

冷链物流园冷库聚氨酯喷涂发泡施工技术及其安全管理研究

王忠科

(中铁十五局集团第二工程有限公司, 上海 201700)

摘要 冷链物流是保障冷藏货物品质和安全的重要方式, 而冷库保温性能是影响冷链物流效率和成本的关键因素, 因此选择合适的冷库保温施工方法, 提高冷库保温效果是冷链物流行业的迫切需求。本文结合江西省萍乡市芦溪县冷链物流园冷库项目实例, 通过介绍聚氨酯喷涂发泡的施工方案、工艺流程、注意事项和安全管理措施, 分析了聚氨酯喷涂发泡在冷库保温施工中的优点和适用范围, 论述了聚氨酯喷涂发泡的施工技术和质量控制要求, 探讨了聚氨酯喷涂发泡的施工难点和解决办法。研究结果表明, 聚氨酯喷涂发泡是一种高效、节能、环保、安全的冷库保温施工方法, 适用于各种规模和类型的冷库工程, 可以为冷链物流行业提供新的维保工艺。

关键词 冷库; 聚氨酯; 喷涂发泡; 保温施工; 安全管理

中图分类号: TU761.12

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.09.034

0 引言

冷链物流是指在整个物流过程中, 对易腐食品、生鲜农产品、医药品等温度敏感的货物进行低温控制和管理, 保证货物的品质 and 安全的物流方式。冷库是冷链物流的重要组成部分, 是储存和保鲜冷藏货物的重要设施。冷库的保温性能直接影响冷库的运行效率和经济效益, 也关系到冷藏货物的质量和安全^[1]。聚氨酯是一种导热系数低、强度高、耐老化、防水、防腐的优良保温材料, 广泛应用于冷库、粮库、厂房、屋顶、墙体、贮罐等保温工程。聚氨酯喷涂发泡是一种高效的冷库保温施工方法, 是将双组分原料通过高压发泡机迅速混合后, 直接喷射到物体表面而发泡成型的方法。聚氨酯喷涂发泡具有施工速度快、保温效果好、适应性强、无接缝、无冷桥、无渗漏等优点, 是目前冷库保温施工的主要方法。本文以江西省萍乡市芦溪县冷链物流园冷库为例, 介绍了聚氨酯喷涂发泡施工技术, 包括具体的施工方案、工艺流程、注意事项和安全管理措施, 旨在为冷库保温施工提供技术指导和参考。

1 工程概况

本工程位于江西省萍乡市芦溪县县城北, 北环路东西两侧。项目总用地面积为 120 444.81 平方米 (合 180.65 亩), 其中: 冷链物流用地 59 400.04 平方米 (89.09 亩)、农产品交易市场用地 61 044.77 平方米 (91.56 亩); 该项目拥有三个地块, 分别为: 地块一 34.75 亩、地块二 91.56 亩、地块三 54.34 亩。建设内

容为冷库、仓储和办公生活区、农产品市场等, 冷库建筑面积约 2 万平方米、干仓、分拣中心、中央厨房约 2.3 万平方米, 仓储和办公生活区包括酒店、办公、公寓约 2 万平方米, 配套商业约 3 万平方米, 农产品交易市场约 2.2 万平方米。项目总建筑面积为 114 909 平方米, 项目建筑占地面积为 43 388 平方米, 绿化面积 20 192 平方米, 道路、停车场、广场等用地面积为 57 369.81 平方米。冷库保温施工采用聚氨酯喷涂发泡方法, 保温层厚度为 100 毫米, 保温层外部采用 0.6 毫米厚的彩钢板作为围护结构, 保温层内部采用 0.5 毫米厚的防水透汽膜作为防潮隔汽层, 保温层内部还设置了 T 型木桩和横向轻钢龙骨作为固定和支撑结构。冷库的温度控制范围为 $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 至 $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$, 根据不同的冷藏货物的需求, 分为低温冷库、冷冻冷库、冷藏冷库和恒温冷库等不同的温区。冷库的制冷系统采用氟制冷系统, 利用载冷剂和铝管冷排技术, 实现高效、节能、安全的制冷效果。

