

# 园林绿化工程中的节水灌溉技术应用研究

詹秀文<sup>1</sup> 余金勇<sup>1</sup> 翟朝阳<sup>2</sup>

1. 乌鲁木齐市园林绿化工程质量监督站 乌鲁木齐市林草种苗站 新疆乌鲁木齐 830000

2. 乌鲁木齐市人民公园 新疆乌鲁木齐 830000

**摘要:** 本研究聚焦园林绿化工程中节水灌溉技术的系统性应用,旨在构建一套适应多种场地条件的节水灌溉技术体系,以提升水资源利用效率。研究采用场地特性预判、水源多元整合与管网拓扑优化相结合的方法,形成基础构架设计准则;通过选配低压微喷、渗灌毛管及滴箭装置等核心装备,实现差异化精准灌溉;并基于气象因子联动、土壤墒情反馈与远程监控平台构建智慧控制系统。研究表明,该技术体系可有效协调植物需水与资源供给矛盾,在保障植被健康生长的同时显著降低耗水量与运维成本,为园林工程节水提供系统化技术路径。

**关键词:** 园林绿化工程; 节水灌溉技术; 应用

水资源短缺已成为制约生态建设与可持续发展的重要问题,园林绿化工程作为城市生态系统的组成部分,其灌溉用水效率亟待提升。传统灌溉方式存在粗放用水、调控滞后等问题,难以适应复杂立地条件和植物需水规律。因此,需构建一套科学精准、智能高效的节水灌溉技术体系,以实现水资源集约利用。本文围绕园林绿化工程中节水灌溉系统的构建与运营,从基础构架、装备配置、智能控制及特殊场景应对等方面开展系统研究,旨在形成可推广的技术范式,为行业节水实践提供理论依据与方法支撑。

## 一、基础构架搭建准则

### 1. 场地特性预判模块

在开展节水灌溉系统建设前,对场地特性进行全面而精准的预判至关重要。地质勘查工作需细致入微,不仅要测定地下水位的日常波动区间,更要分析其季节性变化规律,以此作为确定蓄水池合理容积的关键依据。地貌测绘则聚焦于坡向变化的节点位置,这些节点决定了重力驱动式灌溉系统的有效作用范围。植被编目并非简单罗列植物种类,而是要深入研究不同生活型植物的蒸腾速率差异,建立起科学的差异化配水标准。此外,持续采集微气候观测数据,能够捕捉到局部区域的温湿度动态变化,为实施分区灌溉提供实时、动态的决策支持。通过这一系列前期调研,构建起一套贴合场地本底规律的基础框架,为后续各项设施的合理布局与高效运行奠定坚实基础。

### 2. 水源多元整合方案

为实现水资源的高效利用,应积极开发非传统水源,构建多元化的供水体系。建筑屋面汇水经过多级过滤处理,可转化为符合灌溉标准的优质用水;道路广场采用透水铺装,其产生的渗透水也是重要的水资源来源。人

工湿地的建设需注重前置沉淀塘的设计,根据汇水面积精确计算其容量,以充分发挥净化与调蓄功能。通过阀门切换机制,实现主备水源的无缝衔接,形成弹性供水网络。这种多源互补的策略,能够在雨季有效储存丰沛降水,旱季时调用储备水量,显著缓解季节性供需矛盾,提高水资源的整体利用效率。

## 3. 管网拓扑优化设计

管网系统的优化设计是保障输水效率的关键。支管布局遵循最短路径原则,同时预留足够的接口以满足未来扩展需求。管材的选择需综合考虑耐压强度、抗老化性能等因素,聚乙烯复合管因其良好的柔韧性成为理想选择。节点构造采用模块化快接端口,便于分段检修,不影响整体系统的正常运行。沿程设置压力补偿装置,有效抵消地势起伏带来的水头损失。智能分流器可根据实时工况自动调节各支路流量,确保末端喷头的工作压力恒定。整个管网系统如同精密的血管网络,既保证了输水的高效性,又具备自我修复和维护的能力。

