



国家电网
STATE GRID

国家电网公司
生产技能人员职业能力培训通用教材

继电保护及自动装置

国家电网公司人力资源部 组编

GUOJIADIANWANGGONGSI
SHENGCHANJINENG RENYUAN
ZHIYENENGLI PEIXUN
TONGYONG JIAOCAI



中国电力出版社
www.cepp.com.cn



国家电网
STATE GRID

国家电网公司

生产技能人员职业能力培训通用教材

继电保护及自动装置

国家电网公司人力资源部 组编

支叶青 主编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

《国家电网公司生产技能人员职业能力培训教材》是按照国家电网公司生产技能人员标准化培训课程体系的要求,依据《国家电网公司生产技能人员职业能力培训规范》(简称《培训规范》),结合生产实际编写而成。

本套教材作为《培训规范》的配套教材,共 72 册。本册为通用教材的《继电保护及自动装置》,全书共十二章、44 个模块,主要内容包括线路相间短路的三段式电流保护,电网的距离保护,输电线路全线速动保护,输电线路的自动重合闸,电力变压器继电保护,母线保护,断路器保护,微机型继电保护,备用电源自动投入装置 AAT,按频率自动减负荷装置 AFL,自动并列装置,故障录波装置等。

本书是供电企业生产技能人员的培训教学用书,也可以作为电力职业院校教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

继电保护及自动装置/国家电网公司人力资源部组编.

北京:中国电力出版社,2010

国家电网公司生产技能人员职业能力培训通用教材

ISBN 978-7-5083-9617-0

I. 继… II. 国… III. ①继电保护-技术培训-教材
②继电自动装置-技术培训-教材 IV. TM77

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 195747 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>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2010 年 5 月第一版 2010 年 5 月北京第一次印刷

710 毫米×980 毫米 16 开本 9.5 印张 170 千字

印数 0001—3000 册 定价 17.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

《国家电网公司生产技能人员职业能力培训通用教材》

编 委 会

主 任 刘振亚

副 主 任 郑宝森 陈月明 舒印彪 曹志安 栾 军

李汝革 潘晓军

成 员 许世辉 王风雷 张启平 王相勤 孙吉昌

王益民 张智刚 王颖杰

编写组组长 许世辉

副 组 长 方国元 张辉明 王江亭

成 员 支叶青 周丽芳 潘晓明 鞠宇平 倪 春

江振宇 李群雄 曹爱民 张 明 李效和

刘 宇



国家电网公司
STATE GRID
CORPORATION OF CHINA

国家电网公司

生产技能人员职业能力培训通用教材

前言

为大力实施“人才强企”战略，加快培养高素质技能人才队伍，国家电网公司按照“集团化运作、集约化发展、精益化管理、标准化建设”的工作要求，充分发挥集团化优势，组织公司系统一大批优秀管理、技术、技能和培训教学专家，历时两年多，按照统一标准，开发了覆盖电网企业输电、变电、配电、营销、调度等 34 个职业种类的生产技能人员系列培训教材，形成了国内首套面向供电企业一线生产人员的模块化培训教材体系。

本套培训教材以《国家电网公司生产技能人员职业能力培训规范》（Q/GDW 232—2008）为依据，在编写原则上，突出以岗位能力为核心；在内容定位上，遵循“知识够用、为技能服务”的原则，突出针对性和实用性，并涵盖了电力行业最新的政策、标准、规程、规定及新设备、新技术、新知识、新工艺；在写作方式上，做到深入浅出，避免烦琐的理论推导和论证；在编写模式上，采用模块化结构，便于灵活施教。

本套培训教材包括通用教材和专用教材两类，共 72 个分册、5018 个模块，每个培训模块均配有详细的模块描述，对该模块的培训目标、内容、方式及考核要求进行了说明。其中：通用教材涵盖了供电企业多个职业种类共同使用的基础知识、基本技能及职业素养等内容，包括《电工基础》、《电力生产安全及防护》等 38 个分册、1705 个模块，主要作为供电企业员工全面系统学习基础理论和基本技能的自学教材；专用教材涵盖了相应职业种类所有的专业知识和专业技能，按职业种类单独成册，包括《变电检修》、《继电保护》等 34 个分册、3313 个模块，根据培训规范职业能力要求，I、II、III 三个级别的模块分别作为供电企业生产一线辅助作业人员、熟练作业人员和高级作业人员的岗位技能培训教材。

