

拜耳防腐聚氨酯技术在磁浮轨道及桥梁工程中的应用

胥元达

(拜耳材料科技业务拓展部, 上海 200120)

摘要:简述了脂肪族聚氨酯优越的防腐、耐候及柔韧等综合性能, 突出了防腐聚氨酯在上海磁浮项目应用中无可替代的优势, 并介绍了卢浦大桥的主钢结构的涂装保护系统。

关键词:聚氨酯; 磁浮; 桥梁; 防腐蚀

中图分类号: TQ63 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009-7716(2006)03-0120-02

1 拜耳聚氨酯技术在亚太地区的发展趋势

自20世纪30年代Otto Bayer发明聚氨酯技术, 聚氨酯的工业应用和技术发展已取得长足进步。拜耳的聚氨酯技术研究和工业化水平在同行业一直处于国际领先地位。

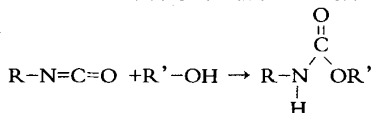
中国基础产业的蓬勃发展为聚氨酯产品创造了巨大的市场需求, 上海和长江三角洲地区拥有丰富的资源和健全的基础设施, 市场潜力巨大。拜耳集团加大了在中国的投资力度, 到2009年, 上海化学工业区的拜耳一体化基地将建成聚氨酯涂料原材料(HDI, MDI, TDI)和聚碳酸酯原材料的世界级生产基地, 总投资18亿美元, 该基地拥有最新的工艺流程和源自德国的设备, 从而实现产品质量和生产效率的最优化。在聚氨酯涂料的应用方面, 拜耳材料科技集团正加紧将欧美成功应用的新技术推广到中国及亚太地区。

在工程应用中, 聚氨酯技术已成功应用于磁悬浮轨道、桥梁、机场及工厂等建设中, 在防护涂料的应用上, 拜耳材料科技集团重点推广单组份潮气固化型聚氨酯和聚天门氨酸酯聚脲技术, 这些技术在欧美钢结构重防腐领域已得到广泛而成功的应用, 主要应用于桥梁、近海平台、体育场馆和隧道工程的建设(详情请见后期“拜耳聚氨酯新技术发展及其在欧美工程中的应用”)。

2 防腐蚀双组份脂肪族聚氨酯

在防腐蚀涂料保护系统的配套设计中, 双组份脂肪族聚氨酯因其具备优良的耐腐蚀和突出的耐候性而被广泛应用于各大项目的设计中, 经过数十年的工程实践检验, 双组份脂肪族聚氨酯由于综合性能卓越、适应性强, 工程使用效果非常成功。

聚氨酯的基本反应原理是通过异氰酸酯的 $-NCO$ 与羟基树脂中的 $-OH$ 发生聚合、交联而成(如下式所示):



对于双组份脂肪族重防腐聚氨酯, 式中R通常为HDI或IPDI低聚体的相应基团, R'通常为丙烯酸或聚酯树脂相应基团, 这类大分子中既有极性基团 $-O-C(=O)-NH_2$, R'

又可含有柔性长链, 还可能存在脲键、酰胺键等, 可以在配方中根据需要调节其大分子结构设计, 获得较广范围的防腐性能和较好的物理机械性能, 在耐化学介质腐蚀、覆涂性能、附

着力、硬度与弹性、耐磨性、抗渗透性等相互矛盾的各种性能中达到平衡, 以适应复杂多变的工作场合和防腐要求, 这是其他涂料所不具备的优势。对不同腐蚀环境的聚氨酯匹配使用等级, SSPC-Paint36 国际标准已经作了相关指定。

针对防腐蚀聚氨酯涂料耐候性的要求, 通常采用脂肪族HDI, IPDI基的聚异氰酸酯(如: Desmodur N75, N3390, N3600, N3400, Z4470等)和羟基丙烯酸树脂(如: Desmophen A160, A365, A665, A870等)聚合而成, 脂肪族基团稳定性较好, 而且对紫外光吸收率也很低, 对80~260nm波长的UV吸收率一般只有10~15%, 可保持较好的光泽和色泽稳定性。

另外, 聚氨酯聚合物分子间存在众多的环状氢键或无环氢键, 在受到机械应力作用时, 氢键分离可吸收能量(20~25KJ/mol), 除去应力后氢键又可再生, 减少了共价键断裂导致降解的可能性, 因而聚氨酯在同时具备耐腐蚀、耐候、可复涂等优良综合性能之外, 还具备良好的柔韧性, 此性能优势在磁浮轨道涂装应用中得到了充分发挥。

3 防腐蚀聚氨酯在上海磁悬浮轨道工程中的应用

上海磁悬浮轨道全长33km, 总投资89亿人民币, 设计最高时速超过500km/h, 运行最高时速430km/h, 是全世界唯一的商业运营磁悬浮轨道交通线。

防腐脂肪族聚氨酯技术满足了上海磁悬浮工程轨道涂装保护特殊要求, 这些要求是其他类型的防腐涂料无法同时完成的:

- (1) 涂层柔韧性好, 可缓冲强磁应力的冲击
- (2) 涂层具有优良的延展性, 抗震性好
- (3) 涂层可覆涂性能好, 低温施工性好
- (4) 耐腐蚀, 耐酸雨
- (5) 耐候, 涂层光泽、色泽稳定性好

