



21 世纪高等学校规划教材
Textbook Series of 21st Century

电力系统自动装置

张 瑛 赵 芳 李全意 编



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>



21 世纪高等学校规划教材
Textbook Series of 21st Century

电力系统自动装置

张 瑛 赵 芳 李全意 编
谷水清 主审



中国电力出版社
<http://jc.cepp.com.cn>

内 容 提 要

本书为 21 世纪高等学校规划教材。

本书主要讲述了电力系统自动装置的基本工作原理，其中微机型自动装置为重点介绍内容。全书共分七章，主要内容为：备用电源和设备自动投入、输电线路三相自动重合闸、自动并列装置、同步发电机的励磁调节系统、电力系统自动调频、自动按频率减负荷和其他安全自动装置和故障录波装置。

本书可作为高等工程类院校电力工程及其自动化及相关专业、专科教材，也可供相关工程技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

电力系统自动装置/张瑛编. —北京：中国电力出版社，2006

21 世纪高等学校规划教材

ISBN 7 - 5083 - 4603 - 3

I. 电... II. 张... III. 电力系统—自动装置—高等学校—教材 IV. TM76

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 089491 号

中国电力出版社出版、发行

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

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2006 年 8 月第一版 2006 年 8 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 13.5 印张 316 千字

印数 0001—3000 册 定价 19.80 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

本书是按电力工程类高等学校“电力系统自动化专业”教学内容编写。本书讲述了电力系统自动装置的工作原理,并对装置的调整试验和运行特性作了一定的分析。在选取自动装置时,注重与生产实际相结合,以微机自动装置技术的应用为主;考虑到电磁型和半导体型自动装置易于初学者理解,书中也进行了一些介绍。带*的部分为选学内容,可根据教学要求选讲或学生自学。

第一、三章及附录一由沈阳工程学院张瑛编写,第四章由山东电力高等专科学校赵芳编写,第二、五、六、七章由郑州电力高等专科学校李全意编写,全书编写的组织和统稿工作由张瑛完成。全书由沈阳工程学院谷水清教授审阅,并对本书的编写提出许多宝贵意见,在此表示衷心地感谢。

限于编者水平,书中不妥和错误之处,恳切希望读者批评指正。

编 者

2006年4月

目 录

前言	
绪论	1
第一章 备用电源和设备的自动投入	2
第一节 备用电源和设备自动投入的基本概念	2
第二节 对 AAT 装置的基本要求	3
第三节 备用电源自动投入装置接线原理	4
第四节 微机型备用电源自动投入装置	8
第五节 发电厂厂用电源的切换方式	13
第六节 厂用电源的快速切换装置	14
第二章 输电线路自动重合闸	25
第一节 概述	25
第二节 三相一次自动重合闸	26
第三节 常见的双电源线路三相自动重合闸	34
第四节 自动重合闸与继电保护的配合	41
第五节 输电线路综合自动重合闸概述	42
第六节 微机综合自动重合闸的特殊问题	43
第七节 与微机综合自动重合闸有关的接线	46
第三章 自动并列装置	50
第一节 自动并列基本原理	50
第二节 自动准同步装置基本工作原理	58
第三节 微机型自动准同步装置举例	64
第四节 模拟式自动准同步装置基本原理	74
第五节 手动准同步	84
第四章 同步发电机的励磁调节系统	89
第一节 概述	89
第二节 同步发电机励磁系统类型	95
第三节 励磁系统中的整流电路	99
第四节 自动励磁调节装置的工作原理	106
第五节 励磁调节器静特性调整	118

第六节	并联运行机组间无功功率的合理分配	121
第七节	继电强行励磁装置与同步发电机的灭磁	124
第八节*	励磁系统稳定器	129
第九节*	电力系统稳定器(PSS)	137
第十节	微机励磁调节器	150
第五章	电力系统自动调频	164
第一节	频率调节概述	164
第二节	电力系统负荷变化与调频措施	165
第三节	电力系统的频率特性	166
第四节	调速器原理	169
第六章	自动按频率减负荷和其他安全自动装置	177
第一节	自动按频率减负荷概述	177
第二节	自动按频率减负荷工作原理	179
第三节	有关自动按频率减负荷装置的几个问题	181
第四节	自动按频率减负荷装置	185
第五节	电力系统的稳定控制	188
第七章	故障录波装置	192
第一节	概述	192
第二节	故障录波器的启动判据和录波数据的记录、存储	193
第三节	故障录波器结构模式	196
第四节	对故障录波器的基本要求	200
附录	202
附录一	DSA2362 型双绕组变压器及低压分段备自投原理简介	202
附录二	文字符号说明	207
参考文献	208

绪 论

电力系统安全自动装置是电力系统失去稳定性和避免电力系统发生大面积故障的自动保护装置。随着经济建设的发展,我国电网系统的规模日益庞大,电压等级越来越高,发电机容量也越来越大。为了保证电网的安全稳定运行,保证电能质量,提高电网的经济效益,必须借助电力系统自动装置来实现。只有通过电力系统自动装置才能完成对电力系统及其设备的监视、控制、保护和信息传递。