本套培训教材的出版是贯彻落实国家人才队伍建设总体战略，充分发挥企业培养高技能人才主体作用的重要举措，是加快推进国家电网公司发展方式和电网发展方式转变的具体实践，也是有效开展电网企业教育培训和人才培养工作的重要基础，必将对改进生产技能人员培训模式，推进培训工作由理论灌输向能力培养转型，提高培训的针对性和有效性，全面提升员工队伍素质，保证电网安全稳定运行、支

撑和促进国家电网公司可持续发展起到积极的推动作用。

本册为通用教材部分的《继电保护及自动装置》，由江苏省电力公司具体组织编写。

全书第一章至第三章由江苏省电力公司周丽芳编写；第五章至第八章，第十二章由江苏省电力公司潘晓明编写；第四章，第九章至第十一章由江苏省电力公司支叶青编写。全书由支叶青担任主编。陕西省电力公司张长虹担任主审、陕西省电力公司刘佩芬、封镇参审。

由于编写时间仓促，难免存在疏漏之处，恳请各位专家和读者提出宝贵意见，使之不断完善。



国家电网公司
STATE GRID
CORPORATION OF CHINA

国家电网公司

生产技能人员职业能力培训通用教材

目 录

前言

第一章 线路相间短路的三段式电流保护	1
模块 1 线路相间故障的三段式电流保护 (TYBZ01301001)	1
模块 2 电网相间短路的方向电流保护 (TYBZ01301002)	6
模块 3 电网的接地保护 (TYBZ01301003)	10
第二章 电网的距离保护	17
模块 1 距离保护的基本原理 (TYBZ01302001)	17
模块 2 阻抗继电器的构成原理及应用 (TYBZ01302002)	18
模块 3 影响阻抗继电器正确工作的因素及克服方法 (TYBZ01302003)	21
模块 4 阶段式距离保护 (TYBZ01302004)	25
模块 5 接地距离保护 (TYBZ01302005)	26
第三章 输电线路全线速动保护	30
模块 1 线路光纤差动保护 (TYBZ01303001)	30
模块 2 纵联保护的基本原理 (TYBZ01303002)	32
模块 3 高频闭锁方向保护 (TYBZ01303003)	35
模块 4 相差高频保护 (TYBZ01303004)	39
模块 5 保护通道 (TYBZ01303005)	40
第四章 输电线路的自动重合闸	45
模块 1 自动重合闸的作用与分类 (TYBZ01304001)	45
模块 2 单侧电源线路的三相一次重合闸 (TYBZ01304002)	47
模块 3 双侧电源线路的三相一次自动重合闸 (TYBZ01304003)	48
模块 4 自动重合闸与继电保护的配合 (TYBZ01304004)	50

模块 5 综合重合闸简介 (TYBZ01304005)	51
第五章 电力变压器继电保护	57
模块 1 变压器的故障、异常及保护配置 (TYBZ01305001)	57
模块 2 变压器的瓦斯等非电量保护 (TYBZ01305002)	58
模块 3 变压器的差动保护 (TYBZ01305003)	59
模块 4 变压器的接地保护 (TYBZ01305004)	66
模块 5 变压器的过流保护 (TYBZ01305005)	68
模块 6 变压器保护全图 (TYBZ01305006)	69
第六章 母线保护	73
模块 1 母线完全差动保护 (TYBZ01306001)	73
模块 2 比相式母线差动保护 (TYBZ01306002)	77
模块 3 比例制动式母线差动保护 (TYBZ01306003)	78
模块 4 中阻抗保护 (TYBZ01306004)	81
第七章 断路器保护	84
模块 1 断路器保护 (TYBZ01307001)	84
第八章 微机型继电保护	87
模块 1 微机保护输入信号的预处理 (TYBZ01308001)	87
模块 2 微机保护的基本算法和数字滤波 (TYBZ01308002)	90
模块 3 工频变化量测量元件 (TYBZ01308003)	97
模块 4 微机保护装置 (TYBZ01308004)	99
第九章 备用电源自动投入装置 AAT	103
模块 1 备用电源自动投入装置的作用及基本要求 (TYBZ01309001)	103
模块 2 典型备投方式 (TYBZ01309002)	105
第十章 按频率自动减负荷装置 AFL	110
模块 1 电力系统的频率特性 (TYBZ01310001)	110
模块 2 对按频率自动减负荷装置的基本要求 (TYBZ01310002)	114
模块 3 按频率自动减负荷装置 (TYBZ01310003)	116