## 二、核心装备配置要点

### 1. 低压微喷设备选型

针对乔木深根区与灌木浅根层的不同需求,低压微喷设备采用了双层雾化喷嘴组合设计。上层雾状喷射能够覆盖冠幅投影面,下层锥形喷洒则直接作用于根际土壤。水滴粒径严格控制在毫米级,既能穿透叶幕,又能避免不必要的溅洒浪费。防堵塞旋流芯的设计大大延长了设备的无故障运行周期,自清洗功能确保长期稳定输出。该设备特别适用于行道树阵与模纹花坛,在不影响行人通行的情况下,实现均匀灌溉,提升景观效果的同时,节约水资源。

## 2. 渗灌毛管铺设工艺

草坪区广泛推广暗管渗灌技术，打孔毛管平行铺设于耕作层下方。开孔间距根据草种根系分布深度进行梯次递减，形成渐进式的湿润锋面，促进根系均衡发展。外包滤网有效防止泥土侵入，内衬弹簧钢条维持管道形状，确保水流顺畅。压力传感器实时监测基质含水量，当达到田间持水量阈值时，自动关闭阀门，避免过度灌溉。这种地下浸润方式彻底杜绝了地表积水，特别适合高尔夫球场果岭与运动场草坪的养护，有助于保持场地平整度和美观度。

## 3. 滴箭定点给养装置

对于珍贵苗木的培育，采用个体化滴灌方案。柔性PE软管延伸至每株植物基部，滴箭尖端插入栽培基质，缓慢释放浓缩营养液。流量控制器根据植株生长阶段调整供给速率，幼苗期侧重生根刺激素，成熟期增加磷钾元素比例。独立回路设计避免了交叉污染风险，确保珍稀品种获得定制化照料。此技术常用于盆景园与科研试验区，通过精准控制水分和养分供应，最大限度发挥单株生产力，提高苗木成活率和生长质量。

## 三、智慧控制系统构建要素

### 1. 气象因子联动机制

在园林绿化工程的节水灌溉体系中，气象因子联动机制发挥着至关重要的作用。环境监测站犹如敏锐的“感官”，全方位实时采集温度、湿度、光照强度以及风速等关键气象数据。这些数据如同精准的导航信号，被传输至中央处理器这一“大脑中枢”。中央处理器凭借先进的算法，对这些海量数据进行深度剖析，进而动态修正灌溉计划。当高温预警拉响，系统瞬间激活应急喷淋装置，细密的水珠均匀洒落，有效降低植物体温，缓解高温胁迫。低温警报一旦触发，防冻排水程序立即启动，迅速排空管道内积水，为管道披上“防护铠甲”，抵御严寒侵袭。降雨感应器则像灵敏的“雨量计”，精准检测有效降水量，一旦达到阈值，便暂停预定灌溉作业，待土壤湿度自然回落至临界值以下，再有序恢复灌溉。在昼夜温差较大的区域，变温补偿算法悄然登场，巧妙调节灌溉节奏，防止夜间凝结水过度积聚，从根源上阻断病害滋生途径。如此自适应的系统，让灌溉节奏与天气变化完美同步，极大地减少了无效耗水，使水资源利用效率显著提升<sup>[1]</sup>。

### 2. 土壤墒情反馈闭环

分布式电容式传感器阵列宛如扎根于土壤中的“触角”，深入不同土层，持续不断地监测体积含水率的微妙变化，绘制出一幅幅生动的水分变化曲线。数据处理单元则充当“智慧分析师”，将实时采集的数据与历史同期数据进行全面对比，敏锐识别出异常波动趋势。一旦某

区域实测值偏离预设范围，执行机构便迅速响应，精准启动局部补灌或排涝操作。随着时间的推移，长期积累的庞大数据逐渐汇聚成强大的预测模型。这个模型仿佛拥有“未卜先知”的能力，能在干旱尚未来临之际，提前预判并预先蓄水；在暴雨即将肆虐之前，及时加强排水准备。这种双向互动机制实现了从传统经验判断到科学决策的重大转变，让土壤水分始终维持在适宜植物生长的理想状态，为作物茁壮成长提供了坚实保障，最终实现作物产量和品质的双重提升。

