

新型聚天门冬聚脲在高架道路项目中的应用

张兴¹ 马运龙²

1. 青岛西海岸公用事业集团市政管理有限公司; 2. 青岛浩源绿洲市政工程有限公司

摘要: 本文将简单介绍新型聚天门冬聚脲, 在高架道路项目上的防护涂装应用。作为新型开发的道路涂装标识涂料, 一底一面喷涂, 施工简单, 固化时间短, 防腐自清洁性能优异, 防褪色和强附着力, 将在高架及高速领域应用会有良好的发展趋势。

关键词: 聚天门冬聚脲; 新型防腐涂料; 城市道路; 涂装防护; 防水防腐涂料

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.07.069

引言:

近年来, 城市建设高架道路工程, 充分反映了经济蓬勃发展的气息, 实现了发展形象和功能的目標, 使项目的效益得到最大限度地发挥。高架桥体和防撞墙是道路工程重要组成部分。随着高架桥运营时间的延长, 高架桥、防撞墙经过多年的风吹雨淋、冰雪冻融, 逐步产生霉变、裂纹、空鼓、警示线涂装脱落等各种损坏, 不仅破坏了道路环境的整体美观性, 而且给高架道路产生了安全隐患。

混凝土表面涂装脱落后, 氯离子腐蚀会发生粉化龟裂, 造成钢筋锈蚀, 降低强度。这样就形成了一个恶性循环, 钢筋截面积也会越来越小, 使混凝土结构耐久性大大降低, 造成严重的损害。目前的涂料行业标准对涂料的耐水性有了明确的规定。水: 是混凝土的癌症, 聚天门冬防腐涂层能防止CO₂, 水或大气其他腐蚀物质的渗入, 从而保证高架桥、高速公路的混凝土及钢筋的使用年限。

一、道路工程项目情况

施工项目为青岛市黄岛区疏港路和淮河路防撞墙修缮涂装, 施工之前防撞墙经数年的使用, 出现剥落、露筋、破损、粉化等病害, 混凝土表面碱度已降低, 且附着聚积有较多的浮土、尘埃和机动车尾气排出的污染物等。

经项目施工后表明, 聚天门冬聚脲涂料适用于混凝土表面的涂装防护。混凝土表面经处理合格后, 采用配套的混凝土底涂进行封闭锚固处理, 可避免直接涂装面层时成膜组分被多孔性质的混凝土表层孔隙所吸收。实地项目还表明涂料成膜后张力较低, 防污易洁, 具有很好的耐老化防紫外线性、耐水性(含耐酸雨性)、耐洗刷性等性能。该涂料的施工性能流畅良好, 其化学组分中不含VOC, 对环境友好。无火警危害。复涂的间隔时间短, 干膜总厚度 $\geq 100 \mu\text{m}$, 使用寿命 ≥ 10 年。项目施工后防撞墙表面聚积的尘埃、机动车尾气排出的污垢等污染物明显减少, 并采用高压水枪就能清洗干净, 获得了良好的表面防污易清洁效果。

二、聚天门冬聚脲的特点

与较为常见的以聚氨酯树脂或丙烯酸树脂合成的涂料相比, 聚天门冬聚脲的反应速度更快, 一底一面达到膜厚要求不流挂, 防腐性能更好, 可以设计指定膜厚或防腐耐候性能指标的情况下提高效率, 减少涂装次数, 缩短施工周期, 薄涂就能达到聚氨酯或丙烯酸类油漆厚膜的效果。涂层施工速度快、强度高、反光性优异、与底材的附着力极好、完全适合交通行业的标识涂装, 尤

