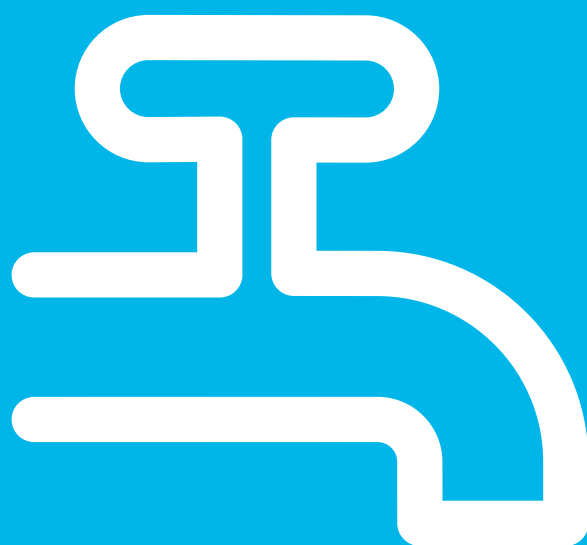


# 饮用水和污水处理

## 电力解决方案手册



## 市政水务设施分类

### 配电

与公共配电网的连接  
中压回路配置  
低压回路配置  
备用发电机  
不间断电源 (UPS)  
电力监控

### 电机控制

大功率电机的供电  
不同控制系统的特性  
电机保护  
电机监测  
控制和保护监测统计  
变频器的保护和控制  
推荐的控制和监测解决方案  
设备选型  
针对常规控制方式的解决方案  
针对高级控制方式的解决方案  
针对高性能控制方式的解决方案  
电机控制中心

### 节能增效

介绍  
节能增效的实施  
可以采取的优化措施  
基于智能设备的系统架构  
网络支持成为便捷的方式  
透明就绪™  
节能解决方案  
能源成本优化解决方案  
改善可用性和可靠性的解决方案

## 2 推荐的系统架构

介绍 30  
小型提升和蓄水泵站 P1 30  
小型增压泵站 P2 31  
中大型增压或综合泵站 P3 32  
微型饮用水、污水处理厂 T1 33  
小型污水处理厂 T2 34  
小型污水处理厂 T2 35  
中型污水处理厂 T3 36  
中型污水处理厂 T3 37  
大型污水处理厂 T4 38  
大型污水处理厂 T4 39  
淡化厂 T3 40

## 12

### 附录

饮用水、污水处理功能简介 41  
泵送应用中的能量和功率 41  
饮用水/污水处理厂分类与相应处理功能单元对照表 42  
电气安装特性 44  
电机保护 46  
低压开关柜的选型 47

## 23

介绍 23  
节能增效的实施 23  
可以采取的优化措施 24  
基于智能设备的系统架构 25  
网络支持成为便捷的方式 25  
透明就绪™ 26  
节能解决方案 26  
能源成本优化解决方案 28  
改善可用性和可靠性的解决方案 29

## 30

30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
41  
42  
44  
46  
47



# 饮用水和污水处理应用中的电能

## 介绍

在水处理厂中，能源费用通常会占到全部运营成本的30%~50%，所以科学的电气安装设计与严格的日常能源管理对于企业降低运营成本至关重要。

电气安装设计至关重要，特别是在减少能源损耗、减低设备和能源成本方面。

可以通过安装测量与监控设备等多种方法增强能源管理水平，抑制峰值负荷，从而更好地确保连续供电。

施耐德电气在水处理行业有着丰富的经验，能够为水处理厂和远程泵站提供各种优化的自动化与能源解决方案（配电和电机控制）。

本文旨在为配电和电机控制应用提供相关系统架构与设备选型参考。本文所推荐的方法是基于在对水处理厂和远程泵站进行分类的基础上，以节能增效为理念，推荐相应的解决方案。

文中给出了解决方案示例（“推荐系统架构”），包括单线图和设备选型。



# 市政水务设施分类

市政水务设施按照其功能和用途可分为：

- 远程泵站
- 水处理厂：饮用水、淡化和污水处理厂

右表列出了水处理厂和泵站平均处理每立方米水量所需的电力，以及每天处理1立方米水需要的相应功率。

关于泵控应用中的能量和电力计算请参见附录。

	每立方米 平均能耗	每立方米 平均功率
供水（泵控）	5 Wh /提升1米	0.2 W / m
饮用水或污水处理	0.5 kWh	20 W
淡化（反渗透）	4.5 kWh	185 W

在下表中，我们假定泵站的需用功率大约为平均功率的1.25倍。

确定供电变压器的安装功率时，应当基于需用功率、冗余要求并考虑到水处理厂将来的扩建需求。

需用功率(kVA或MVA)代表了整个装置在给定时间内可能消耗的最大功率。计算中必须考虑到多方面因素，如功率因数、每天或每年水处理量的波动 ...



## 远程泵站

根据配水功能和规模，可以将泵站划分为三种类型：

- P1: 小型提升和蓄水泵站
- P2: 小型增压泵站
- P3: 中大型增压或综合泵站

	P1	P2	P3
泵的个数	2	4	5 - 10
需用功率 (kVA)	< 500	100 - 1000	500 - 5000

## 水处理厂

无论是饮用水处理厂还是污水处理厂，均可按大小划分为4种规模。

处理厂的规模可以按照每天处理的水量划分，也可以按照所覆盖的居民人口数来划分：

- T1: 微型饮用水处理或污水处理厂
- T2: 小型饮用水处理或污水处理厂
- T3: 中型饮用水处理或污水处理厂
- T4: 大型饮用水处理或污水处理厂



	T1	T2	T3	T4
<b>m<sup>3</sup>/天 (饮用水或污水)</b>	1000 - 5000	5000 - 50 000	50 000 - 200 000	200 000 - 1 000 000
<b>居民人口</b>	1000 - 10 000	10 000 - 100 000	100 000 - 500 000	500 000 - 1 000 000
<b>需用功率</b>	25 - 125 kVA	125 - 1250 kVA	1.25 - 5 MVA	5 - 25 MVA

采用反渗透技术进行淡化处理时，需用功率要高于传统的饮用水处理厂。淡化厂的处理量通常大于5000 m<sup>3</sup>/天，因此只需考虑T2到T4类型。



	T2	T3	T4
<b>m<sup>3</sup>/天</b>	5 000 - 50 000	50 000 - 200 000	200 000 - 1 000 000
<b>需用功率</b>	1 - 10 MVA	10 - 50 MVA	50 - 250 MVA

# 配电

本章节提供了配电系统的选型指南，包括各种可行的中压和低压配电网络选择、备用电源的应用、以及设备选型。

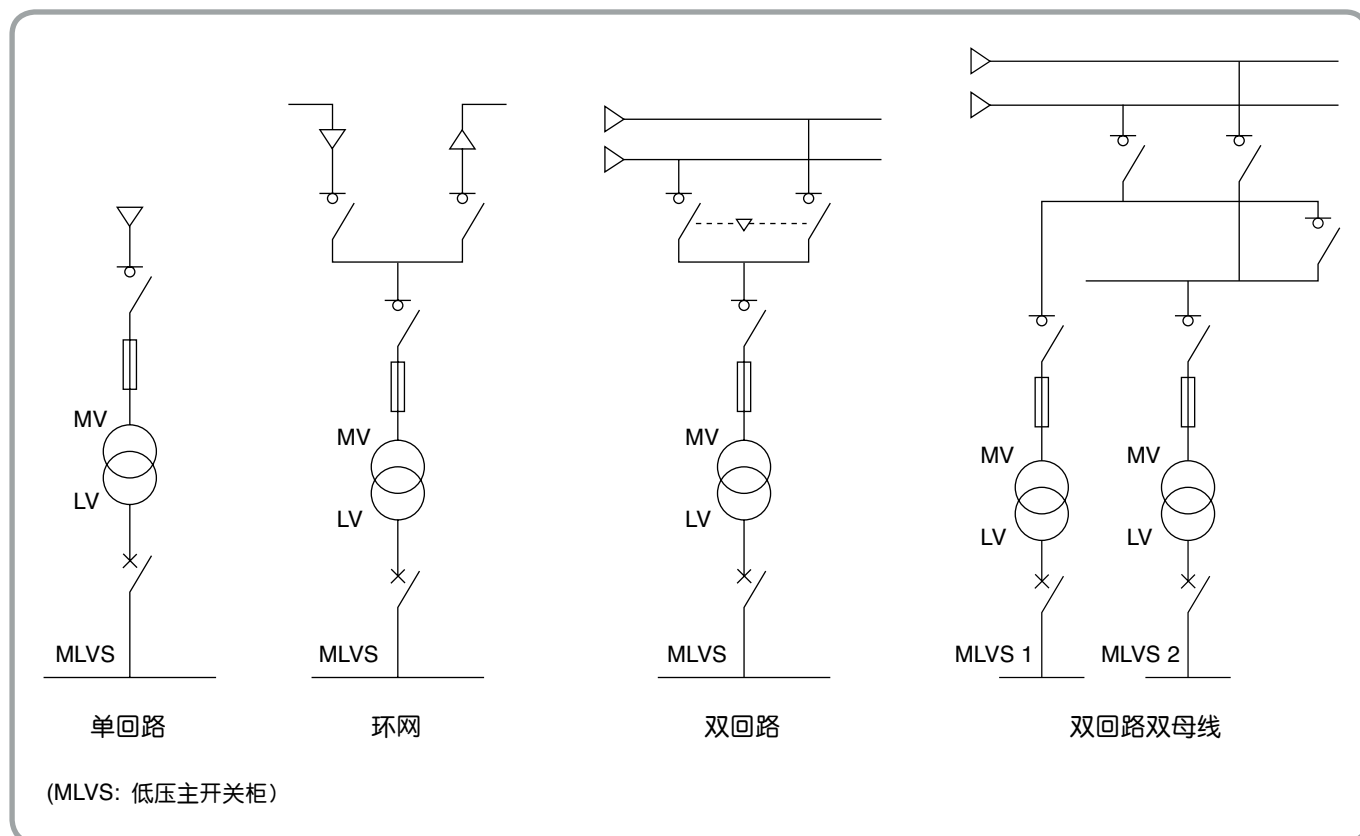
## 与公共配电网的连接

为了提高需用功率和用电可靠性，以下列出最常用的一些配电网结构：

- 低压或中压网络单回路供电
- 中压环网结构
- 中压双回路供电
- 中压双回路供电，双母线接线

在下图中并没有显示变电站中的测量、保护和隔离设备，因为这些设备通常由电力公司确定，而且不会对安装架构的选择产生影响。

为了简单起见，图中每个连接方式仅显示了一个变压器，但在实际回路中则可能连接若干个变压器。



下表给出了通常的回路配置与水务设施规模对应关系：

	低压	中压	中压	中压	中压
回路配置		单回路	环网	双回路	双回路双母线
水务设施分类	微型水处理厂 T1 远程泵站 P1、P2	水处理厂 T2 远程泵站 P3	水处理厂 T3 淡化厂 T2	水处理厂 T4 淡化厂 T3	淡化厂 T4
服务可靠性	低	低	标准	标准	高
需用功率	< 250 kVA	< 1250 kVA	1.25 – 5 MVA	5 – 25 MVA	> 25 MVA

由于受到以下因素限制，实际采用的回路配置可能与上表所示不同：

- 供电方式
- 地理位置



## 中压回路配置

主要的配置方式有：

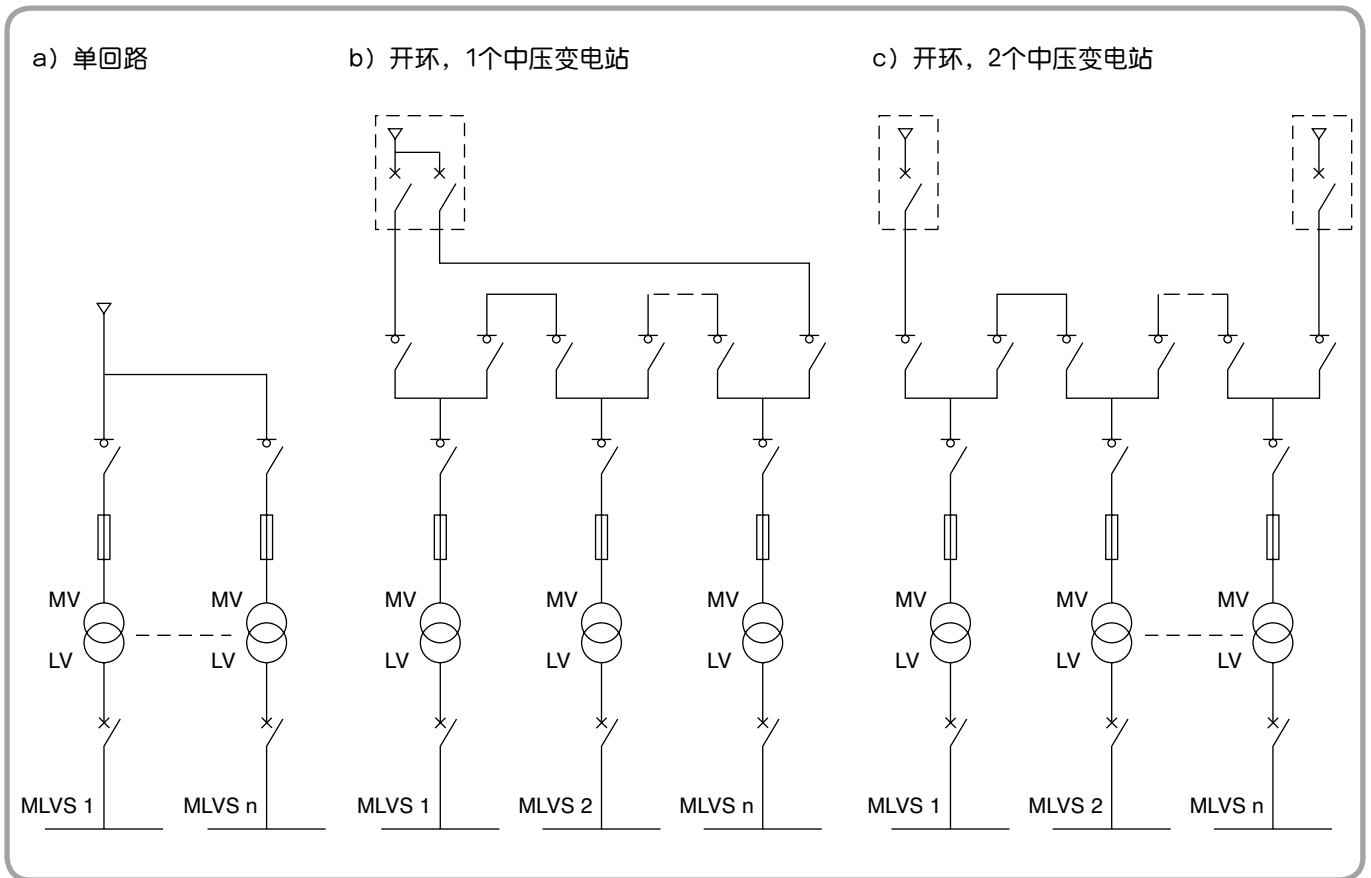
- 单回路，单台或多台变压器
- 开环，一个中压变电站
- 开环，两个中压变电站

基本配置为放射式单回路系统，单台变压器。

当使用多台变压器时，通常采用开环结构以便提高供电可用性。



# 配电



大功率电机可以直接采用中压供电的方式以减小电缆尺寸。

推荐的基本配置包含一个单独的变电站，但是在某些情况下可以采用多个变电站：

- 大型变电站
- 带有若干不同处理过程的变电站
- 总功率高于5 MVA
- 需要采取冗余措施，以应对自然灾害

在推荐的采用一个单独的中低压变压器为所有负荷供电的配置中，如存在以下情况，可能需要增加变压器的数量（建议增加的变压器的功率与原变压器功率相同）：

- 较高的总安装功率 (> 1250 kVA)
- 大型变电站。若干个变压器安装时尽可能地靠近负荷，以减少低压连接电缆长度
- 部分冗余（当一个变压器发生故障时可以降级运行）或完全冗余（当一个变压器发生故障时保证正常运行）的需求
- 敏感性负荷和扰动负荷分离(例如IT设备与电机)
- 不同的工艺处理回路彼此独立
- 中压电机的供电



