



中华人民共和国国家标准

GB/T 19823—2020
代替 GB/T 19823—2005

热喷涂 工程零件热喷涂涂层的应用步骤

Thermal spraying—Procedures for the application of thermally
sprayed coatings for engineering components

(ISO 14921:2010, MOD)

2020-06-02 发布

2021-04-01 实施

国家市场监督管理总局
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 涂层设计和涂层实施的原则	1
5 车削、铣削、磨削预加工	2
6 遮蔽	2
7 表面预处理方法	3
8 热喷涂	3
9 涂后检验	3
10 封闭.....	3
11 涂层后加工.....	3
12 最终检验.....	3
13 编制文件.....	3
附件 A (资料性附录) 评估热喷涂工艺适应性流程图	5
附件 B (资料性附录) 确定最佳涂层体系预期目标检查项目	6
附录 C (资料性附录) 热喷涂工艺规程应用记录	7
参考文献	10

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 19823—2005《热喷涂 工程零件热喷涂涂层的应用步骤》。本标准与 GB/T 19823—2005 相比,主要技术变化如下:

- 修改了“规范性引用文件”(见第 2 章,2005 年版的第 2 章);
- 增加了“术语和定义”(见第 3 章);
- 增加了“编制文件”(见第 13 章)。

本标准使用重新起草法修改采用 ISO 14921:2010《热喷涂 工程零件热喷涂涂层的应用步骤》。

本标准与 ISO 14921:2010 相比的技术性差异及其原因如下:

——关于规范性引用文件,本标准做了具有技术性差异的调整,以适应我国的技术条件,调整的情况集中反映在第 2 章“规范性引用文件”中,具体调整如下:

- 用等同采用国际标准的 GB/T 9793 代替 ISO 2063(见第 1 章),GB/T 9793 列为参考文献;
- 用 GB/T 11373 代替 EN 13507(见第 7 章);
- 用修改采用国际标准的 GB/T 16744 代替 ISO 14920(见第 1 章),GB/T 16744 列为参考文献;
- 用修改采用国际标准的 GB/T 18719 代替 ISO 14917(见第 3 章);
- 用修改采用国际标准的 GB/T 19824 代替 ISO 14918(见第 8 章);
- 用修改采用国际标准的 GB/T 37421 代替 ISO 14923(见第 9 章)。

本标准做了下列编辑性修改:

——按 GB/T 1.1—2009 对第 1 章“范围”的内容重新进行了编排。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国金属与非金属覆盖层标准化技术委员会(SAC/TC 57)归口。

本标准起草单位:佛山先进表面技术有限公司、斯普瑞科技有限公司、北京矿冶科技集团有限公司、武汉材料保护研究所有限公司、瑞立集团瑞安汽车零部件有限公司。

本标准主要起草人:李志刚、于月光、梁栋、陈同舟、刘剑辉、沈婕、曹庆、高名传、梁伟坚、叶永红、张再伟。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

——GB/T 19823—2005。

热喷涂 工程零件热喷涂涂层的应用步骤

1 范围

本标准规定了热喷涂涂层应用于提高零件表面性能或废旧零件修复、再制造过程中的一般性工艺规程。由于热喷涂工艺、喷涂零件的形状、涂层物理化学性能的多样性,本标准不对具体的零件涂层提供决定性解决方法。

本标准适用于选择热喷涂工艺规程和涂层材料的一般性情况。本标准不适用于钢结构耐大气环境腐蚀热喷涂锌、铝及其合金涂层,热喷涂锌、铝及其合金涂层的适用标准为 GB/T 9793。本标准同样不适用于自熔性合金重熔涂层,自熔性合金重熔涂层的适用标准为 GB/T 16744。

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 11373 热喷涂 金属零部件表面的预处理

GB/T 18719 热喷涂 术语、分类(GB/T 18719—2002,ISO 14917:1999,MOD)

GB/T 19824 热喷涂 热喷涂操作人员考核要求(GB/T 19824—2005,ISO 14918:1998,MOD)

GB/T 37421 热喷涂 热喷涂涂层的表征和试验(GB/T 37421—2019,ISO 14923:2003,MOD)

EN 15520 热喷涂 热喷涂涂层组件结构设计的推荐实施规程(Thermal spraying—Recommendations for constructional design of components with thermally sprayed coatings)

