

浅谈 YHGQ-1200 型气压焊焊接过程中产生缺陷的因素

赵阳 孙昭藩 王利 韩学飞

(济南铁路局济南工务机械段 山东 济南 250002)

摘要: 针对使用 YHGQ-1200 型气压焊轨车焊接钢轨接头时易产生的缺陷进行分析, 以邯钢 60kg/m U75V 钢轨为例, 通过对照实验的方法对钢轨内在质量、外在质量的产生原因进行重点分析, 找出降低钢轨焊接接头焊接质量的原因与解决方案, 经现场测试可以有效地解决几何尺寸偏差、光斑与未焊合等问题, 对现场的钢轨焊接施工有着重要意义, 同时对现场气压焊轨车焊接工艺提出改进建议。

关键词: YHGQ-1200 型; 气压焊; 缺陷; 几何尺寸偏差; 光斑; 未焊合; 焊接质量

0 引言

随着“交通强国, 铁路先行”的口号提出, “客运高速, 货运重载”成为当前铁路运输业的发展方向, 铺设无缝线路则成为重中之重。目前, 现场铺设的无缝线路大多采用闪光焊、气压焊以及铝热焊 3 种焊接方法。其中, 气压焊是线上焊的主要方法。因此, 解决气压焊焊接过程中可能产生的缺陷对提升焊接质量有着重要的作用。

由于现场焊接时间紧迫, 因此选择通过焊接实验头的方式测试各项恶劣情况下钢轨焊接接头产生缺陷的原因, 通过多组对照实验寻找解决方案, 为后续的钢轨焊接质量提升提供保证。

1 气压焊工艺流程

钢轨气压焊主要是用两根打磨处理好的钢轨端面密贴在一起, 使用氧气与乙炔的混合气体产生的高温火焰将其加热到红热状态, 使金属间的原子可以越过界面相互扩散, 此时对贴合面施加一定的顶锻力, 使得钢轨两端形成分子间的金属键联接, 从而形成牢固的钢轨接头。

目前 YHGQ-1200 型气压焊轨车焊机通常使用无应力焊接程序, 采用目前比较成熟的三段式加压工艺, 即钢轨焊接前进行高压拉轨预顶、焊接加热过程中降压、加热结束进行顶锻 3 个阶段, 其工艺曲线如图 1、图 2 所示。

