

GAOYA KAIGUANGUI
ANZHUANG YU JIANXIU

高压开关柜 安装与检修

张 涛 苏长宝 主 编
赵建军 田 新 副主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

GAOYA KAIGUANGUI
ANZHUANG YU JIANXIU

高压开关柜 安装与检修

张 涛 苏长宝 主 编
赵建军 田 新 副主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书编者收集了大量的最新高压开关柜资料,在此基础上由浅入深、通俗易懂地介绍了高压开关柜的结构、功能和安全要求,同时对高压开关的特点、要求、结构也做了简要介绍;重点介绍了高压开关柜的安装标准、施工流程、施工准备、就位、固定、接地以及质量验收;详细介绍了高压开关柜的调试、检修和维护的方法;最后结合具体案例讲解了高压开关柜故障的诊断、分析及处理。

本书的最大特点就是知识的讲解全部结合具体、真实的案例,能和读者的工作紧密结合,针对性和可操作性更强。本书可作为高压开关柜安装与检修人员的岗位实训指导书,也可作为职工培训及职业技能鉴定的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

高压开关柜安装与检修/张涛,苏长宝编著. —北京:中国电力出版社,2014.9

ISBN 978-7-5123-5749-5

I. ①高… II. ①张…②苏… III. ①高压开关柜-安装②高压开关柜-检修 IV. ①TM591

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第067070号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2014年9月第一版 2014年9月北京第一次印刷

710毫米×980毫米 16开本 16.75印张 319千字

印数0001—3000册 定价39.80元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究



前言

本书突出以岗位能力为核心，以通过实际训练提高生产技能为主线，内容从基本工艺训练到实际生产演练，由浅入深，涵盖了生产现场的新标准、新规程、新设备、新技术和新工艺。本书主要对高压开关柜的安装与调试、检修与维护、故障分析与处理、高压开关柜试验等项目进行实训指导，可作为高压开关柜安装与检修专业人员的岗位实训指导书，也可作为职工培训及职业技能鉴定的参考。

本书包括5章内容，分别为高压开关柜概述，高压开关柜安装，高压开关柜检修、调试、维护，高压开关柜故障分析及处理，高压开关柜试验。

本书由国网河南省电力公司技能培训中心张涛和国网河南省南阳供电公司苏长宝主编。国网河南省平顶山供电公司赵建军和国网河南省商丘供电公司田新副主编。国网河南省商丘供电公司田新、王玉忠、梁方建、刘浩、周鑫，国网中电装备集团平高电气股份有限公司张博，民权县电业局薛本山，国网河南省洛阳供电公司冯辉、杨超辉，国网河南省三门峡供电公司司毅峰、巴瑞，国网河南省濮阳供电公司张丽英、刘英，国网河南省鹤壁供电公司李鑫磊，方城县电业局余泳，鲁山县电业局闫晓共同编写了第二、五章。

国网河南省平顶山供电公司赵建军、史景忠、贾延甫、赵功展、李勇军、孙瑞、李晓航；国网河南省南阳供电公司顾瑛、段晓、芮境泽、白洪阳、侯麟、李楠、仝巍；国网河南省信阳供电公司董畅、王宁宁；国网河南省许昌供电公司孟宝共同编写了第三、四章。

国网河南省电力公司技能培训中心丁旭峰、符贵、彭理燕、张书军、余江威、宋宣迪，宝丰县电业局陈运政，新野县电业局王芳、刘俊林，灵宝县电业局彭志杰，博爱县电业局冯亮，淅川县电业局魏兵、李晓明，西峡县电业局刘滨、丁志高，河南天冠企业集团有限公司袁航，南阳防爆电气研究所陈攀，南阳鸭河口发电有限责任公司靳晓星共同编写了第一章。

本书由国网河南省电力公司技能培训中心曹国慧、鲁爽主审。

张洋对全书文稿、图表进行了校核、编排。

本书在编写过程中，得到了国网河南省电力公司技术技能培训中心、相关设备生产制造企业的大力帮助和技术支持，在此深表谢意。

由于编写时间仓促，本书难免存在疏漏之处，加之编者的水平有限，书中难免会出现一些不当和谬误之处，恳请各位专家和读者提出宝贵意见，使之不断完善。



目 录

前言

第 1 章 高压开关柜概述 1

1.1 高压开关柜基本知识	1
1.1.1 GG1A 型开关柜	1
1.1.2 KYN28 开关柜	3
1.1.3 开关柜的“五防”要求及功能	7
1.1.4 真空断路器的结构	8
1.2 35kV 六氟化硫全封闭式(C-GIS)组合电器	15
1.2.1 概述	15
1.2.2 主要特点	15
1.2.3 总体布置	16
1.2.4 GIS 主要元件	17
1.2.5 使用环境	28
1.2.6 型式试验	32
1.3 高压开关柜相关知识	33
1.3.1 SF ₆ 气体的基本知识	33
1.3.2 高压开关绝缘配合的基本知识	37

