

电力职业技能鉴定



辅导教材

汽轮机运行值班员

高级工

华东电力培训中心 编
华东第一火力发电国家职业技能鉴定站



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

65

71

TK26-

H661



电力职业技能鉴定辅导教材

汽轮机运行值班员

高级工

华东电力培训中心
华东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

853681

内 容 提 要

本书是《电力职业技能鉴定辅导教材》之一，是以电力行业汽轮机运行值班员《国家职业技能鉴定规范》为依据，按照模块—学习单元模式进行编写的。本书由发电厂运行人员的职业道德，汽轮机及辅机的启动，汽轮机及辅机的运行，汽轮机及辅机的事故与处理，机组大、小修后的验收和试运行，发电厂经济指标分析，发电厂管理，锅炉及附属设备系统，发电机用厂用电系统，电力行业规程及标准，新技术应用，计算机技术基础，热工仪表和自动装置等13个模块组成，涵盖汽轮机运行值班员高级工鉴定考核的所有内容。

本书是汽轮机运行值班员高级工职业技能鉴定考前辅导和培训用书，也是汽轮机运行值班员高级工必备读物，同时还可作为各级培训中心的教學用书和职业学校的教學参考书。

电力职业技能鉴定辅导教材 汽轮机运行值班员 (高级工)

*

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>)
利森达印刷厂印刷

*

2003年11月第一版 2003年11月北京第一次印刷
850毫米×1168毫米 32开本 11.75印张 309千字
印数 0001—3000册

*

书号 155083·809 定价 21.00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)

电力职业技能鉴定辅导教材

编 审 委 员 会

主任委员 高伟俊 张龙妙 顾义其

委 员 (按姓氏笔画为序)

万振家 卫 东 王仲芳 王晓燕

韦世平 卢月琴 田 继 冯沪祥

刘 兵 刘雪英 汤 培 许邦寅

孙立群 李 军 杨 静 吴孝萍

邱和平 余江燕 沈伟顺 张冠民

张振亚 张惠国 张裕清 陈 珏

陈海金 林建强 郑国强 姚胜平

顾 山 倪腊琴 高兰娟 涂卉芳

黄晓东 盛培忠 梁卫华 韩丽宁

喻新根 普和平 富建琴 潘 飒

本书编审人员

主 编 喻新根

参 编 石 雁 张裕清

主 审 张龙妙

责任编辑 赖广秀 郑艳蓉

前言

电力职业技能鉴定辅导教材
汽轮机运行值班员
(高级工)

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,按照劳动和社会保障部关于制定国家职业标准,加强职业培训教材建设的要求,我们在有关电力集团公司、省电力公司的大力支持下,编写了《电力职业技能鉴定辅导教材》(以下简称《教材》)。《教材》将在华东地区广泛使用。

《教材》以电力行业《国家职业技能鉴定规范》为依据,以本职业岗位群体为对象,以职业活动为核心,以职业能力为核心,以“做什么、怎么做、在什么条件下做、达到什么标准”为中心,从而形成以够用为度、实用为本、应用为主,并充分体现新知识、新技术、新工艺、新方法的模块式教材体系,具有较强的实用性、针对性、灵活性和先进性。《教材》按电力工业特有工种的不同等级各自立册。

本书是以电力行业汽轮机运行值班员《国家职业技能鉴定规范》为依据,按照模块—学习单元模式进行编写的。本书共有13个模块,以大型汽轮机组为例,结合我国现阶段技术发展的实际情况编写,内容涵盖了汽轮机运行值班员高级工技能鉴定必需掌握的所有知识单元。

本书是汽轮机运行值班员高级工职业技能鉴定辅导和培训用书,也是汽轮机运行值班员高级工必备读物,同时还可作为各级培训中心的教学用书和职业学校的教学参考书。

本书由华东第一火力发电国家职业技能鉴定站喻新根主编，石雁、张裕清参与编写，华东电力培训中心张龙妙主任主审。

《教材》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。

电力职业技能鉴定辅导教材编审委员会

2003年1月

目 录

电力职业技能鉴定辅导教材
汽轮机运行值班员
(高级工)

前言

模块一 发电厂运行人员职业道德	1
模块二 汽轮机及辅机的启动	4
单元一 汽轮机启动前的检查	4
单元二 启动前的试验工作	11
单元三 辅助设备系统投运	16
单元四 暖管冲转及升速暖机	36
单元五 并列与带负荷	41
单元六 热态启动	43
单元七 冷态启动	50
模块三 汽轮机及辅机的运行	59
单元一 汽轮机运行调整操作	59
单元二 正常停机的操作	69
单元三 事故停机	79
单元四 日常维护与定期试验	83
模块四 汽轮机及辅机事故与处理	90
单元一 汽轮机事故及处理规则	90
单元二 蒸汽参数异常	92
单元三 油系统工作失常	97
单元四 水冲击	114
单元五 凝汽器真空下降	123
单元六 通流部分动静磨损和轴向位移增大	133

