

8MF屏侧框闪光对焊质量研究

许昌继电器厂 胡绍英

目前我厂生产的8MF屏侧框框架是采用滚压成型钢材、连续闪光对焊焊接组合的,特点是外形尺寸要求高,批量较大。侧框焊接质量的好坏直接影响8MF屏的生产进度及质量,因此有必要探讨一下这一工艺过程在生产中所存在的问题,以改善提高8MF屏框架的质量,保证生产顺利进行。

一 闪光对焊原理及影响因素

(一) 闪光对焊的过程

连续闪光对焊在生产中应用广泛,是一种高效率、易于实现自动化的工艺方法,由闪光(加热)和随后的顶锻(压力下交互结晶)两个阶段组成。具体地说,被焊工件先夹紧在钳口上,接通电源后,使工件逐渐移近,端面局部接触(图1—ab),工件端面的接触点在大电流密度的作用下,迅速熔化、蒸发、爆破,呈高温粒状的接触点爆破后又形成新的接触点,这就形成了连续不断的爆破过程,并伴随着工件的烧损,因而称之为烧化或闪光过程。为了保证连续不断闪光,随着金属的烧损,工件需要连续不断地前进,即以一定的送进速度适应其焊接过程的闪光速度(烧化速度)。工件经一定时间的烧化,使其焊口达到所需要的温度,并使热量扩散到焊口两边形成一定宽度的温度场,在撞击式的顶锻力作用下液态金属排挤在焊口之外,使工件焊合,并在焊口周围形成大量毛刺。由于热影响区较窄,故在结合面周围形成较小凸起(图1—d),其示意过程见图2。

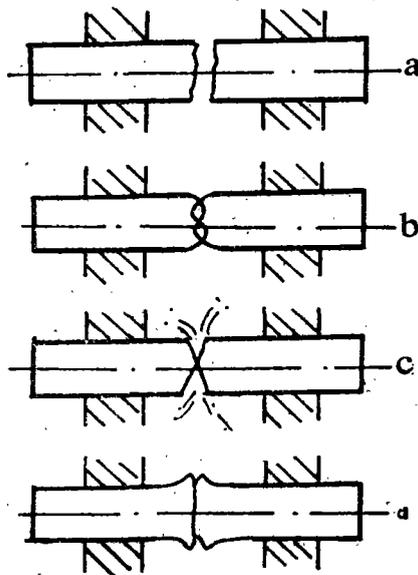
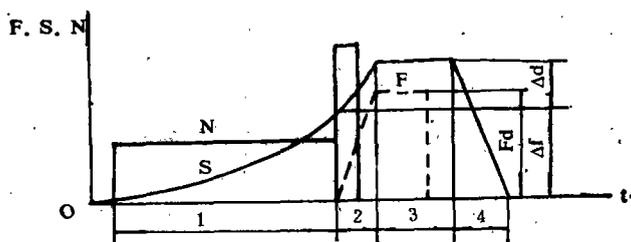


图1 闪光对焊法

在闪光阶段1中,焊件随动夹具做变速运动,以维持正常的闪光过程,此接头处的功率 N 恒定,当闪光留量 Δf 烧完之后进入顶锻阶段2,焊件随动夹具以一定速度 $\Delta s / \Delta t$ 顶锻,顶锻力由零增至 F_s ,使顶锻留量 Δd 变形而消失;阶段2的前一部分为



- | | |
|--------------------|--------------------|
| 1 —— 闪光阶段 | 2、3 —— 顶锻阶段 |
| 4 —— 复位阶段 | S —— 动夹具移动距离 |
| F_d —— 顶锻压力 | N —— 接头处功率 |
| Δf —— 闪光留量 | Δd —— 顶锻留量 |

图2闪光对焊过程示意图

带电顶锻，接头处的功率因此时焊接电流的突变而骤增，尔后进入后一部分的无电顶锻，接头处功率为零，在阶段3中，焊件处于相对静止状态，在顶锻力 F_d 的作用下维持一段时间，随后进入阶段4，动夹具回到原始位置。

(二)。影响闪光对焊的工艺参数

连续闪光对焊的主要工艺参数有：焊件伸出长度 L ，焊接电流密度 j （常用次级空载电压 U_{20} 表示），闪光留量 Δf ，闪光速度 V_f ，顶锻压力 F_d ，顶锻留量 Δd （包括有电及无电顶锻留量），顶锻速度 V_d 。这些参数对接头质量的影响及选用原则如下：