第十一章 自动并列装置	120
模块 1 自动并列装置概述 (TYBZ01311001)	120
模块 2 整步电压 (TYBZ01311002)	124
模块 3 自动准同步装置 (TYBZ01311003)	129
模块 4 微机自动并列装置 (TYBZ01311004)	129
第十二章 故障录波装置	133
模块 1 故障录波器装置的作用 (TYBZ01312001)	133
模块 2 微机故障录波装置 (TYBZ01312002)	135
参考文献	140



第一章 线路相间短路的 三段式电流保护

模块 1 线路相间故障的三段式电流保护 (TYBZ01301001)

【模块描述】本模块介绍三段式电流保护的工作原理，整定计算原则及保护的
范围。通过原理讲解、图形示意，了解三段式电流保护的特点。

【正文】

在电力系统中，输电线路发生短路故障时，线路中的电流增大，母线电压降低。利用电流增大这一特征，当电流超过某一预定值时保护即动作，称为线路的电流保护。该预定值叫做整定的动作电流 I_{set} 。电流保护分为瞬时电流速断保护、限时电流速断保护、定时限过电流保护。

一、瞬时电流速断保护

(一) 工作原理

对于图 TYBZ01301001-1 所示单侧电源的辐射形电网，电流保护装设在线路始端，当线路发生三相短路时，短路电流计算如下

$$I_k^{(3)} = \frac{E_\phi}{X_s + X_k} \quad (\text{TYBZ01301001-1})$$

式中 E_ϕ ——系统等效电源的相电势；

X_s ——系统电源到保护安装点的电抗；

X_k ——短路电抗（保护安装点到短路点的电抗）。

($X_s + X_k$) 为电源至短路点之间的总电抗。当短路点距离保护安装点越远时， X_k 越大，短路电流越小；当系统电抗越大时，短路电流越小；而且短路电流与短路类型有关，同一点 $I_k^{(3)} > I_k^{(2)}$ 。短路电流与短路点的关系如图 TYBZ01301001-1 的 $I_k = f(L)$ 曲线，曲线 1 为最大运行方式（系统电抗为 $X_{s,\min}$ ，短路时出现最大短路电流）下三相短路故障时的 $I_k = f(L)$ ，曲线 2 为最小运行方式（系统电抗为 $X_{s,\max}$ ，

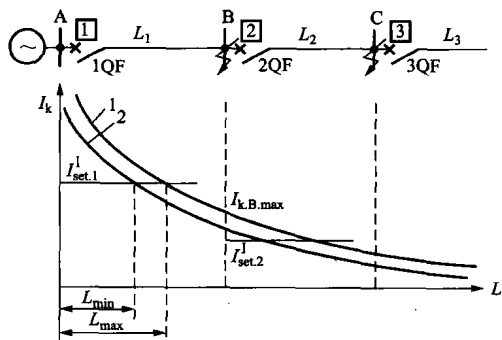


图 TYBZ01301001-1 瞬时电流速断保护工作原理示意图

短路时出现最小短路电流) 下两相短路故障时的 $I_k = f(L)$ 。

瞬时电流速断保护反应线路故障时电流增大而动作, 并且没有动作延时, 所以必须保证只有在被保护线路上发生短路时才动作, 例如图 TYBZ01301001-1 的保护 1 必须只反应线路 L_1 上的短路, 而对 L_1 以外的短路故障均不应动作。这就是保护的选择性要求, 瞬时电流速断保护是通过动作电流的合理整定

