



R 热工程控保护

EGONG 上海市第一火力发电国家职业技能鉴定站 编

CHENGKONG BAOHU



中国电力出版社

www.cepp.com.cn



热工程控保护

上海市第一火力发电国家职业技能鉴定站 编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书共有11个模块,内容包括热工程控保护工的职业道德及电力法规,安全技术措施及质量管理,电工学、电子学知识,微机应用,热工测量及仪表,自动调节知识,热工信号系统,热工保护,顺序控制系统,安装工艺知识,发电厂基础知识。

本书突出了岗位职业能力所需要的必备知识和必备的专业技能,适用于火力发电厂生产现场技术人员和检修人员岗位培训用书。

热工程控保护

*

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>)

航远印刷厂印刷

*

2005年1月第一版 2005年1月北京第一次印刷

850毫米×1168毫米 32开本 15.75印张 417千字

印数 0001—3000册

*

统一书号 155083·815 定价 28.00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

热工控制保护

随着我国电力工业装备的不断更新和技术水平的不断提高,对电业生产技术人员素质也提出了更高的要求。此外,由于劳动、培训制度的不断深化,关于工人培训教育的思想、方法和手段也发生了深刻变化。为适应这一新情况、新需要,进一步加强电力工人培训,建立新的职业培训模式势在必行。

目前,电力行业正大力开展职业技能培训和鉴定工作。新的职业培训模式要求职业培训教材要有新思路和新做法。为满足这一要求,作者编写了本书。

本书突出了岗位职业能力所需要的必备知识和必备的专业技能,适用于火力发电厂生产现场技术人员和检修人员岗位培训用书。

本书由上海市第一火力发电国家职业技能鉴定站李军老师主编,盛培忠老师参编。全书由沈海欧同志主审。

本书在编写过程中,得到了有关电力集团公司、省电力公司的关心和支持,同时也得到了电力行业有关专家的热情帮助,在此一并表示衷心的感谢。

各单位和广大读者在使用本套教材过程中,如发现不妥之处,敬请随时函告,以便再版时订正。

编者

2004年8月

目 录

热工继电保护

前言

模块一 职业道德及电力法规	1
模块二 安全技术措施及质量管理	12
单元一 安全知识	12
单元二 安全技术措施	15
单元三 质量管理知识	17
模块三 电工学、电子学知识	30
单元一 电工学、电子学的应用	30
单元二 电工学、电子学在实际中的应用	69
模块四 微机应用	93
单元一 微机应用一般知识	93
单元二 微机在过程控制中的应用	108
模块五 热工测量及仪表	118
模块六 自动调节知识	130
单元一 DCS 系统	130
单元二 MCS 系统	142
单元三 DEH 系统	205
模块七 热工信号系统	237

模块八 热工保护	248
单元一 热工保护的基本知识	248
单元二 热工保护系统	278
模块九 顺序控制系统	428
模块十 安装工艺知识	471
模块十一 发电厂基础知识	483
参考文献	494

职业道德及电力法规

一、职业道德的概念

道德是调整个人与个人、个人与集体、个人与社会之间关系的行为准则。道德重要的社会功能之一就是对人类社会的具体生活和具体行为进行制约和引导。道德渗透到具体的职业生活、职业行为中,就表现为丰富多彩的职业道德。

在日常生活中,我们所见的各种规章制度、工作守则、生活公约、劳动规程、行动须知等等,就是从事不同职业活动的人们所遵循的职业道德准则,也是职业道德的具体形式。

一般来说,职业道德就是指人们在从事各种职业活动的过程中,思想和行为所应遵循的道德准则和道德规范,也就是调整职业内部、职业之间以及职业与社会之间的各种关系的行为准则。职业道德是重要的社会行为准则,对人类社会生活有特殊的意义。

人类社会生活中的职业五花八门,职业道德的内容也千差万别,各个行业一般都根据本行业的特点和要求结合具体的职业环境、职业条件以及本行业人员的素质、水平,制定本行业的职业道德。

二、电业人员职业道德的特点

1. 电业人员职业道德的多样性和同一性

电力工业是为社会生产和人民生活提供电能的工业系统,是现代化和集约程度很高、技术高度密集的社会化大生产体系。构成这个复杂而又完整体系的各个部门具有各自的特点,其职业行为具有各自特征,其行为规范也有不同要求。所以,电业人员职业道德在其适应范围上具有多样性。

