

电力施工企业职工岗位技能培训教材

电气二次回路接线

及施工

中国电力企业联合会企业部组织
陕西电力建设总公司
牟思浦 主编



中国电力出版社

电力施工企业职工岗位技能培训教材

电气二次回路接线 及施工

中国电力企业联合会企业部组织
陕西电力建设总公司
牟思浦 主编

中国电力出版社

内 容 提 要

本书是火电、送变电施工企业二次线安装工的岗位技能培训教材。主要讲述二次回路接线及施工的必备专业知识和操作技能。内容包括专业识图，断路器及隔离开关控制信号、中央信号、直流、同步系统、测量表计、电流、电压互感器、变压器调压及冷却装置等回路的接线；蓄电池、盘、柜安装；控制电缆敷设、电缆头制作、配线、接线、传动试验及常见故障处理等。

教材内容是以专业必备知识为导向，以操作技能为重点，具有较强的实用性和可操作性。除作为二次线安装工的岗位技能培训教材外，也可以作为技工学校相关专业的补充教材和电气技术人员的参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

电气二次回路接线及施工/牟思浦主编. -北京:中国电力出版社,1999

电力施工企业职工岗位技能培训教材

ISBN 7-5083-0078-5

I. 电… II. 牟… III. 电厂电气系统-二次系统-导线连接-技术培训-教材 IV. TM645.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 30139 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京梨园印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

1999 年 10 月第一版 1999 年 10 月北京第一次印刷
787 毫米×1092 毫米 32 开本 11 印张 240 千字 3 插页
印数 0001—5000 册 定价 20.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换)

前 言

为适应施工企业深化改革,加强管理和提高职工队伍素质的需要,继1994年出版发行了《电力施工企业中层干部岗位培训教材》之后,我们又组织编写了这套《电力施工企业职工岗位技能培训教材》。

组织编写这套教材,考虑到以下三个方面的情况:一是近十几年来我国电力建设事业发展速度很快,每年装机都超过1000万kW,这个发展速度不仅缓解了我国长期缺电的局面,同时也带动了电力施工企业管理和技术的进步,在施工中遇到了许多新设备,出现了许多新技术和新工艺,对此应当及时进行总结和推广,原来的培训教材已难以适应现在的需要;二是施工企业进入市场参与竞争,必须不断提高队伍素质和加强职工培训,因此教材建设就是一项不可缺少的基础工作;三是工人技术等级标准已修订并颁发了多年,也应有一套新的教材与之适应。总之培训教材必须适应情况的变化和满足实际需要。

这套教材覆盖了火电、送变电施工14个主要岗位工种,共13册,不仅适用于火电、送变电施工企业职工岗位技能培训,也适用于发供电企业安装、检修人员的岗位技能培训,电力系统中专技校及其他行业有关人员的岗位培训也可选用和参考。

这套教材的主要特点是紧密联系施工实际,突出操作技能,兼顾必要的基础技术知识。火电以国产300MW机组安装技术为主,送变电以500kV设备安装技术为主,兼顾了330kV和220kV送变电施工技术。

除“送电线路施工”两个分册外,每册书后附有“教材使用说明”,以便针对不同培训对象,灵活选用教材内容。

组织编写这套教材,得到了很多单位的支持,特别是陕西电建总公司、山东电力集团公司、山东电建一公司、上海电力建设局、陕西电建

一公司、陕西电建三公司、甘肃送变电公司、陕西送变电公司等单位及有关同志做了大量的工作。

主要参加编写人员及分工如下：

热工仪表及控制装置安装	马惠廉
电气二次回路接线及施工	牟思浦
高压电气设备安装	魏国柱
管道安装	谢万军
厂用电安装	姚展祥
汽轮机本体安装	苏云禔
汽轮机辅机安装	李浩然
起重技术	汤毛志
锅炉本体安装	刘永贵
锅炉辅机安装	李莹昌
锅炉钢架安装	刘永贵
送电线路施工（初、中级工）	朱延庆
送电线路施工（高级工）	王恒昌

