

虹吸雨排系统在商业综合体种植屋面的应用

侯永慧

(上海红星美凯龙房地产集团有限公司, 上海市 201107)

摘要: 上海地区降雨量大, 种植屋面结构荷载大, 屋面雨水无法迅速排走, 严重影响植物的正常生长。如果存在渗漏等情况, 会给经营者带来经济损失, 严重者还会因为负荷增加导致结构坍塌, 从而造成重大人身和财产损失。通过从设计、材料选择、施工节点等方面介绍种植屋面虹吸雨排系统的关键技术要点, 保证虹吸雨排的施工质量和应用效果, 为后续同类型项目提供指导和借鉴。

关键词: 虹吸雨排; 商业综合体; 种植屋面

中图分类号: TU992

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2021)02-0092-03

0 引言

种植屋面虹吸排水系统除了要具有屋面正常的排水功能外, 还需要排出种植土中多余水分, 保护植物根系的正常生长。该系统主要由高分子防护排(蓄)水异型片自粘土工布、塑料虹吸排水槽、虹吸管、透气观察管、沉淀观察井、雨水收集系统等组成。种植屋面由上到下的基本构造层依次为: 植被层、种植土、过滤层、排(蓄)水层、保护层、隔离层、耐根穿刺防水层、屋面^[1]基本构造层(包括普通防水层、找平层、找坡层、保温层等)。

相比传统排水方式, 虹吸雨排系统具有雨水斗数量少、管径小、横管无坡度、立管少, 且可灵活设置, 排水速度快、效率高、无须地面管道排布等优势, 由虹吸式雨水斗、管材(连接尾管、悬吊管、立管等)、管件、紧固系统和配件组成。系统示意图见图1。



图1 种植顶板虹吸排水示意图

1 项目概述

项目位于上海虹桥镇, 南起吴中路, 北至先锋

收稿日期: 2020-07-06

作者简介: 侯永慧(1985—), 男, 本科, 工程师, 从事给排水设计与施工管理工作。

街, 西抵虹井路, 东临红星美凯龙家具卖场。总用地面积 67 299.6 m², 总建筑面积约 41.4 万 m², 其中商业综合体建筑高度 43.05 m, 由销售商业、自持商业、餐饮、KTV 和影院等组成。本项目排水系统采用污、废水合流, 厨房排水单独排放, 室外雨、污分流, 其中商业综合体大屋面采用内排水有组织虹吸式雨水系统。

2 设计关键点

屋面总汇水面积 8 695 m², 根据种植形式和汇水面积确定采用 13 个虹吸系统 42 个虹吸雨水斗并设置雨水收集系统。屋面^[1]雨水设计重现期为 10 a, 并按照 50 a 重现期校核, 通往地下室的车道出入口部分重现期为 50 a。屋面径流系数 0.9, 室外径流系数取 0.75, 屋面设置溢流排水口, 按照上海市暴雨强度公式: $i = (9.45 + 6.7932 \lg TE) / (t + 5.54)^{0.6514}$ (mm/h) 进行设计计算。部分关键节点做法见图2。



图2 部分关键节点做法

2.1 屋面天沟

钢筋混凝土天沟纵向坡度不小于 1%, 金属天沟纵向坡度为 0.5%。天沟与屋面交接处、雨水斗管道根

部设置与屋面防水层材料相同或相容的防水附加层。屋面转角处的防水附加层,每边的宽度均不小于 250 mm 且高于种植土 100 mm。竖向穿过屋面的管道在结构层内预埋套管,套管高出种植土 250 mm。

2.2 系统分层设计

透水路面由下到上依次为顶板、虹吸排水收集系统、素土夯实、60 厚中砂垫层、100 厚 5 ~ 60 粒径碎石垫层、30 厚 0.3 ~ 5 中砂找平层。传输形植被草沟由下到上依次为顶板、虹吸排水收集系统、素土夯实、种植土、150 厚 30 ~ 50 卵石。下凹式绿地由下到上依次为顶板、虹吸排水收集系统、素土夯实、人工填料层、过滤层、种植土层、滞水层,当雨水斗位于绿地区时设置雨水观察井并在周边设置不小于 300 mm 的卵石缓冲带。

2.3 雨水收集

雨水收集系统采用自动控制弃流装置,总储水有效容积为 125 m³,初期弃流量采用 2 ~ 3 mm 径流厚度确定。处理工艺流程为:原水池→提升泵→混凝加药→过滤罐→消毒→清水池→提升泵。