单元七	机组异常振动	148
单元八	负荷骤变	159
单元九	汽轮发电机组超速事故	163
单元十	其他事故停机	167
单元十一	转动机械故障	171
单元十二	辅助设备故障	181
单元十三	压力管道泄漏故障	193
模块五	机组大、小修后的验收和试运行	195
单元一	汽轮机保护的试验确认	195
单元二	机组启动过程中的各项试验	203
模块六	发电厂经济指标分析	217
单元一	发电厂能量转换过程的各种热损失和效率	217
单元二	发电厂主要热经济指标	224
模块七	发电厂管理	235
单元一	发电厂可靠性管理	235
单元二	发电厂运行管理	244
模块八	锅炉及附属设备系统	249
单元一	锅炉设备的组成、类型和布置	249
单元二	锅炉的汽水、燃料和烟风系统	253
单元三	锅炉的启停及其运行调整	268
模块九	发电机用厂用电系统	287
单元一	发电机一次接线及发电机主要保护	287
单元二	厂用电系统	298
单元三	厂用电动机启停	304

模块十	电力行业规程及标准	311
模块十一	新技术应用	312
模块十二	热工仪表和自动装置	333
单元一	热工测量系统的组成	333
单元二	温度测量	335
单元三	压力测量	338
单元四	流量测量	339
单元五	水位测量	341
单元六	热工测控与保护	344
参考文献		364

发电厂运行人员职业道德

发电企业，是电力工业的重要组成部分，在整个电网中处于“龙头”地位。发电企业员工职业道德的形成、发展与电力行业的产生、发展紧密相联。它集中反映着这一特定行业的职业特点和职业要求，影响着发电企业从业人员稳定的职业心理和职业习惯，规范、协调着发电企业从业人员的思想行为以及内、外部关系，深刻而又广泛地影响着整个电力行业生产、输送和分配的各个环节以及社会的政治、经济和人民群众的生活。因此了解发电企业职业活动的特点，明确其职业道德要求，大力开展职业道德建设，对于提高发电企业职工的思想素质、促进电力生产的发展，确保安全发电，为社会提供可靠、优质的电能，推动社会主义物质文明和精神文明的建设，有着十分重要的作用。

一、热爱祖国，热爱本职工作

中华民族的优秀传统道德和民族精神精华绵延数千年而不衰，成为民族的凝聚力所在。其中有以天下为己任的爱国主义，以整体、国家、社会利益为重的价值所向；有见利思义、天下为公的情怀；有敬业乐群，重和谐、讲道义的人际关系原则，这些都显示着中华民族旺盛的生命力和积极的现实意义。

培养良好的职业道德，是对职工思想素质的一种深层次的教育培养，是具体而实用的有力措施。它包括职业认识的提高，职业感情的培养，职业意志的锻炼，职业理想的树立，以及职业义务、职业良心、职业荣誉的培养和确立等。它促进人们养成敬业爱岗、忠于职守的思想意识。所谓敬业爱岗，就是热爱自己的职业，具有敬业精神，把自己所从事的职业看做是神圣的，是时代赋予我们的神圣职责；所谓忠于职守，就是自觉地履行自己的职业责任和义务，具有较高的职业责任感，在任何环境和条件下都以

职业利益为最高利益，全身心地投入到工作中去，充分发挥自己的聪明才智，更好地体现自身价值。

二、刻苦学习，钻研技术

发电厂的生产过程自动化程度高，技术性强，是高技术密集型企业。高参数、大容量机组的相继投入运行，向发电厂的运行人员提出了更新、更高的要求。这主要表现在：一要求职工不断更新知识，具有相应的文化技术素质，能够熟练地操作设备，在技术上精益求精，力求掌握最好的职业技能；二要求职工具有高尚的职业道德和一丝不苟的工作作风，不允许在生产过程中有任何的松懈、麻痹和玩忽职守的行为，尊重科学，严字当头，刻苦学习专业技术知识，熟悉设备系统并掌握各种操作要领及技术要求，精心操作，并能随时发现和处理好工作中出现的问题。

三、遵章守纪，安全文明

“人民电业为人民”是电力行业的宗旨。发电企业具体体现这一宗旨的主要标志就是，在坚持安全第一的基础上满发、多发，不断为工农业生产和人民群众生活需要提供优质电能。因此，遵章守纪、安全发电不仅是衡量发电企业工作状况的重要指标，也是对职工的基本要求。

