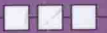


DIA[⚡]QI
高职高专电气系列教材

电力系统微机自动装置



Dianli Xitong Weiji Zidong Zhuangzhi



主 编 王 灿



重庆大学出版社

<http://www.cqup.com.cn>

电力系统微机自动装置

主 编 王 灿

重庆大学出版社

内 容 提 要

本书在编写上采用“模块教学法”的编写思路,将整书共分6个模块:分别介绍了微机型备用电源自动投入装置、微机型自动重合闸装置、微机型自动并列装置、微机型励磁系统、微机型自动按频率减负荷装置以及微机型故障录波装置。

本书主要作为高职高专院校电力专业、继电保护专业及其相关专业的“电力系统自动装置”课程教材,也可供相关专业人员和工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电力系统微机自动装置/王灿主编. —重庆:重庆大学出版社,2013.3

国家骨干高职院校规划教材

ISBN 978-7-5624-7257-5

I. ①电… II. ①王… III. ①微型计算机—计算机应用—电力系统—自动装置—高等职业教育—教材 IV.

①TM769

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第037125号

电力系统微机自动装置

主 编 王 灿

策划编辑:周 立

责任编辑:文 鹏 版式设计:周 立

责任校对:秦巴达 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:邓晓益

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路21号

邮编:401331

电话:(023) 88617183 88617185(中小学)

传真:(023) 88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(营销中心)

全国新华书店经销

重庆五环印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:11.75 字数:293千

2013年3月第1版 2013年3月第1次印刷

印数:1—3 000

ISBN 978-7-5624-7257-5 定价:25.00元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

前言

本书是根据生产一线应用型高职高专人才需要,针对现今广泛应用的微机型自动装置的实际,并总结以往教材的长处,收集相关工程技术人员的经验和意见的基础上编写的。

本教材内容由浅入深,图文并茂,注重理论与实际的结合,论述清晰,具有渐进性和启发性,在内容上加强了新知识、新技术的介绍。为了便于读者学习,本教材按不同自动装置分模块介绍,并进一步细分为多个情境,在每一情境结束时提供了习题供读者练习。以下为本书的模块划分:

模块1 主要介绍了微机型备用电源自动投入装置的特点、硬件结构和软件原理。模块2 主要介绍了微机型自动重合闸装置的总体构成和工作原理。模块3 主要介绍了微机型自动并列装置的功能和组成,各模块的基本工作原理。模块4 主要介绍了微机型励磁系统的总体构成和工作原理。模块5 主要介绍了微机型自动按频率减负荷装置的工作原理。模块6 主要介绍了微机型故障录波装置的硬件和软件工作原理。

本书模块2、3、4 由重庆电力高等专科学校王灿编写,模块1、5 由重庆电力高等专科学校兰琴编写,模块6 由重庆天壕渝琥新能源有限公司王生义编写。本书在编写过程中得到了同行们的大力支持和帮助,在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中的疏漏和错误之处,恳请广大师生和读者批评指正。

编 者

2013 年 1 月

目 录

绪 论	1
模块 1 微机型备用电源自动投入装置	4
情境 1.1 备自投装置的分类和基本要求	4
情境 1.2 微机型备用电源自动投入装置	7
情境 1.3 备用电源自动投入装置的参数整定	14
模块 2 微机型自动重合闸装置	16
情境 2.1 自动重合闸装置概述	16
情境 2.2 单电源线路的自动重合闸	21
情境 2.3 双电源线路的自动重合闸	31
情境 2.4 自动重合闸与继电保护的配合	41
情境 2.5 微机型综合自动重合闸	44
模块 3 微机型自动并列装置	57
情境 3.1 自动并列装置概述	57
情境 3.2 准同期并列条件	60
情境 3.3 自动准同期装置的基本组成	65
情境 3.4 微机型自动准同期装置工作原理	67
情境 3.5 微机型自动准同期装置举例	83
模块 4 微机型自动调节励磁装置	97
情境 4.1 励磁系统概述	97
情境 4.2 同步发电机的励磁方式和励磁调节方式	104
情境 4.3 励磁系统中的整流电路	109
情境 4.4 微机型自动励磁调节装置的工作原理	117
情境 4.5 并联运行机组间无功功率的分配	130
情境 4.6 同步发电机的强行励磁和灭磁	135
情境 4.7 微机励磁调节器举例	139

模块 5 自动按频率减负荷装置	147
情境 5.1 自动低频减负荷装置概述	147
情境 5.2 自动按频率减负荷装置的工作原理	153
情境 5.3 微机型 AFL 装置的实现方法	158
情境 5.4 微机频率电压紧急控制装置举例	163
 模块 6 微机型故障录波装置	 168
情境 6.1 故障录波装置概述	168
情境 6.2 微机型故障录波装置的工作原理	172
情境 6.3 微机故障录波装置举例	176
 参考文献	 180

