

安科瑞智慧水务配电能效管理系统-在污水处理厂中的表现和布局

产品名称	安科瑞智慧水务配电能效管理系统-在污水处理厂中的表现和布局
公司名称	安科瑞电气股份有限公司
价格	.00/件
规格参数	品牌:安科瑞 型号:智慧水务配电能效管理系统 产地:江苏江阴
公司地址	上海市嘉定区育绿路253号
联系电话	19821750213 19821750213

产品详情

摘要：文章主要研究污水处理厂的电气节能设计。针对污水处理厂实际运行中耗电量高的问题，需要从用电设备选型、配电回路设计、智慧水厂建设等方面进行节能设计。通过在工程实际中的应用，证明了相关设计的可靠性与有效性。

关键词：污水处理厂；电气设计；节能设计；数字化；智慧水厂

0引言

污水处理厂是城镇污水处理及资源化利用的主要场所，处理产生的污泥等可以作为生物发电的燃料，污水处理厂的建设对改善城镇人居环境、加快生态文明建设具有重要意义。但是，污水处理也是一项高耗能产业，其中电能消耗占很大的比例，因此，加强污水处理厂电气节能设计对污水处理厂的节能减排至关重要。

1研究背景

2021年6月，国家印发《“十四五”城镇污水处理及资源化利用发展规划》，指出“十四五”期间，我国要基本消除城市建成区生活污水直排口和收集处理设施空白区，要新增污水处理能力 $2.000 \times 10^7 \text{m}^3/\text{d}$ 。到2025年，全国城市的生活污水集中收集率要力争达到70%。2019—2020年我国污水处理情况如表1所示。

2污水处理厂的能耗特点

污水处理厂的消耗主要集中在电力、药物、燃料等方面，电能在污水处理厂总能耗的占比超过70%。同时，在污水处理厂投资中，电气部分投资占比为12%左右。因此，加强污水处理厂的电气节能设计对污水处理厂减少能耗与投资具有重要意义。

在污水处理厂中需要用到大量的用电设备，如在预处理系统中需要用到排污泵、闸门、除污机等，在沉淀池中需要用到搅拌机、提升泵、排泥机等，在污泥处理系统中需要用到压榨泵、清洗泵、螺杆泵等，这些用电设备需要消耗大量电能。此外，紫外消毒、照明、除臭等系统也需要消耗大量的电能。根据《城市污水处理工程项目建设标准》的有关规定，达到一级B排放标准的污水处理厂处理每立方米污水的电耗是 $0.15 \sim 0.28 \text{ kW} \cdot \text{h}$ ，达到一级A排放标准的污水处理厂处理每立方米污水的电耗是 $0.28 \sim 0.4 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 。

在污水处理厂的电气设计中，节能优化需要考虑的问题。在节能设计前，需要针对《城市污水处理工程项目建设标准》中污水处理厂电耗的“硬指标”，分析污水处理厂的能耗特点。污水处理厂中的工艺处理单元大致可以分为预处理单元、生化处理单元和污泥处理单元，如图1所示。其中，预处理单元中一般会有多台大功率水泵；生化处理单元的电能消耗一般达到整厂工艺设备电能消耗的 $50\% \sim 70\%$ ，而生化处理单元中的曝气处理能耗又在其中占很大比例，因为曝气处理的用电设备主要是鼓风机等。由此可见，污水处理厂的电能消耗分布相对集中，呈现“大集中，小分散”的特点。

3 污水处理厂的电气节能设计

污水处理厂中有大量的用电设备，包括鼓风机、泵、搅拌器、照明设备等。作为设计人员，不仅要考虑用电设备的配电、选型与布局等问题，针对污水处理厂的高耗能问题，还需要在设计阶段考虑用电设备的节能与优化问题。常用的电气节能手段包括选用能效等级高的变压器、选用符合经济电流密度要求的缆线、变电所位置合理选址等，上述方法目前已经发展较为成熟，在大多数的厂站设计中都用到了相关的方法。随着科技的进步，特别是数字化、智能化技术的发展，污水处理厂电气节能设计的新技术、新方法也慢慢得到普及。

