

文章编号: 1001-3806(2006)03-0271-03

带防护螺母激光焊接的应用研究

高建昌¹, 邵红红^{1*}, 许友谊²

(1. 江苏大学 材料科学与工程学院, 镇江 212013; 2. 江苏大学 机电总厂, 镇江 212013)

摘要: 论述了激光焊接连接防护罩和螺母的优越性。采用激光焊接的方法分别研究了 Q235 钢和 H62 黄铜防护螺母激光焊接后的组织和性能。研究结果表明, 防护螺母激光焊接成形具有最窄的热影响区和最小的组织长大倾向, 硬度梯度平缓, 且防护罩几乎没有变形。

关键词: 激光技术; 激光焊接; 防护螺母; 性能; 热影响区

中图分类号: TG456.7 **文献标识码:** A

Study on application of laser welding nut with protection

GAO Jian-chang¹, SHAO Hong-hong¹, XU You-yi²

(1. School of Material Science and Engineering, Jiangsu University, Zhenjiang 212013, China; 2. Electromachinery General Factory, Jiangsu University, Zhenjiang 212013, China)

Abstract The superiority of the connection of nut with protection by laser welding is expounded. The method of laser welding is used to study the organization and performance of Q235 steel and H62 brass protective nut connected by laser welding respectively. Test results show that the formation of protective nut by laser welding have narrow heat affect zone and minimum organization grow up inclination, gentle hardness gradient, and the protective cover is nearly not out of shape.

Key words laser technique; laser welding; nut with protection; performance; heat affect zone

引 言

在机械行业中, 螺纹连接的应用非常广泛。然而, 许多情况下, 由于螺母与螺栓连接处被锈蚀而导致零件失效引发安全事故。在汽车工业中, 动力系统螺母完全处于各类的润滑油中, 这样使得其连接处的摩擦系数减小而导致行使过程中螺母松动甚至脱落, 进而损坏零件^[1,2]。另外, 由于生锈而使得螺母与螺栓的连接不可拆卸也是减少其寿命的一大原因。目前, 有资料显示可以整体加工, 用冷压成型的方法来制造带防护螺母^[3]。但是, 这种方法成本高, 还需要设计专门的模具, 而且防护壁太薄也不利于成型。因此, 笔者认为先分别加工螺母与防护罩, 然后利用焊接的方法连接成形, 而利用传统的焊接方法由于防护罩壁太薄导致焊接热变形大和影响区宽、组织脆化、焊接缺陷多^[4]。作者采用激光焊接的方法很好地解决了上面的问题。

1 实验过程

实验所选用的材料为: H62 黄铜, Q235 钢。实验

作者简介: 高建昌 (1983), 男, 硕士研究生, 主要从事 C-BN 薄膜方面的研究工作。

* 通讯联系人。E-mail: hgshk@zjcom.com

收稿日期: 2005-04-25; 收到修改稿日期: 2005-05-18

所研究的是带防护螺母, 焊接部位为防护罩与螺母的连接处, 有两例试样分别标为 I (Q235) 号与 II (H62) 号。实验设备为: 国产 LD802M 脉冲激光焊接机, 激光输出波长 1064nm, 平均输出功率 200W。试样的热处理状况及组织见表 1。试样剖面示意图及焊接部位如图 1 所示。

Table 1 First treatment and organizes of samples

No	pretreatment	microorganizes
I	annealing	F+P
II	casting	$\alpha + \beta$

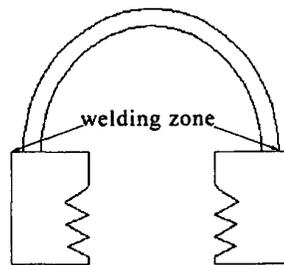


Fig 1 Sketch map of sample's weld zone

焊接相关工艺参数见表 2 其中焊接速度为 4mm/s 保护气为氮气, 气压为 0.2MPa 脉冲激光频率为 8Hz

激光焊接完成后的试样制备过程主要包括: 切割 → 标识 → 磨平 (砂轮机上) → 镶嵌 → 磨试样 (金相砂纸上) → 抛光 → 腐蚀 → 烘干。

Table 2 Comparisons and illusions of technical parameters of laser welding of samples

