第6卷◆第10期◆版本 1.0◆2025年

文章类型:论文|刊号(ISSN): 2737-4580(P) / 2737-4599(O)

8	热效率高	电弧喷涂是直接用电能转化为热能来熔化金属,热能利用率高达 60%~70%。
9	生产效率高	一般电弧喷涂的生产效率是火焰喷涂的 3 倍以上。
10	安全性高	仅使用电能和压缩空气,不用氧、乙炔等易燃气体,安全可靠。
11	雾化效果好	金属熔滴雾化良好,被喷涂工件不受粒子束流的冲击和温度的影响,不产生变形。

(五) 喷涂丝材

喷涂材料	成分 (wt.%) 和性能
	主要成分: Ni≥58; Cr20-23; Mo8-10; Nb3.15-4.15; Fe≤ 5.0; C≤ 0.1,
Inconel 625 实心丝材	其它少量。 Inconel 625 是以钼、铌为主要强化元素的固溶强化型镍基变形高温合金,从低温到 980℃均具有良好的拉伸性能和疲劳性能,且能耐盐雾气氛下的应力腐蚀。主要表现: (1) 在硫/氯化物介质中具有出色的抗点蚀、缝隙腐蚀、晶间腐蚀和侵蚀性能; (2) 具有良好的耐无机酸腐蚀性,如硝酸、磷酸、硫酸以及盐酸等,同时在氧化和还原环境中也具有耐碱和有机酸腐蚀的性能; (3) 有效的抗硫离子还原性应力腐蚀开裂,在静态或循环环境中具有抗碳化和氧化性,且耐含氯的气体腐蚀; (4) 焊接过程中无敏感性,具有良好耐蚀性的同时,也具有优异的室温和高温力学性能。
	但 Inconel 625 采用电弧喷涂使用较少,主要原因是成本相对 Fe 基材料高,电弧喷涂过程中会产生较多的氧化物产生、孔隙率较高,导致其耐蚀性能相对块体的合金大幅度降低。只要有通孔的出现,涂层很快失效,因此依赖于封孔剂的性能。另外喷层不耐磨。(有资料表明 625 堆焊层的硬度在 250-350HV 左右)。作为奥氏体的 Ni 基合金,不能喷涂过厚的涂层(<0.5mm),对于防止涂层中孔隙的贯穿不利。
316L+20wt.%碳化钨粉芯丝材	316L 不锈钢成分: C≤0.03; Cr16-18; Ni10-14; Mo2-3, Fe 余量 316L 具有较好的耐蚀性,在化工行业广泛应用,添加有 2~3%的 Mo 元素更有利于提高耐蚀性。但喷涂层的硬度不高,不能喷涂厚涂层(奥氏体)。在粉芯中添加 20wt.%的 WC, 电弧喷涂过程中 WC 反弹严重,留在涂层中的 WC 数量不多,单纯添加 WC 对于提高耐磨性能效果不好。
HG−2N 粉芯丝材 可选用 NiA1 打底层一起制备复合涂层	成分: Cr: 28-30: Ni3-5; B: 3-5: Mn: 1-1.5; Si: 1-3; Fe 余量 涂层显微硬度: 平均 910HV (800-1066HV) 高硬度,耐磨,因 Cr 含量较高(>28%),其耐蚀性能有所提高。可以喷涂更厚的涂层(0.5-1.5mm)。 建议采用 NiA1 丝材打底,一是提高结合强度,另外就是通过 NiA1 良好的耐蚀性能,也可以起到阻隔腐蚀介质进入到基材与涂层之间,表面层采用环氧等涂料再进行封孔处理。

三、费托反应设备内壁涂层的优化设计与施工工艺

- (一) 表面预处理施工工艺
- (1) 基体材料适宜的预处理是电弧喷涂工艺过程最重要的部分之一。表面预处理包括除去金属表面的油脂、其他污物、锈、氧化皮、旧涂层、焊接熔粒以及对表面的粗化处理。
- (2) 工件表面必须绝对净化,无任何油、水分和灰尘的极小残留物。
- (3)净化过程应同时达到使基本表面粗化的目的,喷砂粗化是常用的方法之一,它能达到符合技术要求的粗糙度,使涂层与基体很好地啮合,并可去除油污、锈、氧化皮、旧涂层

築。

(二) 喷砂除锈施工工艺

- (1) 喷砂材料应选用质坚有棱角的粒径在 10-20#的石英砂。砂子必须净化,使用前应经筛选,砂内粘土及细粉尘含量不应大于 5%,不得含有油污。喷砂前砂子要晾晒干燥,含水量应不大于 1%。干燥筛选后的砂子应装袋堆放,防止砂子受潮、雨淋、砂内混入杂质。
- (2) 喷砂前要调整好风压(一般为 0.5MPa)及砂流量,喷枪与器壁内表面成 30°-75°,枪头左右或上下摆动,逐片逐层地进行除锈。

