

中国石化员工培训教材

继电保护技术与应用



JIDIAN BAOHU

JISHU YU YINGYONG

中国石化员工培训教材编审指导委员会 组织编写

本书主编 吕 英

副主编 商锡瑞 李 斌

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

中国石化员工培训教材

继电保护技术与应用

中国石化员工培训教材编审指导委员会 组织编写

本书主编 吕 英

副主编 商锡瑞 李 斌

中国石化出版社

内 容 提 要

本书为《中国石化员工培训教材》之一,是针对炼油化工企业电力系统继电保护技术的专门培训教材。内容主要包括短路电流计算、输电线路保护及整定计算、元件保护及整定计算、整定计算书编制与定值管理、整定计算软件的应用、变电站综合自动化等。教材内容围绕专业技术技能,选取了企业典型案例,补充了专业理论知识,并适度拓展电气前沿技术。

本书读者定位于电气技术管理人员、继电保护专职人员、电气运行人员,是岗位技能培训的必备教材。

图书在版编目(CIP)数据

继电保护技术与应用/吕英主编. —北京:中国石化出版社, 2014. 9
中国石化员工培训教材
ISBN 978 - 7 - 5114 - 3029 - 8

I. ①继… II. ①吕… III. ①继电保护 - 职工培训 - 教材 IV. ①TM77

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 220373 号

未经本社书面授权,本书任何部分不得被复制、抄袭,或者以任何形式或任何方式传播。版权所有,侵权必究。



中国石化出版社出版发行
地址:北京市东城区安定门外大街 58 号
邮编:100011 电话:(010)84271850
读者服务部电话:(010)84289974
<http://www.sinopec-press.com>
E-mail: press@sinopec.com
北京科信印刷有限公司印刷

*

787 × 1092 毫米 16 开本 15 印张 334 千字
2014 年 10 月第 1 版 2014 年 10 月第 1 次印刷
定价:45.00 元

《中国石化员工培训教材》 编审指导委员会

主 任：李春光

委 员：戴 锭 谭克非 章治国 初 鹏

吕长江 张卫东 吕永健 徐 惠

张吉星 雍自强 寇建朝 张 征

蒋振盈 齐学忠 翟亚林 耿礼民

吕大鹏 郭安翔 何建英 石兴春

王妙云 徐跃华 孙久勤 吴文信

王德华 亓玉台 周志明 王子康

序

中国石化是上中下游一体化能源化工公司，经营规模大、业务链条长、员工数量多，在我国经济社会发展中具有举足轻重的作用。公司的发展，基础在队伍，关键在人才，根本在提高员工队伍整体素质。员工教育培训是建设高素质员工队伍的先导性、基础性、战略性工程，是加强人才队伍建设的重要途径。

当前，我们已开启了建设世界一流能源化工公司的新航程，加快转变发展方式的任务艰巨而繁重，这对进一步做好员工教育培训工作提出了新的更高要求。我们要以中国特色社会主义理论为指导，紧紧围绕企业改革发展、队伍建设和员工成长需要，以提高思想政治素质为根本，以能力建设为重点，积极构建符合中国石化实际的培训体系，加大重点和骨干人才培养力度，深入推进全员培训，不断提高教育培训的质量和效益，为打造世界一流提供有力的人才保证和智力支持。

培训教材是员工学习的工具。加强培训教材建设，能够有效反映和传递公司战略思想和企业文化，推动企业全员学习，促进学习型企业建设。中国石化员工培训教材编审指导委员会组织编写的这套系列教材，较好地反映了集团公司经营管理目标要求，总结了全体员工在实践中创造的好经验好做法，梳理了有关岗位工作职责和 workflows，分析研究了面临的新技术、新情况、新问题等，在此基础上进行了完善提升，具有很强的实践性、实用性和较高的理论性、思想性。这套系列培训教材的开发和出版，对推动全体员工进一步加强学习，进而提高全体员工的理论素养、知识水平和业务能力具有重要的意义。

学习的目的在于运用，希望全体员工大力弘扬理论联系实际的优良学风，紧密结合企业发展环境的新变化、新进展、新情况，学好用好培训教材，不断提高解决实际问题、做好本职工作的能力，真正做到学以致用、知行合一，把学习培训的成果切实转变为推进工作、促进改革创新的实际行动，为建设世界一流能源化工公司作出积极的贡献。



