



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106180986 B

(45)授权公告日 2018.06.26

(21)申请号 201610536290.0

(22)申请日 2016.07.08

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106180986 A

(43)申请公布日 2016.12.07

(73)专利权人 湘潭大学
地址 411105 湖南省湘潭市雨湖区羊牯塘
27号湘潭大学

(72)发明人 钱锦文 宋二军 欧艳 吴靓
肖逸锋 许艳飞 张明华 陈宇

(51)Int.Cl.
B23K 9/167(2006.01)
B23K 9/173(2006.01)
B23K 9/04(2006.01)
B23K 9/095(2006.01)

(56)对比文件

CN 101362272 A,2009.02.11,
CN 105855544 A,2016.08.17,
CN 102554474 A,2012.07.11,
CN 1476956 A,2004.02.25,
CN 103350321 A,2013.10.16,
JP 2004237333 A,2004.08.26,

审查员 侯钊

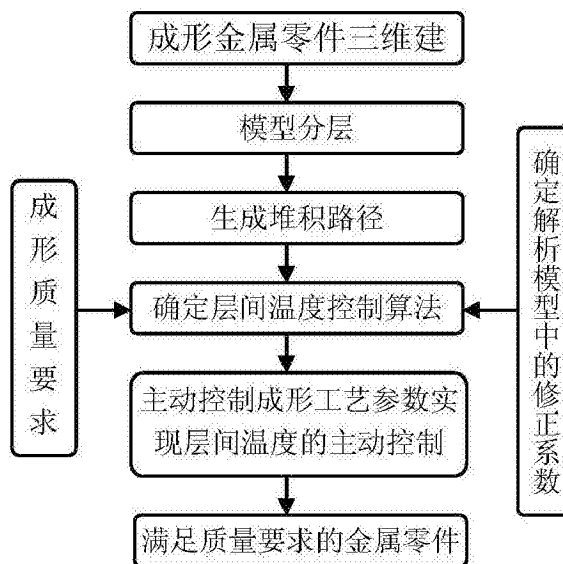
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

一种电弧增材制造成形质量的主动控制方法

(57)摘要

本发明公开了一种电弧增材制造成形质量的主动控制方法,根据弧焊熔池热源模型、傅里叶定律、热传导及流体力学理论,建立了电弧增材制造成形熔池稳定性的热力学判据;根据熔覆工艺参数及外加冷却系统控制参数与层间温度及成形质量之间的匹配关系,建立了成形质量表征量与成形工艺参数的解析模型。基于熔池稳定性热力学判据及成形质量表征量与工艺参数的解析模型,获得了电弧增材制造优化的层间温度分布特征,在计算机的辅助下,通过主动控制层间温度实现电弧增材制造成形质量的主动控制。该发明为保证电弧增材制造成形件良好的表面质量及力学性能提供了一种有效方法。



1. 一种电弧增材制造成形质量的主动控制方法,其步骤包括:

(1) 金属件的模型分层:根据成形金属件的三维CAD模型的形状结构,对该模型进行分层切片处理;(2) 生成堆积路径:计算机根据各分层切片的尺寸和形状特点进行成形路径规划,生产各层成形所需的数控代码,利用生产的数控代码控制数控机床的运动路径以实现各层轮廓的成形;(3) 设定最优层间温度控制算法:根据成形金属件的质量要求,确定成形过程中的层间温度分布特征,然后基于熔池稳定性热力学判据及成形质量表征量与工艺参数的解析模型,设定合理的层间温度控制算法主动控制成形过程中熔敷关键工艺参数及外部冷却系统控制参数的变化范围来主动控制层间温度分布特征;(4) 根据步骤(3)中预先设定的层间温度控制算法,以TIG焊或MIG焊为热源,采用同步送丝的方式,根据预先设定的层间温度控制算法将熔融丝材按照一定的成形路径逐层堆积实现零件的实体制造,其熔融丝材包括金属、金属间化合物及它们之间的梯度功能材料。

一种电弧增材制造成形质量的主动控制方法

技术领域

[0001] 本发明属于增材制造技术领域,具体涉及一种电弧增材成形质量的主动控制方法。

背景技术

[0002] 增材制造技术是一种基于离散-堆积原理,在计算机技术的辅助下,以送丝或铺粉的方式,以高能束(激光、等离子、电子束、电弧)为热源将熔融原材料逐层熔敷堆积实现零件的实体制造。电弧增材制造技术具有生产成本低、熔敷效率高、成形件尺寸不受限制等优点,尤其适用于制造航空航天领域中大型化、轻量化、功能化及复杂化等整体结构零件的制造。目前,电弧增材制造技术越来越受到航空航天领域的关注。