雨水进行处理后,部分作为绿化浇灌、车库和道路冲洗杂用水回用,其他雨水直接排入室外雨水管网后进入城市雨水管道。

3 材料选择

虹吸系统包括雨水斗、管材管件、紧固系统等,所有材料必须采用同一家系统品牌,避免几个品牌拼凑而成,给系统兼容性和稳定性带来隐患。

3.1 管材和管件

经过充分对比论证,HDPE 管材和管件可以很好地抵抗酸雨腐蚀、气蚀、负压、泥沙磨损等问题,最适合使用于本项目。对现场所使用的管材、管件等材料的材质、规格、型号和性能(厚度、承压、不圆度、耐紫外线)进行全覆盖质量检测,检测结果均符合设计要求并应附有出厂质量合格证明文件。

3.2 虹吸雨水斗^[2]

虹吸雨水斗是屋面雨水排放系统的始端,也是整个系统的核心之一,主要功能是将雨水整流导入排水系统。虹吸雨水斗由斗体、格栅罩、出水尾管、防水安装片和反涡流装置等组成。在雨水斗选择时注意以下事项:

3.2.1 雨水斗选择

充分考虑与各种不同屋面防水的完美搭接,在混凝土结构沥青防水处采用不锈钢接触片虹吸雨水斗,在混凝土结构 PVC、张拉膜等防水处采用带用于

屋面防水的不锈钢法兰虹吸雨水斗。另外,根据不同面积计算选用 6 ~ 100 L 不同流量的雨水斗,在无法穿越楼板的特殊工况选用 6 L/s 的同层排水雨水斗。

3.2.2 斗前水深

因为只有当斗前水深达到一定高度时,虹吸现象才会产生,所以雨水斗的斗前水深是衡量屋面虹吸雨排系统运作效率和系统技术含量的重要参数。在保证排水量的前提下,斗前水深越小,屋面积水高度越小,小而稳定的斗前水深可有效减少屋面的雨水积水量、减少负荷、降低屋面结构造价、确保屋面安全、降低事故发生率。参照 CECS 183:2015^[3]技术规程,本项目斗前水深和尾管选择见表 1。

表 1 斗前水深的选择

雨水斗尾管		最大斗前水深/mm		设计排水量/(L·s ⁻¹)	
技术规程	本项目	技术规程	本项目	技术规程	本项目
56-63	56	45	35	12	12
75-90	90	55	55	25	25
110-125	110	85	80	45	45
110-125	125	90	85	60	60
160-125	160	110	105	100	100

3.2.3 斗罩

雨水斗斗罩具有反气旋整流的作用,可以防止雨水系统入口的水流形成旋涡带入空气,影响虹吸的形成。斗罩反气旋挡板能减少屋面负荷,保证虹吸效果,是虹吸形成非常关键的部件。本项目选用的铝锰合金下沉式斗体可以在降雨初期快速形成虹吸流避免天沟积水。斗罩强度高、耐腐蚀性强,可以抵抗酸雨的腐蚀,当流量大时可以抵抗天沟水流的冲击、防止施工过程的破坏。

3.2.4 格栅

雨水斗格栅可以整流、加强虹吸效果并能同时拦阻污物保护管路。所以格栅间隙大小非常关键。格栅间隙、设置方式等均经过水力研究、优化,使之达到最好的排水效果,能做到减少天沟垃圾堆积的同时保证进入系统的垃圾都能被水流带走,避免管道堵塞。

3.2.5 配件

特殊的环境采用溢流装置、消音装置、承重装置等多种雨水斗配件。12/25 L 的雨水斗选配成品的安装便捷溢流装置(安装时无须抬高屋面,只需直接替换雨水斗罩盖即可)。音乐厅、影院、会议厅等特殊区域选用有效降低水流噪音的静音装置。在承重要求高的部分选配 300 kg 或 1 500 kg 承重装置。

3.3 紧固系统

虹吸雨排系统运行时水流速度快、冲击力大,需要良好的紧固系统来确保其正常工作。紧固系统由方钢、C 型钢、连接件、导向和锚固管卡等部件组成。针对不同管径选用不同的支撑材料,其中 De40–De200 的管道采用 30 × 30 × 2 mm 优质方钢,De250–De315 的管道采用 62 × 41 × 2.5 mm 优质多孔 C 型钢。紧固系统采用“鲁班锁”工艺预装,安装便捷、高效,可以有效地节省安装时间和人工成本。200 mm 以上立管固定管卡采用可以吸收形变的特殊双法兰衬管配件,保证立管与水平悬吊管安装稳固、运行安全。可确保在 -20 ~ 40℃ 系统管道无形变。采用不易锈蚀的双层内外热镀锌管卡,可以完全承受管道满水时的重量,有效抵抗管道热胀冷缩产生的应力,延长使用寿命。

