



国家电网
STATE GRID

国网技术学院培训系列教材

变压器保护

王 涛 林桂华 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

013033567

TM403.5
01

国网技术学院培训系列教材

变压器保护

王 涛 林桂华 主编



北航

C1640367



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

TM403.5

01

内 容 提 要

为提高培训质量,国网技术学院依据国家电网公司制定的培训方案,结合自身实训设施和训特点,编写完成了《国网技术学院培训系列教材》。

本书为《国网技术学院培训系列教材 变压器保护》分册,共分五个项目,主要内容包括:变压器保护基础知识,差动保护,复压方向过流保护,零序过流保护及不接地后背保护,非电量、整组试验及带负荷测试。

本书可作为继电保护专业的培训教学用书,也可作为各电力培训中心及电力职业院校的继电保护专业教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

变压器保护 / 王涛,林桂华主编. —北京:中国电力出版社, 2012.8

国家技术学院培训系列教材

ISBN 978-7-5123-3464-9

I. ①变… II. ①王… ②林… III. ①变压器—保护装置—职业培训—教材 IV. ①TM403.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 210993 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京雁林吉兆印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2013 年 4 月第一版 2013 年 4 月北京第一次印刷

710 毫米×980 毫米 16 开本 11.5 印张 147 千字

印数 0001—3000 册 定价 34.00 元

敬 告 读 者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪

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

《国网技术学院培训系列教材》

编 委 会

主	任	赵建国	钱 平		
副	主	费耀山	程 剑	马放瑞	李勤道
委	员	康梦君	张效胜	范永忠	石 椿
		孙明晔	肖成芳	黄保海	马敬卫
		王立志	陈威斋	冯 靖	张进久
		马 骐	王立新	王云飞	于洲春
		杨 健	高建国	陈祖坤	商自申
		王付生	刘汝水	赵桂廷	刘广艳
编写组组长		费耀山			
副 组 长		黄保海	杨 健		
成 员		王 涛	林桂华	王玉莹	崔梅英
		何登森	吕 强	韩 冬	董海涛



国家电网公司
STATE GRID
CORPORATION OF CHINA

前 言

为贯彻落实国家电网公司“人才强企”战略，积极服务公司“三集五大”体系建设和智能电网发展对技能人才的需求，打造高素质的技术、技能人才队伍，提升企业素质、队伍素质，增强培训的针对性和时效性，创新国内一流、国际先进的示范性培训专业和标杆性培训项目，国网技术学院组织院内专职培训师、兼职培训师及国家电网公司系统内专业领军人才、生产技术和技能专家，结合国网技术学院实训设施和高技术、高技能员工培训特点，坚持面向现场主流技术、技能发展趋势的原则，编写了《国网技术学院培训系列教材》。

《国网技术学院培训系列教材》以培养职业能力为出发点，注重从工作领域向学习领域的转换，注重情境教学模式，把“教、学、做”融为一体，适应成年人学习特点，以达到拓展思路、传授方法和固定习惯的目的。

《国网技术学院培训系列教材》开发坚持系统、精炼、实用、配套的原则，整体规划，统一协调，分步实施。教材编写针对岗位特点，分析岗位知识、技术、技能需求，强化技术培训、结合技能实训、体现情景教学、覆盖业务范围、适当延伸视野，向受训学员提供全面的岗位成长所需要的素质、技术、技能和管理知识。编写过程中，广泛调研和比较分析现有教材，充分吸取其他培训单位在探索培养高素质的技术技能人才和教材建设方面取得的成功经验，依托行业优势，校企合作，与行业企业共同开发完成。

《国网技术学院培训系列教材》在经过审稿和试用后，已具备出版条件，将陆续由中国电力出版社出版。

本书为《国网技术学院培训系列教材 变压器保护》分册。全书分为五个项目：其中项目一、项目二和项目五由国网技术学院王涛编写；项目三和项目四由国网技术学院林桂华编写。全册由山东电力集团公司苏文博担任主审，安徽省电力公司李克峰、河南省电力公司李娜等也参加了审稿。

由于编者自身认识水平和编写时间的局限性，本系列教材难免存在疏漏之处，恳请各位专家及读者不吝赐教，帮助我们不断提高培训水平。

编 者

2013 年 2 月



国家电网公司
STATE GRID
CORPORATION OF CHINA

目 录

前言

项目一 变压器保护基础知识	1
任务一 变压器故障类型与保护配置	1
任务二 变压器保护装置校验的安全技术措施	5
任务三 装置通电检查	11
任务四 装置交流采样检查	15
任务五 开关量输入回路检查	25
任务六 掌握开关量输出回路检查方法	28
任务七 定值整定与打印	32
项目二 差动保护	37
任务一 差动保护原理	37
任务二 稳态模拟	56
任务三 差动保护检验	76
项目三 复压方向过流保护	110
任务一 复压闭锁方向过流保护原理	110
任务二 复压闭锁方向过流保护校验	114
项目四 零序过流保护及不接地后备保护	134
任务一 零序过流保护原理	134
任务二 零序过流保护校验	139