第6卷◆第10期◆版本 1.0◆2025年

文章类型:论文|刊号(ISSN): 2737-4580(P) / 2737-4599(O)

- (3) 喷砂作业完成后,要从上往下逐层吹扫跳板上及器壁上的砂子及粉尘,待喷涂表面的砂子及粉尘要清理干净。喷砂后的设备内表面不得受潮、氧化及污染,应尽快喷涂。
- (三)超音速电弧喷涂施工工艺,采用复合涂层施工工艺, 选用 Ni Al 打底层,加 HG-2N 粉芯丝材工作层。
- (1) 喷砂除锈粗化后,检查表面粗化均匀一致,并保持表面清洁无污。
- (2) 喷砂与喷涂应每 10m2 间隔循环进行。喷砂除锈粗化后,应立即进行喷涂。
- (3) 喷枪每次开启大约有 $4^{\sim}5$ 秒钟的起动过程。喷涂底层喷涂厚度 0.1mm-0.2mm,工作层喷涂厚度 0.5mm-0.6mm。
- (4) 喷涂用的金属线材要求清洁,表面无油、灰尘和氧化物。
 - (四) 纳米陶瓷防磨防腐涂料施工工艺
 - (1) 组份配比

该涂料由两个组份构成,其中 A 组份为含超微纳米级粉状材料的粉料, B 组份为多种无机材料合成的高档结合剂。在电力锅炉"四管"锅炉上使用应按照 A、B 组分 1/1 至 1/1.4 比例配比。涂料施工前,应将 A、B 组分充分混碾搅拌,由于纳米材料的团聚作用,所以搅拌时间至少要在十五分钟以上 A、B 组分才能充分融合,有条件可以使用台式搅拌器搅拌。

- (2)涂料施工前必须把喷涂面吹扫干净,可采用手工涂刷、滚刷、气喷涂等方法进行,根据磨损情况的不同分为二至 三遍完成。
- (3)超音速电弧喷涂工序和涂料施工工序间隔不应该超过6小时,阴雨天气不得施工。
- (4)涂料施工后的涂层表面应平整均匀,不允许有剥落、 起泡、裂纹、气孔现象。
 - (五)施工验收质量标准
 - (1) 喷砂质量要求

喷砂处理后的清洁度应达到 GB 8923 中规定的最高清洁度 Sa3 级,即完全除去氧化皮、锈、油污和旧涂层等附着物,工件表面完全显露出金属光泽。

(2) 喷涂涂层质量要求

喷涂施工后,涂层要达到或超过以下质量要求:

结合强度: >60 MPa (EN 582) (HVOF)

涂层厚度: >500 μm (HVOF)

涂层的孔隙率: <1%;

四、未来涂层材料研究方向与煤制油设备的应用前景

(一) 先进涂层材料的研究与应用

纳米涂层、金属基复合涂层等新型材料具有更强的耐腐蚀 性、耐高温性以及较高的机械强度,能够满足煤制油反应器在 苛刻环境下的要求。特别是在煤制油的高温高压环境中,传统 涂层材料往往难以有效防止腐蚀和磨损,而新型涂层材料在性能上更具优势,能够延长设备的使用寿命,减少设备停机检修时间。研究人员还在探索环保型涂层材料,这些材料不仅能够提供更强的防护,还具有较低的成本和更简便的施工工艺,从而降低煤化工设备的整体维护费用。

(二)涂层技术在煤化工设备中的前景分析

涂层技术的应用前景在煤制油化工设备中变得愈加重要。随着煤制油行业对设备运行效率和设备寿命的要求不断提高,涂层技术不再局限于简单的防腐功能,它已成为提升设备稳定性、延长使用寿命和降低能耗的重要手段。通过使用高性能涂层,煤化工设备能够在复杂的高温高压环境中保持高效的工作状态,极大提升了生产过程的安全性与稳定性。未来,涂层技术将成为煤制油行业必不可少的核心技术,且涂层材料将继续朝着更加环保、经济、高效的方向发展。

(三)提升煤制油化工设备安全性的技术路径

提高煤制油化工设备的安全性不仅仅依赖涂层技术,结合智能监测系统和优化设计等多项技术的融合,才能达到更好的效果。智能监测系统可以实时检测设备的腐蚀程度、温度变化等重要参数,提前发现潜在的安全隐患,减少因设备故障而导致的事故。优化设计方面,设备的结构可以通过更合理的设计减少应力集中和腐蚀加剧的区域。涂层技术作为基础防护手段,在提高设备安全性方面扮演着不可或缺的角色,未来它将与其他技术深度结合,实现煤制油设备长期安全稳定的运行。

