 确保焊接质量^[5]。并且焊接速度快、质量好, 外表美观, 相比较于其他焊接技术而言, 具有无与伦比的优越性^[6]。

实验设计装夹模具和工位分度转盘快速固定零件, 自动氩弧焊机精准施焊, 并在焊接位置加盖防护, 防止强光灼伤操作者。研究起跳器氩弧焊工艺替代手工电阻焊的可行性, 为今后的实际生产提供指导。

1 实验条件

钠灯内置式起跳器当电路接通电源时, 电源电压即时叠加到电极两端, 使灯触发启动^[7]。因此起跳器是钠灯内非常关键的零部件, 其失灵将会导致灯不能点燃。

而起跳器装配一直采用传统的手工电阻搭接焊的方式, 劳动强度大, 生产效率低, 质量难以保证。因此如何改进焊接装配工艺, 提高质量一直困扰着技术人员。

1.1 实验材料

实验材料由跳泡、电阻、连接丝组成 (见图 1), 通过焊接将 3 个零件组装在一起。跳泡的引出线是 0.5 mm 的镍丝, 电阻引出线是 1.0 mm 的镍丝, 连接丝是 0.7 mm 的镍丝。三者材料丝径细, 且又各不相同, 同时装配需成一定的角度, 3 个零件同时并自动一次性焊接组装有一定的难度。

1.2 实验设备

氩弧焊是目前焊接中应用最广泛的一种焊接技术^[8]。实验使用日本三社型号 SANARG200P 的氩

弧焊机。该焊机采用数字逆变技术, 绝缘栅双极型晶体管 (insulated gate bipolar transistor, IGBT) 控制, 工作频率高, 抗外界干扰能力强, 全焊接过程可调节。运用非熔化极氩弧焊方式, 引出线焊接时有氩气形成保护气罩, 防止焊点处氧化和吸收有害气体, 形成致密焊接接头, 保证焊接质量。

2 氩弧焊实验

氩弧焊钨极电弧稳定, 即使在很小的焊接电流 (< 10 A) 下仍可稳定燃烧, 特别适用于薄板、细丝等材料的焊接^[9]。热输入容易调节, 可进行各种位置的焊接, 也是实现单面焊双面成形的的方法^[10]。特别适合起跳器引出丝细, 双焊点同时焊接的要求。

2.1 装夹模具

在焊接生产过程中, 焊接所需的工时较少, 而用于备料、装夹及其他辅助工作却占了全部加工工时的 2/3 以上, 极大地影响了焊接的生产效率。为此, 要求实验对起跳器 3 个零件进行准确、可靠的定位和夹紧, 减小产品尺寸偏差, 保证焊接结点质量, 提高焊接生产效率。

定位模、快速紧固夹可以将若干零件连接起来实现夹紧被焊零件。在设计时考虑到跳泡是真空的玻璃体, 为防止氩弧焊焊接时产生的大量能量使跳泡开裂漏气, 夹具需对跳泡进行遮挡; 并考虑起跳器焊接成形后的形状和焊接的位置。最终装夹模块设计如图 2 所示, 在跳泡固定定位模上安装快速紧固夹, 起到预夹紧电阻和连接丝的作用。

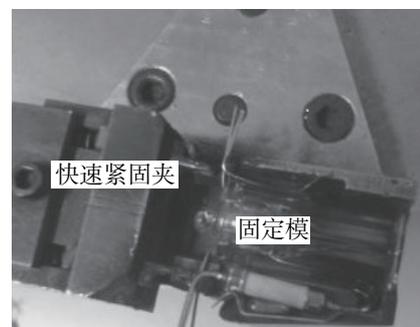


图2 起跳器定位模

Fig. 2 Positioning mould for starter

为提高生产效率, 保证连续生产, 考虑夹紧模具安装, 采用 6 工位分度转盘, 保证被焊零件准确达到焊枪位置实施焊接。为避免焊接时的弧光灼伤操作人员, 在焊枪处加盖防护罩 (见图 3)。