从广义方面来说,电力系统自动装置包含所有与电力系统自动化技术有关的自动装置。本书只介绍应用于发电厂和变电所的一些自动操作和自动调节装置,例如备用电源和备用设备自动投入装置、自动重合闸装置,同步发电机自动并列装置、自动按频率减负荷装置、同步发电机自动调节励磁装置、自动调频装置和故障录波器等。

备用电源和备用设备自动投入装置,是一种在工作电源发生故障时能将备用电源自动投入工作的装置。自动重合闸装置与继电保护装置配合,在继电保护动作后,将被保护跳开的断路器重新合上,对保证电网供电的连续性、可靠性有着重大意义。自动同步装置可将发电机组迅速投入系统,或将分开的线路断路器正确投入,以满足用户的用电需求,确保系统的安全和稳定。同步发电机自动励磁调节装置可维持电力系统正常运行时的电压水平,使机组之间的无功功率分配更加合理,同时还可以提高电力系统的稳定性。自动调频装置则是在正常运行时维持电力系统的频率水平,分配机组之间的有功功率和实现经济运行。自动按频率减负荷装置能在电力系统因事故发生功率缺额而引发的频率降低时,自动地切除一些非重要负荷,保证电力系统的稳定运行和重要负荷的供电。故障录波装置在电力系统发生故障和震荡时能快速起动,记录下系统中有关电气参数的变化,有利于对故障的分析,积累运行经验,提高运行水平,对保证电力系统安全运行有着十分显著的作用。上述自动装置在电力系统中应用相当普遍,直接为电力系统安全、经济运行和保证电能质量服务,发挥着极其重要的作用。

电力系统自动装置经历了从电磁型到晶体管型、再到现在的数字型的发展过程。随着微处理器的诞生和现代控制技术、信息技术的进展,电力自动装置技术指标和功能的提升发生了质的飞跃,由单个装置独立工作到具备接入发电厂分布式控制系统(DCS)和变电所微机监控系统(SNCS)的功能。

微型自动装置具有高可靠性、高准确度、高速度的优点,许多微型自动装置能提供清晰的人机界面,操作简单、便捷,调试方便。由于微型自动装置的显著优势,使其正在取代传统的模拟式自动装置,并将随着现代计算机技术和控制技术不断发展而不断更新换代。

第一章 备用电源和设备的自动投入

第一节 备用电源和设备自动投入的基本概念

备用电源和备用设备自动投入装置，是当工作电源因故障被断开以后，能迅速自动地将备用电源或备用设备投入工作，使用户不致于停电的一种装置，以下简称 AAT 装置。主要用于 110kV 以下的中、低压配电系统中，是保证电力系统连续可靠供电的重要设备之一。

一般在下列情况下，应装设备用电源和备用设备的自动投入装置。

- (1) 装有备用电源的发电厂厂用电源和变电所所用电源；
- (2) 由双电源供电，其中一个电源经常断开作为备用的变电所；
- (3) 降压变电所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 所示为电力系统使用 AAT 装置的几种典型一次接线图。

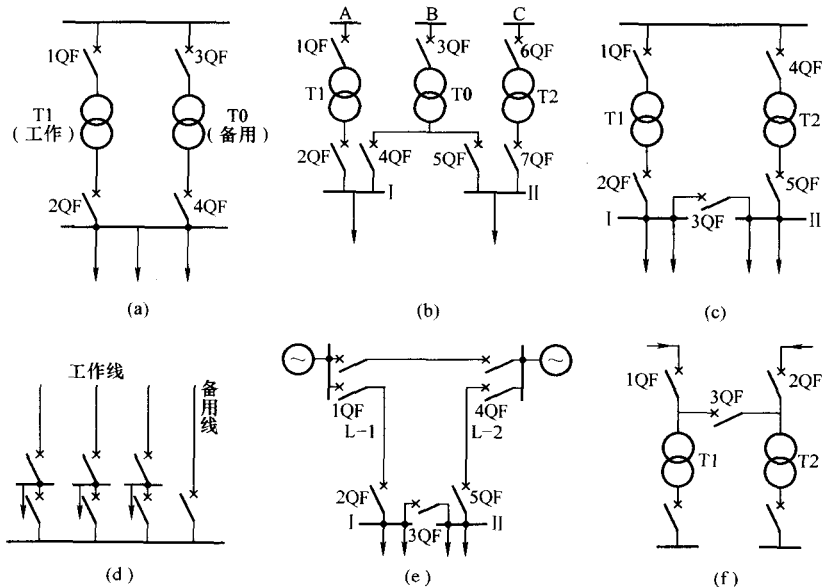


图 1-1 应用 AAT 装置典型一次接线图

图 1-1 (a) 所示为备用变压器自动投入的典型一次接线。图中 T1 为工作变压器，T0 为备用变压器。正常情况下 1QF、2QF 闭合，T1 投入运行；3QF、4QF 断开，T0 不投入运行，工作母线由 T1 供电。当工作变压器 T1 发生故障时，T1 的继电保护动作，使 1QF、2QF 断开，然后 AAT 装置动作将 3QF、4QF 迅速闭合，使工作母线上的用户由备用变压器 T0 重新恢复供电。

