

UDC

中华人民共和国行业标准



P

CJJ 120-2008

城镇排水系统电气与自动化 工程技术规程

Technical specification of electrical & automation
engineering for city drainage system

2008-02-26 发布

2008-09-01 实施

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

中华人民共和国建设部 发布

中华人民共和国行业标准

**城镇排水系统电气与自动化
工程技术规程**

**Technical specification of electrical & automation
engineering for city drainage system**

**CJJ 120 - 2008
J 783 - 2008**

**批准部门：中华人民共和国建设部
施行日期：2008年9月1日**

中国建筑工业出版社

2008 北 京

中华人民共和国建设部 公 告

第 810 号

建设部关于发布行业标准 《城镇排水系统电气与自动化工程 技术规程》的公告

现批准《城镇排水系统电气与自动化工程技术规程》为行业标准，编号为 CJJ 120 - 2008，自 2008 年 9 月 1 日起实施。其中，第 3.10.11、5.8.1、6.11.5 条为强制性条文，必须严格执行。

本规程由建设部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版发行。

中华人民共和国建设部
2008 年 2 月 26 日

前 言

根据建设部建标〔2004〕66号文件的要求，标准编制组在深入调查研究，认真总结国内外科研成果和大量实践经验，并在广泛征求意见的基础上，制定了本规程。

本规程的主要技术内容是：1. 泵站供配电；2. 泵站自动化系统；3. 污水处理厂供配电；4. 污水处理厂自动化系统；5. 排水工程的数据采集和监控系统。

本规程以黑体字标志的条文为强制性条文，必须严格执行。

本规程由建设部负责管理和对强制性条文的解释，由主编单位负责具体技术内容的解释。

本规程主编单位：上海市城市建设设计研究院（地址：上海浦东新区东方路3447号；邮政编码：200125）

本规程参编单位：上海电气自动化设计研究所有限公司
中国市政工程华北设计研究院

本规程主要起草人：陈 洪 李 红 戴孙放 郑效文
沈燕蓉 石 泉 黄建民 王 峰

目 次

1	总则	1
2	术语、符号与代号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	4
2.3	代号	6
3	泵站供配电	8
3.1	负荷调查与计算	8
3.2	供电电源	11
3.3	系统结构	11
3.4	无功功率补偿	12
3.5	操作电源	13
3.6	短路电流计算与继电保护	13
3.7	设备选择	16
3.8	设备布置	20
3.9	照明	23
3.10	接地和防雷	26
3.11	泵站电气施工及验收	28
4	泵站自动化系统	29
4.1	一般规定	29
4.2	泵站的等级划分	29
4.3	系统结构	30
4.4	系统功能	30
4.5	检测和测量技术要求	33
4.6	设备控制技术要求	36
4.7	电力监控技术要求	44

4.8	防雷与接地	45
4.9	控制设备配置要求	46
4.10	安全和技术防卫	48
4.11	控制软件	48
4.12	控制系统接口	49
4.13	系统技术指标	51
4.14	设备安装技术要求	52
4.15	系统调试、验收、试运行	54
5	污水处理厂供配电	57
5.1	负荷计算	57
5.2	系统结构	58
5.3	操作电源	59
5.4	短路电流计算及保护	60
5.5	系统设备要求	60
5.6	照明	60
5.7	接地与防雷	60
5.8	防爆电器的应用	61
5.9	电气施工及验收	61
6	污水处理厂自动化系统	62
6.1	一般规定	62
6.2	规模划分与系统设置要求	62
6.3	系统结构	63
6.4	系统功能	63
6.5	检测和监视点设置	66
6.6	检测和测量技术要求	70
6.7	设备控制技术要求	72
6.8	电力监控技术要求	79
6.9	防雷与接地	79
6.10	控制设备配置要求	79
6.11	安全和技术防范	80

6.12	控制软件	82
6.13	控制系统接口	83
6.14	系统技术指标	85
6.15	计量	86
6.16	设备安装技术要求	86
6.17	系统的调试、检验、试运行	87
7	排水工程的数据采集和监控系统	88
7.1	系统建立	88
7.2	系统结构	88
7.3	系统功能	90
7.4	系统指标	92
7.5	系统设备配置	92
	本规程用词说明	94
	附：条文说明	95

1 总 则

1.0.1 为提高我国城镇排水行业电气自动化系统的技术水平，规范城镇排水和污水处理建设中电气自动化工程的建设标准，提高工程建设投资效益，改善生产和劳动环境，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于城镇雨水与污水泵站、污水处理厂的供配电系统和自动化运行控制系统以及排水泵站群的数据采集和控制系统或区域性排水工程的中央监控系统的设计、施工、验收。

1.0.3 排水和污水处理工程的运行自动化程度，应根据管理的需要，设备器材的质量和供应情况，结合当地具体条件通过全面的技术经济比较确定。

1.0.4 城镇排水系统电气与自动化工程在设计、施工、验收中除应符合本规程的要求外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语、符号与代号

2.1 术 语

2.1.1 瞬时流量 instantaneous flow rate

某一时刻的流量。

2.1.2 累积流量 accumulated flow rate

某一时间段的总流量。

2.1.3 操作界面 operation interface

操作人员和计算机进行工作交互的媒介。

2.1.4 数据采集 data acquisition

按预定的速率将现场信号（模拟量、离散量、频率）进行数字化送入计算机。

2.1.5 数据处理 data processing

将采集到的数据按照某一规律进行运算或变换。

2.1.6 接口 interface

两个不同系统的交接部分。

2.1.7 现场控制 site control

在设备安装位置附近实施设备控制箱上的手动控制（不依赖于自控系统的控制）。

2.1.8 配电盘控制 panel control

在电动机配电控制盘或 MCC 盘面上实施的手动控制。当电动机配电控制盘或 MCC 盘布置在现场设备附近时，可代替现场控制。

2.1.9 就地控制 local control

以 PLC 作为核心器件，完成本区域内相关的信息采集、指令执行以及监控方案实施等工作。

2.1.10 就地手动 local manual

利用现场控制站或 RTU (remote terminal unit) 柜面板上触摸屏或按钮, 以人工按键操作控制设备。

2.1.11 就地自动 local automation

利用现场控制站的自动控制器和软件对设备进行控制。

2.1.12 远程控制 remote control

通过有线或无线通信, 完成对远程区域内设备、仪表的数据采集、命令下达或控制功能。

2.1.13 就地控制站 local control station

一般以 PLC 作为核心器件, 主要负责泵站或污水处理厂某一区域内涉及设备监控系统相关的信息收集、指令执行以及监控方案实施等工作的设备。

2.1.14 远程终端单元 (RTU) remote terminal unit

一个控制系统中相对于控制中心所设置的控制站, 一般以 PLC 作为核心器件, 主要负责相对控制中心距离较远处设备的监控以及相关的信息收集、指令执行以及监控方案实施等工作。

2.1.15 设备层 equipment layer

现场的设备装置和现场仪表。以总线或硬接线的方式与控制层连接。

2.1.16 控制层 control layer

由分布在各区域的就地控制器与连接控制中心和该控制器的环网 (或星型网) 所组成。

2.1.17 信息层 information layer

整个系统中上层数据传输的链路及设备。

2.1.18 信息中心 information center

按排水系统或地域划分, 管辖该系统或地域内的泵站和污水处理厂的设备状态、工艺参数等信息采集、处理、显示功能的场所。

2.1.19 区域监控中心 area control center

按地理位置划分, 管辖部分泵站, 具有信息采集、处理、显示和发布控制命令功能的场所, 具有控制主站的功能。

2.1.20 远程子站 remote sub station

与主站相隔一定距离，通过有线或无线通信连接的远程终端。

2.1.21 系统软件 system software

一般指计算机操作系统，在购买计算机时由厂商提供。

2.1.22 编程语言 programming language

遵循特定的语法，编写程序所使用的语言。

2.1.23 应用软件 application software

使用编程语言编写的，解决某些特定问题的一个或一组程序，通常由用户程序和软件包组成。

2.1.24 图控组态软件 HMI software

提供图形方式对应用程序进行组态的一种操作界面，操作人员不需要掌握编程语言或语法就能进行应用软件的编程，国内通常称为图控组态软件。

2.1.25 事件登录 events login

设备、装置或者过程的状态发生变化，计算机记录此变化。

2.1.26 主站轮询 master station polling

主站按照某种顺序，轮流查询各从站的状态。

2.1.27 逢变则报 (RBE) report by exception

从站的状态如有变化则上报，没有变化则不上报，这样可以允许主站采用较大的轮询周期（这就意味着可以访问更多的从站），但仍然能够保持较高的事件分辨率。

2.1.28 通信速率 baud rate

采用计算机通讯时，以每秒完成被传送数据的位数或字节数定义为数据传输的速率。

2.2 符 号

2.2.1 负荷

P_N ——用电设备组的设备功率；

P_r ——电动机额定功率；

P_{js} ——有功计算功率；

Q_{js} ——无功计算功率；

S_{js} ——视在计算功率；

K_X ——需要系数；

$K_{\Sigma P}$ 、 $K_{\Sigma Q}$ ——有功功率、无功功率同时系数。

2.2.2 短路电路

I_{js} ——计算电流；

i_{ch} ——短路冲击电流；

I_{ch} ——短路全电流最大有效值；

I_2'' ——两相短路电流的初始值；

I_{k2} ——两相短路稳态电流；

I_3'' ——三相短路电流的初始值；

I_{k3} ——三相短路稳态电流；

R_s 、 X_s ——变压器高压侧系统的电阻、电抗；

R_T 、 X_T ——变压器的电阻、电抗；

R_m 、 X_m ——变压器低压侧母线段的电阻、电抗；

R_L 、 X_L ——配电线路的电阻、电抗；

$\tan\phi$ ——用电设备功率因数角的正切值；

T_f ——短路电流非周期分量缩减时间常数；

U_r ——用电设备额定电压（线电压）；

U_n ——网络标称电压（线电压）；

U_e ——额定电压；

Z_k 、 R_k 、 X_k ——短路电路总阻抗、总电阻、总电抗；

X_{Σ} ——短路电路总电抗（假定短路电路没有电阻的条件下求得）；

R_{Σ} ——短路电路总电阻（假定短路电路没有电抗的条件下求得）；

ϵ_r ——电动机额定负载持续率；

C ——电压系数，计算三相短路电流时取 1.05。

2.2.3 照明负荷

P_{js} ——照明计算负荷；
 P_{max} ——最大一相的装灯容量。

2.3 代 号

- 2.3.1 BOD (Biochemical Oxygen Demand) ——生物需氧量
- 2.3.2 C/S (Client/Server) ——客户机/服务器
- 2.3.3 COD (Chemical Oxygen Demand) ——化学需氧量
- 2.3.4 C_2 ——氨氮、硝氮复合式检测的简称
- 2.3.5 CDMA (Code Division Multiple Access) ——码分多址无线通信技术
- 2.3.6 DO (Dissolved Oxygen) ——溶解氧
- 2.3.7 DDN (Digital Data Network) ——数字式数据网
- 2.3.8 GPS (Global Positioning System) ——全球定位系统
- 2.3.9 GSM (Global System for Mobile Communication) ——全球移动通信系统
- 2.3.10 ISDN (Integrated Services Digital Network) ——综合业务数字网
- 2.3.11 MCC (Motor Control Center) ——马达控制中心
- 2.3.12 MTBF (Mean Time Between Failures) ——平均故障间隔时间
- 2.3.13 MTTR (Mean Time to Repair) ——平均修复时间
- 2.3.14 MIS (Management Information System) ——管理信息系统
- 2.3.15 MLSS (Mixed Liquor Suspended Solids) ——污泥浓度
- 2.3.16 NH_3-N (Ammonium Nitrogen) ——氨氮
- 2.3.17 NO_3-N (Nitrate Nitrogen) ——硝态氮
- 2.3.18 ORP (Oxidation-Reduction Potential) ——氧化还原电位
- 2.3.19 PLC (Programmable Logic Controller) ——可编程逻辑

辑控制器

2.3.20 PSTN (Public Switched Telephone Network) ——公共交换电话网络

2.3.21 pH/T (Pondus hydrogenii/Temperature) ——酸碱度/温度

2.3.22 RTU (Remote Terminal Unit) ——远程终端单元

2.3.23 SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) ——数据采集和监视控制

2.3.24 SOE (Sequence of Events) ——事件顺序记录

2.3.25 SS (Suspended Solid) ——固体悬浮物浓度

2.3.26 TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) ——传输控制协议/网际协议

2.3.27 TOC (Total Organic Carbon) ——总有机碳

2.3.28 TP (Total Phosphorus) ——总磷

2.3.29 UPS (Uninterruptible Power Supply) ——不间断电源

3 泵站供配电

3.1 负荷调查与计算

3.1.1 泵站负荷的设计调查应符合下列规定：

1 泵站规模的调查应根据城市雨水、污水系统专业规划和有关排水系统所规定的范围、设计标准，经工艺设计的综合分析计算后确定泵站的近期规模，包括泵站站址选择和总平面布置。

2 工艺的调查应包括工程性质、工艺流程图、工艺对电气控制的要求。

3 用电量的调查应包括机械设备正常工作用电（设备规格、型号、工作制）、仪表监控用电、正常工作照明、安全应急照明、室外照明、检修用电及其他场所的照明。

4 发展规划的调查应包括近期建设和远期发展的关系，远近结合，以近期为主，适当考虑发展的可能。

5 环境调查应包括周围环境对本工程的影响以及本工程实施后对居民生活可能造成的影响进行初步评估。

3.1.2 污水泵站、雨水泵站供电负荷等级应为二级负荷。特别重要的污水泵站、雨水泵站应定为一级负荷。

3.1.3 泵站负荷计算应符合下列规定：

1 负荷计算宜采用需要系数法。

2 在负荷计算时，应将不同工作制用电设备的额定功率换算成为统一计算功率。

3 泵站的水泵电机为主要设备，应按连续工作制考虑，其功率应按电机额定铭牌功率计算。

4 短时或周期工作制电动机的设备功率应统一换算到负载持续率（ ϵ ）为 25% 以下的有功功率，应按下式计算：

$$P_N = P_r \sqrt{\frac{\epsilon_r}{0.25}} = 2P_r \sqrt{\epsilon_r} \quad (3.1.3-1)$$

式中 P_N ——用电设备组的设备功率 (kW);

P_r ——电动机额定功率 (kW);

ϵ_r ——电动机额定负载持续率。

5 采用需要系数法计算负荷,应符合下列要求:

1) 设备组的计算负荷及计算电流应按下列公式计算:

$$P_{js} = K_X P_N \quad (3.1.3-2)$$

$$Q_{js} = P_{js} \tan \phi \quad (3.1.3-3)$$

$$S_{js} = \sqrt{P_{js}^2 + Q_{js}^2} \quad (3.1.3-4)$$

$$I_{js} = \frac{S_{js}}{\sqrt{3}U_r} \quad (3.1.3-5)$$

式中 P_{js} ——用电设备有功计算功率 (kW);

K_X ——需要系数,按表 3.1.3 的规定取值;

Q_{js} ——用电设备无功计算功率 (kvar);

$\tan \phi$ ——用电设备功率因数角的正切值,按表 3.1.3 的规定取值;

S_{js} ——用电设备视在计算功率 (kva);

I_{js} ——计算电流 (A);

U_r ——用电设备额定电压或线电压 (kV)。

2) 变电所的计算负荷应按下列公式计算:

$$P_{js} = K_{\Sigma P} \Sigma (K_X P_N) \quad (3.1.3-6)$$

$$Q_{js} = K_{\Sigma Q} \Sigma (K_X P_N \tan \phi) \quad (3.1.3-7)$$

$$S_{js} = \sqrt{P_{js}^2 + Q_{js}^2} \quad (3.1.3-8)$$

式中 $K_{\Sigma P}$ 、 $K_{\Sigma Q}$ ——有功功率、无功功率同时系数,分别取 0.8~0.9 和 0.93~0.97。

表 3.1.3 用电设备需要系数

用电设备组名称	需要系数 (K_X)	$\cos\phi$	$\tan\phi$
水泵	0.75~0.85	0.80~0.85	0.75~0.62
生产用通风机	0.75~0.85	0.80~0.85	0.75~0.62
卫生用通风机	0.65~0.70	0.80	0.75
闸门	0.20	0.80	0.75
格栅除污机、皮带输送机、压榨机等	0.50~0.60	0.75	0.88
搅拌机、刮泥机	0.75~0.85	0.80~0.85	0.75~0.62
起重器及电动葫芦 ($\epsilon=25\%$)	0.20	0.50	1.73
仪表装置	0.70	0.70	1.02
电子计算机	0.60~0.70	0.80	0.75
电子计算机外部设备	0.40~0.50	0.50	1.73
照明	0.70~0.85	—	—

6 变电所或配电所的计算负荷，应为各配电干线计算负荷之和再乘以同时系数；计算变电所高压侧负荷时，应加上变压器的功率损耗。

3.1.4 变压器的选择应符合下列规定：

1 变压器的容量应根据泵站的计算负荷以及机组的启动方式、运行方式，并充分考虑变压器的节能运行要求等综合因素来确定。从节能角度考虑，变压器负载率宜控制在 0.6~0.7。

2 变压器台数应根据负荷特点和经济运行进行选择。一般城镇排水泵站宜装设两台及以上变压器。

3 低压为 0.4kV 单台变压器的容量不宜大于 1250kVA。当用电设备容量较大，负荷集中且运行合理时，可选用较大容量的变压器。

4 当泵站配置二台变压器时，型号和容量应相同。变压器容量宜按计算负荷 100% 的备用率选取。

5 雨水、污水合建泵站中，宜对雨水、污水泵分别设置供电变压器。

6 泵站变电所 3000kVA 以下容量变压器宜采用干式。在特别潮湿的环境中，不宜设置浸渍绝缘干式变压器。

3.1.5 对 10 (6) kV/0.4kV 的变压器联结组标号宜选用 D/Y_n-11 接线。

3.1.6 干式变压器宜配防护罩壳、温控、温显装置。

3.2 供电电源

3.2.1 供电电压应根据工程的总用电量、主要用电设备的额定电压、供电距离、供电线路的回路数、当地供电网络现状和发展规划等因素综合考虑。

3.2.2 泵站宜采用二路电源供电，二路互为备用或一路常用一路备用。

3.2.3 在负荷较小或地区供电条件困难时，二级负荷可采用 10kV 及以上专用的架空线路或电缆供电。当采用架空线时，可采用一回架空线供电。当采用电缆线路时，应采用二根电缆组成的线路供电，每根电缆应能承受 100% 的二级负荷。

3.2.4 当供电电压为 35kV 及以上的工程，配电电压应采用 10kV，当 6kV 用电设备的总容量较大，选用 6kV 经济合理时，宜采用 6kV。

3.2.5 当供电电压为 35kV/10kV，泵站内无额定电压为 0.4kV 以上的用电设备，可用 0.4kV 作为配电电压。

3.2.6 当泵站容量较小，有条件接入 0.4kV 电源时，可直接采用 0.4kV 电源供电。

3.3 系统结构

3.3.1 配电系统应根据工程用电负荷大小、对供电可靠性的要求、负荷分布情况等采用不同的接线方法。

3.3.2 对 10kV/6kV 配电系统宜采用放射式。

3.3.3 对泵站内的水泵电机应采用放射式配电。对无特殊要求的小容量负荷可采用树干式配电。

3.3.4 配电所、变电所的高压及低压母线接线方式宜采用单母线分段或单母线接线。

3.3.5 由地区电网供电的配电所电源进线处，应装设供计量用的电压、电流互感器。

3.3.6 变配电所的主接线应符合现行国家标准《10kV 及以下变电所设计规范》GB 50053 和《35~110kV 变电所设计规范》GB 50059 的有关规定。

3.4 无功功率补偿

3.4.1 当用电设备的自然功率因数达不到要求时，应采用并联电力电容器作为无功功率补偿装置，保证泵站计量侧的功率因数不应小于 0.9。

3.4.2 在选择补偿方式时应考虑系统合理、节省投资以及控制、管理方便等因素。

3.4.3 为减少线路损失和电压损失，宜采用就地平衡补偿。

3.4.4 高压电机的无功功率宜采用单独就地补偿，高压电容器组宜在变电所内集中装设。补偿后的功率因数不应小于 0.9。

3.4.5 低压电机的无功功率宜采用集中补偿或就地补偿，补偿装置的电容器组宜在变电所内集中设置。补偿后的高压侧功率因数不应小于 0.9。

3.4.6 无功功率补偿装置宜采用自动投入电容器方式，保证补偿后的功率因数不应小于 0.9。

3.4.7 补偿容量宜按无功功率曲线或无功功率补偿计算方法确定。

3.4.8 低压电容器组应接成三角形方式。高压电容器组应接成中性点不接地的星型方式。

3.4.9 电容器组应直接与放电装置连接，中间不应设置开关或熔断器。低压电容器组可设置自动接通的连锁装置，电容器分闸

时应自动接通，合闸时应自动断开。

3.4.10 当系统中有高次谐波超过规定值时，应采取抑制谐波的措施。

3.4.11 电容器组的连接导线和开关设备的长期允许电流，高压不应小于电容器额定电流的 1.35 倍；低压不应小于电容器额定电流的 1.5 倍。

3.5 操作电源

3.5.1 对符合本规程第 4.2.1 条规定的特大、大、中型泵站变电所，宜采用直流操作电源。对主接线简单，且供电主开关操作不频繁的泵站变电所，可采用交流操作电源。

3.5.2 泵站变电所应选用免维护铅酸蓄电池直流屏为直流操作电源。

3.5.3 变电所的控制、保护、信号、自动装置等所需要的直流电源应保证不间断供电。

3.5.4 对符合本规程第 4.2.1 条规定的中、小型泵站的变电所，宜采用弹簧储能操动机构合闸和去分流分闸的全交流操作。

3.6 短路电流计算与继电保护

3.6.1 短路电流计算时所采用的接线方式，应为系统在最大及最小运行方式下导体和电器安装处发生短路电流的正常接线方式。短路电流计算宜符合下列要求：

1 在短路持续时间内，短路相数不变，如三相短路持续时间内保持三相短路不变，单相接地短路持续时间内保持单相接地短路不变；

2 具有分接开关的变压器，其开关位置均视为在主分接位置；

3 不计弧电阻。

3.6.2 高压电路短路电流计算时，应考虑对短路电流影响大的变压器、电抗器、架空线及电缆等的阻抗，对短路电流影响小的

因素可不予考虑。

3.6.3 计算短路电流时，电路的分布电容不予考虑。

3.6.4 短路电流计算中应以系统在最大运行方式下三相短路电流为主；应以最大三相短路电流作为选择、校验电器和计算继电保护的主要参数。同时也需要计算系统在最小运行方式下的两相短路电流作为校验继电保护、校核电动机启动等的主要参数。

3.6.5 短路电流应采用以下计算方法：

1 以系统元件参数的标么值计算短路电流，适用于比较复杂的系统。

2 以系统短路容量计算短路电流，适用于比较简单的系统。

3 以有名值计算短路电流，适用于 1kV 及以下的低压网络系统。

3.6.6 高压网络短路电流计算宜按下列步骤进行：

1 确定基准容量， $S_j = 100\text{MVA}$ ，确定基准电压 $U_j = U_p$ ；

2 绘制主接线系统图，标出计算短路点；

3 绘制相应阻抗图，各元件归算到标么值；

4 经网络变换等计算短路点的总阻抗标么值；

5 计算三相短路周期分量及冲击电流等。

3.6.7 低压网络短路电流计算宜按下列步骤进行：

1 画出短路点的计算电路，求出各元件的阻抗（见图 3.6.7）。

2 变换电路后画出等效电路图，求出总阻抗；

3 低压网络三相和两相短路电流周期分量有效值宜按下列公式计算：

$$I''_3 = \frac{\frac{CU_n}{\sqrt{3}}}{Z_k} = \frac{\frac{1.05U_n}{\sqrt{3}}}{\sqrt{R_k^2 + X_k^2}} = \frac{230}{\sqrt{R_k^2 + X_k^2}} \quad (3.6.7-1)$$

$$R_k = R_s + R_T + R_m + R_L \quad (3.6.7-2)$$

$$X_k = X_s + X_T + X_m + X_L \quad (3.6.7-3)$$

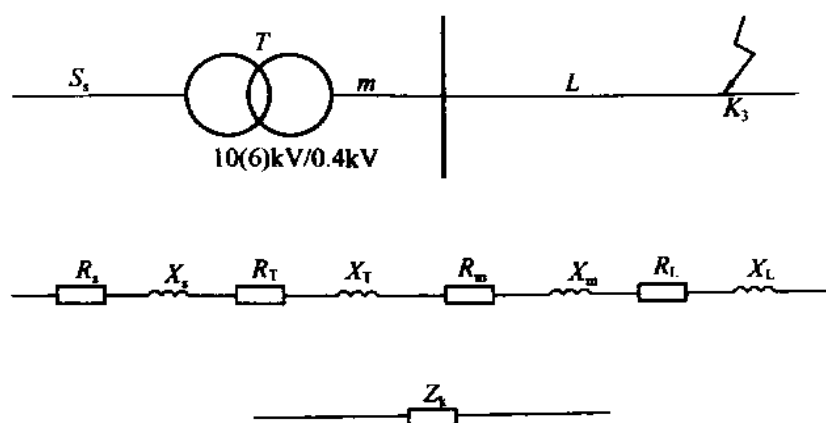


图 3.6.7 三相短路电流计算电路

- 式中 I_3'' ——三相短路电流的初始值；
 C ——电压系数，计算三相短路电流时取 1.05；
 U_n ——网络标称电压或线电压（V），220/380V 网络为 380V；
 Z_k, R_k, X_k ——短路电路总阻抗、总电阻、总电抗（mΩ）；
 R_s, X_s ——变压器高压侧系统的电阻、电抗（归算到 400V 侧）（mΩ）；
 R_T, X_T ——变压器的电阻、电抗（mΩ）；
 R_m, X_m ——变压器低压侧母线段的电阻、电抗（mΩ）；
 R_L, X_L ——配电线路的电阻、电抗（mΩ）；
 I_k ——短路电流的稳态值；

只要 $\frac{\sqrt{R_T^2 + X_T^2}}{\sqrt{R_s^2 + X_s^2}} \geq 2$ ，变压器低压侧短路时的短路电流周期

分量不衰减， $I_k = I_3''$ 。

4 短路冲击电流宜按下列公式计算：

$$i_{ch} = K_{ch} \sqrt{2} I_3'' \quad (3.6.7-4)$$

$$I_{ch} = I_3'' \sqrt{1 + 2(K_{ch} - 1)^2} \quad (3.6.7-5)$$

$$K_{ch} = 1 + e^{0.01/T_f} \quad (3.6.7-6)$$

$$T_f = \frac{X_\Sigma}{314 R_\Sigma} \quad (3.6.7-7)$$

式中 i_{ch} ——短路冲击电流 (kA);

K_{ch} ——短路电流冲击系数;

I_{ch} ——短路全电流最大有效值 (kA);

T_f ——短路电流非周期分量缩减时间常数 s, 当电网频率为 50Hz 时按式 (3.6.7-7) 取值;

X_{Σ} ——短路电路总电抗 (假定短路电路没有电阻的条件下求得) (Ω);

R_{Σ} ——短路电路总电阻 (假定短路电路没有电抗的条件下求得) (Ω)。

5 两相短路电流按下列公式计算:

$$I_2'' = 0.866 I_3'' \quad (3.6.7-8)$$

$$I_{K2} = 0.866 I_{K3} \quad (3.6.7-9)$$

式中 I_2'' ——两相短路电路的初始值;

I_{K2} ——两相短路稳态电流;

I_{K3} ——三相短路稳态电流。

3.6.8 应按系统配置及供电部门提供的供电方案进行短路电流和保护计算, 并确定保护方式, 且应符合下列规定:

1 各类型继电保护设置原则应符合现行国家标准《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》GB 50062 的有关规定。

2 继电保护应确保可靠性, 同时满足选择性、灵敏性和速动性的要求。

3 电力系统中应对电力变压器、电动机、电力电容器、母线、架空线或电缆线路、母线分段断路器及联络断路器、电源进线等设备配置继电保护装置。

4 继电保护装置宜采用带总线接口智能综合保护终端。

3.7 设备选择

3.7.1 泵站电动机的选择应符合下列规定:

1 电动机的选择应符合下列要求:

1) 电动机的全部电气和机械参数, 应满足水泵启动、

制动、运行和控制要求。

2) 电动机的类型和额定电压, 应优选国家电压等级的分类要求。

3) 电动机的结构形式、冷却方法、绝缘等级、允许的海拔高度等, 应符合工作环境要求。

4) 电动机的额定功率应与水泵及其他设备输入功率相匹配, 并计入适当储备系数。

2 变负载运行的水泵电机, 应采用调速装置, 并应选用相应类型的电动机。

3 配置的异步电动机, 应有良好的通风, 户内防护等级应为 IP4X, 户外防护等级应为 IP55。

4 潜水电动机防护等级必须为 IP68。宜采用异步电动机。

5 电动机的额定电压应根据其额定功率和所在系统的配电电压确定, 应符合表 3.7.1 的规定。

表 3.7.1 水泵交流电动机额定电压和容量

额定电压 (V)	容量范围 (kW)			
	鼠 笼 型		绕 线 型	
	最 小	最 大	最 小	最 大
380	0.37	320	0.6	320
6000	220	5000	220	5000
10000	220	5000	220	5000

注: 1. 电动机额定电压和容量范围随着工程需要可以有所变化。

2. 当供电电压为 6kV 时, 中等容量的电动机应采用 6kV 电动机。

3. 对于 200~300kW 额定容量的电动机, 其额定电压, 应经技术经济比较后确定采用低压或高压。

4. 对于大功率的潜水泵电动机其额定电压宜采用 660V。

6 泵站电机台数的确定宜与单母线分段接线匹配, 并使每分段的计算负荷保持平衡, 提高运行可靠性。

3.7.2 高压配电装置 (包括高压电容柜) 的选择应符合下列规定:

1 应根据电力负荷性质及容量、环境条件、运行、安装维修、可靠性等工程经济技术要求合理地选用高压柜设备和制定布置方案。并应有利于分期扩建的需要。

2 同一泵站内高压配电装置型号应一致。配电装置应装设闭锁及连锁装置，必须配有防止带负荷拉、合隔离开关、防止误分（合）断路器、防止带电挂（合）接地线（开关）、防止带接地线（开关）合断路器（隔离开关）、防止误入带电间隔等设施。

3 应符合现行国家标准《3~110kV 高压配电装置设计规范》GB 50060 及《10kV 及以下变电所设计规范》GB 50053 的规定。

4 高压配电装置内宜设带数据通信接口的综合继电保护装置或留有点对点的硬接线信号界面。

3.7.3 低压配电装置（包括低压电容柜）的选择应符合下列规定：

1 设计、布置应便于安装、操作、搬运、检修、试验和监测。

2 应根据每个泵站变电所站址所处的位置和特点合理选择柜型。

3 进线柜宜设带有数据通信接口的智能型组合电量变送器或留有点对点的硬接线信号界面。

4 低压柜选择应符合现行国家标准《10kV 及以下变电所设计规范》GB 50053 的规定。

5 就地补偿电容器的容量应与电动机功率相匹配，安装位置应安全可靠，宜靠近被补偿的设备，并应符合柜体的安装要求。

3.7.4 电力电缆选择应符合下列规定：

1 宜选用铜芯电缆。

2 保护接地线（以下简称 PE 线）干线采用单芯铜导线时，芯线截面不应小于 10mm^2 ；采用多芯电缆的芯线时，其截面不应小于 4mm^2 。

3 PE 线采用单芯绝缘导线时,按机械强度要求,截面不应小于下列数值:

1) 有机械性的保护时,为 2.5mm^2 ;

2) 无机械性的保护时,为 4mm^2 。

4 装置外的可导电部分严禁用作 PE 线。

5 1kV 及其以下电源中性点直接接地的三相回路的电缆芯数选择应符合下列规定:

1) 保护线与中性线合用一导体时,应采用四芯电缆。

2) 保护线与中性线各自独立时,应采用五芯电缆。

3) 受电设备外露可导电部位的接地与电源系统接地各自独立的情况下,应采用四芯电缆。

6 1kV 及其以下电源中性点直接接地的单相回路的电缆芯数选择应符合下列规定:

1) 保护线与中性线分开时,宜采用三芯电缆。

2) 受电设备外露可导电部位的接地与电源系统接地各自独立的情况下,应采用两芯电缆。

7 直流供电回路宜采用两芯电缆。

8 电力电缆应正确地选择电缆绝缘水平,并应符合下列规定:

1) 交流系统中电力电缆缆芯的相间额定电压不得低于使用回路的工作线电压。

2) 交流系统中电力电缆缆芯与绝缘屏蔽或金属之间的额定电压的选择,应符合现行国家标准《电力工程电缆设计规范》GB 50217 的规定。

3) 交流系统中电缆的冲击耐压水平应满足系统绝缘配合要求。

4) 控制电缆额定电压的选择不应低于该回路工作电压,应满足可能经受的暂态和工频过电压作用要求,无特殊情况宜选用 $0.45\text{kV}/0.75\text{kV}$ 。

9 直埋敷设电缆的外护层选择应符合下列规定:

1) 电缆承受较大压力或有机械损伤危险时, 应有加强层或钢带铠装。

2) 在流砂层、回填土地带等可能出现位移的土壤中, 电缆应有钢丝铠装。

10 电缆截面应按允许通过电流、经济电流密度选择并满足允许压降、短路稳定等要求。

11 含有腐蚀性气体环境的泵站, 电缆铠装外应包有外护套。

12 在有防火要求场所, 应选用耐火型电缆, 或在电缆外层涂覆防火涂料、缠绕防火包带, 或敷设在耐火槽盒中。

13 在有鼠害或水淹可能的电缆夹层或电缆沟内敷设的电缆宜采用防水或防鼠电缆。

3.8 设备布置

3.8.1 泵站降压型变电所宜采用户内型布置。

3.8.2 变电所的设置应根据下列要求经技术经济比较后确定:

1 接近负荷中心;

2 进出线方便;

3 接近电源侧;

4 设备运输方便;

5 不应设在有剧烈震动的或高温的场所;

6 不宜设在多尘或有腐蚀气体的场所, 如无法远离, 不应设在污染源的主导风向的下风侧;

7 不应设在有爆炸危险环境或火灾危险环境的正上方和正下方;

8 变电所的辅助用房, 应根据需要和节约的原则确定。有人值班的变电所应设单独的值班室。值班室与高压配电室宜直通或经过通道相通, 值班室应有门直接通向户外或通向走道。

3.8.3 高压配电室布置应符合下列规定:

1 配电装置宜采用成套设备, 型号应一致。配电柜应装设

闭锁及连锁装置，以防止误操作事故的发生。

2 带可燃性油的高压开关柜，宜装设在单独的高压配电室内。当高压开关柜的数量为6台及以下时，可与低压柜设置在同一房间。

3 高压配电室长度超过7m时，应设置两扇向外开的防火门，并布置在配电室的两端。位于楼上的配电室至少应设一个安全出口通向室外的平台或通道。并应便于设备搬运。

4 高压配电装置的总长度大于6m时，其柜（屏）后的通道应有两个安全出口。

5 高压配电室内各种通道的最小宽度（净距）应符合表3.8.3的规定。

表 3.8.3 高压配电室内通道的最小宽度（净距）（m）

装置种类	操作走廊（正面）		维护走廊 （背面）	通往防爆间隔 的走廊
	设备单列布置	设备双列布置		
固定式高压开关柜	2.0	2.5	1.0	1.2
手车式高压开关柜	单车长+1.2	双车长+1.0	1.0	1.2

3.8.4 低压配电室布置应符合下列规定：

1 低压配电设备的布置应便于安装、操作、搬运、检修、试验和监测。

2 低压配电室长度超过7m时，应设置两扇门，并布置在配电室的两端。位于楼上的配电室至少应设一个安全出口通向室外的平台或通道。

3 成排布置的配电装置，其长度超过6m时，装置后面的通道应有两个通向本室或其他房间的出口，如两个出口之间的距离超过15m时，其间还应增加出口。

4 低压配电室兼作值班室时，配电装置前面距墙不宜小于3m。

5 成排布置的低压配电装置，其屏前后的通道最小宽度应符合表3.8.4的规定。

表 3.8.4 低压配电装置室内通道最小宽度 (m)

装置种类	单排布置		双排对面布置		双排背对背布置	
	屏前	屏后	屏前	屏后	屏前	屏后
固定式	1.5	1.0	2.0	1.0	1.5	1.5
抽屉式	2.0	1.0	2.3	1.0	2.0	1.5

