

25.220.01
J20/39

团 体 标 准

T/CMES 34004—2021

再制造 复合镀技术规范

Remanufacturing—Technical specifications for composite
plating

2021-10-26 发布

2021-11-26 实施

中国机械工程学会 发布

中国机械工程学会（英文简称 CMES）是具备开展国内、国际标准化活动资质的全国性社会团体。制定中国机械工程学会团体标准，以满足企业需要和市场需求，推动机械工业创新发展，是中国机械工程学会团体标准的工作内容之一。中国境内的团体和个人，均可提出制、修订中国机械工程学会团体标准的建议并参与有关工作。

中国机械工程学会团体标准按《中国机械工程学会团体标准管理办法》进行制定和管理。

中国机械工程学会团体标准草案经向社会公开征求意见，并得到参加审定会议的 3/4 以上的专家、成员的投票赞同，方可作为中国机械工程学会团体标准予以发布。

在本标准实施过程中，如发现需要修改或补充之处，请将意见和有关资料寄给中国机械工程学会，以便修订时参考。

本标准版权为中国机械工程学会所有。除了用于国家法律或事先得到中国机械工程学会正式许可外，不许以任何形式复制、传播该标准或用于其他商业目的。

中国机械工程学会地址：北京市海淀区首体南路 9 号主语国际 4 座 11 层

邮政编码：100048 电话：010-68799027 传真：010-68799050

网址：www.cmes.org 联系人：袁俊瑞 电子信箱：yuanjr@cmes.org

目 次

目 次.....	II
前 言.....	IV
引 言.....	V
再制造 复合镀技术规范.....	1
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
3.1 再制造 remanufacturing	1
3.2 复合化学镀 composite electroless plating	1
3.3 复合电镀 composite electroplating	1
3.4 复合镀 composite plating	2
3.5 复合镀层 composite plating coating	2
4 总体要求.....	2
4.1 资料要求.....	2
4.2 复合镀液要求.....	2
4.3 电极要求.....	2
4.4 设备要求.....	3
4.5 复合镀方案确定.....	3
5 复合镀工艺要求.....	3
5.1 工艺流程.....	3
5.2 再制造工件前处理.....	3
5.3 预镀过渡层.....	3
5.4 复合镀.....	3
5.5 后处理.....	3
6 复合镀层质量检验.....	4
6.1 复合镀层表面状态.....	4
6.2 尺寸检验.....	4
6.3 厚度检测.....	4

6.4 无损检测.....	4
6.5 附着强度.....	4
6.6 孔隙率.....	4
6.7 硬度.....	4
6.8 粗糙度.....	4
6.9 耐腐蚀性能.....	4
6.10 摩擦磨损性能.....	4
6.11 抽样.....	5
7 包装、贮存与运输.....	5
8 场地、劳动安全与环保要求.....	5
附录 A（资料性附录）相关性能检测标准.....	6
参考文献.....	7

前 言

本标准依据 T/CAS 1.1—2017《团体标准的结构和编写指南》的有关要求编写。

本标准起草单位：暨南大学，再制造技术国家重点实验室，安徽盛赛再制造科技有限公司，北京矿冶科技集团有限公司，西安交通大学，北京航空航天大学，辽宁中科再制造科技有限公司，北京北冶功能材料有限公司，北京北方车辆集团有限公司，唐山科德辊有限公司。

本标准起草人：王启伟，朱胜，李卫，李庆阳，张鹏，阳颖飞，林志丹，杜文博，王晓明，韩国峰，章德铭，李成新，李卫平，高春红，陈利华，张鑫，杜开平，赵阳，常青，王文宇，王永喆，郭巍，曾大海，白志伟。

考虑到本标准中的某些条款可能涉及专利，中国机械工程学会不负责对其任何专利的鉴别。本标准首次制定。

引 言

本标准是由暨南大学提出并组织了 10 家社会团体，根据团体标准在编写中的实际情况制定完成。制定本标准的目的是为了为了使团体标准编写人员方便、快捷地开展工作，提高团体标准的编写质量。

