



全国高等教育自学考试

电力系统自动装置 自学辅导

全国高等教育自学考试指导委员会 组编
喻擎苍 严红滨 编著

S · K · X · Z · Y · J · D · G · G · Q

浙江大学出版社



全 国 高 等 教 育 自 学 考 试

ISBN 7-308-03121-7



9 787308 031219 >

ISBN 7-308-03121-7/TM • 02

定价：14.80元

全国高等教育自学考试

电力系统自动装置自学辅导

全国高等教育自学考试指导委员会组编

喻擎苍 严红滨 编著

图书在版编目(CIP)数据

电力系统自动装置自学辅导 / 喻肇苍, 严红滨编著.
杭州: 浙江大学出版社, 2002. 8
ISBN 7-308-03121-7

I. 电... II. 喻... ②严... III. 电力系统—自动
装置 IV. TM76

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 055648 号

出版发行 浙江大学出版社
(杭州浙大路 38 号 邮政编码 310027)
(E-mail: zupress@mail. hz. zj. cn)
(网址: <http://www.zjupress.com>)

责任编辑 徐宝澍

排 版 浙江大学出版社电脑排版中心

印 刷 金华市地质彩印厂

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 8.75

字 数 224 千

版 印 次 2002 年 8 月第 1 版 2002 年 8 月第 1 次印刷

印 数 0001—3070

书 号 ISBN 7-308-03121-7/TM·025

定 价 14.80 元

出版前言

为了完善高等教育自学考试教育形式,促进高等教育自学考试的发展,我们组织编写了全国高等教育自学考试自学辅导书。

自学辅导书以全国考委公布的课程自学考试大纲为依据,以全国统编自考教材为蓝本,旨在帮助自学者达到学习目标,顺利通过国家考试。

自学辅导书是高等教育自学考试教育媒体的重要组成部分,我们将根据专业的开考情况和考生的实际需要,陆续组织编写、出版文字、音像等多种自学媒体,由此构成与大纲、教材相配套的、完整的自学媒体系统。

全国高等教育自学考试指导委员会
1999年10月

目 录

绪 论	(1)
第 1 章 备用电源和备用设备自动投入装置(AAT)	(3)
1.1 AAT 的意义及对 AAT 的基本要求	(3)
1.2 AAT 装置的典型接线	(5)
1.3 复习要点	(11)
第 2 章 输电线路自动重合闸	(13)
2.1 自动重合闸的意义及其基本要求	(13)
2.2 单侧电源线路三相一次自动重合闸	(15)
2.3 双侧电源线路三相自动重合闸	(20)
2.4 自动重合闸与继电保护的配合	(26)
2.5 综合自动重合闸	(28)
2.6 复习要点	(32)
第 3 章 同步发电机准同步自动并列	(34)
3.1 同步发电机自动并列的意义和方法	(34)
3.2 准同步	(35)
3.3 自动准同步装置的构成	(37)
3.4 同步条件检查	(38)
3.5 频差方向鉴别	(46)
3.6 压差方向鉴别	(49)
3.7 ZZQ-3B 型自动准同步装置	(49)
3.8 ZZQ-5 型自动准同步装置	(57)
3.9 复习要点	(74)
第 4 章 同步发电机励磁自动调节	(76)
4.1 同步发电机励磁自动调节的作用和基本要求	(76)
4.2 同步发电机励磁方式和励磁调节方式	(77)
4.3 同步发电机励磁系统中的可控整流电路	(79)
4.4 半导体励磁调节器的工作原理	(81)
4.5 励磁调节器静态特性的调整及并列运行发电机间无功功率的分配	(91)
4.6 同步发电机的强行励磁	(97)
4.7 同步发电机的灭磁	(99)
4.8 同步发电机励磁系统实例	(101)
4.9 复习要点	(104)

第 5 章 自动低频减负荷	(106)
5.1 概述	(106)
5.2 电力系统频率特性	(106)
5.3 AFL 的工作原理	(108)
5.4 AFL 的整定原则及其有关问题	(109)
5.5 AFL 装置的误动作及防止措施	(111)
5.6 复习要点	(112)
第 6 章 电力系统频率和有功功率自动调节	(114)
6.1 概述	(114)
6.2 电力系统频率调整的基本方法与准则	(117)
6.3 复习要点	(119)
第 7 章 其他自动装置	(121)
7.1 故障录波装置	(121)
7.2 自动解列装置	(123)
7.3 电力系统安控装置	(125)
7.4 复习要点	(129)
附表一 符号名称对查表	(131)
附表二 下标符号对查表	(132)