1. 伸出长度 L ：它影响加热条件及塑性变形，选用原则应该从减少向电极的散热、确保顶锻时焊件加热部分的刚度以及焊口加工的可能性等方面考虑。

2. 闪光留量 Δf ：应满足焊件均匀加热的要求，主要取决于焊件断面尺寸。

3. 闪光速度 V_f ：与电流密度（或次级电压）有关，电流密度的提高会加快闪光速度的进行。

4. 电流密度 j （或次级空载电压 U_{20} ）：闪光对焊的电流密度通常在较宽的范围内变化，它取决于焊接方法、材料物理性能和截面的大小。

5. 顶锻速度 V_d ：为防止对接处严重氧化及对口间隙中液态金属冷却而造成氧化物排除困难，顶锻速度愈快愈好。

6. 顶锻压力 F_d ：顶锻力的大小应足以保证液体金属的全部挤出，并使焊件对口产生适当的塑性变形，其大小决定于焊件材料的高温性能，顶锻留量及高温区域的大小。

7. 顶锻留量 Δd ：应该足以使焊件完全封口，从封口挤出全部液体金属并使焊件产生一定的塑性变形。

此外，焊件的送进速度及顶锻时间也影响闪光对焊过程。

(三) 闪光对焊的优越性

在现代工业生产中，闪光对焊工艺的应用体现了许多优点：

1. 焊前对被焊工件端面要求不太高；

2. 接头中氧化物、夹渣物较少、焊缝的强度和塑性均较高。
3. 强度低、效率高, 易于实现自动化, 适于成批产品的生产。

二 我厂8MF屏侧框焊接生产中存在的问题及其影响因素

存在的问题及其影响因素

我厂生产的8MF屏侧框为滚压成型A, 钢矩形框架, 焊件长, 截面形状复杂, 四角均焊接组合, 批量较大。生产中采用连续闪光对焊效率高, 不需填充材料, 劳动环境较好。通过较长一段时间生产的实际应用, 框架焊接质量有所提高, 工艺逐渐成熟。但由于设备、工装不完善、型材质量较差及操作等原因, 生产中还存在着框架的焊接质量不稳定问题, 有待于今后解决。

(一) 存在问题:

生产中8MF屏侧框闪光对焊存的问题主要有两个方面: 一是侧框框架外围形状、尺寸不合要求; 二是焊缝强度较低。

1. 框架外围尺寸超差、形状变形。

根据图纸要求, 8MF屏侧框为一矩形框架, 四角以对焊方式联接, 其尺寸大小及要求如表1及图3所示。框架四边直线度要求为每米不超过1毫米, 边框截面形状如图4所示。

H _{mm}	B _{mm}
2300	550
2200	600

表1 框架尺寸

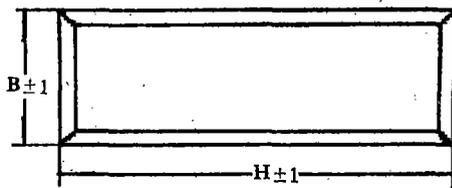


图3 侧框外形图

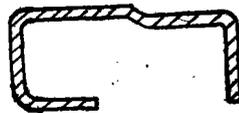


图4 边框截面图

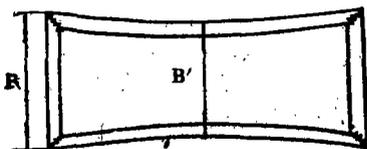


图5 鞍形框架

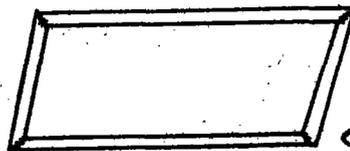


图6 平行四边形框架

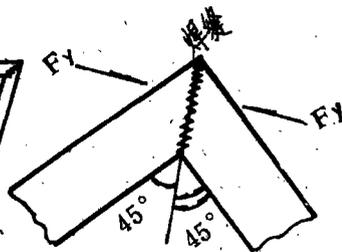


图7 角焊缝

在实际生产中, 框架焊接后的形状和尺寸往往达不到图纸要求:

- (1) 长度H及宽度B的尺寸超差为±3mm或更多;
- (2) 框架多呈鞍形, 如图5所示, 其端部宽度与腰部宽度之差B—B'达5mm

以上;

(3) 有时由于框架对角线不等,造成框架呈非矩形的平行四边形,如图6所示,对角线之差有的在6mm以上。

2. 框架四角对焊强度低

根据图纸要求,框架四角接头处的联接方式如图7所示,每个焊缝的抗拉强度不得低于800kg。

生产中,有时会出现这样的现象:在焊机上焊在一起的接头拿下来冷却后用榔头敲能震开,以致于大部分焊件不得不从手工电弧焊补焊来加固焊缝,即浪费材料又降低了劳动生产率,影响生产。