[0003] 目前,利用电弧增材制造技术制造金属件在成形件表面质量及力学性能的主动控制上依然存在着较大的困难。实质上,电弧增材制造过程是一个微铸造的过程,熔池通过“点-线-面”的过程实现零件的实体制造。在其逐层堆积的过程中,先成形部分与周围介质的热交换能力不断降低,使得先成形部分的热积累量不断增加,导致熔池的凝固时间增加,熔液流动性增强,熔池的抗干扰能力降低,尤其是在成形件边缘部分极易产生“流淌”现象,降低成形件表面质量,熔池的稳定性随“时间-空间”变化而变化,从而难以实现成形件表面质量的主动控制。此外,由于热积累量的作用,导致先成形部分经历复杂的热处理过程,增加了成形件微观组织及力学性能的控制难度。因此,在电弧增材制造逐层堆积过程中,控制熔池的稳定性以提高成形件表面质量、控制热积累量的变化以实现成形件的显微组织和力学性能的控制是推动电弧增材制造技术发展的重要因素。

[0004] 电弧增材制造成形过程中熔池的稳定性主要受焊接电流、焊接电压、送丝速度、焊接速度、焊丝直径及热积累量的变化等因素的影响。目前,在此方面的研究主要集中在分析上述工艺参数对成形件的层宽、层高及力学性能的影响规律,并利用线性回归分析法对工艺参数进行优化以提高成形件的表面质量。但该方法难以实现成形件形貌和性能的主动控制。此外,研究者利用高敏红外热成像仪或热电偶等仪器,通过增加层间间隔时间来控制层间温度的变化,研究了层间温度对成形质量的影响规律。如天津大学尹玉环博士基于交流TIG电弧增材制造技术,通过改变层间间隔时间来控制层间温度,研究了层间温度对成形质量的影响规律,实验证明通过合理的控制层间温度能够提高堆积过程的稳定性,制造出表面形貌良好、组织均匀致密的零件。但该方法成形效率低,生产成本大大增加。又如哈尔滨工业大学熊俊博士利用所设计的一种多层单道宽度和高度图像同时传感系统,实时在线采集熔敷宽度和高度图像进而调整工艺参数来实现成形尺寸的控制但无法实现实时修正可能出现的尺寸偏差及成形件组织结构的主动控制。

[0005] 虽然国内外学者对于电弧增材制造成形件形貌、组织结构及力学性能的控制进行了研究并取得了积极的进展,但仍不能实现电弧增材制造成形表面质及力学性能优良的复杂金属件的主动控制。本发明基于建立的熔池稳定性热力学判据及成形质量表征量与工艺参数之间的解析模型,建立了优化的层间温度控制算法及控制系统,即在计算机的辅助下,

根据成形金属件的质量要求,主动控制熔覆工艺参数(焊接电压、焊接电流、焊接速度、送丝速度)及外部冷却系统控制参数的变化范围实现层间温度的主动控制,从而实现电弧增材制造成形质量的高效、低成本的主动控制。

发明内容

[0006] 本发明基于建立的熔池稳定性热力学判据及成形质量表征量与工艺参数之间的解析模型,获得了电弧增材制造优化的层间温度分布特征,然后根据成形金属件的质量要求,确定最优的层间温度;在计算机的辅助下,通过设定的层间温度控制算法主动控制层间温度来实现电弧增材制造成形质量的主动控制。该发明为电弧增材制造成形件的形貌、显微组织及力学性能的主动控制提供了一种高效方法。

[0007] 本发明的一种电弧增材制造成形质量的主动控制方法,其步骤为:

[0008] (1) 金属件的模型分层:根据成形金属件的三维CAD模型的形状结构,对该模型进行分层切片处理;(2) 生产堆积路径:计算机根据各分层切片的尺寸和形状特点进行成形路径规划,生产各层成形所需的数控代码,利用生产的数控代码控制数控机床的运动来完成成形路径的规划;(3) 设定最优的层间温度控制算法:根据成形金属件的质量要求,确定成形过程中的层间温度分布特征,然后基于熔池稳定性的热力学判据及成形质量表征量与工艺参数的解析模型,设定相应的层间温度控制算法主动控制成形过程中熔敷关键工艺参数及外部冷却系统控制参数的变化范围以获得最优的层间温度;(4) 根据步骤(3)中预先设定层间温度控制算法,以TIG焊或MIG焊为热源,采用同步送丝的方式将熔融丝材按照步骤(2)中规定的成形路径逐层堆积制造获得表面质量良好、性能优良的金属件。