二〇一二年七月十六日

前 言

根据中国石化发展战略要求，为加强培训资源建设、推进全员培训的深入开展，集团公司人事部组织梳理了近些年培训教材开发成果，调研了企业培训教材需求，开展了中国石化员工培训课程体系研究。在此基础上，按职业素养、综合管理、专业技术、技能操作、国际化业务、新员工等六类，组织编写覆盖石油石化主要业务的系列培训教材，初步构建起中国石化特色的培训教材体系。这套系列教材围绕中国石化发展战略、队伍建设和员工成长的需要，以提高全体员工履行岗位职责的能力为重点，把研究和解决生产经营、改革发展面临的新挑战、新情况、新问题作为重要目标，把全体员工在实践中创造的好经验好做法作为重要内容，具有较强的实践性、针对性。这套培训教材的开发工作由中国石化员工培训教材编审指导委员会组织，集团公司人事部统筹协调，总部各业务部门分工负责专业指导和质量把关，主编单位负责组织培训教材编写。在培训教材开发和编写的过程中，上下协同、团结合作，各级领导给予了高度重视和支持，许多管理专家、技术骨干、技能操作能手为培训教材编写贡献了智慧、付出了辛勤的劳动。

《继电保护技术与应用》是针对炼油化工企业电力系统继电保护技术的专门培训教材。全书内容主要包括概述、短路电流计算、输电线路保护及整定计算、元件保护及整定计算、整定计算书编制与定值管理、整定计算软件的应用、变电站综合自动化等。教材内容围绕专业技术技能，选取了企业典型案例，补充了专业理论知识，并适度拓展电气前沿技术，是电气技术管理人员、继电保护专职人员、电气运行人员岗位技能培训的必备教材。

《继电保护技术与应用》由天津石化负责组织编写。主编吕英(天津石化)，副主编商锡瑞(天津石化)、李斌(天津大学)，参与编写的人员有孔祥玉(天津大学)、姜惠兰(天津大学)、张智晟(青岛大学)、孙建军(天津石化)、王晓阳(中国电科院)、王一伊(中国电科院)、袁甄(哈尔滨光宇电气)、苏存梅(天津石化)、陆菁华(天津石化)。教材主审秦文杰，参加审定人员有李志远(中国石化生产经营管理部)、郭庆奎(天津石化)、原永禹(天津石化)、黎德初(广州石

化)、吴敏青(上海石化)、马世英(中国电科院)、孙金伯(仪征化纤);中国石化出版社对教材的编写和出版工作给予了通力协作和配合,在此一并表示感谢。

由于本教材涵盖的内容较多,不同企业之间存在着差别,编写难度较大,加之编写时间紧迫,不足之处在所难免,敬请各使用单位及个人对教材提出宝贵意见和建议,以便教材修订时补充更正。

目 录

第1章 概述	(1)
1.1 炼油化工企业电力系统	(1)
1.1.1 炼油化工企业电力系统特点	(1)
1.1.2 炼油化工企业电力系统继电保护配置基本要求	(2)
1.2 继电保护配置的总体要求	(2)
1.2.1 可靠性	(2)
1.2.2 速动性	(3)
1.2.3 选择性	(3)
1.2.4 灵敏性	(5)
1.2.5 四性的统一	(6)
1.3 继电保护整定计算的目的及任务	(6)
1.4 继电保护整定计算基本内容	(6)
1.4.1 工作步骤	(6)
1.4.2 参数的计算及测量	(7)
1.4.3 系统运行方式的选择	(8)
1.4.4 整定计算的配合方法	(9)
1.4.5 整定计算的注意事项	(20)
第2章 短路电流计算	(22)
2.1 三相短路故障的计算	(22)
2.1.1 短路故障的一般概念	(22)
2.1.2 标么值的概念及计算	(24)
2.1.3 三相短路的暂态过程	(28)
2.1.4 计算转移阻抗的实用方法	(32)
2.2 电力系统不对称故障计算	(37)
2.2.1 对称分量法在不对称短路计算中的应用	(37)
2.2.2 发电机、线路和综合负荷的序阻抗	(41)
2.2.3 变压器的零序等值电路及其参数	(43)
2.2.4 电力系统各序网络的制定	(45)
2.3 简单不对称故障的分析	(49)
2.3.1 各种简单不对称短路的分析	(49)
2.3.2 正序等效定则	(55)
2.3.3 非故障处的电流和电压的计算	(56)
2.3.4 电压和电流对称分量经变压器后的相位变换	(60)
2.3.5 非全相断线的分析计算	(62)
第3章 线路保护及整定计算	(67)
3.1 系统电源联络线保护及整定计算	(67)
3.1.1 线路距离保护	(67)
3.1.2 线路零序电流保护	(79)

