

DIANQI SHEBEI YUNXING JI
WEIHU BAOYANG CONGSHU

电气设备运行及**维护保养**丛书

高压交流金属封闭开关设备

(高压开关柜)

崔景春 等 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

DIANQI SHEBEI YUNXING JI
WEIHU BAOYANG CONGSHU

电气设备运行及**维护保养**丛书

高压交流金属封闭开关设备

(高压开关柜)

崔景春 等 编著



中国电力出版社

CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

近几年,随着我国电力工业的快速发展,新技术、新设备、新材料、新工艺在电力系统中的应用层出不穷,相应地对电气设备的运行与维护保养工作也提出了新的要求。为了更好地服务读者,满足读者需求,中国电力出版社组织科研、电力用户、设备制造单位相关权威专家共同编写了《电气设备运行及维护保养丛书》,由10余个分册组成,涵盖了电力系统中的主要电气设备。

本书是《电气设备运行及维护保养丛书 高压交流金属封闭开关设备(高压开关柜)》分册。全书共分为概述、高压开关柜的分类和基本结构、高压开关柜的运行技术、高压开关柜的试验、高压开关柜的运行管理、高压开关柜的维护保养与检修、高压开关柜常见故障分析与处理7章。

本书可供电力行业从事科研、规划、设计、采购、安装调试、运行维护及相关管理工作的人员以及电气设备制造企业从事研发、生产、销售、售后服务等相关工作的人员使用,也可供大专院校相关专业的师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

高压交流金属封闭开关设备:高压开关柜 / 崔景春等编著. —北京:中国电力出版社,2016.7

(电气设备运行及维护保养丛书)

ISBN 978-7-5123-9116-1

I. ①高… II. ①崔… III. ①高压开关柜-运行②高压开关柜-维修 IV. ①TM591

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第060878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>)

北京天宇星印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2016年7月第一版 2016年7月北京第一次印刷
787毫米×1092毫米 16开本 11.25印张 200千字
印数0001—2500册 定价40.00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

《电气设备运行及维护保养丛书
高压交流金属封闭开关设备（高压开关柜）》

编 写 人 员

崔景春 马炳烈 于 波 王承玉 宋 杲

刘兆林 赵伯楠 张 猛 和彦淼



前 言

近几年,随着我国电力工业的快速发展,新技术、新设备、新材料、新工艺在电力系统中的应用层出不穷,相应地对电气设备的运行与维护保养工作也提出了新的要求。为推广科学、高效、安全、经济的电气设备维护保养方法,以减少电气设备的维修量,提高电气设备的运行效率、延长电气设备使用寿命,更好地服务读者,满足读者的需求,中国电力出版社组织科研、电力用户、设备制造单位共同编写了《电气设备运行及维护保养丛书》。该丛书由《电力线路》《高压交流断路器》《气体绝缘金属封闭开关设备》《高压交流隔离开关和接地开关》《高压交流金属封闭开关设备(高压开关柜)》等10余个分册构成。

本丛书所有参与编写人员均为科研、生产运行、制造一线且工作经验丰富的技术专家,权威性高;内容紧密结合当前电气设备应用实际,实用性强;涉及输变电系统各电压等级、各类型电气设备,涵盖范围广。

本书是《电气设备运行及维护保养丛书 高压交流金属封闭开关设备(高压开关柜)》分册。全书共分为概述、高压开关柜的分类和基本结构、高压开关柜的运行技术、高压开关柜的试验、高压开关柜的运行管理、高压开关柜的维护保养与检修、高压开关柜常见故障分析与处理共7章。本书第一章由崔景春、宋杲编写;第二章由马炳烈、张猛编写;第三章由崔景春、刘兆林和王承玉编写;第四章由崔景春、马炳烈和赵伯楠编写;第五章由于波、刘兆林和宋杲编写;第六章由于波、马炳烈编写;第七章由于波、王承玉、和彦淼编写。全书由崔景春审校统稿。

本书在编写过程中得到中国电力科学研究院、国家电网公司东北分部、天水长城开关厂的大力支持和帮助,提供了十分难得的素材和相关资料,并提出了宝贵的建议和意见。在此,向为本书编写工作付出了辛勤劳动和心血的所有人员表示衷心的感谢。

由于本书编写工作量大、时间仓促,书中难免存在不足或疏漏之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

