

高压开关柜基础知识培训

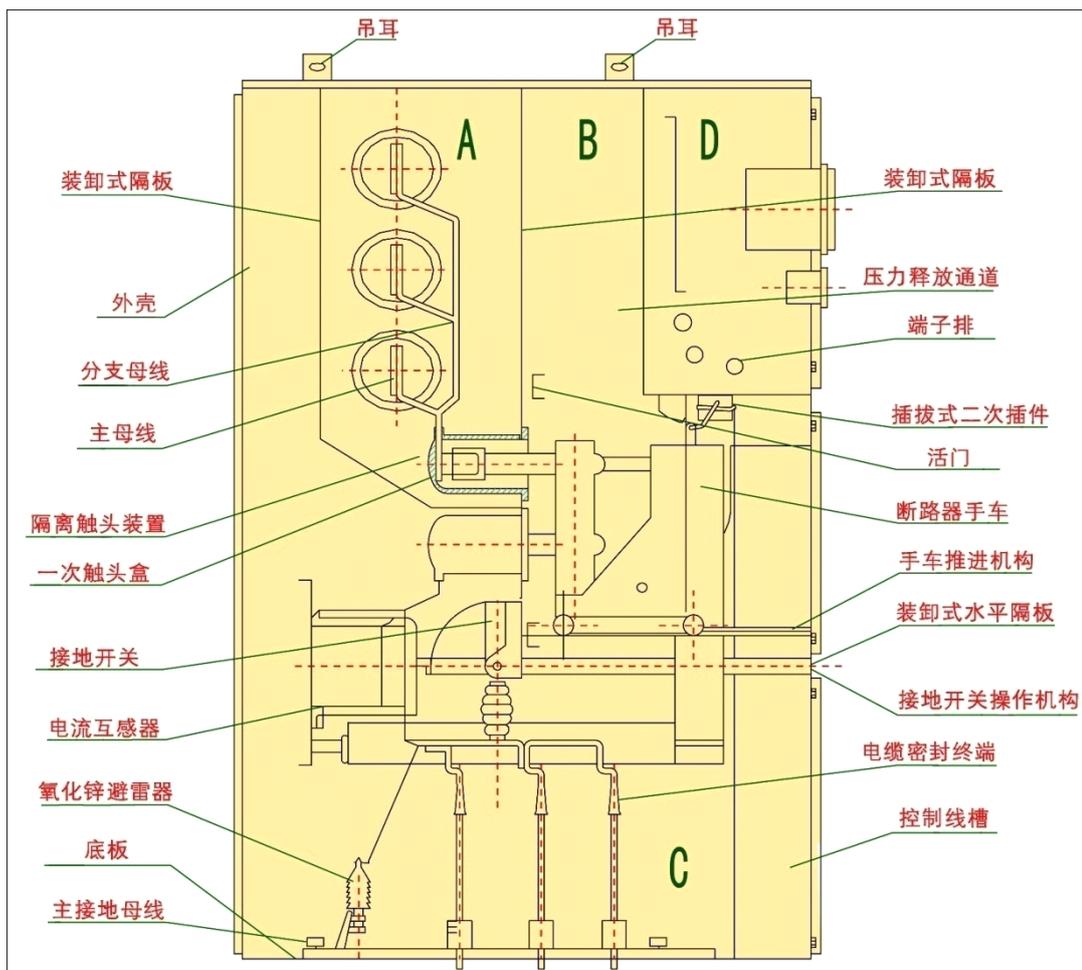
第一章 高压开关柜概述

一、基本概念

1. 开关柜（又称成套开关或成套配电装置）：它是以断路器为主的电气设备；是指生产厂家根据电气一次主接线图的要求，将有关的高低电压器（包括控制电器、保护电器、测量电器）以及母线、载流导体、绝缘子等装配在封闭的或敞开的金属柜体内，作为电力系统中接受和分配电能的装置。

2. 高压开关设备：主要用于发电、输电、配电和电能转换的高压开关以及和控制、测量、保护装置、电气联结（母线）、外壳、支持件等组成的总称。

3. 开关柜防护要求中的“五防”：防止误分误合断路器、防止带电分合隔离开关、防止带电合接地开关、防止带接地分合断路器、防止误入带电间隔。



4. 母排位置相序对应关系:

表 1-1

相别	漆色	母线安装相互位置		
		垂直	水平	引下线
A 相	黄	上	远	左
B 相	绿	中	中	中
C 相	红	下	近	右

5. 防护等级: 外壳、隔板及其他部分防止人体接近带电部分和触及运动部件以及防止外部物体侵入内部设备的保护程度。

表 1-2

防护等级	简称	定义
IP1X	防止直径大于50mm的物体	1. 防止直径大于50mm的固体进入壳内; 2. 防止人体某一大面积部分(如手)意外触及壳内带电部分或运动部件
IP2X	防止直径大于12.5mm的物体	1. 防止直径大于12.5mm的固体进入壳内; 2. 防止手触及壳内带电部分或运动部件
IP3X	防止直径大于2.5mm的物体	1. 防止直径大于2.5mm的固体进入壳内; 2. 防止厚度(直径)大于2.5mm工具或金属线触及柜内带电部分或运动部件
IP4X	防止直径大于1mm的物体	1. 防止直径大于1mm的固体进入壳内; 2. 防止厚度(直径)大于1mm工具或金属线触及柜内带电部分或运动部件
IP5X	防尘	1. 能防止灰尘进入达到影响产品的程度; 2. 完全防止触及柜内带电部分或运动部件
IP6X	尘密	1. 完全防止灰尘进入壳内; 2. 完全防止触及柜内带电部分或运动部件

三、高压开关柜正常使用条件:

1、环境温度:周围空气温度不超过40℃(上限),一般地区为-5℃(下限),严寒地区可以为-15℃。环境温度过高,金属的导电率会减低,电阻增加,表面氧化作用加剧;另一方面,过高的温度,也会使柜内的绝缘件的寿命大大缩短,绝缘强度下降。反之,环境温度过低,在绝缘件中会产生内应力,最终会导致绝缘件的破坏。

2、海拔高度: 一般不超过 1000 米. 对于安装在海拔高于 1000 米处的设备, 外绝缘的绝缘水平应将所要求的绝缘耐受电压乘以修正系数 $K_a [k_a=1 \div (1.1-H \times 10^{-4})]$ 来决定。由于高海拔地区空气稀薄, 电器的外绝缘易击穿, 所以采用加强绝缘型电器, 加大空气绝缘距离, 或在开关柜内增加绝缘防护措施。

3、环境湿度: 日平均值不大于 95%, 月平均值不大于 90%。

4、地震烈度: 不超过 8 度。

5、其它条件: 没有火灾、爆炸危险、严重污染、化学腐蚀及剧烈振动的场所。

第二章 高压开关柜组成及分类

一、开关柜的组成;

开关柜应满足 GB3906-1991 《3-35 kV 交流金属封闭开关设备》标准的有关要求, 由柜体和断路器二大部分组成, 具有架空进出线、电缆进出线、母线联络等功能。柜体由壳体、电器元件(包括绝缘件)、各种机构、二次端子及连线等组成。

★. 柜体的材料:

1). 冷扎钢板或角钢(用于焊接柜);

2) 敷铝锌钢板或镀锌钢板(用于组装柜). 厚度 2mm

3). 不锈钢板(不导磁性). 用于侧面穿墙套管或其他易形成磁路的隔板, 隔断磁回路

4). 铝板((不导磁性). 用于侧面穿墙套管或其他易形成磁路的隔板,

隔断磁回路

★. 柜体的功能单元:

1). 主母线室 (一般主母线布置按“品”字形或“1”字形两种结构 2). 断路器室 3). 电缆室 4). 继电器和仪表室 5). 柜顶小母线室 6). 二次端子室

★. 柜内电器元件:

1. 柜内常用一次电器元件 (主回路设备) 常见的有如下设备:

电流互感器简称 CT [如: LZZBJ9-10]

电压互感器简称 PT [如: JDZJ-10]

接地开关 [如: JN15-12]

避雷器 (阻容吸收器) [如: HY5WS 单相型; TBP、JBP 组合型]

隔离开关 [如: GN19-12、GN30-12、GN25-12]

高压断路器 [如: 少油型 (S)、真空型 (Z)、SF6 型 (L)]

高压接触器 [如: JCZ3-10D/400A 型]

高压熔断器 [如: RN2-12、XRNP-12、RN1-12]

变压器 [如: SC (L) 系列干变、S 系列油变]

高压带电显示器 [GSN-10Q 型]

绝缘件 [如: 穿墙套管、触头盒、绝缘子、绝缘热缩 (冷缩) 护套]

主母线和分支母线

高压电抗器 [如串联型: CKSC 和起动电机型: QKSG]

负荷开关 [如: FN26-12 (L)、FN16-12 (Z)]

高压单相并联电容器 [如: BFF12-30-1] 等等

2. 柜内常用的主要二次元件（又称二次设备或辅助设备，是指对一次设备进行监察、控制、测量、调整和保护的低电压设备），常见的有如下设备：

1. 继电器 2. 电度表 3. 电流表 4. 电压表 5. 功率表 6. 功率因数表 7. 频率表 8. 熔断器 9. 空气开关 10. 转换开关 11. 信号灯 12. 电阻 13. 按钮 14. 微机综合保护装置等等。

二、高压开关柜分类：

1. 按断路器安装方式分为移开式（手车式）和固定式

（1）. 移开式或手车式（用 **Y** 表示）：表示柜内的主要电器元件（如：断路器）是安装在可抽出的手车上的，由于手车柜有很好的互换性，因此可以大大提高供电的可靠性，常用的手车类型有：隔离手车、计量手车、断路器手车、PT 手车、电容器手车和所用变手车等，如 KYN28A-12。

（2）. 固定式（用 **G** 表示）：表示柜内所有的电器元件（如：断路器或负荷开关等）均为固定式安装的，固定式开关柜较为简单经济，如 XGN2-10、GG-1A 等。

2. 按安装地点分为户内和户外

（1）. 用于户内（用 **N** 表示）；表示只能在户内安装使用，如：KYN28A-12 等开关柜；

（2）. 用于户外（用 **W** 表示）；表示可以在户外安装使用，如：XLW 等开关柜。

3. 按柜体结构可分为金属封闭铠装式开关柜、金属封闭间隔式开关柜

、金属封闭箱式开关柜和敞开式开关柜四大类

(1). 金属封闭铠装式开关柜（用字母 **K** 来表示）主要组成部件（例如：断路器、互感器、母线等）分别装在接地的用金属隔板隔开的隔室中的金属封闭开关设备。如 **KYN28A-12** 型高压开关柜。