图 1-1 (e) 所示的接线，正常情况下变电所的 I 段和 II 段母线分别由线路 L-1 和 L-2 供电，分段断路器 3QF 断开。当线路 L-1 发生故障时，线路 L-1 的继电保护动作将断路器 1QF、2QF 断开，然后 AAT 装置动作将分段断路器 3QF 迅速闭合，使接在 I 段母线上的

用户由线路 L-2 重新恢复供电。

图 1-1 (f) 主要用在中小容量发电厂和变电所, 高压侧为内桥接线, 正常为两条线路和两台变压器同时运行。当线路故障时, 故障线路断路器 1QF (或 2QF) 断开, 内桥断路器 3QF 自动投入。

比较图 1-1 中各种使用 AAT 装置的典型一次接线图可见, 备用电源的备用方式有两种: 第一种备用方式是装设有专用的备用电源或设备, 称为明备用, 如图 1-1 中的 (a)、(b)、(d) 所示。明备用电源通常只有一个, 根据实际情况和备用电源的容量不同, 一个明备用电源可以同时为两个或几个工作电源作备用。第二种备用方式是不装设专用的备用电源或设备, 而是工作电源或设备之间的互为备用, 称为暗备用。如图 1-1 中的 (c)、(e)、(f) 所示。在暗备用方式中, 每个工作电源的容量应根据两个分段母线的总负荷来考虑, 否则在 AAT 动作后, 要减去相应负荷。

从图 1-1 所示接线的工作情况可以看出, 采用 AAT 装置后有以下优点:

(1) 提高供电的可靠性, 节省建设投资;

(2) 简化继电保护。因为采用了 AAT 装置后, 环形网络可以开环运行, 如图 1-1 (e) 所示继电保护装置可以简化;

(3) 限制短路电流、提高母线残余电压。在受端变电所, 如果采用开环运行和变压器分裂运行, 将使短路电流受到一些限制, 供电母线上的残余电压相应也提高一些。在某些场合, 由于短路电流受到限制, 不需要再装出线电抗器, 这样, 既节省了投资, 又方便了运行维护。

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、变电所及工矿企业中得到了广泛的应用。

第二节 对 AAT 装置的基本要求

在发电厂和变电所, 装设在不同场合下的 AAT 装置可以有各种不同的主接线方案, 但对其主接线的基本要求却相同, 概述如下。

(1) 保证在工作电源或设备确实断开后, 才投入备用电源或设备。假如工作电源发生故障, 当其断路器尚未断开时就投入备用电源, 这就造成将备用电源投入到故障元件上, 势必扩大事故, 加重故障设备的损坏程度。

(2) 不论因任何原因工作电源或设备上的电压消失时, AAT 装置均应动作。以图 1-1 (b) 为例, 工作母线 I 段或 II 段可能失去电压的原因有: 工作变压器 T1 或 T2 发生故障; I 段或 II 段母线发生短路故障; I 段或 II 段母线上的出线发生短路故障而出线断路器没有断开; 因操动机构、控制回路或者保护回路等原因, 使断路器 1QF、2QF 或 6QF、7QF 误跳闸; 系统侧故障使工作母线 A 或 C 失去电压等。所有这些情况 AAT 装置都应动作, 使备用变压器 T0 投入工作, 以提高用户供电可靠性。为实现这一要求, AAT 装置应设有独立的低电压起动部分。

(3) AAT 装置应保证只动作一次。当工作母线发生永久性短路故障或引出线上发生未被其断路器断开的永久性短路故障时, 备用电源第一次投入后, 由于故障仍然存在, 继电保护装置动作将备用电源断开。以后, 不允许再次投入备用电源, 以免对系统造成不必要的再

次冲击。

(4) 发电厂用 AAT 装置, 除满足上面几项基本要求外, 还应符合下列要求。

1) 当一个备用电源同时作为几个工作电源的备用时, 如备用电源已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。

2) 有两个备用电源的情况下, 当两个备用电源为两个彼此独立的备用系统时, 应各装设独立的自动投入装置; 当任一备用电源都能作为全厂各工作电源的备用时, 自动投入装置应使任一备用电源都能对全厂各工作电源实行自动投入。

3) AAT 装置在条件可能时, 可采用带有检定同步的快速切换方式; 也可采用带有母线残压闭锁的慢速切换方式及长延时切换方式。

(5) 应校验备用电源和备用设备自动投入时过负荷的情况, 以及电动机自起动的情况, 如过负荷超过允许限度, 或不能保证自启动时, 应有自动投入装置动作于自动减负荷。

(6) 当备用电源自动投入装置动作时, 如备用电源或设备投于永久故障, 应使其保护加速动作。

(7) AAT 装置的动作时间, 以使用户的停电时间尽可能短为原则。所谓 AAT 装置动作时间, 即指从工作母线受电侧断路器断开到备用电源投入之间的时间, 也就是用户供电中断的时间。停电时间短对用户有利。但当工作母线上装有高压大容量电动机时, 工作母线停电后因电动机反送电, 使工作母线残压较高, 若 AAT 装置动作时间太短, 会产生较大的冲击电流和冲击力矩, 损坏电气设备。所以, 考虑这些情况, 动作时间不能太短。运行实践证明, 在有高压大容量电动机的情况下, AAT 装置的动作的时间以 1~1.5s 为宜, 低电压场合可减小到 0.5s。