发电厂的运行是电力生产的关键环节，运行人员严守规程，对安全发电尤为重要。运行人员做到严守规程，首先要认真学好运行的各种规程制度，学好规程是用好规程的前提。发电设备系统复杂，特别是在运行现代化管理水平逐步提高的情况下，各种操作程序都有明确的规定，只有严格按照规程去做，才能防止误操作，确保安全发电。要强化按规程操作的思想，消除违章操作心理，发扬对工作极端负责的主人翁精神，勤调整、勤分析，严格执行“两票三制”，操作认真、仔细、无差错，对安全生产认真负责，巡视检查一丝不苟，全面认真。

文明生产是发电厂安全生产的重要条件，是人的精神面貌和电厂科学管理好坏的标志，是企业素质的综合反映，是创造社会主义一流火力发电厂的重要方面和基础，也是发电厂运行人员职

业道德修养的重要内容。因此，要充分认识文明生产的必要性和重要性，高度重视文明生产工作，创造一个设备完好、窗明几净、环境整洁、秩序井然的工作环境，全面提高电厂企业素质。

四、尊师爱徒，严守岗位职责，团结协作

任何一门专业技术都是集体智慧的结晶，都是好几代人经验积累所成。善于从不同观点中取人之长，补己之短，同行、同事之间，应一切为了电力建设事业的发展，要坦诚相见，不搞技术封锁。年轻同志要尊重老同志，虚心求教，认真学习前人的经验；老同志要耐心指导，认真听取青年人的意见，鼓励徒弟超过师傅。在业务问题上要胸怀宽广，实事求是，不要掺杂个人感情，一切以事业为重，要尊重别人，尊重他人的劳动，尊重不同意见，善于以人之长，补己之短。

强调安全生产责任制的落实，每个职能部门、每个专业岗位都应有明确的安全职责，做到各负其责。

“服从指挥、团结协作”不仅是社会主义发电企业生产必须遵循的原则，也是发电企业职工职业道德的基本规范之一。

在工作中，要做到主动协作，紧密配合；在职工关系中，要做到平等待人，相互尊重，相互学习。每个岗位、工种的职责尽管存在一定的差别，但只是分工不同，发电企业每个成员都是企业的主人，都是平等的。作为发电企业的职工都要热爱本职工作，刻苦钻研科学技术知识，形成尊重知识、尊重人才的风尚。干群之间、岗位之间都要讲团结，讲互助，讲奉献。应当看到团结协作、依靠集体是事业发展的保证。把搞好团结协作作为基本工作准则和职业道德的要求。在社会化大生产日趋进步的条件下，团结协作精神必将结出更加丰硕的成果。

汽轮机及辅机的启动

单元一 汽轮机启动前的检查

通过本单元的学习，掌握汽轮机所有系统启动前的检查工序及要求。

一、启动前的准备工作

汽轮机启动前要做好充分的准备工作是安全启动和缩短启动时间的重要保证。只有科学的组织、协调的配合，才能做到节省人力、物力和降低能源消耗，提高安全性和经济性；准备工作的疏忽，往往造成启动时间的延长，使机组不能准时并列，甚至造成设备的严重损坏。

运行人员应熟知汽轮机全部设备，包括汽轮机主体、调节系统、凝汽设备、加热器、除氧器、各种水泵等的构造和工作原理；熟知汽、水、油等系统，并能根据需要正确切换各个系统；熟知每个阀门的位置、仪表的用途、各种保护及自动装置的动作原理和作用；熟练地掌握汽轮机设备的启动、停机和正常运行操作；能根据规程要求，正确、迅速地处理所发生的各种事故等；能准备好启动时所需工具、仪表（如转速表、点温仪、振动表、听棒、阀门扳手、电筒）。

启动准备工作的主要任务是使各种设备处于准备启动的状态，达到随时可以投入运行的条件。

二、启动前系统的检查

启动前，首先应该检查所有曾经进行过检修工作的地方，肯定检修工作已全部结束，确信汽轮机各重要部分正常、安全。

油箱、油管道、冷油器等应完好，不应有漏油的地方，油箱油

位应正常，油箱和冷油器放油门关严并加封。冷油器进出油门应开启，进水门开启，出水调整门关闭（以使汽轮机启动时油温达到冲转值），交、直流润滑油泵进口门开启，出口门关闭。启动前对各个系统都要进行详细的检查，使有关阀门处于规程要求的开或关的位置，电动阀和各主要辅助设备都要经过认真检查试验，确信性能良好后置于备用状态。

