

内燃机气门锥面激光补焊工艺的探讨

张文珍 蒲继雄 张渭滨 龚冬梅

(华侨大学物理系, 泉州 362011)

吴 仑 叶腾凤

(泉州内燃机配件厂, 泉州 362000)

提要 本文报道用 250 W 连续 Nd : YAG 激光补焊机对内燃机气门锥面上的气孔进行补焊。探讨焊料、填料方式和激光作用时间对补焊成功率的影响。实验证明, 这种补焊方法的成功率达到 75% 以上, 获得了很大的经济效益。

关键词 激光补焊, 内燃机气门

Investigation on welding technique for the valve chamfers of internal combustion engines

ZHANG Wenzhen, PU Jixiong, ZHANG Weibin, GON Donmei

(Department of Physics, Huachiao University, Quanzhou 362011)

WU Run, YE Tenfeng

(Mountings Factory for Internal Combustion Engine of Quanzhou, Quanzhou 362000)

Abstract It is reported that, using 250 W CW Nd : YAG welding machine, we weld the small holes on the valve chamfers for internal combustion engines. The Influence of welding powders, powder putting-on method and laser action time on the rate for successful welding is investigated. Experimental results show that this welding technique is successful, and the rate for successful welding is over 75%. It is estimated that using this welding method will produce high economy efficiency in making valve chamfers for internal combustion engines.

Key words laser welding, valve chamfers for internal combustion engines

1 引 言

内燃机气门是汽车发动机的主要部件。它的使用寿命直接影响到汽车发动机的性能。气门的使用寿命取决于气门锥面堆焊的硬质合金层的工艺条件。国外采用 CO₂ 激光器作为热源在气门锥面上堆焊一层硬质合金层^[1,2]。目前, 国内通常采用真空高频焙烧(即真空堆焊)的方法在气门的锥面堆焊一层厚度约为 2.5 mm 的 Ni 基或 Co 基硬质合金层。用这种方法生产的

产品常在锥面上出现气孔,成为废品,废品率达 4~5%。但用激光补焊废品锥面上的气孔,便可将 3/4 的废品转变为合格产品(成功率为 75%)。一个年产量为 100 万支的内燃机生产厂,用激光补焊,可使效益净增 30 万元。不仅如此,激光补焊还可以节约大量进口材料。本文报道补焊过程中,焊料的选择、焊料的填放方式和激光作用时间对补焊成功率的影响

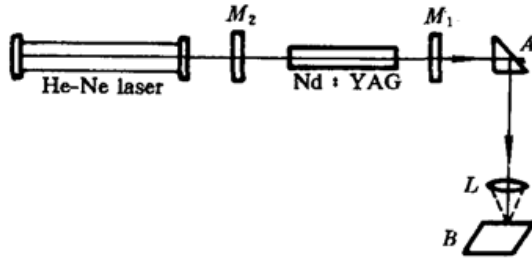


Fig. 1 Geometry for Nd:YAG welding machine. M_2 is a highly reflecting mirror, M_1 is the output mirror, A is a prism and L is a focusing lens

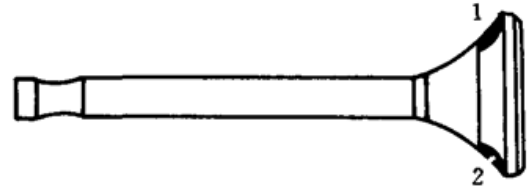


Fig. 2 Geometry of a valve for internal combustion engines

1—valve chamfer with Ni or Co based surface
2—valve chamfer with a small hole on it

2 实验装置和实验结果

激光补焊的实验装置如图 1 所示。补焊的激光器为一台连续输出的 Nd:YAG 激光器,激光波长为 $1.06 \mu\text{m}$,激光功率在 $0\sim 250 \text{ W}$ 内连续可调。He-Ne 激光用作 $1.06 \mu\text{m}$ 激光的引导光,两者同轴。 L 为 $1.06 \mu\text{m}$ 激光的聚光镜。我们知道,透镜的焦距 f 愈大,聚焦点的光斑愈大,这不利于提高激光的功率密度;另一方面, f 愈小,聚焦点愈靠近透镜,补焊时喷出的尘埃会弄脏透镜表面。综合以上两点,我们选择 $f = 80 \text{ mm}$ 。透镜可以上下移动,这样对不同直径的气孔,我们可以上下移动透镜而选择会聚在气孔上的激光光斑大小。气门则固定在一个可以在二维方向移动的工作台上。