(2). 金属封闭间隔式开关柜（用字母 **J** 来表示）与铠装式金属封闭开关设备相似，其主要电器元件也分别装于单独的隔室内，但具有一个或多个符合一定防护等级的非金属隔板。如 **JYN2-12** 型高压开关柜。

(3). 金属封闭箱式开关柜（用字母 **X** 来表示）开关柜外壳为金属封闭式的开关设备。如 **XGN2-12** 型高压开关柜。

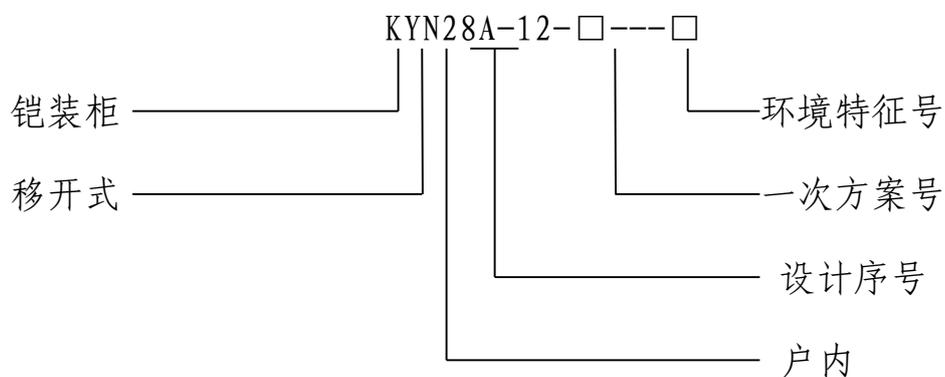
(4). 敞开式开关柜，无保护等级要求，外壳有部分是敞开的开关设备。如 **GG-1A(F)** 型高压开关柜

第三章 常见高压开关柜产品

一、产品 **KYN28A-12**

KYN28A-12 型户内金属铠装抽出式开关设备主要用于发电厂、工矿企事业配电以及电力系统的二次变电站的受电、送电及大型电动机的起动等。实行控制、保护、实时监控和测量之用。有完善的五防功能，我局开关主要配用 **VS1 (ZN63A-12)**、**ZN21-12 真空断路器**，以及 **ABB 公司生产的 VD4 真空断路器**，最近新增库柏生产断路器。

1. 型号含义



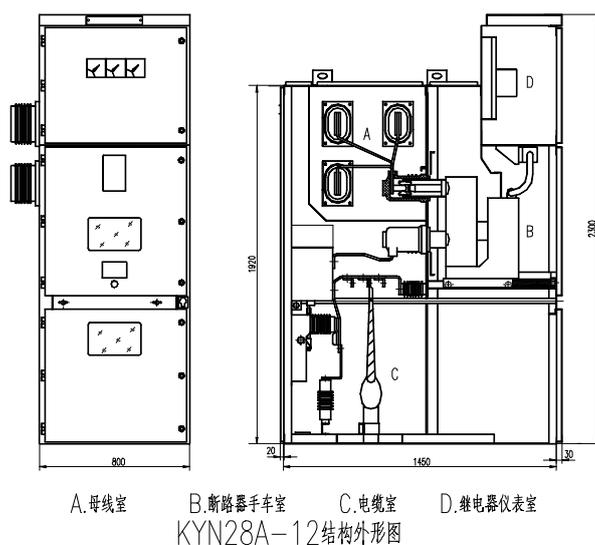
2. 柜体外形尺寸: (标准架空进出线方案; 电缆进出线方案)

*电缆进出线及联络柜标准方案: 宽 800(1000) × 深 1500 × 高 2300

*架空进出线标准方案: 宽 800(1000) × 深 1660 × 高 2300

注: 1. GZS1+电缆进出线及联络柜标准方案: 宽 650 × 深 1500 × 高 2300; 相间距为 150mm; GZS1 柜柜宽为 800 的相间距为 210mm; 柜宽为 1000 的相间距为 275mm;

3. 产品结构外形: 图 3-1



4. 开关柜基本参数

表 3-1

项 目	单 位	数 据
额定电压	kV	12
1min 工频耐受电压 (额定绝缘水平)	kV	42 (相对地及相间) 48 (隔离断口)
雷电冲击耐受电压 (额定绝缘水平)	kV	75 (相对地及相间) 85 (隔离断口)
额定频率	HZ	50
主母线额定电流	A	630 1250 1600 2000 2500 3150
分支母线额定电流	A	630 1250 1600 2000 2500 3150
4S 热稳定电流	kA	16 20 25 31.5 40
额定动稳定电流	kA	40 50 63 80 100

防护等级	外壳为 IP4X, 隔室间和门打开时为 IP2X
------	--------------------------

5. 五防联锁简介:

(1). 当手车在柜体的工作位置合闸后, 在底盘车内部的闭锁电磁铁被锁定在丝杠上, 而不会被拉动. 以防止带负荷误拉断路器手车。

(2). 当接地开关处在合闸位置时, 接地开关主轴联锁机构中的推杆被推入柜中的手车导轨上, 于是所配断路器手车不能被推进柜内。

(3). 断路器手车在工作位置合闸后, 出线侧带电, 此时接地开关不能合闸. 接地开关主轴联锁机构中的推杆被阻止, 其操作手柄无法操作接地开关主轴。

(4). 对于电缆进线柜; 母线分段柜和所用变方案, 由于进线电缆侧带电, 下门上装微机五防, 来确保在电缆侧带电时不能进入电缆室;

(5). 通过安装在面板上的防误型转换开关(带红绿牌), 可以防止误分误合断路器。

6. 操作程序

送电操作:

先装好后封板, 再关好前下门-----操作接地开关主轴并且使之分闸-----用转运车(平台车)将手车(处于分闸状态)推入柜内(试验位置)-----把二次插头插到静插座上----- (试验位置指示器亮)----- (关好前中门)-----用手柄将手车从试验位置(分闸状态)推入到工作位置----- (工作位置指示器亮, 试验位置指示器灭)-----合闸断路器手车。

停电(检修)操作:

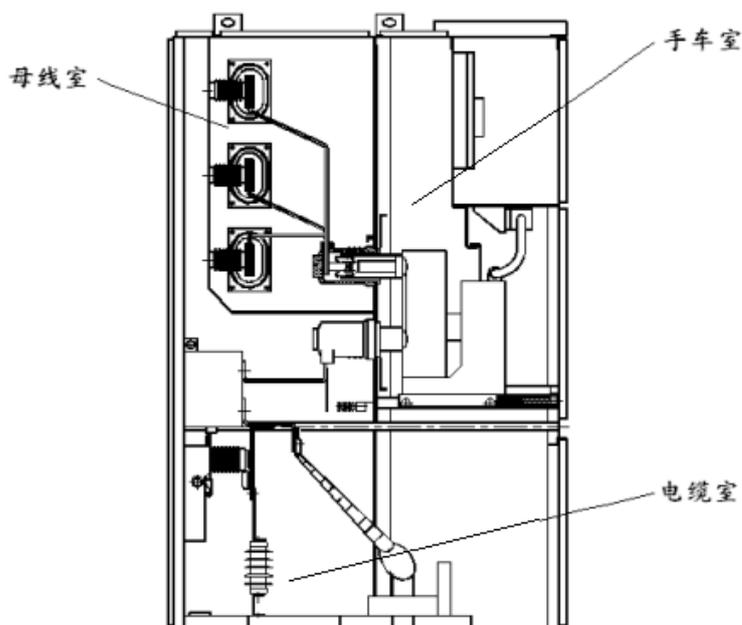
将断路器手车分闸-----用手柄将手车从工作位置(分闸状态)退出到试验位置----- (工作位置指示器灭, 试验位置指示器亮)-----打开前中门-----把二次插头拔出静插座----- (试验位置指示器灭)-----用转运车将手车(处于分闸状态)退出柜外----- 操作接地开关主轴并且使之合闸-----
-打开后封板和前下门.

★. 注意: 下避雷器手车和中(下)PT手车可以在母线运行时直接拉出柜外.

KYN 开关柜结构讲解分析

(一) 线路开关柜

现在, 我们就以最常见的 KYN 型线路开关为例, 了解其内部基本结构。



其存在有高压导电体的有母线室、手车室、电缆室三个主要部分。

母线室在开关柜的上部，其侧面有独立的屏护，用铆钉紧固，一般要从顶部才能打开，发生误碰触电的风险较小。

手车室在开关柜的前面中部，手车的母线侧触头插入母线室，手车拉出时，绝缘挡板自动将插孔封闭，检修作业时应禁止打开绝缘挡板。

电缆室在开关柜的下部，除连接有线路电缆外，还有电流互感器、线路避雷器、线路接地刀闸。其后屏护板与线路接地刀闸有机械联锁，只有合上线路接地刀闸，才能打开后屏护板。

刚才我们讲了线路开关柜。线路开关柜是最常见的开关柜，不少工作人员把对线路开关柜的结构认识引伸到其它特殊接线形式的开关柜上，这就带来了认识误区。

开关柜的顶部，在断路器室、母线室和电缆室上方均设有压力释放装置。当发生内部故障电弧时，伴随电弧的出现，开关柜内部气压升高，顶部装设的压力释放金属将被自动打开（见图 2），定向释放压力和排泄气体，装设在门上的特殊密封圈把柜前封闭起来，以确保操作人员和开关柜的安全。