2016年2月



目 录

前言

第一章 概述	1
第二章 高压开关柜的分类和基本结构	10
第一节 高压开关柜的分类	10
第二节 高压开关柜的基本结构	13
第三节 高压开关柜的技术参数	23
第三章 高压开关柜的运行技术	33
第一节 高压开关柜的使用条件	33
第二节 高压开关柜的操作	40
第三节 高压开关柜的安装基础、接地和配电系统中性点接地方式	46
第四节 高压开关柜在运行中应具备的技术性能	47
第四章 高压开关柜的试验	80
第一节 型式试验	80
第二节 出厂试验和交接试验	105
第五章 高压开关柜的运行管理	108
第一节 全过程管理	108
第二节 运行巡视和操作	121
第三节 技术监督	124
第六章 高压开关柜的维护保养与检修	126
第一节 检修原则	126
第二节 检修管理与质量控制	141
第三节 高压开关柜的柜体及其附属部件的维护保养	150
第四节 高压开关柜内主要电气元件的维护保养	153
第七章 高压开关柜常见故障分析与处理	156
第一节 缺陷与故障管理	156

第二节 常见故障分析与处理	158
附录 A 高压开关柜调试及交接试验的主要内容	164
附录 B 高压开关柜验收的主要内容	165
附录 C XGN2-12 型固定式开关柜检修质量控制卡	167
附录 D 开关柜故障处理流程	169
附录 E 高压开关柜带电检测技术	170
参考文献	171

概 述

高压交流金属封闭开关设备（简称高压开关柜），是指除外部连接之外，全部装配已经完成并封闭在接地的金属外壳内的 3.6~40.5kV 三相交流开关设备和控制设备。高压开关柜是用来接受和分配用电负荷的配电开关设备，它广泛地应用于电力系统的发电厂和变电站，用于石化、冶金、铁路、矿山、城市和农村。

高压开关柜通常由外壳、断路器室或开关室、仪表室、电缆室和母线室组成。外壳内可能装有固定式或可移开式的开关元件，如断路器、负荷开关和接触器等，这些元件可能充有绝缘或开断用的液体或气体。对于具有充气隔室的高压开关柜，其设计压力不应超过 0.3MPa（相对压力）；如果隔室内的设计压力超过 0.3MPa，应属于气体绝缘金属封闭开关设备（GIS）的范畴。

高压开关柜可以根据主要功能元件的名称来命名，如断路器柜、负荷开关柜、负荷开关-熔断器组合电器柜、接触器-熔断器组合电器柜、TV（电压互感器）柜、计量柜、母联柜等。高压开关柜按柜体结构可分为金属铠装柜、间隔柜和箱式柜，其示意图如图 1-1 所示。金属铠装式高压开关柜是将组成部件分别装在接地的、用金属隔板隔开的隔室中的开关柜，金属隔板的防护等级要符合规定的防护等级，如 IP2 或 IP3，至少对下列元件应有单独的隔室：① 每一个主开关；② 连向主开关一侧的元件，如馈电线路；③ 连向主开关另一侧的元件，如母线，若有多于一组的母线，各组母线应为单独的隔室。间隔式高压开关柜与铠装柜一样，它的某些元件也分设于单独的隔室内，但可能有一个或多个隔板是绝缘的非金属隔板，隔板的防护等级与铠装柜的要求相同。箱式高压开关柜间隔的数目少于铠装柜和间隔式高压开关柜，而且隔板的防护等级低于铠装柜和间隔式高压开关柜，甚至可能没有隔板。

