



全国电力高等职业教育规划教材



中国电力教育协会审定
全国电力出版指导委员会推荐
李火元主编

DIANLI XITONG JIDIAN BAOHU
JI ZIDONG ZHUANGZHI

电力系统继电保护 及自动装置



中国电力出版社

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



全国电力高等职业教育规划教材

电机检修
电机学
电力市场营销
电力系统分析
电力系统继电保护
电力系统自动装置
电力系统继电保护及自动装置
数字电子技术基础
模拟电子技术基础
电能计量
电气安全与电气试验
电气仿真运行
变电站运行仿真培训
电气运行技术与管理
发电厂变电所电气设备
发电厂变电所电气设备
工业企业供电
供配电一次系统
供用电工程
供用电网络及设备
继电保护及自动装置的检验与调试
用电检查
安全用电
装表接电
自动控制原理
单片机原理及应用

刘景峰主编
赵君有等编
李海侠主编
卢文鹏等主编
李丽娇等主编
唐建辉主编
李火元主编
张 钢等编
郑晓峰主编
韩 玉主编
刘 伟主编
姜晓华主编
韩江虹主编
杨志辉主编
刘宝贵主编
卢文鹏等主编
王艳华主编
余建华主编
杜文学主编
李 俊等主编
杨利水主编
吴新辉主编
洪雪燕等编
李恒锦主编
谢援朝等编
徐学勤等主编

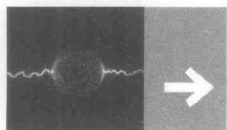
ISBN 7-5083-2641-5



9 787508 326412 >

ISBN 7-5083-2641-5

定价： 29.80 元



全国电力高等职业教育规划教材

电力系统继电保护 及自动装置

主 编 李火元
副主编 李 斌
编 写 张志锋 谌祥维
陆焕运
主 审 杨利水



中国电力出版社

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

内 容 提 要

本书分为九章,主要内容有输电线路的阶段式继电保护、输电线路的全线速动保护、微机型继电保护及自动装置基础知识、电力系统的自动控制装置、输电线路微机型继电保护装置、电力系统主设备的继电保护原理、发电机—变压器组微机型继电保护装置、电力系统无功功率自动调节装置、电力系统故障录波装置。

本书内容覆盖了电力系统继电保护及自动装置两个方面。在微机型继电保护装置及微机型自动装置普遍采用的今天,把原来分设的继电保护和自动装置合二为一完全是可行的。因为,他们的输入信号预处理和硬件电路基本相同,合二为一后,减少了不必要的重复。同时,也符合电厂及变电站向综合自动化发展的方向。

本书可作为高职、高专电气类各专业的教材,也可供从事继电保护及自动装置有关工作的工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

电力系统继电保护及自动装置/李火元主编. —北京:中国电力出版社, 2004

全国电力高等职业教育规划教材

ISBN 7-5083-2641-5

I. 电... II. 李... III. ①电力系统—继电保护—高等学校:技术学校—教材 ②电力系统—继电自动装置—高等学校:技术学校—教材 IV. TM77

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 112456 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

*

2004 年 11 月第一版 2004 年 11 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 19.5 印张 454 千字

印数 0001—4000 册 定价 29.80 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)



序

高职高专教材建设是高职高专教育的重要组成部分，是一项极具重要意义的基础性工作，对高职高专教育培养目标的实现起着举足轻重的作用。

根据《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》（国发〔2002〕16号），要充分发挥行业、企业、社会中介组织和人民团体在发展职业教育中的作用；行业主管部门要对行业职业教育进行协调和业务指导，制定行业职业教育和培训规划，参与相关专业的课程教材建设；积极推进课程和教材改革，开发和编写反映新知识、新技术、新工艺和新方法，具有职业教育特色的课程和教材。

