

园林绿化施工中滴灌系统安装技术优化与节水效果评估

文 / 张艳丽 莘县城市管理服务中心园林绿化科

摘要：聚焦某绿化项目，剖析再生水滴灌系统在园林绿化施工中的实际应用，该系统运用砂石与筛网构成的二级过滤装置，辅以每月毛管加氯冲洗及年度生物菌剂添加措施，累计运行达 460 小时，灌水均匀度超过 80%。研究针对再生水水质适应性差、管道易堵塞、灌水均匀度不稳定及维护烦琐等问题展开分析，阐述滴灌、微喷灌、渗灌技术升级及智能控制系统优化路径，详细说明滴灌器选型与布置、管线铺设工艺、控制部件安装规范及压力调节要点，凸显其在水量损耗控制、水资源精准分配及灌溉效率提升方面的优势，年用水量较传统漫灌模式减少 40% 以上。

关键词：园林绿化；滴灌系统；再生水；安装技术；节水效果

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.19.120

引言

水资源短缺制约城市发展进程，园林绿化作为城市生态重要构成，传统灌溉方式耗水量大，加剧供需矛盾，节水灌溉技术是解决问题的关键，滴灌系统因精准供水、减少损耗，在园林绿化中应用广泛。再生水作为灌溉水源可缓解水资源压力，但实际应用中面临水质适配、系统堵塞等问题，北京一零一中学内部绿化区域采用再生水滴灌系统，通过特定过滤与维护措施，保障灌溉效果同时实现节水，为园林绿化滴灌系统应用提供实践案例。

一、项目概况

某绿化区域项目以再生水滴灌系统养护植物，系统首部设砂石筛网二级过滤，砂石过滤器拦截悬浮颗粒物、胶体等大粒径杂质，筛网过滤器进一步截留细小颗粒，保障进入滴灌管道的再生水水质符合灌溉标准，滴灌系统维护遵循既定周期方案，每月对毛管进行加氯处理并同步冲洗，利用氯的氧化作用抑制微生物滋生、防止有机杂质附着沉积，冲洗时借助水流压力将管道内残留杂质完全排出；每年添加一次自主研发的生物菌剂，依靠微生物代谢活动分解管道内可能形成的生物膜、降解有机堵塞物，确保滴灌通道持续畅通无阻^[1]。截至统计时间节点，该滴灌系统累计运行达 460 小时，凭借有效过滤与维护措施，系统灌水均匀度始终稳定保持在 80% 以上，充分满足校园绿化区域各类植物的水分需求，项目实施前该区域采用漫灌方式，对比可知，应用再生水滴灌系统后，年用水量较漫灌模式减少 40% 以上，既保障绿化植物良好生长态势，又实现水资源高效利用。



图 1：再生水滴灌系统进行植物灌溉养护

二、园林绿化施工中滴灌系统现存问题

（一）再生水水质引发的适应性问题

再生水之中含有浓度比较高的可溶性的盐分、有机化合物及悬浮微粒，滴灌系统运行的这个阶段，这些东西易在管道的内壁还有滴头那儿积聚，可溶盐在水分蒸发之际，在土壤表层及滴头近旁结晶，导致土壤出现盐分累积成渍，妨碍植物根系汲取水分的能力。若长时间处于偏酸或偏碱的情形，会加速管道以及滴头的腐化，造成系统可用寿命下降，增加更换的次数以及花销。

（二）系统堵塞的多因素叠加问题

物理堵塞呈现出这样的情形，即泥沙、植物残体等固态颗粒进入滴灌系统之后，在滴头流道的狭窄部位形成积聚，阻滞水流经过，生物堵塞是再生水中细菌、藻类等微生物繁衍所造成的，在滴头旁边、管道内部繁殖发育成生物絮团，跟水中有机物相互黏合，变成有黏糊感的物质，进而使流道变窄。化学堵塞的成因是水中钙、镁离子跟碳酸根、硫酸根离子结合起来，产生难溶性的沉淀聚集体，黏附在滴头内侧与管道表层，随运行时间持续延伸，渐渐变厚^[2]。三种堵塞类型彼此影响，物理堵塞所形成的间隙为微生物供给附着点，推动生物堵塞加剧；生物在代谢中产生的物质会推动化学沉淀形成，陷入不良循环怪圈，引发系统灌溉的均匀度下滑，需时常维护才可维持基本运转。

