

城镇智慧污水处理系统的自动化应用分析

秦敏 朱士圣

南京中电环保水务有限公司, 江苏南京, 210000;

摘要: 随着我国城镇建设的不断发展, 污水排放水质、水量等存在较多的不均匀特性, 这不仅对环境保护提出了更高的要求, 同时也对能源的可持续再生及利用提出了更为迫切的需求。相较于大型城市的污水管网设置及污水处理站配置, 一部分城镇地区由于生活污水分布密度低、距离远, 导致不便于集中收集处理。因此, 为了更好地满足生产生活的实际需求, 新城镇智慧污水处理系统应运而生, 旨在通过智能化的手段, 有效解决城镇污水分散处理的难题, 提高污水处理效率, 降低运营成本, 同时保护环境, 促进资源的可持续利用。

部分地区城镇生活环境人口居住密度低, 污水处理点分散, 传统的集中处理方式成本高、效率低、占地面积大, 对基础设施建设、处理成本、环境等都造成了很大浪费和影响, 在城镇建设和土地规划方面有一定的局限性。

结合城镇发展, 小型、分散区域的生活污水处理的需求越来越大。污水处理系统不但要优先实现水质处理的功能, 还需要兼备监控维护工作量小、智能化的特点。在实现污水处理、绿色环保再利用的同时, 减少人工维护工作量, 简化操作, 并实现自动化运行及监控。

智慧污水处理系统利用先进的传感器技术、自动化控制技术和远程通信技术, 实现了对污水处理过程的实时监测和控制。系统能够自动调整处理参数, 确保出水水质达到排放标准, 同时通过数据分析优化运行策略, 降低能耗和运营成本。此外, 智慧污水处理系统还具备故障预警和远程故障诊断功能, 能够及时发现并解决问题, 保障系统的稳定运行。这种自动化应用不仅提高了污水处理的效率和可靠性, 还为城镇的可持续发展提供了有力支持。

关键词: 城镇污水处理; 自动化; 智慧; 节能; 环保

DOI: 10.69979/3029-2727.24.12.045

1 城镇智慧污水处理系统介绍

新城镇智慧污水处理系统不仅具备了水质取样分析、实时监控水质状况的能力, 还能够根据分析结果自动调节处理过程, 确保水质处理效果达到最优。此外, 该系统还实现了水资源的循环再利用, 大大提高了水资源的使用效率。

整套控制系统体积小巧, 操作方便, 集成的自动控制设备采用全国产元器件, 便于维护保养和更换。系统投运后, 可通过触摸屏直接监控污水处理情况, 操作简单直观。系统更具人性化数据报表自动形成功能, 可根据污水处理监控需求, 定时、按需形成监控数据报表并按用户需要自动生成报警记录。另外, 新城镇智慧污水处理系统配备 5G 网络传输功能, 可将监测数据及观测视频通过 5G 网络传输至运行人员手机或监控室, 实现无人值守、自动运行、实时监控、故障报警等功能, 从而降低硬件及人工成本。

新城镇智慧污水处理系统可以很好的使用于城镇分散型污水处理点, 不需要大范围、远距离组建污水处理管网, 大大节省了材料成本和人工施工成本。新城镇

智慧污水处理系统可根据周围环境, 更好地借用零星空间, “就地”实现生活污水的处理及排放。

此外, 该系统还具备高度的智能化特点, 能够利用先进的数据分析算法对水质进行实时监测和预测, 确保水质达标。系统内置的 AI 模块能够不断学习和优化处理策略, 以适应不同水质条件和处理需求, 提高处理效率和稳定性。同时, 新城镇智慧污水处理系统还支持远程操控和升级, 运维人员可以通过网络平台对系统进行远程监控和管理, 及时发现并解决潜在问题, 确保系统持续稳定运行。

新城镇智慧污水处理系统的应用, 不仅提升了污水处理效率, 还实现了资源的最大化利用。其高效的处理能力和智能化的管理模式, 使得污水处理过程更加科学、规范。同时, 该系统的推广应用, 还有助于推动城镇污水处理的智能化、信息化进程, 为城镇环境保护和可持续发展提供有力支持。未来, 随着技术的不断进步和应用的不断深化, 新城镇智慧污水处理系统将在更多领域发挥重要作用, 为城镇污水处理事业作出更大贡献。