为贯彻落实《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》精神，进一步推动高等职业教育的发展，加强高职高专教材建设，根据教育部关于通过多层次的教材建设，逐步建立起多学科、多类型、多层次、多品种系列配套的教材体系的精神，中国电力教育协会组织制订了反映电力行业特点、体现高等职业教育特色的全国电力高等职业教育教材规划。同时，为适应电力体制改革和电力高等职业教育发展的需要，中国电力教育协会还组建了全国电力高等职业教育教材建设指导委员会，以便更好地推动全国电力高职高专教材的研究、规划与开发。

高职高专教材建设应紧紧围绕培养高等技术应用性专门人才开展工作。基础课程教材要体现以应用为目的，以必需、够用为度，以讲清概念、强化应用为教学重点；专业课程教材要加强针对性和实用性。同时，高职高专教材建设不仅要注重内容和体系的改革，还要注重方法和手段的改革，以满足科技发展和生产实际的需求。此外，高职高专教材建设还要推动高职高专教育人才培养模式改革，促进高职高专教育协调发展。希望通过我们的共同努力，陆续推出一批内容新、体系新、方法新、手段新，在内容质量上和出版质量上有突破的高水平高职高专教材，力争尽快形成一纲多本、优化配套，适用于不同地区、不同学校、特色鲜明的高职高专教育教材体系。

在全国电力高等职业教育教材规划的组织实施过程中，得到了教育部、劳动保障部、国家电网公司、中国电力企业联合会、中国高等职业技术教育研究会、有关院校和广大教师的大力支持，在此一并表示衷心的感谢。

全国电力高等职业教育教材规划工作是一项长期性任务，今后将根据相关专业课程体系改革和教学需要不断补充完善。在教材的使用过程中，请大家随时提出宝贵的意见

和建议,以便今后修订或增补。(联系方式:100761 北京市宣武区白广路二条1号综合楼9层中国电力教育协会教材建设办公室 010-63416237)

中国电力教育协会



前言

一本既能反映当代继电保护及自动装置技术水平，又便于教与学的继电保护及自动装置教科书，是目前高职、高专电类专业师生和从事此类工作的工程技术人员所迫切需要的。但由于继电保护及自动装置技术随计算机技术、通信技术的发展而发展得太快，要帮助人们实现这一愿望难度太大。

其一：与其他技术不同，继电保护及自动装置的新技术不能完全取代“老”技术。小型水、火电厂和配电变电站仍在大量使用电磁型继电保护和自动装置，例如 BCH—2 差动继电器、采用电磁型继电器组装的备用电源自动投入装置等；在配电线路上仍在普遍采用电磁型三相一次重合闸；在中型发电机和变压器上仍在广泛采用晶体管型比例制动原理的差动保护；主网和新建的由大机组和大型变压器构成的发电厂和变电站的继电保护和自动装置已完全微机化。除此以外，在少量的发电机、变压器和输电线路上还有采用集成电路保护的；另外，智能型继电保护及自动装置的雏形已经形成且有试运行的装置；还有计算机理论上可以实现各种原理的继电保护及自动装置。因此，以各种原理采用不同技术实现的继电保护及自动装置层出不穷，无法统计，这就使得本教材在内容的取舍与组合编排上显得尤为重要。

其二：教育、教学改革对本课程提出了新要求。高职、高专正在进行学制改革的试点工作，学制改革的趋向是二年制。学制的缩短，要求教学内容必须调整，课程必须重新整合。微型继电保护和自动装置的输入信号预处理和硬件电路基本相同，是便于整合的最好内容。整合的目的是为了减少不必要的重复，减少篇幅，腾出空间，即用一本书完成两本书所要介绍的内容，字数受限制，这就对文字处理提出了更高的要求。

其三：高职、高专的办学目标是培养高级应用型人才。作为高等教育的一部分，一定深度的理论作基础是必须的；作为应用型人才，要求掌握和应用现代继电保护和自动装置又是必然的，这又给本教材在理论和实践的结合点上出了难题。