3 术语和定义

GB/T 18719 界定的术语和定义适用于本文件。

4 涂层设计和涂层实施的原则

4.1 一般性原则

零件和涂层实施原则应考虑的因素以附录 A 所示流程说明。如果 4.2~4.4 的任何条款得不到满足,则不推荐采用热喷涂技术。

通过对被喷涂零件和喷涂区域的评估来判断确定新零件能否实施喷涂。

如果涂层规范确定了涂层材料,则考虑的影响因素会减少。

4.2 零件修复前预检

热喷涂工序进行前必须检查零件,确定是否适宜喷涂。应注意:

- 当工件为旋转零件时应检查零件的同心度和平直度,当工件为往复滑动零件时应检查零件的几何形状,必要时应纠正零件的几何形状误差;
- 检查待喷涂工件表面是否有影响涂层性能的裂纹或者其他损伤,如果有不能消除的缺陷,则不能进行喷涂施工;

- 确定零件喷涂区域和范围；
- 检查并去除工件表面任何残留的涂层；
- 检查并确定工件表面硬度。

4.3 零件基体

热喷涂涂层能否满足预期目标,应该考虑以下因素:

- 基体材料有没有不适宜热喷涂工艺或喷涂过程中需要特别考虑的因素。
- 通常情况下热喷涂涂层不会增加零件的强度,所以应考虑任何原零件尺寸的减少对强度的影响。
- 表面处理方法、喷涂材料、喷涂过程可能影响零件疲劳强度。
- 特殊的表面硬化处理工艺如氮化处理残留的气体可能对表面预处理、涂层结合强度和涂层孔隙率产生不利影响。
- 当硬化层妨碍正常的表面处理时,必须充分考虑它对涂层系统应用的限制和对其后所得到涂层性能的影响。
- 为获得完整的涂层必须制定完善的涂层制备工艺规程。喷涂预处理要求、喷涂和测试、喷枪与相关电及气的连接、喷涂距离和喷涂角度都需考虑。

4.4 涂层

喷涂工艺和喷涂材料对涂层性能有很大的影响。为了确定最合适的涂层系统,需要考虑以下因素:

- 结合强度要求；
- 厚度要求；
- 表面状况(粗糙度)要求；
- 表面载荷,热喷涂涂层不适宜对线接触或点接触应力敏感的零件；
- 最终涂层性能要求,例如耐不同类型的机械磨损、腐蚀、化学侵蚀、高温、热循环及其他环境条件的性能；
- 当涂层中孔隙率不符合要求时,应使用适当的封闭剂和密封方法进行封闭处理；
- 涂层氧化物含量,必要时可通过工艺参数和喷涂材料的选择来控制。

附录 B 详细列出了实现预期目标最佳涂层体系所需的检查项目。

5 车削、铣削、磨削预加工

零件重新制备涂层时,应完全除去所有残留涂层。应考虑已进行的预处理对特殊要求涂层影响的可能性,例如提高疲劳强度。

进行预切削加工,切除磨损轮廓并确保涂层厚度均匀性。新零件制备涂层时,待喷涂区域应进行下切处理,下切量为涂层厚度,待喷涂区与非喷涂区交界边缘保持圆弧或倒角连续过渡,将涂层嵌入在零件中。这些轮廓设计在 EN 15520 中推荐给出。