绪 论

一、电力系统采用自动装置的必要性

电力是工农业生产的主要动力,是国民经济的动脉。停电事故将给工农业正常生产、人民生活带来影响,甚至造成巨大损失或威胁人身安全。保证电力系统稳定、安全、可靠地运行是电力生产的关键。

但电力生产有其固有点:电能不能储藏,发电、送电、用电必须在同一时刻完成,其生产过程是连续的。电力系统中的电磁过程非常短暂,电力的输送、电网运行状态的变化过程都是在极短的时间内完成的。电力系统分布的区域非常辽阔,运行方式日趋复杂,联系越来越紧密,任何一个环节出故障,都会给系统带来冲击。如果处理不当,甚至会动摇系统的稳定性,造成系统的瓦解。要想在极短的时间内对全系统进行准确、迅速、灵敏地作出判断、操作处理和恢复调整,这种复杂、繁重的运行管理任务,是人力所无法胜任的。

因此,为满足电力系统运行的要求,电力系统自动化技术是必不可少的手段。目前,电力系统中已采用了各种自动装置和自动化技术,全面、系统地监控系统的运行状态;灵敏、快速地切除电力系统中的故障,以保障电力系统的安全、稳定、可靠运行。

二、电力系统自动化的主要内容及发展概况

电力系统自动化一般有两方面的内容:一是电力系统调度自动化系统;二是常规自动装置。

电力系统调度自动化系统是一个以计算机数据采集和监控系统(SCADA)、数字通信技术为基础的,包括自动发电控制(AGC)、经济调度运行(EDC)、电网静态安全分析(SA)以及调度员培训仿真(DTS)在内的能量管理系统(EMS)。电力系统调度自动化系统实现着安全监视、安全控制、电能质量控制、事故处理、系统经济运行、运行计划和统计完全自动控制等任务,提高了电力系统的安全、经济运行水平和迅速处理系统事故的能力,是现代电网能正常运行的一大支柱。近十年,由于现代控制理论、信息论等方面的成就和大规模、超大规模集成电路的突破性进展,以及计算机技术和数字通讯技术等一系列先进技术的应用,使我国以微机技术为基础的调度自动化得到迅速发展和推广。

常规自动装置指的是完成某个单一功能和操作的一种设备。从目前来看,电力系统实现综合自动化的任务还远远没有完成,常规自动装置在一些单项操作的处理事故方面仍发挥着重大作用。电力系统自动化装置在新中国成立以前几乎是空白,新中国成立以后,随着元器件的发展而不断更新,目前晶体管线性电路、数字电路以及大规模集成电路在自动装置中得到广泛应用,为电力系统运行水平的提高作出了贡献。

三、电力系统自动装置的主要内容

电力系统自动装置一般指的是常规自动装置,主要包括:

- 备用电源和备用设备自动投入装置。
- 自动重合闸装置。
- 同步发电机强行励磁和自动调节励磁装置。
- 自动按频率减负荷装置。
- 同步发电机自动并列装置。
- 水轮发电机低频自启动、自动解列、自动调频装置。

以上这些自动装置,对保证电力系统的安全运行、防止事故扩大、提高供电可靠性具有重要作用。

第 1 章 备用电源和备用设备 自动投入装置(AAT)

1.1 AAT 的意义及对 AAT 的基本要求

备用电源和备用设备自动投入装置是当工作电源(或工作设备)因故障被断开后,能自动迅速地将备用电源(或备用设备)投入工作,从而使用户不至于被迫停电的一种装置,简称电源自动投入装置,文字符号为 AAT。

1.1.1 明备用和暗备用

电力系统中的备用方式主要有明备用和暗备用两种。

明备用是指正常情况下有明显断开的备用电源或备用设备,即指装设专用的、在正常情况下不投入运行的备用设备(备用电源或备用线路等)。以图 1-1 接线为例,设该接线在正常工作情况下, QF_7 断开运行,线路 L_2 处于停运状态。当线路 L_1 故障时, QF_7 在 AAT2 的作用下自动合闸,线路 L_2 投运,实现对高压母线的连续供电。在正常工作情况下,线路 2 有明显断口断开,所以线路 L_2 是线路 L_1 的明备用。