来保证选择性的。

(二) 整定计算原则

为了保证瞬时电流速断保护动作的选择性, 应按躲过本线路末端最大短路电流来整定计算。对于图 TYBZ01301001-1 保护 1 的动作电流, 应该大于线路 L_2 始端短路时的最大短路电流。实际上, 线路 L_2 始端短路与线路 L_1 末端短路时反应到保护 1 的短路电流几乎没有区别, 因此, 线路 L_1 的瞬时电流速断保护动作电流的整定原则为: 躲过本线路末端短路的可能出现的最大短路电流, 计算如下

$$I_{\text{act.1}}^I = K_{\text{rel}}^I I_{\text{k.B.max}}^{(3)} \quad (\text{TYBZ01301001-2})$$

式中 $I_{\text{act.1}}^I$ ——线路 L_1 的瞬时电流速断保护一次动作电流;

K_{rel}^I ——瞬时电流速断保护的可靠系数, 一般取 $K_{\text{rel}}^I = 1.2 \sim 1.3$;

$I_{\text{k.B.max}}^{(3)}$ ——最大运行方式下, 线路 L_1 末端 (母线) 发生三相短路时流过保护 1 (即线路 L_1) 的短路电流。

(三) 构成

电流速断保护的单相构成原理接线如图 TYBZ01301001-2 所示。过电流继电器接于电流互感器 TA 的二次侧, 当流过它的电流大于它的动作电流后, 比较环节 KA 有输出。在某些特殊情况下需要闭锁跳闸回路, 设置闭锁环节。闭锁环节在保护不需要闭锁时输出为 1, 在保护需要闭锁时输出为 0。当比较环节 KA 有输出并且不被闭锁时, 与门有输出, 发出跳闸命令的同时, 启动信号回路 KS。

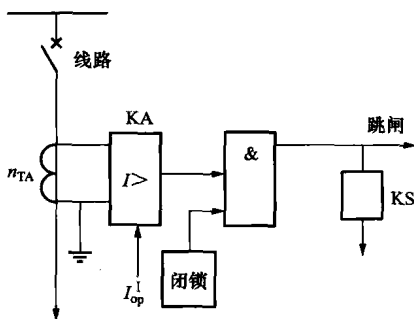


图 TYBZ01301001-2 电流速断保护的单相原理接线

(四) 保护范围的校验

在已知保护的動作電流後，大於動作電流的短路電流對應的短路點區域，就是保護範圍。保護的範圍隨運行方式、故障類型的變化而變化，在各種運行方式下發生各種短路時保護都能動作切除故障的短路點位置的最小範圍稱為最小保護範圍，例如保護 1 的最小保護範圍為圖 TYBZ01301001-1 中直線 $I_{\text{set},1}^I$ 與曲線 2 的交點的前面部分。最小保護範圍為在系統最小運行方式下兩相短路時出現。一般情況下，應按這種運行方式和故障類型來校驗保護的最小範圍，要求大於被保護線路全長的 15%~20%。

瞬時電流速斷保護的優點是簡單可靠、動作迅速，缺點是不可能保護線路的全長，並且保護範圍直接受運行方式變化的影響。

二、限時電流速斷保護

(一) 工作原理

如圖 TYBZ01301001-3 所示中的限時電流速斷保護 2，因為要求保護線路的全長，所以它的保護範圍必然要延伸到下級線路中去，這樣當下級線路出口處發生短

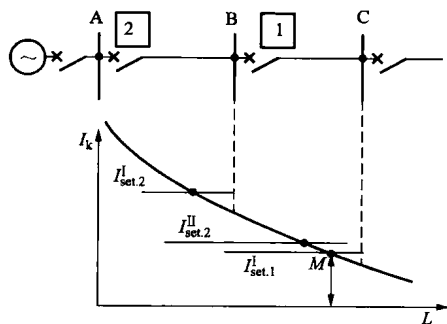


圖 TYBZ01301001-3 限時電流速斷動作特性

路時，它就要動作，是無選擇性動作，為了保證動作的選擇性，就必須使保護的動作帶有一定的時限，此時限的大小與其延伸的範圍有關。如果它的保護範圍不超過下級線路速斷保護的範圍，動作時限則比下級線路的速斷保護高出一個時間階梯 Δt （一般取 0.5s）。如果與下級線路的速斷保護配合後，在本線路末端短路時靈敏性不足，則此限時電流速斷保護必須與下級線路的限時電流速斷保護配合，動作時限比下級的限時速斷保護高出一個時間階梯，為 1s。