可能采用配置及常用特性：

回路配置	配置 单回路 1个变电站 1个变压器	单回路 1个变电站 多个变压器	开环 1个或2个变电站 多个变压器 (不同功率)
水处理厂规模	小型 T2	中型 T3	大型 T4
需用功率	< 1250 kVA	1.25 – 5 MVA	> 5 MVA
负荷分配	均匀分布	中等程度	局部负荷
可维护性	低	标准	高
扰动敏感性	可以接受长时中断	可以接受短时中断	可以接受短时中断

## 低压回路配置

下面列出了可能的主要配置，在选择时需考虑供电可用性：

### 1. 放射式单回路配置

这是可供参考的配置，也是最简单的。负荷只接到单电源。此配置提供最低水平的供电可用性，因为供电中断时没有冗余。

### 2. 2台变压器的配置

采用接到同一的中压进线的2台变压器供电。当变压器都投入运行时，通常接到低压主开关盘并联运行。

### 3. 2台变压器，2段低压主开关柜，配常开分段开关

2台变压器，2段低压主开关柜：有1段母线故障或授权维修其中1台变压器时，为了提高供电可用性，可以采用常开的分段开关将低压主开关柜分段运行。此配置常用自动转换开关（ATS）。

### 4. 可切除的低压开关柜

一系列可切除运行的回路可接到专用的开关柜，必要时（例如：过负荷、发电机投入运行时）将接到低压主开关柜的这些回路切除运行。

### 5. 相互联络的开关柜

如果变压器相距不远，可采用母线槽连接。重要的负荷可由其中任何一台变压器供电。在其中一个低压电源故障的情况下，负荷的供电不中断，因此提高了供电的可用性。

可采用如下的冗余：

- 全部：每台变压器可负担向所有的装置供电
- 部分：每个台变压器只能负担向部分装置供电。此时，当其中一台变压器故障时，部分负荷必须切除（减负荷运行）

# 配电

## 6. 双终端供电配置，配自动转换开关

这种配置用于要求最高的供电可用性，其原则是具备2个独立电源，例如：

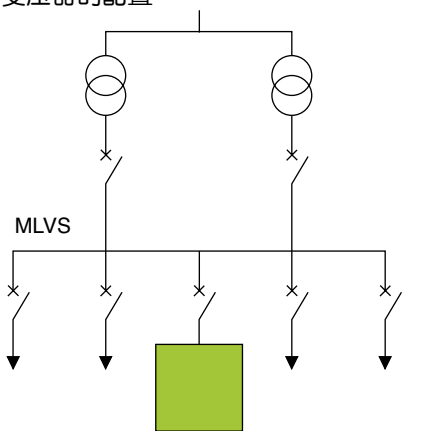
- 由不同的中压进线供电的2台变压器
- 1台变压器和1台发电机
- 1台变压器和1台UPS

采用自动转换开关（ATS）以防止电源并联运行。这种配置允许所有上级的配电系统进行预防性或故障维修，而不需要中断供电。

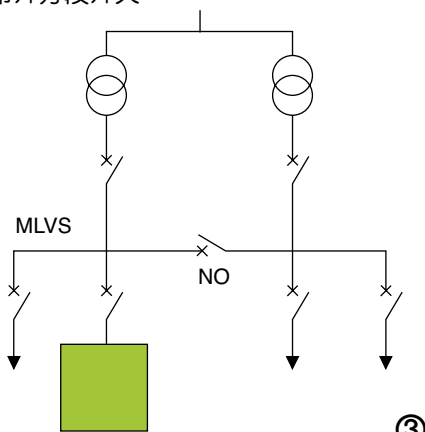
### 组合配置

根据不同负荷类型对供电可用性的要求，一个装置的多个部分可由不同的接线组成。例如：发电机和UPS，按不同的部分选择（有的部分采用电缆供电，有的部分采用母线槽供电）。

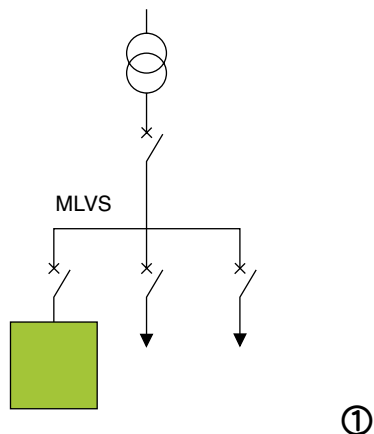
2台变压器的配置



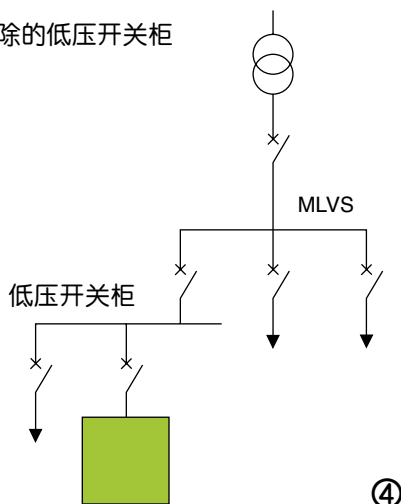
2台变压器，2段低压主开关柜，  
配常开分段开关



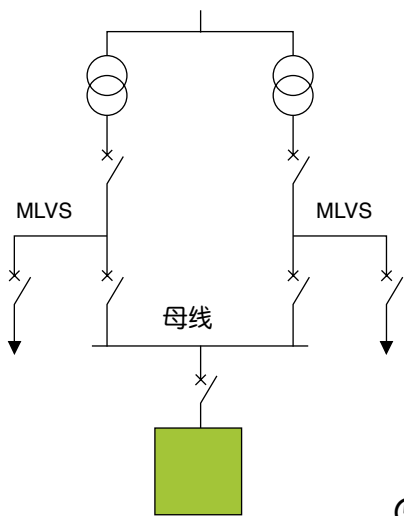
放射式单回路配置



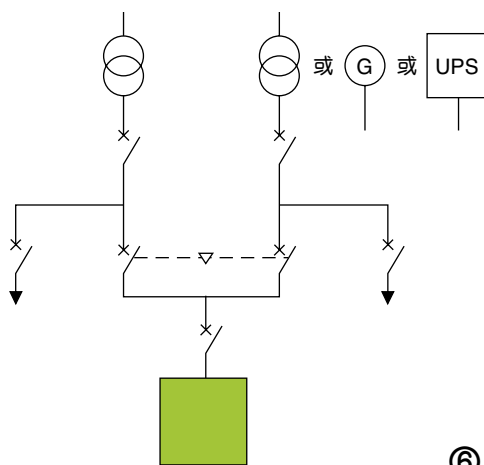
可切除的低压开关柜



相互联络的开关柜



双终端供电配置，配自动转换开关



## 备用发电机

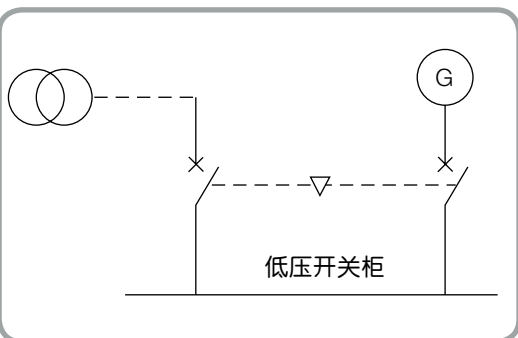
作为供电电源的备用发电机是由热力发电机驱动。发电机在达到其额定速度之前不会发出电力。因此，这种发电设备不适宜作为不间断电源。

发电机可以持续或间歇运行，其备用供电的时间取决于备用的燃料多少。

根据发电机的容量可供电给全部或部分装置，即具有全部的或部分的冗余。

采用备用发电机时，要考虑负荷对供电中断的敏感性，以及公共配电网的可用性。

备用发电机在正常情况下不连接到电网，所以需要设置电源转换开关系统。



# 配电

## 不间断电源 (UPS)

UPS的电力来自蓄电单元，此系统可以避免任何电源故障。系统的备用时间限于几分钟到几小时。

同时设置备用发电机和UPS单元是用于不允许供电中断、要求连续供电的负荷。

UPS的备用供电时间必须和发电机最长的启动时间以及并网所需的时间相兼容。

UPS也用于向对扰动敏感的负荷供电（产生独立于电网的“干净”电压）。

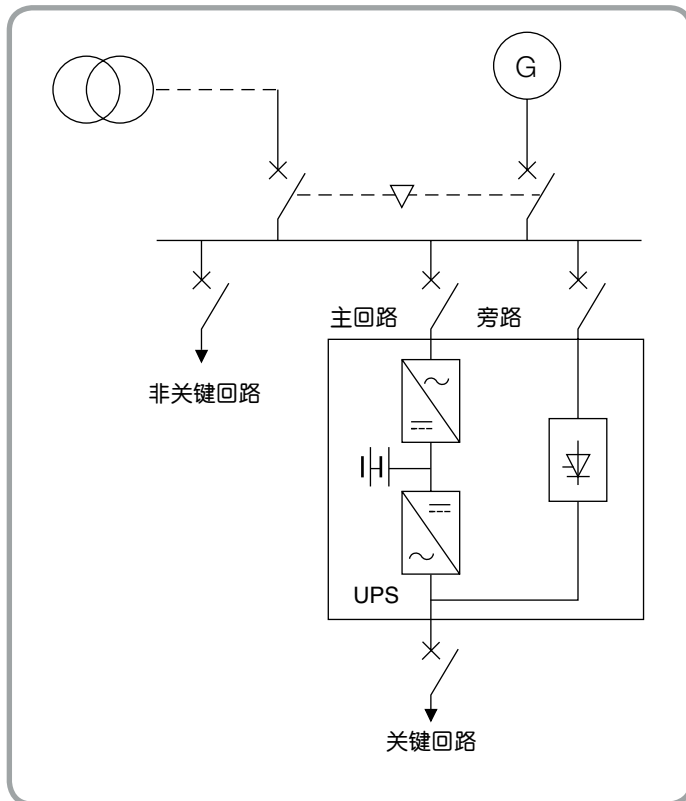
采用UPS要考虑的主要特性：

- 负荷对供电中断的敏感性
- 负荷对扰动的敏感性

对于不允许在故障情况供电中断的负荷，设置UPS单元是必要的。

通常对于水处理过程不采用UPS供电，因为水处理过程所需的功率通常很大且短时供电中断可以接受。

仅当要保证对关键流程的控制时，才有必要使用UPS。





# 电力监控

## 目标

电力监控系统作为“节能增效”策略中的一个部分，可以帮助用户减少电力损耗、减少能源浪费，和避免不必要的维护。

特别是在水处理厂中建立全局信息系统可以远程、实时收集全面的电力数据，以便于：

- 预测配电网络的不可用性
- 记录电能质量相关参数
- 安排电气设备的维护
- 按照不同功能区域、处理单元或远程站点，来优化能耗

从而实现对电力能耗的有效监控，优化电力成本。

## 与电力监控紧密相关的参数

- 供电电压：线电压，相中压
- 电源频率
- 电压不平衡
- 谐波畸变：电压(THDU)、u3到u21(%)、电流(THDi)
- 最后一次警报和脱扣
- 功率：有功功率(kW)、无功功率(kvar)、视在功率(kVA)
- 功率因数 (cosφ, 实际功率因数)
- 电量：有功电量 (kWh)、无功电量 (kvarh), 视在电量 (kVAh)

## 数据分析

收集的数据可以用于改善电能质量，提高电能效率。

数据	主要目的
电压和电流： 当前/平均/最小/最大值	检查供电稳定性
畸变	降低线电流和功率损失
不平衡	减少功率损失
波动	改善工艺效果
功率和电量情况	监测过度能耗
厂区测量	发现主要耗电设备
有功和无功电量	进行改善
功率因数	降低线电流和功率损失

## 解决方案

施耐德电气推荐的测量设备：

- 保护继电器：Sepam、TeSys T
- 断路器控制单元：Micrologic
- 电力监控设备：PM、CM、ION

通过使用透明就绪™ 设备的Web服务器可以访问数据。



# 电机控制

本章节概述了水处理中电机的应用。包括电机的控制与保护，从动设备的特性等。

在饮用水和污水处理厂中，电机用于驱动各种设备：

- 水泵
- 移动设备（刮板刮泥机）
- 搅拌器（水或污泥）
- 污泥处理设备（蜗杆、离心机、压力、传送带）
- 鼓风机（用于生物处理时的曝气）

类型	描述	主要特点
离心泵	<ul style="list-style-type: none"><li>● 水处理中常用的泵的类型。通过侧面叶轮的旋转运动产生离心力，将水从泵中分离出来</li><li>● 离心泵适用范围广，可满足多种体积/压力要求</li><li>● 通过调节水泵的阀门或改变旋转速度可以方便地控制离心泵的排水量</li><li>● 离心泵多级泵则专门用于淡化厂（反渗透）中的高压膜输水</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● 转矩是旋转速度的二次函数</li><li>● 功率范围大（1kW到1MW以上）</li><li>● 强烈建议采用可控的逐渐减速过程，以避免水锤现象对管道产生冲击</li></ul>
加药泵	<ul style="list-style-type: none"><li>● 流速可控的小流量泵可以用来将化学添加剂注入到混合或泵送系统中</li><li>● 加药泵通常用于在难以有效混合的配料水箱系统中注入液体药剂</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● 高启动转矩</li><li>● 低功率（&lt; 10 kW）</li></ul>
螺旋泵	<ul style="list-style-type: none"><li>● 用于在有限的高度提升大量的水体或污泥</li><li>● 螺旋轴倾斜角度约45°</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● 恒定低转速</li><li>● 通过减速齿轮驱动</li></ul>
搅拌器	<ul style="list-style-type: none"><li>● 用于使液体同质</li><li>● 搅动也可以加速化学反应</li><li>● 由浆片在液体中旋转实现混合</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● 恒定转速</li><li>● 中等功率（1到50 kW）</li><li>● 浆片由减速齿轮驱动</li></ul>
动作控制	<ul style="list-style-type: none"><li>● 驱动各种类型的机械系统：格栅、阀门等</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● 恒定转矩</li><li>● 低功率（1到10 kW）</li></ul>
污泥处理	<ul style="list-style-type: none"><li>● 涉及到多种机械：传送带、研磨机、扫除臂、压滤机、离心分离机、刮板等</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● 恒定转矩</li><li>● 中等功率（1到50 kW）</li></ul>
鼓风机压缩机	<ul style="list-style-type: none"><li>● 为生物处理的曝气提供氧气</li><li>● 离心或容积式鼓风机</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● 大功率（处理10,000 m<sup>3</sup>/天的水量所需功率为100 kW）</li></ul>



# 电机控制

## 大功率电机的供电

大功率电机可以采用中压或低压供电，如：

- 当 $P < 100$  kW时，可采用低压供电
- 当 $100$  kW $\leq P \leq 1500$  kW时，即可低压供电也可采用中压供电
- 当 $P > 1500$  kW时，可采用中压供电