表1 聚天门冬聚脲与其他类型涂料的性能比较

测试项目	聚天门冬聚脲	聚氨酯树脂涂料	丙烯酸树脂涂料	芳香族聚脲
环保性能	环保无VOC, 固含97%-100%	有一定VOC排放出固含30~40%	有一定VOC排放出固含量40~50%	环保性能好 固含量100%
反应速度	固化时间20min-4h 低温-15℃正常固化	固化时间>12h 反应速度慢 固化温度5℃以上	固化时间>8h 反应速度慢 固化温度5℃以上	固化速度极快 几秒至几十秒
附着力	与碳钢附着力 $\geq 14\text{MPa}$ 与混凝土附着力 $\geq 3.5\text{MPa}$	与碳钢附着 $< 6\text{MPa}$ 与混凝土附着力 $< 2.5\text{MPa}$	与碳钢附着力 $< 7\text{MPa}$, 与混凝土附着力 $< 2\text{MPa}$	需底涂, 存在附着力低的风险
耐候性	耐人工老化 $\geq 3000\text{h}$ 耐盐雾耐 $\geq 3000\text{h}$	耐人工老化 $\geq 1000\text{h}$ 耐盐雾耐 $\geq 1000\text{h}$	保色性欠佳 耐人工老化 $\geq 500\text{h}$ 耐盐雾耐 $\geq 800\text{h}$	容易褪色 耐人工老化 $< 200\text{h}$
膜厚	一次性施工膜厚 200 μm —300 μm 膜厚可控	一次性施工膜厚 50 μm —70 μm	一次性施工膜厚 50 μm —80 μm	一次性施工膜厚 1.5mm-2mm
力学性能	刚性4H硬度 弹性400%伸长率 25MPa拉伸强度	刚性1H硬度, 弹性200%伸长率3MPa拉伸强度	刚性2H硬度, 弹性260%伸长率3.5MPa 拉伸强度	与聚天门冬聚脲 力学性能相当
施工性	刷涂, 辊涂或无气喷涂	刷涂, 辊涂或喷涂	刷涂, 辊涂或无气喷涂	依赖大型聚脲专用加热喷涂设备

其是在需要快速完工投入使用的道路工程，如：高速、桥梁、涵洞、隧道等区域的标线、涂装与保护就是很好的应用实例。聚天门冬聚脲涂料和其他涂料的物理性能比较见表1。

聚天门冬聚脲可以通过快速固化，使施工效率得到提高。聚天门冬聚脲也能提供比传统聚氨酯面涂更厚的涂膜（一次性可达200~380 μm），从而减少施工次数，提高施工的效率。具有良好的防褪色、耐黄变耐候性，通常用作防腐装饰面涂。经耐候耐老化实验测试，聚天门冬聚脲比以环氧或聚氨酯树脂合成的涂料有更好的防腐耐候性，防腐性完全优于传统的底中面组合的涂料系统。

相比之下芳香族喷涂聚脲物理性能较好，但凝胶时间过短仅有几秒，且必须专用设备才能施工，无法小规模灵活运用。同时由于干燥速度过快，导致在固化过程中容易出现应力产生附着力缺陷。漆膜防褪色耐黄变性也欠佳，无法在户外长期使用。新型的聚天门冬聚脲，采用脂肪族体系，由于分子中酸酯的位阻效应，能根据实际的需求人工涂刷，可以满足不同施工条件实际需求，可以像普通涂料一样方便施工的产品。此外，以环氧或聚氨酯树脂为原材料合成的涂料系统，其底中面整体施工时间需2~3天以上，单道固化时间就要12~24小时，而聚天门冬聚脲二道之间的覆涂间隔时间仅需二至四小时，这样可以大大提高施工效率，减少封路带来的交通堵塞，整个涂层系统的施工时间也只需6~12h。

三、聚天门冬聚脲防腐体系

一底一面聚天门冬聚脲体系具有良好的防腐性能，是由聚天门冬氨酸酯树脂和异氰酸酯（HDI三聚体）反

应而成。其特点为强度高、防褪色，防腐防锈，耐候性优等，适合于混凝土、金属面的防腐蚀面涂。针对基材不同，可以选择封闭渗透混凝土专用底涂或耐阴极剥离金属专用底涂与聚天门冬聚脲面涂组合使用，底涂性能见表2和表3，聚天门冬聚脲性能见表4。