虽然有这样那样的困难和顾虑，书中还是力求将近年来继电保护及自动装置领域的新原理、新技术用通俗的文字介绍给读者；为了处理好理论与实践的结合问题，本教材组织内容的出发点是“理论为装置（含继电保护装置和自动装置，下同）服务，装置以应用为主”。考虑到电磁型和整流型保护装置还在广泛使用这一现实，且电磁型和整流型保护装置能帮助初学者很好地理解继电保护及自动装置的基本原理，所以，在讲述继电保护及自动装置基本原理时以电磁型和整流型装置为重点。由于晶体管型和集成电路型装置已基本被微型装置取代，因此，较复杂的装置以微型为主，如微型线路保护装置、微型发一变组保护、微型自动并列装置、微型自动调节励磁装置、微型故障录波装置等。书中还介绍了工频变化量继电保护原理等新技术。

全书共分9章，由李火元主编，李斌副主编，杨利水主审。第3章和第4章的第1节由张志锋编写，第4章的其他各节和第8章由李斌编写，第6章的第3节、第9章和附录由陆焕运编写，第6章的其他各节和第7章由谌祥维编写，其余部分由李火元编写并统稿。杨利水同志在审阅过程中提出了不少宝贵意见，在此深表谢意。

由于编者水平所限，书中的错漏之处恳请读者批评指正。

编 者

2004.8.19

于武昌



目 录

序

前言

绪论	1
§ 1 输电线路的阶段式继电保护	7
§ 1-1 阶段式继电保护基本原理	7
§ 1-2 阶段式电流保护	10
§ 1-3 阶段式零序电流保护	21
§ 1-4 阶段式距离保护	26
§ 1-5 方向问题的提出及解决方法	32
复习思考题	46
§ 2 输电线路的全线速动保护	48
§ 2-1 线路的差动保护	48
§ 2-2 高频保护的基本原理	55
§ 2-3 高频闭锁方向保护	61
§ 2-4 相差高频保护	65
复习思考题	68
§ 3 微机型继电保护及自动装置基础知识	70
§ 3-1 微机继电保护及自动装置输入信号的预处理	70
§ 3-2 微机型继电保护及自动装置的基本算法与数字滤波	78
复习思考题	84
§ 4 电力系统自动控制装置	85
§ 4-1 输电线路的自动重合闸	85
§ 4-2 按频率自动减负荷装置	102
§ 4-3 备用电源自动投入装置 AAT	108
§ 4-4 自动并列装置	111
复习思考题	123

§ 5 输电线路微机保护装置	125
§ 5-1 微机型阻抗保护的特性分析及算法	125
§ 5-2 工频变化量测量元件	140
§ 5-3 零序方向保护的算法及特性分析	146
§ 5-4 微机保护装置举例	150
复习思考题	173
§ 6 电力系统主设备的继电保护原理	175
§ 6-1 变压器保护	175
§ 6-2 同步发电机保护	188
§ 6-3 母线保护	202
复习思考题	216
§ 7 发电机变压器组微机继电保护装置	218
§ 7-1 发变组微机保护的硬件结构	218
§ 7-2 发变组微机保护的软件结构	219
§ 7-3 发变组微机保护的配置原则及框图	221
§ 7-4 发变组微机保护原理	224
复习思考题	243
§ 8 电力系统无功功率自动调节装置	244
§ 8-1 同步发电机自动调节励磁装置	244
§ 8-2 电压、无功综合控制装置	286
复习思考题	290
§ 9 微机型故障录波器	291
附录 中性点非直接接地系统的接地保护	299