低压供电时，可以采用400V或690V的电压。

应当选择尽可能高的线电压，这样做的主要目的是降低线电流，从而减少功率损失。

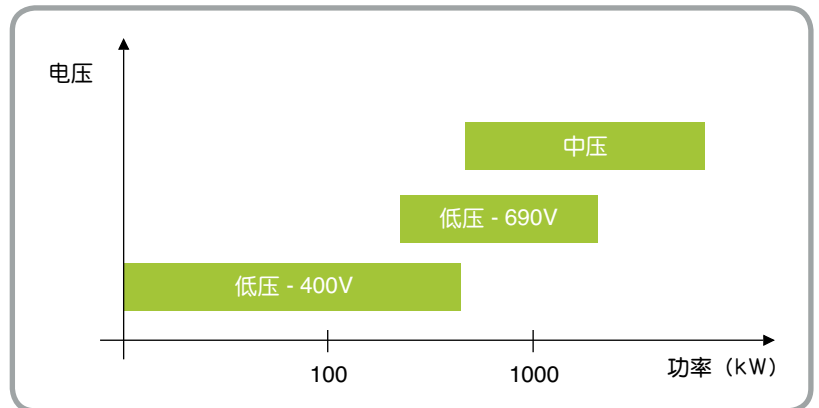
还需要考虑的其他原则有：

- 大型电机所占总功率比重。例如，如果只有少数大功率电机，那么使用低压为所有的电机供电可能更为有利，因为这样可以避免专门铺设中压配电线路

- 负荷分配。例如，如果大功率的电机分布在整个厂区，并且使用很长的电缆连接，那么使用中压供电可能更为有利，因为这样可以减少功率损耗而且不必使用变压器
- 是否有熟练的技术员工

制定最终方案时，应当考虑到各种电压等级设备的可用性，以及方案的总成本，包括：设备成本、电缆成本、安装成本等。

典型的电压选择参考图：





## 不同控制系统的特性

	$I_s / I_n$	$T_s / T_n$	速度控制	转矩控制
直接启动	5-10	2-3	无	无
星三角启动	2-3	1-2	无	无
自耦变压器	2-3	1-2	无	无
软启动器	3-5	1.5-2.5	无	有
变频器	1.5	1.5-2	有	有

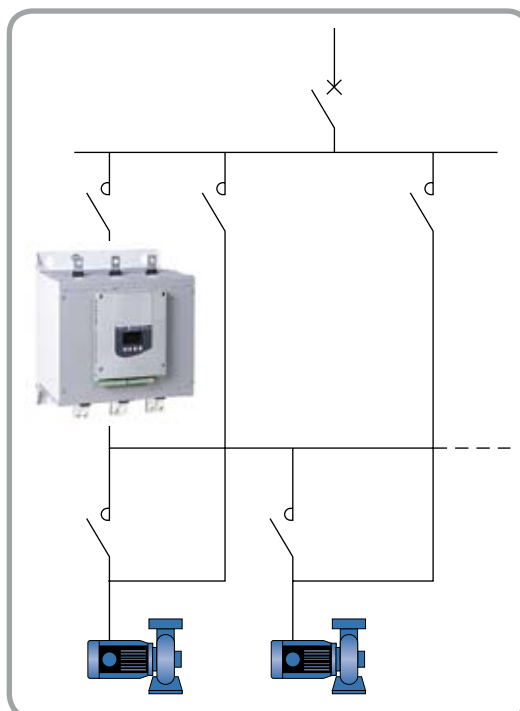
$I_s$  : 启动电流  
 $I_n$  : 额定电流  
 $T_s$  : 启动转矩  
 $T_n$  : 额定转矩

	主要优点	缺点
直接启动	低成本 高启动转矩	强浪涌电流
星三角启动	减小浪涌电流	减小了启动转矩
自耦变压器	减小浪涌电流	重量大
软启动器	减小浪涌电流 受控的启动和停止	减小了启动转矩
变频器	受控的速度 减速时, 节约能源	成本较高

变频器和软启动器可以组合使用, 从而实现对多个电机的控制。

对于软启动器, 可将启动和减速级联, 一个控制器与一组接触器关联, 如下图所示。一次只执行一个电机的软启动或停止动作, 其他停止或全速运行的电机则直接连接到干线。

当多个水泵并行运行时, 可以使用一个变频器直接控制一个电机, 与上面的示意图类似。此时只有一个电机在变速运行, 其他电机则处于停止或全速运行状态。



# 电机控制

## 电机保护

采取恰当的保护措施可以避免电机在异常工作条件下造成的不利影响，例如过热、提前老化、绕组损坏、接线盒或传动箱损坏等。

下面列出了常用的保护措施。这些保护措施被标记为“常规”、“高级”、“高性能”，可根据从动设备的复杂度和功率进行选择。

常规保护功能适用于所有类型的电机或应用。高性能保护功能则适用于大功率的电机或要求较高的应用。

保护	常规	高级	高性能
短路	●	●	●
热过载	●	●	●
电流不平衡	●	●	●
电流缺相	●	●	●
过电流	●	●	●
接地故障	●	●	●
长时启动		●	●
堵转（运行时转子被锁定）		●	●
欠电流		●	●
电流逆相			●
电机过热（通过传感器）			●
频繁启动锁定			●
甩负荷			●
相电压不平衡			●
相电压缺相			●
相电压反相			●
欠电压			●
过电压			●

## 电机监测

安装测量设备是为了保证对电机工作状态进行监控。所采集的数据可以用来更好地改善电能使用效率、延长电机寿命、以及辅助制定维护计划。

监测设备方案可划分为三个等级：“常规”、“高级”、“高性能”，根据从动设备的复杂度和功率需求选择采用。

测量项目	常规	高级	高性能
电流		●	●
平均电流		●	●
相电流不平衡		●	●
热容量水平		●	●
电机过热（通过传感器）			●
相电压			●
相电压不平衡			●
有功功率			●
无功功率			●
功率因数			●
有功电量			●
无功电量			●

## 控制与保护监测统计

“高性能”监测设备方案可以提供被测电机和控制器的历史信息，用于故障分析和制定维护计划。

### 电机监测：

- 运行时间
- 启动次数
- 每小时启动次数
- 保护故障计数
- 保护警告计数
- 故障历史

### 电机控制器监测：

- 控制器内部温度
- 温度传感器连接检查
- 电流连接检查
- 电压连接检查
- 有无通讯

# 电机控制

## 变频器的保护和控制

### 控制信息

- 速度参考值
- 实际速度
- 旋转方向
- 电流状态或转矩限制

### 保护功能

- 因减速过快引起的过电压
- 持续低速工作引起的过负荷

## 推荐的控制和监测解决方案

下表总结了不同类型从动设备的主要特点：

	离心泵	进料泵	搅拌螺旋泵	动作装置	污泥处理	鼓风
转矩	可变	恒定	恒定	恒定	恒定	可变
反转	无	无	无	有	无	无
启动时间	慢	快	慢	快	慢	慢
堵转风险	无	有	有	有	有	无
考虑的主要问题	节能	高转矩	浪涌电流	高转矩	浪涌电流	节能
推荐的控制方式	软启动器或变频器	直接启动(DOL)	软启动器	直接启动(DOL)	软启动器	软启动器或变频器
推荐的保护和测量方案	高性能	常规	高级	常规	高级	高性能

## 设备选型

施耐德电气提供完全适合水处理应用的完整电机控制设备：

- 电机控制器：TeSys U、D、F
- 电机管理系统：eSys T
- 软启动器：Altistart 48
- 变频器：Altivar 21、61、71
- 智能电机控制中心：MotorSys，采用Okken、Prisma Plus或Blokset技术

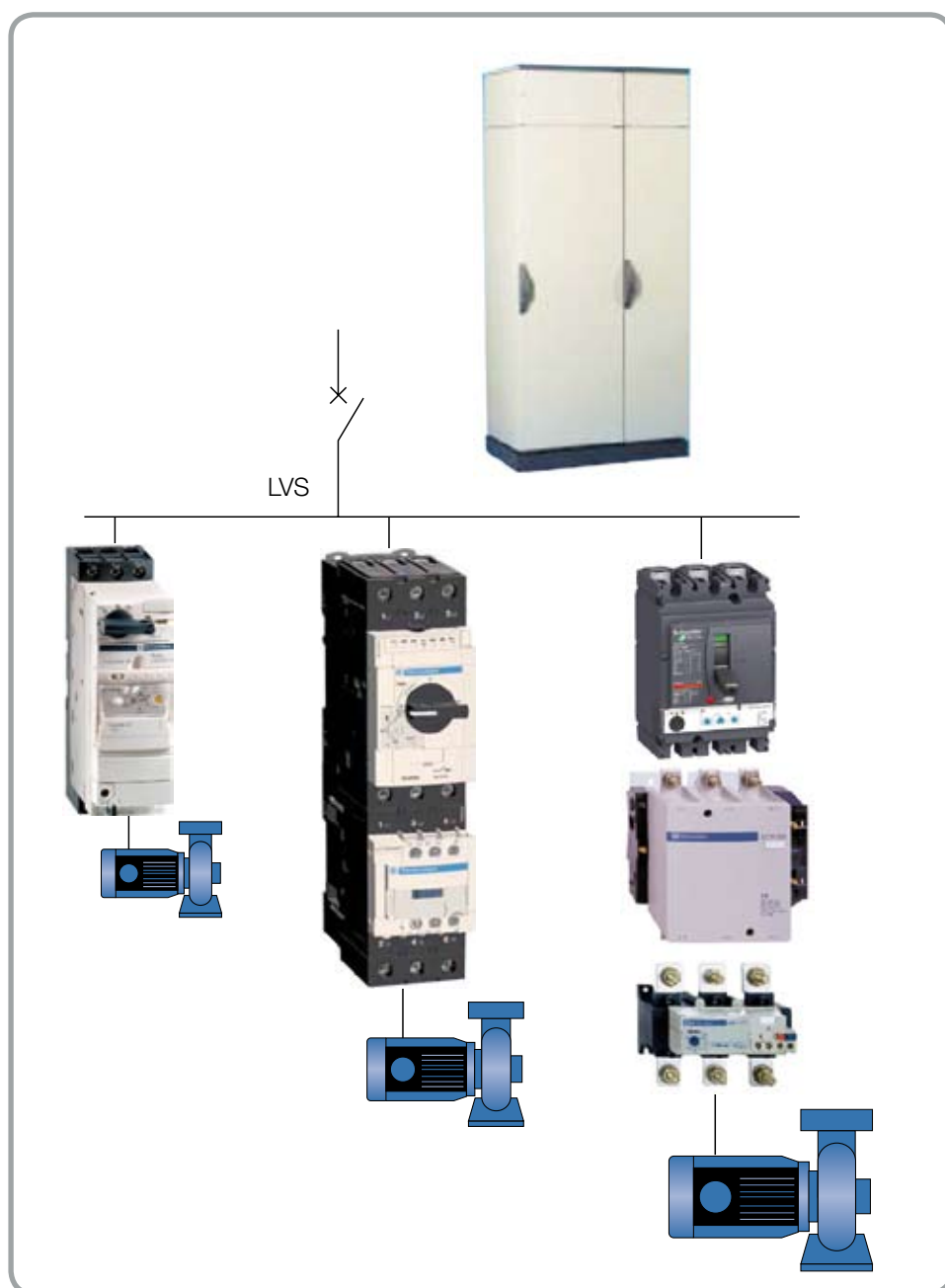


# 针对常规控制方式的解决方案

## 通用开关柜

常用的三种配置:

- TeSys U 启动器
- Compact (或 GV3) 断路器 + TeSys 接触器
- Compact 断路器 + TeSys 接触器 + LR 热继电器



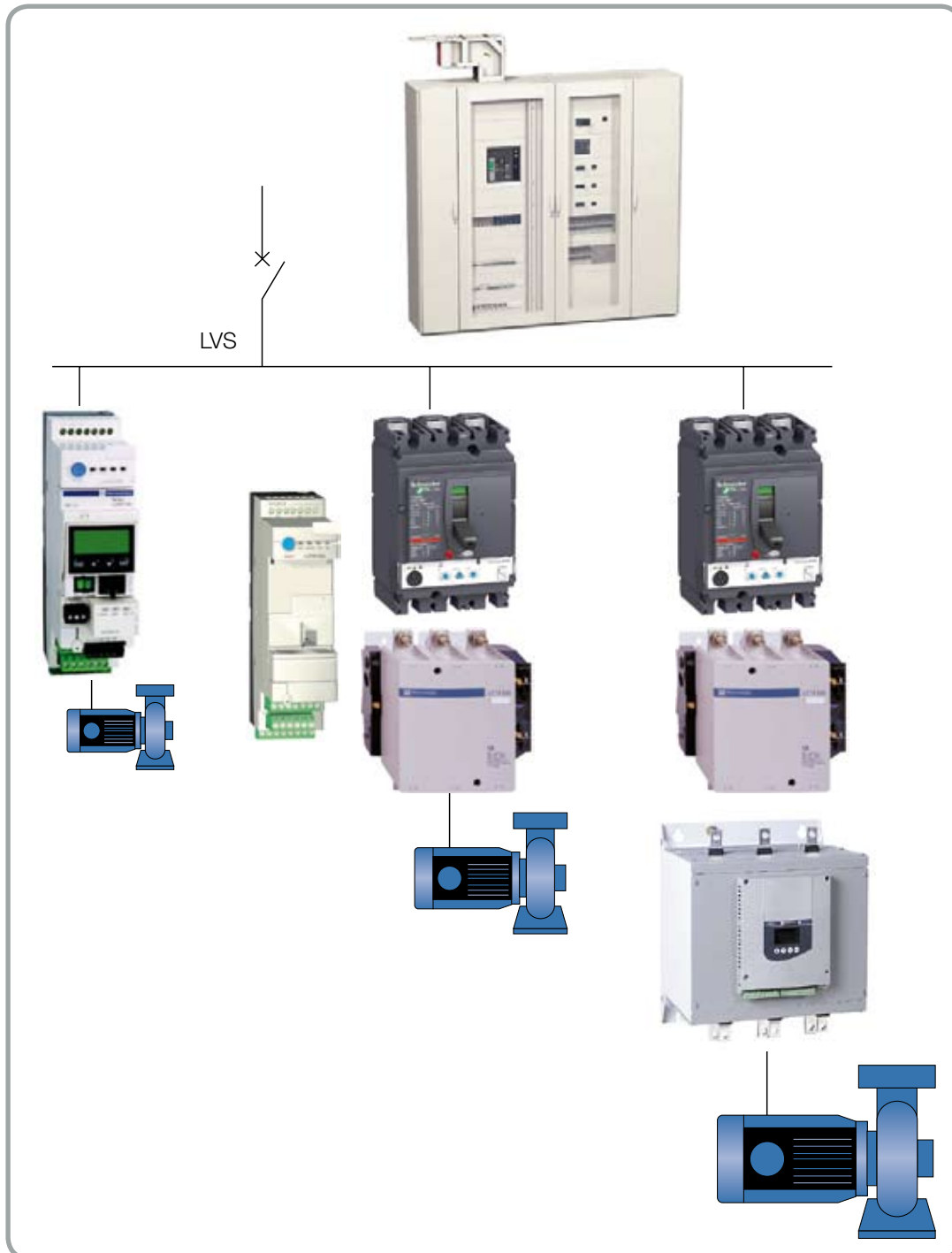
# 电机控制

## 针对高级控制方式的解决方案

### Prisma Plus开关柜

可选配置:

- TeSys U 控制器
- Compact 断路器 + TeSys 接触器 + LUTM 控制器
- Compact 断路器 + TeSys 接触器 + Altistart 48 软启动器



## 针对高性能控制方式的解决方案

### Okken开关柜

可选配置:

- Compact NSX 断路器 + TeSys 接触器 + TeSys T 控制器
- GV3 断路器 + TeSys 接触器 + Altivar 61 变频器



## 电机控制中心

与传统的开关柜技术相比（通用开关柜），电机控制中心（MCC）具有显著的优点，尤其是对于大型的电机组：

- 减少空间要求，在同样的体积中能够容纳更多的电机馈电回路
- 减少安装时间并降低维护成本
- 在上电时也可以非常方便地添加新的或改动已有的馈电回路
- 通过了IEC60439-1型式测试