3.1.3	分相电流纵联差动保护	(89)
3.2	自动重合闸	(91)
3.2.1	自动重合闸的作用与要求	(91)
3.2.2	三相自动重合闸	(92)
3.2.3	重合闸与继电保护的配合	(94)
3.2.4	单相自动重合闸和综合重合闸	(95)
3.3	电力电缆线路保护及整定计算	(96)
3.3.1	电力电缆的电气特性	(96)
3.3.2	电力电缆的常见故障	(97)
3.3.3	电力电缆的保护配置和整定计算	(98)
第4章	元件保护及整定计算	(99)
4.1	电力变压器的继电保护	(99)
4.1.1	电力变压器的保护配置	(99)
4.1.2	变压器纵联差动保护	(100)
4.1.3	变压器后备保护	(108)
4.1.4	变压器过励磁保护	(114)
4.1.5	变压器瓦斯保护	(115)
4.1.6	线路变压器组保护	(116)
4.2	母线保护和断路器失灵保护	(118)
4.2.1	母线的保护	(118)
4.2.2	断路器失灵保护	(121)
4.3	发电机的继电保护	(122)
4.3.1	发电机的保护配置	(122)
4.3.2	发电机纵联差动保护	(123)
4.3.3	发电机的单相接地保护	(125)
4.3.4	发电机励磁回路接地保护	(126)
4.3.5	发电机相间短路的后备保护	(126)
4.3.6	发电机失磁保护	(128)
4.3.7	发电机其他类型保护	(129)
4.4	高压电动机的继电保护	(130)
4.4.1	电动机的启动	(130)
4.4.2	电动机的保护配置	(132)
4.4.3	电动机电流速断保护	(134)
4.4.4	电动机纵联差动保护	(135)
4.4.5	电动机磁平衡式差动保护	(136)
4.4.6	电动机单相接地保护	(137)
4.4.7	电动机的过负荷保护	(138)
4.4.8	同步电动机特有的保护	(138)
4.5	电容器的继电保护	(139)
4.5.1	电容器保护配置	(139)
4.5.2	电容器短时限过电流保护	(140)
4.5.3	电容器电压保护原理与整定计算	(141)
4.5.4	电容器组其他保护	(142)

第5章 典型整定计算案例分析	(146)
5.1 系统介绍	(146)
5.1.1 系统构成	(146)
5.1.2 运行方式	(149)
5.1.3 主要设备参数	(149)
5.1.4 系统阻抗图	(149)
5.2 110kV 馈线线路保护整定计算	(151)
5.2.1 计算依据	(151)
5.2.2 参数计算	(151)
5.2.3 距离保护	(151)
5.2.4 零序电流保护	(153)
5.2.5 分相电流差动保护	(154)
5.3 炼油 110kV 总站保护整定计算	(154)
5.3.1 计算依据	(154)
5.3.2 参数计算	(154)
5.3.3 110kV 变压器保护(以 1#主变为例)	(155)
5.3.4 110kV 分段保护	(157)
5.3.5 110kV 母线保护	(158)
5.3.6 35kV 分段保护	(159)
5.3.7 35kV 线路变压器组保护	(159)
5.4 6kV 变电站保护整定计算	(161)
5.4.1 计算依据	(162)
5.4.2 参数计算	(162)
5.4.3 6kV 进线保护整定计算	(163)
5.4.4 6kV 分段保护整定计算	(163)
5.4.5 6kV 变压器保护	(164)
5.4.6 6kV 电动机保护(2000kW 以下)	(164)
5.4.7 电动机磁平衡差动保护(2000kW 及以上)	(165)
5.4.8 380V 进线、分段保护	(166)
5.4.9 过流时限配合图	(166)
5.5 整定计算定值管理	(168)
5.5.1 定值通知单编制	(168)
5.5.2 继电保护及安全自动装置管理应用	(168)
5.5.3 变电站继电保护整定计算书及评价报告样例	(169)
第6章 炼油化工企业电力系统整定计算软件	(170)
6.1 软件介绍	(170)
6.2 接线图图形建模	(171)
6.2.1 新建工程	(171)
6.2.2 接线图绘制及参数录入	(172)
6.3 运行方式	(176)
6.3.1 运行方式查看	(176)
6.3.2 编辑运行方式	(176)
6.3.3 方式设置	(176)
6.3.4 切换运行方式	(177)