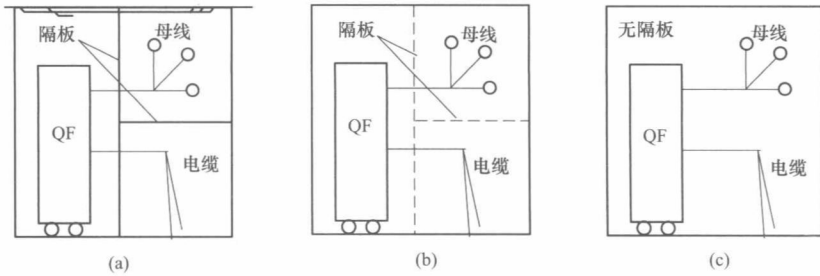


图 1-1 高压开关柜按柜体结构分类示意图

(a) 铠装柜（全部使用金属隔板）；(b) 间隔柜（使用 1 个以上的非金属隔板）；
(c) 箱式柜（无隔板或隔板不全）

高压开关柜可以根据内部安装的不同元件分隔为 4 种不同类型的隔室，其中 3 种隔室可以打开，称为可触及隔室，一种不能打开，称为不可触及隔室。所谓可触及隔室就是内部装有高压部件，通过联锁控制或程序控制及专用程序和工具等可以打开的隔室。不可触及隔室内部装有高压元件，是不可以打开的隔室，如打开会使隔室的完整性遭到破坏。不可触及隔室应有不可打开的明显警示。隔室也可以按照内部的主要元件来命名，如断路器隔室、母线隔室、电缆隔室等。隔室也可以按所用绝缘介质来命名，如充气隔室、充液隔室、固体绝缘隔室。高压开关柜内隔室间的相互连接所必需的开孔应该采用套管或其他等效方法进行封闭。

高压开关柜的外壳应能够提供规定的防护等级，以保护内部设备不受外界影响，防止人员接近或触及带电部分，防止人员触及运动部分以及防止固体外物和水进入设备，防护机械撞击损伤。

一、高压开关柜的发展和应用

高压交流金属封闭开关设备是在间隔式配电装置、敞开式和半封闭式高压开关柜的基础上发展起来的全金属封闭型高压开关设备。最早的配电装置是将母线装在墙上，下面装上隔离开关，断路器（多油）放在地上，然后配用隔离开关、互感器等形成配电回路。配电室内各个回路用墙隔开，前面用铁丝网与道路分开并开有铁丝网栅门，以供运行和检修人员进出。这种配电装置称为间隔式配电装置，是敞开式的配电装置，简单、经济、直观，但占地面积大，尤其是安全性太差。此种间隔式配电装置在 20 世纪 70 年代末和 80 年代初仍有运行。随着用电容量的不断增长，特别是少油断路器大量投运后，间隔式套电装置的安全性问题令人担心。为此，大约在 20 世纪 40 年代开始使用一种用钢板作为外壳的固定式开关柜，其结构如早期使用 GG-1A 型固定式开关柜，柜的顶部装有三相敞开式的母线，下面是隔离开关，断路器固定安装在柜的背面槽钢上，柜靠墙安装，中间有铁板与下部隔开，隔板上

装有电流互感器，母线穿过互感器与下隔离开关相连并与出线连接，从而构成一个完整的配电间隔。此种开关柜正面由铁丝网和网栅门构成，实际上前面部分仍然是敞开式的，以便于运行人员的巡视。后来这种开关柜又将正面改由上、下两扇铁板做成的门封闭起来，但上部仍是敞开的，使之成为半封闭式结构，示意图分别如图 1-2 和图 1-3 所示。为便于少油断路器的检查和维护，也为了提高高压开关柜的安全性能，在 20 世纪 50 年代开始出现了落地式手车开关柜。手车开关柜就是将断路器安装在手车上，手车上装有隔离插头与断路器进出端相连，通过隔离插头与上部的母线和下部的出线的触头座相连，通过手车的拉出实现回路的隔离，也就是用隔离插头替代了上、下隔离开关，同时所有的元件均封闭在开关柜内，其示意图如图 1-4 所示。手车柜的出现不但便于断路器的检修维护，而且节省了隔离开关，更能保证运行人员的人身安全，关键是便于检修。因此，在少油断路器为主导地位的年代，直至 20 世纪 80 年代，电力系统使用的高压开关柜绝大部分是落地式手车柜，其他则是固定式的而且是全封闭或只有上母线部分为敞开式的半封闭式 GG-1A 型开关柜。

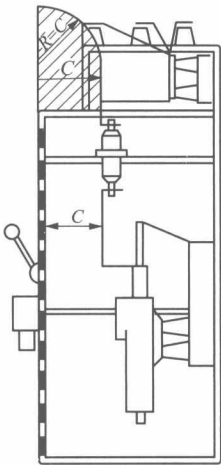


图 1-2 采用铁丝网状封板和网门结构的
GG-1A 型开关柜示意图

C—裸露带电部分与金属门的最小距离不小于 225mm

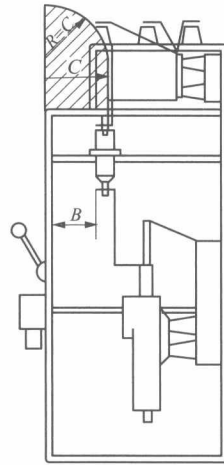


图 1-3 采用金属门结构的
GG-1A 型开关柜示意图

B—裸露带电部分与金属门的最小距离不小于 200mm

20 世纪 70 年代， SF_6 断路器和负荷开关，以及真空断路器和负荷开关开始在电力系统中推广应用，这两种新型开关设备为高压开关柜向小型化发展提供了条件，尤其是自 20 世纪 80 年代开始用 SF_6 或真空断路器代替少油断路器而实现无油化的潮流以后，进一步促进了高压开关柜的技术发展。世界上各大开关柜制造商先后推出了不同结构形式和技术性能的以 SF_6 断路器或真空断路器为主开关的小型