绪 论

一、电力系统继电保护及自动装置的作用与任务

电力系统继电保护及自动装置（以下简称继电保护及自动装置）是电力系统安全、稳定运行的可靠保证。

电力系统是发（发电机）、供（变压器、线路）、用电的总称。电力系统由于受自然的（如雷击、风灾等）、人为的（如设备制造上的缺陷、误操作等）因素影响，不可避免地会发生各种形式的短路故障（以下简称故障）和不正常工作状态。故障和不正常工作状态，都可能在电力系统中引起事故。事故是指系统或其中的一部分正常工作遭破坏，造成对用户的少送电或人身伤亡和设备损坏。前者称为停电事故，后者称为人身和设备事故。

为了减轻故障和不正常工作状态造成的影响，继电保护的任务是：当电力系统出现故障时，给控制主设备（如输电线路、发电机、变压器等）的断路器发出跳闸信号，将发生故障的主设备从系统中切除，保证无故障部分继续运行；当电力系统出现不正常工作状态时继电保护发出信号，运行人员根据继电保护发出的信号对不正常工作状态进行处理，防止不正常工作状态发展成故障而造成事故。例如：某变压器过载了，运行人员就应相应的减轻该变压器的负载，使该变压器恢复正常运行。

电能的生产（发电）、输送、分配、使用是同时进行的，从电源到负载是一个紧密连接的且分布十分广泛的大系统。因此，对电能质量及电力系统运行有极严格的要求。运行中出现问题，若处理不及时或处理不正确都会影响电力系统的正常运行，甚至造成大面积停电；局部发生的故障，如处理不当，会影响整个电力系统。随着发电机单机容量及电力系统容量的不断扩大，对运行水平的要求越来越高。只有借助自动装置的帮助，才能达到现代电力系统要求的运行水平。自动装置的任务是：

- (1) 配合继电保护提高供电的可靠性（如自动重合闸、备用电源自动投入等装置）。
- (2) 保证电能质量，提高系统经济运行水平，减轻运行人员的劳动强度（如自动调节装置、低频减载装置、自动并列装置等）。
- (3) 自动记录故障过程，有利于分析处理事故（如故障录波器等）。

二、对继电保护的四项基本要求

继电保护装置的功能，就是将检测到的电气量与整定值或设定的边界进行比较，在越过整定值或边界时就动作。这里的越过有两层含义：对于反应被测量的量增加而动作的保护装置，是指测量的量大于整定值或越过边界到界外；对于反应被测量的量降低而动作的保护装



图 0-1 继电保护装置功能等效逻辑框图

置，是指测量的量小于整定值或越过边界进入界内。

继电保护装置的功能可用一个等效的自动化开关来描述，其逻辑框图如图 0-1 所示。

被保护的设备正常运行时，输入量不会越过整定值或边界，自动化开关是打开的，没有输出量，保护装置不动作；当被保护设备发生故障或出现不正常工作状态时，输入量就会越过整定值或边界，自动化开关自动闭合，有输出量及保护装置动作。

在继电保护技术中，将继电保护装置的自动化开关特性，称为继电特性，即当控制量（输入量）变化到某一定值（整定值或边界）时被控量（输出量）发生突变。因此，凡能实现继电特性的技术，均可引用到继电保护技术中来，如电磁技术、电子技术、集成电路技术、微机技术等。这样就构成了电磁型、电子型、集成电路型、微机型等不同技术实现的继电保护装置。

继电保护装置一般由三个部分组成，即测量部分、逻辑部分和执行部分，其原理框图如图 0-2 所示。

从被保护设备来的输入信号通过测量部分形成有关量，与给定的整定值或设定的边界进行比较，判断出保护是否启动；逻辑部分根据测量部分输出量的大小、性质、出现的顺序或



图 0-2 继电保护装置原理框图

他们的组合，按规定的逻辑关系工作，确定是否将断路器跳闸或发出信号，并将命令转送给执行部分；执行部分根据逻辑部分转送的信号，完成保护装置的任务。如果被保护的设备发生故障，动作于断路器跳闸；如果被保护的设备处在不正常状态，就发出相应的信号。继电保护装置工作的好坏用四个基本要求来衡量。