图 2 是一支有气孔的气门(即废品)示意图。它是一个含有气孔的用真空堆焊法在气门的锥面堆焊一层厚度约为 2.5 mm 的 Ni 基或 Co 基硬质合金层的报废气门。气孔的直径 d 约为 $0.1\sim 1.5 \text{ mm}$,有的则更大。我们补焊的目的,就是在气孔上放上焊料,然后在强激光照射下使基底与焊料熔为一体,使废品成为正品。这里,我们探讨三个方面的工艺问题。

2.1 焊料的选择

我们选用的焊料是与基底(气门锥面)的材料相同,即 Ni 基粉或 Co 基粉,Ni 基粉中 Ni 的含量为 99%,其余成份为 Fe;Co 基粉中 Co 的含量为 99%,其余成份为 Ni 和 Fe。两种焊料的熔点均在 $1400\sim 1500 \text{ }^\circ\text{C}$ 之间。在焊料粒度方面,我们知道,焊料粒度愈细,激光的反射愈低,焊区吸收的光能就愈大。因此,我们采用 250~300 目的焊料。

2.2 焊料填放方式

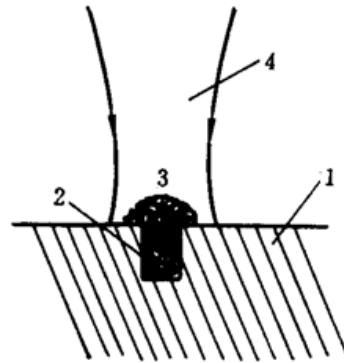
焊料填放的方式对补焊成功与否是很重要的。图 3 为我们采用的填放方式。若气孔的直径为 d ,焊料的直径则应为 $2d\sim 3d$ 。另外,焊料应堆成小山堆。这是因为,激光光束中心的功率密度较高,而周围的功率密度较低。这样可使基底与焊料同时熔合为一体。实验结果表明,采用这种填料方式,补焊的成功率很高。

2.3 激光作用时间

激光作用时间的长和短对补焊的成功也很关键。若激光作用时间太短,基底材料不熔化,或者,只是基底材料表面熔化。这都达不到补焊的目的。反之,激光作用时间太长,势必影响到焊区以外的基底材料,造成微裂纹。而且焊区还会发生溅射而达不到补焊的目的。我们选定了

Fig. 3 Geometry of laser welding a small hole on valve chamfer

- 1—valve chamfer
2—a small hole on the valve chamfer
3—Ni or Co based welding powder
4—laser beam for welding



几个直径约为 0.7 mm 气孔的气门进行实验。激光功率为 250 W。激光作用时间选定为 1, 2, 3, 4, 5, 6 s。补焊后, 用线切割机切开补焊点, 并用光学显微镜和硬度计观察和测量焊点与基底材料的熔合性质。结果列于表 1 中。

Table 1 The Influence of laser action time on the welding states

Laser action time (s)	1	2	3	4	5	6
Welding states	welding	welding	welding	welding	no welding	no welding
Deepness of welding (mm)	0.2	0.5	0.6	0.6		
Degree of Hardness (HRC)	31	43	42	43		

由表 1 可见, 激光的作用时间短, 基底与焊料熔合的深度浅, 焊点的硬度不高。当激光作用时间为 2~4 s 时, 基底与焊料熔合的深度较深。恰好把气孔补上。焊点的硬度也较高(即气门锥面的硬度与基底的硬度相当(基底的硬度 HR=42))。经补焊过的气门完全达到合格产品的标准。下面我们列出一组试验结果。我们总共补了 1104 个气孔。其中大孔($\phi > 1.5$ mm), 成功 63 孔, 不成功 116 孔, 成功率为 35.2%; 中小孔($\phi \leq 1.5$ mm), 成功 770 孔, 不成功 155 孔, 成功率达 83%。总成功率为 75.5%。

3 结论与讨论

综上所述, 实验证明, 用激光补焊内燃机气门锥面的气孔是可行的。这为提高内燃机气门的生产效率开创了一条新路。

但必须指出, 由于我们激光器的输出功率不高, 补焊直径较大的气孔成功率还不高。我们相信, 若激光功率能再进一步提高, 这种补焊技术可适应直径更大气孔的补焊。

参 考 文 献

- 1 高林宗谷, 森和彦, 日本特许公报, J. 61296979
- 2 大石真治 *et al.*, 日本特许公报, J. 62296984