

# **发电集控运维**

## **职业技能等级标准**

(2021年1.0版)

博努力（北京）仿真技术有限公司 制定

2021年3月 发布

## 目 次

前 言.....	2
1 范围.....	4
2 规范性引用文件.....	4
3 术语和定义.....	5
4 适用院校专业.....	6
5 面向职业岗位（群） .....	6
6 职业技能要求.....	7
参考文献.....	15

## 前　　言

本标准按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本标准起草单位：博努力（北京）仿真技术有限公司、中国大唐集团公司首阳山点检定修培训基地、内蒙古京能盛乐热电有限公司、华能山东发电有限公司烟台发电厂、华能安源发电有限责任公司、国电投南阳热电有限责任公司、国家能源集团焦作电厂有限公司、国电建投内蒙古能源有限公司布连电厂、国能哈尔滨热电有限公司、山西国金电力有限公司、山西大学、华北水利水电大学、河南理工大学、东北电力大学、长春工程学院、辽宁科技大学、上海电力大学、沈阳工程学院、内蒙古科技大学、新疆工程学院、河北石油职业技术大学、郑州电力高等专科学校、保定电力职业技术学院、广西电力职业技术学院、西安电力高等专科学校、安徽电气工程职业技术学院、武汉电力职业技术学院、山西电力职业技术学院、兰州石化职业技术学院、山东电力高等专科学校、重庆电力高等专科学校、江西电力职业技术学院、辽宁石化职业技术学院、哈尔滨电力职业技术学院、福建电力职业技术学院、南京科技职业学院等。

本标准主要起草人：王廷举、刘树清、王小亮、孙俊卿、图目尔、岳永红、林智广、刘亦航、武海波、王涛、武小朋、武超、杨晋宁、李锦萍、王爱军、马强、盛伟、宋东辉、孙博、胡南、季鹏伟、霍兆义、王渡、孙力、王树群、李海广、周林元、杨小琨、孙帅、杨宏民、佟鹏、谌莉、黄燕生、雷鸣雳、陈智敏、胡胜利、曾国兵、谢新、姜胜、闫瑞杰、史俊杰、张瑶瑶、王磊、王玉召、徐智华、黄建荣、王荣梅、张跃辉、马岩、陈明付、冯飞等。

声明：本标准的知识产权归属于博努力（北京）仿真技术有限公司，未经博努力（北京）仿真技术有限公司同意，不得印刷、销售。

## 1 范围

本标准规定了发电企业、城市供热、大型企业动力车间或自备电厂集控运行人员职业技能等级对应的工作领域、工作任务及职业技能要求。

本标准适用于发电企业、城市供热、大型企业动力车间或自备电厂集控运行人员职业技能培训、考核与评价。相关用人单位的人员聘用、培训与考核可参照使用。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本标准的应用是必不可少的，凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本标准。凡是未注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

T/CEC 321.1-2020 电力行业仿真培训与考核规范 第1部分：集控值班员

T/CEC 321.2-2020 电力行业仿真培训与考核规范 第2部分：锅炉值班员

T/CEC 321.3-2020 电力行业仿真培训与考核规范 第3部分：汽轮机值班员

T/CEC 321.4-2020 电力行业仿真培训与考核规范 第4部分：电气值班员

T/CEC 321.5-2020 电力行业仿真培训与考核规范 第5部分：脱硫值班员

T/CEC 321.6-2020 电力行业仿真培训与考核规范 第6部分：火电运行培训

指导教师

DL/T 1022-2015 火电机组仿真机技术规范

DL/T 611-2016 300MW～600MW级机组煤粉锅炉运行导则

GB 26860-2016 电业安全工作规程：发电厂和变电站电气部分

GB 26164.1-2010 电业安全工作规程 第1部分：热力和机械GB

50660-2011 大中型火力发电厂设计规范

### **3 术语和定义**

国家、行业标准界定的以及下列术语和定义适用于本标准。

#### **3.1 仿真 Simulation**

建立物理和/或数学模型，使其与真实世界过程、概念或系统在受控输入下的特性是相像的。

#### **3.2 煤粉锅炉 Pulverized Coal Fired Boiler**

煤粉锅炉是一种能量转换器，由炉膛、燃烧器、点火装置、水冷壁等构成，是利用煤粉燃烧释放的热能将工质水或其他流体加热到一定参数的设备。

#### **3.3 循环流化床锅炉 Circulating Fluidized Bed Boiler**

循环流化床锅炉采用流态化燃烧，主要结构包括燃烧室、高温气固分离器和返料系统，其运行风速高，强化了燃烧和脱硫等非均相反应过程，已成为难燃固体燃料能源利用的先进技术。

