

# 污水处理厂电气控制设计及节能措施

杨柳

广西壮族自治区建筑科学研究设计院 广西 530005

**【摘要】**随着国家经济建设的不断提速,各行业生产过程中产生的污水、废水越来越多。为了应对这个问题,全国各地新建很多污水处理厂。污水厂的建设虽然在一定程度上解决污水处理的问题,但是在污水处理过程中需要消耗大量的电能,同时对资金和设备的投入都较大。有些污水处理厂无法承受巨大的成本压力,致使经营出现问题。面对这些困难,污水处理厂需要在各个方面加以改进,降低厂子的运营成本,提高污水处理效率。本文从降低污水处理厂能源消耗的角度出发,分析污水处理厂电气控制设计,探讨污水处理厂电气节能的措施,希望对相关人员有一定的借鉴意义。

**【关键词】**污水处理厂; 电气; 控制; 设计; 节能; 措施

**【DOI】** 10.12252/j.issn.2096-627X.2020.03.1181

## 1 污水处理厂及其电气系统概述

### 1.1 污水处理厂概述

污水处理厂的主要作用是对城镇污水进行强化处理,使处理后的污废水符合相关标准,从而提高用水质量,保护环境。通常情况下,污水处理厂的处理方式可分为2种类型,即集中与分散处理,然后将处理后的废水排入水体之中或再生利用。在废水的处理过程中,污水处理厂通常结合生物、物理、化学等处理方法进行污水处理,在保障污水处理最佳效果的前提下,节省投资运行费用一直是污水处理厂发展的目标。

### 1.2 污水处理厂电气系统

污水处理厂的电气系统主要由配电系统、照明系统、建筑物防雷接地系统及自动控制系统组成,这些组成部分也是污水处理厂能源消耗的重要元件。

## 2 污水处理厂电气控制系统设计分析

### 2.1 总体结构设计

污水处理厂自动控制的目的是保证污水处理厂的安全可靠运行,改善劳动条件和提高科学管理水平;监测和控制各处理单元和关键工艺参数,保证出水水质;最大限度地发挥设备功效和节能降耗。自动控制系统应能监视和控制全部工艺流程和设备的运行,并应具有信息收集、处理、控制令管理和安全保护功能。

在自动化控制系统中,主要的网络构成有三层:第一层是信息层,其主要组成部分包括网络打印机、以太网交换机、便携式计算机、服务器、工程师站、操作员站、信息层等。信息层设备设置在中控室,采用客户机/服务器(C/S)模式,局域网宜采用100/1000M以太网。第二层是控制层,控制层宜采用工业以太网或其他成熟的工业控制网络,以主/从、对等或混合结构的通信方式连接中央监控站、工程师站和各现场控制站;控制层设备设在各个现场控制站,控制站下可设远程I/O站。现场控制站宜为无人值守模式,操作界面采用触摸显示屏。小型污水处理厂不宜设现场控制层。第三层是设备层,其主要组成部分包括现场控制设备以及智能化仪表。大、中型污水处理厂设备层宜采用现场总线网络。小型污水处理厂设备层通常以硬接线方式直接将仪表与现场控制站相连。在污水处理厂中,其自动化控制系统的控制模式主要有三种,第一是自动模式,第二是远控模式,第三是手动模式,且不同模式的优先级别也不同,其中手动控制具有较高的优先级别。

### 2.2 仪表选型与设计

按照污水处理项目的主要工艺流程,结合自动控制方面的实际应用需求,在设计中,需将水质分析仪和过程参数检测仪设置在进水和出水的在线检测室中,这样便于为污水处理厂提供检测设备,以此来满足其整体检测需求。其中,主要的检测设备有流量计、液位计、SS在线仪、氨氮在线分析仪、在线COD分析仪、ORP在线分析仪、溶解氧仪等。在对上述仪表选型的过程中,不仅需要使其和环境条件与对象特质相符,同时,也需要确保其测量范围足够精准,防护等级与实际要求相符,且需要符合项目所在地的气候特征。在本次设计中,所有的仪表都选择了带有现场显示变送器的智能仪表,并借助控制电缆将其连接到PLC系统中的I/O模块上。

