

虹吸雨水排放系统在工业厂房中的优化布置探讨

黄斌斌

上海宝冶集团有限公司 上海 200941

【摘要】：虹吸雨水排放系统在工业厂房排水中发挥着重要作用。本研究围绕其在工业厂房中的优化布置展开，阐述系统原理，分析厂房屋面形式、汇水面积、天沟设置等对布置的影响，提出管道走向、管径选择、雨水斗布局等优化策略，探讨与建筑结构的配合及维护管理要点，旨在提高系统排水效率，降低建设与维护成本，为工业厂房合理布置虹吸雨水排放系统提供理论与实践指导。

【关键词】：虹吸雨水排放系统；工业厂房；优化布置；排水效率；建筑结构

DOI:10.12417/2811-0536.25.11.003

引言

工业厂房面积大、屋面形式多样，降雨时雨水排放至关重要。传统重力流雨水排放系统在某些工业厂房应用中存在排水速度慢、立管多等问题。虹吸雨水排放系统利用虹吸原理，能实现高效排水，逐渐在工业厂房中得到应用。其在工业厂房中的布置受多种因素影响，如何优化布置以充分发挥系统优势、满足厂房排水需求，成为亟待解决的问题。

1 虹吸雨水排放系统原理剖析

1.1 系统运行的基础机制

虹吸雨水排放系统的运行根基在于虹吸原理。降雨初始阶段，雨量尚小，系统以重力流形式开启排水进程。此时，雨水凭借自身重力，顺着雨水斗缓缓流入排水管道，这一过程与传统重力排水无异。随着降雨量持续增加，屋面水位不断攀升，当水位达到特定高度，雨水斗内部的特殊构造开始发挥关键作用。其独特结构有效阻挡空气进入管道，促使管道内逐步形成满管流状态。此时，管道内压力分布发生显著变化，负压区域由此产生。在屋面与地面的高差所形成的势能驱动下，雨水如同被无形力量牵引，快速向下排放，虹吸作用正式形成。

1.2 流体力学视角下的原理阐释

从流体力学角度深入剖析虹吸雨水排放系统，伯努利方程为其运行提供了理论支撑。在理想流体稳定流动状态下，同一流管内各点遵循能量守恒定律。于虹吸雨水排放系统而言，屋面水位上升时，管道内雨水流速随之加快，压力则相应降低。当压力降至特定程度，足够的负压得以形成，这一负压能够有效克服管道阻力，推动雨水以较高速度持续稳定地排出。相较于传统重力流排水系统，虹吸作用大幅提升了排水效率，使系统能在短时间内迅速排出大量雨水，为工业厂房应对强降雨提供了可靠保障。

1.3 关键部件对虹吸作用的影响

虹吸雨水排放系统中的关键部件，尤其是虹吸雨水斗，其设计对虹吸作用的形成与维持起着决定性作用。雨水斗内部精心设置的导流装置和防涡流器，可精准分离雨水与空气。在不同降雨强度下，这些装置协同工作，确保管道内能够快速形成虹吸状态，并维持其稳定运行。无论是小雨淅沥还是暴雨倾盆，虹吸雨水斗都能发挥作用，保证系统始终处于高效排水状态，为工业厂房的屋面排水筑牢根基。

2 影响虹吸雨水排放系统布置的因素探究

2.1 屋面形式的影响

工业厂房的屋面形式多种多样，不同形式对虹吸雨水排放系统布置有着不同要求。单坡屋面排水方向固定，在布置雨水斗和管道时，可依据屋面坡度与长度，合理规划排水路径，使雨水能够顺畅地流向排水点。双坡屋面则需重点考量屋脊位置与坡度，将雨水斗对称分布于两坡之上，保证两坡雨水都能被有效收集与排放。而多跨双坡屋面结构复杂，各跨之间的高差、天沟连接方式等因素都需综合考虑，只有合理规划布置，才能避免排水不畅或虹吸作用无法形成的问题，确保屋面排水系统正常运行。

2.2 汇水面积与降雨强度的影响

厂房汇水面积大小直接决定了虹吸雨水排放系统需承担的雨水量。较大的汇水面积意味着更多的雨水需要排放，这就要求配置更多数量的雨水斗和更大管径的管道。在确定汇水面积时，不仅要精确计算屋面实际面积，还需综合考虑屋面坡度、天沟宽度和深度等因素对有效汇水面积的影响。不同区域降雨强度存在差异，设计时必须依据当地气象资料，合理选取降雨重现期，确保系统在各种降雨条件下都能稳定运行，避免因雨水量超出系统承载能力而导致积水。

2.3 天沟设置的影响

天沟作为收集屋面雨水的重要构件，其设置方式对虹吸雨水排放系统布置有着重大影响。天沟坡度需根据屋面排水要求合理设置，一般不宜小于规定数值，以保证雨水能够顺利流向雨水斗，防止积水。天沟的深度和宽度要依据汇水面积和设计雨水量进行精确计算，确保在暴雨天气下，天沟具备充足的蓄水能力，避免雨水溢出。天沟材质的选择也不容忽视，需具备良好的耐腐蚀性和强度，以适应工业厂房复杂多变的环境，保障天沟长期稳定工作。

