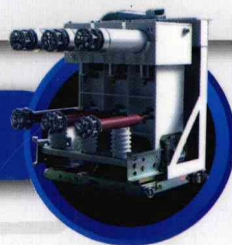


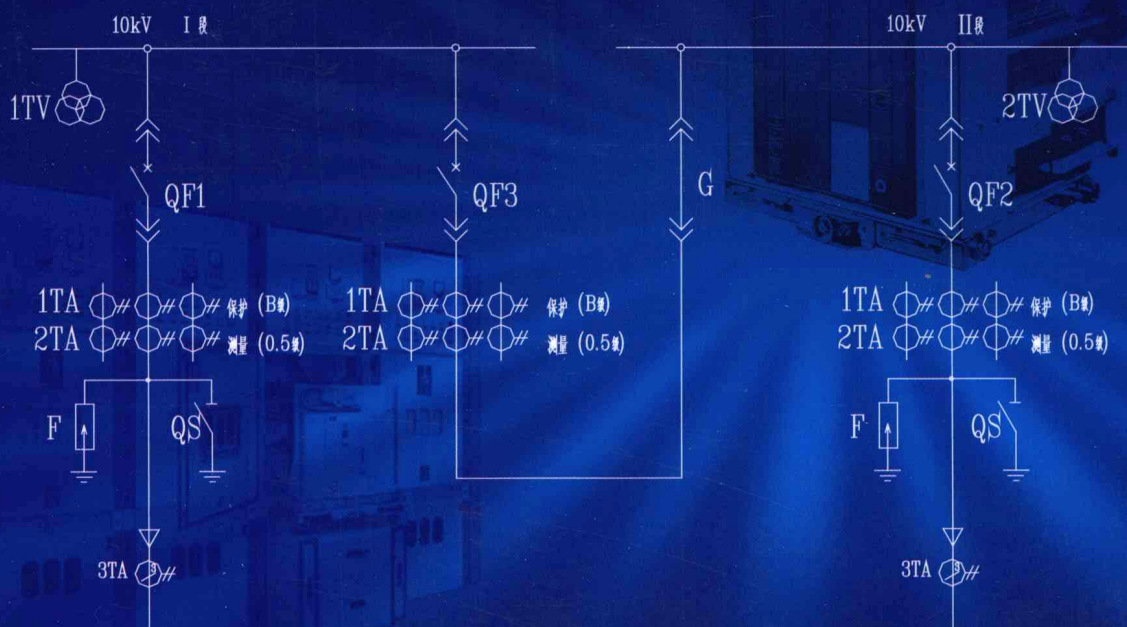
夏新民 黄威 马金 编



工厂常见高压控制

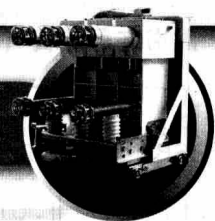
电路解析

GONGCHANG CHANGJIAN GAOYA KONGZHI DIANLU JIEXI



化学工业出版社

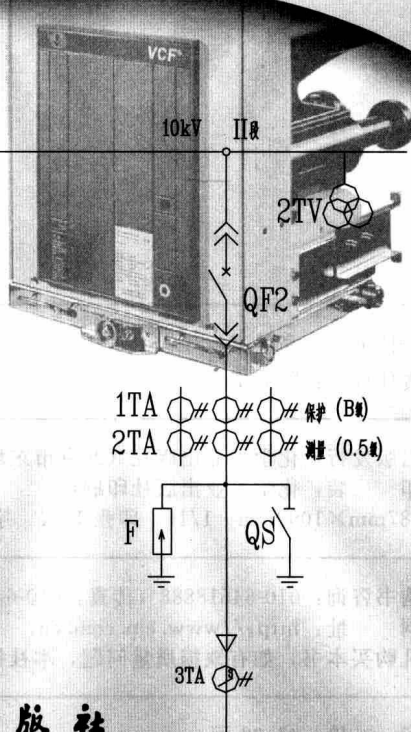
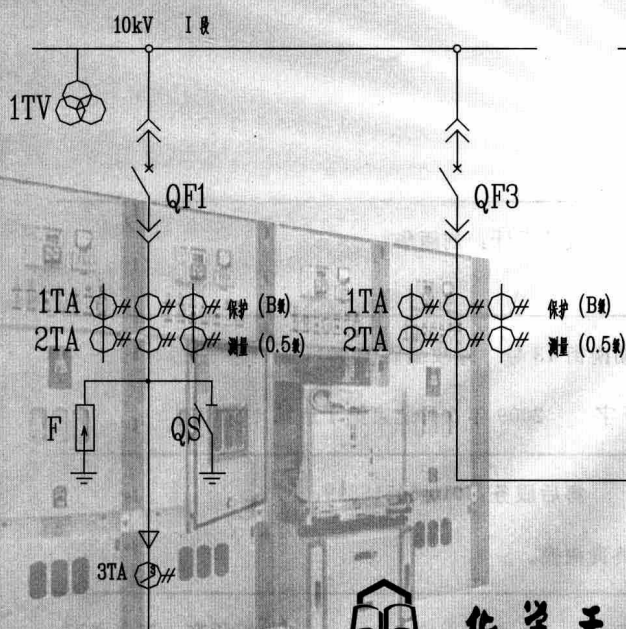
夏新民 黄威 马金 编