#### **3.4 汽轮机 Turbine**

汽轮机也称蒸汽透平发动机，是一种旋转式蒸汽动力装置，高温高压蒸汽穿过固定喷嘴成为加速的气流后喷射到叶片上，使装有叶片排的转子旋转，同时对外做功，是现代火力发电厂的主要动力设备。

#### **3.5 发电机 Generator**

发电机是指将其他形式的能源转换成电能的机械设备，它由水轮机、汽轮机、柴油机或其他动力机械驱动，将水流、气流、燃料燃烧或原子核裂变产生的能量转化为机械能传给发电机，再由发电机转换为电能。

#### **3.6 集散控制系统 Distributed Control System**

集散控制系统是以微处理器为基础，采用控制功能分散、显示操作集中、兼顾分而自治和综合协调的设计原则的新一代仪表控制系统。

### 3.7 发电负荷 Power Load

发电厂对电网承担的供电负荷，加上同一时刻发电厂的厂用电负荷，构成电网的全部电能生产负荷，称为“发电负荷”。

## 4 适用院校专业

**中等职业学校：**火电厂热力设备运行与检修、火电厂热力设备安装、火电厂热工仪表安装与检修、火电厂集控运行、发电厂及变电站电气设备、继电保护及自动装置调试维护等专业。

**高等职业学校：**发电厂及电力系统、电力系统自动化技术、电厂热能动力装置、城市热能应用技术、火电厂集控运行、电厂热工自动化技术、电力系统继电保护及自动化技术、电厂化学与环保技术、生物质能应用技术、工业节能技术、工业过程自动化技术、核电站动力设备运行与维护、新能源装备技术等专业。

**应用型本科学校：**能源与动力工程、能源与环境系统工程、电气工程及其自动化专业。

## 5 面向职业岗位（群）

**【发电集控运维】（初级）：**面向发电企业、城市供热、大型企业动力车间或自备电厂集控运行巡检岗位。

**【发电集控运维】（中级）：**面向发电企业、城市供热、大型企业动力车间或自备电厂集控运行副值（副控）岗位。

**【发电集控运维】（高级）：**面向发电企业、城市供热、大型企业动力车间或自备电厂集控运行主值（主控）岗位。

## 6 职业技能要求

### 6.1 职业技能等级划分

发电集控运维职业技能等级证书分为初级、中级、高级三个等级。三个级别依次递进，高级别涵盖低级别职业技能要求。

**【发电集控运维】（初级）：**面向发电企业、城市供热、大型企业动力车间或自备电厂集控运行巡检岗位。能在主值（主控）、副值（副控）岗位运行人员的监视及指导下，参与完成机组的启、停，运行调整及异常状况下的处理工作；巡视设备运行状况并负责抄表记录；完成设备的现场操作；参与设备的定期试验项目等。

**【发电集控运维】（中级）：**面向发电企业、城市供热、大型企业动力车间或自备电厂集控运行副值（副控）岗位。能在值长、主值（主控）的直接领导下，协助值长、主值（主控）工作；配合主值（主控）进行机组正常启、停，事故处理操作；能对机组进行实时监视和操作调整，确保机组安全、环保、经济运行。

**【发电集控运维】（高级）：**面向发电企业、城市供热、大型企业动力车间或自备电厂集控运行主值（主控）岗位。能在值长的领导下，协助值长工作；能够进行机组的正常启、停操作；能够正确判断机组的各类异常并进行处理；能对机组的运行状况做出优化调整，确保机组安全、环保、经济运行。

### 6.2 职业技能等级要求描述

表1 发电集控运维职业技能等级要求（初级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
1. 锅炉本体及燃烧系统巡检	1. 1 锅炉本体设备巡检	1. 1. 1. 能正确进行锅炉启动前的检查，运行中能正确分析和判断设备的运行状况。 1. 1. 2. 能正确实施锅炉本体设备检修前的安全措施和检修后的设备恢复及运行验收工作。

