

污水厂供配电系统设计探讨

Discussion on Electric Power Supply Systems of Waste Water Treatment Plant

单丹¹ 马建河²

Dan Shan¹ Jianhe Ma²

1. 中国市政工程华北设计研究总院有限公司 中国·天津 300074

2. 中国市政工程中南设计研究总院有限公司 中国·湖北 武汉 430000

1. China Municipal Engineering North China Design and Research Institute Co., Ltd., Tianjin, 300074, China

2. China Municipal Engineering Central South Design and Research Institute Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430000, China

摘要: 论文通过对污水处理用电厂负荷分级、负荷计算、供电电源、变压器运行方式设计的分析,并以设计实例解析污水厂的供配电系统设计要点,供从事相关领域的电气设计人参考。

Abstract: This paper analyzes design of the load classification, load calculation, power supply and transformer operation mode for wastewater treatment plant, and analyzes the design points of power supply and distribution system of wastewater treatment plant with design examples, for the reference of technical personnel engaged in engineering electrical design in related fields.

关键词: 电气设计; 污水厂; 负荷分级; 负荷计算; 供配电系统

Keywords: electrical design; wastewater treatment plant; load classification; load calculation; electric power supply systems

DOI: 10.12346/etr.v5i5.8092

1 引言

随着经济的快速发展,环境保护需求的不断提高,城镇污水处理厂建设及提标改造的重要性越发突出,其难度不断加深。污水处理厂作为城镇重要的基础设施,其供电系统的安全性及可靠性是污水厂正常运行的重要保障,合理优化污水厂供配电系统设计,使污水厂更加经济节能,可靠地运行^[1]。

2 用电负荷分级

城镇排水设施负荷分级主要依据以下规范中的相关规定,见表1。

通过上表相关规定,可以得出,城镇排水泵站、污水处理厂供电电源应按二级负荷设计,重要节点的排水泵站和可能引起重大经济损失或影响运行安全的重要污水处理厂的重要部位都应按一级负荷设计。需要补充的是,规范中仅规定污水厂的供电电源应按二级负荷设计,并未具体规定厂内各用电设备的分级,笔者通过对污水厂的工艺流程分析及

运行实践经验,建议以下负荷可按三级负荷进行设计:①生产辅助设施,如厂房及道路照明、机修车间、食堂、仓库、正常情况下的通风设施、充电桩等;②不影响工艺流程及出水水质的工艺设备,如部分除臭设备、部分污泥脱水设备,部分厂内中水回用设备、吊车等设备;③手电两用操作的闸门及阀门;④工艺流程设置了超越的单体。

3 负荷计算

污水处理厂的负荷计算通常采用需要系数法,需要系数的取值依据《城镇排水系统电气与自动化工程技术标准》CJJ/T 120—2018表4.3.9及《给水排水设计手册第8册电气与自控》(第3版)中的参数。

污水处理厂负荷计算按工艺设备的轴功率进行计算,结果更准确。同时系数在设备种类多时宜取小,设备少时取大。

需要说明的是,需要系数表中给出取值范围,在前期进行负荷计算时,需要设计人根据各水厂工艺设备设计的运行情况取值范围内选择具体数值。如滤池的反冲洗设备通常

【作者简介】单丹(1989-),女,中国河北邯郸人,硕士,工程师,从事市政电气自控设计研究。

工作时间短且不频繁,可在取值范围内选小;污泥脱水系统常设计成一天内部分时间运行,这种情况可选小;1小时内频繁开断的设备,系数取大;连续工作30分钟以上的设备,需要系数取大;格栅若为回转式或网板式格栅,一直工作,需要系数取大,若为钢丝绳式格栅,间歇工作,需要系数取小;如一套系统中设备分步工作,非同时进行,需要系数可选小。

施工图阶段,对于负荷计算,不能仅考虑采用需用系数法,需要与工艺充分结合,工序的不同,在不同时刻产生的功率也不同,不能简单地把功率相加,在计算成套系统配电柜电源时,必须充分了解工艺后,再计算得出功率,否则造

