(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 101733564 A
(43)申请公布日 2010.06.16

(21)申请号 201010100399.2

(22)申请日 2010.01.25

(71)申请人 长春理工大学
地址 130022 吉林省长春市朝阳区卫星路7089号

(72)发明人 张宏 刘双宇 石岩 徐春鹰

(74)专利代理机构 长春科宇专利代理有限责任公司 22001
代理人 曲博

(51)Int.Cl.
B23K 28/02(2006.01)
B23K 9/095(2006.01)
B23K 26/32(2006.01)

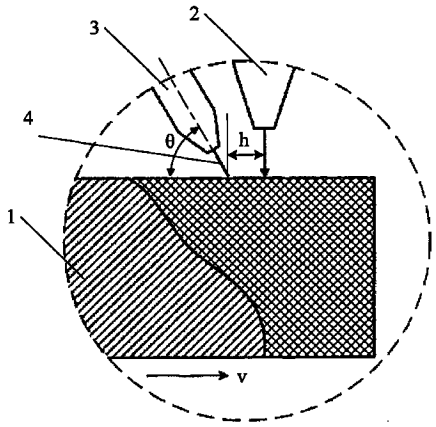
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 2 页

(54)发明名称

超高强度钢的激光-电弧复合热源高速焊接方法

(57)摘要

一种超高强度钢的激光-电弧复合热源高速焊接方法，属于高强度钢焊接技术领域。现有高强或超高强钢激光-电弧复合热源焊接方法焊接速度慢，能量输入大，导致焊接的线能量过大，会引起焊接工件的变形；光丝间距过大，又由于激光在先、电弧在后，激光稳定电弧的作用减小，使焊接过程不稳定，容易产生飞溅。本发明采用激光-电弧复合热源焊接，焊接工件为高强度钢或者超高强度钢，焊接时电弧焊枪在先施焊，激光喷嘴随后施焊，电弧焊接电流140～180A、电压23～25V，电弧焊枪与工件表面夹角θ为60～65°，激光功率3～5kW，焊接速率v为1～3m/min，激光束与焊丝之间的光丝间距h在1～3mm范围内确定。实现了超高强度钢的不预热、无冷裂纹、变形小焊接。



CN 101733564 A

1. 一种超高强度钢的激光－电弧复合热源高速焊接方法，采用激光－电弧复合热源焊接，焊接工件(1)为高强度钢或者超高强度钢，其特征在于，焊接时电弧焊枪(3)在先施焊，激光喷嘴(2)随后施焊，焊接参数如下，电弧焊接电流140～180A、电压23～25V，电弧焊枪(3)与工件(1)表面夹角 θ 为60～65°，激光功率3～5kW，焊接速率v为1～3m/min，光丝间距h在1～3mm范围内确定。

2. 根据权利要求1所述的激光－电弧复合热源高速焊接方法，其特征在于，焊接时电弧焊枪(3)提供脉冲MIG电弧在先施焊，激光喷嘴(2)提供波长10.6μm、连续波CO_2激光随后施焊，电弧焊接电流180A、电压25V，电弧焊枪(3)与工件(1)表面夹角 θ 为65°，激光功率3.5kW，焊接速率v为1.5m/min，光丝间距h为2mm。

超高强度钢的激光 - 电弧复合热源高速焊接方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种超高强度钢的激光 - 电弧复合热源高速焊接方法，电弧先行预热，激光高速焊接，明显减小工件焊接变形，明显降低超高强度钢焊接中冷裂纹开裂倾向，提高焊接质量。该方法属于高强度钢焊接技术领域。

背景技术

[0002] 采用电弧焊焊接高强钢时工件会发生一定程度的变形，包括横向、纵向收缩变形，角变形，弯曲变形和波浪变形，造成了焊接结构形状变异、尺寸精度下降、承载能力降低和疲劳强度降低，这样的焊接结构会因在工作荷载作用下引起的附加弯矩和应力集中现象作用下早期失效。现有解决焊接变形的措施包括，合理选择施焊方法和焊接工艺参数，围绕结构中性轴平衡布置焊缝，合理选择焊接顺序，使用分段倒退焊和间断焊，预置反变形量，采用刚性固定等等。对于结构已经出现的在规范允许限值以外的焊接变形，采用机械矫正法和火焰矫正法予以矫正。而所述解决焊接变形的措施和矫正方法主要是依靠经验和有限的试验数据进行，不能适应复杂多变的结构形式和焊接方法，而且，焊接变形的矫正极为耗时费力，甚至导致产品报废。另外，大多数高强度钢均具有较高的淬硬倾向，采用电弧焊焊接高强度钢时，焊缝金属容易产生冷裂纹。为解决这一技术问题，所采取的措施是在焊接前预热待焊工件，预热温度的高低主要取决于高强钢的化学成分、工件厚度、强度等级以及焊接结构等因素。尽管这一措施能够降低焊缝金属冷裂纹敏感性，但是，却产生一些新的问题。一方面，焊接前预热使得焊接工艺变得复杂，降低了焊接效率；另一方面，焊接前预热所达到的高温恶化了操作环境；再有就是对于某些复杂或尺寸较大的工件无法进行有效的预热处理。