绪 论

一、电力系统自动装置的内涵及外延

1. 电力系统自动装置的内涵

电力系统自动装置是研究通过自动化元件控制电力系统内电气设备的一门应用技术,是电力系统自动控制实用领域之一。具体地讲,电力系统自动装置主要应用于电力系统内电气设备运行的控制与操作,是直接为电力系统安全、经济运行和保证电能质量服务的基础自动化设备。上述定义中自动化元件是一个宽泛的概念,不仅包括单纯的电气元件(如继电器、按钮、转换开关等),而且包括单片机、可编程序控制器和工控机等微机,这里主要将各种微机作为一种控制手段。

2. 电力系统自动装置的外延

电力系统自动控制是实现电力系统自动化的技术基础,电力系统自动装置是电力系统自动控制实用领域之一。电力系统自动控制根据控制任务和内容,大致可划分为4个不同任务的控制系统,包括电力系统自动监控、电力系统自动装置、发电厂动力机械自动控制和电力安全装置。对于不同控制系统的外延,要根据控制任务进行明确的界定。

(1) 电力系统自动监控

电力系统自动监控的主要任务是通过计算机及网络系统提高整个电力系统的安全、经济运行水平。实际运行中,电力系统中各发电厂、变电所把反映电力系统运行状态的实时信息,通过各种远动终端装置送至调度控制中心的计算机系统,由计算机系统及时地对运行信息进行分析诊断,供运行人员监控决策参考。因此,电力系统自动监控是面对整个电力系统,进行系统内各种状态信息流的监测。

(2) 电力系统自动装置

根据电力系统自动装置的定义,电力系统自动装置主要应用于电力系统内电气设备的控制,包括发电厂及变电所内发电机、变压器、直流系统等电气部件。实用中,电力系统自动装置主要突出电气设备的自动操作和故障对策,是直接面向电力系统安全、经济和保证电能质量服务的控制系统。总之,电力系统自动装置的控制对象是电力系统中所有的电气设备。

(3) 发电厂动力机械自动控制

无论是水电厂、火电厂还是核电厂,厂内都有大量的动力机械设备,如火电厂中锅炉和汽

轮机,水电厂中的水轮机及调速器等,它们在发电厂中都承担了关键的功能。因此,发电厂动力机械自动控制是发电厂自动控制的主要组成部分。同时,发电厂的动力机械随发电厂类型不同而有很大差别,各种动力设备的控制要求和控制规律相差很大,如火电厂中锅炉和汽轮机的自动控制系统与水电厂中水力机械的自动控制系统相差很大,因此需要不同专业对发电厂动力机械自动控制进行专门研究。总之,发电厂动力机械自动控制面对的是电力系统中各种机械设备。

(4) 电力安全装置

电力系统提供的电能具有电压高和电流大的基本特点。由于电力操作是一项具有高危性的工作,因此安全是电力系统的永恒主题,而安全装置是保障电力系统运行人员人身安全的监护装置。因此,电力安全装置主要面向操作人员的安全保障研究。

二、电力系统自动装置的发展历程及趋势

1. 电力系统的发展历程及其运行特征

我国电力系统经过 60 多年的建设,无论在生产运行、设计、安装和制造方面都取得举世瞩目的成就,电力工业作为先行工业为国民经济的巨大发展提供了坚实的能源保障。新中国成立前,全国范围内发电设备容量只有 185 万 kW;到 2000 年,我国装机容量已达到 2.5 亿 kW;至 2010 年底,我国装机容量达到 9.62 亿 kW。发电厂将其他形式的能量转换成电能,按一次能源的不同又分为火电厂、水电厂、核电厂、风电厂和太阳能发电厂等不同类型的发电厂。尽管各类发电厂的生产流程各不相同,控制规律各有特点,但安全可靠地提供高质量的电能是各类发电厂共同的核心任务。

电力系统的产品——电能具有非常显著的特点,它无法进行大规模储存。因此,由发电厂、变电所、输电网、配电和用电等设备所组成的电力系统,必须始终遵循电能的生产、传输和分配过程中功率平衡的原则,在实际运行中始终要做到电能的发、变、配、用同时进行,整个电力系统要做到控制一体化和实时化。