3 虹吸雨水排放系统的优化布置策略

3.1 合理规划管道走向

合理地规划管道的走向是优化虹吸雨水排放系统中的一个至关重要的步骤。在工业厂房内部进行管道布局时，必须充分考虑到厂房的结构布局以及功能分区的具体情况。优先考虑沿着厂房内的柱子、梁等主要结构构件来敷设管道，这样做的好处是显而易见的。首先，它能够最大程度地减少管道敷设对厂房内生产活动的干扰和影响，从而确保生产过程的顺畅进行。其次，沿结构构件敷设管道也便于后续的安装工作以及管道的日常维护和检修，提高了维护工作的便捷性和效率。在规划管道走向时，应尽量保持管道直线走向，减少不必要的转弯和变径，以避免增加水流阻力，影响虹吸作用的形成和维持。虹吸作用是雨水排放系统中一个重要的物理现象，它依赖于水流的连续性和顺畅性。

3.2 科学选择管径

管径的选择直接关乎虹吸雨水排放系统的排水能力和经济性。管径过大，会增加管材成本和安装难度，造成不必要的资源浪费；管径过小，则无法满足实际排水需求，容易导致雨水积聚，引发屋面积水问题。在选择管径时，需综合考虑汇水面积、设计雨水量和管道长度等因素，通过水力计算确定合适的管径。一般情况下，对于虹吸雨水排放系统的立管管径有一定要求，不宜小于规定尺寸，悬吊管管径则可根据实际情况灵活调整。还需充分考虑系统在不同工况下的运行状况，确保管径选择既能满足最大雨水量的排放要求，又留有一定余量，以应对突发强降雨情况。

3.3 优化雨水斗布局

科学合理地布局雨水斗对于提高虹吸雨水排放系统的排水效率至关重要。雨水斗的数量应依据汇水面积和单个雨水斗的排水能力来确定，通常每个屋面区域至少设置两个雨水斗，且两个雨水斗之间的间距需

符合相关规定，不宜过大。雨水斗应设置在天沟或集水槽内，避免设置在屋面低洼处或易积水区域，防止杂物堵塞影响排水效果。雨水斗的安装高度和斗前水深也需严格把控，只有这样，才能保证在不同降雨强度下，雨水斗都能迅速启动虹吸作用，实现高效排水，保障工业厂房屋面的排水安全。

4 虹吸雨水排放系统与建筑结构的配合要点

4.1 设计阶段的协同配合

工业厂房设计阶段，虹吸雨水排放系统与建筑结构设计的协同配合至关重要。结构工程师开展屋面结构设计时，需全面考量虹吸雨水排放系统产生的各类荷载。系统荷载涵盖管道自身重量，其根据管径、材质不同存在差异；管道内雨水重量，会因降雨强度和管道存水量变化；以及可能出现的积雪重量，尤其在严寒地区，积雪对屋面压力不容小觑。当屋面布置大量雨水斗和管道时，结构受力更为复杂，此时必须对屋面结构进行加强设计。可通过增加结构构件规格、提升材料强度，或优化结构形式，如改变梁的布置方式、增加支撑结构等，保障屋面结构在承受系统荷载时的安全稳定。给排水工程师要以建筑结构形式为依据，科学规划虹吸雨水排放系统布局。需仔细分析建筑平面图、剖面图，了解结构构件的位置和尺寸，避免管道和雨水斗与梁、柱、支撑等结构构件发生空间冲突。在确定系统走向和设备位置时，既要满足排水功能需求，又要确保设计方案具有可实施性，实现结构安全与排水效率的平衡。

4.2 管道与雨水斗的固定

虹吸雨水排放系统的管道和雨水斗稳固固定，是系统正常运行的基础。在与建筑结构连接时，需根据混凝土、钢结构等不同结构材质特性，选择适配的连接件和固定方式。对于混凝土结构，膨胀螺栓凭借其可靠的锚固性能成为常用选择。施工时，要精准定位打孔，控制孔深和孔径，保证膨胀螺栓安装后能提供足够的锚固力。针对钢结构，焊接连接可使管道与钢结构形成牢固整体，焊接质量直接影响固定效果，需严格把控焊接工艺；螺栓连接则便于后期维护和拆卸，安装时要确保螺栓拧紧力矩符合要求。固定点间距设置需综合考虑管道管径、材质以及系统运行时的受力情况。管径大、材质刚性弱的管道，在水流冲击和自身重力作用下，更易产生变形和位移，因此固定点间距应适当缩小。若间距过大，管道在系统运行时可能出现晃动、位移，导致接口松动，引发漏水甚至管道脱落事故。在每个固定点处，必须做好防水处理。可