在教材出版发行之际，谨对上述单位及有关编审人员表示诚挚谢意。

由于我们经验不足、水平有限，致使培训教材出现疏漏以至错误之处在所难免，在此恳请给予批评指正。

电力施工企业职工岗位技能培训教材编审委员会
中国电力企业联合会企业部

1998年6月

电力施工企业职工岗位技能 培训教材编审委员会

名誉主任：张绍贤 刘 宏

主 任：赵宗鹤 贾国栋

副 主 任：孙永安 张克让 孙力源（常务）

王 钜

委 员：（排名不分先后）

程连飞 段景祥 周炳申 徐玉华

朱铁生 马惠廉 张乐安 杨逸云

杨万涛 乐秀弟 李新华（常务）

李汉型（常务） 徐相奎

编者说明

本教材是根据中国电力企业联合会教育培训部、企业部关于职工培训教材的编写要求，在“电力施工企业职工培训教材编审委员会”的组织指导下编写的。

教材内容的广度和深度是以1994年劳动部颁发的《电力工人技术等级标准》中火电厂、变电站二次线安装工的必备知识和技能要求为依据，以施工现场的岗位需要为界限，以专业识图和操作技能为重点。

本书是岗位技能培训教材，主要内容基本含盖了90年代以来火电厂、变电站相关专业的新设备、新工艺。取材范围注重完整性、先进性；内容安排以岗位必备专业知识为基础，以操作技能为重点，着眼于实用性、可操作性，力求简明扼要，通俗易懂。

本教材由陕西电力建设总公司牟思浦主编，施承忠、罗温厚、西安供电局张功望参编，上海电力建设局乐秀弟主审。

在编写过程中参阅了如附录所列文献资料，在教材出版之际特向原编者及出版社深表谢意！

由于水平所限，在内容取舍、讲授方法、设备选型、工艺、技术的准确性、规范性等方面的缺陷在所难免，恳请读者和专家学者批评指正！

编者

目 录

前言

编者说明

第一章	二次接线的基本概念	1
第一节	基本概念	1
第二节	原理图	2
第三节	展开图	4
第四节	安装接线图	6
复习题	.....	7
第二章	断路器及隔离开关控制信号回路	9
第一节	控制开关	10
第二节	断路器控制回路的基本接线	12
第三节	灯光监视的断路器控制回路	18
第四节	音响监视的断路器控制回路	27
第五节	分相操作的断路器控制回路	30
第六节	隔离开关控制信号回路	38
第七节	微机防误闭锁装置	45
复习题	.....	49
第三章	中央信号及其装置	52
第一节	事故信号	53
第二节	预告信号	64
第三节	新型微机报警器介绍	68
第四节	保护装置和自动重合闸动作信号	72
第五节	指挥信号	74
复习题	.....	77

第四章	变压器调压及冷却装置二次回路接线 ...	79
第一节	变压器调压二次回路接线	79
第二节	变压器冷却装置二次接线	83
	复习题	91
第五章	同步系统	93
第一节	同步系统概述	93
第二节	手动准同步接线	94
	复习题	105
第六章	直流系统	106
第一节	铅酸蓄电池	106
第二节	镉镍蓄电池	138
第三节	蓄电池直流系统接线	158
第四节	整流操作直流系统	177
	复习题	184
第七章	电压互感器的二次接线	187
第一节	电压互感器的基本概念及参数	187
第二节	电压互感器二次回路的基本接线	192
第三节	交流系统的绝缘监察回路	199
	复习题	201
第八章	电流互感器的二次接线	203
第一节	电流互感器的基本概念及参数	203
第二节	电流互感器二次回路的基本接线	210
第三节	用于差动保护的电流互感器二次 回路接线	215
	复习题	219
第九章	测量表计的接线	221

第一节	交流电流表、电压表的接线	221
第二节	测量交流有功功率的接线	223
第三节	测量无功功率的接线	229
第四节	测量交流有功电能的接线	233
第五节	测量三相电路无功电能的接线	239
第六节	交流电量变送器	241
第七节	电力故障录波器	245
复习题	.....	253
第十章	二次接线施工	255
第一节	安装接线图	255
第二节	屏、柜、台安装	273
第三节	控制电缆敷设及电缆头制作	281
第四节	小母线安装	288
第五节	屏内配线	289
第六节	二次回路的传动试验	295
第七节	施工资料的整理与移交	313
第八节	试运行	314
复习题	.....	315
附录一	教材使用说明.....	319
附录二	电气常用新旧图形符号对照表.....	320
附录三	电气常用新旧文字符号对照表.....	332
参考文献	.....	338