任务三 变压器不接地后备保护试验.....	155
项目五 非电量保护、整组试验及带负荷测试	159
任务一 变压器非电量保护	159
任务二 整组试验	164
任务三 带负荷测试	167
参考文献	173

项目一



国家电网公司
STATE GRID
CORPORATION OF CHINA

变压器保护基础知识

【项目描述】

本项目的主要内容为变压器保护基础知识，通过学习熟练掌握变压器故障类型、保护配置、安全技术措施、通电检查、交流采样检查、开入量回路检查、开出量回路检查以及定值整定，达到独立调试变压器保护的目。

【教学目标】

要求学员能够独立调试变压器保护，掌握调试变压器保护的基本知识点和注意事项。

【教学环境】

500kV 和 220kV 变电站继电保护实训室的变压器保护装置，教学资源最低要求配备继电保护测试仪、试验线、万用表、螺丝刀等基本工具。

任务一 变压器故障类型与保护配置

【教学目标】

通过本任务的学习，应熟练掌握变压器故障类型、变压器保护配置，掌握实际变压器保护装置实例配置。



【任务描述】

本任务要掌握变压器故障类型、变压器保护配置，还要掌握实际变压器保护装置实例配置，主要包括保护装置的双重化，保护配置，220kV 一次系统、500kV 一次系统主接线方式以及保护装置的实例配置等内容。

【任务准备】

预习变压器故障类型、变压器保护配置，掌握实际变压器保护装置实例配置。

【任务实施】

通过理论课程，系统学习变压器故障类型、变压器保护配置，了解实际变压器装置实例配置。对参培学员进行分组，每组 3~5 人，每名老师带领两组学员，在继电保护实训室了解变压器保护的实例配置。

【相关知识】

运行方式、变压器故障类型、变压器保护配置。

变压器是电力系统电压升高和降低的元件，造价高昂。为保证设备安全，配备了四种保护功能。其中 220kV 以上设备的电量保护全部是双套的保护，称为双重化的保护。变压器运行时，若变压器内部或者外部发生故障，则由保护装置迅速反应，发出跳闸指令，跳开变压器高压侧、中压侧、低压侧断路器，切断故障，从而起到保护变压器的作用。这样的保护有四种，即差动保护、过电流保护、零序保护、瓦斯保护，还有其他一些监测到变压器处于不正常运行状态而发出信号告警的保护。

当变压器发生相间短路或者接地短路时，由差动保护无时限地切除故障。

当变压器发生匝间短路时，由瓦斯保护切除故障。

如果差动保护由于元器件、软件程序或者二次回路的问题导致不能动作，则经过一定的延时，由过电流保护动作切除变压器的相间短路故障。虽然过电流动作比较慢，但毕竟能够跳开断路器，保证变压器的安全。所以装设过电流保护作为后备保护是必要的。