智能电机控制中心（iMCC）的特点是带有电机保护装置，并具有通讯功能，通过现场总线连接到监控系统。最新一代的iMCC与市场现有的大多数通讯网络兼容。

优点：


- 防止电机故障
- 数据可追溯
- 可定制化
- 加强过程可用性

实际应用效果：

- 减少了70%的过程意外中断
- 消除了90%以上的电机熄火
- 降低了50%以上的维护成本

# 电机控制

电机保护与监控方案总结：

	针对高性能控制方式	TeSys T + 扩展模块 (可选)	Prisma Plus	Okken or Blokset	
		<b>TeSys T</b>		MotorSys Multifunction	
		TeSys U Multifunction (可选)			
	针对高级控制方式	TeSys U Multifunction (可选)	MotorSys Advanced		
		<b>TeSys U Advanced</b>			
	针对常规控制方式	TeSys U Standard (可选)	MotorSys Classic		
		TeSys D			

下表给出了市政水务设施的推荐选型：

水处理厂、泵站类型	开关柜	保护系统	iMCC
P1, P2, T1, T2	通用	TeSys U	
P3, T3	Prima Plus Blokset	TeSys U	MotorSys Advanced
T4	Okken Blokset	TeSys T	MotorSys Multifunction



# 节能增效

## 介绍

通常，电能成本会占水处理设施总运营成本的30%左右，因此为了更有效地利用电能、减低运营成本，应当对节能降耗给予特别关注。这里将讨论节能增效与水处理相关的全部3个方面：

- **节能：**降低各种操作的能耗
- **能源成本优化：**减少各种操作过程的能源成本

- **可用性和可靠性：**通过采用合理的设计方案尽可能降低断电风险，通过可靠、高效的设备运行来保证能源收益

下面将会介绍如何通过合理的设备选型来节约能源。

## 节能增效的实施

### 步骤1：确定重点

每个水处理厂或泵站都有各自不同的特点与节能需求。应根据实际情况，确定适合的节能目标与实施方法。

目标	方法
能耗优化	成本分配 电能使用分析 采用变速泵和风机 照明控制
电能质量与需求管理	减少峰值需求 功率因数校正 谐波治理
提高电气维护人员效率	配电系统报警和事件记
提高电能可用性	配电系统远程控制 配电系统自动化
资产优化	设备使用统计分析 谐波治理

### 步骤2：定义关键电气参数指标

确定好节能目标与方法之后，就可以定义节能方法中所需的关键电气参数。

关键电气参数需要在其扰动发生后立即被检测到，即扰动在对电气装置或当前用户造成损害之前要求被检测到。

这就要求在每个相关的电气回路上（特别是关键回路与主耗能回路）安装适当的监测设备，并尽可能地靠近终端设备，以便进行总体监测。

例如：无论是电耗巨大、对电能质量要求不高的应用，还是对电力质量高度敏感的应用中，都将安装各种类型的监测设备与系统。

# 节能增效

## 步骤3：选择设备

对于已有的设备而言：你的部分电气设备已经具备了监测功能。

例如：保护继电器通常带有测量功能，只需将其通过现场总线连接到企业内网即可。

施耐德电气提供的全面的电力监测表计可以满足各种需求。

以下是测量产品与系统的简单应用示例：

- 在水处理厂各区域进行基准测试以确定异常能耗
- 跟踪意外能耗
- 在泵站间进行基准测试以确定差异能耗
- 设置简单的用负荷，仅关注易于优化管理的负荷，例如HVAC（暖通空调）

## 可以采取的优化措施

### 资产优化

随着电力网络的不断发展，人们也不断地提出这样一个问题：我的电网是否能够支持这种新的发展？

监控系统能够帮助用户做出正确的决策。通过监控系统的日志记录功能，可以将资产的实际使用情况存档，然后可以非常准确地估算出电网、开关柜、变压器的备用容量。

监控系统可以提供正确使用资产的准确信息，这样维修人员可以在适当的时间决定采取适当的维护操作，通过更好地利用资产从而提高其使用寿命。

### 通过缩短停电时间来提高生产效率

对于用户来说，停电都是很糟糕的事情。停电会造成公司的巨额损失，这就要求必须在最短的时间内恢复供电，这对于运营管理人员非常重要。

使用监视和控制系统可以非常有效地缩短停电时间：

- 自动通知操作人员，即使操作人员在远处，甚至在事故地点以外（使用移动通讯设备，例如DECT网络或者GSM/SMS）
- 提供对整个电网状态的全局预览
- 帮助识别故障区域
- 远程获取有现场设备捕获到的每个事件的相关详细信息（例如跳闸原因）

对设备实施远程控制是最佳方案，但不是必须的。在很多情况下，当有可能发生本地动作时，有必要对故障区域进行现场查看。

### 通过改善电能质量提高生产效率

一些负荷可能对电能质量非常敏感，如果电能质量超出控制范围，那么运行管理人员将面临不可预期的状况。监视电能质量就成为防止发生此类事件并/或解决特殊问题的适当方法。



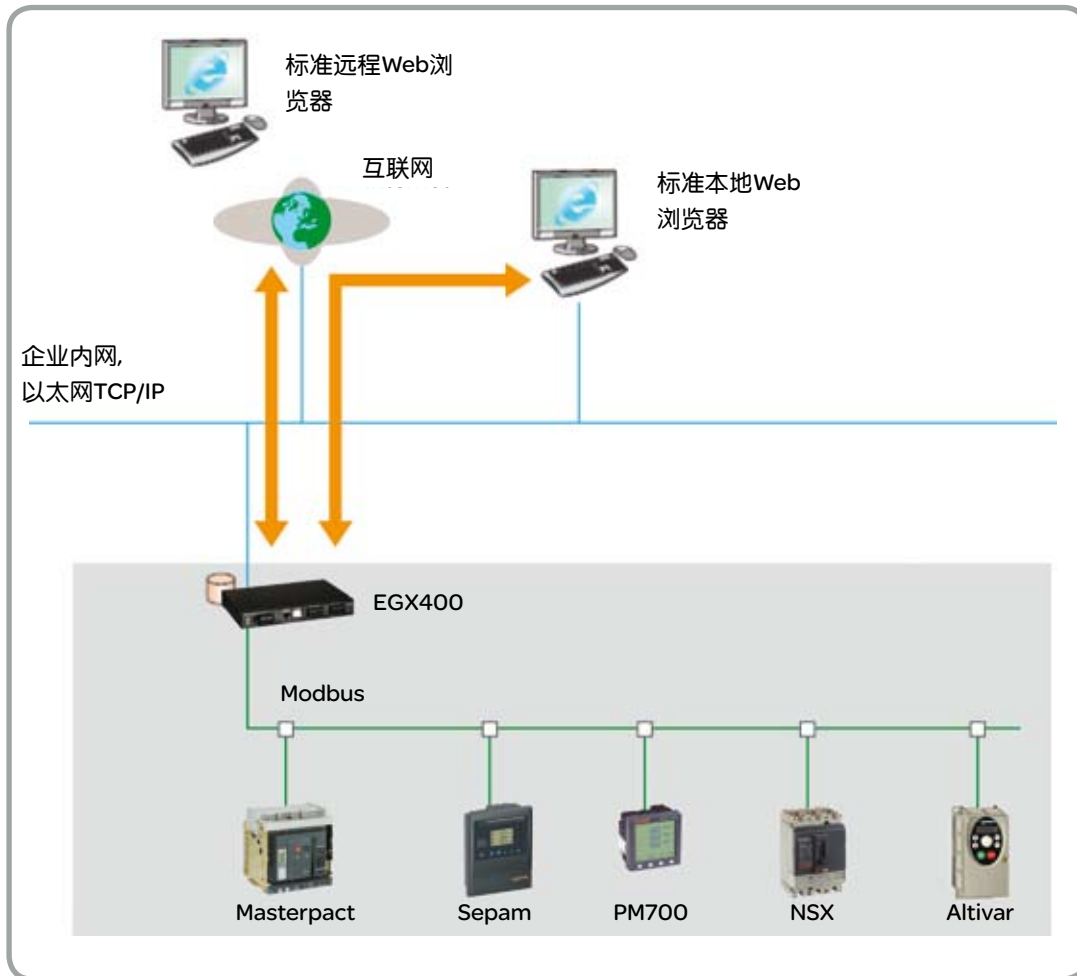
## 基于智能设备的系统架构

由于使用了网络技术，目前形成了一种全新的体系结构，并且能配置成为监控系统的接入点。

依托网络技术，它在标准通讯服务和协议以及免费软件方面获得了最大的收益。

从现场的任何地点都可以收到电力信息，电气工作人员的工作效率可以大大提高。

电力信息向互联网开放也可以向现场服务以外的用户提供服务。



## 网络支持成为便捷的方式

全方位的信息系统的建立有效支持了节能增效的实现，会非常迅速地取得经济效益，通常电力的投资回收率要少于2年。

至今任然被低估的另一个好处是：电力信息化的杠杆作用。第三方可以随时对电力网络进行分

析 - 特别是通过网络技术，借助于外部资源解决特殊问题：

- 电力供应合同。在必要时及时更换供应商，例如，不必等待年审就可以对相关消耗成本进行经济分析

# 节能增效

- 对电力数据的总体管理（通过互联网）以便将数据转换为相关信息，可通过网络接口传输该信息。现在，客户使用量信息已经成为一种增值产品，可以广泛用于各类用户。在网上发布客户使用量信息已变得很容易-这对用户也十分有用
- 通过网络，召集电气技术专家以进行综合的电力故障诊断
- 在出现异常的电力使用高峰的情况下，监控电力使用情况并发出报警
- 通过设备管理服务来减轻技术维护压力

节能增效不再是企业自身必须面对的话题。如果电气网络的测量和通讯是通过互联网进行，而且已经进入测量和做出决策阶段，那么众多的信息服务合作伙伴也必须面对节能增效话题。

从较少的几个设备实现通讯联络开始，可以逐步开始实施并逐步扩展到整个系统，从而提高精确度或者扩大安装的范围。

企业可以选择不同的策略：邀请一个或多个合作伙伴分析数据，自行分析数据或两种方式相结合。

## 透明就绪™

施耐德电气的透明就绪™技术，可以方便地传送监测和保护设备中的电气数据。

施耐德电气的透明就绪™技术，在节能增效方面所秉承的原则是在不增加原有IT周期维护成本的前提下，通过TCP/IP标准协议传送工业网络服务器所记录的电气数据。因为工业网络服务器安装在开关柜中，

所以无需添加额外的IT系统或计算机。所有与能耗相关的数据都将被记录，并且可以在企业内网、GSM、固定电话线路等网络间进行通讯。

## 节能解决方案

下面介绍的水处理节能方案，无需对流程做较大改动。

### 低损耗变压器和电机

目前已经推出了新一代的变压器和电机，采用高性能铁芯和加大横截面的铜绕组构成。可以将能效提高5%以上。

### 高效紫外线灯

紫外线（UV）辐射可以有效地抑制大多数病毒和细菌，因此在污水处理厂中被广泛地用于消毒环

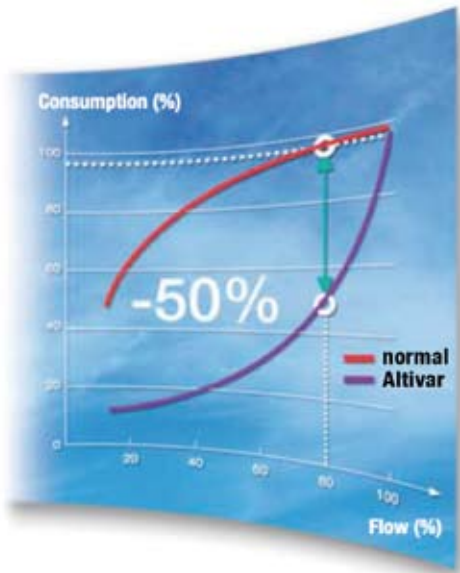
节。使用紫外线进行消毒的另一个好处是可以避免生产、处理、运输和存储有毒/危险或腐蚀性化学物质。水银蒸汽灯在通过电弧充电时，可以产生紫外线。低压高强度紫外线灯能效最高。

### 变频器

变频器（VSD）在泵控应用中具有显著优势。如果电机按照固定速度运行，且通过阀门或节流阀来控制水流，那么无论流速如何，电耗几乎都是恒定的。

与之相反，如果将阀门或节流阀完全打开，通过调整电机转速来控制水流，那么在正常流速80%的情况下就可以减少50%的功率。

在需要可变流速的应用中，变频器可以显著地降低能耗。



专门用于泵控应用的施耐德电气变频器系列：**ATV 21**、**ATV 61**。

在泵控应用中使用变频器时，建议使用**Eco8**软件估算可能的节能量。

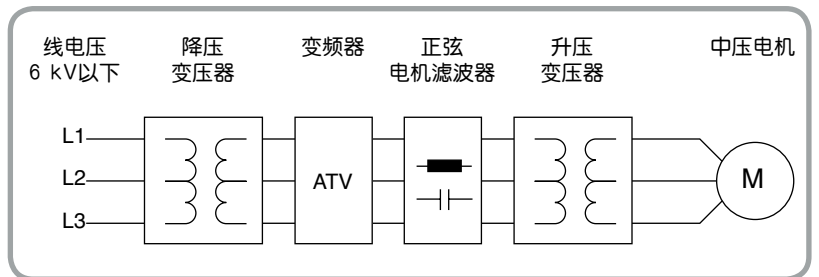
## 中压电机供电

如果有大功率电机存在（大于100kW），则使用中压供电可以降低线电流，从而减少变压器、电缆和电机的焦耳损失。采用低压供电，在成本上不可行，而且会受到多种限制（设备尺寸、配套电缆…）。

对于工作中压下的变频器，可以有两种不同的配置：

- 直接以中压工作的变频器
- 使用降压/升压变压器

在后一种方案中，电源回路在低压下工作（400或690伏特）。



此方案具有一些显著的优势：

易于安装、适合翻新、无需改变电机、低压变频器易维护。

如果低压电机有所改变，依然可以使用同样的变频器。



# 节能增效

## 能源成本优化解决方案

此方案的目标是降低各种操作中的能源成本。

### 功率因数校正

功率因数 (Power Factor) 是有功功率与装置消耗的视在功率的比值( $PF = kW / kVA$ )。

功率因数校正 (PFC) 用于优化功率因数，也就是使功率因数的值尽可能接近1 (合理值在0.92到0.95之间)。较低的功率因数说明公共电网需要提供更多的无功能量，从而增加线电流的需求。

通常通过安装电容器组来进行功率因数校正。

主要功能：

- 避免电力公司收取无功电费 (kvarh)
- 减少需求电流
- 避免使用超大型变压器
- 充分使用全部系统容量
- 可以采用中压或低压连接
- 根据是否具有波动负荷，分别采用可调或固定电池

施耐德电气针对功率因数校正的解决方案：

- 中压设备：带有Propivar电容器的CP系列
- 低压设备：带有Varplus<sup>2</sup>电容器的Varset系列
- Varlogic控制器

### 谐波治理

在水处理设施中，谐波主要由变频器、臭氧发生器以及紫外线灯等设备产生。所产生的谐波必须严格控制，以避免谐振。谐波所带来的最常见的负面效应包括增加电流需求，以及导致不必要的脱扣。

谐波的治理应当符合当地供电部门的相关要求。调谐电容器组和滤波器可以在本地安装 (靠近产生谐波的设备)，也可以安装在主开关柜上 (作为全局解决方案)。

施耐德电气的解决方案：

- 用于Altivar系列变频器的线性电抗器
- 带有谐波电抗器的ATV21系列
- Varset Harmony调谐电容器组和Varset Filter无源滤波器
- 有源滤波器：Accusine, Sinewave

### 电力监控

安装电力监控设备有两个目的：

- 发现耗电量最大的环节
- 持续提高能效

电气设备中的监测设备选择应当以节能增效所确定的重点和可用的技术为依据：

- 通过简单的单机产品

例如：

PowerLogic PM700

- 中/低压电气网络中的保护继电器

例如：

Sepam综合保护继电器；用于Masterpact和Compact断路器系列的Micrologic脱扣单元；TeSys U和TeSys T电机控制器；

Varlogic NRC12电容器组控制器

- 高性能的监测设备 (与保护功能分离)