2 聚氨酯喷涂发泡的施工前准备

1. 施工人员的安全教育和技术交底。首先必须面向所有施工人员, 进行有效、充分的安全教育, 强调聚氨酯喷涂发泡的危险性和防护措施, 要求施工人员佩戴防毒面具、手套、安全帽等防护用品, 严禁吸烟、火种和无关人员进入施工区域。同时对施工人员进行技术交底工作, 确保施工人员了解施工方案、工艺等, 确保施工人员掌握施工要求和技能。

2. 施工材料和设备的准备和检查。根据施工量和施工进度,合理安排施工材料和设备的采购、运输、储存和保养,避免材料和设备的浪费和损坏。检查施工材料的质量和数量,确保符合设计要求和施工标准。检查施工设备的性能和安全,确保正常运行和使用。

3. 施工现场的清理和环境保护。清理施工现场的杂物和污垢,确保施工现场的整洁和安全。检查施工现场的通风和照明,确保施工现场的通风良好和光线充足。根据实际情况放置警示牌,做好安全防护,防止施工现场的事故和污染。在施工时,要保护周围环境,可以使用塑料薄膜、防护布等材料,覆盖周围的设备、管道、门窗等区域,进而防止喷涂材料对这片区域进行污染。在施工区域周围设置围挡或警示标志,防止无关人员进入施工区域。同时,在施工开展之前,需要检查施工现场的排水系统,如存在堵塞,需及时清理,保证整个喷涂过程中所产生的废水能够顺利地排出,避免出现积水和污染等情况^[2]。

4. 施工方案的制定和确认。清理施工现场后,根据实际情况以及工程设计要求,制定施工方案,明确施工步骤、施工方法,准备好施工材料、机械以及工具,同时制定施工质量控制策略以及施工安全措施等,确保施工方案的科学性和可行性。将施工方案报建设单位和监理单位审批,经批准后方可施工。

3 聚氨酯喷涂发泡的施工工艺流程

根据工程进度和现场情况,可以进行单组或双组作业,单组作业遵循由下到上的施工原则。采用高压喷涂发泡机进行聚氨酯喷涂,控制喷涂厚度和均匀度,采用多层喷涂和间隔喷涂的方法,保证聚氨酯泡沫的填充和黏附效果,注意细部节点的优化和处理^[3]。施工优先进行基层处理,然后喷涂氰凝,安装 T 型木桩。最后喷涂聚氨酯、玻璃丝网铺设、彩钢板安装、包角处理、验收等。具体工艺流程如下。

1. 基层处理。清理基层表面的灰尘、污物和松动物,保证基层表面符合施工需求,并进行必要的修补和加固。检验施工面的平整度和垂直度,用 2 米靠尺检查,最大偏差不大于 5 毫米。对于混凝土基层,应进行中性化处理,以消除碱性物质,提高涂层的附着力。对于砖墙基层,应进行抹灰找平,以增加涂层的平整度和稳定性。

2. 氰凝喷涂。直接喷涂于清理好的基层表面,为了让氰凝对基层充分的渗透,喷涂厚度每层不大于 0.15 毫米,分两遍喷涂达到设计厚度要求 0.3 毫米,形成一层均匀致密的防潮隔气层。注意阴角、转角、边缘、细致优化加强喷涂。加强氰凝施工前应检查基层含水率,含水率不大于 8%。施工时应加强库内通风,降低氰凝

挥发气体在库内的浓度,库内施工人员配备专用防毒面具,专用手套,防护帽,安全带等安全保护措施,2 人一组作业,库内不能有其他施工人员,无关人员不得进入施工区域库内,并严禁烟火,配备灭火器 2 台 1 组^[4]。

3. T 型木桩安装。在墙面吊钢垂直控制线,安装预制的 T 型木桩,每个 T 型木桩固定在墙上需要 4 颗钉子,全部采用“樱花”牌钢排钉。两个相邻的木龙骨之间距离在 1 200 ~ 1 500 毫米之间,根据墙的高度和宽度合理安排。在进行定位的时候,需要在基面上标记出 T 型木桩的安装位置,使用水平尺来标记出位置的水平度。在标记的位置使用钻孔机钻孔,钻孔深度和直径需满足设计要求。钻孔后,施工人员使用刷子或压缩空气清理孔洞内的灰尘和碎屑,保证孔洞干净。在安装 T 型桩时,要求用红外线定位,每一排 T 型桩(横排、竖排)按照参考射线安装,横竖间距按照设计要求安装 T 型桩,打钢排钉确保 T 型桩与墙体连接稳固。