6.4	潮流分析	(177)
6.5	故障分析计算	(178)
6.5.1	短路点设置	(178)
6.5.2	故障分析	(178)
6.5.3	故障数据显示	(178)
6.6	整定计算	(180)
6.6.1	保护整定计算	(180)
6.6.2	保护配置	(180)
6.6.3	保护整定	(185)
6.7	定值单管理	(185)
6.7.1	输出定值单	(185)
6.7.2	定值单传送	(187)
6.8	管理系统	(189)
6.8.1	电网设备及继电保护管理系统	(189)
6.8.2	设备、装置参数库管理	(191)
第7章	变电站综合自动化系统	(197)
7.1	变电站综合自动化系统简介	(197)
7.2	大型炼油化工企业电网监控与调度自动化系统的结构	(198)
7.3	电网监控与调度自动化系统的通信	(198)
7.3.1	组网结构	(198)
7.3.2	组网通信的关键设备	(202)
7.3.3	通信规约	(204)
7.4	炼化企业电网监控与调度自动化系统的功能	(205)
7.4.1	继电保护功能	(205)
7.4.2	电力监控功能	(209)
7.5	故障信息系统	(214)
7.6	微机防误操作系统	(215)
7.6.1	单个站的微机五防方案	(215)
7.6.2	集控型微机五防方案	(216)
7.6.3	微机五防系统、SCADA 系统、遥视系统之间的关系	(217)
7.7	智能视频监视系统	(218)
7.7.1	电力视频遥视系统的作用	(219)
7.7.2	视频遥视系统的典型方案	(219)
7.7.3	遥视系统与综合自动化系统的接口	(220)
7.8	电力调度的高级应用功能	(220)
7.8.1	潮流分析	(221)
7.8.2	短路计算	(221)
7.8.3	电动机启动分析	(221)
7.8.4	电力系统暂态稳定性分析	(223)
7.8.5	继电保护配合分析	(223)
附录		(225)
附录1	本书使用符号说明	(225)
附录2	继电保护时限配合图	(227)

第 1 章 概 述

1.1 炼油化工企业电力系统

1.1.1 炼油化工企业电力系统特点

炼油化工企业(以下简称炼化企业)具有生产连续性和自动化水平高、产品种类多、产值高、工艺复杂、易燃易爆、高温高压、多剧毒多腐蚀、负荷容量大等特点,在炼化生产过程中危险因素繁杂、事故后果严重。所以,炼化企业供电系统的安全性、连续性是保证炼化企业安全稳定运行的一个重要条件。

多年来,炼油化工企业逐渐形成了能满足生产和发展需求的集发、输、配、供用电为一体,与外电网联系紧密,并相对独立的电力系统。其具有如下特点:

(1) 供电安全可靠要求高

炼化企业中生产装置用电负荷主要为一级负荷和二级负荷,在生产过程中需要连续、稳定运行,所以对供配电系统的可靠性要求很高,几个周波的电力系统短时故障都可能造成大量生产装置停工,带来巨大的经济损失,甚至会引起灾难性的后果。因此,按照设计规程要求,炼化企业必须要有可靠的供电电源点,联合型工程多采用自发电为主的方式,对一级负荷应由两个独立电源保证其供电。对一些重要的生产装置和突然停电会引发重大事故的装置,通常设有保安电源,对一些重要的生产装置配有事故后自启动装置,并在关键的母线处配有备自投装置,甚至快切装置。

(2) 自备发电机组

大型炼化企业一般都有企业自己的热电厂,其规模与企业装置的规模及地域的需求有关,主要作用是为企业内供汽(以汽定电模式),同时满足部分电力负荷的需求。发电容量基本能保证本企业一定负荷的要求,有些规模大的热电厂除能满足本企业的用电需求外还可向系统售电。汽轮机多以背压式、抽汽背压式或抽汽凝汽式为主。

