

# 代理商在线进阶培训

## 第五讲 数据中心供配电系统架构

施耐德数据中心ITB

杜鹏

2012.11.1

# 目录

- 1 数据中心标准
- 2 数据中心供配电系统组成和各组件功能
- 3 选择UPS系统的配置
- 4 数据中心典型供配电系统比较
- 5 数据中心电气图纸及图形符号
- 6 施耐德数据中心供配电系统解决方案

# 议程

1

数据中心标准

2

数据中心供配电系统组成和各组件功能

3

选择UPS系统的配置

4

数据中心典型供配电系统比较

5

数据中心电气图纸及图形符号

6

施耐德数据中心供配电系统解决方案

# 1.1 数据中心标准列表

## ● 国家标准

- GB50174-2008 《电子信息系统机房设计规范》
- GB50462-2008 《电子信息系统机房施工及验收规范》
- 国家建筑标准设计图集-09DX009 《电子信息系统机房工程设计与安装》
- JGJ16-2008 《民用建筑电气设计规范》
- GB50052-2009 《供配电系统设计规范》
- GB50054-2011 《低压配电设计规范》
- GB2887—89 《计算站场地技术条件》
- GB/T9361-2011 《计算站场地安全要求》
- GB/T2887-2011 《电子计算机场地通用规范》
- GBJ52-83 《工业与民用供电系统设计规范》
- GBJ54-83 《低压配电装置及线路设计规范》
- GB50055-2011 《通用用电设备设计规范》

## ● 国家标准续

- GB50053-94 《10kV及以下变电所设计规范》
- GB50057-2010 《建筑物防雷设计规范》
- GB50034-2004 《建筑照明设计标准》
- GB50343-2004 《建筑物电子信息系统防雷技术规范》
- ANSI\_TIA-942-2005 《数据中心用远程通信基础设施标准》
- GB 7260.1-2008 IEC62040-1-1 2002 《操作人员触及区使用的UPS的一般规定和安全要求》
- GB 7260.2-2003 IEC62040-2 1999 《UPS电磁兼容性要求》
- GB 7260.3-2003 IEC62040-3 1999 《UPS确定性能的方法和试验要求》
- GB 7260.4-2008 第1-2部分 《限制触及区使用的UPS的一般规定和安全要求》

# 1.1 数据中心标准列表（续）

## ● 美国国家标准协会与行业协会的共同标准

- ANSI/TIA-942-2005 《 Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers 》
- 美国国家标准协会/美国通信行业协会-942-2005： 《数据中心通信设施标准》
- ANSI / BICSI-002-2011 《 Data Center Design and Implementation Best Practices》
- 美国国家标准协会/ 国际建筑业咨询服务协会-002-2011： 《数据中心设计与实施的最佳实践》

# 1.2 数据中心的分级

## ● 分级原则

- 按照基础设施（**Infrastructure**）的故障导致IT系统运行中断在经济和社会上造成的损失或影响程度进行分级；
- 可靠性（**Reliability**）和可用性（**Availability**）；
- 节能要求。

## ● 可用性

- “可用性”即电源保持供电并正常运行以支持关键负载的时间百分比估算值。

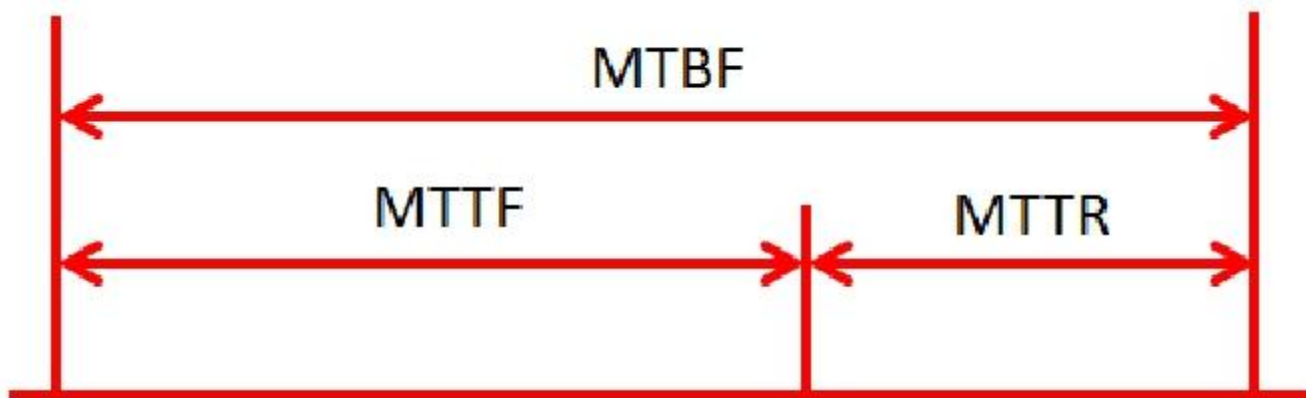
# 1.2 数据中心的分级

● 可用性 =  $MTTF / (MTTF + MTTR) = MTTF / MTBF$

● MTTF: Mean Time To Failure = 平均无故障时间

● MTTR: Mean Time To Repair = 平均维修时间

● MTBF: Mean Time Between Failure = 平均故障间隔时间

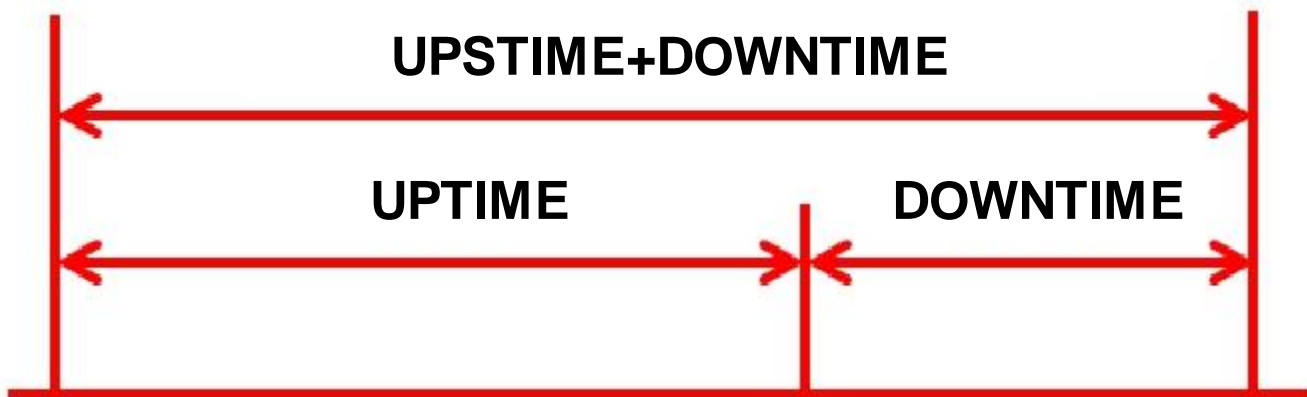




# 1.2 数据中心的分级

● 可用性 =  $\text{UPTIME} / (\text{UPTIME} + \text{DOWNTIME})$

- Uptime: 正常运行时间
- Downtime: 停止运行时间



# 1.2 数据中心的分级

## ● 国家标准对数据中心基础设施的分级

- GB 50174-2008: 《电子信息系统机房设计规范》将机房划分为 **A**、**B**、**C** 三级，从可靠性和可用性指标，以及对国民经济和社会的影响进行排列，三级从高到低的排列顺序为：**A**、**B**、**C**。
- GB 50174-201x: 《数据中心基础设施设计规范》将数据中心划分为 **A**、**B1**、**B2**、**C** 四级，从可靠性和可用性指标，以及对国民经济和社会的影响进行排列，四级从高到低的排列顺序为：**A**、**B1**、**B2**、**C**。
  - A级：容错数据中心
  - B1级：冗余和同时维护
  - B2级：冗余配置
  - C级：基本要求

# 1.2 数据中心的分级

## ● 美国国家标准协会与专业协会合作的标准的分级

● **ANSI/TIA-942** 《数据中心通信设施标准》将数据中心划分为**Tier I**、**Tier II**、**Tier III**、**Tier IV** 四个等级，从可靠性和可用性指标排列，四级从高到低的排列顺序为：**Tier I**、**Tier II**、**Tier III**、**Tier IV**。

- Tier IV：容错数据中心
- Tier III：冗余和同时维护
- Tier II：冗余配置
- Tier I：基本要求

# 1. 3各级数据中心的供电系统的要求

## ● GB 50174-201X 中对各级数据中心的供电的要求

### ● A 级：

- A级机房内的场地设备应按**容错系统**配置，在电子信息系统运行期间，场地设备不应因操作失误、设备故障、外电源中断、维护和检修而导致电子信息系统运行中断。

## ● ANSI/TIA-942中对各级数据中心的供电的要求

### ● Tier IV： **容错结构**：

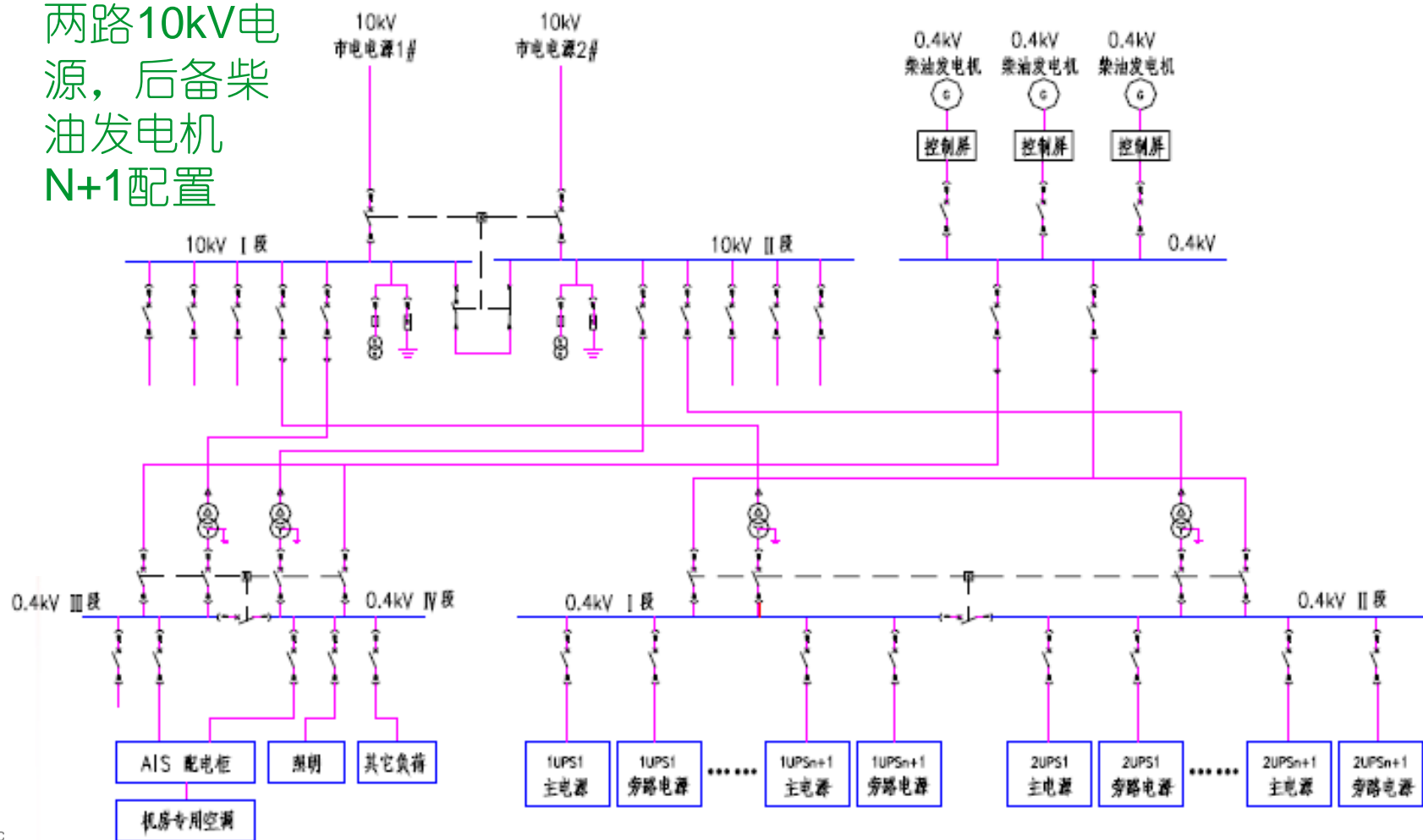
- 四级数据中心允许对重要负荷进行任何有计划（不会中断系统）的操作。容错功能至少能够顶住一次最严重的意外事故。供电方面要求有两套独立的UPS系统，每套为N+1冗余。四级数据中心需要所有的计算机硬件有双路电源输入。

# 1. 3各级数据中心的供电系统的要求

## ● GB 50174-201X 中对各级数据中心供电的要求举例

### ● A级机房供电系统图，容错系统配置

两路10kV电  
源，后备柴  
油发电机  
N+1配置



# 1. 3各级数据中心的供电系统的要求

## ● GB 50174-201X 中对各级数据中心的供电的要求

### ● B1 级

- B1级数据中心应具有**冗余和同时维护**能力。在电子信息系统运行期间，基础设施在冗余能力范围内，不应因设备故障而导致电子信息系统运行中断；在设备检修维护期间，基础设施应保障电子信息系统正常运行。

## ● ANSI/TIA-942中对各级数据中心的供电的要求

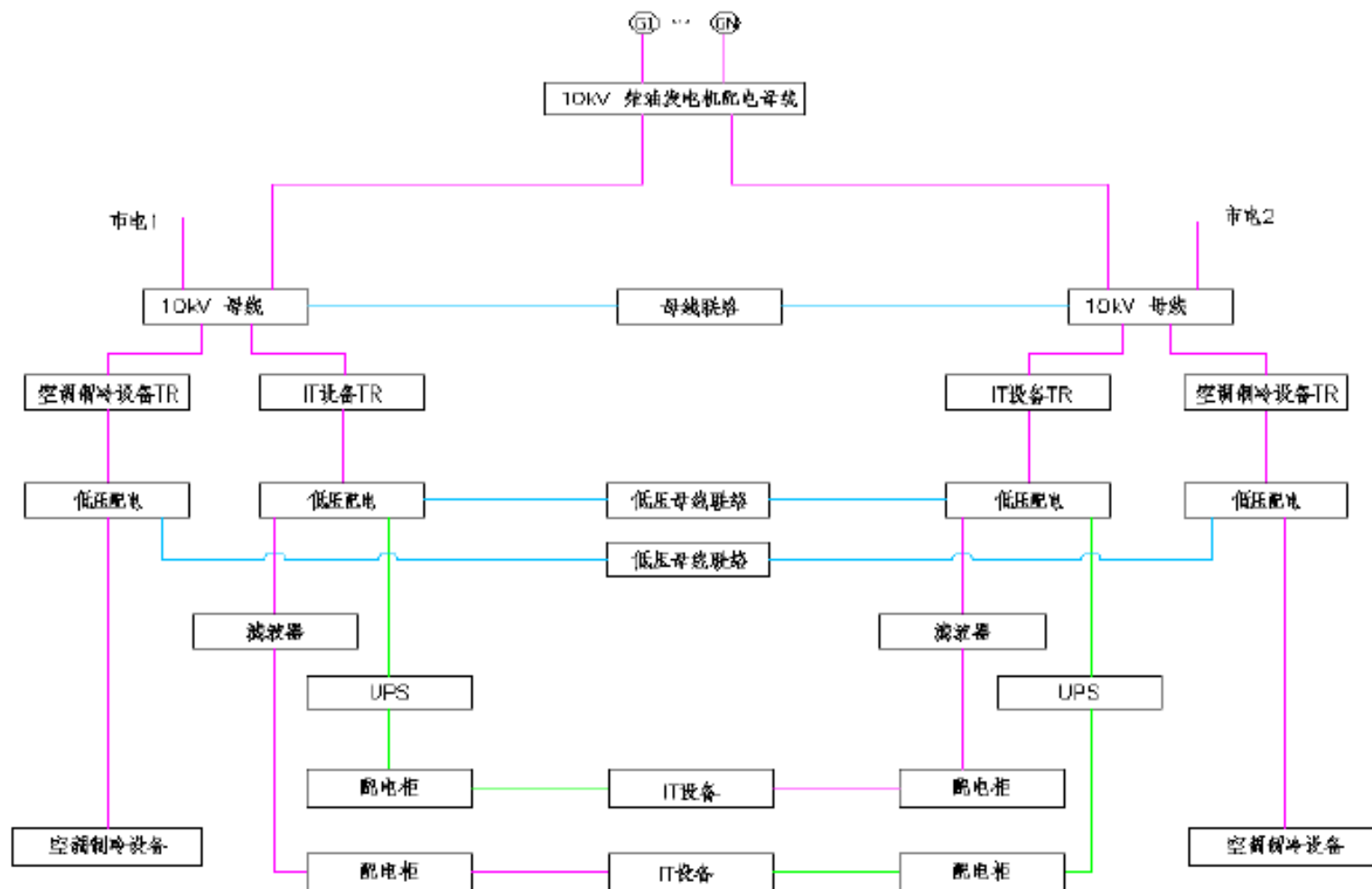
### ● Tier III: **同时维护结构:**

- 三级数据中心允许任何有计划行为，而且不会以任何方式影响计算机的运行。有计划的行为包括维护、更换、增加、切除和测试设备、元件或系统。例如对于大型数据中心使用的冷却水系统，应采用两套独立的系统。当对一条线路进行维护或测试时，另一条线路需要有足够的容量满足负荷需要。误操作或设备故障仍有可能引起系统中断。

# 1. 3各级数据中心的供电系统的要求

## ● GB 50174-201X 中对各级数据中心供电的要求举例

### ● B1级机房供电系统图(冗余和同时维护配置)



# 1. 3各级数据中心的供电系统的要求

## ● GB 50174-201X 中对各级数据中心的供电的要求

### ● B2 级

- B级机房内的场地设备应按**冗余**要求配置，在系统运行期间，场地设备在冗余能力范围内，不应因设备故障而导致电子信息系统运行中断。

## ● ANSI/TIA-942中对各级数据中心的供电的要求

### ● Tier II: **冗余结构**

- 有冗余结构的二级数据中心与一级数据中心相比不易受有意识或无意识行为的影响而发生中断。二级数据中心有活地板、UPS和发电机，但各系统仅仅是(N+1)冗余配置,管线为单一回路。重要线路或超出冗余部份的设备故障或维护时系统仍需中断。

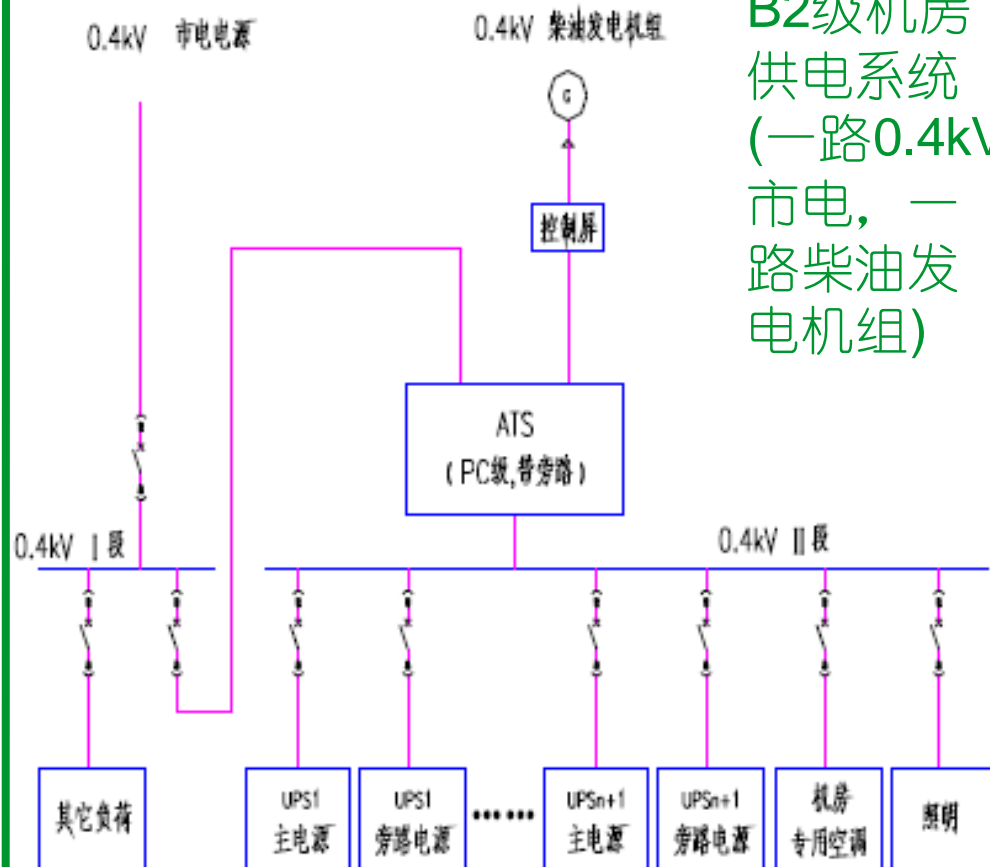
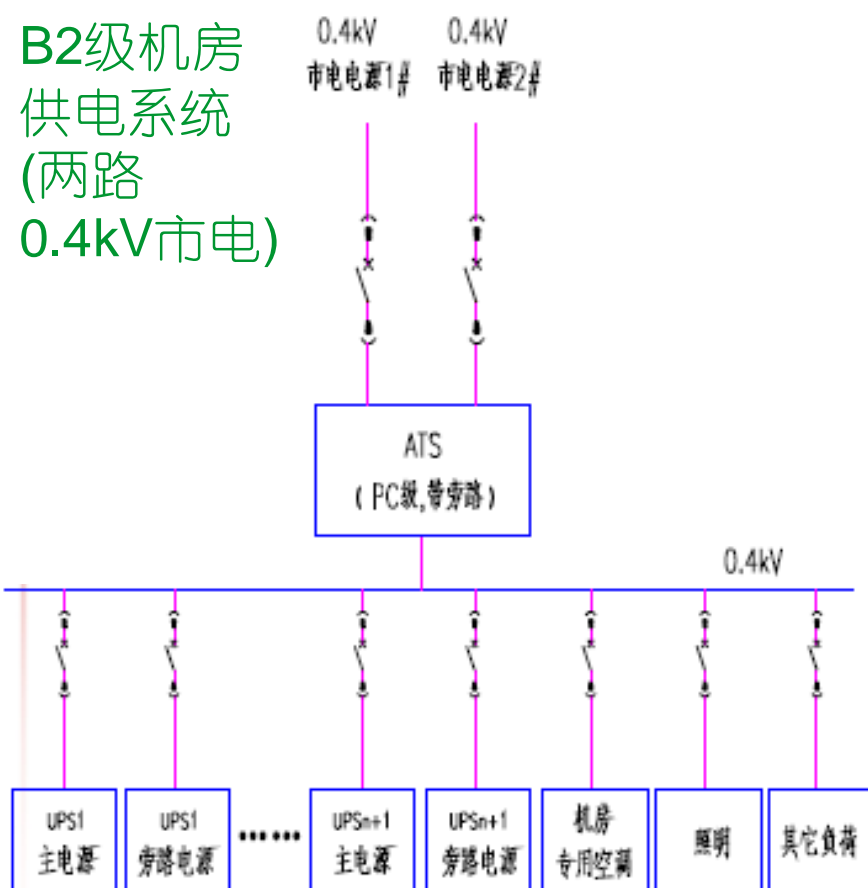


# 1. 3各级数据中心的供电系统的要求

## ● GB 50174-201X 中对各级数据中心供电的要求举例

### ● B2级机房供电系统图(冗余配置)

B2级机房  
供电系统  
(两路  
0.4kV市电)



B2级机房  
供电系统  
(一路0.4kV  
市电，一  
路柴油发  
电机组)

# 1. 3各级数据中心的供电系统的要求

## ● GB 50174-201X 中对各级数据中心的供电的要求

### ● C 级

- C级电子信息系统机房内的场地设备应按**基本需求**配置，在场地设备正常运行情况下，应保证电子信息系统运行不中断。

## ● ANSI/TIA-942中对各级数据中心的供电的要求

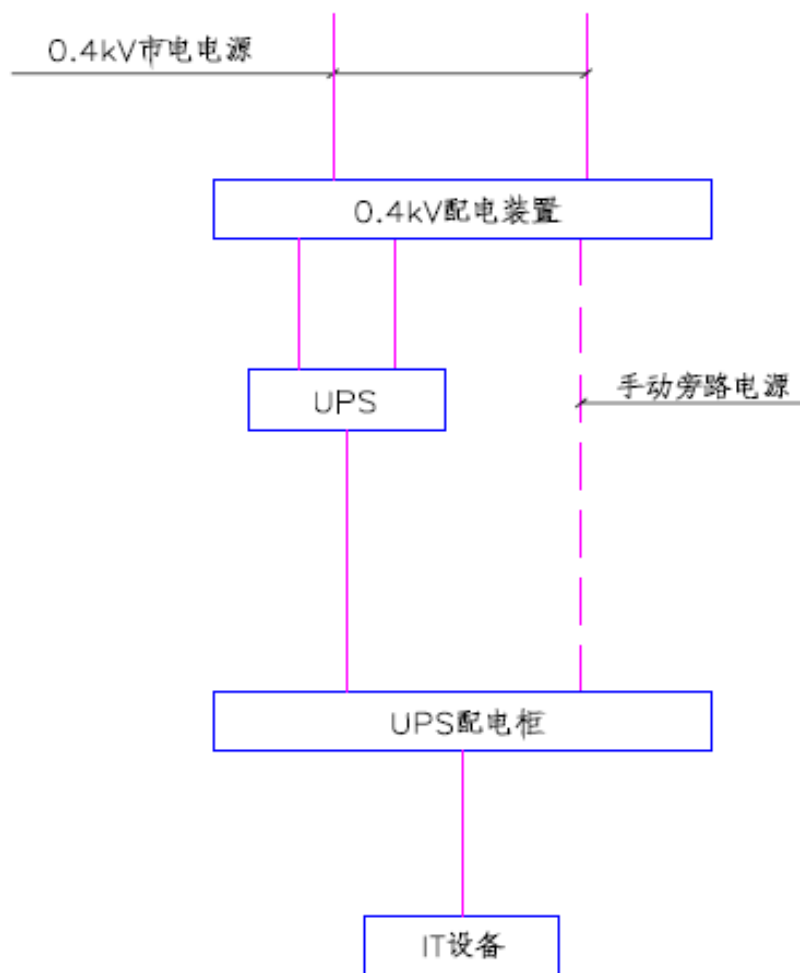
### ● Tier I : **基本要求**

- 一级数据中心易受到一些有意识或无意识行为的影响而中断。它有计算机配电和冷却系统，但可能没有活地板、UPS或发电机。如果有UPS或发电机，那只能满足基本需求，没有冗余，且存在许多单点故障。在进行维护时，系统停止运行。紧急情况时可能发生中断。操作失误或设备故障将引起数据中心运行中断。

# 1. 3各级数据中心的供电系统的要求

## ● GB 50174-201X 中对各级数据中心供电的要求举例

### ● C级机房供电系统图(基本配置)



# 1.3 各级数据中心的供电系统的要求

●GB 50174-2008 《电子信息系统机房设计规范》对电力的技术要求

项目	技术要求			备注
	A级	B级	C级	
供电电源	两个电源供电 两个电源不应同时受到损坏		两回线路供电	-
变压器	M (1+1) 冗余 (M=1、2、3.....)		N	用电容量较大时设置专用电力变压器供电
后备柴油发电系统	N 或 (N+X)冗余 (X=1~N)	N 供电电源不能满足要求时	不间断电源系统的供电时间满足信息存储要求时,可不设置柴油发电机组。	-

# 1.3 各级数据中心的供电系统的要求

● GB 50174-2008 《电子信息系统机房设计规范》对电力的技术要求

项目	技术要求			备注
	A级	B级	C级	
后备柴油发电机的基本容量	应包括不间断电源系统的基本容量、空调和制冷设备的基本容量、应急照明和消防等涉及生命安全的负荷容量		-	-
柴油发电机燃料存储量	72h	24h	-	-
不间断电源系统配置	2N或M(N+1) 冗余 (M=2, 3, 4.....)	N+X 冗余 (X=1~N)	N	-

# 1.3 各级数据中心的供电系统的要求

● GB 50174-2008 《电子信息系统机房设计规范》对电力的技术要求

项目	技术要求			备注
	A级	B级	C级	
不间断电源系统 电池备用时间	15min 柴油发电机作为后备电源时		根据实际需要 确定	-
空调系统配电	双路电源(其中 至少一路为应 急电源), 末端 切换。采用放 射式配电系统。	双路电源, 末 端切换。采用 放射式配电系 统。	采用放射式配 电系统。	-

# 1.3 各级数据中心的供电系统的要求

●GB 50174-2008 《电子信息系统机房设计规范》对**供电质量**的要求

项目	技术要求			备注
	A级	B级	C级	
稳态电压偏移范围(%)	$\pm 3$		$\pm 5$	
稳态频率偏移范围(Hz)	$\pm 0.5$			电池逆变工作方式
输入电压波形失真度 (%)	$\leq 5$			电子信息设备正常工作时
零地电压(V)	$< 2$			应满足设备使用要求
允许断电持续时间(ms)	0~4	0~10	-	-
不间断电源系统输入端THDI含量(%)	$< 15$			3-39次谐波

# 1. 3各级数据中心的供电系统的要求



## 各级数据中心的主要特征

	Tier I	Tier II	Tier III	Tier IV
电源系统	单系统	单系统	单系统	双系统
UPS + 发电机	非强制性	非强制性	强制性	强制性
系统冗余性	N	N + 1	每条路径N + 1	2 (N+1)
供电路径的数量	1	1	1主用, 1备用	两路同时主用
最终功率总额(W/m <sup>2</sup> )	200 – 300	400 – 500	1000 – 1500	> 1500
维修性	按照需要	按照需要	预防性+计划性	预防性+计划性
基础设施引起的 IT 年 平均宕机时间	28.8小时	22.0小时	1.6小时	0.4小时
基础设施的可用性	99,671%	99,749%	99,982%	99,995%



# 1. 3各级数据中心的供电系统的要求

“9”的位数	可用性	年平均宕机时间
1	90%	36.5 天
2	99%	3.7 天
3	99.9%	8.8 小时
4	99.99%	52.6 分钟
5	99.999%	5.3 分钟
6	99.9999%	31.5 秒钟
7	99.99999%	3.15 秒钟

## 分级设计指南：电气

	Tier I	Tier II	Tier III	Tier IV
供电路径数量	1	1	1个主供电 1个备份供电	2个主供电 同时供电
市电引入	单路供电	单路供电	双路供电	双路供电，来自 两个变电站
运行中允许同时维护	No	No	Yes	Yes
IT和通讯设备的供电	单路，100% 供电能力	双路，每路 100%供电能力	双路，每路 100%供电能力	双路，每路 100%供电能力
发电机与UPS 容量匹配	Yes	Yes	Yes	Yes
发电机燃油储备 (满载)	8小时	24小时	72小时	96小时