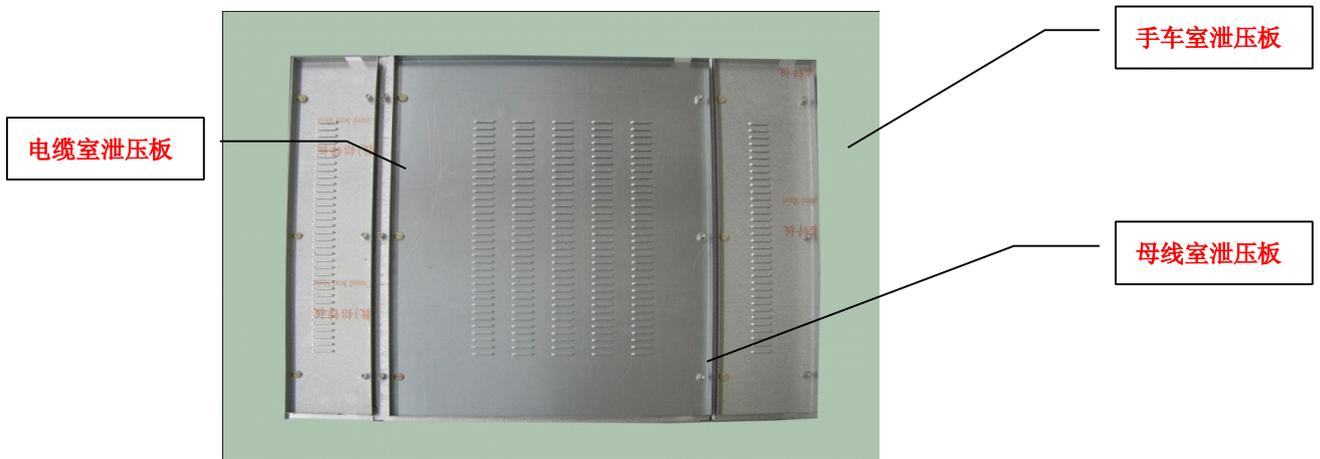


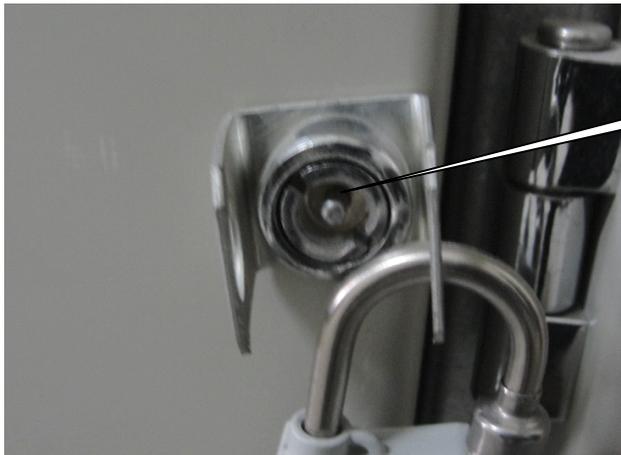
图 2 柜顶泄压板（柜体俯视方向）

五防安装问题：开关柜中柜门、下柜门、后柜门的螺母换成五防挂锁，不符合开关柜防爆要求。



开关柜上柜门

提示：安装五防不能改变开关柜的结构，严禁在柜门上打孔，禁止把柜门的紧固螺丝拆除，改装防误锁，造成柜门防爆能力不足。正确方法：在柜门螺栓上加一 U 型环后加锁或将门把锁改能挂防误锁的把手。



开关柜下柜门

3.3 .开关柜内的各个小室介绍

3.3.1 继电仪表室（见图 3）

图 1 中继电仪表室 D，内设有内摇式继电器安装板（见图 3），并配以通用的安装孔，可方便地安装凸出式继电器等各类二次设备，并方便布线。

继电仪表室门上可安装各种计量仪表、操作开关、信号装置、嵌入式继电器及各类综合保护装置等。

控制电缆及二次线敷设在两侧有足够空间的线槽内，关有金属盖板。在继电仪表室和侧板上还留有柜与柜之间控制电缆的穿越孔，以便于现场安装。根据需要，在继电仪表室顶部可加装小母线室，并设有 15 路或 18 路小母线座，用作柜与柜之间的小母线的连接。

为了便于安装和布线。继电仪表室内的端子排固定框架可以斜向安装。



图 3 继电仪表室正视图

3.3.2 母线室

母线室（见图 4）位于柜的上部，中间靠后。是独立的隔室，与其它隔室间符合 IP2X 的安全等级。分支母线固定在静触头盒上，并与主母线的搭接，主母线通过母线穿墙套管实现与相邻柜的连接。若母线室内出现内部故障电弧，该穿墙套管起隔离作用，能限制事故蔓延到邻柜，并能保障母线的机械强度。

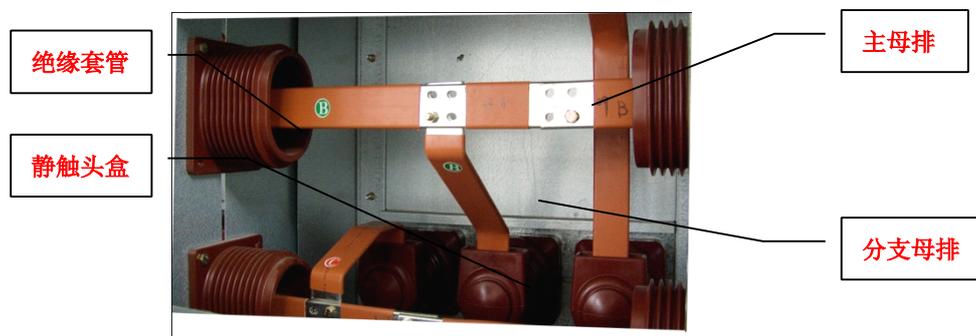


图 4 母线室（柜后正视）

母线固定螺栓应打力矩，母线接头处无毛刺，要有倒角，穿墙套管外观整洁，爬距满足要求，母线相间、对地距离 125mm，引入断路器静触头螺丝紧固，外绝缘良好

3.3.3. 手车室

3.3.3.1 总体结构

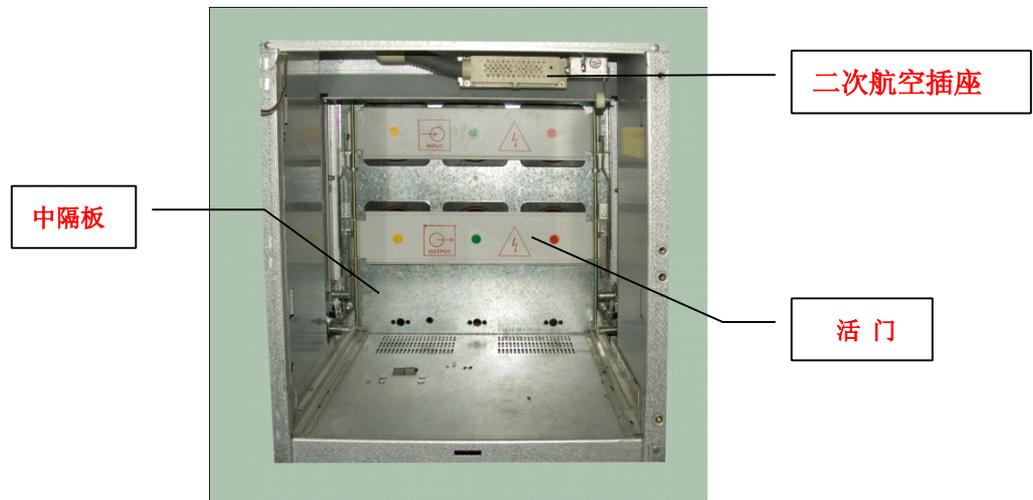


图 5 手车室（正视图）

手车室（见图 5）位于柜体正面中部。在手车室内装有手车导轨，供手车在隔室内滑行。手车能在“工作”位置、“试验”位置之间移动。（见图 6）

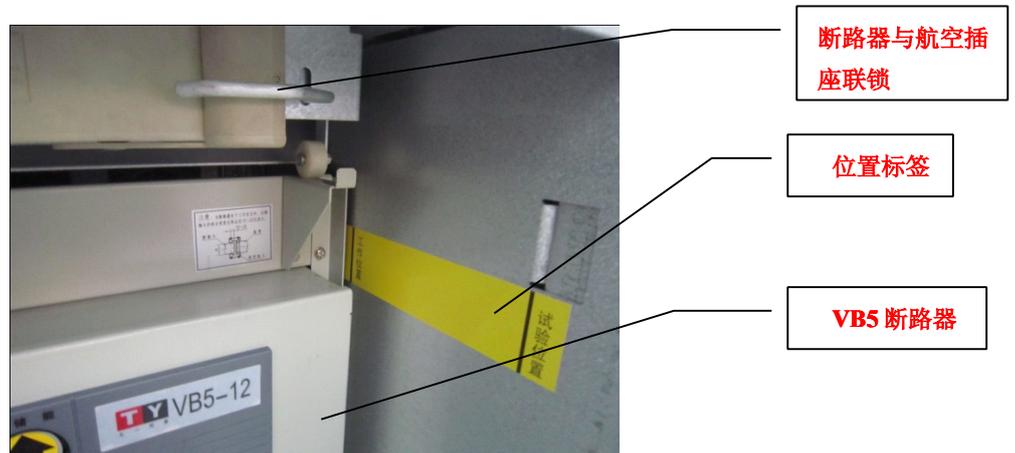


图 6 断路器在手车室的位置标签

活门机构装置中的活门由金属板制成，安装在手车室中的后壁上。手车反方向移动时活门则自动关闭，从而保证操作人员不会触及带电体。

手车能在开关的门板处于关闭的情况下滑行。通过观察窗可

以看到手车在柜内所处的位置，还能看到断路器手车上的断路器合分状态指示器，以及弹簧的储能/释放状态指示器等。

开关柜上的二次线与手车上的二次线联络是插拔式插件中二次插头与插座连接来实现的。二次插头的动触头通过一个尼龙纹管装在手车上，二次插座装设在手车室的右上方。只有当手车处于“试验隔离”位置时，才能插上和拔下二次插头。手车处于“工作”位置时，由于机械联锁作用，二次插头被锁定，不能拔

下。（见图 6，图 7）

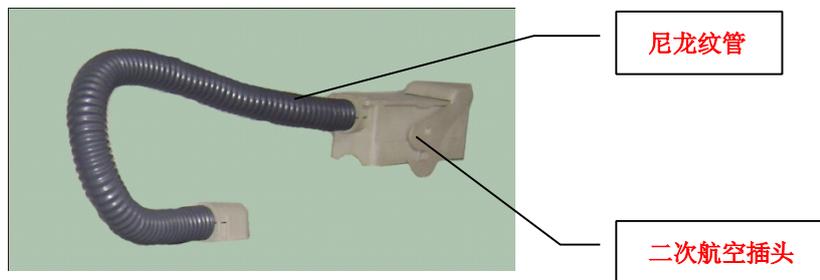
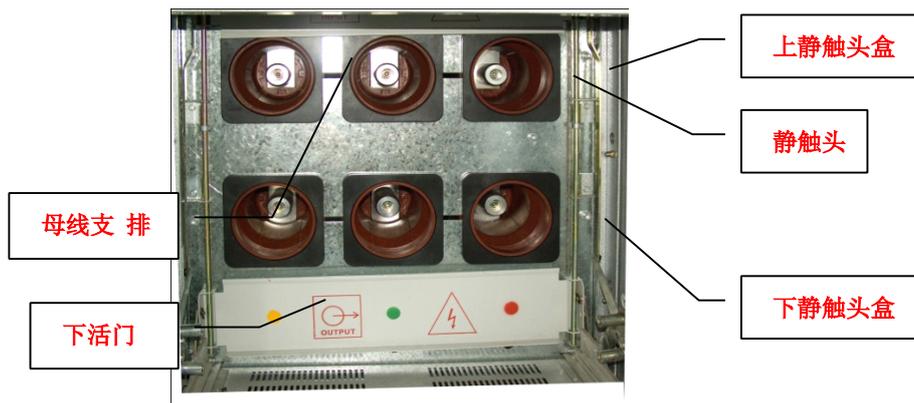


