

# 建筑给排水工程中虹吸式雨水排水技术

谢洪轮

江西省鼎官山建设工程有限公司 江西 宜春 336000

**【摘要】**虹吸式雨水排水系统具有的优势，可有效解决单纯依靠重力排放屋顶雨水效果欠佳的技术难题，对提升建筑居住舒适性、减少城市内涝具有重要作用。本文聚焦建筑给排水工程中的虹吸式雨水排水技术，系统剖析该技术的核心原理、关键组成系统、设计要点及施工与运维规范，深入探讨其相较于传统重力式排水技术的优势及应用中的瓶颈突破路径，旨在为虹吸式雨水排水技术在建筑工程中的标准化应用、高效化设计提供理论支撑与实践指引，助力建筑给排水系统实现排水能力升级、空间资源优化与运维成本降低。

**【关键词】**建筑给排水；虹吸式雨水排水技术；排水原理；施工运维

DOI:10.12417/2705-0998.25.22.057

## 引言

在现代建筑向大跨度、大面积、高屋面方向发展的背景下，传统重力式雨水排水技术因受限于排水坡度、管道管径，难以满足大型公共建筑的快速排水需求，易引发屋面积水、渗漏等问题。虹吸式雨水排水技术凭借“高流速、大排量、小管径”的核心优势，通过利用雨水在管道内形成的虹吸效应，实现雨水的快速、高效排放，成为解决大屋面排水难题的关键技术。当前，该技术在应用中面临设计参数精准度不足、施工工艺不规范、运维体系不完善等挑战，直接影响系统排水效能与运行稳定性。因此，深入研究虹吸式雨水排水技术的原理特性、设计方法与实施要点，对推动建筑给排水工程技术升级、保障建筑屋面排水安全具有重要的现实意义。

## 1 虹吸式雨水排水技术核心原理与技术优势

### 1.1 虹吸式雨水排水技术核心原理

虹吸式雨水排水技术的核心逻辑是通过特殊的系统设计，使雨水在排水管道内从“重力流”过渡至“满管流”，进而形成负压虹吸效应，利用管道内的压力差实现雨水的高速输送。其技术原理可分为三个阶段：初始阶段，屋面雨水汇集至雨水斗，管道内水流呈非满管的重力流状态，水流速度较慢；随着降雨量增加，雨水斗进水流量增大，管道内水位逐步上升，空气逐渐被挤压排出，水流进入“气水混合流”阶段，流速开始提升；当管道内空气基本排净，水流充满整个管道断面，形成满管流，此时管道内产生显著的负压，在屋面雨水重力与管道负压的双重作用下，雨水以极高的流速沿管道快速输送，即进入“虹吸流”阶段，实现高效排水。

### 1.2 组成结构

雨水斗是虹吸式雨水排水系统的关键部件，不仅具有收集雨水的作用，还能通过独特的结构设计，阻隔空气经雨水斗而进入后续管道。通常在雨水斗上安装防漩涡装置，可以避免雨水在进入雨水斗时产生漩涡，一方面减少水流的动能损失，另一方面有助于消除管道内残余空气的不利影响，为强化虹吸效

应创造良好的条件。悬吊管安装于屋架或梁下，通常采用横管设计，其功能是将雨水斗收集的雨水快速输送至立管。在悬吊管的设计与安装过程中，需充分考虑管径选择：既要满足最大排水能力的设计要求，又要考量管道过长导致的水头损失，确保水流快速通过管道且不造成管道损坏。溢流口可发挥溢流的作用，及时排出多余的水量，维持雨水收集装置的水位稳定。排出管是将建筑物内部雨水排出到外部雨水井的一段管道。在排出管设计中，要充分考虑高速雨水冲击作用对管道的影响，及时采取支撑件、固定件对管道进行加固，同时在管道出口增加消能装置，以降低水流冲击力造成的潜在安全风险。

### 1.3 虹吸式雨水排水技术优势

一是排水效率高，虹吸流状态下的高流速大幅提升单管排水能力，同等排水需求下，虹吸式系统的管道管径仅为重力式系统的  $1/2-2/3$ ，可减少管道数量与管网密度；二是空间适应性强，重力式系统需设置  $\geq 2\%$  的排水坡度，而虹吸式系统管道可水平敷设或小坡度敷设，无需依赖较大坡度实现排水，大幅降低对建筑吊顶、结构层空间的占用，尤其适用于大跨度、低净空建筑；三是屋面荷载低，因管道管径小、数量少，且可采用轻质管材，系统整体重量减轻，间接降低屋面结构承载压力；四是抗堵塞能力强，虹吸式雨水斗具备特殊的整流、过滤结构，可有效阻挡屋面杂物进入管道，同时高流速水流能对管道内壁形成冲刷，减少杂质淤积，降低管道堵塞风险。

## 2 虹吸式雨水排水系统组成与关键部件

虹吸式雨水排水系统围绕“雨水收集—管道输送—出口排放”全流程构建，由雨水斗、管道系统、配件及辅助设施组成，各部件的技术特性与选型适配性直接决定系统整体运行效能，其中雨水斗与管道系统是核心组成部分。