(二) 整定計算原則

1. 動作電流的整定

設圖 TYBZ01301001-3 所示系統保護 1 裝有電流速斷，其動作電流按式 TYBZ01301001-2 計算後為 $I_{\text{set},1}^I$ ，它与短路電流變化曲線的交點 M 即為保護 1 電流速斷的保護範圍。根據以上分析，保護 2 的限時電流速斷範圍不應超出保護 1 電流速斷的範圍。因此它的動作電流就應該整定為

$$I_{\text{set},2}^{\text{II}} > I_{\text{set},1}^I \quad (\text{TYBZ01301001-3})$$

引入可靠性配合係數 $K_{\text{rel}}^{\text{II}}$ （一般取為 1.1~1.2），則得

$$I_{\text{set},2}^{\text{II}} = K_{\text{rel}}^{\text{II}} I_{\text{set},1}^I \quad (\text{TYBZ01301001-4})$$



2. 动作时限的整定

限时速断的动作时限 t_2^{II} , 应选择比下级线路速断保护的動作时限 t_1^{I} 高出一个时间阶梯 Δt , 即

$$t_2^{\text{II}} = t_1^{\text{I}} + \Delta t \quad (\text{TYBZ01301001-5})$$

(三) 构成

限时电流速断保护的单相原理接线如图 TYBZ01301001-4 所示。它比电流速断保护接线增加了时间继电器 KT, 这样当电流继电器 KA 启动后, 还必须经过时间继电器 KT 的延时 t_2^{II} 才能动作于跳闸。而如果在 t_2^{II} 以前故障已经切除, 则电流继电器 KA 立即返回, 整个保护随即复归原状, 不会形成误动作。

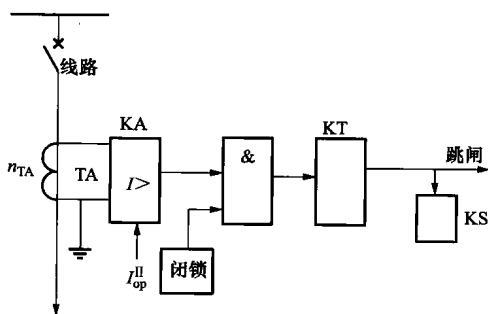


图 TYBZ01301001-4 限时电流速断保护的单相原理接线

(四) 灵敏性的校验

为了能够保护本线路的全长, 限时电流速断保护必须在系统最小运行方式下, 线路末端发生两相短路时, 具有足够的反应能力, 这个能力通常用灵敏系数 K_{sen} 来衡量。对反应于数值上升而动作的过量保护装置, 灵敏系数的含义是

$$K_{\text{sen}} = \frac{\text{保护区末端金属性短路时故障参数的最小计算值}}{\text{保护装置的动作参数值}}$$

(TYBZ01301001-6)

为了保证在线路末端短路时, 保护装置一定能够动作, 要求 $K_{\text{sen}} \geq 1.3 \sim 1.5$ 。

三、定时限过电流保护

(一) 工作原理

为防止本线路主保护(电流速断、限时电流速断保护)拒动和下一级线路的保护或断路器拒动, 装设定时限过电流保护作后备保护。过电流保护有两种: 一种是保护启动后出口动作时间是固定的整定时间, 称为定时限过电流保护; 另一种是出口动作时间与过电流的倍数相关, 电流越大, 出口动作越快, 称为反时限过电流保护。

(二) 整定计算原则

1. 动作电流的整定

为保证在正常情况下过电流保护不动作, 保护装置的动作电流必须大于该线路上出现的最大负荷电流 $I_{\text{L,max}}$; 同时还必须考虑在外部故障切除后电压恢复, 负荷自