本标准的重点内容是第 4 章总体要求、第 5 章复合镀工艺要求和第 6 章复合镀层质量检验，希望读者引起重视。

再制造 复合镀技术规范

1 范围

本标准规定了应用复合镀技术进行零部件再制造的技术规范,包括总体要求,复合镀工艺要求,复合镀层质量检验,包装、贮存与运输,场地、劳动安全与环保等内容。

本标准适用于基于复合镀技术的再制造生产、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 3138 金属及其他无机覆盖层表面处理术语

ISO 2080 金属和其它无机镀层.金属和其它无机镀层的表面处理.词汇

GB/T 4340.1 金属材料 维氏硬度试验 第1部分:试验方法

GB/T 12444 金属材料 磨损试验方法

GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验

GB/T 5270 金属基体上的金属覆盖层 电沉积和化学沉积 附着强度试验方法评述

GB/T 12334 金属和其它无机覆盖层 关于厚度测量的定义和一般规则

GB/T 5616 无损检测 应用导则

ISO2859 特性检查抽样程序和抽样表

GB/T 12609 电沉积金属覆盖层和有关精饰 计数抽样检查程序

GB/T 45001 职业健康安全管理体系 要求及使用指南

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 再制造 **remanufacturing**

对再制造毛坯进行专业化修复或升级改造,使其质量特性不低于原型新品水平的过程。

[GB/T28619-2012, 定义 2.2]

3.2 复合化学镀 **composite electroless plating**

用化学法而非电解法同时沉积金属或合金与非溶性颗粒或纤维等的复合覆盖层。

注:改写GB/T 3138-2015, 定义2.1。

3.3 复合电镀 **composite electroplating**

通过电解法在基材上同时沉积金属或合金与非溶性颗粒或纤维等的复合覆盖层。

注：改写GB/T 3138-2015，定义2.5。

3.4 复合镀 composite plating

复合化学镀和复合电镀统称复合镀，即：为获得基体所不具有的性能或尺寸，通过电解法或化学法在基体上同时沉积结合力良好的金属或合金与非溶性颗粒或纤维等的复合覆盖层。

3.5 复合镀层 composite plating coating

由金属离子与其他颗粒或纤维同时沉积而获得的镀层。

注：改写[GB/T 3138/ISO 2080，通用术语 3.60]

4 总体要求

4.1 资料要求

复合镀再制造前应尽可能对零部件相关资料进行收集，主要包括：

- a) 零部件制造图样、材质、热处理及表面处理、设计寿命等相关信息；
- b) 零部件的工作温度、压力、工作介质等工况条件及使用技术要求；
- c) 零部件服役时间、维修记录、非正常工况等记录；
- d) 其它相关文件资料。

4.2 复合镀液要求

4.2.1 复合镀液的选择应满足零部件使用工况要求。

4.2.2 复合镀液应与零部件基体材料匹配，不与非溶性颗粒或纤维发生反应。

4.2.3 为降低非溶性颗粒、纤维等第二相表面与镀液之间的表面张力，提高镀层中第二相的复合量，复合镀液中需添加合适的表面活性剂。

4.2.4 为防止非溶性颗粒、纤维等在复合镀液中团聚、沉降，复合镀液中需添加合适的分散剂，且生产过程应采用施加搅拌（如超声搅拌、机械搅拌、磁力搅拌等）

4.2.5 复合镀液可循环利用，所有复合镀液均应定期分析，并向复合镀液中补充金属盐、还原剂、分散剂、添加剂、缓冲剂、颗粒、纤维等，以使镀液保持最佳状态

4.2.6 一般复合镀液可常温下使用，特殊复合镀液为提高沉积速率应加热至 25-75°C 范围内。

注：一般复合镀液是指可室温镀覆金属和非溶性颗粒、纤维等复合镀层的复合镀液，包括铜、镍、锌、钴、锡、铁等金属与非溶性颗粒、纤维等组成的复合镀液；特殊复合镀液是指需要高温镀覆才能保证金属和非溶性颗粒、纤维等复合镀层质量的复合镀液，包括金、银、锌镍、锌锡、钴镍、钴钨、铁钴镍、铁钴镍钨等金属或合金与非溶性颗粒、纤维等组成的复合镀液。