### 2.1 雨水收集

雨水斗是系统的“进水端核心”，承担雨水收集、整流排气、过滤杂物的关键功能，其结构设计直接影响虹吸效应的形成效率。虹吸式雨水斗主要由斗体、整流罩、过滤格栅、导流

装置组成，斗体采用不锈钢或高密度聚乙烯材质，具备耐候性与抗腐蚀能力；整流罩是核心部件，通过特殊的流线型设计，消除雨水进入斗体时产生的漩涡，避免空气被卷入管道，快速实现水流从气水混合流向满管虹吸流的过渡；过滤格栅设置于斗体顶部，可阻挡屋面落叶、石子等杂物，防止管道堵塞；导流装置引导雨水沿斗体壁面平稳流入管道，进一步减少水流扰动，保障水流状态稳定。根据屋面形式与排水需求，雨水斗可分为侧入式、平入式、天沟式等类型，侧入式适用于墙面或女儿墙排水，平入式适用于平屋面，天沟式则适用于大型屋面天沟排水。

## 2.2 管道输送

管道系统是雨水输送的“通道核心”，需满足高流速、耐负压、低阻力的要求，由立管、水平管、悬吊管、排出管及管件组成。管道材质选择需兼顾耐压性、耐腐蚀性与光滑度，常用材质包括不锈钢管、涂塑钢管、高密度聚乙烯管，其中高密度聚乙烯管内壁光滑、重量轻、抗冲击性强，在民用建筑中应用广泛；不锈钢管与涂塑钢管则因耐压性更高，适用于排水压力较大的工业建筑或超高层建筑。管件采用流线型设计，减少水流阻力与局部压力损失，避免因管件结构不合理导致虹吸效应中断；例如，弯头采用大曲率半径设计，三通采用斜接式或导流式结构，确保水流转向平稳，无涡流产生。

## 2.3 出口排放

辅助设施包括排气阀、检查口、末端消能装置，是保障系统稳定运行的重要补充。排气阀设置于管道系统的最高处，用于在系统启动阶段排出管道内的空气，加速虹吸效应形成，同时在系统停止运行时吸入空气，防止管道内形成负压真空导致管道损坏；检查口设置于水平管与立管连接处、管道转弯处，便于日常巡检与管道清淤；末端消能装置安装于系统出口端，因虹吸流雨水流速极高，需通过消能装置降低水流速度与冲击力，避免高速水流对市政排水管网或受纳水体造成冲刷破坏。

## 3 虹吸式雨水排水系统设计要点

虹吸式雨水排水系统设计需遵循“水力计算精准、部件选型适配、系统协同稳定”的原则，结合建筑屋面特性、当地降雨强度、排水要求等因素，完成从水力计算到系统布局的全流程设计，其中水力计算与雨水斗布置是设计核心。

### 3.1 水力计算

水力计算是系统设计的基础，需通过精准计算确定管道管径、坡度、流速及系统负压值，确保系统能稳定形成虹吸效应。首先进行雨量计算，根据当地气象资料，采用暴雨强度公式计算屋面设计雨水量，公式为  $Q = \Psi \cdot q \cdot F$ ，其中  $Q$  为设计雨水量， $\Psi$  为径流系数， $q$  为设计暴雨强度， $F$  为屋面汇水面积；设计暴雨强度需按当地 50 年一遇或 100 年一遇的暴雨标准取值，确保系统具备足够排水余量。其次进行水力特性计算，采用管

道水力计算公式计算管道内水流速度、压力损失，确保管道流速控制在 3-6m/s 的合理范围，流速过低易导致空气滞留，无法形成虹吸；流速过高则会加剧管道磨损与噪声。同时，需计算系统最大负压值，通常控制在 -0.08MPa 以内，避免负压过大导致管道瘪塌或空气渗入，破坏虹吸效应。

### 3.2 雨水斗设计与布置

雨水斗设计与布置直接影响雨水收集效率与虹吸效应启动速度。雨水斗选型需匹配屋面汇水面积与设计雨水量，单个雨水斗的设计排水能力需根据其型号确定，避免因雨水斗选型过小导致排水不足，或选型过大造成投资浪费。雨水斗布置需遵循“均匀分布、汇水均衡”原则，根据屋面形状与汇水区域划分，将雨水斗均匀布置于屋面低点或天沟内，确保每个雨水斗的汇水面积基本一致，避免局部汇水过多导致屋面积水；天沟内雨水斗间距通常不超过 20m，平屋面雨水斗间距不超过 30m，且雨水斗边缘距屋面墙角、排水障碍的距离不小于 1.5m。此外，雨水斗与管道的连接需采用短管直接连接，避免在雨水斗出口设置弯头或变径管，防止水流扰动影响排气与虹吸形成。

