

# 低压配电柜基础知识

- 低压开关柜的定义, 功能及分类
- 低压开关柜的主要组成部分及基本结构
- 低压开关柜的主要技术参数
- 低压配电系统
- 常用低压成套装置介绍
- 基础知识简介

## 低压开关柜的定义

一个或多个低压开关设备和与之相关的控制、测量、信号、保护、调节等设备，由制造厂家负责完成所有内部的电气和机械的连接，用结构部件完整地组装在一起的一种组合体。



## 低压开关柜的功能及作用

- ❖ 电能分配转换
- ❖ 马达控制
- ❖ 无功功率补偿
- ❖ 保护人身防止触电(直接和间接接触)
- ❖ 保护设备防止免受外界环境影响

## 低压开关柜的三大重要标准:

□ GB7251.1

《低压成套开关设备和控制设备》

第一部分: 型式试验和部分型式试验成套设备

□ IEC60439.1

《低压成套开关设备和控制设备》

第一部分: 型式试验和部分型式试验成套设备

GB/T 15576-2008

《低压成套无功功率补偿装置》

## 低压开关柜分类

按结构分:

✓固定式: PC或MCC回路



✓抽出式: PC或MCC回路



## 低压开关柜分类

按用途分:

✓配电用: 馈电柜 (PC: Power Center)

✓控制用: 马达控制柜 (MCC: Motor Control Center)

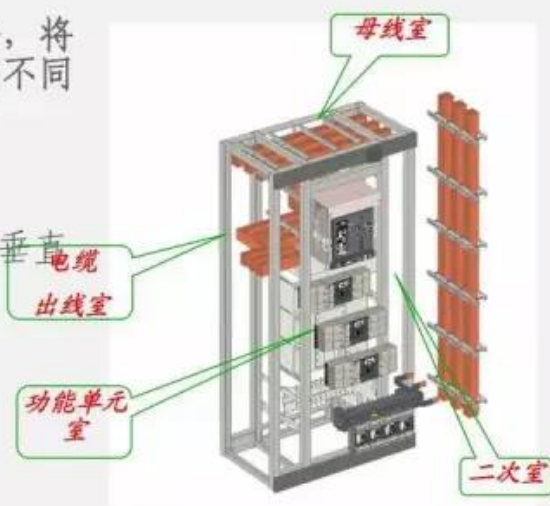
✓补偿用: 如无功率功率补偿柜 (电容器柜)

## 开关柜的基本结构

定义：为保护人身和设备安全，将开关柜独立划分成几个隔室的不同方式

隔室分类：

- 母线室：包括水平母线室与垂直母线室
- 功能单元室（开关隔室）
- 电缆出线室：包括电缆室
- 二次设备室

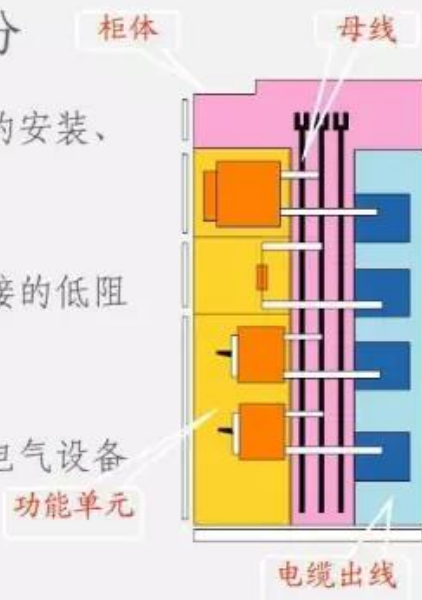


## 低压开关柜的主要组成部分

□ 柜体：开关柜的外壳骨架及内部的安装、支撑件

□ 母线：一种可与几条电路分别连接的低阻抗导体

□ 功能单元：完成同一功能的所有电气设备和机械部件（包括进线单元和出线单元）

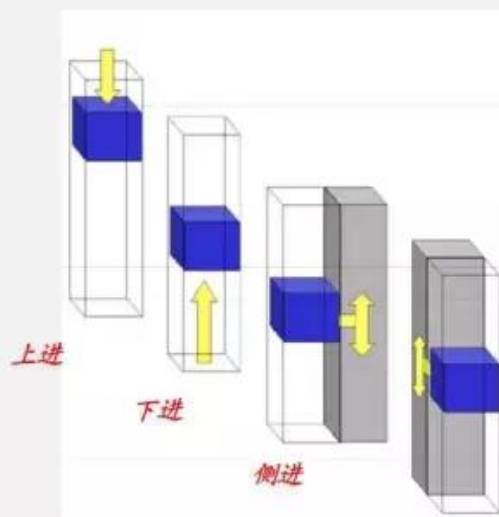


# 开关柜的主要技术参数

- ✓ 额定电流 (通常同进线开关大小相同)
- ✓ 额定电压/额定绝缘电压 (400/1000V)
- ✓ 进出线方式
- ✓ 额定短时耐受电流 ( $I_{cw}/1s$ )
- ✓ 柜体内部功能区域的划分 (隔离方式)
- ✓ 外壳防护等级
- ✓ 安装地点及方式
- ✓ 外形尺寸 (同用户现场面积有关)
- ✓ 颜色及表面处理
- ✓ 接地系统