成计算功率偏大,导致选取的开关及进线电缆偏大,造成不必要的投资浪费。以板框式压滤机的污泥脱水系统为例,根据板框式压滤成套设备的运行特点,进料泵、螺杆泵和挤压螺杆泵只可能同时运行1台,如果没有考虑到板框脱水机成套设备的运行特点,直接将所有工作设备功率相加,则计算结果过大。以V型滤池冲洗系统为例,V型滤池通常设计3台鼓风机2用1备用于气洗,3台冲洗水泵2用1备用于水洗,冲洗程序每个系统不同,一般为先单气冲洗、再气水联合冲洗、最后单水冲洗。计算进线电源时,需要比较此3个阶段的用电负荷,选取最大负荷的情况^[2]。

表1 城镇排水设施负荷分级主要依据

规范名称	相关规定
《供配电系统设计规范》GB50052—2009	3.0.1-1、3
《城乡排水工程项目规范》GB 55027-2022	2.2.14...城镇排水工程的供电电源应按二级负荷设计,重要设备应按一级负荷设计
《城镇排水系统电气与自动化工程技术标准》CJJ/T 120—2018	4.1.1 排水设施的供电负荷等级应为二级。特别重要排水设施的供电负荷等级应为一级
建标 148—2010《小城镇污水处理工程建设标准》	第四章第二十六条污水处理厂、泵站的供电电源应就近取供。电力负荷的分级,Ⅰ类污水处理厂、流量2000m ³ /d及以上的泵站为二级负荷;Ⅱ类及以下规模的污水处理厂、流量2000m ³ /d以下泵站为三级负荷

4 变配电系统、变压器运行方式及容量选择

4.1 供电电源

根据《供配电系统设计规范》3.0.2及3.0.7要求,一级负荷应由双重电源供电;二级负荷的供电系统,宜由两回线路供电。在负荷较小或地区供电条件困难时,可由一回6kV及以上专用的架空线路供电。

在这里,笔者有几点补充说明:

①双电源供电的系统,宜采用同级电压供电,可以互相备用。但供电电源条件不足时,也可采用不同电压供电,如单路10kV高压电源加一个0.4kV电源(柴油发电机、蓄电池)等。

②当二级负荷容量比较大时,为更好保证供电可靠性,最好采用双回路电源进线。

③对于二级负荷,当由一回专用架空线路供电时,宜选用两台变压器,低压母线分段,并列运行,互为备用。

④10kV系统中,配电级数不应该超过两级。

4.2 变压器选择

变电站及变压器容量合理的选择,不仅是选取适配的需要系数,更应考虑项目分期建设情况、工程的总平面布局,重点分析大功率设备的分布情况,在满足供电半径,保证污水厂供电可靠性要求的前提下,合理确定变压器的台数及容量,降低能耗,使变压器经济运行,单台变压器容量尽量不超过2500kVA。变压器尽量使其运行在最低损耗率区间,即电力变压器负载率在0.5~0.6,负载率太高或太低都会使变压器有功损耗增加,因此考虑变压器的合理运行,污水处

理厂使变压器负载率运行在0.5~0.7为宜。为保证污水厂供电可靠性,变电站需设置两台变压器,且保证当一台变压器故障时,另一台变压器可承担厂内二级负荷,因此计算变压器容量时,可通过故障状态时,切断3级负荷用电设备,算出变压器最小容量选择。

污水厂变压器运行方式可设计为两台变压器同时工作,并列运行,或两台变压器一用一备(热备)。如项目分期建设且时间相差不长,也可采用近期设计变压器一用一备工作,远期仅调整变压器运行方式,改为同时工作,互为备用。如厂区布局过于细长或分散,则适当增加变电站数量,深入负荷中心,减小供电半径。