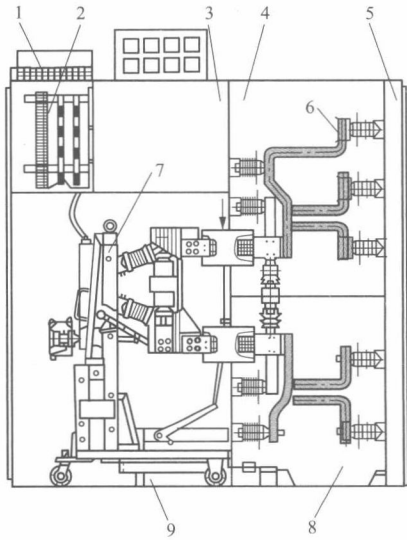


图 1-4 12kV 落地式铠装手车柜示意图

1—小母线室；2—继电器室；3—中隔室；4—主母线室；5—电缆室出气道；6—主母线；7—断路器手车；8—电缆室；9—手车室

化空气绝缘手车柜，以及以 SF_6 气体为外绝缘的充气柜，高压开关柜的生产水平和技术水平，尤其是工艺水平得到了很大的提升，以空气绝缘为主的复合绝缘型高压开关柜，在结构布置、连锁功能、绝缘结构、柜体板材和制作工艺等各个方面进行了大量的革新和创新。20 世纪 90 年代使用新型敷铝锌钢板，采用多重折弯加工工艺制成的组装式柜体，将真空断路器置于柜体中部的中置式高压开关柜内，使得中压断路器和开关柜的制造技术跨入了一个新的生产时代。图 1-5 和图 1-6 分别为 12、40.5kV 中置式铠装手车柜示意图；12、40.5kV 真空断路器双母线三气室 SF_6 充气柜示意图见图 1-7；12kV 空气绝缘

SF_6 负荷开关-熔断器组合电器柜示意图见图 1-8；三工位 SF_6 负荷开关柜示意图见图 1-9；空气绝缘接触器-熔断器组合电器柜示意图见图 1-10。

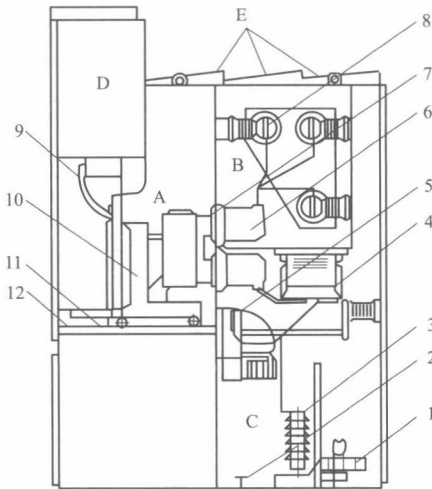


图 1-5 12kV 中置式铠装手车柜示意图

A—手车室；B—母线室；C—电缆室；
D—仪表室；E—泄压装置
1—零序电流互感器；2—接地主母线；3—避雷器；4—电流互感器；5—接地开关；6—静触头盒；7—活门隔板；8—主母线；9—二次插头；10—断路器；11—可抽出式水平隔板；12—接地开关操作杆