(二) 影响因素分析

实际生产中,影响焊接质量的因素很多,见表2。现分述如下:

1. 焊接规范参数的影响:

闪光对焊时,相关的工艺参数有:焊件伸出长度 L ,焊接电流密度 j (或次级空载电压 U_{20}),闪光留量 Δf ,闪光速度 V_f ,顶锻留量 Δd ,顶锻速度 V_d ,顶锻力 F_d 等,此外还有顶锻时间和焊件送进速度 V_s 。这些参数大小的确定,对焊接质量均有影响。

表2 影响框架闪光对焊质量的因素

	工艺参数	焊机及网压	焊件型材	工装操作
影响因素	焊件伸出长度 L	电极形状位置及表面状态 气动夹头夹紧力 工作台状态 网路电压	焊件型材长度	形位工装 接头装夹
	焊件电流密度 j		焊件直线度	
	闪光留量 Δf		焊件端部形状尺寸	
	闪光速度 V_f			
	顶锻压力 F_d			
	顶锻留量 Δd			
	顶锻速度 V_d			
	顶锻时间(带电)			
焊件送进速度				
分析说明	焊件电流密度 j 和闪光速度 V_f 两参数在闪光过程中可变化,经常影响着闪光过程的顺利实现。	均可在一定范围内控制或调节,但对焊接质量具有较大影响。	此参数对焊件质量有直接影响。	合理的接头装夹可提高焊接质量
	其余参数可预先正确地选用或控制在一定范围内。			

在一个完整的闪光对焊过程中, L 、 $\Delta_{内}$ 、 $\Delta_{顶}$ 、 $V_{顶}$ 、 $F_{顶}$ 、 V_s 及顶锻时间(主要是带电顶锻时间)须预先合理选用, 可通过生产找出最佳匹配, 一般不再随机变化, 而电流密度 j 以及闪光速度 $V_{内}$ 却是可变的, 它们的变化可影响到焊接闪光过程能否顺利实现, 从而影响焊接质量。

焊接过程中电流密度(或次级电压)、闪光速度的变化不仅影响到焊缝质量的好坏, 而且可影响到焊后焊件的尺寸。正常的焊接过程应该是: 在焊件正确装夹的前提下, 电流密度(或次级电压)的大小能够保证焊件闪光过程中闪光速度(烧化速度 $V_{烧}$ 与动夹具上焊件的送进速度基本一致, 即 $V_{烧} \approx V_{送}$, 这样即不发生短路又不发生断路)现象, 使闪光过程顺利实现, 焊缝成形良好。

但是, 在实际生产当中, 焊件的送进速度一经选用即为一定, 由于网路电压较大的波动及焊机本身条件的限制等因素的干扰, 引起焊接过程中次级电压 U_{20} 波动, 焊接电流随之变化, 破坏了正常闪光的条件, 从而影响到焊接过程的顺利实现。具体地说, 当 U_{20} 增大时, j 亦增大, 则 $V_{烧} > V_{送}$, 可能会发生短路现象; 反之, 则 $V_{烧} < V_{送}$, 易造成短路现象。这两种情况均可使闪光过程失败, 严重影响焊缝质量。

如果焊接过程中出现了上述闪光失败的情况, 焊件熔化不足或者短路, 都会影响其顶锻过程及焊口处焊件正常的塑性变形, 进而影响到焊后侧框的外形尺寸。

由此看出, 生产中焊接电流密度(或次级电压)及闪光速度是影响焊接闪光过程能否顺利实现的重要因素, 必须严格控制。

此外, 顶锻时间对焊缝的质量来说亦有很大影响。一般地说, 顶锻可分为带电顶锻和无电顶锻, 如果顶锻及时, 可将焊口间的熔融金属及氧化夹渣全部挤出。若顶锻较早, 即带电顶锻时间长则易短路使焊口严重突起; 顶锻较晚(过早断电)时, 焊口温度下降, 使得焊口中的氧化夹渣等不易排挤干净, 焊缝强度低。断电时间同顶锻时间一定配合恰当, 顶锻时间应略早于断电时间(几乎是同时进行), 这样才能保证焊缝质量。