2. 电力系统自动装置的发展历程及趋势

为了确保电力系统安全经济运行,及时处理电力系统运行中所发生的各种故障,现代社会对电能供应的“安全、可靠、经济、优质”等各项指标的要求越来越高,客观上对电力系统自动控制提出了更高的要求,同时推动电力系统自动化技术不断地由低到高、由局部到整体发展。在电力系统大发展和自动化技术不断提升的背景下,电力系统自动装置不断更新换代,发电厂和变电所中应用的自动装置自动化水平不断提高,采用的自动化元件经历了继电器、数字电路和微机等阶段,目前已将以微机为控制核心的数字式自动装置作为主流产品,而且不断引入先进的控制理论。同时,电力系统自动装置与通信技术和网络技术充分结合,实现了对电力系统的远程监控和调度,显著提升了电力系统的安全运行水平。今后,电力系统自动装置将向最优化、协调化、智能化方向发展,在打造“智能坚强”电网中发挥关键功能,在今后的物联网中也将起重要作用。

三、本书的编写思路及主要内容

本书在编写上采用了模块化的编写思路,将整个课程按照电力系统自动装置领域分成六大主要模块。这六大主要模块涵盖了电力系统中从电力网到发电厂的关键自动装置,是一个

有机的整体。每个主要模块都结合课程要求分解成各个情境,层层推进,让读者在各情境中学习专业技能,充分增强读者的学习兴趣和主动性,通过具体情境学习将课程理论体系和实践体系贯穿在一起。

同时,本书内容充分结合当代先进电力技术在自动装置中的应用。鉴于数字式自动装置在电力系统中的广泛应用,本书重点介绍了数字化技术在电力领域的应用原理以及典型数字式自动装置的结构和特点,体现教学内容的先进性,而且突出读图能力的培养,提高读者的实际工程应用能力。

根据教学大纲要求和“模块化”的编写思路,本书分六大主要模块讲授,具体内容如下:

(1)模块1 主要介绍了备用电源自动投入装置的概念作用及基本要求,不同备用方式采用备自投装置的不同投入方案,并介绍微型备用电源自动投入装置的特点、硬件结构和软件原理。

(2)模块2 主要介绍了自动重合闸装置的概念、主要功能及类型;单电源和双电源线路的三相自动重合闸的特点及工作过程,特别是无压检定和同步检定自动重合闸的工作过程分析;重合闸前加速保护和重合闸后加速保护的概念及其工作原理;微型自动重合闸装置的总体构成和工作原理。

(3)模块3 主要介绍了发电机组同期并列的基本概念和常用自动并列装置的构成,以及微型自动并列装置的功能和组成,各模块的基本工作原理。

(4)模块4 主要介绍了同步发电机励磁系统的作用和基本要求,并介绍了励磁系统的分类及各种励磁方式的特点和应用场合,以及微型励磁系统的总体构成和工作原理。

(5)模块5 主要介绍了电力系统负荷的频率调节效应以及微型自动按频率减负荷装置的工作原理。

(6)模块6 主要介绍了故障录波装置的基本原理和作用,以及微型故障录波装置的硬件和软件工作原理。

模块 1

微机型备用电源自动投入装置

【模块描述】本模块主要介绍备用电源自动投入装置(简称“备自投装置”)的概念、作用、基本要求及特点,分析不同备用方式采用备自投装置的不同投入方案,并介绍微机型备用电源自动投入装置的特点、硬件结构和软件原理。

情境 1.1 备自投装置的分类和基本要求

知识目标

- ◇ 掌握备用电源自动投入装置的概念;
- ◇ 掌握明备用、暗备用的概念和用途;
- ◇ 掌握对备用电源自动投入装置的基本要求。

能力目标

- ◆ 能够熟练分类和识别各种备用方式;
- ◆ 能分析不同备用方式的特点;
- ◆ 能分析为达到各基本要求应采取的相应措施。

1.1.1 备用电源自动投入装置的定义和分类

备用电源自动投入装置,是当电力系统故障或其他原因使工作电源被断开后,能迅速自动地将备用电源(或备用设备)投入工作,使原来工作电源被断开的用户能迅速恢复供电的一种自动控制装置,简称 AAT 装置。备用电源自动投入装置是保证电力系统连续可靠供电的重要措施。

在发电厂和变电站中,应按如下原则装设 AAT 装置:

- ①装有备用电源的发电厂厂用电电源和变电站站用电电源;
- ②由双电源供电,其中一个电源经常断开以作为备用的变电站;
- ③降压变电站内有备用变压器或有互为备用的母线段;
- ④有备用机组的某些重要辅机。