启动前应准备好系统及设备，主要包括：①循环水泵房；②开式循环冷却水和闭式循环冷却水系统；③抗燃油及主机润滑油系统；④凝结水系统及凝结水输送系统；⑤加热器及除氧器；⑥主蒸汽、再热蒸汽、汽轮机本体、疏水及抽汽系统；⑦辅助蒸汽及轴封汽系统；⑧高、低压旁路系统；⑨热工遥控保护；⑩汽动给水泵油、汽、水等系统；⑪发电机氢、油、水系统。上述各系统及设备均应符合运行规程要求的启动条件。

蒸汽系统的电动主闸门应预先进行手动和电动开关检查，然后关好。自动主汽门、调速汽门应在关闭位置，危急遮断器应在脱扣位置。

检查调速系统和调速汽门的外部状况，螺丝、销子、防松螺帽应装配齐全、完好。

汽缸、蒸汽管道和抽汽管道上的排大气疏水门和防腐蚀汽门应开启，带有检查门的设备，门后的排大气疏水门应先关闭；其他在启动时影响真空的截门，以及汽水可以倒回汽缸的截门均应在关闭位置。

排大气应在关闭位置，汽缸、蒸汽管道、高温管道及其截门保温装置应该良好。

对于仪表和信号，特别是重要的仪表和信号，应该检查确信其能正常工作。汽轮机启动前应记录冷态时汽缸的膨胀、相对膨胀、轴向位移，上下缸汽缸温度等原始数值。所有的油泵、水泵及其他电动机的轴承都应注满油，符合运转时的正常润滑要求。

三、汽轮机、主辅转动设备规范及参数

根据目前全国装机容量的水平和发展趋势，本书以 300MW

国产引进型火电机组为例，汽轮机组为上海汽轮机厂生产的亚临界压力、中间再热、单轴、双缸、双排汽、凝汽式汽轮机。机组属反动式汽轮机，热力级有 28 级（结构级 35 级），与 1025t/h 亚临界压力、中间再热、强制循环汽包式锅炉及 300MW 水氢氢冷却发电机配套。锅炉与汽轮机热力系统采用单元布置。

1. 汽轮机主要技术规范及参数

型式：亚临界压力、中间再热、高中压合缸、双缸、双排汽、单轴、反动凝汽式汽轮机。

型号：N300-16.7/537/537。

额定功率：300MW。

最大功率：保证不小于 327MW（高压加热器正常投运时）。

额定汽压：16.7MPa（170ata）。

额定汽温：537℃。

再热汽温：537℃。

额定蒸汽流量：908.0t/h。

额定转速：3000r/min。

额定冷却水温：20℃。

额定背压：4.9kPa（0.05ata）。

转向：从汽轮机端向发电机端看为顺时针。

回热级数：三台高压加热器、四台低压加热器、一台除氧器。

额定给水温度：272.4℃。

给水泵驱动方式：2×50%容量给水泵汽轮机驱动（给水泵汽轮机额定背压为 6.28kPa）。

末级叶高：905mm。

热耗率（额定工况）：7921kJ/（kW·h）。

保证汽耗率：3.072kg/（kW·h）。

汽轮机在工作转速下的轴振：正常情况下小于等于 0.076mm，当汽轮机超越临界转速时，轴振最大许可值为 0.127mm。

最大连续功率：326MW。

主汽阀前蒸汽压力：17.5MPa。

主蒸汽进汽量：1025t/h。

再热汽阀前蒸汽压力：3.59MPa。

再热蒸汽量：834.7t/h。

汽轮机夏季运行最高背压：11.8kPa。

汽轮机最大允许背压：18.6kPa。

汽轮机变压运行范围：18%～81%。

汽轮机通流部分级数：

高压缸，1（调节级）+11（压力级）；中压缸，9级；低压缸，2×7级。

汽轮发电机组临界转速：(r/min)。

高中压转子：一阶，1732；二阶，大于4000。

低压转子：一阶，1583；二阶，大于4000。

发电机转子：一阶，867；二阶，2256。

励磁机转子：一阶，2532；二阶，大于4000。

2. 旁路系统技术参数

(1) 高压旁路系统设计参数。国产引进型300MW机组采用瑞士苏尔寿公司的ARS-112型高压旁路控制阀，控制阀阀座下方有减温水喷雾装置。

1) ARS-112型高压旁路控制阀的压力为19.123MPa，设计温度为546℃。

2) 高压旁路控制阀孔板后蒸汽的设计压力为4.315MPa，设计温度为344℃，最大压力为4.02MPa，最大温度为324℃。

(2) 低压旁路系统设计参数。低压旁路系统采用苏尔寿公司的NB64-600I3g型低压旁路控制阀和低压减温器。

1) NB64-600I3g型低压旁路控制阀的设计压力为4.315MPa，最高压力为3.63MPa，设计温度为546℃，最高温度为540℃。

2) 低压减温器的进口压力为0.86MPa，进口温度为541℃，出口压力为0.86MPa，出口温度为174℃。