气压焊线上焊接工艺流程为: 焊前准备—锯轨—钢轨端面打磨—对轨—焊轨车对位—上焊机—夹轨—清洗端面—安装推凸刀具—点火焊接—加热与顶锻推瘤—焊

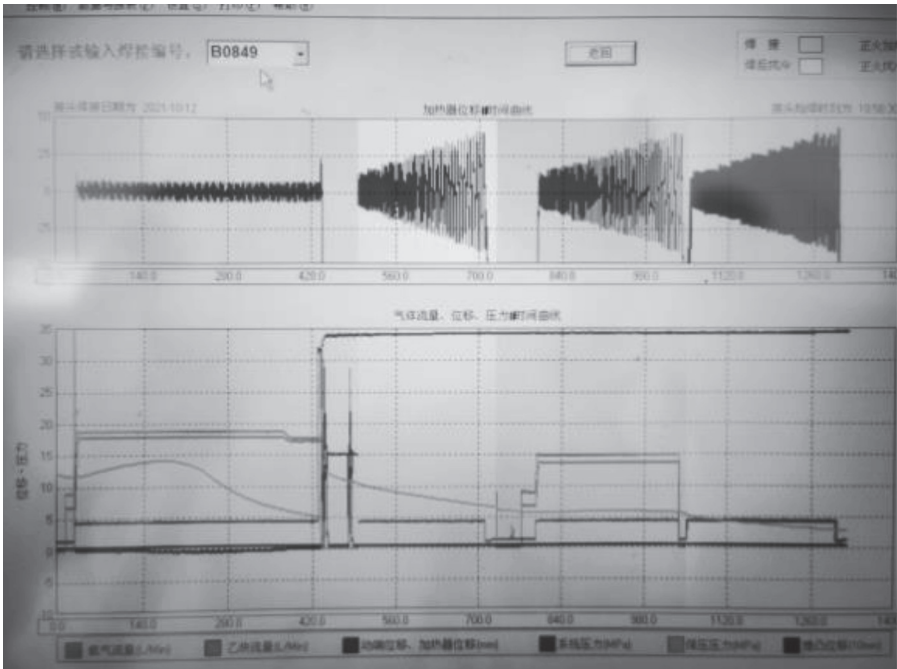


图 1 邯钢 60kg/m U75V 钢轨焊接曲线图

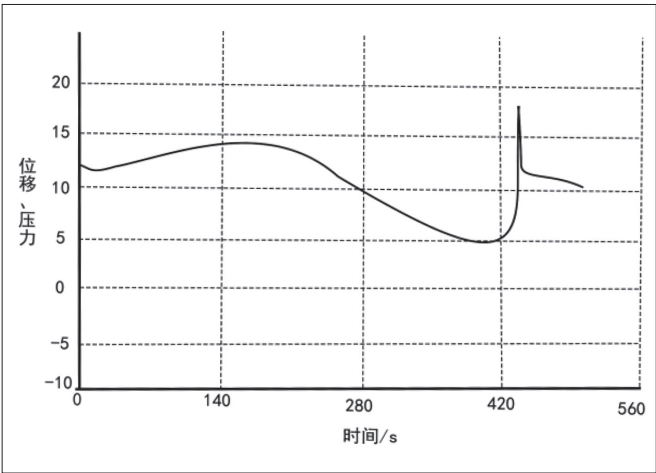


图 2 邯钢 60kg/m U75V 钢轨顶锻压力图

后风冷—正火加热—正火风冷—下焊机焊后处理—打磨。

2 分析气压焊焊接过程中易产生的缺陷

焊接缺陷主要分为外部缺陷和内部缺陷。所谓外部缺陷就是指焊接接头的几何形状产生一定的偏差或凹陷，内部缺陷就是指在焊接过程中，金属内部产生的光斑、过烧、未焊合等。以下主要分析现场焊接中最常见的焊接接头几何形状偏差与光斑、未焊合等情况。

2.1 气压焊焊接接头的几何形状偏差

气压焊焊接接头出现几何形状尺寸的偏差属于外部缺陷，主要表现为高低接头或错牙，用 1m 直尺测量焊接接头轨顶面的时候，焊缝处比原轨向上或向下所产生的凸起或下凹产生的数值超过规定允许值时，称为高接头或低接头。对于接头错边量超过最大允许值的焊接接头称为错牙，如图 3 所示。

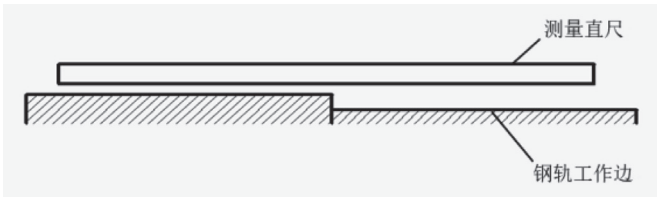


图 3 焊接接头工作面错牙示意图

2.1.1 产生原因分析

- 产生焊接接头错牙的原因主要有：
- (1) 在焊接过程前，YHGQ-1200 型气压焊焊机夹紧对中装置使钢轨没有始终紧紧密贴在一侧。
 - (2) 现场操作不当，例如垫轨未垫平、垫实。
- 产生焊接高低接头的原因主要有：
- ①焊接过程前，没有使待焊钢轨起拱。
 - ②加热器的底部火焰温度大于或小于顶部火焰温度，导致加热不均匀。

2.1.2 实验分析

主要选择现场施工焊接时最容易发生的焊机夹紧对中装置使钢轨没有始终密贴在一侧、加热器的底部火焰温度大于或小于顶部火焰温度两种情况下焊接钢轨，模拟 160km/h 列车轨道邯钢 60kg/m U75V 钢轨钢轨焊接情况，观察测量外形与焊瘤是否符合焊接标准。

分别设置正常焊接、模拟焊机夹紧对中装置使钢轨没有密贴在一侧、模拟加热器的底部火焰温度大于顶部火焰温度、模拟加热器的底部火焰温度小于顶部火焰温度。实验数据见表 1。

由表 1 实验结果可知，在标准作业、正常焊接的情况下，钢轨焊接接头的平直度在标准所规定的范围内，且焊瘤大小正常，焊瘤开花程度正常，如图 4 所示。

表 1 焊接接头几何尺寸偏差因素影响实验分析

实验对象	次数	外观结果 (mm)	是否合格
正常焊接	5	无高低接头 工作边错牙分别为 0.1, 0.15, 0.1, 0.2, 0.1 符合规定要求	合格
静端钢轨密贴到位, 动端钢轨未密贴	5	无高低接头 工作边错牙分别为 0.5, 0.4, 1, 0.4, 0.7 不符合规定要求	不合格
底部火焰温度大于 顶部火焰温度	5	出现高接头 不符合使用要求	不合格
底部火焰温度小于 顶部火焰温度	5	出现低接头 不符合使用要求	不合格



