

金属加工设备防腐防护外涂层的应用现状研究

邹山梅, 赵丽丽

(甘肃能源化工职业学院, 甘肃 兰州 730207)

摘要: 防腐防护外涂层, 是防止金属加工设备内腐蚀的关键措施。从环氧、聚酯类、防静电、纳米复合等防腐防护外涂层, 研究其应用现状, 并对以上防腐防护外涂层做出性能评价。

关键词: 加工设备; 防腐; 外涂层

中图分类号: TE988

文献标识码: A

文章编号: 1002-5065(2022)02-0048-3

Study on application status of anti-corrosion protective outer coating for metal processing equipment

ZOU Shan-mei, ZHAO Li-li

(Gansu Vocational College of energy and chemical engineering, Lanzhou 730207, Gansu)

Abstract: Anti corrosion protective outer coating is the key measure to prevent internal corrosion of metal processing equipment. The application status of epoxy, polyester, anti-static and nano composite anti-corrosion protective outer coatings is studied, and the performance of the above anti-corrosion protective outer coatings is evaluated.

Keywords: processing equipment; anticorrosive; External coating

随着工业的发展, 金属加工逐渐成为国家经济发展的基石。金属加工过程中, 温度较高, 耗能较大。钢是在矿石中提炼出来的物质, 可以作为能耗来源, Mg、Al、Ni、Cu、Zn 等金属的耗能量均不相同, 在金属加工行业内属于较高的耗能物质^[1]。由于其温度高、耗能大, 导致金属加工过程中的腐蚀性较强, 严重影响金属加工设备的运行。因此, 在加工金属的过程中, 减少腐蚀, 加强防护具有重大意义。由于湿法加工有较高的产能、较快的效率、较好的操作环境、较少的污染等优点, 大部分的金属加工均会选择此方法。但是湿法加工的方式, 会使加工过程中的水蒸气增加, 进而加速设备的腐蚀现象^[2]。

本文研究防腐防护外涂层在金属设备上的应用现状, 为金属加工业提供参考方向。

1 金属加工设备防腐防护外涂层的应用现状

1.1 环氧防腐防护外涂层

环氧涂层可分为: 液态防腐防护内涂层、环氧粉末状防腐防护外涂层。液态防腐防护内涂层是以环氧树脂为主要成膜物, 适用于金属加工设备内壁, 具有附着力强、耐腐蚀性高、机械与电绝缘性能较好的特点。此类涂层仅可以用于温度 $<100^{\circ}\text{C}$; 设备压力 $<1.5\text{MPa}$ 等非金属加工设备。环氧粉末状防腐防护外涂层, 是利用环氧树脂对设备进行耐磨、固

化的加工^[3]。通过研究醚化反应对此材料的催化效果, 表明此涂层可以提高环氧值, 将防腐能力进一步提高。在环氧防腐防护外涂层的设计中, 对金属加工设备进行 Zn-Ni 亚层处理, 使其防护性能更加优越。Zn-Ni 亚层处理时, 会生成 ZnO 钝化层, 其抗腐蚀性较强。腐蚀性较强的水分子, 通过 Zn-Ni 亚层处理时, 环氧外涂层可以减少水分子的外扩散系数, 在长时间的金属加工应用后, 环氧外涂层的外扩散系数仍保持不变。

不仅如此, 环氧防腐防护外涂层还能起到降低金属加工设备的加工压力, 是较为可靠地加工防腐材料。在金属加工过程中, 金属加工的材料普遍存在酸、碱、盐类物质, 均是腐蚀设备的材料。为了保证环氧防腐防护外涂层的效果, 本文选取三块等质等量的金属, 将环氧材料以相同的条件涂在三块小金属上, 并分别置于酸、碱、盐类溶液中, 放置 1h 后取出。此时, 在酸类溶液中, 小金属完好无损; 碱类溶液中, 涂层表面出现轻微腐蚀, 但是将涂层去除掉后, 金属内部完好无损; 在盐类溶液中, 涂层表面受损, 金属内部同样出现腐蚀现象。