# 1.4 数据中心供电系统的其他相关要求

## 供配电

- 供配电系统应为电子信息系统的可扩展性**预留备用容量**。
- 电子信息系統机房应由专用配电**变压器或专用回路供电**，变压器宜采用干式变压器。
- 电子信息设备应由不间断电源系统供电。不间断电源系统应有自动和手动旁路装置。确定**不间断电源系统的基本容量时应留有余量**，不间断电源系统的基本容量可按下式计算：

$$E \geq 1.2P \quad (8.1.7-1)$$

式中：

**E** — 不间断电源系统的**基本容量**(不包含备份不间断电源设备 kW/kVA)

**P** — 电子信息设备的**计算负荷** (kW/kVA) 。

# 1. 4数据中心供电系统的其他相关要求

## 供配电续

- 用于电子信息系统机房内的动力设备与电子信息设备的不间断电源系统应由不同回路配电。
  - 电子信息设备的配电应采用专用配电箱(柜)，专用配电箱(柜)应靠近用电设备安装。
  - 电子信息设备专用配电箱(柜)宜配备浪涌保护器(SPD)电源监控和报警装置，并提供远程通信接口。
- 当输出端中性线与PE线之间的电位差不能满足设备使用要求时，宜配备隔离变压器。
- 市电与柴油发电机的切换应采用具有旁路功能的自动转换开关。自动转换开关检修时，不应影响电源的切换。

# 1. 4数据中心供电系统的其他相关要求

## 机房照明

表：主机房和辅助区一般照明的照度标准值

房间名称		照度标准值 (Lx)	统一眩光值 (URG)	一般显色指数 (Ra)
主机房	服务器设备区	500	22	80
	网络设备区	500	22	
	存贮设备区	500	22	
辅助区	进线间	300	25	
	控制中心	500	19	
	测试区	500	19	
	打印室	500	19	
	备件库	300	22	

# 1. 4数据中心供电系统的其他相关要求

## 负荷分级

- 用电负荷应根据供电可靠性及中断供电所造成的损失或影响的程度，分为一级负荷、二级负荷及三级负荷。各级负荷应符合下列规定：
  - 1 符合下列情况之一时，应为**一级负荷**：
    - 1)中断供电将造成**人身伤亡**；
    - 2)中断供电将造成**重大**影响或**重大**损失；
    - 3)中断供电将破坏有**重大**影响的用电单位的正常工作，或造成公共场所秩序**严重**混乱。在一级负荷中，当中断供电将发生中毒、爆炸和火灾等情况的负荷，以及特别重要场所的不允许中断供电的负荷，应为特别重要的负荷。
  - 2 符合下列情况之一时，应为**二级负荷**：
    - 1)中断供电将造成**较大**影响或损失；
    - 2)中断供电将影响重要用电单位的正常工作或造成公共场所秩序混乱。
  - 3 不属于一级和二级的用电负荷应为**三级负荷**。

# 1.4 数据中心供电系统的其他相关要求

## 配电屏布置

- 成排布置的配电屏，其屏前屏后的通道净宽不应小于表4.7.4的规定。

表 4.7.4 配电屏前后的通道净宽 (m)

装置种类 \ 布置方式	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	1.8	1.0	2.3	1.0	1.8	1.0
控制屏 (柜)	1.5	0.8	2.0	0.8	—	—

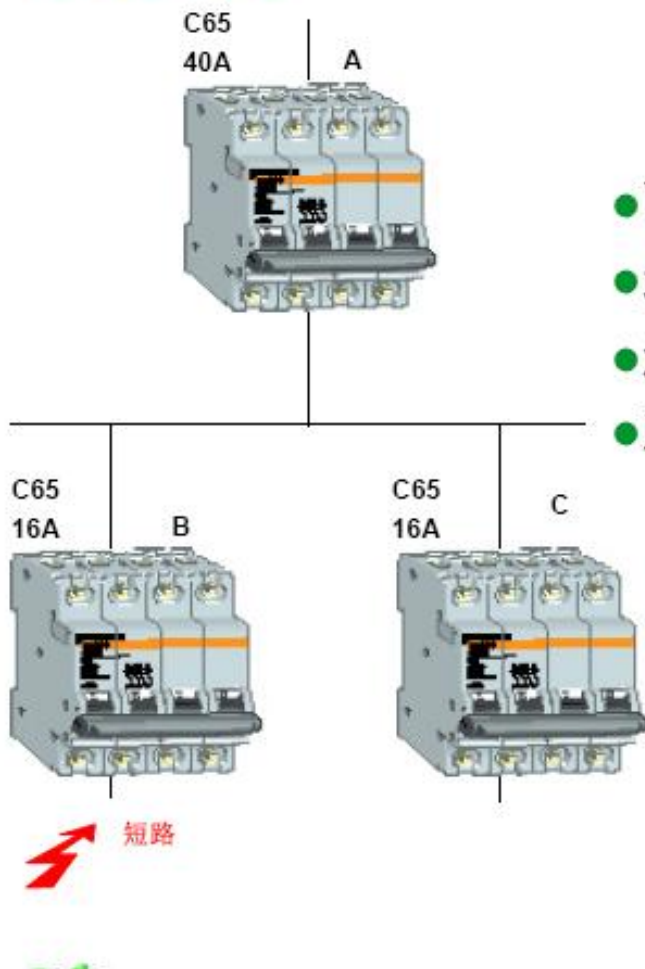
- 注：1 当建筑物墙面遇有柱类局部凸出时，凸出部位的通道宽度可减少0.2m；
- 2 各种布置方式，屏端通道不应小于0.8m。

# 1. 4数据中心供电系统的其他相关要求

## 配电线路

- 当维护、测试和检修设备需断开电源时，应设置**隔离电器**。
- 配电线路应装设**短路保护**、**过负载保护**和**接地故障保护**，作用于切断供电电源或发出报警信号。
- 配电线路采用的**上下级保护电器**，其动作应具有**选择性**；各级之间应能协调配合。但对于非重要负荷的保护电器，可采用无选择性切断。
- 当保护电器为符合《低压断路器》（JB1284－85）的**低压断路器**时，短路电流不应小于低压断路器瞬时或短延时过电流脱扣器整定电流的1.3倍。

# 选择性



- 可以是全部或部分的选择性
- 最大限度的保证供电的连续性
- 通过断开离故障点最近的断路器来排除故障
- 左图的例子中，只有断路器 **B** 断开



# 1. 4数据中心供电系统的其他相关要求

## 过负载保护

- 过负载保护电器的动作特性应同时满足下列条件：

$$I_B \leq I_n \leq I_z \quad (4. 3. 4-1)$$

$$I_2 \leq 1. 45 I_z \quad (4. 3. 4-2)$$

式中

$I_B$ --线路**计算负载电流** (A) ；

$I_n$ --熔断器熔体额定电流或**断路器额定电流**或**整定电流** (A) ；

$I_z$ --**导体**允许持续**载流量** (A) ；

$I_2$ --保证保护电器可靠动作的电流 (A) 。当保护电器为低压断路器时， $I_2$ 为约定时间内的约定动作电流；当为熔断器时，人为约定时间内的约定熔断电流。

# 议程

1 数据中心标准

2 数据中心供配电系统组成和各组件功能

3 选择UPS系统的配置

4 数据中心典型供配电系统比较

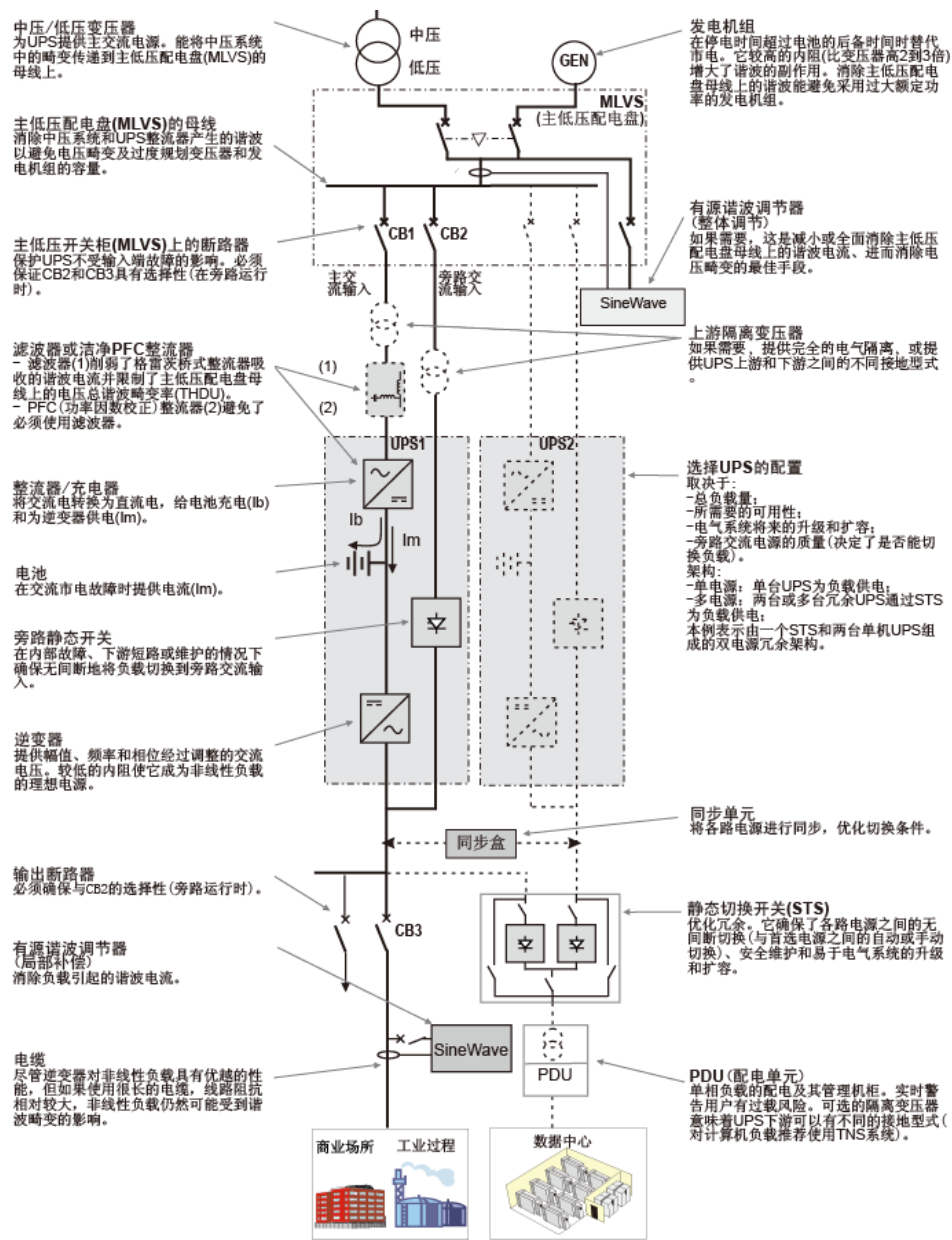
5 数据中心电气图纸及图形符号

6 施耐德数据中心供配电系统解决方案

## 2. 数据中心供配电系统的组成和各组件的功能

### ● 供配电系统的可能组成部件

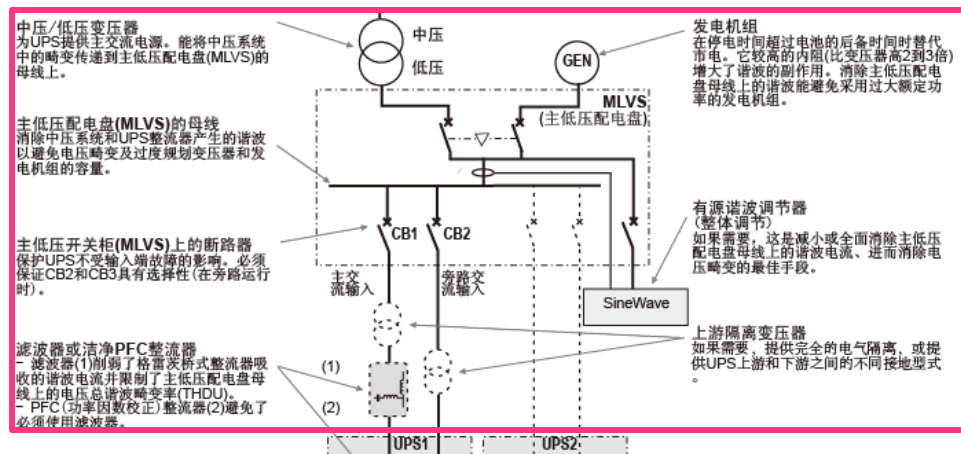
- 中压/低压配电变压器
- 备用发电机组
- 主低压配电柜
- 主交流电源或者旁路交流的隔离（电压匹配）变压器
- 各组型号的UPS主机
- UPS的输出配电单元（含或者不含隔离变压器）
- STS
- 母线和/或电缆
- 谐波滤波器系统



## 2. 数据中心供配电系统的组成和各组件的功能

### ● 供配电系统各组件的功能

#### ● UPS上游配电

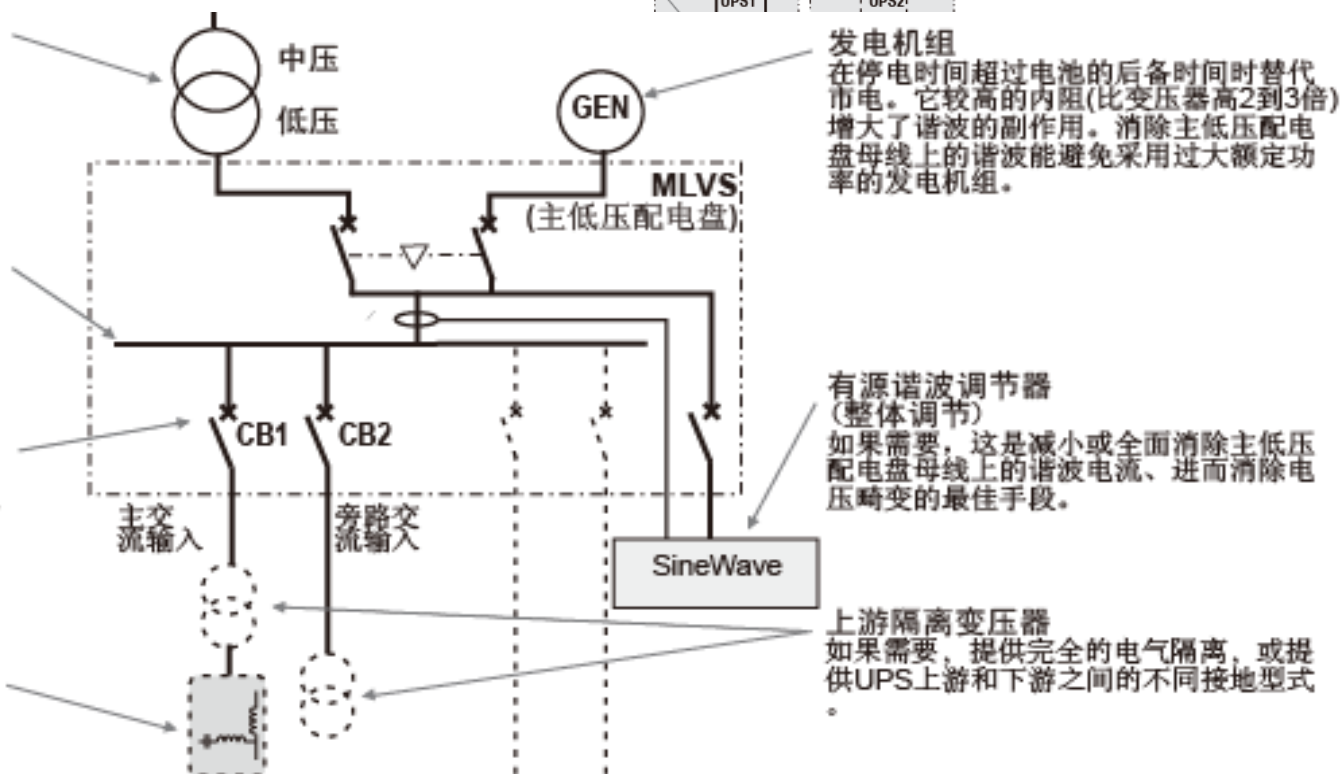


中压/低压变压器  
为UPS提供主交流电源。能将中压系统中的畸变传递到主低压配电盘(MLVS)的母线上。

主低压配电盘(MLVS)的母线  
消除中压系统和UPS整流器产生的谐波以避免电压畸变及过度规划变压器和发电机组的容量。

主低压开关柜(MLVS)上的断路器  
保护UPS不受输入端故障的影响。必须保证CB2和CB3具有选择性(在旁路运行时)。

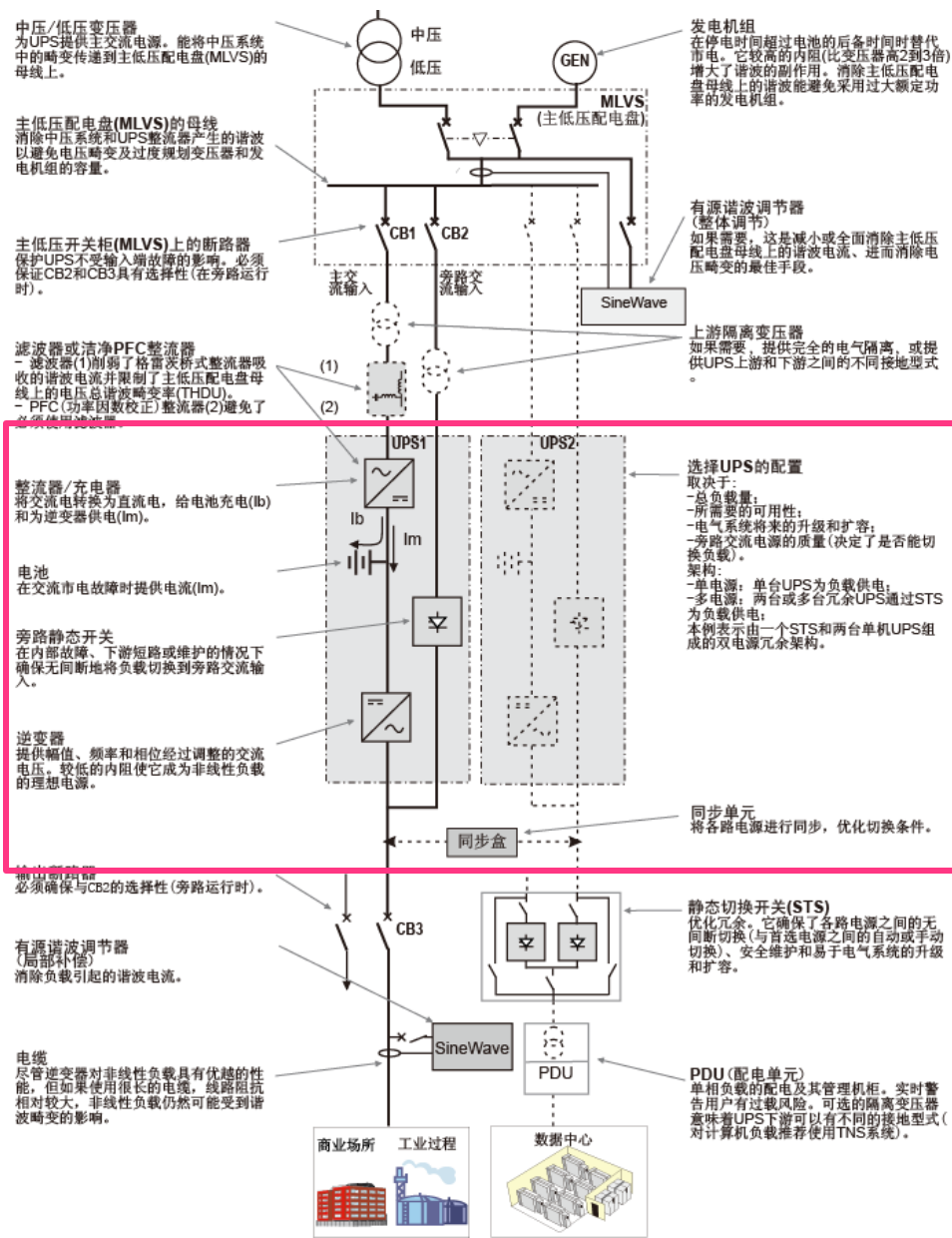
谐波滤波器  
- 滤波器(1)削弱了格雷茨桥式整流器吸收的谐波电流并限制了主低压配电盘母线上的电压总谐波畸变率(THDU)。



# 2. 数据中心供配电系统的组成和各组件的功能

## ● 供配电系统各组件的功能

### ● UPS系统



## 2. 数据中心供配电系统的组成和各组件的功能

### ● 供配电系统各组件的功能

#### ● UPS系统

洁净PFC整流器

- PFC(功率因数校正)整流器(2)避免了必须使用滤波器。

整流器/充电器

将交流电转换为直流电, 给电池充电( $I_b$ )和为逆变器供电( $I_m$ )。

电池

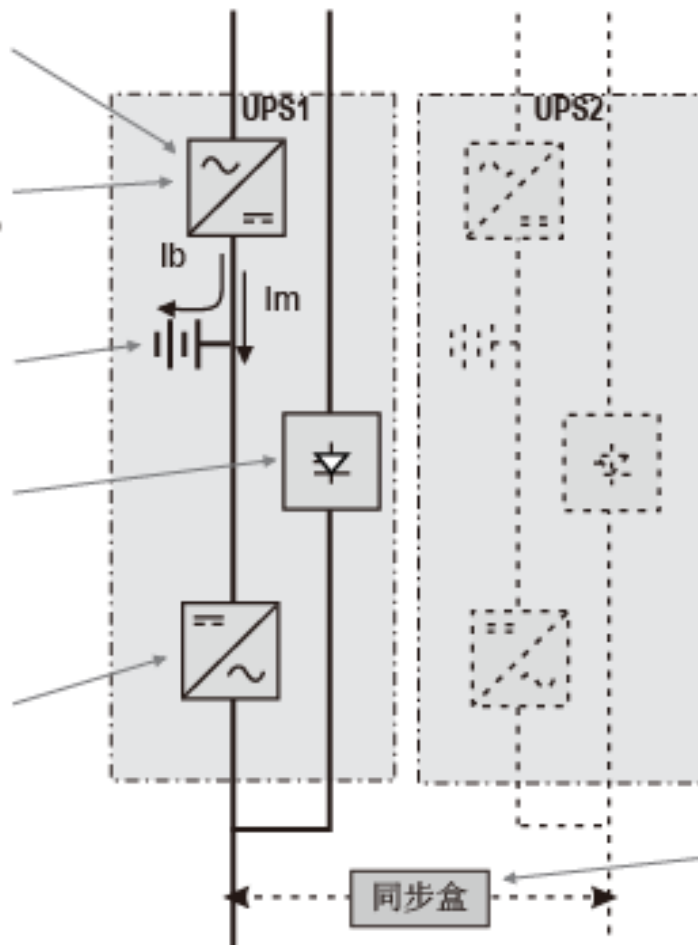
在交流市电故障时提供电流( $I_m$ )。

旁路静态开关

在内部故障、下游短路或维护的情况下确保不间断地将负载切换到旁路交流输入。

逆变器

提供幅值、频率和相位经过调整的交流电压。较低的内阻使它成为非线性负载的理想电源。



选择UPS的配置

取决于:

- 总负载量;
- 所需要的可用性;
- 电气系统将来的升级和扩容;
- 旁路交流电源的质量(决定了是否能切换负载)。

架构:

- 单电源: 单台UPS为负载供电;
  - 多电源: 两台或多台冗余UPS通过STS为负载供电;
- 本例表示由一个STS和两台单机UPS组成的双电源冗余架构。

同步单元

将各路电源进行同步, 优化切换条件。



## 2. 数据中心供配电系统的组成和各组件的功能

输出配电单元(PDU)

UPS系统的输出配电及其管理。

输出断路器

必须确保与CB2的选择性(旁路运行时)。

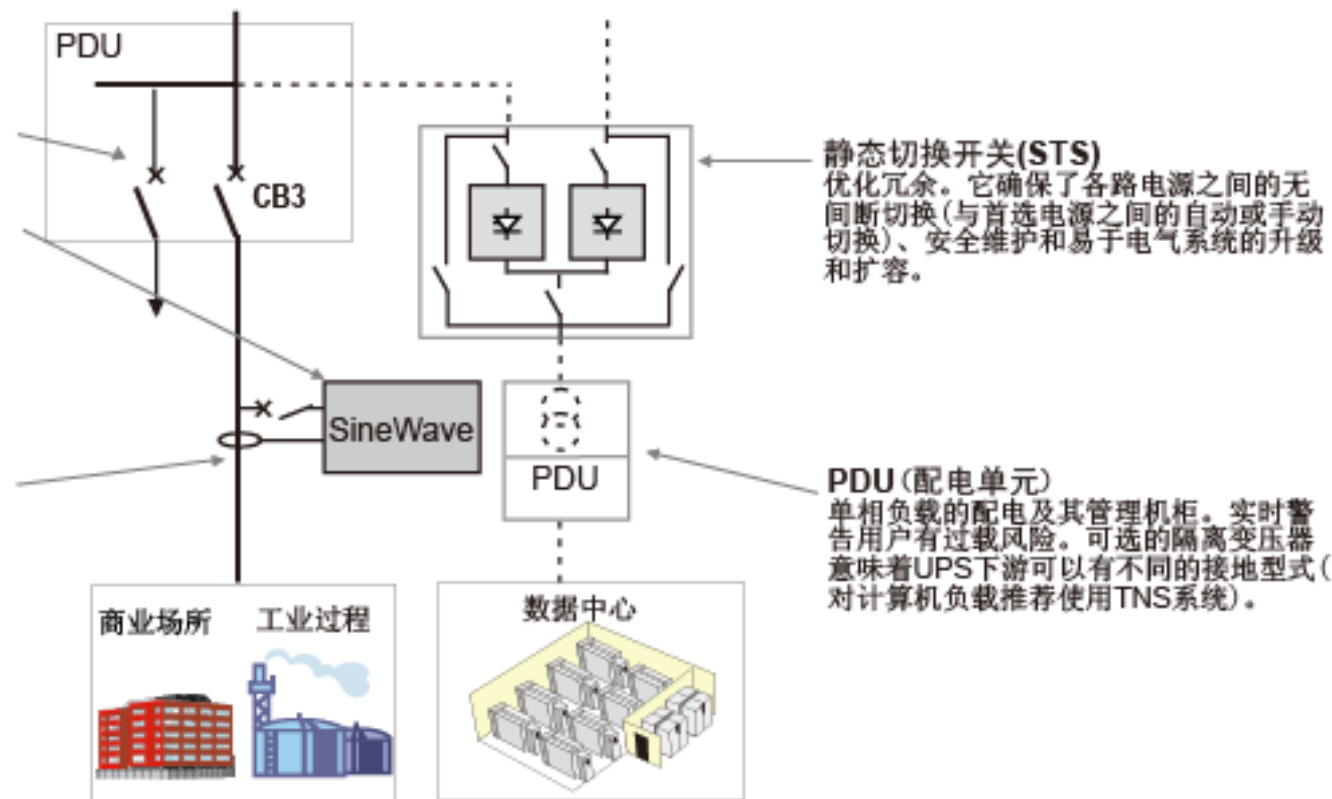
有源谐波调节器

(局部补偿)

消除负载引起的谐波电流。

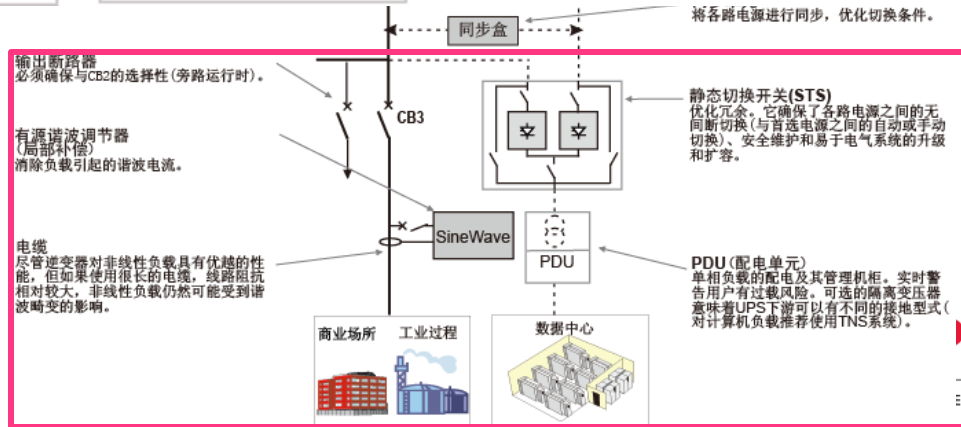
电缆

尽管逆变器对非线性负载具有优越的性能,但如果使用很长的电缆,线路阻抗相对较大,非线性负载仍然可能受到谐波畸变的影响。



### ● 供配电系统各组件的功能

### ● UPS下游配电



## 2. 数据中心供配电系统的组成和各组件的功能

### ● UPS供电系统还可能包括如下的组件

#### ● 逐只电池监视系统

- 实时监视每只电池的电压、内阻
- 监视每组电池的电流
- 监视电池房间、乃至每只电池的温度
- 提前预测电池的状态和发出电池故障报警

#### ● 通信系统

- 显示UPS系统的系统图
- 显示UPS系统的电气参数
- 显示UPS系统的运行状态
- 保护负载的正常停机
- 向楼宇管理系统或者其它管理系统传送UPS的参数、状态和报警

#### ● 接地监视系统(EFM)

- 交流接地故障检测
- 直流接地故障检测



# 议程

- 1 数据中心标准
- 2 数据中心供配电系统组成和各组件功能
- 3 选择**UPS**系统的配置
- 4 数据中心典型供配电系统比较
- 5 数据中心电气图纸及图形符号
- 6 施耐德数据中心供配电系统解决方案

# 3.1 UPS系统的四种基本配置

## ●由负载的供电方式和可用性要求决定了UPS系统的架构

### ●单路电源供电负载由一路UPS输出供电



### ●多路电源供电负载由多路UPS输出供电



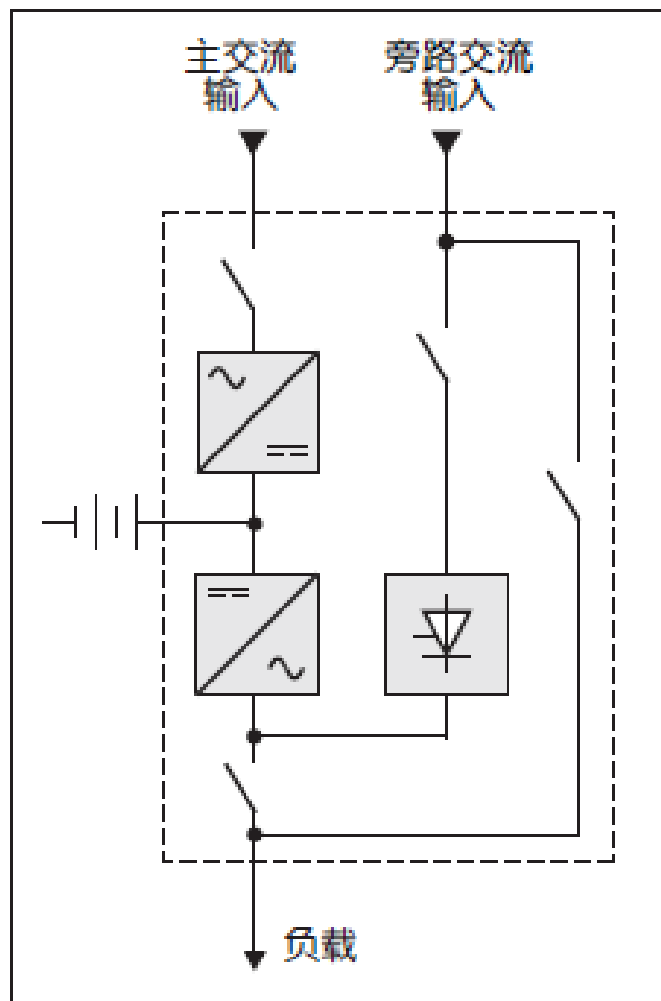
# 3.1 UPS系统的四种基本配置(1)