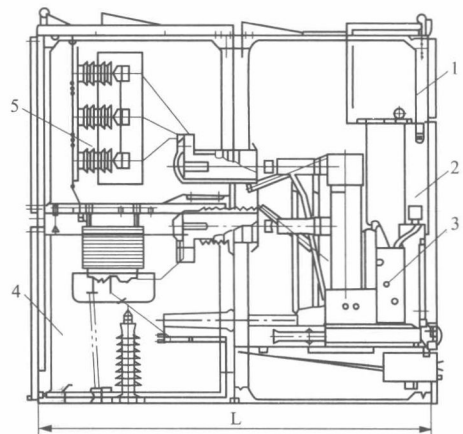


图 1-6 40.5kV 中置式铠装手车柜示意图

1—仪表室；2—手车室；3—断路器；
4—电缆室；5—主母线

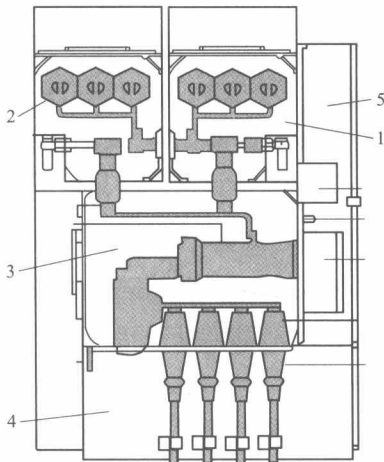


图 1-7 12、40.5kV 真空断路器双母线三气室 SF₆ 充气柜示意图

1、2—母线室；3—断路器室；4—电缆室；5—二次控制室

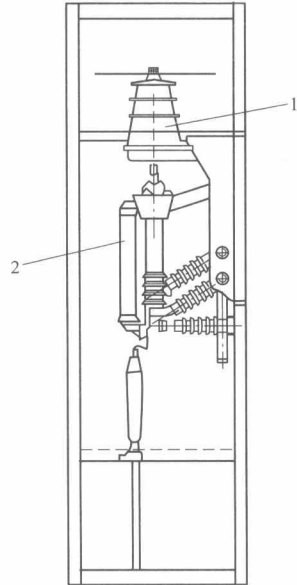


图 1-8 12kV 空气绝缘 SF₆ 负荷开关—熔断器组合电器柜示意图

1—压气式负荷开关；2—熔断器

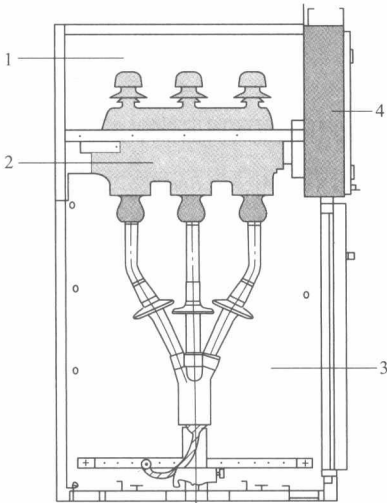


图 1-9 三工位 SF₆ 负荷开关柜示意图

1—母线室；2—负荷开关；3—电缆室；
4—二次控制室

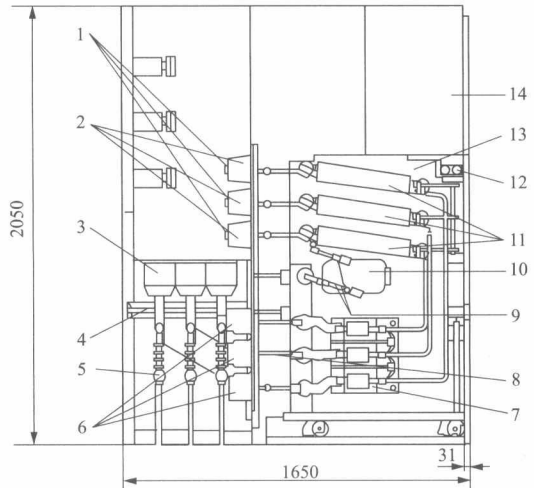


图 1-10 空气绝缘接触器—熔断器组合电器柜示意图

1—母线；2—母线套管；3—电流互感器；4—接地开关；
5—电缆；6—电缆套管；7—接触器；8—接触器隔离插头；
9—控制变压器用熔断器；10—控制变压器；11—熔断器；
12—二次插头；13—手车室；14—低压室

我国 12kV 高压开关柜的生产与 10kV 少油断路器的生产同时起步，均始于 20 世纪 50 年代初。20 世纪 50 年代电力系统使用的户内 10kV 配电装置以间隔式配电装置为主，因为当时所谓的 GG-1A 型开关柜与间隔式配电装置并没有太大差