图 7 手车上的航空插头

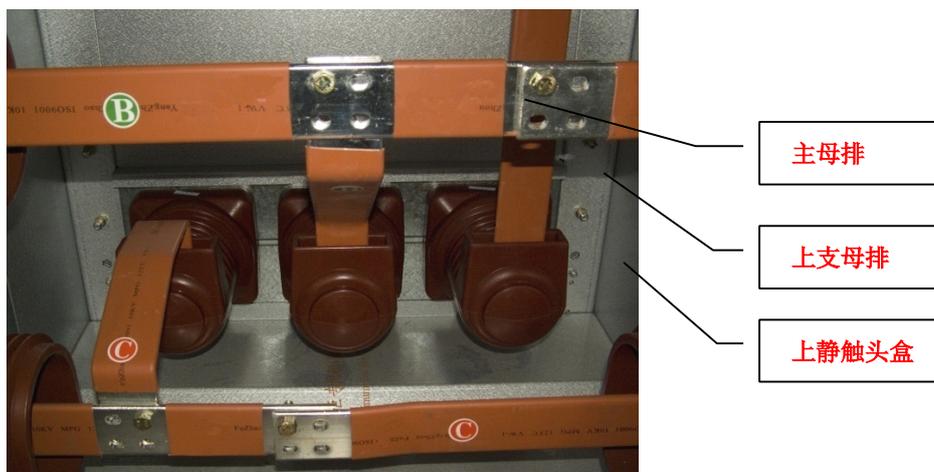
3.3.3.2 手车室与母线室的联络方式

手车室与母线室为相邻隔室，两个室之间通过上静触头盒实现一次导电回路的连接与支撑（见图 8）。

活门机构装置中的活门安装位置在手车室中的后壁上，当一次导电回路断开时，通过活门的关闭，来实现隔室间的隔离与防护，从而保证操作人员不会触及带电体。



(a) 正面 (手车室)



(b) 柜后 (母线室)

图 8 手车室与母线室联络方式

3.3.3.3 手车在室内的情况

手车从服务小车（承接车）上推入手车室并妥善定位，手车通过丝杆螺母推进机构在试验位置和工作位置之间移动，借助丝杆螺母自锁使手车可靠锁定手车工作位置，防止因电动力的作用引起手车窜动而引发事故，联锁机构保证手车及其他部件的操作必须按规定的操作程序进行。（详见 3.4.2）。

手车从试验位置移动到工作位置时，上下静触头盒前的活门与手车联动，同时自动打开，反向移动时，活门自动关闭。

手车从试验位置往工作位置移动前，要确保断路器上的二次

插头与柜体上的航空二次插座连接。

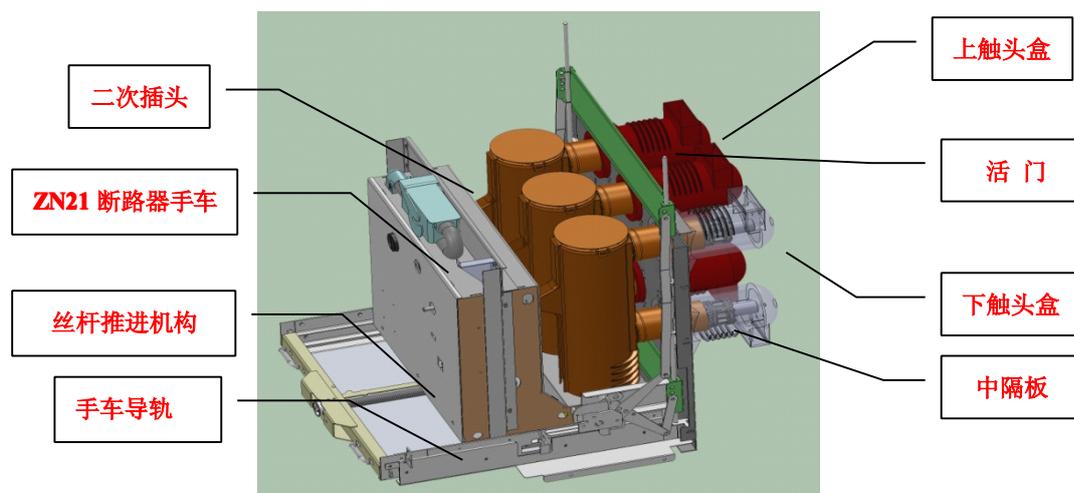


图 9 断路器在手车室的情况（工作位置）

3.3.3.4 手车

手车可分为断路器手车（见图 10）、电压互感器手车（见图 11），隔离手车（见图 12），计量手车，接地手车，避雷器手车，熔断器手车（见图 13）等。

真空断路器主要由框架部分，灭弧室部分（真空泡）和操作机构部分组成。



(a) VB5 固封断路器



(b) ZN21 断路器

图 10



图 11 电压互感器手车



图 12 隔离手车



图 13 熔断器手车

3.3.4 电缆室

3.3.4.1 电缆室总体概括

电缆室（图 14）内可安装电流互感器、电压互感器、零序互感器、接地开关、避雷器以及电缆端子。

电缆室的底板配有可拆卸的板，并配置相应的电缆固定夹及变径密封圈（见图 15）。



图 14 电缆室

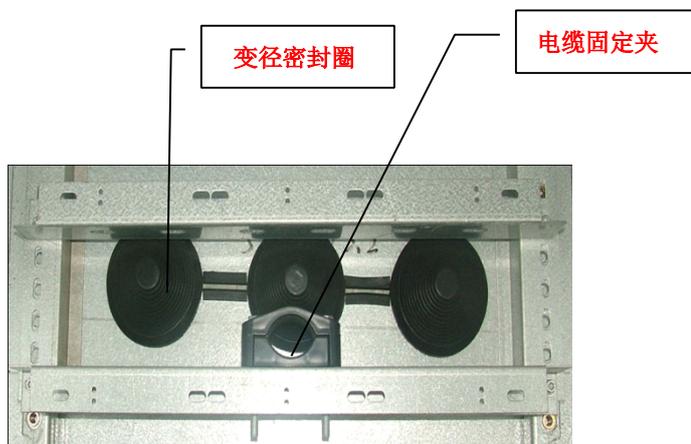


图 15 电缆固定夹的安装位置

3.3.4.2 电缆室与手车室的联络方式

手车室与电缆室为相邻隔室，其联络方式与手车室与母线室的联络方式相似（见图 8、图 16）。（详见 3.3.3.2）

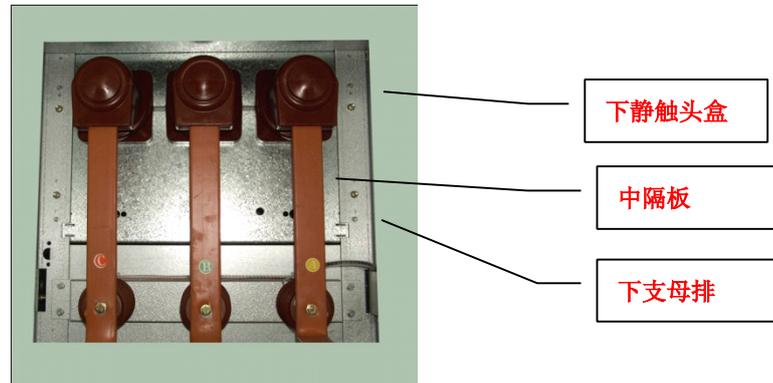


图 16 电缆室、手车室的联络方式情况

3.3.4.3 电缆室内的主元件介绍

3.3.4.3.1 CT、PT、避雷器

电流互感器简称 CT（见图 17a），电流互感起到变流和电气隔离的作用。

电压互感器简称 PT（见图 17b），电压互感器起到变压和电气隔离的作用。

避雷器简称 BT（见图 17c），避雷器是用来保护电力系统中各种电器设备免受雷电过电压、操作过电压、工频暂态过电压冲击而损坏的一个电器。



(a) 电流互感器



(b) 电压互感器

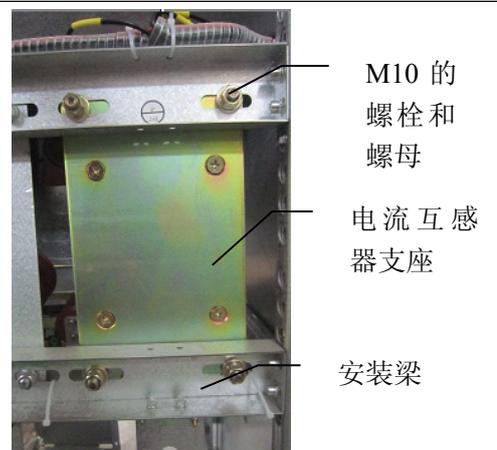
(c) 氧化锌避雷器

雷器

图 17

用于固定电流互感器支座的安装梁上的 4 个 M10 的螺栓和螺母

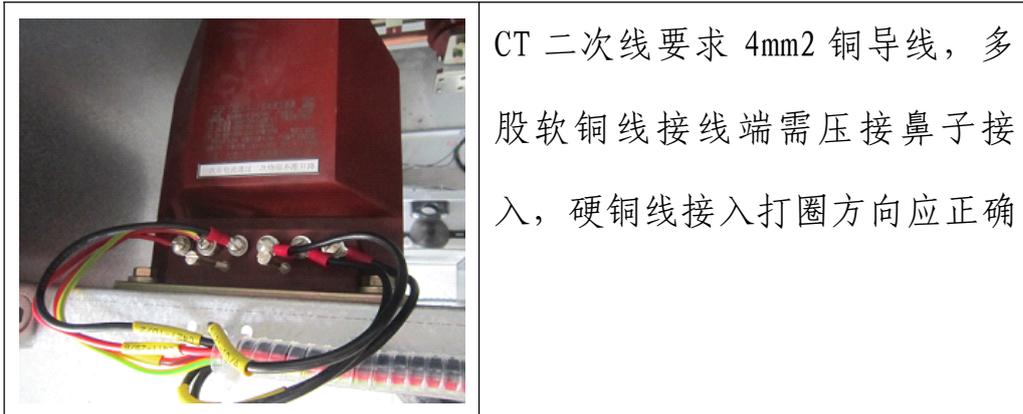
注意：更换互感器时，部分由于尺寸不对，少上螺栓，要严格禁止，少上固定螺栓后柜内短路时动稳定能力大大降低。