暗备用是指正常情况下没有断开的备用电源或备用设备,是靠工作电源(或设备)容量的裕度取得相互备用。暗备用没有专用的备用设备,在正常情况下所有设备都在投运状态。同样以图 1-1 接线为例,设该接线在正常工作情况下, #1 主变、#2 主变都投运,各自分别对低压 I 段和低压 II 段上的负荷供电,但分段断路器 QF_3 断开。当 #1 主变(或 #2 主变)发生故障时, AAT1 自动投入 QF_3 , 利用 #2 主变(或 #1 主变)通过分段断路器 QF_3 带上低压 I 段和低压 II 段的所有负荷。当然, #1 主变和 #2 主变必须有足够的容量裕度。所以,在正常工作情况下, #1 主变、#2 主变互为构成暗备用。

1.1.2 装设 AAT 装置的意义

采用 AAT 装置具有如下优点:

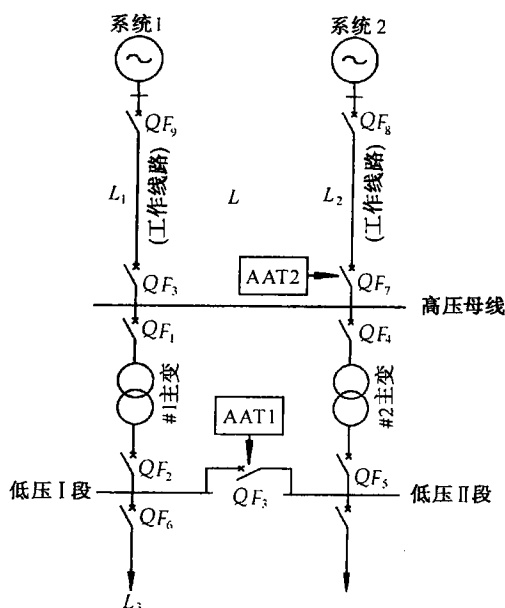


图 1-1 电气主接线

(1)提高供电可靠性,节省建设投资。

如在发电厂中,因厂用电设备数量较多,供电要求较高,采用 AAT 装置在节省投资、提高厂用电系统供电可靠性上具有重要意义。

(2)出于限制短路电流的要求。

随着电力系统的发展和扩大,装机容量的增加,系统中的短路电流迅速增大,超过了原有设备的承受能力或轻型断路器的开断能力。为降低短路电流,系统要求变压器低压侧解列运行或环网开环运行,但解列运行或开环运行将导致系统可靠性下降。装设 AAT 装置能够自动快速地投入备用设备和电源,从而保证了解列或开环后系统供电的可靠性不受影响。

(3)简化继电保护。

采用 AAT 装置后,环形供电网络可以开环运行,变压器可以分列运行,使得系统中潮流的流向单一化,从而使继电保护的设置得到简化。

由于 AAT 装置简单、投资少、可靠性高,因此它是一种提高对用户不间断供电的经济且有效的技术措施。作为一种安全自动装置,AAT 在电力系统中得到广泛应用。

1.1.3 AAT 装置的基本要求

根据运行经验表明,AAT 装置在满足下列基本要求后,才能合理可靠地工作,更好地发挥其作用:

1. 工作母线电压不论因任何原因消失时,AAT 装置均应动作。

如图 1-1 中,高压工作母线、低压 I 段和低压 II 段工作母线电压消失的原因主要有:

(1)工作电源故障。如线路 L_1 故障,则高压母线电压消失;#1 主变故障,低压 I 段母线电压消失。

(2)母线本身故障。

(3)出线故障而出线断路器拒动。如 L_3 故障,但是出线断路器 QF_6 拒动,从而引起上级断路器 QF_2 动作,使得低压 I 段母线电压消失。

(4)电源断路器误跳。如 QF_8 、 QF_9 误跳,则高压母线失电; QF_1 、 QF_2 误跳,则低压 I 段母线失电。

(5)系统故障。如系统 1 故障,则高压母线电压消失。

以上各种原因造成工作母线失压时,AAT 装置都应该动作。

2. 只有在工作电源或设备断开后,才能投入备用电源或备用设备。

这一要求的目的是为了防止将备用电源或备用设备投入到故障元件上,造成备用设备的损坏,甚至事故的扩大。在图 1-1 中,如线路 L_1 故障,只有当 QF_8 断开后,AAT2 才能动作,使 QF_7 合闸,从而恢复对高压母线的供电。若 QF_8 还没有断开便将 QF_7 合闸,则会使线路 L_2 、断路器 QF_7 等一系列设备投入到故障元件 L_1 上,造成设备的损坏,引起对系统的冲击,并扩大事故范围。