## ● 单机UPS

- 最基本的配置单元

## ● 由单机UPS可以构成

- 标准配置1
- 标准配置4
- 标准配置11



# 3.1 UPS系统的四种基本配置(2)

## ●直接并联UPS

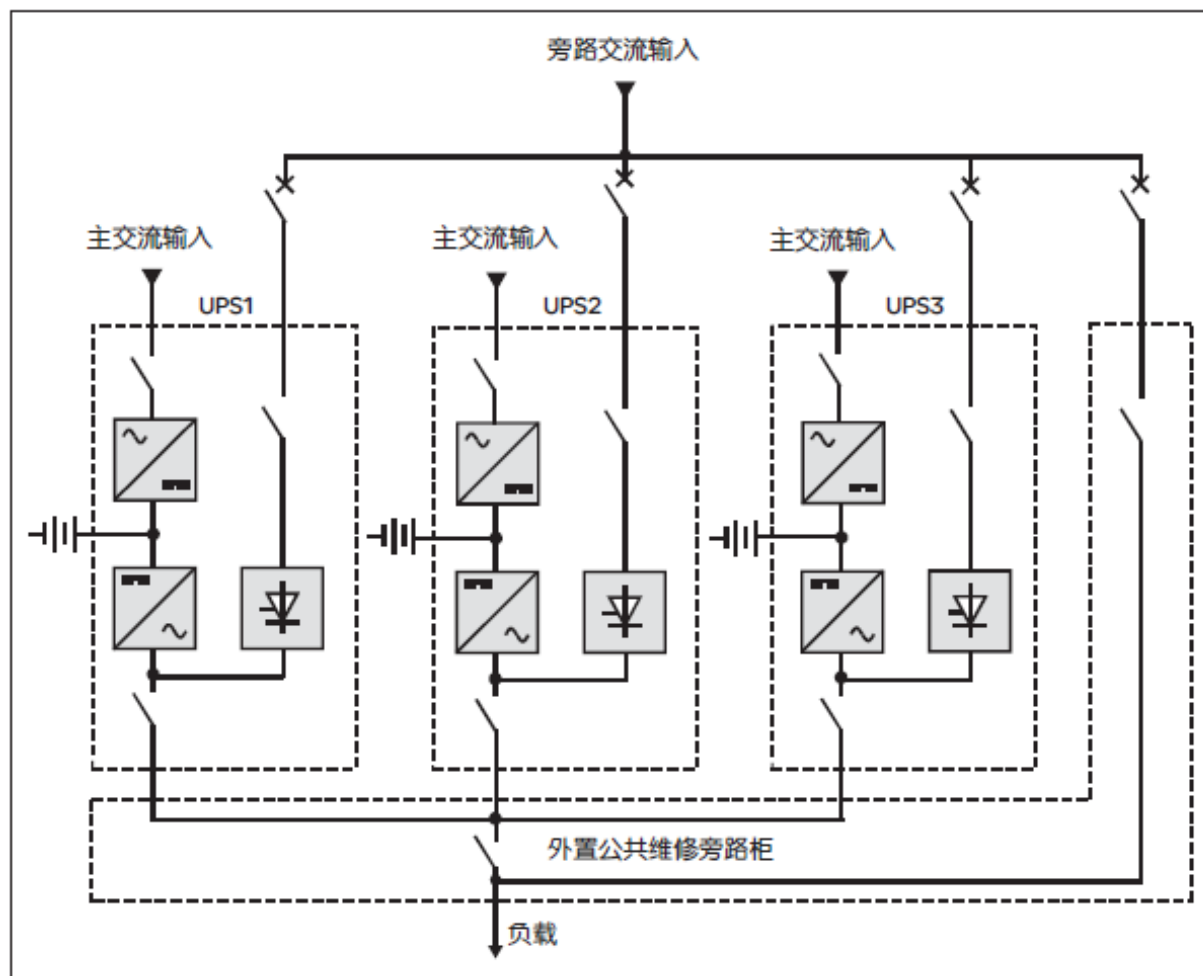
- 增容
- 冗余
- 使系统具有可升级性

## ●这也是部分其它公司模块化UPS的结构

- 只是将分布的电池组集中起来组成公用电池组
- 多个控制系统采用主从的控制模式

## ●由直接并联UPS可以构成

- 标准配置2
- 标准配置3



# 3.1 UPS系统的四种基本配置(3)

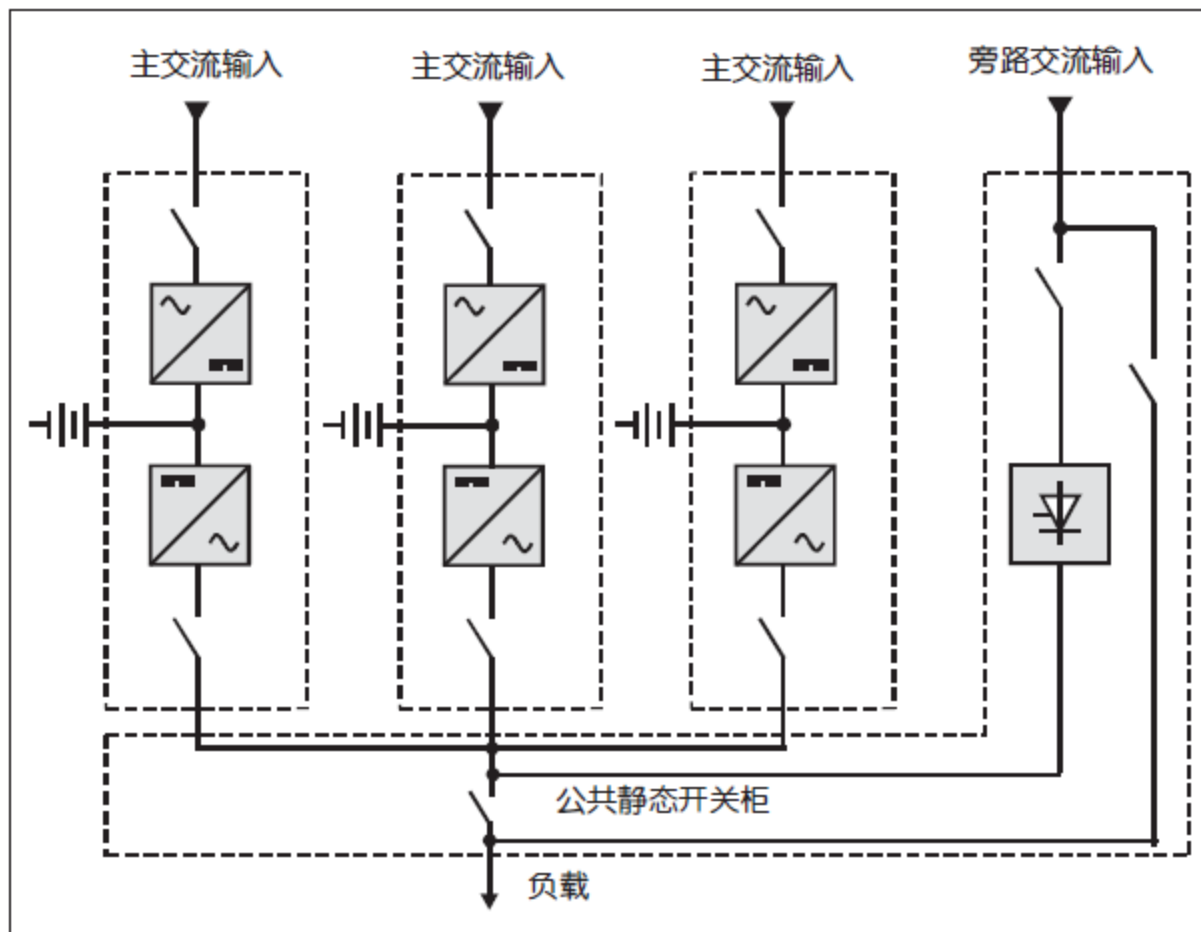
## ●带公共静态旁路的并联UPS

- 增容
- 冗余
- 使系统具有可升级性

## ●这也是模块化UPS的结构

## ●由带公共静态旁路的并联UPS可以构成

- 标准配置5
- 标准配置6
- 标准配置7
- 标准配置8
- 标准配置9



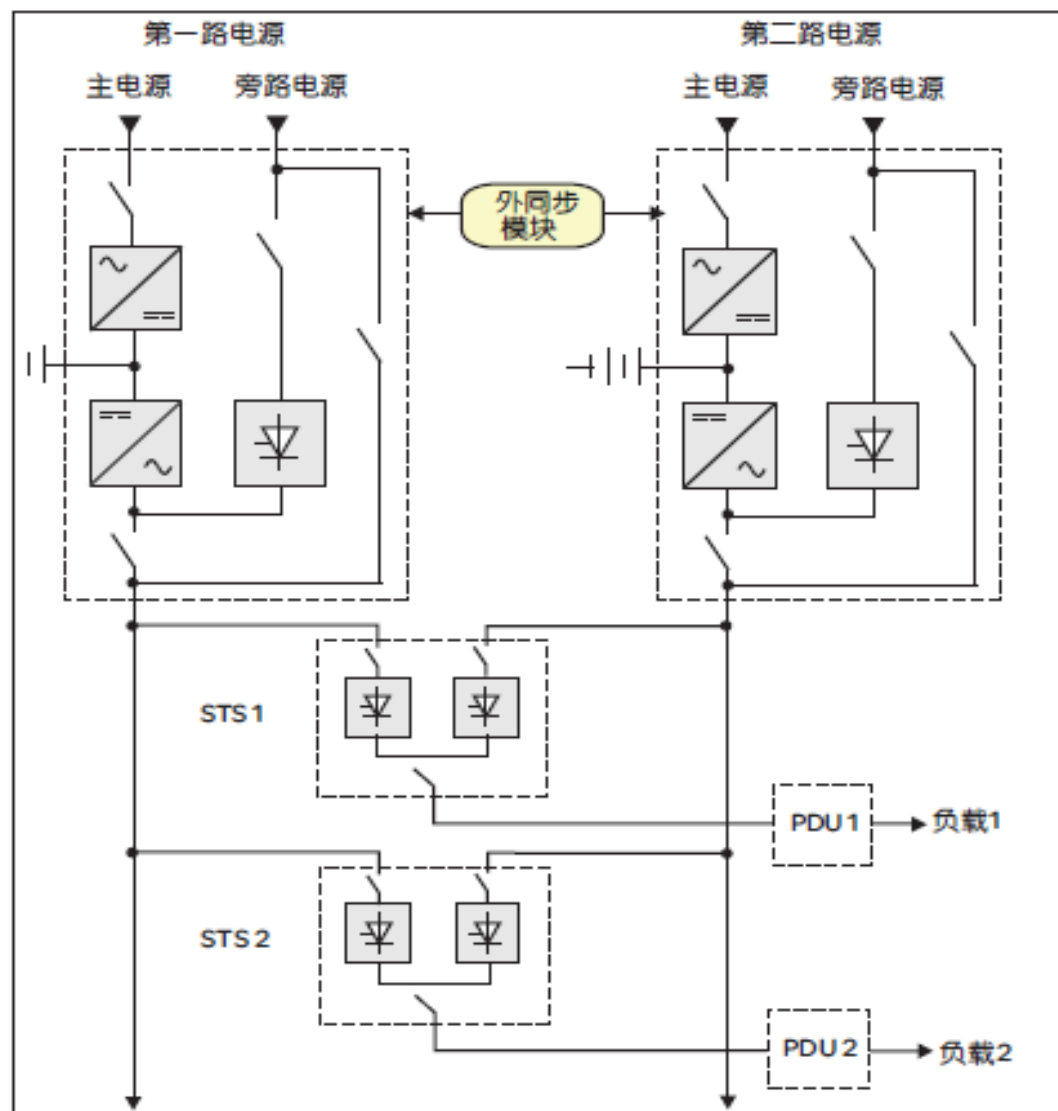
# 3.1 UPS系统的四种基本配置(4)

## ●带静态切换开关组成的分布式冗余配电UPS系统

- 增容
- 冗余
- 使系统具有可升级性
- 非常高的可用性

## ●由静态切换开关(STS)组成的冗余配电可以构成

- 标准配置11
- 标准配置12



## 3.2. 12种UPS的标准架构和配置

### ●按照可用性等级、可维护性和可扩容性设计了12种标准的架构

- 配置1 - 单机UPS
- 配置2 - 两台直接并联UPS组成的主动冗余
- 配置3 - 直接并联UPS和外置维修旁路组成的主动冗余
- 配置4 - 两台UPS组成的隔离冗余
- 配置5 - 并联UPS单元和公共静态开关柜(SSC)组成的主动冗余
- 配置6 - 含并联UPS、完全隔离和单母线组成的主动冗余
- 配置7 - 含并联UPS、完全隔离和双母线组成的主动冗余
- 配置8 - 含并联UPS、双SSC并联、完全隔离和单母线组成的主动冗余
- 配置9 - 含并联UPS、双SSC并联、完全隔离和双母线组成的主动冗余
- 配置10 - UPS单元N+1隔离冗余
- 配置11 - 静态切换开关(STS)组成的冗余配电
- 配置12 - 静态切换开关(STS)和配电单元(PDU)组成的冗余配电

# 3.3 各种标准配置的比较

## ●单路电源配置

标准配置序号	比较的准则				
	可用性	MTBF	可维护性	可升级性	注释
1. 单机 UPS	99.99790%	M1=475 000 小时	*	4个并联UPS单元	计算的基准
2. 2台UPS直接并联	99.99947%	高达 4 x M1	**	4个并联UPS单元	
3. 直接并联和外置维修旁路	99.99947%	高达 4 x M1	**	4个并联UPS单元	
4. 隔离冗余	99.99970%	6.8 x M1	**		灵活的
5. 带SSC的并联	99.99968%	6.5 x M1	**	6个并联UPS单元	
6. 完全隔离，单母线	99.99968%	6.5 x M1	***	6个并联UPS单元	
7. 完全隔离，双母线	99.99968%	6.5 x M1	***	6个并联UPS单元	
8. 完全隔离，单母线	99.99968%	6.5 x M1	****	6个并联UPS单元	
9. 完全隔离，双母线	99.99968%	6.5 x M1	****	6个并联UPS单元	

\*\*\*\* 优秀    \*\*\* 良好    \*\* 一般    \* 差



## 3.3 各种标准配置的比较

### ●多路电源配置

标准配置序号	比较的准则				
	可用性	MTBF	可维护性	可升级性	注释
10. 隔离冗余	99.99970%	7 x M1	**	功率无限制	
11. 加STS	99.99970%	7 x M1	****	功率无限制	无故障扩散
12.加 STS + PDU	99.99930%	最高可用性等级	****	功率无限制	具有负载运行监视管理功能

\*\*\*\* 优秀    \*\*\* 良好    \*\* 一般    \* 差

# 议程

- 1 数据中心标准
- 2 数据中心供配电系统组成和各组件功能
- 3 选择UPS系统的配置
- 4 数据中心典型供配电系统比较
- 5 数据中心电气图纸及图形符号
- 6 施耐德数据中心供配电系统解决方案

# 4.1 可用性等级与成本

## ●成本

- 配置的可用性等级越高，其成本也越高；
- 下表列出了每种设计方案的大致成本范围。该成本指的是建造一间**新的数据中心**所需的成本，因此，其中不仅包括 UPS 结构的成本，还包括数据中心的整个数据中心关键物理基础设施 (DCPI) 的成本。后者包括发电机、开关装置、制冷系统、消防系统、活动地板、机架、照明设施、物理空间和整个系统的调试成本。

配置	可用性尺度	Tier 分级	数据中心成本（美元）
容量 (N)	1 = 最低	Tier I	每机架 13,500 - 18,000 美元
串联冗余	2	Tier II	每机架 18,000 - 24,000 美元
并联冗余 (N+1)	3		
分布式冗余	4	Tier III	每机架 24,000 - 30,000 美元
双系统 (2N, 2N+1)	5 = 最高	Tier IV	每机架 36,000 - 42,000 美元

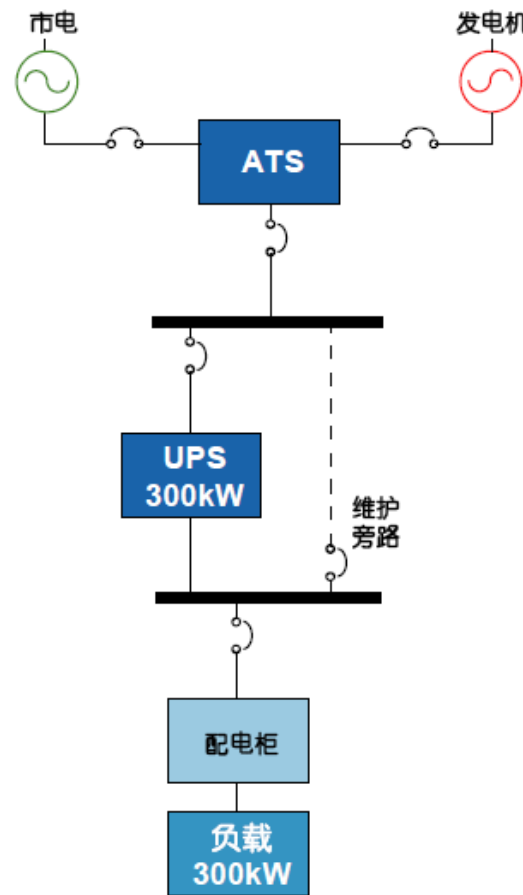
## 4.2 容量或 “N” 系统（单机配置）

### ● 优点

结构简单，维护方便，成本低

### ● 缺点

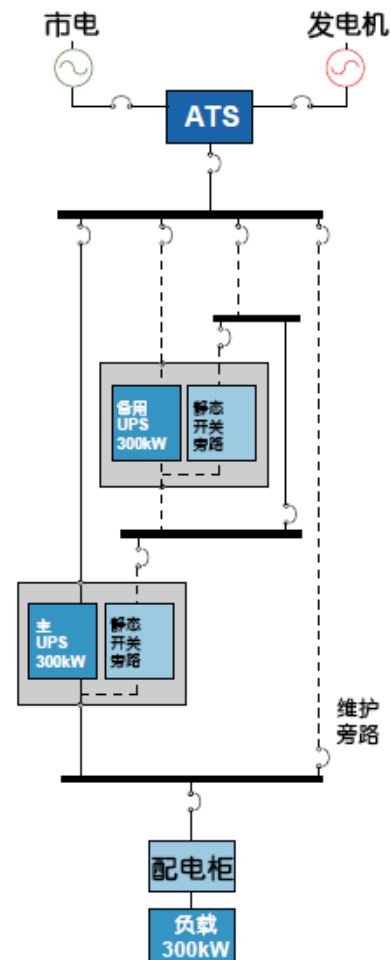
- 可用性有限，因为如果 UPS 模块出现故障，负载将转换到旁路供电，从而处于无保护电源下；
- 在 UPS、电池或下游设备维护期间，负载处于无保护电源下（通常，这种情况每年至少会发生一次，而且往往会持续 2-4 小时）；
- 缺乏冗余，限制了在 UPS 发生故障时对负载的保护能力；
- 存在多个单故障点，这意味着系统的可靠性由其最薄弱的环节决定。



## 4.3 隔离冗余配置

### ● 隔离冗余的优点

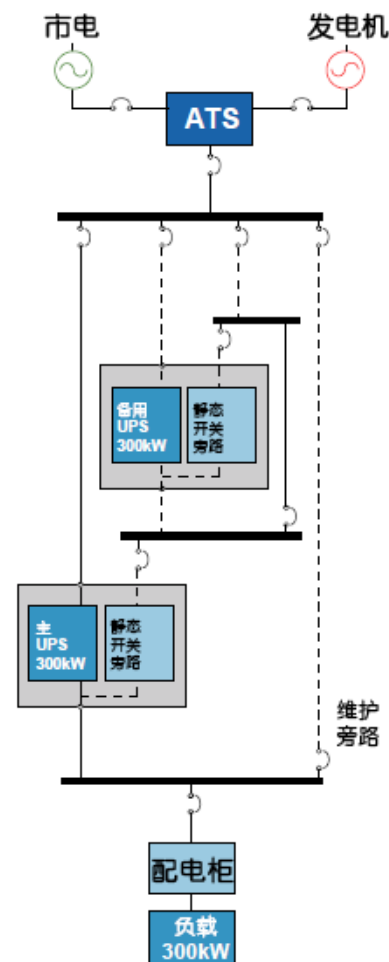
- 产品的选择很灵活，可以混用不同制造商或不同型号的产品；
- 具备 UPS 容错功能；
- 不需要同步装置；
- 对于双模块系统而言，相对比较经济。



## 4.3 隔离冗余配置

### ● 隔离冗余的缺点

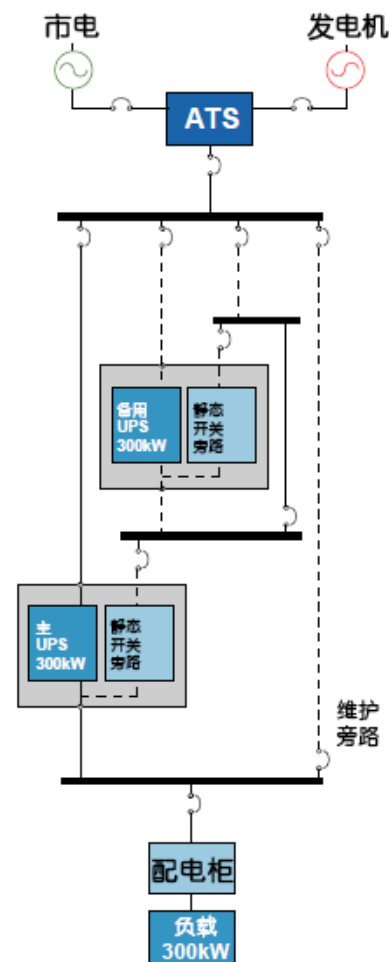
- 依赖于主模块静态旁路是否能从冗余模块正确接收电力。
- 如果电流超出逆变器的容量，则要求两个 UPS 模块的静态旁路都必须能正常运行。
- 主 UPS 模块转换到旁路时，辅助 UPS 模块必须能够处理突然的负载变化。（因为辅助 UPS 往往长期工作在 0% 负载的条件下。并非所有 UPS 模块都能执行该任务，因此旁路模块的选择至关重要。）
- 开关装置及相关控件不仅复杂，而且昂贵。
- 由于为保持电源不间断而设置的辅助 UPS 工作于 0% 负载情况下，因而运营成本提高了。



## 4.3 隔离冗余配置

### ● 隔离冗余的缺点（续）

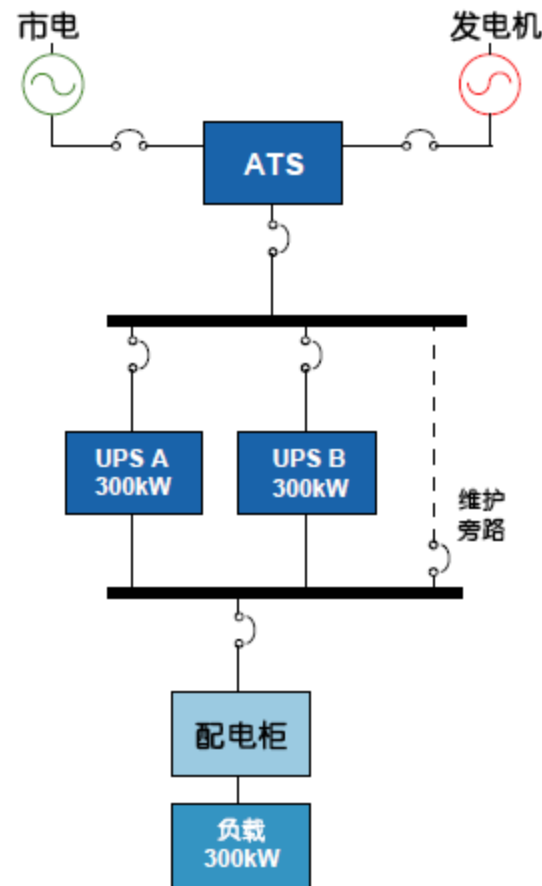
- 双模块系统（一个主模块，一个辅助模块）至少需要一个电路断路器，以便在市电与作为旁路电源的另一个UPS之间进行选择。这比只包含一条公共负载总线的系统要复杂得多。
- 两个或多个主模块需要采用特殊的电路来启用冗余模块或作为旁路电源的市电（静态转换开关）。
- 每个系统一条负载总线，因而存在单故障点。



## 4. 4 并联冗余或者 “N+1” 系统

### ● “N+1” 系统的优点

- 由于在一个 UPS 模块出现故障时有其他冗余容量可用，因此该方案的可用性要高于 “N” 配置；
- 由于使用更少的断路器，而且模块一直在线（无负载跃变），与隔离冗余相比故障率更低；
- 可根据电力需求的增长进行扩展。在同一系统中可以同时配置多个设备单元；
- 硬件的布置不仅设计概念简单，而且成本低廉。



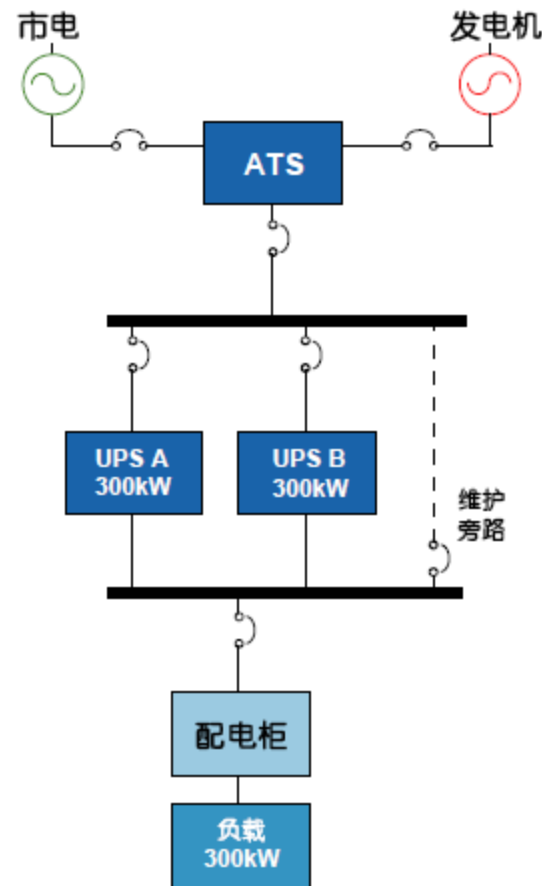


## 4. 4 并联冗余或者 “N+1” 系统

### ● “N+1” 系统的缺点

- 两个模块必须采用相同的设计、相同的制造商、相同的额定值以及相同的技术与配置；
- UPS 系统的上游与下游仍存在单故障点；
- 如果在单个UPS模块和其电池以外的设备维护期间，负载会处于无保护电源下。如果并联连接板，或者并联控制器以及其下游设备要求维护，负载会处于无保护电源下。
- 由于各个 UPS 设备的利用率均低于 100%，因此运营效率较低。
- 每个系统一条负载总线，因而存在单故障点

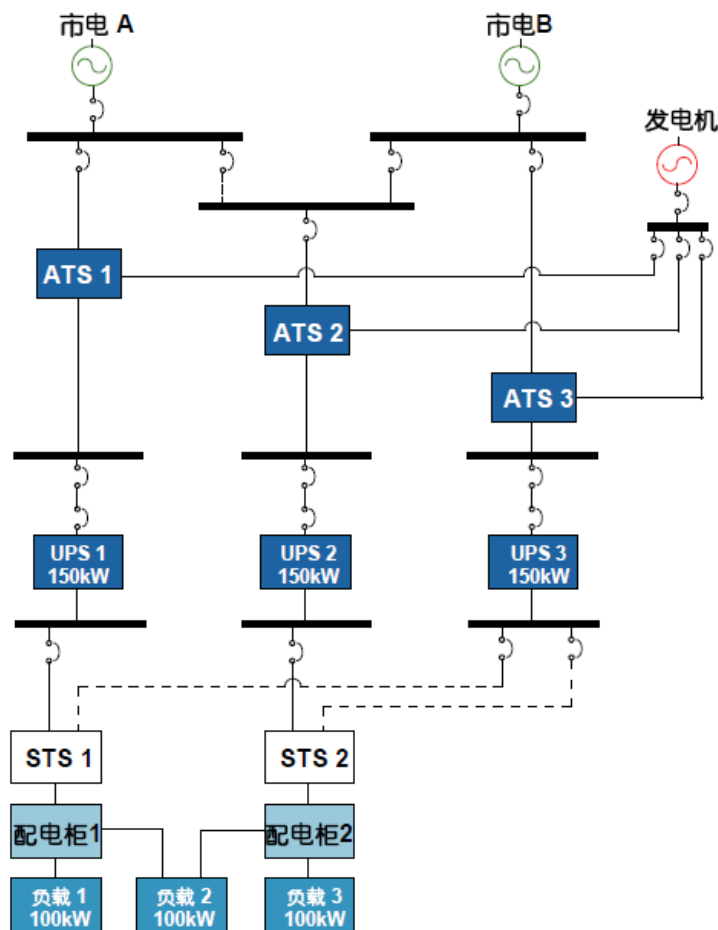
。



## 4.5 分布式冗余系统(1)

### ● 分布式冗余“备用”UPS 配置(300KW负载为例)

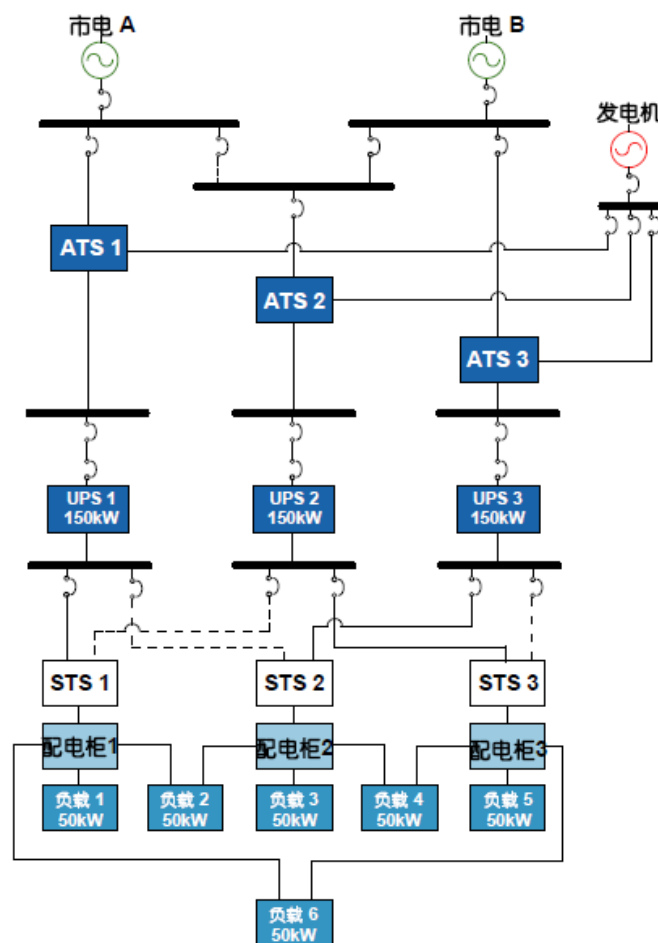
- 采用 3 个 UPS 模块，在该配置中，模块 3 与每个 STS 的辅助输入电路相连，根据另外两个主 UPS 模块的故障情况投入系统并向负载供电。在该系统中，模块 3 通常不承载任何负载。
- 分布式冗余设计采用三个 STS，正常运行状态下，负载平均分配在三个 UPS 模块上。如果其中任何一个模块出现故障，则将强制 STS 将负载转换到为该 STS 供电的另一个 UPS 模块上。