图 4 正常情况下钢轨焊接轨顶焊瘤(左)和轨底轨腰焊瘤(右)

当动端钢轨密贴不到位时，焊接结束顶锻时，顶锻力会使未密贴一侧钢轨发生横向位移，导致钢轨焊接接头出现左右错牙情况。当错牙量较小时，可以通过焊后打磨消除错牙危害，当错牙量过大时，该焊头将被判废，因此，焊接前仔细观察两侧钢轨是否密贴，是降低钢轨几何尺寸偏差的方法之一。

当底部火焰温度大于（小于）顶部火焰温度时，在顶锻推凸时会发现钢轨焊瘤轨顶偏小（大），轨底焊瘤偏大（小），这是因为钢轨底部的加热温度会明显高于（低于）钢轨顶部，因此在顶锻时由于钢底部比顶部软（硬），因此会出现高（低）接头。

2.2 气压焊焊接接头的光斑与未焊合

气压焊焊接接头的光斑属于焊接内部缺陷。光斑也叫白斑，该缺陷出现时，焊接接头断面处会呈现一种灰色，很平滑，用手触摸时无毛刺且不划手的斑点，属于面积型缺陷，此处产生的应力比正常的应力大几十倍，在实际使用中光斑会产生横裂纹并急速扩展，从而产生断轨事故，因此光斑的产生必须杜绝。

气压焊焊接接头的未焊合也属于焊接内部缺陷。焊接的两个钢轨断面仅仅有部分焊合，没有完全焊合，其断面会出现有毛刺但平整的暗灰色滑手区域，它所产生的

的危害和光斑一样。

2.2.1 产生原因分析

气压焊焊接接头产生光斑和未焊合的原因主要有：

(1) 在打磨钢轨端面时，打磨的程度轻，表面的氧化皮未打磨掉。

(2) 打磨钢轨端面后，放置时间过长端面产生金属氧化层或防护不当，端面被雨、雪、油污污染。

(3) 钢轨打磨端面不合格，当焊接接头被焊机夹紧拉轨后，产生一定的间隙，此时进行焊接会在加热的过程中受到污染。

(4) 焊接火焰出现偏差，例如加热器火孔堵塞，这样会导致局部的温度过低，气体质量差会导致火焰过长或过短产生碳化焰、氧化焰等，造成焊缝升温不均。

(5) 焊接加热结束后，焊机顶锻过早或顶锻量过小，当焊机顶锻时间过早时，温度比较低，金属结晶状态不佳，焊接不良；当焊机顶锻量过小的时候，金属之间形成的金属键会变少，导致焊接质量下降。

(6) 焊接加热时间过短，从而导致钢轨端面的温度达不到焊接所需的要求，金属原子能量不够扩散迁移，金属接近的质量就会大打折扣，达不到焊接的目的。

2.2.2 实验分析

本实验主要对现场焊接最易发生的钢轨断面污染情况进行分析，通过模拟焊接接头长时间未使用产生氧化膜、钢轨端面被油污污染等情况进行分析。

分别设置按标准处理的待焊钢轨、静置 1 天后焊前部分区域按标准处理的待焊钢轨、按标准处理的轨腰一区域涂油的待焊钢轨，通过将钢轨依次焊接，进行落锤实验并砸断（必要时可用角磨机切角方便砸断），模拟 160km/h 列车轨道邯钢 60kg/m U75V 钢轨焊接情况，观察焊接钢轨断口内部构造。实验情况记录见表 2。

表 2 焊接接头光斑与未焊合因素影响实验分析

端面现象	次数	落锤情况	内部构造
标准打磨	5	未砸断	均匀银灰色，有毛刺
静置 1 天 焊接前打磨部分区域	5	2 根未砸断；1 根一锤砸断 ； 2 根两锤砸断	断口有毛刺，平整的暗灰色， 未打磨区域有明显的光滑区
轨腰小块区域涂油	5	4 根未砸断；1 根两锤砸断	轨腰涂油区域出现光滑区域

由实验结果可以看出，标准作业打磨出的钢轨经正常焊接、正火热处理后，进行落锤实验，均未砸断，观察砸断后（切割轨角）钢轨断口表面会发现有均匀银灰色毛刺，整体均匀，如图 5 所示。