因此, 环氧材料可以适用于加工酸、碱类物质的设备, 不能应用于盐类物质的加工设备。在环氧材料的使用过程中, 不使用盐类物质的材料进行加工, 即可以保证加工设备的完整性。

1.2 聚酯类防腐防护外涂层

聚酯类防腐防护外涂层是较为常见的外涂层, 有双组与单组两种材料, 是一种低分子氨基甲酸的聚酯类产物, 有较高的固体含量, 防护性能较好; 但是对金属加工设备的内部环境要求较高, 涂层容易滑落^[4]。因为聚酯类防腐防护外涂层的水性聚集效果极佳, 其氧解的温度在 $2000^{\circ}\text{C} \sim 3200^{\circ}\text{C}$ 之间, 而金属加工过程中, 金属的温度在 $1000^{\circ}\text{C} \sim 2000^{\circ}\text{C}$

收稿日期: 2022-01

项目基金: 甘肃省高等学校创新基金项目(编号: 2021A-297)

作者简介: 邹山梅, 女, 汉族, 生于 1963 年, 甘肃天水人, 教授, 研究方向: 机械设备腐蚀。

左右,可以保证在高温情况下的防腐性能。

此外,该涂层的水性高分子分散体会引发金属加工过程中链转移,使反应温度以不同分子质量扩散,保证涂膜的附着力、耐酸性、耐热性、耐低温性等,进而保证外涂层存稳性。

当然,聚酯类防腐防护外涂层也有一定的缺点,适用于水性分子较多的金属加工设备,如果金属加工设备的水性分子较小,涂层孔隙变大,防护性能相对较差,容易出现滑落的现象。聚酯类防腐防护材料存在 NH_3 ,其耐高温效果较差,在 200°C 以上,就会出现氨解的现象,从而转移技工材料的阴阳离子,造成防腐失败的现象。为了保证聚酯类防腐防护材料对低温材料的防腐性,本文将不同分子量的 $\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_2\text{O}$ 、 $\text{C}_9\text{H}_6\text{N}_2\text{O}_2$ 、 $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$ 结合,将其形成一个完整的聚酯类材料,在保证 $\text{C}_9\text{H}_6\text{N}_2\text{O}_2$ 分子量不变的前提下,将游离的NCO进行分析,通过观察涂层对金属的附着力效果,分析此时聚酯类材料的防腐效果。此外,由于金属加工设备时较大类型的器械,内部环境不容易窥探,本文使用电化学方法,扫描金属内部腐蚀情况。通过显微镜观察,可以从不同角度综合分析聚酯类材料的防腐性能,进而将此材料作出调整,最大限度地保证此类材料在低温金属加工中的应用效果。

1.3 防静电防腐防护外涂层

在金属加工过程中,会产生较多的静电荷,静电荷的累积对设备的腐蚀性也相对较大,为了排除加工金属的静电荷,防静电外涂层相应产出,在工业应用较多的是有机添加型防静电外涂层,是由合成树脂、导电填料、组合而成的涂料,添加环氧涂料,使防腐效果更佳^[6]。因为其具有较高的耐腐蚀性,不会对金属加工质量造成污染,良好的导电性,耐中温,附着力均比较高。在高热流的金属加工过程中,防静电涂层的背温先升后降,其升温速度低于环氧涂料,受热流密度影响程度较大,因此防静电涂层更适用于较低的温度。

此外,该涂料中的导电填料拥有电极电位,可以使涂层的抗渗透性降低,具有较快的成膜速度,在加工熔化温度较高的金属时,选择环氧涂料更佳;在设备内壁宜选择耐中温的聚酯类外涂层。

一般情况下,防静电材料的涂层,是经过长时间经验累积而成,通过物理方法将加工材料的物理性质引出,从而减少加工材料对金属设备的腐蚀。防静电材料的涂层普遍均有较强的导电性、耐油性,因此,用于防止油污腐蚀的情况较多。使用防静电材料的涂层后,务必要将涂层加厚,并减少热流密度。只有在此条件下,才能保证金属加工设备的耐腐蚀性。但是涂层厚度增加,会造成一定程度地成本损耗,耐腐蚀效果很明显聚酯类材料。因此,金属加工设备极少使用防静电的防护外涂层。