## 4.5 分布式冗余系统(2)

### ● 分布式冗余“备用”UPS配置(带STS)(300KW负载为例)

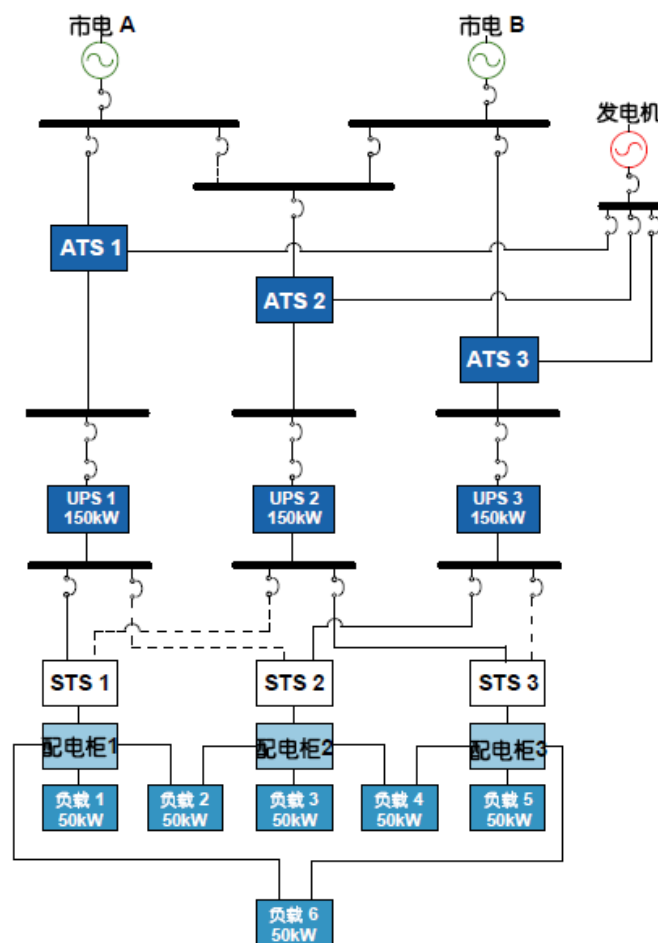
- 双电源负载可以采用两个 STS 设备供电；
- 而单电源负载只能由单个 STS 供电，因此，STS 便成为单电源负载的单故障点；
- 在当今的数据中心中，单电源负载的使用数量日趋减少，因此，可以在单电源负载的附近安装多个小型转换开关，该方法既实际又经济。
- 如果全部为双电源负载，那么该配置可以不采用 STS 设备。



## 4.5 分布式冗余系统(2)

### ● 分布式冗余“备用”UPS配置(带STS)(300KW负载为例)

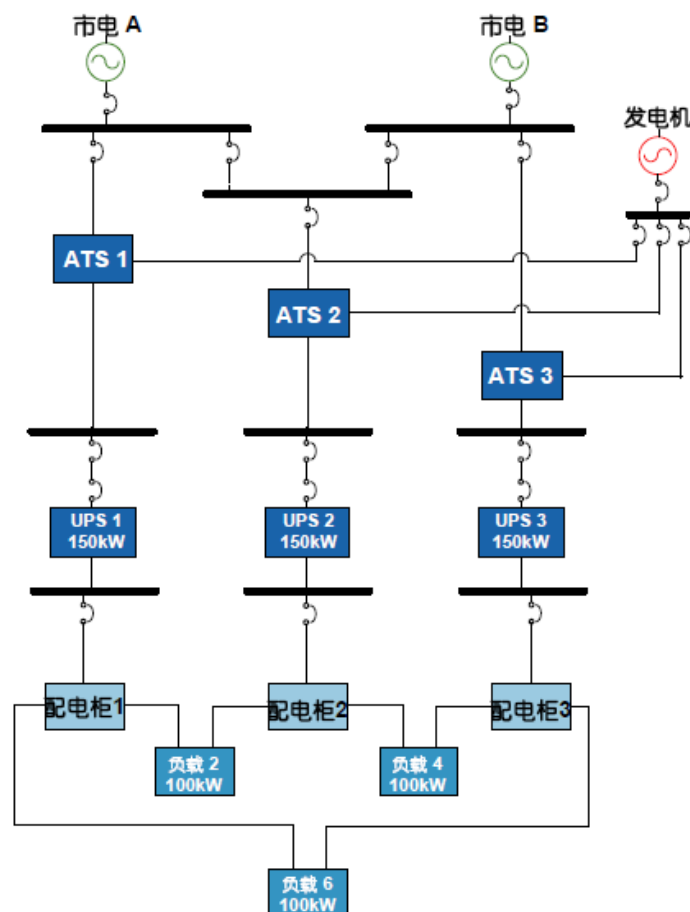
- 双电源负载可以采用两个 STS 设备供电；
- 而单电源负载只能由单个 STS 供电，因此，STS 便成为单电源负载的单故障点；
- 在当今的数据中心中，单电源负载的使用数量日趋减少，因此，可以在单电源负载的附近安装多个小型转换开关，该方法既实际又经济。
- 如果全部为双电源负载，那么该配置可以不采用 STS 设备。



## 4.5 分布式冗余系统(3)

### ● 分布式冗余“备用”UPS配置(无STS)(300KW负载为例)

- 这种设计典型表现为三重冗余和不使用静态转换开关。



## 4. 5 分布式冗余系统

### ● 分布式冗余的优点

- 便于所有组件的并行维护（如果所有负载均为双电源负载）；
- 与  $2(N+1)$  设计相比，UPS 模块较少，因而成本较低；
- 对于任何特定双电源负载而言，两条独立的供电线路自入户处便提供了冗余；
- 无需将负载转换到旁路模式（负载将处于无保护电源下），即可对 UPS 模块、开关装置和其他配电设备进行维护；
- 大部分分布式冗余设计都不需要维护旁路电路。

## 4. 5 分布式冗余系统

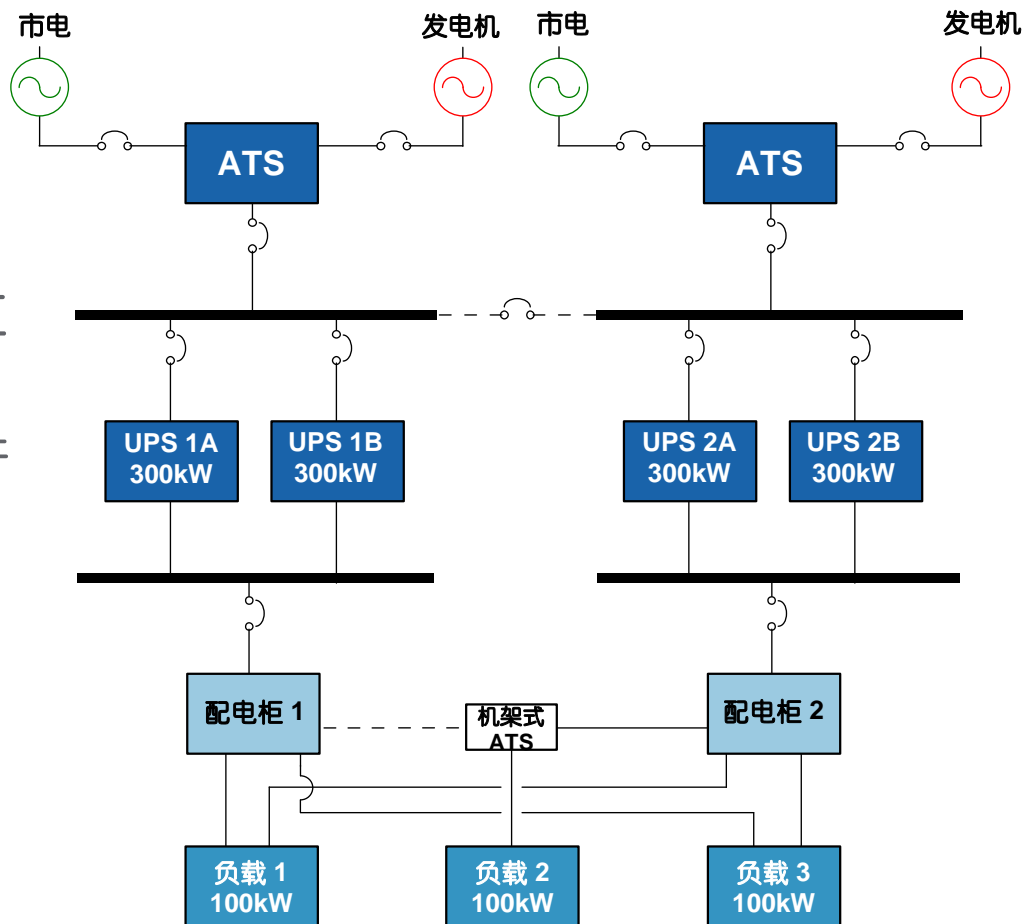
### ● 分布式冗余的缺点

- 与之前几种配置相比，由于大量采用开关装置，因此成本相对较高。
- 设计是否成功依赖于 STS 设备的运行是否正常，因为采用 STS 设备即意味着存在单故障点以及复杂的故障模式；
- 配置方案复杂：在包含众多 UPS 模块、静态转换开关和三重冗余的大型数据中心的，要保证各个 UPS 系统均分负载并了解哪些系统为哪些负载供电，是一项艰巨的管理任务；
- 无法预计的运行模式：UPS 系统具备多种运行模式，且各 UPS 系统之间存在多种可能的切换方式；要在预期的条件和故障条件下对所有这些模式进行测试，以检验控制策略和故障清除设备是否正常运行，是不切实际的。
- 由于未达到满负荷工作状态，UPS 效率较低。

## 4.6 2N或2 (N+1) 双系统冗余

### ●双系统冗余的优点

- 两条独立的供电线路，无单故障点，容错性极强。
- 该配置为从电力入口到关键负载的所有线路提供了全方位的冗余。
- 在 2(N+1) 设计中，即使在并行维护过程中，也仍存在 UPS 冗余。
- 无需将负载转换到旁路模式（负载将处于无保护电源下），即可对 UPS 模块、开关装置和其他配电设备进行维护。
- 更容易使各 UPS 系统均分负载，并了解哪些系统为哪些负载供电

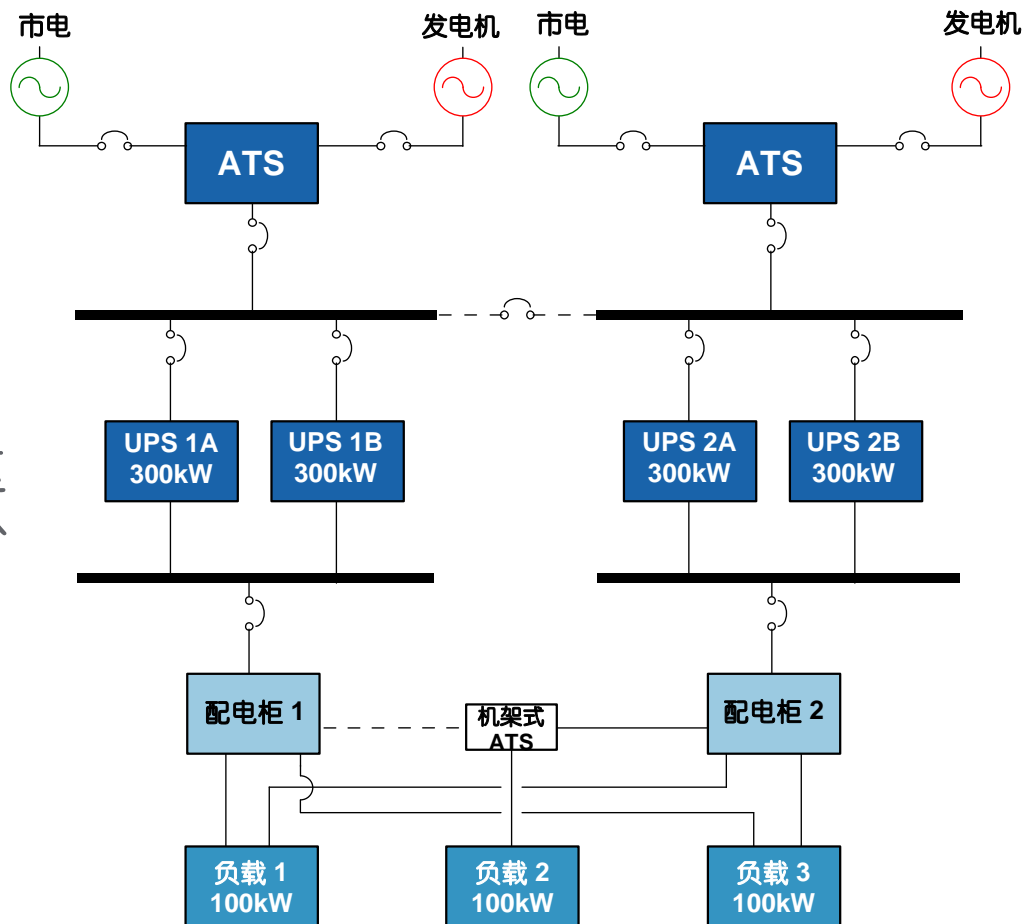




## 4.6 2N或2(N+1) 双系统冗余

### ● 双系统冗余的缺点

- 冗余组件数量多，成本高。
- 由于未达到满负荷工作状态，UPS 效率低下。
- 一般的建筑物不太适合采用可用性极高的双系统，因为这种系统需要对冗余组件进行分开放置。



## 4.7 数据中心典型供配电系统比较

### ●基于可用性和可靠性的计算

配置	MTBF	MTTR	稳态可用性	故障的概率	可靠性	运行小时数
N+1	32,401	5.97	0.9998123	58.22%	0.41776447	43800
2N	215,475	2.74	0.99998715	6.65%	0.93353293	43800
2(N+1)	305,286	3.88	0.99998729	6.60%	0.93403194	43800
分布式冗余	260,049	2.48	0.99999046	2.44%	0.9756487	43800
分布式冗余	259,666	2.46	0.99999051	2.61%	0.9738523	43800

## 4.7 如何选择合适的配置

### ●选取合适的配置时应当考虑的注意事项：

- 宕机成本/影响：公司每分钟的流动现金有多少？如果发生故障，系统需要多长时间才能恢复？
- 预算：从任何方面而言，实现  $2(N+1)$  设计的成本都要比  $N$  (容量) 设计、并联冗余设计甚至是分布式冗余设计的成本高得多。
- 负载类型：单电源负载还是双电源负载。
- IT架构类型：随着虚拟化技术的成熟，两个相隔遥远的“ $N$ ”系统数据中心可能比一个高度冗余的数据中心具有更高的可用性。
- 风险承受能力：客户的风险承受能力越弱，就越倾向于采用可靠性更高、故障恢复能力更强的方案。
- 可用性表现：客户在一年之内能忍受多长时间的停机？一个UPS的可靠性越高，这个系统持续工作的概率也就越高。

## 4.7 如何选择合适的配置

### ●选取合适的配置时应当考虑的注意事项（续）：

- 可维护性表现：**简单的仅仅具有高可靠性并不能阻止的故障所导致长时间宕机的影响。维修所耗费的时间严重依赖于系统设计和维护技术人员的技能水平。识别延长维修时间的设计参数的同时减少人为失误是非常重要的。
- 对可维护性予以支持的表现：**“执行维护的组织的能力，在给定条件下，遵守给定的维护规范，根据需求提供维护一个设备所需的资源。”用来评估这项要素的最好的方法是研究其它公司与某个维护服务组织已经存在的体验。

## 4.7 如何选择合适的配置

### ● 设计配置的选择 – 下表可以作为一个切入点

配置	过往使用	使用原因
无冗余 (N)	小型公司 具有多个本地办公地点的公司 具有地理冗余数据中心的公司	减少投资成本和能源成本 支持关键性较低的应用 简单配置和安装 允许停机维护
串联冗余	中小型公司 IT容量通常小于500kW的数据中心	与“1N”相比具有较好的容错性 允许使用不同型号的UPS 允许未来增加负载
并联冗余(N+1)	有数据中心的大中小型公司，其IT容量通常小于500kW	与“1N”相比具有较好的容错性 允许未来增加负载
分布式备用冗余	有数据中心的大型公司，其IT容量通常大于1MW	允许使用不同型号的UPS 允许添加更多容量 与2N相比更加经济
带STS的分布式冗余	有数据中心的大型企业，其IT容量通常远大于1MW	并行维护的能力 与2N相比更加经济
无STS的分布式冗余 例如，三重冗余	大型外包服务提供商	与2N相比更加经济 通过带有STS的设计可以节约成本
双系统冗余(2N, 2N+1)	大型MW级数据中心	在A侧和B侧之间完全冗余 更容易保持UPS系统平衡负载

# 议程

- 1 数据中心标准
- 2 数据中心供配电系统组成和各组件功能
- 3 选择UPS系统的配置
- 4 数据中心典型供配电系统比较
- 5 数据中心电气图纸及图形符号
- 6 施耐德数据中心供配电系统解决方案

# 5.1 图形符号-说明

- **IEC 1082-1** 标准和中国国家标准规定了或推荐了一些用于电器标记、绘制电气图以及制造电器设备的图形符号、数字或者字母标准；
- 使用国际化的标准能防止混淆，便于设计、运行使用以及安装维护；
- 在日常工作中，符合使用要求的图形符号以及其他识别标志，均必须使用最新版本标准中规定的符号。
- 主要的国家标准举例
  - **GB/T 4278.11 – 2000** 《电气简图用图形符号》
  - **00DX001** 《建筑电气工程设计常用图形和文字符号》

# 5.1 图形符号 – 常用符号

## ● 负载类



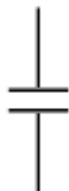
resistor

电阻



reactor or transformer,  
motor or A.C. generator  
winding

电感，发电机、变压器  
或电动机绕组



capacitor

电容



impedance (Z, R, L or C)

阻抗



# 5.1 图形符号 – 常用符号

## ● 保护电器



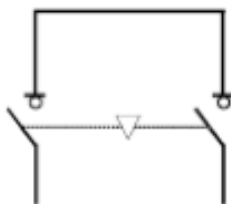
circuit-breaker

断路器



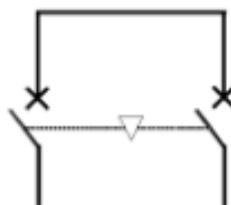
contactor

接触器，接触器的主动合触点



mains/standby changeover switch

双负荷开关电源转换系统



mains/standby changeover circuit-breaker

双断路器开关电源转换系统

# 5.1 图形符号 – 常用符号

## ● 保护电器



isolator

隔离开关



switch disconnect

负荷开关（负荷隔离开关）



fuse

熔断器



switch-fuse

熔断器式负荷开关

# 5.1 图形符号 – 常用符号

## ● 其它



earth

接地



short circuit

短路



outgoing feeder

馈出线



voltage source

电源

# 5.1 图形符号 – 常用符号

## ● 其它



发电机



干电池或者蓄电池



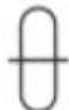
变压器



三角形—星形连接的三相变压器



电流互感器



互感器线圈



自耦变压器

# 5.1 图形符号 – 常用符号

## ● 其它



电压表



电流表



功率表



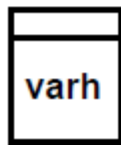
无功功率表



频率计



有功电度表



无功电度表

# 5.1 图形符号 – 常用符号

## ● 其它



相线



中性线



保护线（接地线）



五根导线（具有中性线和保护线的三相配线）



接头，接线柱



连接端子，接线板



导线的交叉连接



导线的不连接（跨越）



支路



不埋地接线盒

## 5.2. 电气设计图纸组成

### ●电气设计图纸的组成包括：

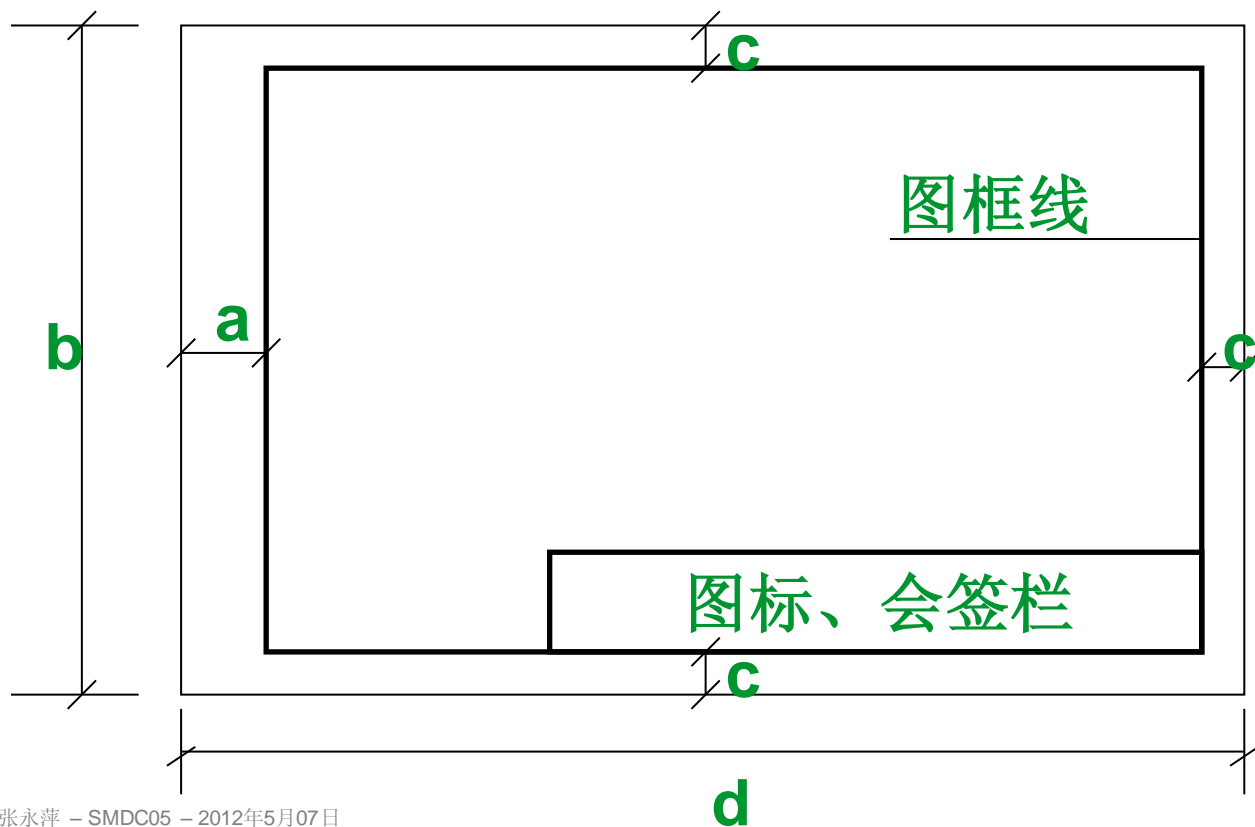
- 图签
- 电气平面图
- 电气系统图
- 控制原理图
- 二次接线图
- 详图（大样图）

### ●电气设计图纸的组成包括：

- 电缆表册
- 图例
- 设备材料表
- 设计说明
- 图纸目录

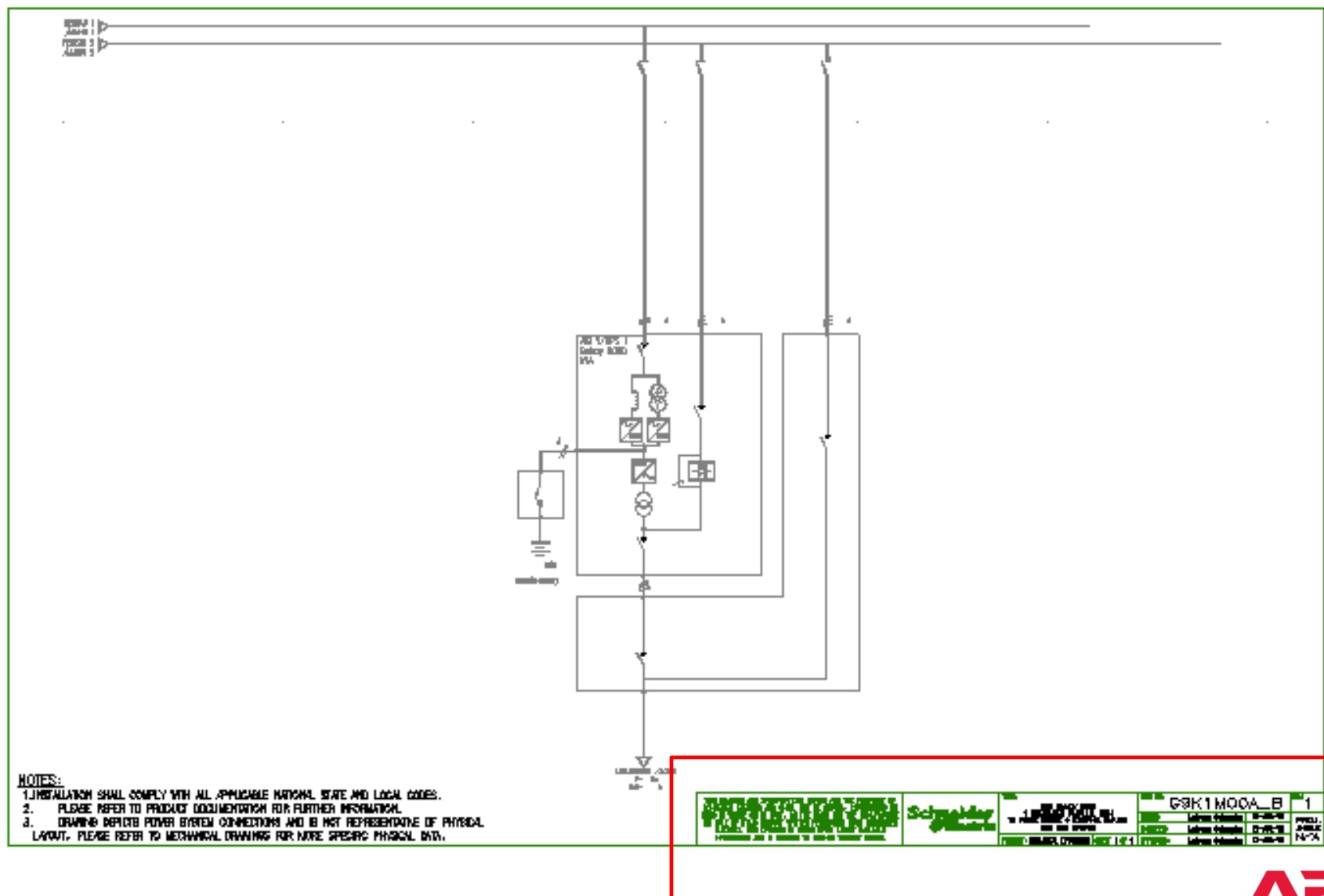
## 5.2. 电气设计图纸组成 - 图签

基本幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$b \times d$	$841 \times 1189$	$594 \times 841$	$420 \times 594$	$297 \times 420$	$210 \times 297$
$c$	10	10	10	5	5
$a$	25	25	25	25	25