3.1 常规节能方法

(1) 合理选择变电所位置。小型污水处理厂规模较小、工艺简单，用电设备比较少、负荷比较集中。针对小型污水处理厂，在条件允许情况下可设置1个变电所，并深入负荷中心，使变电所离用电点的总距离较小，进而实现低压配电距离的*小化，减少配电回路中缆线、管线、沟槽等的消耗与开挖。大型污水处理厂的面积和规模比较大，用电设备布局较为分散，用电负荷呈现“分散式集中”的特点。在设计阶段，可以采用多变电中心的模式，设置1个总的变电中心，外加多个分散的分变电所，实现放射式的供电布局。一方面，可以减少电气设备过于集中导致的电房面积过大和电气设备的噪声、散热等问题；另一方面，可以减少缆线电压损失，提高电能质量，有利于用电设备的正常运行。

(2) 选择能效等级较高的变压器。变压器容量的选择对整个供配电系统具有决定性的影响，若变压器容量过大，会产生变压器负荷率降低、工程建设费用增大、变压器损耗增大等问题。因此，在设计阶段，要选择容量合适的变压器。在新版规范《电力变压器能效限定值及能效等级》中，对变压器的空载损耗和负载损耗的要求有所变化，如表2所示。以 10 kV 干式变压器为例，1级电工钢带变压器的空载损耗相对于之前降低了 25% 左右，负载损耗针对大容量的变压器也有较大程度的下降，因此在有条件的情况下，需要优先选用能效等级较高的变压器，有利于实现节能。

(3) 采用低压变频器。在污水处理厂中，大功率的水泵和风机是“用电大户”。理论上，电动机的转速和流量成正比，同时转速的立方与电动机功率成正比，因此合理调整进水流量和电动机转速对污水处理厂电气节能具有重要意义。应用变频器可以满足生产工艺过程中对电动机调速控制的要求，进而节约电能、降低生产成本。在实际设计过程中，针对大功率电动机选用变频器时，要根据电动机的工作电压选择高压（ 10 kV ）变频器或低压（ 0.4 kV ）变频器。高压变频器具有费用较高、占地面积较大、维修烦琐等劣势，在有条件的情况下，应该优先选用低压变频器。

(4) 合理选择电缆规格和型号。污水处理厂中各种电缆的消耗巨大，随着国际铜价的持续升，电缆的费用也不断创下新高。在设计中存在电缆截面选择过大的问题，在设计中较少根据经济电流密度选择电缆

截面，电缆的选择较为“不经济”。在选择电缆型号时，可以先根据经济电流密度计算经济截面，然后以经济截面为基础校验电缆允许温升、电压损失、短路热稳定等条件，在上述条件成立时，优先选择接近经济截面的电缆截面。同时在确定电缆走向和敷设过程中，做到“少走弯路，不走回头路”，从而减少重复敷设带来的电缆浪费。

3.2建设数字化、智能化的智慧水厂

近年来，伴随着我国“新基建”“碳达峰、碳中和”等理念的提出，我国智慧水厂的建设进入高速发展期。建设智慧水厂是促进数字经济与实体经济深度融合，赋能传统产业转型升级的重要途径。智慧水厂中包含智能安防系统、智能药料投加系统、生产监控管理系统等，这些系统的相关配合可以从根本上减少人力、物力的消耗，*终实现节能减排的效果。在国家大力发展数字经济的背景下，需要对传统模式的污水处理厂进行数字化、智能化的升级改造。需要在智慧水厂建设中以数字化为驱动，可以通过数字化手段实现安防智慧防控、药剂投加、泵站智能调度、能源智能监测等功能，从根本上实现电气节能、提质增效的目的。针对智慧水厂的建设，在设计阶段可以从以下几点着手。

(1) 采用电能能效管理系统。污水处理厂的生产设备种类繁多，除了工艺设备，还有照明、通风、视频监控等辅助设备，在智慧水厂的建设中，需要采用电能能效管理系统实现对全厂用电设备及能源消耗的全面监测、评估和分析，进而优化生产运行中的用能过程。在设计阶段，可以采用自带监测器和通信功能的变压器、直流柜及发电机组等，将设备相关信息传递至能效管理系统。利用微机综合保护单元，通过网关将高压柜连接到能效管理系统，同时将配电回路中的各种断路器及低压开关柜通过相关网关连接至能效管理系统。通过系统的分析处理，实时掌握用电设备的运行状态，对全厂各用电设备的用电状态进行优化配置，对用电状态异常的设备做到尽早检修，使设备运行在*高效状态，从而tigao污水处理厂的能效水平。