对于轴类零件,被加工表面保持与相关轴线的同心度,确保涂层厚度的均匀性。

预切削尽可能在避免使用润滑剂条件下进行,特别是对多孔基体材料尤为重要。

必要时,应对预加工后的零件进行脱脂处理。

6 遮蔽

工件不需要喷涂的表面应用适当的材料遮蔽,理想的遮蔽材料应同时具有抵抗喷砂时的冲击和承

受喷涂时的热影响能力,否则,喷砂和喷涂过程中应分别采用不同的遮蔽材料。

任何时刻都应采取措施确保遮蔽材料不会污染待喷涂表面。

7 表面预处理方法

表面预处理前,应直接清除并净化预处理表面产生的污染。

合适的表面预处理方法可获得涂层与金属基体间最大的结合强度,喷砂是实现该目标的常用方法。

表面预处理方法应按照 GB/T 11373 进行。若存在差异,由缔约双方协商达成一致。

8 热喷涂

表面预处理之后,应尽快采用热喷涂工艺规程给出的工艺参数进行喷涂。在喷涂和喷砂之间,应采取合理的预防措施,防止预处理后的表面受到污染。

喷涂前适当地直接预热待喷涂表面,应避免待喷涂表面污染和局部过热。

喷涂前和喷涂期间,表面应充分加热以防止潮气凝结。

喷涂期间,控制涂层的温度以避免产生过大的残余应力是十分必要的,残余应力决定涂层性能。

涂层中的粉尘夹杂应减至最少。

所有喷涂设备应按制造商说明书操作。

设备操作者应按照 GB/T 19824 规定获取资质,或由协议方协商取得同等资质。

9 涂后检验

涂层冷却到室温后应按下列方法检验涂层:

——按照 GB/T 37421 目测涂层;

——测量涂层厚度。

如果观察到涂层剥落,裂纹,或其他不合格的任何缺陷,应完全去除涂层,按照喷涂工艺规程或选择一个新修订的喷涂工艺规程,重新进行预处理和喷涂。

10 封闭

必要时可对热喷涂涂层进行封闭处理,封闭处理有一系列不同的封闭剂和封闭方法供选择,按照供应商提供方法封闭处理。

喷涂完涂层后应立即进行封闭处理。如果封闭剂含有某种溶剂,则封闭应在涂层冷却至室温后进行。

11 涂层后加工

涂层可采用车削、铣削、磨削等加工方法。可参考 ISO 14924 推荐的几种热喷涂涂层的机械加工和后处理方法。

12 最终检验

涂层最终检验项目如下:

- 尺寸精度在规定公差范围内；
- 达到规定的表面粗糙度；
- 目测涂层缺陷，如孔隙、划痕、裂纹、剥落（参见 GB/T 37421）；
- 去除多余涂层；
- 零件清洁度；
- 其他规定，如合同所要求的指标。

13 编制文件

为满足质量管理的要求，建立包括所有生产规程的记录，如有需要，应包含检测的全部数据。

附录 C 是应用热喷涂生产工艺规程记录的实例。该记录也可以作为热喷涂作业规范的指导文件。

附录 A
(资料性附录)

