

# 高速铁路无砟轨道混凝土桥面薄涂型聚氨酯防水层施工技术

王亚辉

中铁十四局集团第二工程有限公司

**摘要:**目前,随着高速铁路的建设由增长阶段逐步转向高质量发展阶段,对高速铁路使用寿命的耐久性和安全性也提出了更高的要求,尤其是桥梁梁面的防水处理直接影响到桥梁的耐久性,关系到桥梁的使用寿命,而传统的改性沥青卷材防水层也逐渐地被新产品和新工艺所取代。本文以京唐铁路无砟轨道桥面薄涂型聚氨酯防水层施工为例,从施工材料、施工工艺、验收指标以及施工过程中出现的病害和防治措施等方面进行了阐述,希望能对高速铁路薄涂型防水层施工提供一些借鉴和帮助。

**关键词:**高速铁路;桥梁;防水层;薄涂型聚氨酯防水

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.01.038

## 一、工程概况

新建北京至唐山铁路线路起自北京城市副中心站,经北京市通州区、河北省廊坊市、天津市宝坻区、河北省唐山市,南至既有天津至秦皇岛高速铁路唐山站,正线长约148.7km,其中本项目桥面防水使用薄涂型聚氨酯防水层系统,代替传统的改性沥青卷材防水层,薄涂型聚氨酯防水层系统在线间轨道板及轨道板与防护墙之间,每延米共3.68m<sup>2</sup>。

## 二、性能及特点

薄涂型聚氨酯防水层系统是由封闭漆和底面漆 (PPU-M1) 和表面漆 (PPU-M2), 防水层总厚度在600-800um。通过现场采用刷涂、喷涂或辊涂方式在混凝土基层上形成连续平整、高强、高弹性、高耐候、可外露使用的防水涂层。

薄涂型聚氨酯防水层具有以下几个特点:

- ①具有良好的不透水性。
- ②具有高强、高弹性,不易被破坏。
- ③具有良好的耐高温、耐低温性能。
- ④具有良好的耐紫外老化性和化学腐蚀性。
- ⑤不需要保护层,且与混凝土桥面的附着力高,避免了保护层大面积剥离脱落对行车安全的威胁。

## 三、施工工艺

### (一) 施工流程

基面打磨及清理→梁面疏水处理→封闭漆施工→底面漆施工→表面漆施工→现场检测。

### (二) 施工方法

#### 1. 基面打磨清理

由于梁体浇筑时混凝土表面易产生浮浆或由于梁体表面长时间浸水,造成混凝土表面疏松、脱落,所以在防水漆施工前应首先对梁面基层进行处理。本标段的梁面处理首先是采用抛丸机对整个防水体系范围内进行打磨处理,采用高速抛丸机对混凝土面的定向冲击打磨的好处是:①避免其他清理方式对混凝土表面有效文理和结构的破坏;②同时又能够将冲击下来的混凝土表面浮渣清理干净,保留一定的粗糙表面来增强防水层和基面的粘结强度;③整个抛丸处理过程无粉尘飞扬,既能够保护环境,同时也能有效的吸走梁面的浮渣和尘土,处理后的表面清洁干净无残留物,可以有效的提高防水层的附着力。

#### 2. 梁面疏水处理

基层处理完成后应由技术人员对梁面的纵横坡度进行复核,并对排水坡度不满足要求或局部存水的地方进行疏水处理。所采用的方法是用水准仪或者水平靠尺测其存水区域与最近泄水孔的高差,确定好开槽深度和排水方向后对存水区域和疏水槽线路进行划线标记,疏水槽采用开槽机进行开槽,开槽时要注意开槽深度和开槽宽度,确保不伤到梁体钢筋。开槽完成后对混凝土基层再次进行全面打磨,确保基面密实、平整。尤其是对凹凸部位、尖角部位、底座板根部、防护墙倒角、挡水台根部以及泄水孔周围要打磨平整。打磨完成后要使用砂轮、钢丝刷、吹风机等工具将混凝土表面上的浮浆、杂渣等疏松物清理干净。

#### 3. 封闭漆施工

封闭漆具有很强的渗透性和封闭性。它的作用是渗透到混凝土表面的毛细孔和细微裂缝,防止混凝土表面的碱性物质与底面漆产生化学反应,提高底面漆与基面的粘结力。封闭漆由两种A、B料掺配使用,施工质量比为A:B=2:1。封闭漆一般情况下要涂刷两遍,第一遍使用高压喷涂机对整个防水体系范围内进行首喷,确保封