启动电流作用下保护装置必须能够返回，其返回电流应大于负荷自启动电流。

2. 动作时限的整定

如图 TYBZ01301001-5 所示，假定在每条线路首端均装有过电流保护，各保护的動作电流均按照躲开被保护元件上各自的最大负荷电流来整定。这样当 k_1 点短路时，保护 1~5 在短路电流的作用下都可能启动，为满足选择性要求，应该只有保护 1 动作切除故障，而保护 2~5 在故障切

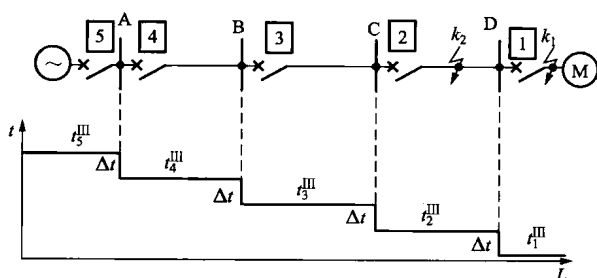


图 TYBZ01301001-5 单侧电源放射形网络中
过电流保护动作时限选择说明

除之后应立即返回。这个要求只有依靠使各保护装置带有不同的时限来满足。保护 1 位于电力系统的最末端，假设其过电流保护动作时间为 t_1^{III} ，对保护 2 来讲，为了保证 k_1 点短路时动作的选择性，则应整定其动作时限 $t_2^{III} > t_1^{III}$ ，即 $t_2^{III} = t_1^{III} + \Delta t$ 。

依次类推，保护 3、4、5 的动作时限均应比相邻元件保护的動作时限高出至少一个 Δt ，只有这样才能充分保证动作的选择性。

这种保护的動作时限，经整定计算确定之后不再变化且和短路电流的大小无关，因此称为定时限过电流保护。

(三) 构成

和限时电流速断保护相同。

(四) 灵敏系数的校验

过电流保护灵敏系数的校验仍采用式 TYBZ01301001-6。当过电流保护作为本线路的主保护时，要求 $K_{sen} \geq 1.3 \sim 1.5$ ；当作为相邻线路的后备保护时，要求 $K_{sen} \geq 1.2$ 。

四、阶段式电流保护

电流速断保护、限时电流速断保护和过电流保护都是反应电流升高而动作的保护。它们之间的区别在于按照不同的原则来选择動作电流。速断是按照躲开本线路末端的最大短路电流来整定；限时速断是按照躲开下级各相邻线路电流速断保护的最大動作范围来整定；而过电流保护则是按照躲开本元件最大负荷电流来整定。

由于电流速断不能保护线路全长，限时电流速断又不能作为相邻元件的后备保护，因此为保证迅速而有选择性地切除故障，常常将电流速断保护、限时电流速断保护和过电流保护组合在一起，构成阶段式电流保护。具体应用时，可以只采用速断保护加过电流保护，或限时速断保护加过电流保护，也可以三者同时采用。



【思考与练习】

1. 什么叫定时限过电流保护？其特点是什么？
2. 什么是带时限速断保护？其保护范围是什么？
3. 三段式电流保护的各段是怎样获得动作选择的？
4. 什么叫电流速断保护？它有什么特点？

模块2 电网相间短路的方向电流保护 (TYBZ01301002)

【模块描述】本模块涉及两侧电源或单电源环网线路电流保护的方向选择性問題。通过问题提出、图形示意和原理讲解，了解电流方向判别的作用，熟悉方向判别元件的工作原理。

【正文】

一、方向问题的提出

采用图 TYBZ01301002-1 所示的两侧供电辐射形电网或单电源环形电网可以提高供电可靠性，但必须在线路两侧都装设断路器和保护装置，以便在线路故障时，两侧断路器可以跳闸切除故障。当在图 TYBZ01301002-1 (a) 和 (b) 中的 k_1 点发生相间短路时，要求保护 3 和 4 动作，断开 3QF 和 4QF 两个断路器，即切除故障元件，保证非故障设备继续运行。在这种电网中，如果还采用一般的电流保护作为相间短路保护，往往不能满足选择性的要求。