## 进线 (插接式母线槽或电缆) 方式

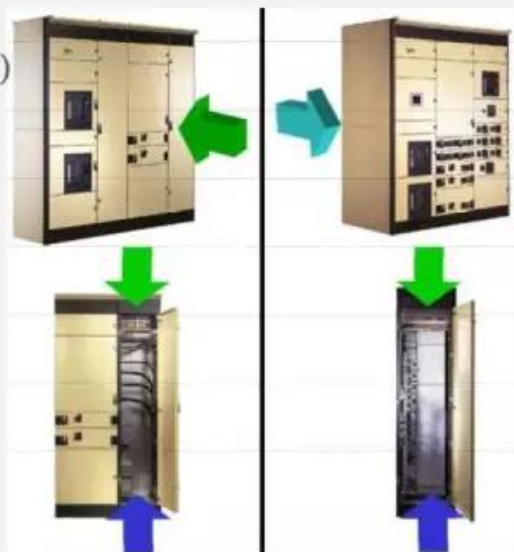
- 上进线
- 下进线
- 侧进线
- 后进线



## 出线方式(插接式母线或电缆)

- 前出线(顶部或底部)  
可以进行靠墙安装

- 后出线(顶部或底部)  
不可以进行靠墙安装



## 母线的分类:

- 主母线(水平母线):

连接一条或几条配电母线和或进线和出线单元的母线

- 配电母线(垂直母线):

框架单元内的一条母线,它连接在主母线上,并由它向出线单元供电



## 母线的基本要素：



➤母线的额定电流及规格(母线的载流量及横截面)

➤母线的额定短时耐受电流 $I_{cw}$ 及额定峰值耐受电流 $I_{pk}$

$I_{cw}$ : 母线在规定的试验条件下,能安全承载的短时电流的方均根值(通常为1秒)

$I_{pk}$ : 母线在规定的试验条件下,能安全承载的峰值电流

$I_{pk}=2.2 I_{cw}$

➤母线的表面处理

为达到某种要求,而对母线表面进行一定的处理,如镀银、镀锡、镀镍等

## 功能单元分类

➤固定式：

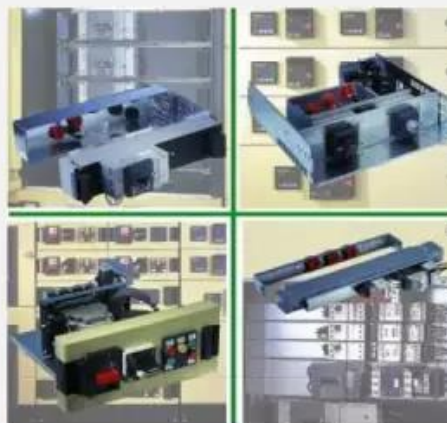
主电路的连接只能在开关柜断电的情况下进行接线和断开

➤可移式(固定分隔式)：

主电路带电的情况下亦可安全的从主电路上断开或接通,具有连接和移出位置

➤抽出式：

主电路带电的情况下亦可安全的从主电路上断开或接通,具有连接、试验、分离、移出位置



## 安装地点及安装方式

安装地点分类:

- 室内安装
- 室外安装

安装方式分类:

- 靠墙安装
- 离墙安装

固定方式分类:

- 螺栓固定
- 电焊固定

## 颜色及表面处理

▼ 每种柜型均有自己的标准推荐颜色

▼ 也可以按用户的要求确定

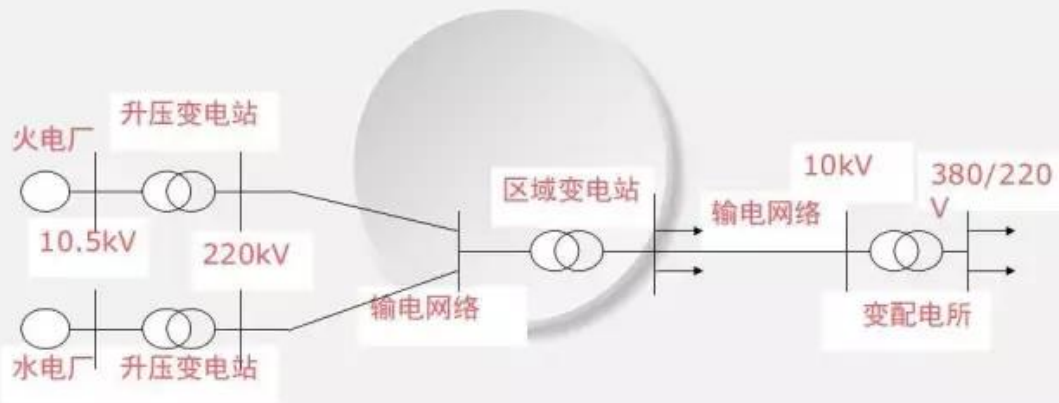
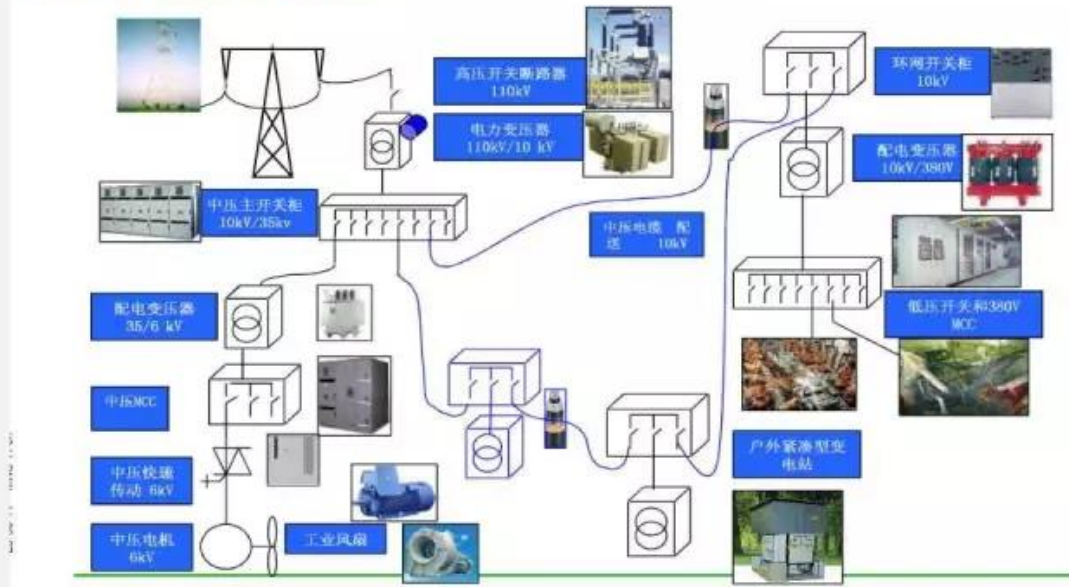
▼ 表面处理