1. 可靠性

电力系统正常运行时，继电保护装置应可靠不动作；当被保护设备发生故障或不正常工作状态时，继电保护装置应可靠动作。前者称作安全性，如果电力系统正常运行时继电保护装置动作了，误发信号或误将某设备切除，非但未起到保护作用，反而由于误动作造成了电力系统的不安全；后者称作可依赖性，如果被保护设备发生故障或出现不正常工作状态时，继电保护装置拒绝动作，就没有起到保护作用，该保护不可依赖。由此可见，继电保护必须满足可靠性的要求。

2. 迅速性

迅速性又可称作快速性，是指继电保护装置的动作速度。理论上讲，继电保护装置的动作速度越快越好；但是实际应用中，为防止干扰信号造成保护装置的误动作及保证保护间的相互配合，继电保护不得不人为地设置一动作时限。

目前继电保护的動作速度完全能满足电力系统的要求。最快的继电保护装置的动作时间约为 5ms。

3. 选择性

选择性是指：电力系统出现故障时，继电保护装置发出跳闸命令仅将故障设备切除，使停电范围尽可能减小，保证无故障部分继续运行。如图 0-3 中 k1 点故障，断路器 QF1 和 QF2 的保护动作，切除发生在线路 L1 上的故障，保证无故障部分继续运行。

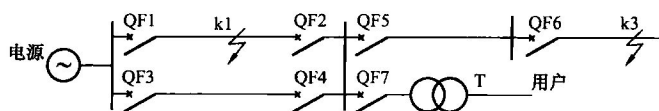


图 0-3 选择性说明图

在图 0-3 中 k3 点故障时，根据选择性的要求应该由断路器 QF6 切除故障，若出现 QF6 上的继电保护装置拒动或者是断路器自身拒动，由 QF5 切除 k3 点故障，这是很必要的，称断路器 QF5 是断路器 QF6 的后备，他们的继电保护装置也是如此。这样停电范围虽然有所扩大，但故障总是被切除了。

4. 灵敏性

灵敏性指的是继电保护装置反应故障的能力。灵敏性一般用灵敏系数 k_{sen} 来衡量，不同的继电保护装置对灵敏系数的要求也不相同，校验灵敏性的方法也不一样，这将在以后各具体的继电保护装置中分析。

以上四个基本要求，贯穿整个继电保护内容的始终。要注意四个基本要求间的矛盾与统一，例如强调快速性时，可能会影响到可靠性和选择性；强调选择性时可能会影响到快速性。可以想像：同时满足四个基本要求的继电保护装置，其造价一定昂贵。所以，对具体的被保护对象，装设怎样的继电保护装置，在满足技术条件的同时还要分析其经济性。

对各种自动装置的基本要求，将在各有关单元介绍。

继电保护及自动装置发展到今天，它的构成原理已形成了两种逻辑，即布线逻辑和数字逻辑。布线逻辑的继电保护装置和自动装置（以下简称装置），其功能靠接线来完成，不同原理的装置其接线也不同（及硬件不相同）；数字逻辑装置的功能由计算（程序）来完成，不同原理的装置计算方法（程序）不相同，但硬件基本相同。布线逻辑的装置要实现一种完善的特性（如四边形阻抗边界），接线将十分复杂，有些边界还不可能实现。数字逻辑装置的原理是由计算（程序）来实现的，因此，可实现特性完善的装置。

三、继电保护及自动装置的现状与发展

1. 继电保护及自动装置的现状

继电保护及自动装置是一门新学科，从形成概念到现在刚过百年。但其技术确有飞速发展，从初期的机电型发展到今天的微机型，经历了四代的更新。与其他技术不同的是新技术不能完全取代“老”技术；电力系统中运行的继电保护及自动装置可以说是“四世同堂”。形成这一特点的原因可用表 0-1 说明。继电保护及自动装置的这些技术特点，给从事继电保护工作的工程技术人员提出了很高的要求。