（三）灌水均匀度控制难题

滴灌系统在灌水时的均匀程度，受地形高低起伏、管道压力的波动及滴头流量偏差的影响很大，处于园林绿化施工作业期间，若地形呈现出坡度，就高处管道而言，滴头往外流出的水量变少，低处所在之处压力相对偏高，滴头流出的量变多，引起同一灌溉区域里水量分布的不匀现象。管道沿程时水头的损耗，会造成近端与远端滴头之间存在压力差异，若主管与支管管径搭配欠妥时，这类差别明显加剧了，让流量偏差突破设计允许的范畴，滴头质量参差不齐也会造成流量不均，特别是不带有压力补偿的滴头，压力波动的时候，流量的变动程度大，

难以做到让每株植物获得同等数量的水分，局部范围存在着水分过灌或欠灌情形，妨碍植物生长的均一性。

（四）运行维护的复杂性问题

滴灌系统的维护事宜，需兼顾过滤系统的清刷、管道的冲洗和滴头的疏通等多个部分，操作程序琐碎，过滤系统里的砂石过滤器得定期开展反冲洗操作，若冲洗效果欠佳，滤料截留下来的杂质会跟着水流进入到后续的管道中；若筛网过滤器的滤网未在恰当时候清理，会因堵塞状况造成进水压力往上升，造成系统整体流量的波动。若有漏水、堵塞等问题冒出来，迅速定位不容易，增加维护的麻烦程度与时间支出。

三、园林绿化施工中滴灌系统优化技术

（一）滴灌技术

滴灌系统优化采用三级过滤配置，在砂石过滤器与筛网过滤器间增设叠片过滤器，选用相应精度滤网，通过多层碟片旋转贴合实现分级过滤，每次过滤后反向旋转碟片冲洗，清除截留杂质，滴头选用压力补偿型，内置硅胶隔膜在适用压力范围内保持流量稳定，安装时与毛管采用嵌入式连接，接口处缠绕塑料带密封。主管与支管选用适配规格 PE 管，管道布置呈环状回路，在支管适当位置设置压力调节阀门，确保末端与首端压力差控制在合理范围，毛管沿植物根系分布方向铺设，位于植物主干周边，每株植物配置相应数量滴头，滴头间距根据根系扩展范围设定，毛管末端安装自动冲洗阀，每次灌溉结束后自动开启排出管内余水。

（二）微喷灌技术

微喷灌系统优化选用旋转式微喷头，喷头喷射角度可调节，工作压力设定在适配范围，流量控制在合理区间，主管采用适配规格 PVC 管，埋深不小于规定值，支管选用适配规格 PE 管，沿地表铺设并固定于支架上，支架高度距地面保持适当距离。喷头布置采用等边三角形排列，间距设定确保喷洒重叠率达到规定比例，在地形起伏处增设压力补偿装置，使同一区域喷头压力差控制在合理范围，系统首部安装电磁控制阀，与雨量传感器联动，当降雨量达到设定值时自动关闭，支管适当位置设置排水阀，灌溉结束后手动开启排出管内积水，微喷头与支管连接采用快插式接头，接头处涂抹专用密封胶增强密封性。

（三）渗灌技术

渗灌系统优化采用 PE 材质多孔渗灌管，管壁开设渗水孔，孔间距均匀，呈螺旋状分布，开孔率控制在合理比例，渗灌管埋深根据植物类型确定，乔木区、灌木区、草坪区分别设定不同深度，埋管时管周包裹适配规格土工布，土工布渗透系数符合规定标准。渗灌管适当位置设置真空破坏阀，停灌时自动开启平衡管内外气压，防止土壤颗粒吸入。

（四）智能控制技术

智能控制系统优化需在灌溉区域按规定密度布设土

壤墒情传感器，传感器埋深设定在合理位置，测量范围覆盖适用体积含水率区间，精度符合规定标准，数据采集频率设定为固定间隔，传感器通过无线模块传输数据至控制终端，传输间隔固定，控制终端采用 PLC 控制器，内置植物需水模型，根据土壤含水率与预设阈值自动触发灌溉。管道安装电磁流量计与压力变送器，实时监测流量与压力，当流量偏差或压力波动超过规定范围时，控制器自动关闭对应分区阀门并发出报警信号，移动端 APP 与控制器通过网络连接，可远程查看实时数据并手动调整灌溉参数，包括灌溉时长、间隔周期及阈值设定。