## 5.2. 电气设计图纸组成 - 图签



## 5.2. 电气设计图纸组成 - 图签

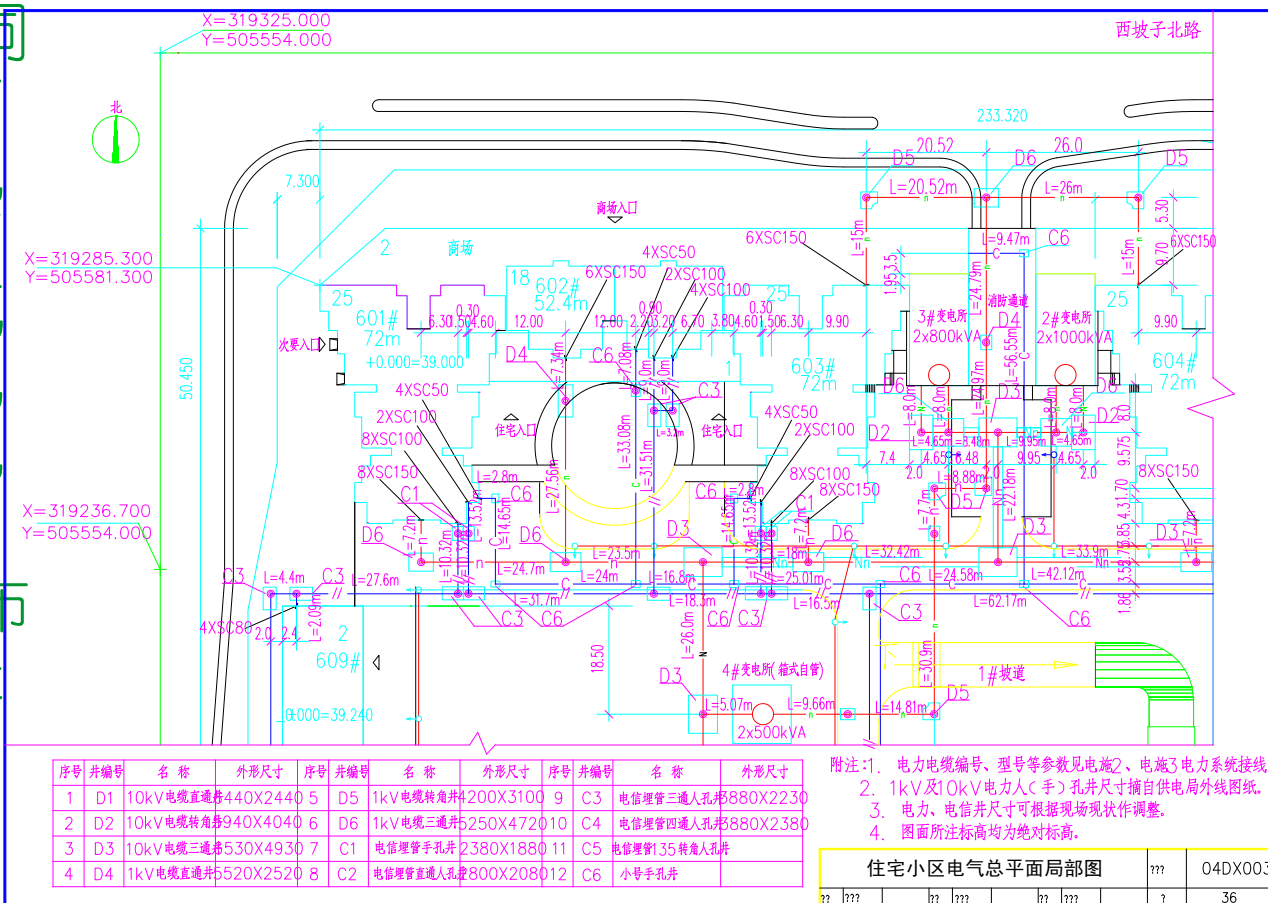
公司法律申明	公司 Logo	图纸名称	图纸编号	版本号	
THIS DRAWING AND SPECIFICATIONS HEREIN ARE THE PROPERTY OF SCHNEIDER ELECTRIC AND SHALL NOT BE COPIED, REPRODUCED OR USED IN WHOLE OR IN PART, AS THE BASIS FOR THE MANUFACTURE OR SALE OF ITEMS WITHOUT WRITTEN PERMISSION FROM SCHNEIDER ELECTRIC. THIS DRAWING IS BASED UPON LATEST AVAILABLE INFORMATION AND IS SUBJECT TO CHANGE WITHOUT NOTICE.		TITLE: SYMMETRA PX Input: 400/230V AC 3PH DUAL MAINS Output: 400/230V AC AND 400V AC 3PH 500kW BOTTOM FEED WITH EXTERNAL BATTERIES SYSTEM ONE LINE DIAGRAM	DWG NO: SY500K500BH2C1-SD	REV. 0	
		PROJECT: SUBMITTAL DRAWINGS	SHEET 2 OF 3	DRAWN: BALAMURUGAN 29-SEP-09 ENGINEER: S.ANDERSEN 29-SEP-09	ANGLE PROJECTION: N/A
				APPROVED: CLARSEN/F.DIOSA/S.WAGH 29-SEP-09	

项目名称      页号      制图人/审核人/批准人签名栏      日期      比例

## 5.2. 电气设计图纸组成 - 电气平面图

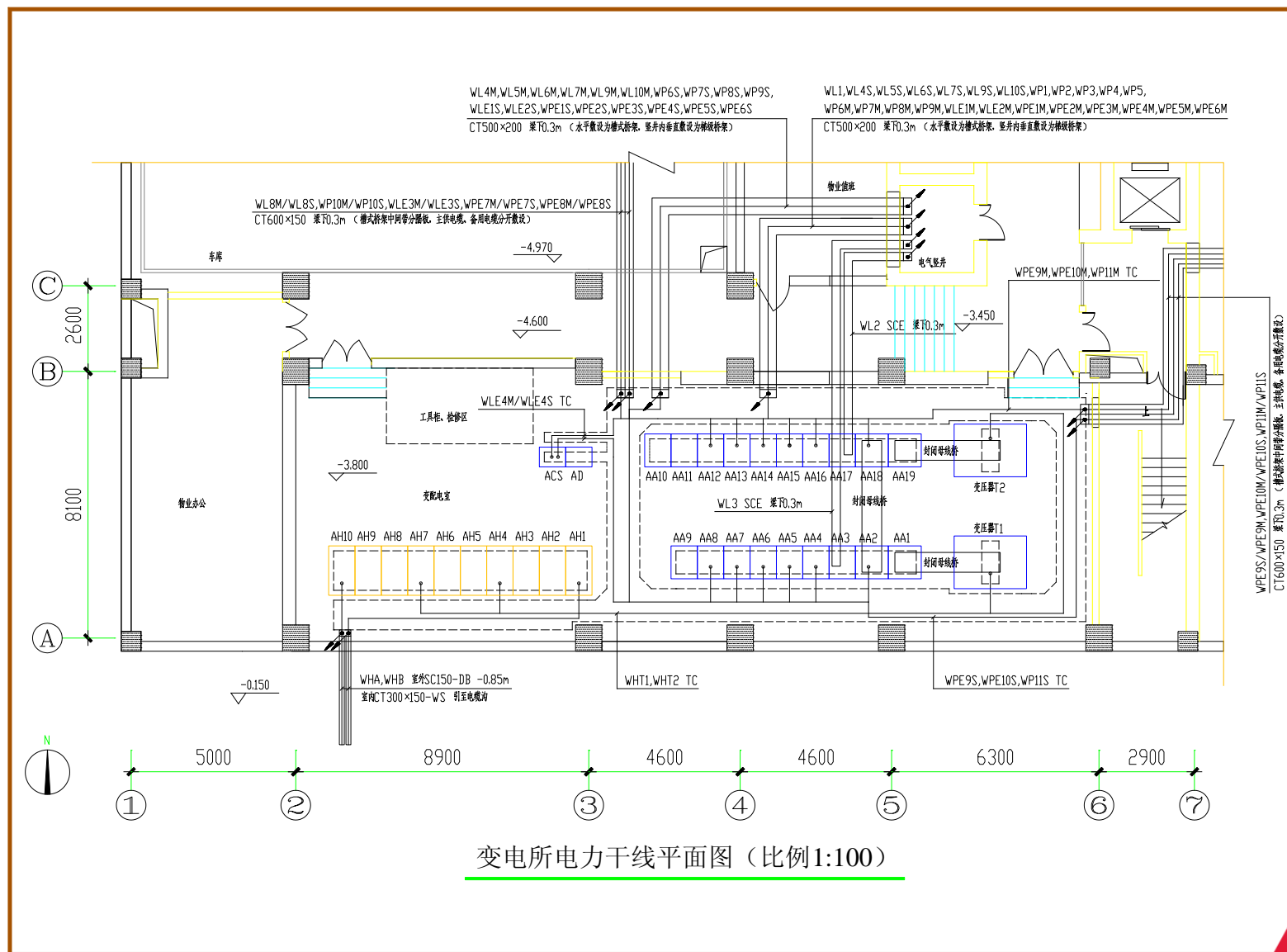
● 电气平面图是将同一层内不同安装高度的电气设备、线路都放在同一平面上来表示，在建筑平面图上标出电气设备、元件、管线、防雷接地等的

● 规格型号、实际布置。一般大型工程都有电气总平面图，中小型工程则由动力平面图或照明平面图。(见例图)



电气总平面图

## 5.2. 电气设计图纸组成 - 电气平面图



变电所电力干线平面图 (比例1:100)

## 5.2. 电气设计图纸组成 - 电气平面图

### 标注安装方式的文字符号及含义

序号	名称	旧代号	新代号
一、导线敷设方式的标注			
1	用瓷或瓷柱敷设	CP	K
2	用塑料线敷设	XC	PR
3	用钢线槽敷设	GC	SR
4	穿焊接钢管敷设	G	SC
5	穿电线管敷设	DG	TC

## 5.2. 电气设计图纸组成 - 电气平面图

6	穿聚氯乙烯管敷设	VG	PC
7	穿阻燃半硬聚氯乙烯管敷设	ZVG	FPC
8	用电缆桥架敷设		CT
9	用瓷夹敷设	CJ	PL
10	用塑料夹敷设	VJ	PCL
11	穿蛇皮管敷设	SPG	CP
二、导线敷设部位的标注			
1	沿钢索敷设	S	SR
2	沿屋架或跨屋架敷设	LM	BE
3	沿柱或跨柱敷设	ZM	CLE
4	沿墙面敷设	QM	WE

## 5.2. 电气设计图纸组成 - 电气平面图

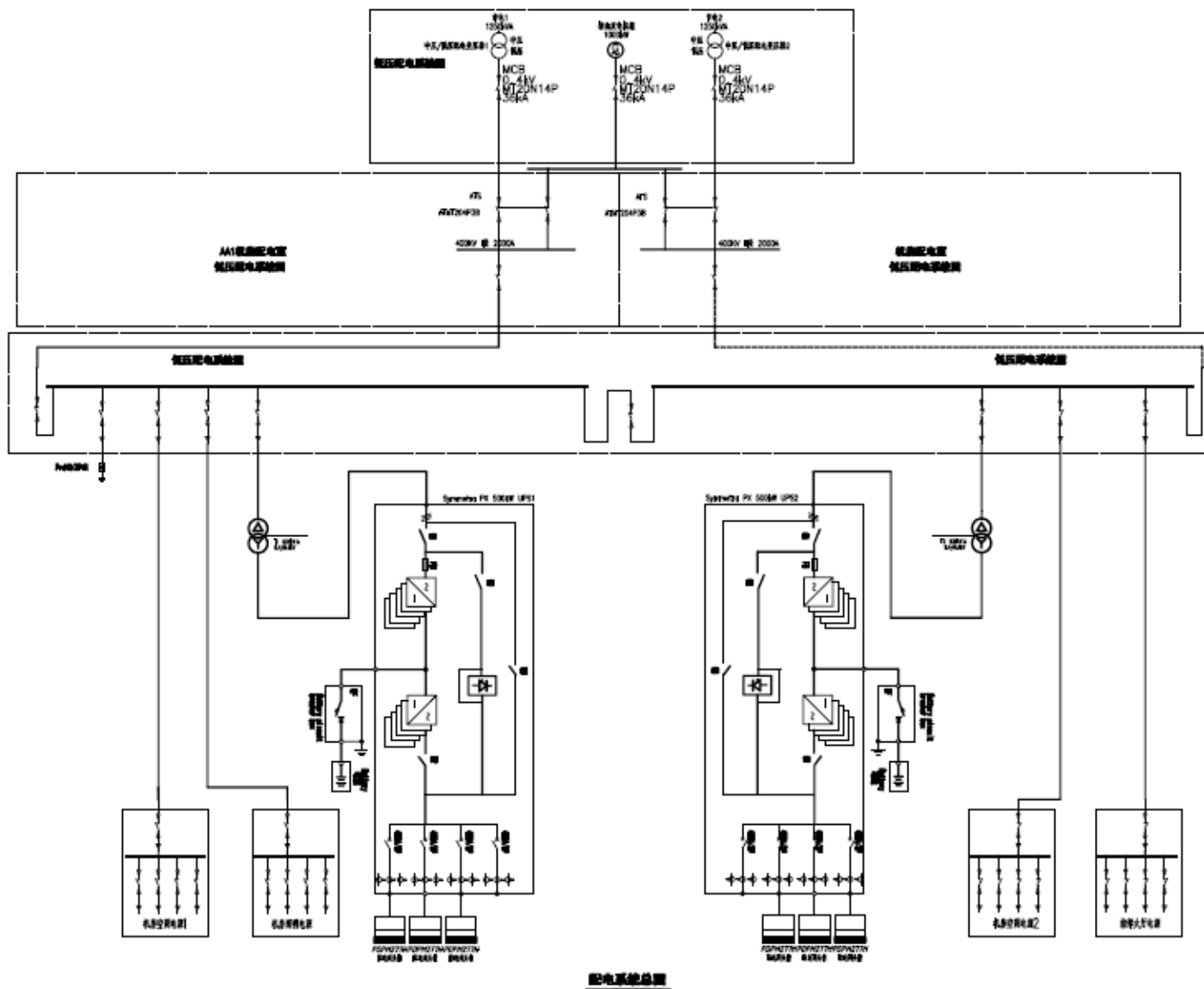
5	沿天棚面或顶板面敷设	PM	CE
6	在能进入的吊顶内敷设	PNM	ACE
7	暗敷设在梁内	LA	BC
8	暗敷设在柱内	ZA	CLC
9	暗敷设在墙内	QA	WC
10	暗敷设在地面或地板内	DA	FC
11	暗敷设在屋面或顶板内	PA	CC
12	暗敷设在不能 进入的吊顶内	PNA	ACC
三、灯具安装方式的标注文字符号			
1	线吊式	X	CP
2	自在器吊式	X	CP

## 5.3 电气系统图（单线图）

- 所谓电气系统图，也称为单线图，是示意性地把整个工程的供电线路用单线连接形式准确、概括的电路图，它不表示相互的空间位置关系，表示的是各个回路的名称、用途、容量以及主要电气设备、开关元件及导线规格、型号等参数。



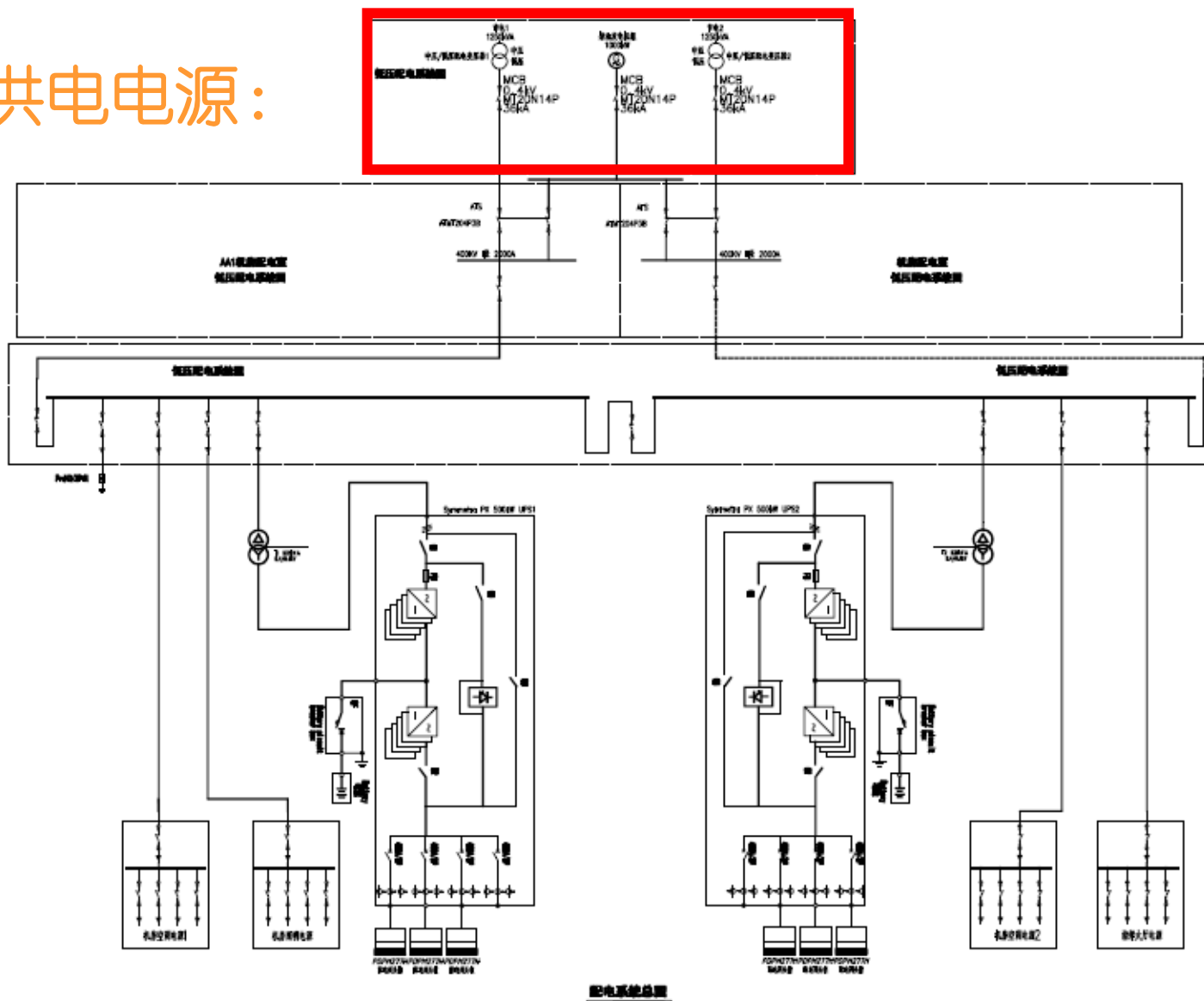
# 5.3 电气系统图（单线图）



配电系统总图

# 5.3 电气系统图（单线图）

供电电源:



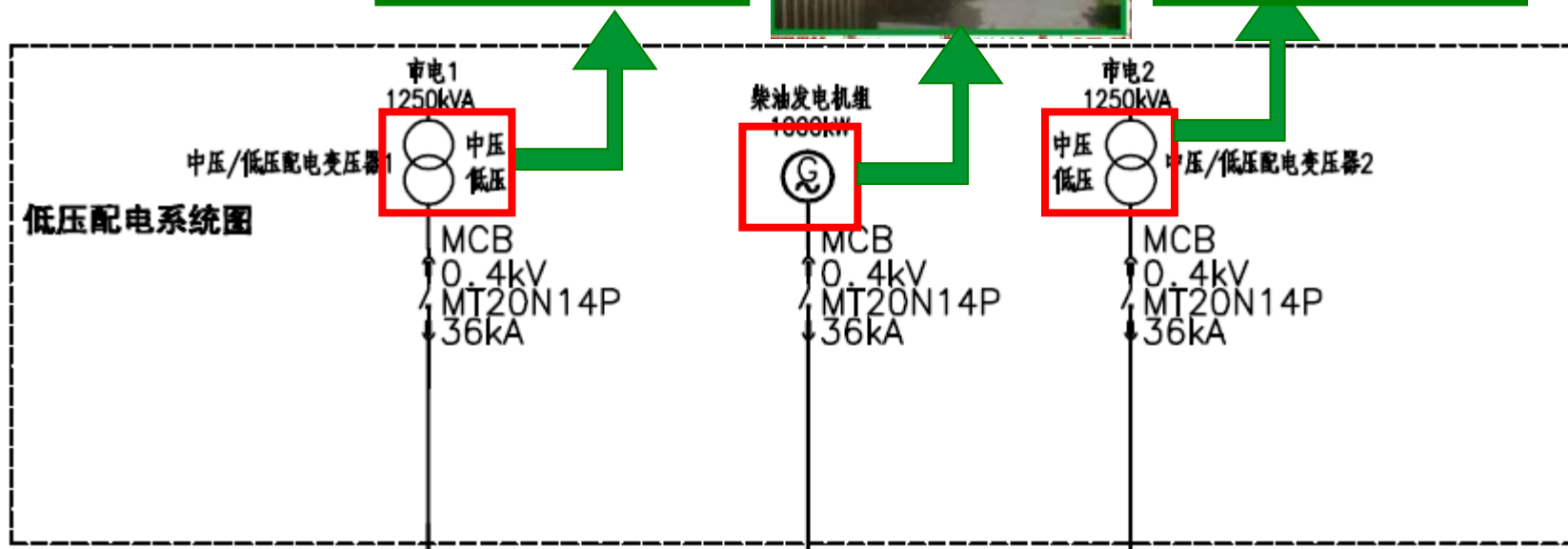
配电系统总图

## 5.3 电气系统图（单线图）

供电电源：变压器1

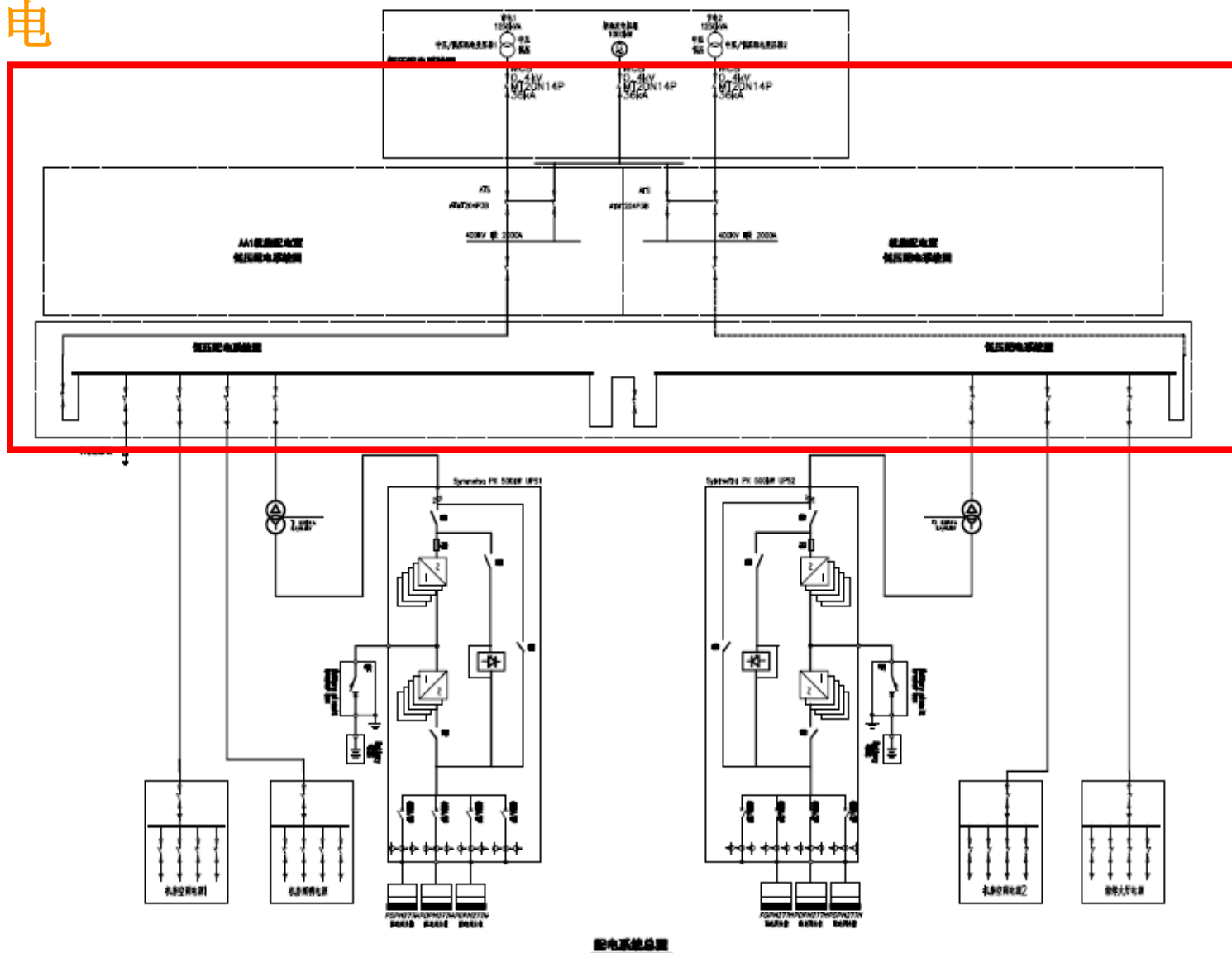
发电机

变压器2



# 5.3 电气系统图（单线图）

## 主配电



# 5.3 电气系统图（单线图）

主配电：

空气断路器

空气断路器

AA1机房配电室  
低压配电系统图

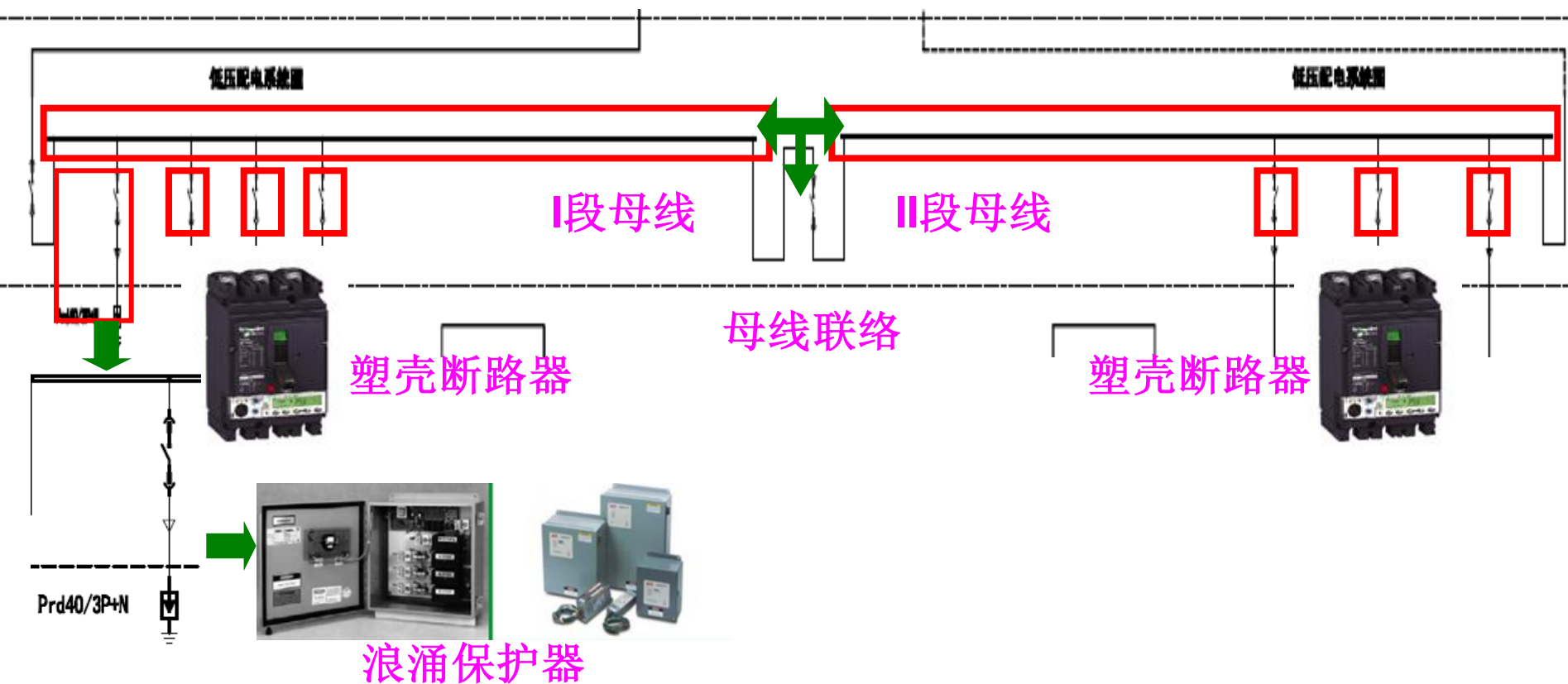
机房配电室  
低压配电系统图

ATS自动  
转换开关



## 5.3 电气系统图（单线图）

主配电：

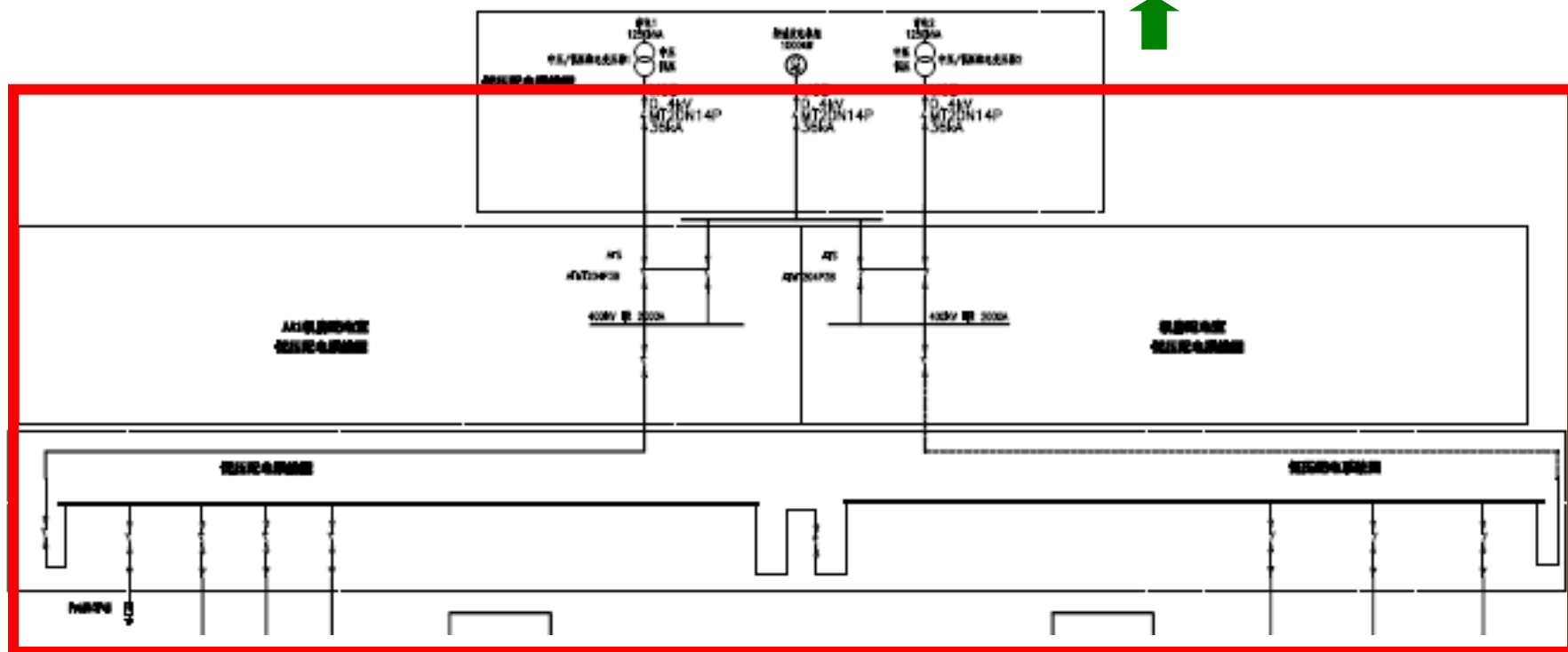


# 5.3 电气系统图（单线图）

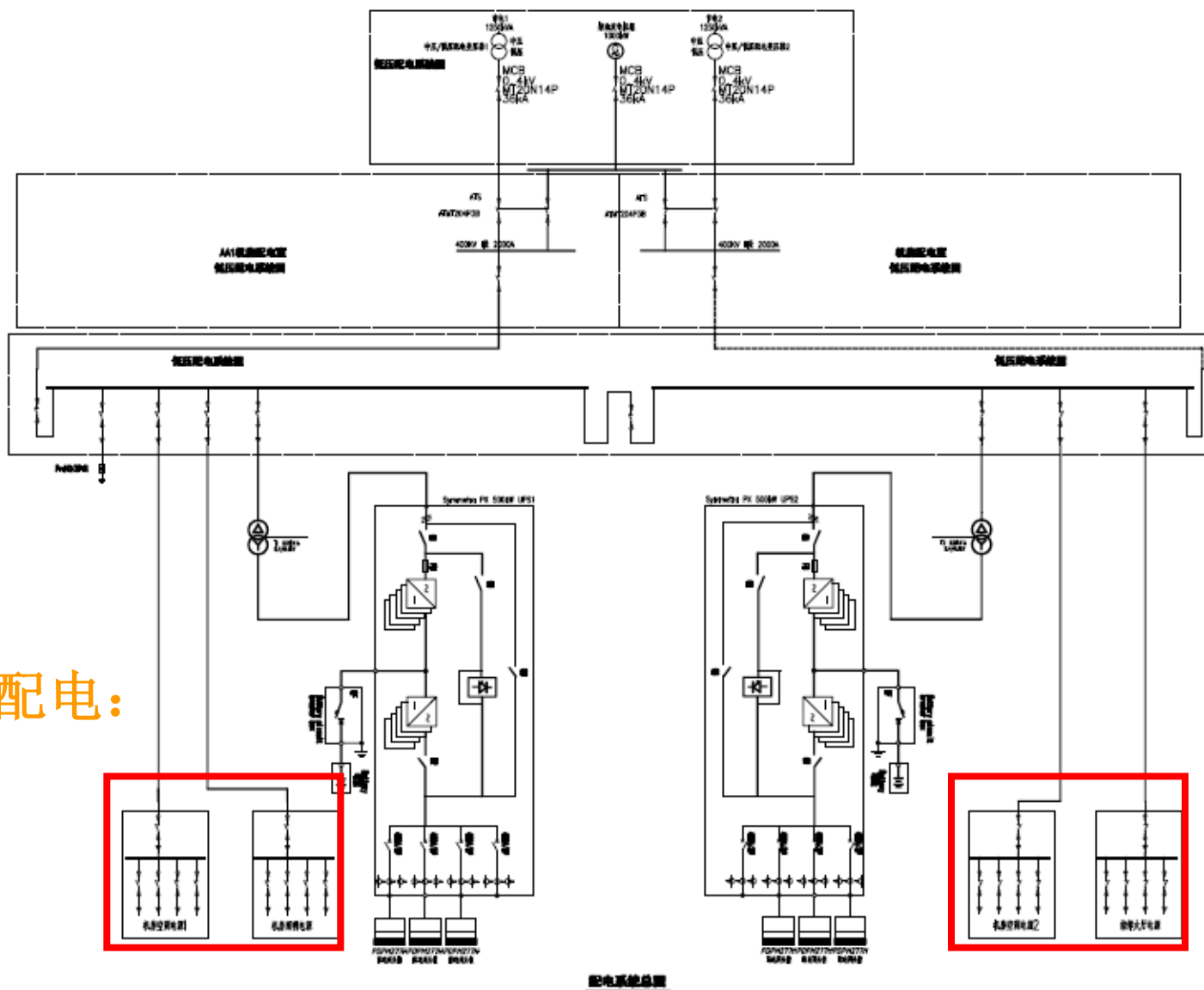
主配电：

主输入配电柜

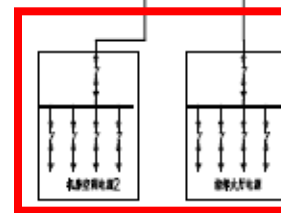
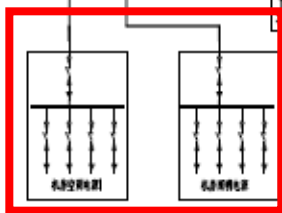
Okken IT