4. 聚氨酯喷涂。采用高压喷涂发泡机进行聚氨酯喷涂,控制喷涂厚度和均匀度,采用多层喷涂和间隔喷涂的方法,保证聚氨酯泡沫的填充和黏附效果,避免因应力或收缩而造成泡沫开裂或脱落。需要注意,喷枪与基面不能太近,需要保持 800 ~ 1 500 毫米的距离,喷枪头移动的速度要均匀,发泡厚度、密度应均匀一致。喷涂硬泡聚氨酯的一个作业面应分层喷涂完成,每层厚度应为 15 ~ 35 毫米;上层硬泡层基本硬化后,才可喷涂下一层;当日的作业面应当日连续喷涂完毕。喷涂过程中应随时检查喷涂厚度;一个作业面喷涂完成后,不应随意在硬泡聚氨酯体上穿刺,不得试烧。

5. 玻璃丝网铺设。在聚氨酯喷涂完毕后,立即在聚氨酯表面满铺玻璃丝网,用刮刀将玻璃丝网压入聚氨酯泡沫中,使其与聚氨酯泡沫紧密结合,增加聚氨酯泡沫的强度和抗裂性。玻璃丝网的规格为 5×5 毫米,每平方米重量为 160 克,玻璃丝网的搭接宽度不小于 100 毫米,接缝处用专用胶带粘接。施工人员可以根据施工区域的尺寸,使用剪刀裁剪合适的玻璃丝网,然后将裁剪好的玻璃丝网平整的铺设在基面上,这样能保证玻璃丝网与基面的贴合更加紧密,内部不会出现气泡和褶皱等情况。使用钉子、塑料卡扣等一些专用的固定件,将玻璃丝网固定在基面上,使其固定更加牢固。最后,施工人员需要在玻璃丝网上涂抹一层底层涂料,保证整个涂料能够均匀地覆盖在玻璃丝网表面,无漏涂,并使用抹子或滚筒将底层涂料抹平,使得表面更加平整、光滑。

6. 彩钢板安装。在聚氨酯喷涂完毕后,安装 0.6

毫米厚的彩钢板作为围护结构,彩钢板的颜色为白灰色,双面涂层,具有良好的防腐、防水、美观等性能。彩钢板的安装方法为自攻钉固定,自攻钉的材质为不锈钢,避免锈蚀。彩钢板的上下自攻钉的距离与横向轻钢龙骨距离一致,两个自攻钉之间距离大约为1 200~1 500毫米;横向自攻钉的距离与彩钢板最低凹处有关,每一个凹处中心钉一个自攻钉,两个自攻钉之间距离大约为200~250毫米。彩钢板的搭接方式为对接搭接,搭接长度不小于100毫米,搭接处用专用密封胶条密封^[5]。

7. 包角处理。在彩钢板安装完毕后,对墙面与柱子交界处,阳角处,门窗口等细部节点进行包角处理,使用0.6毫米厚的彩钢板折边包角,包角宽度为100毫米,包角处用自攻钉固定,自攻钉的间距为200~250毫米,包角处用专用密封胶条密封,保证包角的美观和密封性。

8. 验收。在彩钢板安装完毕后,对聚氨酯喷涂发泡的保温层进行验收,检查保温层的厚度、密度、平整度、粘接强度、防火性能等,符合设计要求和施工规范。同时,对彩钢板的安装质量进行验收,检查彩钢板的平整度、垂直度、搭接长度、密封性能等,符合设计要求和施工规范。验收合格后,进行保护措施,防止保温层和彩钢板受到损坏。