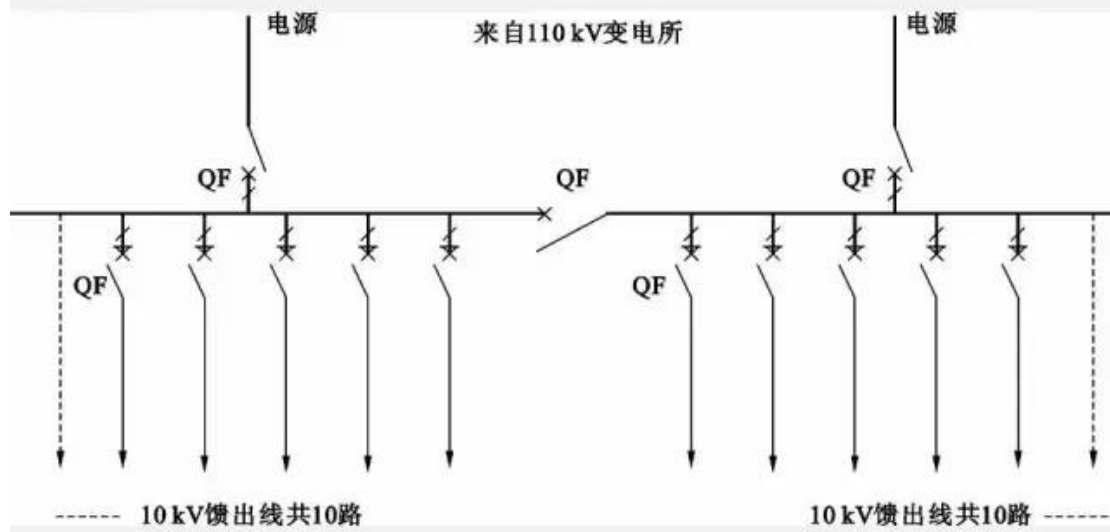
- 喷漆
- 环氧树脂静电粉末喷涂



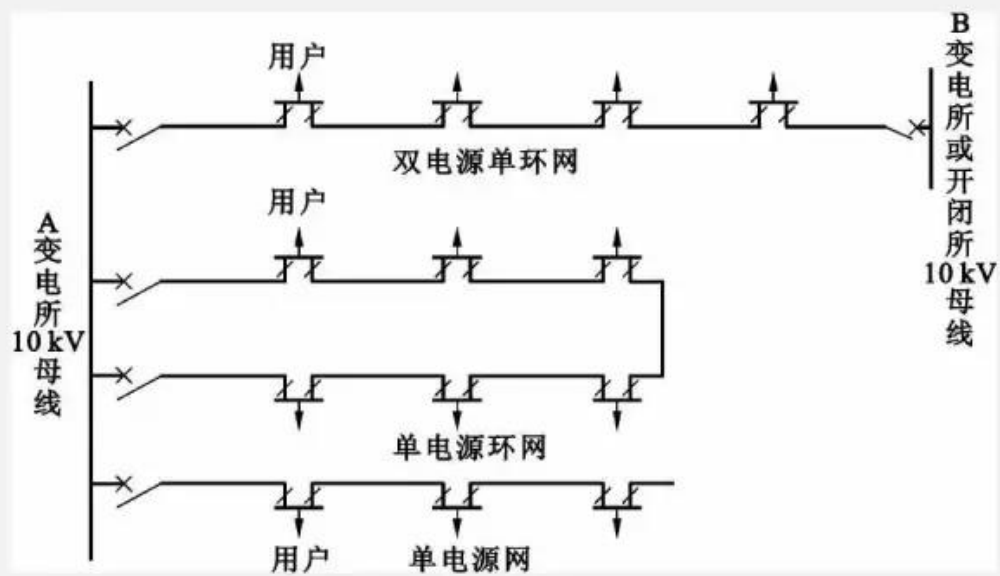
# 供电系统示意图

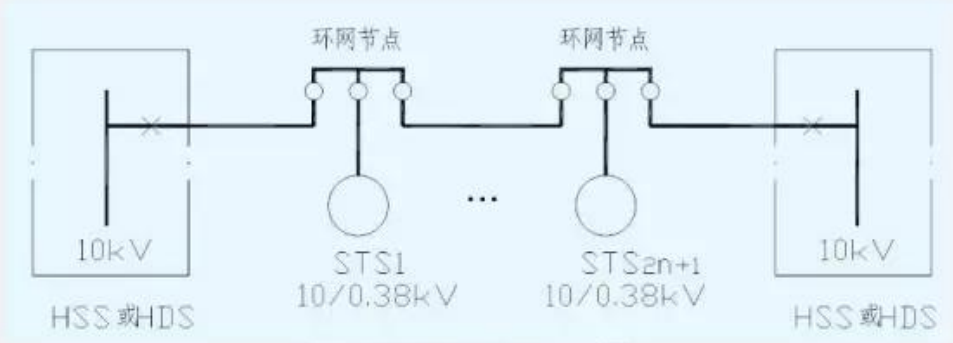
供电系统示意图：





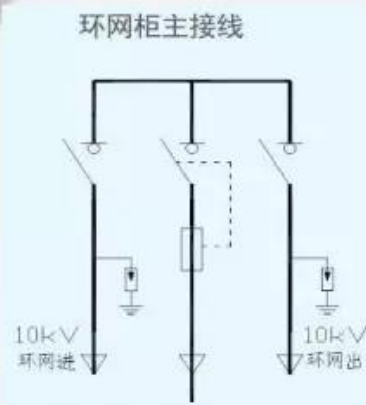
中压开闭所接线方式图





拉手环式

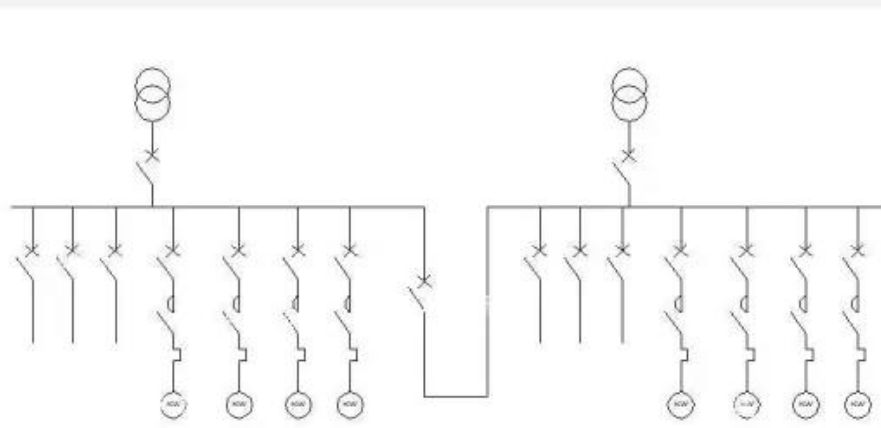
环网线路的分支通常采用由负荷开关或电缆插头组成的专用环网配电设备。为避免环式线路故障时影响整个电网和简化继电保护，环式接线一般采用开环运行。环式接线供电可靠性较高，目前在城市配电网中应用越来越广。



## 单线图示意

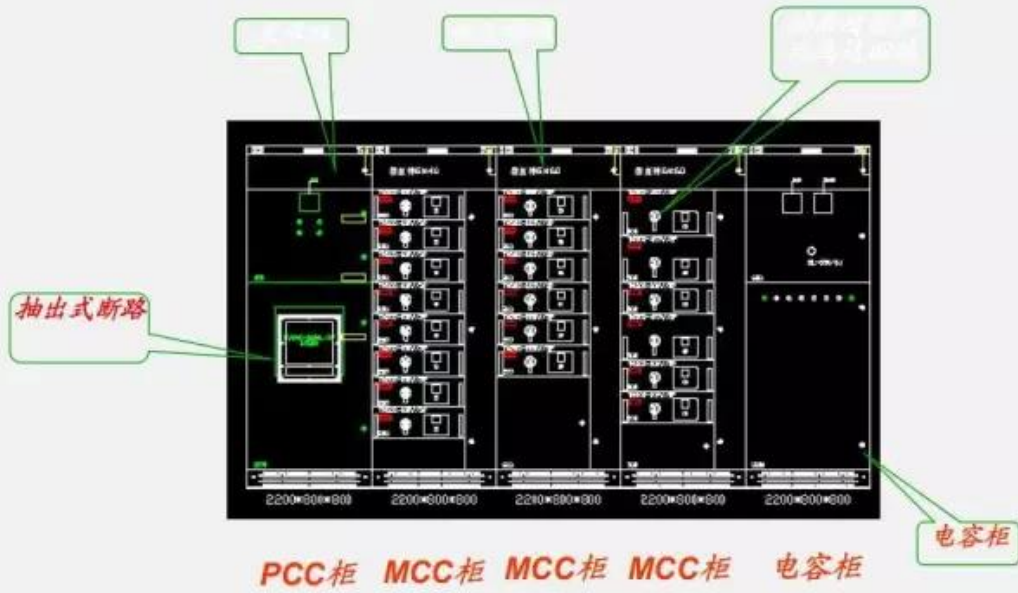