4.2.7 复合镀液应密闭保存，应避免在使用过程中被污染。

4.2.8 配置复合镀液所用药品均应为化学纯度 (>99.5%) 以上，溶剂应为去离子水或蒸馏水。

4.3 电极要求

4.3.1 应根据待修复工件的表面形状和面积选用合适的夹具以及连接方式。

4.3.2 根据待修复工件的表面形状和面积选用合适的阳极尺寸和形状。

注：该要求仅限于复合电镀过程。

4.3.3 根据复合镀工艺选择合适的阳极材料，例如：可溶性阳极（铜、镍、锌等）或惰性阳极（石

墨、不锈钢、钎钛铌等)。

注：该要求仅限于复合电镀过程。

4.4 设备要求

4.4.1 镀槽应对所盛溶液具有耐蚀性，电解除油、酸活化、复合镀等槽配有排风装置。

4.4.2 复合镀所用的电源的电压、电流额定输出值应能满足镀槽在满载荷下所需的最大电压、电流，电压、电流表的精度等级应不低于 1.5 级。

注：该要求仅限于复合电镀过程。

4.4.3 所有设备均应保持清洁，以免在镀覆过程中对复合镀液造成污染。

4.5 复合镀方案确定

确定复合镀方案时应按照 4.1 和厚度、结合强度、硬度、表面粗糙度、耐磨、耐蚀等性能检测结果，相关性能检测标准参见附录 A。

5 复合镀工艺要求

5.1 工艺流程

再制造工件前处理—预镀中间层（选择性）—复合镀—后处理

5.2 再制造工件前处理

5.2.1 阳极应打磨平整、清洗干净，并用脱脂棉、包套或涤纶棉套等材料进行包裹，以防止复合镀过程中阳极泥被包裹于镀层之中。

注：该要求仅限于复合电镀过程。

5.2.2 施镀工件表面应无油污、金属屑、漆层以及锈蚀和氧化皮等污染物。

5.2.3 不需要施镀的工件表面应进行遮蔽处理。

注：键、槽、孔等部位可用填充物（石墨或者不含油脂的木材等）填塞。

5.2.4 复合镀前需采用电净液对工件表面进行净化处理，表面应无干斑，水膜均匀。

5.2.5 应根据工件材质选择合适的活化液和工艺进行活化处理。

5.3 预镀中间层

5.3.1 对易受到稀酸和（或）碱浸蚀的基体材料，如镁、铝、铁及其合金等，复合镀前可进行预处理，如浸锌等。

5.3.2 对不导电基体材料，如陶瓷、塑料、高分子等，复合镀前需要进行金属化处理。

注：该要求仅限于复合电镀过程。

5.3.3 对与基体结合力较差，如钛、铬等的复合镀层，复合镀前需要预镀过渡层。

5.4 复合镀

5.4.1 根据工件的损伤形式及基体材质选用合适的复合镀液及其相应复合镀工艺规范。

5.4.2 预镀过渡层和工作层的施镀间隔时间应不超过 15s。

5.4.3 在生产过程中，每一工序后均进行不少于两次的水洗，并确保清洗干净。

5.5 后处理

5.5.1 复合镀完成后，去除遮蔽物，宜进行清洗及防锈处理。

5.5.2 为了改善镀层导电、吸收率和耐高温等性能，可使用合适的处理液进行后处理。

6 复合镀层质量检验

应按 GB/T 35978（再制造 机械产品检验技术导则）对复合镀层进行质量检验，主要包括以下项目：

6.1 复合镀层表面状态

目视检查，必要时采用 10~100 倍显微镜检验；镀层应结晶均匀、细致、平滑；挂镀件允许在隐蔽部位有轻微夹具印；允许因基材材质不均和表面状态不同而表现出的轻微的不均匀颜色和光泽；不允许有斑点、黑点、烧焦、粗糙、针孔、麻点、裂纹、分层、起泡、起皮、脱落、晶状镀层、局部无镀层（在盲孔、通孔深处及技术文件有规定的除外）等缺陷。

6.2 尺寸检验

根据工艺文件进行尺寸公差测量，符合加工图样要求。

6.3 厚度检测

按 GB/T 6462（显微镜法），GB/T 4955（库伦法），QB/T 3819（ β 射线反向散射法），GB/T 16921（X 射线光谱法）或 GB/T 12334（关于厚度测量的定义和一般规则）进行。

