

异形曲面种植屋面固土施工技术研究

陶璐

中南建筑设计院股份有限公司, 湖北 武汉 430000

摘 要 : 种植屋面作为一种有效的节能环保措施, 越来越受到人们的重视, 它不但具有保温、隔热、改善气候环境、净化空气的作用, 还能增加城市绿化面积, 美化居住环境。但异形曲面的绿化对土体基质的防滑措施提出了更高的要求, 成为屋面绿化施工技术的一项难题, 限制了我国城市建筑屋顶绿化化的应用。为提高异形曲面种植屋面的牢固性和稳定性, 本研究结合杭衢高铁衢州西站综合交通枢纽屋顶绿化施工为背景, 参考种植坡屋面防滑措施和原理, 通过拉结带、挡土板和主体结构预埋钢筋作为主要受力支撑构件, 利用铺设防滑网格等技术防止土体滑坡, 制定了一套能有效解决屋顶绿化土体流失和滑坡失稳的施工方 案, 为在多种形式的屋面实现绿化提供参考和借鉴。

关 键 词 : 异形曲面; 种植屋面; 施工; 防滑; 固土

Research on Soil Consolidation Construction Technology for Irregular Curved Planting Roofs

Tao Lu

Zhongnan Architectural Design Institute Co., Ltd., Wuhan , Hubei 430000

Abstract : Planting roofs, as an effective energy-saving and environmental protection measure, is receiving increasing attention from people. It not only has the functions of insulation, thermal insulation, improving climate environment, and purifying air, but also increases urban green area and beautifies living environment. However, the greening of irregular surfaces has raised higher requirements for anti slip measures of soil matrix, which has become a difficult problem in roof greening construction technology and limited the application of roof greening in urban buildings in China. In order to improve the firmness and stability of the irregular curved planting roof, this study combines the roof greening construction of the Quzhou West Station comprehensive transportation hub of the Hangzhou Quzhou high-speed railway as the background, and refers to the anti slip measures and principles of planting slope roofs. By using tie belts, retaining plates, and embedded steel bars in the main structure as the main load-bearing support components, and using techniques such as laying anti slip grids to prevent soil landslides, a set of effective construction plans has been developed to solve the soil loss and landslide instability of roof greening, providing reference and inspiration for achieving greening on various forms of roofs.

Keywords : irregular surface; planting roofs; construction; non-slip; solidify soil

引言

屋顶绿化早在几百年前就已出现, 挪威人为了增强建筑的保温隔热效果, 在屋顶上覆盖卵石和土壤来种植块状草皮或小树苗, 这种做法持续了几百年, 才逐渐被现代材料与技术替代^[1]。随着城市化进程的不断深入, 城市中建筑用地日趋紧张, 能源过度消耗, 绿化面积缩小, 居住环境质量日趋恶化。种植坡面屋顶作为一种有效的节能环保措施, 在城市生态环境的改善、节能等方面表现优异^[2]。例如, 巨人网络集团公司上海总部的建筑主体建立在一座大型人工湖湖畔, 部分悬挑于湖面上, 建筑主体的绿化屋顶随着景观平面的起伏进行折叠, 一直向上延伸到办公区。连续的坡屋顶在景观间穿插, 动感十足, 宛如湖边蜿蜒曲折的坡地, 延续了周边的景观带, 并与建筑进行了紧密的联系^[3]。

绿化屋顶构造层一般可分为植被层、基质土层、过滤层、排蓄水层、保护层、隔离层、阻根防水层、普通防水层、找平层、结构层等几种构造层^[4-5]。构造层可根据实际情况和不同构造材料的选择进行适当增减, 根据实际选用材料的不同, 构造层荷载