No	name	welding parameters			
		pulse energy /J	D_d /mm	pulse width /ms	P /W
I	Q235 steel protective nut	60~80	3	6.2	120
II	H62 brass protective nut				

对于焊接接头试样,全部组织区域包括焊缝(熔池)、焊接热影响区、母材 3 部分。不管是焊缝的纵断面还是焊缝的横断面样,应能很好地暴露出焊缝及热影响区。要选取能说明激光焊接后基体和焊缝等的组织和性能变化的部位^[5]。

2 实验结果及讨论

带防护螺母主要受力在螺纹处,防护罩和螺母由焊接连接在一起。防护罩不受力,它的主要作用就是用来防油、防锈和美化零件外形。但是,利用传统的焊接方法(如钎焊)焊接时会对基体组织产生较大的影响或有明显的变形^[4]。

2.1 显微组织分析

I 号为 Q235 钢带防护螺母,取样如图 1 所示。两侧焊缝处的金相组织如图 2 所示,显微组织拍摄的方法为先宏观形貌,然后再从焊缝中心分别往上和往下拍摄直到基体,显微镜的放大倍数为 400^x。

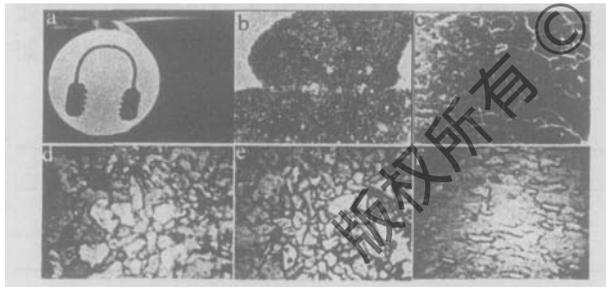


Fig 2 Microorganizes of welding slot of Na I sample's two sides
a—macro shape of sample b—macro shape of welding slot c—the heat affect zone above the left slot d—the heat affect zone under the right slot
e—primitive organizes of nut f—primitive organizes of protective cup

结果表明,由于激光焊接产生的热量较高,所以在焊缝两边的组织有明显的长大现象。由宏观组织上就可以看出焊接过程中产生了许多缺陷,这些气孔是在使用激光焊接时很难避免的。并且由于防护罩的厚度很小热量传递快冷却较慢,故焊缝上面的组织要比下面的大。但是激光焊接速度快,从而使得热影响区比较小^[6]。影响区与基体组织的连贯性好。不仅如此,用激光焊所产生的焊缝外观整齐,余高小^[7](或是负余高)。基体的前处理为退火所以看到的组织基本上都是铁素体与很少一部分的珠光体。

II 号试样为 H62 黄铜防护螺母。显微组织如图 3

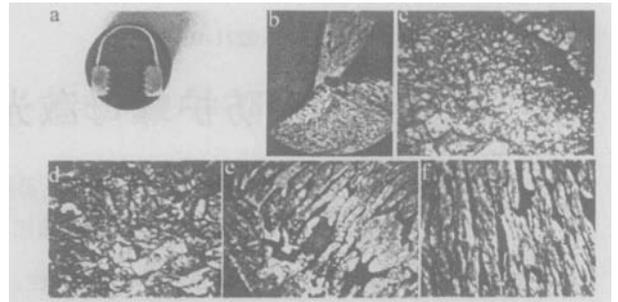


Fig 3 Microorganizes of welding slot of Na II sample's two sides
a—macro shape of sample b—macro shape of left slot c—the heat affect zone above the left slot d—primitive organizes of nut e—the heat affect zone under the right slot f—primitive organizes of protective cup
所示。

与 Q235 钢激光焊相比,铜的组织在焊接时长大较小。不仅如此,从图中还可以看出,上方螺母的基体组织反而比下部分的基体组织细小。这也说明了黄铜在进行激光焊接时所得到的热影响区较为理想。