1.4 纳米复合防腐防护外涂层

利用现有的技术,针对金属加工设备的特性,添加纳米材料,由树脂、固化剂、纳米聚合物等组成,即为纳米复合防腐防护外涂层。纳米外涂层的应用对象可以是传统金属材料,也可以是粉末状的金属颗粒,具有金属加工设备内部装饰、包覆,不仅适用于金属加工设备,还适用于各种换热设备、管道设备,是适用范围较广的涂料^[6]。

一般情况下,金属加工设备中的应力腐蚀较多,纳米复合涂料可以保证一年以上的防腐效果,使用一年该涂层,表面完好,光泽度与一年前保持一致,没有起皮、龟裂、脱落的现象。由于纳米复合防腐材料是使用复合式技术设计的,既存在环氧的耐腐蚀性,又增加了新的基体养护材料,可以保证金属加工设备的内外同时保护效果,在金属加工设备的应用中价位广泛。

在金属加工设备加工过程中,添加材料较多,酸性、碱性物质的存在本身就会加速设备的腐蚀,因此防腐材料的选择上至关重要。纳米复合材料的外涂层,是在环氧类材料与聚酯类材料基础上设计的,改良了聚酯类材料的高温不耐性,与环氧材料的盐类不耐性,融合先进的纳米材料,最大限度地保证外涂层的防腐效果。此外,纳米复合防腐防护外涂层的成膜速度较快,在温度、含砂量、砂粒径等不同因素条件下,该涂层的冲蚀效果也不同,设备中的含砂量是影响较大的因素,温度次之;砂粒粒径因素的影响最小,可以适用于金属加工设备的应用。

2 金属加工设备防腐防护外涂层的性能评价

通过防腐防护涂层的应用现状分析,对其进行耐腐蚀性能评价、耐高温性能评价,以及物理性能评价。外涂层的耐腐蚀性,与腐蚀阻挡性、金属接触程度有关,阻挡性高,水、氧等物质就不容易到达金属加工设备内面,也就是保护膜的延展。对4种外涂料的应用现状分析,得出以上4种涂料的耐腐蚀性均比较好,不会穿透涂层表面到达金属加工设备。在耐高温性能上,效果如图1所示。

如图1所示,4中外涂层的耐高温性能中,纳米复合防腐防护外涂层耐高温性能较好,适用于任何金属加工过程,热稳定性较高;防静电防腐防护外涂层耐高温性能较差,适用于中低温的金属加工过程;聚酯类防腐防护外涂层耐高温性能与环氧类相差不多,耐高温性能在中高温左右。在物理性能中,通过其消耗量来看,纳米复合防腐防护外涂层消耗量较低;防静电防腐防护外涂层消耗量较高。可见,耐高温的涂料,消耗量反而较少。但从防静电防腐防护外涂层来看,其物理性能同样在应用范围内,因此,此4种涂料的物理性能可以满足金属加工的应用。