工厂常见高压控制

电路解析

GONGCHANG CHANGJIAN GAOYA KONGZHI DIANLU JIEXI



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

工厂常见高压控制电路解析/夏新民, 黄威, 马金编.
北京: 化学工业出版社, 2009.3
ISBN 978-7-122-04759-5

I. 工… II. ①夏…②黄…③马… III. 工厂-高电压-
电气控制-控制电路 IV. TM571.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 016958 号

责任编辑: 高墨荣
责任校对: 陶燕华

装帧设计: 刘丽华

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装: 化学工业出版社印刷厂
787mm×1092mm 1/16 印张 16¼ 字数 401 千字 2009 年 5 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 42.00 元

版权所有 违者必究

前 言

工厂高压电气设备种类繁多，其各种不同的控制线路在工业电气控制方面应用十分广泛，熟悉和掌握其工作原理及常见故障的处理方法，是从事电气控制、维护和管理电工必须具备的基本技能。随着科学技术的进步，市场经济的快速发展，电工迫切希望快速提高自身技术水平，以适应企业发展形势的需要。基于以上宗旨，我们在参考有关技术资料的基础上，结合有关中小型和特大型企业的实际应用情况，编写了本书。

本书较详细地介绍了我国目前工业企业内高压电气设备控制方面广泛使用的几类高压电器的基本概念、组成和分类，介绍了高压开关柜常用保护继电器的分类和原理以及高压开关柜二次电路的基本知识，并对高压开关柜二次电路的操作电源及测量控制回路，高压电动机、变压器等各类常见的高压开关柜常规控制电路和微机型保护控制电路的工作原理，以及同步电动机的基本控制电路、同步发电机转子励磁控制电路的工作原理进行了详细的阐述，同时还介绍了高压电动机控制电路的故障现象、处理方法及运行维护知识。具有覆盖面广、通俗易懂的特点，力求帮助读者解决在平时维护管理中遇到的问题。

本书由夏新民、黄威、马金编写。其中，夏新民编写第1、5章，黄威编写第2、3、6章，马金编写第4、7章。全书由夏新民统稿。

本书可供从事工厂电气设备维护的电工与工程技术人员使用，也可供职业技术学院相关专业师生参考。

由于编者水平有限，书中不妥之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编者

目 录

第 1 章 常用高压电器	1
1.1 高压开关柜	1
1.1.1 基本概念	1
1.1.2 高压开关柜的组成及分类	2
1.1.3 常见高压开关柜产品	3
1.2 高压真空接触器	5
1.2.1 基本概念	5
1.2.2 F-C 回路	5
1.2.3 高压真空接触器控制原理	6
1.2.4 常见高压接触器介绍	9
1.3 高压少油断路器	11
1.3.1 SN10-10 型少油断路器的结构原理	11
1.3.2 SN10-10 型断路器灭弧室结构	13
1.3.3 SN10-10 型少油断路器的传动机构	14
1.3.4 SN10-10 型少油断路器的技术参数	15
1.4 高压真空断路器	15
1.4.1 真空灭弧室的灭弧原理	15
1.4.2 真空断路器结构	16
1.4.3 ZN20-10 型真空断路器	17
1.4.4 ZN28-10 型真空断路器	18
1.5 高压断路器操作机构	19
1.5.1 操作机构的作用及分类	19
1.5.2 CD10 型直流电磁操作机构	20
1.5.3 ZN20-10 型真空断路器弹簧操作机构	24
第 2 章 高压开关柜常用保护继电器	26
2.1 继电保护概论	26
2.1.1 继电保护的要求	26
2.1.2 继电器的分类	26
2.1.3 继电器原理图的图形符号	27
2.2 信号及瓦斯继电器	27
2.2.1 信号继电器	27
2.2.2 瓦斯继电器	29
2.3 差动继电器	30
2.3.1 差动保护原理	30