第 2 章 高压开关柜安装 39

2.1 高压开关柜安装工艺	39
2.1.1 高压开关柜安装依据标准	39
2.1.2 高压开关柜安装施工流程图	39
2.1.3 高压开关柜安装施工准备	40
2.1.4 高压开关柜基础找平(基础复核)	43
2.1.5 高压开关柜就位、固定	44
2.1.6 高压开关柜接地	48
2.1.7 投产交接试验	49
2.1.8 高压开关柜安装质量验收	50
2.2 高压开关柜安装案例	61
2.2.1 KYN28A—12 型高压开关柜安装	61

2.2.2	操动机构的技术数据表	62
2.2.3	GG1A—12 型高压开关柜安装	74
2.2.4	XGN66—12 型高压开关柜安装	78
2.2.5	KGN—40.5 型高压开关柜安装	81
2.2.6	JYN1—40.5 型高压开关柜安装	83
2.2.7	KYN61—40.5 型高压开关柜安装	86
2.2.8	ZFN13—40.5(Z)SF ₆ 封闭式组合电器安装	92

第3章 高压开关柜检修、调试、维护 **114**

3.1	高压开关柜检修工艺	114
3.1.1	高压开关柜检修依据	114
3.1.2	高压开关柜检修施工准备	114
3.1.3	SF ₆ 高压断路器检修、调试	118
3.1.4	高压真空断路器检修、调试	124
3.1.5	高压隔离开关检修、调试	142
3.1.6	高压开关柜操动机构检修、调试	153
3.1.7	高压开关柜辅助元件及“防误”连锁装置检修、调试	162
3.1.8	高压开关柜继电保护装置及二次系统检查、调试	165
3.1.9	高压开关柜用测量仪表检查、调试	170
3.1.10	互感器、电力电容器、避雷器检查	173
3.2	高压开关柜维护	176
3.2.1	KYN28A—12 型(XGW66—12 型)高压开关柜维护	176
3.2.2	GG1A—12 型高压开关柜维护	180
3.2.3	KGN—40.5 型(JYN1-40.5 型、KYN61-40.5 型)高压开关柜 维护	184

第4章 高压开关柜故障分析及处理 **190**

4.1	高压开关柜故障分析及处理	190
4.1.1	高压开关柜故障诊断	190
4.1.2	高压 SF ₆ 断路器故障分析及处理	198
4.1.3	高压真空断路器故障分析及处理	202
4.2	高压开关柜故障处理案例分析	206
4.2.1	KYN28A—12 型高压开关柜故障分析及处理	206
4.2.2	GC2—10(F)型高压开关柜故障分析及处理	208
4.2.3	KYN28A—12 型高压开关柜内避雷器故障分析及处理	209

4.2.4	UniGearZS3.2型高压开关柜缺陷分析及处理	210
4.2.5	4例高压开关柜缺陷分析及处理	212
4.2.6	10kV母线失压造成断路器烧损的事故分析及处理	216

第5章 高压开关柜试验 218

5.1	试验项目	218
5.1.1	SF ₆ 断路器检漏	218
5.1.2	密度继电器校验	224
5.1.3	SF ₆ 微水量测试	226
5.1.4	SF ₆ 断路器出厂试验	228
5.1.5	高压断路器的开断试验	229
5.1.6	高压开关柜的机械试验	233
5.1.7	高压开关的机械特性参数测量	234
5.1.8	高压开关柜的绝缘试验	239
5.1.9	高压开关柜的温升试验	244
5.1.10	高压开关运行中的温升监测	254
5.1.11	短时耐受电流和峰值耐受电流试验	254
5.1.12	三相动、热稳定联合试验及动、热稳定分开试验的试验方法	255
5.2	试验案例	256



高压开关柜概述

1.1 高压开关柜基本知识

高压开关柜是成套配电装置的一种，它是由制造厂生产的以断路器为主的成套电气设备。制造厂根据电气主接线的要求，针对使用场合、控制对象及主要电气元件的特点，将有关控制电器、测量仪表、保护装置和辅助设备装配在封闭、半封闭式的金属柜体内，以用于电力系统中接受和分配电能。其优点是结构紧凑、占地少、维护检修方便，大大减少了现场的安装工作量，并缩短了施工工期。