静置 1 天的钢轨端面生成了一层氧化膜，在焊接过程中，由于没有打磨的区域有金属氧化薄膜的存在，使得原本可以越界的金属原子无法扩散，从而无法形成金属键联接，经正常焊接、正火热处理后，进行落锤实验，观察砸断后钢轨断口表面会发现有许多完整平滑的暗灰



图 5 标准作业砸断后钢轨断口

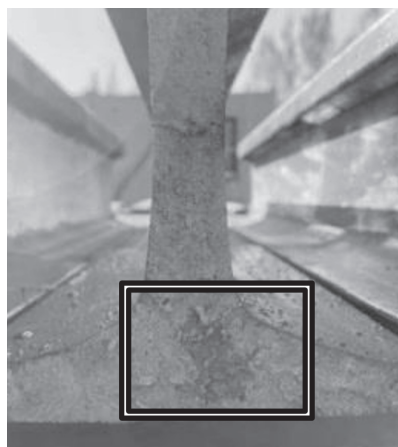


图 6 钢轨静置 1 天断口情况

的塑性与韧性就会大打折扣。

2.3.1 产生原因

在焊接加热的过程中，晶体迅速长大，当达到表面焊接温度 1350 ~ 1400℃ 时即为达到焊接温度，此时晶体基本处于奥氏体过热组织，当焊接结束不再加热后，随着焊后风冷的进行，奥氏体过热组织会在冷却中保留下来，如图 8 所示。若粗晶无法消除，就会导致焊接接头的塑性、韧性很低，且硬而脆，不能在线路上使用。

2.3.2 解决方法

预防气压焊焊接接头的粗晶组织，应在焊接之后依照程序进行焊后正火工艺，消除过热组织，细化晶粒，如图 9 所示。

2.4 气压焊焊接接头的凹陷

在焊接推凸过程结束后，焊接接头焊缝或焊缝附近的地方产生凹陷的情况，若凹陷程度不小于 0.5mm，称为凹陷缺陷，属于外部缺陷。

2.4.1 产生原因分析

产生焊接接头凹陷的主要原因是推瘤刀出现老化或

色表面，说明该钢轨未焊合（如图 6 所示），因此轻易被砸断。

对轨腰小块区域涂油的钢轨进行正常焊接及热处理操作后，进行落锤实验，观察砸断后（必要时切割轨角）断口表面会发现钢轨轨腰处有少量光滑区域，说明该钢轨存在内部缺陷（如图 7 所示），不能投入使用。