2. 焊机的影响。

目前生产中所使用的设备UNY—150型框架闪光对焊机, 电源为单相380伏、50赫兹正弦交流电, 焊机功率150千伏安, 分16级调节, 最大顶锻力为27000千牛, 最大电极压力为6800千牛, 工件送进为液压传动。焊机本身无有效的监控系统, 重要的规范参数随机性较大、不易监测控制。如次级电压(焊接电流)的选定及变化只能靠初级接触组试调, 因而当初级电压(即网路电压)波动较大时, 焊机的适应能力就很差, 操作者只好被动地人为调节, 效果较差。比如有时初级电压为380伏时选定一适当次级电压可使闪光正常进行, 但一会儿初级电压能波动到400伏甚至420伏, 反映到次级电压上就相差1~2级, 这种情况下若要正常闪光必须调 U_{20} , 而初级电压还有重新下降的可能, 随机性很大, 使操作者很难调节适当的次级电压 U_{20} , 影响了焊接质量和生产效率。

焊机的电极状态、气动夹头压力及工作平台刚性等对焊接质量亦有很大影响。

焊机上面的两个紫铜电极导电性、导热性良好, 而它们的形状尺寸及相对位置却直接影响到焊件尺寸。由于侧框框架为矩形, 四个角均要对焊连接, 两个电极左右成90°角相对而置, 其中右电极固定在可动工作台上, 图8所示。两电极间角度选择合

理与否对焊接后框架的形状和尺寸影响很大。生产中发现，由于焊接变形（其中有顶锻力、夹紧力及平台刚性等因素的影响），在夹角为 90° 的电极上对焊后的焊件其夹角略小于 90° 。这样，如果框架的前三个角焊后之和小于 270° ，第四个角焊前的强行对接装夹会使框架的两个长边由于力的作用产生相向弯曲而成鞍形（图9所示），即使两端宽度尺寸正确，中间腰部尺寸也难以合乎要求。另外，生产中出现的框架呈平行四边形现象（对角线不等长、图6示）也是因此而造成的。

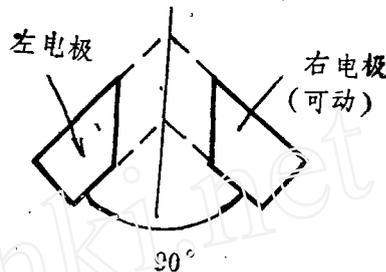


图8 电极位置及形状示意图

若两电极的上工作表面不在同一平台内，会造成这样的现象：框架四角焊口上部焊在一起，而下部却是分开的，或者焊件一边高一边低。总之焊件对接面不是全部焊在一起，而是其中的一部分，这样就影响焊件焊缝强度。

气动夹头的夹紧力的大小对焊接的影响是，如果夹紧力较小时，容易在顶锻时产生焊件滑动现象（如当气动夹头压紧焊件后，用榔头打击焊件一端，焊件就会沿打击方向移动），焊口不能产生应有的塑性变形，不能保证焊件接头处的正确角度及框架端部宽度尺寸，同时还会使焊缝中熔融金属及氧化杂物不能完全挤出来，而造成焊缝不牢。

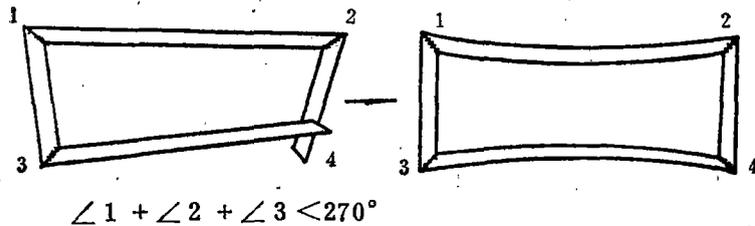


图9 鞍形框架的形成图

焊机的可动工作平台，在使用一段时间之后，由于机械磨损、巨大顶锻力的冲击及震动作用等缘故，在焊件装夹后，用力扳动右侧夹紧的焊件，这时右电极会随工作台转动一个角度，这个角度在 1° 以上，足以明显影响焊件的直角焊接。由此可知焊机的可动工作平台状态好坏对焊件的形状尺寸影响也很大。

3. 型材的影响

首先是型材长度的影响。焊件型材的长短是否符合要求直接影响着焊后框架外形尺寸的。如果型材下料长度偏差大小正负均有，这将对框架焊后的尺寸产生严重影响。

其次是型材的直线度。直线度不好的型材焊接组合起来的框架难以保证外形尺寸正确。

再是型材截面形状、尺寸要正确、一致，端部焊接处加工角度符合要求，这样才能保证正确合理地装夹焊件。现在生产中焊件型材端部 45° 斜角是自制的切断机切割的，由于切口不太稳定、一致，使得切断时焊件型材的长度控制不准（长度定位基准本为平面但有时切后却成了一弧面），误差有的达 $1\sim 2\text{ mm}$ ，再者切口的 45° 角不能正确控制，