尽管电力行业生产系统庞杂,但生产的高度联合性、生产方

式的集约化、终极产品的单一性，把各部门的生产目的和服务部门高度统一起来。例如：发电厂（站）、供电系统都在围绕发电、输电、配电和供电的各环节，为完成电的一次产出和一次消费而工作。这种生产目的和服务对象的同一性决定了电力系统职业道德的同一性。同一性和多样性的结合提供了电业人员职业道德的基本原则，同时也为制定电业人员职业道德提供了基础。

2. 电业人员职业道德的高度组织纪律性

电业人员强调职业生活的高度组织纪律性，要求以高度自觉又不盲从的态度执行命令，听从指挥。

电力的生产、供应和使用是同时进行并一次完成的。这种生产、供应和使用的同时性和无隙性，要求电力工业按用电需求建立从发电到送电、变电、配电统一的发供电系统——电网，并实行联合管理、统一调度。

随着电网装机容量的增大，覆盖地域的增加，主输电线路电压等级的提高，变电所、站层次增加，各生产环节之间、生产部门与用户之间相适应的问题显得复杂多变，这就决定了电网统一管理的高度组织纪律性，并要求所属各部门和个人必须服从命令，听从指挥。这种服从的严格性是一般行业所不及的。例如：执行调度命令，要不差分秒；变电操作，不能有丝毫差错；否则就会导致事故，给国家和人民的生命、财产带来重大损失。

3. 电业人员职业道德的高度责任心

电力企业是资金、技术密集企业，不仅装备技术程度高，工程建设工期长、投资大，而且在能源转换过程中，一次性能源消耗量大，占用资金多，同时电力生产过程相互联系紧密，自动化程度高，所以，电业人员的职责范围大，自由活动服务相对就小，人与设备的制约性就强。

电厂的运行人员如果不负责任，玩忽职守，将会影响企业甚至整个电网的安全运行。所以，电业人员必须时刻保持高度负责的工作态度和严肃认真的工作作风，做好自己的本职工作。

4. 电业人员职业道德的强烈“安全第一”意识

由于电能的生产、输送是同时完成的，在电力生产过程中，高温、高压、易燃的工作环境决定了电业人员在职业道德方面必须树立“安全第一”的思想意识。

强调“安全第一”就是要做到以下两点：

(1) 生产的安全可靠性。生产的安全可靠性是指电力生产安全、设备维护良好、电力供应可靠、电力产品优质。电网只有安全、可靠地运行起来，才能多发电，供好电，满足社会需要，企业也才能有较好的经济效益。电力生产若不安全，就会引发事故，事故造成的直接后果就是影响工农业生产，影响交通运输和各项社会事业的正常进行，影响人民群众的正常生活，给企业和社会带来重大的经济损失和不良影响。作为电业人员，不管在什么岗位上，都要保证生产安全，提高设备完好率，做到安全、可靠、稳定地供应电力。这始终是我们的首要职责和基本的职业道德。

(2) 电力的生产和使用人员具有“安全第一”意识。电的生产和使用都存在一定的危险性，稍有疏忽就会造成人身伤亡和财产损失，所以，要求我们的电业人员必须在自己的职业生活中保持高度的警惕性，要保护好自己，保护好他人，以良好的安全道德意识来约束自己的行为，模范地执行规章制度，养成注重安全的良好习惯。电业职工必须严格遵守《电业安全生产工作规程》及有关设备安全操作规程，还要把用户的安全用电作为自己的工作职责范围，做好安全用电的宣传和示范工作。

5. 电业人员职业道德的公益服务性

电力工业既是基础工业，又是公益性事业。电力工业既为国民经济的各部门提供基本动力，又为人民日常生活提供不可缺少的能源。随着人民生活水平的提高和各项社会事业的发展，社会对电力的依赖程度越来越高，对电力的需求数量越来越大，电力已成为实现现代化不可缺少的前提条件和物质基础。

电力供需不仅影响社会经济的发展，还影响人民的日常生活质量，影响正常的生产、生活秩序，影响人们的心理情绪甚至影

响社会的稳定。所以，电业人员必须树立为社会服务、为人民服务的思想意识和全方位整体服务观念，在电业内部做到团结协作、无私奉献，对社会则应全心全意优质服务，要把社会和人民的利益同自己的职业活动联系起来，把为人民服务和对社会负责的崇高思想和献身电业的牺牲精神视为电业人员的职业道德精髓，自觉提高服务质量、不断维护电力企业的声誉，发好电，供好电，为社会主义现代化作出自己应有的贡献。