低压进线变压器1

低压进线变压器2



将若干个回路组合装配成低压开关柜

# 平面布置示意图



## 常用低压成套开关柜

## 一、GGD型交流低压配电柜

### ➤用途

GGD型交流低压配电柜适用于变电站,发电厂,厂矿企业等电力用户的交流50Hz,额定工作电压380V,额定工作电流1000-3150A的配电系统,作为动力,照明及发配电设备的电能转换,分配与控制之用.



### ➤型号 ➤说明



### ➤结构特点

■GGD型交流低压配电柜的柜体采用通用柜形式,构架用8MF冷弯型钢局部焊接组装而成,并有20模的安装孔,通用系数高

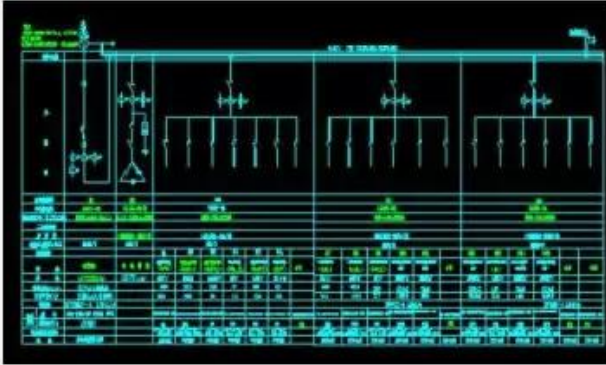
■GGD柜充分考虑散热问题.在柜体上下两端均有不同数量的散热槽孔,当柜内电器元件发热后,热量上升,通过上端槽孔排出,而冷风不断地由下端槽孔补充进柜,使密封的柜体自下而上形成一个自然通风道,达到散热的目的