3. AAT 装置应保证只动作一次。

当工作母线发生永久性故障,或出线上发生永久性故障且出线断路器拒动时,该要求可防止备用设备被多次投合到故障元件上,造成设备的损坏和事故的扩大。在图 1-1 中,当低压 I 段母线永久性故障,或线路 L_3 故障且 QF_6 拒动(也即相当于低压 I 段母线永久性故障),继电保护动作将 QF_2 断开。AAT1 装置检测到低压 I 段工作母线电压降低,因此动作将分段断路器 QF_3 投入运行。但由于故障仍然存在,继电保护会迅速将 QF_3 断开。 QF_3 断开后,AAT1 装

置仍然会检测到低压 I 段工作母线电压降低,如果将 QF_3 再次投入,是徒劳也是不明智的,其后果是严重损坏设备,扩大事故范围,所以 AAT 装置只应动作一次。

当 AAT 装置动作,将备用电源或备用设备投于故障元件时,其继电保护应加速动作,使备用设备尽早脱离故障。

4. 当备用电源无电压时,AAT 装置不应该动作。

原因之一是因为这时即使 AAT 装置动作,断路器投入,也取不到备用电。原因之二是工作电源和备用电源同时消失的情况,往往是由上级系统故障引起的。此时,若 AAT 装置动作,系统故障消失恢复供电后,所有的负荷全部由备用电源供电,引起备用电源的过负荷,降低供电可靠性。

5. 电压互感器二次侧的熔断器熔断时(只考虑熔断其中一只熔断器),AAT 装置不应动作。因为这时工作母线并未真正失去电压。

6. AAT 装置的动作时间,应以使负荷的停电时间尽可能短为原则。

发电厂厂用电源的 AAT 装置有“快速切换”和“慢速切换”两种方式。母线失电时间在 0.3s 以内的称为“快速切换”;母线失电时间在 1~1.5s 以内的称为“慢速切换”。

停电时间越短,对用户电动机自启动越有利。但停电时间过短,电动机残压可能较高,当 AAT 装置动作时,会产生过大的冲击电流和冲击力矩,导致电动机的损坏。对于低压电动机,因转子电流衰减极快,问题并不突出。对装有高压大容量电动机的厂用母线,中断电源的时间应在 1s 以上。

运行经验证明,AAT 装置的动作时间以 1~1.5s 为宜,低电压场合可减小到 0.5s。

7. 发电厂厂用备用电源自动投入装置,应同时满足几个工作电源的备用要求。

此要求有两个含义:

一是当一个备用电源同时作为几个工作电源的备用时,如果备用电源已经代替一个工作电源后,另一工作电源又被断开,必要时 AAT 装置应仍能动作自动投入,即要求一个备用电源能够同时代替几个工作电源。

二是在有两个备用电源的情况下,当两个备用电源为彼此独立的备用系统时,应各装设独立的 AAT 装置;当任一备用电源作为全厂各工作电源的备用时,AAT 装置应使该备用电源对全厂各工作电源都能实现自动投入。

1.2 AAT 装置的典型接线

本节介绍两种 AAT 装置的典型接线。

1.2.1 发电厂备用变压器的自动投入装置

图 1-2(a)所示为发电厂厂用电一次系统接线图。正常运行时, QF_1 、 QF_2 投运,厂变 T_1 对 I 段母线供电; QF_6 、 QF_7 投运,厂变 T_2 对 II 段母线供电; QF_3 、 QF_4 、 QF_5 断开, T_0 为明备用变压器。

现以低压 I 段母线为例来考虑,当由于某种原因使得低压 I 段母线失去电压时,AAT 装置应在满足基本要求的情况下,使 QF_3 、 QF_4 合闸,以使备用变压器 T_0 投入运行,恢复对低压 I 段母线的供电。