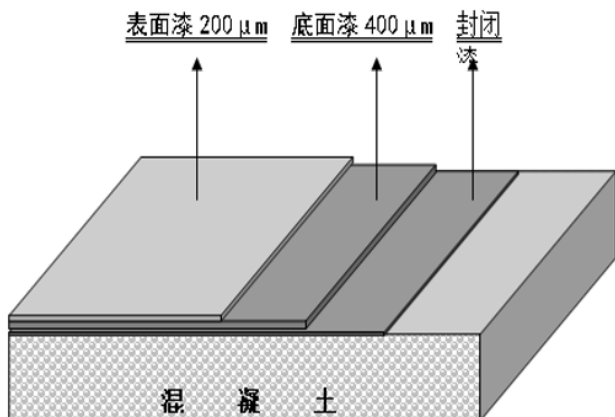


图1 防水层构成



图2 桥面排水槽

闭漆对基面做到充分渗透。待第一遍封闭漆实干以后对基面进行检查，由于基面在抛丸打磨后会存在或多或少的蜂窝麻面，为了使成型后的防水层整体的表观度有一个更好的效果，所以第二遍采用人工结合刮板掺入石砂对基面进行刮涂，细微颗粒的石英砂能够对蜂窝麻面进行填补和找平，使得基面有更好的平整度。

#### 4. 底面漆施工

底面漆采用芳香族树脂制备，待封闭层实干或间隔24h后即可进行底面漆施工，施工前应清除封闭漆表面的浮渣及杂物。底面漆在使用时按照A、B组质量比10:7进行配制。当底面漆厚度为400 μm时，参考用量宜为(0.80~0.90) kg/m<sup>2</sup>。喷涂时应注意从梁体的一端向另外一端均匀喷涂，喷涂时要注意提枪和落枪的速度，不可过快或过慢，另外在喷涂时要对防水体系外的结构物做好保护，不得污染体系外结构物。如果实干后有气泡或者空鼓现象，则应将气泡和空鼓处剔除后补涂底面漆。底面漆的喷涂建议采用数控双缸喷涂机，既能有效减少气泡，又可提高施工效率，并且厚度能够得到有效控制，降低材料浪费。

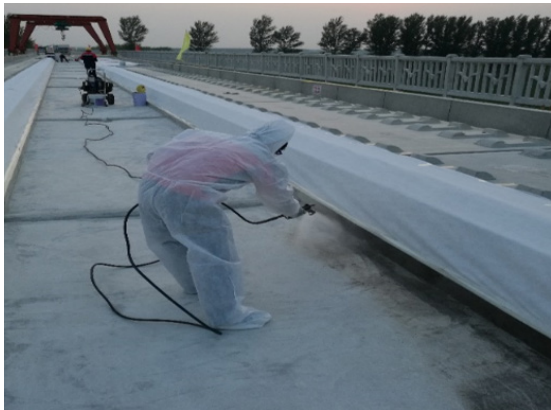


图3 底面漆喷涂过程

#### 5. 表面漆施工

表面漆采用脂肪族树脂制备，待底面漆实干或间隔

24h后可进行表面漆涂装，施工前应清除底面漆表面的杂物。表面漆在使用时应按照A、B组分质量比10:6进行配比使用。表面漆厚度为200 μm时，参考用量宜为(0.40~0.45) kg/m<sup>2</sup>。喷涂时也应从梁体的一端向另外一端均匀喷涂，喷涂时要注意提枪和落枪的速度，不可过快或过慢。由于表面漆的厚度要求较薄，过快容易造成厚度不足，过慢容易造成原材料的浪费。如果表面漆实干后有气泡或者空鼓现象，则应将气泡和空鼓处剔除后补涂表面漆。需要注意的是底面漆涂层完成后不能超过7天，若超过7天需将底面漆打磨成细微毛面再进行表面漆的喷涂。

### 四、病害及预防措施

#### (一) 气泡

通常在防水层表面存在较多不均匀分部的小气泡，这些气泡在以后的防水层表面会形成“鱼眼”状的凹坑。由于气泡本身没有贯穿整个防水层，所以对整个防水体系的防水功能基本不会构成影响，但会影响外观效果。出现这种缺陷的原因可能是：

①防水漆黏度过低或施工过程中添加了过量的稀释剂导致大量挥发介质逸出，同时防水层出现表干现象，如果逸出气体的压力小于表干过程中漆膜的拉伸强度就会出现气泡现象。②基面潮湿或气温过高也会出现气泡等病害。



图4 防水漆表面气泡

预防措施：①在开始试枪喷射阶段，由于枪管中的A、B组料还没有充分混合均匀，所以在试喷的时候要将未混合均匀的料喷射2-3秒后再正式进行喷涂。另外施工过程中要严格控制A、B组料的进料比例。