# 5.3 电气系统图（单线图）



二级配电:

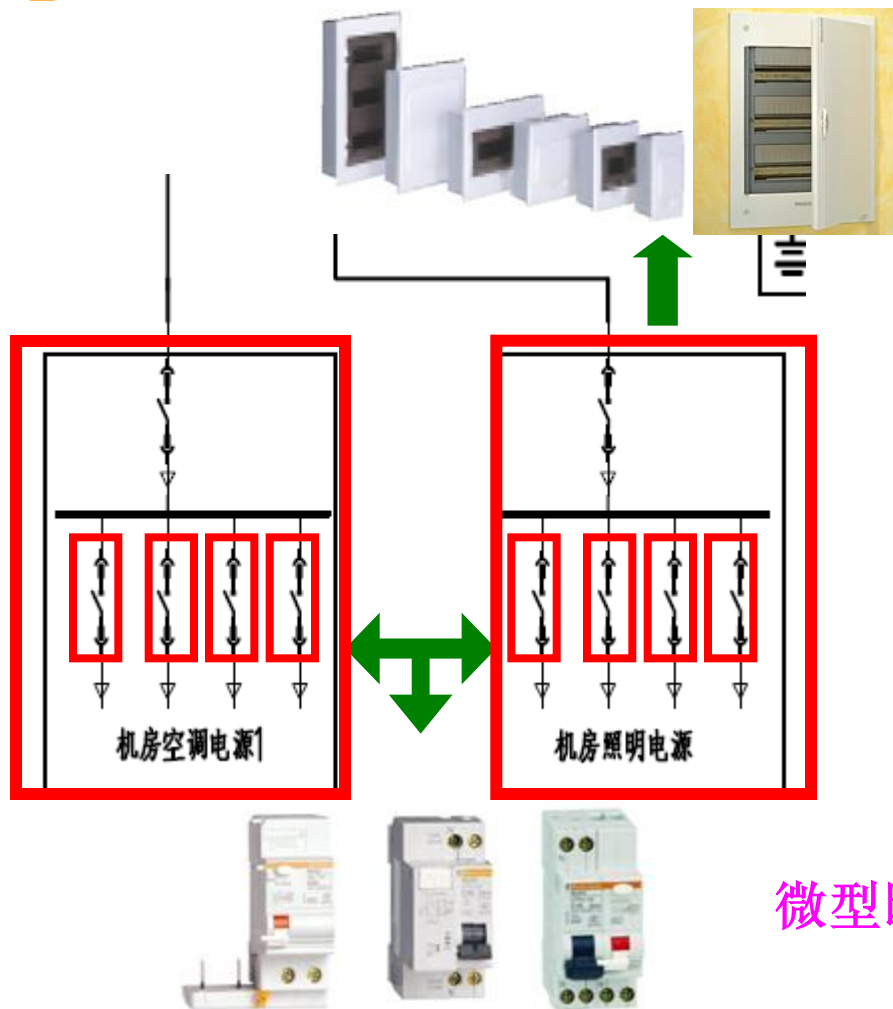




## 5.3 电气系统图（单线图）

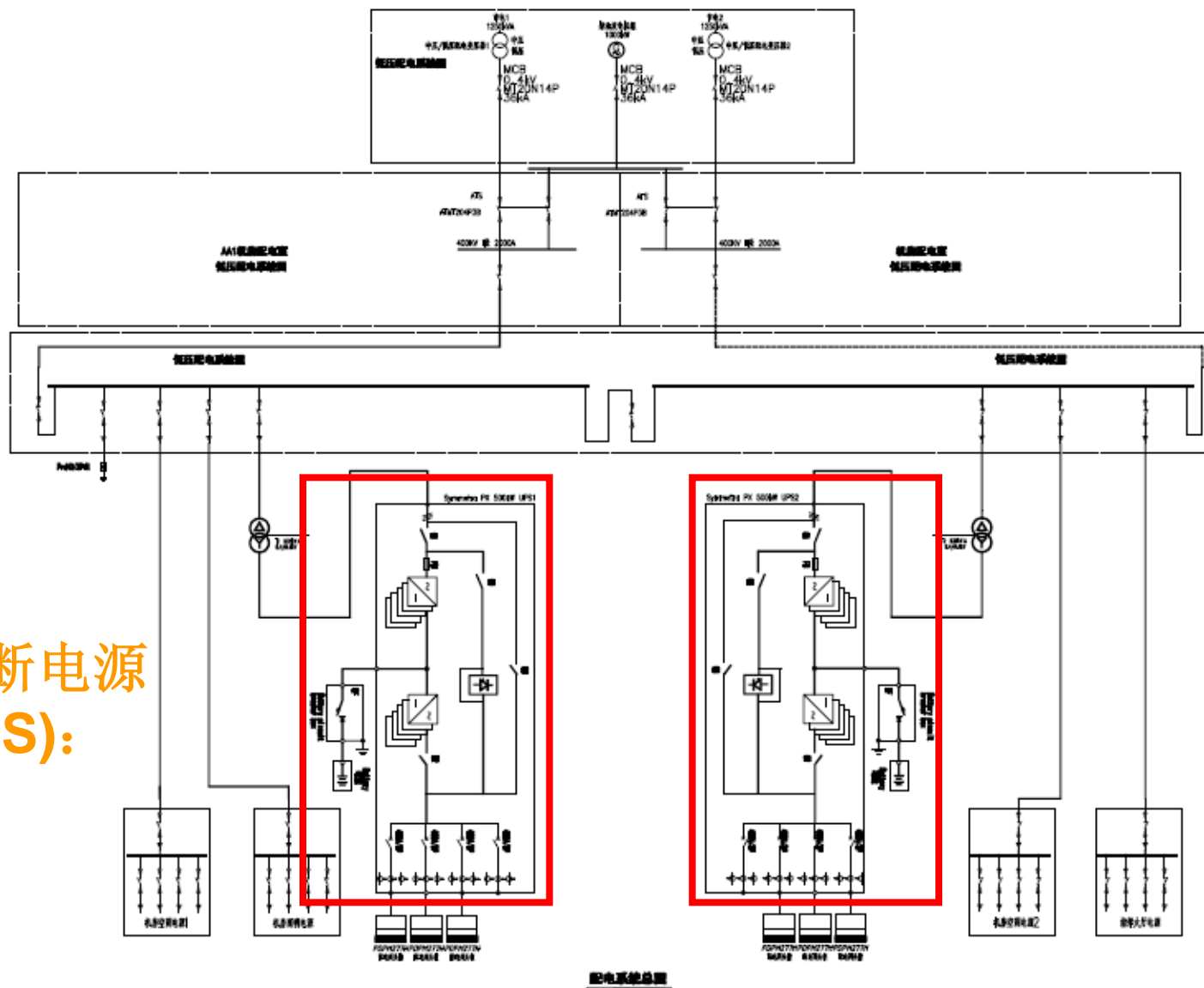
二级配电：

动力照明配电箱



微型断路器

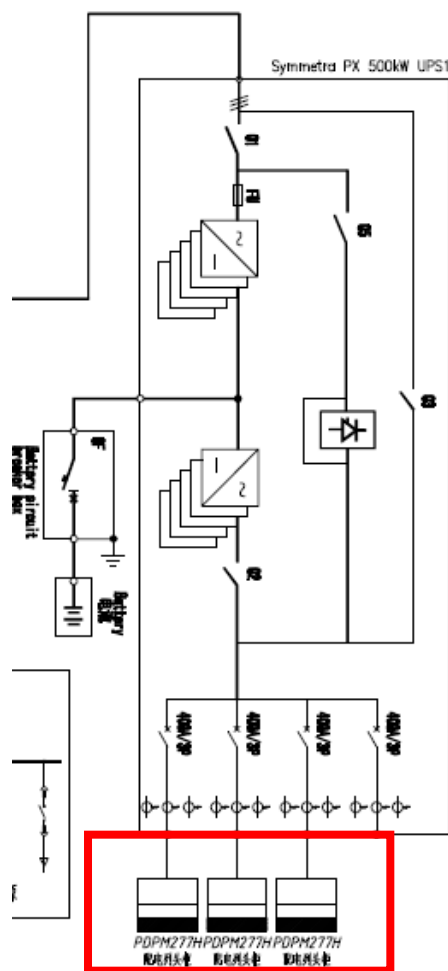
# 5.3 电气系统图（单线图）



不间断电源  
(UPS):

## 5.3 电气系统图（单线图）

不间断电源（UPS）:



MGE Galaxy



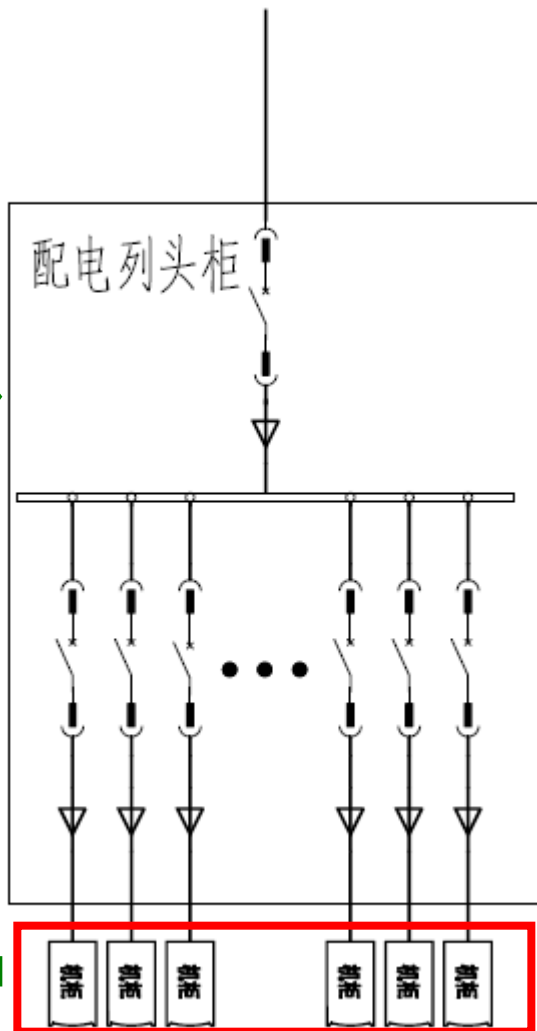
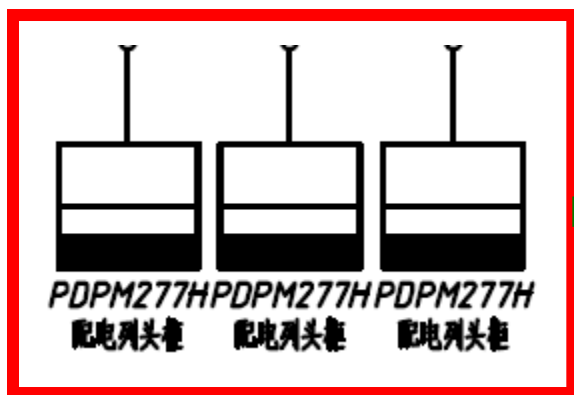
Symmetra PX



关键电力分配

## 5.3 电气系统图（单线图）

关键电力分配：



配电列头柜

PDPM277 PMM

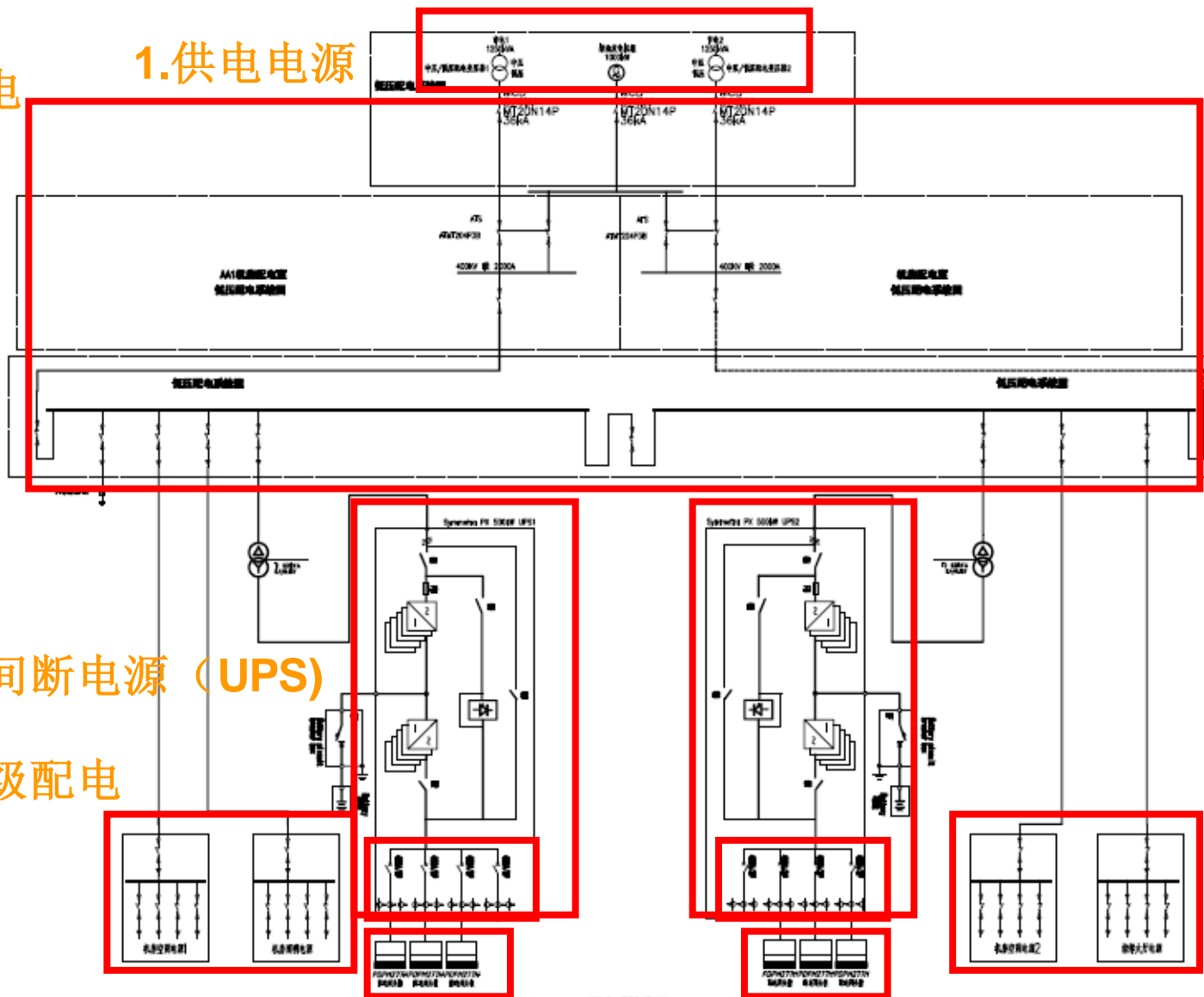


机柜



# 5.3 电气系统图 (单线图)

2.主配电 1.供电电源



配电系统总图 5.关键电力分配

## 5.4 控制原理图和二次接线图

### ● 控制原理图

- 控制原理图是表示电气设备及元件控制方式及其控制线路的图样，包括启动、保护、信号、联锁、自动控制及测量等。控制原理图按规定的线段和图形符号绘制而成，是二次配线和系统调试的依据。

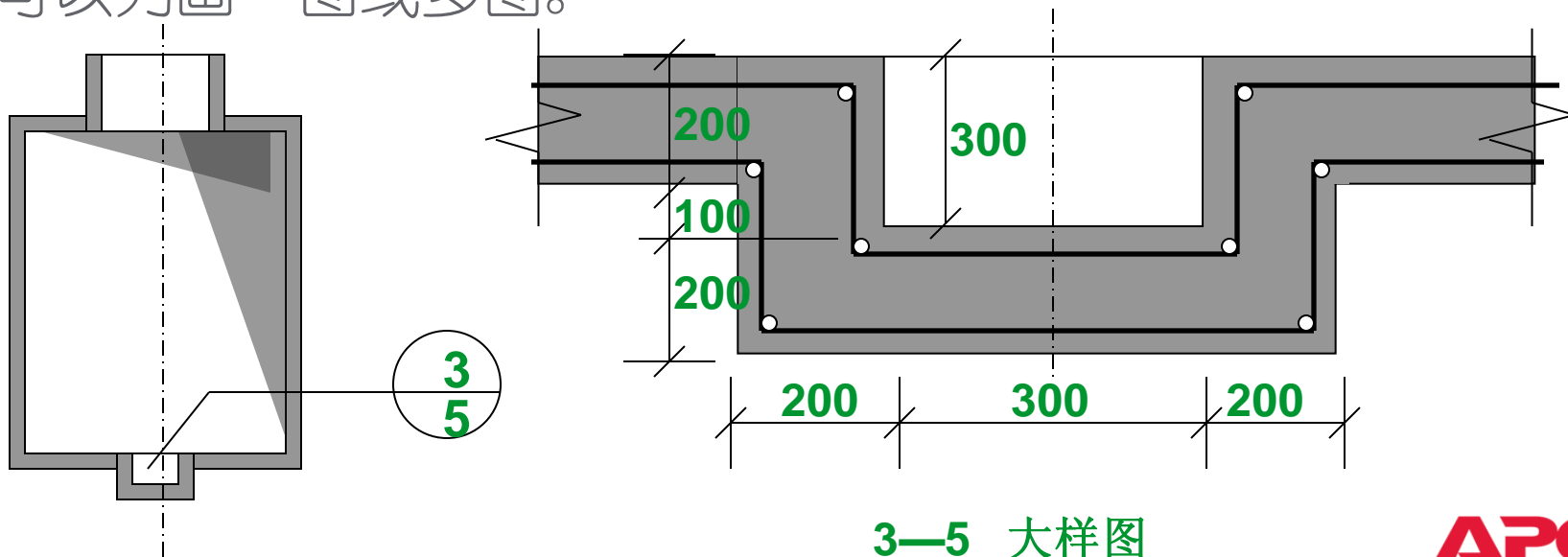
### ● 二次接线图

- 是与控制原理图配套的图样，用标志符号指明设备及其连接端子、连接导线和接线柱，便于操作和接线。

## 5.5 详图（大样图）

### ● 详图（大样图）

- 详图用来表示某一具体部位或元件的结构或具体安装方法，注明设备或部件具体图形详细尺寸，以便于安装。通常采用通用标准集，在没有标准图可以选用并有特殊要求时，可以绘制大样图。大样图可以画在同一张图纸上，也可以另画一图或多图。



3—5 大样图

## 5.6 电缆表册

### ● 电缆表册

- 电缆表册使用表格形式显示系统中电缆的线路编号、类别、规格、型号、长度、起止点及保护管的规格等。该长度值只作为参考，施工时应现场实测。电缆表册也有装在设备材料表内。



# 5.7 图例

## ● 图例

- 图例是用表格形式列出图纸中使用的图形符号或文字符号的含义，以使读图者读懂图纸。
- 除统一图例外专业图例各有不同表示，读图时应注意图例及说明。

# 5.7 图例

序号	图例	名称	序号	图例	名称	序号	图例	名称
1		变电站、配电所	7		带有负荷箱的固定式分支箱的直通区域，且号应以所用设备符号代替或省略 F — 开关断路器组(负荷开关)、熔断器 K — 刀开关箱 Q — 断路器、母线槽接线箱 XT — 接线端子箱	13		备用电源的事故照明灯
2		架空线路	8		卤钨灯, 碘钨灯, 红色闪烁, 全向光束	14		应急疏散指示标志灯
3		管道线路	9		荧光灯, 一般符号	15		应急疏散指示标志灯(自左)
4		电缆沟线路	10		碘钨灯	16		应急疏散指示标志灯(自右)
5		过孔线路	11		荧光灯	17		单管荧光灯
6		AC— 控制箱字母代码 AL— 照明配电箱字母代码 ALE— 应急照明箱字母代码 AP— 动力配电箱字母代码 AS— 信号箱字母代码 AT— 双电源切换箱字母代码 AW— 电能表箱字母代码 AX— 插座箱字母代码 ABC— 报警监控箱字母代码 ADD— 住户配电箱字母代码 ATF— 放大机箱字母代码 AVP— 分配机箱字母代码	12		C— 吸顶灯 E— 应急灯 G— 圆球灯 L— 花灯 P— 吊灯 R— 筒灯 W— 壁灯 EN— 射灯 LL— 局部照明灯	18		二管荧光灯
	根据需要参照代号“*”标注在图形符号旁边以区别不同类型电气箱(柜)例: □ AL11 AL: 字母代码 11: 序列号 表示为一层1号照明配电箱			根据需要“*”用字母标注在图形符号旁边以区别不同类型灯具, 例: □ ST 表示为安全照明		19		三管荧光灯
						20		n管荧光灯
						21		1P— 单相(电源)插座 3P— 三相(电源)插座 1C— 单相暗装(电源)插座 3C— 三相暗装(电源)插座 1EN— 单相带开关(电源)插座 3EN— 三相带开关(电源)插座
						22		TP— 电话插座 TV— 电视插座 TD— 计算机插座 TO— 传真插座 TF— 光纤插座

附注：“\*”为参照代号，参照代码包括字母代码和序列号。

# 5.8设备材料表

## ●设备材料表

- 设备材料表是以表格形式列出工程所需的材料、设备名称、规格、型号、数量、要求等。

# 5.8设备材料表

主要设备材料表-1

序号	名称	型号、规格	单位	数量
1	预力配电箱	BGL-2A 800x800x2200	台	1
2	预力配电箱	BGM-2A 800x800x2200	台	1
3	预力配电箱	□ 见附表2	个	1
4	风机控制箱	□ 见附表2、3	个	2
5	水泵控制箱	□ 见附表2	个	1
6	照明配电箱ALW	□ 见附表4	个	11
7	户配电箱AL2、3	□ 460x280x80mm	个	44
8	单相荧光灯	□ 1x36W ~220V	只	2
9	单相荧光灯	□ 2x36W ~220V	只	3
10	荧光灯	□ 1x80W ~220V	只	462
11	声光报警闪光灯	□ 1x80W ~220V	只	54
12	壁灯	□ 1x80W ~220V	只	22
13	壁灯	□ 1x18W ~220V	只	88
14	电棒灭蚊灯	□ 1x40W ~36V	只	5
15	浴霸	□ 1500W ~220V	只	88
16	单相单控开关	□ 10A, ~250V	个	480
17	单相单控开关	□ 10A, ~250V	个	73
18	单相单控双控开关	□ 10A, ~250V	个	26
19	三相四线开关	□ 10A, ~250V	个	13
20	单相开关	□ 10A, ~250V	个	55
21	插座	□ 10A ~250V 安全型	个	531
22	空调插座	□ 20A ~250V 安全型	个	154
23	插座插座盒	□ 10A ~250V 安全型	个	44
24	洗衣机插座	□ 10A ~250V 安全型 带开关	个	44
25	排气扇插座	□ 10A ~250V 安全型 防溅插座	个	88
26	排气扇插座	□ 10A ~250V 安全型 防溅插座	个	44
27	厨房插座	□ 10A ~250V 安全型 防溅插座	个	132
28	电话插座	□ 88系列	个	176
29	电视插座	□ 88系列	个	110

主要设备材料表-2

序号	名称	型号、规格	单位	数量
30	铜线配电箱		台	1
31	单相单相配电箱		个	44
32	单相单相配电箱		个	1
33	单相单相配电箱		个	44
34	单相单相配电箱		个	44
35	单相单相配电箱		个	44
36	单相单相配电箱		个	22
37	单相单相配电箱		个	88
38	单相单相配电箱		个	44
39	单相单相配电箱		个	44
40	单相单相配电箱		个	44
41	单相单相配电箱		个	11
42	单相单相配电箱		个	11
43	单相单相配电箱		个	1
44	单相单相配电箱		个	11
45	单相单相配电箱		个	44
46	单相单相配电箱		个	44
47	单相单相配电箱		个	44
48	单相单相配电箱		个	44
49	单相单相配电箱	ZRVV-1KV5X16	米	
50	单相单相配电箱	ZRVV-1KV5X25+2X16	米	
51	单相单相配电箱	ZRBV-500V 6、4、2.5	米	
52	单相单相配电箱	BV-500V 50、25、16、8	米	
53	单相单相配电箱	BV-500V 2.5、1.5	米	
54	单相单相配电箱	SYWV-75-9、5	米	
55	单相单相配电箱	二道	米	
56	单相单相配电箱	UTP-5e	米	
57	单相单相配电箱	RVV-450Vx0.5 2x1.0 4x1.0	米	
58	单相单相配电箱	RVS-450Vx0.5 4x0.5 4x1.0	米	

# 5.9设计说明

## ●设计说明

- 对一个读图者来说，设计说明是必须认真阅读和研究的内容。因为它常常是指点迷津的钥匙
- 设计说明主要标注图中交代不清，不能表达或没有必要用图表示的要求、标准、规范、方法等，如供电电源来源、线路敷设方式、设备安装方式施工注意事项等。根据工程规模及需要说明的内容多少，有的可以单独编制说明，有的因为内容简短，分项局部问题可以写在分项图纸内的空余处。

# 5.9设计说明

## 一、设计依据

### 1. 建筑概况:

本工程位于 (省) (区) (路) 康康住宅小区内, 地下一层, 层三 220/380V 配电系统  
高3.0米, 主要为自行车库; 地上十一层, 每层楼高2.9米, 均为住宅; 屋面设有电梯机房及1. 负荷分类及容量:

水塔间: 建筑主体高度33.8米, 总建筑面积为6498平方米, 结构形式为框剪剪力墙结构,  
填充墙为加气混凝土砌块。

本工程属于二类普通高层住宅建筑。

### 2. 相关专业提供的工程设计资料:

### 3. 各主管部门对初步设计的审核意见:

### 4. 建设单位提供的设计任务书及设计要求:

### 5. 中华人民共和国现行主要标准及规范:

《民用建筑电气设计规范》JGJ/T 16-92

《高层民用建筑设计防火规范》GB 50045-95 2001年版

《住宅设计规范》GB 50096-1999 2003年版

《建筑物防雷设计规范》GB 50057-94 2000年版

《有线电视系统工程技术规范》GB 50200-94

其它有关国家和地方现行规范、规程及标准。

## 二、设计范围

### 1. 本工程设计包括红线内以下电气系统

#### 1) 220/380V 配电系统:

#### 2) 建筑物防雷、接地系统及安全措施:

#### 3) 有线电视系统;

#### 4) 电话系统;

#### 5) 网络布线系统;

#### 6) 多功能对讲系统;

#### 7) 楼宇智能化系统。

2. 本工程电源分界点为地下室配电室电源进线柜内的进线开关, 电源进线柜前的位置及过路管由  
本设计提供。

二级负荷: 加压风机、消防电源、地下室照明及公共照明等, 其容量为46.6kW。

三级负荷: 其它电力负荷及住宅照明, 其容量为179.4kW。

### 2. 供电电源:

本工程从小区道路变电站引来两路220/380V电源, 分别供给本楼的动力负荷及照明负荷用电;  
照明负荷电源同时作为动力负荷的备用电源使用, 能承担本工程的全部负荷。进线电缆从建筑南侧  
引入, 直接进入地下一层配电室的动力柜及照明柜。

### 3. 计费:

根据建设单位要求, 本工程住户电费采用远传计量方式, 由小区管理中心集中计量收费, 对动力  
负荷用电在总进线柜内集中电表计量。

### 4. 住宅用电指标:

根据住宅设计规范及建设单位要求, 本工程住宅用电指标为每户4kW。

### 5. 供电方式:

本工程采用放射式与树干式相结合的供电方式: 动力负荷采用放射式供电, 住宅用电采用树干式  
供电。对加压风机、消防电源及公共照明等二级负荷采用双电源末端互投。

### 6. 照明配电:

照明、插座均由不同的支路供电; 除空调插座外, 所有插座回路均设剩余电流动作保护。

## 四、设备安装

1. 电源总进线柜采用高层住宅专用, 固定式动力及照明配电箱, 靠墙安装, 进出线方式为上进下出。

2. 住户配电箱落地安装, 1.8m 靠墙安装, 其余配电箱及控制箱均落地安装, 2m 挂墙安装。

3. 安装灯具除于吊顶中安装外, 均为距地2.0m; 其余灯具均顶面安装。

4. 除进线外, 开关、插座分别距地1.4m、0.3m 安装, 卫生间内开关、插座采用防溅、防水型  
插座; 有淋浴、浴缸的卫生间内开关、插座安装在2区以外, 风机、水泵等设备位置详见水、暖专业有