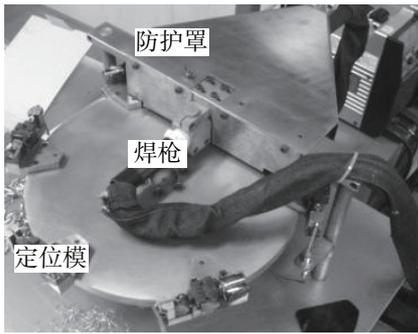


图3 起跳器氩弧焊设备
Fig. 3 Argon arc welding equipment

2.2 焊接工艺

非熔化极氩弧焊电极直径应根据被焊件直径、电流大小、电源极性确定, 一定的电极直径具有一定的极限电流。查阅相关资料及经验, 最终确定使用 1.7 mm 的钨杆作为电极。为便于电弧集中, 燃烧稳定, 端部磨成 30° 圆锥形。钨电极外伸长度控制在 5 mm, 保证钨极处于焊嘴中心, 提高焊接精度。

氩弧焊热影响范围非常大, 易引起变形、硬度降低、开裂等缺陷。氩弧焊熔焊时焊接能源输入给单位长度焊缝上的热量称为线能量:

$$q = IU/v \tag{1}$$

式中: I 为焊接电流, A; U 为电弧电压, V; v 为焊接速度, cm/s; q 为线能量, J/cm。因此在相同条件下, 实验应尽量减小弧长 (减小电压)、减小电流、增大焊接速度, 减小氩弧焊热影响区的影响。

氩气气瓶输出气压为 0.5 MPa, 手工调整电压为“2 档”。根据实验参数: 氩气流量、焊接电流、点焊时间, 对各影响因素进行水平取值 (见表 1)。

表 1 水平取值表
Tab. 1 Horizontal table

因素名称	变化范围	水平取值		
		低	中	高
氩气流量/(L·min ⁻¹)	5~7	5	6	7
焊接电流/A	6~10	6	8	10
点焊时间/s	1~3	1	1.5	3

选用正交表 L₉(3⁴) 进行实验, 并根据表 1 的取值绘制因素水平表 (见表 2), 并以 A 表示氩气流量, B 表示焊接电流, C 表示点焊时间, 进行各组实验。

表 2 正交实验极差分析表
Tab. 2 Orthogonal test analysis table

实验序号	$A/(L \cdot \text{min}^{-1})$	B/A	C/s	实验指标合格率/%
1	5	6	1	65
2	5	8	1.5	87
3	5	10	3	80
4	6	6	1.5	73
5	6	8	3	71
6	6	10	1	92
7	7	6	3	76
8	7	8	1	86
9	7	10	1.5	100
K_1	232	214	249	
K_2	236	244	260	
K_3	262	264	227	
\bar{K}_1	77.3	71.3	83	—
\bar{K}_2	78.7	81.3	86.7	
\bar{K}_3	87.3	88	75.7	
极差	10	16.7	11	

注: 表中 K_1 为第 1 个水平的各个结果之和, K_2 为第 2 个水平的各个结果之和, K_3 为第 3 个水平的各个结果之和。 \bar{K}_1 为第 1 个水平结果的均值, \bar{K}_2 为第 2 个水平结果的均值, \bar{K}_3 为第 3 个水平结果的均值。

3 结果与分析

3.1 实验结果

将因素水平按照正交表的设计准则依次填入, 并进行实验。采用专用推力仪在焊点处进行推力测试, 对氩弧焊与手工电阻焊焊接后的牢度进行对比测试 (见图 4); 数码显微镜观察焊点外观质量。并对各组实验合格率进行抽检 (剔除假焊、脱落、焊偏等缺陷产品), 得到各组实验产品的合格率 (见图 5)。