■GGD柜按照现代化工业产品造型设计的要求,采用黄金分割比的方法设计柜体外形和各部分的分割尺寸,使整柜美观大方,面目一新

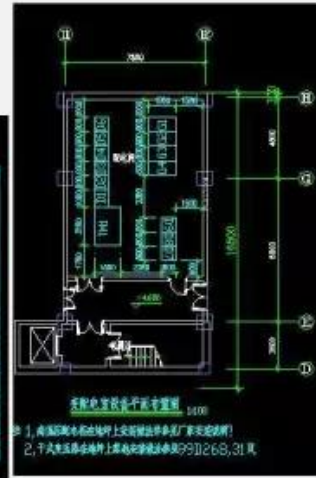
■柜体的顶盖在需要时可拆除,便于现场主母线的装配和调整,柜顶的四角装有吊环,用于起吊和装运

■柜体的防护等级为IP30,用户也可根据环境的要求在IP20—IP40之间选择.

►设计举例



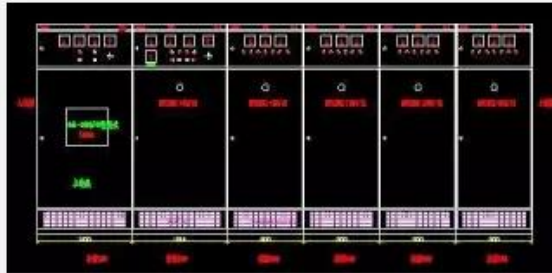
设计院系统蓝图



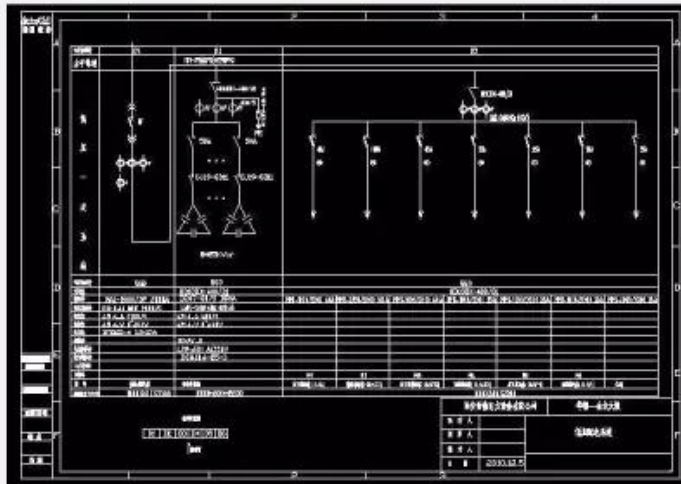
变配电室设备平面布置图

►设计举例

柜体平面布置开孔图



系统图



## 二、 GCK低压抽出式开关柜



### ➤用途

GCK低压抽出式开关柜(以下简称开关柜)由动力配电中心(PC)柜和电动机控制中心(MCC)两部分组成. 该装置适用于交流50(60)HZ, 额定工作电压小于等于660V, 额定电流4000A及以下的控制配电系统, 作为动力配电, 电动机控制及照明等配电设备

### ➤型号说明

### ➤结构特点

- 整柜采用拼装式组合结构, 模数孔安装, 零部件通用性强, 适用性好, 标准化程度高
- 柜体上部为母线室, 前部为电器室, 后部为电缆进出线室, 各室间有钢板或绝缘板作隔离, 以保证安全
- MCC柜抽屉小室的门与断路器或隔离开关的操作手柄设有机械联锁, 只有手柄在分断位置时门才能开启
- 受电开关, 联络开关及MCC柜的抽屉具有三个位置: 接通位置, 试验位置, 断开位置
- 开关柜的顶部根据受电需要可装母线桥

### 三、 GCS低压抽出式开关柜

#### ➤用途

GCS型低压抽出式开关柜使用于三相交流频率为50Hz, 额定工作电压为400V(690V), 额定电流为4000A及以下的发, 供电系统中的作为动力, 配电和电动机集中控制, 电容补偿之用. 广泛应用于发电厂, 石油, 化工, 冶金, 纺织, 高层建筑等场所, 也可用在大型发电厂, 石化系统等自动化程度高, 要求与计算机接口的场所.



#### ➤型号说明

#### ➤结构特点

- 框架采用8MF型开口型钢, 主构架上安装模数为E=20mm和100mm的 $\Phi 9.2$ mm的安装孔, 使得框架组装灵活方便
- 开关柜的各功能室相互隔离, 其隔室分为功能单元室, 母线室和电缆室. 各室的作用相对独立
- 水平母线采用柜后平置式排列方式, 以增强母线抗电动力的能力, 是使主电路具备高短路强度能力的基本措施
- 电缆隔室的设计使电缆上, 下进出均十分方便
- 抽屉高度的模数为160mm. 抽屉改变仅在高度尺寸上变化, 其宽度, 深度尺寸不变. 相同功能单元的抽屉具有良好的互换性. 单元回路额定电流630A及以下
- 抽屉面板具有分, 合, 试验, 抽出等位置的明显标志. 抽屉单元设有机械联锁装置. 1抽屉单元为主体, 同时具有抽出式和固定性, 可以混合组合, 任意使用



### 三、 MNS低压抽出式开关柜

#### ►用途

MNS型低压抽出式成套开关设备(以下简称开关柜)为适应电力工业发展的需求,参考国外MNS系列低压开关柜设计并加以改进开发的高级型低压开关柜,该产品符合国家标准GB7251, VDE660和ZBK36001-89《低压抽出式成套开关设备》,国际标准IEC439规定MNS型低压开关柜适应各种供电,配电的需要,能广泛用于发电厂,变电站,工矿企业,大楼宾馆,市政建设等各种低压配电系统