# 5.10 图纸目录

- 图纸目录

- 图纸目录是将设计图纸按顺序编排，它反映了图纸全部情况，是清点、查阅的依据。

## 5.10 图纸目录

图 纸 目 录				
序号	图号	图 纸 名 称	图幅	备注
1	电施1	施工设计说明	A2	本图集12~14页
2	电施2	低压配电系统图(一)	A2	本图集15页
3	电施3	低压配电系统图(二)	A2	本图集16页
4	电施4	低压配电干线系统图	A2	本图集17页
5	电施5	电话、电视、网络系统图	A2	本图集18页
6	电施6	多功能访客对讲系统图	A2	本图集19页
7	电施7	表具数据传输系统图	A2	本图集20页
8	电施8	住户配线箱接线图	A2	本图集21页
9	电施9	地下层电气平面图	A2	本图集22页
10	电施10	地下层照明平面图	A2	见光盘
11	电施11	地下层弱电平面图	A2	本图集23页
12	电施12	首层电气平面图	A2	本图集24页
13	电施13	首层多功能访客对讲平面图	A2	本图集25页
14	电施14	标准层电气平面图	A2	本图集26页
15	电施15	标准层照明平面图	A2	本图集27页
16	电施16	标准层电话、电视、网络平面图	A2	本图集28页
17	电施17	标准层多功能访客对讲平面图	A2	本图集29页
18	电施18	标准层表具数据传输平面图	A2	本图集30页
19	电施19	设备层电气平面图	A2	本图集31页
20	电施20	屋顶防雷平面图	A2	本图集32页
21	电施21	主要设备材料表	A2	本图集33页
22		加压风机控制原理图		本图集附

附注:加压风机控制原理图参见国家标准GB500303—2《常用风机控制电路图》。

【深度规定条文】

**4.3.4** 在施工图设计阶段, 建筑电气专业设计文件应包括图纸目录, 施工图设计说明, 设计图纸主要设备表, 计算书(供内部使用及存档)。

#### 4.5.2 圖組目錄。先列新繪制圖組，后列重複使用圖。

### 4.5.3 施工进度控制

1 工程设计概算, 应经经营单位盖章的初步(或方案)设计说明书中的主要编制人。

2 各层楼的施工要求和注意事项（包括布线、设备安装等）。

3 设备定货要求（亦可附在相应图纸上）。

▲ 防雷及接地保护等其他系统有其内容（亦可附在相应图纸上）。

5 本工程选用标准图集图集编号、页号。

#### 4.5.4 设计图例

1 施工设计说明, 补充图例符号, 主要设备表可编成首页, 内容较多时, 可分设专页。

【补充说明】

2. 图幅目录表格式如下(单位:mm,先表中有图样):

圖 表 目 次				
圖 號	圖 名	圖 號	圖 名	圖 號
1				
2				
3				

图纸目录				—	040203
■	■	■	■	■	■



# 议程

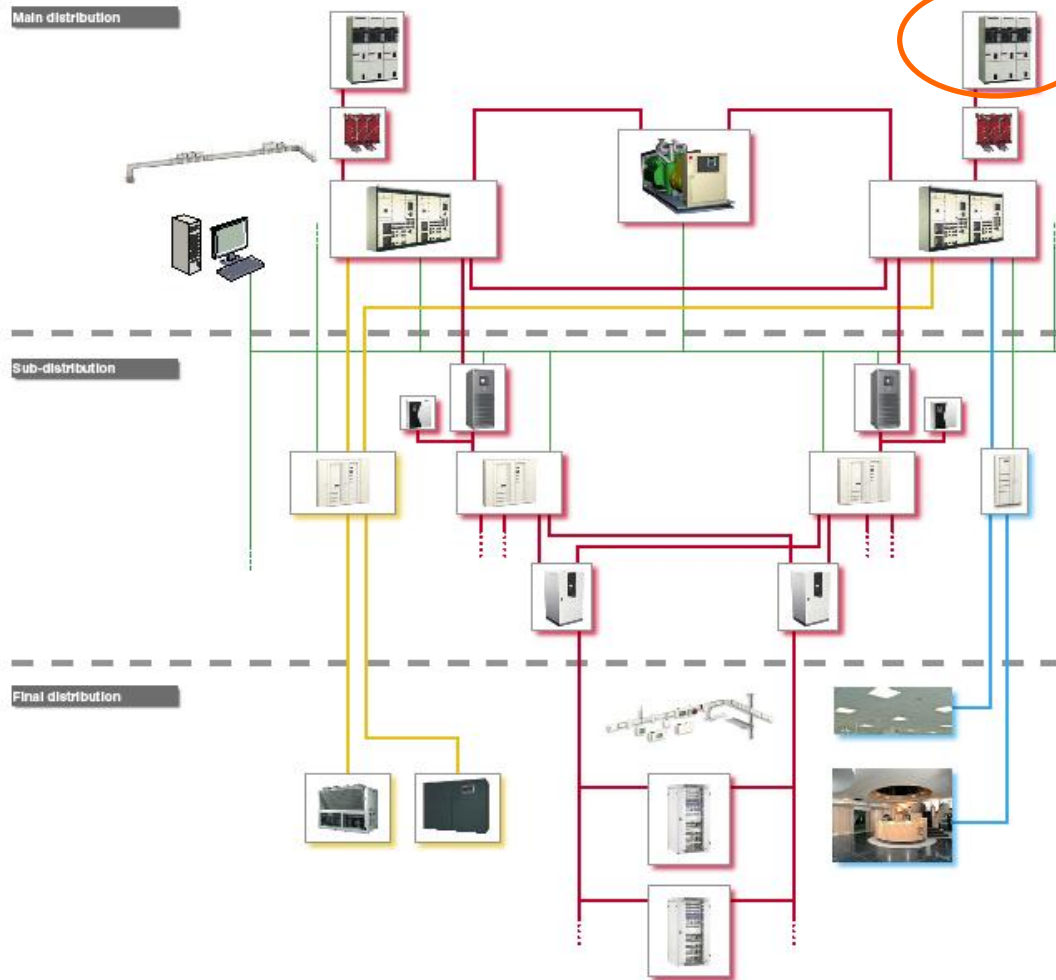
- 1 数据中心标准
- 2 数据中心供配电系统组成和各组件功能
- 3 选择UPS系统的配置
- 4 数据中心典型供配电系统比较
- 5 数据中心电气图纸及图形符号
- 6 施耐德数据中心供配电系统解决方案

# 6. 目录

- 35KV/10KV 中压柜
- 中压/低压配电变压器
- 低压主配电柜
- 从主配电柜到二级配电柜
- STS
- 母线
- 配电架构
- UPS下游的配电和模块化配电
- 施耐德配电解决方案的比较
- 管理技术手段

# 6. 施耐德数据中心供配电系统解决方案

## ● 35KV/10KV 中压柜



PIX 金属铠装移开式开关柜

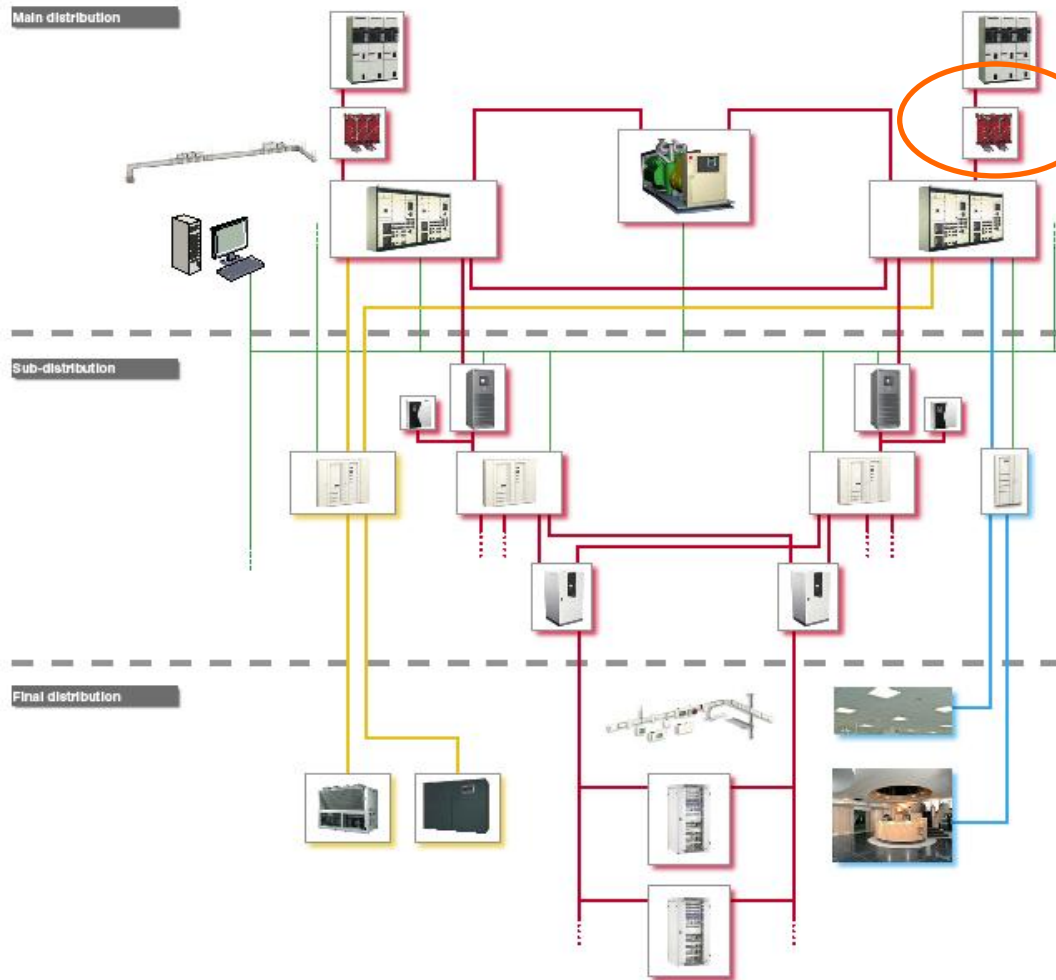


MVnex 金属铠装开关柜



# 6. 施耐德数据中心供配电系统解决方案

## ●中压/低压配电变压器



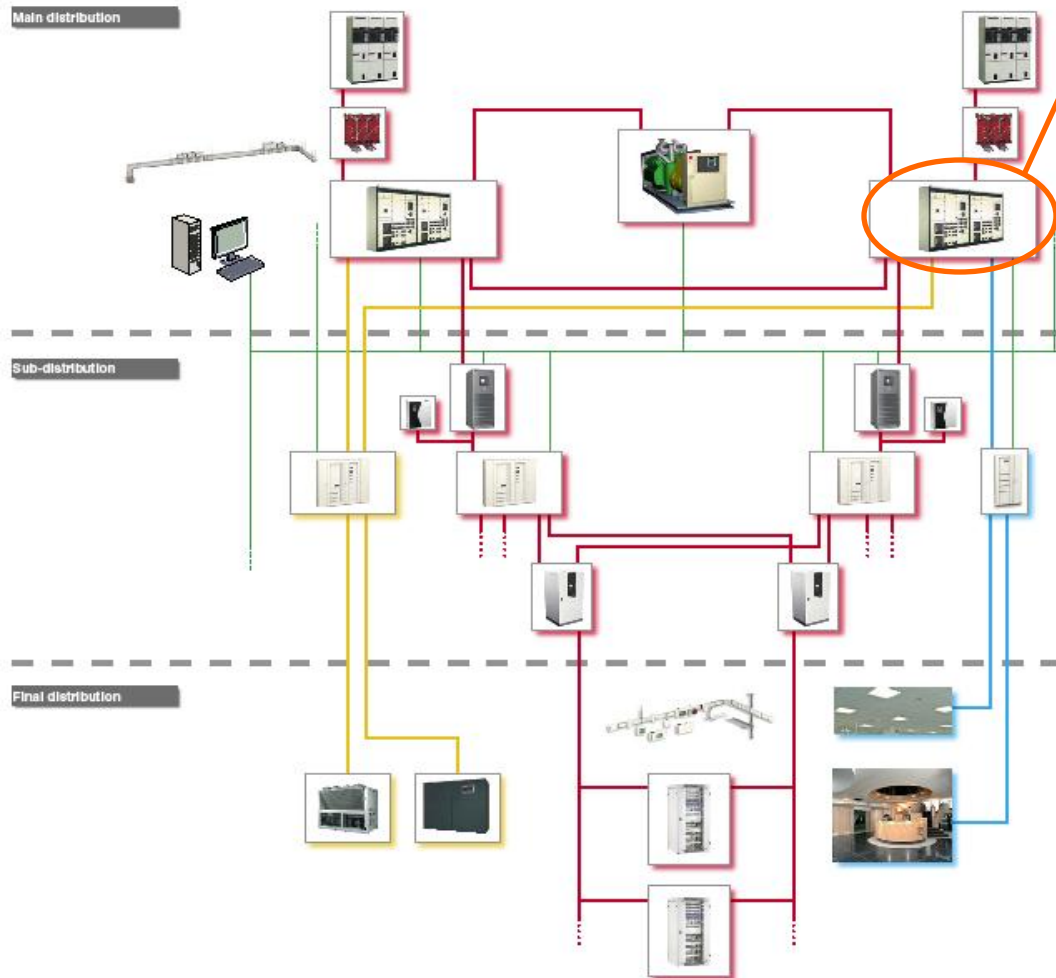
Trihal干式变压器



选用低损耗SCB10/10+系列变压器：  
低损耗：空载损耗比GB低20%，负载损耗比GB低6%  
低噪音：45分贝以下系列  
1000KVA变压器每年节电约6000元，2500KVA每年节电约15000元

# 6. 施耐德数据中心供配电系统解决方案

## ● 低压主配电柜



OKKEN IT

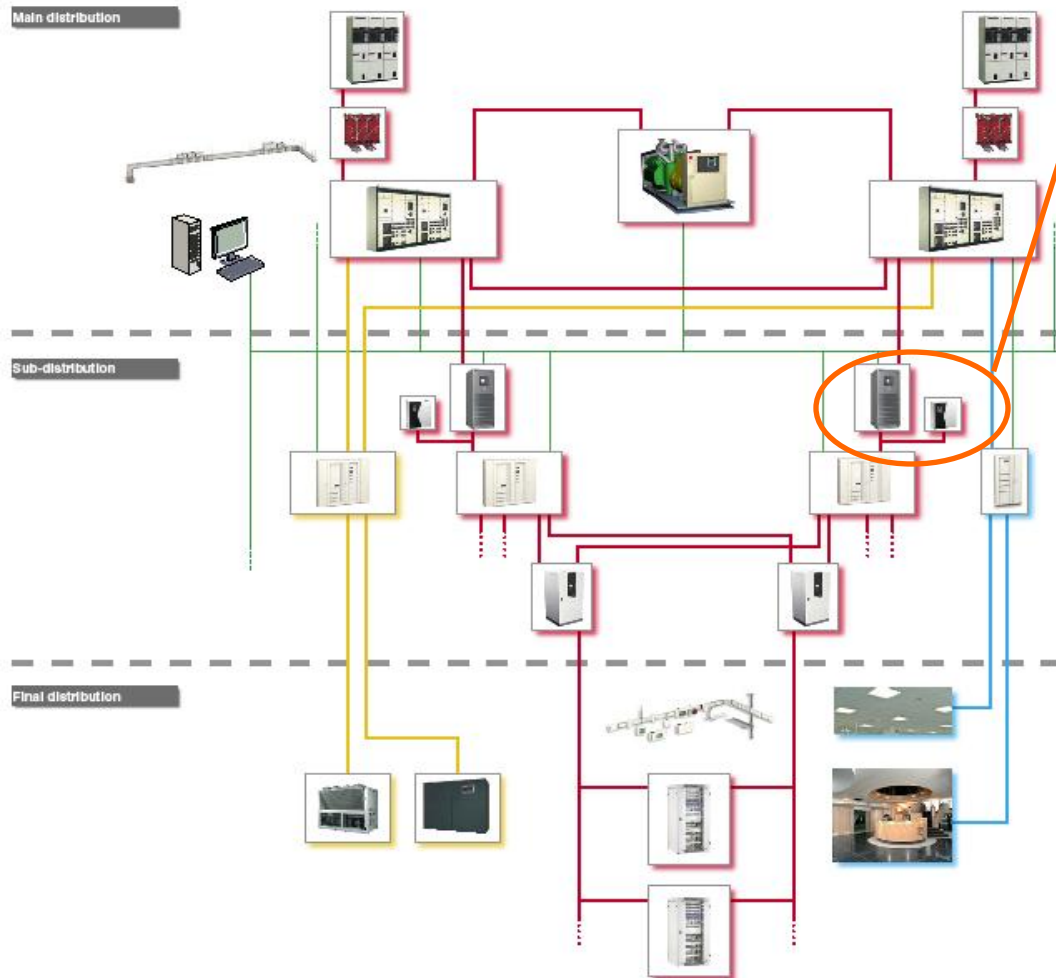


Blokset



# 6. 施耐德数据中心供配电系统解决方案

## ● UPS



Galaxy 7000/5000



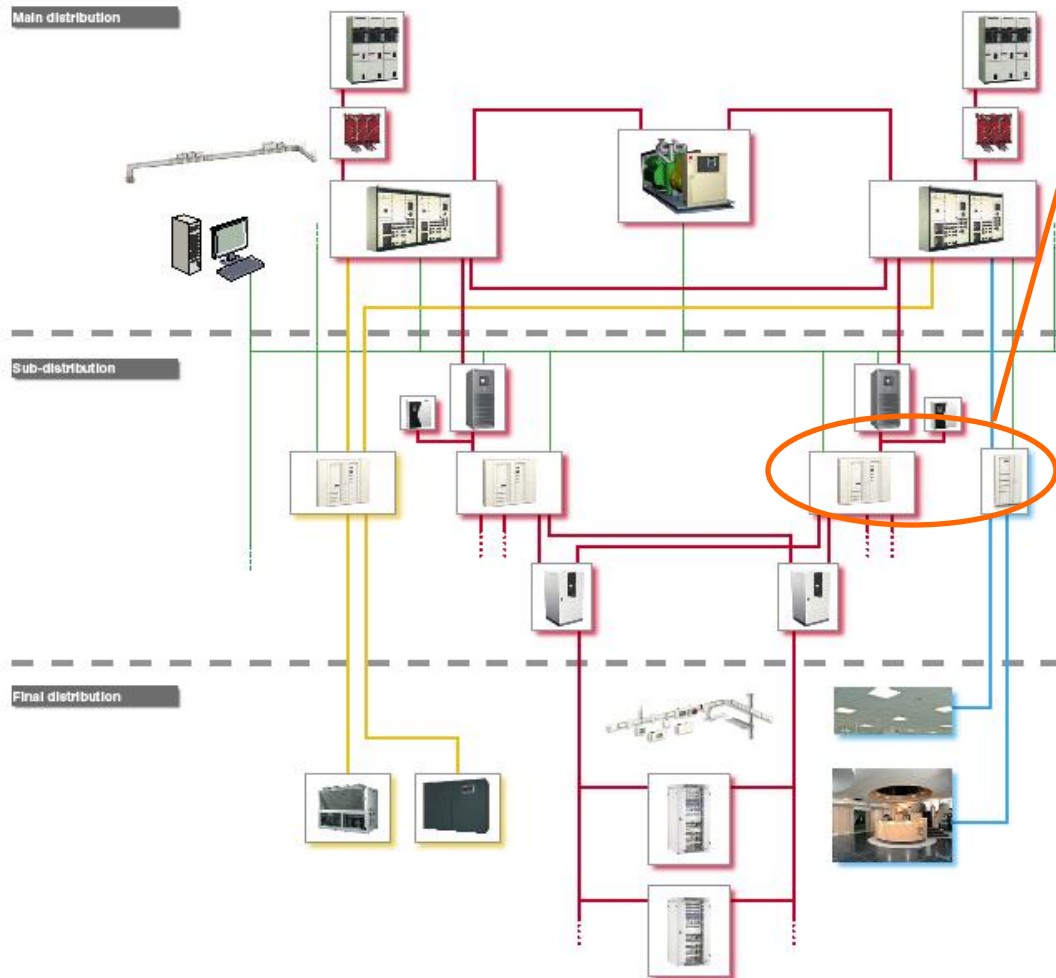
Galaxy 300 / SUVTP



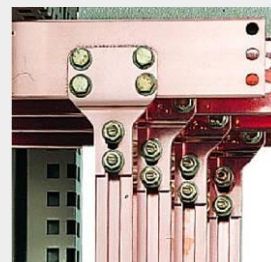
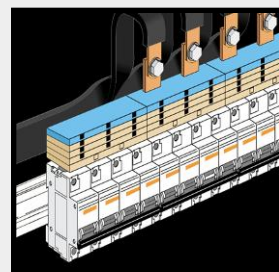