(2) 采用智能照明系统。在地埋式的污水处理厂中，照明系统的耗电量远远大于常规水厂。因此针对地埋式的污水处理厂，需要设计智能照明系统。在灯具选型上，需要优先选用发光效率高、节能的灯具，同时需要实现区域照度的调整，以节约电能，并减少照明系统的维护成本。

(3) 采用智能化曝气控制技术。曝气环节对污水处理工艺有着至关重要的作用。曝气过多会导致溶解氧进入生化池的缺氧区、厌氧区，影响反硝化效果，也会打碎污泥絮体，影响出水水质，同时会使得电能消耗增加；曝气过少，会抑制生化池中的硝化反应，引起细菌繁殖，导致污泥膨胀等。因此，针对曝气系统，采用控制技术实现曝气的jingque化、合理化。

相较于传统的曝气控制技术，智能化曝气控制技术可以合理分配曝气量、缩短工艺运行时间、减少电能消耗、tigao生化处理效率，在有条件的情况下，需要优先采用智能曝气控制技术。

4污水处理厂的电气节能设计实践

以广州市某污水处理厂为例，该厂污水处理能力为 $2.5 \times 105\text{m}^3/\text{d}$ 。在电气节能设计中，采用10/0.4kV变配电中心、一级低压配电房及二级低压配电房的配电方式，减少了配电线路的损耗。同时设计了动态有源滤波、智能变频调速系统，应用了节能型灯具与电缆桥架等。在智慧水厂建设中，设计了智能照明系统、地下无线覆盖系统、独立生化池与曝气自动控制系统、自动巡检机器人系统、电能能效管理系统等。根据实际运行效果，相较于传统污水处理厂，采用了节能设计的污水处理厂的能耗水平整体降低10%，达到了节能减排、提质增效的目的。

5安科瑞电气针对智慧城市水务建设推出能效管理解决方案----AcrelEMS-SW智慧水务能效管理平台

5.1平台概述

安科瑞电气具备从终端感知、边缘计算到能效管理平台的产品生态体系，AcrelEMS-SW智慧水务能效管理平台通过在污水厂源、网、荷、储、充的各个关键节点安装保护、监测、分析、治理装置，用于监测污水厂能耗总量和能耗强度，重点监测主要用能设备能效，保护污水厂运行安全可靠，tigao污水厂能效，为污水处理的能效管理提供科学、精细的解决方案。

5.2平台组成

AcrelEMS智慧水务综合能效管理系统由变电站综合自动化系统、电力监控及能效管理系统组成，涵盖了水务中压变配电系统、电气安全、应急电源、能源管理、照明控制、设备运维等，贯穿水务能源流的始终，帮助运维管理人员通过一套平台、一个APP实时了解水务配电系统运行状况，并且根据权限可以适用于水务后勤部门管理需要。

5.3平台拓扑图

5.4平台子系统

5.4.1变电站综合自动化系统及电力监控

对水务配电系统中35kV、10kV电压等级配置继电保护和弧光保护，实现遥测、遥信、遥控、遥调等功能，对异常情况及时预警。

监测变压器、水泵、鼓风机的电流、电压、有功/无功功率、功率因数、负荷率、温度、三相平衡、异常报警等数据。

5.4.2电能质量监测与治理

水务中大量的大功率电机、水泵变频启动导致配电系统中存在大量谐波，通过监测其配电系统的谐波畸变、电压波动、闪变和容忍度指标分析其电能质量，并配置对应的电能质量治理措施tigao供电电能质量。

5.4.3电动机管理

马达监控实现水务中电机的保护、遥测、遥信、遥控功能，电动机保护器能对过载、短路、缺相、漏电等异常情况进行保护、监测和报警。高效、准确地反映出故障状态、故障时间、故障地点、及相关信息，对电机进行健康诊断和预防性维护。同时支持与PLC、软启、变频器等配合，实现电动机自动或远程控制，监视、控制各个工艺设备,保障正常生产。