### 3. 远程监控平台整合

物联网网关作为连接现场设备与云端的“桥梁”，将各类设备的运行状态实时上传至云端。管理人员只需通过移动终端，便能随时随地查看全局运行状况，仿佛拥有了一双“千里眼”。GIS地图清晰地标注着各控制点的精确坐标，只需轻轻点击图标，详细的参数信息便跃然眼前。故障诊断模块内置专家系统推理规则，如同一位经验丰富的“医生”，能够快速定位问题源头，并给出针对性的解决方案。权限管理系统则严格区分操作员与管理员角色，操作员专注于日常巡检工作，确保设备正常运行；管理员则负责参数设定，保障系统的整体性能。数字化管理模式彻底打破了时空限制，大幅提升了运维响应速度，使得系统稳定运行得到有力保障，同时也降低了维护成本，提高了管理效率。

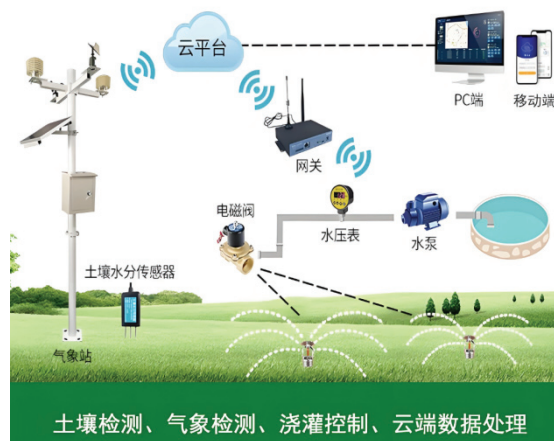


图1 远程监控平台

## 四、特殊场景应对策略

### 1. 屋顶花园轻质栽培层管理

屋顶花园因覆土厚度受限，面临着独特的挑战。为解决这一问题，采用了轻量化储水构件，这是屋顶花园节水的关键所在。椰糠纤维与珍珠岩按特定比例精心混合，制成高效的保水载体，其多孔结构能够大量吸附水分。外罩的防蒸发膜如同一层“保护罩”，有效减缓水分的蒸发速度，延长水分留存时间。虹吸式灌溉装置巧妙

地利用高度差产生的负压抽吸作用，无需依赖电力驱动，既节能环保又稳定可靠。排水板采用倾斜安装的方式，引导多余水分顺畅流向集水槽，经过紫外线消毒后，这些水分还可以循环利用，实现了水资源的高效利用。由于轻质基质的特殊物理性质，屋顶花园的灌溉频次需高于地面花园，但每次用量都严格控制饱和持水量以内，避免根系因缺氧而受损。通过这种精细化的管理方式，屋顶花园不仅美化了环境，还成功实现了节水目标<sup>[2]</sup>。

## 2. 立体绿化垂直界面处理

墙面攀援植物的生长环境复杂，日照不均与通风不良等问题突出。针对这些问题，滴灌管沿种植槽走向呈蛇形布置，这种独特的布局方式确保了水流能够均匀到达各个部位。每隔一定距离增设的微型水泵起到了增压作用，进一步提升了灌溉效果。耐根穿刺防水卷材的应用，有效阻隔了根系对墙体结构的侵入，同时又允许少量水分渗透，滋养附着在墙面上的苔藓。喷雾风扇定时搅动空气，促进叶片气孔开放，增强了植物对水分的吸收能力。模块化种植毯的设计便于更换更新，当旧毯料破碎后，还可将其作为有机肥料回归系统，实现了资源的循环利用。垂直农场概念在这里得到了实际应用，单位面积产量成倍增长，大大提高了土地利用效率，为城市绿化开辟了新的空间。