[0003] 在现有技术中采用复合热源进行焊接是一种有效且易行的解决冷裂纹问题的方法。一篇题为“一种高强或超高强钢激光 - 电弧复合热源焊接方法”、申请号为 200810223741.0 的中国发明专利文献公开了一项技术方案。该方案采用焊接热源为激光 - 电弧复合热源，见图 1、图 2 所示，焊接工件 1 为高强度钢或者超高强度钢，焊接时激光喷嘴 2 在先施焊，电弧焊枪 3 随后施焊，焊接参数如下，激光功率 800 ～ 2000W，电弧焊接电流 270A、电压 30V，干伸长 16mm，焊接过程中用 20％ CO_2+80％ Ar 混合气体保护，流量 18L/min，电弧焊枪 3 与工件 1 表面夹角 θ 为 45 ～ 60°，焊接速率 v 为 0.8m/min，在工件 1 表面上，激光束与焊丝 4 之间的光丝间距 h 在 3 ～ 7mm 范围内确定。激光 - 电弧复合热源的采用较大的光丝间距，使得焊接熔池被拉长，熔池的振荡加剧，使得熔池金属的凝固速度降低、晶粒细化，从而降低了焊接工件 1 的金属冷裂纹敏感性，焊缝表面和断面均未出现裂纹。该方法未设专门的预热环节。因此，不存在单纯的电弧焊因预热工件而带来的技术问题。但是，该方案也存在一些缺陷：其一，焊接速度慢，能量输入大，导致焊接的线能量过大，会引起焊接工件的变形；其二，光丝间距过大，又由于激光在先、电弧在后，激光稳定电弧的作用减小，使焊接过程不稳定，容易产生飞溅。

发明内容

[0004] 为了在避免产生冷裂纹的前提下，充分发挥激光稳定电弧的作用，从而提高焊接速率，减小焊接能量输入，防止焊接工件的变形，我们发明了一种超高强度钢的激光－电弧复合热源高速焊接方法。

[0005] 本发明采用激光－电弧复合热源焊接，见图 3、图 4 所示，焊接工件 1 为高强度钢或者超高强度钢，其特征在于，焊接时电弧焊枪 3 在先施焊，激光喷嘴 2 随后施焊，焊接参数如下，电弧焊接电流 140 ～ 180A、电压 23 ～ 25V，电弧焊枪 3 与工件 1 表面夹角 θ 为 60 ～ 65°，激光功率 3 ～ 5kW，焊接速率 v 为 1 ～ 3m/min，光丝间距 h 在 1 ～ 3mm 范围内确定。

[0006] 本发明之方法其技术效果在于，由于电弧在先、激光在后，激光稳定电弧的作用得以发挥，使得焊接过程稳定，不易产生飞溅。焊接时电弧焊枪 3 在先施焊，并且其电流、电压小于现有技术，为的是使这一措施主要起一个预热工件 1 的作用，一方面经过预热的工件对激光的吸收增加，提高激光的利用效率；另一方面降低了焊缝金属的裂纹敏感性。预热同时还使熔池金属的冷却速度减缓，焊缝区域的微观组织细化，从而降低焊缝金属的开裂倾向，避免冷裂纹的产生。焊接通过随后的激光喷嘴 2 施焊实现。提高激光功率，以形成稳定的“激光匙孔”，一则使得熔池金属的流动性增加，使焊丝成分均匀地分布于焊缝内，防止热影响区马氏体板条的粗化和上贝氏体的生成，因而改善了焊接区域的力学性能；二则提高了焊接穿透深度。增大电弧焊枪 3 与工件 1 表面夹角 θ 使电弧力在垂直方向的分力增加，增加对熔池的搅拌，熔池内的剧烈搅动会不断地对焊接熔池凝固前沿进行冲刷，在一定程度上可以打碎结晶凝固前沿的枝晶组织，防止粗大枝晶组织的产生，从而能够细化晶粒，改善焊缝金属组织，减少裂纹。减小光丝间距 h 有利于电弧的稳定，使激光稳定电弧的作用增强，电弧能量更加集中，有利于实现深熔焊和提高焊接速度。大功率、高速激光焊接，热输入量小，热影响区减小，变形减小。