#### ►结构特点

■框架为组合式结构,基本骨架由C型钢材组装而成.柜架的全部结构件经过镀锌处理,通过自攻锁紧螺钉或8.8级六角螺栓固定连接成基本柜架,加上对应于方案变化的门,隔板,安装支架以及母线功能单元等部件组装成完整的开关柜.开关柜内部尺寸,零部件尺寸,隔室尺寸均按照模数化(E=25mm)变化

■每一个柜体分隔为三个室,即水平母线室(在柜后部),抽屉小室(在柜前部),电缆室(在柜下部或柜前右边).室与室之间用钢板或高强度阻燃塑料功能板相互隔开,上下层抽屉之间有带通风孔的金属板隔离,以有效防止开关元件因故障引起的飞弧或母线与其它线路短路造成的事故

■MNS型低压开关柜的结构设计可满足各种进出线方案要求:上进上出,上进下出,下进上出,下进下出

■设计紧凑:以较小的空间容纳较多的功能单元

■结构件通用性强,组装灵活,以E=25mm为模数,结构及抽出式单元可以任意组合,以满足系统设计的需要

## ➤ 结构特点

- 母线用高强度阻燃型,高绝缘强度的塑料功能板保护,具有抗故障电弧性能,使运行维修安全可靠
- 各种大小抽屉的机械联锁机构符合标准规定,有连接,试验,分离三个明显的位置,安全可靠
- 采用标准模块设计:分别可组成保护,操作,转换,控制,调节,测定,指示等标准单元,可以根据要求任意组装
- 采用高强度阻燃型工程塑料,有效加强了防护安全性能

## ➤ 设计举例

设计院系统蓝图

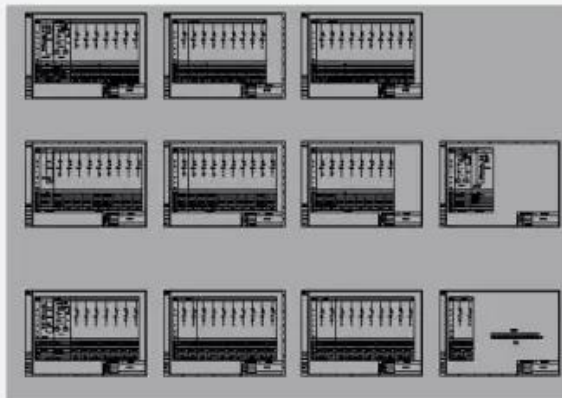


►设计举例

柜体平面布置开孔图



系统图



►各种型号开关柜的区别

GCS, GCK, MNS, GGD开关柜区别

GGD是固定柜, GCK, GCS, MNS是抽屉柜.

GCK柜和GCS, MNS柜抽屉推进机构不同;

GCS柜只能做单面操作柜, 柜深800mm,

MNS柜可以做双面操作柜, 柜深1000mm.

产品型号	互换性	联锁位置	固定与抽出混装方式	抽屉推进式	抽屉间隔安装方式	分断接通能力	二次最大安装回路数	动热稳定性	垂直排
GCK	差	--	无	可以	左右	高	16	好	三相
GCS	良好	良好	不明显	可以	旋转	高	20	高	三相
MNS	良好	良好	不明显	可以	联锁	强	20	强	三相四线

➤各种型号开关柜优缺点

大体而言:抽出式柜较省地方,维护方便,出线回路多,但造价贵;而固定式的相对出线回路少,占地较多.如果客户提供的地点太少,做不了固定式的要改为做抽出式.

✓ GGD型交流低压开关柜:该开关柜具有机构合理,安装维护方便,防护性能好,分断能力高等优点,容量大,分段能力强,动稳定性强,电器方案适用性广等优点,可作为换代产品使用.

缺点:回路少,单元之间不能任意组合且占地面积大,不能与计算机联络.

✓ GCK开关柜且具有分断能力高,动热稳定性好,结构先进合理,电气方案灵活,系列性,通用性强,各种方案单元任意组合.一台柜体,容纳的回路数较多,节省占地面积,防护等级高,安全可靠,维修方便等优点.

缺点:水平母线设在柜顶垂直母线没有阻燃型塑料功能板,不能与计算机联络.

✓ GCS低压抽出式开关柜:具有较高技术性能指标,能够适应电力市场发展需要,并可与现有引进的产品竞争.根据安全,经济,合理,可靠的原则设计的新型低压抽出式开关柜,还具有分断,接通能力高,动热稳定性好,电气方案灵活,组合方便,系列性实用性强,结构新颖,防护等级高等特点.

缺点:动静触头接插件接触不紧密,易出现发热、涡流、松动.

- ✓ MNS系列产品优点:
- ◆设计紧凑:以较小的空间能容纳较多的功能单元.
  - ◆结构通用性强,组装灵活:以25mm为模数的C型型材能满足各种结构形式,防护等级及使用环境的要求.
  - ◆采用标准模块设计:分别可组成保护,操作,转换,控制,调节,指示等标准单元,用户可根据需要任意选用组装.
  - ◆技术性能高.主要参数达到当代国际技术水平.
  - ◆压缩场地.三化程度高,可大大压缩储存和运输预制作的场地.
  - ◆装配方便.不需要特殊复杂性