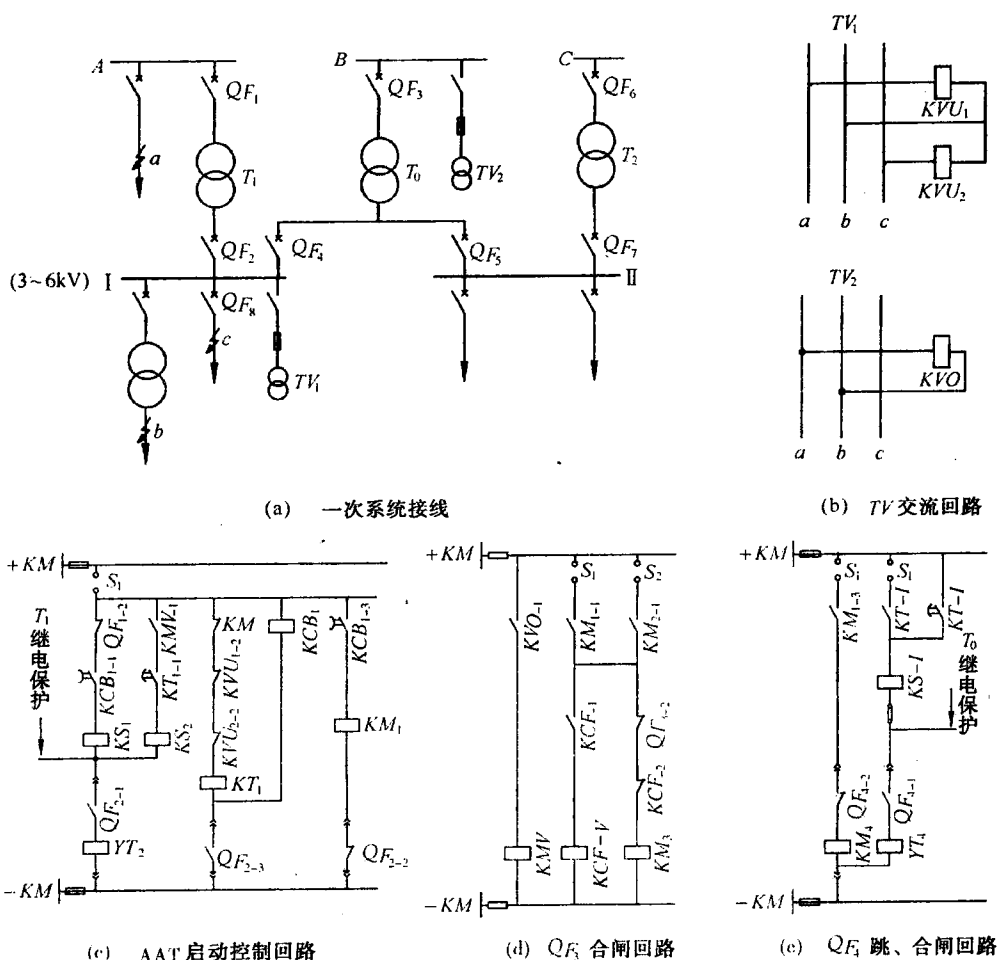


图 1-2 厂用电备用变压器自动投入装置接线图

1. 接线及工作原理

(1) 继电器情况介绍

电压互感器二次回路中的交流继电器(图 1-2(b)):

$KVVU_1, KVVU_2$ ——接于工作母线 I 段的电压互感器 TV_1 二次侧的低电压继电器线圈, 反应工作母线 I 段电压情况。

KVO ——接于备用母线(B 母线)电压互感器二次侧的过电压继电器线圈, 用于监视备用母线电压情况。

AAT 回路展开图中的直流继电器和线圈(图 1-2 (c)、(d)、(e)):

KT_1 ——1 段母线低电压启动的时间继电器;

KCB_1 ——控制 I 段母线 AAT 装置发出合闸脉冲时间的闭锁继电器;

KM_1 ——I 段母线 AAT 装置动作出口继电器;

KMV ——备用母线电压监视中间继电器;

KS_1, KS_2 ——信号继电器;

YT_2, YT_4 —— QF_2, QF_4 的跳闸线圈;

KM_3, KM_4 —— QF_3, QF_4 的合闸接触器;

S_1, S_2 ——I 段母线、II 段母线 AAT 投入开关,投入时相应触点接通,退出时相应触点断开。

(2) 正常运行状态下,各继电器的工作情况

工作母线 I 段 AAT 装置的手动操作开关 S_1 应处于投入状态,AAT 装置接入直流操作电源+KM。

工作母线 I 段有电压,因此, KVU_1, KVU_2 励磁,低电压启动回路中的常闭触点 KVU_{1-2}, KVU_{2-2} 断开。

备用母线(B 母线)有电压,接于备用母线电压互感器二次侧的过电压继电器线圈 KVO (如图 1-2(b)所示)励磁,备用电源电压监视回路中的 KVO_1 触点闭合, KMV 励磁,常开触点 KMV_1 闭合。

QF_2 投运,因此, QF_2 的常闭辅助触点 QF_{2-2} 断开;常开辅助触点 QF_{2-3} 闭合,AAT 闭锁支路中的 KCB_1 因而励磁,使得 AAT 出口回路中的 KCB_{1-3} 闭合, QF_1 联动跳闸回路中的 KCB_{1-1} 闭合。

(3) AAT 装置的动作过程

AAT 装置的目的是当工作母线电压消失时,投入备用电源,恢复对工作母线的供电。对照工作母线电压消失的原因和 AAT 装置的基本要求,有下列几种情况可启动 AAT 装置,促使备用电源投入:

1) 变压器 T_1 的继电保护动作,退出主变 T_1 时。

保护动作跳开主变 T_1 ,即跳 QF_1, QF_2 。 QF_2 跳闸,使得其常开辅助触点 QF_{2-3} 打开, KCB_1 失电,但 KCB_1 触点 KCB_{1-3} 是延时打开的。而在此同时,AAT 出口回路中的 QF_2 常闭辅助触点 QF_{2-2} 闭合, KM_1 动作,使得 I 段母线 AAT 回路中的常开触点 KM_{1-1} 闭合,合闸接触器 KM_3 励磁, QF_3 合闸;同时 I 段 AAT 使 QF_4 回路中的常开触点 KM_{1-3} 闭合,合闸接触器 KM_4 励磁, QF_4 合闸,完成备用变压器 T_0 的投运。

2) QF_1 由于某种原因误跳闸时。

QF_1 的跳闸使得其常闭辅助触点 QF_{1-2} 闭合,通过闭合的 KCB_{1-1} 触点和 QF_{2-1} 触点,使 QF_2 的跳闸线圈 YT_2 带电, QF_2 即因为 QF_1 的跳闸而联动跳闸。 QF_2 跳闸以后的动作情况如上述,备用变压器 T_0 投运。

3) 由于某种原因使得低压 I 段母线失去电压时。

当低压 I 段母线失去电压时,低压 I 段母线上的电压互感器电压降低,接于电压互感器二次侧上的低电压继电器 KVU_1, KVU_2 动作,使得其低电压启动支路中的常闭触点 KVU_{1-2}, KVU_{2-2} 闭合,时间继电器 KT_1 励磁。经过预定的延时后,低电压跳闸回路中的常开触点 KT_{1-1} 闭合,接通低电压跳闸回路, YT_2 带电使 QF_2 跳闸。 QF_2 跳闸以后的动作情况如 a 所述,备用变压器 T_0 投运。

(4) AAT 装置对基本要求实现的分析

从 AAT 装置的几种启动方式可以分析得出:

1) QF_2 的跳闸是促使备用电源投入运行的关键,要使 AAT 成功动作,都要经过 QF_2 跳闸这一过程。只有 QF_2 跳闸后,AAT 才能产生一系列的动作,最后导致 QF_3, QF_4 的合闸,实现第 2 条基本要求。

2) KCB_1 已失电,其触点 KCB_{1-3} 经过一定延时后已打开, KM_1 失磁, KM_{1-1}, KM_{1-3} 打开,切断了 QF_3, QF_4 的合闸回路,从而保证了 AAT 装置只能合闸一次,实现了第 3 条基本要求。

3) 接通低电压跳闸回路的时候,认为备用母线有电压, KMV_1 触点是闭合的(见正常运行状态继电器工作情况分析)。当备用母线没有电压时, KMV_1 触点是打开的,则不能经过低电压来启动跳闸,备用变压器 T_0 不投运,实现了第 4 条基本要求。

4) 低电压继电器 KVU_1 和 KVU_2 分别接在电压互感器二次侧的不同相间,当电压互感器二次侧任何一个熔断器熔断时, KVU_1 和 KVU_2 只能动作一个,而它们的触点 KVU_{1-2} 、 KVU_{2-2} 却是串联的,所以无法接通低电压启动回路,AAT 不能动作,实现了第 5 条基本要求。

5) AAT 装置的上述几种启动方式中,1)和 2)这两种方式是不需要经过时间继电器 KT_1 延时的,3)方式是需要经过时间继电器 KT_1 延时的。因为这种方式的情况可能是由于 a 点和 c 点短路引起的,如果是 c 点短路,只要断路器 QF_3 将故障切除后,工作母线的电压即可自动恢复,所以 AAT 装置通过延时来判断故障是否会被切除。 a 和 b 这两种方式都是将 QF_1 和 QF_2 跳闸,这种情况下工作母线电压不可能自动恢复,所以不必延时判断,以最快的方式投入备用电源即可,这实现第 6 条基本要求。

2. 参数整定计算

(1) 低电压继电器(KVU_1 、 KVU_2)的动作电压

按以下两个原则确定低电压继电器 KVU_1 、 KVU_2 的动作电压:

1) 躲过工作母线上的电抗器或变压器后发生短路故障时的母线残余电压。

如图 1-2(a)中 b 点短路,由于短路点位于变压器之后,短路发生时, I 段母线上仍有较高的残余电压可维持电动机运行,AAT 装置无需动作。所以

$$U_{act} = \frac{U_{rem}}{K_{rel} \cdot n_{TV}} \quad (1-1)$$

式中: U_{act} ——低电压继电器 KVU_1 和 KVU_2 的动作电压;