2 系统控制方式

2.1 工艺系统流程

智慧污水处理设备为整体安装，施工方便快捷，运行效果良好，维护管理简单。污水首先经过简单管网收集，集中送入一体化提升井。提升井内设置提篮格栅，能初步截留细小的杂质，既可以减少水泵污堵的可能，也能减少后续工艺的冲击。最后利用井内潜水泵提升污水至污水一体化处理设备。

污水进入一体化设备后先经过厌氧反应，降解少量COD，并去除TP。接着在缺氧区对回流的硝化液进行反硝化反应，去除TN。最后流入好氧池（生物接触氧化池），在曝气的条件下，和生长在填料上的活性污泥以及载体上附着生长的生物膜充分接触，依靠生物降解作用去除COD和NH3-N。

对于硝化液的回流，小吨数采用气提回流的方式，减少动设备的投入，利用已有的曝气设备对硝化液进行提升，减少运营成本和后期的维护成本。

好氧池出水进入后端沉淀池进行净化处理，水中悬浮杂质和污泥在池中进行沉淀，分离出的泥渣在重力作用下沿着池体向下落至池底集中排出，处理后的水则沿池体上升流出沉淀池。

污泥部分一方面通过打回流内源消化，减少甚至没有污泥的排放。另一部分，抽粪车定期抽走一部分罐内沉积污泥。

为保证出水效果，在厌氧段、缺氧段、好氧段均投放不同规格的填料，为微生物的生长提供环境。

在厌氧段，主要采用的是悬浮填料，这种填料具有较高的比表面积，能够提供丰富的附着位点给厌氧菌，促进它们的生长和繁殖。缺氧段则选用的是固定式填料，这种填料结构稳定，有利于缺氧菌的附着和生长，同时也有助于反硝化反应的进行。而在好氧段，由于生物降解作用较强，需要更高的生物量和更丰富的微生物种类，因此采用的是组合式填料，这种填料结合了悬浮填料和固定式填料的优点，能够提供更大的比表面积和更丰富的微生物生长环境，从而提高了生物降解效率。

整个工艺系统流程设计合理，各处理单元之间衔接紧密，能够实现对污水的有效处理。同时，智慧污水处理设备的运用也大大提高了处理效率和管理水平，降低了运营成本和后期维护成本。这种智慧污水处理系统不仅适用于城镇污水处理，还可广泛应用于工业废水处理、农村污水处理等领域，具有重要的应用价值和推广前景。