第一章 二次接线的 基本概念

第一节 基本概念

一、基本概念

电力生产、传输、分配和使用需要大量的电气设备以组成发、输、配的主要系统。这些设备主要是指发电机、变压器、调相机、断路器、隔离开关、电压互感器、电流互感器、电力电容器、避雷器、电力电缆、母线等。它们在电力系统中通常称为一次设备，把这些设备连接在一起构成的电路称为一次接线，也叫主接线。

为了使电力生产、传输、分配和使用的各环节安全、可靠、连续、稳定、经济、灵活的运行，并随时监视其工况，在主系统外还需装置相当数量的其他设备，如测量仪表、自动装置、继电保护、远动及控制信号器具等。这些设备通常与电流、电压互感器的二次绕组，直流回路或厂用、所用的低压回路连接起来，它们构成的回路称之为二次回路，也就是二次接线。

二次接线施工，一般包括屏（台）、柜安装、接线；控制电缆敷设；直流系统的蓄电池组及屏、柜安装；屏（台）柜内的部分配线、改线，仪表、继电器及一些二次元件的安装；控制回路的传动等。因此施工人员应掌握与二次回路有关的一些操作工艺、程序。但对于二次回路施工人员来说，很重

要的一点就是要能阅读二次图纸，然后熟练地掌握接线，配线工艺，在熟悉图纸和设备的基础上，能查找和处理有关缺陷和故障，关于这方面的知识将在各章分别介绍。

二次接线的图纸一般有三种形式，即：原理图、展开图和安装接线图。

二、图形符号及文字符号

在二次接线图中使用国家规定的统一图形符号和文字符号，用于代表二次接线图中的各电气设备和元件。由于国家颁发新的图形和文字符号的同时，旧的图形和文字符号还在工程中大量使用，故将常用的新旧图形和文字符号对照表列于附录二、三中，供参考使用。

二次接线图中，断路器、隔离开关、接触器的辅助触点以及继电器的触点所表示的位置是这些设备在正常状态的位置，所谓正常状态就是指断路器、隔离开关、接触器及继电器处于断路和失电状态。所谓常开触点是指这些设备在正常状态即断路或失电状态下，其辅助触点和触点是断开的。所谓常闭触点正好与常开触点相反，即这些设备在断路或失电状态下，其辅助触点和触点是闭合的。

第二节 原 理 图

二次接线的原理图是用来表示继电保护、测量仪表、自动装置等的工作原理的。通常是将二次接线和一次接线中与二次接线有关的部分画在一起。在原理图上，所有仪表、继电器和其它电器都是以整体形式表示的，其相互联系的电流回路、电压回路、直流回路都综合在一起，而且还表示出有关的一次回路部分。这种接线图的特点是能够使看图者对整

个装置的构成和动作过程有一个明确的整体概念，它是绘制展开图和安装接线图的基础。现以某 6~10kV 线路的过电流保护原理图为例加以说明。

从图 1-1 中看出，整套保护由四只继电器构成，即两只电流继电器，一只时间继电器，一只信号继电器。两只电流继电器分别接于 A、C 两相电流互感器的二次绕组回路中。当线路发生过电流时，电流互感器二次绕组的输出电流增大，流过电流继电器的电流也增大，其值超过动作值时，电流继电器动作，触点闭合，将由直流操作电源正母线来的正电源加在时间继电器 KT 的线圈上，其线圈的另一端是直接接在由操作电源的负母线引来的负电源上的，此时时间继电器启动，经过一定时限后其延时触点闭合，正电源经过其触点和信号继电器 KS 的线圈，断路器的辅助触点 QF1 和跳闸线圈 YT 接至负电源。信号继电器 KS 的线圈和跳闸线圈 YT 中有电流流过（信号继电器的动作值要选择适当），两者同时动作，使断路器 QF 跳闸，并由信号继电器 KS 的触点发出信号。断路器跳闸后由其辅助触点切断跳闸线圈中的电流。至此，过电流保护的動作过程完成，将线路从电网中切除。

