

Laser welding process and its process structure

Shiwen Lai Xianhua Zheng

Zhejiang Furite Electric Power Technology Co., Ltd., Jiangshan, Zhejiang, 324000, China

Abstract

The traditional door frame, box type thin plate gold structure connection edge is argon arc welding, low production efficiency, high technical requirements for workers, high production cost. This kind of welding is only the welding of the connection side, the weld quality requirements are not high, the basic requirements of beautiful weld, the strength and other related requirements are not high. According to the welding requirements of such products, laser welding is ideal. This paper explores the laser welding process, form and structure requirements of the related edge connection, so as to achieve Laser welding is widely applied in the production of plate and gold welding.

Keywords

wire laser welding; wireless laser welding, laser power; wire feeding speed; corner butt welding; flat face welding; Angular surface connection

板金薄板类激光焊工艺及其工艺结构

赖世文 郑贤华

浙江福锐特电力科技有限公司，中国·浙江 江山 324000

摘 要

传统的门框、箱体类薄板板金结构连接边采用的是氩弧焊，生产效率低，对工人的技术要求高，生产成本较高。这类焊接仅是连接边的焊接，焊缝质量要求不高，基本要求焊缝美观，对强度等相关要求不高。根据此类产品连接边的焊接要求，采用激光焊接是理想的选择。本文探索薄板边连接类的激光焊接工艺、形式，相关边连的结构要求，从而达到激光焊接在板金焊接生产的中推广应用。

关键词

有丝激光焊；无丝激光焊；送丝速度；角对接；角部面连接

1 引言

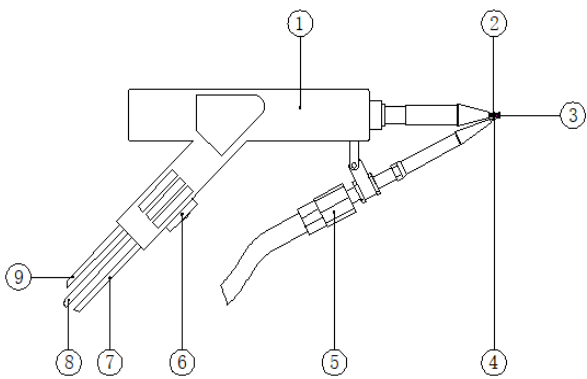
太阳能照明类移动拖车，有大量门框、电控仪表箱的薄板连接边的焊接，此类连接通常采用手工氩弧焊，焊接效率低，生产成本低，要求工人技能好。这类焊接仅是连接边的焊接，基本要求焊缝美观，对强度等相关要求不高。目前，我国激光焊接设备的制造水平已相对成熟，设备成本已为广大厂家接受。找访了多家激光焊接设备厂家，认为激光焊接能满足公司薄板类的焊接要求。通过对门框、电控仪表箱薄板类激光焊工艺及相应结构形式的研究，实现了将激光焊工艺替代原先的手工氩弧焊工艺设想。实际表明，采用激光焊工艺，极大地提高了板金焊接的生产效率，降低生产成本。

2 手持板金激光焊的工艺原理及工艺特点

【作者简介】赖世文（1967-），中国浙江江山人，本科，工程师，从事机械方面模具设计、产品设计、工艺工装的设计研究。

2.1 激光焊的工艺原理

主机大功率光纤 8、气管 9、电控制线 7 分别接入激光焊枪 1 端口，同时将焊丝接入焊丝保持架。如下图 1 所示



- | | | | | |
|---------|---------|----------|-------|----------|
| 1. 激光焊枪 | 2. 保护气体 | 3. 激光束 | 4. 焊丝 | 5. 焊丝保持架 |
| 6. 按钮开关 | 7. 电控制线 | 8. 大功率光纤 | 9. 气管 | |

图 1

工作时，打开主机，开启送丝器，设置好相关参数，

将焊枪对准焊缝，按下按钮开关 6，沿着焊缝匀速移动焊枪对焊缝进行焊接，其间由枪头发出稳定激光束 3 以恒定的功率，在保护气体 2 的作用下，将焊接边金属及焊丝瞬间熔化冷却，从而焊接一起。