目前，各种原理采用不同技术实现的继电保护及自动装置层出不穷，无法统计。小型水、火电厂和配电变电站仍在大量使用电磁型继电保护和自动装置，如 BCH-2 型差动继电

器、采用电磁型继电器组装的备用电源自动投入装置等。在配电线路上仍在普遍采用电磁型三相一次重合闸。在中型发电机和变压器上仍在广泛采用晶体管型比例制动原理的差动保护。主网和新建的由大机组和大型变压器构成的发电厂和变电站的继电保护和自动装置已完全微机化。除此之外，少量的发电机、变压器和输电线路上还有采用集成电路保护的。另外，智能型继电保护及自动装置的雏形已经形成且有试运行的装置，还有计算机理论上可以实现各种原理的继电保护及自动装置。所以，从原理层面来分类更是繁多。这些都给从事继电保护工作的工程技术人员掌握继电保护现代技术增加了难度。

表 0-1 不同类型的继电保护及自动装置性能比较

保护类型	优 点	缺点及存在的问题
机电型 (1901 年发明)	简单、可靠、价廉、技术成熟、耐浪涌性强	动作速度慢，不易实现复杂的装置
晶体管型 (1960 年发明)	动作速度较快，可以实现复杂的装置，比较经济，易于掌握	抗干扰能力差，元器件多，易发生特性变化和元件损坏
集成电路型 (1970 年发明)	动作速度快，易实现较为复杂的装置，有自检功能	元器件较多，接线复杂，抗干扰能力差，价格高
微机型 (1972 年发明)	动作速度快，易实现复杂的装置，自检功能完善，有很好的附加功能，调试方便	技术跨度大，厂家对软件保密，用户检修难度大

2. 继电保护及自动装置技术未来趋势是向计算机化、网络化、一体化发展

继电保护及自动装置的微机化是不可逆转的发展趋势。电力系统对继电保护及自动装置的要求不断提高，除了装置本身的基本功能外，还应具有大容量故障信息和数据的长期存放空间、快速的数据处理功能、强大的通信能力，具有与其他继电保护及自动装置和调度联网共享信息和网络资源的能力。

计算机网络作为信息和数据通信工具已成为信息时代的技术支柱。要保证系统的安全稳定运行，这就要求各个继电保护及自动装置共享全系统的运行和故障信息的数据，各个继电保护及自动装置在分析这些信息和数据的基础上协调动作，确保系统的安全稳定运行。显然，实现这种功能的基本条件是将全系统继电保护及自动装置用计算机网络连接起来，亦即实现继电保护及自动装置的网络化。这在当前的技术条件下是完全可能的。

在实现继电保护及自动装置的计算机化和网络化的条件下，继电保护及自动装置可从网上获取电力系统运行和故障的任何信息和数据，也可将自身所获得的信息和数据传送给网络控制中心或任一终端。因此，每个继电保护及自动装置不但可完成自身的基本功能，而且在无故障正常运行情况下还可完成测量、控制、数据通信功能，亦即实现保护、控制、测量、数据通信一体化。

3. GPS 技术应用于继电保护及自动装置

GPS (Global Positioning System) 技术被广泛应用于军事、电力、交通、等领域，在电力系统中的应用也显示出独特优势以及应用前景。在电力系统继电保护及自动装置中，应用 GPS 技术将使传统的自动监视和控制功能得到进一步提高。使原来不可能做到的控制和测量精

度,以及故障分析,装置实验、特殊参数的采集都可以在GPS条件下得以实现。GPS除了本身可用于全球定位功能外,另一个显著的特点就是精确的时间传递,电力系统可以利用GPS的这个特点,使电力系统继电保护及自动装置能够在 $1\mu\text{s}$ 的分辩率下进行电网统一时钟和同步采集,以实现各种动态测量。