由图 1-1 可看出，原理图上各元件之间的联系是以元件的整体连接来表示的，没有给出元件的内部接线，没有元件引出端子的编号和回路编号，直流部分仅标出电源的极性，没有具体表示出是从哪一组熔断器下面引来的。另外，关于信号部分在图中只标出了“至信号”，而没有画出具体接线。因此，只有原理图是不能进行二次接线施工的。对于复杂的装置如高频、距离保护及一些控制、自动装置回路，由于接线复杂，若每个元件都用整体形式表示，则将使设计和阅读发生困难。因此出现了展开图的形式，并在实际工程中得到了

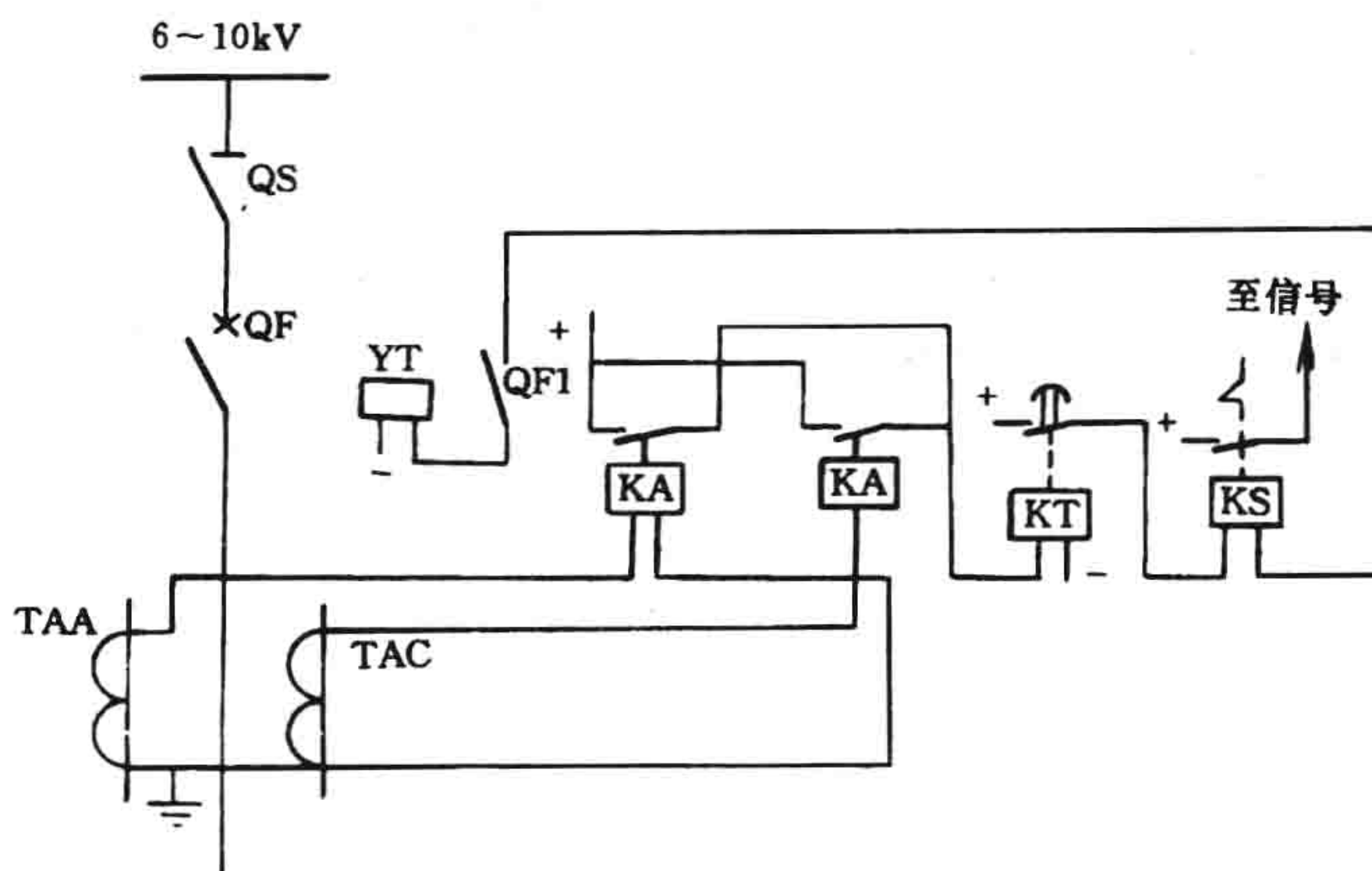


图 1-1 6~10kV 线路过电流保护原理图

QS—隔离开关；QF—断路器；TAA、TAC—电流互感器；
 YT—跳闸线圈；QF1—断路器辅助触点；KA—电流继电器；
 KT—时间继电器；KS—信号继电器

广泛的应用。

第三节 展 开 图

图 1-2 是根据图 1-1 所示的原理图而绘制的展开图。图中右侧为示意图，表示保护装置接的电流互感器在一次系统中的位置，左侧为保护回路展开图。展开图可分为交流、直流两大部分，交流回路展开图一般指的是交流电流回路和交流电压回路的接线图。直流回路展开图指的是控制回路、保护回路、信号回路等的接线图。