### ➤整体比较

产品型号	最小模数	母线	抽屉最小	原产地	模数层数	钢型拼装	安装模数	操作柜
GCK	1单元	水平母线设在柜顶垂直母线没有阻燃型塑料功能板	1抽屉	国内自主开发	最多9层		最多9抽屉	单面
GCS	1/2单元	水平母线后出线垂直母线设有阻燃型塑料功能板	1/2抽屉	国内自主开发	最多11层	8MF型钢	最多22抽屉	单面
MNS	1/4单元	水平母线后出线垂直母线设有阻燃型塑料功能板	1/4抽屉	ABB引进	最多9层	C型钢	最多72抽屉	双面

## X1-21动力配电箱

XL-21系列动力配电箱适合工业与民用建筑中做交流频率50Hz、电压500V及以下、三相四线电力系统的动力配电和照明配电用。



型号说明



### 结构特征

- 本柜体采用优质冷轧钢板加工而成 采用前开门形式 柜体侧板和后板均焊接 使之无法打开
- 进线方式为电缆下进线 元件安装在柜内支架上 汇流母线排用母线框紧固于框架上部
  - 出线柜自上而下可分多路出线 为方便进出线 开关进出线处都用铜排引出 并用绝缘子固定

常用外形尺寸 600 (W) \*1700 (H) \*400 (D)

## XX(R)M 配电箱

应用范围:

照明开关配电箱广泛用于住宅、高级办公楼、高级公寓、工矿企业、车间、厂房作为单相二线、单相三线、三相四线、三相五线制供电系统中的户内照明配电及小型动力的配电设备使用。



常用外形尺寸 400 (W) \* 500 (H) \* 200 (D)

## 模数化终端组合配电箱

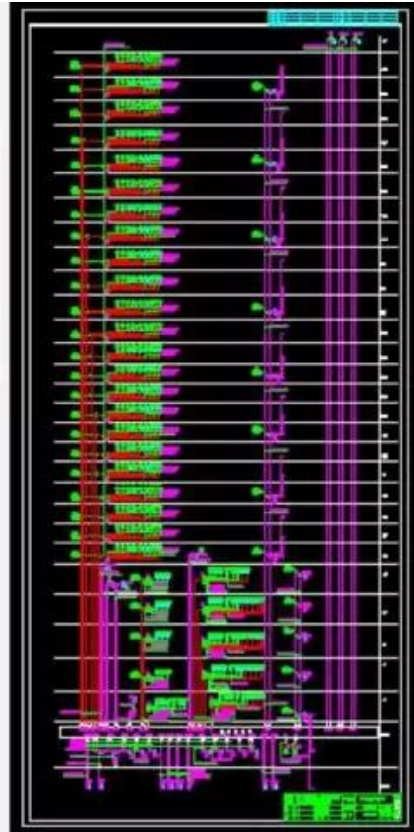


国产PZ30



施耐德天翼系列

配电干线系统图



## 基础知识简介



## ➤ 额定值

### 1. 额定电压

额定电压为开关设备所在系统的最高电压上限。  
目前我国常用的电压等级：220V、380V、6kV、10kV、35kV、110kV、220kV、330kV、500kV，1000KV。

### 2. 额定绝缘水平

衡量开关设备绝缘水平两个非常重要指标：

额定短时工频耐受电压（1min）和额定雷电冲击耐受电压。

电力行业标准比GB11022要求高些，电力行业标准DL/T593还规定便于现场测量的空气绝缘距离。

### 3. 额定频率

额定频率的标准值为16.67Hz、25Hz、50Hz。

三相开关设备的额定频率标准值为50Hz。

### 4. 额定电流

开关设备的额定电流是开关设备在规定使用和性能条件下能持续通过的电流有效值。如630A、1250A、3150A。

功能单元是以单元内各主回路元件中具有最小额定电流的元件的值，作为该单元的额定电流。

### 5. 额定短时耐受电流（热稳定）

在规定使用和性能条件下，在规定的短时间内，开关设备在合闸位置能够承载的电流的有效值。

20kA、 25kA 、 31.5kA 、 40kA 、 50kA

## 6. 额定峰值耐受电流（动稳定）

在规定使用和性能条件下，开关设备在合闸位置能够承载的额定短时耐受电流第一个大半波的电流峰值。

50kA、63kA、80kA、100kA、130kA。

额定峰值耐受电流一般取额定短时耐受电流的2.55倍。

## 7. 额定短路持续时间

开关设备在合闸位置能承载额定短时耐受电流的时间间隔。

0.5S, 1S, 2S, 3S, 4S。

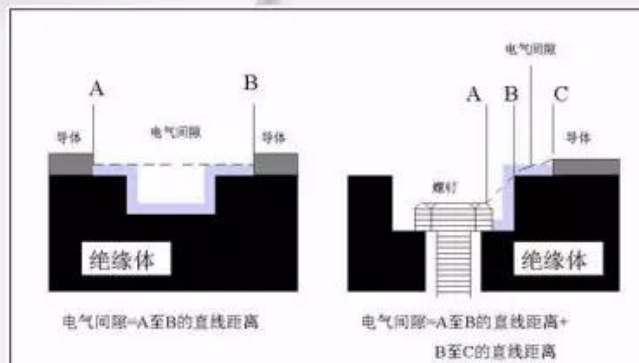
## ➤ 电气间隙

### 2.9.1

#### 电气间隙 clearance

不同电位的两导电部件间的空间直线距离。 [IEC 60947-1 的 2.5.46] [GB/T 2900.18—1992]

在高压开关设备中，电气间隙是指不同电位的导电部件之间的最短空气距离。电气间隙的大小直接影响到开关设备的绝缘性能和运行安全。在设计和制造过程中，必须严格按照相关标准的要求进行电气间隙的设计和制造。



