

# 免容器轻质固化基质生态种植 屋面智能管养施工技术

吴思文

(深圳市东深工程有限公司, 广东 深圳 518000)

**摘要** 本文以免容器屋面种植及智能管养施工技术在具体工程中的应用为实例, 阐述该施工技术在屋面绿化施工中的技术特点和优势, 提出采用一种生态环保、保水吸水能力强的轻质固化基质作为屋面绿化种植基层, 为植物提供良好的生长空间, 并对防水层结构进行优化, 提升种植屋面防水性能, 降低屋面漏水隐患; 结合智能养护控制系统, 实现远程控制灌溉施肥, 种植屋面施工效率及质量得到显著提升, 并通过实践运用分析, 阐述该技术在生态种植屋面绿化中的可行性和优势, 旨在能为促进该技术的广泛推广提供有益的参考。

**关键词** 屋面绿化; 固化基质; 智能管养; 免容器

中图分类号: TU765

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)11-0001-03

随着时代及建筑行业的不断发展, 对环境保护的重视程度也不断提升, 越来越多的建筑在设计之初就要求体现出节能、环保的发展理念, 且由于屋顶绿化可提高屋面绿色覆盖率、有效缓解城市热效应, 还具有改善居住生态环境等多种功能<sup>[1]</sup>, 被逐渐推广应用, 但目前种植屋面技术仍在发展阶段, 在现有施工中, 大多是在完成屋顶的防水处理、保温层铺设及保护层之后, 增设一层过滤介质并回填适宜的植物生长土壤, 最后进行绿植的栽种, 且屋顶绿化的养护也是多采用人工浇灌方式处理。这种施工工艺施工流程较为复杂, 人工管养的成本高, 费时, 且屋顶由于回填土原理受到的荷载大, 屋顶容易出现开裂渗漏<sup>[2]</sup>, 同时后期也需要人工养护屋面植物, 整体过程费时费力, 且难以达到设计初衷。本文将红岭教育集团(大鹏校区)建设项目施工总承包项目为例, 对免容器轻质固化基质生态种植屋面智能管养施工技术进行探索研究。

## 1 红岭教育集团大鹏校区建设

红岭教育集团(大鹏校区)建设项目施工总承包项目位于深圳市大鹏新区迎宾南路 8 号, 该项目的占地面积达到 54 745.3 m<sup>2</sup>, 计划建设 5 栋建筑, 包括一栋初中部教学楼, 一栋高中部教学楼, 一栋资源中心, 一栋运动中心以及一栋宿舍楼(含两座塔楼)。总建筑面积总规模约 116 813 m<sup>2</sup>, 地下 1 层, 地上最高建筑为 16 层。其中初中部教学楼、高中部教学楼屋顶为种植屋面。

## 2 创新技术特点: 免容器轻质固化基质的应用

1. 免容器种植技术允许基质加工成任意形状, 适应各种屋面设计。其稳定的空隙结构优化了固、气、液的比例, 防止基质板结或流失, 提供理想的植物生长环境。这种方法省去了传统种植容器, 节省空间, 提高植物存活率, 简化绿化结构, 减轻屋顶负荷, 为植物创造更自然的生长条件。

2. 该技术采用非固化沥青防水涂料与 SBS 改性沥青防水卷材的复合系统。非固化涂料始终保持黏性, 与基层紧密结合, 形成连续防水层, 即使基层裂开, 涂料也能变形而不断裂, 有效保护防水卷材。SBS 卷材增强防水与防根穿刺能力。这种系统提高了防水性能, 延长了使用寿命, 降低了维护成本。

3. 生态环保且绿化效果佳, 主要原料包括秸秆和棉花秆等农业废弃物, 实现资源再利用并减少环境污染。加入环保材料制成高强度、轻质复合材料, 具优异吸水性, 可吸收 1.5 ~ 5 倍自身重量的水, 改善屋面绿化水分管理。此基质能提供稳定的生长环境, 减少养护工作量和成本, 对环境变化反应小, 长期维持良好植物生长条件。

4. 模块安装和施工便捷, 轻质固化基质干燥时重约 15 kg/m<sup>2</sup>, 饱水后约 45 kg/m<sup>2</sup>, 大幅减轻建筑荷载。基质可预制成模块, 简化现场安装, 提高施工效率与绿化质量控制, 显著降低人力与材料成本。这种模块化方法扩展了屋面绿化应用, 保证了质量的一致性。

5. 节能减排与智能化养护通过埋设滴灌管与局部喷灌装置实现。整体由智能系统控制，自动调整灌溉量和频率以适应植物和环境需求，减少水资源浪费。远程控制功能允许监控与调整灌溉参数，提升效率与降低成本，同时优化植物生长与节约水资源，达到节能减排效果。

