



中华人民共和国国家标准

GB/T 37654—2019

再制造 电弧喷涂技术规范

Remanufacturing—Technical specification for arc spray

2019-06-04 发布

2020-01-01 实施

国家市场监督管理总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 一般要求	1
5 工艺过程	3
6 喷涂工艺评定与质量检验	4
7 包装、贮存与运输	4
8 场地、劳动安全与环保要求	5
参考文献	6

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国绿色制造技术标准化技术委员会(SAC/TC 337)提出并归口。

本标准起草单位:中国人民解放军军事科学院国防科技创新研究院、河北京津冀再制造产业技术研究有限公司、北京睿曼科技有限公司、装备再制造技术国防科技重点实验室、合肥工业大学、中机生产力促进中心、淄博中科新技术研究院、中国重汽集团济南复强动力有限公司、河南科技大学、中国标准化研究院、中军金工发展有限公司、广东华晟智能再制造有限公司、千里马机械供应链股份有限公司、瑞昌市森奥达科技有限公司。

本标准主要起草人:陈永雄、张伟、梁秀兵、魏世丞、朱胜、徐滨士、魏敏、于鹤龙、周新远、李恩重、史佩京、刘渤海、郑汉东、王玉江、汪勇、王红美、高宏伟、范立国、刘欢、王文宇、陈茜、田保红、王秀腾、宋占永、郭东俊、杨义华、李轶、王贤长。

再制造 电弧喷涂技术规范

1 范围

本标准规定了应用电弧喷涂技术进行再制造的技术规范,包括术语和定义、一般要求、工艺过程、工艺评定与质量检验、包装、贮存与运输、场地、劳动安全与环保等要求。

本标准适用于基于电弧喷涂技术的再制造生产、科研及管理,其他相关工作也可参考使用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 8642 热喷涂 抗拉结合强度的测定

GB/T 11375 金属和其他无机覆盖层 热喷涂 操作安全

GB/T 28619 再制造 术语

3 术语和定义

GB/T 28619 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电弧喷涂 arc spray

利用两根金属丝之间产生的电弧熔化丝的顶端,两根金属丝的成分可以相同,也可以不相同,经一束或多束气体射流(一般为压缩空气)雾化将已熔化的金属溶滴喷射到经预处理的基体表面上形成涂层的工艺方法。

[GB/T 18719—2002,定义 4.3.5]

3.2

高速电弧喷涂 high velocity arc spray

利用电弧将金属丝材顶端加热至熔化状态,通过超音速气流(包括压缩空气、燃气、惰性气体等)雾化处于熔化状态的喷涂材料,并将其高速喷射到经预处理的基体表面上形成涂层的工艺方法。

3.3

自动化电弧喷涂 automatic velocity arc spray

通过操作机构(包括操作专机、工业机器人等)和变位机等辅助装置分别夹持并控制高速电弧喷涂枪和工件,实现电弧喷涂按设定程序自动化作业的工艺方法。

4 一般要求

4.1 电弧喷涂设备

4.1.1 高速电弧喷涂枪

高速电弧喷涂枪是完成金属丝材的起弧熔化、雾化和加速飞行作业的装置,在应用中应满足以下

要求：

- a) 可完成丝材的导电与起弧,且丝材导电嘴与枪体之间要可靠绝缘;
- b) 喷射气流将熔化的丝材高效雾化,并使其加速飞行,形成的粒子流要集中;
- c) 应有挡弧功能;
- d) 结构轻巧,易损件更换便捷。

4.1.2 喷涂电源

喷涂电源是专门用于电弧喷涂的整流电源,在应用中应满足以下要求:

- a) 应具有平的或略带上升的外特性;
- b) 输出电压调节范围通常不小于 24 V~38 V,输出电流调节范围通常不小于 20 A~300 A;
- c) 在喷涂过程中丝材断弧后应能迅速重新起弧,且起弧平稳,无爆弧或丝材飞溅等现象。

4.1.3 送丝装置

电弧喷涂送丝装置是完成丝材送给的装置,在应用中应满足以下要求:

- a) 送丝应平稳,可自动调节送丝速度以适应电弧电流的波动;
- b) 可适用实心金属丝材和粉芯丝材的送给。

4.1.4 自动化辅助装置

电弧喷涂自动化辅助装置是完成高速电弧喷涂枪和工件作自动化运动作业时所使用的设备及装置,在应用中应满足以下要求:

- a) 可完成高速电弧喷涂枪的夹持并通过设定程序进行自动化作业,高速电弧喷涂枪相对工件的移动速度范围通常不小于 50 mm/s~100 mm/s;
- b) 变位机构可实现工件的固定、定位及位姿变换等功能;
- c) 操作高速电弧喷涂枪和工件的自动化辅助装置应协调动作,根据需要可通过各自独立的或相互联动的控制程序完成自动化喷涂过程。

4.1.5 丝材选择

应综合考虑再制造毛坯的材质、涂层性能及经济成本等因素,选择合适的喷涂丝材。丝材表面导电性应良好,直径范围通常为 1.6 mm~3.0 mm。

4.2 设备选择

应综合考虑再制造毛坯的结构特点、工艺实施条件、涂层性能、丝材种类及经济成本等因素,选择适用的电弧喷涂设备。设备应工作稳定可靠,涂层质量一致性高,工艺参数重复性好。

4.3 再制造毛坯资料

喷涂前,应收集再制造毛坯相关信息,通常包括但不限于以下内容:

- a) 制造图样、材质、热处理及表面处理等信息;
- b) 设计寿命,已使用时间、非正常工况使用情况;
- c) 维修记录;
- d) 工作条件及使用技术要求。

4.4 再制造技术评估

4.4.1 材质分析

喷涂前,应为喷涂材料和再制造工艺的选择进行再制造毛坯材质分析。

4.4.2 失效分析

喷涂前,应为喷涂材料和再制造工艺的确定进行再制造毛坯失效分析。

4.4.3 强度评估

再制造毛坯的损伤部位对安全运行有影响时,应进行应力及强度分析评估。

4.4.4 防护涂层评估

再制造毛坯表面有防护涂层时,应对涂层的现状进行评估,并给出去除或保留的方案。

5 工艺过程

5.1 喷涂前检查及预处理

5.1.1 外观检查

观察记录再制造毛坯的外观状态。若存在不利于电弧喷涂工艺的异常情况,应记录并进行处理。

5.1.2 尺寸、形位公差检测

测量、记录再制造毛坯的相关尺寸、形位公差。

5.1.3 表面硬度检测

检测并记录待喷涂部位和邻近区域的表面硬度。

5.1.4 喷涂预处理

确定再制造毛坯表面净化、活化与粗化的预处理工艺,必要时还应对非喷涂区域进行遮蔽防护等预处理。

5.2 工艺参数选择

5.2.1 电压及电流

电压和电流是电弧喷涂工艺的主要参数。在其他条件一定的情况下,电流越大,送丝速度越快,而电压越大,材料熔化受热温度越高。电弧喷涂电压和电流的选择可以根据电弧喷涂数据库或者前期工艺试验来确定。通常情况下,电压宜选择 28 V~40 V,电流宜选择 60 A~300 A。

5.2.2 喷涂距离

喷涂距离是影响喷涂材料沉积质量的关键参数之一。选择喷涂距离时应综合考虑喷涂粒子的最高飞行速度分布区间及材料氧化等因素,通常喷涂距离宜选择 100 mm~300 mm。

5.2.3 气体参数

气体参数是影响喷涂粒子飞行速度的关键参数。通常情况下,进入高速电弧喷涂枪的气体压力越高,熔化粒子雾化飞行的速度越高,通常入口气体压力不低于 0.5 MPa。

5.3 喷涂加工

电弧喷涂加工时应注意以下方面:

- a) 为防止零部件基体表面返锈,喷涂预处理与喷涂加工之间的时间间隔宜小于 8 h;
- b) 喷涂加工过程中需要停顿时,要保证喷涂表面无污染,停顿间歇时间不宜超过 8 h;
- c) 为防止因热输入过大而引起再制造毛坯变形甚至涂层剥落,喷涂加工时宜采用静置、空冷等方式进行冷却。

5.4 喷涂后处理

根据再制造产品的使用要求,电弧喷涂后可选择热处理、封孔及机械加工等后处理工艺。

6 喷涂工艺评定与质量检验

6.1 工艺评定

工艺评定主要检验:

- a) 涂层表面状态,目视检查;
- b) 涂层力学性能,按照 GB/T 8642 进行;
- c) 涂层金相组织,参照 GB/T 226 进行。

6.2 再制造零部件质量检验

6.2.1 尺寸检测

对修复部位的尺寸进行测量、记录,尺寸应符合技术文件规定。

6.2.2 形位公差检测

对零部件形位公差进行测量、记录,形位公差应符合技术文件规定。

6.2.3 表面硬度检测

检测和记录修复部位的表面硬度,硬度值应符合技术文件规定。

7 包装、贮存与运输

7.1 零部件的包装可参照 GB/T 28618 的规定。

7.2 零部件的贮存要求在零部件再制造技术文件中予以确定。

7.3 零部件运输工具的选择应以保证在运输过程中零部件不受到损伤并能够安全到达目的地为原则,必要时可在技术文件中予以明确。

8 场地、劳动安全与环保要求

- 8.1 喷涂场地应根据不同工艺要求设有必要的通风、降噪、除尘等设施。
- 8.2 应考虑光辐射、粉尘、金属蒸气等对人身及零部件的影响并采取相应的安全措施。
- 8.3 作业人员应佩戴眼镜、手套、防护服等防护用品,安全防护按 GB/T 11375 的规定执行。
- 8.4 应优先选用环保的工艺、设备、材料和方法,并符合国家相关政策规定。

参 考 文 献

- [1] GB/T 226 钢的低倍组织及缺陷酸蚀检验法
- [2] GB/T 12608 热喷涂 火焰和电弧喷涂用线材、棒材和芯材 分类和供货技术条件
- [3] GB/T 18719—2002 热喷涂 术语、分类
- [4] GB/T 20019 热喷涂 热喷涂设备的验收检查
- [5] GB/T 28618 机械产品再制造 通用技术要求
- [6] 李金桂.现代表面工程设计手册[M].北京:国防工业出版社,2000.
- [7] 王娟,等.表面堆焊与热喷涂技术[M].北京:化学工业出版社,2004.
- [8] 师昌绪.材料科学与工程手册[M].北京:化学工业出版社,2004.
- [9] 张平.热喷涂材料[M].北京:国防工业出版社,2006.
- [10] 王海军.热喷涂实用技术[M].北京:国防工业出版社,2006.
- [11] 梁秀兵,等.电弧喷涂亚稳态复合涂层技术[M].北京:科学出版社,2014.
- [12] 陈永雄,等.高速电弧喷涂成形基础[M].北京:知识产权出版社,2015.