例如：Powerlogic多回路监控单元



# 改善可用性和可靠性的解决方案

以下介绍了改善供电回路的可用性以及可靠性的各种措施。

## 电气回路配置

可以选择以下回路配置，以提高电能可用性：

- 单回路配电
- 双回路配电
- 末端切换配电

推荐末端切换配电方式。电力中断的阈值将被限制在自动转换开关的操作时间内。

## 备用发电机

在水处理厂中，配水的中断不能超过几分钟，因此通常安装有备用发电机。因为水处理厂中都设有缓冲池，因此不必要求备用发电机立即接入。

自动转换开关通常和发电机一起使用，可以实现快速转换，并在恢复正常后平稳地切换回主电源。

施耐德电气提供的方案：

- 带有UA或BA控制单元的Compact、Masterpact断路器
- 自动电源切换装置ATNS，ATMT
- Interpact负荷开关
- TeSys D和TeSys F 接触器

## 不间断电源

不间断电源对于确保水处理设施的连续运行至关重要。它可以确保过程控制设备与监控室的不间断供电。

施耐德电气提供的方案：Pulsar、Comet UPS。

## 软启动器

施耐德电气提供多种功率规格，尤其适用于水处理行业，比如泵控系统。

软启动器的主要优势：

- 减少电机启动时的机械应力，提高机械可靠性
- 电机停止时，控制转矩，避免水锤现象，避免损坏管道
- 采用功率峰值调节，避免缴纳额外电费
- 降低电机启动损耗
- 启动次数不受限制

施耐德电气提供的方案：Altistart ATS48

## 保护配合

下面给出了两个保护配合改善供电连续性的示例：

- 断路器脱扣选择，例如只有仅靠故障点的上游设备才脱扣，而其它馈电线路依然带电
- 断路器和电机控制触器之间的协调，例如故障消除后系统保持工作（配合类型2，IEC 60947-2）

施耐德电气解决方案示例：

- Masterpact、Compact和Multi9系列断路器
- Compact断路器和TeSys D/TeSys F电机控制器





# 推荐的系统架构

## 介绍

对于水处理系统的设计、安装和运行，施耐德电气推荐的系统架构能够：

- 确保电能的高度可用性
- 水费上涨受到抑制的情况下依然能够赢利
- 灵活与可扩展性，可以满足未来的扩容需求和法规对水质日益严格的要求

“推荐架构”包括电气安装配置和设备选型，并以节能增效为重点。

由于水处理设施的种类繁多，因此“推荐架构”应当被认为是解决方案的示例。对于本文前面提到的每一种安装类型，这里都给出了单线示意图。

## 小型提升和蓄水泵站 P1

### 主要特点

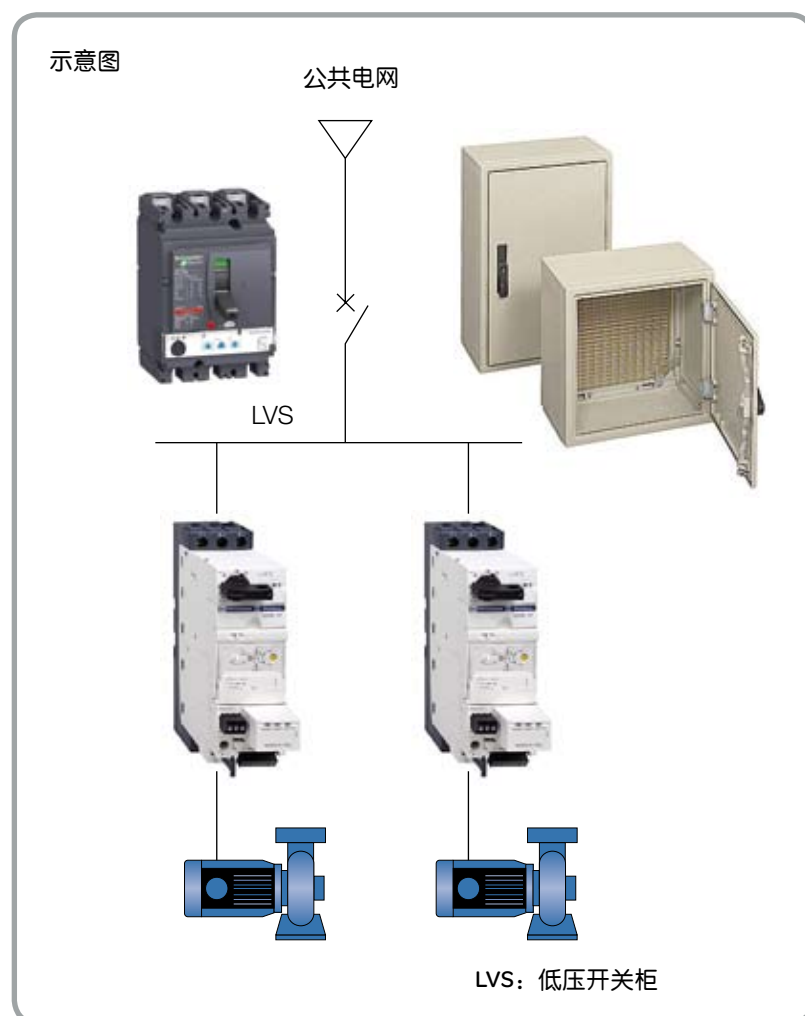
- 2个泵
- 典型需用功率：200kVA

### 推荐配置

- 由于电力需求有限，因此建议采用单回路配电，使用公共电网低压供电
- 建议使用集成型电机控制器，以便于实现紧凑、简单的布线

### 设备选型

- TeSys U：电机控制器(直接启动)
- 通用开关柜





## 小型增压泵站 P2

### 主要特点

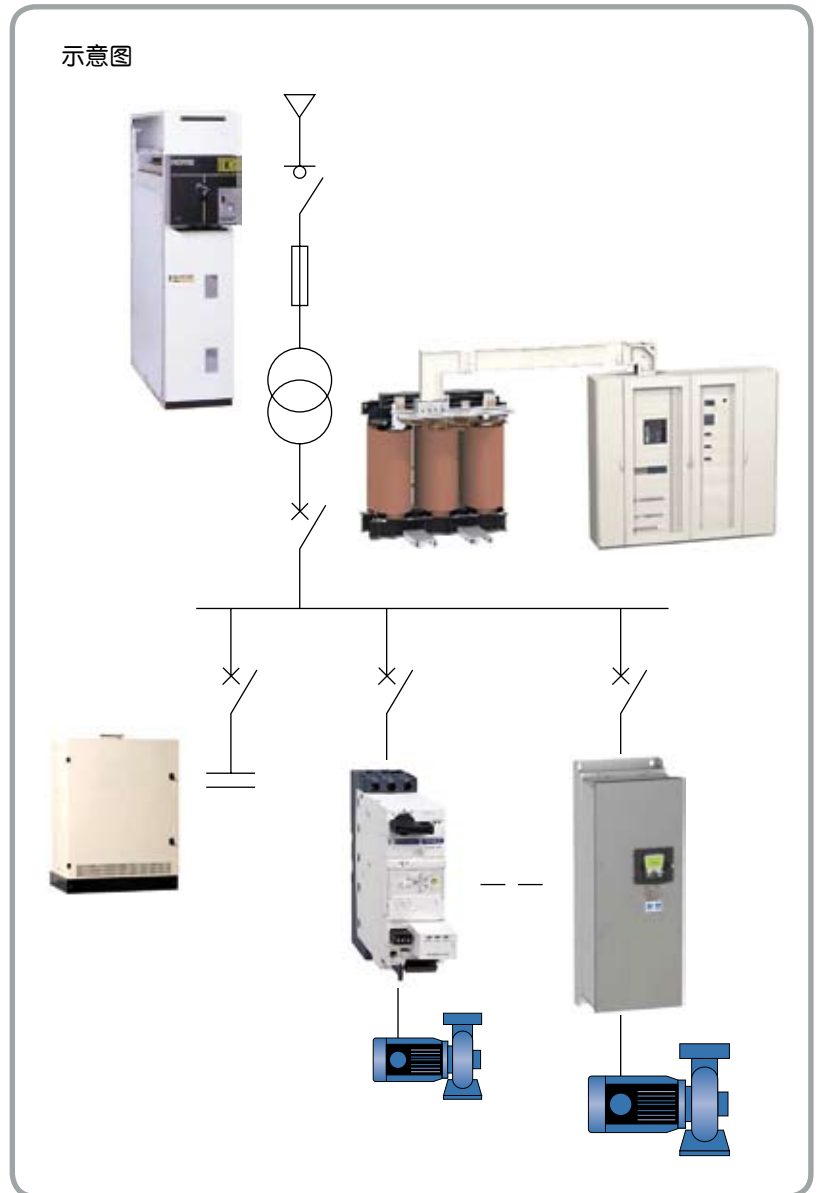
- 4个泵
- 典型需用功率：500kVA

### 推荐配置

- 由于电机数量有限，因此建议采用单回路放射式配电结构，使用公共电网中压供电

### 设备选型

- MVnex 或 SM6中压开关柜
- Trihal 中压/低压变压器
- MotorSys Advanced iMCC，带有Prisma+ 开关柜和TeSys U，用于恒速水泵
- ATV61，用于变速水泵
- Varset 电容器组



# 推荐的系统架构

## 中大型增压或综合泵站 P3

### 主要特点

- 多于4个泵
- 典型需用功率：2500kVA

### 推荐配置

- 为了增强电能可用性，建议电源采用来自中压公共电网的环网出线，并添加一个低压备用发电机
- 建议采用一个用于功率因数校正的分级电容器组，以便处理大型电机引起的电力需求波动

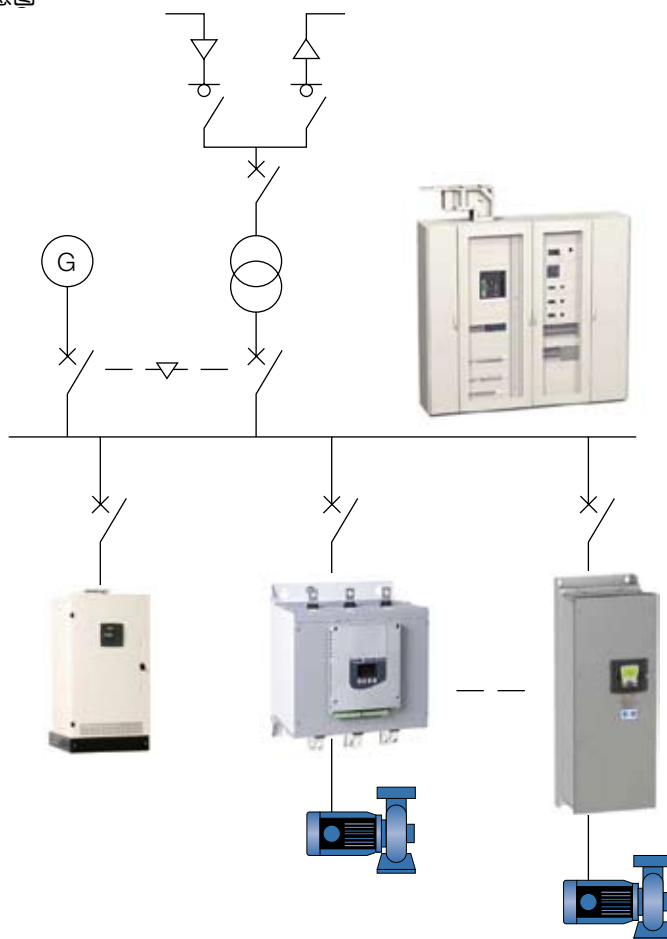
### 设备选型

- MVnex 或 SM6中压开关柜
- Trihal 中压/低压变压器
- ATS48软启动器，用于恒速水泵
- ATV61，用于变速水泵
- Varset电容器组

### 可选设备

- 用于远程泵站的室外中压/低压预制变电站

示意图



# 微型饮用水、污水处理厂 T1

## 主要特点

- 典型需用功率：50kVA

## 推荐配置

- 由于需用功率有限，因此建议采用单回路配电，使用公共电网低压供电
- 建议采用电力监控以便更好地掌握供电波动情况并对扰动进行分析

## 设备选型

- TeSys U，用于恒速水泵
- ATV61，用于变速水泵
- PM700 监控设备
- 通用开关柜

## 可选设备

- 通过专用网络供电
- 使用Altistart 48软启动器进行电机控制（可以减少远程水处理厂的浪涌电流冲击以降低故障率）



# 推荐的系统架构

## 小型饮用水处理厂 T2

### 主要特点

- 需用功率：125到1250 kVA

### 推荐配置

- 对于此范围的需用功率，建议采用单回路放射式配电结构，电源来自中压公共电网
- 所有的处理单元用一个单独的低压配电柜供电
- 由于电机负荷占主要部分，因此有必要进行功率因数校正；为了简便，采用一个固定式电容器组即可

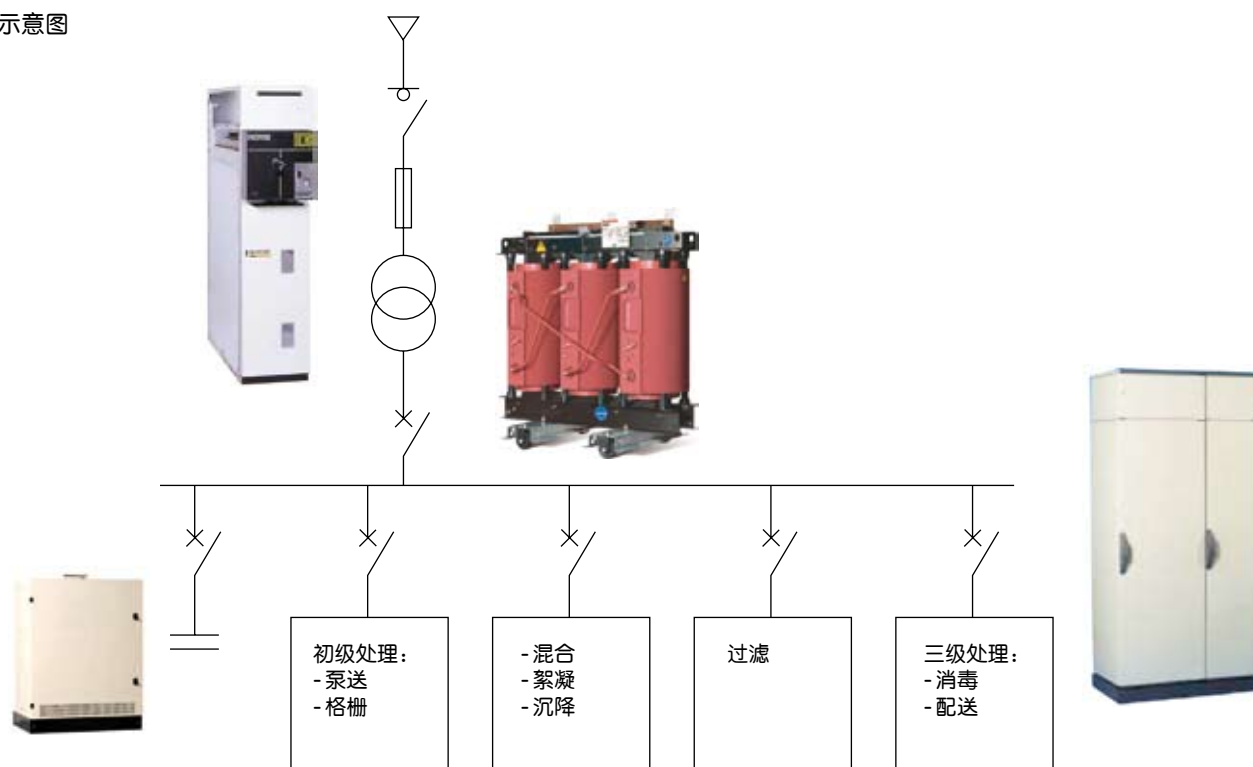
### 设备选型

- MVnex 或 SM6中压开关柜
- Trihal 中压/低压变压器
- 通用开关柜
- Varsset 电容器组

### 可选设备

- Kiosk Biosco室外中压/低压预制变电站
- Prisma Plus开关柜
- Trihal 中压/低压变压器
- Accusine有源滤波器

示意图



# 小型污水处理厂T2

## 主要特点

- 需用功率：125到1250 kVA

## 推荐配置

- 对于此范围的需用功率，建议采用单回路放射式配电结构，电源来自中压公共电网
- 所有的处理单元用一个单独的低压配电柜供电
- 由于电机负荷占主要部分，因此有必要进行功率因数校正；为了简便，采用一个固定式电容器组即可