(3) 用电负荷曲线相对平稳

由于炼化企业生产的连续性和均衡性,一年四季,企业电网内用电负荷相对平稳,日负荷曲线的变化较小,一般生产装置稳定运行后,负荷量几乎不变。

(4) 负荷以电动机为主

炼化企业的负荷主要是以异步电动机拖动的机泵、风机和压缩机等为主,同时有部分同步电动机负荷。经过统计分析,整个企业电网电动机负荷占总用电负荷的85%以上。

(5) 存在大型电动机启动问题

炼油催化主风机和乙烯聚合造粒机等大型电动机的启动虽然次数很少,但启动时间却较长,对系统母线电压影响较大,这是大型炼化企业供配电系统的关键问题之一。

(6) 接线复杂,电压等级多,电缆数量庞大

炼化企业电网结构多采用放射式结构,以双母线、双母线分段以及单母分段接线方式为

主，供电电压等级多，电网内存在 220kV、110kV、35kV、10kV、6kV、690V、380V 等多个电压等级，变配电站多，电缆配电系统庞大。

(7) 变电站运行周期长，停电检修难度大

炼化企业各类生产装置要求装置变电站及其下级变电站连续运行时间一般为：炼油装置 3 年及以上，乙烯装置 5 年及以上，其余装置为 1~3 年。生产装置的压缩空气和循环水供应，由公用工程的空压站、循环水场等进行区域集中供应，公用工程的供电系统由某一变电站集中供电。生产装置一般不安排同时停车检修，所以空压站和循环水场的变电站几乎不能安排停电检修，因此对变电站连续运行的要求更高。

炼化企业的生产特性，决定了自身负荷及电力系统的特点，其对供电的要求与电力行业也不尽相同。炼化企业的生产工艺特性决定了炼化企业电力系统具有用电负荷级别高；生产工艺控制精度高，对电网扰动敏感；电压波动可造成机泵跳闸、生产装置停车；安全停车用电负荷大，全站停电后果严重；检修周期长；公用工程区域集中供应，电气设备检修更难安排等特点。

1.1.2 炼油化工企业电力系统继电保护配置基本要求

炼化企业电力系统继电保护配置，一方面要满足电力系统继电保护的基本要求，另一方面要根据炼化企业电网及负荷的具体特点，在保护配置及选型上有所差异。

按照《中国石化电力系统主网结构技术管理规定》的具体要求，电力系统的主接线应遵循简单、清晰、安全、可靠、灵活的原则。电力系统继电保护配置应具备“管控一体化”功能，应根据电力系统主接线及正常运行方式，确定继电保护配置方案。

110kV 及以上供电线路采用光纤纵差保护和距离、零序保护。220kV 供电线路采用不同原理的且相互独立的双重化光纤纵差保护或高频保护和距离、零序保护。电力部门调度管辖范围内的 110kV 及以上系统电源联络线的保护，应按照电力部门的技术要求配置。热电厂发电机所带母线的馈出回路和各级变电站 35kV、6(10)kV 直配电源供电线路，采用光纤纵差保护。区域变电站宜采用线路-变压器组光纤纵差保护。

1.2 继电保护配置的总体要求

继电保护应满足四个基本要求，即可靠性、速动性、选择性、灵敏性，简称“四性”。“四性”是继电保护应当考虑的基本要求，应从整定计算、保护装置设计、制造及调试维护、二次回路设计、保护装置运行维护及管理等方面综合考虑。其中，整定计算尤其需要处理好这四性的协调关系。

1.2.1 可靠性

可靠性是指保护该动作时应动作，不该动作时不动作，即不误动、不拒动。为保证可靠性，在装置选择上应选用硬件和软件可靠的装置，回路设计上尽可能简单并减少辅助元件，安装调试保证可靠，加强运行维护管理等。在变电站综合自动化系统中，保护应当相对独立，不受其他因素（如通信、监控等）的影响以保证保护独立、可靠地工作。

整定计算中，主要通过制定简单、合理的保护方案来保证。另外在运行方式变化时应注意对定值进行调整以确保保护系统可靠动作。

1.2.2 速动性

速动性是指保护装置应能尽快地切除短路故障，以提高系统稳定性，减轻故障设备和线路的损坏程度，缩小故障波及范围。继电保护在满足选择性的前提下，应尽可能地缩短保护动作时间。

整定计算中，可通过合理的缩小动作时间级差来提高速动性。对于系统稳定、设备安全有重要影响的保护，以及用电负荷对动作时间有特殊要求的保护，必要时应保证其速动性，可牺牲选择性。