评估热喷涂工艺适应性流程图

评估热喷涂工艺适应性流程图见图 A.1。

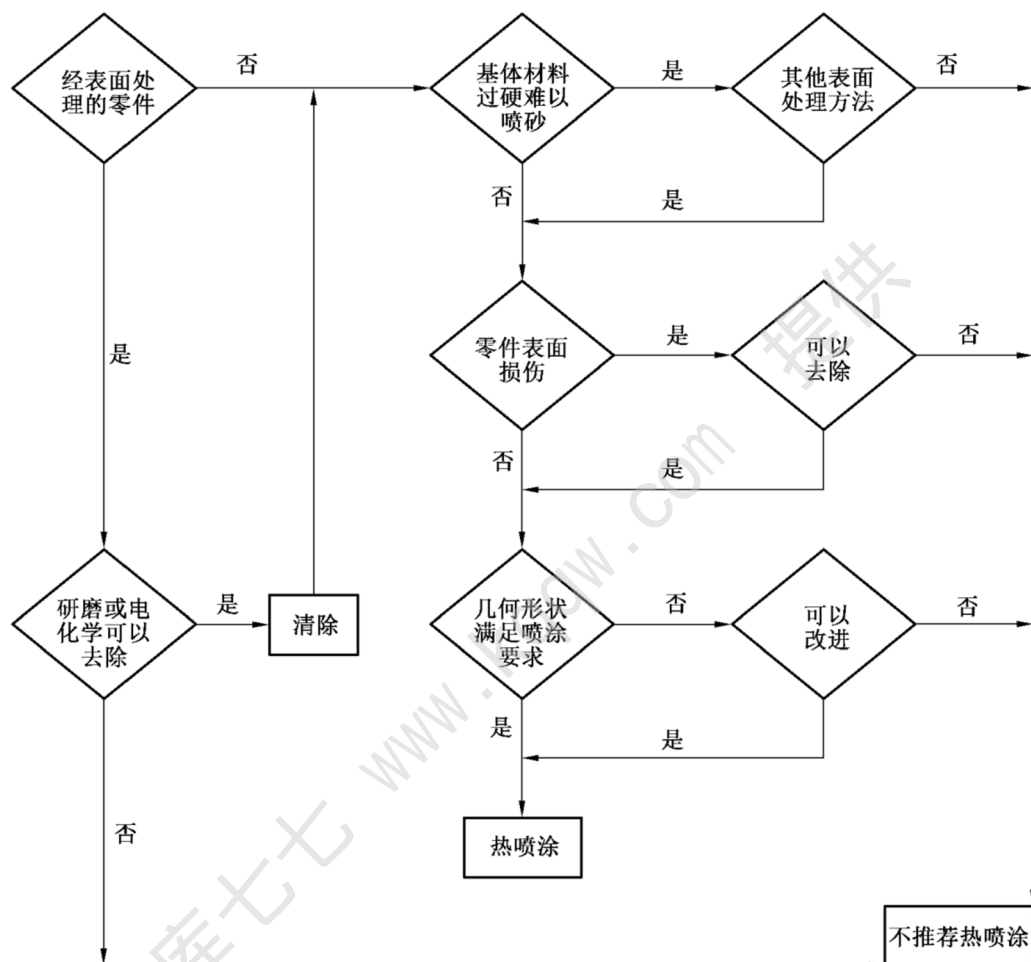


图 A.1 评估热喷涂工艺适应性流程图

附录 B
(资料性附录)

确定最佳涂层体系预期目标检查项目

以下为确定最佳涂层体系预期目标的检查项目。

1. 零件的外形尺寸：_____
2. 零件功能简述：_____
3. 待喷涂区域：_____
4. 需遮蔽区域：_____
5. 喷涂操作处理过程中需要采取的特别措施：_____
6. 涂层功能：
是否运动表面？ 是/否
如是，摩擦副是什么？ _____
有润滑否？ 是/否
如没有，是否有磨料磨损？ 是/否
如有，磨损介质？ _____
7. 是否承受液体或者气体的化学侵蚀？ 是/否
如果是，确定化学侵蚀介质类型和浓度： _____
8. 工作温度是否与所在环境温度相同？ 是/否
假如不是，请指出工作温度： _____
9. 是否有热震？ 是/否
假如有，详细描叙： _____
10. 涂层厚度： _____
11. 涂层是否需后加工？ 是/否
假如需要，确定技术要求，尺寸、公差和表面粗糙度： _____
12. 确定同心度要求： _____
13. 说明以上未能涉及的特殊要求： _____

附录 C

(资料性附录)

热喷涂工艺规程应用记录

以下为热喷涂工艺规程应用记录的实例。

制造商：_____

生产场地(车间、现场、客户方)：_____

修复理由：_____

零件描述：_____

基体材料：_____

涂层功能：_____

化学成分：_____

初始加工方法：_____

工件初始加工示意图(如适用)

预处理和清洗方法：_____

表面处理：

喷砂工序：_____

序列号：_____

砂粒类型：_____

粒度：_____

喷砂压力：_____ MPa

喷砂距离、角度：_____

根据 ISO 8501-1 目测清洁度、均匀性：_____

根据 ISO 8503-1 检测粗糙度：_____

喷砂和喷涂之间的时间间隔：_____

一般性喷涂工序

喷涂材料：

根据标准确定：_____

粉末粒度/线材直径：_____

其他规定：_____

预热：_____ 是/否 预热温度：_____ °C

冷却：_____ 是/否 冷却介质：_____

喷涂态涂层厚度：_____ 后加工后涂层厚度：_____

遮蔽材料：_____

设备编号：_____

喷涂设备编号：_____

喷枪移动方式：手动/机械控制：工业机器人/ x - y - z 三维联动机器人/旋转零件操作

喷涂程序号：_____ 旋转指令：_____ 运转序号：_____ 运转指令：_____

喷涂距离: _____ mm

喷涂速度(喷枪与零件表面之间相对速度): _____ m/min

喷涂顺序:(种类、数量、单道厚度): _____

喷涂操作人员: _____

表面后处理: _____ 序列号: _____

温度/循环时间: _____

喷涂工艺规程记录数据(几种喷涂工艺规程)

电弧喷涂工艺规程(参照 EN 657):