结语

本文通过对煤制油费托反应设备内壁涂层技术的研究,探讨了涂层材料在高温、高压环境下对反应器的抗腐蚀性能、维护成本以及运行效率的影响。涂层的优化设计与合理选材能够显著提高反应器的耐腐蚀性,延长设备的使用寿命,并有效降低维修成本。涂层技术在提高煤制油化工设备安全性、降低运行成本、提升生产效率等方面发挥了重要作用。随着新型涂层材料的发展,未来煤制油设备的涂层技术将进一步改善,为煤化工行业的稳定发展提供坚实保障。

[参考文献]

[1]张勇,李敏.高温高压环境下涂层材料的应用研究[J]. 化工设备与管道,2023,42(6):45-52

[2]陈杰,刘涛.纳米涂层在煤化工设备中的应用研究进展 [J].化学工程,2024,76(4):101-108

[3]赵丽, 孙峰.金属基复合涂层在费托反应设备中的应用与性能分析[J].材料科学与工程, 2022, 40(9): 220-227

[4]王海, 张华.新型抗腐蚀涂层的研究及其在化工设备中的应用[J].化学与材料, 2023, 58 (7): 134-141

[5]李霞,杨明.高温腐蚀环境中涂层材料的研究与选择[J]. 工程材料,2024,45(2):55-62

非天然脯氨酸类似物的合成研究

孙晓阳 梁佳豪 李诗雨 卢敏 五邑大学 药学与食品工程学院 DOI: 10. 12238/j pm. v6i 10. 8480

[摘 要] 本研究通过[2+2]光环加成反应合成非天然脯氨酸类似物,进行条件筛选和优化,得到高催化活性的催化剂以及良好的光源和溶剂等反应条件;制备一系列含有不同官能团的双烯体,在最优光反应条件下进行底物拓展,为非天然脯氨酸类似物的进一步拓展应用奠定基础。

[关键词] 非天然氨基酸; [2+2]光环加成反应; 光催化

Synthesis of Non-Natural Proline Analogues by

Sun Xiaoyang Liang Jiahao Li Shiyu Lu Min School of Pharmacy and Food Engineering, Wuyi University

[Abstract] This study synthesized non-natural proline analogues via [2+2] cycloaddition reactions, conducting systematic screening and optimization to identify highly catalytically active catalysts along with optimal reaction conditions including light sources and solvents. A series of diene compounds containing various functional groups were prepared, and substrate diversification was achieved under optimized photochemical conditions, laying the foundation for further exploration and application of non-natural proline analogues.

[Key words] non-natural amino acids; [2+2] halo addition reaction; photocatalysis

2,4-亚甲基脯氨酸具有抗菌、抗癌、抗疟疾等一些潜在的生理活性,还具有调节植物生长的生物活性,是合成手性农药等的关键底物,也是多肽和许多药物分子的重要组成单元,在农业和医药行业的应用前景非常广阔。对于此类化合物最关键的环丁烷结构的合成,大体上有两种合成策略。第一种合成策略是双烯[2+2]光反应环加成及分子内亲核取代成环^[1]。该化合物的第一条全合成路线是以丝氨酸为起始原料,经过一系列保护,氯代反应以及消除反应后得到单烯,之后进行取代反应制得光反应前体双烯,用二苯甲酮作为光催化剂,在 450W 汞灯的照射下得到[2.1.1]-桥环产物。最后使用 6 N HC1 在加热条件下脱除甲酯及苯甲酰基,使用离子交换柱提纯后得到目标产物。第二种合成策略是采用分子内亲核进攻来构建刚性并环体系^[2],以 Bn 保护的烯丙醇为起始原料,在三氯氧磷的存在下与三氯乙酰氯反应生成α位双氯取代的环丁酮,然后用锌粉脱除双氯,之后制备内酰脲,得到一对非对映异构体的混合物,

并且此步仅可通过分级结晶的方法才能纯化,得到的 cis 异构体在浓氢溴酸的条件下生成溴化物并在碱性条件下生成目标分子。第一种策略的步骤复杂且在光反应中使用汞灯作光源对环境很不友好。虽然第二种策略较为高效,但对于中间体的非对映体的拆分十分困难,仅得到 20%的产率,极大的限制了该合成策略的应用。因此,开发出一条高效且对环境友好的合成一系列结构新颖的非天然脯氨酸的方法路线是十分必要的。

随着绿色化学的蓬勃发展,对于光催化反应中有着重要作用的光催化剂和光源的研究层出不穷^[3]。本研究旨在利用噻吨酮等光催化剂,开展非天然脯氨酸类似物的合成研究。将光催化剂与环保的光源相结合,是一种既节约资源又降低成本的有效策略。在光反应中,通过优化光催化剂和反应溶剂等条件,筛选出最优的光反应条件,在此基础上进行底物拓展,从而验证最优光反应条件的可行性和普适性。

1.实验材料与方法