城镇智慧污水处理系统工艺流程详见图1。

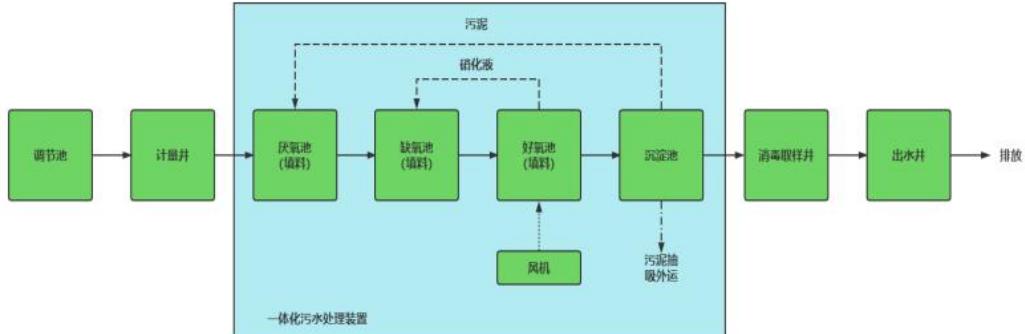


图1 城镇智慧污水处理系统工艺流程图

2.2 城镇智慧污水处理系统就地控制柜配置要求

每一套城镇智慧污水处理系统配置一面就地控制柜。柜体形式及柜内布置如下图所示：

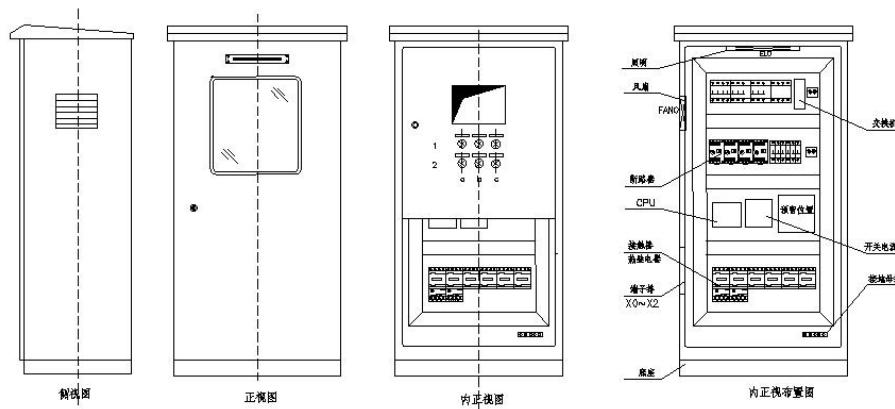


图2 城镇智慧污水处理系统就地控制柜图

城镇智慧污水处理系统就地控制柜内包含潜污泵、风机、流量计、计量泵、紫外线发生器等就地用电设备的供电及就地控制元器件。柜内配有一套小型 PLC 模块及一面触摸屏，用于实现系统内所有信号的采集及自动控制逻辑编制，提供站内设备的基本联动、联锁和保护控制。柜体内门上还设有就地手动操作按钮盒指示灯，用于触摸屏或 PLC 失效状态下单体设备的手动启停控制。两种控制方式互为备用，为设备的稳定可靠运行提供了保障。

控制柜多用于城镇室外安装，柜体需要考虑室外防雨、防晒、防潮、防虫、防雷等要求。为保障柜内元器件的防潮及通风，柜内设置通风系统及防凝露装置，防凝露装置可以自动控制柜内温度及湿度，确保设备安全运行。根据各地区气温需要，柜内设置排气风扇，以保证运行时内部温度不超过设备允许温度。控制柜采用前单开门、双层门设计，外层柜门设专用外置挂锁，内层门面板设置设备启停操作按钮及触摸控制盘，切实保证室外设备的操作安全。

智慧污水处理系统的自动控制由 PLC 控制器、触摸屏、智能网关、控制柜及相关软件组成。通过 PLC 控制器、触摸屏、仪表、自动门、电机等设备对污水处理进行程序自动控制，实现现场无人值守的操作要求。控制柜内的智能网关，将 PLC 采集及处理的设备运行数据实时上传至远程监控智慧管理平台，即可通过远程智慧管理平台对设备进行远程监控及操作。城镇智慧污水处理系统可以实现全自动运行、远方手动、就地手动等操作方式，不同操作之间可以无扰切换。即使设备地处偏远位置，也无需操作运行人员赶赴现场进行监控。

此外，控制柜还具备高度的可扩展性和灵活性，能够适应未来污水处理工艺的变化及升级需求。通过简单的编程调整，即可实现对新增设备的接入及控制逻辑的优化，降低了系统维护升级的难度及成本。同时，控制柜内的所有接线及元器件均经过严格的品质测试及筛选，确保其在恶劣的室外环境下仍能长期稳定运行，提高了整个污水处理系统的可靠性及耐用性。

控制柜的设计还充分考虑了节能与环保的要求。采用高效节能的元器件及优化的控制策略，减少不必要的能耗，降低运行成本。同时，控制柜内的材料选择及制造工艺均符合环保标准，减少对环境的污染。此外，控制柜还具备完善的故障诊断及报警功能，一旦发生故障，

能够迅速定位并发出报警信号，便于维修人员及时处理，避免故障扩大，确保污水处理系统的连续稳定运行。通过这些先进的设计和功能，城镇智慧污水处理系统就地控制柜为污水处理行业的自动化应用提供了有力的支持。

