

# 《国家工业资源综合利用先进适用工艺技术设备 目录（2021年版）》供需对接指南之七： 再制造技术装备

## （一）可移动式激光增材制造集成设备

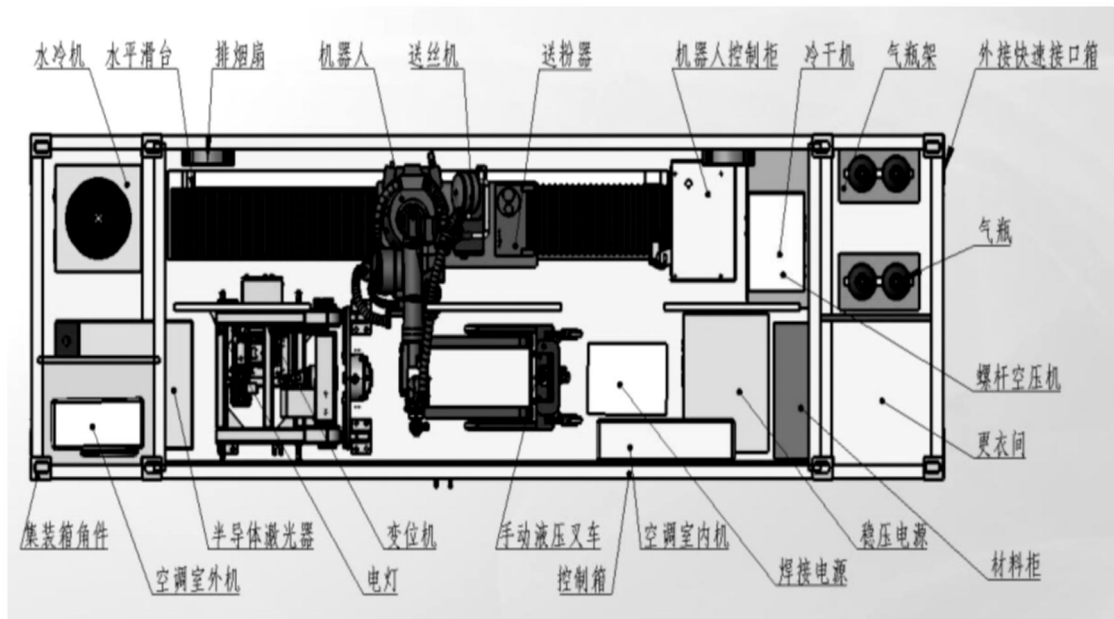
### 1.适用范围

各种轴类、轧辊类、盘类、平面类、齿轮类、曲面类的  
零部件再制造

### 2.技术原理及工艺

该装备将高功率激光器、六轴机器人及其控制器、稳压机、冷水机、空压机、送粉系统、干燥器、变位机、滑台、离机运转平台、照明系统、温度调节系统及外部控制系统等设备高度集成在一个移动式方舱内，通过集成控制系统实现工作控制。适合长期在工矿现场对零件实施再制造流动作业。

工作时，待再制造的零件装卡在变位机上。由六轴机器人夹持的激光头，通过集成联动控制，发出高能激光束，在零件表面按照预设轨迹行走，在零件基体上形成熔池。金属粉末或事先预置于基体上的涂层通过送粉装置和粉末喷嘴输送到熔池进行熔化，快速凝固后与基体形成冶金结合。该装备可以通过计算机辅助设计模型，逐线、逐层在零件相关部位堆积材料，直接恢复零件的外形尺寸，实现零件再制造。



激光熔覆移动方舱内部结构示意图

### 3.技术指标

(1) 圆形激光头：直径  $\Phi 4.9\text{mm}$ 、焦距  $400\text{mm}$ ，矩形光斑激光头：规格  $22\text{mm} \times 4.9\text{mm}$ 、焦距  $400\text{mm}$ ；

(2) 机器人设置可移动的固定底座，以方舱为中心现场作业半径  $20\text{m}$ ；

(3) 最大装粉容量  $20\text{kg}$ ，送粉量控制精度  $\leq \pm 2\%$ ，粉末利用率  $\geq 99\%$ ，送粉量调节范围  $10 \sim 150\text{g}/\text{min}$ 。

### 4.技术功能特性

(1) 运用方舱、机器人，将激光熔覆增材系统紧凑集成在模块化方舱内，形成可独立完成各再制造任务的有机整体，便于运输和快速开展工作，可在大空间范围内灵活移动，作业可达性强。

(2) 采取大功率激光熔覆工艺，既利于形成致密组织，又可有效改善常规焊接工艺中沉积材料氧化或相变、应力集

中等问题，同时满足大型高价值装备局部改性和恢复损耗的需求。

(3) 该装备基于大型轧辊、齿轮轴、海工装备等零部件损伤与失效的复杂性，面向服役性能要求，建立基于特征参量的现场可修复性与再制造性的定性、定量实施方法，提出工艺适配方案，满足各类需求。

### 5.应用案例

大连华锐重工特种备件公司的可移动式激光增材制造集成设备已在大型减速机齿轮轴、压缩机转子轴和主轴等零件再制造以及大造粒机机筒的激光淬火等场景中得到应用，不仅可恢复零件外形尺寸，还可显著改善零件表面的强度、硬度、耐磨、抗高温氧化、耐腐蚀等性能。