(8) 备用电源不满足有压条件, AAT 装置不应动作。电力系统故障有可能使工作母线、备用母线同时失电, 此时 AAT 不应动作, 以免负荷由于 AAT 装置动作而转移。特别是当一个备用电源对多段工作母线备用的情况, 如此时 AAT 装置动作造成所有工作母线上的负荷全部转移到备用电源上, 易引起备用电源过负荷。

第三节 备用电源自动投入装置接线原理

在电力系统和厂矿企业, 应用 AAT 装置接线形式多样, 方案不一, 但基本原理都比较相似。本节主要讨论由继电器构成的备用变压器明备用方式 AAT 装置典型接线的工作原理和参数选择。

一、AAT 装置的工作原理

1. 接线

发电厂厂用备用变压器自动投入装置的原理接线图, 如图 1-2 所示, 它也适用于变电所备用变压器上, 其他场合备用电源自动投入装置的接线与之相似。装置由起动部分和合闸部分组成, 起动部分由 1KV、2KV、1KT、KV 及 3KM 组成, 合闸部分由 1KM、2KM 组成。T1 为工作变压器, T0 为备用变压器。AAT 装置中的继电器、开关元件有:

1KV, 2KV——反应 I 母线电压降低的低电压继电器;

1KT——低电压起动 AAT 装置的时间继电器;