2.3 自动控制程序

自动控制系统采用一套小型 PLC 作为编程下位机，采用一面 10 寸彩色触摸屏作为上位机。根据控制设备数量，选用小型 PLC 具有较强的使用性价比，技能实现控制逻辑需求，也能节省控制柜空间，降低设备成本。结合系统设备控制要求，城镇智慧污水处理系统的自动控制对象主要包括：计量泵、潜污泵、曝气风机、搅拌机，测量仪表包括：浮球液位开关、超声波液位计、电磁流量计、压力表等。电机及仪表信号采用硬接线形式接入小型 PLC，信号输入可靠，干扰小。下位机程序根据控制步序要求及设备报警要求，设定相关数据的报警值，并形成自动运行控制逻辑。所有报警及设备运行状态在触摸屏及远程监控设备上均实时可见，报警信号可形成历史数据报警记录，可供运行人员随时查阅及打印。

触摸屏监控画面可动态显示各种设备的运行状态、仪表的测量数据，直观地监测设备的使用情况。触摸屏设置“参数设定”按钮，使得每一套设备都能根据实际需求“定制”设定参数，设备使用更加灵活。分散在各地的智慧污水处理系统通过就地控制柜内的 5G 信号传输，形成区域性的“组网”，可以实现无人值守、自动检测、集中监控。操作管理人员不但能足不出户地集中监测各地的设备运行情况，还可以通过终端画面分别操作各个智慧污水处理系统。既能实现对系统的远程启停控制，也能远程调节运行参数，调整系统运行需求。

此外，自动控制程序还具备强大的故障诊断功能。通过对设备运行数据的实时监测与分析，系统能够及时发现潜在的故障隐患，并自动触发报警机制。一旦检测到异常情况，系统会立即发送报警信息至触摸屏及远程监控设备，提醒操作管理人员迅速响应。同时，系统还能自动生成故障诊断报告，详细记录故障发生的时间、位置、原因及建议的处理措施，为后续的故障排查与维修提供有力支持。

在节能降耗方面，自动控制程序也发挥着重要作用。通过优化设备运行逻辑，系统能够根据实际处理需求自动调节设备的运行功率和工作时间，有效降低能耗。此

外,系统还能对设备的能耗数据进行统计分析,为运行人员提供科学的节能降耗建议,助力城镇智慧污水处理系统实现绿色运行。

综上所述,城镇智慧污水处理系统的自动控制程序不仅提高了系统的运行效率和稳定性,还降低了运维成本,为城镇污水处理事业的可持续发展提供了有力保障。

城镇智慧污水处理系统自动控制触摸屏界面见图3:

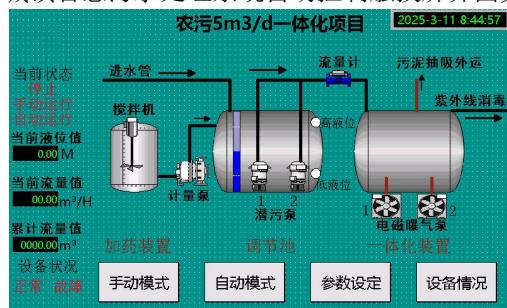


图3 城镇智慧污水处理系统自动控制触摸屏界面

3 总结

智慧污水处理系统结合了城镇地区污水分布特点,兼具了多、快、好、省的特点,系统适用点多、设备安装快、污水处理效果好、投入成本低。既实现了对城镇地区生活污水的处理,又结合地域特点实现小投入大产出。随着电气自动化在城镇智慧污水处理系统中的广泛应用,智慧污水处理系统可逐渐实现城镇生活污水分散就地处理、投入小、无环境污染的要求,最终实现生活污水循环利用和无污染排放。

综上所述,智慧污水处理系统处理后的水可循环利用,用于周边植物的灌溉,节约了土地资源,降低了分散地区污水集中处理的成本投入,拥有良好的经济生态效益。

参考文献

- [1] 刘世巍. 浅析电气工程及其自动化的发展趋势[J]. 电子世界, 2016(13)
- [2] 孙优贤, 褚健, 俞金寿. 《控制理论与应用》