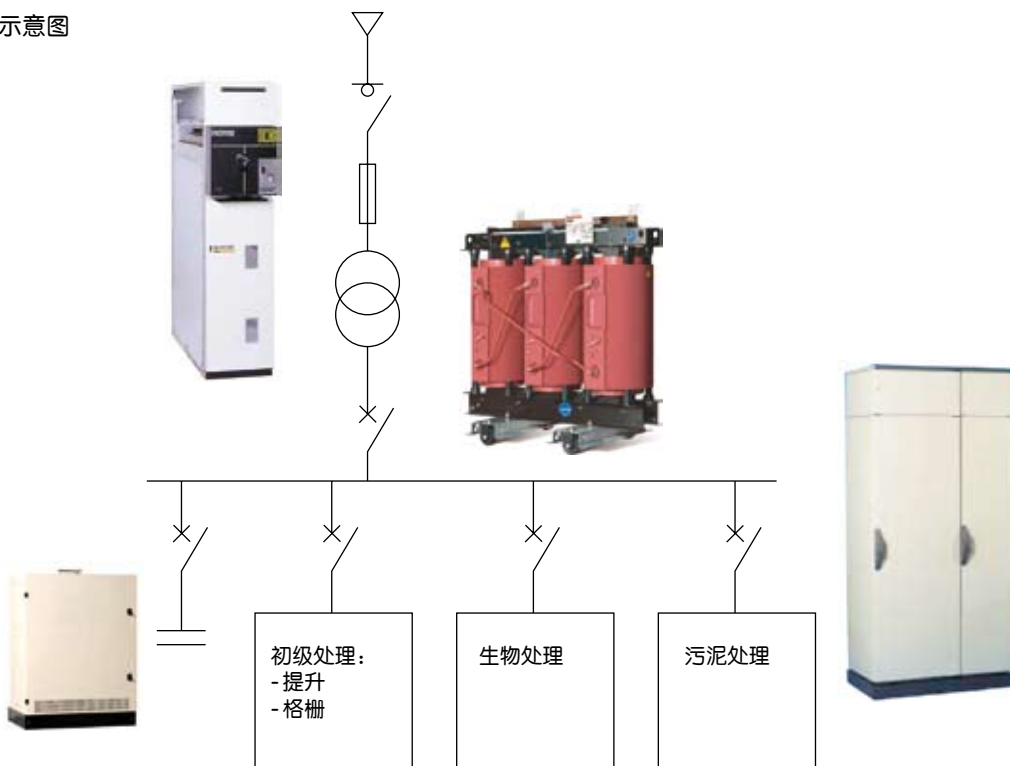
## 设备选型

- MVnex 或 SM6中压开关柜
- Trihal 中压/低压变压器
- 通用开关柜
- Varsset 电容器组

## 可选设备

- Kiosk Biosco室外中压/低压预制变电站
- Prisma Plus开关柜
- Minera油浸变压器
- Accusine有源滤波器

示意图



# 推荐的系统架构

## 中型饮用水处理厂 T3

### 主要特点

- 需用功率：1.25到5 MVA

### 推荐配置

- 对于此范围的需用功率，要求保证较高的供电可靠性，因此推荐采用公共电网的中压环网供电
- 为了增强冗余性能，可以安装两个独立的生产线，由两组互连的低压开关柜供电
- 当电力中断时，水处理厂可以由备用发电机供电
- 由于水处理厂中使用了波动性负荷的大型电机，因此可以安装步进式电容器组对功率因数进行校正

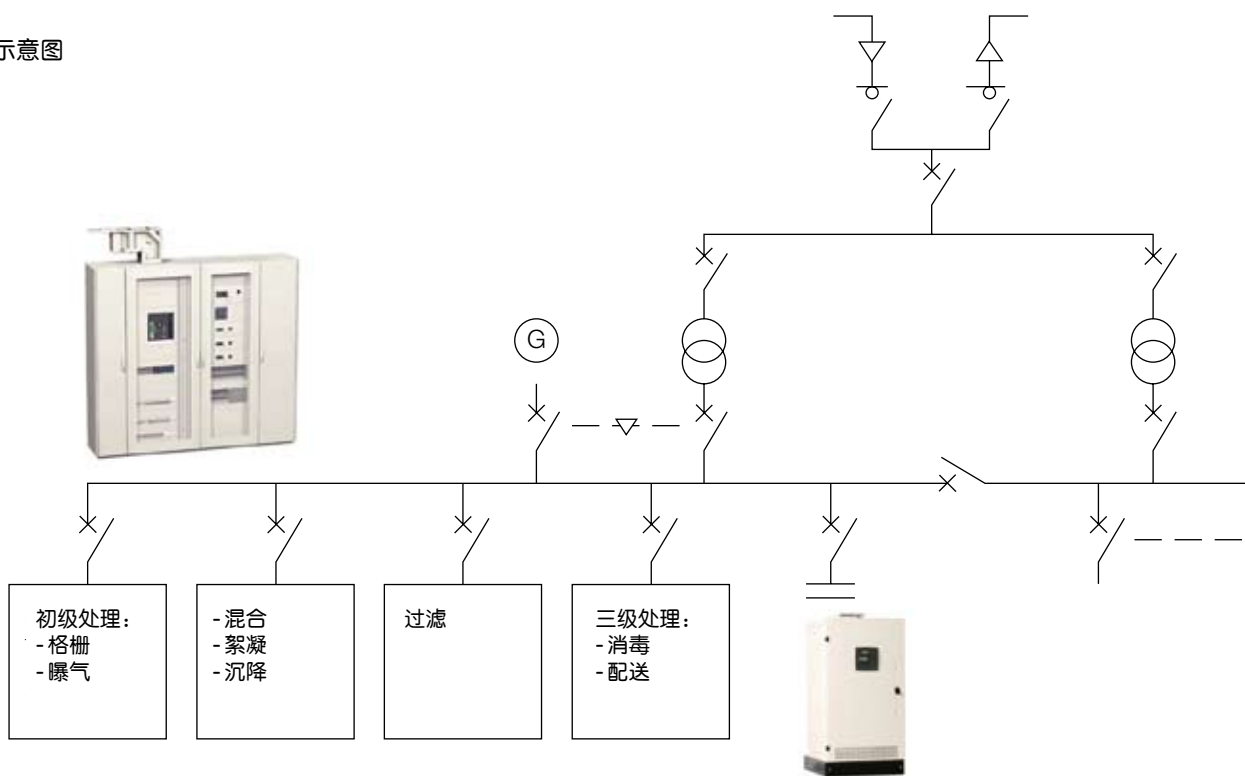
### 设备选型

- MVnex 或 SM6中压开关柜
- Trihal 中压/低压变压器 / Canalis KTA / Prisma Plus开关柜
- 电机控制中心 Motorsys
- Masterpact 转换开关
- Varsset 电容器组

### 可选设备

- 中压双回路供电设备
- Blokset开关柜
- Minera油浸变压器
- Accusine有源滤波器

示意图





# 中型污水处理厂T3

## 主要特点

- 需用功率：1.25到5 MVA

## 推荐配置

- 对于此范围的需用功率，要求保证较高的供电可靠性，因此推荐采用公共电网的中压环网供电
- 为了增强冗余性能，可以安装两个独立的生产线，由两组互连的低压开关柜供电
- 当电力中断时，水处理厂可以由备用发电机供电
- 由于水处理厂中使用了波动性负荷的大型电机，因此可以安装步进式电容器组对功率因数进行校正

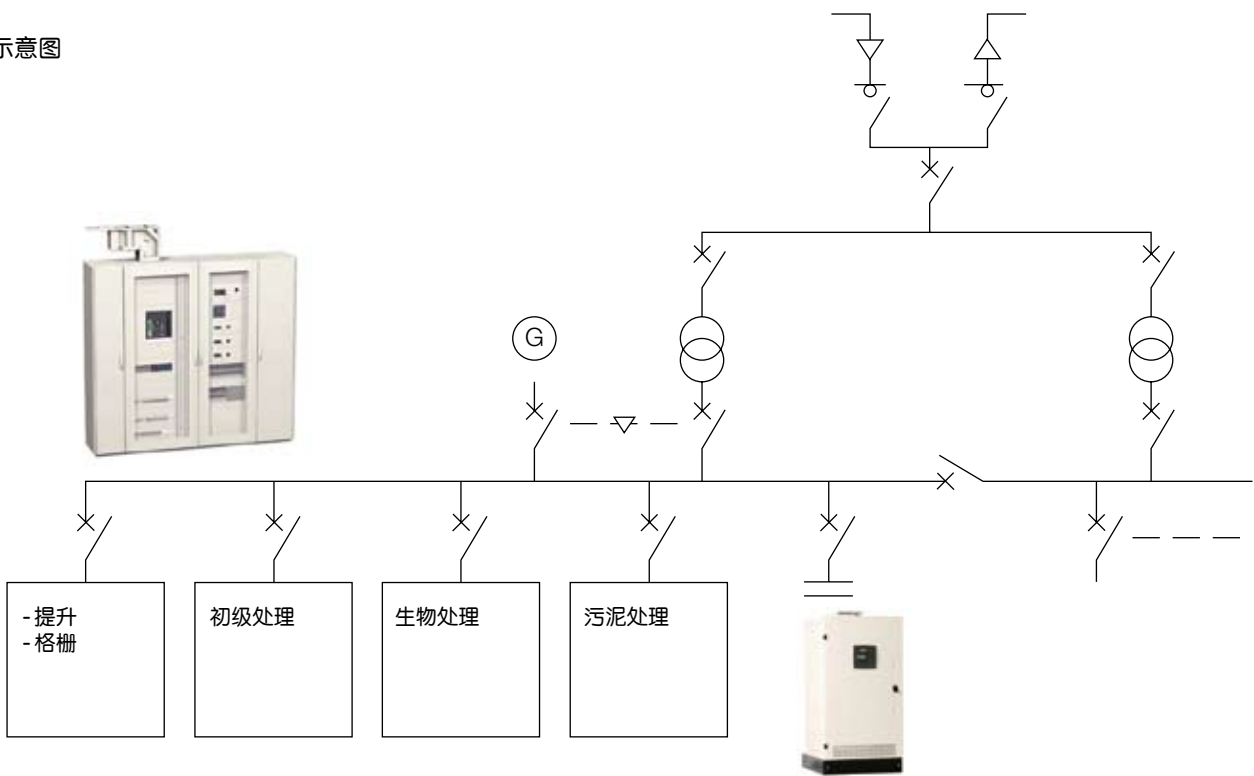
## 设备选型

- MVnex 或 SM6中压开关柜
- Trihal 中压/低压变压器 / Canalis KTA / Prisma Plus开关柜
- 电机控制中心 Motorsys
- Masterpact 转换开关
- Varset 电容器组

## 可选设备

- 中压双回路供电设备
- Blokset开关柜
- Minera油浸变压器
- Accusine有源滤波器

示意图



# 推荐的系统架构

## 大型饮用水处理厂T4

### 主要特点

- 需用功率：5到25 MVA

### 推荐配置

- 对于这类大型厂区，要求保证较高的电能可用性，因此推荐采用中压公共电网的双回路供电
- 为了保证供电的高冗余性，最好在水处理厂内采用中压开环运行
- 不同的处理单元由分别的变压器进行低压供电
- 最大的电机可以直接采用中压供电
- 由于需用功率水平较高，因此可以将备用发电机直接连接到中压回路上，这样还有可能把剩余的电能卖给电力公司
- 功率因数校正由中压电容器组提供

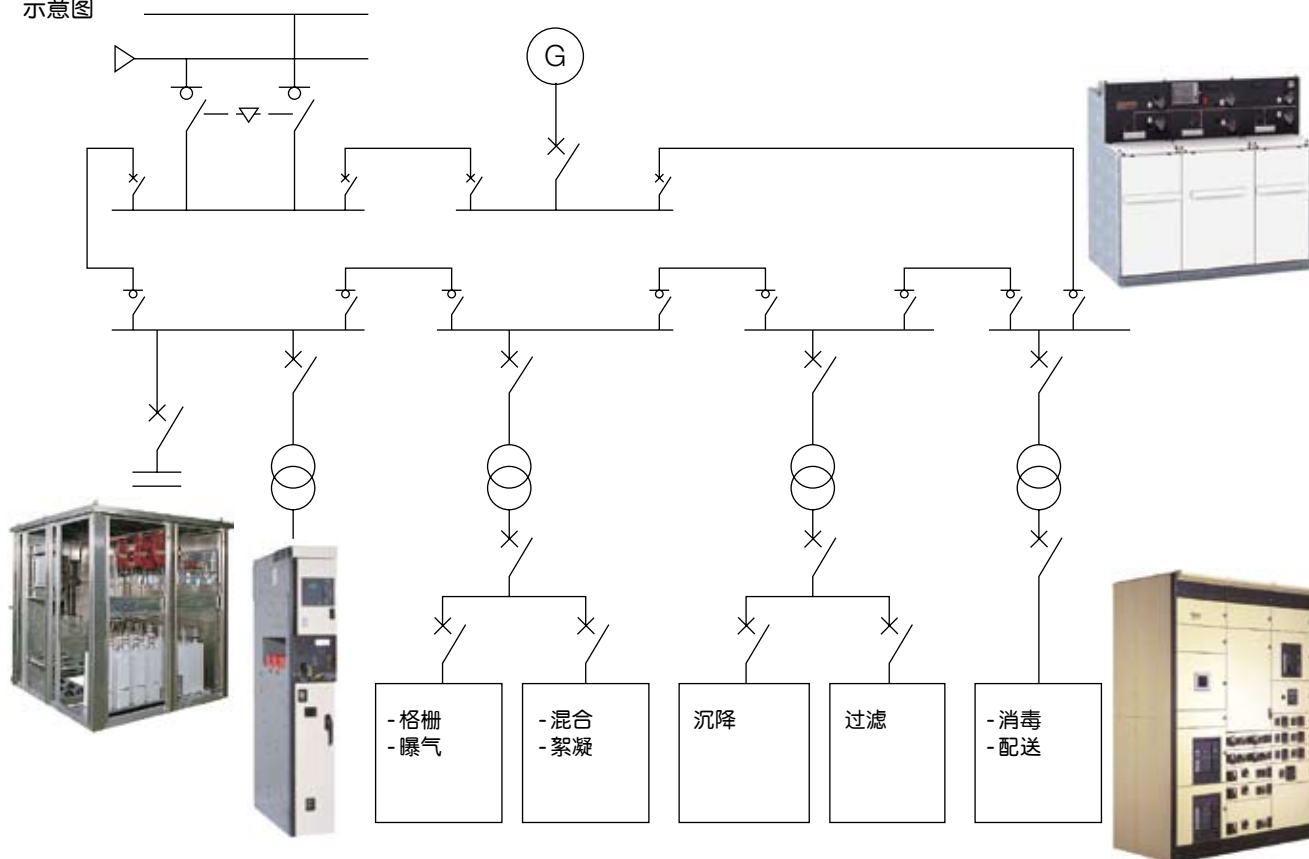
### 设备选型

- MVnex 或 SM6中压开关柜
- Sepam综合继电保护装置
- Trihal 中压/低压变压器 / Canalis KTA / Okken开关柜
- 电机控制中心 Motorsys
- CP系列中压电容器组