M10 的螺栓和螺母

电流互感器底座

安装梁



3.3.4.3.2 接地开关

用于电能接地部分的机械式开关，它能在一定时间内承载非正常下的电流，主要作用是开关柜检修试验时，为保障人员安全，必须按操作规程把接地开关合上。

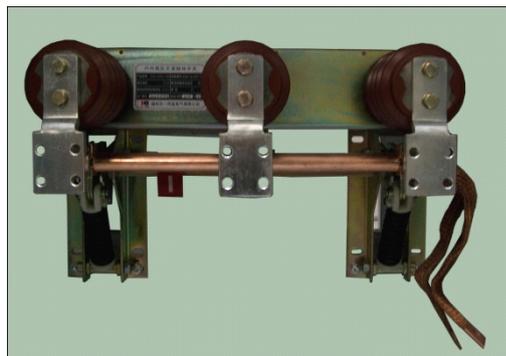


图 18 JN15-21 接地开关（合闸状态）

3.4 . 防止误操作的联锁装置/保护装置

3.4.1 防止误操作的联锁装置

开关柜具有可靠的联锁装置，以保证操作人员的人身安全与设备安全，其具体作用如下：

1、当接地开关及断路器在分闸位置时，手车才能从“试验”位置移至“工作”位置。

2、而接地开关或断路器在合闸位置时，手车不能从“试验”位置移至“工作”位置。

只有手车处于“试验”位置或移开位置时，接地开关才能操作：

1、断路器只有在断路器手车已在正确处于“试验”位置或“工作”位置时，才能进行合闸操作。

2、手车在“工作”位置时，二次插头被锁定不能拔除：只有手车在“试验/隔离”位置时，才能插上和拔下二次插头。

以上机械联锁装置在开关中属常规配置。根据实际需要，开关柜还可以配置其他功能的机械联锁或电气联锁。

3.4.2 推进机构与断路器之间的联锁

为了防止断路器在关合状态下推拉手车而造成带负荷推拉手车的恶性事故发生，手车上设有相应的机械联锁装置。

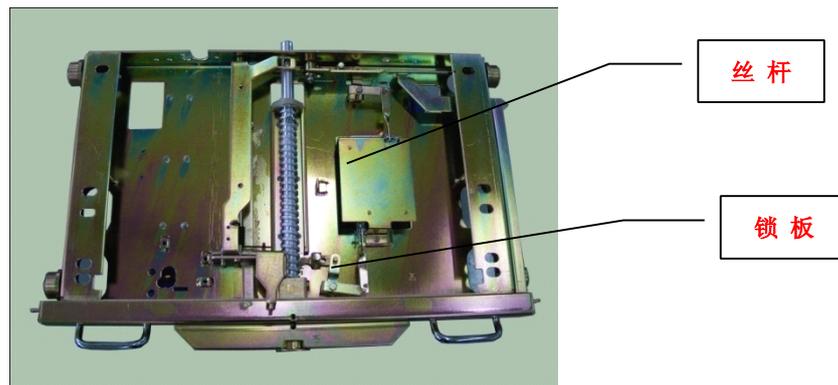


图 19 断路器上的底盘车

1、当断路器处于合闸状态时，通过断路器操动机构输出主轴上的拐臂的运动，带动相关传动装置，使得底盘车上的丝杆被锁板锁住而无法转动（见图 19），从而使手车无法从定位状态转变

为可移动状态，此时将无法移动手车。只有让断路器分闸后，丝杆才被解锁，手车才能从定位状态转变为可移动状态；

2、当断路器手车未正确处于“试验”位置或“工作”位置时，底盘车上的丝杆锁板将向上运动，带动相关传动装置，阻挡断路器合闸单元相关部件的运动，使电动（或手动）合闸均无法进行，从而保证了运行的安全。

3.4.3 手车与接地开关之间的联锁

为了防止在手车未退出“工作”位置的时候（见图6），接地开关未分闸时（见图18），就将手车进入到“工作”位置，开关柜与手车上均设有相应的机械联锁装置（见图20）。

1、当操作者试图将手车由“试验”位置推入到“工作”位置时，若接地开关还处于合闸状态或接地开关手柄（见图21）还没有取下，开关柜上的机械联锁装置将阻止手车状态的变化。只有让接地开关分闸，并取下接地开关操作手柄时，手车才允许进入到“工作”。

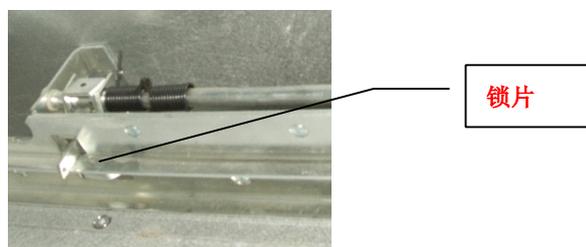


图20 手车与接地开关的机械联锁装置
手柄

（接地开关处在合闸状态）

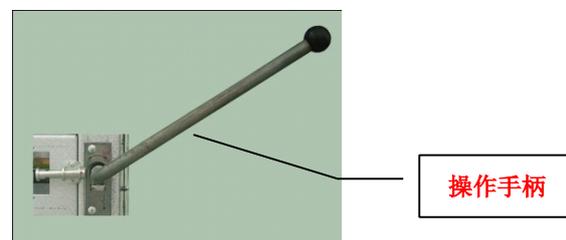
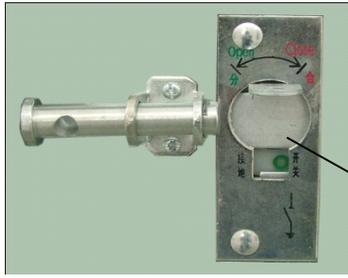


图21 接地开关的操作

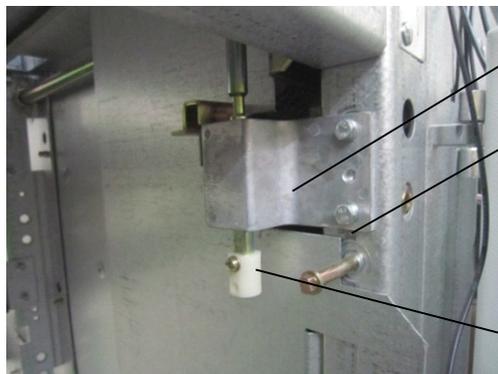
2、手车往“工作”位置进入的过程中，机械联锁装置立即将接地开关的操作手柄插入口封闭起来（见图22），这种状态一直

保持到手车重新回到“试验”位置并定位才结束。



手柄插入口封板(滑板)

接地开关与柜门的联锁:



下柜门联锁机构组件

M6 螺栓

联锁销轴焊接



舌板

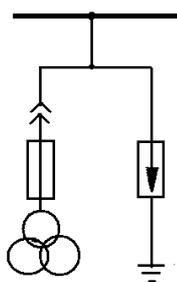
紧急解
锚孔

图 22 接地开关操作位置

(二) 母线 PT、避雷器的连接方式和设备结构

变电站内母线 PT 和避雷器大都共同经过同一刀闸，这种接线方式在运行、检修人员中成为常识。但目前使用的 KYN 型开关柜，包括一些 35kV 落地式小车开关柜，却打破了这种常规，有不同的接线方式，如果不能认识和掌握，过多地受习惯性思维的左右，就可能产生操作、检修中的错误，甚至导致事故，实际上，已经有了惨痛的教训。

1、PT 单独小车，避雷器直接连接母线。



这种方式避雷器与 PT 同柜体，避雷器安装在 PT、避雷器柜的后柜门下部（相当于线路柜的电缆室），当 PT 小车拉出后，工作人员容易产生避雷器已经停电的错觉，打开后柜门对避雷器进行检修试验，造成触电。

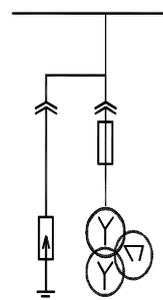
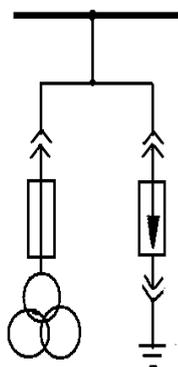
【事故案例】

2009 年 5 月 15 日，湖南省常德电业局进行 110kV 桃源变电站 10kV 设备年检，对 10kV 3X24TV 小修试验，一工作人员卸下 3X24TV 柜后门，触及柜内带电母线排，触电死亡。

2010 年 8 月 19 日，江西赣东供电公司在更换 220kV 垵岭变电站

10kV I 段母线 PT 过程中，误碰直接与母线连接的避雷器接线， 2 人死亡，1 人重伤。

2、PT、避雷器各单独小车



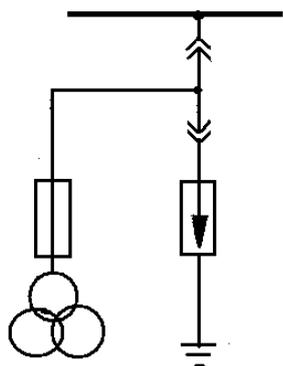
国网典设图
(工程设计图)

这种方式避雷器与 PT 同柜体(也有的单位 PT 和避雷器各占一个柜体)，避雷器小车在 PT 小车的下面，避雷器安装在小车上，拉出小车可以对避雷器进行检修试验。但这种方式，避雷器的后柜门内的静触头和引线仍然有电，仍有人员误入造成触电的风险。

【事故案例】

2008 年 10 月 15 日，永安供电公司在 110kV 小陶变进行“10kV I 段母线 PT、避雷器小修、预试及更换带电显示器”工作，一工作人员打开 PT、避雷器后柜门，触及柜内母线引线触电。

3、避雷器和 PT 共同使用一个小车(最佳方案我局已采用)

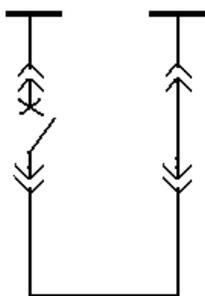


这种方式避雷器与 PT 同柜体，拉出小车避雷器与 PT 都停电，避雷器安装在柜门的下部（也有避雷器与 PT 安装在同一小车上的）。这种方式的安全风险较小。

（三）母分开关柜的接线方式和结构

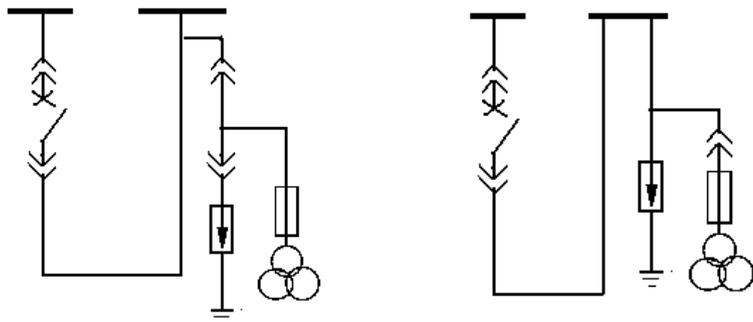
变电站、开闭所大都有分段母线和母分开关。但是，母分开关有不同的接线方式，不同的安全风险。