4.3 案例分析

以温州某新建半地下污水处理厂为例,该厂近期规模为15万m³/d。

4.3.1 用电负荷

经计算,厂内用电设施近期安装容量为9478kW,工作容量为7844kW,计算负荷为5710kW。全厂主要设备近期负荷计算见表2。

4.3.2 供配电系统

该污水厂的供电系统设计,按二级负荷的供电需求设计。厂内用电负荷的供电电源由两回10kV供电线路(一用一备)以电缆直埋的方式引至厂内主变配电站(2#)高压配电间高配柜。计量方式采用高压侧专用计量柜计量。功率因数补偿方式为低压侧补偿方式,补偿后功率因数不小于0.95,针对谐波电流的治理采用0.4kV侧有源滤波装置。0.4kV侧配电系统的接地型式采用:TN-S。

表 2 主要用电负荷计算表 (近期)

序号	子项名称及用电设备组名称	设备容量 (kW)		需要系数 K	计算负荷		
		安装	工作		Pjs(kW)	Qjs(kvar)	Sjs(kVA)
1# 变电站供电范围							
一	粗格栅	74.00	71.05		27.35	27.63	38.88
二	进水提升泵池	563.2	411.4		342.1	217.8984	405.60
三	细格栅	71.60	61.98		11.47	14.82	18.74
四	曝气沉砂池	106.95	73.95		62.33	48.44	78.94
五	膜格栅	85.70	71.35		15.57	17.39	23.34
六	初沉池	89.6	65.40		43.72	35.07	56.05
七	污泥处理车间	491.40	447.13		363.15	215.28	422.17
八	预处理除臭系统	238.50	115.35		104.81	53.39	117.62
九	污泥处理区除臭系统	238.50	115.35		104.81	53.39	117.62
2# 变电站供电范围							
一	生物池	654.4	621.90		565.88	381.00	682.19
二	鼓风机房	3000	2280		2052.00	993.83	2280.00
三	综合加药间	80.5	61.30		55.76	39.60	68.39
四	生化处理区除臭系统	33.00	20.90		18.81	14.1075	23.51
3# 变电站供电范围							
一	MBR 膜池及设备间	1068.4	820.43		578.47	330.14	666.05
二	粉末活性炭接触池	30.8	28.6		20.68	47.38	51.70
三	高速离子气浮池	516.7	425.65		340.49	256.06	426.03
四	粉炭料仓	30.2	29.075		25.13	15.44	29.49
五	消毒接触池及出水提升泵池	701.8	491.6		424.02	269.95	502.66
六	辅助部分 (综合楼、厂区照明等)	323	323		229.60	162.73	281.42
	箱体 10kV 侧总计 (同时系数 =)			0.95	5710	2265	6143

10kV 侧采用单母线分段方式，中间设置联络柜，正常运行时联络柜内联络用保护开关为合闸状态。0.4kV 侧采用单母线分段方式，中间设置联络柜，正常运行时联络柜内联络用保护开关为分闸状态。配电方式按照用电负荷性质及需要采用放射式与树干式相结合的方式，由变配电站低压配电柜配出至各用电区域的用电负荷。

厂内水处理箱体内设置总变配电站 (2# 变配电站) 及 2 座分变配电站。分变配电站的 10kV 供电电源引自总变配电站 10kV 侧配电开关柜。三座变配电站内设置的 10/0.4kV 配电变压器同时工作，当其中一台变压器因故障停运时，由另一台变压器承担厂内二级用电负荷的供电。