图 1.1、图 1.2 是两种常见备用方式的简单接线图。由图可见,备用电源的备用方式有明备用和暗备用两种基本方式。

(1) 明备用方式

系统正常运行时,备用电源或备用设备不工作,处于备用状态,称为明备用。如有一工作电源和一个备用电源的接线,即为明备用的配置,如图 1.1 所示。图中, T_1 为工作变压器, T_2 为备用变压器。正常工作时, QF_1 、 QF_2 处于合闸位置,工作母线 III 上的负荷由工作电源通过 T_1 供给;此时 QF_3 合上(也可断开)、 QF_4 断开, T_2 处于备用状态。当工作母线 III 因任何原因失电时,在 QF_2 断开后, QF_4 合上(QF_3 断开时,要与 QF_4 同时合上),恢复对工作母线 III 的供电。

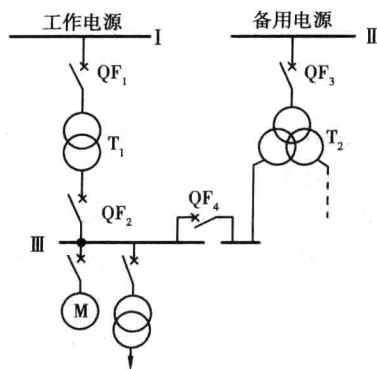
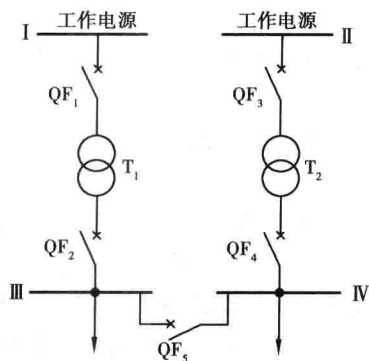


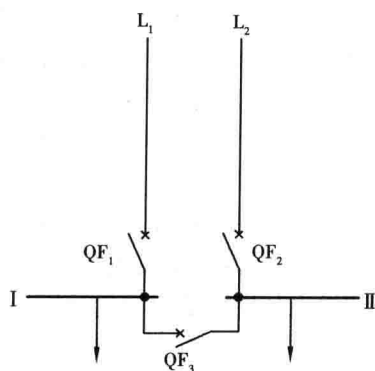
图 1.1 明备用

(2) 暗备用方式

系统正常运行时,备用电源也投入运行的,称为暗备用。暗备用实际上是两个工作电源互为备用。如有两个工作电源互为备用的接线,两回进线或电源同时供电,如图 1.2 所示。在图 1.2(a)中,正常工作时,母线 III 和母线 IV 分别由 T_1 、 T_2 供电,分段断路器 QF_5 处于断开状态。当母线 III 和母线 IV 因任何原因失电时,在进线断路器 QF_2 或 QF_4 断开后, QF_5 合上,恢复对工作母线的供电。这种 T_1 或 T_2 既工作又备用的方式,即为暗备用方式。



(a) 方式一



(b) 方式二

图 1.2 暗备用

从图 1.1、图 1.2 所示接线的工作情况可以看出,采用 AAT 装置后有如下优点:

①提高用户供电可靠性。

②简化继电保护。采用 AAT 装置后,环形电网可以开环运行,变压器可以解列运行,继电保护的方向性问题可不考虑。

③限制了短路电流。如在图 1.2(a)中母线 III 和母线 IV 的出线上发生短路故障,因分列运行,所以短路电流受到限制。

由于 AAT 装置在提高供电可靠性方面作用显著,装置本身接线简单、可靠性高、造价低,所以在发电厂、变电站及工矿企业中得到了广泛的应用。

1.1.2 对备用电源自动投入装置的基本要求

①工作母线电压无论任何原因而消失,AAT 装置均应动作。

如图 1.2(a)所示,工作母线Ⅲ失去电压的原因有:a. 工作变压器 T_1 故障;b. 工作母线Ⅲ上发生短路故障;c. 工作母线Ⅲ的出线上发生短路故障,而故障没有被该出线断路器断开;d. QF_1 或 QF_2 因控制回路、保护回路或操作机构等问题发生误跳闸;e. 运行人员误操作导致 QF_1 或 QF_2 跳闸;f. 电力系统内的故障使母线Ⅲ失电。所有这些情况,AAT 均应动作。

满足这一要求的措施是:AAT 应设置反映工作母线电压消失的低电压启动部分。

为防止 TV 断线造成假失压误启动 AAT,工作母线失压时还必须检查工作电源,无电流时才能启动备用电源自动投入,为此可引入受电侧 TA 二次电流消失的辅助判据;同时,该电流消失可作受电侧断路器已跳开的判据。

②工作电源或工作设备断开后,AAT 装置才能动作。

工作电源失压后,无论其进线断路器是否跳开,即使已测定其进线电流为零,但还是要先断开该断路器,并确认已跳开后,才能投入备用电源。这是为了防止备用电源投入到故障元件上,造成事故扩大,加重设备损坏程度。如图 1.1 中,只有在 QF_2 跳开后, QF_4 才能合闸。