附图说明

[0007] 图 1 是现有技术高强或超高强钢激光－电弧复合热源焊接方法示意图。图 2 是现有技术高强或超高强钢激光－电弧复合热源焊接方法局部放大示意图。图 3 是本发明超高强钢的激光－电弧复合热源高速焊接方法示意图。图 4 是本发明超高强钢的激光－电弧复合热源高速焊接方法局部放大示意图，该图兼作为摘要附图。

具体实施方式

[0008] 本发明具体是这样实现的，见图 3、图 4 所示，采用激光－电弧复合热源焊接。激光器采用 CO_2 激光器、Nd:YAG 激光器、碟型激光器、光纤激光器、半导体激光器中之一种。如采用德国 Rofin 公司制造的 DC050 型 CO_2 激光器，最大输出功率 5kW，输出波长 10.6μm，输出连续波激光，采用焦距为 350 的聚焦镜，离焦量 -1mm。电弧采用单丝 GMAW 电弧、双丝 GMAW 电弧、MIG 电弧、MAG 电弧中之一种。如采用日本 Panasonic 公司制造的 YD-350AG2HGE 微电脑焊接波形控制脉冲 MIG/MAG 焊机，配套 YW-35AL1HAE 型送丝机，使用直径 1.2mm 不锈钢焊丝。焊接工件 1 为高强度钢或者超高强度钢。如厚度 6mm、抗拉强度 1600MPa 的超高强钢。焊缝间隙 0mm。焊接时电弧焊枪 3 在先施焊，激光喷嘴 2 随后施焊。电弧焊接电流 180A、电压 25V，电弧焊枪 3 与工件 1 表面夹角 θ 为 65°，激光功率 3.5kW，焊接速率 v 为 1.5m/min，

激光束与焊丝 4 之间的光丝间距 h 为 2mm。干伸长为 12mm。焊接过程中电弧焊保护气体为 20％ CO_2+80％ Ar，气体流量为 16L/min ；激光同轴保护气体为 30％ He+70％ Ar，气体流量为 25L/min。焊接结果显示，在无预热的情况下，焊接工件表面和断面均无裂纹，且无飞溅，焊接处抗拉强度为 1000MPa，平面度为 3.02mm。