4 施工关键点

4.1 雨水斗安装

雨水斗位置、斗前深度、溢流口或溢流管道系统位置要与设计一致。雨水斗、溢流口处的屋面防水与雨水斗底盘搭接稳定、牢靠。雨水斗安装时,将附加层防水卷材铺贴在雨水斗四周,用螺栓固定压板,再用防水密封膏封边。雨水斗安装完成后,确认管道畅通、清除流入管内的密封膏后再安装防叶罩和空气挡板等部件。雨水斗的成品清扫到位,不能内存混凝土渣导致排水不畅。

4.2 管道安装

管道切割采用切割机垂直切割。悬吊的水平管采用电熔连接,且与固定件配合安装。管材和管件连接采用热熔对焊连接、电熔连接或电熔管箍连接,管道与雨水斗的连接采用电熔连接,严禁热熔连接不严密,管道渗漏。悬吊管可无坡度敷设,但不得倒坡。管道不得穿过变形缝、烟风道。穿越楼板、管道井或防火墙时,应设置阻火圈(带)。管道和管件安装详图见图 3。

4.3 固定件安装

由于虹吸雨排出水水压较大,管道支吊架应固定在承重结构上,埋设牢靠。其中,立管锚固管卡间距不应大于 5 m,导向管卡间距不大于 15 倍管径。管道端部和末端、雨水斗与立管之间悬吊管长度超过 1 m 时应设置锚固管卡。采用 HDPE 管外锚固技术,电焊圈吸收 40℃ 温差带来的管道轴向形变,系统不被破坏,避免采用机械管卡。在雨水立管的底部弯管处设双吊杆或支墩等固定措施。悬吊管的吊杆、

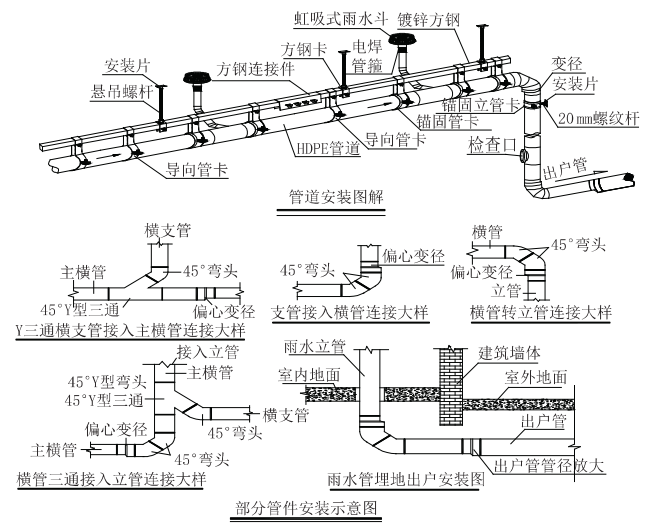


图 3 管道和管件安装详图

锚固管卡、导向管卡间距见表 2。

表 2 悬吊管管卡最大间距

HDPE 悬吊管管卡最大间距/mm			
HDPE 管径	悬挂点间距	锚固管卡间距	导向管卡间距
	AA	FA	RA
110	2 500	5 000	1 100
125	2 500	5 000	1 200

5 验收标准要点

验收标准要点包括屋面检查、雨水斗检查、溢流检查、管道安装情况检查、紧固系统检查等。屋面、天沟和虹吸雨水斗内应清理干净,不得留有任何杂物。溢流口或溢流管道系统的设置和施工应符合设计要求。雨水斗周围屋面渗漏检查结合屋面蓄水或淋水试验进行。雨水立管和水平干管均做通水试验,排水畅通无堵塞。室内雨水管道根据管材和建筑高度选择整段或分段进行灌水试验,灌水高度达到每根立管上部雨水斗口持续 1 h,观察管道和连接处无渗漏,通水通球试验合格。

6 结 语

综上所述,种植屋面虹吸雨排系统将种植屋面上的透水路面、下凹绿地、植被草沟、植被缓冲带等部位的水零坡度有组织地排出并收集,实现“渗、滞、蓄、净、用、排”,满足绿色节能建筑标准,并将在未来的项目建设中发挥其越来越不可替代的作用。

参考文献:

[1] 19BJ5-1, 屋面详图[S].
[2] CJ/T 245—2007, 虹吸雨水斗[S].
[3] CECS 183:2015, 虹吸式屋面雨水排水系统技术规程[S].