1、双柜体母分开关单元



这种形式有一个母分开关柜、一个母分刀闸（手车）柜，两个柜下面有连接母排和电流互感器。只有两个柜的小车都拉出来，连接母排和电流互感器才没电。

2、单柜体母分开关单元



这种形式少了一个母分刀闸（手车）柜，母分开关手车柜与另一段母线连接，通常从下柜后面经过另一段母线的 PT、避雷器柜连接到母线上。

前面的小车拉出来后，母分开关手车柜和 PT、避雷器柜的后柜门内都是带电母线设备。

（四）其他的连接方式

除前面讲的几种特殊接线方式外，还有一些特殊柜型，有不同的安全风险。例如：

站用变柜，有的站用变直接安装在开关柜内，有的靠电缆连接到站用变室，停电时应高、低侧都断开。

主变 10kV 进线柜，主变进线柜小车拉出后，柜内与主变的进线母排应在主变的高压侧也断开后才没电。

（四）对不同连接方式设备安全风险的小结

1、设备的检修，经常是在母线不停电的状态下开展的，属于“部分停电的工作”。

2、省公司《电气操作票、工作票实施细则》规定：“手车开关检修状态是指手车开关拉出开关柜，锁上柜门并挂‘止步，高压危险！’的标示牌。”这个状态是只针对手车开关本身的，实际工作中，检修

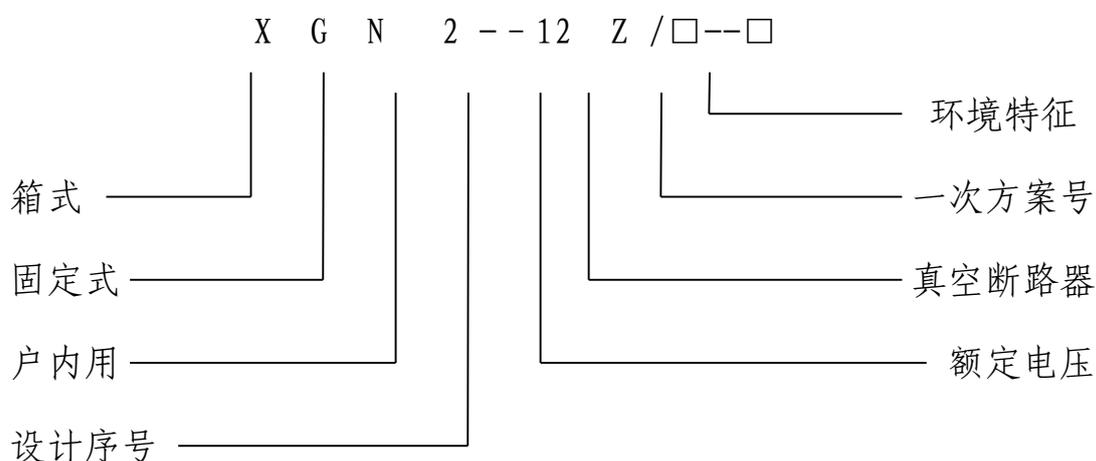
试验是经常要进入柜内的，因此，不能简单地套用。

3、开关柜内的设备，并不是前面的小车拉出来，柜内的设备（母线室除外）就没电了，这一点很重要。

二、产品 XGN2-12 (Z) 我局平海变 10kV 开关柜为 XGN2-12Z/T-16

XGN2-12 (Z) 固定式高压开关柜（简称开关柜）（图 3-4 外形图）适用于 3~10kV 三相交流 50Hz 系统中作为接受与分配电能之用，并具有对电路进行控制、保护和检测等功能。特别适用于频繁操作的场所，其母线系统为单母线，并可派生出单母线带旁路和双母线结构。经过多年的改进完善，产品最大额定电流可做到 4000A；可在海拔 4000m 以下正常运行。本开关柜既可采用 ZN28A-12 分体式真空断路器，还可配用 ZN28D-12、VS1-12、ZN21-12、ZN65-12 等整体式真空断路器；隔离开关主要采用旋转式 GN30-12 (D)，大电流柜也可采用 GN25-12，GN22-12 等隔离开关。由于该产品电流等级大，母线结构多样，所以在变电站得到广泛应用。

1. 产品型号含义：



1. 基本参数 表 3-3

序号	名称			单位	技术参数		
1	额定电压			kV	12		
2	额定电流			A	630; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500; 3150		
3	主母线额定电流			A	630, 1000	1000, 2000	2500, 3150
4	额定 绝缘 水平	1min 工 频耐压	相间及对地	kV	42		
			断口间	kV	48		
	雷电冲 击耐压	相间及对地	kV	75			
		断口间	kV	85			
5	额定短路开断电流			kA	20	31.5	40
6	额定短路关合电流（峰值）			kA	50	80	100
7	额定峰值耐受电流			kA	50	80	100
8	4s 额定短时耐受电流			kA	20	31.5	40
9	额定短路电流开断次数			次	30		
10	机械寿命			次	10000（20000-VS1）		
11	二次回路 1min 工频耐压			kV	2		
12	外壳防护等级				IP2X		
13	母线系统				单母线、单母线带旁路、双母线		

14	操作方式		电磁式、弹簧储能式
----	------	--	-----------

3. 隔离开关：GN30-12 (D) 型的基本参数 表 3-4

项目	单 位	GN30- 12 (D) /125 0-40	GN30- 12 (D) /630 -20	GN30- 12 (D) /100 0-31.5	GN30- 12/2000 -50	GN30- 12/315 0-50
开关柜额定电压	kV	12				
雷电冲击耐受电压 (额定绝缘水平)	kV	75 (相对地及相间) 85 (隔离断口)				
额定电流	A	1250	630	1000	2000	3150
额定峰值耐受电流	kA	100	50	80	125	125
额定短时耐受电流 (4S)	kA	40	20	31.5	50	50

4. 开关柜外形尺寸：

*小电流柜电缆进出线及联络柜标准方案：宽 1100 × 深 1200 × 高 2650

*小电流架空进出线柜标准方案：宽 1100 × 深 (1200+400) × 高 2650

*大电流柜电缆进出线及联络柜标准方案：宽 1200 × 深 1200 × 高 2650。

*大电流架空进出线柜标准方案：宽 1200 × 深 (1200+600) × 高 2650

注：小电流柜的相间距为 250mm；大电流柜的相间距为 275mm；

5. 开关柜的结构：

图 3-4 为外型图，图 3-5 为配 ZN28A-12 真空断路器的方案，图3-6

为配 VS1 真空断路器的方案。

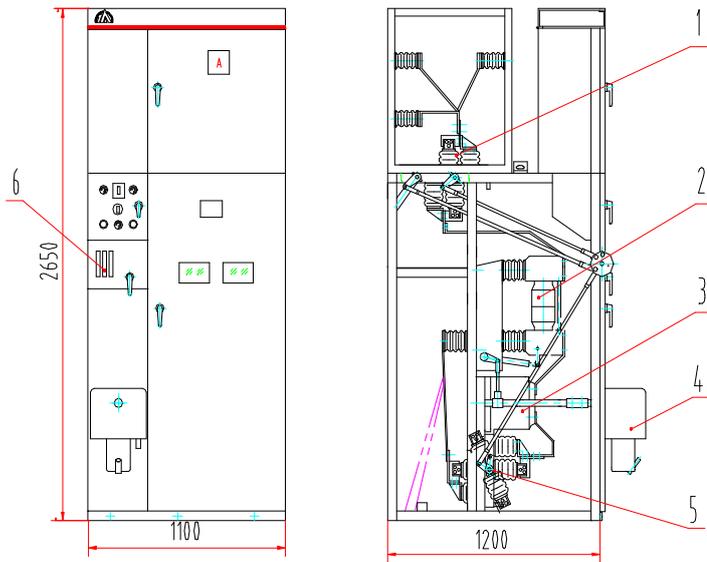


图 3-5 结构简图



图 3-4 外形图

1、GN30-12 上隔离开关 2、ZN28A-12 真空断路器 3、LZZJ-12 电流互感器 4、CD10 操作机构 5、GN30-12 下隔离开关 6、JS 操作机构

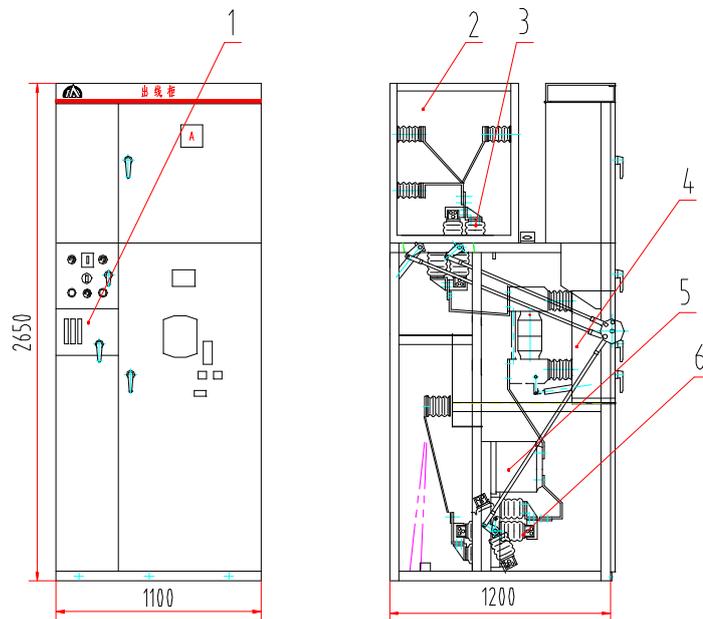


图 3-6 结构简图

1、JS 操作机构 2、母线室 3、GN30-12 上隔离开关 4、VS1 真空断路器 5、LZZJ-12 电流互感器 6、GN30-12 下隔离开关

本开关柜为金属封闭箱型结构，柜体骨架由型钢和优质冷轧钢板焊接而成，柜内分为断路器室、主母线室、电缆室、继电器室，室与室之间用钢板隔开。

断路器室在柜体中部，ZN28A-12 真空断路器的传动拉杆与操动机构连接，真空断路器下接线端子与电流互感器连接，电流互感器与下隔离开关的接线端子连接，真空断路器上接线端子与上隔离开关的接线端子连接。我局此类开关柜内开关已全部改造固定式一体化的真空开关。