也会有较大差距。复杂的层次结构和坡度对坡屋顶绿化设计的防滑措施提出了更高的要求^[6-7]。实践中针对不同的构造层可采取不同防滑措施, 例如针对植被层所采取的措施包括①通过选择根系相对较深的品种或有强附着力的藤本植物等; ②采用塑料网、金属网等固定植物生长层, 进行植物根系加固; 针对基质土层采取的措施有: ①挡板类防滑: 通过防滑结构的纵横向交错布置或单横向布置等方式来划分覆土面积, 分散受力, 进而防止基质土层下滑; ②网、垫固定防滑: 基质土表面用纤维网、草坪垫等进行覆盖、围合, 或是在基质土中水平向加入防滑网, 利用防滑网垫对基质土层进行表面加固或分层加固防滑; ③模块单元防滑: 基质土放置进预先准备好的容器(编织袋、塑料容器、空心砖等)内, 在坡屋顶上排列固定, 从而起到较好地防滑效果。但此时需要重视对防水层和结构层的保护。不同构造层的功能和材料各异, 因而针对性的防滑措施各不相同^[8-9]。

尽管坡屋面绿化设计取得了较大进步, 为适用不同体量和功能的建筑奠定了良好的理论基础, 其应用优势也有目共睹^[10]。但复杂的多层次结构和防滑措施对实际施工提出挑战, 因而, 有必

要形成一套适用于异形曲面种植屋面的固土施工方案，规范施工流程，保障异形曲面的防滑荷载能力，满足乔、灌木、地被植物的综合配置，形成丰富的园林空间。

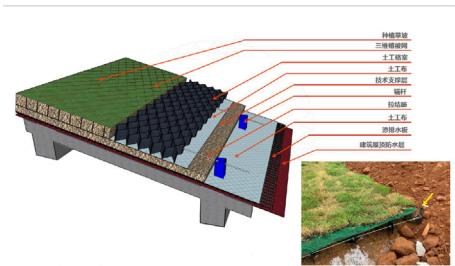
一、工程概况

衢州西站站前广场总建筑面积46014m²，由地上商业，地下一层展厅及地下二层社会车停车场组成。地上建筑面积共12347m²。地下建筑面积共33667m²，其中地下一层展厅建筑面积12858m²，地下二层社会车场建筑面积20810m²。该项目所处位置衢州市智慧新城高铁小镇，北起钱江大道，西临石华线，东依黄山大道，南靠衢县路，为了解决异形曲面屋面种植土技术难题，杭衢高铁衢州西站综合交通枢纽及配套工程项目采用了一种异形曲线屋面种植土抗滑移杆，其特征在于，包括若干浇筑成型的底座、若干通过浇筑连接在底座上的锚杆杆体、相邻的两个锚杆之间设置有挡土板，该挡土板具有弹性，所述锚杆杆体对应底座的一端的侧面设置有若干加强筋，该加强筋还用于嵌入种植土中；所述底座上还对应屋面的倾斜方向设置有排水槽，该排水槽贴合屋面表面；所述锚杆杆体包括用于连接底座的连接部和露出底座的杆体，该杆体用于配合拉结筋紧固土工格室；若干所述底座在异形曲屋面上平行分布，且所述挡土板与底座直设置。本工法能够提高种植土的抗滑移作用，让种植更加稳定，减少土壤滑移导致植物倾倒或土壤流失。对异形曲线种植屋面的施工工法展开分析，并结合工程实例提出相应的解决方案及优化措施，确保工程的顺利实施，节约成本，同时对周边环境进行了有效的保护，节能环保。

二、异形曲面草坪防滑工艺原理

通过对屋面蓄排水层、隔土层、种植介质和植物层等各个层次的施工，以及蓄、疏、排水系统，形成隔热、抗渗、环保节能的种植屋面，具体各层次结构如图1所示。

- 1) 施工中在建筑结构主体完成后，在框架梁上安装锚杆。
- 2) 渗排水板铺设完毕后，上覆土工布一层，起到过滤及稳固作用。
- 3) 在两个锚杆之设置挡土板，用以拦截技术支撑层内自由土，防止其沿坡度下滑。
- 4) 技术支撑层内土壤铺设完成后，开始安装土工格室。
- 5) 土工格室通过拉结筋及锚固定防止下滑，锚杆则与主体结构相连接。
- 6) 拉结筋与锚杆相连接