供配电系统主接线图见图 1。

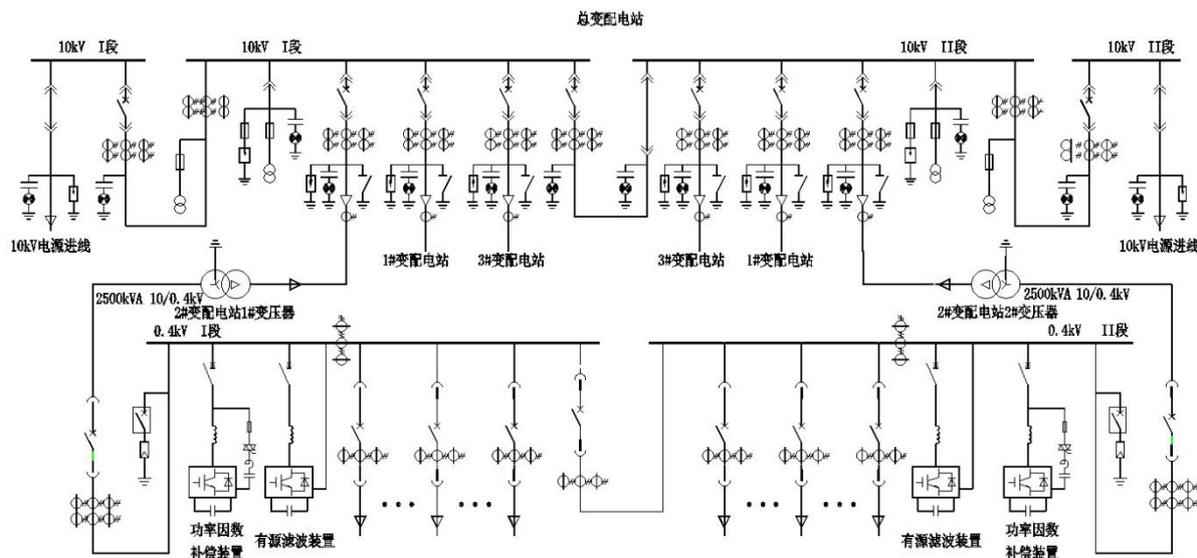


图 1 供配电系统主接线图

4.3.3 厂区变电站布置

根据箱体布置及近远期用电负荷,本工程近期在箱体内设3座变配电站(1#~3#)。由负荷计算表可看出,最大用电负荷位于鼓风机房、膜设备间及出水提升泵池、进水提升泵池等处。故在负荷中心附近设置变配电站。并于用电负荷集中处附近设置配电室。

箱体内在鼓风机房旁设2#变配电站,由市电提供两回10kV供电线路,选用两台2500kVA变压器,两台变压器同时工作,负荷率61.6%,供生物池、鼓风机房、综合加药间、生化处理区除臭系统等0.4kV设备用电与控制。箱体内在初沉池旁设1#变电站,电源由2#变电站引接,选用两台1000kVA变压器,两台变压器同时工作,负荷率70.6%,供粗格栅、进水泵房、细格栅、曝气沉砂池、膜格栅、初沉池、预处理及污泥处理区除臭系统等设备用电与控制,并为污泥处理车间配电室提供电源。箱体内在膜设备间旁设3#变电站,电源由2#变电站引接,选用两台1600kVA变压器,两台变压器同时工作,负荷率61.6%^[3],供MBR膜池、粉末活性炭接触池、高速离子气浮池、粉炭料仓、消毒接触池及

出水提升泵池、消防水泵房、综合楼、厂前区等设备用电与控制,并为MBR膜设备配电室提供电源。

5 结语

论文分析了污水处理厂供配电系统中负荷分级、负荷计算、变压器运行方式及容量选择、变电站及配电间设置等问题,并举例说明。可供电气设计人员参考。

污水厂供配电系统的设计应结合市电条件,工艺流程,通过进行负荷计算,合理设置变电站位置及变压器容量,优化变配电系统方案,提高污水厂运行的安全性、可靠性和经济性。

参考文献

- [1] 黑健宁,李静豪.污水处理厂电气设计若干问题探讨[J].中国给水排水,2017,33(18):82.
- [2] 郭栋.污水处理厂变配电系统设计[J].自动化应用,2022(1):110.
- [3] 王冠.市政排水工程电气设计中常见问题分析[J].建筑电气,2021(1):29.