母线室在柜体后上部，电缆室在柜体的后下部，继电器室在柜体上部前方，顶部可装二次小母线。

满足“五防”要求，开关柜采用了相应的机械联锁，机械联锁的动作原理如下：

停电操作（运行—检修）

开关柜处于工作位置，即上、下隔离开关、断路器处于合闸状态，前后门锁上，并处于带电运行之中，这时 JS 操作机构上的小手柄处于“工作”位置。

断路器分断——将小手柄扳到“分断闭锁”位置——将专用操作手柄插入 JS 操作机构上的隔离开关操作孔内——从上往下拉分隔离开关（如是馈线柜，则先分下隔离开关，后分上隔离开关）——将专用操作手柄插入 JS 操作机构上的接地开关操作孔内——从下往上推，合接地开关——将小手柄扳到“检修”位置——打开前门，取出钥匙——打开后门。

送电操作（检修—运行）

后门关好锁定——钥匙取出后关好前门——小手柄从“检修”位置扳到“分断闭锁”位置——将专用操作手柄插入 JS 操作机构上的接

地开关操作孔内——从上往下拉，分接地开关——将专用操作手柄插入 JS 操作机构上的隔离开关操作孔内——从下往上推，合隔离开关（如是馈线柜，则先合上隔离开关，后合下隔离开关）——将小手柄扳到“工作”位置——合断路器。

上、下隔离开关与断路器之间（出线柜方案）的闭锁

停电时，先分断路器，再分出线侧隔离开关（下），后分母线侧隔离开关（上），

送电时，先合母线侧隔离开关（上），后合出线侧隔离开关（下）。再合断路器。

注意：当一次主方案为进线柜方案时，则必须按如下步骤进行：停电时，在断路器分闸后，先分母线侧隔离开关，之后再分进线侧隔离开关。反之在送电时，先合进线侧隔离开关，之后再合母线侧隔离开关。我局已对此类开关柜防爆功能进行改造。

6. 产品特性:

1. 柜体结构可改为全组装式，整体强度高，外形美观。
2. 柜体对断路器的适应能力强，可配柜的断路器有：ZN28A、ZN28D、ZN63（VS1）、ZN65、ZN12、VD4。
3. 结构合理：断路器室、母线室、电缆室、继电器室都有独立的小室，并且用钢板隔开。
4. 采用机械“五防”联锁机构，安全性，可靠性好。
5. 柜体为双面维护型，前面可检修继电器室的二次元件，维护操动机构，机械联锁及传动部分和检修断路器，柜后可维护电缆终端和主母

线；本柜体一般不靠墙安装。

6. 性能价格比好，价格较为适中，目前在市场的占有率仍然较高。

7. 根据要求，柜体还可以靠墙安装。

8. 柜体外壳的防护等级为 IP2X。

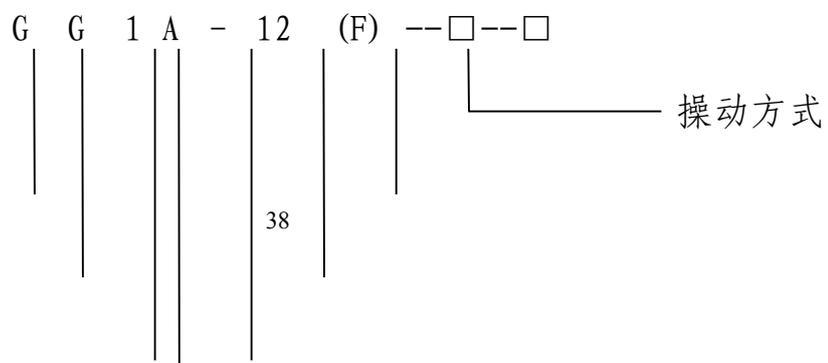
三、产品 GGX2-12（我局有城厢变、忠门变）

GGX2 固定高压封闭式开关柜

四、产品 GG1A-12（F）（我局有筱塘变、东峤变、梧塘变）

GG1A-12(F) 固定式高压开关柜（图 5-11 结构简图）适用于 3~10kV 三相交流 50Hz 系统中作为接受与分配电能之用，并具有对电路进行控制、保护和检测等功能。适用于频繁操作的场所，其母线系统为单母线及单母线分段。本柜体为焊接式结构，有完备的机械“五防”功能，经过多年的生产，积累了丰富的技术及运行经验，不断改进柜体断电流可做结构，完善产品性能，现如今柜体最大额定电流可做到 4000A，开断电流最大到 40kA，本开关柜除了配 ZN28A-12 型真空断路器外，还可配用 VS1-12 等机构一体化式真空断路器；隔离开关可采用 GN19-12、GN22-12、GN25-12 等多种隔离开关。由于该产品电流等级大，母线结构多样，停电检修操作方便，柜内空间大，所以在许多变电站得到了广泛应用。

1. 产品型号含义：



固定式——
 高压柜——
 设计序号 ——
 改进型 ——

——一次方案号
 ——防护型
 ——额定电压

2. 基本参数 表 3-5

序号	名称			单位	技术参数		
1	额定电压			kV	12		
2	额定电流			A	630, 1250, 2000, 2500, 3150, 4000		
3	操作方式				电磁式、弹簧储能式		
4	额定绝缘水平	1min 工频耐压(有效值)	相间及对地	kV	42		
			隔离断口间		48		
	雷电冲击耐压(峰值)	相间及对地	kV	75			
		隔离断口间		85			
5	额定短路开断电流			kA	20	31.5	40
6	额定短路关合电流(峰值)			kA	50	80	100
7	额定峰值耐受电流			kA	50	80	100
8	4s 额定短时耐受电流			kA	20	31.5	40
9	额定短路电流开断次数			次	30		
10	机械寿命			次	10000(VS1 为 20000)		

11	二次回路 1min 工频耐压	kV	2
12	防护等级		柜顶主母线为敞开式(无防护)结构
13	母线系统		单母线、单母线带旁路、双母线

3. 隔离开关(GN19-12C)的基本参数: 表 3-6

项目	单 位	GN19- 12(C)/400-12.5	GN19- 12(C)/630-20	GN19- 12(C)/1000-31.5
额定电压	kV	12		
1min 工频耐受电压 (额定绝缘水平)	kV	42(相对地及相间) 48(隔离断口)		
雷电冲击耐受电压 (额定绝缘水平)	kV	75(相对地及相间) 85(隔离断口)		
额定电压	A	400	630	1000
额定峰值耐受电流	kA	31.5	50	80
额定短时耐受电流(4S)	kA	12.5	20	31.5

4. 外形尺寸:

*小电流电缆进出线柜标准方案: 宽 1200 × 深 1200 × 高 2800

*架空进出线柜标准方案: 宽 1200 × 深 (1200+600) × 高 2800

*大电流柜电缆进出线柜标准方案: 宽 1540(或 1400) × 深 1200 × 高 2800

注: 小电流柜相间距为 250mm, 大电流柜的相间距为 275mm, 侧封板单面 18mm

5. 机械联锁简介:

- (1) .用带红绿翻牌的防误型转换开关可以防止误分误合断路器；
紧急情况下可以利用紧急解锁分合断路器.
 - (2) .用 CS6-1 操作机构上的机械联锁装置来实现隔离开关不能带
负荷分闸. 只有当断路器分闸后, 才可以操作上、下隔离开关.
 - (3) . 离开关与前门(上, 下), 前门与后门(上, 下)之间的联锁是通
过扇形板传动机构的联锁装置和止动装置来实现的. 如果柜体
为靠墙安装则可相应取消前后门之间的联锁. 此联锁可以防止
误入带电间隔功能.
6. 开关柜结构: 隔离开关与断路器机械联锁结构简图见: 5-10 内部结
构见图 3-7

图 3-7

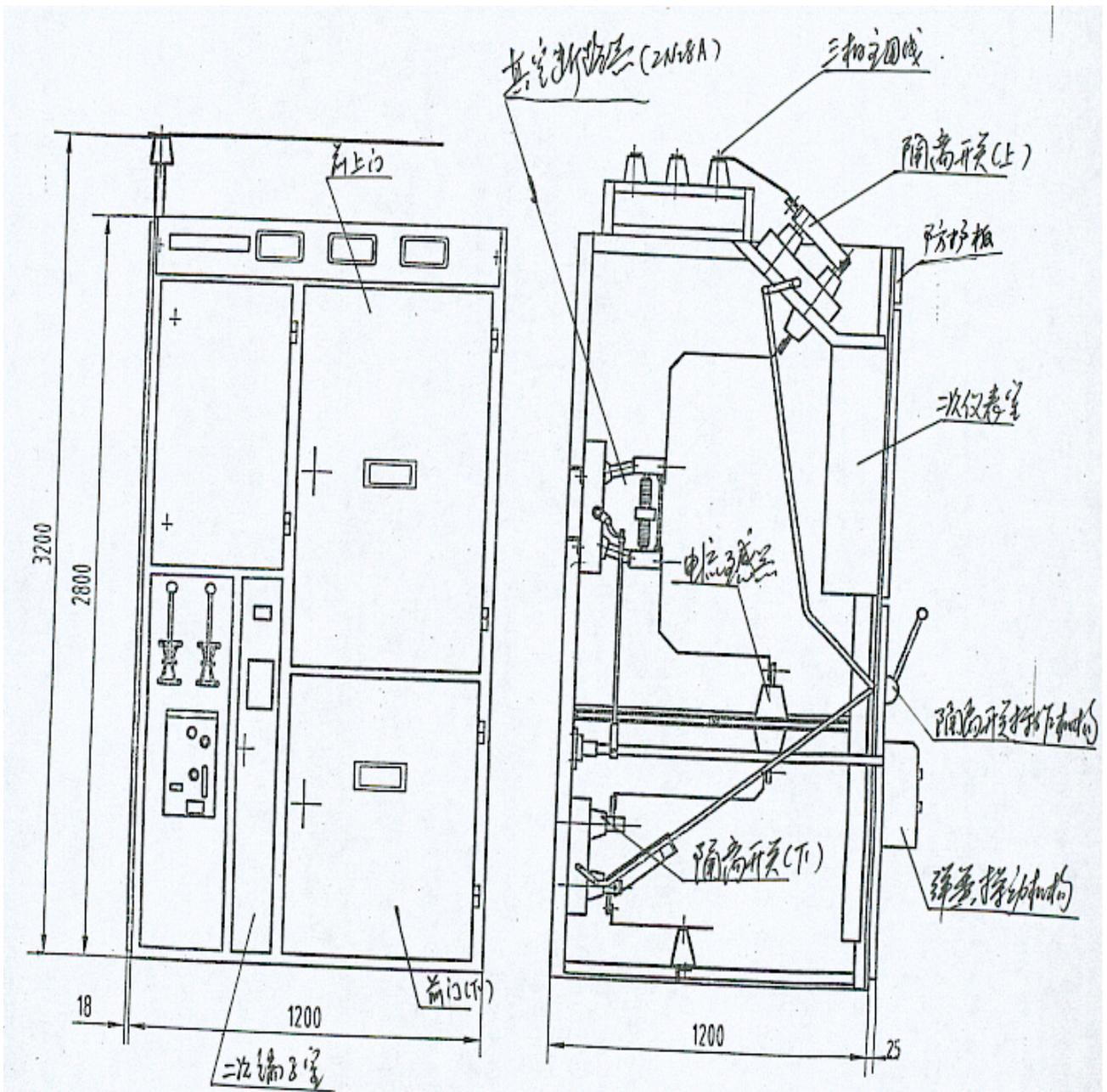


图7 GG-1A(F)07D外形图 (配ZN28A断路器 CT19弹簧操动机构)