3.8.5 电力变压器室布置应符合下列规定：

1 每台油量为 100kg 及以上的三相变压器，应装设在单独的变压器室内。

2 室内安装的干式变压器，其外廓与墙壁的净距 800kVA 以下不应小于 0.6m；干式变压器之间的距离不应小于 1m，并应满足巡视、维修的要求。

3 变压器室内可安装与变压器有关的负荷开关、隔离开关和熔断器。在考虑变压器布置及高、低压进出线位置时，应使负荷开关或隔离开关的操动机构装在近门处。

4 变压器室的大门尺寸应按变压器外形尺寸加 0.5m。当一扇门的宽度为 1.5m 及以上时，应在大门上开宽 0.8m、高 1.8m 的小门。

3.8.6 电容器室布置应符合下列规定：

1 室内高压电容器组宜装设在单独房间内。当容量较小时，可装设在高压配电室内。但与高压开关柜的距离不应小于 1.5m。

2 成套电容器柜单列布置时，柜正面与墙面之间的距离不应小于 1.5m；双列布置时，柜面之间的距离不应小于 2m。

3 装配式电容器组单列布置时，网门与墙距离不应小于 1.3m；双列布置时，网门之间距离不应小于 1.5m。

4 长度大于 7m 的电容器室，应设两个出口，并宜布置在两端。门应向外开。

3.8.7 泵房内设备布置应符合下列规定：

1 根据水泵类型、操作方式、水泵机组配电柜、控制屏、泵房结构形式、通风条件等确定设备布置。

2 电动机的启动设备宜安装于配电室和水泵电机旁。

3 机旁控制箱或按钮箱宜装于被控设备附近，操作及维修应方便，底部距地面 1.4m 左右，可固定于墙、柱上，也可采用支架固定。

3.8.8 泵站场地内电缆沟、井的布置应符合下列规定：

1 泵房控制室、配电室的电缆应采用电缆沟或电缆夹层敷设，泵房内的电缆应采用电缆桥架、支架、吊架或穿管敷设。

2 电缆穿管没有弯头时，长度不宜超过 50m，有一个弯头时，穿管长度不宜超过 20m；有二个弯头时，应设置电缆手井，电缆手井的尺寸根据电缆数量而定。

3.8.9 泵站场地内的设备布置应符合下列规定：

1 格栅除污机、压榨机、水泵、闸门、阀门等设备的电气控制箱宜安装于设备旁，应采用防腐蚀材料制造，防护等级户外不应低于 IP65，户内不应低于 IP44。

2 臭气收集和除臭装置电气配套设施应采用耐腐蚀材料制造。

3.9 照 明

3.9.1 泵站应设置工作照明和应急照明。

3.9.2 工作照明电压应采用交流 220V。工作照明电源应由厂用变电系统或低压的 380/220V 中性点直接接地的三相五线制系统供电。

3.9.3 应急照明电源应由照明器具内的可充电电池或由应急电源（EPS）集中供电，其标准供电时间不应小于 30min。

3.9.4 主泵房和辅机房的最低照度标准应符合表 3.9.4 的规定。

表 3.9.4 最低照度标准

工作场所	工作面名称	规定照度的被照面	工作照度 (lx)	事故照度 (lx)
泵 房 间、格 栅间	设备布置和维护 地区	离地 0.8m 水 平面	150	10

续表 3.9.4

工作场所	工作面名称	规定照度的被照面	工作照度 (lx)	事故照度 (lx)
中控室	控制盘上表针, 操作屏台, 值班室	控制盘上表针 面, 控制台水平面	300 500	30
继电保护盘、 控制屏	屏前屏后	离地 0.8m 水 平面	150	15
计算机房、通 信室	设备上	离地 0.8m 水 平面	300	30
高低压配电装 置、母线室	设备布置和维护 地区	离地 0.8m 水 平面	200	15
变压器室	—	离地 0.8m 水 平面	100	15
主要楼梯和 通道	—	地面	50	1.5
道路和场地	—	地面	30	—

3.9.5 泵站照明光源选择应符合下列规定:

- 1 宜采用高效节能新光源。
- 2 泵房、泵站道路等场地照明宜选用高压钠灯。
- 3 控制室、配电间、办公室等场所宜选用带节能整流器或电子整流器的荧光灯。
- 4 露天工作场地等宜选用金属卤化物灯。

3.9.6 泵站照明灯具选择应符合下列规定:

- 1 在正常环境中宜采用开启型灯具。
- 2 在潮湿场合应采用带防水灯头的开启型灯具或防潮型灯具。
- 3 灯具结构应便于更换光源。
- 4 检修用的照明灯具应采用Ⅲ类灯具, 用安全特低电压供电, 在干燥场所电压值不应大于 50V; 在潮湿场所电压值不应大于 25V。

5 在有可燃气体和防爆要求的场合应采用防爆型灯具。

3.9.7 照明设备（含插座）布置应符合下列规定：

1 室外照明庭园灯高度宜为 3.0~3.5m，杆间距宜为 15~25m。路灯供电宜采用三芯或五芯直埋电缆。

2 变配电所灯具宜布置在走廊中央。灯具安装在顶棚下距地面高度宜为 2.5~3.0m，灯间距宜为灯高度的 1.8~2 倍。

3 当正常照明因故停电，应急照明电源应能迅速地自动投入。

4 当照明线路中单相电流超过 30A 时，应以 380/220V 供电。每一单相回路不宜超过 15A，灯具为单独回路时数量不宜超过 25 个；对高强气体放电灯单相回路电流不宜超过 30A；插座应为单独回路，数量不宜超过 10 个（组）。

3.9.8 三相照明线路各相负荷的分配，宜保持平衡，在每个分照明箱中最大与最小的负荷电流不平均度不宜超过 30%，照明负荷可按下式计算：

$$P_{js} = 3K_x P_{max} \quad (3.9.8)$$

式中 P_{js} ——照明计算负荷 (kW)；

K_x ——需要系数，泵站内取 0.7~0.85；

P_{max} ——最大一相的装灯容量 (kW)。

3.9.9 照明配电线路截面选择应满足负载终端电压降不超过 5% 的额定电压 (U_e)。

3.9.10 插座回路应装设漏电保护开关。

3.9.11 在 TN-C 系统中，PEN 线严禁接入开关设备。在 TT 或 TN-S 系统中，当需要断开 N 线时，应装设相线和 N 线能同时切断的四极保护电器。

3.9.12 配电室内裸导体的正上方，不应布置灯具和明敷线路。当在配电室裸导体上方布置灯具时，灯具与裸导体的水平净距不应小于 1.0m。

3.9.13 安装时，照明配电箱底边离地不宜低于 1.4m，灯具开关中心和风扇调速开关离地宜为 1.3m，竖装荧光灯底边离地宜

为 1.8m, 挂壁式空调插座离地宜 2.2m, 组合式插座离地宜为 0.3m (或离地 1.3m)。

3.9.14 照明开关应安装在入口处门框旁边, 可采用一灯一开关, 或功能相同的灯采用同一开关; 对设有多个门的长房间或楼梯间宜采用双控开关。

3.9.15 照明配线应采用铜芯塑料绝缘导线穿管敷设, 每管不宜超过 6 根电线。

3.10 接地和防雷

3.10.1 泵站应设有工作接地、保护接地和防雷接地。

3.10.2 防雷接地宜与交流工作接地、直流工作接地、安全保护接地共用一组接地装置, 接地装置的接地电阻值必须按接入设备中要求的最小值确定。

3.10.3 系统设备由 TN 交流配电系统供电时, 配电线路接地保护应采用 TN-S 或 TN-C-S 系统。

3.10.4 接地装置应优先利用泵房建筑物的主钢筋作为自然接地体, 当自然接地体的接地电阻达不到要求时应增加人工接地体。

3.10.5 变电所的接地装置, 除利用自然接地体外, 还应敷设人工接地网。对 10kV 及以下变电所, 当采用建筑物的基础作为接地体且接地电阻又满足规定值时, 可不另设人工接地体。

3.10.6 人工接地体的材料可采用水平敷设的镀锌圆钢、扁钢、垂直敷设的镀锌角钢、圆钢等。接地装置的导体截面, 应符合热稳定与均压的要求, 规格应符合表 3.10.6 的规定。

表 3.10.6 钢接地体和接地线的最小规格

类 别	地 上		地 下	
	屋 内	屋 外		
圆钢直径 (mm)		5	6	8
扁钢截面 (mm ²)		24	48	48
扁钢厚度 (mm)		3	4	4
角钢尺寸 (mm)		25×2	25×2.5	40×4

续表 3.10.6

类 别	地 上		地 下	
	屋 内	屋 外		
钢管尺寸 (mm)	作为接地体	$\Phi 25$ ($b=2.5$)	$\Phi 25$ ($b=2.5$)	$\Phi 25$ ($b=2.5$)
	作为接地线	$\Phi 18$ ($b=1.6$)	$\Phi 18$ ($b=2.5$)	$\Phi 18$ ($b=2.5$)

注：表中 b 为钢管管壁厚度

3.10.7 人工接地体在土壤中的埋设深度不应小于 0.5m，宜埋设在冻土层以下。水平接地体应挖沟埋设，钢质垂直接地体宜直接打入地沟内，间距不宜小于其长度的 2 倍，并均匀布置。

3.10.8 人工接地体宜在建筑物四周散水坡外大于 1m 处埋设成环形接地体，并可作为总等电位连接带使用。

3.10.9 接地干线应在不同的两点及以上与接地网焊接，焊接点处应作防腐处理。

3.10.10 各电气设备的接地线应单独接到接地干线上，严禁几个设备接地端串联后，再与干线相接。

3.10.11 进出防雷保护区的金属线路必须加装防雷保护器，保护器应可靠接地。

3.10.12 电源防雷应符合下列规定：

1 B 级，用于局部区域的总配电保护，10/350 μ s 波形，100kA 级。

2 C 级，用于局部区域内各二级电气回路保护，8/20 μ s 波形，40kA 级。

3 D 级，用于重要设备的重点保护，8/20 μ s 波形，5kA 级。

3.10.13 建筑物上的防雷设施采用多根引下线时，宜在各引下线距离地面 1.5~1.8m 处设置断接卡，断接卡应加保护措施。

3.10.14 配电装置的构架或屋顶上的避雷针应与接地网连接，并应在其附近装设集中接地装置。

3.10.15 下列电力装置的金属外壳应接地：

- 1 变压器、电机、手握式及移动式电器的金属外壳。
- 2 屋内、屋外配电装置金属构架、钢筋混凝土构架等。
- 3 配电屏、控制屏台的框架。
- 4 电缆的金属外皮及电缆的接线盒、终端盒。
- 5 配电线路的金属保护架、电缆支架、电缆桥架。

3.11 泵站电气施工及验收

3.11.1 高压电气设备和布线系统及继电保护系统的交接试验，必须符合现行国家标准《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》GB 50150 的规定。

3.11.2 高压成套配电柜的施工验收应符合现行国家标准《电气装置安装工程高压电器施工及验收规范》GBJ 147 的规定。

3.11.3 变电所变压器的施工验收应符合现行国家标准《电气装置安装工程电力变压器、油浸电抗器、互感器施工及验收规范》GBJ 148 的规定。

3.11.4 变电站母线装置的施工验收应符合现行国家标准《电气装置安装工程母线装置施工及验收规范》GBJ 149 的规定。

3.11.5 旋转电机的施工验收应符合现行国家标准《电气装置安装工程旋转电机施工及验收规范》GB 50170 的规定。

3.11.6 1kV 及以下配电工程及电气照明装置的施工验收应符合现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 的规定。

3.11.7 电缆线路的施工验收应符合现行国家标准《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》GB 50168 的规定。

3.11.8 低压成套配电柜、电气设备控制箱的施工验收应符合现行国家标准《电气装置安装工程盘、柜及二次回路结线施工及验收规范》GB 50171 及《电气装置安装工程低压电器施工及验收规范》GB 50254 的规定。

3.11.9 接地装置的施工验收应符合现行国家标准《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》GB 50169 的规定。

4 泵站自动化系统

4.1 一般规定

4.1.1 泵站控制系统配置仪表的测量范围应根据工艺要求确定。

4.1.2 检测和测量仪表应按控制系统的要求提供 4~20mA 电流信号输出或现场总线通信接口。

4.1.3 现场设备控制箱应设置运行状态指示、手动操作按钮和手动/联动方式选择开关。

4.1.4 泵站自动化控制系统宜通过设备控制箱实施对设备的启动和停止控制，宜采用二对常开触点分别控制设备的启动和停止。

4.1.5 设备控制箱应按控制系统的要求提供现场总线通信接口或硬线信号接口。

4.2 泵站的等级划分

4.2.1 泵站应根据设计近期流量或泵站总输入功率划分等级，其级别应符合表 4.2.1 的规定。

表 4.2.1 排水泵站分级指标

泵站规模	分 级 指 标		
	雨水泵站设计近期流量 F_r (m^3/s)	污水泵站、合流泵站设计近期流量 F_r (m^3/s)	总输入功率 P (kW)
特大型	$F_r > 25$	$F_r > 8$	$P > 4000$
大型	$15 < F_r \leq 25$	$3 < F_r \leq 8$	$1600 < P \leq 4000$
中型	$5 < F_r \leq 15$	$1 < F_r \leq 3$	$500 < P \leq 1600$
小型	$F_r \leq 5$	$F_r \leq 1$	$P \leq 500$

4.3 系统结构

4.3.1 大型泵站和特大型泵站自动化控制系统宜采用信息层、控制层和设备层三层结构，应符合下列规定：

1 信息层设备设在泵站集中控制室，宜采用具有客户机/服务器（C/S）结构的计算机局域网，网络形式宜采用 10/100/1000M 工业以太网。

2 控制层由多台负责局部控制的 PLC 组成，相互间宜采用工业以太网或现场工业总线网络连接，以主/从、对等或混合结构的通信方式与信息层的监控工作站或主 PLC 连接。

3 设备层宜设置现场总线网络，或采用硬线电缆连接仪表和设备控制箱。

4.3.2 中小型泵站控制系统物理结构宜采用控制层和设备层二层结构，并应符合下列规定：

1 控制层设备设在泵站控制室，以一台 PLC 为主控制器，操作界面采用触摸式显示屏或工业计算机，并按管理要求设置打印机等。

2 设备层由现场总线、控制电缆、仪表和设备控制箱等组成，泵站内控制设备较多时，宜设置现场总线网络。

4.3.3 小型泵站可采用专用的水泵控制器，实现泵站的自动液位控制。

4.3.4 特大与大型重要泵站的自动化控制系统可采用冗余结构，包括控制器冗余、电源冗余和通信冗余。

4.4 系统功能

4.4.1 运行监视范围应包括下列内容：

- 1 进水池液位和超高、超低液位报警；
- 2 非压力井形式的出水池液位和超高液位报警；
- 3 水泵运行状态和故障报警；
- 4 格栅除污机、输送机、压榨机的运行状态和故障报警；

- 5 电动闸门、阀门的阀位、运行状态和故障报警；
 - 6 按工艺要求设置的瞬时流量和累积流量；
 - 7 按工艺要求设置的调蓄池液位；
 - 8 大型水泵的出水压力、轴承温度、绕组温度、冷却水温度、渗漏（潜水泵）以及大型水泵的润滑、液压等辅助系统的监视和报警；
 - 9 排放口液位；
 - 10 UPS 电源设备；
 - 11 雨水泵站地域的雨量。
- 4.4.2 运行控制范围应包括下列内容：
- 1 水泵；
 - 2 格栅除污机、输送机、压榨机；
 - 3 电动闸门、阀门；
 - 4 水泵辅助运行设备；
 - 5 泵房通风和排水设备（对于有特殊要求的泵房）；
 - 6 除臭、空气净化设备；
 - 7 其他与工艺设施运行有关的设备。
- 4.4.3 电力监测范围应包括下列内容：
- 1 各主要进线开关的状态和故障跳闸报警；
 - 2 电源状态和备用电源的切换控制；
 - 3 各段母线的电量监视和失压、过电压、过电流报警；
 - 4 变压器的运行状态和高温报警；
 - 5 各馈线的状态监视、主要馈线的电量监视和跳闸报警。
- 4.4.4 泵站自动化控制系统应具有环境与安全监控的功能，并应包括下列内容：
- 1 有毒、有害、易燃、易爆气体的检测和阈值报警；
 - 2 当地环保部门有要求时，应设置有关水质监察系统；
 - 3 无人值守泵站宜设置电视监视和安全防卫系统；
 - 4 按消防要求设置的火灾报警。
- 4.4.5 当泵站自动化控制系统作为区域监控系统的一个远程子

站时，应具有通信、数据采集及上报、按主站要求控制泵站设备的功能。

4.4.6 泵站自动化控制系统应设置就地控制操作界面，有人值班的泵站应具有运行统计、设备管理、报表管理等功能；无人值守泵站的就地控制操作界面用于设备维护和调试，运行管理功能由区域监控中心完成。

4.4.7 泵站自动化控制系统应具有手动、自动两种控制方式，方式转换宜在控制系统的操作界面上进行。当泵站自动化控制系统属于区域监控系统的一个远程子站时，还应具有远程控制方式。

4.4.8 操作界面应包括下列功能：

1 带中文、图形化操作界面。泵站供配电系统、开关状态、运行参数以及各工艺设备状态均能显示。

2 在泵站平面布置图上选中某一设备时，可对该设备进行操作，或进一步显示该设备的详细属性数据。

3 显示泵站的工艺流程和站内设备的相互关系，具有与泵站平面布置图相同的操作控制功能。

4 泵站的液位和各工艺设施的液位关系，提供泵站设备的操作控制功能。

5 当前正在报警的设备和报警内容。

6 设定自动化运行的控制参数。

4.4.9 操作界面应采用分类分层的显示和控制方式，从主菜单画面进入所需设备控制画面的层数不宜超过 3 层。

4.4.10 在操作界面上实施对现场设备的手动控制时，每次只允许针对一台设备的一个动作，经提示确认后再执行。

4.4.11 当泵站设备运行出现异常时，泵站自动化控制系统应立即响应，发出声和光的报警提示信号。声报警由蜂鸣器发声，可在人工确认后消除。光报警由安装于控制机柜面板上的光字牌闪光显示或在操作界面上以醒目的文字、色块显示，在泵站或设备运行恢复正常时自动消除。报警信号类别宜包括下列内容：

- 1 0.4kV 侧过电流；
- 2 电动机过电流；
- 3 补偿电容器过电流；
- 4 水泵电机启动失败和泵组故障；
- 5 闸门故障和控制失败；
- 6 超高液位、超低液位；
- 7 格栅除污机故障和启动失败；
- 8 压榨机故障和启动失败；
- 9 主变压器高温报警；
- 10 断路器跳闸；
- 11 仪表、变送器故障；
- 12 UPS 故障；
- 13 流量转换器故障；
- 14 潜水泵有关信号报警，包括定子温度、轴承温度、泄漏等。

4.5 检测和测量技术要求

4.5.1 液位和液位差测量应符合下列规定：

1 液位测量宜采用超声波液位计，不需要现场显示时，宜采用一体化超声波液位计。设置超声波液位计有困难时，液位测量可采用投入式静压液位计或其他具有电信号输出的液位计。

2 超声波液位计传感器的探测方向应与液面垂直，探测范围内不应存在障碍物。

3 液位差测量宜采用液位差计，当采用两台液位计测量并通过计算求得液位差时，两台液位计应属于同一类型，且具有相同的性能参数，安装在同一基准面上。

4 需要同时测量液位和液位差时，宜采用可同时输出液位值和液位差值的液位差计。

5 液位显示值应以当地绝对高程为基准，表示单位为 m，液位计的测量误差应小于满量程的 1%，液位计作为液位计量时

测量误差应小于满量程的 0.5%。

6 超声波传感器的防护等级不应低于 IP67，投入式静压传感器的防护等级不应低于 IP68，且能长期浸水工作；现场变送器、液位显示器的防护等级不应低于 IP65。

7 液位计或液位差计应具有故障自检和故障信息传输的能力。

8 液位计或液位差计的不浸水的安装支架应采用不锈钢材质；投入式静压液位计应安装在耐腐蚀防护管内，并应具有安装深度定位装置；安装在室外的现场显示设备应配置遮阳板。

9 应设置专用的液位开关，防止水泵干运行。液位开关宜采用浮球式，安装在水流相对平稳处，且应便于维护和调整。

4.5.2 流量测量应符合下列规定：

1 泵站流量计量宜采用电磁流量计，其内衬材质和电极材料应在污水中稳定，应满足长期测量的要求。

2 电磁流量计应有工艺措施，保证其在测量管段内充满液体，传感器前后应有足够的直管段，且管道内不得有气泡聚集。

3 应包括下列输出信号：

- 1) 瞬时流量和累计流量；
- 2) 流量积算脉冲；
- 3) 流量计故障状态；
- 4) 流量计空管状态。

4 流量的测量误差应小于显示值的 0.5%。瞬时流量表示单位是 m^3/s ，累计流量表示单位是 m^3 。

5 传感器的防护等级不应低于 IP68，变送器的防护等级不应低于 IP65。

6 应能自动切除空管干扰信号，传感器宜具有内壁污垢自动清除的功能。

7 信号变送器应靠近传感器安装，其连接电缆应采用专用电缆，单独穿钢管敷设。

4.5.3 压力测量应符合下列规定：

1 大型水泵出水管道的压力测量宜采用压力变送器，其材质应在污水中稳定，满足长期测量的要求。

2 压力的测量误差应小于显示值的 1%。压力表示单位是 kPa。

3 压力变送器固定在有振动的设备或管道上时，应采用减震装置。

4.5.4 温度测量应符合下列规定：

1 宜采用热电阻和温度变送器测量大型水泵轴承温度和电动机的轴承温度、绕组温度、冷却水温度，当不需要现场温度显示时，热电阻宜直接接入泵站控制系统的电阻测量输入端。

2 温度测量误差应小于满量程的 2%，温度表示单位是℃。

4.5.5 硫化氢气体检测和报警应符合下列规定：

1 污水泵站封闭的工作环境必须设置固定式硫化氢气体检测报警装置，应 24h 连续监测空气中硫化氢浓度。

2 作业人员在危险场所应配带便携式硫化氢气体监测仪，检查工作区域硫化氢的浓度变化。

3 硫化氢气体检测报警装置的主要技术参数应符合表 4.5.5 的规定。

表 4.5.5 硫化氢气体检测报警装置的主要技术参数

参数名称	固 定 式	便 携 式
监测范围 (mg/m ³)	0~25	0~50
检测误差 (%)	≤3	≤5
报警阈值 (mg/m ³)	10	10
报警方式 (dB)	电笛≥100、闪光	蜂鸣器、闪光
响应时间 (s)	≤60 (满量程 90%)	≤30 (满量程 90%)

4 当硫化氢气体浓度超过设定的报警阈值时，必须在报警的同时立即启动通风设备。

4.5.6 雨量观测应符合下列要求：

1 当雨水泵站需要观测雨量时，宜采用翻斗式遥测雨量计，

输出计数脉冲信号，计数分辨率应为 0.1mm，测量误差不应超过 4%。

2 雨量计的安装场地应平整，场地面积不宜小于 4m×4m，场地内植物高度不应超过 200mm，仪器口部 30°仰角范围内不得有障碍物。

3 雨量计安装应符合国家现行标准《降水量观测规范》SL 21 的规定。

4.6 设备控制技术要求

4.6.1 设备控制方式和优先级应符合下列规定：

1 泵站设备的控制优先级由高至低宜为：现场控制、配电盘控制、就地控制、远程控制，较高优先级的控制可屏蔽较低优先级的控制；每一级控制均应设置选择开关，以确定是否允许较低级别的控制，如图 4.6.1 所示。

2 现场控制（也称机旁控制）应是在设备安装位置附近实施手动控制，应具有最高的控制优先级。

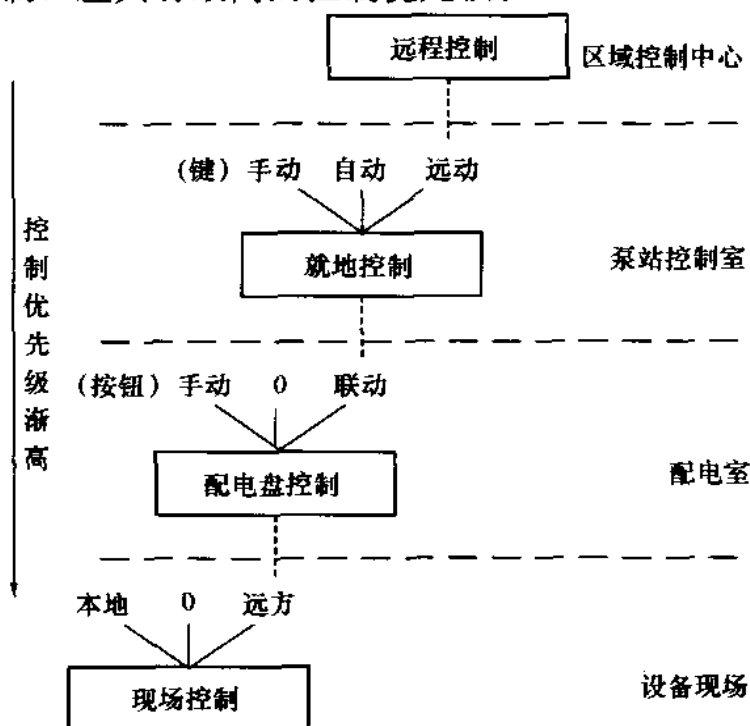


图 4.6.1 泵站设备控制优先级关系

3 配电盘控制应在电动机配电控制盘或 MCC 盘面上实施手动控制。当电动机配电控制盘或 MCC 盘布置在现场设备附近时，可代替现场控制。

4 现场控制和配电盘控制可由泵站供配电系统实施，可不依赖于泵站自动化控制系统而对泵站设备实施手动控制。

5 就地控制可通过泵站自动化控制系统实施控制，宜在泵站控制室内完成，可采用下列控制方式：

1) 就地手动方式：通过泵站自动化控制系统的操作界面实施手动控制。

2) 就地自动方式：由泵站自动化控制系统根据泵站液位、流量、设备状态等参数以及预定的控制要求对设备实施自动控制，不需人工干预。

6 远程控制应在区域监控中心实施。

7 在远程控制方式下，泵站自动化控制系统应提供站内设备的基本联动、连锁和保护控制。

4.6.2 水泵控制应符合下列规定：

1 宜在泵站配电室或现场设置水泵控制箱，实现水泵的启动控制和运行保护；当水泵容量较小或控制特别简单时，启动控制和运行保护元件可并入配电柜内；当一台水泵控制箱控制多台水泵时，每台水泵应设置独立的启动控制和运行保护。

2 应设置防止水泵干运行的超低水位保护，并应直接作用于每台水泵的启动控制回路。

3 当水泵控制设备距离水泵较远或控制需要时，可在水泵设备附近设置现场操作按钮箱以实现现场控制。

4 现场水泵控制箱除应符合本规程第 4.1.3 条的规定外，还应设置紧急停止按钮。

5 设在配电盘上的水泵控制应设置水泵运行状态指示、手动操作按钮和手动方式或联动方式选择开关。

6 水泵启动和停止过程所需要的辅助控制等应在水泵控制箱内完成。

7 水泵的工况和报警应以图形或文字方式显示在泵站控制系统的操作界面上，并可通过操作界面手动控制水泵的运行。

8 在就地自动方式下，泵站自动化控制系统应根据泵房集水池液位（格栅后液位）的信号自动控制水泵的运行，定速泵可按下列两种模式运行：

- 1) 两点式如图 4.6.2-1 所示：液位达到开泵液位时，开 1 台水泵；经一段时间后液位仍高于开泵液位时，增开 1 台水泵；液位达到停泵液位时，停 1 台水泵，经一段时间后液位仍低于停泵液位时，再停 1 台水泵；液位达到超低液位时，停止所有水泵。
- 2) 多点式如图 4.6.2-2 所示：液位每上升一定高度，增开 1 台水泵，液位每下降一定高度，停止 1 台水泵。

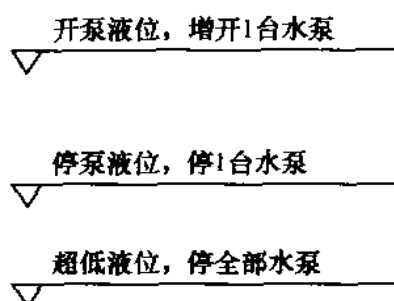


图 4.6.2-1 两点式运行模式

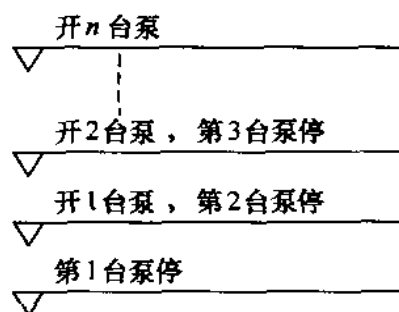


图 4.6.2-2 多点式运行模式

9 水泵调速宜采用变频调速。应按照经济运行和减少水泵启停次数的原则配置调速器，对设置调速泵台数大于四台的泵站，调速器不应小于 2 台。

10 水泵在一定时间间隔内的启停次数应符合水泵特性要求，当需要增加投运水泵数量时，应优先启动累计运行时间较短的水泵；当需要减少投运水泵数量时，应优先停止累计运行时间较长的水泵，使各水泵的运转时间趋于均等。

11 当泵站自动化控制系统属于区域监控系统的一个远程子站时，水泵应属于远程监控的对象，水泵的启动和停止命令可由区域监控系统发出，实现区域监控中心（信息中心）对水泵的

遥控。

12 当连续两次启动水泵失败，应自动启动下一台水泵，同时对故障水泵的状态信息进行标记并报警。

13 水泵运行与有关闸门、阀门的状态必须连锁，水泵的启动和运行控制逻辑应符合表 4.6.2-1 的规定，当出现表中状态之一时，严禁启动水泵，正在运行的水泵应立即停止。

表 4.6.2-1 水泵控制逻辑表

检查项目	判定条件	开泵检查	运行检查	备 注
泵房液位	超低液位	✓	✓	—
水泵控制箱	不可用、故障报警	✓	✓	内容参见表 4.6.2-2
相关闸门或阀门位置	与工艺要求不符	✓	✓	—
泵站过电压	$>10\%$	✓	✓	持续 5s
泵站欠电压	$<15\%$	✓	—	持续 10s
运行小电流	$<50\%$	—	✓	持续 5s
单泵流量	$<50\%$	—	✓	启动过程除外
冷却、润滑、密封系统	故障报警	✓	✓	仅大型水泵设置

14 大型水泵机组应设置双向限位振动监测传感器，当振动幅度超过预定值时，应发出报警信号，当振动继续增加至更高的预定值时，应自动停泵。

15 大型水泵的润滑系统、冷却系统以及液压系统的压力监视宜采用压力开关或电接点压力表。大型水泵的冷却水循环状态检测宜采用水流开关。

16 水泵控制箱接口信号应符合表 4.6.2-2 的规定。当大型水泵机组设有冷却水系统、密封水系统或润滑系统时，应提供相应的监控信号接口。

表 4.6.2-2 水泵控制箱接口信号

信号名称	信号方向	点数	备 注
水泵运行、停止命令	下行	2	—

续表 4.6.2-2

信号名称	信号方向	点数	备 注
手动、联动方式状态	上行	2	—
水泵运行、停止状态	上行	2	—
断路器合、分、跳闸状态	上行	3	分闸：不可用，跳闸：故障
过载或过流保护动作状态	上行	1	综合电气故障
绕组高温报警	上行	1	中、大型水泵电机设置，3 相综合
轴承高温报警	上行	1	中、大型水泵设置，水泵、电机综合
渗漏报警	上行	1	中、大型潜水泵设置
水泵电机工作电流	上行	1~3	中、小型水泵取 B 相， 大型水泵取 3 相
软启动或软停止状态	上行	1	软启动泵设置
软启动装置旁路状态	上行	1	软启动泵设置
软启动装置故障报警	上行	1	软启动泵设置
转速设定	下行	1	变频泵设置
转速反馈	上行	1	变频泵设置
变频器故障状态报警	上行	1	变频泵设置
冷却、密封或润滑系统故障	上行	1	大型水泵机组设置，综合报警

4.6.3 格栅除污机、输送机、压榨机控制应符合下列规定：

1 启动控制和运行保护宜设置现场控制箱，当控制逻辑较简单时，可采用一台综合控制箱，但每台设备应设置独立的启动控制和运行保护。

2 格栅除污机的运行控制应具有定时和液位差两种模式。

3 格栅除污机的工况和报警应以图形或文字方式显示在泵站自动化控制系统的操作界面上，在就地手动模式下，可通过泵站自动化控制系统的操作界面手动控制格栅除污机的运行。

4 输送机、压榨机的运行控制应与格栅除污机联动。启动时，应按输送机、压榨机、格栅除污机的顺序依次启动设备，停止时，应按相反的顺序操作；两台设备先后启动和停止的时间间

隔应按设备操作手册确定。

5 输送机、压榨机与格栅除污机合用一台控制箱时，与格栅除污机的联动控制应在格栅除污机控制箱内完成；当输送机、压榨机单独设置控制箱且与格栅除污机控制箱之间不存在联动逻辑关系时，可由泵站自动化控制系统实施联动控制。

6 格栅除污机、输送机、压榨机控制箱接口信号应符合表 4.6.3 的规定。

表 4.6.3 格栅除污机、输送机、压榨机控制箱接口信号

信号名称	信号方向	点 数	备 注
运行、停止命令	下行	2	—
手动、联动方式状态	上行	2	—
运行、停止状态	上行	2	—
断路器合、分状态	上行	2	分闸：不可用
故障报警	上行	1	综合电气、机械故障
清捞耙复位	上行	1	钢丝绳式格栅设置
档位控制	下行	按设备定	移动式格栅设置
档位反馈	上行	按设备定	移动式格栅设置

7 当一座泵站具有多台格栅除污机，其中任何一台格栅除污机运行时，输送机、压榨机应随之联动。

4.6.4 闸门、阀门控制应符合下列规定：

1 泵站内闸门、阀门的启闭宜采用电动操作方式，宜采用现场控制箱或一体化电动执行机构；当一台控制箱控制多台闸门、阀门时，每台闸门、阀门应设置独立的启动控制和运行保护。

2 闸门、阀门的启闭应提供机械的开度指示，当需要控制开度时，现场控制箱上应设开度指示仪表。

3 泵站自动化控制系统可通过闸门、阀门的现场控制箱实施对闸门、阀门的开启和关闭控制；当控制信号撤除时，闸门、阀门的运行应立即停止。对检修用或不常用的闸门和阀门可只设

状态监视。

4 闸门、阀门启闭机的工况和报警应以图形或文字方式显示在泵站自动化控制系统的操作界面上，可通过泵站自动化控制系统的操作界面手动控制闸门、阀门的启闭动作。启闭过程可被手动暂停和继续。

5 闸门、阀门的启闭过程应设超时检验，超时时间宜为正常启闭时间的 1.2~2 倍，可在操作界面上修改。

6 当闸门、阀门在启闭过程中出现报警或超时，应立即暂停启闭过程，闭锁同方向的再次操作，但应允许反方向的操作，反方向操作成功时解除闭锁。

7 当泵站自动化控制系统属于区域控制系统的一个远程子站时，与泵站运行调度有关的闸门和阀门应属于远程控制的对象，相关闸门、阀门的启闭命令可由区域监控系统发出。

8 闸门、阀门控制箱接口信号应符合表 4.6.4 的规定。

表 4.6.4 闸门、阀门控制箱接口信号

信号名称	信号方向	点 数	备 注
开、闭命令	下行	2	—
手动、联动方式状态	上行	2	—
全开、全闭状态	上行	2	—
开、闭过程状态	上行	1	脉冲信号
断路器合、分状态	上行	2	分闸：不可用
故障报警	上行	1	综合电气、机械故障
开度控制	下行	1	需要控制开度时设
开度反馈	上行	1	需要控制开度时设

4.6.5 除臭装置控制应符合下列规定：

1 除臭装置宜由配套的现场控制箱实施启动控制、运行保护和内部设备联动控制，宜与硫化氢检测信号联动。

2 除臭装置控制箱接口信号应符合表 4.6.5 的规定。

表 4.6.5 除臭装置控制箱接口信号

信号名称	信号方向	点 数	备 注
运行、停止命令	下行	2	—
手动、联动方式状态	上行	2	—
运行、停止状态	上行	2	—
断路器合、分状态	上行	2	分闸：不可用
故障报警	上行	1	综合电气、机械故障