2.3.2	差动继电器的类型	31
2.3.3	BCH-2 型差动继电器的结构原理与主要技术数据	32
2.4	电流继电器和电压继电器	34
2.4.1	电磁型电流继电器	34
2.4.2	电磁型电压继电器	35
2.4.3	GL 系列感应型过电流继电器	36
2.5	时间继电器和中间继电器	38
2.5.1	电磁型时间继电器	38
2.5.2	电磁型中间继电器	40
2.6	微机综合保护继电器	42
2.6.1	微机综合保护的特点	42
2.6.2	微机保护装置硬件系统的基本构成	42
2.6.3	HRB-9661 微机电动机保护与测控装置	43
第 3 章	高压开关柜二次回路基本知识	47
3.1	二次回路的概念	47
3.2	二次回路图的分类	48
3.2.1	二次回路原理图	48
3.2.2	二次回路展开图	49
3.2.3	二次回路展开图实例	51
3.2.4	安装接线图	51
3.3	控制电路中常用的文字符号和图形符号	52
3.3.1	图形符号	52
3.3.2	文字符号	53
3.3.3	常用电气图形及文字符号	54
3.4	高压配电所二次设备布置	57
3.4.1	控制屏的屏面布置	57
3.4.2	保护屏屏面布置	58
3.4.3	信号屏屏面布置	58
3.4.4	电气仪表的装设原则	59
3.4.5	电流互感器二次回路	62
3.4.6	电压互感器二次回路	65
第 4 章	高压开关柜二次电路的操作电源及测量控制回路	69
4.1	配电所的直流操作电源	69
4.1.1	概述	69
4.1.2	直流操作电源的种类、系统组成	69
4.1.3	蓄电池	70
4.1.4	蓄电池直流操作电源电路	75
4.1.5	硅整流电容储能直流操作电源电路	84
4.1.6	复式整流直流电源电路	88
4.1.7	直流操作电源系统的监察电路	89
4.2	断路器控制电路	101

4.2.1	概述	101
4.2.2	控制设备	101
4.2.3	电磁操作机构断路器控制信号电路	103
4.2.4	弹簧操作机构的断路器控制信号电路	109
4.3	电气测量回路	111
4.3.1	电压互感器二次回路	111
4.3.2	电流互感器二次回路	120
4.4	交流辅助回路	124
4.4.1	站用交流系统	124
4.4.2	交流不间断电源系统	126
4.5	电气信号回路	127
4.5.1	概述	127
4.5.2	位置信号回路	128
4.5.3	中央信号回路	130
4.6	隔离开关控制及闭锁电路	135
4.6.1	隔离开关的控制电路	135
4.6.2	隔离开关的电气闭锁电路	137
第5章	常见高压开关柜控制电路	144
5.1	高压开关柜电磁型保护控制电路	144
5.1.1	电动机用高压真空接触器控制电路	144
5.1.2	电动机用高压真空断路器控制电路	147
5.1.3	馈电线路用高压真空断路器控制电路	155
5.2	高压开关柜微机型保护控制电路	158
5.2.1	微机型保护的基本知识	158
5.2.2	微机型保护高压线路控制电路	158
5.2.3	微机型保护供电变压器控制电路	164
5.2.4	微机型保护高压电动机控制电路	165
第6章	其他高压控制电路	192
6.1	同步电动机的基本控制线路	192
6.1.1	启动控制线路	192
6.1.2	制动控制线路	195
6.2	同步电动机转子励磁控制电路	195
6.2.1	同步电动机励磁装置的功能	195
6.2.2	LZK-3型同步电动机励磁柜工作原理	196
6.3	同步发电机转子励磁控制电路	204
6.3.1	同步发电机励磁系统的任务	204
6.3.2	同步发电机励磁系统的工作原理	205
6.3.3	BFL型励磁控制器	206
6.3.4	SWL-II微机励磁装置	211
6.4	无刷励磁同步电动机控制电路	216
6.4.1	同步电动机无刷励磁基本原理	216

6.4.2 10000HP 同步电动机无刷励磁控制电路	217
第7章 高压电动机控制电路故障现象及处理实例	226
7.1 电气设备检修的一般要求和常用方法	226
7.1.1 电气设备检修的一般要求	226
7.1.2 电气设备故障检修的常用方法	226
7.2 高压电动机常见故障及处理	233
7.2.1 高压电动机的日常维护	233
7.2.2 高压电动机常见故障现象及处理	234
7.3 高压真空断路器控制电路故障处理	236
7.3.1 真空断路器故障处理	236
7.3.2 储能回路故障处理	237
7.3.3 微机保护型控制电路故障处理	237
7.4 高压真空接触器控制电路故障处理	238
7.5 同步电动机转子励磁控制电路故障处理	239
附录	240
附表1 小母线新旧文字符号及其回路标号	240
附表2 表示种类的单字母符号	241
附表3 常用辅助文字符号	242
附表4 电气常用新旧文字符号对照表	244
参考文献	247

第1章 常用高压电器

1.1 高压开关柜

1.1.1 基本概念

(1) 开关柜（又称成套开关或成套配电装置）

开关柜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，将有关的高低压电器（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

高压开关设备是用于发电、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、电气连接（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”

“五防”即防止误分、误合断路器，防止带电分、合隔离开关，防止带电合接地开关，防止带接地线分、合断路器，防止误入带电间隔。

(4) 母排位置相序排列

开关柜中母线相序颜色按表 1-1 要求排列。

表 1-1 开关柜中母线相序颜色排列

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

IP 防护等级系统提供了一个以电气设备和包装的防尘、防水及防碰撞程度来对产品进行分类的方法。防护等级多以 IP 后跟随两个数字来表述，数字用来明确防护的等级。第一个数字表明设备防尘的范围，或者是人们在密封环境中免受危害的程度。I 代表防止固体异物进入的等级，最高级别是 6；第二个数字表明设备防水的程度。P 代表防止进水的等级，最高级别是 8。表 1-2 为 IP 防护等级的详细定义。