### 6.未来推广前景

大型高价值零部件如大型轧辊、轧机牌坊等的现场修复和再制造需求广泛,本技术装备的推广应用将有助于提高我国再制造领域技术水平。

## (二) 废旧机电产品激光增材再制造

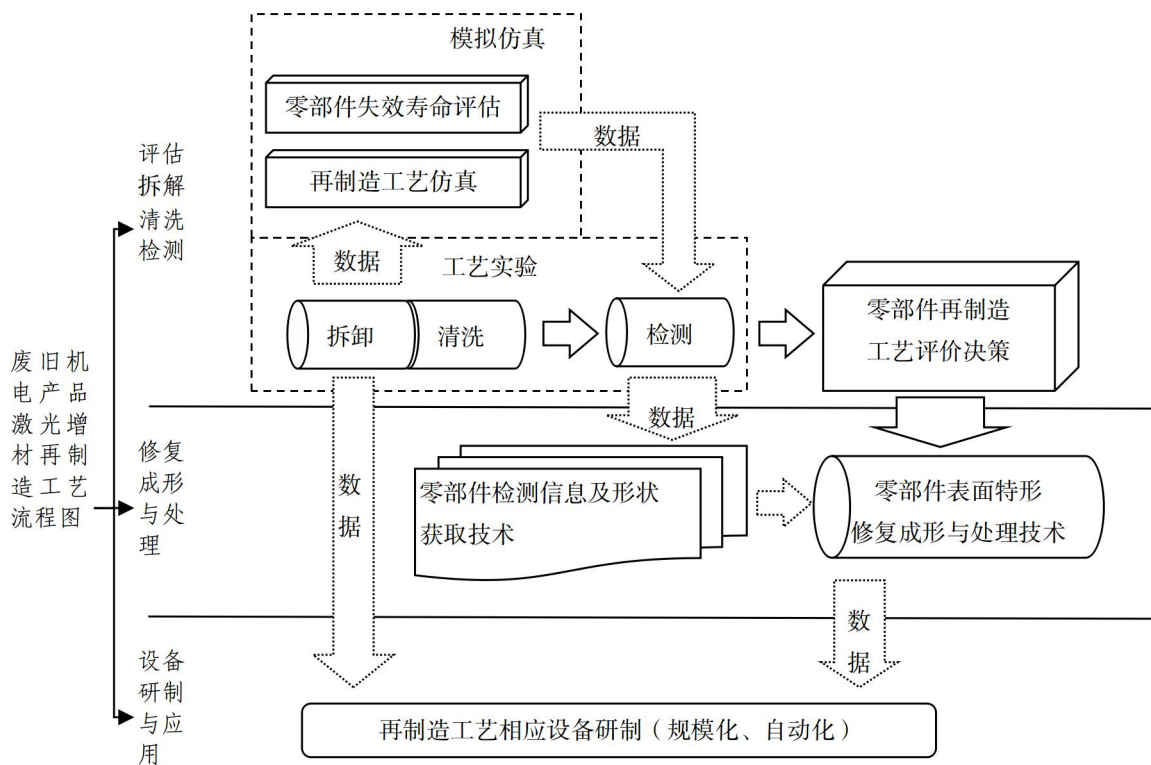
### 1.适用范围

石化、电力、冶金、铁路、航空等领域机电产品再制造

### 2.技术原理及工艺

该技术是以丧失使用价值的废旧机电产品部件作为再制造毛坯，利用以仿形显微激光熔覆技术为核心的高新技术对其进行个性化修复，使其恢复外形尺寸和使用性能。

### 3.技术指标



工艺流程图

(1) 热影响区小、热变形小，与电刷镀、等离子喷涂等维修方法比较，激光再制造技术实现了冶金结合，结合强度不低于原基体材料的 90%。

(2) 基体材料在激光加工过程中仅表面微熔，微熔层为 0.05~0.1mm。基体热影响区极小，一般为 0.1~0.2mm。

(3) 激光加工过程中基体温升不超过 80℃，激光加工后基本无热变形。

### 4.技术功能特性

(1) 激光熔覆技术可控性好，易实现自动化控制。

(2) 熔覆层与基体均无粗大的铸造组织，熔覆层及其界面组织致密，晶体细小，无孔洞、夹杂、裂纹等缺陷。

(3) 激光熔覆复合层组织由底层、中间层以及面层组成的各具特点的梯度功能材料，底层具有与基体浸润性好、结合强度高等特点；中间层具有一定强度和硬度、抗裂性好等优点；面层具有抗冲刷、耐磨损和耐腐蚀等性能，使修复后的设备在安全和使用性能上更加有保障。

## 5.应用案例

沈阳大陆激光技术有限公司应用其自主研发的激光增材再制造技术为上海宝钢集团再制造的热轧辊道在宝钢 5.3 米特钢高温合金棒材轧机试用，延长了部件使用寿命，降低了吨钢部件消耗量。

## 6.未来推广前景

该技术的产业化推广应用可以提升我国机电产品资源能源效率和绿色化水平，还可以提高企业的综合市场竞争能力，同时具有良好的经济效益，市场需求广阔。