除此之外,本文对金属设备的涂层防腐原理进行分析评价。一般情况下,金属加工设备会因为加工时间过长,出现

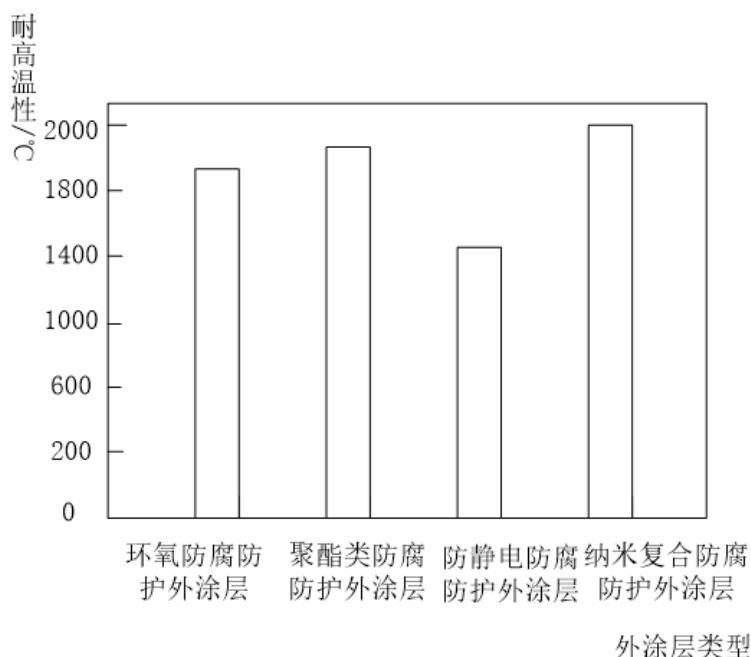


图1 四种外涂层的耐高温性能

金属与外界反应的现象,也就是设备腐蚀现象。由于金属加工设备中普遍存在高温性质的物质,设备被腐蚀后,极易造成设备开裂的现象,对周围职工的安全造成隐患。但是,大多数职工对于设备腐蚀现象不重视,轻微腐蚀并不会上报企业,最终形成更大的腐蚀,为企业的经济造成较大的损失,同时为企业职工造成更大的人身安全危机。基于此,本文在对环氧材料、聚酯类材料、防静电材料、纳米复合材料等防腐防护外涂层的应用现状分析后,分析涂层防腐原理如下图2所示。

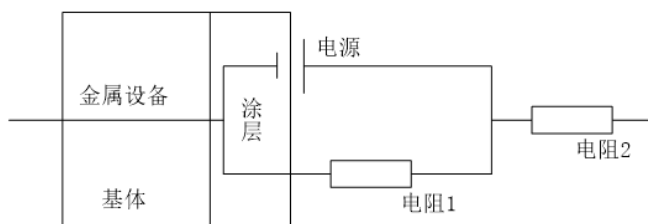


图2 金属设备涂层防腐原理

如图2所示,金属加工设备在使用涂层材料的过程中,分为基体防腐防护与设备防腐防护两方面,涂层不仅需要保护设备,还需要提高设备内部的防腐防护效果。本文使用电阻1与电阻2,模拟金属加工设备的腐蚀情况。在设备运行过程中,电阻1表示加工物质的腐蚀条件;电阻2表示设备外界条件对设备的腐蚀条件。在涂层的保护下,金属加工设

备与基体的均可以得到较好的防护效果,因此,金属加工设备使用防腐外涂层势在必行。

3 结语

近年来,金属加工行业日渐繁盛,金属加工设备逐渐适应不了高强度的运行工作,金属加工设备内部腐蚀现象层出不穷,严重影响加工业的发展。

这里对金属加工设备防腐防护外涂层的应用现状进行研究,并对各种外涂层的性能进行综合评价,旨在为金属加工业的发展创造条件。

参考文献

- [1] 任铁钢,高兴,黄秋硕,等.微弧氧化技术在金属防腐方面的应用研究进展[J].河南大学学报(自然科学版),2020,50(03):305-316.
- [2] 范云伟,简平,殷黎明,等.纳硅金属防腐漆在人民渠水工钢闸门防腐养护中的应用研究[J].四川水利,2020,41(05):4-6+13.
- [3] 彭嘉明,乔永洛,吕狄,等.双组分环氧改性丙烯酸树脂复合乳剂的制备与性能研究[J].涂料工业,2019,49(03):20-24+32.
- [4] 方露,何青青,胡吉明,等.二维层状双金属氢氧化物(LDHs)在金属腐蚀防护中应用的研究进展[J].腐蚀科学与防护技术,2019,31(06):665-671.
- [5] 杨炳元,王忠维,麻彦龙.层状双金属氢氧化物在金属腐蚀防护领域的研究进展[J].表面技术,2020,49(12):127-137.
- [6] 许亮斌,李朝玮,王宇,等.水下采油树30CrMo钢/625合金异金属腐蚀机理试验研究[J].石油钻探技术,2019,47(04):116-121.