从图 1-2 可知，交流电流回路由电流互感器 TA 的二次绕组供电，在二次绕组的 AC 两相上分别接入一只电流继电

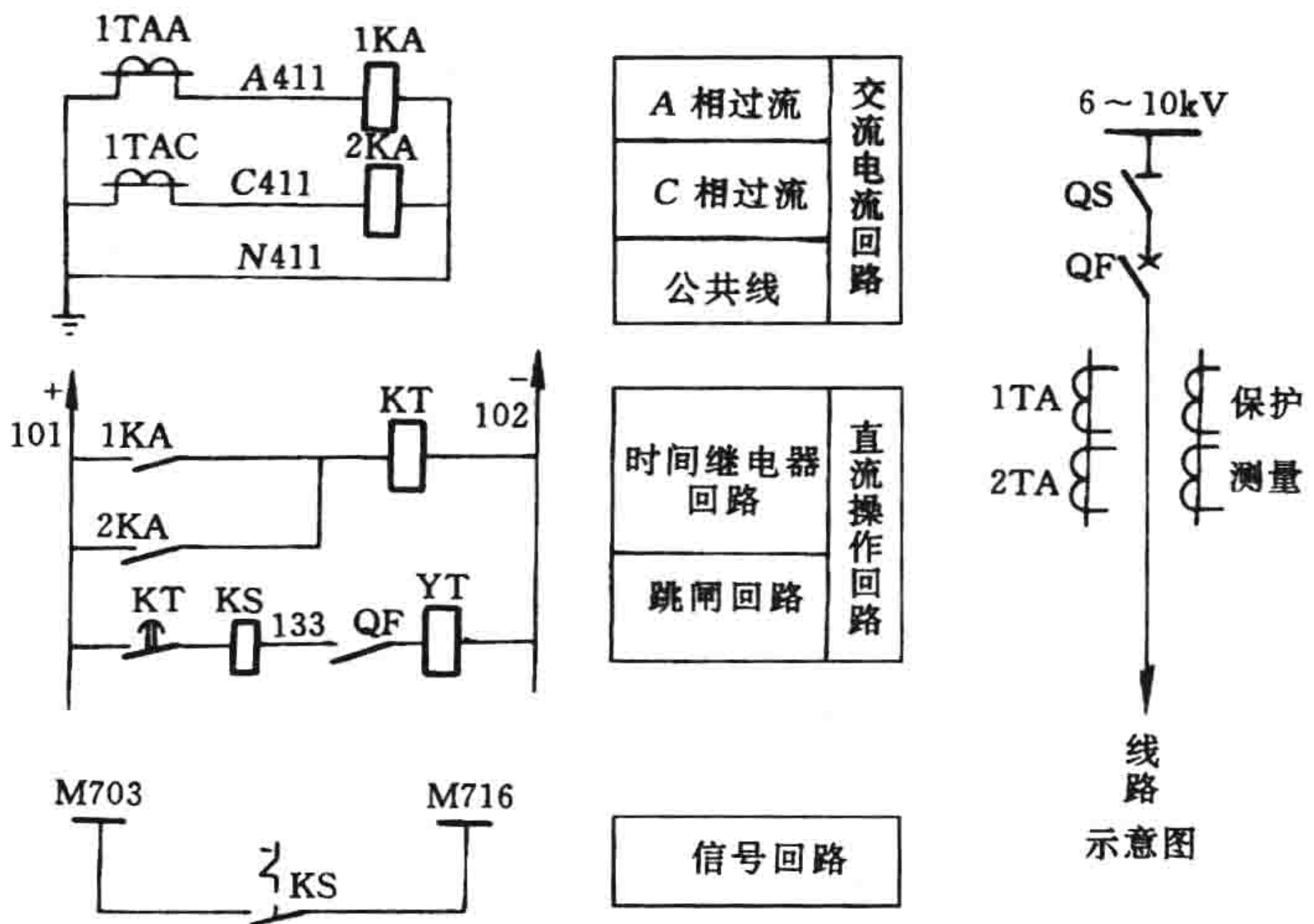


图 1-2 6~10kV 线路过电流保护回路展开图

QS—隔离开关；QF—断路器；1TA、2TA—电流互感器；
 1KA、2KA—电流继电器；KT—时间继电器；KS—信号继电器；
 YT—跳闸线圈；M703、M716—掉牌未复归光字牌小母线

器线圈，公用线回零而构成不完全星形接线，图中 A411、C411、N411 为回路编号（详见第十章）。在直流操作回路中，两侧的竖线表示正、负电源，向上的箭头及编号 101 和 102 表示它们是从控制回路用的熔断器 1FU、2FU 下面引出的。横线条中上面两行为时间继电器启动回路，第三行为跳闸回路。其工作过程如下：

当被保护线路发生过电流时，电流互感器二次绕组中的电流增大，流过电流继电器 1KA 和 2KA 的电流值也同步增大，其值达到 1KA 和 2KA 的启动值时，它们动作，其常开触点闭合，接通时间继电器的线圈回路，时间继电器 KT 启动

后经过整定时限，其延时触点闭合，接通跳闸回路。此时，断路器在合闸状态，它的常开辅助触点 QF 是闭合的，因而启动跳闸线圈 YT，使断路器跳闸。该串联回路中的信号继电器 KS 也动作（信号继电器的动作值要选择适当）并掉牌，其触点接通小母线 M703 和 M716，点燃光字牌，给出“掉牌未复归”的灯光信号（灯光信号部分详见第三章）。值班人员手动复归后，光字牌熄灭。

从图 1-2 可知，展开图接线清晰，便于阅读，易于了解整套装置的工作过程和原理。由于加入了回路编号，便于施工，这在复杂装置中更为突出。

第四节 安 装 接 线 图