1KM——控制 AAT 装置发出合闸脉冲时间的闭锁继电器, 为瞬动延返, 当其励磁时触

点闭合，当其线圈失电时触点经一定延时后才断开；

2KM——AAT 装置动作的出口中间继电器；

KV——反应备用电源母线有、无电压的过电压继电器；

3KM——备用电源电压监视中间继电器；

1SA——AAT 装置切换开关；

2YT、4YT——2QF、4QF 跳闸线圈；

3YC、4YC——2QF、4QF 合闸线圈；

KCF——防跳继电器；

1KS、2KS——信号继电器。

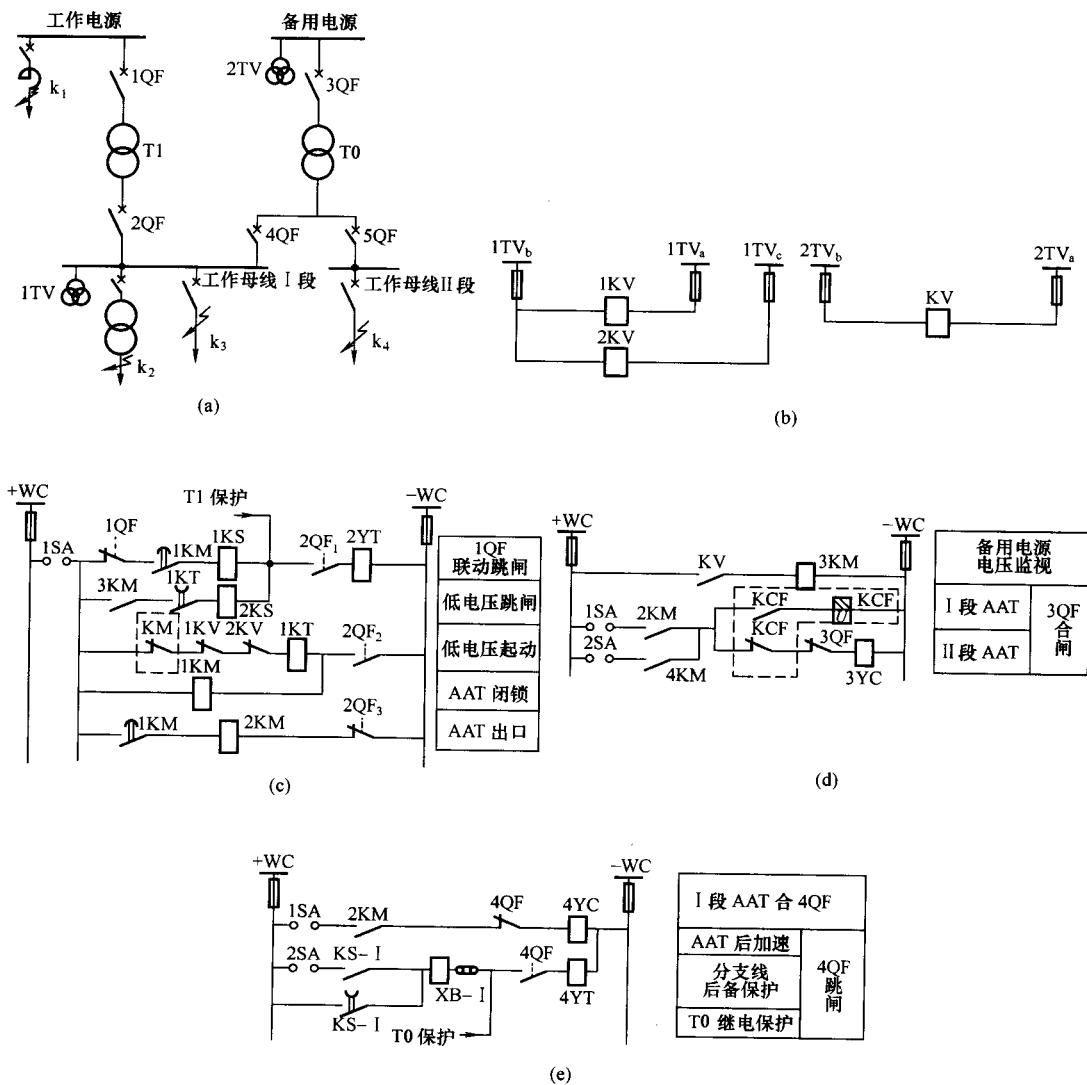


图 1-2 厂用备用变压器 AAT 装置原理接线图

(a) 一次接线图；(b) 交流电压回路；(c) 2QF 跳闸控制回路；

(d) 3QF 合闸回路；(e) 4QF 合闸回路

2. 工作原理

(1) 在正常情况下, 1QF、2QF 处于合闸状态, 操作 1SA 将 I 母线 AAT 装置投入, 工作母线 I 段和备用电源母线均有电压, 低电压继电器的 1KV、2KV 动断触点断开, 过电压继电器 KV 处于动作状态, 其动合触头闭合, 3KM 处于励磁动作状态, 动合触点闭合, 同时, 2QF 辅助触点 2QF₂ 闭合, 使 1KM 闭锁继电器励磁, 为 AAT 装置动作出口作好准备。

(2) 当变压器 T1 的继电保护装置 (主保护或后备保护) 动作时, 2YT 动作, 使断路器 2QF 跳闸 (联跳 1QF)。2QF 跳闸后, 2QF 辅助触点 2QF₂ 打开, 使 1KM 立即失磁, 因 1KM 动合触点延时打开, 2QF 辅助触点 2QF₃ 闭合, 2KM 立即得电动作。2KM 动作后, 通过闭合 2KM 动合触点使 3QF、4QF 的合闸接触器 3YC、4YC 通电, 3QF 和 4QF 合闸。合闸后, 由于 1KM 延时断开的动合触点已打开, 于是 2KM 失磁, 3QF、4QF 的合闸线圈 3YC、4YC 断电, 从而保证了 AAT 装置只动作一次。

(3) 当 1QF 误断开时, 由于切换开关 (1SA) 指示的位置为投入, 而断路器主触头实际为断开, 呈现位置不对应状态, AAT 装置通过 1QF 辅助触点和 2QF 辅助触点 2QF₁ 使 2QF 的跳闸线圈 2YT 通电, 使 2QF 跳闸。2QF 跳闸后, AAT 装置动作情况如上所述。同理, 2QF 误断开时也有类似的动作过程。这就说明 AAT 装置能弥补断路器误动作时的供电可靠性。

(4) 当工作母线失去电压时, 1KV、2KV 动作, 其动断触点闭合, 起动时间继电器 1KT。若备用电源母线有电压, KV 动作, 使 3KM 处于动作状态, 经 1KT 预定延时时间后, 2YT 通电使 2QF 跳闸并联动跳 1QF, 然后将备用电源投入。若备用电源母线无电压, 3KM 处于失磁状态, 1QF、2QF 不跳闸, 备用电源不能投入。

如果备用电源自动投入到永久性故障上时, 则由设置在备用变压器 T0 的继电保护加速切除 (图 1-2 中 T0 继电保护未示出)。

由上述分析可看出, 图 1-2 所示的 AAT 装置接线是满足基本要求的。

二、AAT 装置的接线特点

(1) 采用位置不对应方式起动 AAT 装置, 即切换开关处于投入位置而供电元件受电侧断路器处于跳闸位置, 两者位置不对应时, AAT 装置起动。此起动方式简单明了, 动作可靠, 并且可加强断路器误动作时的供电可靠性。

(2) 设有独立的低电压起动部分。为防止电压互感器二次侧断线时 AAT 装置的误动作, 采用两个低压继电器 1KV、2KV 接在不同的相别上, 将其触点串联, 所以低电压起动部分动作是可靠的。

(3) AAT 装置一次合闸脉冲, 采用 1KM 继电器的延时打开动合触点控制一次合闸脉冲, 保证 AAT 装置只将备用电源投入一次的基本要求, 电路简单、控制可靠。

三、参数整定

1. 低电压继电器 1KV、2KV 的动作电压值整定原则

(1) 接在工作母线上的电抗器或变压器后发生短路故障 (如图 1-2 中, k_1 、 k_2 点) 时, 低电压继电器不应动作。因为这两点发生短路时母线电压虽然下降, 但残余电压相当高, AAT 装置不应动作。因此, 1KV、2KV 的动作电压 U_{op} 为

$$U_{op} = \frac{U_{cy}}{K_{rel} n_{TV}} \quad (1-1)$$

式中 U_{op} ——1KV、2KV 的动作电压；

U_{cy} —— I 母线残余电压；

K_{rel} ——可靠系数，取 1.1~1.3；

n_{TV} ——电压互感器变比。

(2) 在工作母线的引出线上发生短路故障（如图 1-2 中 k_3 点）时，故障由引出线继电保护切除后，低电压继电器的动作电压应躲过电动机自启动时的最低母线电压。