高压开关柜依据断路器的安装方式及柜体结构不同主要分为金属封闭式、一般固定式及特殊环境使用型 3 类。

高压开关柜的型号含义（国产）如下。

1 2 3 4 — 5 / 6 7 8

1——产品名称：K（铠装式）、J（间隔式）、X（箱式）、G（高压开关柜）。

2——结构特征：Y（移开式或手车式）、C（手车式）、F（封闭式）、G（固定式）、S（双母线式）、P（旁路母线式）、K（矿用）。

3——使用条件：N（户内）、W（户外）。

4——设计系列序号。

5——额定电压 kV。

6——一次方案号。

7——操动方式：D（电磁操动）、T（弹簧操动）、S（手动）。

8——环境特征代号：TH（湿热带型）、G（高海拔型）。

1.1.1 GG1A 型开关柜

固定式高压开关柜加防误操作闭锁装置上、下层中具有“五防”功能，这类开关柜的柜体结构多为半封闭式或开启式，柜内的一次回路元器件为固定安装，适用于 3~10kV 三相 50Hz 单母线系统，为接受与分配电能之用，如图 1-1、图 1-2 所示。

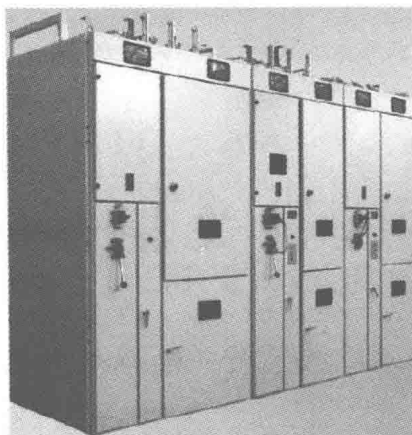


图 1-1 GG1A 型开关柜

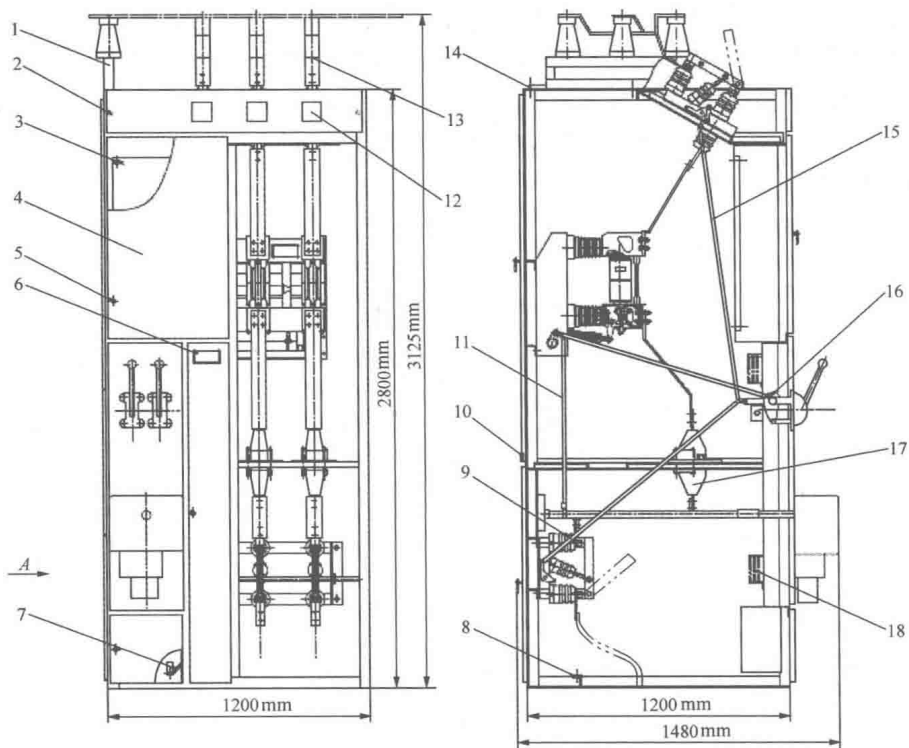


图 1-2 GG1A 型高压开关柜结构

- 1—绝缘子及支撑架装配；2—挡板焊接；3—仪表安装板；4—柜体焊接；5—塑料滚花头螺钉；
6—铭牌；7—接地软铜绞线装配；8—接地母线装配；9—下隔离装置装配；10—程序锁装配；
11—断路器及操动装置装配；12—玻璃窗装配；13—支母线装配；14—顶板；15—上隔离装置装
配；16—机械连锁装置；17—电流互感器装配；18—照明灯装配