四、园林绿化施工中滴灌系统安装要点

（一）滴灌器选型操作

滴灌器选型先看水源过滤状况，定好过滤器目数和滴灌器适配规格，依据植物类别，乔木配多出口滴灌器，灌木用单出口滴灌器，草皮选喷灌式滴灌器，高程差大的区域用压力补偿型滴灌器，地势平坦处用非压力补偿型。查看滴灌器流量参数，保证和植物需水量相符，还要确认流道无毛刺、无堵塞，完成选型做密封性测试，把滴灌器连到压力测试装置，在设计压力下维持相应时长，查看接口有无渗漏。

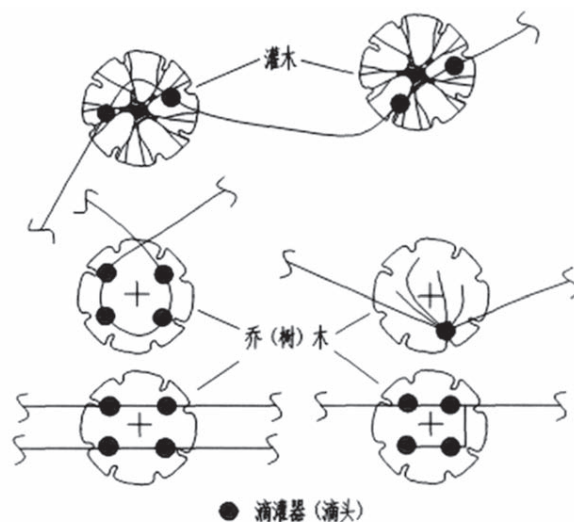


图 2：几种典型管线路选择及滴灌器布置方案

（二）滴灌器布置操作

测量灌木床面积及植物分布密度，标记每株植物滴线位置，按对称原则确定滴灌器点位，乔木在滴线处布置 4 个呈正方形分布，灌木在滴线两侧布置 2 个呈直线分布，草皮区域按面积均匀布设且间距依喷灌范围设定，滴灌器与毛管采用专用接头连接，插入深度达规定值后旋紧固定螺帽。在灌木床边缘设置移动标记，随植物生长每季度调整一次滴灌器位置，向外移动时截断旧毛管，用直通接头连接延长段，确保滴灌器始终位于滴线附近^[4]。

（三）管线铺设操作

绘制管线布置详图时采用 1:50 比例，标注主管、支

管具体走向及管径从DN50过渡到DN32、DN20的变化节点，标明各节点坐标与高程，主管沿灌木床边缘平行铺设，距建筑物外墙或围墙基础保持1.5米距离，采用机械开槽埋地施工（槽宽0.4米、深0.5米），管身缠绕3层聚乙烯防腐胶带，接口处额外包裹2层防腐带。支管从主管的三通接头分叉引出，乔木区支管呈放射状延伸至树干周围1米范围内，灌木区支管沿种植带轴线平行布置，草皮区支管按2米×2米网格状分布。支管连接使用等径多叉接头，接口处先缠绕5圈生料带，再用管钳拧紧至丝扣外露2-3牙，地表支管每隔1.2米设置一个塑料管卡，用膨胀螺丝固定于地面，所有支管末端安装DN20外螺纹冲洗插头，插头螺纹处缠绕4圈聚四氟乙烯密封胶带，用扳手旋紧至无松动，确保与支管轴线保持同心。

（四）控制部件安装操作

遥控阀安装在主管与支管连接处，阀体中心线与地面保持规定高度，固定在预制混凝土支座上，一次过滤器串联在主管进水端，进出口加装压力表并水平安装，滤壳朝向便于拆卸的方向。二次过滤器安装在遥控阀出水端，采用三通过滤结构且接口与支管管径匹配，化肥喷射器安装在一次过滤器与压力调节器之间，进液口连接药剂容器，出液口与主管相通，连接处加装单向阀，分区控制器固定在防雨箱内，箱底距地面保持规定高度，输出线路分别连接各遥控阀电磁线圈，接线处用绝缘胶布包裹。