## 3. 盐碱地改良配套措施

滨海地带土壤含盐量高，严重阻碍了植物的正常吸水。为改善这一状况，采取了综合改良手段。石膏粉掺入回填土中，通过化学反应置换钠离子，从而降低土壤盐分。稻草网格覆盖在表层，固定土壤，防止返盐现象的发生。淡水冲洗通道穿插于种植带之间，定期淋溶有害盐分，逐步改善土壤环境。滴灌水中添加螯合剂，能够络合重金属离子，保护根系免受毒害。在植物品种选择上，耐盐碱植物品种筛选至关重要。柽柳、碱茅等先锋物种率先定植，它们具有较强的适应能力，能够在恶劣的环境中生存下来，并逐步改善微域环境。这种循序渐进的治理过程体现了因地制宜的智慧，为盐碱地绿化提供了切实可行的方案。

## 五、长效运营保障体系

### 1. 定期巡检维护规程

每月开展全面管路巡查，运用超声波探伤仪精准检测隐蔽部位裂缝，及时排查潜在隐患。按季度更换过滤器滤芯，并执行反冲洗程序以彻底清除杂质沉积，保障水质清洁，为灌溉系统供给优质水源。实施电磁阀动作测试，确保启闭灵敏；同步开展蓄电池电量监测，防范断电风险。冬季前完成管道积水排空作业，防止冻裂；春季进行逐级加压试运行，验证系统运行状态。制定标

准化流程手册，明确各项操作规范，新入职人员需经培训考核合格后方可参与相关作业。通过严格的日常保养措施，有效延长设备使用寿命，降低突发故障概率，为系统长期稳定运行提供可靠支撑。

### 2. 能耗监测与优化

电能计量表实时记录水泵工作时间，太阳能板发电量统计纳入能效分析，全面掌握能源消耗情况。变频调速技术应用于主泵机组，根据实际需求灵活调节转速，节省电能。雨水收集利用率作为重要指标单独核算，鼓励创新节水举措。年度审计报告对比历年数据，深入挖掘节能潜力点。绿色认证体系将水资源管理水平纳入评分标准，激励企业持续改进。通过精细化管理，每一度电、每一滴水都被合理利用，降低了运营成本，提高了经济效益，实现了可持续发展。

### 3. 人员培训与知识更新

建立常态化的技术研讨机制，定期组织专题会议并邀请行业专家参与，及时传递前沿研究成果以拓展技术人员的专业认知边界。依托虚拟现实技术构建典型故障场景模拟系统，通过沉浸式训练提升员工的应急处置能力与实操水平。搭建线上学习平台整合多领域课程资源，覆盖新型材料应用、智能控制系统开发等关键方向，满足差异化学习需求。开展技术比武活动激发创新动能，遴选优秀实践方案应用于工程项目，促进技术迭代升级。通过制度化的知识更新体系与实践转化机制，持续强化人才梯队建设，为节水灌溉技术的标准化发展和规模化应用提供智力支撑<sup>[3]</sup>。

## 结语

本研究形成的节水灌溉技术体系，通过科学布局、智能调控与精细管理，有效破解了园林工程中水资源供需矛盾。实践表明，该方案在保障植物健康生长的同时，大幅降低了水资源消耗与运维成本，具有显著的环境效益与经济价值。未来需进一步强化跨学科协同创新，完善技术标准体系，推动节水灌溉技术在园林工程中的广泛应用，为生态文明建设提供技术范式。

## 参考文献

- [1] 徐新. 节水灌溉技术在农村园林绿化管理中的应用[J]. 农村科学实验, 2025, (13): 157-159.
- [2] 李俊杰, 黄畴, 杨立煜. 节水灌溉技术在西部干旱地区高速公路绿化工程中的应用[J]. 公路, 2003, (02): 121-126.
- [3] 王煜. 节水灌溉技术在南北两山环境绿化工程中的应用[J]. 甘肃农业, 2000, (09): 23-24+22.