4.6.6 通风控制应符合下列规定：

1 泵站的主要通风设备宜设置现场控制箱实施启动控制、运行保护和内部设备联动控制。

2 风机控制箱接口信号应符合表 4.6.6 的规定。

表 4.6.6 风机控制箱接口信号

信号名称	信号方向	点 数	备 注
运行、停止命令	下行	2	—
手动、联动方式状态	上行	2	—
运行、停止状态	上行	2	—
断路器合、分状态	上行	2	分闸：不可用
故障报警	上行	1	综合电气、机械故障

4.6.7 积水坑排水控制应符合下列规定：

1 泵站的积水坑排水泵宜设置现场控制箱实施启动控制和运行保护，并应采用液位开关实现自动排水控制。

2 积水坑排水泵控制箱接口信号应符合表 4.6.7 的规定。

表 4.6.7 积水坑排水泵控制箱接口信号

信号名称	信号方向	点 数	备 注
断路器合、分状态	上行	2	分闸：不可用
手动、自动方式状态	上行	2	—
运行、停止状态	上行	2	—
故障报警	上行	1	综合电气故障
超高水位报警	上行	1	—

4.7 电力监控技术要求

4.7.1 应设置泵站供配电设备运行监视系统，对异常的跳闸进行报警。当需要时，可设置远程控制。

4.7.2 泵站高压进线开关设备宜设置综合保护测控单元，以数据通信接口连接泵站自动化控制系统；当不采用综合保护测控单元时，应以辅助触点和变送器方式提供必要的信号接口，最低配置应符合表 4.7.2 的规定。

表 4.7.2 高压进线开关设备接口信号

信号名称	信号方向	点数	进线柜	母联柜	电压互感器柜	馈线柜	电动机控制柜	变压器保护柜	备 注
主开关合、分位置	上行	2	✓	✓	—	✓	✓	✓	—
本地、远方操作位置	上行	2	✓	✓	—	✓	✓	✓	需远动操作时设置
主开关合、分操作	下行	2	✓	✓	—	✓	✓	✓	需远动操作时设置
主开关跳闸	上行	2	✓	✓	—	✓	✓	✓	—
电压	上行	1	—	—	✓	—	—	—	需远动操作时设置
电流	上行	1	✓	—	—	✓	✓	✓	需远动操作时设置
变压器高温报警	上行	1	—	—	—	—	—	✓	—
变压器高温跳闸	上行	1	—	—	—	—	—	✓	需远动操作时设置

4.7.3 泵站电力监控系统应进行电能管理，用于统计、分析和控制泵站能耗。

4.7.4 电能测量宜采用综合电量变送器，以数据通信接口连接泵站自动化控制系统。当泵站采用大型泵组或高压电动机时，综合电量变送器宜设在电动机控制柜内，每回路一台；在小型低压泵站，综合电量变送器宜设在低压进线柜内。

4.7.5 泵站低压开关设备宜设置智能化数字检测和显示仪表，以数据通信接口连接泵站自动化控制系统；当不采用数字检测和显示仪表时，应以辅助触点和变送器方式提供必要的信号接口，

最低配置应符合表 4.7.5 的规定。

表 4.7.5 低压开关设备接口信号

信号名称	信号方向	点数	进线柜	母联柜	补偿电容器柜	主要馈线回路	电动机控制柜	备 注
断路器合、分位置	上行	2	✓	✓	—	✓	✓	—
本地、远方操作位置	上行	2	✓	✓	—	✓	✓	需远动操作时设置
断路器合、分操作	下行	2	✓	✓	—	✓	✓	需远动操作时设置
断路器跳闸	上行	2	✓	✓	—	✓	✓	—
电压	上行	1	✓	—	—	—	—	—
电流	上行	1	✓	—	✓	✓	✓	—

4.7.6 泵站自动化控制系统应设置电力监控的显示和操作界面，以图形及数字方式表示供电系统的工况和运行参数，应包括各变电所的高压系统图、低压系统图、母线参数表、开关参数表、变压器参数表、故障报警清单等图形和表格，设备的不同工况应采用不同的图形和颜色直观表示，电流、电压、电量等参数应有数字显示。

4.7.7 当泵站自动化控制系统属于区域监控系统的一个远程子站时，泵站供配电系统的所有电量数据变化和设备状态变化以及报警应实时报送区域监控中心（信息中心），并应带有时间标记。

4.8 防雷与接地

4.8.1 当电源接入安装控制设备或通信设备的机柜时，应设置防雷和浪涌吸收装置。当通信电缆接入通信机柜时，应设置与通信端口工作电平相匹配的防雷和浪涌吸收装置。当信号电缆接入控制机柜时，宜设置与信号工作电平相匹配的防雷和浪涌吸收装置。

4.8.2 泵站自动化控制系统的工作接地与低压供电系统的保护接地宜采用联合接地方式，接地电阻不应大于 1Ω 。

4.8.3 连接外场设备屏蔽线缆接地应采用一点接地（又称单端接地）。

4.8.4 计算机网络系统、设备监控系统、安全防范系统、火灾报警控制系统、闭路电视系统的防雷与接地除应符合本规程第4.8.1~4.8.3条的规定外，还应符合现行国家标准《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343的有关规定。

4.9 控制设备配置要求

4.9.1 控制系统应采用工业级设备，应具备防尘、防潮、防霉的能力，并应符合相应的电磁兼容性要求。

4.9.2 对控制系统设备的防护等级要求，室内安装时不应低于IP44，室外安装时不应低于IP65，浸水安装时不应低于IP68。

4.9.3 计算机、控制器及其软件系统应具有开放的协议和标准的接口。

4.9.4 现场总线应采用国际通用的开放的通信协议。

4.9.5 控制器宜采用模块式结构，应具有工业以太网、现场总线、远程I/O连接、远程通信、自检和故障诊断能力，并应具有带电插拔功能。

4.9.6 控制器应具有操作权限和口令保护及远程装载功能，支持梯型图、结构文本语言、顺序功能流程图等多种编程语言，应用程序应保存在非挥发存储器中。

4.9.7 操作界面宜采用背光彩色防水按压触摸液晶显示屏，具有2级汉字字库，3级密码锁定功能。

4.9.8 当控制器设备采用晶体管输出时，应设置隔离继电器连接外部设备，继电器应具有封闭式外壳，带防松锁扣的插座安装，并应具有动作状态指示灯。

4.9.9 控制器的I/O接口设备应符合下列规定：

1 数字信号输入（DI）：DC24V，电流不应大于50mA；

2 数字信号输出（DO）：继电器无源常开触点输出，AC250V/2A；

- 3 数字信号隔离能力：DC2000V 或 AC1500V；
 - 4 模拟信号输入（AI）：4~20mA；
 - 5 A/D 转换器：12bit，不应小于 100 次/s；
 - 6 模拟信号输出（AO）：4~20mA，负载能力不应小于 350Ω；
 - 7 D/A 转换器：不应小于 12bit；
 - 8 模拟信号隔离能力：DC700V 或 AC500V。
- 4.9.10** 泵站控制系统，应具有 10% 的备用输入、输出端口及完整的配线和连接端子。
- 4.9.11** 泵站自动化控制系统应采用 UPS 作为后备电源，后备电源的供电时间宜为 30min，供电范围应包括下列设备：
- 1 控制室计算机及其网络系统设备（大屏幕显示设备除外）；
 - 2 通信设备；
 - 3 PLC 装置及其接口设备；
 - 4 泵站仪表和报警设备。
- 4.9.12** UPS 应采用在线式，电池应为免维护铅酸蓄电池，负荷率不应大于 75%。
- 4.9.13** UPS 应提供监控信号接口，接口形式应根据泵站控制系统能提供的接口条件选择，监控应包括下列内容：
- 1 旁路运行状态；
 - 2 逆变供电状态；
 - 3 充电状态；
 - 4 故障报警（综合报警信息）。
- 4.9.14** 安装在污水泵房等现场的设备应具有防硫化氢气体腐蚀的能力。
- 4.9.15** 当泵站需要设置大屏幕显示设备时，宜采用金属格栅镶嵌马赛克式模拟显示屏，屏面显示元素应采用光带、发光字牌、发光符号、字符显示窗、数字显示窗等制作，显示屏的尺寸以及与控制台的距离应符合人机工程学的要求。

4.10 安全和技术防卫

4.10.1 无人值守泵站宜设电视监视系统，监视范围应包括泵站内的主要工艺设施、重要设备、变电所和主要道路，视频图像应上传区域监控中心（信息中心）。

4.10.2 有人值班泵站可按管理要求设电视监视系统，对重要工艺设施和设备的运行进行实时监视和监听。

4.10.3 无人值守泵站宜设置红外线周界防卫系统，报警信号应与当地公安、保安部门或区域监控中心（信息中心）连接。

4.10.4 有人值班泵站可按管理要求设置周界防卫系统，控制主机和报警盘应设在值班室。

4.10.5 当需要在泵站设置火灾报警系统时，火灾报警控制器应设在值班室，无人值守泵站的火灾报警信号应与当地消防部门连接。

4.10.6 对特大型泵站的重要出入口通道可设置门禁系统。

4.11 控制软件

4.11.1 泵站自动化系统软件应满足功能需求，包括系统软件、通信软件、应用软件和二次开发所需要的软件。应采用商品化的系统软件，并具有类似工程的应用业绩。

4.11.2 操作系统应采用多任务、多用户网络操作系统、中文版本、配备2级中文字库、具有开放的软件接口。

4.11.3 数据库系统应具有面向对象、事件驱动和分布处理的特征，具有开放的标准的外部数据接口，能与其他控制软件和数据库交换数据。

4.11.4 运行监控画面宜采用商品化的图控软件进行组态设计，具有中文界面、操作提示和帮助系统，应用软件应包括下列功能：

1 泵站总平面布置图、局部平面布置图、工艺流程图、设备布置图、剖面图、电气接线图、报警清单等，并在图形界面上

实现对设备的操作、控制和运行参数设定。

2 采集泵站运行过程中的各种数据信息，分类记录到相关数据库中，提供在线查询、统计、修改、趋势曲线显示、打印等功能。泵站运行数据库应能保存 3 年以上的运行数据。

3 事件驱动报表由随机事件触发生成，包括报警文件、事故记录等；统计报表对数据库各数据项进行组合生成，宜包括下列类型：

- 1) 泵站和各泵组运行日报表、月报表、年报表；
- 2) 各类事件/事故记录表；
- 3) 操作记录表；
- 4) 设备运行记录表。

4 提供系统设备和监控对象的在线监测及诊断，对各类设备运行情况进行在线监测，并存入相应的数据库，对设备的管理、维护、保养和故障处理提出建议。

5 对设备运行数据、流量数据、扬程数据、能耗数据进行记录和综合分析，提供节能运行建议。

6 分级授权操作、分级系统维护等。

4.12 控制系统接口

4.12.1 泵站控制系统与各相关设备和相关工程的接口技术要求应在设计文件、土建工程招标文件、设备采购招标文件、自动化系统工程招标文件中详细描述。

4.12.2 泵站自动化系统设备安装和电缆敷设所需的基础、预留孔、预埋管、预埋件等宜由土建工程实施，在相关招标文件和施工设计图纸中应明确描述其位置、尺寸、数量、材质、受力、防护、制作要求等技术数据。

4.12.3 泵站控制系统与电气设备和仪表的接口如图 4.12.3 所示，各接口的功能应符合表 4.12.3 的规定。在有关接口描述的文件中，应明确下列内容：

- 1 接口类型和通信协议；

- 2 物理参数;
- 3 电气参数;
- 4 接口信号内容;
- 5 其他需要说明的内容。

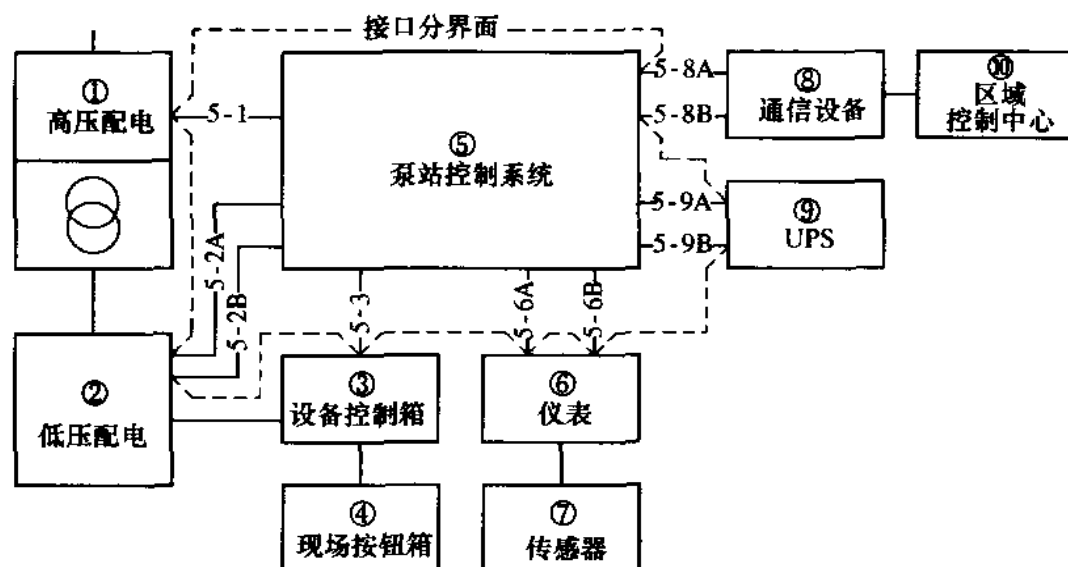


图 4.12.3 泵站控制系统接口示意图

表 4.12.3 泵站控制系统与电气设备和仪表的接口

编号	界面位置	功 能	备 注
5-1	高压开关柜二次端子排或信号插座	监控高压开关设备和变压器运行	参见本规程 4.7 节
5-2A	低压配电柜供电电缆馈出端	接取泵站控制系统的工作电源	—
5-2B	低压开关柜二次端子排或信号插座	监控低压开关设备运行	参见本规程 4.7 节
5-3	各机电设备控制箱的控制信号端子排或插座	监控设备运行	参见本规程 4.6 节
5-6A	仪表的工作电源端子排	提供仪表工作电源	参见本规程 4.5 节
5-6B	仪表的信号输出端子排或总线信号插座	采集仪表的检测数据和工作状态	参见本规程 4.5 节

续表 4.12.3

编号	界面位置	功 能	备 注
5-8A	泵站控制机柜内的通信电源端子排	提供远程监控通信设备的工作电源	—
5-8B	泵站控制机柜内的远程监控通信插座	提供远程监控通信接口	参见本规程 7.2 节
5-9A	UPS 的电源输入和电源输出端子排	提供和接取 UPS 电源	—
5-9B	UPS 监控信号端子排或插座	监控 UPS 运行	参见本规程 4.9.13 条

4.13 系统技术指标

4.13.1 泵站自动化系统技术指标应符合表 4.13.1 的规定。

表 4.13.1 系统技术指标

技术指标		规定数值
数据扫描周期		$\leq 100\text{ms}$
数据传输时间		$\leq 500\text{ms}$ (PLC 至上位机)
控制命令传送时间		$\leq 1\text{s}$ (上位机至 PLC)
实时画面数据更新周期		$\leq 1\text{s}$
实时画面调用时间		$\leq 3\text{s}$
平均故障间隔时间 (MTBF)		$\geq 17000\text{h}$
平均修复时间 (MTTR)		$\leq 1\text{h}$
双机切换到功能恢复时间		$\leq 30\text{s}$
站内事件分辨率		$\leq 10\text{ms}$
计算机处理器的负荷率	正常状态下任意 30min 内	$< 30\%$
	突发任务时 10s 内	$< 60\%$
LAN 负荷率	正常状态下任意 30min 内	$< 10\%$
	突发任务时 10s 内	$< 30\%$
通信故障恢复时间		$\leq 0.5\text{s}$

4.14 设备安装技术要求

4.14.1 泵站自动化控制设备应安装在控制机柜内，中小型泵站宜设置一台控制机柜，控制机柜应符合下列规定：

1 室内控制机柜宜采用冷轧钢板制作，室外控制机柜宜采用不锈钢板或工程塑料制作，金属板材的厚度应符合表 4.14.1 的规定。

表 4.14.1 控制机柜板材厚度 (mm)

机柜高度	<300	300~800	800~1500	>1500
材料厚度	≥1.2	≥1.5	≥2.0	≥2.5

2 控制机柜电源进线应设总开关，各用电回路应按负荷情况设配电开关，均应采用小型空气断路器。低压直流电源宜设熔丝保护。

3 控制机柜应设置可靠的保护接地装置及防雷防过电压保护装置，柜内应设置工作照明和单相检修电源插座。

4 柜内元件和设备应设置编号标识，安装间距应满足通风散热的要求，发热量大的设备应安装在机柜的上部。

5 面板上的各种开关、指示灯、表计均应设中文标签，标明其代表的回路号及功能，其中按钮和指示灯的颜色应符合现行国家标准《电工成套装置中的指示灯和按钮的颜色》GB 2682 的规定，面板仪表宜采用数字显示。

6 柜内连接导线宜采用 0.6kV 绝缘铜芯线，截面不应小于 0.75mm^2 ，其中电流测量回路应采用截面不小于 2.5mm^2 的多股铜导线。连接导线宜敷设在汇线槽内，两端应有导线编号，颜色选配应符合现行国家标准《电工成套装置中的导线颜色》GB 2681 的规定。

7 接线端子应标明编号，强、弱电端子宜分开排列，最下排端子距离机柜底板宜大于 350mm，有触电危险的端子应加盖保护板，并设置警示标记。

8 电流回路应设置试验端子，电流测量输入端子应设置短路压板，电压测量输入端子应设置保护熔丝。

4.14.2 控制机柜宜设置在泵站控制室，周围环境应干燥，无强烈振动，无强电磁干扰，无导电尘埃和腐蚀性气体，无爆炸危险性气体，避免阳光直射。

4.14.3 当控制室设置防静电地板时，高度宜为 300mm。可调量为 ± 20 mm。架空地板及工作台面的静电泄漏电阻值应符合国家现行标准《防静电活动地板通用规范》SJ/T 10796 的规定。控制机柜应采用有底座的固定安装，底座高度应与底板平齐。对从下部进出电缆的控制机柜落地安装时，控制机柜下部应设置电缆接线操作空间。

4.14.4 泵站控制室的温度宜控制在 18~28℃之间，相对湿度宜控制在 40%~75%之间。

4.14.5 泵站控制室应布设保护接地母线，整个控制室应构成一等电位体，所有可触及的金属部件均应可靠连接到接地母线上。

4.14.6 控制室操作台宜设置综合布线槽；台面设备布置应符合人机工程学的要求，便于操作；台面下柜内安装计算机设备时，应考虑通风散热措施。

4.14.7 泵站控制系统的连接电缆应采用铜芯电缆。

4.14.8 控制电缆宜采用 4 芯以上，备用芯不得少于 1 芯；当长度超过 200m 或存在较大干扰时，应采用铜网屏蔽电缆。

4.14.9 模拟量信号传输应采用铜网屏蔽双绞线，视频信号传输宜采用同轴电缆，通信电缆选用应与终端设备的特性相匹配。

4.14.10 系统供电电缆和仪表信号电缆应分开敷设。

4.14.11 屏蔽电缆宜采用单端接地，接地端宜设在内场或控制设备一侧。

4.14.12 电缆和光缆在室内可采用桥架、支架或穿管敷设，在室外宜采用穿预埋管敷设或沿电缆沟敷设；直埋敷设时应采用铠装电缆和光缆。

4.14.13 架空地板下的电缆应敷设在槽式电缆桥架或电缆托盘

内，并应加设盖板。

4.14.14 钢质电缆桥架、电缆支架及其紧固件等均应进行热浸锌等防腐处理。浸锌厚度不应小于 $20\mu\text{m}$ ，电缆桥架宜采用冷轧钢板制作，板材厚度应符合表 4.14.14 的规定。

表 4.14.14 电缆桥架板材厚度 (mm)

桥架宽度	<400	400~800
材料厚度	≥ 1.5	≥ 2.0

4.14.15 电缆在梯式桥架或支架上敷设不宜超过一层，在槽式桥架或托盘内敷设不宜超过三层，两端及分支处应设置标识。

4.14.16 仪表设备的终端电缆保护管及需要缓冲的电缆保护管应采用挠性管，挠性管应采用不锈钢材质或防腐能力强的复合材料，并应设有防水弯。

4.14.17 电缆进户处、导线管的端头处、空余的导线管等均应作封堵处理，金属电缆桥架和金属导线管均应可靠接地。

4.14.18 自动化控制系统设备安装除应符合以上条文外，还应符合现行国家标准《自动化仪表工程施工及验收规范》GB 50093 的有关规定。

4.15 系统调试、验收、试运行

4.15.1 自动化系统调试前应编制完整的调试大纲。

4.15.2 泵站自动化系统调试应包括下列内容：

- 1 基本性能指标检测；
- 2 单项功能调试；
- 3 相关功能之间的配合性能调试；
- 4 系统联动功能调试。

4.15.3 调试中采用的计量和测试器具、仪器、仪表及泵站设备上安装的测量仪表的标定和校正应符合有关计量管理的规定。

4.15.4 泵站自动化系统的验收测试应以系统功能和性能检验为主，同时对现场安装质量、设备性能及工程实施过程中的质量记

录进行抽查或复核。

4.15.5 上位机系统检验应包括下列内容：

- 1 在控制室实现对泵站内设备的运行监视和控制功能检验；
- 2 检查操作界面，应按设计意图、用户需求落实各工况的显示和操作画面；
- 3 报警、数据查询、报表、打印等功能的检验；
- 4 系统技术指标测试。

4.15.6 控制系统的检验应包括下列内容：

- 1 控制方式的切换和手动、自动方式下的控制功能检验；
- 2 故障和报警的响应，故障状态下的设备保护和控制功能检验；
- 3 操作界面的编排、内容、功能应符合设计意图和用户需求；
- 4 设备联动、自动运行功能检验；
- 5 技术指标测试。

4.15.7 外围设备检验应包括下列内容：

- 1 检测接地电阻值应符合设计要求；
- 2 防雷、防过电压措施应符合设计要求；
- 3 模拟显示屏安装的允许偏差和检查方法应符合表 4.15.7-1 的规定；
- 4 控制机柜、控制台和型钢底座安装的允许偏差和检查方法应符合表 4.15.7-2 的规定。

表 4.15.7-1 模拟显示屏安装的允许偏差和检查方法

检验项目	允许偏差	检查数量	检查方法
屏面垂直度	1mm/m	全数	吊线测量
屏面的平面度	2mm/m ²	全数	直尺测量
符号线条直线度	0.5mm/m	20%	吊线或拉线测量
单个拼块的平整度	0.1mm	5%	塞尺测量
相邻拼块平整度	0.2mm	5%	直尺与塞尺测量
拼块之间的间隙	0.1mm	5%	塞尺测量

表 4.15.7-2 控制机柜、控制台和型钢底座安装的允许偏差和检查方法

检验项目			允许偏差	检查数量	检查方法
基础型钢底座	直线度	—	1mm/m	全数	拉线，用尺测量最大偏差处
		全长	5mm		
	水平倾斜度	—	1mm/m	全数	拉线，用水平尺或水准仪测量
		全长	5mm		
控制机柜和控制台	垂直度		1.5mm	全数	吊线，用尺测量
	单柜（台）顶部高差		2mm	全数	柜顶拉线，用尺或水平测量
	柜顶最大高差（柜间连接多于 2 处）		5mm		
	柜正面平面度	相邻柜（台）接缝处	1mm	全数	从柜上、中、下用拉线的方法测量
		柜间连接（多于 5 处）	5mm		
	柜（台）间接缝处		2mm	全数	用塞尺测量

4.15.8 仪表设备检验应符合下列规定：

- 1 量程选配与实际相符；
- 2 具有有效的计量检验合格证书；
- 3 测量范围内为线性，具有符合泵站控制系统要求的 4～20mA 模拟量输出或通信接口；
- 4 控制系统对仪表采样的显示值应与现场指示值一致。

4.15.9 泵站自动化控制系统应在调试完成，各项功能符合设计要求后，方可与工艺系统一起投入试运行。

4.15.10 连续联动调试运行时间不应小于 72h，应采用全自动控制方式，联动运行期间对任何仪表、传感器、通信装置、控制设备的故障应进行诊断和纠正。

5 污水处理厂供配电

5.1 负荷计算

5.1.1 装机容量统计应符合下列规定：

- 1 用需要系数法确定各类设备的计算负荷。
- 2 分变电所的计算负荷为各设备组负荷的计算之和乘以该区域内动力设备运行的同时系数。
- 3 总变电所的计算负荷为各分变电所计算负荷之和再乘以综合同时系数。

5.1.2 设备组的需要系数按功能区确定应符合表 5.1.2 的规定。

表 5.1.2 设备组的需要系数

用电设备组名称	需要系数 (K_X)	$\cos\phi$	$\tan\phi$
水泵、泥泵、药泵等	0.75~0.85	0.80~0.85	0.70~0.62
风机	0.75~0.85	0.80~0.85	0.70~0.62
通风机、除臭设备	0.65~0.70	0.80	0.75
格栅除污机、皮带运输机、压榨机等	0.50~0.60	0.75	0.88
搅拌机、吸刮泥机等	0.75~0.85	0.80~0.85	0.70~0.62
消毒设备 (紫外线、加氯机等)	0.80~0.90	0.50	1.73
起重器及电动葫芦 ($\epsilon=25\%$)	0.10~0.15	0.50	1.73
控制系统设备	0.60~0.70	0.80	0.75
污泥脱水设备	0.70	0.70~0.80	0.80~0.75
污泥干化设备	0.80	0.90	0.48
干污泥输送设备 (料仓)	0.65~0.70	0.80	0.75

续表 5.1.2

用电设备组名称	需要系数 (K_X)	$\cos\phi$	$\tan\phi$
电子计算机主机外部设备	0.40~0.50	0.50	1.73
试验设备 (电热为主)	0.20~0.40	0.80	0.75
各类仪表	0.15~0.20	0.70	1.02
厂房照明 (有天然采光)	0.80~0.90	—	—
厂房照明 (无天然采光)	0.90~1.00	—	—
办公楼照明	0.70~0.80	—	—

5.1.3 污水处理厂负荷的计算应按本规程第 3.1.3 条执行, 并应符合下列规定:

1 分变电所区域设备的有功功率同时系数 $K_{\Sigma P}$ 和无功功率同时系数 $K_{\Sigma Q}$ 应分别取 0.85~1 和 0.95~1。

2 总变电所的综合同时系数 $K_{\Sigma P}$ 和 $K_{\Sigma Q}$ 应分别取 0.8~0.9 和 0.93~0.97。

3 当简化计算时, 同时系数 $K_{\Sigma P}$ 和 $K_{\Sigma Q}$ 均应取为 $K_{\Sigma P}$ 值。

5.2 系 统 结 构

5.2.1 变电所设置根据负荷分布特点应符合下列规定:

1 变电所的形式和布置应根据负荷分布状况和周围环境确定。

2 当系统结构为分布式时, 宜设总变电所和若干分变电站所。

3 供电负荷应为二级, 对特别重要的污水处理厂应定为一级负荷。

4 二级负荷应由双电源供电, 二路互为备用或一路常用一路备用。

5.2.2 总变电所和分变电所设置应符合下列规定:

1 含油浸式电力变压器的变电所内变压器室的耐火等级应为一, 其他房间的耐火等级应为二级。

2 总变电所和分变电所设置还应符合本规程第 3.8.2 条的规定。

5.2.3 总变电所系统设置应符合下列规定：

1 总变电所宜为独立式布置，设于污水处理厂负荷中心附近合适的位置，方便与各分变电所构成配电回路。

2 对 35kV/10（6）kV 变电所宜设为屋内式。

3 当 35kV 双电源供电在 35kV 侧切换时，宜采用内桥接线。10（6）kV 母线和低压母线宜采用单母线或单母线分段接线。

4 总变电所对外的配电宜采用放射式和树干式相结合的配电方式。

5 当供电电压为 10kV，厂区面积较大，负荷又比较分散的工程，可采用 10kV 和 0.4kV 两种电压混合配电方式。

6 总变电所的布置应符合本规程第 3.8.3～3.8.6 条的规定。

5.2.4 分变电所系统设置应符合下列规定：

1 设置应靠近各自供电区域负荷中心。宜设于较大机械设备房的一端。

2 对大部分用电设备为中小容量，无特殊要求的用电设备，可采用树干式配电。

3 对用电设备容量大，或负荷性质重要，或布置在有潮湿、腐蚀性环境的构筑物内的设备，宜采用放射式配电。

4 当总变电所向分变电所放射式供电时，分变电所电源进线开关宜采用负荷开关。当分变电所需要带负荷操作或继电保护、自动装置有要求时，应采用断路器。

5 变压器低压侧电压为 0.4kV 的总开关应采用低压断路器。

5.3 操作电源

5.3.1 污水处理厂主变电所操作电源应采用直流操作系统，应

选用免维护铅酸蓄电池直流屏。

5.3.2 污水处理厂各个分变电所的操作宜采用简单的交流操作系统。

5.4 短路电流计算及保护

5.4.1 供配电系统短路电流计算及保护应符合本规程第 3.6 节的有关规定。

5.5 系统设备要求

5.5.1 供配电系统设备要求包括总线接口应符合本规程第 3.7 节的有关规定。

5.6 照 明

5.6.1 污水处理厂的照明计算、光源选择、建筑物和道路灯具选择应符合本规程第 3.9 节的有关规定。

5.6.2 初沉池、生物反应池、二沉池等大型户外构筑物群区的照明宜采用广照型的高杆灯。

5.7 接地与防雷

5.7.1 变电所接地的型式和布置应符合本规程第 3.10.1～3.10.11 条的有关规定。

5.7.2 防雷应符合下列规定：

1 防雷措施应包括建筑物防雷和电力设备过电压保护。

2 防雷装置的设置应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的规定。

3 污泥消化池、沼气柜、沼气过滤间、沼气压缩机房、沼气火炬、加氯间等属于二类防雷建筑物的防爆危险场所，应采取防直击雷、防雷电感应和防雷电波侵入的措施。

4 对办公楼、泵房等属于三类防雷建筑物的场所，应采取防直击雷和防雷电波侵入的措施。

5 变电所的低压总保护柜内宜设第一级电源浪涌保护器；现场站总配电箱宜设二级电源浪涌保护器；供电末端重要的仪表配电箱宜设三级电源浪涌保护器。

6 浪涌保护器的设置应符合本规程第 3.10.12 条的规定。

5.8 防爆电器的应用

5.8.1 污泥消化池、沼气柜、沼气过滤间、沼气压缩机房、沼气火炬、加氯间等防爆场所的电气设备必须采用防爆电器，并应符合下列规定：

- 1** 电动机应采用隔爆型或正压型鼠笼型感应电动机。
- 2** 控制开关及按钮应采用本安型或隔爆型设备。
- 3** 照明灯具应采用隔爆型设备。

5.8.2 控制盘、配电盘不应布置在防爆 1 区，布置在防爆 2 区的控制盘、配电盘应采用隔爆型设备。

5.8.3 防爆电器选择应符合现行国家标准《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》GB 50058 的规定。

5.9 电气施工及验收

5.9.1 电气施工及验收应符合本规程第 3.11 节的有关规定。

6 污水处理厂自动化系统

6.1 一般规定

- 6.1.1 应根据污水处理厂规模、控制和节能要求配置数据采集和监视控制（SCADA）系统，实现污水处理自动化管理。
- 6.1.2 污水处理厂自动化程度和仪表配置要求、测量范围应根据工艺要求确定。
- 6.1.3 检测和测量仪表应按控制系统的要求提供 4~20mA 的标准电流信号输出或现场总线式的通信接口。
- 6.1.4 直接与污水、污泥、气体接触的仪表传感器防护等级应为 IP68；室内变送器、控制器防护等级不应小于 IP54；室外变送器、控制器的防护等级不应小于 IP65。
- 6.1.5 现场设备控制箱应设置运行状态指示、手动操作按钮和手动/联动方式选择开关。
- 6.1.6 污水处理厂自动化系统应通过设备控制箱实施对现场设备的启动和停止控制；宜采用二对常开触点分别控制设备的启动和停止。
- 6.1.7 设备控制箱应按控制系统的要求提供现场总线通信接口或硬线信号接口。
- 6.1.8 所有安装在污水处理现场的仪表均应按照防潮、防腐要求配备保护箱、遮阳罩、不锈钢支架等附件，并应可靠接地。

6.2 规模划分与系统设置要求

- 6.2.1 污水处理厂工艺按流程和处理程序可划分为：预处理工艺；一级处理工艺；二级处理工艺；深度处理工艺；污泥处理工艺；最终的污泥处理等。
- 6.2.2 监控系统规模、工艺参数检测要求、检测点布设等均应

根据污水处理厂的规模和工艺要求确定。

6.2.3 污水处理厂应设置生物池曝气量自动调节或生物工艺优化控制系统。

6.3 系统结构

6.3.1 污水处理厂的自动化控制系统宜采用三层结构，包括信息层、控制层和设备层，并应符合下列规定：

1 信息层设备布设在污水处理厂中控室，采用具有客户机/服务器（C/S）结构的计算机局域网，网络形式宜采用 10/100/1000M 以太网。

2 控制层宜采用光纤工业以太网或成熟的工业总线网络，以主/从、对等或混合结构的通信方式连接监控工作站、工程师站和厂内各就地控制站。

3 控制层设备设在各个现场控制站，控制器下可设远程 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。

4 大、中型污水处理厂设备层宜采用现场总线网络，小型污水处理厂宜采用星型拓扑结构方式，以硬接线电缆连接仪表和设备控制箱。

6.3.2 重要污水处理厂的控制系统宜采用冗余结构。

6.4 系统功能

6.4.1 污水处理厂的运行监视功能可通过布设在各工艺构筑物中仪表及机械设备、控制箱、变配电柜内的传感器、变送器所采集的实时信息经就地控制器的收集、预处理以后上传到中控室统计、处理、存储。运行监视范围应包括下列内容：

1 物理量监视应为：

- 1) 物位值及超高、超低物位报警；
- 2) 瞬时流量、累积流量和故障报警；
- 3) 温度及报警；

- 4) 压力及报警;
 - 5) 污泥界面。
- 2 水质分析监视应为:
- 1) 固体悬浮物浓度 (SS);
 - 2) 污泥浓度 (MLSS);
 - 3) 酸碱度/温度 (pH/T);
 - 4) 溶解氧 (DO);
 - 5) 总有机碳 (TOC);
 - 6) 总磷 (TP);
 - 7) 氨氮 ($\text{NH}_3\text{-N}$);
 - 8) 硝氮 ($\text{NO}_3\text{-N}$);
 - 9) 化学需氧量 (COD);
 - 10) 生化需氧量 (BOD);
 - 11) 氧化还原电位 (ORP);
 - 12) 余氯。
- 3 机械设备运行状态监视应为:
- 1) 水泵运行状态和故障报警;
 - 2) 格栅除污机、输送机、压榨机的运行状态和故障报警;
 - 3) 电动闸门、阀门、堰门的位置、运行状态和故障报警;
 - 4) 沉砂池除砂装置运行状态和故障报警;
 - 5) 曝气设备运行状态和故障报警;
 - 6) 刮砂机、吸刮泥机的运行状态和故障报警;
 - 7) 搅拌机的运行状态和故障报警;
 - 8) 鼓风机、压缩机的运行状态和故障报警;
 - 9) 污泥消化设备机组运行状态和故障报警;
 - 10) 污泥浓缩机组运行状态和故障报警;
 - 11) 污泥脱水设备、输送设备、料仓设备运行状态和故障报警;

- 12) 污泥耗氧堆肥处理系统运行状态和故障报警;
- 13) 出水消毒装置运行状态和故障报警;
- 14) 加药系统运行状态和故障报警。

4 自动化系统应有电力监控功能,技术要求应符合本规程第4.7节的有关规定。电力监控范围包括主变电所和分变电所。

6.4.2 污水处理厂中控室应将采集到的所有自动化信息为依据,经过数学模型计算或人工判断以后按周期发出各类运行控制命令到各就地控制站执行,运行控制对象应包括下列内容:

- 1 水泵(进水、出水)运行、调速;
- 2 格栅除污机、输送机、压榨机运行;
- 3 电动闸门、阀门、堰门开/闭、开度;
- 4 除砂装置运行;
- 5 曝气设备运行、曝气机浸没深度;
- 6 刮砂机、吸刮泥机运行;
- 7 搅拌机运行、调速;
- 8 鼓风机/压缩机运行(开启、调速、进口导叶片角度控制等);
- 9 污泥消化池温度控制;
- 10 污泥消化池进泥量和搅拌;
- 11 污泥浓缩机系统运行、加药量控制;
- 12 污泥脱水机组、输送设备、料仓控制;
- 13 污泥耗氧堆肥处理系统运行、加料量控制;
- 14 出水消毒装置运行;
- 15 沼气脱硫运行;
- 16 其他与工艺有关的运行设备。

6.4.3 污水处理厂应设有环境与安全监控功能,应包括下列内容:

- 1 有毒、有害、易燃、易爆气体的监测;
- 2 厂区视频图像监视和安全防卫系统;
- 3 火灾报警系统。

6.4.4 中央控制室功能应符合下列规定：

- 1 应具有与上级区域监控中心通信的功能。
- 2 应通过模拟屏、操作终端等显示设备对污水处理厂生产过程进行监视。宜设置组合式显示屏，满足生产监视和视频图像综合显示的需要。
- 3 运行控制应通过操作终端实现对全厂的生产过程进行调节，对水质进行控制。通过布设在各区域的就地控制站实现。
- 4 应在中央控制室完成运行参数统计、设备管理、报表等运行管理功能。
- 5 应具有手动、自动两种控制方式转换功能。
- 6 操作界面应具有汉化的图形化人机接口。
- 7 操作画面应包括：污水处理厂总电气图和各分变电所的电气图、厂总平面布置图和每个单体的局部平面布置图、厂总工艺流程图和每个单体的局部工艺流程图、剖面图、高程图、报警清单、参数设定。

6.4.5 就地控制站功能应符合下列规定：

- 1 应具有数据采集、处理和控制功能。现场站操作画面包括：现场站的电气图、现场站平面布置图、区域工艺流程图、剖面图、高程图、报警清单、参数设定。
- 2 操作界面应具有手动、自动两种控制方式转换功能。
- 3 操作界面应具有汉化的图形化人机接口。

6.4.6 中控室和就地控制站的操作界面分类分层的显示和控制方式应符合本规程第 4.4.9～4.4.11 条的规定。

6.5 检测和监视点设置

6.5.1 进水水质和出水水质检测应包括下列内容：

- 1 酸碱度/温度 (pH/T)；
- 2 总磷 (TP)；
- 3 氨氮 ($\text{NH}_3\text{-N}$)；
- 4 硝氮 ($\text{NO}_3\text{-N}$)；

5 化学需氧量 (COD);

6 生化需氧量 (BOD)。

6.5.2 集水池宜设置下列监视和控制点:

1 粗格栅池内设置液位计或液位差计, 液位差值控制格栅的清污动作;

2 封闭的格栅间内设置硫化氢检测仪;

3 格栅除污机、输送机、压榨机和闸门的监视和控制。

6.5.3 进水泵房宜设置下列监视和控制点:

1 进水井内设超声波液位计, 液位测量值作为进水泵的控制依据;

2 泵出水管设电磁流量计, 作为污水处理厂的处理量的计量;

3 水泵监视和控制及泵出口阀的联动控制。

6.5.4 沉砂池宜设置下列监视和控制点:

1 细格栅池内设超声波液位差计, 液位值作为沉砂池控制参数, 控制细格栅的清污动作;

2 封闭的细格栅井内设分体式硫化氢检测仪, 监测有害气体浓度;

3 出水井内设置固体悬浮物浓度 (SS) 检测;

4 出水井内设置酸碱度/温度 (pH/T)、总磷 (TP) 检测;

5 电动闸门、阀门和除砂设备的监视和控制。

6.5.5 生物池宜设置下列监视和控制点:

1 厌氧区中间和生物池出水端设置污泥浓度 (MLSS) 检测仪;

2 好氧区曝气总管和分管上设气体流量计;

3 厌氧区和缺氧区分别设氧化还原电位 (ORP) 检测仪;

4 好氧区的鼓风曝气稳定区设溶解氧 (DO) 检测仪, 机械曝气机下游稳定区设溶解氧 (DO) 检测仪;

5 厌氧区入口稳定区设溶解氧 (DO) 检测仪;

6 缺氧区入口稳定区设溶解氧 (DO) 检测仪;

7 生物池出水端设溶解氧 (DO) 检测仪;

8 厌氧区末端设氨氮 ($\text{NH}_3\text{-N}$)、硝氮 ($\text{NO}_3\text{-N}$) 分析仪 (或 C_2 综合分析仪);

9 电动闸门、阀门、搅拌机、内回流泵、曝气机、气体调节阀、电动堰门的监视控制。

6.5.6 初沉池、二沉池宜设置下列监视和控制点:

1 二沉池设污泥界面计, 检测污泥泥位;

2 吸刮泥机、配水/泥闸门或电动堰板、闸门、排泥阀门的监视和控制。

6.5.7 鼓风机房宜设置下列监视和控制点:

1 空气总管设压力变送器、温度变送器和气体流量计;

2 鼓风机风量、风压和过滤器的监视和控制;

3 鼓风机、变频器、导叶的运行监视和控制。

6.5.8 回流及剩余污泥泵房宜设置下列监视和控制点:

1 回流污泥浓度 (MLSS) 检测;

2 设分体式超声波液位计, 控制污泥泵的运行;

3 设浮球液位开关, 防止回流及剩余污泥泵的干运行;

4 回流污泥泵出泥管道上设电磁流量计, 计量回流污泥和剩余污泥量;

5 回流污泥泵、剩余污泥泵及变频泵的监视和控制。

6.5.9 出口泵房及出水井宜设置下列监视和控制点:

1 前池内和出水井内设分体式超声波液位计;

2 设出水泵监视、运行控制或按需要设出水量调节系统 (出水泵变频调速或导叶角调节)。

6.5.10 储泥池宜设置下列监视和控制点:

1 设置分体式超声波泥位计, 根据泥位控制储泥池泥泵的运行循环及控制储泥池的进、排泥;

2 设搅拌机、浆液阀及泥泵监视和控制。

6.5.11 污泥浓缩池宜设置下列监视和控制点:

1 设污泥流量计和加药流量计, 以污泥流量控制污泥浓缩机组的运行;

- 2 设污泥界面计，检测污泥泥位；
- 3 设污泥浓缩机组监视和控制。

6.5.12 污泥消化池宜设置下列监视和控制点：

- 1 进泥管设电磁流量计、温度变送器和 pH 变送器；
- 2 出泥管设温度变送器，池顶设雷达液位计，气相压力变送器；
- 3 中部设温度变送器；
- 4 产气管设沼气流量计；
- 5 可燃气体检测仪；
- 6 设有搅拌机、污泥泵和热水泵的监视和控制。池顶设压力和真空安全阀。

6.5.13 污泥浓缩脱水机房宜设置下列监视和控制点：

- 1 进泥管和加药管设流量计，控制脱水机进泥量和加药量；
- 2 设带双探头的硫化氢检测仪，检测探头分别设在工作间和污泥堆放间；
- 3 设脱水机监视和控制及污泥输送、储存、装车的监控。

6.5.14 沼气柜宜设置下列监视和控制点：

- 1 设甲烷探测器，以检测可燃气体的浓度；
- 2 设压力仪，检测压力并报警和连锁保护；
- 3 设沼气增压机气动蝶阀监视和控制。沼气柜高度和压力的监测、报警、连锁保护。

6.5.15 沼气锅炉房宜设置下列监视和控制点：

- 1 沼气进气管设沼气流量计；
- 2 设压力变送器和水位计，根据锅炉水位调节补水量；
- 3 进水管设温度变送器；
- 4 出水管设温度变送器、压力变送器和流量计，根据锅炉出水温度调节燃气流量；
- 5 储水池设超声波液位计，监测储水池液位；
- 6 设置甲烷探测器，检测可燃气体的浓度；
- 7 设沼气增压泵、沼气锅炉排水泵、循环泵的监视和控制。

- 6.5.16 污水处理厂应设置出水流量计量，计量排放水量。
- 6.5.17 出水高位井排放口宜设置分体式超声波液位计，监测排放口液位。
- 6.5.18 消毒池宜设置下列监视和控制点：
- 1 余氯检测仪（加氯消毒工艺）；
 - 2 消毒装置的监视和控制（加氯消毒、紫外线消毒或其他消毒工艺）。

6.6 检测和测量技术要求

- 6.6.1 液位、泥位的测量宜采用超声波液位计或液位差计。技术要求应符合本规程第 4.5.1 条的规定。
- 6.6.2 污水管道满管流量测量宜采用电磁流量计。技术要求应符合本规程第 4.5.2 条的规定。
- 6.6.3 污水处理厂设备管道压力测量宜采用压力变送器。技术要求应符合本规程第 4.5.3 条的规定。
- 6.6.4 温度测量应符合本规程第 4.5.4 条的规定。
- 6.6.5 宜采用硫化氢检测仪测量封闭式格栅井和污泥脱水机房的硫化氢浓度。技术要求应符合本规程第 4.5.5 条的规定。
- 6.6.6 溶解氧（DO）检测应符合下列规定：
- 1 分辨率应为 0.05mg/L。信号表示单位是 mg/L。
 - 2 具有探头自动清洗功能。
 - 3 传感器采用便于举升探头的池边安装支架；变送器采用单柱安装支架和遮阳板（罩）。
- 6.6.7 固体悬浮物浓度（SS）检测应符合下列规定：
- 1 分辨率应为 0.01mg/L。信号表示单位是 mg/L。
 - 2 传感器具有旋转刮片组成的自动清洁装置。
 - 3 传感器采用池边安装支架或管道安装方式；变送器采用单柱安装支架。
- 6.6.8 氨氮（ $\text{NH}_3\text{-N}$ ）、硝氮（ $\text{NO}_3\text{-N}$ ）检测应符合下列规定：
- 1 精度应小于显示值 $\pm 0.5\%$ 。信号表示单位是 mg/L。

2 防护等级为：IP54，自动标定、自动清洗。

3 宜采用离子选择电极法或比色法；当采用离子选择电极法时，应在现场采用便于举升传感器的池边安装支架，变送器采用单柱安装且保护箱外应设遮阳装置。当采用比色法时，应同时成套提供可自动空气反吹清洗的完整的取样及预处理系统，包括从测量点取样用的取样泵（可选）、取样管道、各种附件等装置。进水水质分析必须提供粗、细过滤装置。

6.6.9 污泥泥位检测应符合下列规定：

1 精度应为显示值的 1%，分辨率应为 0.03m。信号表示单位是 m。

2 传感器应具有自动清洗装置。

3 传感器采用池边安装支架；变送器采用单柱安装支架。

6.6.10 气体流量测量应符合下列规定：

1 精度应为显示值的 0.5%。信号表示单位是 m^3/s 。

2 变送器防护等级为：IP65。沼气流量计应采用防爆形式。

3 宜采用热扩散气体检测原理。

6.6.11 酸碱度/温度（pH/T）值检测应符合下列规定：

1 精度应小于测量值的 0.75%，分辨率为：pH=0.01，T=0.1℃。T 信号表示单位是℃。

2 传感器采用池边安装不锈钢支架。

6.6.12 氧化还原电位 ORP 检测仪测量应符合下列规定：

1 精度应小于显示值的 0.5%。信号表示单位是 mV。

2 传感器采用池边安装不锈钢支架。

6.6.13 甲烷检测和报警应符合下列要求：

1 沼气锅炉房采用甲烷探测器检测可燃气体的浓度。检测报警装置的主要技术参数应符合表 6.6.13 的规定。

表 6.6.13 甲烷可燃气体检测报警装置的主要技术参数

参 数 名 称	选 取 值
监测范围 V/V%	0~10
显示方式	现场数字显示，控制室显示

续表 6.6.13

参 数 名 称	选 取 值
检测误差 (%)	≤3
报警阈值 V/V%	1
响应时间 (s)	≤60 (满量程 90%)
防爆性能	本安防爆

6.6.14 余氯分析的精度应为±5%。信号表示单位是 mg/L。

6.6.15 总磷 (TP) 分析应符合下列规定：

1 精度应为显示值的±2%。信号表示单位是 mg/L。

2 宜采用比色法并应同时提供可自动清洗的完整的取样及预处理系统，包括从测量点取样用的取样探头、取样管道、各种附件等装置。对于进水水质分析仪应提供粗、细两套过滤装置。

6.6.16 化学需氧量 (COD) 测量应符合下列规定：

1 当 COD 值大于 100mg/L 时，精度应小于显示值的±10%。当 COD 值小于或等于 100mg/L 时，精度应小于显示值±6mg/L，分辨率为 1mg/L。信号表示单位是 mg/L。

2 探头具有机械自清洗功能。

3 传感器采用池边安装不锈钢支架。

6.6.17 生化需氧量 (BOD) 测量应符合下列规定：

1 精度应为显示值的±10%，分辨率为 1mg/L。信号表示单位是 mg/L。

2 探头具有机械自清洗功能。

3 传感器采用池边安装不锈钢支架。

6.6.18 分析仪器试剂应选用低毒、无害和低耗量。

6.7 设备控制技术要求

6.7.1 设备的控制位置和优先级应符合下列规定：

1 污水处理厂设备的控制优先级由高至低依次为：现场控制/机旁控制、配电盘控制、就地（单体）控制、中央控制，较高优先级的控制可屏蔽较低优先级的控制；每一级控制均应设置

选择开关（如图 6.7.1 所示）。

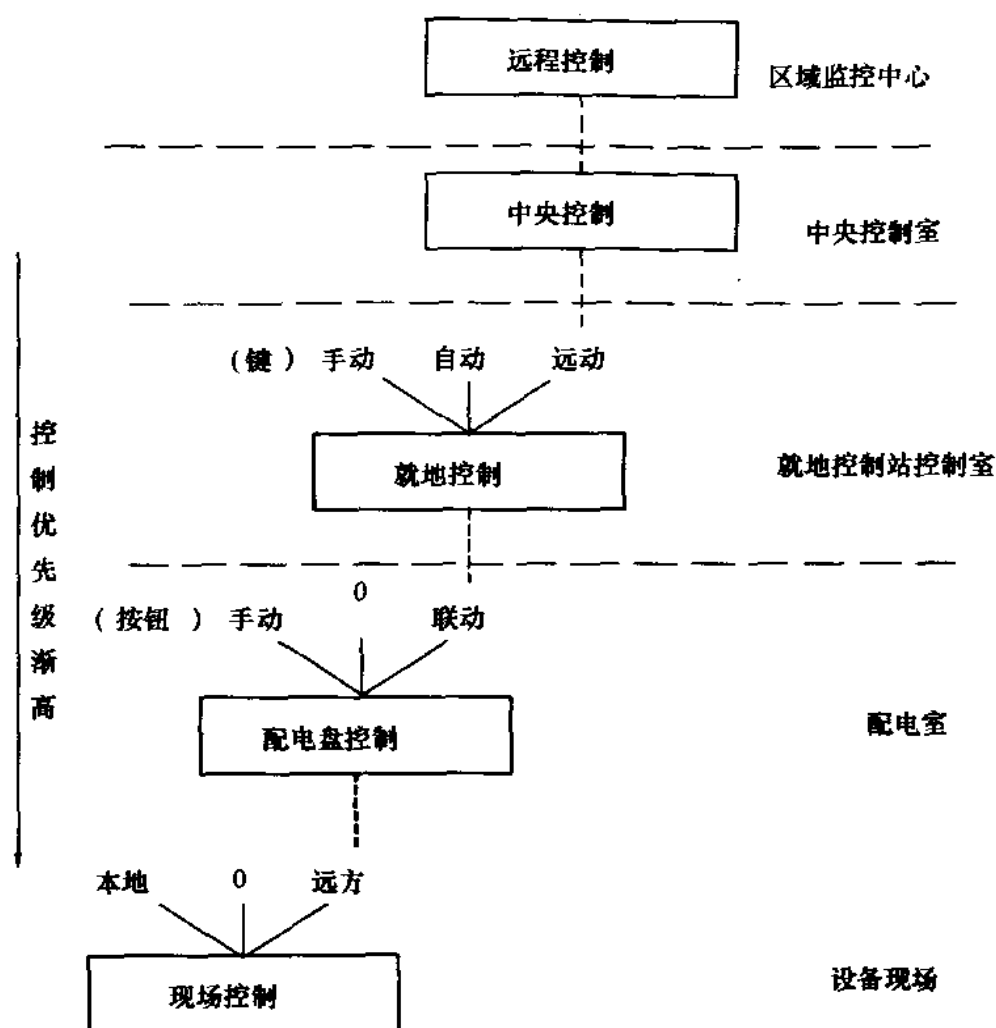


图 6.7.1 污水处理厂设备控制优先级关系

2 现场控制/机旁控制应符合本规程第 4.6.1 条第 1 款的规定。

3 配电盘控制应符合本规程第 4.6.1 条第 2 款的规定。

4 现场控制/机旁控制和配电盘控制由厂内供配电系统实施，可对现场站设备手动控制而不依赖于厂内自动化控制系统。

5 就地控制：一般在污水处理厂各现场的就地控制站内完成，是通过就地控制站自动化控制系统实施的控制，具有手动和自动两种控制方式。

6 中央控制：一般在污水处理厂综合楼的中央控制室内完成。宜通过中央控制系统操作界面的按键（或设定的功能键）完成调度和控制。系统控制水平高的污水处理厂则按照控制模型产生的控制模式自动地生成控制命令或由人工对控制模式确认以后下达控制命令，给相关的就地控制器执行。厂内各机械设备的联动亦由就地控制站的控制器根据要求完成。

7 污水处理厂应有与区域监控中心通信的功能。

6.7.2 水泵、格栅除污机、输送机、压榨机、闸门、阀门（包括配水/泥闸门、电动堰板排泥阀门）、除臭装置、通风、控制应符合本规程第 4.6.2~4.6.6 条的规定。

6.7.3 刮砂机、吸刮泥机控制箱接口信号应符合表 6.7.3 的规定。

表 6.7.3 刮砂机、吸刮泥机控制箱接口信号

信号名称	信号方向	点 数	备 注
运行、停止命令	下行	2	—
手动、联动方式状态	上行	2	—
运行、停止状态	上行	2	—
断路器合、分状态	上行	2	分闸：不可用
故障报警	上行	1	综合电气、机械故障

6.7.4 搅拌机控制箱接口信号应符合表 6.7.4 的规定。

表 6.7.4 搅拌机控制箱接口信号

信号名称	信号方向	点 数	备 注
运行、停止命令	下行	2	—
手动、联动方式状态	上行	2	—
运行、停止状态	上行	2	—
断路器合、分状态	上行	2	分闸：不可用
故障报警	上行	1	综合电气、机械故障

6.7.5 压缩机控制箱接口信号应符合表 6.7.5 的规定。

表 6.7.5 压缩机控制箱接口信号

信号名称	信号方向	点 数	备 注
运行、停止命令	下行	2	—
手动、联动方式状态	上行	2	—
运行、停止状态	上行	2	—
断路器合、分状态	上行	2	分闸：不可用
故障报警	上行	1	综合电气、机械故障

6.7.6 鼓风机的控制应符合下列规定：

1 由配套的现场控制箱实施启动控制、运行保护和转速控制（变频）或进口导叶片角度控制以及风机组内部设备联动控制。

2 就地控制系统通过控制箱实施对鼓风机的启动停止和输出风量的调节控制。

3 控制箱接口信号应符合表 6.7.6 的规定。

表 6.7.6 鼓风机控制箱接口信号

信号名称	信号方向	点 数	备 注
运行、停止命令	下行	2	—
手动、联动方式状态	上行	2	—
运行、停止状态	上行	2	—
断路器合、分状态	上行	2	分闸：不可用
故障报警	上行	1	综合电气、机械故障
鼓风机转速（变频）	下行	1	—
鼓风机出风量	下行	1	—
鼓风机电动机电流	上行	1	—
风机出风口压力	上行	1	—
控制给定	下行	1	—

6.7.7 电动调节阀的控制应符合下列规定：

1 采用曝气工艺的生物池相应的空气管道上应设置空气量检测和电动调节阀。

2 设置现场控制箱，按运行要求驱动电动调节阀控制生物池的进气量。

3 就地控制系统通过控制箱实施对调节阀的启动停止和开度的调节控制。

4 控制箱接口信号应符合表 6.7.7 的规定。

表 6.7.7 调节阀控制箱接口信号

信号名称	信号方向	点 数	备 注
运行、停止命令	下行	2	—
手动、联动方式状态	上行	2	—
全开、全闭状态	上行	2	—
断路器合、分状态	上行	2	分闸：不可用
故障报警	上行	1	综合电气、机械故障
开启度反馈	上行	1	

6.7.8 污泥泵控制箱接口信号应符合表 6.7.8 的规定。

表 6.7.8 污泥泵控制箱接口信号

信号名称	信号方向	点 数	备 注
运行、停止命令	下行	2	—
手动、联动方式状态	上行	2	—
运行、停止状态	上行	2	—
断路器合、分状态	上行	2	分闸：不可用
故障报警	上行	1	综合电气、机械故障
污泥泵电动机电流	上行	1	

6.7.9 污泥浓缩机组的控制应符合下列规定：

1 机组综合控制装置提供污泥浓缩机组的基本启动、停止逻辑控制和相关的污泥进料泵、加药泵、混合装置、反应器、污泥浓缩机、厚浆泵、增压泵等设备的联动控制。

2 控制箱接口信号应符合表 6.7.9 的规定。

表 6.7.9 污泥浓缩机组控制箱接口信号

信号名称	信号方向	点 数	备 注
运行、停止命令	下行	2	—
手动、联动方式状态	上行	2	—
断路器合、分状态	上行	2	分闸：不可用
进料泵运行、停止状态	上行	2	—
加药泵运行、停止状态	上行	1	—
混合装置运行、停止状态	上行	1	—
反应器运行、停止状态	上行	1	—
污泥浓缩机组运行、停止状态	上行	1	—
厚浆泵运行、停止状态	上行	1	—
增压泵运行、停止状态	上行	1	—
进料泵故障报警	上行	1	—
加药泵故障报警	上行	1	—
混合装置故障报警	上行	1	—
反应器故障报警	上行	1	—
污泥浓缩机组故障报警	上行	1	—
厚浆泵故障报警	上行	1	—
增压泵故障报警	上行	1	—

6.7.10 污泥脱水机组的控制应符合下列规定：

1 综合控制装置提供污泥脱水机组的基本启动、停止逻辑控制和相关的污泥切割机、污泥供料泵、加药泵、润滑、冷却、清洗等设备的联动控制。

2 脱水机组控制箱接口信号应符合表 6.7.10 的规定。

表 6.7.10 脱水机组控制箱接口信号

信号名称	信号方向	点 数	备 注
运行、停止命令	下行	2	—
手动、联动方式状态	上行	2	—
断路器合、分状态	上行	2	分闸：不可用
故障报警	上行	2	综合电气、机械故障
润滑系统运行、停止状态	上行	1	—
润滑系统故障报警	上行	1	—
冷却系统运行、停止状态	上行	1	—
冷却系统故障报警	上行	1	—
清洗状态	上行	1	—
污泥切割机工作电流	上行	1	—
污泥供料泵工作电流	上行	1	—
污泥脱水机工作电流	上行	1	—
单组污泥脱水系统电量	上行	1	—
絮凝剂加注流量	上行	1	—

6.7.11 紫外线消毒装置接口信号应符合表 6.7.11 的规定。

表 6.7.11 紫外线消毒装置控制箱接口信号

信号名称	信号方向	点 数	备 注
运行、停止命令	下行	2	—
手动、联动方式状态	上行	2	—
运行、停止状态	上行	2	—
断路器合、分状态	上行	2	分闸：不可用
故障报警	上行	1	综合电气、机械故障

6.7.12 加氯机控制箱接口信号应符合表 6.7.12 的规定。

表 6.7.12 加氯机控制箱接口信号

信号名称	信号方向	点 数	备 注
运行、停止命令	下行	2	—
手动、联动方式状态	上行	2	—
运行、停止状态	上行	2	—

续表 6.7.12

信号名称	信号方向	点 数	备 注
断路器合、分状态	上行	2	分闸：不可用
故障报警	上行	1	综合电气、机械故障

6.8 电力监控技术要求

6.8.1 电力监控技术要求应符合本规程第 4.7 节的有关规定。

6.9 防雷与接地

6.9.1 本安线路、本安仪表应可靠接地。本质安全型仪表系统的接地宜采用独立的接地极或接至信号回路的接地极上。

6.9.2 用电仪表的外壳、仪表盘、柜、箱、盒和电缆槽、保护管、支架地座等，在正常条件下不带电的金属部分由于绝缘破坏而有可能带电者，均应做保护接地。

6.9.3 信号回路的接地点应设在显示仪表侧。

6.9.4 控制系统宜建立统一接地体（总等电位连接板），综合控制箱、柜内的保护接地、信号回路接地、屏蔽接地应分别接到各自的接地母线上，再由各母线接到总等电位连接板。

6.9.5 防雷与接地还应符合本规程第 4.8.1~4.8.4 条的规定。

6.10 控制设备配置要求

6.10.1 污水处理厂控制设备配置要求应符合本规程第 4.9 节的有关规定。

6.10.2 工艺监控应配备 2 台工作站组成双机热备，1 台用于正常工艺监控，另 1 台为备用。2 台监控计算机的硬件和软件的配置应相同，功能和监控的对象应能互换。

6.10.3 污水处理厂电力监控宜专门配备 1 台工作站。运行故障时，应由工艺备用工作站替代工作。

6.10.4 生物池节能运转应独立配置控制模型运行和模拟的工作

站 1 台。

6.10.5 数据管理宜由 2 台服务器组成双机热备。

6.10.6 污水处理厂中控室与各现场就地控制站间的光纤通信宜采用环形或星形组网方式。

6.10.7 大型污水处理厂中央控制系统宜考虑与工厂管理信息系统 (MIS) 互连。

6.11 安全和技术防范

6.11.1 污水处理厂应设置电视监控系统，并应符合下列规定：

1 厂内所有摄像机应连接视频矩阵切换器，将视频信号选择切换到主监视器。主监视器或数字录像机可以显示任何一台摄像机的视频信号。

2 安装在外场的摄像机应具有防振和防雷措施。

3 摄像机的选择应符合下列规定：

1) 采用 $\frac{1}{4}'' \sim \frac{1}{2}''$ CCD；

2) 信号制式为 PAL；

3) 清晰度不应小于 450TVL；

4) 最低照度宜为 1.0lx；

5) 视频输出为 1.0V_{pp}；

6) 阻抗 75Ω (BNC)；

7) 外罩应配置通风加热器、刮水器。

4 室外云台旋转角：水平宜为 355°，垂直宜为 ±90°。

5 室外解码器控制输入接口可接受 RS422、RS485 或曼彻斯特码。通信速率宜为 1200~19200bps。

6 视频矩阵切换器的选择应符合下列规定：

1) 输入信号为 1.0V_{p-p} ± 3dB，75Ω；

2) 输出信号为 1.0V_{p-p} ± 0.5dB，75Ω；

3) 信噪比不应小于 60dB；

4) 控制接口可为 RS232C 或 RS485；

5) 应配操纵摇杆和编程键盘。

7 彩色监视器选择应符合下列规定：

- 1) 清晰度不应小于 450TVL；
- 2) 输入信号为 $1.0V_{pp} \pm 3dB$ ；
- 3) 频率响应优于 10MHz ($-3dB$)。

8 监视器应安装在固定的机架和机柜上；具有散热、电磁屏蔽性能；屏幕避免外来光直射；外部可调节部分易于操作和维护。

6.11.2 厂区周边的围墙可按管理要求设置周界防卫系统，控制主机和报警盘设在门卫室；发生报警时应与电视监控系统联动。

6.11.3 火灾报警控制器应根据消防要求设置，宜设在中央控制室。

6.11.4 根据管理要求，在污水处理厂重要的出入口通道可设置门禁系统。

6.11.5 在爆炸危险场所安装的自动化系统的仪表和材料，必须具有符合国家现行防爆质量标准的技术鉴定文件或防爆等级标志；其外部应无损伤和裂缝。

6.11.6 自动化系统的设备和仪表防爆应符合下列规定：

1 污泥消化池、沼气过滤间、沼气压缩机房、沼气脱硫间、沼气柜、沼气鼓风机、沼气火炬、沼气锅炉房、沼气发电机房、沼气鼓风机房等设备和防爆场所宜按 1 区考虑，仪表应选用本质安全型。

2 敷设在易爆炸和火灾危险场所的电缆（线）保护管应符合下列规定：

- 1) 保护管与现场仪表、检测元件、仪表箱、接线盒和拉线连接时应安装隔爆密封管件，并做好充填密封；保护管应采用管卡固定牢固，不应焊接固定。密封管件与仪表箱、分线箱接线盒及拉线盒间的距离不应超过 0.45m。
- 2) 全部保护管系统必须确保密封。

3 安装在易爆炸和火灾危险场所的设备引入电缆时，应采用防爆密封填料进行密封。

4 沼气过滤间、压缩机房及污泥泵房均应考虑通风设施，并应防止沼气进入或从管道中漏出。

5 控制室电线电缆沟出口处应采取措施以防止室外沼气逸出后进入沟内。

6 沼气锅炉房应采用甲烷探测器检测可燃气体的浓度。

6.12 控制软件

6.12.1 操作系统应选择多任务多用户网络操作系统，中文版本，具有开放式的软件接口。

6.12.2 关系型数据库应具有标准的外部数据接口，能与其他控制软件和数据库交换数据。

6.12.3 应用软件应包括下列功能：

1 采用图控软件组态设计中控室的运行监控软件，具有中文界面，操作提示和帮助系统。提供污水处理厂总平面布置图、局部平面布置图、工艺流程图、设备布置图、高程图、剖面图、电气接线图、报警清单等，并在图形界面上实现对设备的操作、控制和运行参数设定。

2 提供整个监控系统运行的各种数据参数、各机械电气设备状态以及各接口设备状态的实时数据库及历史数据库，并具有在线查询、修改、处理、打印等数据库管理软件，能与管理信息系统（MIS）联网操作。

3 具有强而有效的图形显示功能。在确定监控画面后，可对监控对象进行形象图符设计、组态、链接、生成完整的实时监控画面，使用户能在监视器（CRT）上查询到各种监控对象的动态信息及故障。

4 日常的数据管理，对采集到的各种数据经计算、处理、分类，自动生成各种数据库及报表，供实时监测、查询、修改、打印；数据管理还包括生成后的报表文件的修改或重组。

5 设备管理应符合本规程 4.11.4 条第 4 款的规定。

6 对设备运行数据、流量数据、扬程数据、能耗数据进行记录和综合分析，提供节能控制模型的模拟和节能运行建议。能耗管理宜包括下列内容：

- 1) 电力消耗；
- 2) 化学药剂消耗；
- 3) 给水消耗；
- 4) 燃料计量。

7 完成各类数据的采集和通信网络的管理。

6.13 控制系统接口

6.13.1 就地控制系统与电气设备和仪表的接口如图 6.13.1 所示，各接口的功能应符合表 6.13.1 的规定。

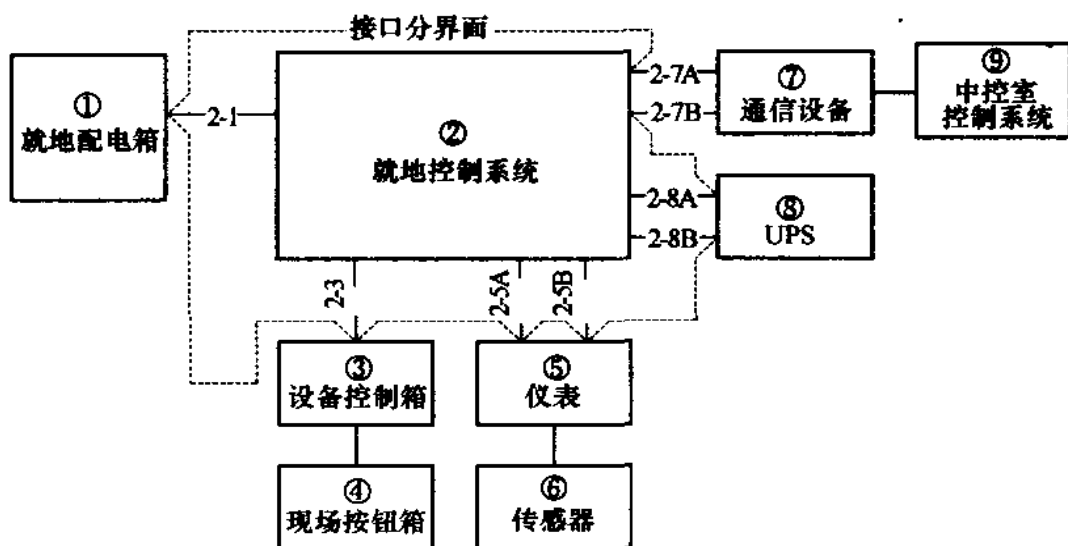


图 6.13.1 就地控制系统与电气设备和仪表的接口示意图

表 6.13.1 就地控制系统与电气设备和仪表的接口

编号	界面位置	功 能	备 注
2-1	就地配电箱供电电缆馈出端	接取就地控制系统的工作电源	—

续表 6.13.1

编号	界面位置	功 能	备 注
2-3	各机电设备控制箱的控制信号端子排或插座	监控设备运行	参 见 本 规 程 6.7 节
2-5A	仪表的工作电源端子排	提供仪表工作电源	参 见 本 规 程 6.6 节
2-5B	仪表的信号输出端子排或插座	采集仪表的检测数据和 工作状态	参 见 本 规 程 6.6 节
2-7A	就地控制站控制机柜内的 通信电源端子排	提供中控室控制通信设 备的工作电源	—
2-7B	就地控制站控制机柜内的 远程监控通信插座	提供中控室控制通信 接口	参 见 本 规 程 6.4.4 条
2-8A	UPS 的电源输入和电 源输出端子排	提供和接取 UPS 电源	—
2-8B	UPS 监控信号端子排 或插座	监控 UPS 运行	参 见 本 规 程 4.9.13 条

6.13.2 就地控制系统与电力设备的接口如图 6.13.2 所示, 各接口的功能应符合表 6.13.2 的规定。

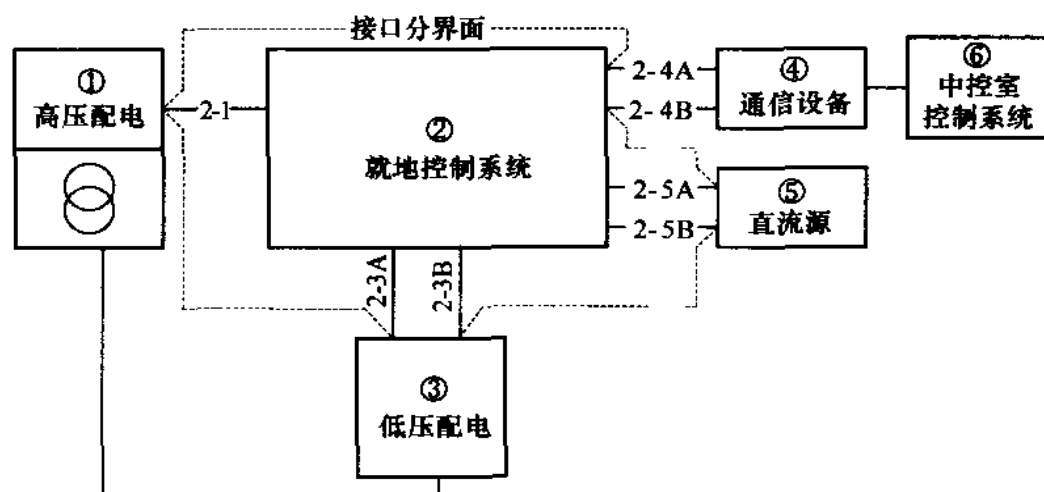


图 6.13.2 就地控制系统与电力设备的接口示意图

表 6.13.2 就地控制系统与电力设备的接口

编号	界面位置	功 能	备 注
2-1	高压开关柜二次端子排或信号插座	监控高压开关设备和变压器运行	参见本规程 4.7 节
2-3A	低压配电柜供电电缆馈出端	接取现场站控制系统的工作电源	—
2-3B	低压开关柜二次端子排或信号插座	监控低压开关设备运行	参见本规程 4.7 节
2-4A	就地控制站控制机柜内的通信电源端子排	提供中控室控制通信设备的工作电源	—
2-4B	就地控制站控制机柜内的远程监控通信插座	提供中控室控制通信接口	参见本规程 6.4.4 条
2-5A	直流源的电源输入和电源输出端子排	提供和接取直流源电源	—
2-5B	直流源监控信号端子排或插座	监控直流源运行	—