这样就直接影响了焊接工序的质量。

最后是型材的焊前处理。主要是指与电极及气动夹头接触部分冲孔后留下的凸起及大毛刺,以及端面妨碍焊件装夹的毛刺,清理以后既利于正确装夹,又避免型材与电极间打火、烧结。

4. 焊前焊件装夹的影响

在无良好焊接工装保证的条件下,焊件接头处装夹质量的好坏,直接影响焊后焊缝质量及焊后框架尺寸。如预留间隙大小、两接头的位置(包括夹角角度及截面高低)等要正确。

5. 人的因素。

操作者要具有强烈的责任心和质量意识,要具有较高的技术水平和良好的素质,否则,生产出合格产品是不可能的。

(三) 建议和措施

根据8 MF屏侧框闪光对焊的生产现场的长期跟踪观察,针对生产中出现的主要焊接问题及诸影响要素,提出以下建议和措施:

1. 增设稳压装置及测控系统。一方面实现网压波动的自动补偿,另一方面应着重建立符合加热要求的、稳定的闪光过程,使送进速度可自动调整。当偶然因过梁增多而中断闪光时,应放慢送进速度,增大电流,故应有电流反馈并设置有位移、速度反馈能力的伺服机构,以随机调整。

焊接框架的第四个角时,由于所形成矩形框架的分流,使得焊口处功率下降,故应增大次级电压(即焊接电流)。

2. 焊机上电极形状、位置要正确,如电极夹角应略大于 90° (约为 91°);气动夹头压力符合夹紧要求,可把夹头与焊件接触的那一面铣成斜槽形,以增大压力,调整好工作台,防止出现松动现象。

3. 焊件型材长度、直线度、端面状态严格控制在所要求的范围内,焊前作好必要的清理准备。

4. 正确合理地装夹待焊工件。最好有良好的装夹工装保证,使其角度、平面度及预留间隙符合要求,或改变传统的装夹方式(如无间隙装夹待焊件)。

5. 设专人操作,并进行系统的技术培训。

此外,型材下料后的预留长度同实际焊接条件下烧化及顶锻压缩长度一定要吻合。

三 框架闪光对焊的发展与展望

闪光对焊在现代工业生产中应用相当广泛,如汽车轮圈、输油管道、钢轨钢筋、飞机拉杆等对焊以及其它复杂截面形状的零件的对焊。

在国外,如美国、西德、日本等,为保证焊接质量,闪光对焊大都采用微机监控系统来控制焊接过程,同时实现焊件的自动装夹及调换,自动化程度较高,焊接质量较好。在国内,亦有一些单位研制并应用微机控制系统的闪光对焊,提高了焊接质量及生

PMH—40系列母线差动保护屏可靠性预计与统计分析

阿城继电器厂 晏国华 郑国顺

摘要

本文对PMH—42/13型母线保护的可靠性进行定量的预计估算,对已经投入运行的3套保护的运行情况进行统计分析,而后概要说明对该保护所进行的可靠性设计与可靠性制造的措施内容,以强调继电保护新产品开发过程中开展可靠性工程的必要性与重要性。

该保护是由东电技改局、东北电力设计院、东电调度局、鞍山电业局与阿城电站设备自动化设计研究所联合开发设计的,由阿城继电器厂负责制造供货。

本文中所采用的基础数据来源于国内外有关文献,不会完全符合国情,但仍能起到定量导向与定性指导的参考作用。

一 产品简介

1. 用途

PMH—40系列母线差动保护屏用于发电厂、变电所的母线保护。它适用于单母线、 $1\frac{1}{2}$ 接线、双母线、双母线单分段、双母线双分段等各种主接线方式,并兼有母线重合闸灵敏启动跳闸回路及断路器失灵保护等功能。

2. 结构

产率。微机监控方式很多,如焊接电流的监控、通电时间的监控、焊接电压的监控、能量监控、钳口间电压的监控、位移量监控等十几种。

同时国外有人提出采用方波电源来替代正弦交流电,不但能稳定闪光过程,而且缩短闪光时间,节省能量。

考虑到我厂的实际生产情况,如批量较大、质量要求较高等,如能向微机监控这一方向发展,将对我厂8MF屏侧框焊接生产的高质量及高效率提供可靠保证,而且有必要在焊件装夹及调换方面实现自动化。

参考文献

- 1.《焊接设备及工艺》机械工业出版社 毕惠琴编 1986年6月
- 2.《闪光对焊微机监控系统研究》哈工大 陈益平著 1989年5月
- 3.《焊接手册》美国焊接学会 1986年3月