

用于模具制造的表面工程技术的进展

模具材料是模具工业的基础,但即使是新型模具材料仍难以满足模具的较高综合性能的要求,采用表面工程技术可在一定程度上弥补模具材料的不足。可用于模具制造的表面工程技术十分广泛,既包括传统的表面淬火技术、热扩渗技术、堆焊技术和电镀硬铬技术,又包括近 20 年来迅速发展起来的激光表面强化技术、物理气相沉积技术、化学气相沉积技术、离子注入技术、热喷涂技术、热喷焊技术、复合电镀技术、复合电刷镀技术和化学镀技术等。而稀土表面工程技术和纳米表面工程技术的进展必将进一步推动模具制造的表面工程技术的发展。在此仅介绍稀土表面工程技术和纳米表面工程技术。

1、稀土表面工程技术

表面工程技术中加入稀土元素通常采用化学热处理、喷涂喷焊、气相沉积、激光涂覆、电沉积等方法。

(1) 稀土元素对化学热处理的影响主要表现为有显著的催渗作用,大大优化工艺过程;加入少量稀土化合物,渗层深度可以明显增加,改善渗层组织和性能。从而提高模具型腔表面的耐磨性、抗高温氧化性及抗冲击磨损性。

(2) 利用热喷涂和喷焊技术,将稀土元素加入涂层,可取得良好的组织与性能,使模型腔表面具有更高的硬度和耐磨性。

(3) 物理气相沉积膜层性能的优劣和膜与基体结合强度大小密切相关,稀土元素的加入有利于改善膜与基体的结合强度,膜层表面致密度明显增大。同时,加入稀土元素可以使膜层耐磨性能也得到明显改善,例如应用于模具表现的超硬 TiN 膜(加入稀土元素),使模具型腔表面呈现出高硬度、低摩擦系数和良好的化学稳定性,提高了模具的使用寿命。

(4) 含稀土化合物的涂覆层,可大幅度提高模具金属材料表面对激光辐照能量的吸收率,对降低能耗和生产成本,以及推广激光表面工程技术都有重要意义。稀土涂覆层经激光处理后,组织和性能发生明显改善,涂覆层的硬度和耐磨性显著提高,耐磨性是 45 钢调质的 5~6 倍。对加入 CeO_2 的热喷涂层进行激光重溶,研究发现,合金化层的显微组织明显改变,晶粒

得到细化。激光重溶加入稀土后的喷焊合金,稀土化合物质点在其中弥散强化,降低晶界能量,提高晶界的抗腐蚀性能,模具型腔表面的耐磨性也大大增强,有的文献报道加入稀土元素可提高模具耐磨性达 1~4 倍。另外,有研究发现,加入混合稀土化合物的效果优于单一稀土化合物。

(5) 把稀土元素加入镀层可采用电刷镀、电镀等电沉积方法。稀土甘氨酸配合物的加入使镀层防氧钝化寿命明显提高;稀土元素有催化还原 SO_2 的作用,可以抑制 Ni-Cu-P/MoS₂ 电刷镀镀层中 MoS₂ 的氧化,明显改善了镀层的减摩性能,提高了抗腐蚀的能力,使模具型腔表面的耐磨寿命延长近 5 倍。

2、纳米表面工程技术

纳米表面工程是以纳米材料和其它低维非平衡材料为基础,通过特定的加工技术、加工手段,对固体表面进行强化、改性、超精细加工,或赋予表面新功能的系统工程。纳米表面工程技术是极具应用前景和市场潜力的。

(1) 制作纳米复合镀层。在传统的电镀液中加入零维或一维纳米质点粉体材料可形成纳米复合镀层。用于模具的 Cr-DNP 纳米复合镀层,可使模具寿命延长、精度持久不变,长时间使用镀层光滑无裂纹。纳米材料还可用于耐高温的耐磨复合镀层。如将 n-ZrO₂ 纳米粉体材料加入 Ni-W-B 非晶态复合镀层,可提高镀层在 550~850 的高温抗氧化性能,使镀层的耐蚀性提高 2~3 倍,耐磨性和硬度也都明显提高。采用 Co-DNP 纳米复合镀层,在 500 以上,与 Ni 基、Cr 基 Co 基复合镀层相比,工件表面的高温耐磨性能大为提高。在传统的电刷镀溶液中,加入纳米粉体材料,也可制备出性能优异的纳米复合镀层。

(2) 制作纳米结构涂层。热喷涂技术是制作纳米结构涂层的一种极有竞争力的方法。与其它技术相比,它有许多优越性:工艺简单、涂层和基体选择范围广,涂层厚度变化范围大、沉积速率快,以及容易形成复合涂层等等。与传统热喷涂涂层相比,纳米结构涂层在强度、韧性、抗蚀、耐磨、热障、抗热疲劳等方面都有显著改善,且一种涂层可同时具有上述多种性能。

热喷涂工艺技术近年发展趋势与特点

热喷涂技术目前在国内已经得到了比较广泛的推广应用,近年来发展的趋势和特点是:

(1) 大面积长效防护技术得到了广泛应用 对于长期暴露在户外大气的钢铁结构件,采用喷涂铝、锌

及其合金涂层,代替传统的刷油漆方法,实行阴极保护进行长效大气防腐,近年来得到了迅速发展。如电视铁塔、桥梁、公路设施、水闸门、微波塔、高压输电铁塔、地下电缆支架、航标浮鼓、竖井井筒等大型工程,都采用了喷涂铝、锌及其合金方法进行防腐。目前国内有几十个专业喷涂厂从事这方面工作,喷涂面积每年达几百万平方米以上。这项技术不仅在国内大量推广应用,而且在援外工程中也得到了较好的推广应用。

(2) 采用热喷涂技术修复与强化大型关键设备及进口零部件国产化 近年来这方面已有许多成功应用实例,如:一米七轧机、高速风机转子,大型挤压机柱塞、大型齿轮、电极挤压成型嘴、大功率汽车曲轴等。这些工作的进行,一是解决了生产急需;二是节约了大量外汇。

(3) 超音速火焰喷涂技术的应用 随着我国热喷涂技术的发展与提高,对喷涂层质量要求也愈来愈高。近年来美国等国家发展起来的高速燃气(HVOF)法是制备高质量涂层的一种新的工艺方法。由于超音速火焰喷涂方法具有很多优点,目前国内已先后从国外引进近十几台设备,在各工业部门发挥着重要作用。

(4) 气体爆燃式喷涂技术进一步得到应用 该项喷涂技术由于粒子飞行速度可达 800 m/s 以上,涂层与基体结合强度可达 100 MPa 以上,孔隙率<1%,在某些领域里应用,优于其他喷涂方法。目前国内已安装 10 台以上。

(5) 氧乙炔火焰塑料粉末喷涂技术发展迅速 如前所述,国内近年来已有多家生产制造氧乙炔火焰塑料粉末喷涂设备,采用该项工艺技术,已在化工贮罐、管道、陶瓷行业沪泥机板框、印染行业的导布辊、煤炭行业带式运输机铸铁托轮、石油行业注聚设备,以及表面装潢等方面都得到了很好的应用,弥补了电喷塑的不足。为塑料涂层的应用开辟了一个新的途径。

(6) 热喷涂技术在化工防腐工程中得到应用 腐蚀是机械部件受周围介质的化学或电化学作用而失效的主要原因之一。它使大量金属材料受损失,造成的停产损失难以估计,所以人们对化工防腐工作特别重视。热喷涂层应用于腐蚀介质中,特别是强介质腐蚀,以前所以未能突破,其主要原因是封孔剂未能解决。众所周知,喷涂层是存在着孔隙的,若不进行封孔处理,各种酸、碱、有机介质就会浸入孔隙,使涂层脱落,影响防腐效果。根据防腐工程的要求,近期我国已研制成功了聚酯型、有机聚合物型、树脂型、塑料型、胶粘剂型等几十种型号的封孔剂,适用于酸、碱、盐及有机物的腐蚀环境,其使用温度 80 ~350 。采用陶瓷涂层、氧化物涂层或金属或合金涂层,根据不同介质,选用适当的封孔剂,已在许多化工腐蚀介质中应用,效果良好。该系列封孔剂已获专利并获国家发明奖。这些封孔剂的研究成功,使热喷涂技术在化工防腐工程中的应用有了新进展。

(7) 激光重熔技术开始应用 近几年来,高频感应重熔、真空感应重熔只是在一定范围内得到应用。激光重熔技术前几年曾做过小面积试验,并未广泛应用。近期清华大学已将激光重熔技术用于阀门生产中,上海第二纺织机械厂已将激光重熔技术应用在纺织机械中。

(8) 热喷涂技术在建筑装潢和医疗卫生方面也得到了应用 近年来,四川、上海、沈阳、云南等地采用热喷涂技术喷涂了各种雕像、饰物、大型壁画等收到了良好效果,如沈阳市国际商场的孔雀开屏大型壁画就采用了热喷涂技术。

随着热喷涂技术的发展与提高,该项技术已渗透到其它领域中,如生物领域用热喷涂方法,制造人工骨骼,目前国内已临床 200 多例,效果很好。此外,用热喷涂方法制造的人工牙齿,也得到了初步应用。

(据慧聪网)

我国表面纳米技术研究取得重大突破

近日,从北京科技大学表面纳米技术工程研究中心传来信息,表面纳米技术的研究近期已取得重大突破,有望率先进入工业化应用阶段。

表面纳米技术是将一些材料制备成纳米级的粉末固定在物体的表面,从而使材料获得新的功能。表面纳米技术可制成隐身吸波材料,用于隐形飞行器或通讯,还可制成导电的塑料、橡胶等。据了解,表面纳米技术具有广泛的应用前景,可用于化工催化剂、敏感材料、陶瓷增韧材料等结构、磁性、电子等领域。从

某种意义上说,纳米表面材料的研究、开发与应用是整个纳米材料研究的一个战略制高点,已成为纳米材料研究与应用的重点方向。

我国在表面纳米薄膜和涂层的制备与应用上取得突出的成果,达到国际先进水平。我国已开发成功超硬纳米金刚石薄膜,研制出低温沉积金刚石膜并获得专利;研制成功了高功率直流电弧等离子体喷射金刚石沉积系统原型设备,打破了国外对我国的技术封锁。