1.2.3 选择性

选择性是指首先由故障设备或线路本身的保护切除故障，当故障设备或线路本身的保护或断路器拒动时，才允许由相邻设备、线路的保护或断路器失灵保护切除故障。遵循选择性的目的是在电力系统中某一部分发生故障时，继电保护系统能有选择性地仅断开有故障的部分，使无故障的部分继续运行，从而提高供电可靠性。如果保护系统不满足选择性则使保护可能误动或拒动，使停电范围扩大。

在各级保护系统中都配置有主保护和后备保护，所谓主保护是指满足系统稳定和设备安全要求，能以最快速度有选择地切除被保护设备和线路故障的保护，如纵联保护、差动保护、速断保护等。由于主保护的 protection 范围仅限于被保护设备(本级)内，所以在范围上已经保证了选择性，整定计算中则不用进行考虑。后备保护指主保护或断路器拒动时，用以切除故障的保护。后备保护可分为近后备和远后备两种。近后备是当主保护拒动时，由该电力设备或线路的其他保护实现后备的保护；当断路器拒动时，由断路器失灵保护来实现的后备保护。远后备是当主保护或断路器拒动时，由相邻电力设备或线路的保护实现后备。对于选择性主要考虑的是远后备保护的选择性问题，包括后备保护间、后备保护和主保护间选择性問題。

选择性的满足主要由整定计算来考虑，所以选择性的满足对于整定计算非常重要。整定计算中是通过上下级保护间进行协调，即通常所说的配合来实现的。上下级保护的配合原则主要有以下两个方面：

(1) 相邻的上下级保护在时限上有配合——时限配合

所谓时限配合是指上一级保护动作时限比下一级保护动作时限要大，二者之间的动作时间差称为时限级差，用 Δt 表示。满足了时限配合可确保在发生故障时，总是靠近故障点近的保护先动作，远端的保护后动作，从而保证了保护系统在动作顺序上的选择性。时限级差 Δt 的选择应该考虑保护动作时间误差、断路器动作时间误差、可靠裕度等。

(2) 相邻的上下级保护在保护范围上有配合——灵敏度配合

相邻上下级保护范围的配合也称为灵敏度配合，或整定值配合。所谓灵敏度配合指上一级保护的 protection 范围应比下一级相应段保护范围短(上一级保护范围不伸出下一级保护范围)，即在下一级保护范围末端故障时，下一级保护动作(灵敏度高)，上一级保护不动作(灵敏度低)。满足灵敏度配合可确保在发生故障时，近故障点的保护灵敏度高，远故障点的保护灵敏度低，从而在保护范围上保证了选择性。

同时满足了时限配合和灵敏度配合的保护。从故障点向电源方向的各级保护看，其灵敏度逐级降低，其动作时限逐级增长，构成了所谓的阶梯状的配合关系，图 1-2-1 及图 1-2-2 给出了典型的距离保护和零序保护的阶梯配合时限示意图。

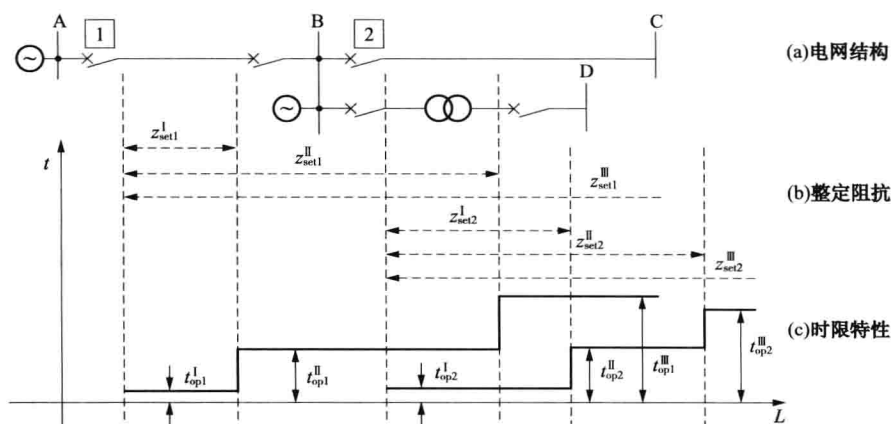


图 1-2-1 距离保护整定

为保证选择性，在进行各级保护整定时应该同时满足时限配合及灵敏系数配合，由末端开始逐级配合。所谓逐级配合是指，在由保护范围和动作时间组成的两维平面上，相互配合的线路保护定值折线不相交，并留有一定的裕度空间，即保护范围和动作时间均取得配合，缺一不可，由图 1-2-2 所示动作时间和保护范围均取得配合。