6.4 无损检测

按 GB/T 5616（无损检测 应用导则）进行；复合镀层应致密，无裂纹、气孔等缺陷。

6.5 附着强度

按 GB/T 5270（金属基体上的金属覆盖层 电沉积和化学沉积层 附着强度试验方法评述）进行。

6.6 孔隙率

孔隙率测定按照 GB/T17720（金属覆盖层 孔隙率试验评述）进行。

6.7 硬度

按 GB/T 4340.1（维氏硬度试验）或 GB/T 230.1-2018（金属材料 洛氏硬度试验 第 1 部分：试验方法）或 GB/T 9790-1988（金属覆盖层及其他有关覆盖层 维氏和努氏显微硬度试验）进行。

6.8 粗糙度

按 GB/T 10610（轮廓法）或 GB/T 13288.2（比较样块法）或 ISO8503-5（复制胶带法）进行。

6.9 耐腐蚀性能

按 GB/T 9789（二氧化硫腐蚀试验）或 GB/T 10125（盐雾试验）进行。

6.10 摩擦磨损性能

按 GB/T 12444（试环-试块滑动磨损试验）进行。

6.11 抽样

按 GB/T 12609（计数检验抽样程序）和 ISO 2859（抽样检验标准）进行。

7 包装、贮存与运输

7.1 零部件的包装可参照 GB/T 28618（5.10 质量保证及包装）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 场地应根据不同工艺要求设有必要的通风、降噪、除尘、防渗、防腐等设施。

8.2 应对操作人员进行必要的技术培训与劳动防护，防止生产伤害，按 GB/T 45001 职业健康安全的要求。

8.3 应优先选用环保的复合镀工艺、设备、材料和方法，并符合国家相关政策规定。

8.4 对复合镀各工艺流程过程中使用的冲洗用水进行分类收集，进行无害环保处理。

附 录 A
(资料性附录) 相关性能检测标准

表 A.1 给出了相关的性能检测标准。

表 A.1 相关性能检测标准

检验项目	相关标准
力学性能	GB/T228.1, GB/T229
显微组织	GB/T13298
厚度	GB/T 6462, GB/T 4955, QB/T 3819, GB/T 16921, GB/T 12334
硬度	GB/T4340.1, GB/T 230.1-2018, GB/T 9790-1988
摩擦磨损性能	GB/T12444
耐腐蚀性能	GB/T10125, GB/T 9789
无损检测	GB/T5616
附着强度	GB/T5270
孔隙率	GB/T17720
粗糙度	GB/T 10610, GB/T 13288.2, ISO8503-5

参考文献

- [1] GB/T 3138-2015 金属及其他无机覆盖层表面处理术语
- [2] ISO 2080-2008 金属和其它无机镀层.金属和其它无机镀层的表面处理.词汇
- [3] GB/T 35978 再制造 机械产品检验技术导则
- [4] GB/T 5616 无损检测 应用导则
- [5] GB/T 5270 金属基体上的金属覆盖层 电沉积和化学沉积 附着强度试验方法评述
- [6] GB/T 9789-2008 金属和其他无机覆盖层 通常凝露条件下的二氧化硫腐蚀试验
- [7] GB/T 4340.1 金属材料 维氏硬度试验 第1部分：试验方法
- [8] GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验
- [9] GB/T 12444 金属材料 磨损试验方法
- [10] GB/T 12609 电沉积金属覆盖层和有关精饰 计数抽样检查程序
- [11] ISO2859 特性检查抽样程序和抽样表
- [12] GB/T 12334 金属和其它无机覆盖层 关于厚度测量的定义和一般规则
- [13] GB/T28619-2012 再制造 术语
- [14] T/CMES 34002-2019 机械产品再制造工艺规划 导则
- [15]朱胜, 姚巨坤. 电刷镀再制造工艺技术[J]. 新技术新工艺, 2009, 6: 1-3.
-

5.220.01

J20/39

关键词：复合镀、电镀、电沉积、镀层、再制造、修复