### 2.3 系统控制功能设计

污水处理厂自动控制系统的主要功能包括:物理量监测及超限报警等工艺参数监测功能;有毒有害、易燃易爆气体等的环境监测与厂区安全监测功能;电机类工艺设备的状态监测等工艺设备运行状态监测功能;电流、电压、断路器状态等电力系统参数及状态监测功能;工艺设备控制功能。

中央监控站的功能包括:与上级区域监控中心通信;显示设备监测全厂工艺流程,并显示各处理单元的动态模拟图形及工艺设备的工作状态、报警信息等;远控各现场控制站,实时接收现场控制站采集的各种数据,建立全厂监测参数数据库,处理并显示各种监测数据;显示工艺参数历史记录和趋势分析曲线,编制和打印生产日、月、年统计报表等;控制系统手动、自动控制方式转换等功能。

现场控制站的功能包括:与中央监控站和现场层设备通信的功能;数据采集、处理和控制在功能;控制系统手动、自动两种控制方式转换等功能。

## 3 污水处理厂电气节能措施

### 3.1 合理设置变电所

正确进行电力负荷计算,选择符合国家能效标准要求的技术先进、成熟、可靠,损耗低、谐波发射量少、能效高、经济合理的变配电设备及用电设备。变压器深入负荷中心、靠近大功率用电设备,控制低压配电路径供电半径,提高供电质量、降低线路阻抗和能耗;变压器的设计尽量保证其运行在经济运行参数范围内;配电系统三相负荷的不平衡度不大于15%,单相负荷较多的供电系统,采用部分分相无功自动补偿装置。通过这样的方式,能够有效地对变电所内的所有电气设备进行参数的调节。进而能够对整个电气的具体运行情况进行科学有效的管理,通过这样的方式,能够有效地降低供配电系统的电力资源和电压损耗问题,进而达到更好

的节能降耗目的。

### 3.2合理配置变压器

变压器的配置对污水处理厂的电气节能有较大的影响。变压器的能源损耗分为两个部分，一部分是空载损耗，一部分是负载损耗。前一种损耗与变压器的性质有关，后一种损耗则与变压器的制作工艺有关。为了减少变压器的能源损耗，需要配置合理的变压器。变压器应符合《三相配电变压器能效限定值及能效等级》GB20052-2013。变压器的负荷占其额定容量的60%左右时效率最高，当负荷小于其容量的30%时，则会出现“大马拉小车”的现象，变压器的铁损和无功损耗过大；而负荷接近其容量的100%时，其铜损就会明显增加。在实际运行中负荷率不可能是一个固定值，另外还需考虑变压器的基本电价，因此，选择的变压器容量应略高于变压器的经济负荷率，一般以75%~85%较为符合实际运行情况。这样配置变压器能有效降低能量的消耗，实现最优化的节能。

### 3.3优化低压配电系统

由于配电系统是各个机电系统设计的关键，所以在确定建筑配电系统之前要根据工艺设备专业提供的资料，分类进行负荷计算。根据规范《室外排水设计标准》GB50014要求：污水厂的供电系统应按二级负荷设计，重要的污水厂内重要部位应按一级负荷设计。根据负荷性质、负荷等级及容量、市政电源条件等情况，判断是否需要设置备用电源。低压配电系统采用放射式与树干式相结合的配电方式，其他个别小负荷可采用链接方式进行配电。对于小型污水厂，可考虑采用变压器与发电机在前端双切以满足二级负荷供电要求，可减少末端双电源切换箱的数量，末端线缆数量，达到节省线路损耗及节省投资的效果。