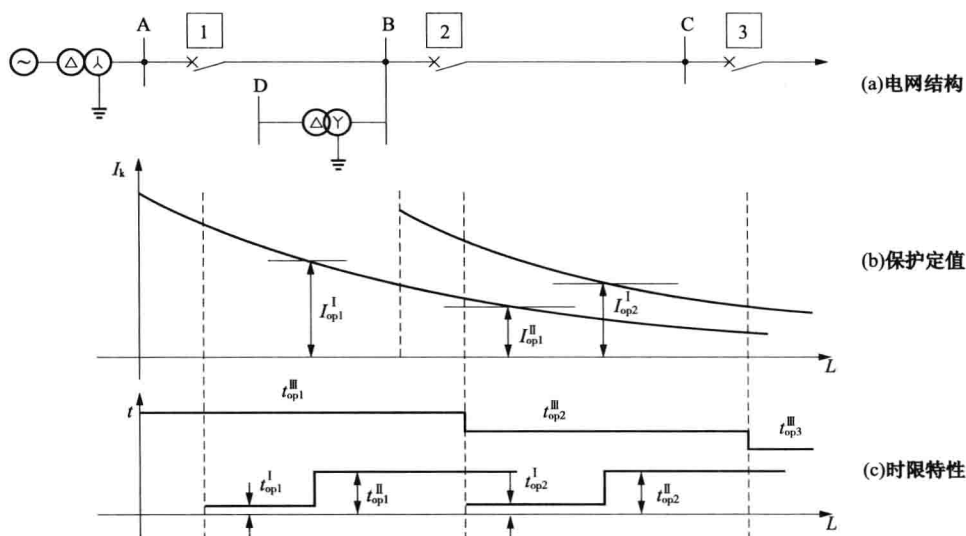


图 1-2-2 零序保护整定

实际整定计算工作中，由于网络结构、运行方式、保护配置等各种原因，很难做到完全按照上述理想原则整定，常常遇到选择性与灵敏性、选择性与速动性的矛盾，整定计算工作在很多情况下就是协调这些矛盾，根据电网的实际情况作出取舍。由于各种原因可能导致无法满足选择性，此时可不要求动作时限和灵敏系数均配合，一般有如下三种情况：

(1) 完全配合。指需要配合的两个保护在保护范围和动作时间上均能配合，即满足选择性要求。

(2) 不完全配合。不完全配合是指需要配合的两个保护在动作时间上能配合，但保护范围无法配合。比如为保证能可靠切除末端故障则会使保护范围伸出相邻元件，但动作时间上可取得配合，在保护范围上不配合了，这样在不配合的保护范围内故障时将可能越级

跳闸。

(3) 完全不配合。完全不配合是指需要配合的两个保护在保护范围和动作时间上均不能配合,即无法满足选择性要求。在一些特殊点上,为能可靠切除故障,同时动作时间又要求较短(否则导致保护系统整体性能下降,甚至无法配合),此时将失去选择性,这种情形通常出现在选择的解列点上。

在保护的整定计算过程中应尽可能做到完全配合,如不能做到应该按照相关规程进行处理,并尽量减小不配合导致失去选择性带来了危害。各种保护的具体配合方法和原则在后面详细介绍。

1.2.4 灵敏性

灵敏性是指在设备或线路的被保护范围内发生故障时,保护装置具有的正确动作能力的裕度,它反映了保护对故障的反应能力,一般以灵敏系数来描述。灵敏系数指在被保护对象的某一点发生金属性短路,故障量与整定值之比(反映故障量上升的保护,如电流保护)或整定值与故障量之比(反映故障量下降的保护,如阻抗保护)。

系统保护分为主保护和后备保护,对应的灵敏系数称为主保护灵敏系数和后备保护灵敏系数。主保护的灵敏系数仅考虑对被保护设备(本级),后备保护的灵敏系数则主要考虑的是对相邻设备(下一级)。

整定计算完成定值计算后,应当计算保护在规定的保护范围内的灵敏系数,并应保证灵敏系数不能低于整定规程规定的灵敏系数要求,这称为检验灵敏度。灵敏系数应根据不利正常(含正常检修)运行方式和不利故障类型(一般仅考虑金属性短路和接地故障)计算。