别，只是将间隔墙变成铁板而已。20世纪60年代中期，为了满足我国电力工业发展的需要，解决高压开关技术参数低和供不应求的落后局面，当时的一机部组织有关科研院所和开关生产厂家的专业技术人员组成联合设计组，进行10kV少油断路器的联合设计和研制。20世纪60年代末和70年代初，由我国自行设计的SN10-10 I、SN10-10 II、SN10-10 III型系列定向喷油气的大排气少油断路器相继问世，并且很快使用到电力系统中。与此同时，国内一批新兴的中压开关生产厂家，如北京开关厂、天津开关厂、苏州开关厂、天水长城开关厂、四川电器厂、福州第一开关厂、锦州新生开关厂、湖北开关厂、湖南新生开关厂、柳州开关厂、昆明开关厂、广州南洋开关厂、沈阳市开关厂等，纷纷开始生产大排气断路器和高压开关柜。为了装用大排气少油断路器，GG-1A柜变为半封闭式结构，同时各厂纷纷开发了多种类型的落地式手车开关柜，尤其是在20世纪70年代中期，为了满足城市电网变电站的需要，生产了大批的所谓小型化的落地式手车开关柜，如GC和GFC系列柜，其柜体宽度有630、700、730、800、840、900mm多种尺寸，相间和对地的空气间隔不但小于电力系统要求的125mm，而且还小于制造系统要求的100mm，绝缘件的爬电比距只有12~14mm/kV。为了满足电力系统发展的需要，20世纪80年代初，又联合设计了新型KYN和JYN型10kV和35kV手车式开关柜，并配用SN10-10(35)型断路器。

至20世纪80年代初，由于大量大排气少油断路器和绝缘设计不符合运行工况要求的高压开关柜的投运，造成高压开关柜的短路开断事故和运行中绝缘闪络事故层出不穷，“火烧连营”事故频频发生，严重地威胁到电力系统和广大用户的运行安全和用电安全。为此，一机部于1979年又重新组织有关单位进行SN10-10系列少油断路器的统一设计，将定向大排气灭弧结构改进为小排气灭弧结构，1980年年底完成了试验验证和图样定版工作。1981年，北京开关厂作为SN10-10系列联合设计的主导厂，按水电、机械二部的要求，在其开关柜产品上完成了小排气少油断路器的全部型式试验验证工作，并通过了两部召开的全系列产品鉴定会的认可。1982年2月，根据北京开关厂对小排气产品的验证成果，两部联合发出《关于10千伏大排气少油断路器完善化的通知》，要求各生产厂家应装用小排气SN10-10系列断路器，在所用开关柜上进行全部型式试验考核，通过考核后方可为用户提供产品，同时应停止大排气开关柜的生产；通知还要求电力系统要对使用中装用SN10-10大排气断路器进行完善化改造，应避免发生开断事故和“火烧连营”事故。由此，一场大规模的大排气少油断路器改造工作在电力系统展开，持续时间达4年之久。为了解决开关柜中绝缘事故频发的问题，水电部生产司于1985年组织有关单位对高压开关柜的绝缘性能进行了全面的试验验证和试验研究。通过近3年



的试验,证明高压开关柜内由于绝缘设计强度不足,在潮湿和凝露条件下是造成相间短路或对柜体短路的主要原因,并提出了改进措施。1988年两部组织专家对绝缘验证成果进行了鉴定,认为研究成果符合运行实况,为高压开关柜及其主要元件的绝缘设计改进提供了依据,可以在产品中推广应用。20世纪80年代中期开展的大排气改进和绝缘改进工作,使得我国生产的配用少油断路器的落地式手车柜和固定式GG-1A柜的技术性能和质量水平得到大幅度的提升,运行可靠性有了明显的提高。

进入20世纪80年代之后,改革开放的政策使我国电力工业进入了快速发展时期。用电量的快速增长,使得10~35kV高压开关柜的需求量日益增大,而原有机电部10~35kV断路器和开关柜的定点生产厂的生产能力已不能满足市场的需要。在此形势下,又是处于改革开放的初期,各地出现了一批新的、各式各样的高压开关柜生产厂家,其中绝大部分并不具备生产高压开关柜的生产条件、检测试验手段、技术力量和相应的专业技能人员,它们生产的开关柜既不做型式试验,也不做出厂试验,更不经主管部门审查鉴定,就直接进入了电力市场。这些工艺粗糙、质量低劣的不合格产品流入电力系统后,导致故障明显增加,系统的安全运行受到严重的威胁。为了改变这种无序生产的状况,原机电部电工局和水电部生产司于1986年6月联合发出《关于整顿高压开关柜生产秩序的通知》,要求各省、市机械和电力两主管部门对高压开关柜的生产企业,从生产条件、加工装备、检测手段、人员素质和型式试验等方面进行清理和整顿。经过对近4000个生产企业的调查和清理,1988年对整顿合格的413个高压开关柜生产厂家和42个SN10-10系列少油断路器的生产厂家,两部颁发了准予生产的整顿合格证书。经整顿后,各生产厂家从生产条件、检测手段、技术力量等方面都得到明显的改善和提高,产品的质量水平和管理水平也得到较大的提升。自此,我国高压开关柜的生产进入了一个可控的新的发展时期。