三、电业人员职业道德的基本要求

1. 热爱本职工作

热爱本职工作体现了电业人员对本职工作的理解和对工作负责的态度，也体现了电业人员干一行、爱一行、钻一行、守一行的精神，这是电业人员在平凡的岗位上做出成绩的前提。

热爱本职工作，首先要做到能够正确对待不同的内部分工，正确对待不同的劳动报酬，正确对待不同的工作环境。在客观现实中，个人的志愿往往与企业的安排会有出入，如果我们持有抱怨的态度，用不良的职业道德支配自己的职业实践，那迟早会发生事故，最终必然被社会所淘汰。如果我们能正确地对待自己的职业分工，热爱自己的本职工作，不攀比，不懈怠、自强不息，就会最终成为这个领域的行家。所谓行行出状元，正是这种道德实践的结果。作为电业人员，既然选择了电力这个职业，就要尽职尽责地努力工作。企业和同事也一定会给你一个公正的评价。

热爱本职工作还要求电业人员要按照生产规程和岗位的要求，自觉地在自己的工作岗位上尽职尽责，搞好工作，做到“一开一关对国家负责，一举一动让人民放心”。

2. 刻苦钻研技术

技术是人类在认识自然、改造自然的实践中积累起来的有关生产劳动的知识、经验和技巧，是完成生产任务的基础。没有过硬的技术和业务能力，保证安全生产和提高产品质量、生产效率、经济效率就无从谈起，更谈不上为国家、为人民做贡献。

电力企业是技术密集型企业，自动化程度很高，这就要求电

业人员必须努力学习科学文化知识，刻苦钻研业务技术，以适应电力事业发展和科学技术不断进步的要求。无论是现在还是将来，学习科学文化知识、钻研科学技术都是电业人员必须具备的重要职业道德素质。

3. 严格遵守守法

纪就是泛指企业的各种纪律、章程和制度。遵纪就是要严格遵守各类规章制度，如电业安全规程、运行规程、检修规程、技术规范以及企业内部制度等，自觉遵守劳动纪律，不迟到、不早退、不旷工，不怠工，听从指挥。在工作上，电业人员不光要有严肃的态度，还要有认真的作风和严谨的秩序。反映在道德实践中，那就要求电业人员在生产上要按规章制度办事，爱护工具、设备，杜绝跑、冒、滴、漏现象，减少环境污染，在服务上要礼貌待人、语言文明、热情周到，努力营造一个和谐的工作氛围。

法就是法律，是反映并调整一定社会关系，由国家制定或认可，并以国家强制力保证实施的全部行为规范的总称。守法就是要求电业人员自觉遵守国家法律法规，在生产、经营、管理中，必须以电业法律、法规来约束自己的言行，时时处处都以法作为自己的行为准绳。在电业活动中，电业人员必须严守法律、法规，维护电业法律、法规的权威，自觉地把活动制约在法纪许可的范围内，切实履行对国家、对社会应承担的法律义务，绝不能以为电业法律、法规是对别人的限制，对自己则可以随意违犯。

应当指出，电力行业的各种劳动纪律和规章制度是前人用血的教训换来的实践经验的结晶，遵纪守法是广大电业人员在长期从事现代化大生产中培养起来的一种美德，因此，遵纪守法是每个电业人员应当具备的起码的职业道德。

4. 爱护设备、工具

设备和工具是电业从业人员的生产工具，只有保证设备和工具始终处于良好的工作状态，才能保证电力企业的安全、经济运行。电业人员只有自觉地爱护电力设备和工具，才能保证设备和

工具处于良好的工作状态。所以,作为电业人员,必须把爱护设备和工具作为其应当具备的基本品质。爱护设备、工具表现在职业实践中,首先是要努力学习,刻苦钻研业务技术,不断提高自身的技能素质,以适应电力生产的需要,也只有掌握了技术,了解了设备和工具的特性,才能使设备始终处于良好的工作状态;其次是要在工作中加强责任心,严格按规章制度办事,加强巡视、维护,只有这样才能保证电力的安全和经济生产。

5. 安全文明生产

电力行业要求所有电业人员在从事电力生产和经营过程中严格执行“安全第一,预防为主”的电业方针,体现安全高于一切的行为准则。

安全生产是电力行业根据自身的生产特性所提出的客观要求,也是电力生产的基本条件。在电力生产中,由于忽视安全而造成的事故往往是突发性的,使人措手不及,它将严重影响电力企业的正常运转,危及其他从业人员和用户的生命、财产安全。电力生产从发电、输电、变电、配电到用电,无论哪一个环节发生问题都会直接影响整个电网,都会造成不可估量的损失。所以,电业人员必须具备必要的安全道德素质。