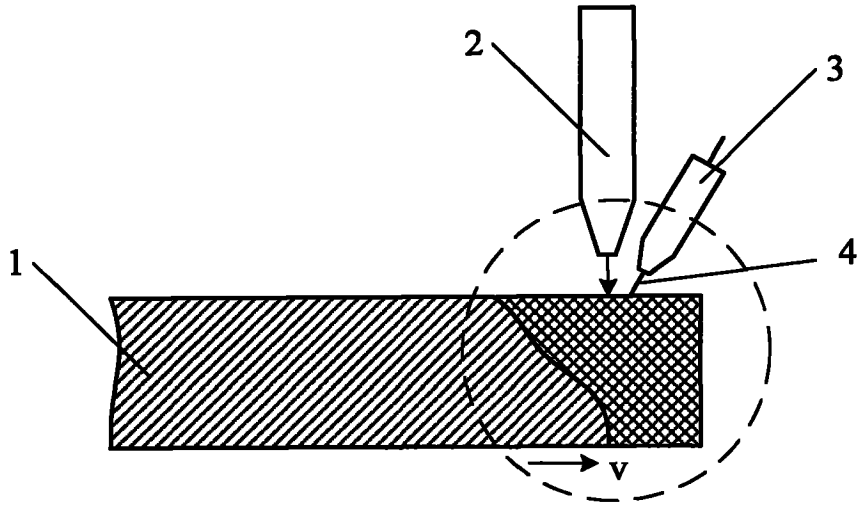


图 1

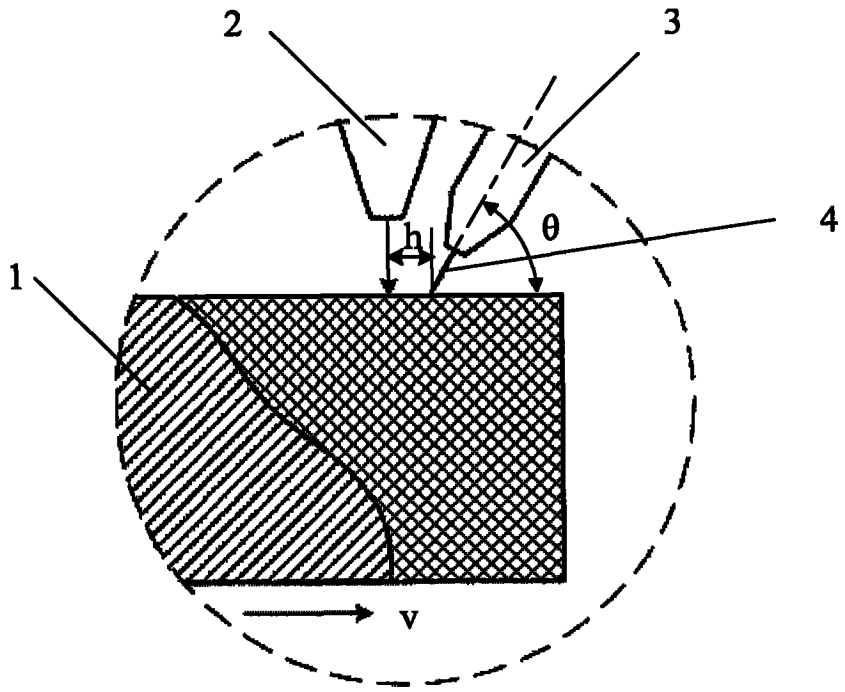


图 2

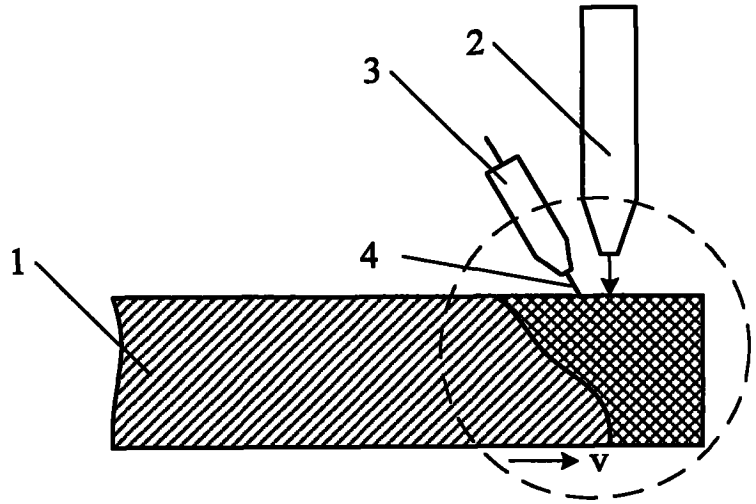


图 3

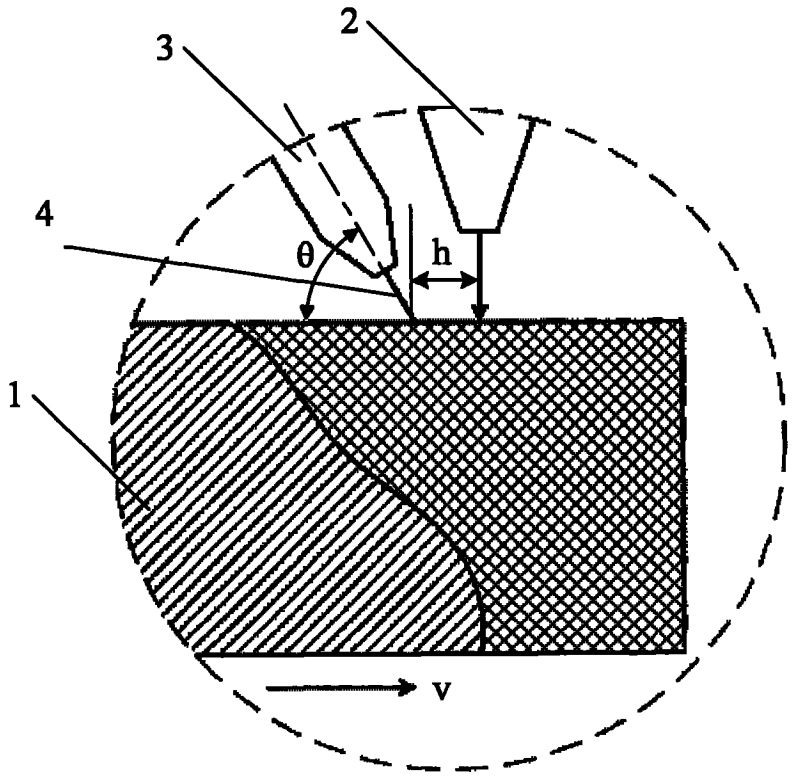


图 4