### 可选设备

- 中压双电源双母线供电设备
- RM6 环网柜（用于严酷的环境）
- MCset：中压开关柜（用于大短路电流）
- Minera油浸变压器
- Blokset开关柜

示意图



# 大型污水处理厂T4

## 主要特点

- 需用功率：5到25 MVA

## 推荐配置

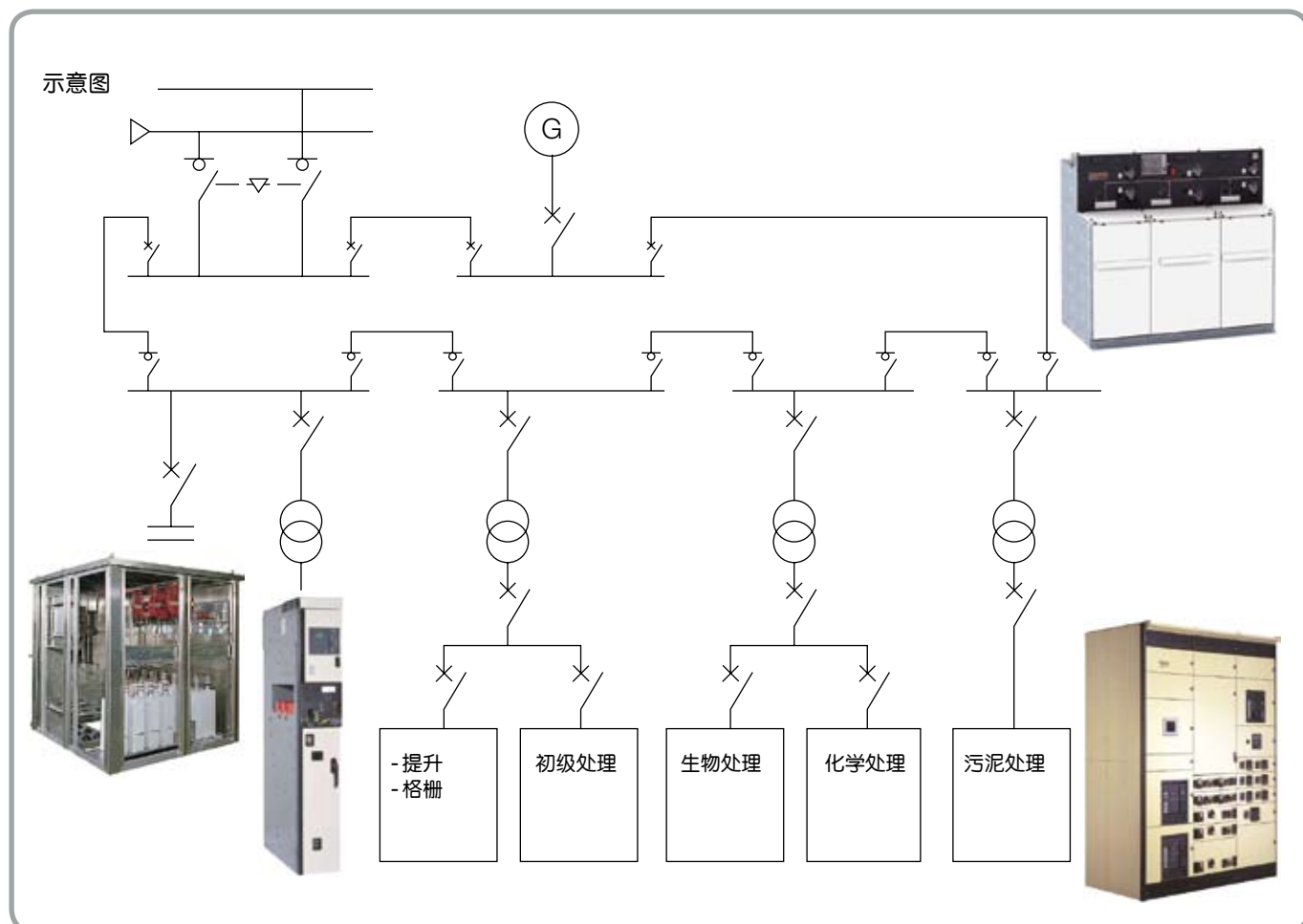
- 对于这类大型厂区，要求保证较高的电能可用性，因此推荐采用中压公共电网的双回路供电
- 为了保证供电的高冗余性，最好在水处理厂内采用中压开环运行
- 不同的处理单元由分别的变压器进行低压供电
- 最大的电机可以直接采用中压供电
- 由于需用功率水平较高，因此可以将备用发电机直接连接到中压回路上，这样还有可能把剩余的电量卖给电力公司
- 功率因数校正由中压电容器组提供

## 设备选型

- MVnex 或 SM6中压开关柜
- Sepam综合继电保护装置
- Trihal 中压/低压变压器 / Canalis KTA / Okken开关柜
- 电机控制中心 Motorsys
- CP系列中压电容器组

## 可选设备

- 中压双电源双母线供电设备
- RM6 环形回路单元（用于严酷的环境）
- MCset：中压开关柜（用于大短路电流）
- Minera油浸变压器
- Blokset开关柜



# 推荐的系统架构

## 淡化厂T3

### 主要特点

- 需用功率：10到50 MVA

### 推荐配置

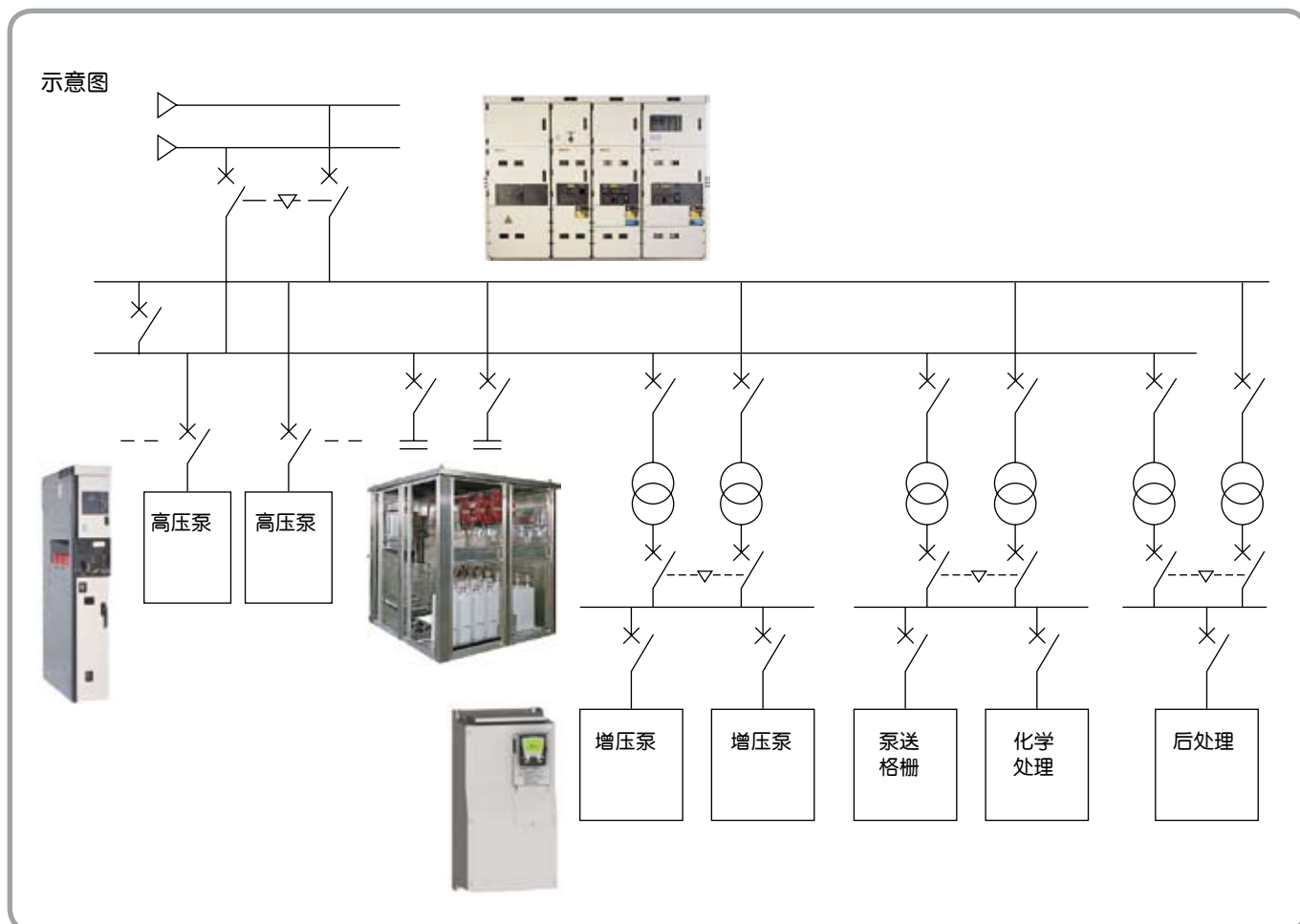
- 对于这类大型厂区，应该采用高压公共电网供电
- 通过中压双回路供电，以及双母线接线方式来提高供电可用性
- 不同的处理单元由不同的变压器进行单独低压供电，采用双终端低压配电及互连的中压开关柜
- 最大功率的电机可以直接采用中压供电
- 功率因数校正由中压电容器组完成

### 设备选型

- MCset 或 MVnex 中压开关柜 (用于大短路电流)
- Trihal 中压/低压变压器
- 用于中压电机的Motorpact RVSS
- Sepam 综合继电保护装置
- CP系列中压电容器组
- 抽屉式 Okken 低压开关柜
- Altivar 71 变频器 (690V)

### 可选设备

- Minera油浸变压器



# 附录

## 饮用水、污水处理功能简介

**提升：**将污水从输水管道提升到处理厂的水位高度。

**格栅：**移除杂物（塑料袋、罐子、果皮等）和漂浮油脂。

**澄清：**清除悬浮的固体和漂浮物。

**曝气：**通过好氧菌分解有机物。消除溶解的硫化氢和二氧化碳。

**初级处理：**处理的第一个阶段，通常为机械清理。

**絮凝：**使用专门的化学物质使微细颗粒聚集在一起。

**过滤：**通过砂滤或多孔膜清除固体微粒。

**消毒：**通过氯化处理、紫外线辐射或臭氧来消灭微生物。

**生物处理：**使用细菌来分解有机物。

**沉降、澄清：**絮凝后，悬浮的固体颗粒聚集到一起沉到容器底部。

**三级处理：**处理的最后一个阶段，在输送或排放到自然环境之前，保证水质达到法规要求水平。

**污泥处理：**将固体废物转换为可用的物料（甲烷、肥料、燃料）和不可用的废物。

**配送：**通过增压泵站或水塔输送饮用水。

**化学处理：**使用化学物质（主要是氯）进行消毒。

**淡化（反渗透）：**这是一个分离过程，将盐水中溶解的盐分减少到可用水平。加压的盐溶液通过反渗透膜，从而将水和溶解的盐分分离开来。

## 泵送应用中的能量和功率

在泵送应用中，消耗的能量取决于水量和水源与使用点的高度差。

### 理论公式：

$$P_u = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H$$

$P_u$ ：有用功率 (W)

$\rho$ ：密度 (1000 kg/m<sup>3</sup>)

$g$ ：重力常数(9.81m/s<sup>2</sup>)

$Q$ ：流速 (m<sup>3</sup>/s)

$H$ ：提升高度(m)

这样，对于流率为1m<sup>3</sup>/s，提升每一米的有效功率  $P_u$ 为9810W。

相应的能量为9810焦耳，即2.725Wh。

考虑到电机和泵的效率以及在管道和阀门中的功率损耗，能量和功率的数量级应为：

● 对于1m<sup>3</sup>的供水，每提升一米所需的平均能量为：5Wh

● 对于1m<sup>3</sup>每天的供水，每提升一米所需的

平均功率为：(5 Wh)/ 24h □ 0,2 W/ (米/天)。

# 附录

## 饮用水/污水处理厂分类与相应处理功能单元对照表

### 饮用水

	T1	T2	T3	T4
处理单元				
单元1	原水泵 原水水箱 格栅 砂滤 净水水箱+氯 净水泵	初级处理 格栅 曝气	初级处理 格栅 曝气	格栅 曝气
单元2		混合 絮凝 沉降	混合 絮凝 沉降	混合 絮凝
单元3		过滤	过滤	沉降
单元4		三级处理 消毒 配送	三级处理 消毒 配送	过滤
单元5				消毒 配送



## 污水处理

	T1	T2	T3	T4
处理单元				
单元1	提升 格栅 去除沙砾和油脂 砂滤处理 生物处理 二次澄清池 污泥泵 污泥处理	提升 格栅 初级处理	提升 格栅	提升 格栅
单元2		生物处理	初级处理	初级处理
单元3		污泥处理	生物处理	生物处理
单元4			污泥处理	化学处理
单元5				污泥处理

## 淡化厂

这里只考虑了“反渗透”，因为“反渗透”是世界范围内最为常用、发展最快的技术。

淡化厂的处理量通常高于5000 m<sup>3</sup>/天，因此这里不必考虑T1类型。

	T2到T4
处理单元	
单元1	泵送 格栅 化学处理
单元2	增压
单元3	薄膜分离 盐水流出
单元4	后处理 稳定 配送

# 附录

## 电气安装特性

下面列出了市政水务设施中对配电架构有影响的主要特性。

### 市政水务设施分类：

可以采用前面提到过的分类方法：

- 远程泵站(P1到P3)
- 微型水处理厂(T1)
- 小型水处理厂(T2)
- 中型水处理厂(T3)
- 大型水处理厂(T4)

### 服务可靠性

定义：

电力系统在指定的时间内按照规定的条件实现供电功能的能力。

不同类别：

- 低：这种水平的供电可靠性可能会因地理（单独的网络、与发电中心较远的区域）、技术（架空线、不良的网络系统）或经济（维护不足、供电不足）条件的限制而存在断电的风险
- 标准
- 高：通过采取专门的措施（地下布线、双中压回路供电等）来减少电力中断，从而增强供电可靠性

### 可维护性

定义：

在按照规定的程序与时间进行维护的情况下，系统能够恢复到完成所需功能的能力。

不同类别：

- 低：处理厂必须停机才能执行维护操作
- 标准：水处理厂运转时可以执行维护操作，但会受到影响。因此维护操作必须在特定时间安排进行。例如：带有部分冗余的若干变压器和用负荷
- 高：采取专门的措施，使维护工作不会影响水处理厂的运行。例如：末端切换配电

### 需用功率

定义：

视在功率的总和（kVA）乘以一个使用系数。

此值表示装置在给定的时间能够消耗的最大电力，但也允许出现短时有限的过载。

### 负荷分配

定义：

此特性与负荷在某段区域或整个水处理厂的均匀分布程度相关（kVA / m<sup>2</sup>）。

不同类别：

- 均匀分布：负荷一般功率较低，并且均匀分布在水处理厂的大片区域。例如：小型泵
- 中等程度：负荷一般中等功率，分组分布于整个水处理厂。例如：搅拌器
- 局部负荷：负荷一般功率较大，并有限分布于水处理厂的若干个区域。例如：鼓风机

### 电力中断敏感性

定义：

回路能够接受电力中断的能力。

不同类型：

- 可切除的回路：可以在任意时期关闭任意长的时间
- 可以接受长时间的中断：中断时间大于3分钟\*
- 可以接受短时间中断：中断时间小于3分钟\*
- 中断不可接受

\*指导值，根据标准EN 50160：“公共配电网络供电电压特性”

我们可以根据供电中断可能带来的后果，确定电力中断敏感性的各种等级：

- 没有显著后果
- 水处理流程中断
- 损坏生产设备，或者严重污染环境
- 对公众健康造成威胁

负荷或回路的供电危险程度可以划分为以下级别：

- 无危险：负荷或回路可以随时断开（“甩负荷”）。例如：控制室的暖通空调
- 低度危险：电力中断会造成临时性的流程中断，但不会引起经济损失。如果中断超过了临界时间会造成供水量减少或中断。例如：提升泵站
- 中度危险：电力中断会造成短时的流程或服务中断。如果中断超过了临界时间会造成水质降低或需要启动备用发电机。例如：用于生物处理的鼓风机
- 高度危险：任何电力中断都会造成水质的降低和不可接受的经济损失。例如：质量控制流程、信息技术部门、安全部门