进入20世纪90年代之后,随着真空断路器的发展,配用真空断路器的开关柜成为新的发展热点,1993年10月由西高所组织的联合设计组开发的XGN2-10固定式箱型配用真空开关柜通过两部鉴定,1995年7月由两部联合设计组率先设计和研制的加强绝缘型陶瓷外壳真空灭弧室、真空断路器和固定式箱型配用真空断路器的GGX2-10型高压开关柜通过两部鉴定。两种固定式箱型真空开关柜的研制成功,促进了真空断路器和真空开关柜在电力系统的推广使用。90年代中期西门子公司8BK20、ABB公司ZS1和AEG公司ECA等高精度、高性能的中置式手车开关柜大量进入我国电力系统,尤其是ZS1和ECA的开关柜外壳采用敷铝锌钢板经多重折弯后铆接而成的柜体,为我们提供了高压开关柜柜体加工的新材料和新工艺,也为高压真空断路器要求机械传动配合精确、机械动作特性稳定提供了保证。中置

式真空开关柜和采用敷铝锌钢板经多重折弯和铆接而成的组装式柜体受到运行部门的热烈欢迎，国内的生产厂家也先后开发出敷铝锌板开关柜，使得我国的开关柜柜体的加工工艺水平得到极大的提升，焊接式的加工工艺基本淘汰，开关柜的质量水平完全可以满足现代高精度工艺制成的真空断路器的要求。目前，我国真空断路器及其开关柜的技术水平和质量水平已经达到了国际先进水平。

二、高压开关柜的发展趋势

随着人们对供电可靠性要求的不断提高，高压开关柜作为直接担负着千家万户和无数工矿、企业、商业、机关用电安全的配电设备，其不断向着高可靠性、高安全性、智能化、小型化、模块化、环保化和免维护的方向发展。

(1) 高可靠性：可靠性是高压开关柜确保供电安全的最重要的基础性能，它的可靠性是建立在各种功能元件的可靠性基础上的综合可靠性。为了确保各功能元件的可靠性，就必须不断提高加工精度，缩小公差配合，确保机械动作的可靠性和稳定性。高压开关柜内所有零部件机械加工的精密化是确保机械动作可靠性的基础，同时还应不断改善各主要功能元件和开关柜的绝缘性能和热性能。这就要求开关柜及其元件的绝缘设计和布置必须进行三维电场、温度场、机械传动链的模拟计算，使电场分布尽可能均匀，绝缘裕度尽可能大。柜内设计和元件布置必须合理，散热通道和压力释放通道应有足够的空间，在 110% 的额定电流下温升还应有一定的裕度。如果高压开关柜能够确保具有较高的机械性能、绝缘性能和热性能，其运行可靠性就有了足够的保证。

(2) 高安全性：安全性是指两个方面的安全性能，一方面是高压开关柜自身的安全性，这基本要由其可靠性来保证；另一方面是对运行人员人身安全性的保障。这就要求高压开关柜应具有一定的防护等级，应该具有可靠的机械连锁和电气连锁，应具有耐受内部电弧故障的性能。

(3) 智能化：实现高压开关柜的智能化是确保其供电可靠性和适宜大量无人值守变电站的必然趋势，高压开关柜的智能化就是采用现代传感技术、信息处理技术和数字化技术，集监测、保护、控制、联锁、显示、监视、通信、计量、故障录波等功能于一身，实现对高压开关柜的全面监控、诊断和操作。实现高压开关柜智能化的基础是传感器技术，首先是电子式电流和电压互感器的应用，其次是要使用各种不同的传感器和智能电子装置来实现对不同元件、不同性能、不同故障、不同参数的在线监测和信息传递。高压开关柜所用的传感器应适于高压开关柜的运行工况和技术要求。高压开关柜智能化的目的是提高供电可靠性、安全性，实现全面自动化，满足变电站无人值守的需要。