检验灵敏度主要应考虑两个方面。一个方面是在何种运行方式下来检验,按照要求一般应采用可能出现的最不利运行方式进行校验;另一方面是对何种故障类型进行检验,按照要求应当采用最不利的故障情形,通常采用金属性短路,有些时候应考虑一定的过渡电阻。在检验灵敏度时方式的选择是非常重要的,其选择是否合理会直接影响到对保护性能的评价和整个保护系统的性能。

检验灵敏度应注意的几个问题:

(1) 应选取故障量较小的短路类型,对增量和欠量型保护应区别对待。例如,零序电流要以单相接地或两相接地时零序电流大小进行比较。

(2) 选择可能出现的最不利运行方式,增量型保护取最小运行方式,欠量型保护则应取最大运行方式,重点在于被检验保护反映灵敏度最小的那种方式。例如,多电源变为单侧小电源的情况。

(3) 保护动作时限长的,应考虑短路电流的衰减,一般在机端出口附近短路时考虑。

(4) 经 Y, d 接线变压器之后的不对称短路,各相电流、电压的分布将发生改变,对不同接线、不同相别、不同相数的保护其灵敏度亦不相同。

(5) 有些情况需考虑负荷电流对保护灵敏度的影响。比如对于短路点较远的短路,因为分支负荷端电压较高,还吸取一定的负荷电流,因而减小了短路支路的电流。某些容量较大的电动机,对短路开始瞬间(对速动保护)可向短路点送出短路电流,因而又增大了短路支路的电流。

(6) 两侧有电源及环状网路中的线路保护,应考虑相继动作(线路两侧保护一侧先跳闸后,另一侧后跳闸)的影响,可能使灵敏度提高或降低。

1.2.5 四性的统一

继电保护的四性在整定计算中非常重要，在制订保护系统方案中常常很难同时满足四个基本要求，应当对四性进行统一协调。超高压电网普遍通过双重化的保护配置提高继电保护系统的可靠性，并采用强化主保护，简化后备保护的原则。整定计算对四性的要求的一般原则是首先尽量满足选择性，对需要快速动作的场合满足速动性，保证保护有足够的灵敏性，当出现冲突时应权衡利弊使保护系统能更好的满足系统运行的需要。如对速动性要求不高的地方，牺牲快速性可换取选择性和足够的灵敏性；有时合理设置解列点，尽管会失去选择性，但可改善速动性和后备保护系统性能；有时对保护适当的延时可提高保护系统可靠性等。

1.3 继电保护整定计算的目的及任务

继电保护整定计算是继电保护工作中的一项重要工作。整定计算工作的目的是保证保护方式及选型的合理性，协调保护与电力系统运行方式的配合。无论是设计还是运行，保护方式都与一次系统接线和运行方式有密切关系，在多数情况下是涉及全局性的问题，要综合平衡，做出决断。

设计部门其目的是按照电力系统的设计参数和典型的运行方式进行故障计算，制定全系统继电保护的配置方案和装置选型，并进行整定，校验能否满足四性的要求，满足系统稳定的要求，论证配置方案、装置选型和定值选择的可行性和正确性。

调度部门是继电保护管理和应用的主要单位，应保证整定计算的全面性、正确性和精度要求最高。

整定计算的主要任务是制订系统保护方案，主要包括以下工作：①绘制电力系统接线图；②绘制电力系统阻抗图；③建立电力系统一次设备参数表；④建立电流、电压互感器参数表；⑤确定继电保护整定需要满足的电力系统规模及运行方式变化限度；⑥电力系统各点短路计算结果列表；⑦建立各种继电保护整定计算表；⑧按继电保护功能分类，分别给出整定值；⑨编写整定方案书，着重说明整定原则、结果评价、存在的问题及采取的对策。需要注意的是，上述工作中一些基础性的工作是非常重要的，如一次接线、网络参数各种互感器参数的收集等，如果和实际参数不符合则会直接引起计算错误，导致保护不正确工作。

1.4 继电保护整定计算基本内容

1.4.1 工作步骤

整定计算的工作步骤，大致如下：

- (1) 收集必要的参数与资料(保护图纸，设备参数等)。
- (2) 确定系统运行方式。
- (3) 结合系统情况，确定整定计算的具体原则。
- (4) 选择短路类型、分支系数等计算条件，进行短路计算，得到短路电流计算结果表。
- (5) 按同一功能的保护进行整定计算，并计算出保护装置的二次定值。