6.13.3 在有关接口描述的文件中需明确的内容应符合本规程第 4.12.3 条的规定。

6.14 系统技术指标

6.14.1 污水处理厂自动化系统技术指标应符合表 6.14.1 的规定。

表 6.14.1 系统技术指标

技术指标	规定数值
数据扫描周期	$\leq 100\text{ms}$
数据传输时间	$\leq 500\text{ms}$ (PLC 至上位机)
控制命令传送时间	$\leq 1\text{s}$ (上位机至 PLC)
实时画面数据更新周期	$\leq 1\text{s}$
实时画面调用时间	$\leq 3\text{s}$
平均故障间隔时间 (MTBF)	$\geq 17000\text{h}$

续表 6.14.1

技术指标		规定数值
平均修复时间 (MTTR)		$\leq 1\text{h}$
双机切换到功能恢复时间		$\leq 30\text{s}$
站间事件分辨率		$\leq 20\text{ms}$
计算机处理器的负荷率	正常状态下任意 30min 内	$< 30\%$
	突发任务时 10s 内	$< 60\%$
LAN 负荷率	正常状态下任意 30min 内	$< 10\%$
	突发任务时 10s 内	$< 30\%$
通信故障恢复时间		$\leq 0.5\text{s}$

6.15 计 量

6.15.1 系统应对设备运行记录及控制模式进行综合考虑,使系统能在最低的消耗下发挥最大的效率。计量宜包括下列内容:

- 1 污水量;
- 2 污泥量;
- 3 给水量;
- 4 用电量;
- 5 用气量;
- 6 化学药剂 (包括混凝剂、助凝剂、絮凝剂及其他添加剂等) 量;
- 7 加氯量或其他消毒剂量。

6.15.2 计量应有记录、测算、显示和打印。

6.16 设备安装技术要求

6.16.1 中央控制室宜设在污水处理厂综合楼内,控制室应设置模拟屏、计算机 (含工作站、服务器)、打印机、操作台椅、通信机柜、UPS 和网络设备等。

6.16.2 就地控制站自动化设备 (包括 UPS) 均应安装在控制

机柜内，控制机柜要求应符合本规程第 4.14.1 条的规定。

6.16.3 中央控制室和就地控制站布置要求应符合本规程第 4.14.2~4.14.6 条的规定。

6.16.4 污水处理厂电缆和电缆桥架安装技术要求应符合本规程第 4.14.7~4.14.16 条的规定。

6.17 系统的调试、检验、试运行

6.17.1 自控设备、自动化仪表的调试、检验和试运行应符合本规程第 4.15 节的有关规定。

6.17.2 闭路监视电视系统安装施工质量的检验阶段、检验内容、检测方法及性能指标要求应符合现行国家标准《民用闭路监视电视系统工程技术规范》GB 50198 的有关规定。

6.17.3 电视监控系统的检验应符合下列规定：

- 1 电视监控系统图像画面清晰、稳定。
- 2 电视监控系统与其他系统的联动功能达到设计的规定。

7 排水工程的数据采集和监控系统

7.1 系统建立

7.1.1 城镇排水系统数据采集和监视控制系统的体系宜包括下列层次（如图 7.1.1 所示）：

1 第一层次为每一座城镇由政府建立的“数字化城市”的信息中心的一个子集；

2 第二层次为城市排水信息中心；

3 第三层次为按区域划分的区域监控中心；

4 第四层次为泵站、截流设施、污染源监察站、污水处理厂 SCADA 系统等；

5 第五层次为现场数据采集与监视控制的配置要求。

7.1.2 信息层次的选择与确定必须与排水系统管理体制相匹配，并应符合下列要求：

1 对小型城镇可不考虑第三层次的建立。

2 对大型城市除了在区域范围内按流域或片区的排水分系统建立若干区域监控中心，采集本系统内泵站、截流设施、污染源以及污水处理厂的各类信息并建立双向通信以外，在居民比较集中的区（县）级城镇宜建立相对独立的信息分中心。

3 对防汛雨水泵站和污水泵站分开管理的体系，可分别建立区域监控中心。

7.1.3 污染源的监测点应设在排放污染废水的源头。监测信号应直接传送到区域监控中心或排水信息中心。

7.2 系统结构

7.2.1 城镇排水系统数据采集和监视控制（SCADA）系统的网络拓扑结构宜为星形（见图 7.1.1）。

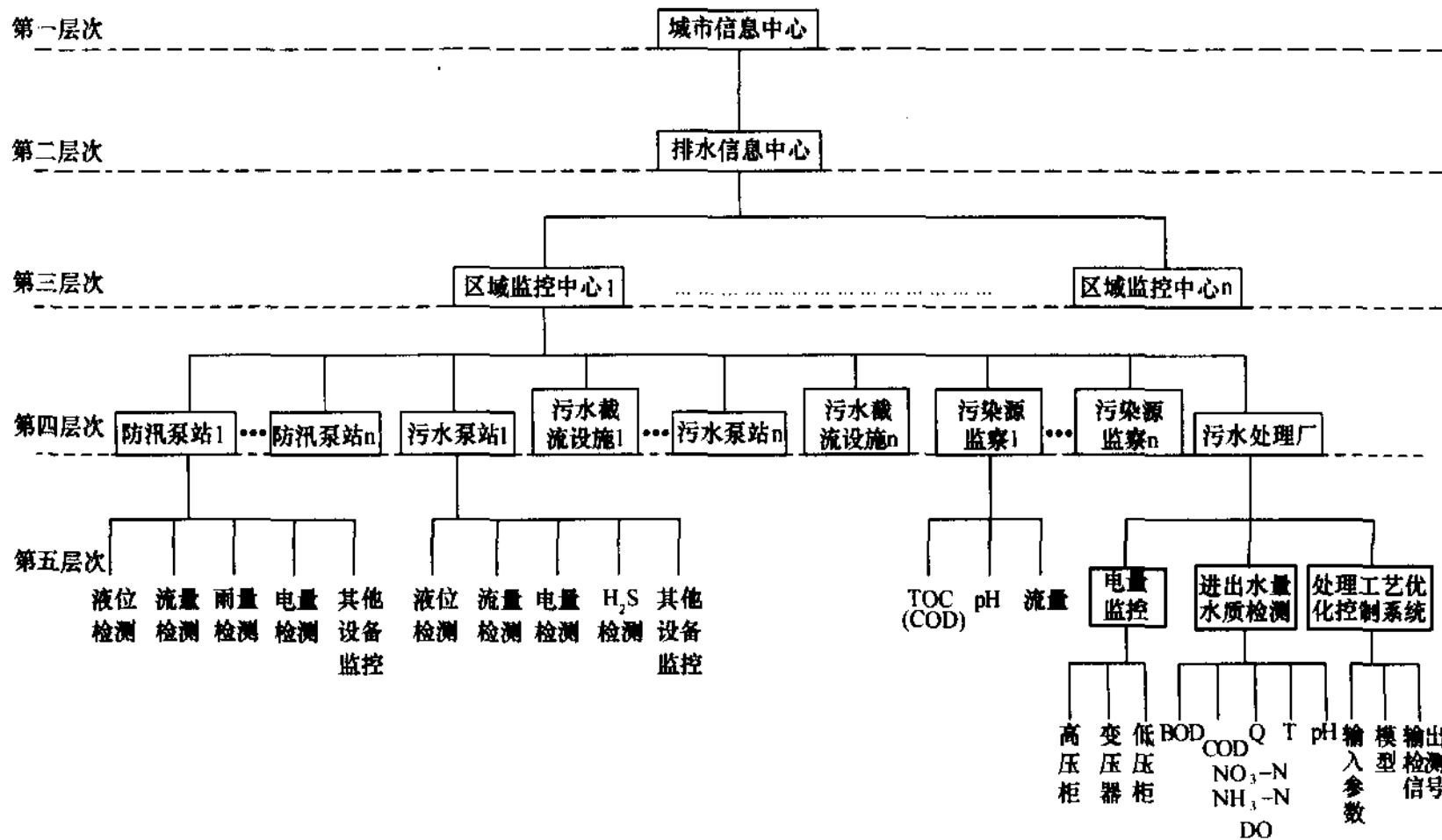


图 7.1.1 排水系统数据采集和监视控制系统体系

7.2.2 SCADA 系统中远程站（第四层次）与所属区域监控中心（或信息中心）之间的通信网络应根据远程站的具体位置、规模和数据量大小选择。

7.2.3 在长距离的广域通信中宜采用公共通信网络。

7.2.4 广域通信的网络拓扑结构为星形，采用的标准通信规约是 IEC60870-5-101（基本远动配套标准）。宜配用“逢变则报”（RBE）原则，节约通信资源，提高通信效率。

7.2.5 通信信道应采用主、备配置方式以保证通信的可靠性。

7.2.6 现场设备与控制站之间的通信宜采用现场控制总线。

7.3 系统功能

7.3.1 排水信息中心应实现下列功能：

1 收集各区域监控中心上报经过统计处理以后的各区域排水系统的各项参数。包括泵站运行状态与设备状态；污水处理厂运行和控制状态以及设备状态；污染源的污染程度；按月、季、年上报的各类报表。

2 应按管理要求建立相应的数据库。

3 应向上级部门报告各项排水管理信息。

4 不宜直接向泵站或污水处理厂下达控制命令。

7.3.2 区域监控中心应实现下列功能：

1 收集所属各远程站（泵站、截流设施、污水处理厂、污染源）上报的经过预处理的各项参数，包括泵站运行状态、流量、雨量、设备状态；污水处理厂运行状态、处理流量、质量、设备状态等；污染源的污染值；按日、月上报的各类报表。

2 应对各被监视的参数实施报警功能，应实现设备状态失常或数据越限报警和记录。

3 对所管理的排水系统应实施排水管网的调度和控制模式的下载，宜采用的控制方式是下达控制命令，由接受方确认后执行。

4 不宜对所属泵站或污水处理厂的具体设备实施直接的操作。

作或控制。

5 应按照管理要求建立相应的数据库。

6 应建立与排水信息中心的通信联系，并上报所规定的各类信息和报表。

7.3.3 远程站（泵站、截流设施、污染源、污水处理厂等）应实现下列功能：

1 远程站应按一定采样周期采集现场状态信号和数据信息。

2 远程站所采集的数据应作数字滤波。并按一定要求作预处理，包括统计、记录等。应有冗余备份或容错支持。

3 远程站应有就地逻辑控制功能，提供设备运行的联动、连锁和控制；提供泵站的闭环运行控制或污水处理厂按预定运行模式执行的正常控制。

4 泵站应有远程监视和控制及泵站运行参数的远程调整。

5 污水处理厂应有应急预案的处置和按节能模型执行的模拟程序，当远程站运行出现异常时应有报警处理。

7.3.4 远程站主要参数实时监视和数据采集应符合下列规定：

1 对泵站（截流设施）的监视控制点为：

- 1) 进水液位、出水液位；
- 2) 流量（仅指污水泵站）；
- 3) 耗电量；
- 4) 雨量；
- 5) 闸门。

2 对污染源的监视控制点为：

- 1) TOC (COD)；
- 2) pH；
- 3) 流量。

3 对污水处理厂控制点为：

- 1) 进水水质（BOD、COD、pH）；
- 2) 排放水质（BOD、COD、TOC、DO、TP、NO₃-N、NH₃-N）；

- 3) 处理水量;
- 4) 能耗。

7.4 系统指标

7.4.1 系统的远动技术指标应符合下列要求:

- 1 综合遥测误差不得大于 $\pm 1.0\%$;
- 2 遥信正确率不得小于 99.9%;
- 3 遥控正确率不得小于 99.9%;
- 4 越死区传送最小整定值应为 0.5%额定值;
- 5 站内事件顺序分辨率不得大于 20ms;
- 6 站间事件顺序分辨率不得大于 100ms。

7.4.2 系统的实时性指标应符合下列要求:

- 1 系统遥测数据刷新时间不得大于 5min;
- 2 系统遥控执行时间不得大于 30s。

7.4.3 系统的可靠性指标应符合下列要求:

- 1 电缆通信的信道误码率不得大于 10^{-6} , 光缆通信的信道误码率不得大于 10^{-9} ;
- 2 单机系统可用率不应小于 95%;
- 3 双机系统可用率不应小于 99.8%。

7.5 系统设备配置

7.5.1 信息中心(分中心)、区域监控系统应建立 C/S 结构形式的信息系统, 并应符合下列规定:

- 1 冗余配置的服务器: 视系统范围的大小计算数据容量并按性价比配置设备。
- 2 冗余的工作站: 按信息中心的功能要求和系统远期容量配置处理点数和程序模块。
- 3 冗余的网络: 建立基于 10/100/1000M 以太网的局域网。
- 4 设路由器: 建立与上层信息中心的联系。
- 5 设网关与 MIS 系统建立联系。

6 设模拟屏及其控制器。

7 设打印机和 UPS。

7.5.2 系统中所配置的各类设备技术要求应符合本规程第 4.9 节的规定。

7.5.3 信息中心（分中心）、区域监控系统、污水处理厂控制中心、泵站信息层软件系统应包括系统软件、应用软件和通信软件。

7.5.4 各就地控制站的软件应包括可编程序逻辑控制器（PLC）的编程软件及操作界面的通信软件。

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 规程中指明应按其他有关标准执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

中华人民共和国行业标准

**城镇排水系统电气与自动化
工程技术规程**

CJJ 120 - 2008

条 文 说 明

前 言

《城镇排水系统电气与自动化工程技术规程》CJJ 120 - 2008 经建设部 2008 年 2 月 26 日以建设部第 810 号公告批准、发布。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规程时能正确理解和执行条文规定，《城镇排水系统电气与自动化工程技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，供使用者参考。在使用中如发现本条文说明有不妥之处，请将意见函寄上海市城市建设设计研究院（地址：上海浦东新区东方路 3447 号；邮政编码：200125）。

目 次

1	总则	99
3	泵站供配电	100
3.1	负荷调查与计算	100
3.2	供电电源	102
3.3	系统结构	103
3.4	无功功率补偿	103
3.5	操作电源	105
3.6	短路电流计算与继电保护	105
3.7	设备选择	111
3.8	设备布置	115
3.9	照明	117
3.10	接地和防雷	118
4	泵站自动化系统	122
4.1	一般规定	122
4.2	泵站的等级划分	122
4.3	系统结构	122
4.4	系统功能	124
4.5	检测和测量技术要求	127
4.6	设备控制技术要求	130
4.7	电力监控技术要求	134
4.8	防雷与接地	135
4.9	控制设备配置要求	136
4.10	安全和技术防卫	140
4.11	控制软件	141
4.12	控制系统接口	142

4.14	设备安装技术要求	144
4.15	系统调试、验收、试运行	148
5	污水处理厂供配电	152
5.2	系统结构	152
5.7	接地与防雷	153
6	污水处理厂自动化系统	155
6.2	规模划分与系统设置要求	155
6.3	系统结构	155
6.4	系统功能	156
6.5	检测和监视点设置	159
6.7	设备控制技术要求	163
6.9	防雷与接地	165
6.10	控制设备配置要求	165
6.11	安全和技术防范	166
6.12	控制软件	166
6.13	控制系统接口	167
6.16	设备安装技术要求	167
7	排水工程的数据采集和监控系统	168
7.1	系统建立	168
7.2	系统结构	169
7.3	系统功能	170
7.5	系统设备配置	171

1 总 则

1.0.1 制定本规程的宗旨和目的。为了从整体上提高我国排水行业电气与自动化系统的建设与应用水平，进一步规范城镇排水行业电气与自动化系统的建设，保证系统的建设质量，为新建、扩建和改造城镇排水系统电气自动化工程提供可遵循的规程。

1.0.2 本规程适用范围为：

城镇中建设的雨水泵站、污水泵站的供配电系统。

城镇中建设的雨水泵站、污水泵站自动化系统所配置的仪表、数据采集和控制系统。

城镇中建设的污水处理厂的供配电系统。

城镇中建设的污水处理厂的自动化系统所配置的仪表、数据采集和控制系统。

城镇主干管网排水系统中所配置的若干泵站群和污水处理厂（或不含污水处理厂）的中央数据采集和控制系统或区域数据采集和控制系统。

本规程还适用于独立设置的污水截流设施。

本规程可在新建或更新改造城镇排水系统电气与自动化工程的全过程中参考使用。对项目的设计、施工、验收等各个阶段均有指导作用。

1.0.3 本规程在提出自动化系统程度和系统指标时，不仅考虑大型排水系统，亦考虑到大多数中小排水系统的实际需求。对操作繁重、影响安全、危害健康的工艺过程，应首先采用自动化设备。本规程不仅考虑电气与自动化的设计，亦考虑了施工和验收方面的需求。

3 泵站供配电

3.1 负荷调查与计算

3.1.1 泵站的供配电设计工程首先要确定泵站的用电负荷，应根据泵站的规模、工艺特点、泵站总用电量（包括动力设备用电和照明用电）等计算泵站负荷，所以设计前对这些因素必须进行调查。

1 泵站规模的调查应根据城市雨水、污水系统专业规划和有关排水系统所规定的范围、设计标准，工艺设计经综合分析计算后确定了泵站的近期规模，泵站站址应根据排水系统的特点，结合城市总体规划和排水工程专业规划确定。

5 一般不考虑外部环境对本泵站的影响。

3.1.2 电力负荷应根据对供电可靠性的要求及中断供电在政治、经济上所造成的损失或影响的程度进行分级。

突然中断供电，给国民经济带来重大损失，使城市生活混乱者应为一級负荷。如大城市特别重要的污水、雨水泵站。

突然中断供电，停止供水或排水，将造成较大经济损失或给城市生活带来较大影响者，应为二级负荷。如大城市的大型泵站；中、小城市的主要水厂和大、中城市的污水、雨水泵站。

负荷的等级还应按工程规模和等级，所处环境确定，对于小容量、非重要或在周围难以取得相应电源的泵站可适当降低要求，以便节省投资。

3.1.4 本条主要介绍变压器选择的相关内容：

2 变压器的台数一般根据负荷性质、用电量和运行方式等条件综合考虑确定。排水泵站装设两台及以上变压器是考虑到变压器在故障和检修时，保证一、二级负荷的供电可靠性。同时当季节性负荷变化较大时，投入变压器的台数可根据实际负荷而

定，做到经济运行，节约电能。

3 规定单台变压器的容量不宜大于 1250kVA，一方面是由于选用 1250kVA 及以下的变压器对一般泵站的负荷密度来说更能接近负荷中心，另一方面低压侧总开关的断流容量也较容易满足。近几年来有些厂家已能生产大容量低压断路器及限流低压断路器，在民用建筑中采用 1250kVA 及 1600kVA 的变压器比较多，特别是 1250kVA 更多些，故推荐变压器的单台容量不宜大于 1250kVA。

4 配置二台并联变压器，型号及容量相同便于运行和管理。

5 雨水、污水合建的泵站，雨水泵功率较大且不是经常使用，只有在汛期使用，而污水泵功率较小且经常使用，如合用一个变压器不够经济，所以将雨水、污水合建泵站的雨水泵和污水泵变压器分别设置比较合适。

3.1.5 关于 10 (6) kV/0.4kV 的变压器联结组标号的规定。以 D/Y_n-11 和 Y/Y_n-0 结线的同容量的变压器相比较，尽管前者空载损耗与负载损耗略大于后者，但由于 D/Y_n-11 结线比 Y/Y_n-0 结线的零序阻抗要小得多，即增大了相零单相短路电流值，对提高单相短路电流动作断路器或熔断器的灵敏度有较大作用，有利于单相接地短路故障的切除，并且当用于单相不平衡负荷时，Y/Y_n-12 结线变压器一般要求中性线电流不得超过低压绕组额定电流的 15%，严重地限制了接用单相负荷的容量，影响了变压器设备能力的充分利用；由于三次及以上的高次谐波激磁电流在原边接成 Δ 形条件下，可在原边环流，有利于抑制高次谐波电流。因此推荐采用 D/Y_n-11 联结组标号变压器。

3.1.6 大容量的变压器应配有防护罩壳、风机和测温装置。测温装置应带有温度信号和高温报警信号输出。变压器柜应配测温装置。一旦变压器温度过高，自动打开风机通风降温，测温装置应有 DC4~20mA 模拟量温度信号和无源触点的高温报警信号输出至监控系统，并使中控室能及时了解变压器工况。

3.2 供电电源

3.2.1 选择供电电源不仅与负荷容量有关，与供电距离、供电线路的回路数有关。输送距离长，为降低线路电压损失，宜提高供电电压等级。供电线路回路多，则每回路的送电容量相应减少，可以降低供电电压等级。用电设备负荷波动大，宜由容量大的电网供电，也就是要提高供电电压的等级。用电单位所在地点的电网情况也是影响供电电压的因素。

3.2.2、3.2.3 对于二级负荷的供电方式，因其停电影响比较大，其服务范围也比一级负荷广，故应由两回路线路供电，供电变压器亦应有两台。只有当负荷较小或地区供电条件困难时，才允许由一回 6kV 及以上的专用架空线供电。这点主要考虑电缆发生故障后有时检查故障点和修复需时较长，而一般架空线路修复方便（此点和电缆的故障率无关）。当线路自配电所引出采用电缆线路时，必须要采用两根电缆组成的电缆线路，其每根电缆应能承受 100% 的二级负荷，且互为热备用。

3.2.4 我国电力系统已逐步由 10kV 取代 6kV 电压。因此，采用 10kV 有利于互助支援，有利于将来的发展。故当供电电压为 35kV 及以上时企业内部的配电电压宜采用 10kV；且采用 10kV 配电电压可以节约有色金属，减少电能损耗和电压损失，显然是合理的。

当泵站有 6kV 用电设备时，如采用 10kV 配电，则其 6kV 用电设备一般经 10kV/6kV 中间变压器供电。目前大、中型泵站中，6kV 高压电动机负荷较多，则所需的 10/6kV 中间变压器容量及其损耗就较大，开关设备和投资也增多，采用 10kV 配电电压反而不经济，而采用 6kV 是合理的。

对于 35kV、10kV、6kV 按电力系统对电压等级规定应称为“中压”，本规程为适应传统说法相对 0.4kV 低压而统称为高压。

3.2.6 国家对供电的电压等级有所规定，但是各个省市电网条件不同，不同等级供电电压的最大容量也不同。所以提出当泵站

容量较小，且有条件接入 0.4kV 电源时，可直接采用 0.4kV 电源供电。

由于各泵站的性质、规模及用电情况不一，很难得出一个统一的规律，有关部门宜根据技术经济比较、发展远景及经验确定。

3.3 系统结构

3.3.1 常用的配电系统接线方式有放射式、树干式、环式或其他组合方式。

3.3.2 配电系统采用放射式，供电可靠性高，发生故障后的影响范围较小，切换操作方便，保护简单，便于管理，但所需的配电线路较多，相应的配电装置数量也较多，因而造价较高。

放射式配电系统接线又可分为单回路放射式和双回路放射式两种。前者可用于中、小城市的二、三级负荷给排水工程；后者多用于大、中城市的一、二级负荷给排水工程。

3.3.4 10kV 及以下配电所母线绝大部分为单母线或单母线分段。因一般配电所出线回路较少，母线和设备检修或清扫可趁全厂停电检修时进行。此外，由于母线较短，事故很少，因此，对一般泵站建造的配、变电所，采用单母线或单母线分段的接线方式已能满足供电要求。

3.4 无功功率补偿

3.4.1 补偿无功功率，经常采用两种方法，一种是同步电动机超前运行，一种是采用电容器补偿。同步电动机价格高，操作控制复杂，本身损耗也较大，不仅采用小容量同步电动机不经济，即使容量较大而且长期连续运行的同步电动机也逐步为异步电动机加电容器补偿所代替。特殊操作工人往往担心同步电动机超前运行会增加维修工作量，经常将设计中的超前运行同步电动机作滞后运行，丧失了采用同步电动机的优点，因此一般无功功率补偿不宜选用同步电动机。

工业所用的并联电容器价格便宜，便于安装，维修工作量、损耗都比较小，可以制成各种容量且分组容易，扩建方便，既能满足目前运行要求，又能避免由于考虑将来的发展使目前装设的容量过大，因此推荐采用并联电力电容器作为无功功率补偿的主要设备。

3.4.2 补偿方式可分为：

1 集中补偿：电容器组集中装设在泵站总降压变电所的高压侧或低压侧母线上。这种方式只能使供电系统减少无功功率引起的损耗。

2 分散补偿：电容器组分设在功率因数较低的分变电所（对于大型泵站和污水处理厂设分变电所）高压侧或低压侧母线上。这种方式能减少分变电所以上变电系统内无功功率引起的损耗。

3 单独就地补偿：对个别功率因数低的大容量感应电动机进行单独补偿。当电动机启动时，随之电容器投运，亦称之为随动补偿。

3.4.3 在选择补偿方式时，一般为了尽量减少线损和电压损失，宜就地平衡补偿，即低压部分的无功功率宜在低压侧补偿，仅在高压部分产生的无功功率宜在高压侧补偿。

3.4.4 对于较大负荷，平稳且经常使用的水泵、风机等用电设备（一般采用高压电动机）无功功率的补偿电容器宜单独就地补偿。高压电容器组宜在变配电所内集中装设。

3.4.5 补偿无功功率的电容器组宜在变配电所内集中设置；在环境允许的分变电所内低压电容器宜分散补偿。

3.4.10 在电力设备中，受电网高次谐波影响最大的是并联电容器，这是因为电容器容抗值与电压频率成反比，在高次谐波电压作用下，因电容器 n 次谐波容抗是基波容抗值的几分之一，即使谐波电压值不很高，也可产生显著的谐波电流，造成电容器过电流。更多的情况是投入的电容器容抗与系统阻抗或负荷阻抗产生谐振，放大了高次谐波，使电容器承担超过规定的高次谐波电

流，加速了电容器损坏。消除谐振的根本办法是在电容器回路中串入电抗器，使电容器和电抗器串联回路对电网中含量最高的谐波而言成为感性回路而不是容性回路，以消除产生谐波振荡的可能性。

3.5 操作电源

3.5.1 一般来说，交流操作电源只能供给变、配电所在正常情况下断路器控制、信号和继电保护自动装置的用电。在事故情况下，特别是变、配电所发生短路故障时，交流操作电源的电压将急剧下降，难以保证变、配电所的继电保护装置和信号系统及自动化系统正常工作。因此，特大、大、中型泵站变电所宜采用直流操作电源。对于采用交流操作电源的变、配电所，如要求在事故情况下能保证系统和自动装置正常工作，则应配备能自动投入的低压备用电源。

3.5.2 泵站变电所应选用免维护铅酸蓄电池直流屏为直流操作电源。对一些主接线简单且供电可靠性要求不高的变、配电所，也可采用带电容储能的硅整流装置作为直流操作电源。

3.5.4 交流操作投资省，建设快，二次接线简单，运行维护方便。但采用交流操作保护装置时，电流互感器二次负荷增加，有时不能满足要求。此外，交流继电器不配套，使交流操作的采用受到限制，因此推荐交流操作系统用于能满足继电保护要求、出线回路少的一般中、小型泵站变配电所。

3.6 短路电流计算与继电保护

3.6.1 当电力系统中发生短路故障时，将破坏系统的正常运行或损坏电路元件。为消除或减轻短路所造成的后果，应根据短路电流正确选择和校验电器设备，进行继电保护整定计算和选择限制短路电流的元件。短路电流计算时所采用的接线方式，应为系统在最大及最小运行方式下导体和电器安装处发生短路电流的正常接线方式，而不考虑临时的变化接线方式（例如，只在切换操

作过程中并列的母线)。

在计算短路电流时,根据不同用途需要计算最大和最小短路电流,用于选设备容量或额定值需要计算最大短路电流,选择熔断器、整定继电保护及校核电动机起动所需要的是最小短路电流。

3.6.2 高压电路短路电流计算时,只考虑对短路电流影响大的变压器、电抗器、架空线及电缆等的阻抗,对短路电流影响小的因素(例如开关触点的接触电阻)不予考虑。由于变压器、电抗器等元件的电阻远小于其本身电抗,其电阻也不予考虑,但是,当架空或电缆线路较长时,电路总电阻的计算值大于总电抗的 $1/3$ 时,则在计算短路电流时需计入电阻。

3.6.4 一般电力系统中对单相及两相短路电流均已采取限制措施,使单相及两相短路电流一般不会超过三相短路电流,因而短路电流计算中以三相短路电流为主;同时也以三相短路电流作为选择、校验电器和计算继电保护的主要参数。

3.6.5 以系统元件参数的标幺值计算短路电流,一般适用于比较复杂的高压供电系统;以系统短路容量计算短路电流,一般适用于比较简单的单电源供电系统; 1kV 及以下的低压网络系统,因需计入电阻对短路电流的影响,一般以有名值计算短路电流比较方便。

3.6.7 以系统短路容量计算短路电流举例:

系统接线见图1,图中1号电源为常用电源,2号电源为备用电源,试计算变压器分列运行和并列运行时 6kV 、 10kV 母线的断路数据(用短路容量法计算)。

【解】 1 计算各元件短路容量:

1) 1号电源最大运行方式短路容量:

$$S_1 = S_{\max 1} = 280\text{MVA}$$

2) 1号电源最小运行方式短路容量:

$$S_2 = S_{\min 1} = 170\text{MVA}$$

3) 2号电源最大运行方式短路容量:

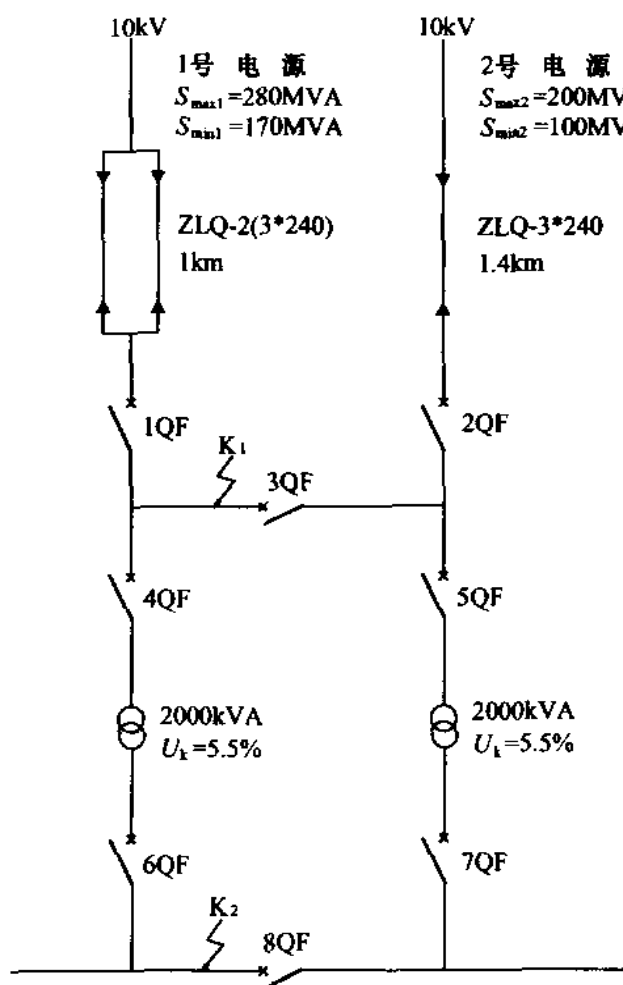


图1 系统接线

$$S_3 = S_{\max 2} = 200 \text{MVA}$$

4) 2号电源最小运行方式短路容量:

$$S_4 = S_{\min 2} = 100 \text{MVA}$$

5) 1km ZLQ-3×240 两条电缆并列短路容量:

$$S_5 = \frac{U_p^2}{Z} = \frac{10.5^2}{0.08/2} = 2756.25 \text{MVA}$$

6) 1.4km ZLQ-3×240 电缆短路容量:

$$S_6 = \frac{U_p^2}{Z} = \frac{10.5^2}{1.4 \times 0.08} = 984.4 \text{MVA}$$

7) 2000kVA 变压器短路容量:

$$S_7 = S_8 = \frac{100S_p}{U_k\%} = \frac{2}{5.5\%} = 36.36\text{MVA}$$

根据以上计算数据绘出系统等值短路容量见图 2。

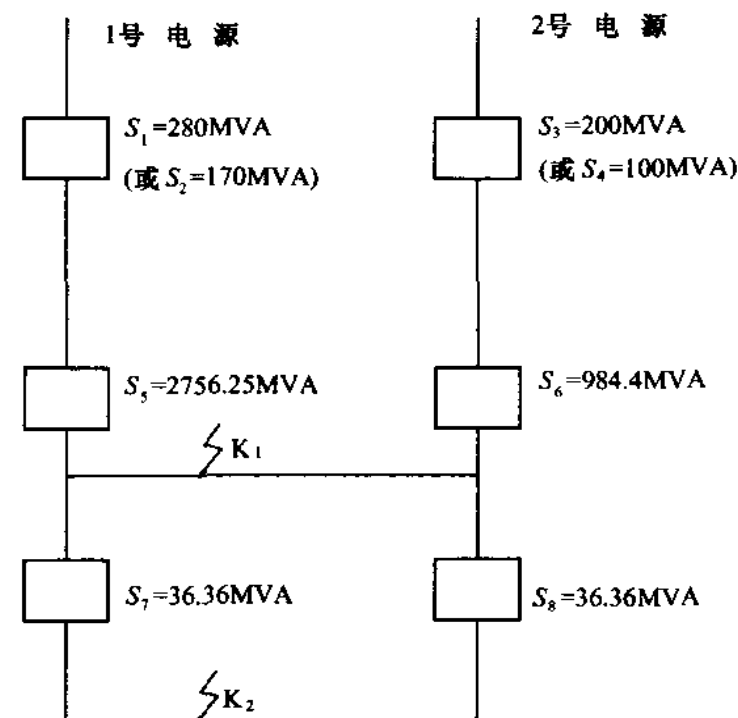


图 2 系统等值短路容量

2 变压器分列运行， K_1 点短路计算：1号电源最大运行方式工作时，变压器分列运行， K_1 点短路的计算（等值短路容量见图 3）：

1) 计算 K_1 点短路容量：

$$S_{dl\max} = \frac{S_1 S_5}{S_1 + S_5} = \frac{280 \times 2756.25}{280 + 2756.25} = 254.18\text{MVA}$$

2) 计算 K_1 点短路电流：

$$I_{dl\max} = \frac{S_{dl\max}}{\sqrt{3}U_p} = \frac{254.18}{\sqrt{3} \times 10.5} = 13.98\text{kA}$$

$$i_{cl\max} = 2.55 \times I_{dl\max} = 2.55 \times 13.98 = 35.65\text{kA}$$

3 变压器分列运行， K_2 点短路的计算：1号电源最大运行

方式工作时，变压器分列运行， K_2 点短路的计算（等值短路容量图见图4）：

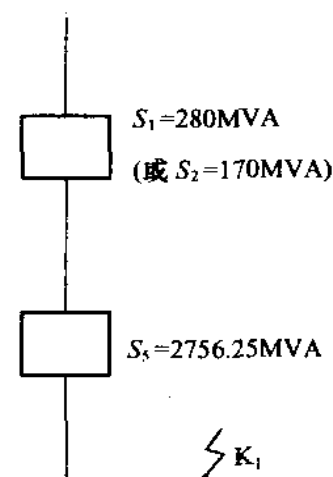


图3 K_1 点等值短路容量

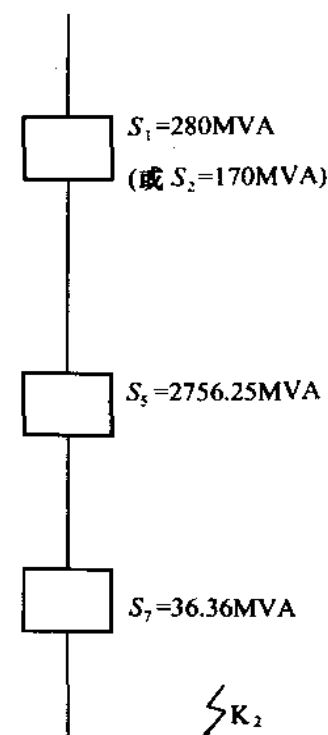


图4 K_2 点等值短路容量

1) 计算 K_2 点短路容量：

$$S_{d2max} = \frac{1}{\frac{1}{S_1} + \frac{1}{S_5} + \frac{1}{S_7}} = \frac{1}{\frac{1}{280} + \frac{1}{2756.25} + \frac{1}{36.36}} = 31.81\text{MVA}$$