## 扰动敏感性

定义：

回路在发生电力扰动情况下保持正常工作的能力。

主要的扰动类型：

- 电压暂降
- 过电压
- 电压畸变
- 电压波动
- 电压不平衡

不同类型：

- 低敏感性：供电电压的扰动对操作仅有非常小的影响。例如：加热设备
- 中敏感性：电压扰动会造成设备工作效果显著降低。例如：电机、紫外线灯
- 高敏感性：电压扰动会造成操作中止，甚至会对支持的设备产生不利影响。例如：IT设备、流程控制

回路对扰动的敏感性决定了是采用共享还是专门的回路设计。最好将敏感负荷与扰动负荷分离开来。例如：将电机供电回路和照明回路分离。

此外，分离照明回路，还可以实现对电力消耗进行分区测量。

## 回路的扰动性

定义：

某个回路对周边回路的工作产生影响的程度。干扰的因素有谐波、浪涌电流、不平衡、高频电流、电磁辐射等。

不同类型：

- 没有干扰：无须采取特别的预防措施
- 偶然的干扰：如果有高敏感性的回路存在，有可能需要采用单独的供电回路。例如：产生谐波的变频器
- 强干扰性：为了装置的正常运行，必须采用专门的回路或者采取降低扰动的措施。例如：产生浪涌电流的电机

## 其他要考虑的因素

- 环境。例如：防雷等级、光照强度
- 电力公司的规章。例如：限制低压电源连接、对中压变电站的访问等
- 设计人员的经验：与以前设计的连贯性或使用以前的部分设计、组件的标准化、已安装设备基础
- 负荷供电限制：电压水平（230伏、400伏、690伏）、回路系统（单相、带有中性线或不带中性线的三相回路等）

# 附录

## 电机保护

**短路保护：**当电机接线端或电机绕组内部发生短路时断开连接。

**热过载保护：**当工作转矩持续超过额定值时断开电机。可以通过测量过高的定子电流或使用PTC探测器来检测过载。

**相电流不平衡保护：**当出现大的电流不平衡时断开电机，电流不平衡会增加功率损耗并引起过热。

**相电流丢失保护：**当某个相电流为零时断开电机，此时可能发生了电缆或连接破坏情况。

**相电压丢失保护：**当供电相电压丢失时断开电机。为了避免三相电机单相运行，次措施是必要的，否则会引起转矩降低、增加定子电流、以及启动不稳。

**接地故障保护：**当电机接线端和接地间发生故障时断开连接。即使故障电流很小，也应采取快速的动作以避免损坏电机。

**相电压反相保护：**当电机接线端的各相接线错误时（比如维护时可能发生这样的情况），切断电机连接以避免电机的反向转动。

**长时启动保护：**当启动时间比正常时间长时（由于机械故障或电压暂降）断开连接，以避免电机过热。

**电机停转保护：**当电机因机械锁定或电压暂降无法启动时断开连接，以避免电机过热。

**堵转保护：**当电机在运行中发生堵转时断开连接，以避免产生过热和机械应力。

**电压不平衡保护：**当出现较大的电压不平衡时断开电机，电压不平衡会增加功率损耗并产生过热。

**欠电流或功率保护：**当定子电流低于正常值时断开电机，这种情况说明泵被排干（有损坏泵的危险）或者传动轴断裂。

**欠电压保护：**断开电机，因为电压过低将不能保证电机的正常运行。

**过电压保护：**断开电机，因为电压过高将不能保证电机的正常运行。

**甩负荷保护：**发现有电压下降的情况时断开电机，以便减少供电负荷并返回到正常电压。

**低功率因数：**可以用于检测带有高空载电流电机的低功率情况。

**频繁启动锁定：**防止过于频繁启动，以避免过热。

# 低压开关柜的选型

选型除了根据单线图的设定，还需要考虑以下因素。

## 环境、大气

包括所有环境限制（平均环境温度、海拔高度、湿度、腐蚀情况、灰尘、冲击等），并加以综合，确定IP和IK保护等级。

## 不同要求：

- 标准：没有特别的环境限制
- 增强：严酷的环境，若干环境参数对安装设备产生重要限制
- 特殊：非典型环境，需要特殊的加强措施

## 服务等级

服务等级（IS）按照用户对操作、维护和可扩展性的要求对低压开关柜进行分类。下表给出了各种等级值。

操作示例：分合断路器，对设备进行上电/去电的开关操作。

维护示例：对连接处进行紧固。

升级示例：连接新增的回路。

	操作	维护	升级
级别1	IS=1.. 操作可以导致开关柜完全停止工作	IS=·1· 操作可以导致开关柜完全停止工作	IS=..1 操作可以导致开关柜完全停止工作
级别2	IS=2.. 操作仅可以导致功能单元停止工作	IS=·2· 操作仅可以导致功能单元停止工作，可以在连接时操作	IS=..2 操作仅可以导致功能单元停止工作，带有备用功能单元
级别3	IS=3.. 操作仅可以导致功能单元电源停止工作	IS=·3· 操作仅可以导致功能单元停止工作，不可以在连接时操作	IS=..3 操作仅可以导致功能单元停止工作，可以自由升级

# 附录

下表列出了与不同服务等级相匹配的主要参数。

功能单元的电气连接类型可以用三个字母表示：

- 第一个字母表示主进线回路的电气连接类型
- 第二个字母表示主出线回路的电气连接类型
- 第三个字母表示辅助设备回路的电气连接类型

应当使用以下字母：

- F表示固定式连接
- D表示可移开式连接
- W表示抽屉式连接

服务等级与其他机械参数相关，例如保护等级 IP、内部隔离排列形式、功能单元或开关设备的连接类型：

服务等级	IP保护等级	分隔形式	功能单元的可更换性
111	2XX	1	FFF
211	2XB	1	FFF
223	2XB	3b	WFD
232	2XB	3b	WFW
233	2XB	3b	WWW
332	2XB	3b	WWW
333	2XB	3b	WWW

保护等级的定义：参见IEC 60529：“柜壳提供的保护等级（IP代码）”。

排列形式和可更换性的定义：参见IEC 60439-1：

“低压开关设备和控制设备组件；第一部分：经过型式测试和部分型式测试的组件”。



# 施耐德电气(中国)投资有限公司

<b>施耐德电气(中国)投资有限公司</b>	北京市朝阳区将台路2号和乔丽晶中心施耐德电气大厦	邮编: 100016	电话: (010) 84346699	传真: (010) 84501130
■ <b>上海分公司</b>	上海市漕河泾开发区宜山路1009号创新大厦201室, 10-12, 15-16层	邮编: 200233	电话: (021) 24012500	传真: (021) 6495 7301
■ <b>张江办事处</b>	上海市浦东新区龙东大道3000号8号楼5楼	邮编: 201203	电话: (021) 38954699	传真: (021) 58963962
■ <b>广州分公司</b>	广州市珠江新城临江大道3号发展中心大厦25层	邮编: 510623	电话: (020) 85185188	传真: (020) 85185195
■ <b>武汉分公司</b>	武汉市汉口建设大道568号新世界国贸大厦1座37层01、02、03、05单元	邮编: 430022	电话: (027) 68850668	传真: (027) 68850488
■ <b>成都分公司</b>	成都市高新技术开发区高棚东路11号	邮编: 610041	电话: (028) 85178879	传真: (028) 85178717
■ <b>天津办事处</b>	天津市河西区围堤道125号天信大厦22层2205-2207室	邮编: 300074	电话: (022) 28408408	传真: (022) 28408410
■ <b>济南办事处</b>	济南市泺源大街229号金龙中心主楼21层D室	邮编: 250012	电话: (0531) 86121765	传真: (0531) 86121628
■ <b>青岛办事处</b>	青岛香港中路59号国际金融中心35层3501B室	邮编: 266071	电话: (0532) 85793001	传真: (0532) 85793002
■ <b>石家庄办事处</b>	石家庄市中山路303号世贸皇冠酒店办公楼12层1201室	邮编: 050011	电话: (0311) 86698713	传真: (0311) 86698723
■ <b>沈阳办事处</b>	沈阳沈河区青年大街219号华新国际大厦8层F/G/H/I座	邮编: 110016	电话: (024) 2396 4339	传真: (024) 2396 4296/97
■ <b>哈尔滨办事处</b>	哈尔滨南岗区红军街15号奥威斯发展大厦22层A, B座	邮编: 150001	电话: (0451) 53009797	传真: (0451) 53009639/9640
■ <b>长春办事处</b>	长春解放大路 2677号长春光大银行大厦1211-12室	邮编: 130061	电话: (0431) 88400302/0303	传真: (0431) 88400301
■ <b>大连办事处</b>	辽宁省大连市沙河口区五一路267号17号楼201-1室	邮编: 116023	电话: (0411) 8476 9100	传真: (0411) 8476 9511
■ <b>西安办事处</b>	西安高新区科技路48号创业广场B座17层1706室	邮编: 710075	电话: (029) 88332711	传真: (029) 88324697/4820
■ <b>太原办事处</b>	太原市府西街268号力鸿大厦B区1003室	邮编: 030002	电话: (0351) 4937186	传真: (0351) 4937029
■ <b>乌鲁木齐办事处</b>	乌鲁木齐市新华北路5号美丽华酒店A座2521室	邮编: 830002	电话: (0991) 2825888ext.2521	传真: (0991) 2848188
■ <b>南京办事处</b>	南京市中山路268号汇杰广场2001-2003室	邮编: 210008	电话: (025) 83198399	传真: (025) 83198321
■ <b>苏州办事处</b>	苏州市工业园区苏华路2号国际大厦1711-1712室	邮编: 215021	电话: (0512) 68622550	传真: (0512) 68622620
■ <b>无锡办事处</b>	无锡市太湖广场永和路28号无锡工商综合大楼17层	邮编: 214021	电话: (0510) 81009780	传真: (0510) 81009760
■ <b>南通办事处</b>	江苏省南通市跃龙路48号百乐门大酒店4001室	邮编: 226000	电话: (0513) 85586789	传真: (0513) 85586785
■ <b>常州办事处</b>	常州市局前街2号常州椿庭楼宾馆1216室	邮编: 213000	电话: (0519) 8130710	传真: (0519) 8130711
■ <b>合肥办事处</b>	合肥市长江东路1104号古井假日酒店820房间	邮编: 230011	电话: (0551) 4291993	传真: (0551) 2206956
■ <b>杭州办事处</b>	杭州市凤起路78号浙金广场四层	邮编: 310003	电话: (0571) 85271466	传真: (0571) 85271305
■ <b>南昌办事处</b>	江西南昌市八一大道357号财富广场2701室	邮编: 330003	电话: (0791) 6272972	传真: (0791) 6295323
■ <b>福州办事处</b>	福州市仓山区建新镇闽江大道169号水乡温泉住宅区二期29号楼102单元	邮编: 350000	电话: (0591) 87114853	传真: (0591) 87112046
■ <b>洛阳办事处</b>	洛阳市涧西区凯旋西路88号华阳广场国际大饭店609室	邮编: 471003	电话: (0379) 65588678	传真: (0379) 65588679
■ <b>厦门办事处</b>	厦门市思明区厦禾路189号银行中心2502-03A室	邮编: 361003	电话: (0592) 2386700	传真: (0592) 2386701
■ <b>宁波办事处</b>	宁波市江东北路1号宁波中信国际大酒店833室	邮编: 315010	电话: (0574) 87706808	传真: (0574) 87717043
■ <b>温州办事处</b>	温州市车站大道高联大厦写字楼9层B2号	邮编: 325000	电话: (0577) 8607225/6/7/9	传真: (0577) 86072228
■ <b>成都办事处</b>	成都市顺城大街308号冠城广场27楼 A-F 座	邮编: 610017	电话: (028) 86528282	传真: (028) 86528383
■ <b>重庆办事处</b>	重庆市渝中区邹容路68号重庆大都会商厦12楼1211-12室	邮编: 400010	电话: (023) 63839700	传真: (023) 63839707
■ <b>佛山办事处</b>	佛山市祖庙路33号百花广场26层2622-2623室	邮编: 528000	电话: (0757) 83990312/0029/1312	传真: (0757) 83991312
■ <b>昆明办事处</b>	云南省昆明市三市街6号柏联广场A座10层07-08单元	邮编: 650021	电话: (0871) 364 7550	传真: (0871) 364 7552
■ <b>长沙办事处</b>	长沙市劳动西路215号湖南佳程酒店14层01, 10, 11室	邮编: 410011	电话: (0731) 5112588	传真: (0731) 5159730
■ <b>郑州办事处</b>	郑州市金水路115号中州皇冠假日酒店C座西翼二层	邮编: 450003	电话: (0371) 6593 9211	传真: (0371) 6593 9213
■ <b>中山办事处</b>	中山市中山三路18号中银大厦18楼1813室	邮编: 528403	电话: (0760) 8235971	传真: (0760) 8235979
■ <b>鞍山办事处</b>	鞍山市铁东区南胜利路21号万科写字楼2009室	邮编: 114001	电话: (0412) 5575511/5522	传真: (0412) 5573311
■ <b>烟台办事处</b>	烟台市南大街9号金都大厦2514室	邮编: 264001	电话: (0535) 339 3899	传真: (0535) 339 3998
■ <b>南宁办事处</b>	广西南宁市青秀区民族大道111号的广西发展大厦第十层	邮编: 530000	电话: (0771) 5519761/62	传真: (0771) 5519760
■ <b>东莞办事处</b>	东莞市南城区体育路2号鸿禧中心A406室	邮编: 523070	电话: (0769) 2241 3010	传真: (0769) 2241 3160
■ <b>深圳办事处</b>	深圳市罗湖区深南东路5047号深圳发展银行大厦17层H-1室	邮编: 518001	电话: (0755) 25841022	传真: (0755) 82080250
■ <b>泰州办事处</b>	江苏省泰州市江州南路111号中丹宾馆328房间	邮编: 225300	电话: (0523) 86995328	传真: (0523) 86995326
■ <b>扬中办事处</b>	扬中市前进北路52号扬中宾馆2018号房间	邮编: 212000	电话: (0511) 88398528	传真: (0511) 88398538
■ <b>贵阳办事处</b>	贵阳市中华南路49号贵航大厦12层1204单元	邮编: 550002	电话: (0851) 5887006	传真: (0851) 5887009
■ <b>海口办事处</b>	海南省海口市文华路18号的海南文华大酒店的第六层 607室	邮编: 570305	电话: (0898) 6859 7287	传真: (0898) 6859 7295
■ <b>施耐德(香港)有限公司</b>	香港鲗鱼涌英皇道979号太古坊和域大厦13楼东翼		电话: (00852) 25650621	传真: (00852) 28111029
■ <b>施耐德电气中国研修学院</b>	北京市朝阳区将台路2号和乔丽晶中心施耐德电气大厦	邮编: 100016	电话: (010) 84346699	传真: (010) 84501130

客户关爱中心热线: 400 810 1315



客户关爱中心热线：**400 810 1315**

施耐德电气  
Schneider Electric China  
[www.schneider-electric.cn](http://www.schneider-electric.cn)

北京市朝阳区将台路2号  
和乔丽晶中心施耐德电气大厦  
邮编: 100016  
电话: (010) 8434 6699  
传真: (010) 8450 1130

Schneider Electric Building, Chateau Regency,  
No.2 Jiangtai Road, Chaoyang District  
Beijing 100016, China  
Tel: (010) 8434 6699  
Fax: (010) 8450 1130

由于标准和材料的变更，文中所述特性和本资料中的图像只有经过我们的业务部门确认以后，才对我们有约束。



本手册采用生态纸印刷