②如果在夏季施工，施工时间尽量选择在上午10:00之前，此时梁体混凝土表面温度还未升高，漆面表干速度不至于过快。

③在底面漆或表面漆表干之前采用人工拿除泡滚刷进行除泡，此方法在施工过程效果显著。

#### (二) 鼓泡

造成防水层鼓泡的原因比较多：

①是混凝土基面处理不彻底，表面油污或其他化合物没有处理干净，导致封闭漆没有很好的渗透到混凝土基面，造成粘结力不足形成空鼓。

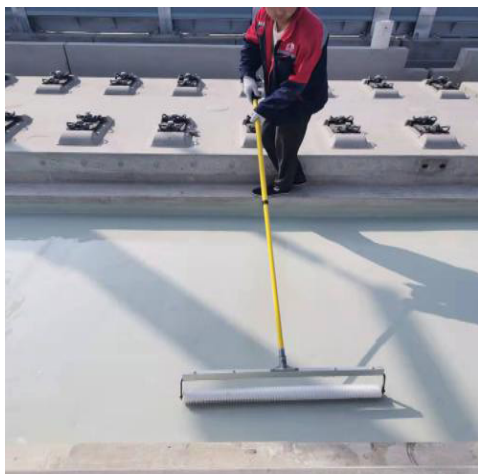


图5 气泡消除措施

②是基面修补不当，由于混凝土基面存在较深的凹凸不平或磕碰掉块，尤其在防护墙和底座板根部容易存在烂根现象，在封闭漆调和石英砂修补时石英砂刮涂过厚，导致封闭漆与基面的粘结力下降形成空鼓。

③是梁面泄水孔周围打磨处理不到位导致雨天时泄水孔周围长时间浸水，雨水渗透到基层后防水层与基面形成剥离导致空鼓。

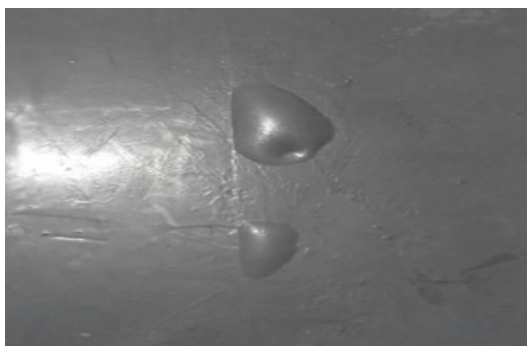


图6 防水漆鼓泡

预防措施：①基面清理要彻底，对渗透到梁面的污染物采用专用清洁剂进行清理。

②针对基面较深的凹凸、掉块等不平整的地方，原则上是进行深层次打磨，将不平整地方打磨圆滑或打磨平整即可，防护墙及底座板烂根处可适当进行切割修整。必须修补时可采用环氧类聚合物水泥砂浆进行适当修补，修补后再进行石英砂找平层。

③泄水孔周围要打磨圆滑，疏水槽要进行疏水检查，不可存在积水浸泡现象。

## 五、防水层现场检验

### (一) 检测项目

1、外观检测采用目视法检查，外观应全面检查。要求防水层不允许有漏涂、针孔、气泡、鱼眼、鼓泡、剥落等缺陷且颜色均匀一致、连续平整。

2、厚度可采用刀片切割防水层，用游标卡尺进行测量，也可以用超声波测厚仪进行检测，总厚度要求600~800 μm。

3、附着力采用附着力拉拔仪进行检测，附着力要

求 $\geq 3\text{MPa}$ 。

### (二) 现场检测结果

现场采用数显拉拔仪进行附着力检测，检测结果为3.05MPa；采用超声波测厚仪测得防水层厚度为768 μm，检测结果均符合设计及验标要求。



图7 附着力、厚度检测

## 六、总结

京唐铁路无砟轨道混凝土桥面均采用薄涂型聚氨酯防水层施工，在全线属首次施工。该施工关键的技术在于事先组织精心策划，进行反复试验，方案可行后方可施工，施工过程进展顺利，施工质量优良，真正做到了工艺简单、成品合格、效果良好，极大地缩短了施工工期，节约了施工成本。施工期间，业主及监理单位多次组织其他线路和标段的施工单位到本标段观摩学习，并得到一致好评，取得了良好的社会效益和反响，为今后高速铁路无砟轨道桥面防水提供了可以参考的施工经验。

### 参考文献

[1] 丁锋. 铁路无砟轨道桥面薄涂型聚氨酯防水层免污染施工技术[J]. 建筑工程技术与设计, 2020(2): 1528-1530.  
 [2] 祝和权, 杜存山, 王涛. 高速铁路桥面薄涂型聚氨酯防水漆附着力试验研究[C]. //第6届中日韩建筑防水学术交流会议论文集. 2017: 87-90.  
 [3] 刘智红. 高速铁路桥梁薄涂型聚氨酯防水层施工技术[J]. 铁道建筑技术, 2018(3): 32-34, 42.