电力行业要求所有的电业人员在自己的职业活动中不断修正自身的言行,创造文明环境,提高自己的职业道德品质。电业人员在电力职业活动中通过观察、比较,应能够发现自己身上存在的不文明行为而加以改正,同时在自己的心目中树立一个文明典范,时时处处要求自己按这个典范去说话办事,使自己逐步达到文明职工的标准。

电业人员要能够从自我做起,带动他人,在职业活动中形成一种文明气氛,通过全体电业职工的努力,营造一种既严谨又宽松、既紧张又和谐的工作氛围。

6. 团结协作、尊师爱徒

电力生产单靠一个企业、一个部门是完不成的。在一个发电企业内要进行发电生产,也需要各岗位人员互相配合。若没有团

结协作的精神，电力生产是难以完成的。因此，密切配合、团结协作不仅是电力生产的必然要求，也是电业人员职业道德的基本要求之一。

团结协作包含了人与人之间的关系协调和工作上的密切配合，只有在认识上形成一致的意见，才能齐心协力搞好电力生产，最大限度地调动和发挥广大电业人员的积极性和创造性，为实现共同的目标而奋斗。

团结协作表现在职业实践中，一是热爱本职工作，虚心向学有专长的同志学习，形成尊重知识，尊重人才的风尚；二是岗位之间要认真负责，讲团结，讲友爱，讲协作，讲奉献；三是尊重电力企业的客观规律，坚持原则，照章办事，不扯皮，不推委，不刁难，不设障碍，不袖手旁观，不相互拆台。每位电业人员都要树立团结协作的风尚。

尊师爱徒是指徒弟尊重师傅的劳动和人格，师傅关心徒弟的成长。师徒关系既是一种亲密无间的长幼关系，又是一种平等地位的同志关系。师傅与徒弟在生活上要互相帮助，在事业上要互相关心，在感情上要互相交流。师傅要用自己的行动去影响徒弟，以自己的思想感染徒弟。徒弟在思想上、技术上等各方面要虚心向师傅学习。

师傅应与徒弟建立师徒合同，根据合同要求徒弟，要把好的思想和技术毫无保留地传给徒弟。

尊师爱徒要把“青出于蓝而胜于蓝”作为师徒共同的目标。师傅要有这个期望，要有甘做人梯的精神；徒弟要有这个志气，要敢于超过师傅。只有后来者居上，我们的电力事业才有发展，国家才会富强，社会才会进步。

四、电力行业规程及标准

电力行业的安全生产对国民经济和人民生活关系极大，同时也是电力企业提高经济效益的基础。全体电业职工必须贯彻“安全第一，预防为主”的方针，要崇尚科学精神，严禁违背科学规律，硬拼设备，最终酿成重大的电力系统事故和大机组设备严重

损坏事故。因此，只有坚持保人身、保电网、保设备的原则，切实保证电力安全生产，才能更好地为用户服务，满足全社会的电力需求。

(一) 安全规程

电力安全生产的规章制度是安全生产的总结，是进行生产的安全依据。国家和电力生产主管部门颁发的电力安全生产规章制度主要有《电业安全生产工作规程》、DL 558—1994《电业生产事故调查规程》、DL/T 612—1996《电力工业锅炉压力容器监察规程》、《电力工业热力系统压力容器检查规程》、DL 755—2001《电力系统安全稳定导则》，以及有关电力生产方面的各种运行规程、检修规程，有关电力试验方面的各种技术规程，“两票三制”（工作票、操作票、交接班制、巡回检查制、设备定期试验与轮换制）等。

1. 电业安全生产工作规程

为了保证电力生产过程中生产人员的人身和设备安全，电力主管部门组织制定并且颁发了《电业安全生产工作规程》，这是安全管理的基本规程之一。

《电业安全生产工作规程》（热力和机械部分）、DL 409—1991《电业安全生产工作规程》（电力线路部分）。与《电业安全生产工作规程》有关的规定还有《紧急救护法》和《电气安全用具导则》。一些企业在《电业安全生产工作规程》的基础上，根据生产实际增加了部分新内容，这些内容对于安全生产同样是非常重要的。

原国家电力公司于2000年9月28日发布了《防止电力生产重大事故的二十五项重点要求》，针对电力生产发展的新情况，对安全生产管理工作提出了新的要求，特别是和热工程控保护工相关的内容，如分散控制系统失灵、热工保护拒动等，应该在生产中把这些要求落到实处，防止特大、重大和频发性事故的发生。