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

式中 K_r ——返回系数，一般取 0.85~0.9。

考虑上述两点，一般选择 1KV、2KV 的动作电压值等于母线额定电压的 25% 即可。

2. 时间继电器 1KT 的动作时限值

当系统发生使低电压继电器 1KV、2KV 动作的短路故障时，为保证 AAT 装置的选择性，应先由系统的继电保护切除故障而不应使 AAT 装置起动，所以 1KT 的动作时限值应满足

$$t_{1KT} = t_{op, max} + \Delta t \quad (1-3)$$

式中 $t_{op, max}$ ——当网络内发生使低电压继电器动作的短路故障时，切除该短路故障的系统继电保护最大动作时间；

Δt ——继电保护时间裕度，一般取 0.5s。

3. 闭锁继电器 1KM 延时返回时间值

1KM 延时返回时间值决定 AAT 装置动作次数。要保证 AAT 装置只动作一次，1KM 延时返回时间值 t_{1KM} 既应大于 3QF 或 4QF 的合闸时间 t_{on} （包括传动装置的动作时间），又要小于 3QF 或 4QF 两倍合闸时间，即

$$t_{on} < t_{1KM} < 2t_{on} \quad (1-4)$$

或

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

式中 Δt ——时间裕度，取 0.2~0.3s。

4. 过电压继电器 KV 的动作电压值

KV 的动作电压值整定应考虑如下情况：备用电源母线带第 II 段工作母线运行时，出线上的故障被该出线断路器切除后（如图 1-2 中 k_4 点故障），由于电动机的自启动影响，备用电源母线出现最低运行电压 U_{min} 时，继电器 KV 仍应保持动作状态，以使 I 段工作母线的 AAT 装置辅助低电压起动部分仍能起动，故继电器 KV 的动作电压 U_{op} 为

$$U_{op} = \frac{U_{min}}{K_{rel} K_r} \quad (1-6)$$

式中 K_{rel} ——可靠系数，取 1.1~1.2；

K_r ——返回系数，过电压继电器 $K_r > 1$ 。

一般， U_{op} 取值不应低于备用母线额定电压的 70%。

5. 接线的简化

通过对图 1-2 AAT 装置原理接线图的分析可知，除系统侧故障使工作母线失去电压，AAT 装置辅助低电压起动部分动作外，其他情况下都不经辅助低电压起动部分而动作。由

此考虑到, AAT 装置接线中辅助低电压起动部分能否取消的问题, 如果可行, 这对简化 AAT 装置接线, 提高 AAT 装置动作的可靠性是有好处的。为此我们再回顾一下低电压起动部分的作用。

低电压继电器 1KV、2KV 的主要作用是当系统侧的故障使工作母线失去电压时, 跳开供电元件受电侧断路器而起动 AAT 装置, 同时可作 I 母线及所有出线保护的后备, 当然前者是主要的。

过电压继电器 KV 的作用是防止系统侧的故障使工作母线、备用母线同时失压而造成 AAT 装置不必要的动作。若取消过电压继电器, 势必造成此情况下各段工作母线的 AAT 均动作, 将全部负荷投到无电压的备用变压器上。一旦系统恢复正常, 可能造成备用变压器过负荷, 这就要求进行复杂的倒闸操作将负荷重新投到工作变压器上。

根据低电压继电器和过电压继电器所起的作用, 很显然, 当工作部分和备用部分由同一电源供电时, 如图 1-1 (a) 或 (c), 辅助低电压起动部分可以省去, 并不影响 AAT 装置的效果。

对于其他供电情况下的 AAT 装置接线, 可参照图 1-2 的 AAT 接线原则拟制。

第四节 微机型备用电源自动投入装置

微机型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。

一、微机备自投装置的特点

随着电力综合自动化技术的发展, 微机备自投装置与由常规继电器组合来实现的备自投装置相比, 在实现方式和逻辑功能上有很大的不同。微机备自投装置也要满足第二节提出的基本要求, 但往往是通过逻辑判断来实现, 具有以下特点。

(1) 对于工作电源确实断开后备用电源才允许投入的基本要求。微机备自投装置在工作电源失压后, 无论其进线断路器是否跳开, 即使已测定其进线电流为零, 但还是要先跳开该断路器, 并确认是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。例如工作电源故障保护拒动, 被其他地方后备保护切除, 若备自投装置动作, 会将备用电源合于故障的工作电源上。

(2) 工作母线失压时还必须检查工作电源无流, 才能启动备自投, 以防止 TV 二次三相断线造成误投。

(3) 备用电源自投切除工作电源断路器时, 必须经延时切除工作电源进线断路器, 这是为了躲过工作母线引出线故障造成的母线电压下降。因此延时时限应大于最长的外部故障切除时间, 但是在有的情况下, 可以不经延时直接跳开进线断路器, 以加速合上备用电源。例如, 工作母线进线侧的断路器跳开, 且进线侧无重合闸功能时, 或当手动合上备用电源时, 就要求不经延时直接跳开工作电源进线断路器。

(4) 手动、就地或遥控跳开工作电源断路器时, 备自投装置不应动作。

(5) 应具有闭锁备自投装置的功能。每套备用电源自投装置均应设置有闭锁备用电源自投的逻辑回路, 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。