## 爬电距离

### 2.9.3

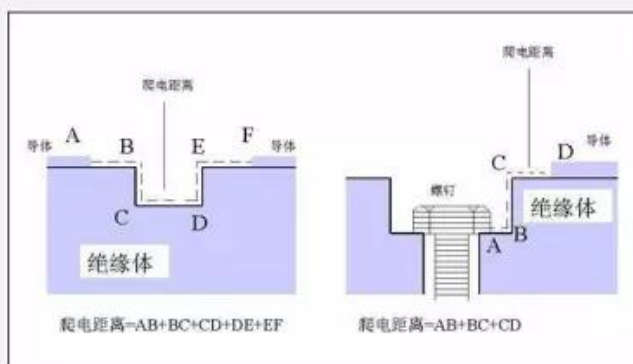
#### 爬电距离 creepage distance

不同电位的两个导电部件之间沿绝缘材料表面的最短距离。[ IEC 60947-1 的 2.2.51 ]  
[GB/T2900.18--1992]

注：两个绝缘材料之间的接合处亦被视为上述表面。

即在不同的使用情况下，由于导体周围的绝缘材料被电极化，导致绝缘材料呈现带电现象。此带电区（导体为圆形时，带电区为环形）的半径，即为爬电距离；爬电距离

在绝缘材料表面会形成泄漏电流路径。若这些泄漏电流路径构成一条导电通路，则出现表面闪络或击穿现象。绝缘材料的这种变化需要一定的时间，它是由长时间加在器件上的工作电压所引起的，器件周围环境的污染能加速这一变化



## 电气间隙和爬电距离

额定电压kV	电气间隙mm	爬电距离mm
$0.30 < U_N \leq 0.66$	10	12
$0.66 < U_N \leq 1$	12	16

户内装置的最小电气间隙(mm)

相关位置	电力系统额定电压 kV				辅助电路 500 V 以下
	3	6	10	35	
不同相的裸导体间	75	100	125	300	4
带电裸导体至接地框架	75	100	125	300	15
带电裸导体至板状遮栏	105	130	155	330	15
带电裸导体至网门及网状遮栏	175	200	225	400	50

室内配电装置的安全净距(mm)

序号	部 位	额定电压 (kV)						
		0.4	1~3	6	10	15	20	35
1	不同相的裸带电体之间及裸露带电部分连接地骨架之间	20	75	100	125	150	180	300
2	裸露带电部分至正面金属封板、门或传动杆件之间		105	130	155			
3	裸露带电部分至正面网状封板或网状门之间	100	175	200	225	250	280	400
4	无遮拦导体至地(楼)面之间	2300	2375	2400	2425	2450	2480	2600

IP代码的组成及含义			
组成	数字或字母	对设备防护的含义	对人员防护的含义
代码字母	IP	——	——
第一位 特征数字		防止固体异物进入	防止接近危险部件
	0	无防护	无防护
	1	$\geq \phi 50\text{mm}$	手背
	2	$\geq \phi 12.5\text{mm}$	手指
	3	$\geq \phi 2.5\text{mm}$	工具
	4	$\geq \phi 1\text{mm}$	金属丝
	5	防尘	金属丝
	6	尘密	金属丝
第二位 特征数字		防止进水造成有害影响	
	0	无防护	——
	1	垂直滴水	
	2	15°滴水	
	3	淋水	
	4	溅水	
	5	喷水	
	6	猛烈喷水	
7	短时间浸水		

## 实例

- 1. GCS产品外壳防护等级IP4X，隔室间防护等级IP2X。
- IP4X：能阻挡直径大于1mm金属丝或厚度大于1.0mm窄条物体进入柜内；
- IP2X：能阻挡手指或直径大于12.5mm物体进入其他隔室。
- 2. GGD产品外壳防护等级IP3X。
- IP3X：能阻挡直径或厚度大于2.5mm工具、金属丝进入柜内。
- 3. MNS低压抽出式开关柜外壳防护等级最高可达IP54。
- IP54：能阻挡灰尘和在溅水条件下水进入柜内。

### 变压器容量配置表

变压器容量 (KVA)	高压侧计算电流 (A)	高压电流互感器	高压熔断器 (A)	低压侧计算电流 (A)	低压侧断路器 (A)	低压电流互感器	低压侧铜母排	低压电容补偿 (Kvar)
315	18.19	20/5	32	454.68	630	500/5	3*50*5+2*40*4	16*6
400	23.09	30/5	40	577.37	800	750/5	3*60*5+2*40*5	16*8
500	28.87	30/5	50	721.71	1000	800/5	3*60*6+2*40*5	16*10
630	36.37	40/5	63	909.35	1250	1000/5	3*60*8+2*50*5	20*10
800	46.19	50/5	80	1154.73	1600	1200/5	3*80*8+2*60*6	30*10
1000	57.74	75/5	100	1443.42	2000	1500/5	3*100*8+2*80*6	16*10+16*10
1250	72.17	75/5	125	1804.27	2500	2000/5	3*100*10+2*80*8	30*8+30*6
1600	92.38	100/5	160	2309.47	3200	2500/5	3*2*(80*8) +2*80*8	30*8+30*8
2000	115.47	150/5	200	2886.84	4000	3000/5	3*2*(80*10) +2*80*10	30*10+30*10
2500	144.34	150/5	250	3608.55	5000	4000/5	3*2*(100*10)	30*12+30*12

### 实例

某配电室设计变压器容量1250KVA, 请问其低压进线断路器额定电流是多大? 水平母排应选用多大? 电容补偿最低按多少Kvar考虑补偿?

公式:

$$P = \sqrt{3} UI \cos\phi$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos\phi}$$

$$= \sqrt{3} / (3 \times 0.4) P$$

$$\approx 1.4433P$$

$$\approx 1804.27$$

$$= 1804.27$$

查表:

$$I_r = 1804.27$$

低压断路器额定电流  $I_n = 2500A$

水平母排: 3\*100\*10+2\*80\*8

电容补偿容量: 30\*8+30\*6 Kvar