表2 封闭渗透混凝土专用底涂性能

项目	测试标准	材料性能
附着力 (干燥混凝土表面)	ASTM D-3359	3.5 (或底材破坏)
耐冲击性 (kg·cm)	GB/T 1732	60
耐磨性 (700g/500r) mg	GB/T 1732	11
耐温变性 (-40--+180℃) 24小时	GB/9278-1988	无异常
密度g/cm ³	GB/T 6750-2007	1.02

表3 双组份耐阴极剥离金属专用底涂性能

项目	测试标准	材料性能
附着力 (金属表面) Mpa	ASTM D-3359	11.5
耐冲击性 (kg·cm)	GB/T 1732	60
耐磨性 (700g/500r) mg	GB/T 1732	11
耐温变性 (-40--+180℃) 24小时	GB/9278-1988	无异常
耐阴极剥离 [1.5v, (65±5)℃, 48h]	HG/T 3831-2006	≤15mm
密度g/cm ³	GB/T 6750-2007	1.08

表4 聚天门冬聚脲性能

项目	测试标准	材料性能
不挥发物含量	HG/T1725-2007	97%
干燥时间	GB/T1728-1989	表干时间1h 实干时间2h
弯曲试验/mm	GB/T6742-2007	2
耐冲击性/cm	GB/T1732-1993	50
耐磨性 (1000g/1000r) /g	GB/T1768-2006	0.05
铅笔硬度 (擦伤)	GB/T6739-2006	4H
附着力 (拉开法)	GB/T5210-2006	14MPa
耐酸性	GB/T9274-1988 GB/T1766-2008	浓度35%硫酸溶液 测试240h后无气泡、不生锈、不开裂、不剥落 浓度15%盐酸溶液 测试240h后无起泡、不生锈、不开裂、不剥落
耐碱性		浓度35%氢氧化钠溶液 测试240h后无起泡、不生锈、不开裂、不剥落
耐人工气候老化性	GB/T1865-2009 GB/T1766-2008	3000h 无起泡、不生锈、不开裂、不剥落
耐湿性		1000h
大气腐蚀等级 (C4~C5)	GB/T13893-2008	无起泡、不生锈、不开裂、不剥落
耐盐雾性	GB/T1771-2007	3000h
大气腐蚀等级 (C4~C5)	GB/T1766-20083	无起泡、不生锈、不开裂、不剥落

四、聚天门冬聚脲体系防腐性研究

实验测试,聚天门冬聚脲的防腐性可优于传统的底中面三涂层。先将底涂施工基材上,在底涂施工完2h后再施工面涂,等待其完全固化后测试性能。同时采用环氧或丙烯酸聚氨酯底+面双涂层体系作为对比研究。其整个涂层厚度达到了150 μm,低于聚天门冬聚脲底+面双涂层体系可达到的最大厚度,这是因为在采用更高的膜厚时,通常的环氧或丙烯酸聚氨酯体系会产生一定的气泡。而为了对比两种涂料体系的性能,聚天门冬聚脲体系的膜厚与环氧或丙烯酸聚氨酯体系的始终保持一致。在施工过程中,根据涂料制造商的规定而制定了环氧或丙烯酸聚氨酯体系的施工间隔时间。例如:丙烯酸聚氨酯面涂需要在底涂施工24h后施工。另外针对不同环境做了相应的固化24h防腐蚀研究:4℃或40%RH、21℃或50%RH、32℃或80%RH,接着在21℃或50%RH下固化2个星期。

将二十三摄氏度,湿度百分之55情况下制作的样品进行耐盐雾性和耐老化性实验。采用ASTM D714—87标准图表指数评估气泡等级,用①~⑩表示气泡大小:⑩表示没有气泡;⑧表示出现可视气泡。其数量为四个等级:D—密集;MD—中密;M—中等;F—少。耐盐雾老化和耐循环老化的测试数据见表5和表6。

表5 盐雾老化实验 (ASTM B—117)

项目	环氧或丙烯酸聚氨酯体系	聚天门冬聚脲体系
膜厚/μm	140 μm	80 μm
层间施工间隔/h	24h	2h
未划线处铁锈	8级	10级
未划线处气泡	8/M级	10级
划线处铁锈	7级	8级
划线处气泡	8/M级	8/F级