(6) 备用电源不满足有压条件，微机型备用电源自投装置不应动作。

(7) 微机型备用电源自投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，在阐述备用电源自投装置逻辑程序时广泛采用电容器“充放电”来模拟这种功能。备用电源自投装置满足启动的逻辑条件，应理解为“充电”条件满足；延时启动的时间应理解为“充电时间”，“充电时间”到后就完成了全部准备工作；当备用电源自投装置动作后，或者任何一个闭锁及退出备用电源自投条件存在时，立即瞬时完成“放电”。“放电”就是模拟闭锁备用电源自投装置，放电后就不会发生备用电源自投装置第二次动作。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。

微机备自投装置一般由硬件部分和软件部分组成。

二、微机备用自动投入装置的硬件结构

微机备用自动投入装置的硬件结构如图 1-3 所示。

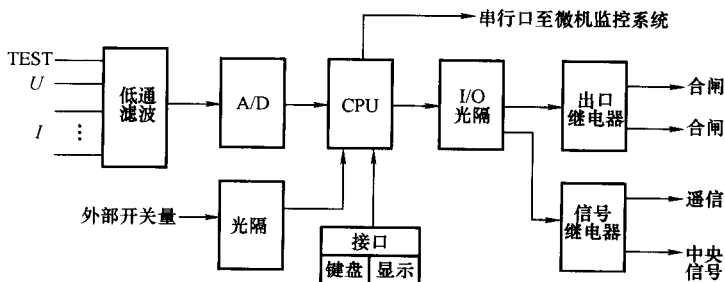


图 1-3 微机备用自动投入装置硬件结构方框图

外部电流和电压输入经变压器隔离变换后，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。

这是一个较简单的单 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 类型，宜采用普通的 A/D 转换器。开关量输入输出仍要求经光耦处理，以提高抗干扰能力。

三、微机备用电源自动投入装置的软件原理

微机备自投装置的应用方式，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案不同，可有进线备自投、桥开备自投和低压母线分段备自投等功能模式。每种功能模式又有几种运行方式。

1. 进线备自投单母线不分段备自投模式

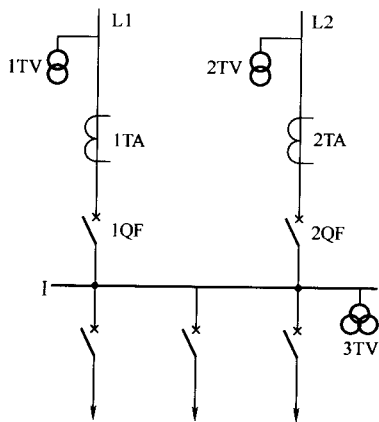


图 1-4 电源进线明备用示意图

图 1-4 示出了应用微机备自投装置的电源进线明备用示意图。一般在农网配电系统、小型变电所或在厂用电系统中使用。

设电源进线 L1 和 L2 中只有一个作为主电源，另一个作为备用电源，母线 I 为单母线，为明备用方式。可以有如下两种工作方式。

方式 1：当 L1 作为主电源时，进线 L1 断路器 1QF 合闸，进线 L2 断路器 2QF 分闸，处于备用状态。当 1QF 因故障跳开时，母线 I 失电，此时 2QF 合闸，由 L2 给母线 I 供电。

方式 2：当 L2 作为主电源时，进线 L2 断路器 2QF 合闸，进线 L1 断路器 1QF 分闸，处于备用状态。当 2QF 因

故跳开时，母线 I 失电，此时 1QF 合闸，由 L1 给母线 I 供电。

2. 进线单母线分段备自投或桥备自投模式

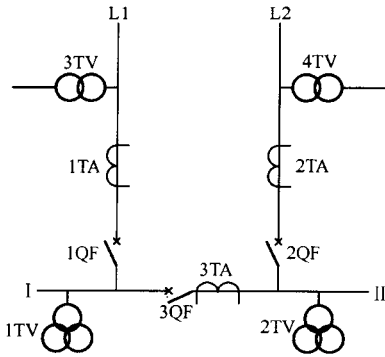


图 1-5 母线分段或桥备自投方式

单母线分段或桥断路器的接线方式如图 1-5 所示。L1 及 L2 均是工作电源，正常运行时工作母线分段运行，进线 L1 断路器 1QF 合闸，给母线 I 供电，进线 L2 断路器 2QF 合闸，给母线 II 供电，分段断路器 3QF 分闸，两段母线互为备用。当 I 母（或 II 母）失电时，1QF（或 2QF）分闸，3QF 合闸，迅速恢复对用户供电。这种母线 I 或母线 II 既是工作电源又起备用的方式为暗备用方式。有以下的备用电源工作方式：

方式 1：母线 I、II 分列运行，分别为 L1 线、L2 线供电。如 II 母失电，则跳开 2QF 后，3QF 自动合上，母线 I 由 L1 供电。

方式 2：母线 I、II 分列运行，分别为 L1 线、L2 线供电。如 I 母失电，则跳开 1QF 后，3QF 自动合上，母线 I 由 L2 供电。

方式 3：3QF 合闸，母线 I、II 合并为一条母线，由 L2 供电，1QF 断开。如 I、II 母失电，则跳开 2QF 后，1QF 自动合上，母线 I、II 由 L1 供电。