GG-1A(F)

7. 开关柜结构特性:

- (1). 侧封板改流水槽结构为固定板焊接, 柜体拼台后外形美观。
- (2). 柜体的“五防”联锁机构均采用机械联锁方式, 安全可靠性强。
- (3). 主母线在柜体前有眉头板(带观察窗), 对主母线有隔离防护作

用。

(4). 柜内绝缘子全部采用大爬距瓷瓶, 主母线可以用绝缘护套, 绝缘性能好。

(5). 因开关柜内空间较大, 不会因为元器件外型大而影响元器件的选用, 此柜体特别适用于变电站今后的改造。

(6). 结构简单, 维护与操作都很方便, 便于用户熟练掌握操作规程, 因此本柜型在激烈的市场竞争中仍有很强的生命力。

(7). 价格低廉, 与同类产品相比要便宜, 特别适合对占用空间要求不高, 投资少见效快的工程。

(8). 柜体既可靠墙安装, 从柜前操作和维护, 又可离墙安装。

8. 操作程序: (柜体不靠墙安装, 电缆出线柜方案)

- ① 送电操作: a. 关好后上门及后下门; b. 关好前上门及前下门, c. 先合母线进线侧隔离开关; d. 再合母线出线侧隔离开关。e. 最后合断路器。
- ② 停电操作: a. 先分断路器; b. 再分母线出线侧隔离开关; c. 再分母线进线侧隔离开关; d. 打开前下门及前上门; e. 打开后下门及后上门;
- ③ 紧急解锁操作: 将紧急解锁钥匙插入紧急解锁孔内, 先分断路器, 再开前门。

第四章 总体质量要求

一、柜体的质量要求

1. 柜体外形尺寸要求见下表 表 4-1

尺寸范围 mm	偏差值 mm		
	高	宽	深
400~1000	± 1.8	0 -1.4	± 1.5
1001~2000	± 2.2	0 -2.3	± 1.85
2001~3000	± 2.7		

2、焊接柜焊缝表面应平整光洁，均匀无焊穿、焊瘤、无焊渣、裂纹、夹渣，不允许有严重的弧坑、气孔、溅渣。

3、产品正面、侧面、后面的涂层不允许有皱纹、起泡、透底、划伤等，且同一批产品漆色应一致。

4、绝缘间隙必须达到国家标准 10kV 带电体之间或带电体对地空气绝缘间隙 $\geq 125\text{mm}$ ，不能达到则必须加绝缘护套、绝缘隔板来加强绝缘

5、机构动作应保持灵活，联锁应可靠、程序正确

6、各配件的紧固件应无松动现象

二、 断路器选型及品牌要求

各柜型应尽可能配置适合该柜型的常规断路器型号

1、 KYN28A-12 常规配置的断路器为 VS1 (ZN63A-12)、ZN21-12，国内比较著名的生产厂家有浙开、常州森源、北开、福州天宇、福州天一同益等公司，也可配 ABB 公司生产的 VD4 真空断路器、上海富士电机开关有限公司生产的 HS 型 (ZN82-12) 真空断路器、中外合资厦门华电开关有限公司生产的 VEP 型 (ZN96-12) 真空断路器，但以上三种断路器价格较为昂贵。

- 2、XGN2-12 可采用 ZN28A-12 分体式真空断路器，还可配用固定式 ZN63A-12 (VS1) 真空断路器或 ABB 公司生产的固定式 VD4 真空断路器。我局已改造均采用**固定式 VS1-12 (浙开、常州森源、福州天宇)、ZN21-12 (福开、浙开、北开)**、等一体式真空断路器。
- 3、GG-1A (F) 配 ZN28A-12 型分体式真空断路器外，还可配用**固定式 VS1-12、ZN21-12 等机构一体化式真空断路器**，如我局原筱塘变，**现已改造。**
- 4、(环网柜) HXGN11-12 主要配 FN16A-12 真空负荷开关
- 5、(环网柜) HXGN26-12 主要配 FN26A-12 真空负荷开关

其它元器件选用要求

1. 应尽可能考虑该元器件为该型开关柜常规配置，如有特殊规格应同开关柜厂家进行沟通
2. 考虑元器件的外形尺寸是否适合装于该型开关柜
3. 要注意考虑匹配，不是最昂贵、最先进的元器件装在任何柜型都能实现最佳功能
4. 不要随意的指定配件厂家，否则不利于产品的按时交货，元器件的质量也很难得到保证，而且还大大的提高了采购成本；当然为了保证产品质量可大致圈定几家知名的厂家

三、 装配工艺要求

1. 所有的紧固件不得有松动现象
2. 各门及活动件转动必须灵活
3. 保证带电体之间及带电体对地的空气绝缘距离

4. 保证隔离断路器传动部件的灵活可靠性
5. 保证联锁的安全、可靠性，保证“五防”功能的完善
6. 文明施工，不得造成元器件的损坏
7. 产品出厂前须清扫各部位尘土，特别是绝缘材料表面的污浊

第五章 包装运输保管及开箱验收要求

一、包装运输及保管要求

1. 包装时，产品必须用螺钉固定在包装箱底板上
2. 运输及移动过程中，只准直立放置不得倒置、倾翻、翻滚摔下
3. 产品在安装前，应以原包装存放在库房中，如不能入库房，应防止淋雨，以免产品受潮
4. 避免剧烈震动，防止靠近火源
5. 不得随意拆卸电气元件及零部件
6. 拆卸及安装过程中不得野蛮施工，避免造成柜体或柜内元器件的损伤

二、开箱验收要求

1. 收货后核对包装箱上的合同号，收货单位是否有误
2. 应在干燥及不淋雨的场所拆箱，拆箱时注意保护产品，不得损伤
3. 拆箱后立即查看是否发生柜体变形，同时查看是否有元器件脱落散架和损坏，检查柜内是否进水或有严重受潮现象
4. 应注意查收随柜所附的

- a. 产品合格证
 - b. 安装使用说明书
 - c. 二次接线图
 - d. 产品出厂试验报告
 - e. 装箱清单
5. 按产品装箱清单核对开关柜数量是否有误，随柜文件及数量是否正确，随柜的附件及备品备件是否有漏

第六章 高压开关柜常见故障缺陷及处理方法

一、故障的预防措施

开关柜在调试、运行过程中由于各种各样的原因会发生故障，为减少故障频率应进行下列项目的检修：

1. 检修程序锁和联锁，动作保持灵活可靠，程序正确
2. 按断路器、隔离开关、操作机构等电器的规定进行检修调试
3. 检查电器接触部位，看接触情况是否良好，检测接地回路
4. 有手车的须检查手车推进机构的情况，保证其满足说明书的有关要求
5. 检查二次辅助回路有无异常，并进行必要的检修
6. 检查各部分紧固件，如有松动应立即紧固
7. 检查接地回路各部分的情况，如接地触头，主接地线及过门接地线等，保证其导电的连续性
8. 对 SF6 负荷开关须检查气体压力指标数据，视情况及时进行补气

9. 清扫各部位的尘土，特别是绝缘材料表面的尘土。
10. 发现有异常情况，如不能解决可同开关柜厂家联系

二、常见故障及处理方法

1. 绝缘故障：绝缘故障形式一般有：环境条件恶劣破坏绝缘件性能、绝缘材料的老化破损、小动物进入等原因造成的短路或击穿。定期检修发现绝缘材料老化或破损立即更换，清除绝缘材料表面的污渍，电缆沟、开关室安装防护板防止小动物进入，发生故障查找原因并立即整改
2. 操作机构故障：经常是由于造成拒分拒合线圈烧坏，应查明原因并立即更改，同时更换新的线圈。
3. 保护元器件选用不当的造成的故障：如熔断器额定电流选用不当，继电器整定时间不匹配等原因造成的事故，发生故障及时查找原因并更换合适的元器件
4. 不按操作规程造成的事故：由于未按操作规程操作造成的误分误合或造成元器件损坏引起的故障，应了解产品操作规程，按程序操作
5. 由于环境变化引起的故障：如由于环境温度、湿度及污染指数等的急剧变化引起的故障，应注意改善环境如：安装空调加热器、了解污染源并及时清除等方法解决
6. 引线接触面接触不良引起的故障，由于巡视不到位，无发现发热点，长期发热造成设备烧毁

三、运行巡视:

- 1、 开关柜运行状态是否与实际相符

- 2、 前后柜门是否关紧，有否变形，固定螺栓是否上紧
- 3、 开关柜无异常发热现象
- 4、 带电显示器、加热器、照明正常
- 5、 机械闭锁、微机防误等五防功能检查，装置齐全

第七章 高压开关柜订货须知

一、开关柜在订货时购买方应提供如下资料

1. 完整的工程系统一次主接线图。
2. 各个高压柜方案的二次原理接线图。
3. 柜体的平面布置图(如有母线桥时提供其安装尺寸及布置方式)。
4. 柜顶小母线布置图。
5. 开关柜的备品备件数量和规格型号。
6. 开关柜在特殊使用环境条件时,应在订货时以书面的形式提出。
7. 开关柜壳体或面板的漆色。
8. 开关柜的交货期。
9. 开关柜的剖面图

二、若购买方委托生产厂家设计原理图纸时,应提供如下资料

1. 开关柜的型号,方案,布置方式,断路器的型号及其参数。
2. 二次保护如果采用微机综合保护,则购买方应提供其厂家的产品样本,或 E-mail 地址,以便及时取得联系。如果采用常规继电器保护则购买方应提出二次保护的类型及其特殊要求。

三、如为改、扩建工程时除了应有一次主方案和二次原理接线图之外,

购买方还应提供如下资料:

1. 新增柜体的平面布置图。
2. 面板元器件开孔尺寸要与旧柜体保持一致，提供原面板的开孔尺寸。
3. 面板漆色要尽可能统一，提供原开关柜漆色。

2012 年 12 月 8 日