5.4.4能耗管理

为水务搭建计量体系，显示水务的能源流向和能源损耗，通过能源流向图帮助水务分析能源消耗去向，找出能源消耗异常区域。

将所有有关能源的参数集中在一个看板中，从多个维度对比分析，实现各个工艺环节的能耗对比，帮助领导掌控整个工厂的能源消耗，能源成本，标煤排放等的情况。

能耗数据统计采集水务中污水厂、自来水厂、水泵站等的用电、用水、燃气、冷热量消耗量，同环比对比分析，能耗总量和能耗强度计算，标煤计算和CO2排放统计趋势。

能效分析按三级计量架构，分别进行能效分析，契合能源管理体系要求，可对各车间/职能部门的能效水平进行分析，同比、环比、对标等。通过污水处理产量以及系统采集的能耗数据，在污水单耗中生成污水单耗趋势图，并进行同比和环比分析，同时将污水的单耗与行业/国家/国际先进指标对标，以便企业能够根据产品单耗情况来调整生产工艺，从而降低能耗。

5.4.5智能照明控制

系统为污水厂、自来水厂、水泵站等提供了照明控制管理方案，支持单控、区域控制、自动控制、感应控制、定时控制、场景控制、调光控制等多种控制方式，模块可根据经纬度自动识别日出日落时间实现自动控制功能，尽量利用自然光照，实现室内、厂区照明的智能控制达到安全、节能、舒适、高效的目的。

5.4.6电气安全

(1) 电气火灾监测

监测配电系统回路的漏电电流和线缆温度，实现对污水厂、自来水厂、水泵站的电气安全预警。

(2) 消防应急照明和疏散指示

根据预先设置的应急预案快速启动疏散方案引导人员疏散。系统接入消防应急照明指示系统数据，通过平面图显示疏散指示灯具工作状态和异常情况。

(3) 消防设备电源监测

监测消防设备的工作电源是否正常，保障在发生火灾时消防设备可以正常投入使用。

(4) 防火门监控系统

防火门监控系统集中控制其各终端设备即防火门监控模块、电动闭门器、电磁释放器的工作状态，实时监测疏散通道防火门的开启、关闭及故障状态，显示终端设备开路、短路等故障信号。系统采用消防二总线将具有通信功能的监控模块相互连接起来，当终端设备发生短路、断路等故障时，防火门监控器能发出报警信号，能指示报警部位并保存报警信息，保障了电气安全的可靠性。

5.4.7环境监测

污水厂、自来水厂、水泵站等场所温湿度、烟雾、积水浸水、视频、UPS电池间可燃气体浓度展示和预警，保障污水厂、自来水厂、水泵站等安全运行。当可燃气体或有害气体浓度超标可自动启动排风风机或新风系统，排除隐患，保持良好的水处理环境。

5.4.8分布式光伏监测

实时监测低压并网柜每路的电流、电压、功率等电气参数及断路器开关状态，逆变器运行监视，对逆变器直流侧每一光伏组串的输入直流电压、直流电流、直流功率，逆变器交流电压、交流电流、频率、功率因数、当前发电功率、累计发电量进行监测，以曲线方式绘制上述监测的各个参量的历史数据。

平台结合厂区实际分布情况，通过3D或2.5D平面图显示分布式光伏组件在屋顶、车棚的分布情况，显示

汇流箱、并网点位置，各个屋顶的装机容量。

5.4.9 工艺仿真监控

平台通过2D、3D方式实时监视粗格栅、污水提升、细格栅、曝气沉砂、改良生化处理、二沉、加氯接触消毒、污泥浓缩压滤、生物除臭等工艺设备运行状态。在格栅清渣机、污水提升泵、回流泵、曝气风机、加药泵、浓缩压滤机、吸沙泵、吸泥泵等低压电动机控制柜或低压馈电柜安装电动机保护，进行短路、过流、过载、起动超时、断相、不平衡、低功率、接地/漏电、保护、堵转、逆序、温度等保护以及外部故障连锁停机，与PLC、软启、变频器等配合，实现电动机自动或远程控制，监视、控制各个工艺设备,保障正常生产。

5.5 相关平台部署硬件选型清单

5.5.1 电力监控、电能质量、电动机管理及配电室环境监控系统

6 结束语

总体来说，在污水处理厂电气节能设计中，可以采用常规设计方法和建立指挥水厂等新方法、新技术。目前，污水处理厂的智慧化建设正在如火如荼地开展，但同时存在许多问题如缺乏统一的规划和管理，操作人员对设备和系统不熟悉，部分功能过于复杂等。因此，针对智慧水厂的建设，还有很多工作要做。