满足这一要求的主要措施是:AAT 装置的合闸部分应由供电元件受电侧断路器(见图 1.1 中 QF_2)的辅助动断触点来启动。

③AAT 装置只能动作一次。

当工作母线发生永久性故障时,AAT 第一次动作将备用电源投入后,因故障仍然存在,继电保护会动作将备用电源断开。此后,不允许 AAT 再次动作,以免备用电源多次投入到故障元件上,对系统造成再次冲击而扩大事故。

满足这一要求的措施是:控制 AAT 装置发出合闸脉冲的时间,使其在动作前应有足够的充电时间,通常为 10 ~ 15 s。

微机型备用电源自动投入装置可以通过逻辑判断来实现只动作一次的要求,但为了便于理解,在阐述备用电源自动投入装置逻辑程序时广泛用电容器“充放电”来模拟这种功能。备用电源自动投入装置满足启动的逻辑条件,应理解为“充电”条件满足;延迟启动的时间,应理解为“充电”完毕后就完成了全部准备工作;当备用电源自动投入装置动作后或者任何一个闭锁及推出备用电源自动投入装置条件存在时,立即瞬时完成“放电”。“放电”就是模拟闭锁备用电源自动投入装置,放电后就不会发生备用电源自动投入装置第二次动作。这种“充放电”的逻辑模拟与微机自动重合闸的逻辑程序相类似。

④AAT 装置的动作时间应使负荷停电时间尽可能短。

从工作母线失去电压到备用电源投入,中间有一段停电时间。停电时间短,有利于电动机的自启动。但停电时间太短,对于大型高压电动机,可能会导致残压较高,此时投入备用电源会对电动机造成过大的冲击电流和冲击力矩,对电动机十分不利,还可能导致备用变压器电流速断保护的误动作。因此,对装有高压大容量电动机的厂用母线,从保护电动机安全的角度出发,AAT 的动作时间应在 1 s 以上。对于低压电动机,动作时间可减小到 0.5 s。

⑤当工作母线和备用母线同时失去电压时,AAT 装置不应动作。

若 AAT 装置动作,一方面,这种动作是无效的;另一方面,当一个备用电源对多段工作母线备用时,所有工作母线上的负荷在电压恢复时均由备用电源供电,容易造成备用电源过负

荷,同时也降低了供电可靠性。

满足这一要求的主要措施是:AAT装置必须具有有压鉴定功能。

⑥应具有闭锁备用电源自动投入装置的功能。

每套备用电源自动投入装置均应设置有闭锁备用电源自动投入的逻辑回路,以防止备用电源投到故障的元件上,造成事故扩大的严重后果。

⑦一个备用电源同时作几个工作电源的备用时(如图1.1),如果备用电源已代替一个工作电源,当另一个工作电源又被断开时,AAT装置应仍能动作。

满足这一要求的措施是:要事先核实备用电源的容量能满足投入需要。

【思考与练习】

1. 什么是AAT装置?它有什么用途?
2. 什么是AAT装置的明备用方式?什么是暗备用方式?
3. 电力系统采用AAT装置后有何优点?
4. 对AAT装置有哪些基本要求?
5. 为满足AAT装置的基本要求,可采取哪些相应的措施?
6. 为什么要保证工作电源确实断开后,备用电源才能投入?

情境1.2 微型机备用电源自动投入装置

知识目标

- ◇ 掌握微型机备用电源自动投入装置的总体结构和工作原理;
- ◇ 掌握备用电源自动投入装置的各种投入方案。

能力目标

- ◆ 能够分析明备用和暗备用方式的软件原理;
- ◆ 能够分析不同投入方案的区别。

微型机的备用电源自动投入装置(以下简称微机备自投装置),不但体积小、质量轻、可靠性高,而且使用智能化,即能够根据设定的运行方式自动识别现行运行方案、选择自投方式。自动投入过程还带有过流保护和加速功能以及自投后过负荷联切等功能。

1.2.1 微型机备用电源自动投入装置的特点

微型机备用电源自动投入装置通过精心设计,可以具有以下特点:

①综合功能比较齐全,适应面广。如果采用常规型装置,若想实现多种备用电源投入控制方式,则需要安装多套备用电源自动投入装置,不仅体积大,成本也高。但若采用微型机备用电源自动投入装置,则一套装置就既能实现高压母联自动投入,解决高压进线故障造成的失电问题;又能实现低压母联自动投入,解决主变压器故障造成的失电问题;对于一回进线为明备用的情况,还可实现进行断路器自动投入控制,如图1.3所示,因此可适应变电所的各种运行方式。