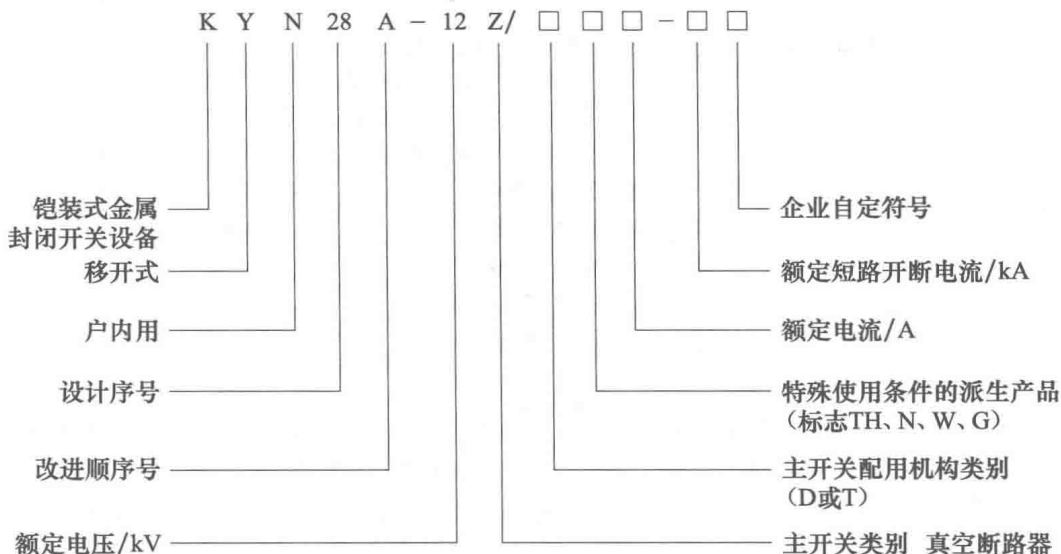
GG1A 型开关柜的型号含义如下：



1.1.2 KYN28 开关柜

户内交流金属铠装抽出式开关设备（KYN28-12），是 10kV 三相交流 50Hz 单母线分段系统的成套配电装置，主要用于发电厂、变电站、中小型发电机送电、工矿企事业单位配电以及大型高压电动机起动等，用于接受和分配电能，并对电路进行控制、保护及监测。

KYN28-12 型开关柜型号的含义如下。



注：TH 为湿热带地区，N 为地区，W 为污秽地区，G 为高海拔地区。

1. 整体结构

KYN28-12 型高压开关柜由固定的柜体和可移开部件两大部分组成，如图 1-3 所示。

根据柜内电气设备的功能，柜体用隔板分成 4 个不同的功能单元，断路器室 A、母线室 B、电缆室 C 和低压仪表室 D。柜体的外壳和各功能单元之间的隔板均采用敷铝锌板弯折而成，如图 1-4 所示。

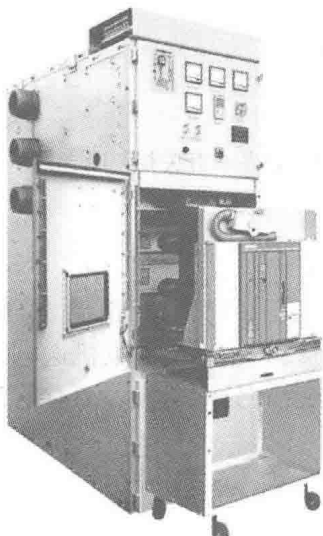


图 1-3 KYN28-12 型高压开关柜整体结构

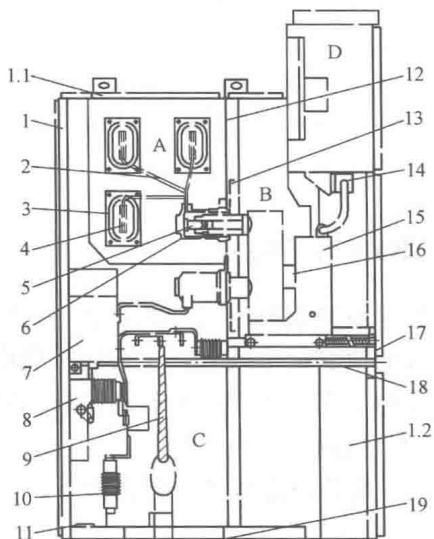


图 1-4 KYN28-12 型高压开关柜结构图
A—母线室；B—断路器手车室；C—电缆室；
D—继电器仪表室；

1.1—泄压装置；1.2—控制小线槽；1—外壳；2—分支小母线；3—母线套管；4—主母线；5—静触头装置；6—静触头盒；7—电流互感器；8—接地开关；9—电缆；10—避雷器；11—接地主母线；12—装卸式隔板；13—隔板（活门）；14—二次插头；15—断路器手车；16—加热装置；17—可抽出式水平隔板；18—接地开关操动机构；19—底板