表6 循环气候老化实验 (ASTM D—5894)

项目	环氧或丙烯酸聚氨酯体系	聚天门冬聚脲体系
膜厚/μm	140 μm	80 μm
层间施工间隔/h	24h	2h
未划线处铁锈	9级	10级
未划线处气泡	9级	10级
划线处铁锈	7级	8级
划线处气泡	8/MD级	8/F级

从表5、表6可以看出,聚天门冬聚脲涂膜具有良好的防腐性能。此外,不同条件下的试样的耐蚀性测试结果也是大相径庭的。聚天门冬聚脲在薄涂的情况下就能比环氧或丙烯酸聚氨酯体系拥有更好的防腐和耐老化效果。

五、未来聚天门冬聚脲的应用

混凝土和金属产生腐蚀造成极大的资源浪费,现代工程对涂料的要求也越来越高,需要有着极佳的丰满度

以及良好的装饰外观,对于漆膜既有非常高的防腐耐候性能要求,又需要控制膜厚和成本。还有动态室外温度较低的问题。聚天门冬聚脲能够满足以上各项要求,面涂施工固含可达97%,2h指压干,可在-15℃免烘烤自干,耐人工老化≥3000h,耐盐雾耐≥3000h。在追求高效的现今,对施工企业有重要的价值和意义。

聚天门冬聚脲防腐涂层的发展前景,为聚脲类防腐涂料的应用推动巨大。聚天门冬聚脲的有效固含量可达96%—100%,安全环保,不含挥发性有机化合物。防腐系统施工性优异,有利于大规模施工应用。其拥有较好的耐候性,可优于氟碳涂料,且漆膜成膜后物理性能、耐候性能优秀,在重防腐涂料、风电塔筒涂料、船舶涂料等领域有很好的应用前景。

六、结语

城市道路设施的涂料剥落、空鼓等损坏不仅影响道路美观,同时也会对来往车辆和行人造成很大的安全风险,防撞墙警示涂装失效后很难保障车辆的安全行驶,严重影响了整交通体系的正常运转。为及时消除安全隐患,快速涂装修复技术的研究是十分必要和紧迫的。青岛市黄岛区疏港路和淮河路防撞墙修缮涂装项目的聚天门冬聚脲快速修复涂装工艺,与传统方法相比不仅延长了使用寿命,还缩短了工期,同时提高了工作效率,聚天门冬聚脲的耐候性肠,节约然后维护或重涂产生的额外施工,管理费用。通过工程的施工与实施,表明聚天门冬聚脲工艺具有良好的社会效益,具有良好的推广应用前景,对同类类型的防撞护栏的快速修复具有一定的指导和借鉴意义,是今后城市高架道路、高架轻轨、公路桥梁等市政工程建筑物钢筋混凝土表面涂装防护工程选用涂料品种的方向。

参考文献

[1]JKLINEES, CASTLERL BRIAN. Rapid deployment SM—the next step [C]// Polyurea Development Association Annual Meeting. Reno Nevada. 2003.

[2]ANGELOEF CA, SQUILLER EP, BEST KE. New high solids technology achieves productivity gains [J]. Journal of Protective Coatings and Linings. 2003, 20 (11); 35—41.

[3]ZWIENERC, SCHMALSTIEGL, SONNTAGM, et al. New concepts for two-pack polyurethane coatings [J]. Farbe&Lack, 1991 (12): 1052.

[4]JORISSEN S A, RUMER R W, WICKS D A. Aldimine-isocyanate chemistry: a foundation for high solids coatings [C]. The Nineteenth Waterborne, Higher Solids and Powder Coatings Symposium. 1992, 182.

[5]吕平, 陈国华, 黄微波, 新型聚天门冬氨酸酯聚脲的合成, 结构与性能, 高校化学工程学报, 2008, 22 (1): 107—112.

[6]陈乐培, 吴博, 韩雪峰等, 浅谈喷涂聚脲弹性体技术与相关化学品的开发 [J]. 特种橡胶制品, 2003, 24 (1): 51—53.