

高温天气室外大面积聚氨酯施工探析

王强¹, 向晶²

1. 山东农业大学, 山东 泰安 271017

2. 济南市莱芜区茶业口镇人民政府, 山东 济南 250207

DOI: 10.61369/RTED.2026070034

摘 要 : 本文以山东某高校人防车库顶板工程为例, 分析了高温多雨环境下双组分聚氨酯涂料施工过程中出现的气泡、起鼓、固化失败及成品保护困难等问题及其成因。针对性地提出了加强基层清理、控制基层含水率、优化施工时段、严格控制材料配比及添加剂使用、强化过程管理与成品保护等措施。工程实践表明, 上述措施有效保障了聚氨酯涂层的施工质量, 项目交付4年无渗漏。解决了高温天气下室外大面积聚氨酯防水施工面临基层处理、材料适应性、气泡及固化不良等技术难题, 可为类似工程提供参考。

关 键 词 : 室外工程; 聚氨酯; 防水涂料; 施工工艺

Exploration on Outdoor Large-Area Polyurethane Construction in High-Temperature Weather

Wang Qiang¹, Xiang Jing²

1. Shandong Agricultural University, Tai'an, Shandong 271017

2. People's Government of Chayekou Town, Laiwu District, Jinan City, Shandong 250207

Abstract : Taking the civil air defense garage roof project of a university in Shandong as an example, this paper analyzes the problems and their causes in the construction of two-component polyurethane coating under high-temperature and rainy environments, such as bubbles, bulging, curing failure, and difficulty in finished product protection. Targeted measures are proposed, including strengthening base course cleaning, controlling base course moisture content, optimizing construction time periods, strictly controlling material ratio and additive usage, and enhancing process management and finished product protection. Engineering practice shows that the above measures have effectively guaranteed the construction quality of the polyurethane coating, and the project has been free of leakage for 4 years after delivery. This study solves the technical problems faced by outdoor large-area polyurethane waterproof construction in high-temperature weather, such as base course treatment, material adaptability, bubbles, and poor curing, and can provide reference for similar projects.

Keywords : outdoor engineering; polyurethane; waterproof coating; construction technology

引言

高分子类防水涂料由于具有环境友好、施工方便、性能优异等特点应用广泛, 品种包括聚氨酯类、喷涂聚脲类、聚合物乳液类和聚合物水泥类^[1]。聚氨酯防水涂料最早应用于欧美及日本, 我国自上世纪八十年代开始应用于工程, 目前已经成为防水施工中常见的防水材料。聚氨酯防水涂料为反应后固化的防水涂料, 固化后在涂层中形成连续网状的聚氨酯高分子网格, 具有较大的抗拉强度和延伸率^[2]。

聚氨酯防水材料主要分为主剂(多为异氰酸酯基团)、固化剂(多为含活泼氢化合物)两部分, 施工中将两部分按照一定比例混合搅拌后即可涂刷。目前聚氨酯防水多用于室内地面、墙面施工, 高温天气下室外大面积聚氨酯施工对施工工艺、材料提出了新的要求。本文以山东某高校人防车库顶板聚氨酯防水工程为例, 深入分析高温天气下室外大面积聚氨酯施工遇到的基层处理、材料选择、起泡处理等多种施工问题, 结合工程实际提出了一些针对性的施工工艺和措施, 保证了高温天气大面积聚氨酯施工质量, 也为之后类似项目施工提供借鉴。

一、工程概况

人防车库项目位于山东省某高校, 地下一层, 建筑面积8240 m²,

人防面积7602 m², 为核6级常6级平站结合式人防建筑, 平时功能为小型汽车库, 战时功能为二类人员掩蔽部, 地上为足球运动场。

人防车库顶板采用聚氨酯加SBS卷材复合防水的设计方案,

其中首层防水材料为聚氨酯涂层防水，设计方案为1.5mm厚聚氨酯防水两遍。二层防水材料为SBS防水卷材，设计方案为3mm+4mm两层SBS防水卷材。

施工过程中选用了双组分Ⅰ型聚氨酯防水涂料，按照国标《聚氨酯防水涂料》（GB/T 19250-2013）要求，防水材料技术要求如下表所示：

序号	项目	技术指标
1	固体含量	≥ 85%
2	表干时间	≤ 12h
3	拉伸强度	≥ 2.0MPa
4	断裂伸长率	≥ 500%
5	不透水性	0.3MPa, 120min, 不透水
6	加热伸缩率	-4.1% ~ +1.0%
7	黏结强度	≥ 1.0MPa