由图 3 得出,激光焊接对 H62 黄铜 $\alpha + \beta$ 相进行焊接时得到的影响区组织特别细。上基体为变形过的铸态 $\alpha + \beta$ 相黄铜,长条状的 α 相已被打碎;而下基体还保持铸态的原始组织,但下影响区的组织没有明显的长大现象。然而,有资料显示,当其用传统的钎焊时,组织会有明显的长大,柱状晶沿垂直生长,焊缝变脆,热影响区大^[8]。

分析上面的显微组织与硬度,可以得出激光焊接在焊接工艺上有许多突出的优点。但是,在分析中也存在着一些问题需要解释。

(1) 对于试样的组织分析发现,上基体的组织与下基体相差较大,这是由于防护罩是由挤压变形造成的。而对 H62 黄铜试样分析组织时发现,上基体的显微组织较小,而且组织已近于等轴晶,对于这一点,可以认为是焊接时由于铜的热导率较大,而防护罩壁又很薄,热量传递得快,从而使得上基体的组织都受热细化。而下基体壁厚,热量集中就导致焊缝周围的组织明显长大,远离焊缝的基体还保持原来的组织状况。

(2) 在测定 II 号试样的显微硬度时发现,同一道焊缝圆周两侧的硬度差值很大,出现这种情况的原因可认为是,焊接时防护罩由于受热而变形导致焊接时聚焦点不在焊缝上;还有就是两侧装夹高度不一致,导致焊接时离焦量出现左右不一样。

2.2 显微硬度分布

由于激光焊接过程也是一个升温与冷却的过程,焊接过程中组织随着焊接条件的变化而变化。不同的部位其加热与冷却的速度都有差距,从而就会使得焊缝的熔池产生不同的区域。这些区域所体现出来的特征除了组织上的不平衡,还有就是显微硬度在横向或纵向的分布上也会呈现一定规律^[9]。对焊接焊缝的

性能分析在本文中的要求下主要就是硬度分布上要与理论的数值相符。

对 I 号试样的显微硬度测定得出硬度分布图, 见图 4。

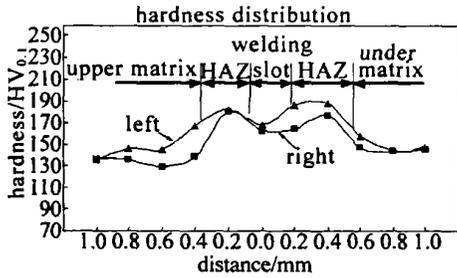


Fig 4 Vertical hardness distribution of welding slot of Na I sample

从图 4 中可以看出, 硬度在影响区边界出现最高值, 而在焊缝中间反而会降低。试样右侧硬度梯度相对较平滑, 可见其焊缝处组织变化小, 而左侧硬度梯度则相对较大, 即说明该侧焊接时组织变化较大。具体原因可理解为焊接时两侧的装夹定位有差异, 导致两侧受热冷却的速度和方式不同。和前面的显微组织分析联系起来考虑可以得出, Q235 钢带防护螺母利用激光焊接可以满足组织和性能上的要求。

对 II 号试样的硬度测定结果见图 5。

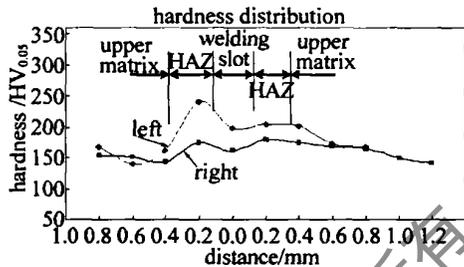


Fig 5 Vertical hardness distribution of welding slot of Na II sample

由上面的硬度分布图可以看出, H62 螺母与防护罩的焊接处硬度分布在左侧与右侧有很大区别, 左侧影响区小, 硬度梯度较大; 右侧影响区大, 硬度梯度平缓, 并且其焊缝处硬度比左侧普遍小很多, 这可以从上面的显微组织分析中得出解释, 左侧组织细密而右侧组织较为粗大。