表 1-2 IP 防护等级定义

接触电气设备保护和外来物保护等级(第一个数字)		电气设备防水保护等级(第二个数字)	
第一个数字	防护范围	第二个数字	防护范围
0	无防护	0	无防护
1	防护 50mm 直径和更大的固体外来物	1	防护垂直落下的水滴
2	防护 12.5mm 直径和更大的固体外来物	2	柜体向任何一侧倾斜 15°时,防护垂直落下的水滴
3	防护 2.5mm 直径和更大的固体外来物	3	防护以 60°从垂直线两侧溅出的水
4	防护 1.0mm 直径和更大的固体外来物	4	防护从每个方向对准柜体的喷水
5	防护灰尘(灰尘进入的数量不会对设备造成伤害)	5	防护从每个方向对准柜体的射水
6	灰尘封闭(柜体内在 20mbar 的低压时不应进入灰尘)	6	防护从每个方向对准柜体的强射水
		7	柜体在标准压力下短时浸入水中时,不应有能引起损害的水量浸入
		8	可以在特定的条件下浸入水中,不应引起损害

1.1.2 高压开关柜的组成及分类

(1) 开关柜的组成

开关柜由柜体和断路器两大部分组成，柜体由壳体、电气元件（包括绝缘件）、各种机构、二次端子及连线等组成。

(2) 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。

a. 移开式或手车式（用 Y 表示） 表示柜内的主要电气元件（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、TV 手车、电容器手车和所用变手车等，如 KYN28A-12。

b. 固定式（用 G 表示） 表示柜内所有的电气元件（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。

a. 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。

b. 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。

a. 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。如 KYN28A-12 型高压开关柜。

b. 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，其主要电气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。

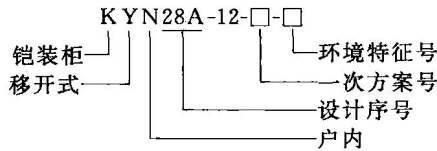
c. 金属封闭箱式开关柜（用字母 X 来表示）是开关柜外壳为金属封闭式的开关设备。如 XGN2-12 型高压开关柜。

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

1.1.3 常见高压开关柜产品

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启动等，实现控制、保护、实时监控和测量之用。有完善的五防功能，配用浙江开关厂 VS1(ZN63A-12) 真空断路器，也可配由 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，目前在 12kV 市场上使用量很大。