(4) 小型化：高压开关柜的小型化一直是各大公司的研究课题，并且也取得了一定的进展，开关柜的尺寸也在不断地减小。小型化的原则应该是在确保运行可靠性，尤其是电气绝缘可靠性的基础上的小型化，可以通过采用复合绝缘或改变绝缘介质来实现，如采用 SF_6 气体或其他绝缘气体作为绝缘介质的充气柜，或如近年来以采用固体绝缘为绝缘介质的固体绝缘柜。也可以通过元件性能的组合来实现开关柜的小型化，如三工位隔离/接地开关、多工位负荷开关或隔离断路器等功能元件的使用。高压开关柜，不管是断路器柜，还是负荷开关-熔断器柜，或者是 F-C 回路柜，它们的内部元件就是那么多，其空间就是那么大，其尺寸小到目前的宽度已经接近极限，小型化不能影响高压开关柜的运行可靠性。

(5) 模块化：高压开关柜主要功能元件的模块化设计，可以根据不同的运行要求进行不同的功能元件的组合，从而满足不同功能、不同接线方案、不同回路数量、不同布置方案和扩建方案的要求，使之更适于批量化、多系列、多参数、多品种的规模化生产，更利于产品质量的控制、生产组织和计划管理，从而提高生产效率并降低成本。高压开关柜可以根据内部功能元件的不同作用分为多种模块，如柜体模块、断路器模块、负荷开关模块、接触器模块、隔离/接地开关模块、母线模块、母线或电缆连接模块、二次保护和控制模块等，根据运行部门的不同要求，实现不同的功能组合，满足不同工程的需要。模块化的设计不仅利于生产，同时也利于安装、调试和运行维护，更适于标准化的生产管理。

(6) 环保化：环境保护工作越来越受到人们的重视，它涉及产品的设计、生产、使用、维护直至报废。高压开关柜的设计、材料选择、绝缘介质的选用，都必须考虑对环境的影响。因此，从环境保护的角度出发，最能满足环保化要求的高压开关柜应该是以真空断路器、真空负荷开关和真空高压交流接触器为主开关设备，采用空气为绝缘介质的开关柜。采用 SF_6 气体作为绝缘介质和灭弧介质，采用环氧树脂材料，SMC、DMC 材料，或其他有机绝缘材料作为绝缘介质的高压开关柜，应该说或多或少都不符合环境保护的要求，同时也不利于运行人员的安全保证。运行部门应该大力提倡使用环保型高压开关柜。

(7) 免维护：高压开关柜是使用范围最广、运行数量最大的高压开关设备，实现高压开关柜的少维护或免维护具有极为重要的现实意义和社会意义，因为绝大多数的高压开关柜并不在电网公司的管辖范围之内。要实现高压开关柜的少维护直至免维护，首先必须能够实现主要功能元件的少维护或免维护，如断路器、负荷开关、接触器、隔离开关、接地开关等。高质量、高可靠性的产品要依靠先进的高科技的生产工艺，以及严格的质量控制和质量保证体系。高压开关柜及其内部主要功能元件在寿命期内达到少维护和免维护是运行部门的期盼，也是生产厂家所追求的目标。

高压开关柜的分类和基本结构

第一节 高压开关柜的分类

随着制造技术和运行技术的不断发展及使用的专门化,高压开关柜形成了各种不同的结构类型和功能类型,但通常是以装用的主开关元件形式及安装方式、结构形式、主绝缘介质、使用功能和使用环境进行分类。2003年IEC发布的IEC 62271-200:2003《额定电压为1kV以上和52kV以下(包括52kV)的金属封闭式交流开关设备和控制设备》标准对高压开关柜按照设备运行维护时的具体功能进行了新的分类,这种新的分类方法是根据维护人员进入一个隔室时,能够保持高压开关柜的某些运行连续性的能力进行分类。同时,该标准对内部电弧故障情况下保护设备附近人员的安全性也进行了分类。

高压开关柜的基本分类见表2-1。

表 2-1 高压开关柜的基本分类

分类依据	分 类
按主绝缘介质	空气绝缘型、气体绝缘型、固体绝缘型
按结构形式	铠装式、间隔式、箱式
按母线线形式	单母线柜、双母线柜、旁路母线柜
按主开关元件形式	断路器柜、负荷开关柜、负荷开关-熔断器组合电器柜、接触器-熔断器组合电器柜
按主开关元件安装方式	固定柜、可移开式柜(手车柜)