# 6. 施耐德数据中心供配电系统解决方案

## ● 从主配电柜到二级配电柜

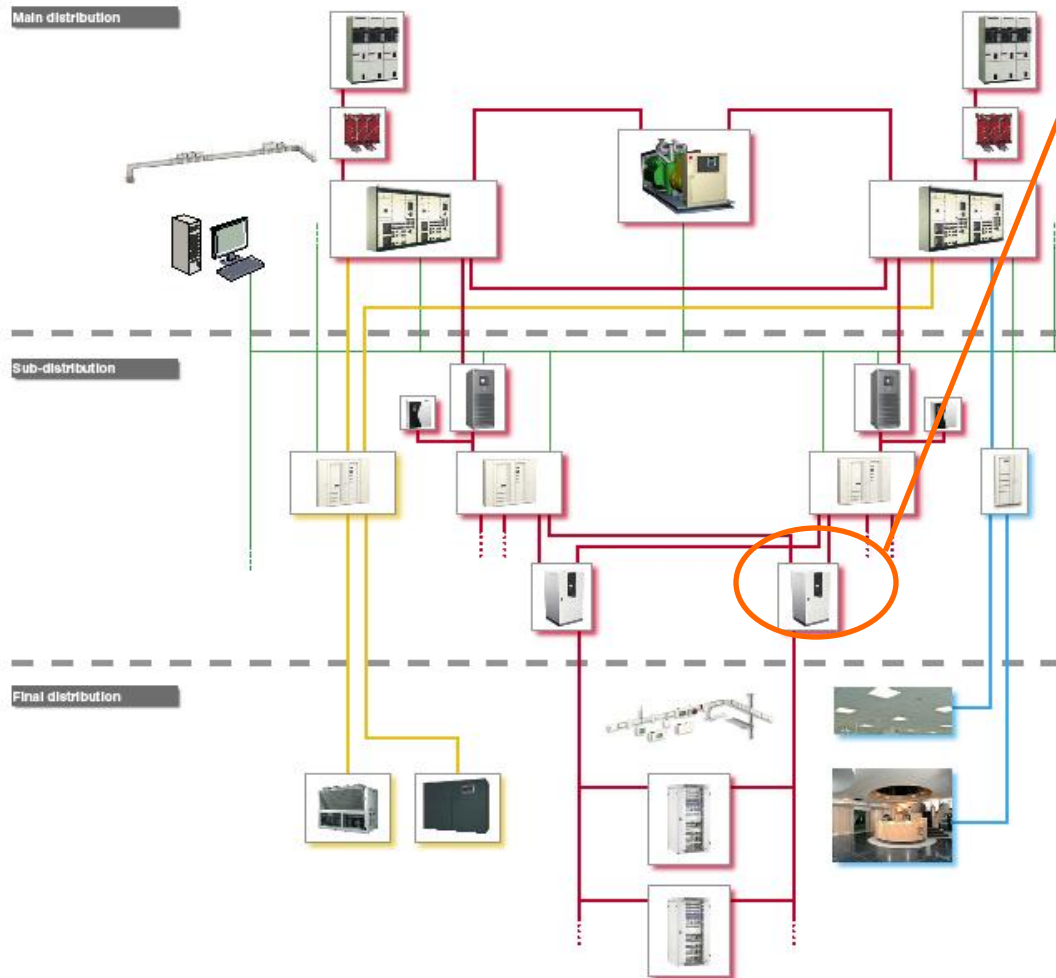


Prisma iPM



# 6. 施耐德数据中心供配电系统解决方案

## ● STS



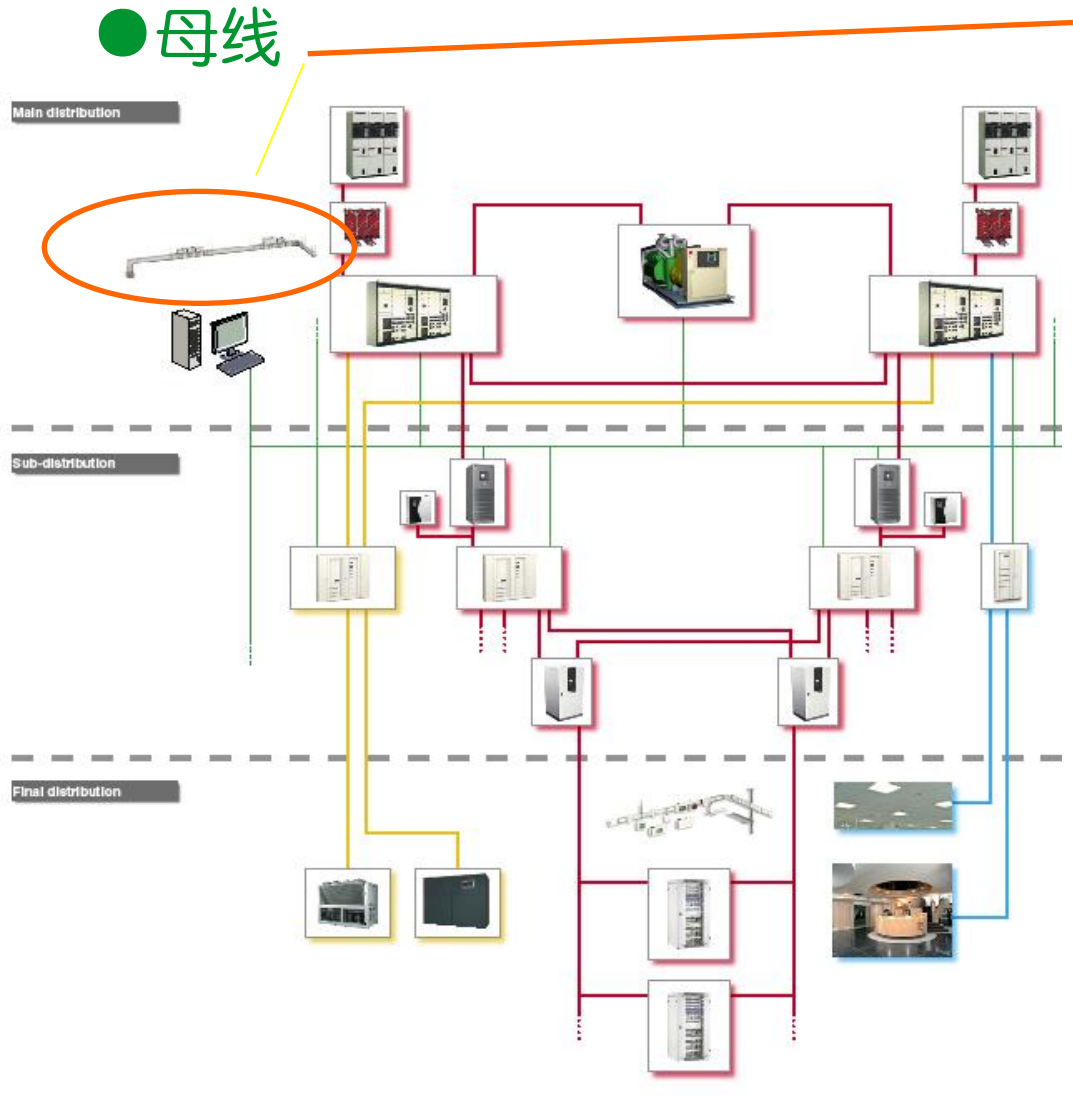
## UPSILION STS





# 6. 施耐德数据中心供配电系统解决方案

## ● 母线



照明母线



低电流母线



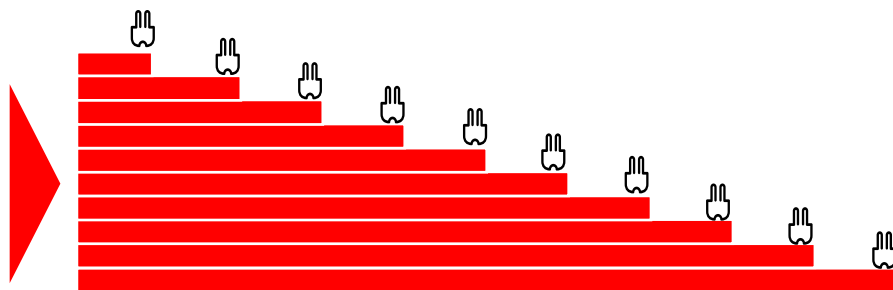
中电流母线



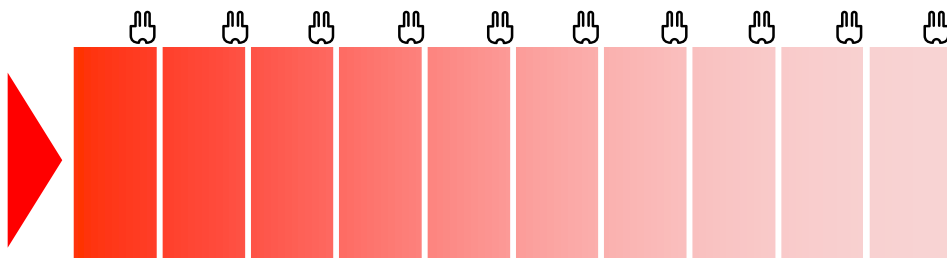
高电流母线

# 6. 施耐德数据中心供配电系统解决方案

## ● 配电线路结构

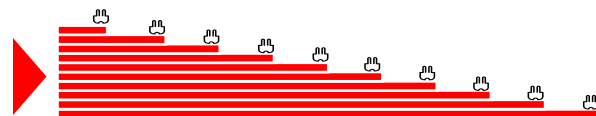


放射状供配电结构



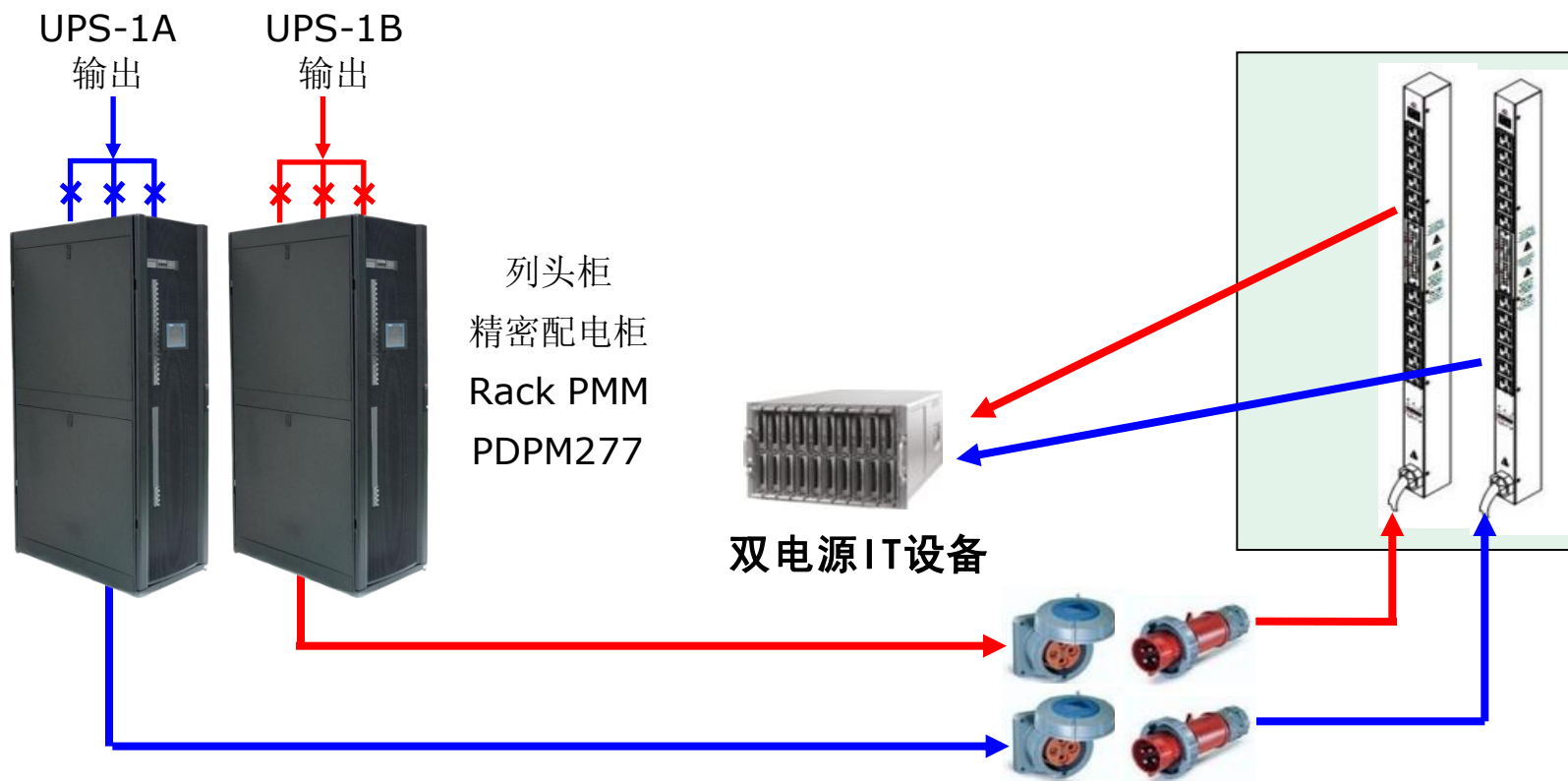
树干状供配电结构

# 6. 施耐德数据中心供配电系统解决方案

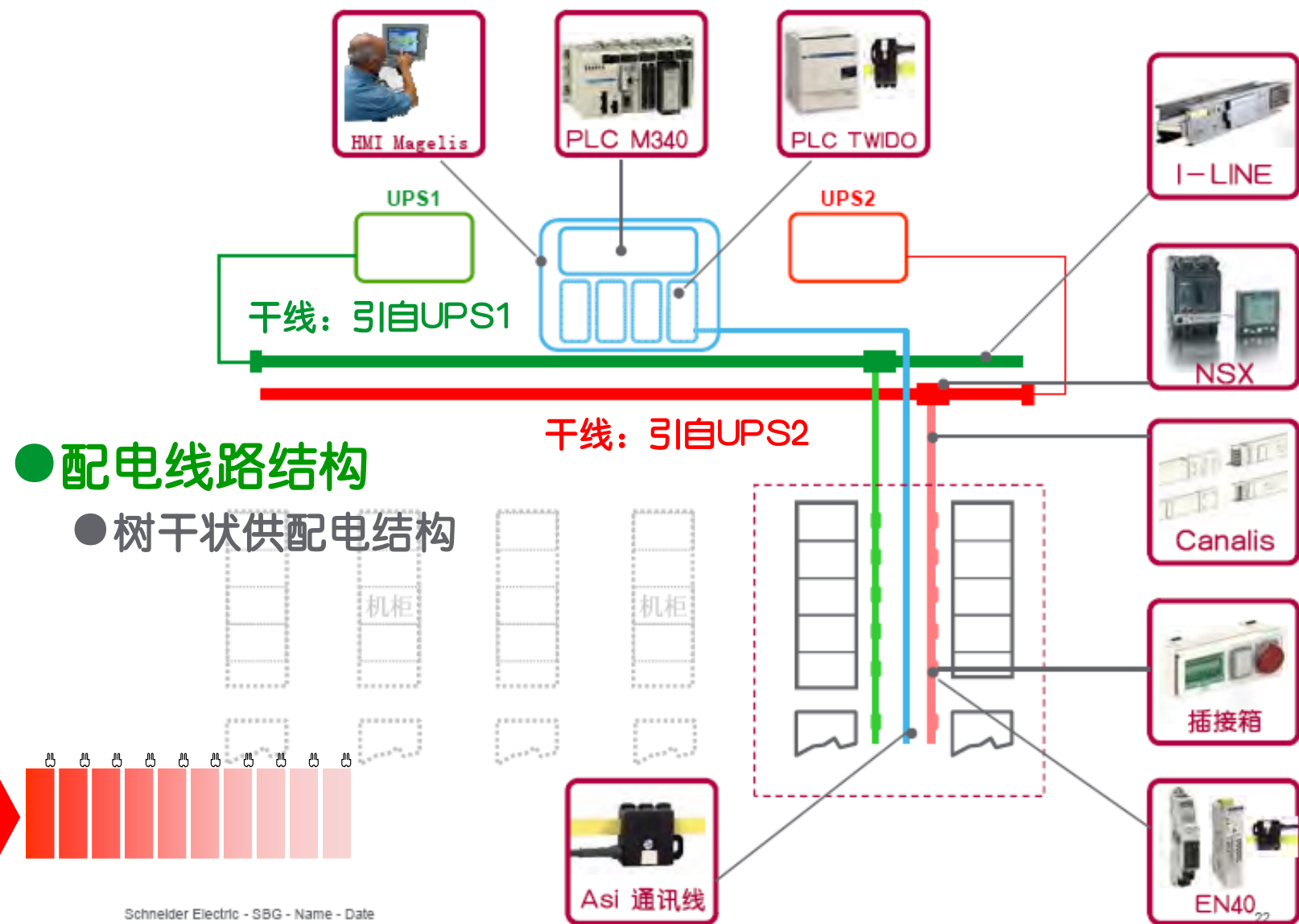


## ● 配电线路结构

### ● 放射状供配电结构



# 6. 施耐德数据中心供配电系统解决方案

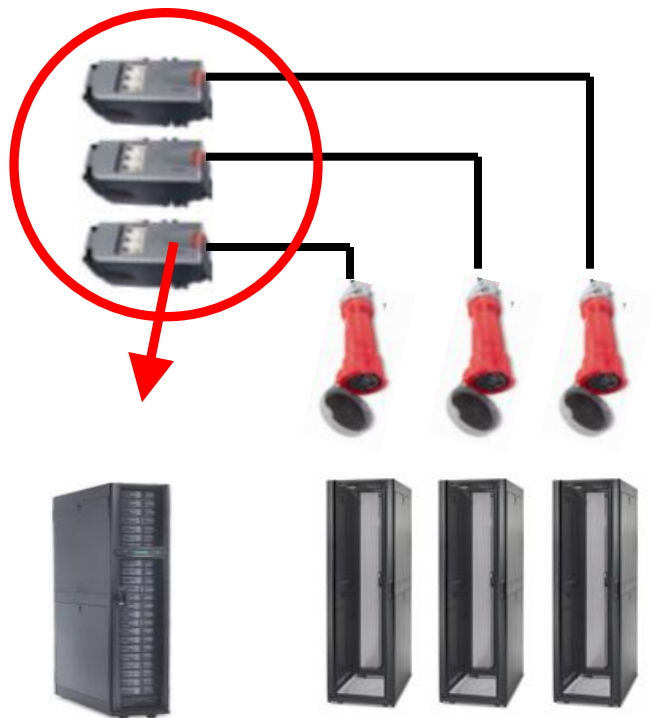


Schneider Electric - SBG - Name - Date

# 6. 施耐德数据中心供配电系统解决方案

## ● 机柜配电系统

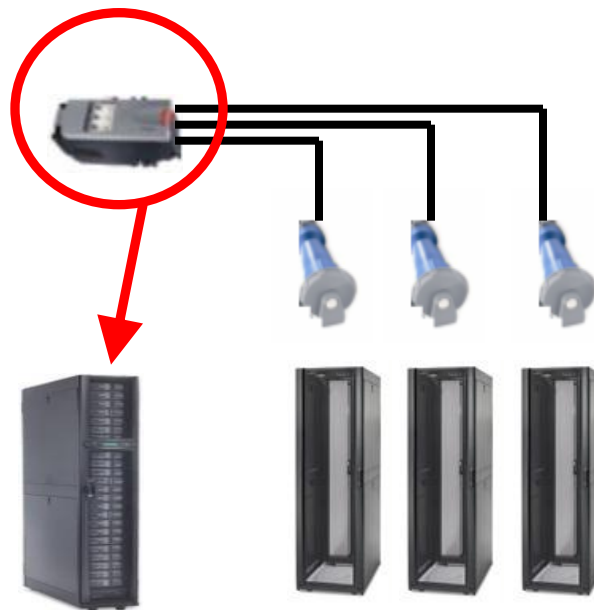
### ● 模块化电力分配系统



3-相电缆延长器



1-相电缆延长器



# 6. 施耐德数据中心供配电系统解决方案

## 施耐德智能配电柜（列头柜）（一）

### 5U 机架式配电盘



- 138 kW 200A
- 18 Poles
- 最多装载6个模块
- 产品号: PDPM138H-5U

### 1/2 Rack远程配电柜(RPP)



- 高密度
- 277 kW 400A
- 72 Poles
- 最多装载24个模块
- 产品号: PDPM277H

### 电源分配模块



- 16A & 32A 模块(400V)
- 工业连接器接口
- 标配电流监测
- 断路器位置检测

# 6. 施耐德数据中心供配电系统解决方案

## 1/2 Rack远程配电柜(RPP)——PDPM277H

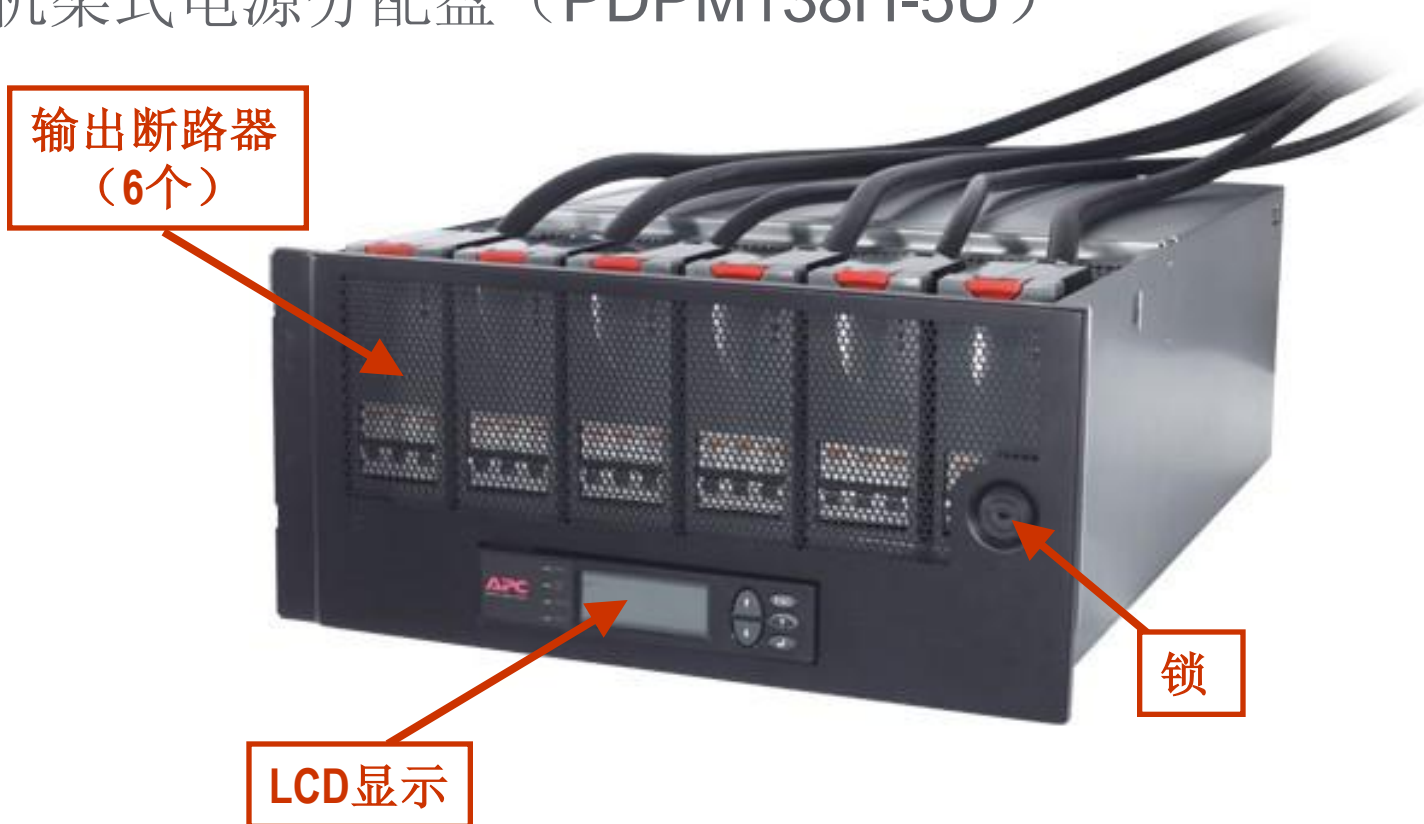
- 高密度设计 – 277kW，只占用 1/2 机柜位置
- 提供高达 72 Pole 位置 – 最多装载24个电源分配模块
- 用户可配置的电源分配系统
- 扩展和维护无需宕机
- 配置LCD
- 配置SNMP网卡



# 6. 施耐德数据中心供配电系统解决方案

## 5U机架式配电盘(RDP)

- 5U 机架式电源分配盘（PDPM138H-5U）





# 6. 施耐德数据中心供配电系统解决方案

## 智能化配电模块



IEC 16A 5-wire



IEC 32A 5-wire



IEC 16A 3 × 1 Pole, 3-Wire

# 6. 施耐德数据中心供配电系统解决方案

## 施耐德智能配电柜（列头柜）（二）——PMM

### 标准IT机柜柜体

- 结构化设计：允许拆卸侧板、后门、面板，便于维护。
- 无需侧面维护和安装
- **IP20** 保护等级，设置内外两层面板，外面板采用网孔门设计，通孔率大于**69%**，无变压器安装时，无需额外的通风装置。

### 隔离变压器

- 60-160kVA**
- 可提供多种**K**系数：**K0/K13/K20**
- 内置变压器时，标配 **2+1** 组冗余风扇

- 预留本地**EPO**（紧急关断）接口
- 标配防浪涌保护装置

### 模块化触摸屏

- TFT**真彩显示
- 5.7英寸**大显示屏
- 支持远程监控

### 通讯接口

- 可支持**TCP/IP**及**MODBUS**协议

### 上进/下进线

- 同时支持上进或下进线，无需任何额外附件

# 6. 施耐德数据中心供配电系统解决方案

## 施耐德智能配电柜（列头柜）（二）——PMM

分支回路监测：

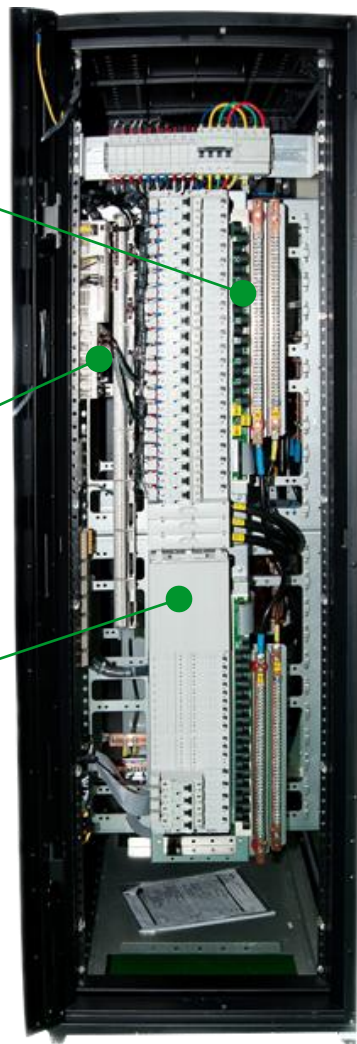
- 可支持10~63A
- 可调整的两级报警阈值
- 显示电流、电压、电量、功率因数、负载百分比

零线设计：

- 特为数据中心设计的双倍零线系统

Eurostar终端配电母线系统

- 模块化设计
- 即插即用
- 可调相
- 支持多种类型断路器
- 提供多种母线盖板



输出断路器

- 施耐德 Multi 9系列 1~63A 微型断路器
- 1P, 3P, DPN
- 选配断路器状态显示或故障显示



配置灵活

- 占地面积小，可实现更高的功率密度
- 最多84/126回路输出

配置灵活

- 占地面积小，可实现更高的功率密度
- 最多84/126回路输出
- 84路输出：  
600x1070x1991mm
- 126路输出：  
750x1070x1991mm



# 6. 施耐德数据中心供配电系统解决方案

## 施耐德智能配电柜（列头柜）（二）——PMM

### PMM — 价值与优势

- SX机柜为柜体，可与IT机柜并柜使用，黑色设计美观大方，业界最小占地面积
- 10~63A热插拔开关，在线扩容方便
- 5.7英寸高清晰度智能触摸显示屏，让操作更方便
- 业界最全面输入和输出电气监控方案，您的电气系统更透明
- 同时支持多种走线方式，安装方便，可快速部署
- 内部零线为相线两倍设置，可工作在高谐波环境内



# 6. 施耐德数据中心供配电系统解决方案

问题	传统配电系统	模块化配电系统
添加分支电路	需安装新导管；确定断路器尺寸并进行安装；布线并进行端接。如果系统处于运行中，电工可能需要暴露于外的电线进行带电操作。如果电路配有功率监控，则需添加新的感应器以及（或者）程序	预先制作插接分支电路；可于运行的系统中进行安装，无需带电操作电线；每条分支电路均处于功率监控之下，模块插入后可进行自动配置
移除分支电路	如若系统处于运行中，电工可能需要暴露于外的电线进行带电操作。不得不从地板下复杂的布线中移除电线导管。如果电路配有功率监控，需变更相应程序	分支电路从配电柜中拔出，尚可再次使用
移除或更改机柜	需要在物理层面上或者电气层面上将机柜断电	分支电路可从机柜上拔出；可将机柜推出
简化规划程序	一般来讲，往往需要在确定最终功率密度前确定配电柜的数量和位置。涉及到高架地板安装时，需提前设计地板下安装支架	无需提前确定配电柜的数量和位置。可在以后的使用中随时添加配电柜，无需做任何提前准备
可靠性	许多导线线头均是在现场制作的，会出现端接松动等问题。热作业时出现的操作错误可能导致电线损坏、断路器跳闸，从而中断IT负载运行	导线线头均在出厂前预先制作好，可靠性更高。消除了添加及更改电路时与其它电路发生互相干扰的隐患
最小占地面积	基于变压器的配电柜每100 kW IT负载的占地面积为2.5平方米，或者大约是7%的机房面积	每100 kW IT负载的占地面积为0.7平方米，或者大约是2%的机房面积
安全性	添加、移除、检测分支电路以及使用手持式电流监测器会存在操作人员带电操作电线的危险	安装插入式防电击分支电路。无需现场布线
气流干扰	大量由地板下引出的线缆插接配电柜，对地板下的气流形成干扰。布线的地面切口会造成大量旁路气流通道，分散空调容量、导致空调效率降低	无需在地板下布缆。不会有额外的地面切口造成的地板空气外泄的情况。
简化工程设计	每次安装均需进行机柜长度、密度、安培容量及成本等方面的复杂权衡，以合理确定配电柜的安装位置	从标准参考设计中进行挑选，以满足各项要求。多个决策可以在日后阶段性的部署
前期成本	配电柜一般于前期安装。安装工程巨大，在最初安装时就需要支出所有费用	多数的配电成本只有在需要时支出
能效	线缆较长，造成大量的电力损失。在北美地区，208/120 V交流系统所造成的电力损失是208/120 V交流系统的十倍	线缆较短，电力损失较少



# 6. 施耐德数据中心供配电系统解决方案

问题	机柜母线槽	模块化配电系统
处理混合部署及更改电源密度	母线槽尺寸必须按照最大密度及容量进行设计，否则未来添加额外母线槽工程会很繁杂或者难以落实	可通过添加或更改分支电路来调节功率密度，以适应电流配置。为额外容量安装额外配电柜的工作更加轻松
面对形状不规则的房间布局	母线槽必须提前安装至所有预期机柜上方	柔性线缆易于绕过房间内的障碍物、IT专用机柜以及跳脱IT设备地板规划的限制
安全访问断路器	断路器安装于架空式母线槽之上，访问时需使用爬梯。许多情况下，由于地方规定，并不允许执行该操作。需要链条或其他螺线管	所有的分支电路保护器安放于带锁的门内，易于访问
最小地板空间	不占地板空间	每100 kWIT负载占用0.7平方米，或者大约2%的机房空间
标准化的全球解决方案	监管要求因地域而不同，在不同的地点需要采用不同的物理配置、额定电流或数据通讯	采用标准架构可满足所有国际监管要求，采用全球化监控标准
对每条机柜分支电路进行能源监控	母线槽系统一般仅仅通过使用可选设备对母线内的总体功率进行监控，并依赖机柜式配电柜报告每台机柜的功率情况	配电柜可自动检测到新安装的分支电路，每台机柜均配有所有分支电路功率监控器提供的单一通讯端口。即使机柜并不使用机柜式配电柜，例如刀片服务器，情况也一样如此
简化工程设计	即使在同一数据中心的不同机柜行内，每次安装都必须在机柜行长度、密度、母线槽安培容量间进行复杂权衡，并且每次安装要投入成本，以优化安装效果并确保母线槽不会过载	从标准参考设计中进行挑选，以满足各项要求。多个决策可以在日后阶段性的部署
使用最少的铜线	母线铜线必须根据最大功率密度尺寸过大设计	分支电路的铜线只在必要时安装在需要的容量上
标准长度的终端配电线缆	母线槽与IT机柜的距离一直保持一致，因此所有的线缆长度相同，简化了备件的库存保管工作	配电柜至IT机柜的距离可能各不相同，需要不同长度的线缆。用户可切开线缆并重新端接，但这会造成不便
可用于不具操作性的吊顶安装情况	由于监管要求，在许多地方机柜母线槽不能安装于地板之下	配电线缆槽可安装在吊顶天花板下IT机柜的上方，或安装于地板之下
前期成本投入最小	在建设初期就需要投入大部分的机柜母线槽费用。	多数的配电成本只有在需要时支出
能效	机柜母线槽尺寸需按照最大容量设计（例如，使用最多的铜线），所造成的电力损失略低。鉴于铜线的成本高昂，需50多年才能收回成本。	使用铜线的数量基本接近实际负载，造成的电力损失略高。

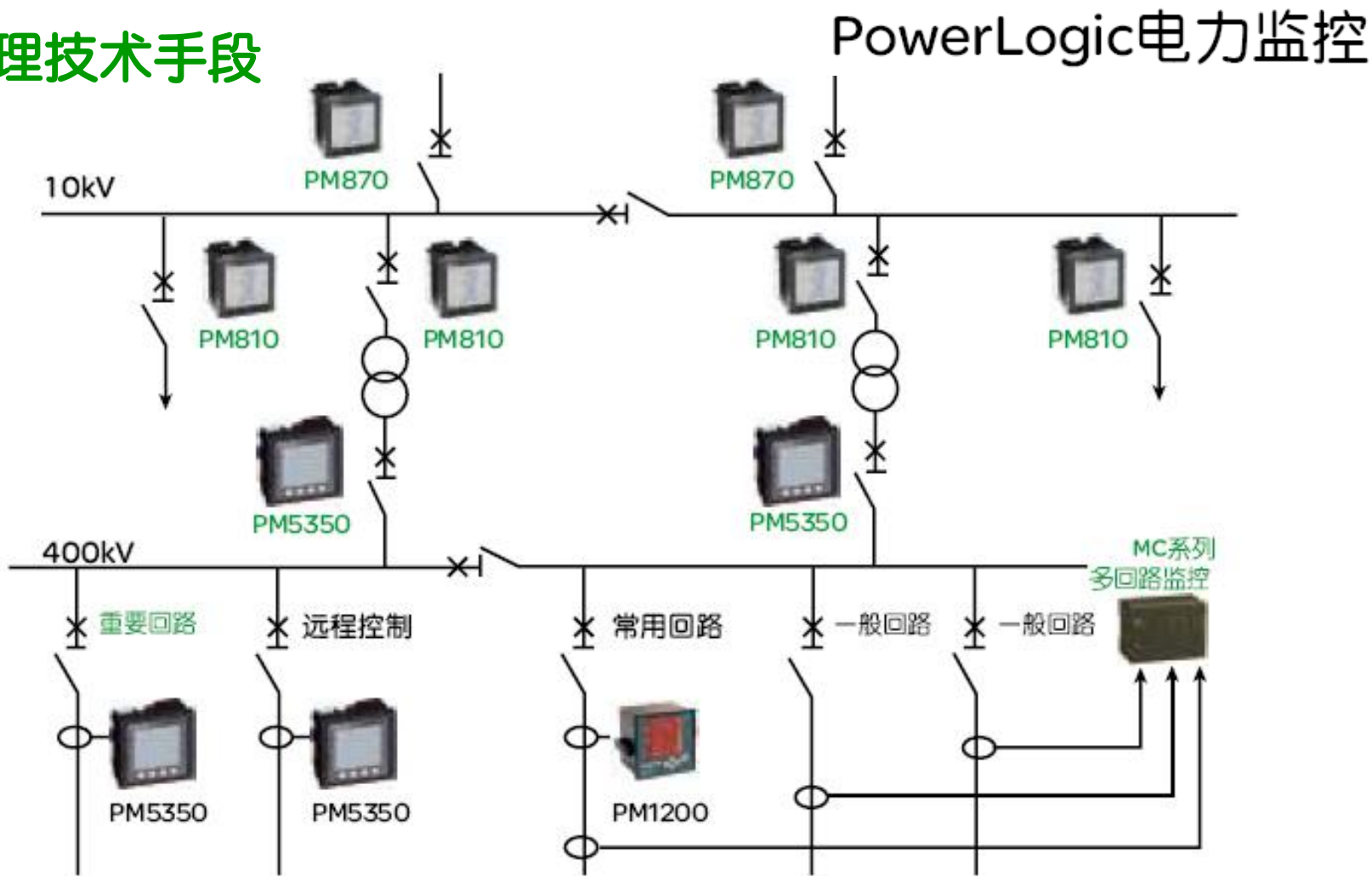
# 6. 施耐德数据中心供配电系统解决方案

## ● 管理技术手段

- 供配电系统是数据中心运行的基础，客观上需要实现供配系统各环节的全面可管理
- 历史上,因为困难而不为之的环节-供电终端(点多面广)
- 中大型数据中心无法容忍管理的失控制
- 目前普遍要求实现以下的管理技术手段:
  - 实时了解各个回路的耗电量
  - 及时获得任何回路发生过载的危机信息!
  - 监视各个回路耗电量完整的演变过程

# 6. 施耐德数据中心供配电系统解决方案

## ●管理技术手段



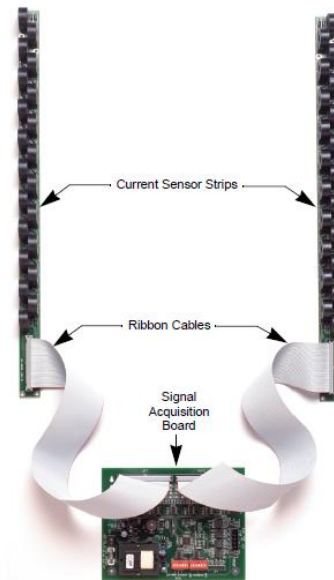
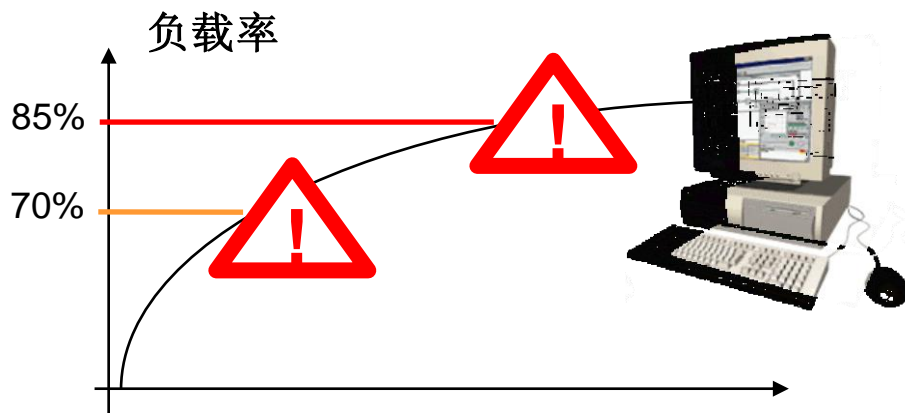


# 6. 施耐德数据中心供配电系统解决方案

## 精密配电柜PMM

### ●管理技术手段

- 监视供配电系统中每个回路的电流
- 任何回路有过载危险时发出报警信息
  - 避免过载造成的供电中断
  - 管理者了解每个断路器的历史负载率
  - 可对不同规格的断路器设置2级报警阈值



# 6. 施耐德数据中心供配电系统解决方案

## ● 管理技术手段

### ● 智能机架式PDU-计量型及开关型



开关式机架 PDU 提供了负载测量以及各个插座的开关控制以实现远程电源再循环、设备的延迟电源定序和插座使用管理

计量式 PDU 为已连接的负载提供了实时远程监控。用户定义的报警能够在发生严重 IT 故障之前出发电路可能过载的警告。

Make the most of your energy™  
善用其效 尽享其能