KYN28-12 型高压开关柜按 GB 3906—2006 中铠装式金属封闭开关设备的要求而设计。柜体分 4 个单独的隔室，外壳防护等级为 IP4×，各小室间和断路器室门打开时的防护等级为 IP2×。KYN28-12 型高压开关柜具有架空进出线、电缆进出线及其他功能方案，经排列、组合后能成为不同方案形式的配电装置。KYN28-12 型高压开关柜可以从正面进行安装调试或维护，因此它可以背靠背组成双重排列或靠墙安装，提高了开关设备的安全性、灵活性，减少了占地面积。

移动时活门自动闭合，直至手车退至一定位置而完全覆盖静触头盒，从而形成有效隔离。同时由于上、下活门不联动，在检修时，可锁定带电侧的活门，从而保

证检修维护人员不触及带电体。在断路器室门关闭时，手车同样能操作。通过上门观察窗，可以观察隔室内手车所处位置、合分闸显示、储能状况。

(1) 母线隔室 A。主母线 4 是单台拼接相互贯穿连接（见图 1-4），通过支母线 2 和静触头盒固定。主母线和联络母线为矩形截面的铜排，用于大电流负荷时采用双根母排拼成。支母线通过螺栓连接于静触头盒 6 和主母线，不需要其他支撑。如有特殊需要，母线可用热缩套和连接螺栓绝缘套和端帽覆盖。相邻柜母线用套管 3 固定。这样连接母线间所保留的空气缓冲，在出现内部故障电弧时，能防止其贯穿熔化，套管 3 能有效地把事故限制在隔室内而不向其他柜蔓延。

(2) 电缆隔室 C。开关设备采用中置式，因而电缆室空间较大。电流互感器 7、接地开关 8 安装在隔室后壁上，避雷器 10 安装于隔室后下部。将手车 15 和可抽出式水平隔板 17 移开后，施工人员就能从正面进入柜内安装和维护。电缆室内的电缆连接导体，每相可并 1~3 根单芯电缆，必要时每相可并接 6 根单芯电缆。连接电缆的柜底配置开缝的可卸式非金属封板或不导磁金属封板，确保了施工方便。

(3) 继电器仪表室。继电器仪表室内可安装继电保护元件、仪表、带电检查指示器以及特殊要求的二次设备。控制线路敷设在足够空间的线槽内，并配有金属盖板，可将二次线与高压室隔离。其左侧线槽是为控制小线的引进和引出预留的，开关柜内部的小线敷设在右侧。在继电器仪表室的顶板上还留有便于施工的小母线穿越孔。接线时，仪表室顶盖板可翻转，便于小母线安装。

2. 防止误操作连锁装置

开关设备内装有安全可靠的连装置，满足“五防”的安全要求。

(1) 仪表室门上装有提示性的按钮或者 KK 型转换开关，以防止误合、误分断路器。

(2) 断路器手车在试验或工作位置时，断路器才能进行合分操作，而且在断路器合闸后，手车无法移动，防止带负载误推拉断路器。

(3) 仅当接地开关处在分闸位置时，断路器手车才能从试验/断开位置移至工作位置。仅当断路器手车处于试验/断开位置时，接地开关才能进行合闸操作（接地开关可带电压显示装置），这样实现了防止带电误合接地开关及防止了接地开关处在闭合位置时关合断路器的要求。

(4) 接地开关处于分闸位置时，下门及后门都无法打开，防止了误入带电间隔。

(5) 断路器手车处于试验或工作位置，而没有控制电压时，仅能手动分闸而不能合闸。

(6) 断路器手车在工作位置时，二次插头被锁定不能拔出。

(7) 各柜体可装电气连锁,也可以在接地开关操动机构上加装电磁铁锁定装置以提高可靠性。

3. 泄压装置

在断路器手车室,母线室和电缆室的上方均设有泄压装置,当断路器或母线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,装设在门上的特殊密封圈把柜前面封闭起来,顶部装备的泄压金属板自动打开,释放压力和排泄气体,以确保操作人员和开关柜的安全。