同样的道理，接地短路时若差动保护不能动作，则由零序保护切除接地故障。

220kV 一次系统带 TA、TV、主变压器差动保护装置跳闸示意图如图 1-1 所示。

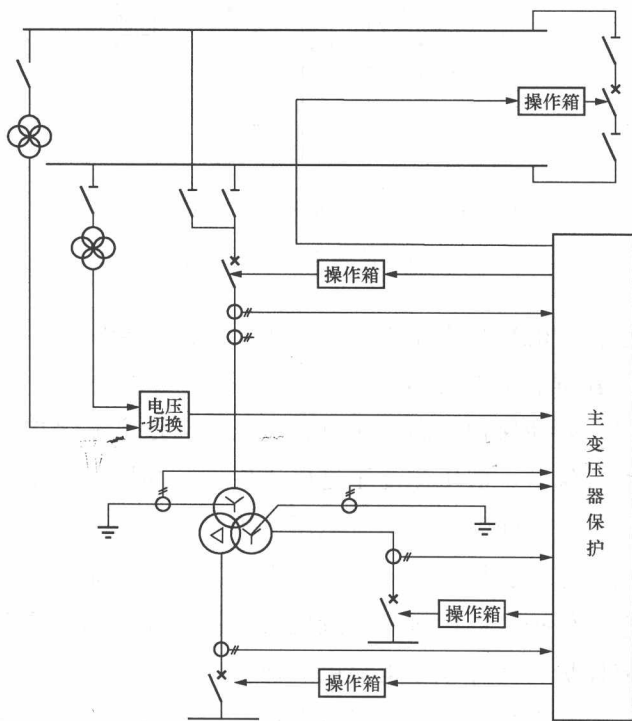


图 1-1 220kV 一次系统带 TA、TV、主变压器差动保护装置跳闸示意图

500kV 一次系统带 TA、TV、主变压器差动保护装置跳闸示意图如图 1-2 所示。

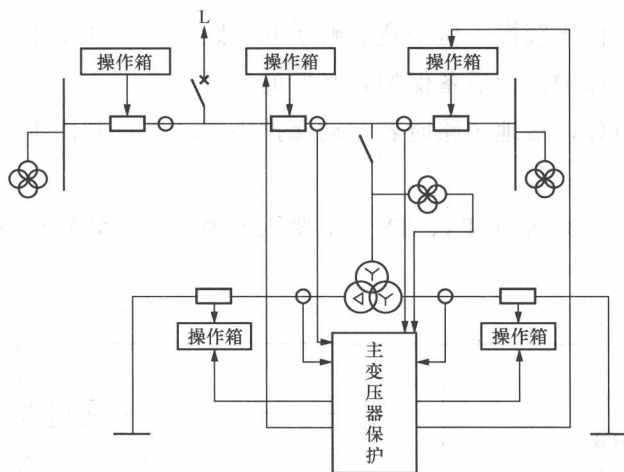


图 1-2 500kV 一次系统带 TA、TV、主变压器
差动保护装置跳闸示意图

图 1-3 为某 220kV 变电站 1 号主变压器保护组屏实例。该套变压器保护分为 A 屏、B 屏和 C 屏三面屏。

A 屏配置：差动保护、高压侧复合电压方向过电流保护、中压侧复合电压方向过电流保护、低压侧复压过电流保护、高压侧零序电流保护、中压侧零序电流保护、间隙零序电流电压保护。

B 屏配置：差动保护、高压侧复合电压方向过电流保护、中压侧复合电压方向过电流保护、低压侧复压过电流保护、高压侧零序电流保护、中压侧零序电流保护、间隙零序电流电压保护。

C 屏配置：瓦斯保护、压力释放保护、冷却器电源全停保护、变压器油温保护、变压器油位保护等。

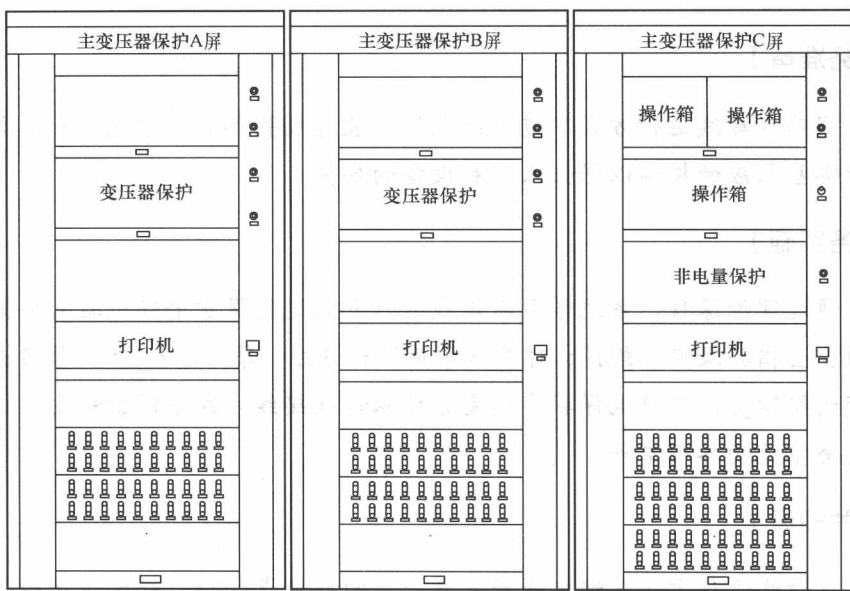


图 1-3 某 220kV 变电站 1 号主变压器保护组屏实例

任务二 变压器保护装置校验的安全技术措施

【教学目标】

通过本任务的学习，应熟练掌握保护全部校验情况下的安全措施，能够独立完成安全措施的各项工 作，并树立严谨、细致的工作态度。

【任务描述】

双母线接线方式下保护全部校验的安全措施是在双母线接线方式下进行继电保护装置调试时保证人身、设备安全的必要措施，主要包括一次设备运行情况检查，装置基本情况、连接片（压板）、空气开关原始位置记录，以及电压、电流、控制回路各项安全措施的操作、记录等工作。