统一电力系统的时钟。GPS接收机在任何时刻都能在同一时刻接收到同一个信号,其误差不超过国际标准时间 $1\mu\text{s}$,因此可以很方便地实现全国电力系统时间的真正统一。与传统方法相比,具有精度高(微秒级)、范围广、不需要通信联络、不受地理和气候条件限制等优点,是理想的统一的全网时钟的首选方案。

同步采样。继电保护及自动装置都需要对测控对象进行采样,不仅需要本地信息,而且还需要远方信息,这些信息要求是同步采集,同时将采集结果进行比较处理,不用GPS是很难解决这个问题的。由于GPS有许多优点,故障定位、线路的电流纵差动保护、保护装置的试验以及相量测量等的应用,都可以利用他得到很好的解决。比如,当输电线路发生故障时,故障点将产生向线路两端以光速运行的行波。如果能在同一时间基准下记录两端接受到的行波的时刻,则很容易确定出故障的位置,这就是行波故障测距。数字式纵差电流保护在实现上有两大困难;一是通信问题,二是线路两端电流的同步采样。前者可以利用光纤数字通信,后者可利用GPS很好地解决。由于保护装置安装在不同的站端,因此需要一种同步装置来完成试验信号的同步输入,GPS可以很好地解决上述时间同步问题。相量测量的准确性是比相式保护装置能否正确工作的关键。相量测量就是同步采样直接测量电网中的各种母线电压和相位。GPS可以准确测量不同电站母线电压之间的相位关系。

四、学习继电保护及自动装置时应注意的几个问题

学习继电保护及自动装置要注意学习方法,应在学完电工基础、电机学、电子技术、微机原理、发电厂变电站电气设备、电力系统等课程的基础上进行学习。在对继电保护及自动装置进行理论(基本原理、工作原理、工作特性等)分析时,首先应分析被保护或被控制的主设备(如发电机、变压器、输电线路等)的特点,特别是要分析他们在不正常工作状态和故障情况时的特征,找出特征量或被控量;接着分析判别这些特征量或被控量的继电器或自动装置;再分析继电保护及自动装置的工作原理、工作特性。要掌握继电保护及自动装置这门技术,实训操作是必不可少的。在进行实训操作时,要充分模拟主设备不正常状态和故障情况,观察装置的动作情况,记录动作特性(特别是外特性),结合理论知识分析动作的正确性。

继电保护及自动装置课程的理论性、实践性都很强。初学者感觉起点高,难入门。但入门之后,就会发现该课程逻辑推理严密、系统性强、层次分明、前后知识关联,越学越有趣。所以初学者要知难而进,掌握了学习方法,深入到理论和实践中,就会发现继电保护及自动装置内部世界的“精彩”之处,就会自觉地克服学习中的困难,掌握继电保护及自动装置这门技术。

学习本课程,难点在两个方面:其一是“层次”问题。例如,要求仅有小学文化程度的人去解微分方程,无论多么简单的微分方程他都无法求解,因为他的知识没有达到解微分方程这个层次。其二是“繁”及复杂。为了快速切除故障,继电保护的动作时间以毫秒记。因

此,对电磁暂态方面的知识要求较高。但在电机学、电力系统等课程中,对暂态方面的知识介绍有限,在学习继电保护和自动装置时往往不够用,这就需要在学本课程之外适当地补充相关知识。对于这类“层次”问题的难题,将概念搞清即可,没有必要追求理论推导的完整性。学习继电保护及自动装置感到“繁”是每一个初学者的“通病”。要解决“繁”的问题,应从目的出发,结合对每一种装置的基本要求去衡量这些装置是否达到设定目标。在分析过程中可采用“积木”式的分析方法,将一个复杂的大问题(总装置)化为若干小问题进行分析,加上多观察、多动手,难题也容易解决。对于那些结构十分复杂的装置(如微机保护的硬件电路、自动并列装置等),初学时,可将它的内部结构看成一个“黑匣子”,先搞清它的外特性,学会使用,必要时再去研究其内部结构。