2) 计算 K_2 点短路电流：

$$I_{d2max} = \frac{S_{d2max}}{\sqrt{3}U_p} = \frac{31.81}{\sqrt{3} \times 6.3} = 2.92\text{kA}$$

$$i_{c2max} = 2.55 \times I_{d2max} = 2.55 \times 2.92 = 7.43\text{kA}$$

4 两台变压器并列时， K_2 点短路的计算：1号电源最大运行方式，两台变压器并列时， K_2 点短路的计算（等值短路容量见图5）：

1) 计算 K_2 点短路容量：

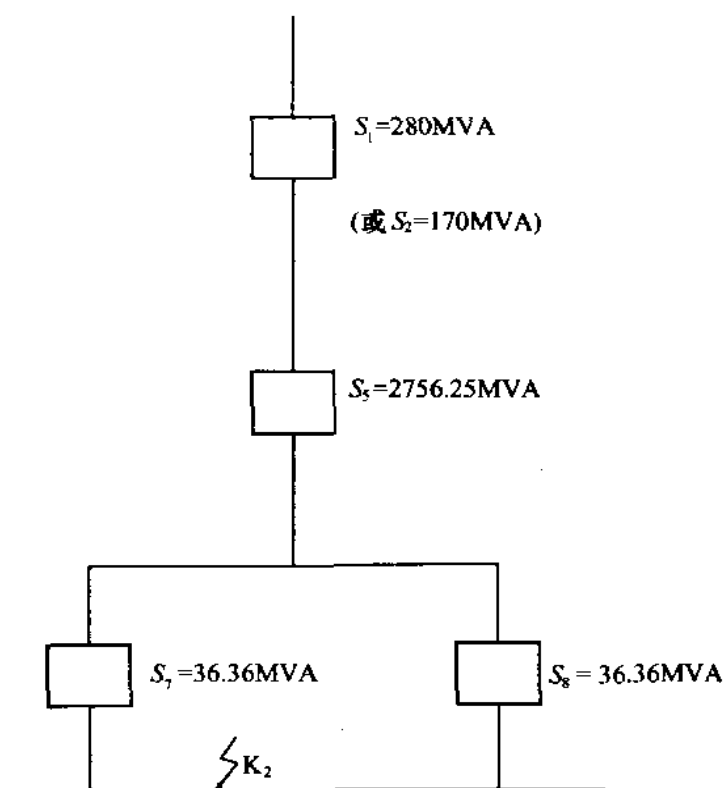


图 5 1号电源最大（最小）运行方式，
两台变压器并行运行等值短路容量

$$S_{d21\max} = \frac{1}{\frac{1}{S_1} + \frac{1}{S_5} + \frac{1}{S_7 + S_8}}$$

$$= \frac{1}{\frac{1}{280} + \frac{1}{2756.25} + \frac{1}{36.36 + 36.36}} = 56.54\text{MVA}$$

2) 计算 K_2 点短路电流:

$$I_{d21\max} = \frac{S_{d21\max}}{\sqrt{3}U_p} = \frac{56.54}{\sqrt{3} \times 6.3} = 5.18\text{kA}$$

$$i_{c21\max} = 2.55I_{d21\max} = 2.55 \times 5.18 = 13.21\text{kA}$$

3.6.8 保护的目的是保证安全供电和电能质量；使电器设备在规定的电气参数范围内安全可靠运行。

1 继电保护的设计依据是国家规程，在不违背国家有关规程的条件下，可根据当地供电部门的具体要求和工程的具体情

况，对继电保护内容适当进行增减，使继电保护更适应当地电网的实际情况。

继电保护设计在满足要求的基础上力求接线简单，避免有过多的继电器和其他元件，以减少保护元件引起的其他故障。

2 对继电保护的基本要求：

- 1) 可靠性：继电保护装置在故障出现时，应能可靠地动作。其可靠性可以用拒动率和误动率来衡量，拒动率及误动率愈小，则保护的可靠性愈高。
- 2) 选择性：动作于跳闸的继电保护装置应有选择性。短路故障时仅将与故障有关的部分从供电系统中切除，而让其他无故障部分仍保持正常运行，使停电范围尽量缩小。
- 3) 灵敏性：是指继电保护装置在保护范围内对故障的反应能力，用灵敏系数来量度。设计时要求保护系统应满足规定的灵敏系数。
- 4) 速动性：继电保护装置应迅速地将故障设备从电网上切除，以减轻故障的破坏程度，缩小故障范围和提高供电系统的稳定性。

4 带总线接口智能综合保护终端的继电保护装置日益广泛地被设计和开关柜厂选用，与计算机的通信也更为方便。该类继电保护装置应采用国家规定的合格产品。

3.7 设备选择

3.7.1 泵站电动机的选择应符合下列规定：

1 电动机的全部电气和机械参数，包括工作制、额定功率、最大转矩、最小转矩、堵转转矩、飞轮矩、同步机的牵入转矩、转速（对直流电动机分基速和高速）、调速范围等，应满足水泵启动、制动、运行等各种运行方式的要求。电动机的类型和额定电压，应满足电网的要求，如电动机启动时应保持电网电压维持在一定水平，运行中应保持功率因数在合理的范围内。

电动机的额定容量应留有适当余量，负荷率应为 0.8~0.9。选择过大的容量不仅造价增加且电机效率降低，同时对异步电动机还会导致功率因数降低；此外，还可能因转矩过大需要增加机械设备的强度而提高设备造价。

电机容量应按水泵运行可能出现的最大轴功率配置，并留有一定的储备，储备系数宜为 1.05~1.10。

2 机械对启动、调速及制动有特殊要求时，电动机类型及其调速方式应根据技术经济比较确定。在交流电动机不能满足机械要求的特殊性时，宜采用直流电动机。

5、6 电动机电压的选择应经技术经济比较后确定：1) 工业企业供电电压一般为 10kV、6kV、380V。2) 电动机额定电压和容量范围见本规程表 3.7.1。当企业供电电压为 10kV 时，大容量电动机采用 10kV 直接供电；中等容量电动机，如果有 10kV 电压者，应优先采用；当具有 6kV 电压的三相绕组主变压器时，应采用 6kV 电机，并设 6kV 母线。660V 等级限于大功率的潜水泵。

3.7.2 高压配电装置（包括高压电容柜）的选择应符合下列规定：

2 高压柜的选择要因地制宜，表 1 列出了结构分类及主要特点。

表 1 高压柜结构分类及主要特点

分类方式	基本类型	主要特点
按主开关的安装方式	固定式	主开关（如断路器）固定安装，柜内装有隔离开关，易于制造，成本较低
	手车式	主开关可移至柜外。采用隔离触头的实现可移开元件与固定回路的电气连通。主开关的更换与维修方便，结构紧凑，加工精度比较高
按开关柜隔室的构成型式	铠装型	主开关及其两端相联的元件均具有单独的隔室，隔室由接地的金属隔板构成。隔板均满足规定的防护等级要求。当柜内发生内部电弧故障时，可将故障限制在一个隔室中。在相邻隔室带电时也可使主开关室不带电，保证检修主开关人员的安全

续表 1

分类方式	基本类型	主要特点
按开关柜 隔室的构成 型式	间隔型	隔室的设置与铠装型相同，但隔室可由非金属板构成，结构比较紧凑
	箱型	隔室的数目少于铠装型和间隔型，或隔板的防护等级达不到规定的要求。结构比较简单，成本低
	半封闭型	母线室不封闭或外壳防护等级不满足规定的要求，安全可靠性能低，结构简单成本低
按主 线 系 统	单母线	检修主开关和母线时需对负载停电
	单母线带 旁路母线	具有主母线和旁路母线，检修主开关时，可由旁路开关经旁路母线对负载供电
	双母线	具有两路主母线。当一路母线退出时，可由另一路母线供电
按柜内绝 缘介质	空气绝缘	极间和极对地的绝缘强度靠空气间隙来保证，绝缘稳定性能好、造价低、但柜体体积较大
	复合绝缘	极间和极对地的绝缘强度靠固体绝缘材料加较小的空气间隙来保证。柜体体积小，造价高

4 高压配电装置和高压电容器柜的设计除符合本规程外，还应符合有关国家规定。并应注意运行管理自动化、智能化和无人值守的发展方向。

3.7.3 低压配电装置主要用于分断和接通额定电压值交流（频率 50Hz 或 60Hz）1000V 及以下，直流 1500V 及以下的电气设备。在电力系统中主要起开关、控制、监视、保护、隔离的作用。低压柜的型式有固定式和抽屉式，应根据工程特点合理选择，采用与工程要求相适应的设备。

低压柜带智能化检测仪应考虑与泵站控制器（例如基于 PLC 的 RTU 等）接口。

成套开关设备在同一回路的断路器、隔离开关、接地开关之间应设置连锁装置。

表 2 列出几种常用低压柜的型号。

表 2 低压柜结构分类及主要特点

型 号	特 点
PGL3	主进线与变压器母线出口位置相对应进出线方案灵活多样，汇流母线绝缘框为三相四线母线框，接地接零系统连续性好
JK 系列	线路方案齐全选用灵活，进出线可以从顶部引出，也可以从下部引出
GGD	箱体自下而上形成自然通风道，散热性好。进线方式灵活多样、可上、下侧进线，也可从柜顶左、中、右和柜后进出线
CUBIC、MNS、DOMINO 系列	用模块化的组合形式，有抽屉式和固定分隔式，开关柜的抽屉具有工作、试验、分离和移出四个位置，抽屉互换性好

3.7.4 本条主要介绍电力电缆选择的相关内容。

1 对于下列情况的电力电缆应采用铜芯：

- 1) 电机励磁、重要电源、移动式电气设备等需要保持连续具有高可靠性的回路。
- 2) 震动剧烈、有爆炸危险或对铝有腐蚀等严酷的工作环境。
- 3) 耐火电缆。
- 4) 控制、保护等二次回路。

另外电力电缆导体材质的选择，既需考虑其较大截面特点和包含连接部位的可靠性，又要统筹兼顾经济性，宜区别对待。此外，电源回路一般电流较大，采用铝芯要增加电缆数量，造成柜、盘内连接拥挤。重要的电源回路采用铜芯，可提高电缆回路的整体可靠性。

8 本款主要介绍电力电缆绝缘水平的相关内容。

- 2) 交流系统中电力电缆缆芯与绝缘屏蔽或金属之间的额定电压选择应注意中心点直接接地或低阻抗接地的系统当继电保护动作不超过 1s 切除故障时，应按 100%的使用回路工作相电压。对于上述以外的供电

系统，不宜低于 133% 的使用回路工作相电压；在单相接地故障可能持续 8h 以上，或发电机回路等安全性要求较高的情况，宜采取 173% 的使用回路工作相电压。

- 4) 无特殊情况是指当有较长线路，常规配置纵差保护、监测信号等需有控制电缆且紧邻平行敷设。一次系统单相接地时，感应控制电缆上的工频过电压，可能超出常用控制电缆的绝缘水平，应选用相适合的额定电压。同时在高压配电装置中，空载切合、雷电波侵入的暂态和不对称短路的工频等情况，伴随由电磁、静电感应以及接地网电位升高诸途径作用，控制电缆上可能产生较高干扰电压，所以宜选用电压为 0.45kV/0.75V 的控制电缆。

3.8 设备布置

3.8.1 变电所分户内式、户外式。35kV 和 10kV 变电所宜采用户内式。户内式运行维护方便，占地面积少。在选择 35kV 和 10kV 总变电所的类型时，应考虑所在地区的地理情况和环境条件，因地制宜；技术经济合理时，应优先选用占地少的型式。考虑到排水泵站腐蚀性气体的影响，从环境保护角度来讲，户外型变电所很少采用。

3.8.2 变电所选择的要求，第一主要从安全运行角度考虑。第二是变电所的总体布置，适当安排建筑物内各房间的相对位置，使配电室的位置便于进出线。同时便于设备的操作、搬运、试验和巡视，还要考虑发展的可能。对于户内型变电所，根据当地气候条件，可考虑安装除湿机或空调设施。变电所的布置在满足电气连接和安全运行维护检修方便的情况下，应尽力将变配电部分的设备与相关动力设备靠近。

配电室、变压器室、电容器室的门应向外开启。相邻配电室之间有门时，该门应能双向开启。高压配电室应设不能开启的自

然采光窗，窗台距室外地坪不宜低于 1.8m；低压配电室可设能开启的自然采光窗。配电室临街的一面不宜开窗。将高压开关柜、带保护柜的干式变压器和低压配电柜组合在一起的户内成套变电所，应结合控制室、生活设施布置。变配电所的防火、防汛、防小动物、防雨雪、防地震和充分通风应符合有关安全规程的要求。配电室可采用自然通风。当不能满足温度要求或发生事故后排烟有困难时，应增设机械通风装置。

3.8.3 高压室布置 1~2 款是高压室一般布置要求，3~5 款强调了高压室内设备安全净距、通道、围栏及出口的要求，除了这些要求外还应注意防火与蓄油设施，配电室的门应为向外开的防火门，门上应装有弹簧锁，严禁用插销。相邻配电室之间有门时，应能向两个方向开启。

配电装置室按事故排烟要求，可装设事故通风装置。事故通风装置的电源应由室外引来，其控制开关应安装在出口处外面。

3.8.4 低压配电室可设能开启的自然采光窗，应有防止雨、雪和小动物进入室内的措施。临街的一面不宜开窗。

成排布置的低压配电装置，当有困难时屏后的最小距离可以减小到 0.8m。

对于在配电室单列布置的高低电压配电装置，当高压配电装置和低压配电装置顶面有裸露带电导体时，两者之间的净距不应小于 2m；当高压配电装置和低压配电装置的顶面外壳的防护等级符合 IP2X 时，两者可靠近布置。

3.8.5 在确定变压器室面积时，应考虑变电所负荷发展的可能性，一般按能装设大一级容量的变压器考虑。设置于变电所内的非封闭式干式变压器，还应装设高度不低于 1.7m 的固定遮拦，遮拦网孔不应大于 40mm×40mm，对于容量大于 1250kVA 的变压器，可适当放宽外廓与遮拦的净距不宜小于 0.8m。

对于需要就地检修的油浸式变压器，屋内高度可按吊芯所需的最小高度再加 700mm，宽度对 1000kVA 及以下的变压器可按变压器两侧各加 800mm 考虑。对 1250kVA 以上的变压器，按

变压器两侧各加 1000mm 考虑。

3.8.6 电容器室布置除本条规定以外还应注意安装在室内的装配式高压电容器组，下层电容器的底部距离地面不应小于 0.2m，上层电容器的底部距离地面不宜大于 2.5m，电容器装置顶部到屋顶净距不应小于 1m。高压电容器布置不宜超过三层。

电容器外壳之间（宽面）的净距，不宜小于 0.1m。电容器的排间距离，不宜小于 0.2m。

3.8.8 本条主要介绍泵站场地内电缆沟、井的布置相关内容。

1 当泵房内电缆采用电缆沟敷设时应考虑排水措施，避免电缆长期泡于渍水中。

2 当户外电缆穿管敷设需要拐弯或超过一定长度时，应设置电缆手井，电缆手井尺寸单边不宜小于 300mm，但不宜太大，井的尺寸根据电缆数量而定。电缆井上面应有井盖。

3.8.9 对于格栅除污机、压榨机、水泵、闸门、阀门等设备的电气控制箱一般随机械设备放在室外，因为泵站有腐蚀性气体的影响，所以控制箱外壳应采用防腐蚀材料制造。户外型控制箱防护等级可根据南方和北方气候情况进行适当调整。

泵站格栅井敞开部分，有臭气，影响周围环境。对位于居民区及重要地段的泵站，应设置臭气收集和除臭装置。目前应用的除臭装置有生物除臭装置、活性炭除臭装置、化学除臭装置等。

3.9 照 明

3.9.1 泵站正常照明是指在正常情况下使用的固定安装的人工照明。应急照明是指在正常照明因故熄灭后，应急情况下继续工作及人员疏散用的照明。应急照明包括备用照明、安全照明和疏散照明三种。

3.9.2 正常照明一般由动力与照明公用的电力变压器供电，排水泵站的照明电源可接在低压配电屏的照明专用线路上。

3.9.3 应急照明电源可接在与正常照明分开的线路上，如无两个电源，则可采用可充电电池或应急电源（EPS）供电。一般宜

采用自动投入方式。对于应急照明点灯时间要求应 $\geq 30\text{min}$ 。根据实际情况不能满足要求，可适当延长时间为 $\geq 60\text{min}$ 。

3.9.5 选择光源时应考虑节能、寿命、照度、显色、室温及启动点燃和再起燃等特性指标。泵站照明应按不同场合采用不同的光源。泵站室外照明宜采用庭园灯，光源采用小功率高显色性高压钠灯、金属卤化物灯或紧凑型荧光灯。室内泵房宜采用开启式照明灯具如配照型灯、高压汞灯等。对于大型泵房也可采用混光灯具作照明。变配电所宜采用碗型灯、圆球灯等灯具。设备后的两侧走廊宜采用圆球型弯杆灯或半圆型天棚灯，也可采用各种形式壁灯。控制室采用方向性照明装置，在标准较高的场合可考虑采用低亮度漫射照明装置，光源采用单管或双管筒式荧光灯。按节能要求，应该采用电子整流器。

3.9.9 照明配电线路截面应满足考虑了负载功耗、功率因数和谐波含量等因素以后的载流量，并留有必要的裕度。

3.10 接地和防雷

3.10.1 保护接地是指电气装置外露可导电部分或装置外可导电部分在故障情况下可能带电压，为了降低此电压，减少对人身的危害，应将其接地。例如电气装置的金属外壳的接地、母线金属支架的接地等。此外为了消除静电对电气装置和人身安全的危害须有防静电接地。

工作接地是指为了保证电网的正常运行，或为了实现电气装置的固有功能，提高其可靠性而进行的接地。例如电力系统正常运行需要的接地（如电源中性点接地）。

防雷接地即过电压保护接地是指为了防止过电压对电气装置和人身安全的危害而进行的接地。例如电气设备或线路的防雷接地、建筑物的防雷接地等。

3.10.2 共用接地系统是由接地装置和等电位连接网络组成。接地装置是由自然接地体和人工接地体组成。采用共用接地系统的目的是达到均压、等电位以减小各种接地设备间、不同系统之间

的电位差。其接地电阻因采取了等电位连接措施，所以按接入设备中要求的最小值确定。

3.10.3 低压配电系统接地型式有 TN 系统（TN-S、TN-C、TN-C-S）、TT 系统和 IT 系统三种。

1 TN 系统是所有受电设备的外露可导电部分必须用保护线 PE（或保护中心线即 PEN 线）与电力系统的接地（即中心点）相连接。

2 TT 系统是共用同一接地保护装置的所有电气装置的外露可导电部分，必须用保护线与外露可导电部分共用的接地极连在一起（或与保护接地母线、总接地端子相连）。

3 IT 系统是何种带电部分（包括中心线）严禁直接接地。所有设备外露可导电部分均应通过保护线与接地极（或保护接地母线、总接地端子）连接，可采用公共的接地极，也可采用个别的或成组的单独接地极。

3.10.4 自然接地体是指兼做接地极用的直接与大地接触的金属构件、金属井、建造物、构筑物的钢筋混凝土基础内的钢筋等。

当基础采用硅酸盐水泥和周围土壤的含水量不低于 4%，基础外表面无防水层时，应优先利用基础内的钢筋作为接地装置。但如果基础被塑料、橡胶、油毡等防水材料包裹或涂有沥青质的防水层时，不宜利用在基础内的钢筋作为接地装置。

当有防水油毡、防水橡胶或防水沥青层的情况下，宜在建筑物外面四周敷设闭合连接的水平接地体。该接地体可埋设在建筑物散水坡及灰土基础 1m 以外的基础槽边。

对于设有多种电子信息系统的建筑物，同时又利用基础（筏基或箱基）底板内钢筋构成自然接地体时，无需另设人工闭合环行接地装置。但为了接入建筑物的各种线路、管道作等电位连接的需要，也可以在建筑物四周设置人工闭合环行接地装置。此时基础或地下室地面内的钢筋、室内等电位连接干线，宜每隔 5~10m 引出接地线与闭合环行接地装置连成一体，作为等电位连接的一部分。

3.10.8 由于建筑物散水坡一般距建筑外墙外 0.5~0.8m，散水坡以外的地下土壤也有一定的湿度，对电阻率的下降和疏散雷电流的效果较好，在某些情况下，由于地质条件的要求，建筑物基础放坡脚很大，超过散水坡的宽度，为物流施工及今后维修方便，因此规定宜敷设在散水坡外大于 1m 的地方。

3.10.11 防雷措施应包括防直击雷措施和防感应雷措施。所安装的电源、控制室、仪表、监视系统的设备应在电磁、静电和感应暂态电压以及其他可能出现的特殊情况下安全运行，并具有足够的防止过电压及抗雷电措施。我国处于温带多雷地区，每年平均雷击日为 25~100d，我国没有一个地方可免受雷灾，每年因雷电遭受的损失有数千万元之多。为了有效防御雷电灾害，本条为强制性条文。

3.10.12 按照雷电的作用形式，分为直击雷和感应雷两种；按照防雷措施，有电源防雷和信号防雷两种；按照保护对象，则有：人员、设备、设施、仪表、线路等。在本规程中，从防雷措施，即电源防雷和信号防雷这个角度叙述。电网上任何一点受到直接雷击或感应雷击，都会沿电网瞬间扩散到同一电网中很广泛的范围。

防直击雷措施：采用装设在建筑物上的避雷网（带）或避雷针或由其混合组成的接闪器。避雷网带应沿屋角、屋脊、屋檐和檐角等易受雷击的部位敷设，屋面避雷网格不大于 $10\text{m} \times 10\text{m}$ 或 $12\text{m} \times 8\text{m}$ 。所有避雷针应与避雷带相互连接。引下线不应少于两根，并应沿建筑物四周均匀对称布置，其间距不应大于 18m。每根引下线的冲击接地电阻不应大于 10Ω 。

防雷电波侵入措施：①低压线路全长采用埋地电缆或敷设在架空金属线槽内的电缆引入时，在入户端应将电缆金属外皮、金属线槽接地。②低压架空线转换金属铠装或护套电缆穿钢管直接埋地引入时，其埋地长度应大于或等于 15m。入户端电缆的金属外皮、钢管应与防雷的接地装置相连。在电缆与架空线连接处尚应装设避雷器。避雷器、电缆金属外皮、钢管和绝缘子铁脚、金

具等应连在一起接地，其冲击接地电阻不应大于 10Ω 。③低压架空线直接引入时，在入户处应加装避雷器，并将其与绝缘子铁脚、金具连在一起接到电气设备的接地装置上。靠近建筑物的两基电杆上的绝缘子铁脚应接地，其冲击接地电阻不应大于 30Ω 。

防雷电感应的措施：建筑物内的设备、管道、构架等主要金属物，应就近接至直击雷接地装置或电气设备的保护接地装置上，可不另设接地装置。连接处不少于两处。并行敷设的管道、构架和电缆金属外皮等长金属物，其净距小于 100mm 时应采用金属线跨接，跨接点间距不应小于 30m ；交叉净距小于 100mm 时，其交叉处亦应跨接。

4 泵站自动化系统

4.1 一般规定

4.1.3 设备控制箱上应设有启动（绿色）、停止（红色）按钮和启动（红色）、停止（绿色）、故障（黄色）指示灯，一般是设备配套提供。设备的控制有两种模式：手动模式和联动模式。选择开关设在设备控制箱上，手动模式优先级高于联动模式。联动包括就地点动、就地自动和遥控。手动模式由人工操作控制箱面板上的按钮，控制设备开启和关闭，此时不应执行来自 PLC 的控制命令。

4.1.4 泵站自动化控制系统对设备的控制通过控制箱实施，以实现远距离的监控。控制系统 PLC 输出宜带中间继电器，采用二对无源常开触点分别控制设备的启动和停止，当 PLC 发出一个信号时，其中一对触点闭合，带动设备。控制信号撤除时，设备运行应保持原状态不变。控制箱内需留有充足的状态及控制信号端子以及 4~20mA 信号或总线信号接口。

4.2 泵站的等级划分

4.2.1 泵站等级的划分系根据大城市雨水专业规划和污水专业规划中泵站规模（设计流量和总输入功率）的分布情况，考虑到泵站的流量越大，影响面越大，水流流态要求越高，总输入功率越大，操作维护方面等条件越复杂，故参照《城市排水工程规划规范》GB 50318 和《城市污水处理厂工程项目建设标准》（修订）的规定，将泵站的规模按设计最大流量（ m^3/s ）划分为 4 级，以利于对不同级别的泵站采用不同的设计标准和控制要求。

4.3 系统结构

4.3.1 复杂的大型泵站和特大型泵站的自动化控制系统应采用

当今世界上成熟的技术、结合最新可靠的硬件和软件产品所开发的、多层次的模块化系统结构。依次为：信息层、控制层和设备层。

1 信息层设备设在集中控制室并设置客户机/服务器（C/S）结构形式的计算机网络，以一台数据及网络服务器为核心，构成 10/100/1000M 交换式局域网。包含服务器（按管理要求设置）、监控计算机、打印机、模拟屏和局域网设备。

2 由于以太网应用的广泛性和技术的先进性，已逐渐垄断了计算机的通信领域和过程控制领域中上层的信息管理与通信。控制层宜采用工业以太网或其他工业总线网，以主/从、多主、对等及混合结构的通信方式，连接信息层的监控工作站和 PLC 控制站。当监控工作站和 PLC 控制站的距离较长时可采用光环网。信息层的主 PLC 和控制层的 PLC 从兼容性和可维护性角度出发宜采用同品牌产品。

3 现场层采用现场总线建立现场机械设备控制箱（含 PLC 控制站）、高低压开关柜以及现场仪表的信号与控制站之间的通信，现场总线是连接现场智能设备和自动化控制设备的双向串行、数字式、多节点通信网络。作为泵站网络底层的现场总线还应应对现场环境有较强的适应性。它支持双绞线、同轴电缆、光缆、无线和电力线等，具有较强的抗干扰能力。现场总线的选用应根据泵站自动化系统的要求、设备配置的条件、所选仪表接口等确定。

现场层也可采用星型拓扑结构的硬线联结 PLC 与外场设备控制箱包括过程仪表、机械设备控制箱和电气柜。

4.3.2 城镇中小型污水、雨水泵站监控系统应根据泵站规模、工艺要求和自动化程度等因素确定。泵站宜采用 PLC 来控制。自动化控制系统采用二层结构，控制层和设备层组成如下：

1 控制层宜考虑为单机系统，单机系统的配置宜以一台 PLC 为核心的控制器，在控制柜的柜面上采用触摸显示屏 MMI 作为操作界面。按管理部门提出的要求可设置上位计算机和打印

机，供报表打印和管理之用。上位计算机宜采用不带软盘驱动器的工业计算机。

2 设备层宜采用星型拓扑结构形式的控制电缆直接与设备联结或采用现场总线联结设备控制箱组成。当泵站内控制设备和仪表较多时，宜设置现场总线网络。

4.3.3 对于控制设备数量少，仪表信号少，特别简单的小型泵站可不设 PLC，采用专用的水泵控制器，利用液位来控制，液位自动控制装置将根据设置好的开泵液位和停泵液位自动控制水泵开启和停止。

4.3.4 为了提高数据安全性和可靠性。泵站的自动化控制系统可采用冗余结构，包括监控工作站、PLC 的 CPU（中央处理器）模块、电源模块和通信设备。两台监控工作站的硬件和软件的配置必须相同，为双机热备，并具有双机备份自动切换功能，当主 CPU 发生故障，备份 CPU 会替代主 CPU 工作。

4.4 系统功能

4.4.1 泵站控制系统通过模拟屏、操作终端、MMI 操作界面等显示设备对泵站运行进行监视。运行监视范围应包括下列内容：

1 进水池液位及进水池超高、超低液位报警，信号由泵站就地控制器采样，进水池液位作为开泵条件之一。

2 非压力井形式的出水池液位及超高、超低液位报警，信号由泵站就地控制器采样。

3 水泵状态监视，包括水泵运行模式、工作电流、运行状态及各种故障报警，信号由泵站就地控制器采集，运行过程中出现异常情况，应立即发出报警信号。

4 电动格栅除污机、输送机、压榨机的状态监视，包括运行模式及运行状态，信号由泵站就地控制器采集。运行过程中出现异常情况（设备电气故障和机械故障），应立即发出报警信号。

5 电动闸门、阀门的状态监视，包括运行模式及运行状态，信号由泵站就地控制器采集。运行过程中出现异常情况（设备电

气故障和机械故障)，应立即发出报警信号。

6 当泵站工艺设计和管理要求设置电磁流量计时，应监视单泵瞬时流量、累积流量及故障信号，信号由泵站就地控制器采集。累积流量作为泵站计量的依据。

7 当工艺要求设置调蓄池时，应监视调蓄池液位，信号由就地控制器采样。

8 对于潜水泵以外的大型水泵管道应有压力变送器对进水压力和出水压力进行监视，以保证水泵的正常运行。信号由泵站就地控制器采样。

10 UPS 电源工作状态进行采样，以确定是市电供电还是 UPS 供电。

11 按管理要求及泵站分布点设置雨水泵站的雨量计进行雨量监视，信号应纳入监控系统。

4.4.2 泵站应有就地逻辑控制功能，提供设备运行的联动、连锁和控制，控制对象包括：

1 当进水池液位高于某一设定值时，且相应设备状态满足连锁要求，符合开泵条件，应启动水泵的运行。

2 当格栅前后液位差大于某一值时，应启动电动格栅除污机、输送机、压榨机的运行。

3 水泵控制与有关闸门、阀门状态必须连锁，当需要开启水泵时，首先要控制相应闸门、阀门开启和关闭。

4 水泵辅助运行设备控制应包括冷却水控制系统和密封水控制系统。

5 自然通风条件差的地下式水泵间应设机械通风，并应对其风机状态进行监视和控制。对于泵房间集水坑应设排水设备，并应有监视和控制。

6 泵站格栅井及污水井敞开部分，有臭气逸出影响周围环境，应配置臭气收集和除臭设备，对除臭设备工作状态进行监视和控制。

4.4.3 本条主要介绍泵站电力监测范围的相关内容。

1 高压配电装置和低压配电装置进线开关的状态和跳闸报警，信号由泵站就地控制器采集。

2 电源状态和备用电源的切换控制，信号由泵站就地控制器采集。

3 高压母线和低压母线的电量监视。高压配电装置宜设综合测控单元，低压进线柜宜设智能综合电量变送器，通过现场总线或通信口与泵站就地控制器连接，信号由泵站就地控制器采集。

4 宜监视变压器三相绕组的温度，并设高温报警，信号由泵站就地控制器采集。

5 主要馈线的电量监视包括主泵电动机电流和补偿电容器电流；馈线的状态监视为各馈线开关的合/跳闸信号，以上信号均由泵站就地控制器采集。

4.4.4 泵站自动化系统除控制有关的设备外，监控范围还应包含环境与安全监控功能：

1 泵站对可能产生有毒、有害气体地方应设硫化氢（ H_2S ）检测仪，并监视其浓度和报警，对易燃、易爆气体场所设甲烷探测器，以检测可燃气体的浓度。信号由泵站就地控制器采集。

2 泵站应根据环保要求确定是否进行水质监视，对于实行水质监视的泵站应装设检测仪表，信号应纳入监控系统。

3 对于无人值守泵站宜装设视频图像监视，包括摄像机和监视器，周边围墙设红外线周界防卫系统，信号应纳入监控系统，由泵站就地控制器采集。

4 泵站应按消防要求设火灾报警控制系统，加强设备监控，确定各设备室的防火等级。装备消防设施和灭火器材。

4.4.6 按自动化系统的要求，每个泵站控制系统应设置操作界面，对于有人值守和无人值守泵站，其功能是不同的，对于有人值守的泵站，采集到的各种数据经计算、处理、分类，自动生成各种数据库及报表，供实时监测、查询、修改、打印。

泵站自动化系统能对组成系统的所有硬件设备及运行状态进

行在线监测及自诊断，能对实时监控的所有对象的运行状态进行监测及诊断；对各类设备运行情况（如工作累计时间，最后保养日期）进行在线监测，并存入相应文档，以备维护、保养，能对设备故障提出处理意见，以供参考。

对于无人值守的泵站操作界面作为调试和设备维护的手段，其他运行功能宜在区域控制中心完成。

4.4.9 操作界面分层一般从总体流程图、总体平面图到每个设备的流程图和平面图，最后为局部流程图和平面图。

4.5 检测和测量技术要求

4.5.1 液位和液位差测量应符合下列规定：

1 采用超声波液位计测量泵站进水井液位，超声波液位计有一体式 and 分体式，分体式为传感器和变送器分开，且带现场显示仪。就地安装的显示仪表应在手动操作设备时便于观察仪表的表示值，同时应满足方便施工、使用和维护的要求。当不需要现场显示时，应采用一体化超声波液位计。超声波液位计的工作原理为传感器定时发出超声波脉冲信号，在被测液体的表面被反射，返回的超声波信号再由传感器接收。从发射超声波脉冲到接收、到反射信号所需的时间与传感器到液体表面的距离成正比，由此可计算出液位。液位为 4~20mA 电流信号表示或总线接口形式。

超声波液位计的特点是：能实现非接触的液位测量。特别适合于测量腐蚀性强、高黏度、密度不确定等液体的液位。

由于超声波液位计受传感器发射角范围的限制，在泵站进水井较小时安装有困难，泵站液位测量可采用投入式静压液位计。该液位计工作原理是当被测液体的密度不变时，处于被测液体中的传感器所受的静压力与被测液体的高度成正比例。通过测量位于一定深度液体之中作用于传感器之上的压力信号，即可计算出被测液体的深度。液体的深度为 4~20mA 电流信号表示。

静压式液位计的特点是：测量范围大，最大测量深度可达

100m；安装方便，工作可靠；可用于测量黏度较高、易结晶、有固体悬浮物、有腐蚀性的液体测量。

2 超声波传感器安装在连通井内或池壁时，应考虑超声波扩散角的影响，离池壁距离应符合说明书要求。

3~5 当需要测量进水井格栅前后液位时，可采用双探头传感器和具有多路输出的液位差计，或两台液位计分别测量。测得液位作为泵站液位检测显示、记录、报警以及作为水泵自动运行的依据，也可作为格栅除污机自动控制的依据（按格栅前后液位差启动格栅除污机）。液位测量单位用 m 表示，液位差单位用 mm 表示。

8 当采用分体式超声波液位计时传感器支架应采用悬挑式不锈钢支架，变送器支架应采用不锈钢立柱，包括遮阳板。对于特别寒冷地区超声波液位计的安装防护要求必须作保温式防寒处理。同时应注意安装在通风良好，且不影响人行和邻近设备安装的场所。投入式液位计的引样管应采取防止堵塞和便于疏通的措施，并应附加重锤或悬挂链条，使本体在介质中位置固定并应加保护管缓冲。

9 使用超声波液位计和液位差计时应设定一组液位开关，输出超高水位和超低水位报警，报警信号直接送至水泵控制器或 PLC，防止雨、污水冒溢和水泵干运行。安装液位开关用的连接管的长度，应保证浮球能在全量程范围内自由活动。

4.5.2 流量测量应符合下列规定：

管径在 10~3000mm 之间的满管流量检测宜采用电磁流量计，电磁流量计由传感器和转换器两部分组成。传感器基于法拉第电磁感应原理制成，它主要由内衬绝缘材料的测量管，穿通管壁安装的一对电极，测量管上、下安装的一对用于产生磁场的励磁线圈及一个磁通检测线圈等组成。转换器将传感器检测的感应电动势和磁通密度信号进行处理，转换成 4~20mA 的标准信号和 0~1kHz 的频率信号输出，作为瞬时流量和累积流量，供用户显示、记录和控制流量之用。流量测量有一定精

度，超出范围要标定。瞬时流量单位用 m^3/s 表示，累计流量单位用 m^3 表示。

电磁流量计的传感器依靠法兰同相邻管道连接，可以安装在水平、垂直和倾斜的管道上，要求二电极的中心轴线处于水平状态。无论那种安装方式，都不能有不满管现象或大量气泡通过传感器。流量计、被测介质与管道三者之间应连成等电位接地。当周围有强磁场时，应采取防干扰措施。

传感器和变送器的连接应采用专用电缆，且不能转接。

当测量泵站总管流量而采用电磁流量计在安装上有困难时，可以采用超声波流量计或明渠流量计。

4.5.3 压力检测仪表主要用于检测水泵的进、出水压力，被测介质为污水，使用环境一般为室内，常温常压。压力变送器是利用被测压力推动弹性元件产生的位移或形变，通过转换部件转换成固有的物理特性，将被测压力转换为标准的电信号输出。压力变送器与二次仪表或 PLC 相连，实现压力信号的显示、记录和控制。压力单位用 kPa 表示。