【任务准备】

明确双母线运行方式下进行继电保护装置校验都有哪些危险点，需要进行哪些相应的措施以保证人身和设备的安全。

【任务实施】

通过理论课程，系统学习双母线运行方式进行保护全部校验需要做的各项安全措施及操作规范；对参培学员进行分组，每组3~5人，每名老师带领两组学员，在继电保护实训室完成双母线接线方式下保护新安装校验的安全措施的各项工作。

【相关知识】

双母线运行方式下继电保护装置校验的危险点分析，继电保护校验基本工器具的使用方法。

一、工作任务

对某变压器的保护装置进行全部校验和二次回路检查。

一次系统运行方式如下：双母线接线方式，每条母线上带一台主变压器，四条线路，停电范围为本间隔。

二、开工前的准备

为保证试验的顺利进行，检修试验前要做好相关准备工作。

(1) 准备好现场试验所需的仪器仪表、相关材料和工器具，主要包括绝缘电阻表、万用表、继电保护测试仪、钳形相位表、螺钉旋具（螺丝刀）等。

(2) 准备好相关技术资料，包括最新定值单、保护屏图纸、二次回路图纸、变压器保护装置技术与使用说明书、变压器保护校验规程。

(3) 根据计划工作时间和内容填写工作票。

三、填写安全措施票

为了确保工作过程的安全，根据现场情况填写安全措施票，见表 1-1。

表 1-1 安 全 措 施 票

保护设备：			
一、工作条件			
1. 一次设备运行情况	确认（打“√”）		
检查高压侧断路器及两侧隔离开关在断开位置			
检查高压侧母联断路器及两侧隔离开关在_____位置			
检查高压侧分段断路器及两侧隔离开关在_____位置			
检查中压侧断路器及两侧隔离开关在断开位置			
检查中压侧母联断路器及两侧隔离开关在_____位置			
检查中压侧分段断路器及两侧隔离开关在_____位置			
检查低压侧断路器及两侧隔离开关在断开位置			
2. 装置基本情况			
(1) 拉开控制电源			
(2) 记录屏后空气开关位置			
(3) 记录装置当前定值区号			
3. 记录连接片（压板）原始状态	连接片（压板）名称及编号	原始位置（投/退）	恢复（打“√”）
(1)			
(2)			
(3)			
二、操作记录			
1. 连接片（压板）操作记录	操作事项	执行（打“√”）	恢复（打“√”）



续表

	退出	连接片（压板）		
	投入	连接片（压板）		
2. 电流回路操作记录				
	打开高压侧开关电流端子连接片（压板）： A4111、B4111、C4111、N4111			
	打开中压侧开关电流端子连接片（压板）： A4111、B4111、C4111、N4111			
	打开低压侧开关电流端子连接片（压板）： A4111、B4111、C4111、N4111			
3. 电压回路操作记录				
	打开高压侧电压端子连接片（压板）： A4111、B4111、C4111、N4111			
	打开中压侧电压端子连接片（压板）： A4111、B4111、C4111、N4111			
	打开低压侧电压端子连接片（压板）： A4111、B4111、C4111、N4111			
4. 控制回路操作记录				
	拆开 1CD1、1CD7、1KD1、1KD7 并包好			
5. 补充安全措施				
	检查母线保护屏主变压器启动失灵已停用			
填票人		审核人		执行人
				监护人



四、现场调试校验工作危险点分析及控制

(一) 人身安全

1. 误入带电间隔

控制措施：工作前要熟悉工作地点、带电部位，检查现场安全围栏、安全警示牌、接地线等安全措施，不要疲劳作业。

2. 试验电源

控制措施：试验时要从专用的继电保护试验电源柜抽取试验电源，使用装有漏电保护器的电源盘；禁止从运行设备上拉取试验电源，防止交流混入直流系统影响保护等设备。

3. 相关专业配合

控制措施：工作人员之间应相互配合，确保一次、二次设备和二次回路上无人工作，传动试验必须得到值班员的许可和配合，绝缘检查结束后应对地放电。

(二) 继电保护“三误”事故

继电保护“三误”事故是指误碰、误整定、误接线。防“三误”事故的安全技术措施如下：

(1) 工作前应做好充分的准备工作，了解工作地点一次、二次设备的运行情况，熟悉本次工作的范围。

(2) 认真填写安全措施票，特别是针对复杂保护装置或有联跳回路的保护装置，如变压器保护、失灵保护、母线保护及相关联跳和启动回路，应由工作负责人认真填写，并经技术负责人审批。

(3) 开工后首先执行安全措施票，每一项措施都要在执行栏做好标记；校验工作结束后，要按照安全措施票逐项恢复，每一项同样要做好标记。

(4) 接线工作要严格按照图纸进行，严禁凭记忆作为工作的依据，防止由于记忆错误导致严重后果。若图纸与现场实际接线不符，应查线核对，需要改动时要履行审批检查程序。