### 3 防水与生态绿化屋面一体化施工技术工艺流程

1. 防水、疏水、保湿层：考虑到植物根系具有较强的穿刺能力，为保证屋面结构防水层的稳定，采用非固化沥青防水涂料和SBS改性沥青防水卷材作为复合防水层，利用非固化沥青防水涂料不固化的特性，使其始终与基层保持粘连状态，如果基层出现裂痕，那么裂痕表面的非固化橡胶沥青防水涂层会变得更薄，但并不会被拉断。使用非固化沥青防水涂料的目的是防止混凝土的开裂引发表面卷材防水层的断裂，以确保防水层的完好，防止水分的渗透。之后浇筑保护层并铺设凸型排水板、土工布作为蓄、排水层，种植屋面结构良好稳定，防水效果也得到显著提升。

2. 植物基层：采用一种由秸秆、棉花秆等废弃资源为原料结合植物根系生长所需营养基制成的高强轻质屋面绿化固化基质作为基层，屋面绿化固化基质具有生态环保、不板结、不流失、蓄排水性能好、结构稳定等优点，可为植物生长提供良好稳定基层。固化基质可在现场外预设和调整尺寸及外型，对建筑物要求低，采用模块化安装方式施工更便捷，减少了材料和人力。

3. 喷淋养护系统：采用滴灌管埋入屋面绿化固化基质内并局部布置喷淋养护装置，养护装置采用智能控制系统，可有效维护屋顶装饰效果，且智能控制系统能够实现绿化环境数据的实时监测，通过集合植物长势数据计算分析出植物的碳汇量数据，实时通过土壤、空气环境数据精准对植物远程实时自动灌溉、施肥，实现科学灌溉、高效节水的同时，提高植物存活率，助力建筑外立面、屋顶等降温降噪节能减排，降低扬尘污染等。

### 4 防水与生态种植屋面施工的详细工艺流程

#### 4.1 施工团队执行防根穿刺层铺设

基层处理是防水系统的关键，首先要清理基层表面，均匀涂刷处理剂，遵循“先高后低”原则确保无遗漏。处理剂干燥后，施工非固化沥青防水涂料，可逐道或并行涂刷以提高效率，并检查涂层厚度符合设计要求。防水卷材与涂料涂刷同步进行，注意排气确保黏结饱满，防止层间空气影响防水效果<sup>[3]</sup>。

#### 4.2 技术团队进行防水保护层施工

在防水体系施工完成后，需要进行全面细致的检查。重点检查项目包括卷材搭接边的封边质量和搭接长度是否符合设计要求。同时，还要仔细检查整个防水体系是否存在破损或缺陷。检查合格后，进行24小时蓄水试验，蓄水高度要超过防水层最高点30 mm。只有在蓄水试验通过后，才能进行下一步的防水保护层施工。

防水保护层采用C20细石混凝土，并添加适量防水剂以增强其防水性能。施工时，按照预先设计的排水坡度铺设混凝土，然后用专业工具将表面平整。混凝土初步硬化后，需进行为期14天的湿润养护，确保混凝土充分凝固并达到设计强度。

养护完成后，将整个刚性防水层划分为6 000×6 000 mm的规则区块。在区块之间设置20 mm宽的分隔缝，这些缝隙起到防止混凝土开裂的作用。分隔缝内填充改性沥青密封材料，具有良好的弹性和防水性。最后，用聚合物水泥砂浆对缝隙进行封面处理。

#### 4.3 施工队布置疏水层与保湿层

1. 待刚性防水层施工完毕且验收合格后，在刚性防水层上铺设塑料排水板作为上方种植基层疏水层，塑料排水板选用带凸起材质，铺设过程中将塑料排水板凸点向上，并由排水最低处向高处铺设，铺设过程采用上层压下层，铺设应平整、和基层贴合紧密，塑料排水板采用专用黏结剂进行点粘，相邻的排水板之间的链接采用焊接方式处理，搭接宽度不小于60 mm，其中有效焊缝宽度不小于25 mm<sup>[4]</sup>。

2. 疏水层塑料排水板铺设完成后，在上方铺设一层聚酯无纺布增强蓄排水系统的稳定性。无纺布间接缝相互搭接200 mm，之后采用砂浆压边确保土工布后期稳定性，在屋顶收头细部部分，采用聚酯无纺布上翻，混凝土、砂浆或高分子密封材料密封处理。（见图1）

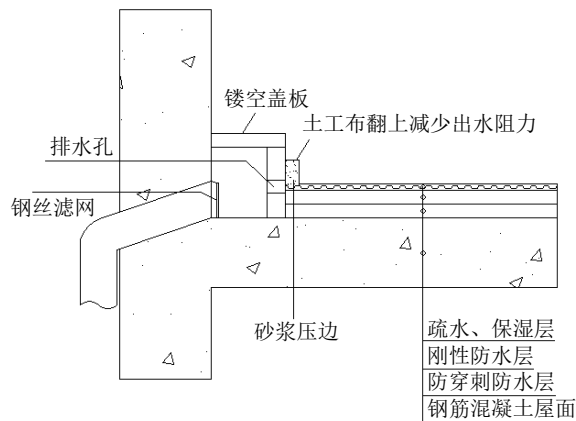


图1 排水沟部位收头处理

#### 4.4 工程师布局灌溉管道系统

1. 根据种植屋面大小,选择合适的灌溉方式,大面积采用喷灌、小面积采用滴灌,本工程中选用滴灌,喷灌与滴灌管道埋入方式相同,喷灌需要额外考虑喷灌布局,确保每个位置均匀喷洒,滴灌管仅需按深化图纸布局即可,管线布局采用压力补偿式滴灌管,平屋面每 0.5 m 布置 1 根,斜屋面每 1 m 布置 1 根。