二、施工方案

人房车库为现浇钢筋混凝土，东西长80.4m，南北长97.8m，顶板防水面积约7864 m²。因需要做防水面积较大，施工时分为6个施工作业段流水作业，每个作业段约1300 m²。

防水涂料施工流程为：基层平整度处理→基层清理→首层涂料施工（1.5mm）→首层验收→二层涂料施工（1.5mm）→二层验收→界面剂喷涂→SBS卷材施工。

混凝土顶板浇筑时为给后续防水施工创造良好条件，浇筑完成后增加找平工序，使混凝土结构基层尽量凭证。混凝土完全凝固并干燥后对不平整混凝土基层进行打磨或抗裂水泥砂浆找平，基层平整并清洁完成后方可进行防水涂料施工。

防水涂料采用刮涂工艺，基层结构阴阳角等关键部位做网格布附加层，用刮板将混合后的防水涂料和网格布黏贴在需要加强的部位。加强层完成后进行基层的大面积涂刷，涂刷时要保证涂刷厚度均匀一致。第一遍涂膜固化5h以上，至指触基本不粘时，再涂刮第二遍，第二遍涂膜的涂刮方向宜与第一遍的涂刮方向相垂直^[3]。两层防水涂料施工完成并验收通过后进行下一步SBS防水施工，验收包含涂料厚度、观感、闭水试验等内容。SBS改性沥青防水卷材具有高温不流淌、低温不脆裂、韧性强、弹性高、造价低等优点，与聚氨酯组成复合防水层，性能互补，可以有效提高防水的可靠性^[4]。本文主要论述聚氨酯施工此处不再赘述。

因本项目防水面积较大，采用分段作业，不同作业段聚氨酯防水搭接段宽度不小于20CM，且一层与二层搭接位置大于50CM。

三、施工过程中出现的常见问题

聚氨酯施工存在诸多影响因素，聚氨酯涂料原材料、工人施工水平、涂料施工天气、基层平整度及含湿量等都会影响最终施工质量。本项目有6个施工作业段同时施工，每个作业段超过一千

平方米；施工时间位于7月份，这个时间段山东地区高温多雨；这些不利因素给施工带来的巨大的困难，也导致聚氨酯施工后出现多种问题，本项目出现的具体问题如下：

细密气泡和小孔，第一遍刮涂后聚氨酯防水层出现大量细密气泡，随着聚氨酯固化，气泡会破裂并形成细小的小孔。

图一：涂刷聚氨酯后出现大量小气泡

图二：聚氨酯固化干燥后气泡破裂形成小孔

大面积起鼓或大气泡，大面积起鼓的时间有的发生在第一遍涂料固化后，有的发生在第二遍完成后，起鼓的涂料干燥后形成与基层脱落的聚氨酯防水层。

图三：聚氨酯大面积起鼓后脱落

长时间不能固化成型，其中一个施工段聚氨酯涂刷完成7天时间不能固化成型。

图四：聚氨酯无法固化成型

成品保护困难，大面积聚氨酯施工导致施工材料、人员、设备等运输量大，极易损坏防水施工成品。

四、问题原因分析及解决方法

细密气泡和小孔主要有四种原因：a 混合搅拌方式不对，搅拌时间过长，搅拌过程中混入空气^[5]；b 基层存在灰尘或沙砾；c 材料添加了低沸点稀释剂^[6]，基层温度过高导致稀释剂蒸发；d 基层含水率过高。

形成大气泡起鼓脱落主要有两种原因：a 基层处理不完善，基层存在浮灰、松动、油迹等，聚氨酯涂刷完成后与基层不能稳定结合^[7]；b 项目施工炎热多雨，基层含水量过高在高温下蒸发导致形成大体积气泡。

聚氨酯长时间不固化主要有两种原因：a 主剂与固化剂未严格按照混合比例添加；b 因施工时天气炎热，导致混合后的聚氨酯涂料干燥过快，施工过程中添加了不合规或者与防水涂料组分反应的稀释剂或双组配合比不正确^[8]。