电弧喷涂设备: _____

喷嘴形式:封闭式/开放式/喷射式

电弧电流: _____ A

电弧电压: _____ V

雾化气压力: _____ MPa

电弧喷射压力: _____ MPa

线材火焰喷涂工艺规程(参照 EN 657):

火焰喷涂设备: _____

喷嘴型号: _____

送丝速度: _____ m/min

氧气流量: _____ L/min

燃气类型: _____ 燃气流量: _____ L/min

压缩空气流量/设置: _____

粉末火焰喷涂工艺规程(参照 EN 657):

粉末火焰喷涂设备: _____

喷嘴型号: _____

送粉嘴直径: _____ mm 喷枪位置: _____ 角度: _____ (°)

送粉量: _____ g/min

送粉气类型: _____ 送粉气流量: _____ L/min

氧气流量: _____ L/min

燃气类型: _____ 燃气流量: _____ L/min

压缩空气流量/设置: _____

高速火焰喷涂(HVOF)喷涂工艺规程(参照 EN 657):

HVOF 喷涂设备: _____

喷嘴内径: _____ mm

送粉嘴孔径: _____ mm 喷嘴位置: _____ 角度: _____ (°)

送粉量: _____ g/min

送粉气类型: _____ 送粉气流量: _____ L/min

氧气流量: _____ L/min

燃料类型: _____ 燃气流量: _____ L/min

大气等离子喷涂(APS)喷涂工艺规程(参照 EN 657):

APS 喷涂设备: _____

喷嘴内径: _____ mm

送粉嘴孔径: _____ mm 喷枪位置: _____ 角度: _____ (°)

送粉量: _____ g/min

送粉气：_____ 送粉气流量：_____ L/min
 离子气(主气)：_____ 离子气(主气)流量：_____ L/min
 辅气：_____ 辅气流量：_____ L/min
 电流：_____ A 电压：_____ V(新电极/喷嘴)
 工作电压最小值：_____ V
 设定电功率：_____ kW 保持恒功率：是/否
 电压降补偿：是/否 电压降至最低补偿：_____
冷喷涂(CGS)喷涂工艺规程(参照 EN 657)：
 冷气喷涂(CGS)设备：_____
 喷嘴内径：_____ mm
 送粉嘴孔径：_____ mm
 送粉量：_____ g/min
 送粉气：_____ 送粉气流量：_____ L/min
 主气类型：_____ 主气流量：_____ L/min
 主气温度：_____ °C 主气压力：_____ MPa

检验和测试结果(实例)

检验/测试项目	规程标准	执行生效	记录号	测试结果		备注
				通过	失败	
外观	GB/T 37421					
涂层厚度						
渗透剂测试	EN 571-1					
硬度						
粗糙度						
金相						
拉伸结合强度	EN 582					

发布日期：_____

盖章：_____

签名：_____

参 考 文 献

- [1] GB/T 8642 热喷涂 抗拉结合强度的测定(GB/T 8642—2002,ISO 14916:1999,MOD)
 - [2] GB/T 9793 热喷涂 金属和其他无机覆盖层 锌、铝及其合金(GB/T 9793—2012,ISO 2063:2005,IDT)
 - [3] GB/T 16744 热喷涂 自熔合金喷涂与重熔(GB/T 16744—2002,ISO 14920:1999,MOD)
 - [4] ISO 8501-1 Preparation of steel substrates before application of paints and related products—Visual assessment of surface cleanliness—Part 1: Rust grades and preparation grades of uncoated steel substrates and of steel substrates after overall removal of previous coatings
 - [5] ISO 8503-1 Preparation of steel substrates before application of paints and related products—Surface roughness characteristics of blast-cleaned steel substrates—Part 1: Specifications and definitions for ISO surface profile comparators for the assessment of abrasive blast-cleaned surfaces
 - [6] ISO 14924 Thermal spraying—Post-treatment and finishing of thermally sprayed coatings
 - [7] EN 657 (2005-06) Thermal spraying—Terminology, classification
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
热喷涂 工程零件热喷涂涂层的应用步骤
GB/T 19823—2020

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: www.spc.org.cn

服务热线: 400-168-0010

2020年6月第一版

*

书号: 155066 · 1-65186

版权专有 侵权必究



GB/T 19823-2020