2. 智能灌溉设备由自动启停控制阀、主给水管材、压力补偿滴灌管、智能控制系统、排水阀组成,与无线模块、雨水感应器、湿度传感器等传感器相配合,可实现定时定量的智能远距离灌溉。智能系统还可在现场制定灌溉程序,实行监控灌溉状态,实时开关机,定时、定比例自动施肥,保证植株更好地生长,无需到现场,不受时间、地点的限制。

3. 种植屋面给水布置间距一般根据固化基质的尺寸大小设置,滴灌管间距按照 500 mm 设置,若碰到非

线性屋面造型,滴灌管可以按设计效果布置,安装轻质固化基层层时,可针对性开孔,以满足滴灌管安装。

#### 4.5 项目团队铺设轻质固化基层

轻质固化基层、灌溉管道可同步施工,施工过程中仅需在轻质固化基层背部涂刷专用黏结剂,之后从四角逐渐向中心、由低处向高处铺设即可,待全部基层铺设完成后,无需进行碾压或压实,完成种植屋面基层施工<sup>[5]</sup>。

#### 4.6 绿化团队安装植物层

根据设计及装饰效果选择合适的植物,之后将植物在苗圃预培好后,直接塞入轻质固化基层层预留的洞穴内,后续采用灌溉系统提供植物根系生长所需水分及营养即可。(见图 2)

### 5 结束语

本次研究针对红岭教育集团(大鹏校区)建设项

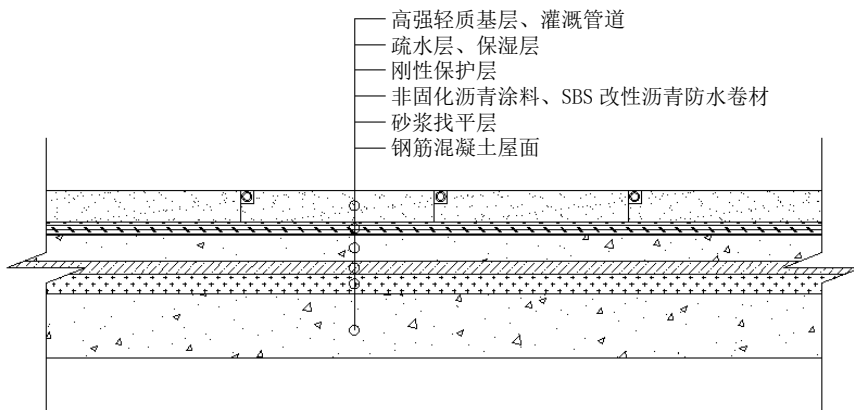


图 2 种植屋面系统示意图

目施工总承包项目的屋面绿化施工,通过优化屋面防水结构,采用非固化橡胶沥青和 SBS 改性沥青防水卷材<sup>[6]</sup>,不仅提高了防水层的施工质量,还显著增强了防水效果。这有效避免了后期可能出现的返工维修费用,降低了维护成本。同时,轻质固化基层的施工便捷性减少了与其他工序的交叉影响,加快了屋顶绿化的速度,进一步降低了人工成本。此外,轻质固化基层的吸水保水能力强,结合智能养护系统,后期养护成本也得到了显著降低。通过技术创新,进一步提高了种植屋面的施工效率和质量,使得种植屋面能够更好地发挥其生态功能。同时,本技术中的轻质固化基层材料可稳定固定于屋面上,降低了对屋面的荷载,减少了因荷载过大导致的屋顶开裂渗漏等问题。此外,智能养护控制系统的应用,实现了远程控制灌溉施肥,减少了人工养护的需求,使得种植屋面的管理更加便

捷高效。这种技术创新不仅有助于推动相关行业的发展,还与其他类似工程提供了可借鉴的经验和参考。

#### 参考文献:

[1] 王岗. 屋顶绿化施工技术概要[J]. 草原与草坪, 2004(03): 67-69.  
 [2] 李守文, 赵祝祥, 刘玉龙. 基于海绵城市设计理念的模块式屋顶绿化施工技术[J]. 绿色建筑, 2023, 15(05): 98-101.  
 [3] 负建锋, 陈龙, 李磊, 等. 非固化橡胶沥青防水涂料的施工技术[J]. 大众标准化, 2022(16): 163-165.  
 [4] 龙安宝. 塑料排水板结合聚酯无纺布种植屋面施工技术研究[J]. 施工技术, 2019, 48(02): 138-141.  
 [5] 李骑兵. 大坡度屋面垒土绿化施工方法[J]. 科技创新与应用, 2023, 13(10): 131-134.  
 [6] 刘欢佳, 王春澎, 沈龙, 等. 一种种植屋面非固化复合防水系统[J]. 建筑施工, 2022, 44(06): 1289-1292, 1297.