(1) 型号含义



(2) 产品结构外形

产品外形见图 1-1，结构见图 1-2。

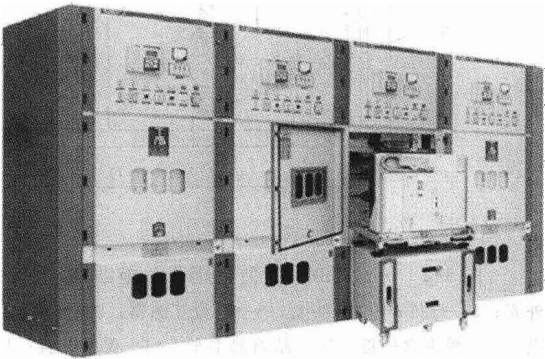


图 1-1 KYN28A-12 型高压开关柜外形

(3) 典型一次方案

图 1-3 所示为 KYN28A-12 型高压开关柜典型一次方案。

(4) 开关柜基本参数

表 1-3 为 KYN28A-12 型高压开关柜基本参数。

表 1-3 KYN28A-12 型高压开关柜基本参数

项 目	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

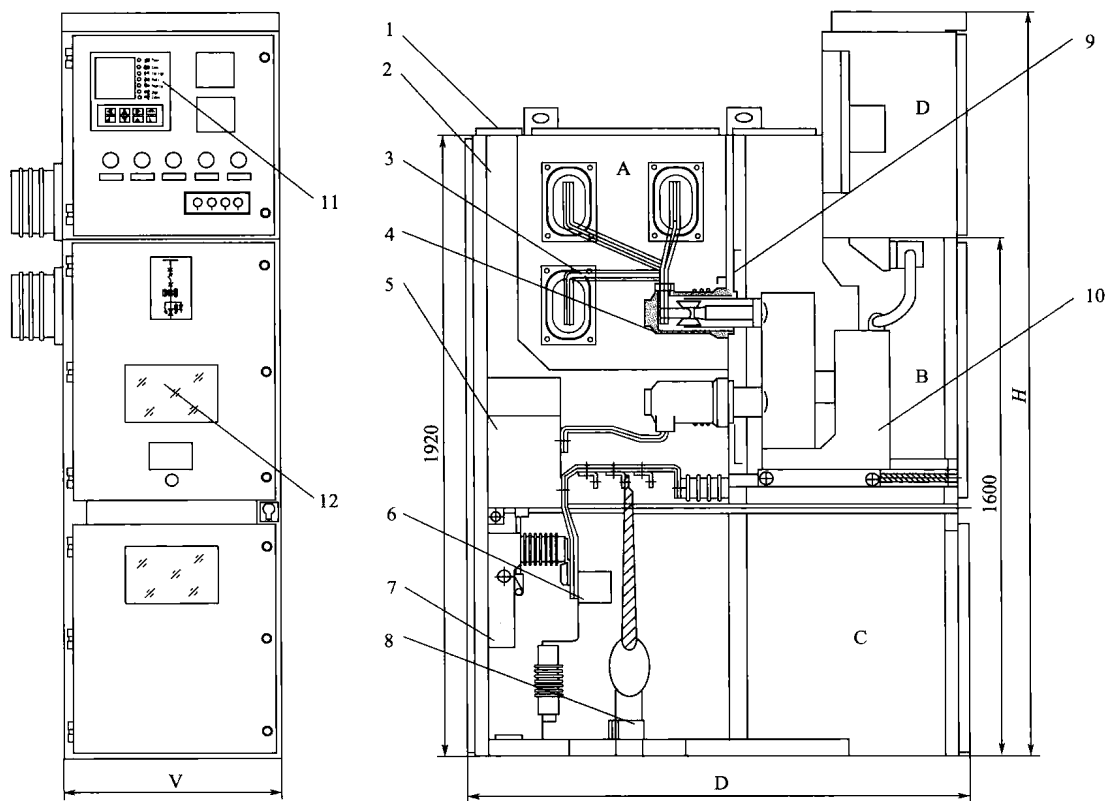


图 1-2 KYN28A-12 型高压开关柜结构

1—泄压装置；2—外壳；3—母排；4—触头盒；5—电流互感器；6—加热装置；7—接地开关；

8—零序互感器；9—触头盒挡板；10—断路器手车；11—保护装置；12—观察窗；

A—母线室；B—手车室；C—电缆室；D—继电器仪表室

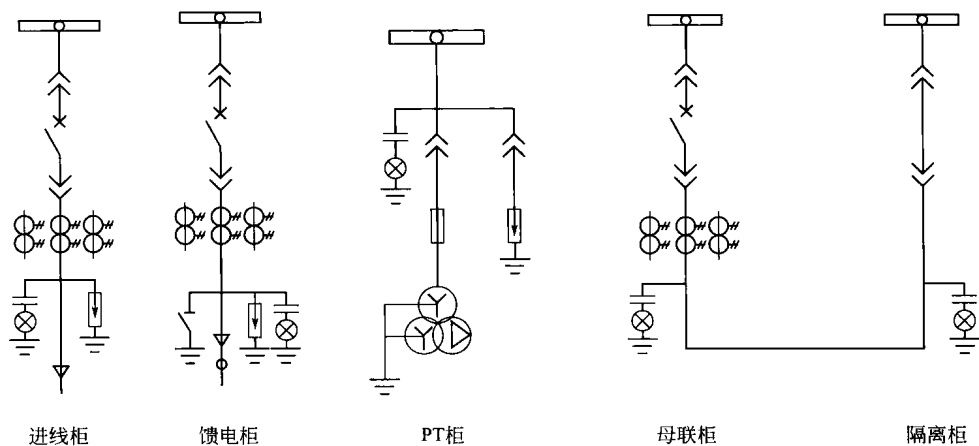


图 1-3 KYN28A-12 型高压开关柜典型一次方案

(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开关柜，由于进线电缆侧带电，用在下门上装电磁锁的方法，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

① 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→试验位置指示灯亮→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→工作位置指示灯亮，试验位置指示灯灭→合闸操作→断路器合闸。

② 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→工作位置指示灯灭，试验位置指示灯亮→打开前中门→把二次插头拔出静插座→试验位置指示灯灭→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：避雷器手车和中（下）TV手车可以在母线运行时直接拉出柜外。

1.2 高压真空接触器

1.2.1 基本概念

如图 1-4 所示，高压真空接触器是由真空接触器与高压限流熔断器串联而成的 F-C 组合电器，其控制功能及过载保护由真空接触器完成，偶然的短路故障电流由高压限流熔断器作为保护。与高压真空断路器相比，高压真空接触器具有噪声小、使用寿命长、可频繁操作等优势，在电厂、石化、冶金、矿业等领域，广泛用于高压电动机（1200kW 以下）的控制和保护。早期的高压真空接触器如西门子 3TL-8 高压真空接触器只有电保持，所谓电保持就是接触器的合闸是由电磁铁产生的电磁力实现的保持，而保持电流比合闸电流为小。跳闸时，使电磁铁去磁即可。经过多年的发展，高压真空接触器通用性越来越强，如图 1-5 所示的厦门兴厦电气有限公司生产的 VCF 真空接触器包含了防跳、闭锁的功能，与常规综保和微机综保配合实现对设备运行的可靠控制、保护和监视等，从而大大提高了设备现场运行的可靠性、实用性。

1.2.2 F-C 回路

F-C 回路是由高压限流熔断器、高压接触器、集成化的多功能综合保护装置等组成，主要用于操作高压电动机。F-C 回路具有独特的限制故障电流的能力，使得在使用 F-C 回路的系统中相应电器和电线不必具有较大的故障承受能力，整个系统因此可以节省投资。采用

