

金属材料表面处理技术在冶金工程中的应用研究

吴 爽

内蒙古霍林郭勒 029200

摘 要: 金属材料表面处理技术在冶金工程中具有广泛的应用前景。通过对金属材料表面进行处理,可以改善其性能,延长其使用寿命,并满足不同的工程需求。目前,金属材料表面处理技术正朝着自动化和智能化的方向发展,同时也在工业4.0的背景下得到了广泛应用。未来,随着科技的进步,金属材料表面处理技术将继续为冶金工程领域带来更多的创新和发展机会。

关键词: 金属材料; 材料表面处理技术; 冶金工程

引言

有色合金的硬度通常大于纯金属,具有良好的综合机械性能,在制造行业有着更出色的表现。超导、形状记忆和减振阻尼等特殊功能合金材料的研究对发展尖端科技有着推进作用。腐蚀和磨损是金属材料的2种主要耗损方式。其中,腐蚀通过一系列化学及电化学反应破坏材料原有的力学性能、电学性能等;腐蚀往往具有潜伏性和隐蔽性,需要通过一定时间才能反映出来,但金属材料腐蚀后带来的危害和损失巨大且不可逆。随着人类科技的进步,为能在严苛环境条件下(如高温、高湿度、强酸和强碱等)保障金属材料能长久地使用,如何提高材料的耐腐蚀及耐磨损性就成为了当下研究的热点。

一、冶金工程中金属材料表面腐蚀概述

1. 常见的腐蚀类型

金属材料放置在自然条件下,表面会因氧化形成致密的氧化层,有利于保护材料不被腐蚀。当氧化层被破坏时,本体金属暴露在环境中,发生系列电化学反应从而锈蚀。通常腐蚀依据腐蚀形态可分为全面腐蚀和局部腐蚀,局部腐蚀包括点蚀、缝隙腐蚀、电偶腐蚀、晶间腐蚀、应力腐蚀破裂和腐蚀疲劳等。涂镀阴极性金属镀层能有效地防护基材金属的腐蚀。但如果金属镀层存在孔隙,在一定条件下,会使得镀层具有电化学活性,最易产生孔蚀。在镀层表面,蚀孔初期面积很小,难以用肉眼察觉,且分布不规律,经过环境条件的长期影响,会出现蚀穿金属的现象。

2. 点蚀理论

以金属镀层为例,当镀层出现细微缺损,裸露的基材金属作为电池的阳极,周围的金属镀层作为阴极,阳极失去电子阴极得到电子,电子转移产生的电流流向阳极,阳极的基材金属不断耗损,形成蚀孔。蚀孔形成后,反应产生的锈蚀产物堆积在孔口周围,又会阻碍氧气进入孔内,从而形成独特的闭塞电池。伴随阳极反应进行还会产生水解反应,反应式如下:
$$\text{Mn}^{n+} + \text{Cl}^{-} + n\text{H}_2\text{O} = \text{M}(\text{OH})_n + n\text{H}^{+} + \text{Cl}^{-}$$
该过程产生盐酸,又会进一步加速腐蚀。

3. 电偶腐蚀

当两种金属接触,电位较负的金属作为阳极会发生电化学反应。例如:钢材与铝合金接触,铝合金电位更负与钢材发生电偶腐蚀,造成铝合金腐蚀耗损。这种现象在汽车零件材料上尤为常见。要想对电偶腐蚀进行预防,关键在于采用表面防护手段降低电偶电流密度,如:涂镀金属镀层、进行阳极氧化表面处理。

4. 晶间腐蚀

晶间腐蚀是沿着金属晶粒间的分界面向内部扩展的腐蚀,是剥落腐蚀的机制之一。细长晶粒结构的铝合金平面对剥落腐蚀非常敏感^[1]。在航空所用的高强度2XXX和7XXX系列合金对这种晶体间腐蚀更为敏感,是机身退化的主要原因之一。有学者发现,在恒电流条件下观察,将老化时间延长到T6回火处理可显著地降低铝合金对剥落腐蚀(EFC)的敏感度,并可显著降低瞬变次数和平均电极电位。同时赵子林等人研究发现,含较高小角度晶界比例的中心层试样相比表层试样的局部腐蚀抗性更好,说明含小角度晶界多的铝合金更能有效地抵抗晶间腐蚀。