根据此设计要求, 经过多方专家考证, 最终确定磁浮轨道涂装保护采用聚氨酯系统(涂料供应商: 上海开林造漆厂)。在专家认证中, 防护涂料及涂装技术的国际权威机构SSPC(防护涂料协会)的现任主席Carl Angeloff先生、Ed Squiller博士和NACE(美国腐蚀工程师协会)有关专家强调: 只有综合性能优越的聚氨酯涂料与喷金属保护涂层的组合使用, 才能使无机喷金属保护层与有机涂层的优势形成叠加, 相得益彰。

上海磁悬浮轨道主体钢结构采用了聚氨酯与热喷铝配套涂装保护工艺:

- (1) 表面处理: 喷砂处理达SSPC-SP10(等同于Sa2.5级)
- (2) 底层: 金属热喷铝 180 μm
- (3) 封闭层: 环氧封闭薄涂层 @20 μm DFT
- (4) 中涂层: 环氧云铁中间层 @60 μm DFT
- (5) 面涂层 I: 可覆涂双组份脂肪族丙烯酸聚氨酯 @50 μm DFT

收稿日期: 2006-04-01

作者简介: 胥元达(1969-), 男, 江苏扬州人, 工程师, 经理, 从事化学工程及应用技术工作。

- (6)面涂层 II:可覆涂双组份脂肪族丙烯酸聚氨酯
@50 μm DFT

根据 SSPC-NACE 联合标准 (SSPC-CS 23.00/AWS C2.23M/NACENo.12),金属热喷铝后的封闭强渗透涂层设计为 38~40 μm DFT 更为合理。

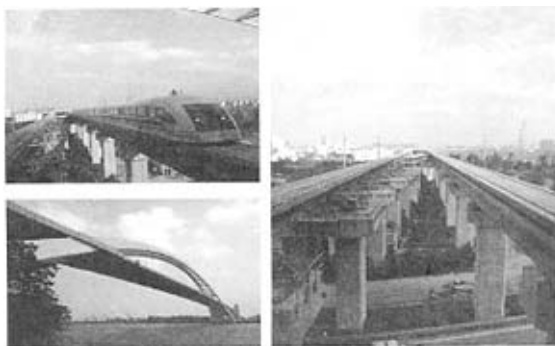
4. 防腐双组份聚氨酯在桥梁涂装的应用

双组份脂肪族聚氨酯广泛应用于桥梁涂装保护已有几十年的历史,实践证明聚氨酯是目前桥梁保护应用中最稳定、最成功的体系,而且拜耳公司已成功开发了单组份潮气固化型聚氨酯和聚天门氨酸酯聚脲新技术,于 20 世纪 90 年代成功应用于欧美桥梁工程中(限于篇幅,后期介绍)。

卢浦大桥是世界上跨径最大的拱形桥(跨度达 550m),是世界上首座采用箱型拱结构的特大型拱桥,主桥建造中融合了斜拉桥、拱桥、悬索桥等三种不同类型的桥梁施工工艺,整座主桥在建造中的施工用钢量达 1.1 万多吨,是目前世界上单座拱桥建造中用钢量最大的。

卢浦大桥主体钢结构采用了聚氨酯涂装保护工艺,其涂装设计为:

- (1)表面处理:喷砂处理达 SSPC-SP10 (等同于 Sa2.5 级)
- (2)底涂层:环氧富锌 @80 μm DFT



- (3)中涂层:环氧云铁中间层 @120 μm DFT

- (4)面涂层 I:可覆涂双组份脂肪族丙烯酸聚氨酯
@40 μm DFT

- (5)面涂层 II:可覆涂双组份脂肪族丙烯酸聚氨酯
@40 μm DFT

卢浦大桥整体设计获得 2004 年国际桥梁设计创新奖。

5. 结束语

涂料系统已经广泛应用于桥梁、体育场馆、船舶、工厂等各项工程保护,涂料系统的设计使用年限及涂料实际使用寿命是工程业主、项目设计师、涂料供应商和涂料原材料供应商都颇为关注的问题;尤其对于近年刚刚投入使用的某种有机-无机复合新涂料,在缺乏耐候性及耐蚀性实际数据支持的情况下,如何科学、准确地评价其使用年限设计的合理性,已是国内外的专家面临的一大挑战。

为此国内有关单位有意于近期组织由 SSPC、中国腐蚀与防护协会、欧美涂料业界及国内的有关专家参加的专题讨论会,并期望能引进欧美先进国家在涂料保护设计年限和质量保证体系等方面的科学理念,为我国重防腐涂料体系设计的科学化、规范化、合理化奠定基础。

如钢结构工程需要超长期(30a 以上)的涂料保护系统设计,目前我们赞同的比较科学的选择和推荐是热喷金属和有机涂料的复合体系,请参考 SSPC-NACE 联合标准 SSPC-CS 23.00/AWS C2.23M/NACENo.12。

参考文献

- [1] Z.W.Wicks Jr., F.N.Jones, S.P.Pappas. 有机涂料科学和技术[M]. 虞兆年等译.北京:化学工业出版社,2003 年 3 月.
- [2] 李国荣,张慰盛.管桩防腐涂料[M].北京:化学工业出版社,2002 年 6 月.
- [3] 虞兆年.防腐蚀涂料和涂装[M].北京:化学工业出版社,2002 年 1 月.
- [4] Joint Standard SSPC-CS 23.00/AWS C2.23M/NACENo.12: Specification for the application of Thermal Spray Coating (Metalizing) of Aluminum, Zinc, and their alloys and composites for the Corrosion Protection of steel.