4. 二次插头与手车的位置连锁

开关设备上的二次线与断路器手车二次线的联络是通过手动二次插头来实现的。二次插头的动触头通过一个尼龙波纹伸缩管与断路器手车相连,二次插头静触头座装设在开关柜手车室的右上方。断路器手车只有在试验/断开位置时,才能插上和解除二次插头,断路器手车处于工作位置时,由于机械连锁作用,二次插头被锁定,不能被解除。由于断路器手车的合闸机构被电磁铁锁定,断路器手车在二次插头未接通之前仅能分闸,无法合闸。

5. 带电显示装置

根据运行需要,开关柜内可设检测一次回路运行的带电显示装置。该装置由高压传感器和可携带式显示器两个单元组成,经外接导电线连接为一体。该装置不但可以提示高压回路带电状况,而且还可以与电磁锁配合,实现强制闭锁开手柄、网门,达到防止带电合接地开关、防止误入带电间隔的要求,从而提高防误性能。

6. 防止凝露和腐蚀

为了防止由于高湿度或温度变化较大的气候环境而产生的凝露带来的危险,在断路器室和电缆室内分别装设加热器,以便在上述环境中使用和防止凝露发生。

7. 接地位置

在电缆室内单独设有 $10\text{mm}\times 40\text{mm}$ 的接地铜排,此排能贯穿相邻各柜,并与柜体良好接触。此接地排供直接接地元器件使用,同时由于整个柜体采用敷铝锌板拼接,使整个柜体都处在良好接地状态之中,确保操作人员触及柜体时的安全。

8. 金属铠装式高压开关柜的特点

(1) 断路器或其他主电器可以是抽出式(即手车式)的,手车上装有机电装置,使手车能在接通和分断位置之间移动,手车上还带有自动调整、连接一次回路和二次回路的隔离装置。

(2) 一次回路的主要电气元件,即断路器、母线、互感器、控制用电源等,全部用金属隔板封闭且金属隔板具有与金属外壳相同或更高的防护等级。

(3) 所有带电部分均应封闭在接地的金属隔室之内。当可抽出元器件处于分断、试验或抽出位置时,应采用自动挡板或其他装置防止带电的固定触头外露。

(4) 主母线导体和连接器件全部采用绝缘材料覆盖。仪器、仪表、继电器、二次回路控制元件及其配线，均采用接地的金属隔板与所有主电路元器件隔离。

(5) 有机械连锁装置，以保证正确的安全操作顺序。

1.1.3 开关柜的“五防”要求及功能

为了有效防止运行中人为误操作引发的人身和重大设备事故，高压开关柜大都设计了“五防”功能。

1. “五防”的要求

- (1) 防止误分、合断路器。
- (2) 防止带负荷分、合隔离开关。
- (3) 防止带电挂接地线（或合接地开关）。
- (4) 防止带接地线（或接地开关）合断路器（或合隔离开关）。
- (5) 防止误入带电间隔。

2. 开关柜的“五防”连锁功能

(1) 防止误分、合断路器。采用专用钥匙防误连锁。为保证作为计量用的隔离手车，不能在带负荷的情况拉合手车。配合计量柜用的仪表室盘面板上的断路器在分、合闸控制开关上加装有带钥匙的锁，只有用专用钥匙开锁后才能操作断路器。此外，倒闸操作前还应检查所操作开关柜的带电显示器是否完好，操作完毕应查看带电显示器变化是否正常。

(2) 防止带负荷操作隔离开关或隔离插头。断路器柜的隔离触头防误采用强制性的机构连锁。即断路器处于合闸状态时，手车不能推入或拉出，只有当手车上的断路器处于分闸位置时，手车才能从试验位置（冷备用位置）移向工作位置（运行位置），反之也一样。

该连锁是通过连锁杆及手车底盘内部的机械装置及合、分闸机构同时实现的，断路器合闸通过连锁杆作用于断路器底盘上的机械装置，使手车无法移动。只有当断路器分闸后，连锁才能解除，手车才能从试验位置（冷备用位置）移向工作位置（运行位置）或从工作位置（运行位置）移向试验位置（冷备用位置），并且只有当手车完全到达试验位置（冷备用位置）或工作位置（运行位置）时，断路器才能合闸。