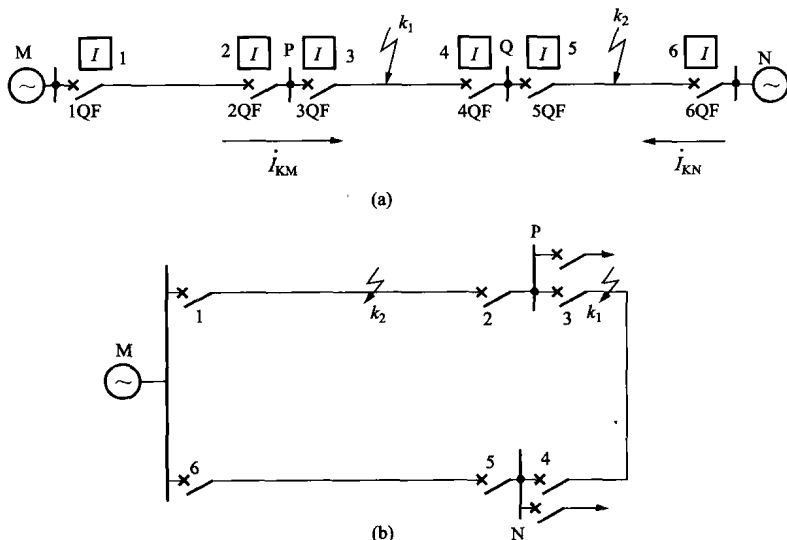


图 TYBZ01301002-1 电网示意图

(a) 单侧电源供电的辐射形电网；(b) 单电源的环形电网

例如：在图 TYBZ01301002-1 (a) 的保护 3 的 I 段范围内 k_1 点短路，则 M 侧电源供给的短路电流为 I_{KM} ，N 侧电源供给的短路电流为 I_{KN} ，若 $I_{KM} > I_{set.2}$ 则保护 2 和 3 的无时限电流速断保护同时动作，错误地将断路器 2QF 跳开，造成变电站 P 全部停电。所以对电流速断保护来说，在双电源线路上难于满足选择性的要求。

对电流保护第 III 段而言， k_1 点短路故障时，为保证选择性，要求保护 5 的时限大于保护 4 的时限，即 $t_5 > t_4$ ；而当 k_2 点短路故障时，又要求 $t_4 > t_5$ ，显然这是无法整定的。

二、解决问题的措施

为此，应在 k_1 点短路时，保护 2、5 不反应，而在 k_2 点短路时，保护 4 不反应。根据 k_1 点、 k_2 点短路时，流经保护的短路功率方向不同是可以实现的。 k_1 点短路时，流经保护 2、5 的短路功率方向是被保护线路流向母线，保护不应该动作；而流经保护 3、4 的短路功率方向是母线流向被保护线路，保护应该动作。所以若在过电流保护 2、3、4、5 上各加一功率方向元件，则只有当短路功率是由母线流向线路时，才允许保护动作，反之不动作。这样，就解决了保护动作的选择性问题。这种在过电流保护中加一方向元件的保护称为方向电流保护。

图 TYBZ01301002-2 所示为一双侧电源辐射形电网，电网中装设了方向过电流保护，图中所示箭头方向，即为各保护的動作方向，这样就可将两个方向的保护拆开看成两个单电源辐射形电网的保护。其中，保护 1、3、5 为一组，保护 2、4、6 为另一组，如各同方向保护的时限仍按阶梯原则来整定，它们的时限特性如图 TYBZ01301002-2 (b) 所示。当 L_2 上发生短路时，保护 2 和 5 处的短路功率方向是由线路流向母线，功率为负，保护不动作。而保护 1、3、4、6 处短路功率方向为由母线流向线路，即功率为正，故保护 1、3、4、6 都启动，但由于 $t_1 > t_3$ ， $t_6 > t_4$ ，故保护 3 和 4 先动作跳开相应断路器，短路故障消除，保护 1 和 6 返回，从而保证了保护动作的选择性。