U_{rem} —— I 段母线的残余电压;

K_{rel} ——可靠系数,取 1.1~1.3;

n_{TV} ——电压互感器变比。

2) 躲过线路故障切除后电动机自启动的最低电压。

如图 1-2(a)中 c 点短路时, I 段母线电压很低,接近于零电压,低电压继电器必然动作(但由于有时延,备用电源 T_0 不会马上投入,见下面时间继电器 KT_1 动作时限的整定)。当出线断路器将故障切除后,由于电动机的自启动,母线电压不能立即恢复到额定值,此时低电压继电器仍应该可靠返回,AAT 装置不应动作,即

$$U_{ret} = \frac{U_{min}}{K_{rel} \cdot n_{TV}} \quad (1-2)$$

即

$$U_{act} = \frac{U_{min}}{K_{rel} \cdot n_{TV} \cdot K_{ret}} \quad (1-3)$$

式中: U_{ret} ——低电压继电器 KVU_1 、 KVU_2 的返回电压;

U_{min} ——线路故障切除后电动机自启动的最低电压;

K_{rel} ——可靠系数;

K_{ret} ——继电器 KVU_1 、 KVU_2 的返回系数。 KVU_1 、 KVU_2 是低电压继电器,故 K_{ret} 大于 1。

为了使 KVU_1 和 KVU_2 能在所接母线失压后可靠动作,低电压继电器 KVU_1 、 KVU_2 动作电压的整定值 U_{act} 应同时满足式(1-1)、式(1-3),故取 U_{act} 为式(1-1)、式(1-3)中较小者。根据运行经验,如动作电压 U_{act} 取额定电压 25%,一般可满足上两式条件。

(2) 时间继电器(KT_1)的动作时间

如按躲过线路故障切除后电动机自启动的最低电压参数整定计算中所述,当工作母线出线上 c 点发生故障使母线电压降低时,应首先由出线断路器将故障切除,而不应使 AAT 装置立即动作。所以,AAT 装置时间继电器 KT_1 动作时间的整定应与出线保护的動作时间配合。即

$$t_{KT_1} = t_{\max} + \Delta t \quad (1-4)$$

式中: t_{KT_1} —— KT_1 的动作时间;

$t_{\max}$ ——系统内发生能使 KVU_1 、 KVU_2 动作的故障时,系统切除此故障所需的最大动作时间;

Δt ——时间级差,取 $0.5 \sim 0.7$ s。

如果线路设有自动重合闸,并要求 AAT 装置与自动重合闸配合使用,则 AAT 应等待重合闸动作合闸一次,重合闸失败后再自动投入备用电源,因此 t_{KT_1} 除满足上式要求外,还应大于自动重合闸的周期时间。

(3) 闭锁继电器(KCB_1)的返回时间

由 AAT 装置的动作过程分析可知,控制 AAT 装置只动作一次的设备是闭锁继电器 KCB_1 ,当 KCB_1 返回后,AAT 装置不能再动作。所以 KCB_1 的返回时间应大于投入备用电源的断路器合闸时间(包括传动装置的动作时间),并小于两倍的合闸时间,以防止 AAT 装置动作两次。即

$$t_{on} < t_{KCB_1} < 2t_{on}$$

$$\text{或} \quad t_{KCB_1} = t_{on} + \Delta t \quad (1-5)$$

式中: t_{KCB_1} —— KCB_1 的返回时间;

t_{on} ——投入备用电源的断路器合闸时间(包括传动装置的动作时间);

Δt ——时间裕度,一般可取 $0.2 \sim 0.3$ s。

(4) 过电压继电器(KVO)的动作值

过电压继电器 KVO 用于监视并判断备用母线(备用电源)的电压是否处于正常范围之内。当备用母线(备用电源)无电压或电压低于允许值时,应阻止 AAT 装置动作。但在电动机自启动过程中,备用母线也可能低于额定值,这是正常的,过电压继电器 KVO 不应该返回,其触点仍然应处于闭合状态,使 AAT 装置能顺利动作。所以

$$U_{ret} = \frac{U'_{\min}}{K_{rel} \cdot n_{TV}} \quad (1-6)$$

即

$$U_{act} = \frac{U'_{\min}}{K_{rel} \cdot n_{TV} \cdot K_{ret}} \quad (1-7)$$

式中: U_{ret} ——继电器 KVO 的返回电压值;

