

· 中国学者海外论文摘要 ·

自动化高速电弧喷涂系统成功应用于亚稳态复合涂层

再制造工程在中国已被越来越多的人所接受。装甲兵工程学院的梁秀兵等人将再制造相关的自动化高速电弧喷涂系统和亚稳态复合涂层材料的开发与研究的科研成果进行了介绍,并分析了自动化高速电弧喷涂亚稳态复合涂层技术的未来趋势,指出了成果转化是再制造工程发展的重点。

作者根据工业应用需要,研发了新型自动化高速电弧喷涂系统,其主要由高性能电弧喷涂设备、MOTOMAN HP20 型机器人自动化控制系统和质量控制系统组成。

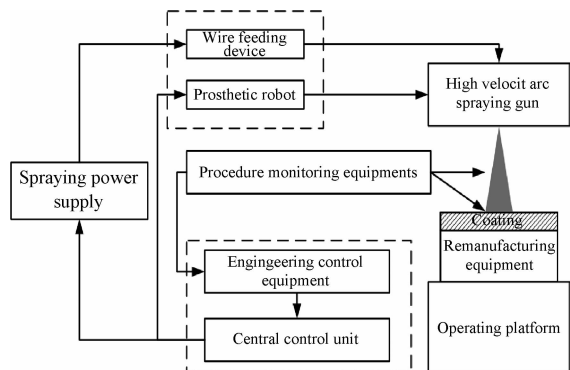


图 1 机器人高速电弧喷涂系统结构示意图

该系统将智能控制技术、数值仿真技术、红外测温技术、逆变电源技术集成创新,使传统“粗放型”电弧喷涂技术提升为喷涂工艺与涂层质量精确可控的先进高效维修技术。采用的数字式电弧喷涂逆变电源,额定输出电流 500 A(最大峰值电流 700 A),空载电压 70 V。根据空气动力学原理,研发的新型高速电弧喷涂枪,可实现雾化器流速度高于 550 m/s,铁基材料喷涂粒子速度由传统喷涂的 100 m/s 以下提高到 150 m/s 以上,显著提升了涂层性能质量和沉积效率。该系统已经成功应用于济南复强动力有限公司汽车发动机缸体和曲轴等典型零件的再制造生产线。与传统技术相比,该系统可明显节省作业时间,提升零件性能,大幅降低资源消耗、节约成本,具有重大的社会、军事和经济效益。

高速电弧喷涂技术可提供 $10^5 \sim 10^7$ K/s 的冷却速率,具有材料制备与快速凝固成形一体化的特征。

结合粉芯丝材制备技术的优势,作者研发了独具特色的 Fe 基、Ni 基和 Al 基系列亚稳态涂层材料。其中,具有自熔剂合金特色的 FeBSiNb 非晶涂层硬度超过了 1 000 HV_{0.1},非晶相含量达到了 80% 以上,结合强度大于 55 MPa,氧化物含量和孔隙率均小于 2%,该涂层的结合强度、非晶含量、氧化物含量等指标在目前国内外已见报道的铁基亚稳态电弧喷涂材料的性能指标中均处于领先水平;研发的 NiCrB-MoFe 非晶纳米晶复合涂层具有低于 2% 的孔隙率,非晶含量在 25%~45% 之间,表现出了优于 45 钢 7 倍以上的耐磨性能;拥有优于传统铝涂层的防腐蚀性能的 Al-Ni-Y-Co 非晶纳米晶复合涂层,其硬度(311 HV_{0.1})甚至超过了 45 钢的技术性能,相对耐磨性达到了传统铝涂层的 10 倍以上。

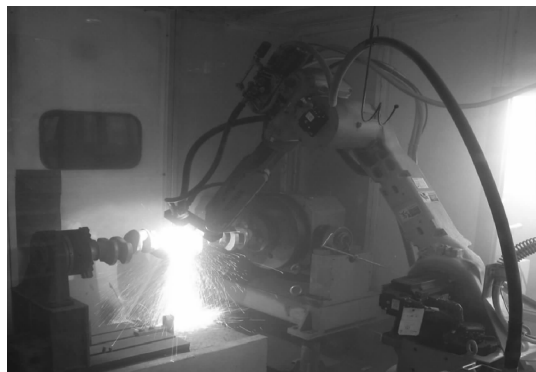


图 2 自动化高速电弧喷涂系统喷涂现场

作者指出,自动化高速电弧喷涂系统和亚稳态涂层材料的研发以及改进将是未来再制造技术的研究重点,为再制造工程提供了优异的技术支撑和材料保障。高速电弧喷涂亚稳态涂层技术的研究历时较短,设备改进和涂层性能的提升空间都非常大。如亚稳态涂层制备的精确控制和成形机理等,都需要进一步的系统研究。更为重要的是,如何将这些研究成果转化为再制造产业化生产力,将是未来再制造行业的研究重点。

(装甲兵工程学院 梁秀兵 供稿)