2.3 气压焊焊接接头的粗晶组织

粗晶组织是钢轨端面焊接之后，内部晶体过于粗大超过了该金属在固态时的等级要求，晶粒粗大属于体积型缺陷，由于粗大晶体的存在，金属

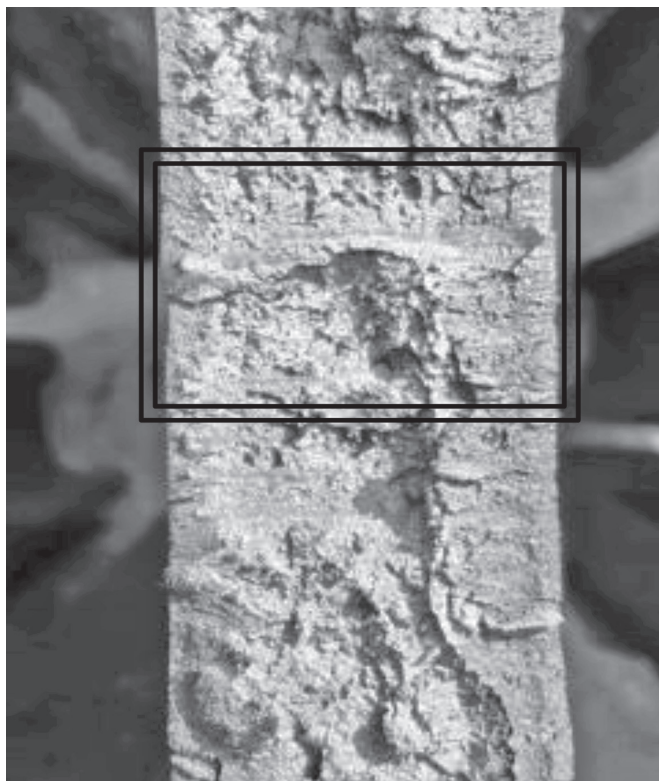


图7 钢轨轨腰涂油断面情况

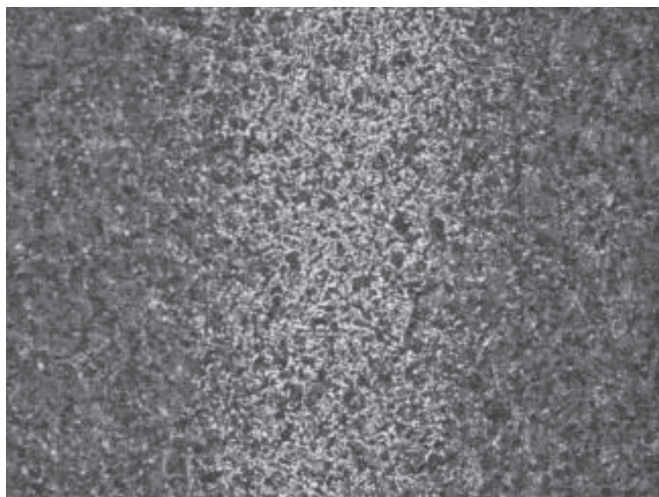


图8 未经热处理的粗大晶粒

刀口外形不合格,从而切亏所导致的。

2.4.2 解决方法

预防气压焊焊接接头的凹陷,应及时更换质量差或外观不合格的推凸刀和底刀。

3 改进建议

3.1 气压焊焊接接头的几何形状偏差

预防气压焊焊接接头的几何形状偏差,应在焊接过程中选择无应力焊接,夹紧对中后要严格检查钢轨密贴焊机一侧。对于加热器火焰温度不一致可以通过扩孔的方式来提高温度低的部位,应注意加热器的火孔面一定

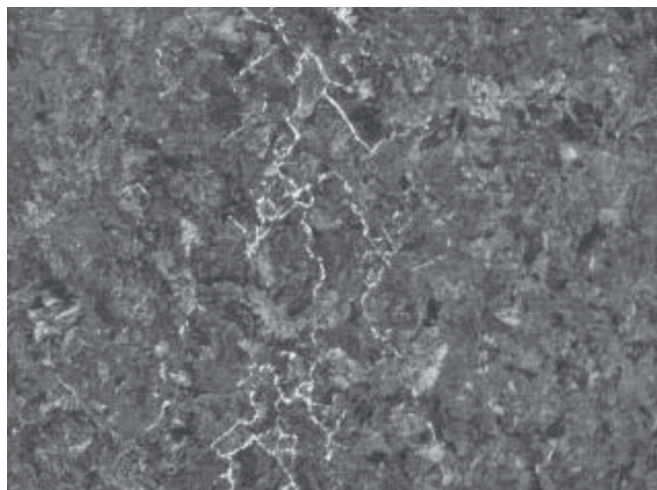


图9 正火热处理后的细化晶粒

要与待焊钢轨平行,待焊钢轨需顺直,钢轨要在垫块上放实。对于高低左右错牙可以通过垫铁片,提升焊机使钢轨端面起拱等方式解决。

3.2 气压焊焊接接头的光斑与未焊合

预防气压焊焊接接头的光斑与未焊合,应严格执行端面打磨的工艺要求,做到标准化作业,对打磨好的钢轨端面进行保护,防止油污等对钢轨端面造成污染。在焊接前,要对焊机加热器进行焊前试火,保证火焰正常。在焊接工程中,要把握好焊接程度,对温度低的焊头及时采取加热延时操作,对温度过高的焊头及时采取提前顶锻操作,从而保证焊接质量。

4 结语

YHGQ-1200 型气压焊轨车设备先进,操作简便,只是用氧气乙炔的混合气体进行焊接,用量低,焊接时属于母材焊母材,很容易得到牢固的、质量很好的接头,相较于小型气压焊来说,更加适合高速铁路的发展需求。但是,气压焊接也有一些不足之处,由于现场环境复杂,气压焊焊接过程中容易发生回火现象,形成积碳,影响钢轨接头的焊接质量,且由于焊接正火均使用一个焊机,所以耗时比较长,线上焊时压缩了各工队配合作业的时间。希望在不久的将来,YHGQ-1200 型气压焊轨车能实现技术提升,气压焊的焊接工艺也会越来越先进,焊接质量也会得到进一步提高,更好地服务于铁路事业。

参考文献:

- [1] 徐瑞岗. 浅谈钢轨压焊焊接工艺及提高焊接质量的方法[J]. 铁道技术监督, 2012(01): 45-49.
- [2] 刘国用, 戴虹, 黄正中, 周世恒. 青藏铁路自行式气压焊轨车线上锁定焊接施工技术研究[J]. 电焊机, 2014, 44(12): 21-24.