> 图1 “屋面固土”施工示意图

三、施工工艺流程及操作要点

(一) 施工工艺流程

结构主体→安装锚杆→铺设渗排水板→覆土工布→设置挡土板→安装土工格室→回土→上覆三维植被网→喷播草籽

(二) 施工工艺要点

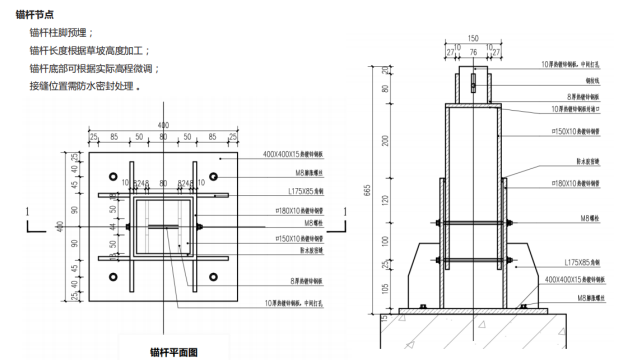
1. 施工准备

(1) 设计图纸的绘制。在对异形屋面结构进行分析和研究后确定了屋面的形状、尺寸等参数；并结合工程施工特点以及相关规范标准，完成了异形曲面的设计工作，为后续施工提供了参考依据。

(2) 材料选择及加工制作。根据设计图纸中的要求，将混凝土原材料按照一定顺序比例投入搅拌机内充分搅拌均匀，再利用混凝土搅拌车将其运输至现场。在此过程中要严格控制混凝土的含水率，以免造成裂缝问题出现。另外要做好混凝土表面处理工作，避免出现露筋现象。最后还需注意以下几点内容：第一，合理控制混凝土强度等级，一般情况下采用C40或是以上的混凝土，这样才能满足建筑工程的建设需求；第二，在正式开展混凝土浇筑之前，需要先对模板进行检查和清理，同时也应当注意混凝土浇筑时的温度变化，防止由于温差过小而导致混凝土内部结构发生不可逆的破坏；第三，在混凝土构件成型前应采取必要措施来消除外界环境因素对混凝土结构的不利影响。

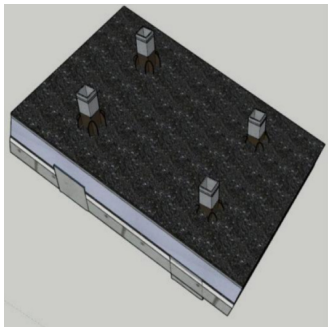
2. 施工过程

(1) 在建筑结构主体完成后，在框架梁上安装锚杆，安装注意事项如图2。



> 图2 锚杆安装示意图

(2) 在建筑防水完成后，由相关专业铺设填充材料并进行找平。



> 图3 渗排水板施工示意图

(3) 找平完成后铺设渗排水板,用于下渗水的收集与导流,如图3。

(4) 渗排水板铺设完毕后, 上覆土工布一层, 起到过滤及稳固作用, 如图 4。

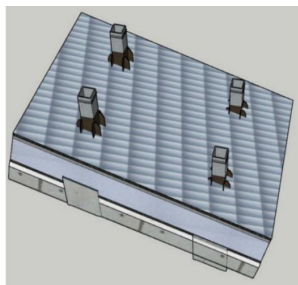
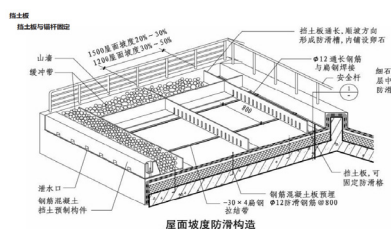