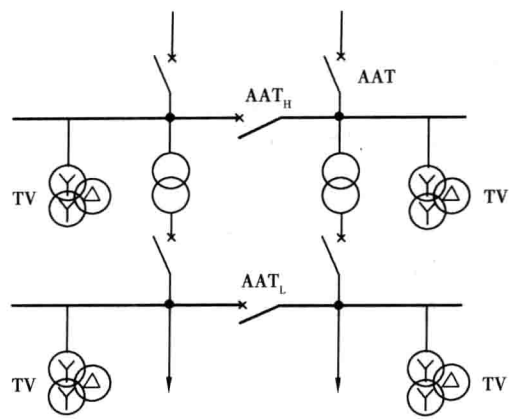


图 1.3 备用电源自动投入综合控制接线

②具有串行通信功能,可适用于无人值班变电所。通信技术的迅猛发展给新设计的备用电源自动投入装置具有串行通信功能提供了极为方便的条件。因此,备用电源自动投入装置可以像其他微机保护装置一样,方便地与保护管理机或综合自动化系统接口,也可以适用于无人值班变电所。

③体积小,性能价格比高。随着大规模集成电路技术的不断发展,微处理机和单片机的价格不断下降,使得微机型备用电源自动投入装置的体积不断缩小,性价比不断提高,且这个特点会越来越明显。

④故障自诊断能力强,可靠性高。像其他微机保护装置一样,微机型的备用电源自动投入装置具有许多明显的优点;其动作判据主要决定于软件,工作性能稳定;装置本身具有很强的故障自诊断功能,便于维护和检修。

1.2.2 微机型 AAT 装置的硬件结构

微机型 AAT 装置的硬件结构如图 1.4 所示。外部电流和电压输入经变换器隔离变换后,由低通滤波器输入至 A/D 模数转换器,经过 CPU 采样和数据处理后,由逻辑程序完成各种预定的功能。

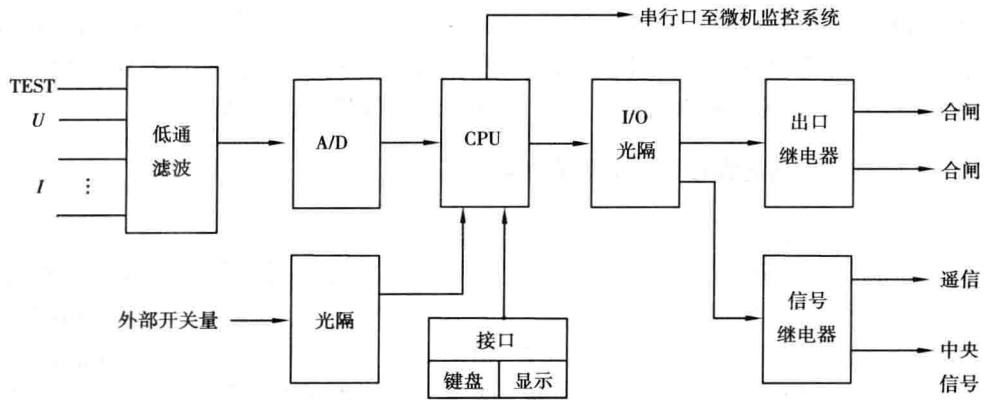


图 1.4 微机备用自动投入装置硬件结构方案图

这是一个单 CPU 系统。由于备用电源自动投入的功能并不是很复杂,为简单起见,采样、逻辑功能及人机接口均由同一个 CPU 完成。由于备用电源自动投入对采样速度要求不高,因此此硬件中模数转换器可以不采用 VFC 型,宜采用普通的 A/D 转换器。开关量输入输出仍要求经过光电隔离处理,以提高抗干扰能力。

1.2.3 微机型 AAT 装置的软件部分

AAT 装置的应用方式主要用于 110 kV 以下的中、低压配置系统中,特别以两路电源互为备用的形式最为常见,根据系统一次接线方式不同,可有进线备自投、内桥断路器备自投和低压母线分段断路器备自投等功能模式。每种功能模式又有不同的运行方式。当运行方式设定后,AAT 装置可自动识别当前的备用运行方式,自动选择相应的自投方式。下面分别介绍几种常见的投入方式,并详细分析低压母线分段断路器备自投装置的软件原理。