方式 4：3QF 合闸，母线 I、II 合并为一条母线，由 L1 供电，2QF 断开。如 I、II 母失电，则跳开 1QF 后，2QF 自动合上，母线 I、II 由 L2 供电。

方式 1、方式 2 为暗备用方式，多用于桥备自投。方式 3、方式 4 为明备用方式，多用于进线备自投。

ATT 实现方式 1 和方式 2 的 ATT 其工作原理的逻辑框图如图 1-6 所示。

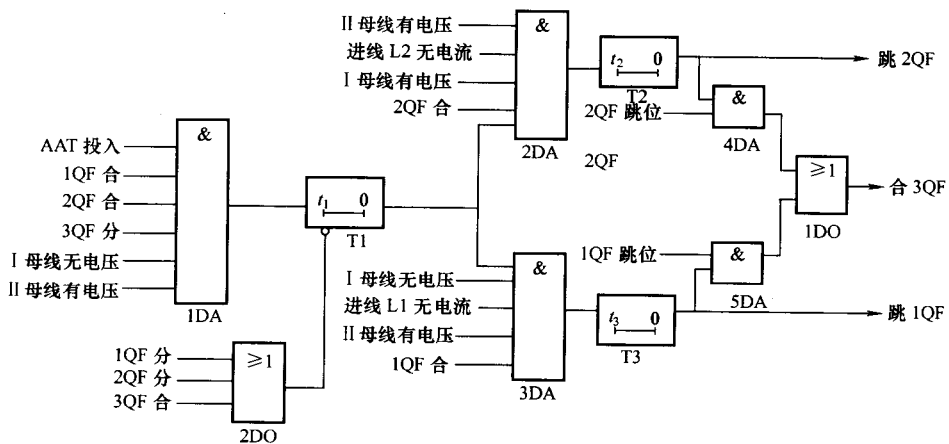


图 1-6 桥备自投工作于方式 1 和方式 2 的逻辑原理框图

正常运行时，备自投装置投入，1QF 处于合位，2QF 处于合位，而 3QF 处于跳位，I 母线、II 母线有电压，与门 1DA 动作，时间元件 T1 启动，经 t_1 （一般为 10s）时间充电完成，为备自投装置动作准备好。所以，备自投装置的充电条件为必须同时满足下列条件（逻辑“与”）：

- (1) 备自投投入;
- (2) 1QF 合位;
- (3) 2QF 合位;
- (4) 3QF 跳位;
- (5) I 母线有电压;
- (6) II 母线有电压。

备自投装置的放电条件 (逻辑“或”):

- (1) 备自投退出;
- (2) 1QF 分位;
- (3) 2QF 分位;
- (4) 3QF 合位;
- (5) I 母线与 II 母线同时无压。

只要满足上述条件之一, 瞬时对时间元件 T1 放电, 备自投装置将闭锁。

在备自投装置工作于方式 1 时, 若 II 母线失去电压, 应跳开 2QF 后, 将 3QF 自动合上, II 母线由 L1 供电。如图 1-6 所示, 当备自投装置满足下列条件时 (逻辑“与”):

- (1) II 母线无电压;
- (2) 进线 L2 无电流 (若“线路检无流”投入, 检查此条件, 反之不检查);
- (3) I 母线有压;
- (4) 2QF 合位。

与门 2AD 动作。备自投启动后, 经时间元件 T2 延时跳开 2QF, 在 2QF 跳开后 4DA 动作, 合上 3QF, 发出动作信息, 同时动作于信号继电器。

同理, 在备自投装置工作于方式 2 时, I 母失电, 跳开 1QF 后, 将 3QF 自动合上, 母线 I 由 L2 供电。如图 1-6 所示, 当备自投装置满足下列条件时 (逻辑“与”):

- (1) I 母线无电压;
- (2) 进线 L1 无电流 (若“线路检无流”投入, 检查此条件, 反之不检查);
- (3) II 母线有电压;
- (4) 1QF 合位。

与门 3DA 动作, 备自投启动后, 经时间元件 T3 延时跳开 1QF, 在 1QF 跳开后 5DA 动作, 合上 3QF, 发出动作信息, 同时动作于信号继电器。

在启动条件中检查进线开关的合位出于以下考虑:

- (1) 进线线路发生故障, 由对侧保护动作跳闸, 使进线及所带母线失电, 备自投启动。
 - (2) 检查进线开关的合位实际上是引入的闭锁条件 (进线开关不在合位则闭锁备自投)。
- 如果母线或变压器发生故障, 保护动作跳开进线开关, 进线开关将处于跳位, 此时备自投被闭锁。手跳进线断路器情况类似。

当 ATT 运行方式为方式 3 时, 正常运行时, 3QF 合闸, 1QF 断开, 母线 I、II 合并为一条母线, 由 L2 供电。逻辑原理图如图 1-7 所示。

备自投装置的充电条件 (逻辑“与”) 为:

- (1) 进线 L1 备自投投入;
- (2) 1QF 分位;