作者简介: 吴爽(1997.12—),女,汉族,本科学历,中级工程师,主要从事冶金材料方面的研究工作。

二、金属材料表面处理技术在冶金工程中的应用

1. 涂层处理技术的应用

通过在金属材料表面进行电镀涂层处理,成功将金属材料的腐蚀速率从原来的1.2mm/a降低到0.12mm/a,降低了90%以上。热喷涂技术是一种常用的金属材料涂层处理技术。热喷涂技术通过将涂层材料在高温下熔化或半熔化,然后以高速气流喷射到金属材料表面,从而形成涂层^[2]。热喷涂技术可以被用于钢铁、铝合金、镁合金等各种金属材料。热喷涂涂层具有优良的附着力、耐磨性、耐腐蚀性等性能,被广泛应用于航空航天、能源、汽车等领域。

2. 防腐处理技术的应用

金属材料防腐处理办法很多,包括物理办法、化学办法和电化学办法。物理办法如涂层、包覆、防护罩等,通过在金属表面形成一层物理障层,隔离金属与环境接触,防止腐蚀介质侵入。化学办法如溶液处理、化学反应、气相反应等,通过在金属表面形成一层化学障层,改变金属与环境接触时的化学活性,从而防止腐蚀发生。电化学办法如电镀、阳极保护、阴极保护等,通过在金属表面引入外部电流或电位,使金属在电化学反应中产生保护性的涂层或化合物,从而保护金属表面不受腐蚀侵蚀。

3. 电化学处理技术的应用

这种处理办法可以在金属材料表面形成特定的化学成分或化合物,从而改变金属材料的性能。一项实验研究中表明,通过采用电化学处理技术,在含有腐蚀性介质的环境中,将金属材料的腐蚀速率从原来的2.5mm/a降低到0.5mm/a,减少了80%以上。电镀技术是一种常用的金属材料电化学处理技术^[3]。通过在金属材料表面通过电化学反应,沉积一层金属或合金,从而形成一种新的表面涂层。电镀涂层可以提供金属材料表面的装饰性、耐磨性、耐腐蚀性等性能,被广泛应用于汽车、家电、电子等领域。

4. 金属材料表面喷丸处理技术的应用

喷丸处理可以去除金属材料表面的氧化皮、焊渣、油污等污染物,也可以改善金属材料表面的粗糙度和机械性能。使用钢铁材料进行表面喷丸处理,喷丸速度为80m/s,喷丸角度为45°,使用磨料为铁矿砂,处理时间为30min。实验结果显示,经过喷丸处理,钢铁材料表面的粗糙度从初始的Ra3.2 μ m降低到Ra1.2 μ m,表面清洁

度可提高95%以上,缓解表面的残留应力。

5. 复合镀技术的应用

根据制备办法可分为电镀复合镀层和化学镀复合镀层。目前镍基复合镀层是当下研究的热点,根据性能的不同可以分为耐磨镍基复合镀层、耐蚀镍基复合镀层和析氢催化镍基复合镀层。耐磨镍基复合镀层通过加入碳化硅、金刚石和氧化硅等硬质材料强化镀层硬度而提高耐磨性。其中,镍基金刚石复合镀层有着高耐磨性的特点,用于航空航天材料的防护^[4]。加入的金刚石分散颗粒在微米级时,被称为金刚石镶嵌镍基复合镀层;颗粒大小在纳米级时,称为金刚石弥散强化镍基复合镀层。前者由于镍基金属易失去对金刚石颗粒的把持作用,发生颗粒脱落,需通过改进工艺办法提高金刚石分散均匀性,使用Ni-W、Ni-Co合金作为金属基质等办法,加强颗粒与金属的结合力。而金刚石弥散强化镍基复合镀层由于本身颗粒极细小,形成的镀层细密耐磨,但由于超细粉体表面能过高易产生粉体团聚问题,需通过机械分散法和分散剂法打开颗粒间的作用力。

结束语

通过金属材料表面处理技术,可以提高金属材料的抗腐蚀性能、耐磨性、导电性、绝缘性、隔热性、光学性等特性,从而延长金属材料的使用寿命,减少维护成本,提高工程结构的可靠性和安全性。因此,金属材料表面处理技术在现代工程领域具有重要的应用价值,并在不断的发展和完善中,为金属材料的应用拓展和性能提升提供了有效的解决方案。

参考文献

- [1]高玉魁,王瑞,陶雪菲.高速冲击表面处理对金属材料表面完整性的影响[J].航空制造技术,2022,65(21):14-27.
- [2]吴献斌.人工关节用金属材料的表面处理研究[J].中国设备工程,2021,(17):102-103.
- [3]张永军.对提高金属材料抗渗碳性能的表面处理技术的探析[J].世界有色金属,2021,(04):119-120.
- [4]高玉魁,陶雪菲.高速冲击表面处理对金属材料力学性能和组织结构的影响[J].爆炸与冲击,2021,41(04):4-29.