(1) 进线备自投的投入方式

进线备自投的投入方式接线图如图 1.5 所示。该接线为单母线接线,一般在农网配电系统、小型化变电站或在厂用电系统中使用。

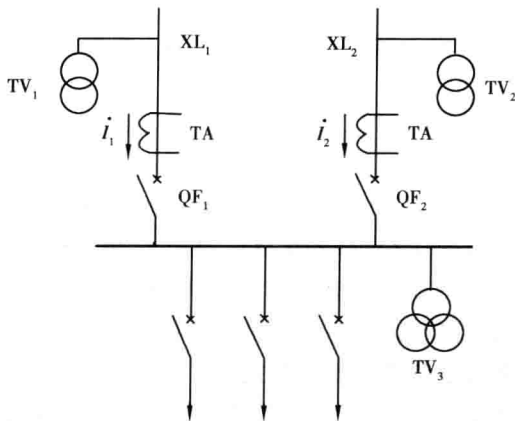


图 1.5 进线明备用方式接线图

如图 1.5 所示,设电源进线 XL_1 和 XL_2 中只有一个作为工作电源,另一个作为备用电源,母线为单母线,因此为明备用方式,可以有如下两种工作方式:

①方式 1: XL_1 作为主电源, QF_1 在合位, QF_2 在分位, XL_2 处于备用状态。因此当工作线路失压,备用线路有压,并且 i_1 无流时,即可跳开 QF_1 ,合上 QF_2 ,由 XL_2 供电。

②方式 2: XL_2 作为主电源, QF_2 在合位, QF_1 在分位, XL_1 处于备用状态。因此当工作线路失压,备用线路有压,并且 i_2 无流时,即可跳开 QF_2 ,合上 QF_1 ,由 XL_1 供电。

(2) 内桥断路器备自投的投入方式

单母线分段备自投或内桥备自投的接线方式如图 1.6 所示。由图可看出, XL_1 和 XL_2 为两条电源进线, QF_3 为桥断路器或母线分段断路器,该备自投有以下工作方式:

①方式 1: XL_1 进线带 I、II 段运行,即 QF_1 、 QF_3 在合位, QF_2 在分位时, XL_2 是备用电源;备用电源自动投入的条件是 I 段母线失压、 i_1 无流、 XL_2 线路有压、 QF_1 确实已跳开、 QF_2 在合位。

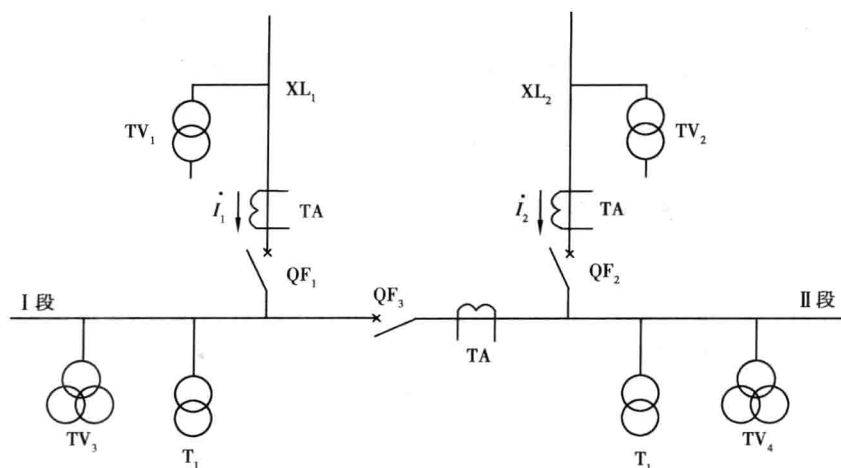


图 1.6 内桥断路器自动投入方案接线图

②方式 2: XL_2 进线带 I、II 段运行, 即 QF_2 、 QF_3 在合位, QF_1 在分位时, XL_1 是备用电源。

备用电源自动投入的条件是 II 段母线失压、 $\dot{I}_2$ 无流、 XL_1 线路有压、 QF_2 确实已跳开、 QF_1 在合位。

上述两种方式是明备用接线方案。

③方式 3: I、II 段母线分列运行, 分别由 XL_1 、 XL_2 供电。 QF_3 在分位, 而 QF_1 、 QF_2 在合位, 若 I 母失电, 则跳开 QF_1 后, QF_3 自动合上, I 段母线由 XL_2 供电。

④方式 4: I、II 段母线分列运行, 分别由 XL_1 、 XL_2 供电。 QF_3 在分位, 而 QF_1 、 QF_2 在合位, 若 II 母失电, 则跳开 QF_2 后, QF_3 自动合上, II 段母线由 XL_1 供电。

上述两种方式, 由于 XL_1 和 XL_2 互为备用电源, 所以是暗备用接线方案。

(3) 低压母线分段断路器备自投的投入方式

低压母线分段断路器自动投入方式主接线如图 1.7 所示。由图可看出, 该备自投有以下工作方式:

①方式 1: 正常时, T_1 、 T_2 同时运行, QF_5 断开。当 T_1 故障或 I 段母线失压时, 保护跳开 QF_1 和 QF_2 , $\dot{I}_1$ 无电流, 并且母线 IV 有电压, QF_5 由 AAT 装置动作而自动合上, 母线 III 由 T_2 供电。