2.2 手持激光焊接时工艺方向性特点

激光焊接时，激光在焊丝径向按设定的扫描宽度高频发光，同时焊丝按设定送丝速度匀速送丝，焊丝的中心线与焊缝必须在同一平面上，焊枪沿焊缝匀速移运，这就决定了激光焊接有方向性要求。如下图 2 示：

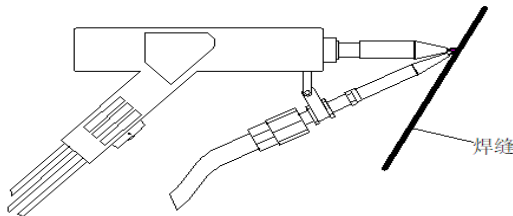


图 2

2.3 手持激光焊接时工艺板金连接结构特点要求

激光焊接时，分为有丝焊接和无丝焊，对板金边连接形式有一定要求。

(1) 激光焊接时，激光焊接时有下连接方式：①角部对接方式，如图 3；②平面连接方式，如图 4；③角部面连接，如图 5。

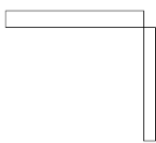


图 3



图 4



图 5

(2) 激光焊接时，板金结构连接应避免圆角连接：

①圆角相连接，如下图 5；②圆角与边对齐连接，如图 6。



图 5



图 6

(3) 有丝焊激光焊接时，焊枪焊丝沿焊缝平行匀速移动，焊缝对接方式需有导向作用，因此板金的焊缝一般采用图 4 与图 5 的边连方式，尽量避免图 6 的连接方式；手持有丝焊激光焊接适用的场景：适合一些短焊缝的小箱类、小零件的焊接。无丝激光焊接时，焊枪激光按设定的方向沿焊缝平行匀速移动，进行激光穿透焊，将两连边金属熔焊一起，采用的是图 4 的边连接方式，但实际操作时，因无导向，移动焊枪很不稳定，并不适用，一般用于金属连接边点焊。

3 手持激光焊的工艺参数。

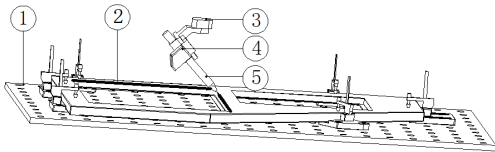
手持激光焊按选定的焊丝直径（一般 D1.2mm），设定下列激光焊接参数：扫描速度（mm/s）、扫描宽度（mm）、焊接功率（w）、点空比（%）、脉冲频率（Hz）、送丝速度（mm/s）。一般激光焊接 1.5mm 薄钢，设定扫描速度（300mm/s）、点空比（100%）、脉冲频率（2000）Hz、扫描宽度（3mm），其它焊接参数，按板厚、作业者的操作习惯设定焊接功率、送丝速度，厚板采用的焊接功率相对高，送丝速度根据焊缝要求设定。焊接时功率过高，焊缝会焊穿、出现焊缝飞边、不饱满、板金背面蚯蚓痕凸起不良现象。下表 1 是我司普通钢板的激光焊接参数设定的参照表，由设备、材质的差异，作业者焊接速度不一样，作业者应根据自己的操作习惯相应调整相关参数，但基本以表中参数为原则。

表 1 CX-CS2000-S 手持激光焊焊接功率与送丝速度选用

板金厚度（mm）	焊接功率（w）	送丝速度（mm/s）	焊接质量要求
1.5-2（角对角焊）	1000	120	焊缝光滑、饱满、不能有凹陷、角边外露
3-6（不要求强度的部件，如角上拉焊）	1200+	130	焊缝平整、无小孔与虚焊
3-6（有强度要求，如支架）	1200+	110	焊缝饱满、不能偏及虚焊
1.5 mm 门框内部段焊、加强等）	400-500	150	不能出现焊穿、背面有可见凸痕
3mm 升降杆外壳附件	1400	120	1. 保证强度、焊缝饱满；不能出现虚焊及小针孔 2. 方管内部不能出现凸起痕、焊瘤