采用防水密封胶、橡胶垫片等材料，在管道与结构连接缝隙处形成有效防水屏障，防止雨水渗入建筑结构内部，从而避免侵蚀钢筋或钢结构，延长建筑结构的使用寿命。

4.3 穿越结构构件的处理

当虹吸雨水排放系统穿越楼板、墙体等建筑构件时，防水和防火封堵是关键环节。在穿越楼板部位，必须设置防水套管。套管管径需比穿越管道管径大1-2号，为管道预留热胀冷缩空间。套管与管道之间的环形缝隙，需填充沥青麻丝、防水油膏等柔性防水密封材料。填充时要保证密实均匀，从套管底部到顶部逐层填充压实，防止雨水顺着缝隙渗漏到下层空间，避免对下层房间造成水损和安全隐患。在穿越防火分区墙体时，为保障建筑消防安全，应选用防火泥、防火板等符合防火规范要求材料，对管道与墙体之间的缝隙进行严密封堵。防火封堵材料要具备良好的耐火性能和密封性能，确保在火灾发生时能有效阻止火焰和烟雾蔓延，维持防火分区完整性。在管道穿越处设置支架，支架形式和规格需根据管道重量、管径及系统运行荷载确定。支架要牢固安装在结构构件上，分担管道重量，减少管道对结构构件的集中荷载，避免结构因长期受力产生裂缝或变形，保障建筑结构的完整性和稳定性。

5 虹吸雨水排放系统的维护管理要点

5.1 定期检查制度的建立

建立完善的定期检查制度是保障虹吸雨水排放系统稳定运行的关键环节。检查工作需全面覆盖系统各组成部分：对管道进行细致排查，观察其表面是否存在渗漏痕迹，检查管壁有无凹陷变形，同时确认内部是否存在堵塞；对雨水斗的检查重点关注其排水口是否通畅，有无异物堆积；固定件检查则需查看螺丝、卡扣等连接件是否出现松动、脱落现象。系统的全面检查频率设定为每年至少一次，在雨季来临前，应开展针对性检查。发现问题后，需立即修复或更换受损

部件，确保系统始终高效运行，为厂房屋面排水提供保障。

5.2 堵塞预防与清理

虹吸雨水排放系统运行过程中，极易因杂物进入而引发堵塞。为预防堵塞，应在雨水斗处安装过滤网，拦截树叶、树枝等大体积杂物，降低管道堵塞风险。除安装过滤装置外，定期对管道进行冲洗是必不可少的维护手段。使用高压水枪或专业管道清洗设备，对管道内部进行彻底冲洗，可有效清除管壁附着的沉积物及残留杂物。要加强厂房周边环境管理，及时清理屋面和天沟的落叶、尘土及其他杂物，减少杂物进入系统的途径，多管齐下确保排水系统的畅通无阻。

5.3 部件更换与档案管理

随着工业厂房使用时间的增长，虹吸雨水排放系统的部分部件会因长期使用出现老化、损坏。当管道出现裂纹、部件密封性能下降等老化现象时，必须及时更换相关部件，以维持系统的排水性能和运行安全。在选择更换部件时，需严格把控产品质量，确保新部件与原有系统规格匹配，并按规范安装。更换完成后，需对新部件进行调试和运行检查，确认其功能正常。建立系统的维护管理档案具有重要意义。档案中应详细记录每次维护工作的时间、内容，以及部件更换的具体信息，这些数据将为后续维护管理提供重要参考，有助于实现维护工作的科学化、规范化管理。

6 结语

虹吸雨水排放系统在工业厂房排水中优势显著。通过对系统原理的深入理解，综合考虑屋面形式、汇水面积、天沟设置等因素，采取合理的管道走向规划、管径选择、雨水斗布局等优化策略，注重与建筑结构的配合以及日常维护管理，可提升系统排水效率，保障工业厂房安全。未来，随着技术发展，虹吸雨水排放系统将在优化算法和新材料应用等方面持续创新，更好地满足工业厂房多样化的排水需求，在工业建筑领域发挥更大作用。

参考文献：

- [1] 刘立君,张勇,王鑫.虹吸式屋面雨水排放系统水力特性及优化[J].建筑科学,2022,38(11):177-182.
- [2] 黄斌,林旭斌,梁海峰.虹吸式屋面雨水排水系统设计要点与工程实践[J].给水排水,2021,57(11):114-119.
- [3] 朱伟华,郭煜.虹吸雨水系统应用中的问题分析与解决措施[J].中国给水排水,2020,36(16):115-119.
- [4] 王晓玲,黄伟,赵勇.虹吸式屋面雨水排水系统设计优化研究[J].给水排水,2023,59(03):110-114.
- [5] 陈强,李雪梅,周明.工业厂房虹吸雨水排放系统的应用与改进[J].建筑科学,2022,38(08):145-149.