### 3.4正确选择电缆

污水处理厂在对电缆进行选择的过程中，一定要将经济性充分融入在内，应将经济性和节能性进行高效的结合，并且充分考虑当前的实际发展情况，对线缆的截面积及型号材质进行合理的选择。根据计算电流、断路器额定电流及线缆的载流量合理的选择线缆规格，不能一味的放大线缆截面积。对于长期稳定的负荷，经技术经济比较合理时、按经济电流密度选择导体截面。同时，在线缆较长时应适当考虑电压降的影响。电缆的电阻和线路的长度成正比，却与电缆的横截面积成反比，合理的选择配电箱位置、线缆敷设路径，控制低压配电线路供电半径，使得线缆电阻保持在一个较小的范围内，进而更好地减少能耗。通过这样的方式，既能够有效降低材料的损耗，同时，还能帮助污水处理厂降低成本投入。

### 3.5选择最优化电机配置

污水处理厂电气系统的主要组成部分是电机。电动机应符合《中小型三相异步电动机能效限定值及能效等级》GB18613-2012工程采用的电气设备应满足产品能效标准的节能评价要求。电机由多个设备组成，每个部分都会消耗一定的电能。在进行电气系统的设计时要根据污水处理厂的规模选用容量合适、数量最优的电机配置。在选择电机容量方面，要考虑输出功率是否和负载率相匹配，只有两者互相匹配才能最大可能的降低能耗。除此之外，要选用各方面

性能优良的电机，同时做好电机运行中的管理维护，提高电机的效能。

### 3.6照明系统的节能

根据不同的使用场合，选择合适的照明光源，在满足照明质量的前提下，选择高光效光源。在满足炫光限制和配光要求条件下，应选用效率高的灯具。在满足灯具最低允许安装高度及美观要求的前提下，尽可能降低灯具的安装高度，以节约电能。单相照明负荷尽可能均匀平衡到三相负荷中，以减少电压损失，影响光源的发光效率。在当前国家高度重视环保的情况下，选择节能环保的照明设施是最直接、最有效的办法。厂区道路照明可考虑采用太阳能庭院灯。照明系统采用分区控制、定时控制、自动感应开关、照度调节等措施对降低照明能耗。在办公区楼梯间等合适的位置选用人体感应或声光控制照明设施。这样就能在不同的情况下实现照明的节能控制。

### 3.7提升无功补偿设计质量

污水处理厂在对无功补偿进行设计的过程中，充分运用集中补偿和就地补偿等装置，补偿后使污水处理厂功率因数可以提高到0.95以上。当采用提高自然功率因数、选择低谐波的用电设备，仍达不到电网规定的运行要求时，采用并联电力电容器进行无功补偿和谐波治理措施。容量较大的用电设备，当功率因数较低且离变电所较远时，采用无功功率就地补偿方式。低压配电系统无功补偿在节能方面具有显著的优势，一方面是简单实用，另一方面是经济节能。

### 3.8提高电气系统的抗谐波能力

污水处理厂的电气系统较复杂，其中有大量的非线性线路，会出现谐波的情况。在对谐波问题进行处理的过程中，可以采用接线的方法对变压器的相关点进行连接，还可以安装源滤波器或者是无源滤波器，谐波源较大设备就地设置谐波抑制装置。通过这样的方式，能够使得整个电气系统的抗谐波能力得到有效提高，即使在运行过程中出现一些谐波，也不会影响电气系统的正常运行，这样能够达到更好的节能效果。

## 4 结束语

实践中，需要根据污水处理厂实际情况来进行电气控制设计，并合理应用各项的节能措施，从而有效的促进污水处理厂的良好运行和可持续发展。

## 参考文献

- [1]康艺伟.城市生活污水处理厂电气设计中的节能分析[J].无线互联科技,2018,15(13):66-67.
- [2]邢卫东.城市生活污水处理厂电气设计中的节能分析[J].科技创新与应用,2017,0(33):89-90.
- [3]董建明,孙展.浅谈地下污水处理厂电气设计的特点[J].工程建设与设计,2018,0(6):69-70.
- [4]范少球.浅谈中小型污水处理厂电气设计[J].海峡科技与产业,2018,0(4):72-74.
- [5]张一丰.某地上组合型污水处理厂电气设计[J].科学大众:科技创新,2018,0(10):414-415.
- [6]刘晨.污水处理厂电气设计分析[J].山东工业技术,2017,0(2):22-22.