图4-10 T布安装示意图

(5) 在两个锚杆之设置挡土板, 用以拦截技术支撑层内自由土, 防止其沿坡度下滑, 挡土板固定安装示意图如图5



> 图5屋面坡度防滑构造示意图

(6) 技术支撑层内可用以穿水电管线。

(7) 技术支撑层内土壤铺设完成后, 开始安装土工格室, 如图6。

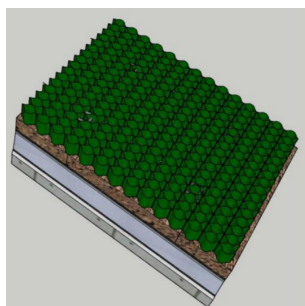


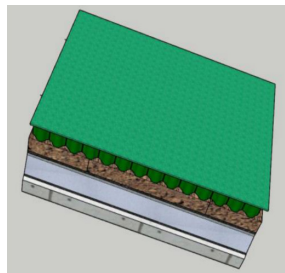
图6-10 丁格室安装示意图

(8) 土工格是通过拉结筋及锚杆固定防止下滑, 锚杆则与主体结构相连接。

(9) 拉结筋与锚杆相连接。

(10) 土工格室安装固定完成后开始上土。

(11) 土壤铺设完成后上覆三维植被网, 用以减小水土流失并稳固草坪根系。



> 图7三维植被网安装示意图

(12) 三维植被网完成后喷播草籽, 如图7。

注意事项:

(1) 建筑处理完成后表面渗排水板满铺处理。

(2) 锚杆穿防水处需要加强处理, 以保证建筑防水的严密性。

(3) 技术支撑层内, 为保证土壤不滑移, 使用挡土板进行拦截, 挡土板与锚杆需要连接稳定。

(4) 挡土板允许一定弧度的柔性变形。

(5) 土工格室根据不同坡度选择不同的格室大小(厂家配合)

(6) 铺设土工格室时避开锚杆, 使锚杆在土工格室中间穿出, 避免打断格室。

(7) 土工格室的安装需由厂家深化设计并指导安装。

(8) 钢绞线与格室连接处需使用专用卡件固定。

(9) 表面覆土需要在土工格室之上进行超铺处理, 但总体需保证草坡顺滑、平整。

四、结束语

杭衢高铁衢州西站综合交通枢纽及配套项目采用的《异形曲面种植屋面固土施工方法》，有效解决了种植土在异形曲面种植屋面固土施工的技术难题，保证了项目种植土在异形曲面固土施工质量止水效果，确保工程的顺利实施，对类似工程具有很好的技术指导作用。

参考文献:

- [1] Rosenlund, H. "The History and Culture of Turf Roofs." Nordic Architecture Press, 2015.
- [2] 王庆. 屋顶花园设计与适宜技术 [D]. 重庆: 重庆大学, 2007.
- [3] 赵定国. 屋顶绿化及轻型平屋顶绿化技术 [J]. 中国建筑防水, 2004(04): 17-19.
- [4] 王伟, 《绿色建筑技术》[M], 中国建筑工业出版社, 2020年.
- [5] 李海英, 白玉星, 高建岭. 屋顶绿化的建筑设计 与案例 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2012: 123.
- [6] 马秀英, 唐鸣放. 坡屋顶绿化的设计与技术. 西部人居环境学刊, 2014, 29(1):108-112.
- [7] 王天. 种植屋面的构造与层次 [J]. 中国建筑防水, 2002, 19 (1) : 27-29.
- [8] 李伶, 李翔. 德国威达种植屋面系统技术剖析 [J]. 新型建筑材料, 2007, 34 (10) : 13-15.
- [9] 王国辉. 郑州市屋顶绿化调查与分析 [D]. 内蒙古农业大学, 2013.
- [10] 李海英, 白玉星, 高建岭. 屋顶绿化的建筑设计 与案例 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2012: 123.