4 板金自动焊光焊接的原理与及工艺特点

对于 1-2mm 厚的大尺寸门框及箱体类零件，由于手持激光焊的特点，人无法在同一方向长距离焊接，手持焊接也无法长时间保持，因此焊接时出现的缺陷也多，效率也不高。因此 6 轴机械手激光焊接是最佳的选择。其工作原理如下图 7 所示：

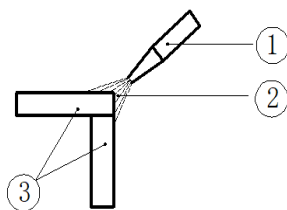


1. 工作台 2. 门框焊缝 3. 六轴机械手
4. 焊缝跟踪扫描仪 5. 激光焊枪

图 7

它由六轴机械手、激光焊枪、焊缝跟踪扫描仪、焊丝保持架组成激光焊接单元。激光焊枪、焊缝跟踪扫描仪、焊丝保持架安装在第六关节前端，它的焊接原理与手持激光焊相似，激光焊枪接入光纤、保护气体，焊接时对焊缝先进行扫描及编程，设定好相应的激光焊接参数后，启动焊接运行开关，可以进行焊接。它的优点是：焊接姿势稳定、焊接距离长、焊缝美观。缺点是：只适合长焊缝、批量大的产品激光焊；单焊缝焊接时可以进行有丝激光焊，多焊缝时，由于机械手沿 $x/y/z$ 轴调姿时，焊丝送丝扭转角太大，焊接过程中送丝不畅，实际焊接时并不采用。

(1) 激光焊接时，焊缝跟踪扫描仪必须每次对所焊接的焊缝进行扫描，产品的外形尺寸要一至性好。由于门框、箱体类尺寸外形较大（一般 500~2000mm），因此各个体外形尺寸公差较大，激光焊接时，外形定位时，焊缝误差达 2mm 左右。因此当第一件定位后，先扫描第一件进行自动编程，以后每件焊接时都必须扫描，若门框、箱体类尺寸外形超过跟踪扫描仪的误差识别范围，焊缝就会偏，焊接结果往往是焊缝焊偏、穿孔，因此即使是自动焊，操作员必须时刻关注焊接状况。(2) 板金的边连接结构要求如图 8 示，焊枪沿焊缝与平板 45 度左右穿透焊接。



1. 激光焊枪 2. 保护气体及激光束 3. 钢板

图 8

5 相关艺参数

焊接工艺参数主要有：扫描光圈直径（mm）、焊接相对能量 A 、焊接速度（mm/s）。对 1—2mm 薄钢板，激光焊接时，CX-CS3000-GP25 边续激光焊机参数设置如下：扫描光圈直径（mm）一般设置 2.5—3 mm，焊接能量 4-5.5，焊接速度 20-25 mm/s。

6 结语

板金的激光焊接现阶段已进入可推广的成熟应用阶段，但对于许多中小企业来说，并不完全明白激光焊的特点，也不明白激光焊是否适合自己的产品，本文通过对板金激光焊的实际应用，总结了以下几点：（1）选用激光焊接，

先确定产品是大零件还是小零件；相关零件的焊接要求；

（2）确定产品是采用手持激光焊还是自动激光焊；（3）根据激光焊的焊接方式，设计适合相应激光焊接方式的板金结构；（4）制定一套合适激光焊接工艺。各厂家可通过合适的激光焊的工艺步骤，将激光焊接导入焊接生产，以期达到提高生产效率、降低生产成本的目的。

参考文献

- [1] CX-CS2000-S手持式激光焊机使用说明书（2023）浙江创新激光设备有限公司；
- [2] CX-CS3000-GP25边续激光焊机使用说明书（2003）浙江创新激光设备有限公司；
- [3] 焊工 中国劳动社会保障出版社2022。