安装接线图一般包括屏（台）面布置图、屏背布置图、背面接线图和端子排图几部分。它是制造安装的主要图纸，也是运行、调试、检修的主要参考图纸。

屏面布置图是决定屏上各电器、元件的排列位置及相互尺寸的图纸，要求按一定的比例绘制，主要供制造厂使用。

屏背布置图主要是决定熔断器、端子排及一些屏背安装元件的位置，主要供制造厂和施工单位使用。

背面接线图一般由制造厂根据展开图、屏面屏背布置图绘制而成，供制造厂屏内配线使用，并随屏供订货单位，是安装、调试、运行的主要参考图。

端子排图是电缆在屏上的接线图，主要供施工单位使用，也是调试、检修、运行的主要参考图。

有关这方面的详细内容详见第十章。

复 习 题

一、名词解释

1. 一次接线
2. 二次接线
3. 继电器的常开触点
4. 继电器的常闭触点

二、填空题

1. 二次接线是发电厂、变电所的重要组成部分，它的图纸一般有三种形式，即_____、_____、_____。
2. 原理图是绘制_____图和_____图的基础。
3. 展开图可分为_____、_____两大部分。
_____展开图一般指的是交流电流回路和交流电压回路的接线图。_____展开图指的是控制回路、保护回路、信号回路等的接线图。
4. 安装接线图一般包括_____图、_____图、_____图和_____图几部分。
5. 屏面布置图是决定屏上_____及_____的图纸。
6. 屏背布置图主要是决定_____、_____及一些屏背_____位置的。
7. 背面接线图一般由制造厂根据展开图、屏面、屏背布置图绘制而成，供制造厂_____使用，也是_____、_____、_____的主要参考图。
8. 端子排图是电缆在屏上的_____，主要供_____使用，也是_____、_____、_____。