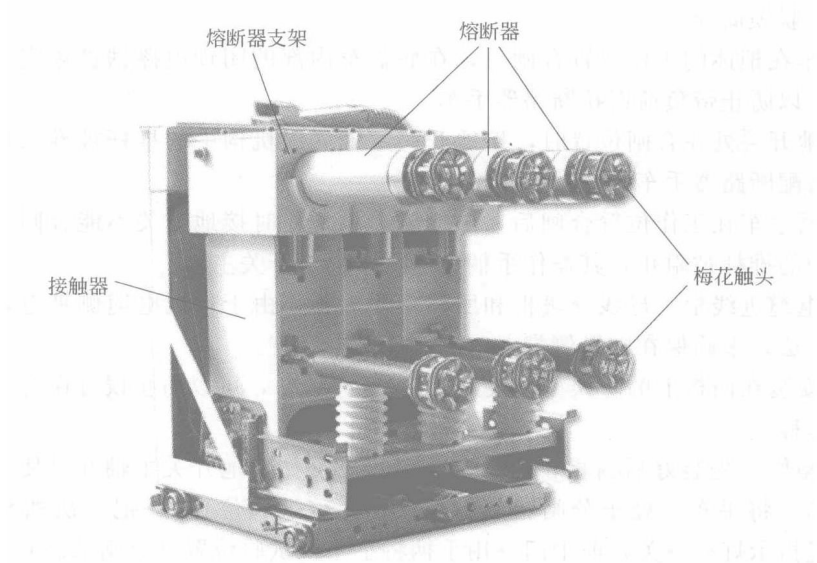


图 1-4 高压真空接触器结构

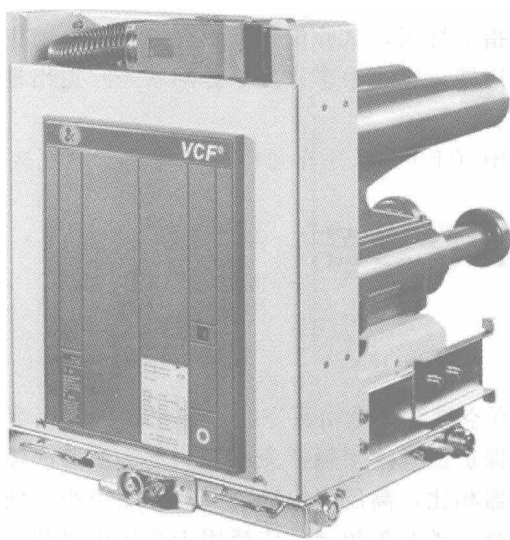


图 1-5 VCF 真空接触器

F-C 回路后，速断保护由限流熔断器完成，与使用断路器配置继电保护装置相比，减少了中间时延。电流越大，限流熔断器断开故障电流的时间越短。当短路电流达到 7kA 时，熔断器的断开时间将小于 10ms。因此，F-C 回路对电动机及电缆的保护将更有利，其快速切断特性将减少故障对电网的影响。在 F-C 柜中，由于高压限流熔断器的限流作用，预期电流为 40kA 的短路电流被限制在峰值 40kA 以下，而该电流的持续时间又不大于 10ms，这样，选择电缆的截面就可减小很多。据统计表明，使用 F-C 回路柜后，可节省电缆投资 30% 以上。

1.2.3 高压真空接触器控制原理

(1) 典型高压真空接触器控制原理

高压真空接触器的操作机构多为电磁机构，不同于断路器的弹簧操作机构，没有储能回路，因此其控制回路也大有不同，高压真空接触器典型的电气原理如图 1-6 所示。

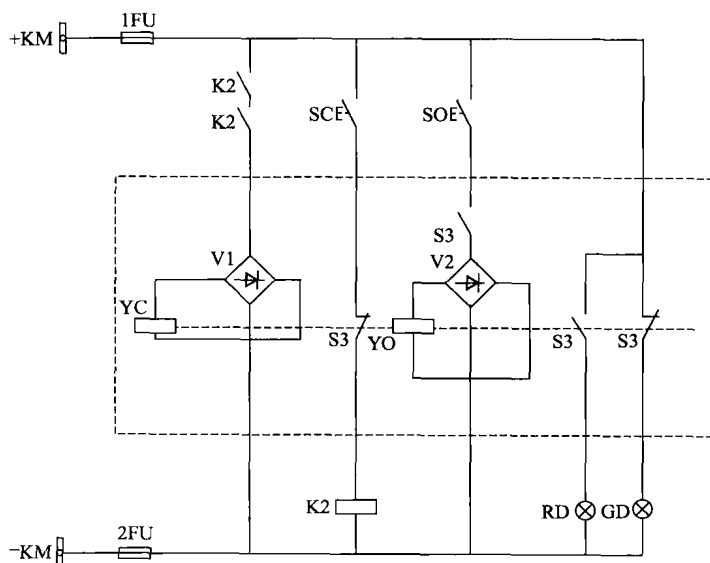


图 1-6 典型高压真空接触器电气原理图

图中虚线框内为接触器的内部线路，其合闸过程如下：按下 SC 合闸按钮，合闸辅助继电器 K2 动作，K2 的两个串联常开触点切换成常闭触点，合闸回路得电，机构动作，机械锁扣使接触器保持在合闸位置，完成合闸操作，合闸后，接触器的辅助触点 S3 切换，解除合闸控制回路的 K2。分闸过程如下：按下 SO 分闸按钮，分闸线圈得 YO 电，解除机械锁扣，接触器分闸，辅助触点 S3 切换。