U_{act} ——继电器 KVO 的动作电压值;

$U'_{\min}$ ——电动机自启动过程中备用母线可能出现的最低运行电压;

K_{rel} ——可靠系数。取 $1.1 \sim 1.2$;

K_{ret} ——返回系数。因 KVO 是过电压继电器,故 $K_{ret} < 1$,一般为 $0.85 \sim 0.9$ 。

一般 KVO 的动作电压不应低于额定电压的 70%。

1.2.2 母线分段断路器的自动投入装置

图 1-3、图 1-4 为母线分段断路器自动投入装置的部分原理图。正常运行时,高压 I 段通过 T_1 给低压 I 段母线供电,高压 II 段通过 T_2 给低压 II 段母线供电,分段断路器 QF_5 断开。

现分析 T_2 故障,低压 II 段母线失电时,分段断路器 QF_5 将自动投入,通过低压 I 段母线向低压 II 段母线供电。图 1-3 为分段断路器 QF_5 的 AAT 装置原理图,图 1-4 为对应的展开图。

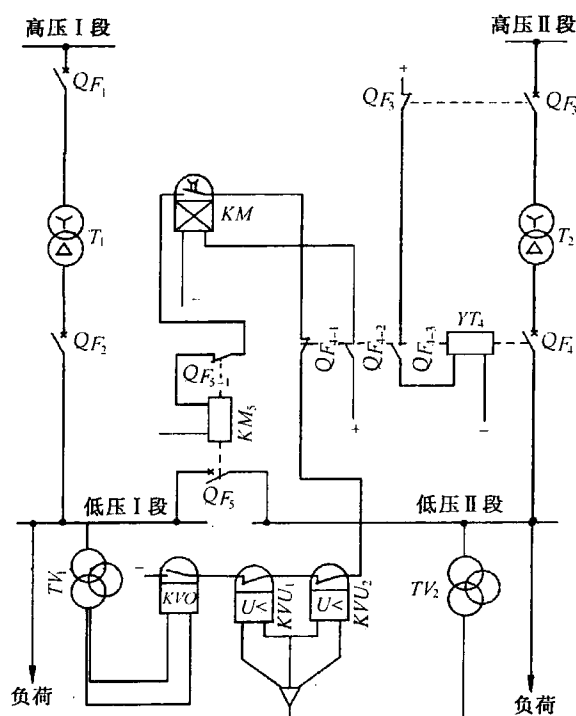


图 1-3 分段断路器 QF_5 的 AAT 原理图

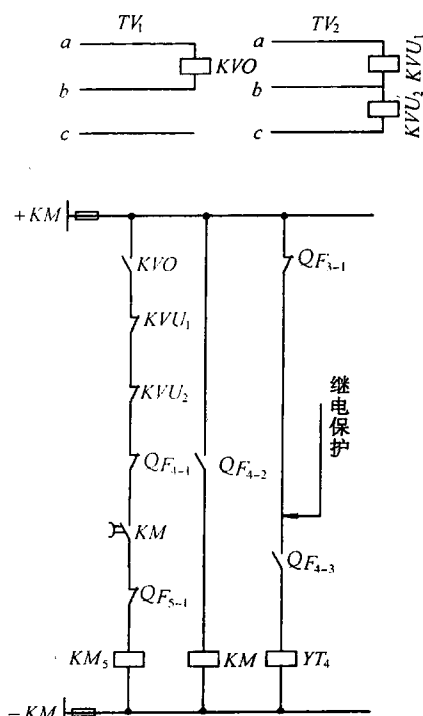


图 1-4 分段断路器 QF_5 的 AAT 展开图

1. 继电器

电压互感器二次侧交流回路中的继电器:

KVO ——I 段工作母线电压监视继电器,反映备用电源的电压情况。当备用电源无电压时,应阻止自动投入装置的动作。

$KVVU_1$ 、 $KVVU_2$ ——II 段工作母线低电压继电器。反映工作母线(II 段母线)的电压情况。

其他继电器及线圈:

KM ——中间继电器。确保自动投入装置只动作一次。

YT_4 —— QF_4 跳闸线圈。

KM_5 —— QF_5 合闸接触器。

2. AAT 装置的动作过程

在低压 I 段母线供电正常时,继电器 KVO 励磁, KVO 常开触点闭合。正常运行时,分段断路器 QF_5 断开,其常闭触点 QF_{5-1} 闭合。

当 T_2 发生故障时, QF_4 的跳闸线圈励磁,促使 QF_4 跳闸。 QF_4 跳闸后, QF_4 常闭辅助触点