(3) 防止带电合接地开关。只有当断路器手车在试验位置（冷备用位置）及线路无电时，接地开关才能合闸。

1) 采用机械强制连锁。断路器手车处于试验位置（冷备用位置）时，接地开关操作孔上的滑板应能按动自如，同时导轨上的挡板和导轨下的挡块应能随滑板灵活运动；手车处于工作位置（运行位置）或工作与试验中间位置时（运行与冷备用

中间位置时), 滑板应无法按下。

2) 采用电气强制连锁。只有当接地开关下侧电缆不带电时, 接地开关才能合闸。安装强制闭锁型带电指示器, 接地开关安装闭锁电磁铁, 能将带电指示器的辅助触点接入接地开关闭锁电磁铁回路, 带电指示器检测到电缆带电后闭锁接地开关合闸。

(4) 防止接地开关合上时送电。接地开关位于合闸位置时, 由于操作接地开关时按下了滑板, 其传动机构带动柜内手车右导轨上的挡板挡住了手车移动的路线, 同时挡板下方的另一块挡板顶住了手车的传动丝杆连锁机构, 使手车无法移动, 因而实现接地开关合闸时无法将手车移入工作位置(运行位置)的连锁功能。

(5) 防止误入带电间隔。

1) 断路器室门只有用专用钥匙才能开启。

2) 断路器手车拉出后, 手车室活门自动关上, 隔离高压带电部分。

3) 活门与手车机械连锁。手车摇进时, 手车驱动器压动手车左右导轨传动杆, 带动活门与导轨连接杆使活门开启, 同时手车左右导轨的弹簧被压缩, 手车摇出时, 手车左右导轨的弹簧使活门关闭。

4) 开关柜后封板采用内五角螺栓锁定, 只有用专用工具才能开启。

5) 实现接地开关与电缆室门板的机械连锁。当线路侧无电且手车处于试验位置(冷备用位置)时, 合上接地开关, 门板上的挂钩解锁, 此时可打开电缆室门板。

6) 检修后电缆室门板未盖时, 接地开关传动杆被卡住, 使接地开关无法分闸。

除以上功能外, 手车式开关柜还有防误拨开关柜二次线插头功能。开关柜的二次线与手车的二次线联络是通过手动二次插头来实现的。只有当手车处于试验隔离位置(冷备用位置)时, 才能插上和拔下二次插头。手车处于工作位置(运行位置)时, 二次插头被锁定, 不能拔下。

1.1.4 真空断路器的结构

KYN28 中置式开关柜是国内主要柜型之一, 可配合 VD4、VS1、ZN28A、VB2 等带小车的断路器。

1. VD4 真空断路器

先进新颖的 VD4 真空断路器, 是德国 ABB 公司利用现代真空开关技术, 研发出来的新一代真空断路器, 已被广泛应用于世界各地的电力系统中。

VD4 断路器特征有: ①体积小, 质量轻, 结构紧凑; ②适用于可抽出式开关装置; ③易安装、调试, 操作简便; ④适应各种不同的运行环境; ⑤绝缘设计优化; ⑥技术参数高, 长寿命, 低维护要求, 高安全操作, 系列齐全, 其外形如图 1-5 所示。

(1) VD4 真空断路器的结构特点。VD4 真空断路器分为两个基本部分——断路器本体和弹簧操动机构。断路器本体呈圆柱状竖向排列。圆柱状结构已被证明电场分布极佳且相互间距可降至最小。极柱的竖向排列可大量减少粉尘在表面的聚集。一次主回路的这种布置可确保断路器即使在湿热及严重污秽环境下也可对电压效应呈现出高阻态。

ABB 公司采用其拥有的多项专利技术和先进的环氧树脂浇注工艺，率先将断路器的主回路系统整体浇注在特别能抗爬电的环氧树脂内，成为浇注式的断路器极柱。环氧树脂整体浇注技术的应用极大地提高了断路器的外绝缘水平。装有嵌入式极柱的 VD4 真空断路器完全没有相间闪络和灭弧室沿面闪络的可能。

VD4 真空断路器的整个主回路带电部分与外界环境几乎完全隔绝，从而使断路器具有良好的抗污秽、抗潮湿能力。特殊设计并拥有专利的密封型爬距增加器，使整台 VD4 真空断路器的爬电距离都达到了 240mm 以上，完全满足在 II 级污秽条件下使用的要求。

因为载流件被周围浇注的环氧树脂可靠地固定在其位置上，故无需附加额外的紧固件，这就大大减少了断路器极柱的零件数，降低了装配误差，提高了断路器的可靠性。整个极柱被浇注成为一个整体部件，首次在真正意义上实现了断路器本体的终生免维护，同时也使整台 VD4 真空断路器更加紧凑、坚固、轻便。