[0009] 所述的一种电弧增材制造成形质量的主动控制方法,其特征在于:电弧增材制造方法,主要包括以TIG焊、MIG焊为热源,采用同步送丝的方式,根据预先设定的层间温度控制算法,将熔融丝材按照一定的成形路径逐层堆积实现零件的实体制造。

[0010] 所述的一种电弧增材制造成形质量的主动控制方法,其特征在于:熔融的丝材包括金属、金属间化合物及它们之间的梯度功能材料。

附图说明

[0011] 图1为本发明的一种电弧增材制造成形质量主动控制的工艺流程图。

[0012] 图2为利用本发明制造的单道多层的壁形金属件。

具体实施方式

[0013] 为了更加清晰的表述本发明的制造优点,以下结合具体实施例对本发明进一步详细说明。

[0014] 本发明利用CAD软件建立成形零件的三维模型,首先根据成形零件的形状结构及尺寸大小,对该模型进行分层切片处理;其次,根据各分层切片的尺寸和形状特点进行成形路径规划,生产各层成形所需的数控代码,利用生产的数控代码控制数控机床的运动实现各层的堆积成形。

[0015] 根据成形金属件的质量要求,确定成形过程中的层间温度分布特征,然后基于熔池稳定性的热力学判据及成形质量表征量与工艺参数的解析模型,设定相应的层间温度控

制算法主动控制成形过程中熔敷关键工艺参数及外部冷却系统控制参数的变化范围实现层间温度的主动控制。

[0016] 以交流脉冲TIG焊为熔敷热源,峰值电流:135A~185A,基值电流:85A~135A,焊丝直径:0.8mm~1.6mm,送丝速度:3m/min~15m/min,焊接速度:110mm/min~350mm/min,采用纯氩气作为保护气体,气体流量为10L/min~15L/min,在计算机的控制下,在成形制造过程中依据预先设定的层间温度控制算法控制层间温度在45℃~90℃之间,按照生产的规划路径将熔融丝材逐层熔敷堆积,从而制造出表面形貌及力学性能优良的壁形金属件。

[0017] 上述所述实例仅用以说明本发明的在电弧增材制造领域中的一个实例,并非用于限制本发明的创新思想。

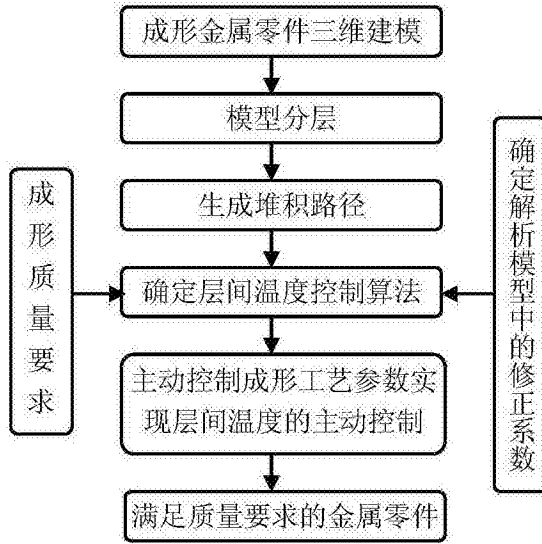


图1

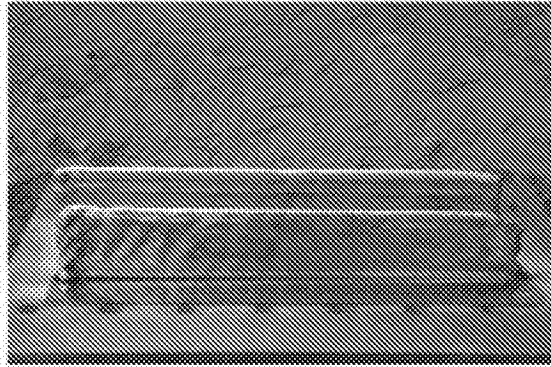


图2