作为热工程控保护高级工，应该非常熟悉掌握《电业安全生产工作规程》的主要内容，并且用《电业安全生产工作规程》来指导和规

范自己及他人的工作。

2. 电力生产事故调查规程

DL 558—1994《电业生产事故调查规程》是对电力生产运行中发生的设备事故及障碍、人身伤亡情况进行调查所必须遵循的准则，是安全管理的基本规程之一。其主要内容包括总则、事故及障碍定义、事故调查、统计报告、安全考核等。

DL 558—1994《电业生产事故调查规程》的目的是：通过对事故的调查分析和统计，总结经验教训，研究事故规律，开展反事故斗争，促进电力生产全过程安全管理，并通过反馈事故信息，为提高规划、设计、施工安装、调试、运行和检修水平以及设备制造质量的可靠性提供依据。

电力事故分为人身事故和设备事故。人身事故分为死亡、重伤、轻伤。

DL 558—1994《电业生产事故调查规程》对设备事故的含义有非常明确的规定，其中涉及热工保护的规定有：大机组在电业管理局、省（自治区、直辖市）电力工业局和原电力工业部归口管理的公司批准期限内，因计算机控制保护装置或单项重要热工保护装置动作跳闸，引起发电机组停运，超过下列规定时间为设备事故：600MW 及以上机组，6h；300～600MW 以下机组，3h；100～300MW 以下机组，2h。

如发电厂的大机组因计算机控制保护装置或单项重要热工保护装置动作跳闸，引起发电机组停运，在批准期内，停运未超过上述规定时间的为一类障碍。

事故又可根据其严重程度和经济损失大小分为特大事故、重大事故和一般事故。

凡发生事故应立即进行调查分析。调查分析事故必须实事求是，尊重科学，严肃认真。电业部门各级领导、事故调查组成员和全体职工都应按照安全生产责任制的要求认真分析事故，举一反三，吸取教训。对发生的事故必须做到“三不放过”（事故原因不清楚不放过，事故责任者和应受教育者没有受到教育不放

过，没有采取防范措施不放过)，对弄虚作假，草率了事，大事化小，小事化了的均应追究有关人员和领导的责任。

(二) 运行规程

运行规程有典型规程和现场规程两种。前者是对数量较多的同型机组由电力管理部门组织各有关单位编写，供各发电厂编制现场规程时参考，即运行导则。目前，我国已经发布了 125、200、300MW 机组锅炉、汽轮机、发电机组的运行导则。

现场运行规程的编制要根据运行导则和有关规定以及制造厂对设备运行维护的要求制定。现场运行规程须经电厂技术负责人审查批准后方可执行。运行规程在系统或设备结构变动后应及时作出修订，经一段长时间运行后，应进行全面复查与修订。

(三) 验收测试与检修规程

为了保证发电厂设备的安全运行，对热工控制与保护制定了相关的验收测试与检修规程。热工程控保护高级工应了解其中的相关内容。与程控保护工有关的规程主要有：

DL 5000—1994《火力发电厂设计技术规程》(热工自动化)

DL 5000—2000《火力发电厂设计技术规程》

NDG 91—1989《火力发电厂电子计算机监视系统设计技术规范》(试行)

DL 435—1991《火力发电厂煤粉锅炉燃烧室防爆规程》

DL 5004—2004《火力发电厂自动化试验室设计标准》

GB/T 13399—1992《汽轮机安全监视装置技术条件》

DL/T 592—1996《火力发电厂锅炉给水泵的热工检测控制技术导则》

DL/T 655—1998《火力发电厂锅炉炉膛安全监控系统在线验收测试规程》

DL/T 656—1998《火力发电厂汽轮机控制系统在线验收测试规程》

DL/T 657—1998《火力发电厂模拟量控制系统在线验收测试规程》

DL/T 658—1998 《火力发电厂顺序控制系统在线验收测试规程》

DL/T 659—1998 《火力发电厂分散控制系统在线验收测试规程》

DL/T 589—1996 《火力发电厂燃煤电站锅炉的热工检测控制技术导则》

DL/T 590—1996 《火力发电厂固定式发电用凝汽汽轮机的热工检测控制技术导则》

DL/T 591—1996 《火力发电厂汽轮发电机的热工检测控制技术导则》

DL/T 701—1999 《火力发电厂热工自动化术语》

DL/T 711—1999 《汽轮机调节控制系统试验导则》

DL/T 774—2001 《火力发电厂分散控制系统运行检修导则》

DL/T 775—2001 《火力发电厂除灰除渣热工自动化系统调试规程》

SDJ 279—1990 《电力建设施工及验收技术规范》（热工仪表及控制装置篇）

原国家电力公司 1998—9—30 《火力发电厂热工仪表及控制装置监督规定》