压力变送器具有频率响应高、抗环境干扰能力强、测量精度高、体积小、具有良好的过载能力等特点。

压力变送器一般不应固定在有强烈震动的设备或管道上，当固定在有振动的设备或管道上时，应采用减震装置。

4.5.4 采用热电阻和温度变送器测量大型水泵和电动机的轴承温度、绕组温度、冷却水温度，温度传感器在安装时应注意与工艺管道的相对位置。温度单位用 $^{\circ}\text{C}$ 表示。

4.5.5 泵站对可能产生 H_2S 有害气体的地方应配置 H_2S 检测仪，连续监测空气中硫化氢浓度，并采取防患措施。

对泵站的格栅井下部，水泵间底部等易积聚 H_2S 的地方，可采用移动式 H_2S 检测仪去检测，也可装设在线式 H_2S 检测仪及报警装置。输出为标准 $4\sim 20\text{mA}$ 电流信号。

使用 H_2S 检测仪时，应注意报警阈值的设置，当测得的值大于设定值时应立即采取应急措施。

按照国家标准《工业场所有害因素职业接触限值》GBZ 2-2002 的规定,工作场所硫化氢气体的最高容许浓度为 $10\text{mg}/\text{m}^3$,所以本标准规定该值是报警阈值。

4.5.6 应按泵站的分布在雨水泵站中设置雨量计,用来计量雨量的大小,翻斗翻动一次,发出一个脉冲信号。对于量程范围为 $0\sim 10\text{mm}$ 的雨量计,收集管宜为 1.2L ,测量筒为 200cm^3 。雨量计安装场地应严格按照要求,其底盘应用螺钉固定在混凝土底座或木桩上,固定牢靠。盛水口水平度应符合产品说明要求。雨量单位用 mm 表示。

4.6 设备控制技术要求

4.6.1 本条主要介绍设备控制方式和优先级的相关内容。

2 受控设备的现场(机旁)控制箱上设有本地/远方选择开关,当选择开关处于本地位置时,只能由现场(机旁)控制箱上的按钮进行控制,远方配电盘不能对设备进行控制,当选择开关处于远方位置时,由配电盘上的按钮对设备进行控制。

3 在电动机配电控制盘或 MCC 盘面上设有手动/联动选择开关。当选择开关处于手动位置时,只能由配电盘或 MCC 盘面上的按钮对设备进行控制,就地控制器不能对设备进行控制,当选择开关处于联动位置时,应由就地控制器控制设备的运行。

4 现场控制和配电盘控制由泵站供配电系统实施,此时自动化系统的控制器属于无效状态。所有现场控制的电气保护应由现场电器自行完成

5 就地控制分就地手动和就地自动两种,这两种控制都应通过自动化控制系统控制器完成。

1) 就地手动模式下由操作人员通过就地控制操作界面特定图控按钮控制设备运行。通过操作界面可以完成对设备的控制或对控制参数的调整。此时的操作通过 PLC 完成。

2) 就地自动模式下由就地控制的 PLC 根据液位、流量

等参数按原先内置的程序自动控制各机械设备，按正常运作的需求对水泵进行连锁保护。并保证各水泵的总体运行时间基本平衡，不需人工干预。

7 远程控制模式下由上级监控系统发布对泵站内主要机械设备的控制命令，包括泵站内的水泵、部分与总排放系统相关的闸门等设备。泵站内各机械设备的联动由就地控制 PLC 根据要求完成。

4.6.2 水泵控制应符合下列规定：

3 现场水泵按钮箱上应设有启动（绿色）、停止（红色）按钮和启动（红色）、停止（绿色）和故障（黄色）指示灯，水泵的控制有两种模式：本地模式和远方模式。本地模式是通过现场水泵按钮箱上的按钮来控制水泵运行。远方模式是由配电盘上的按钮控制水泵运行。选择开关设在现场按钮箱上，由人工切换，本地模式优先级高于远方模式。

5 配电盘水泵控制箱上应设有启动（绿色）、停止（红色）按钮和启动（红色）、停止（绿色）和故障（黄色）指示灯，水泵的控制有两种模式：手动模式和联动模式。选择开关设在配电盘水泵控制箱上，由人工切换，手动模式优先级高于联动模式。联动包括就地自动、就地点动和遥控。

7 监控系统的设备控制分为中央控制、就地控制、基本控制，而就地控制又可分为就地手动和就地自动，就地手动方式是通过操作界面特定的按键（图形或文字方式）手动控制水泵的运行。通过操作界面可以完成对设备的控制或对控制参数的调整。图控画面操作应有操作提示。操作提示可以是音响、监视器监控画面代表设备的符号交替闪动、信息打印等常规的方式，在监视器监控画面上应有简要文字提示报警内容和性质。

11 当泵站处于远程控制时，泵站应能够接收上级控制中心（信息中心）对泵站下达的控制命令，由上级控制中心（信息中心）遥控泵组的运行。使系统达到高效、经济的运行。但遥控的开泵或停泵命令必须得到就地控制的认可。

13 水泵运行与有关闸门、阀门的状态必须连锁，当需要启动水泵时，首先必须检查和开启相应管路的闸门和阀门等，若开启失败，禁止启动水泵。水泵的启动和运行控制逻辑应严格按照有关规定，当出现异常状态之一时，禁止启动水泵，正在运行的水泵应立即停止。水泵不可用是指水泵控制箱断路器处于分闸状态。水泵自动控制应符合以下条件：

- 1) 进水闸门全开；
- 2) 溢流闸门全关；
- 3) 泵配电开关合闸；
- 4) 泵无故障报警；
- 5) 液位不在低液位报警；
- 6) 水泵控制箱为自动模式；
- 7) PLC 无泵失控报警；
- 8) 泵不在运行状态。

14 大型水泵机组应设置双向限位振动监测传感器，以保证水泵的稳定工作，当振动幅度超过预定值时发出报警信号，信号可通过硬接线或接口的方式与泵站 PLC 连接，检测水泵运行情况，当振动继续增加至更高的预定值时自动停泵。

15 大型水泵机组应设置冷却及润滑系统的保护，当冷却水和密封水中断应发出报警信号，同时应监视润滑水流量和轴承润滑油。

4.6.3 格栅除污机、输送机、压榨机控制应符合下列规定：

1 格栅除污机、输送机、压榨机由于控制逻辑比较简单，推荐其启动控制和运行保护设置在一台现场综合控制箱内，格栅除污机、输送机、压榨机应设置独立的启动控制和运行保护。当有多台格栅除污机时，综合控制箱的规模可根据现场条件和设备资金情况等确定。

2 定时和液位差两种运行模式分别为：

- 1) 定时模式：按一定的时间间隔控制格栅除污机运行，间隔时间可以在泵站自动化控制系统操作界面上

调整。

- 2) 液位差模式：按格栅前后液位差值控制格栅除污机运行，液位差值可以在泵站自动化控制系统操作界面上调整，一般不宜大于 0.1m。

格栅除污机每次启动应完成一个周期的清捞动作。对于钢丝绳式格栅除污机，一个周期是指清捞耙动作一次并回到上死点；对于回转式格栅除污机，一个周期是指清捞动作持续 10min 时间。

格栅除污机作一次清捞动作（运行一个周期）后，格栅前后液位差应小于设定值，否则应继续一次清捞动作。

3 格栅除污机的工况应显示在泵站控制系统的操作界面上，当设置为就地手动方式时，通过操作界面特定的按键（图形或文字方式）手动控制格栅机的运行。通过操作界面可以完成对设备的控制或对控制参数的调整。图控画面应有操作提示。格栅机自动控制应符合以下条件：

- 1) 格栅机控制箱为自动模式；
- 2) 设备无故障报警；
- 3) PLC 无格栅机失控报警；
- 4) 设备不在运行状态。

4.6.4 闸门、阀门控制应符合下列规定：

1 闸门、阀门的控制可设现场控制箱也可采用一体化电动操作方式，当采用一体化电动执行机构时，其内部应包含完整的控制回路，并应有相应信号输出。当采用阀门控制箱，并且一台控制箱控制多台闸门时，各设备应设有独立的控制回路。

3 泵站控制系统对闸门、阀门的控制宜通过闸门、阀门控制箱实施，以实现远距离的监控。控制系统 PLC 输出宜带中间继电器，采用 2 对无源常开触点分别控制闸门、阀门的上升和下降，当 PLC 发出一个信号时，其中一对触点闭合，带动闸门或阀门运行，当控制信号撤除时，闸门或阀门的运行应保持原状态不变。控制箱内需留有充足的状态及控制信号端子以及 4~

20mA 信号或总线信号接口。但当闸门和阀门只作检修，不经常开启和关闭的，可监视其状态，不作控制。

4 闸门、阀门的工况应显示在泵站控制系统的操作界面上，当设置为就地手动方式时，通过操作界面特定的按键（图形或文字方式）手动控制闸门、阀门的运行。通过操作界面可以完成对设备的控制或对控制参数的调整。图控画面应有操作提示。闸门、阀门自动控制应符合以下条件：

- 1) 闸门控制箱自动模式；
- 2) 设备无故障报警；
- 3) PLC 无闸门失控报警；
- 4) 上升控制时不在全开位置；
- 5) 下降控制时不在全关位置。

闸门的现行位置和状态应在控制系统的操作界面上以图形、颜色和文字方式显示，在闸门的启闭操作过程中，操作界面上应有图形符号和文字表示闸门的状态的動作方向。以实现远距离的监视，闸门、阀门在启闭过程中控制箱上的手动按钮可以暂停和继续启闭过程。

5 闸门、阀门的启闭过程应设超时检验，在规定的动作时间内若闸门没有到达预定位置或收到设备的故障报警信号，可认为闸门故障。

7 当泵站处于远程控制时，泵站应能够接收上一级控制对泵站下达的控制命令，由上一级控制遥控闸门、阀门的运行。但遥控的开或停命令必须得到就地控制的认可。

4.7 电力监控技术要求

4.7.1 泵站监控应对高低压开关柜等电气设备进行监视，一旦出现异常情况应立即报警。泵站自动化控制系统一般不对电气开关柜实行直接控制，除非管理上有特殊要求。

4.7.2 高压柜宜设综合继电保护装置，并应考虑与自动化系统的接口，以现场总线接口连接 PLC，当高压柜不采用综合保护

测控单元时，应以无源辅助触点和变送器输出 4~20mA 电流方式提供必要的信号接口，由 PLC 采样，以实现远距离的监视。

4.7.3 泵站电力监控系统应考虑电能管理，对采集到的各种电力数据经计算、处理、分类，自动生成各种数据库及报表，供实时监测、查询、修改、打印，生成后的报表文件能修改或重组。使电力系统能在最低消耗下，发挥最大效率。

4.7.4 电量信号应包括：

- 1 三相电压 (V, kV);
- 2 三相电流 (A);
- 3 有功功率 (kW);
- 4 无功功率 (kvar);
- 5 功率因数 ($\cos\Phi$)
- 6 有功电度 (kWh);
- 7 无功电度 (kvarh);
- 8 频率 (Hz)。

4.8 防雷与接地

4.8.1 自动化控制系统所安装的电源、仪表以及其他设备应在电磁、静电和暂态电压以及其他可能出现的特殊情况下安全运行，并且有足够的防止过电压及抗雷电措施，有效防御雷电灾害。

4.8.2 控制系统建立一个接地电阻不大于 1Ω 的接地系统，作为各接地装置的统一接地体（当采用单独接地时的接地电阻 $\leq 4\Omega$ ）。接地排敷设至控制设备安装点，并留有端接排。用于设备至接地排之间的连接。

采用尽可能短的铜编织带把 PLC、变送器、通信设备、机架等需要等电位连接的设备分别接到等电位接地网络上。

4.8.3 在敷设屏蔽电缆时，屏蔽层的接地是应特别注意的问题。不适当的接地方法不仅会把屏蔽层的作用抵消，而且还会产生新的环流噪声干扰。

4.9 控制设备配置要求

4.9.1 由于泵站工作环境较差，与其配套控制系统设备应采用工业级，应具有一定的抗干扰能力。控制系统设备应具有防水、防震、防尘、防腐蚀性气体等措施，工作温度：0~55℃，相对湿度：10%~99%无凝露。设备应有一定的使用寿命。

4.9.2 本条规定了户内、户外、浸水的安装要求，户外设备控制箱宜采用不锈钢材料制造。对于南方地区应考虑散热措施。

4.9.3 计算机监控工作站是控制系统的核心设备，在选择计算机和控制器时应考虑 CPU 主频，随着技术的不断发展，CPU 的速度也将不断提高。计算机的内存容量也将根据需要增加。应具有支持 3D 图形处理，并具有内置 SCSI 硬盘，硬盘容量根据需要配置。除常规配置外还应有 10/100Base-T 以太网标准的接口等。设备具有技术先进、兼容性好，扩展性强，便于更新换代。

4.9.4 现场总线的选用应根据泵站自动化系统的要求、设备配置条件、所选仪表接口等确定，现场总线能采用总线形、树形、星形、冗余环形等拓扑结构连接现场的仪表和控制设备。推荐的现场总线类型有：DeviceNet，Profibus，ControlNet，Modbus，ControlLink 等。推荐通信协议为 IEC 60870-5-101、DNP3.0 等国际通用的开放的通信协议。

4.9.5 控制器设备应符合下列规定：

1 结构形式宜为框架背板和功能模块的任意组合，背板可以扩展；

2 具有工业以太网、现场总线、远程 I/O 的连接和通信能力；

3 CPU 的字长 ≥ 16 位，处理能力和 RAM 的容量应适应各泵站的功能要求，应备有存贮器用以保存主站下载的而又能远方修改的参数；

4 处理器具有基本的控制和运算功能；

5 应有自检和故障诊断功能，有瞬时掉电后再启动的能力，

时钟应有掉电时的支撑电池；

6 硬件模块均应配有防尘的保护盒，宜在线热插拔，并且要有明显的标签；

7 具有远程或就地设定控制参数的能力，具备可选用的链路规约，可组态的串行通信口，用于和主站通信以及人机界面（MMI）的接口；

8 用于编程/调试/诊断连接便携式 PC 机的接口；

9 PLC 与户外通信电路的接口应采用光电隔离，现场输入输出信号必须进行电位隔离。PLC 外部电源为交流 220V，允许电压波动范围为 195~264V，允许频率波动范围为 47~53Hz；

10 平均故障间隔时间（MTBF） $\geq 17000\text{h}$ 。

4.9.6 控制器应支持梯型图、结构文本语言、顺序功能流程图等多种编程语言。具备可更换的锂电池、EEPROM（或 Flash-Memory）双重程序后备保护功能。PLC 装置的处理具有基本的控制和运算功能，包括开关量、数字量、脉冲量、模拟量输入和输出、计数器/定时器、中断控制、高速计数、逻辑运算、算术运算、函数运算、数据转换、数据保存、模糊控制、传送和比较、PID 调节等。

4.9.7 操作界面 MMI 应符合下列规定：

- 1 显示器类型：背光彩色防水 TFT 显示屏；
- 2 屏幕尺寸：对角线不应小于 10"；
- 3 解析度：640×480；
- 4 画面数：不应小于 250；
- 5 显示文字：ASCII 字符，二级汉字；
- 6 密码功能：3 级密码设置；
- 7 操作保护：延迟保护、再确认功能。

4.9.8 控制器输出模块宜采用隔离继电器驱动外部设备，继电器选择应符合下列规定：

- 1 结构形式：封闭式，透明外壳，插座安装，带防松锁扣；
- 2 转换触点对数：2 或 3；

- 3 额定电压: AC 220V 或 DC 24V;
- 4 耗电量: 交流不得大于 1.2VA, 直流不得大于 0.9W;
- 5 触点容量: AC 250V, 3A (阻性负载);
- 6 机械寿命: 50×10^6 次 (交流操作);
- 7 电气寿命: 2×10^5 次 (DC30V, 2A, 阻性负载)。

4.9.9 控制器 I/O 设备分为数字输入、输出和模拟量输入、输出等类型。

数字信号输入 (DI) 模块可分为交流输入、直流输入和脉冲输入等。

直流输入模块主要用于外部电缆线路较短, 且容易引起电磁场感应的场合。计算机内部与外部电路采用光电耦合器进行隔离。直流输入电压一般为 DC10~48V。泵站宜采用直流输入模块。

对于有脉冲信号的设备宜采用脉冲输入模块, 脉冲输入模块内设有脉冲计数器, 对外部的输入脉冲进行计数, 然后送往 CPU。它又可分为单向、双向 (加减) 计数两种。使用时, 不得超过规定最大脉冲频率。

数字信号输出 (DO) 模块可分为交流输出、直流输出和继电器输出等类型。

直流输出模块是一种采用晶体管或晶闸管的无触点输出模块, 采用光电耦合器与外部电路隔离, 同样具有动作速度快、寿命长的优点。

继电器输出模块通过继电器接点和线圈实现计算机与外部电路隔离, 这种模块可交、直流两用。它不会产生漏电流现象, 但模块内的继电器有寿命问题。

模拟信号输入 (AI) 模块通过内部 A/D 变换器可以将现场的电压、电流、温度、压力等控制量输入 PLC, 这种模块内的 A/D 变换时间大约在 ms 到数十 ms 之间。在要求快速响应的场合, 可选用 A/D 变换时间短的模块。变换后的二进制数分 8 位、10 位、12 位不等, 有的带符号位, 有的不带符号位, 可根据系

统所需的精度来选择不同的 A/D 变换位数。

模拟信号输出 (AO) 模块可以输出供过程控制或仪表用的电压、电流。它把 CPU 内部运算的数字量经 D/A 变换器变成模拟量向外部输出。它同模拟量输入模块一样, D/A 变换的时间有快、有慢。可根据系统所需的精度来选择不同的 D/A 变换位数。

4.9.11~4.9.13 自动化控制系统应采用 UPS 作为后备电源, 供控制设备用电。UPS 选择应考虑输入/输出电压; 输出电压稳定性、频率稳定性、波形失真、负载功率、维持时间等技术指标。输入输出隔离型, 输出波形为正弦波。

UPS 的负载功率, 应依据控制系统配置的各设备的最大消耗功率累加计算, 并留出约 25% 的余量, 并应考虑功率因数的问题。例如, 负载功率为 6kW, 则 UPS 的容量应为: $\frac{6 \times 1.3}{0.8} = 9.75$ (kVA), 实际选配 UPS 的容量为 10kVA。

UPS 宜工作在额定输出功率的 70%~80%, 此时的效率较高。在负载功率一定时, 需要维持工作的时间越长, 则要求电池的容量越大。

- 1 输入电压: AC 220V $\pm$ 20%, 50Hz $\pm$ 10%;
- 2 输出电压: 单相 220V $\pm$ 2%, 50Hz $\pm$ 0.2%;
- 3 输出功率: 设备容量总和的 150%;
- 4 输出波形: 正弦波, 谐波失真 $\leq$ 3%THD;
- 5 蓄电池供电时间: 额定负载下放电 60min;
- 6 蓄电池寿命: 10 年, 免维护;
- 7 负荷峰值因数: 5:1;
- 8 过载能力: 125%时 10min, 150%时 30s;
- 9 在线式运行方式: 自动切换旁路工作, 无切换时间;
- 10 工作温度: 0~50℃ (室内);
- 11 相对湿度: 0~95%无凝露;
- 12 平均故障间隔时间 (MTBF): $\geq$ 50000h。

中小型泵站 UPS 宜采用柜架式，安装在控制机柜内。

4.9.15 泵站需要设置大屏幕显示设备时，宜采用金属格栅镶嵌马赛克式模拟显示屏，模拟显示屏应符合下列规定：

1 具有现场总线或 RS485 串行接口，4 位半 LED 数码管的数字显示器。

2 过程的状态显示及报警指示、报警信号闪烁指示。

3 模拟屏的适当位置宜设试验和复位按钮等。

4 模拟或数字指示应位于模拟屏上设备符号的附近。

5 在模拟屏的适当位置设数字式日历/时钟。

6 为考虑模拟屏马赛克显示面的平整和耐久以及承重等原因，模拟屏结构为金属格栅上镶嵌马赛克。每个模块单元不应小于 $25\text{mm} \times 25\text{mm}$ ，字符高度不应小于 15mm ，图形符号的面积不小于 $15\text{mm} \times 15\text{mm}$ 。拼装缝隙 $< 0.05\text{mm}$ 。

7 示图符宜用光带、发光字牌、发光符号、字符显示窗、数字显示窗等元素及这些元素的组合来制作。

8 亮度对比度 ≥ 10 ，屏面反射率 $< 15\%$ ，刷新时间 $\leq 10\text{s}$ ，发光器件寿命 $\geq 17000\text{h}$ ，显示元件的亮度 $\geq 80\text{cd/m}^2$ 。

9 模拟屏应有独立工作的控制器，其数据和信息宜通过自控系统局域网络（例如以太网）采集。按接口规约接受主站送来的信息，执行遥信选点上屏，执行调光、变位、闪光，报警等功能，并能锁存驱动上屏信息。

10 发光元件的接线应采用接插件，接插件应牢固可靠。

11 回路和屏架间绝缘电阻应大于 $5\text{M}\Omega$ 。

12 屏内配线应排列整齐，捆扎牢固，线路标志清晰。

13 强电与弱电端子应分开排列。屏内端子排应固定牢固，无损坏，绝缘良好；端子编号和电线编号字迹清晰，与图纸上编号一致。

4.10 安全和技术防卫

4.10.1 对于无人值守泵站，为了保护泵站内主要工艺设施，保

证泵站内重要设备正常运行及变电所的安全。在泵站内、变电所和主要道路宜设电视监视设备，采用具有夜视或低照度功能的摄像机，并配备视频记录装置（例如数字录像机）；需要时，应具有图像分析及报警功能。视频图像应上传区域监控中心（信息中心），以便及时了解各泵站的情况。

4.10.3 周界防卫系统须在户外装设对射红外线探测器，信号送至控制器连接当地公安、保安部门或区域监控中心（信息中心）。围墙的角落可采用户外探头。

4.10.5 根据有关规范对在大型及重要的泵站应设置火灾报警系统，当不设置火灾报警系统时，应对建筑物、装饰材料及电气线路的防火提出一定要求，站内灭火器装置应符合现行国家标准《建筑灭火器配置设计规范》（GB 50140）的规定。

4.11 控制软件

4.11.3 数据库应是开放的实时数据库，通过对监控对象的组态、对监控对象的实时监测和控制，自动生成操作记录表、遥信变位、事故记录等实时数据。实时数据库具有标准的外部数据接口，能与其他控制软件和数据库交换数据。

历史数据库能通过 DDL、DDE 及 OLE 等与其他应用软件交换数据，并带有标准的 SQL 接口和 ODBC（Open Data Base Connect）接口，提供系统维护和管理手段。

4.11.4 应用软件的操作界面应以方便使用为主，并做到风格统一、层次简洁。采用图控软件组态设计中控室的运行监控软件，具有中文界面、操作提示和帮助系统。应用软件包括的功能描述为：

1 运行监视和控制，提供泵站各种布置图和接线图。操作界面主要以流程图方式表示，从总体流程图直到每个单体的局部流程图。在流程图上显示的设备均可以点击进入，以了解该设备的进一步细节数据或对其进行控制。工艺过程、运行参数和设备状态均以图形方式直观表示。运行参数和目标控制参数可以点击

进入，了解其属性或进行设定修改。通过操作界面上的按钮实现对设备的操作、控制和运行参数设定。

2 数据处理和数据库管理。提供整个监控系统运行的各种数据参数、各机械电气设备状态以及各接口设备状态的实时数据库及历史数据库，并能根据信息分类生成各种专用数据库，并具有在线查询、修改、处理、打印等数据库管理软件，可进行日常的操作及维护，利用 ODBC 功能，与其他关系数据库建立共享关系。

保存在内存中的实时数据库应存贮有各种监控对象的动态数据，数据刷新周期应可调，以保证关键数据的实时响应速度。短期历史数据库应能保存 7 天的实时数据和组合数据，并不断地予以刷新（其数据来自于实时数据库）。历史数据库中能存入各设备的运行参数、报警记录、事故记录、调度指令等。并具有提供存贮 3 年运行数据的能力。

4 能对组成系统的所有硬件设备及运行状态进行在线监测及自诊断，能对实时监控的所有对象的运行状态进行监测及自诊断，对各类设备运行情况（如工作累计时间、最后保养日期）进行在线监测，并存入相应文档，以备维护、保养，能对设备故障提出处理意见，以供参考。

5 软件系统应能对系统的设备运行记录及控制模式进行综合考虑，对能耗数据进行记录和综合分析，使系统能在最低的消耗下，发挥最大的效率。

对于泵站，能耗管理就是电力消耗的管理，主要体现在节能上。

6 对于按操作等级进行管理，一般情况下，至少应设置三级操作级，即观察级、控制操作级、维护级，每一级都需有访问控制。

4.12 控制系统接口

4.12.3 本条介绍泵站控制系统与电气设备和仪表的接口相关

内容。

1 接口类型和通信协议指的是以太网、现场总线、低速串行通信、硬线连接等。

2 物理参数指的是光纤、电缆、接插件、端子、导线截面积、屏蔽等。

3 电气参数指的是周期、波长、脉冲宽度、电压、电流、电阻、电容、电抗、频率、触点容量等。

5 各界面的解释如下：

5-1 为高压配电装置与泵站控制系统的接口，由泵站控制系统监视高压配电装置设备状态和变压器运行。

5-2A 为低压配电装置向泵站控制系统提供电源。

5-2B 为低压配电装置与泵站控制系统的接口，由泵站控制系统监视低压配电装置设备状态。

5-3 为泵站内各设备控制箱与控制系统的接口，由泵站控制系统监视各设备的运行并对其进行控制。根据需要可设置现场按钮箱。③与④为现场设备与现场按钮箱的接口。

5-6A 为泵站控制系统向泵站仪表提供电源。

5-6B 为泵站内仪表与泵站控制系统的接口，由泵站控制系统采集仪表的检测数据和工作状态。如泵站仪表为分体式，⑥与⑦为变送器与传感器的接口。

5-8A 为泵站控制系统向泵站内远程通信设备提供工作电源。

5-8B 为泵站内远程通信设备与控制系统的接口。泵站监控系统与远程通信设备进行信息交换。当管理上要求与上级信息中心通信时，⑧与⑩为泵站与上级区域控制中心通信接口。

5-9A UPS 为泵站内监控设备提供工作电源。

5-9B UPS 与泵站控制系统接口，由泵站控制系统采集 UPS 运行状况。

4.14 设备安装技术要求

4.14.1 中小型泵站自动化控制系统的设备应安装在一台控制柜内，柜内应有一套可编程逻辑控制器（PLC）、人机界面（MMI）、电源（含 UPS）、继电器、空气断路器、电气保护、电源防雷器、信号防雷器、柜内照明等设备。控制机柜应符合下列规定：

1 柜结构为前后单开门，前后门的密封材料需耐 H_2S 腐蚀。柜体、柜内安装板、柜内支架等表面需涂皱烘漆，漆层强度需经方格划痕试验（不能剥落）。

3 柜内有可靠的保护接地装置及防雷防过电压保护装置。

电源防雷器应按下列要求选择：

- 1) 标称电压 220V/380V
- 2) 额定电压 250V/440V
- 3) 工作电流 $\geq 16A$
- 4) 放电电流 L-L: 3kA; L-N: 3kA; N-PE: 5kA
- 5) 响应时间 $\leq 25ns$

信号防雷器应按下列要求选择：

- 1) 标称电压 5V/24V（按端口配置）
- 2) 额定电压 6V/26.8V
- 3) 工作电流 $\geq 500mA/100mA$
- 4) 放电电流 10kA
- 5) 带宽 $\geq 1M$
- 6) 响应时间 $\leq 1ns$

4 柜内设备布置应保持通风散热，当若干 PLC 安装在同一柜子里时，应符合下列规定：

- 1) 两个 PLC 间距不应小于 150mm，在 PLC 两侧的空隙不应小于 100mm。
- 2) 产生热量的设备应安装在 PLC 的上部。
- 3) 当 PLC 安装垂直导轨上时，应使用导轨规定端子。

5 控制柜面板指示灯和按钮的颜色为:

1) 指示灯颜色

电源接通	——	白色
正在运行	——	绿色
断开/报警	——	红色
准备启动	——	蓝色
状态(通、断等)	——	蓝色
报警(无紧急停止信号)	——	黄色

2) 按钮颜色

停止、紧急停止	——	红色
启动	——	绿色
点动/慢速	——	黑色
重调(不作为停止)	——	蓝色
过载/报警接受	——	黄色

7 最下排端子距离机柜底板宜大于 350mm 是因为电缆进柜需在柜底下作固定,要留有一定操作距离。强、弱电端子宜分开布置;当有困难时,应有明显标志并设空端子隔开或设加强绝缘的隔板。回路电压超过 400V 者,端子板应有足够的绝缘并涂以红色标志。每个接线端子的每侧接线宜为一根,不得超过两根。

8 电流回路应经过试验端子,其他需断开的回路宜经特殊端子或试验端子。试验端子应接触良好。测量电流输入端子应装有短路压板,测量电压输入端子应设有保护熔丝。

4.14.5 控制室内应布设 PE 接线排,以导体构成一个每孔为 600mm×600mm 的网络作为活动地板的支撑架。所有用电设备的金属外壳、计算机、设备机架、电缆桥架等都应连接到接地网络上。

4.14.6 控制室应配置操作台椅,操作台的尺寸和椅子数量应根据放置设备的数量和控制室的大小而定。操作台的布置宜分监视和操作装置两类,台面上宜布置 CRT、打印机、电话等设备,

键盘宜置于台面下部抽板内，计算机设备宜置于控制台下部柜内，柜应有门，可闭锁，装置应有通风设备，后侧宜布置插座、线槽。

4.14.7 为考虑电缆敷设时牵拉对电缆芯线的强度要求，电流测量回路的铜芯电缆截面面积不宜小于 2.5mm^2 ，其他控制回路的电缆截面面积不宜小于 1.5mm^2 。

4.14.8 控制电缆宜采用 4 芯以上是因为电缆厂生产电缆规格为 2 芯、4 芯、7 芯等，在实际使用中至少有 1 根备用芯，所以选用 4 芯以上电缆。对传输开关量输入无源信号的电缆，当传输距离小于 200m 时，宜用普通控制电缆。对传输开关量输入无源信号的电缆，当传输距离大于 400m 时，宜用双绞铜网屏蔽电缆。对于强电信号均可使用普通控制电缆。对传输开关量输出是继电器、可控硅的触点或交流 220V 信号，宜用普通控制电缆。对传输开关量输出是继电器或可控硅的低电平信号，宜用铜带或铝箔屏蔽计算机用电缆。对于传输脉冲量输入信号的电缆，应选用双绞铜网屏蔽电缆。

4.14.9 模拟量是一种连续变化的信号，容差非常小，易受干扰的影响，对于模拟量输入/输出信号的传输电缆，应选择双绞铜网屏蔽计算机电缆。

计算机控制系统的通信信号一般为数字信号。为了克服线间电容对高速通信的影响，应使用计算机控制系统的专用电缆，当通信距离过长时应考虑使用光缆。

自控系统的电缆是系统与现场仪表或设备之间信息传递的通道。如果电缆选择不当会使很多形式的干扰通过这个通道进入到控制系统内部从而影响系统工作，所以合理选择电缆至为重要。

4.14.11 电子装置数字信号回路的控制电缆屏蔽层接地，应使在接地线上的电压降干扰影响尽量小，基于计算机这类仅 1V 左右的干扰电压，就可能引起逻辑错误，因而强调了对计算机监控系统的模拟信号回路控制电缆抑制干扰的要求，应实现一点接地，而一点接地可有多种实施方式，对于计算机监控系统，需满

足避免接地环流出现的条件下，集中式的一点接地。

4.14.12 泵站的缆线敷设应严格按照设计要求，应按最短路径集中敷设，缆线包括电缆、电线、光缆的敷设，当采用电缆敷设时，应符合电缆敷设的要求。当采用光缆敷设时，应符合光缆敷设要求，应使线路不受损伤。光缆、电缆敷设时应符合下列规定：

1 布放光缆的牵引力不应超过光缆允许张力的 80%，瞬间最大牵引力不得超过光缆允许张力的 100%，主要牵引力应加在光缆的加强件（芯）上。一次牵引的直线长度不宜超过 1km；光缆接头的预留长度不应小于 8m。

2 布放光缆时，光缆必须由缆盘上方放出并保持松弛弧形；光缆布放过程中应无扭转，严禁打小圈等现象发生。

3 光缆的弯曲半径应不小于光缆外径的 15 倍，施工过程中不应小于 20 倍。

4 光缆布放完毕，应及时密封光缆端头，不得浸水。

5 管道敷设光缆时，无接头的光缆在直道上敷设应有专人逐个经人孔同步牵引。预先做好接头的光缆，其接头部分不得在管道内穿行，光缆断头应用塑料胶带包扎好，并盘成圈放置在托架高处。

6 光缆穿入管孔或管道拐弯或者交叉时，应采用引导装置或喇叭口保护，不得损伤光缆外护层。根据需要可在光缆周围涂中性滑润剂。

7 光缆经由走线架，拐弯点（前、后）应予固定；上下走道或爬墙的部位，应垫胶管固定，避免光缆受侧压。过沉降缝应有预留长度。

8 光缆的接头应由受过专门训练的人员采用专用设备操作，接续时应采用光功率计或其他仪器进行监视；接续后应做好接续保护，并安装好光缆接头护套。

9 信号电缆与强电磁场设备距离有屏蔽应大于 0.8m，无屏蔽应大于 1.5m。

10 控制电缆在敷设时尽量减少和避免接头。当必须采用电缆接头时，必须连接牢固，并留有余量，不应受到机械拉力。

11 控制电缆终端应包扎，并有防潮措施。

12 电缆敷设要有余度，终端余度是为了便于施工和维修。建筑物的伸缩缝和沉降缝处留出的补偿余度，是为了避免线路受损失。

13 在穿钢管敷设时钢管必须接地，禁止动力电缆和信号电缆共管敷设。

14 电缆穿管时，裸铠装控制电缆不得与其他外护层的电缆穿入同一根管内。

4.15 系统调试、验收、试运行

4.15.1 系统调试大纲应包括设备单体调试、测试和试运行，仪表、供电、设备监控和计算机等各子系统功能调试、测试及上述所有系统集成联动功能调试、测试。系统调试结束后，施工单位应提交调试报告。设备单机性能检查测试、调试及试运行，应在各子系统调试前完成，由施工单位负责实施，监理工程师旁站监督。各子系统调试、系统集成联动功能调试结束后，由建设单位项目技术负责人组织施工单位技术和质量负责人、设计单位有关专业技术负责人、总监理工程师对系统功能项目进行检测验收。

4.15.2 设备安装就位后应先进行检查，仔细检查并核对控制系统（设备）各部件的连接、电源线、地线、信号线是否连接正确。确认无误后，再检查各仪表和设备的电源，进行通电试验，待通电正常后，对各设备工作状态进行检测，保证系统性能达到预期的设计要求。

系统调试的工作量比较大，对保证系统性能与可靠运行起着非常关键的作用，应给予充分的重视，调试的一般步骤是：单体调试——相关功能之间的配合性能调试——系统联动功能调试——系统试运行。系统调试阶段的主要工作包括：

1 对系统进行初始化，输入各原始数据记录。

- 2 记录系统运行的数据和状况。
- 3 核对并校正系统的输出与输入端信息之间的偏差。
- 4 对实际系统的输入方式进行检查（是否方便，效率如何，安全可靠、误操作性保护等）。
- 5 对系统实际运行响应速度（包括运算速度、传递速度、查询速度、输出速度等）进行现场实际的测试。

4.15.5 上位机系统检验应包括下列内容：

1 根据设计的要求中控室上位机应对泵站内的设备具有监视和控制功能，包括仪表、供配电系统和机械设备。

2 按设计要求进行流程画面的测试：画面显示应不受现场环境的干扰，测试检查每幅画面上的各种动态点是否正确，量程显示是否正确。检查控制结构和参数的设置与现场是否相符，调整控制结构参数值和备用回路的输入、输出及反馈值，并逐个回路进行调试、整定，检查是否满足设计指标要求。检查所有测量信号准确度是否满足设计指标要求。