（五）压力调节操作

系统安装后，先缓慢开启主管阀门至1/3开度，依次打开各支管冲洗插头，将水流速控制在1.5m/s以内，持续排放管内砂石、碎屑等杂质，直至出水透明度与自来水一致时关闭插头，主管上的一次压力调节器水平安装，进口端加装Y型过滤器，旋转调节旋钮使压力表指针稳定在0.25MPa设计值，用扳手拧紧调节器顶端的固定螺母。各支管入口的二次压力调节器垂直安装，先全开远端滴灌器，缓慢旋转调节手柄，使末端滴灌器处压力表显示0.15MPa最小设计值，并记录手柄旋转圈数，再调节近端调节器，确保同一支管首末端压力差≤0.05MPa，用红色记号笔在调节器刻度盘对应位置做标记，覆盖30mm×50mm防水透明贴纸。

五、园林绿化施工中滴灌系统节水效果

（一）水量损耗控制情况

滴灌系统借滴头以滴状输水至植物根区土壤，水分直抵根系分布处，减少地表漫流造成的径流损耗，园林地形起伏处，压力补偿型滴头稳定各点位出流量，防止低处积水、高处缺水，降低地形导致的无效耗水。相较喷灌，滴灌无需雾化，减少高温下蒸发损失，让更多水

分存于根区，灌木床与建筑相邻区域，滴灌避免喷洒扩散致墙体积水，控制水分向非灌溉区渗透。

（二）水资源分配精准度

滴灌系统依据植物需水特性，通过差异化布置滴灌器实现水量定向分配，乔木区域采用多出口滴灌器，将水分输送至更广泛的根系分布范围，满足乔木对水分的需求；灌木区域使用单出口滴灌器，聚焦于植株基部，精准提供水分；草皮区域运用喷灌式滴灌器，均匀覆盖整个草皮，避免对非目标植物区域的无效供水。在不同太阳方位的灌木床之间，通过调整滴灌器流量参数，使光照充足的区域获得相应的水量，光照较少的区域减少供水量，紧密契合植物的实际水分需求，再生水滴灌系统经过多级过滤处理，使水质符合灌溉标准后，直接用于植物根区供水，有效拓展了水资源的利用途径。

（三）灌溉效率对比表现

滴灌系统累计运行中，单位面积灌溉用水量比漫灌大幅降低，同绿化区域年用水量减少幅度稳定，通过压力调节与滴头优化布置，灌水均匀度高，区域内植物根系获水量差异小，减少过灌。乔灌木混种区，滴灌可分别设定两类植物灌溉周期，避免统一供水导致乔木欠灌、灌木过灌，提升水量利用效率，借助土壤湿度监测，精准把握灌溉时机与时长，减少盲目灌溉造成的水资源闲置^[5]。

结语

再生水滴灌系统于园林绿化施工中凸显节水潜力，经科学过滤维护确保长期稳定运行，处理水质失配、堵塞问题，要靠技术优化与规范安装操作，压力补偿型滴头、智能控制等技术运用，可提高灌水均匀度与效率，依据植物特性和地形条件选用不同灌溉技术，能增强节水成效。实际经验显示，精心设计管理的滴灌系统，既能保证绿化效果，又能高效利用水资源。

参考文献

- [1] 王春梅, 刘杰. 草坪微喷技术在现代园林灌溉中的应用与效果分析 [J]. 新农民, 2024, (29): 97-99.
- [2] 王天淇. 园林绿化推广高效节水灌溉技术 [N]. 北京日报, 2023-01-10 (006).
- [3] 李春霞. 园林绿化节水灌溉关键技术探析 [J]. 居舍, 2021, (20): 98-99.
- [4] 王桂茹. 园林绿化应用滴灌节水技术的成效及实施要点阐述 [J]. 现代园艺, 2018, (08): 129.
- [5] 罗嘉欢. 园林绿化节水滴灌系统设计 [J]. 广东园林, 2010, 32 (03): 51-53.

作者简介：张艳丽，1983年10月，女，汉族，山东省聊城市莘县，中级工程师，本科，研究方向：园林绿化，园林工程。