4 聚氨酯喷涂发泡的注意事项和安全管理措施

聚氨酯喷涂发泡是一种高效的冷库保温施工方法,但也存在一些需要注意的问题和安全隐患,因此,施工过程中应注意以下事项和安全管理措施:(1)施工前应对进场以及未进场的施工材料和设备进行详细检查,确保材料的质量和设备的正常运行。(2)施工时应控制好喷涂厚度和均匀度,避免喷涂过厚或过薄,导致保温效果不佳或泡沫开裂。同时,应采用多层喷涂和间隔喷涂的方法,保证聚氨酯泡沫的填充和黏附效果,避免因应力或收缩而造成泡沫开裂或脱落。(3)施工时应注意细部节点的优化和处理,如阴角、阳角、转角、边缘、管道、门窗等,加强喷涂和密封,保证保温层的完整性和密封性。(4)施工时应注意环境温度和湿度的影响,环境温度和待喷涂表面的温度保持之一,应在10℃以上,空气相对湿度应小于85%,温度过低或过高,湿度过大或过小,都会影响聚氨酯泡沫的发泡效果,进而影响施工质量。(5)施工时应注意聚氨酯泡沫的防火性能,虽然聚氨酯泡沫含有阻燃剂,但高温时仍易燃,因此,施工现场应严禁烟火,配备灭火器,做好防火措施,一旦发生火灾,应立即扑灭,避免泡沫燃烧产生的有毒气体和烟雾。(6)施工时应注意聚氨酯泡沫的危害,聚氨酯泡沫的原料和反

应过程中会产生刺激性气体和泡沫小颗粒,对人的咽喉、眼角膜、肺部有损害,因此,施工人员应佩戴专用的防毒面具,专用手套,防护帽,安全带等安全保护措施,避免直接接触或吸入聚氨酯泡沫。施工现场应加强通风,降低聚氨酯泡沫的浓度,库内不能有其他施工人员,无关人员不得进入施工区域库内^[6]。(7)施工时应注意喷涂设备的安全,喷涂设备以高压气体作动力,管路系统为高压,因此,施工人员应熟悉设备的操作和维护,避免误操作或设备故障,造成气体泄漏或爆炸。施工现场应定期检查设备和管路的完好性,损坏的部件要及时修理或更换,保证设备稳定运行。(8)施工时应注意高空作业的安全,屋顶和墙体的施工为高空作业,因此,施工人员必须佩戴安全带,熟练使用安全绳,避免坠落或摔伤。施工现场应设置安全网,安全警示牌,防止物体坠落或碰撞,保护施工人员和周围人员的安全。

5 结束语

聚氨酯喷涂发泡是一种高效、节能、环保、安全的冷库保温施工方法,其施工方案的制定、执行和管理都需要严格遵守设计要求和施工条件。施工过程包括基层处理、氰凝喷涂、T型木桩安装、聚氨酯喷涂、玻璃丝网铺设、彩钢板安装、包角处理、验收等步骤,以确保保温层的完整性和密封性。同时,施工中的安全管理措施和注意事项也必须严格执行,以防止施工事故和污染的发生,保障施工人员和周围人员的安全。聚氨酯喷涂发泡的施工难点主要包括如何提高聚氨酯泡沫的发泡效果和质量,如何保证聚氨酯泡沫与基层和彩钢板的粘接强度,如何防止聚氨酯泡沫的开裂和脱落,如何处理复杂的细部节点等,这些都可以采用合理的配方、设备、工艺、材料等措施进行优化和改进,以提高施工质量和效率。

参考文献:

- [1] 魏庆平,高晓敏.聚氨酯发泡喷涂材料对平房仓仓温和粮温变化的影响研究[J].粮油与饲料科技,2024(07):195-197.
- [2] 胡正甫.硅酸盐改性聚氨酯喷涂发泡材料微观结构解析[J].能源技术与管理,2024,49(04):30-33,57.
- [3] 赵彤宇.硬泡聚氨酯喷涂内保温冷库外墙隔汽需求计算[J].冷藏技术,2023,46(02):4-10.
- [4] 郑州凯雪冷链股份有限公司.一种冷库建设用聚氨酯现场喷涂装置及喷涂工艺:CN202211277760.8[P].2023-02-03.
- [5] 梁鑫.低温冷库屋面层现发泡聚氨酯喷涂保温吊顶施工质量创新[J].工程建设与发展,2023,02(11):71-76.
- [6] 廖满初.冷库聚氨酯发泡保温施工技术要点探讨[J].建筑·建材·装饰,2021(03):60-61,179.