②方式 2: 当发生与方式 1 相类似的原因, IV 母线失压, $\dot{I}_2$ 无流, 并且 III 段母线有压时, 即断开 QF_3 和 QF_4 , 合上 QF_5 , 母线 IV 由 T_1 供电。

上述两种方式是暗备用接线方案。

③方式 3: 正常时, QF_5 合上, QF_4 断开, 母线 III 和母线 IV 由 T_1 供电; 当 QF_2 跳开后, QF_4 由 AAT 装置动作自动合上, 母线 III 和母线 IV 由 T_2 供电。

④方式 4: 正常时, QF_5 合上, QF_2 断开, 母线 III

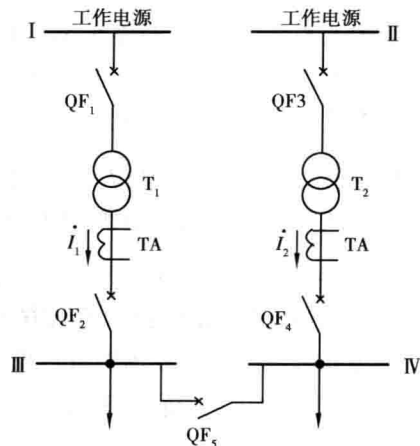


图 1.7 低压母线分段断路器自动投入方案接线图

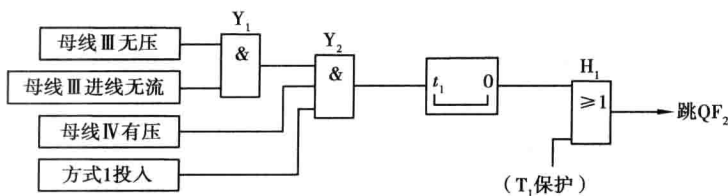
和母线Ⅳ由 T_2 供电;当 QF_4 跳开后, QF_2 由 AAT 装置动作自动合上,母线Ⅲ和母线Ⅳ由 T_1 供电。

上述两种方式是明备用接线方案。

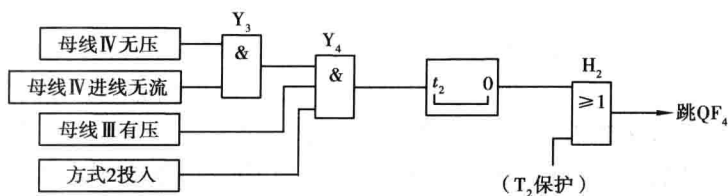
下面以低压母线分段断路器备自投的四种投入方式为例,介绍微型机 AAT 装置的软件原理。

1) 暗备用方式的 AAT 软件原理

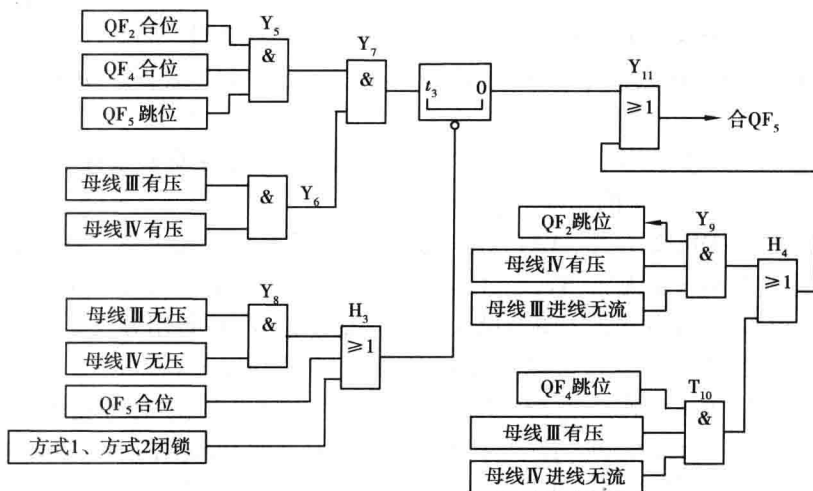
图 1.8 示出了低压母线分段断路器备自投的方式 1、方式 2 的 AAT 软件逻辑框图。现以方式 1,即图 1.7 的 T_1 、 T_2 分列运行, QF_2 跳开后, QF_5 由 AAT 装置动作自动合上,母线Ⅲ由 T_2 供电为例,说明 AAT 的工作原理。



(a) QF₂跳闸逻辑框图



(b) QF₄跳闸逻辑框图



(c) QF₅合闸逻辑框图

图 1.8 方式 1、方式 2 的 AAT 软件逻辑框图