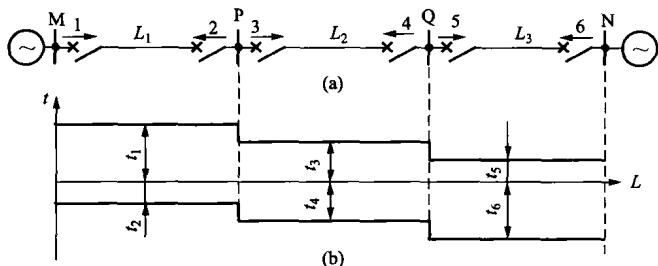


图 TYBZ01301002-2 双侧电源辐射形电网及其保护时限

(a) 双侧电源辐射形电网；(b) 保护时限特性

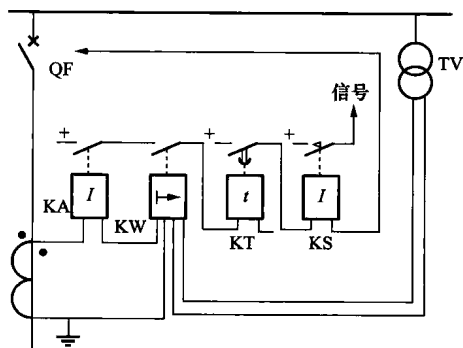


图 TYBZ01301002-3 方向电流保护
单相原理接线图

三、方向电流保护单相原理接线图

图 TYBZ01301002-3 示出了方向电流保护单相原理接线图。其中电流继电器 KA 为电流测量元件，用来判别短路故障是否在保护区内；功率方向继电器 KW，用来判别短路故障方向；时间继电器 KT，用来建立过电流保护动作时限。

四、功率方向判别元件

如果规定从母线指向线路的电流方向为正，在图 TYBZ01301002-4 (a) 所示的网络接线中，对保护 1 而言，当正方向 k_1 点三相短路时，流过保护 1 的电流 $\dot{I}_r$ 即为短路电流 $\dot{I}_{k1}$ ，滞后于该母线电压 $\dot{U}$ 一个相角 φ_{k1} (φ_{k1} 为从母线至 k_1 点之间的线路阻抗角)，其值为 $-90^\circ < \varphi_{k1} < 90^\circ$ ，如图 TYBZ01301002-4 (b) 所示。当反方向 k_2 点短路时，通过保护 1 的短路电流是由电源 $\dot{E}_{II}$ 供给的，此时流过保护 1 的电流是 $-\dot{I}_{k2}$ ，滞后于母线电压 $\dot{U}$ 的相角将是 $180^\circ + \varphi_{k2}$ (φ_{k2} 为从该母线至 k_2 点之间的线路阻抗角)，其值为 $180^\circ < (180^\circ + \varphi_{k2}) < 270^\circ$ ，如图 TYBZ01301002-4 (c) 所示。如以母线电压 $\dot{U}$ 作为参考相量，并设 $\varphi_{k1} = \varphi_{k2} = \varphi_k$ ，则流过保护安装处的电流 $\dot{I}_r$ ，在以上两种短路情况下相位相差 180° 。

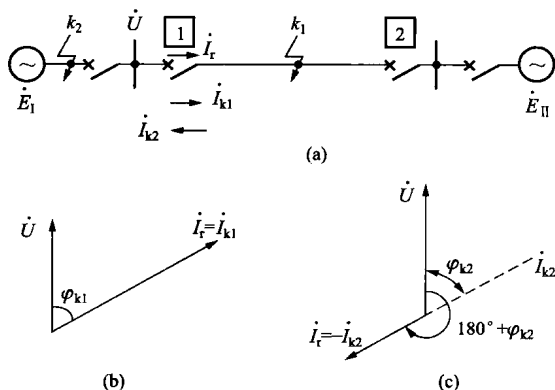


图 TYBZ01301002-4 方向元件工作原理的分析

(a) 网络接线示意图；(b) 正方向 k_1 短路时 $\dot{U}$ 与 $\dot{I}_r$ 的相量关系；(c) 反方向 k_2 短路时 $\dot{U}$ 与 $\dot{I}_r$ 相量关系

利用判别短路功率的方向或短路后电流、电压之间的相位关系，就可以判别发生故障的方向。该元件称为功率方向元件。由于它反应加入继电器中电流和电压之间的