该原理图的优点是：回路简单，原理清晰，分析容易。但并不符合实际应用需要，在实际应用过程中，暴露出较多的问题。

① 没有防跳回路 防跳功能能够防止开关在合、分操作后，合闸信号和分闸信号持续时，出现开关频繁自动合、分的跳跃现象。没有防跳功能的接触器控制回路故障时会导致对电网的极大冲击，造成系统配电设备和负载的严重损伤。

② 存在合闸不可靠的可能 高压真空接触器的合闸时间要比高压断路器长，断路器的合闸时间一般在 60ms 以内，而接触器一般为 100~150ms。因此有可能出现，合闸按钮按下时，高压真空接触器操作机构刚动作，S3 辅助触点就已经断开，将合闸回路切除，则合闸辅助继电器 K2 有可能动作没到位或者刚到位就失电释放（继电器动作时间和返回时间一般为 20ms 左右），导致合闸不能到位。此时，即使合闸按钮的闭合时间足够长，也不能克服这一点。问题在于高压真空接触器的合闸不同于断路器，断路器先通过储能机构储能，合闸时合闸电磁铁得电驱动弹簧释能，机构即可合闸，合闸过程中的能量来自于其储能机构。而真空接触器的合闸则需要全过程合闸线圈得电，直至合闸到位。因此需要保证合闸回路获得充分的通电时间，否则，就会出现合闸不可靠的现象。

③ 合闸回路的设计对外部合闸辅助继电器辅助触点的容量要求非常高 通常情况下，高压真空接触器的合闸电流在 DC 220V 时，约为 3~7A，继电器触点长期载流能力虽能达到 10A，但其开断直流电流的能力仅为 0.3A（一般额定开断容量为 60W），即使双触点串联

额定开断能力也只有 0.6A，也无法满足接触器合闸所需的开断和关合容量的要求。因此，用户必须采用能开断大容量的大功率低压接触器来控制合闸，带来成本高、功耗大等问题。

④ 不能实现跳位监视功能（或合闸回路断线功能） 高压断路器通过在分、合闸回路的分闸按钮上并联继电器就可以实现回路监视功能，该继电器阻值与断路器分、合闸线圈的阻值相比来说很大（约为 10kΩ），从而保证继电器在可获得足够分压的同时，断路器分、合闸线圈的分压不够而不会误动作。但高压真空接触器的合闸控制是通过合闸辅助继电器来实现的，该继电器的阻值也比较大（220V 的继电器阻值约在 8kΩ）。因此在分闸后，合闸辅助继电器分压仍有可能达到动作电压而合闸，或跳位监视继电器分压达不到动作电压而显示回路断线等存在一系列问题。

⑤ 不能同微机保护装置可靠匹配 微机综保装置的内部接线原理都是针对高压断路器的需要设计的，容纳了保护、控制、监视、通信等功能。而微机装置在高压接触器的控制保护应用上，大多不能完全适用。比如微机的分合闸控制都设置了自保持回路，确保开关准确到位后，才解除指令。而高压接触器的合闸辅助继电器过大的阻值使得该自保持回路不能启动，因此合闸的可靠性与合闸指令的长短表现出很大关系，同时微机的合位、跳位监视也不能发挥正常功能。