键盘操作的容错测试：在操作站的键盘上操作任何未经定义的键时，系统不得出错或出现死机情况。

CPU 切换时的容错测试：人为退出控制站中正在运行的 CPU，此时备用的 CPU 应能自动投入工作，切换过程中，系统不得出错或出现扰动、死机情况。

备份机整体切换时的容错测试：人为退出控制站中正在运行的机器，此时备份机应能自动投入工作，切换过程中，系统不得出错或出现扰动、死机情况。

3 报警、保护及自启动功能测试：检查所有报警、保护及自启动功能是否满足设计指标要求。报表打印功能的测试：用打印机按照预定要求打印出每张报表，检查正确与否。

4 系统技术指标测试应包括系统平均故障间隔时间、系统可用率、系统可维护性、系统响应时间以及系统平均修复时间、主机联机启动时间等。

4.15.6 控制系统的检验应包括下列内容：

1 当按钮处于手动或自动方式时控制器能正确接收信息，控制器处于手动控制时，各种数据测量宜按以下方式：

- 1) 数字量输入信号测试：由现场控制箱或人为发出信号，控制器应有正确的响应（与地址表相符合）。
- 2) 数字量输出信号测试：由控制器根据地址表强制发出信号，现场应有正确的响应。
- 3) 模拟量输入信号测试：用信号发生器由现场发出 4~20mA 信号（4~20mA 中均分 5 点），PLC 检测应有正确的响应，信号误差应在允许范围内。
- 4) 模拟量输出信号测试：由 CPU 根据地址表强制发出 4~20mA 信号（4~20mA 中均分 5 点），现场检测仪应有正确的响应，信号误差应在允许范围内。

当控制器处于自动控制时，应进行调节功能的测试，调节功能测试应按功能流程图进行，检查闭环调节功能是否正确有效，输入、输出关系是否正确无误。

2 报警功能测试：模拟现场有报警信号时，控制器应能做出正确的响应。

3 控制系统操作画面应分层检测，从整个到局部。

4 按编制的程序，让系统进行自动运行，各设备应按要求启动和停止。

4.15.8 仪表检验的基本性能指标应符合下列规定：

为便于监控系统信息集成，要求检测仪表应具有与量程相匹配的 4~20mA 模拟量输出或带有开放协议通讯口输出功能，在设备选型时考虑检测仪具有现场就地采样数据显示功能，便于设备现场操作监视。

4.15.9 泵站自动化控制系统应按设计要求进行程序设计，对每一功能进行调试，在规定的时间内，系统要对内部（如时间中断）、外部（如开关到位）等信号做出响应，并完成预定的操作，当达到要求后才能与工艺一起投入试运行，系统投入运行后，控制系统应处于工作状态。同时要求系统软件考虑局部故障在线处

理以及对组态的在线修改，即软件应具有在线调试能力。

4.15.10 系统连续试运行中，还应进行计算机考核包括下列内容：

- 1 CPU 平均负荷应小于 50%；
- 2 单机运行时系统运行率应不小于 99.6%；
- 3 双机热备运行时系统运行率应不小于 99.9%；
- 4 系统故障次数应小于三次；
- 5 软件系统全部功能 100%地投入。

5 污水处理厂供配电

5.2 系统结构

5.2.1 污水处理厂变电所应根据负荷分布特点设置。

1、2 对于大型污水处理厂，其厂区范围大，用电负荷多，而且分散，所以应设有总变电所和若干分变电所。

3、4 对于大城市的污水处理厂突然中断供电，将造成较大经济损失，给城市生活带来较大影响，所以供电等级应为二级负荷。二级负荷的供电要求是：应由二个电源供电，而且须做到在电力变压器或电力线路常见故障时不致中断供电，或中断后迅速恢复。当采用电缆供电时，应采用两根电缆组成的电缆线路供电，其每根电缆应能承受 100% 的二级负荷。

5.2.3 总变电所系统设置应符合下列规定：

3 内桥接线方式一般用于双电源供电和两台变压器，且供电线路较长，不需经常切换变压器的变电所。用于一、二级负荷供电。

单母线接线方式一般用于单电源供电，且配电回路不超过三回的变电所。

单母线分段接线方式一般用于双电源供电，且配电回路超过三回的变电所。

4 总变电所对外的配电采用放射式和树干式两种方式混合在一起的配电方式，即在同一个配电系统中既有放射式配电，也有树干式配电；对较重要的用电设备采用放射式配电，对一般用电设备采用树干式配电。当厂区范围较大，用电设备多而分散时，采用这种配电方式，既可保证主要设备用电的可靠性，又可节约投资。

5 当供电电压为 10kV，厂区面积较大，负荷又比较分散

的工程,可采用 10kV 和 0.4kV 两种电压混合配电方式。即将 10kV 作为一次配电电压,先用 10kV 线路将电力分配到几个负荷相对比较集中的地方,建立各自的 10kV/0.4kV 变电所,然后用 0.4kV 作为二次配电电压再向下一级用电设备配电。

5.2.4 分变电所系统设置应符合下列规定。

4 总配电所与分配电所属于同一部门管理,在操作上可统一调度指挥。此外,污水处理厂变电所一般都为电网的终端,保护时限小,从继电保护角度上考虑,即使在分变电所进户处装了断路器,由于时限配合不好,也不能增加一级保护。因此,一般装设隔离开关(固定式)或隔离触头(手车式)也能满足运行和检修的要求。

5 变压器低压侧总开关采用低压断路器,可在低压侧带负荷切断电源,断电后恢复送电也比较及时,可减少管理电工的往返联系,缩短停电时间。

当有继电保护或自动切换电源要求时,低压侧总开关和母线分段开关均应采用低压断路器。

5.7 接地与防雷

5.7.2 防雷应符合下列规定:

2 防直击雷、防雷电感应和防雷电侵入保护措施:

- 1) 屋外配电装置装设防直击雷保护装置,一般采用避雷针或避雷线。
- 2) 屋内配电装置装设防直击雷保护装置,当屋顶上有金属结构时,将金属部分接地;当屋顶为钢筋混凝土结构时,将其焊接成网接地;当屋顶为非导电结构时,采用避雷网保护,网格尺寸为 $(8\sim10)\text{m}\times(8\sim10)\text{m}$,每隔 $10\sim20\text{m}$ 设引下线接地。引下线处应设集中接地装置并连接至接地网。
- 3) 架空进线的 35kV 变电所,35kV 架空线路应全线架设避雷线,若未沿全线架设,应在变电所 $1\sim2\text{km}$ 的

进线段架设避雷线，并装设避雷器。

4) 35kV 电缆进线时，在电缆与架空线的连接处应装设阀型避雷器，其接地端应与电缆的金属外皮连接。

5) 变电所 3~10kV 配电装置（包括电力变压器），应在每组母线和每回架空线路上装设阀型避雷器。

有电缆段的架空线路，避雷器应装在架空线与连接电缆的终端头附近，其接地端应和电缆金属外皮相连。如各架空进线均有电缆段，避雷器与主变压器的最大电气距离不受限制。

避雷器应以最短的接地线与变电所的主接地网相连接（包括通过电缆金属外皮连接），还应在其附近装设集中接地装置。

3~10kV 配电所，当无所用变压器时，可仅在每路架空进线上装设阀型避雷器。

6 污水处理厂自动化系统

6.2 规模划分与系统设置要求

6.2.1 预处理工艺应为城市污水处理厂的初级处理工艺，一般包括格栅处理、泵房抽升和沉砂处理。

一级处理工艺应以沉淀为主体的处理工艺，主要是比预处理增设了初次沉淀池，将污水中悬浮物和部分 BOD 沉降去除。

二级处理工艺应以生物处理为主体的处理工艺，主要是比一级处理增设了曝气池和二次沉淀池，通过微生物的新陈代谢将污水中大部分污染物变成 CO_2 和 H_2O 。

深度处理应是满足高标准的受纳水体要求或回用于工业等特殊用途而进行的进一步处理，通用的工艺有混凝沉淀、过滤、消毒等。

污泥处理和污泥最终处理主要包括浓缩、消化、脱水、堆肥或农用填埋等。

6.2.3 曝气池空气量自动调节系统是整个污水处理厂处理过程的一个重要环节。通过基于氨氮 ($\text{NH}_3\text{-N}$) 和硝酸盐 ($\text{NO}_3\text{-N}$) 等营养物质检测分析，并通过前馈控制的计算值来设定生物反应池中溶解氧 (DO) 值；按照一定的数学模型计算出曝气池上每个曝气支管上的阀门开度，实施曝气量的调节；在保持供气总管风压不变的条件下，由变频调速技术或调节鼓风机的进、出口导叶角度完成风机输出风量的控制。根据不同的工艺和排放标准确定影响曝气量的工艺参数，并选择适当的控制模型和控制模式与手段，完成空气量的调节，能明显体现污水处理厂节能效果和管理水平。

6.3 系统结构

6.3.1 整个系统为三层结构，宜分为信息层、控制层和设备层。

在这个体系中，数据可以双向流通，层与层之间可以交换数据。

1 信息层宜使用以太网，它是一个开放的，全球公认的用于信息层互联的实施标准。这一层网络具有高速报文传送和高容量数据共享。

2 控制层宜采用光纤工业以太网，它具有支持 I/O 信息和报文的传送，能够设置信息的优先级，有效数据共享，支持多主机、对等及混合结构的通信方式。

3 控制层为多个就地控制站组成，控制层设备设在各个就地控制站，宜以 PLC 为核心设备组成控制器，对于距离较远且设备相对集中的地方可设远程 I/O 站，如变电站等。现场站一般为无人值守，操作界面可采用触摸显示屏，根据管理要求有人值守时，操作界面应采用工业控制计算机，并按管理要求设置打印记录等设备。

4 设备层是由现场设备（仪表、电量变送器、测控单元、动力设备的控制器等）和控制器间的通信组成，对于大、中型污水处理厂距离较长宜采用现场总线网络，以尽可能快速又简单地完成数据的实时传输。中小型污水处理厂可采用现场总线或硬接线连接仪表和设备控制箱。

6.3.2 重要污水处理厂宜采用冗余结构。为提高系统可靠性，信息层的监控工作站设有 2 台监控计算机组成双机热备。主 CPU 和备份 CPU 同时工作，当主 CPU 发生故障时，备份 CPU 收不到主 CPU 的同步信号，这时备份 CPU 会替代主 CPU 工作直至最新收到主 CPU 的同步信号。

信息层应设有数据管理站（服务器）。考虑到系统的可靠性、安全性，数据管理站宜设有 2 台服务器组成双机热备。

就地控制站 PLC 装置、电源、通讯等设备宜采用冗余配置。通信宜设双环网络，以提高系统的可靠性。

6.4 系统功能

6.4.1 物位：液位，储泥池泥位，消化池泥位，干污泥料仓泥

位等。

流量：污水流量，处理后水流量，空气流量，污泥流量等。

温度：污水温度，污泥温度，空气温度，轴承温度，电动机定子线包温度等。

压力：空气压力，润滑油压力等。

6.4.2 运行控制对象应包括下列内容：

1 水泵控制，当水池液位高于某一设定值时，且相应设备状态满足连锁要求，符合开泵条件，应启动水泵的运行。大型水泵辅助运行设备控制应包括冷却水控制系统和密封水控制系统。

2 当格栅前后液位差大于某一值时，应启动电动格栅除污机、输送机、压榨机的运行。

3 水泵控制与有关闸门、阀门状态必须连锁，当需要开启水泵时，首先要控制相应闸门、阀门开启或关闭。

4 除砂装置、机械曝气机、刮砂机、刮泥机、搅拌机、鼓风机、压缩机、污泥消化池温度、污泥消化池进泥量和搅拌、污泥浓缩脱水系统、污泥耗氧堆肥处理系统、紫外线消毒装置、二氧化氯发生器、加氯机、沼气脱硫设备的控制，根据工艺流程及控制要求由所在单体的现场控制站控制设备的运行。

6.4.3 污水处理厂应设有环境与安全监控功能，应包括下列内容：

2 污水处理厂强调设置电视监控和安全保卫系统是因为由于实现了运行自动化，工作人员相对比较少，而对于整个污水处理厂来讲不安全因素很多，所以应设置安防系统。通过摄像机将厂内现场情况实时、真实的通过图像和声音反映在控制中心的监视器上。以便工作人员及时了解整个厂区的情况。厂区周边的围墙设红外线周边防卫系统，红外信号进所属现场控制站，并与视频监视系统联动。

3 对确定有消防要求的污水处理厂宜在中央控制室、变电所、化验室、走廊等处设烟感式火灾报警探头。火灾报警控制器设在中央控制室。

火灾报警设备和周边防卫设备应采用国家专业认证产品。

6.4.4 本条说明中央控制室的功能：

1 污水处理厂应与上级信息中心建立通信。通信接口应为通用型，满足接口标准规定，以便能够与各种类型的主机交换数据。可由污水处理厂的中控室接收上级信息中心的调节控制命令，最终通过现场控制站控制器执行，配合信息中心实现调节控制功能。

2 污水处理厂控制系统通过模拟屏或投影屏、操作终端、MMI 操作界面等显示设备，集中监视污水处理厂的运行，包括设备状态、工艺过程、进出口水质、流量、液位、电力参数、电量数据、事故报警等。对全厂工艺设备的工况进行实时监视。

3 中央控制室应根据全厂水量和水质状况进行运行调度、参数分配和信息管理，通过 PLC 控制全厂主要设备的运行。中央控制室向各现场控制站分配所在单体或节点的运行控制目标，根据全厂水量和水质状况，命令某组工艺设备投入或退出运行。

4 中央控制室应对现场控制站上报的各种数据经计算、处理、分类，自动生成各种数据库及报表，报表中应有实时数据和统计数据，各类报表包括即时报表、班报、日报、月报、季报、年报、各类趋势曲线。对于生成数据库及报表可供实时监测、查询、修改、打印，生成后的报表文件能修改或重组。

具有日常的网络管理功能，维持整个局网的运行，定时对各接口设备进行自检、异常时发出报警信号。

能对组成系统的所有硬件设备及运行状态进行在线监测及自诊断，能对实时监控的所有对象的运行状态进行监测及自诊断，对各类设备运行情况（如工作累计时间、最后保养日期）进行在线监测，并存入相应文档，以备维护、保养，能对设备故障提出处理意见，以供参考。

5 整个控制系统应有手动、自动两种控制方式。方式的转换设在中控室或就地控制站操作界面图控画面上，由人工切换图控画面上的按钮。当操作人员在中控室的操作界面上将图控按钮

打到自动时，就地控制站的操作界面图控按钮和现场控制箱的按钮都必须打到自动，才能实现自动控制。厂内各现场站应有基本数据采集功能，对所属范围内的仪表、设备状态进行数据采集，并加以处理和控制在。

6.5 检测和监视点设置

6.5.2 本条说明集水池监视和控制点设置的相关内容。

1 采用超声波液位计或液位差计检测集水池的液位值，当格栅前后液位值大于某一数值时，启动格栅机动作，直至格栅前后液位差小于设定值。当格栅前后使用两只液位计时，其液位数值直接输入现场站控制器，由控制器算出格栅前后液位值。当使用液位差计时，由液位差计直接算出格栅前后液位值。

2 检测井内易积聚硫化氢气体，硫化氢属于有害气体，所以在格栅井内设置硫化氢检测仪报警装置，检测有害气体浓度，当检测到硫化氢浓度大于某一设定值时，发出报警。

3 机械设备检测和控制为格栅除污机、输送机和压榨机，当启动格栅除污机，输送机和压榨机应随之联动。根据工艺要求控制闸门的上升和下降。

检测和机械设备检测信号宜上传到中控室，在中控室的计算机图控画面和模拟屏上显示。

6.5.3 本条说明进水泵房监视和控制点设置的相关内容。

1 超声波液位计测量进水井的液位，当液位大于设定值时，启动水泵运行，一般进水井设有数台水泵，当启动一台水泵液位没有明显下降时，可启动第二台水泵直至液位下降到设置值以下。液位测量值作为进水泵房水泵的控制依据。

2 在水泵出水管道上安装电磁流量计，当电磁流量计安装有困难时可采用超声波流量计，作为污水处理厂的处理能力计量。流量计应能显示瞬时流量外，还应带有积算器显示累积流量，并能记录瞬时流量。

3 水泵的监测和控制，用液位值作为水泵的控制依据以及

与阀门的联动控制。

6.5.4 本条说明沉砂池监视和控制点设置的相关内容。

3 出水井内固体悬浮物浓度（SS）水质分析仪能监测污泥的性质和污泥的含量。通过对曝气池中悬浮固体的测量，并结合其他的测定数据，来改善过程控制的可靠性。

4 出水井用总磷分析仪来检测水中磷的浓度，当水中有大量的磷酸盐时，将引起藻类和水生繁殖，导致了水中氧气的严重消耗。所以通过使用多个分析仪器来监控污水处理过程，操作人员可以更快地优化工艺参数，从而降低操作费用，确保指标满足要求。

5 机械设备检测和控制为电动闸门、电动蝶阀和刮砂机。根据工艺要求控制电动闸门、电动蝶阀和刮砂机的开和关。

6.5.5 本条说明生物池监视和控制点设置（以 A²O 工艺为例）的相关内容。

1~8 生物池的好氧区、厌氧区、缺氧区及生物池出水端都设置溶解氧（DO）检测仪。因为溶解氧是污水处理过程中非常关键的因素，它是控制曝气风机运行的重要因素并涉及到污水处理厂一些其他的处理过程。如果池中没有充足的溶解氧，缺氧会导致细菌死亡，从而降低了沉淀效率，导致固体物质从二沉池流出。这可能会导致工厂超过 BOD、SS 以及氨氮的允许排放值。氧气过多会导致产生大量泡沫和较差的污泥沉降性能，同时也导致能耗增加。

好氧区曝气总管和分管上设气体流量计，用于计量曝气风量，气体流量计带现场数字显示。设置水质分析仪是监测进水污染物负荷状况。

6.5.6 本条说明初沉池、二沉池监视和控制点设置的相关内容。

1 污泥界面计可以对污水处理的二沉池污泥界面进行连续的监测，污泥界面计通过发出一个信号，启动污泥循环泵，可以使操作人员能够准确地控制污泥回流过程。通过优化排泥过程和降低污泥界面高度，对污泥的回路量进行精确地控制。

2 吸刮泥机、排泥阀门根据沉淀池的工艺运行方式而定，一般有连续和间歇之分。可设置泥水界面计来控制排泥；对于连续运行，可设置污泥浓度计来限制排泥；对于控制要求不高的小型污水厂，通常没有设置排泥控制阀门，泥水界面计仅作为运行工况监视。

配水/泥闸门或堰板、闸门在大中型污水处理厂都配置电动执行机构，可以实现配水/排泥流量的远程控制，开启/关闭沉淀池的运行。

6.5.7 本条说明鼓风机房监视和控制点设置的相关内容。

1 鼓风机送出一定风压的空气作为曝气池气源或调节池混合搅拌的气源。所以在鼓风机空气总管设置压力变送器、温度变送器和气体质量流量计，测量压力、温度和流量，监视鼓风机的运行。检测仪表应有现场数字显示。

2 在大型污水处理厂曝气鼓风机，通常是多台并联运行，鼓风机负荷控制比较复杂。在保证曝气生物池空气量要求的前提下，鼓风机出力的平稳变化是必需的，通常采用总管压力控制方法。

6.5.8 本条说明回流及剩余污泥泵房监视和控制点设置的相关内容。

3、4 回流及剩余污泥泵房的集泥池内设置浮球液位开关，液位开关输出一超低液位报警信号，防止回流及剩余污泥泵的干运行。回流污泥泵出泥管道上设电磁流量计，当安装有困难时可考虑采用超声波流量计。

5 回流比的控制：根据进水量，通过控制回流污泥泵运行台数、运行时间来实现；也可采用调节阀的方案或采用变频调速方案，但要求最低配置两台变频器，有利于负荷平稳变化。

6.5.9 对于工艺设计中设置的出口泵房内分体式超声波液位计，液位测量值作为水泵运行的控制参数。

6.5.11 本条说明污泥浓缩池监视和控制点设置的相关内容。

1、2 检测污泥流量计和加药流量计的流量值。这两种流量

计可根据工艺要求设置。污泥界面计检测污泥泥位。

3 机械设备检测和控制为测得污泥流量控制污泥浓缩机组的运行。包括污泥进料泵的控制，加药泵的控制，混合装置的控制，反应器的控制，污泥浓缩机的控制，厚浆泵的控制，增压泵的控制。

6.5.12 本条说明污泥消化池监视和控制点设置的相关内容。

1 消化池的进泥管设 pH 变送器主要测试介质中由于溶解物质所发生的变化。

2、3 由于污泥消化池需加热，所以在进泥管、出泥管和中部都设有温度变送器测量温度。

4 产气管设置气体流量计测量沼气流量。污泥消化的温度控制一般有两种方式：第一种是根据消化池进泥温度，控制泥水热交换器进水流量。第二种是根据消化池污泥温度，控制泥水热交换器或热水泵运行时间。

6 污泥投配有连续或间歇（包括多池轮流）方式，一般通过控制电动或气动阀门来完成。机械设备检测和控制为搅拌机和污泥泵。根据工艺和控制要求控制搅拌机和污泥泵的开和关。

6.5.13 污水处理厂采用污泥储仓，是其他行业固体料仓的一种借鉴。控制内容有各种污泥输送机、卸料装置、装车机构等，料仓设有料位检测，实现料仓自动装料、储量分析、储卸预测等。

6.5.14 本条说明沼气柜监视和控制点设置的相关内容。

1 沼气属于可燃气体，在沼气柜周围容易有气体堆积处应设甲烷探测器，检测可燃气体的浓度值，当大于某一设定值时，发出报警。

2 通过监测沼气柜压力和高度（对水封式升降沼气柜才测量其升降高度），对其实施高低极限报警、连锁保护。连锁的对象有沼气火炬、沼气锅炉、沼气发电机、沼气鼓风机等，沼气柜高度和压力可以指导他们的运行连锁停车等。

3 机械设备检测和控制为沼气增压机和气动蝶阀。根据工艺和控制要求控制增压机和气动蝶阀的开和关。

6.5.15 本条说明沼气锅炉房监视和控制点设置的相关内容。

2 沼气锅炉设压力变送器和水位计。测量锅炉内的压力和水位，根据锅炉水位调节补水量。

4 出水管设温度变送器、压力变送器和流量计。测量出水温度、出水管压力和流量，根据锅炉出水温度调节燃气流量。

7 机械设备检测和控制对象是沼气增压泵、沼气锅炉排水泵、循环泵。根据工艺和控制要求控制沼气增压泵、沼气锅炉排水泵、循环泵的开和关。

6.5.16 计量井处宜设置电磁流量计，用于计量污水处理厂排水量。当选用或安装有困难时，可考虑采用超声波流量计。

6.7 设备控制技术要求

6.7.1 设备控制位置和优先级应符合下列规定：

1 图 6.7.1 所表示的是污水处理厂控制设备之间比较全面的关系，对于中小型污水处理厂简单的控制系统可根据实际情况简化这些关系。

4 当污水处理厂内机械设备如水泵、格栅除污机配有现场控制箱和配电盘控制时，设备的控制可直接通过现场控制箱和配电盘上的按钮进行。

5 就地控制站是整个污水处理厂控制系统内各个现场工作点，它与仪表、电气控制执行机构相联接，实时采集现场设备的运行数据，并对现场设备进行控制。具有手动和自动两种控制方式。就地手动方式：通过就地控制站自动化控制系统的操作界面实施的手动控制。就地自动方式：由就地控制站自动化控制系统根据液位、流量、设备状态等参数以及预定的控制要求对设备实施的自动控制，不需人工干预。就地控制站的手动和自动的执行都应通过控制器来完成。

6 中央控制室根据全厂水量和水质状况进行运行调度、参数分配和信息管理，其控制是通过设在中央控制室的图控计算机特定按键完成，中央控制室向各就地控制站分配所在单体或节点

的运行控制目标，根据全厂水量和水质状况，命令某组工艺设备投入或退出运行。对于中央控制室允许投入运行的设备或设备组，其具体的控制过程由所在就地控制站管理；对于被中央控制室禁止投入运行的设备或设备组，由所在就地控制站控制其退出运行，并不再对其启动。

6.7.6 本条说明鼓风机控制的相关内容。

2 在采用鼓风曝气工艺的污水处理厂中，鼓风机的能耗占全厂能耗的 70% 以上，所以鼓风机输出风量的调节是污水处理厂节能的重要措施。

3 鼓风曝气风量调节的模型流程是：污水处理厂的进水量、水质（BOD 或 COD、TP、pH/T、NH₃-N 等）—生化池的溶解氧 DO—生化池的空气需求量—生化池风管进气量—生化池进气管阀门的调节—空气总管气量的计算—空气总管气压的维持—鼓风机调速或导叶角度的调节、鼓风机台数的调整。

6.7.9 污泥浓缩机组的控制应符合下列规定：

1 一个污泥浓缩机组装置包含污泥进料泵、加药泵、混合装置、反应器、污泥浓缩机、厚浆泵和增压泵等设备的控制。这些设备的基本启动、停止的逻辑控制都通过浓缩机组装置完成。

2 污泥浓缩机组设备控制箱一般是与设备配套提供，浓缩机组装置不仅应提供基本启动、停止逻辑控制而且应提供相关的污泥进料泵、加药泵、混合装置、反应器、污泥浓缩机、厚浆泵、增压泵等设备的联动控制。选择开关设在设备控制箱面板上，手动模式优先级高于联动模式。联动包括就地点动、就地自动和遥控。手动模式由人工操作污泥浓缩机组装置控制箱面板上的按钮，控制污泥浓缩机组装置的开启和关闭，此时不应执行来自 PLC 的控制命令。

6.7.10 污泥浓缩脱水机组控制装置应提供污泥脱水机组的基本启动、停止逻辑控制和相关设备的联动控制。还应提供污泥脱水机组的手动控制和相关设备的手动控制。整个流程中任一环节出现故障，都必须自动进入停机程序。

污泥浓缩脱水机启动时，应确认加药装置已经先行启动并正常运行，只有在加药装置正常运行时，才允许启动污泥脱水机。污泥脱水机运行过程中，如加药装置意外停机或故障报警，应立即进入停机程序。

污泥脱水机启动及运行时，应随时检查污泥料仓和输送机的运行状态，当污泥料仓满负荷或输送机停止时，禁止启动污泥脱水机，已经运行的污泥脱水机应立即进入停机程序。

6.9 防雷与接地

6.9.4 由于计算机控制系统、仪表、设备制造厂家对接地方式和接地电阻规定不相同，对接地极的独立设置或共同的规定也不相同，因此，按照电气等电位联结原则，仪表与控制系统，包括综合控制系统的接地，最终应与电气系统的接地装置连接。

6.10 控制设备配置要求

6.10.6 由于污水处理厂现场站设置比较分散，与中控室之间有一定距离，为了保证系统可靠性和安全性，中控室与各就地控制站之间的通信宜采用冗余光纤环的工业以太网。当二节点间通信距离大于 2km，应采用单模光端机。

光端机应按下列要求选择：

- 1) 组网方式：星形、环形；
- 2) 光纤接口：100Base-FX；
- 3) 终端子网接口：10/100BaseTX；
- 4) 网络协议：IEEE802.3；
- 5) 冗余环网自愈时间： $\leq 0.3s$ ；
- 6) 电源：冗余配置；
- 7) 平均故障间隔时间 (MTBF)： $\geq 50000h$ ；
- 8) 通信距离： $\geq 100m$ 。

6.10.7 MIS 系统的工作站宜由 2 台计算机组成双机热备，配通讯控制器、服务器和网关等设备。

6.11 安全和技术防范

6.11.1 电视监控系统应利用安装在现场的摄像机，将现场情况实时、真实的通过图像和声音反映在控制中心的监视器上，供观察、记录和处理。

中控室管理人员可借助操纵键盘和手柄调整摄像机的方位、视角和焦距，通过矩阵控制器和视频监视器对厂区进行巡视。

6.12 控制软件

6.12.2 开放的实时数据库通过对监控对象的组态、对监控对象的实时监测和控制，自动生成操作记录表、遥信变位、事故记录等实时数据。

6.12.3 本条介绍应用软件应包括功能

3 系统软件具有强而有效的图形显示功能，能画出总平面图、工艺流程图、设置布置图（平面、剖面）、电气主结线图等。在确定监控画面后，可对监控对象进行形象图符设计、组态、连接、生成完整的实时监控画面，使用户能在监视器（CRT）上查询到各种监控对象的动态信息及故障，其形式可以是图像、报表、曲线以及直方图等。

同时还应具有友好的汉化人机接口界面，采用图形、图标方式，使管理人员方便地使用鼠标及键盘对系统进行管理、控制，通过监控画面的切换，进行数据查询、状态查询、数据存贮、控制管理等各种操作。

4 日常的数据管理，对采集到的各种数据经计算、处理、分类，自动生成各种数据库及报表，供实时监测、查询、修改、打印；数据管理还包括生成后的报表文件的修改或重组。

软件系统的可靠性应能保证数据的绝对安全，防止数据的非法访问，特别是对原始数据的修改，按操作等级进行管理，一般情况下，至少应设置三级操作级，即观察级、控制操作级和维护级，每一级都需有访问控制。

具有日常的网络管理功能，维持整个局网的运行，定时对各接口设备进行自检，异常时发出报警信号。

6 化学药剂消耗包括混凝剂、助凝剂、絮凝剂及其他添加剂等。

6.13 控制系统接口

由于污水处理厂的设备和仪表比泵站多而且复杂，所以将污水处理厂控制系统的接口分为二个部分，第一部分为污水处理厂内设备、仪表与就地控制站接口。第二部分为电力设备（包括高低压配电、变压器等）与就地控制站的接口。

6.16 设备安装技术要求

6.16.1 中央控制室是操作管理人员对系统进行操作管理的主要场所。控制室应设置于厂内视野较好的建筑物内，控制室的布置应满足一定条件，使操作人员可以俯视全部或主要生产区域。控制室设有计算机（包括监控计算机、服务器、工程师站）、打印机、操作台椅、通信机柜（包括所有通信和网络）、UPS电源等设备，布置应使操作人员的视野最适宜，姿势最舒适，动作最便利。

6.16.3 为了充分发挥控制系统的全部功能，提高其可靠性，中控室和就地控制站在位置选择上应注意避免下列场合：

- 1 腐蚀和易燃易爆的场所。
- 2 大量灰尘、盐分的场所。
- 3 太阳光直射的场所。
- 4 直接震动和冲击的场所。
- 5 强磁场、强电场和有辐射的场所。

7 排水工程的数据采集和监控系统

7.1 系统建立

7.1.1 本条说明城镇排水系统数据采集和监视控制系统的体系。

1 第一层次为系统结构中最高一级，是各种信息最全的资源库。信息中心网站将城镇政府决策者、各管理部门及工作人员终端联成局域网，共同构成综合管理级。并通过有线（城市公用宽带网、电话网等）或无线（城市公用无线数据网、无线以太网等）通信介质，联接分布在城市各处的子系统。

2、3 第二层和第三层为排水信息中心或为按区域划分的监控中心。通过这些系统，实现企业管理信息化、信息交换网络化和办公自动化，从而改变工作方式和提高工作效率。这些系统通常采用客户机/服务器（C/S）的 LAN 结构（局域网）。一般实时性要求不太强。但因信息资源珍贵、量大、存储时间长，故对系统的可靠性要求高，应具有足够的存储容量和信息交换速度。通过网络互联技术，由基础级获取实时生产信息，处理并存入历史数据库；与上级信息综合管理层实现信息交换和资源共享。

5 第五层包含了排水和污水处理过程的全部实时信息，是各级管理层需要信息的主要来源。

7.1.2 各信息层的建立必须按每座城市的实际需要，应与当地排水系统管理体制相匹配。应建立简单实用、结构合理的系统。

1 由于小型城镇泵站、截流设施、污染源以及污水处理厂相对来说比较少，可以将信息集中送排水信息中心，不考虑第三层次的建立。

2 对于大型城市在排水信息中心下可按区域划分成若干个信息分中心，收集各自区域的信息。将信息流分开传输，保证数据双向通信。

7.1.3 信息层次一般可以理解为五层，信息化建设过程中可根据当地实际情况（例如管理机构的设置、建设资金等）和信息流的大小简化信息层次，污染源信息可以直接纳入上一级信息中心，建立通信关系。

7.2 系统结构

7.2.1 在星形结构中，主站通过不同的信道与各分站连接，星形结构的优点是主站能更快的更新数据、有更高的可靠性（每一信道损坏时只影响一个分站）、易于维修（每一信道的检修不影响其他分站）。

7.2.3 控制中心主站与远程（含泵站污水处理厂、截流设施）之间的通信宜根据排水工程规范、施工环境、公共通信的条件，采取不同的方法：

1 自敷光（电）缆通信：对于地理位置比较接近的 2~3km 范围内主站和远程站之间的通信，使用直接电缆或光缆进行连接，可以降低通讯建设和维护费用，而且通讯可靠。

2 共用有线网通信：根据条件及地理位置的许可，在水务系统或几个相关领域内共建自敷光（电）缆的专用通信网络，作为专用信息通信。这种方法一次性投资较大，但以后使用中花费较小。

3 公共有线网通信：对于距离较远，又没有条件自组专用网的通信，采用有线公共网络 DDN、PSTN、ADSL 等，宜以 DDN 为主通道，PSTN 为辅助通道。

4 自建无线网通信：向城镇无线电管理部门申请频点自行组网（230MHz）通信或点对点通信。采用 230MHz 频段，频点间隔为 25kHz，根据需要无线通信组网可采用二级网络，设一座通信主站和若干个通信分站，以降低各远程站的天线高度，可以将各远程站的信息先送到通信分站，再由通信分站传到通信主站。

5 公共无线网通信：在有线不能到达的地方，自组专用通

信网较困难时,采用 GSM、CDMA、GPRS 等完成数据通信。

7.2.4 通信的网络结构为星形,通信规约是数据通信系统中共同规定和遵循的一套信息交换格式,是保证收发双方能正确地交换信息的规则,因此,应选用符合国际标准的通信协议。同时,为了充分提高信道的利用率,可采用支持轮询和自报相结合的通信协议。数据上报的形式为按主站查询上报,且只上报变化的数据。

7.2.5 提高通信的可靠性,主站与各分站的通信宜采用主、备两个信道。按各分站的具体位置、规模和数据的不同采用不同的方式。一般宜以有线和无线相结合。并应有自动信道检测,主备用信道自动切换功能。当主信道出现故障时,改用备用信道。信道的切换权在主站。

7.3 系统功能

7.3.1 排水信息中心能接收下属各个区域监控中心的信息和上报的各类报表,并建立实时开放的数据库。对整个系统实现运行监视。同时向上级部门报告各项排水管理信息。

7.3.2 区域监控中心将收集的运行数据结合气象、水文、季节、时间等因素进行汇总、记录、统计、显示、报警和打印等处理,根据一定的数学模型,生成调度策略,控制模式和全局的运行参数,向各远程站下载,实现对整个系统运行的监视和维护,并能对下载参数进行调整。

应建立实时开放的数据库,对监控对象的实时监测和控制,自动生成操作记录表、遥信变位、事故记录等实时数据。

7.3.3 远程站按一定的采样周期采集现场设备状态信号和数据信号,对过程数据自动进行巡回采集和存贮,以明了的图形或数字方式,显示泵站整体和各部分的实时数据,反映泵站的实时工况。

远程站所采集的数据应作整理,剔除干扰数据。并接受监控主站下载的控制参数,作为调节和控制的依据。数据暂存是指当

通信受阻时，上报数据暂存在缓冲器内，待通信恢复时送出。

远程站上报数据有三种类型：变位上报（状态量）、超越极限值上报（报警）、越死区上报（模拟量），区域监控中心应对这些数据有报警和记录的功能。

远程站应能按主站的要求或提供的参数，通过就地 PLC 的逻辑控制功能，提供设备运行的联动、连锁和控制调节。当主站的遥控模式和设备状态相矛盾时，拒绝接受，并向主站返回拒绝原因。

当远程站运行出现异常时应发出报警信号，报警信号是由控制器的开关量输出，通过继电器动作来驱动，报警信号分声、光两种报警。声报警：由安装于 RTU 柜中的蜂鸣器发声并由人工消声。光报警：在安装于 RTU 柜屏面上的光字牌闪光显示或在操作界面上以醒目的颜色闪烁显示。

7.5 系统设备配置

7.5.1 信息中心应由一个具有客户机/服务器（C/S）结构的开放式计算机局域网构成，组成整个系统信息层。

信息层计算机局域网宜为双重百兆（或千兆）以太网，经通信控制器及通信专线与各分站交换数据、以 CRT、模拟屏和大屏幕投影仪作为显示设备，对收集的运行数据和状态数据进行汇总、记录、统计、显示、报警、打印和上报。