真空灭弧室为断路器的“心脏”，ABB 依靠其先进的现代化生产手段来保证其高品质。ABB 的 OSB 技术生产效率高、批量大、真空度离散性小。CuCr25 是当今世界最为成熟的真空触头材料，加之吸气剂在一次封排的高温下充分激活，使得灭弧室真空度普遍低于 2×10^{-5} Pa。由于对触头结构的优化设计，ABB 生产的真空灭弧室体积小，开断能力强，可达 63kPa，满容量开断次数 50~100 次不等。其生产的各种规格真空灭弧室均符合德国 X-射线管理规程。

高安全操作还要归功于软连接、弹簧带和滚子接触系统在动力传输过程中的低摩擦阻力，保证合、分闸所需操作力不变。

VD4 操动机构采用的平面蜗卷弹簧输出特性稳定、能量容易调节，非常适合真空灭弧室的操作要求。凸轮盘的外形轮廓决定了真空灭弧室动触头的运动特性，分、合闸的初始、终了阶段均为等半径运动，这分别对减少机构卡壳、减轻合闸弹跳和减小分闸反弹幅度起到了至关重要的作用，使卷簧的能量平稳、均匀地传输至动触头。通过对传动过程和能量传递的精确控制，配合使用 ABB 集团生产的真空灭弧室，断路器本体与操动机构能达到最佳的配合。



图 1-5 VD4 真空断路器外形

VD4 具有良好的合闸弹跳时间,大部分能控制在 1ms 以下,这有赖于减振缓冲性能优异的碟形弹簧。分闸速度在分闸终了前能有规则地减弱,有效地避免了危害极大的分闸反弹,故 VD4 真空断路器反弹幅度较小,是当今世界唯一无需装设缓冲器的真空断路器,避免了用油缓冲器做分闸能量吸收时烦琐的调整及诸如油的黏度、孔径加工精度、腐蚀、渗油等的困扰。

各种规格的 VD4 真空断路器能够通用同一种操动机构,不但大大简化了备品、备件的种类和数量,还有以下重要的优点:对那些用量较少的大额定电流和短路开断电流断路器,也可以配有这种已经过大量使用和严格考验的操动机构,这就大大提高了这些大电流产品的可靠性。

VD4 真空断路器配置灵活,安装在开关装置中的形式既可以是可抽出式,也可以是固定式,还可以安装于框架上。VD4 真空断路器手车设计简单明了,操作轻便灵活,机械闭锁和电气闭锁功能完备,其中置式的设计一经问世即成为中压开关行业事实上的标准布置形式。管状触臂改善了集肤效应,避免涡流,载流量大,散热性好,机械强度高;同时管状触臂电场分布均匀,能改善空气介电特性,使额定电流 1 250A 及以下的开关柜宽度减小到 650mm,额定电流 2 000A 及以下的开关柜宽度减小到 800mm。弹簧带梅花触指系统触点均匀,柔性好,接触可靠。

(2) 选材合理,工艺先进。VD4 真空断路器的高品质,除了靠先进、合理的设计外,还要靠其零部件选材考究、精度适合及严格的生产工艺流程。在 VD4 真空断路器的组装过程中,分工专业,大量使用专用工装夹具、气动工具、定扭矩扳手,并配合先进的检测手段,保证了产品的高可靠性。

(3) 型式试验完整。ABB 集团拥有功能齐全的各种试验室,特别是大容量开关试验室和绝缘材料试验室,使得研发的全过程中都可对产品进行大量的研究性型式试验,这是高品质的 VD4 真空断路器坚实的基础,也是其他竞争对手难以比拟的优势。

在中国市场,VD4 真空断路器的性能已在西安高压电器研究所、北京电力科学研究院、沈阳虎石台等各大试验站得到进一步的验证。VD4 真空断路器从 1206—25 到 1231—50 以及从 4012—25 到 4031—31 的各种规格,完全依照国家标准进行了型式试验。

(4) 适用范围。VD4 真空断路器非常适合以下场合的开合:①短路故障;②负载或空载情况下的电缆及架空线;③负载或空载情况下的变压器及发电机;④谐波控制系统;⑤电容器组,包括并联切换及电动机。

VD4 真空断路器触头行程短(10mm 左右)、动触头轻(1.5kg)、速度低,故所需操作功极小(28N·M),这使得 VD4 操动机构磨损极小。同时由于触头开距小,真空电弧电压低,燃弧时间短,伴生的电弧能量也极小,故 VD4 工作寿命长,