### 3.3 管道系统设计

管道系统设计需兼顾水力特性与建筑空间要求，实现“低阻力、少干扰”的布局目标。管道走向设计应尽量缩短输送距离，减少管件数量，避免过多转弯与变径，降低局部压力损失；水平管可沿吊顶或结构梁敷设，坡度宜控制在 0.1%-0.5%，无需设置大坡度，充分利用建筑空间；立管应靠近墙面或柱体布置，便于固定与维护，且立管管径需根据排水流量逐步减小，避免管径突变导致水流紊乱。管道固定方式需适配系统负压特性，采用专用吊架或支架，吊架间距根据管材材质确定，且吊架需具备足够刚度，防止管道在高流速与负压作用下产生振动或位移。此外，管道系统需设置合理的排气点与检查口，排气阀安装于水平管最高点及立管顶部，检查口间距不超过 30m，确保系统排气顺畅与维护便捷。

## 4 虹吸式雨水排水系统施工与运维规范

虹吸式雨水排水系统的施工质量与运维管理直接决定系统运行稳定性与使用寿命，需严格遵循施工工艺标准与运维流程，实现“施工精准、运维高效”的管理目标。

### 4.1 施工阶段

施工阶段需重点把控管道安装精度、接口密封质量与系统压力测试，避免因施工缺陷导致系统无法形成虹吸或出现泄漏。首先进行施工前准备，对管材、管件、雨水斗等材料进行进场检验，核查产品合格证、性能检测报告，确保材料规格、材质符合设计要求；同时，根据设计图纸进行现场放线，确定管道走向、支架位置、雨水斗安装点位，确保与建筑结构、其他管线无冲突。管道安装过程中，需控制管道坡度与垂直度，

水平管坡度偏差不超过 $\pm 0.1\%$ ，立管垂直度偏差不超过 $3\text{mm}/\text{m}$ ；管道接口连接需严格按规范操作，高密度聚乙烯管采用热熔对接或电熔连接，不锈钢管采用氩弧焊或卡压连接，接口需平整、严密，无裂纹、渗漏；雨水斗安装需与屋面防水层紧密结合，斗体周边采用防水卷材或密封胶密封，防止屋面雨水从雨水斗边缘渗漏。系统安装完成后，需进行水压试验与负压试验，水压试验压力为系统设计工作压力的1.5倍，保压30分钟无渗漏；负压试验采用真空泵将系统内压力降至-0.08MPa，保压1小时无压力回升，确保系统耐压性与密封性达标。

#### 4.2 运维管理

运维管理需建立“定期巡检、预防维护、快速抢修”的全周期管理体系，保障系统长期稳定运行。日常巡检重点关注雨水斗、管道接口、排气阀等关键部件，每周检查雨水斗过滤格栅是否堵塞，及时清理杂物；每月检查管道支架是否松动、管道是否存在变形或泄漏，排气阀是否能正常排气；每季度对系统进行全面检查，包括管道内壁淤积情况、末端消能装置运行状态，确保系统无堵塞、无损坏。定期维护需按年度开展，对管道进行清淤处理，采用高压水射流清洗管道内壁，清除附着的杂质与污垢；对雨水斗整流罩、过滤格栅进行拆解清洗，检

查部件是否磨损，必要时更换；对排气阀进行拆解检修，清理阀内杂质，确保阀门启闭灵活。故障处理需建立快速响应机制，当系统出现排水不畅时，优先检查雨水斗是否堵塞、排气阀是否失效，及时清理或更换部件；当管道出现泄漏时，需立即停止系统运行，查找泄漏点，采用专用修补材料进行修复，若泄漏严重则需更换管道段，确保故障快速解决，避免影响建筑排水安全。

#### 5 结语

综上所述，虹吸式雨水排水技术作为建筑给排水工程中的高效排水技术，其核心优势在于利用虹吸效应实现雨水的快速、大排量输送，有效解决了大跨度、大面积建筑的屋面排水难题。通过精准的水力计算、合理的部件选型、规范的施工安装与科学的运维管理，可充分发挥该技术的排水效能，提升建筑给排水系统的可靠性与经济性。未来，随着建筑行业向绿色化、智能化方向发展，虹吸式雨水排水技术需进一步融合智慧监测技术，通过安装流量、压力传感器实现系统运行状态的实时监控，结合大数据分析实现故障预测与智能运维；同时，需加强与海绵城市理念的结合，将虹吸式排水系统与雨水回收利用系统协同设计，实现雨水资源的高效利用，为构建绿色低碳、安全高效的建筑给排水体系提供关键支撑。

#### 参考文献：

- [1] 王国栋.浅析虹吸式雨水排水技术在建筑给排水工程中的应用[J].绿色建造与智能建筑,2024(6):123-125,139.
- [2] 丁桂珍.探析建筑给排水施工中的虹吸式雨水排水技术[J].建材发展导向,2024,22(15):98-100.
- [3] 姚海峰.虹吸式雨水排水技术在建筑给排水工程中的应用[J].工程建设,2022,5(8).
- [4] 刘雅琴.虹吸式雨水排水技术在建筑给排水工程中的应用探索[J].城市建设理论研究（电子版）,2022(29):154-156.
- [5] 谭亚峰.虹吸式雨水排水技术在建筑给排水施工中的应用[J].模型世界,2022(27):76-78.