针对该图中的硬度分布问题应该在焊接工艺和参数选择上进行优化, 首先, 在试样的装夹与定位上一定要保证不能有偏离。这也可以认为是导致左右两侧硬度出现大差距的原因之一。

3 结论

(1) 对普通 Q235 钢带防护螺母进行激光焊接, 得到的影响区比传统方法所得到的狭窄, 而且组织和硬度变化比较平缓。

(2) 对黄铜 (H62) 带防护螺母进行激光焊接, 通过组织和硬度分析可以得出: H62 在进行激光焊接时组织没有明显的长大, 硬度分布也比较合理。

(3) 对带防护螺母用激光焊接, 成本低, 得出的组织与性能完全能符合要求。

参考文献

- [1] WANG P C, EW NG K M. Effect of weld design on the fatigue strength of laser and resistance spot welded tubular T-joint for automotive applications [J]. *Welding J* 1994, 73(9~12): 209~216.
- [2] YANG Y S, LEE S H. A study on the joining strength of laser spot welding for automotive applications [J]. *Journal of Materials Processing Technology*, 1999(94): 151~156.
- [3] WU T B. Forming technology by cold press and moulds of cap nut [J]. *Mould Industry*, 1995(9): 28~30 (in Chinese).
- [4] XU Y Y, ZHANG Y K, WANG W X. A comparative study on the weld area properties of the flying hammer bracket by laser welding or with brazing [J]. *Applied Laser* 2003, 23(5): 277~280 (in Chinese).
- [5] LÜ D L, LI Y Zh. Analysis of welding metallographic [M]. Beijing China Machine Press 1987, 17~56 (in Chinese).
- [6] WANG J Ch. Development and expectation of laser welding technology [J]. *Laser Technology* 2001, 25(1): 48~54 (in Chinese).
- [7] ZHOU J M, ZHANG Y K, XU Y Y *et al*. Laser welding on hub nut of automobile wheel [J]. *Hot Working Technology*, 2004(4): 42~43 (in Chinese).
- [8] WANG Z J, OU X J, CHEN W Zh *et al*. Study on weldability of H62 brass by laser welding [J]. *Journal of Tsinghua University (Science & Technology)*, 1997, 37(8): 40~43 (in Chinese).
- [9] ZHENG Q G, GU J H, WANG T *et al*. Investigation on melting pool behavior and defects of laser welding [J]. *Laser Technology*, 2000, 24(2): 90~95 (in Chinese).

(上接第 243 页)

- [12] KOMULA J I, KAMMERLING R C, DEGH DONNO D *et al*. Gemological investigation of a new type Russian hydrothermal synthetic emerald [J]. *Gems and Gemology*, 1996, 32(1): 32~39.
- [13] CHEN Z Q, ZENG J L, CAI K Q *et al*. Characterization of Chinese new hydrothermally grown emerald [J]. *Australian Gemologists* 2001, 20(1): 45~48.
- [14] CHEN Z Q, ZHANG G, SHEN H Y *et al*. Spectrum properties of hydrothermal emerald laser crystals [J]. *Acta Photonica Sinica* 2004, 33(3): 382~384 (in Chinese).
- [15] CHEN Z Q, ZHANG G, SHEN H Y *et al*. Measurement of refractive indices and thermal refractive index coefficient of $\text{Cr}^{3+}:\text{B}_3\text{A}_2\text{S}_6\text{O}_{18}$

crystal by autocollimation method [J]. *Science in China* 2004, E47(2): 186~190.

- [16] LONG X, LIN Z, HU Z *et al*. Optical study of Cr-doped $\text{LaSc}(\text{BO}_3)_4$ crystal [J]. *Journal of Alloys and Compounds* 2002, 347(1~2): 52~55.
- [17] LUO Z D, HUANG Y D. Spectrum physics of state laser materials [M]. Fuzhou: Fujian Press of Science and Technology, 2002, 113~120 (in Chinese).
- [18] CHEN Z Q, ZHANG G, SHEN H Y *et al*. High power red laser from intracavity-doubled Nd:YAG D_3/LBO laser [J]. *Chinese Journal of Lasers* 2003, 30(10): 873~876 (in Chinese).