为保证聚氨酯防水施工质量，解决遇到的以上问题，在施工过程中，对产生问题原因进行分析并制定了针对性的施工整改方案，具体如下：

（1）加强基层处理。

本项目混凝土结构层作为聚氨酯防水的附着层，混凝土浇筑过程中不可避免存在高度差、浮尘、油污等问题。

项目推进过程中首先通过打磨、抗裂砂浆填补等方法修补混凝土突出或者凹陷。机械设备等油污区域通过清洗、打磨等方法去除。由于项目面积较大加之雨水频繁，基层浮沉很难彻底清理，本项目采用分作业段推进，每个作业段分三步清理：第一步采用吸尘器、鼓风机等整体清扫浮尘及垃圾；第二步采用拖把用水对基层进行清洁，进一步去除浮尘；第三步根据聚氨酯涂层施工进度小面积随做随清理基层浮沉及垃圾。通过以上清理方案，能够彻底解决基层清理难题。

（2）应对高温多雨天气

本项目施工时间在7月份，高温多雨的天气给施工造成的极大

的困难。首先高温天气导致基层温度过高，经测量中午基层表面温度最高可达65℃，主剂、固化剂、稀释剂需选择耐高温材料。

其次，频繁的雷阵雨天气对施工组织提出了更高的要求，对于同一种聚合物水泥防水涂料，混凝土基层含水率越小，粘结强度越高^[9]。降雨后应等待基层干燥，保证基层含水量5%以下方可涂刷。现场含水率测量方面，需采用无损检测技术，精度有时不能满足要求。结合乔凯等人的研究结论，利用准公式能够对电阻抗法含水率测试结论及逆行校准预测^[10]。最后，施工方案安排时避开中午高温时段，利用早上及夜间时间进行防水涂料施工。

（3）过程控制

严格施工方案及过程控制，原材料选择国标合格产品，主剂及固化剂根据厂家要求选用。现场严格控制稀释剂、促凝剂等添加剂的加入，稀释剂、促凝剂等需要加入时须经聚氨酯生产厂家确认，有条件的情况下最好选用聚氨酯生产厂家生产的配套产品。本项目因稀释剂与固化剂发生反应，导致长时间不能固化成型，其中一作业段部分涂料全部剔除后重新施工，亦可作为反面经验供大家参考。

聚氨酯各组分配比、搅拌时间需严格控制，严格施工技术交

底及工人培训，组建一支有经验且稳定的防水施工队伍。加强过程监督及巡视，发现存在质量隐患及时停止作业，分析解决问题后再进行施工，避免大面积返工现象。

（4）成品保护

聚氨酯防水涂料每层施工后均需要做好成品防护，杜绝在已完工的涂料上方堆放材料、搅拌施工、人员行走等现象，尤其是防水涂料固化成型前。在第二层防水涂料涂刷过程中，更应重视对第一层防水涂料的保护，工人不得穿坚硬或有尖锐棱角的鞋子，防水涂料盛放选用无棱角且底端带有防护的小桶。

五、取得成效

项目严格按照施工方案进行施工，通过以上措施加强过程监管，解决发现的问题，克服了施工作业面大、天气高温多雨、成品保护难的诸多困难，项目已顺利交付使用。经过4年的运行，目前项目未发现任何渗水及漏水点，防水工作取得了全面成功，也为其它类似项目的施工提供了借鉴。

参考文献

[1] 沈春林, 褚建军. 中国建筑防水涂料现状与发展前景 [J]. 中国建筑防水. 2016(20):1-5, 9.
[2] 叶光辉, 刘永辉. 我国聚氨酯涂料的现状与发展 [J]. 广州化工. 2014, 42(23): 9-11.
[3] 潘志军. 聚氨酯防水涂料施工技术 [J]. 城市建设理论研究 (电子版). 2016(15): 3235-3235.
[4] 张谦. 聚氨酯涂料与 SBS 卷材复合防水施工技术 [J]. 西部探矿工程. 2000, Z: 10-11.
[5] 吕志栓. 聚氨酯防水涂料施工探析 [J]. 房地产导刊. 2017(18): 149.
[6] 贾利巍. 聚氨酯防水涂料施工常见问题处理措施 [J]. 建材·质检·研究. 2022(9): 36-39.
[7] 欧阳煜东. 聚氨酯防水涂料在建筑工程装饰施工应用及问题处理优化研究 [J]. 中国建筑装饰装修. 2025(10): 123-125.
[8] 林良, 朱怡青. 基层对聚合物水泥防水涂料粘结强度影响的探讨 [J]. 中国建筑防水. 2016(17): 47-50.
[9] 乔凯, 戈兵, 宋莹楠, 张继仁, 边学俊. 基于电阻抗法的混凝土基层含水率检测方法研究 [J]. 新型建筑材料. 2025(01): 109-113.