(2) 改进的高压真空接触器控制原理

图 1-6 为厦门兴厦控电气有限公司 VCF 真空接触器-熔断器组合电器的电气原理图，改进设计的合闸回路和合闸控制回路，如图 1-7 所示。

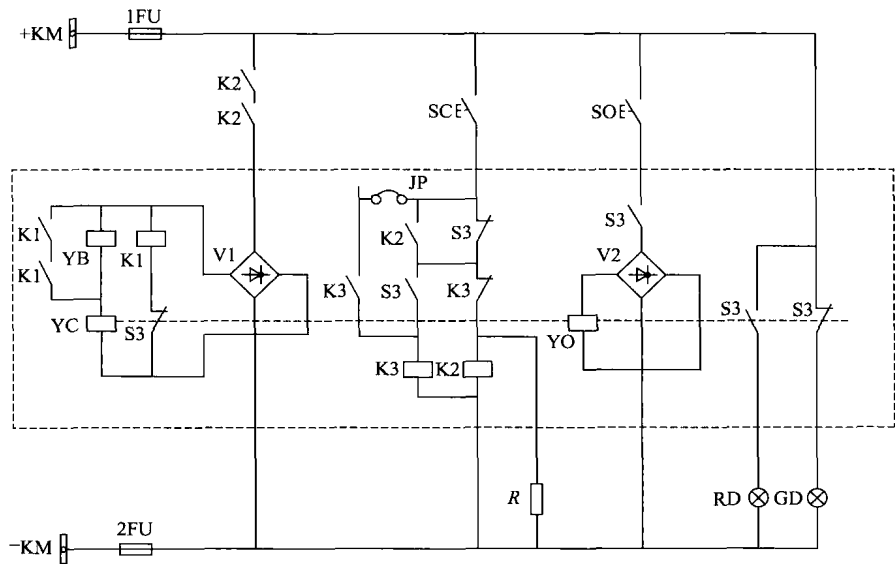


图 1-7 改进的高压接触器电气原理

图中虚线框内为接触器的内部线路，其合闸过程如下：按下 SC 合闸按钮，合闸辅助继电器 K2 动作，K2 的两个常开触点闭合，合闸回路得电，机构动作，机械锁扣使接触器保持在合闸位置，完成合闸操作。同时，接触器的辅助触点 S3 切换，解除合闸控制回路的 K2。分闸过程如下：启动 SO 分闸按钮，分闸线圈 YO 得电，解除机械锁扣，接触器分闸，辅助触点 S3 切换。

该电气控制原理，基本克服了传统接触器控制原理所存在的一些缺陷。

① 合闸采用双绕组结构 合闸回路采用双绕组后,合闸辅助继电器闭合瞬间的接通电流和断开瞬间的开断电流均为同时流经合闸线圈 YC 和保持线圈 YB 的电流(在电保持中为保持电流),此电流比较小,因此,普通继电器完全可以满足其开断和闭合能力的要求。其合闸过程如下:合闸辅助继电器 K2 的串联常开触点闭合之后,K1 得电,K1 的两个串联常开触点闭合,短接了 YB;电压全部加在 YC 上,此时电流在 7A 以上,接触器合闸,然后 K1 失电,合闸回路电流又恢复到较小值;此时 K2 断开。在整个合闸动作过程中,合闸辅助继电器 K2 的串联触点不论是在闭合还是断开过程,经过的都是小电流(一般不超过 0.3A),而在闭合后经过的是较大电流(正常的合闸电流),因此,合闸过程对 K2 的触点容量要求大大降低,因此,只要采用电气寿命和机械寿命能够与高压真空接触器匹配的接触器式中间继电器即可。对回路来说,也大大降低了电流阶跃产生的过电压,从而更为有效地保护了控制回路本身的可靠性。

② 增加了可选的防跳回路 启用防跳功能时,只需内部的 JP 接通,或者通过外部的接线端子短接即可。

③ 提高合闸操作的可靠性 合闸按钮 SC 按下后,K2 动作,K2 常开触点闭合接触器合闸线圈得电,接触器辅助触点 S3 动作,S3 常闭触点打开 K2 仍自保持接触;S3 的常开触点闭合后启动 K3 继电器;K3 常闭触点断开后切断 K2 的通电回路,完成合闸操作。如此,合闸辅助继电器 K2 获得了足够的通电时间,即多获得了在真空接触器合闸过程中辅助触点切换时间差(常开触点变成常闭触点与常闭触点变成常开触点的时间差)、K3 继电器的动作时间(20ms)以及 K2 继电器的返回时间(20ms),因此合闸的可靠性获得可靠保证。

④ 可与多种微机综保装置配合,并实现了分、合闸回路断线监测功能 在合闸控制回路中增加了并联电阻 R (一般取 $1\text{k}\Omega$ 以下,与高压断路器合闸电磁铁阻值接近),使得该回路的电阻大大降低,因此可以确保合闸回路监视继电器的可靠动作,同时,又不至于 K2 误动。与微机的自保持回路配合同样也得到保证。同时,该接线保证了产品本身操作更为可靠、与外部的配合更为有效,且功能实现与高压断路器类似,符合常规的设计和使用习惯。

1.2.4 常见高压接触器介绍

(1) ZFCC5-7.2(12) 真空接触器-熔断器组合电器

① 概述 如图 1-8 所示 ZFCC5 型系列交流高压真空接触器-熔断器组合电器,适用于频率 50Hz,额定电压 12kV(7.2kV)及以下电压等级,额定电流最大至 225A(7.2kV 额定电流最大至 315A)的工业控制系统,可用于控制和保护电机、变压器、电容器组等工业领域设备。

② 产品特点 ZFCC5 采用 VS1(ZN63A)断路器底盘车作为摇进机构,其设计结构紧凑,外形安装尺寸与 VS1 尺寸相同,与 KYN28A 高压柜相配。

③ “五防”采用机械式联锁装置,结构合理可靠,可有效地防止电气误操作。

a. 当接触器处于分闸状态时,小车才可以推进或拉出;

b. 当小车处于断开/试验位置或工作位置时,接触器才能合闸;

c. 无论小车在工作或试验位置,只要接触器处于合闸状态,小车都无法移动。

④ 技术参数 主要技术参数见表 1-4。