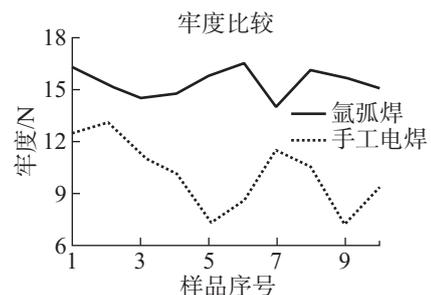


图 4 焊接牢度对比测试
Fig. 4 Comparative test of welding fastness

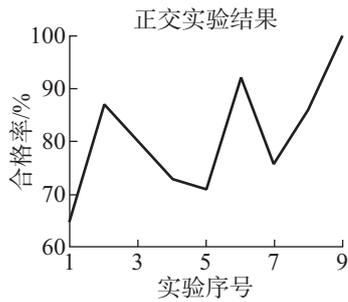


图5 正交实验结果

Fig. 5 Results of orthogonal experiment

3.2 实验分析

将因素水平按照正交表的设计准则并进行实验, 得到最优的组合 $A_3B_3C_2$ 。运用最优组合工艺参数, 实验跳泡引出丝与电阻、跳泡引出丝与连接丝两焊接处同时施焊, 焊接后焊点成球状。氩气保护热影响区, 并将空气隔绝, 焊接结点成金属光泽。焊接结点处经弯折测试均没有结子断裂的现象, 避免了手工电阻焊由于丝材线接触搭接而引起易脱落、假焊、焊偏等现象。生产效率从原先的单班 1 000 只提高至单班 2 500 只。

4 结论

通过对起跳器装夹模具设计, 氩弧焊工艺参数进行实验, 得出了以下结论:

(1) 实验采用定位模和工位分度转盘快速固定零件, 焊接后尺寸比手工电阻焊更精准, 并提高了生产效率。

(2) 氩弧焊焊接后结点成球状, 并在氩气保护下

结点成金属光泽, 较原先的手工电阻焊牢度更好, 避免了电阻焊线接触搭接焊出现假焊、脱焊等缺陷。

(3) 焊接处加盖防护罩防止强光灼伤操作者, 提高了安全性。

经正交实验得到了最优的工艺参数组合, 经验证起跳器氩弧焊能完全替代原先的手工电阻搭接焊工艺, 改善了焊接质量, 提高了生产效率。

参考文献:

- [1] 王涛. 高压钠灯和金卤灯电子镇流器的应用 [J]. 应用能源技术, 2015(3): 42-46.
- [2] 周太明, 周详, 蔡伟新. 光源原理与设计 [M]. 上海: 复旦大学出版社, 2006.
- [3] 方道腴, 蔡祖泉. 电光源工艺 [M]. 上海: 复旦大学出版社, 2008.
- [4] 贺大松. 一种新型钨极氩弧焊方法在复合管内焊工艺中的应用 [J]. 焊接技术, 2018(2): 70-72.
- [5] 赵昆. 氩弧焊焊接缺陷产生原因及对策 [J]. 世界有色金属, 2019(5): 241-243.
- [6] 李曙光, 林正帅, 张泽勇, 等. 铝合金高纯氩 MIG 焊接应用研究 [J]. 金属加工 (热加工), 2020(5): 64-66.
- [7] 李永飏, 陈昌铎, 吕俊霞. 照明电路的常见故障与处理方法 [J]. 光源与照明, 2016(3): 31-34.
- [8] 黄九龄, 孔谅, 王敏, 等. 纯钛 TA2 薄板双钨极氩弧焊焊接工艺 [J]. 焊接学报, 2019(9): 14-18.
- [9] 王畅, 张涛, 付明杰, 等. TNW700 钛合金薄板 TIG 焊接接头组织及性能 [J]. 焊接, 2017(11): 54-57.
- [10] 郝宗斌, 李晓泉, 范晋楷. 8 mm TA2 纯钛厚板等离子弧单面焊双面成形试验 [J]. 热加工工艺, 2017(11): 214-217.