	1. 2 煤粉制备系统巡检	1. 2. 1. 能正确进行煤粉制备系统启动前的检查，运行中能正确分析和判断设备的运行状况。 1. 2. 2. 能正确实施煤粉制备系统相关设备检修前的安全措施和设备检修后的恢复及运行验收工作。
	1. 3 循环流化床锅炉给煤系统巡检	1. 3. 1. 能正确进行循环流化床锅炉给煤系统启动前的检查，运行中能正确分析和判断设备的运行状况。 1. 3. 2. 能正确实施循环流化床锅炉给煤系统相关设备检修前的安全措施和设备检修后的恢复及运行验收工作。
	1. 4 燃烧系统巡检	1. 4. 1. 能正确进行燃烧系统启动前的检查，运行中能正确分析和判断设备的运行状况。 1. 4. 2. 能正确实施燃烧系统相关设备检修前的安全措施和设备检修后的恢复及运行验收工作。
2. 锅炉辅助系统巡检	2. 1 压缩空气系统巡检	2. 1. 1. 能正确进行压缩空气系统启动前的检查，运行中能正确分析和判断设备的运行状况。 2. 1. 2. 能正确实施压缩空气系统相关设备检修前的安全措施和设备检修后的恢复及运行验收工作。
	2. 2 风烟系统巡检	2. 2. 1. 能正确进行风烟系统启动前的检查，运行中能正确分析和判断设备的运行状况。 2. 2. 2. 能正确实施风烟系统相关设备检修前的安全措施和设备检修后的恢复及运行验收工作。
	2. 3 吹灰系统巡检	2. 3. 1. 能正确进行吹灰系统启动前的检查，运行中能正确分析和判断设备的运行状况。 2. 3. 2. 能正确实施吹灰系统相关设备检修前的安全措施和设备检修后的恢复及运行验收工作。
	2. 4 辅助蒸汽系统巡检	2. 4. 1. 能正确进行辅助蒸汽系统启动前的检查，运行中能正确分析和判断设备的运行状况。 2. 4. 2. 能正确实施辅助蒸汽系统设备检修前的安全措施和设备检修后的恢复及运行验收工作。
3. 烟气净化系统巡检	3. 1 除灰、除渣系统巡检	3. 1. 1. 能正确进行除灰、除渣系统启动前的检查，运行中能正确分析和判断设备的运行状况。 3. 1. 2. 能正确实施除灰、除渣系统相关设备检修前的安全措施和设备检修后的恢复及运行验收工作。
	3. 2 脱硫系统巡检	3. 2. 1. 能正确进行脱硫系统启动前的检查，运行中能正确分析和判断设备的运行状况； 3. 2. 2. 能正确实施脱硫系统相关设备检修前的安全措施和设备检修后的恢复及运行验收工作。
	3. 3 脱硝系统巡检	3. 3. 1. 能正确进行脱硝系统启动前的检查，运行中能正确分析和判断设备的运行状况。 3. 3. 2. 能正确实施脱硝系统相关设备检修前的安全措施和设备检修后的恢复及运行验收工作。

	3.4 循环流化床锅炉石灰石系统巡检	3.4.1. 能正确进行循环流化床锅炉石灰石系统启动前的检查，运行中能正确分析和判断设备的运行状况。 3.4.2. 能正确实施循环流化床锅炉石灰石系统相关设备检修前的安全措施和设备检修后的恢复及运行验收工作。
4. 汽轮机本体设备及系统巡检	4.1 汽轮机本体设备巡检	4.1.1. 能正确进行汽轮机启动前的检查，运行中能正确分析和判断设备的运行状况。 4.1.2. 能正确实施汽轮机本体设备检修前的安全措施和设备检修后的恢复及运行验收工作。
	4.2 EH 油系统巡检	4.2.1. 能正确进行EH油系统启动前的检查，运行中能正确分析和判断设备的运行状况。 4.2.2. 能正确实施EH油系统设备检修前的安全措施和设备检修后的恢复及运行验收工作。
	4.3 轴封系统巡检	4.3.1. 能正确进行轴封系统启动前的检查，运行中能正确分析和判断设备的运行状况。 4.3.2. 能正确实施轴封系统设备检修前的安全措施和设备检修后的恢复及运行验收工作。
	4.4 真空系统巡检	4.4.1. 能正确进行真空系统启动前的检查，运行中能正确分析和判断设备的运行状况。 4.4.2. 能正确实施真空系统设备检修前的安全措施和设备检修后的恢复及运行验收工作。
5. 汽轮发电机组润滑及冷却系统巡检	5.1 汽轮机润滑油、顶轴油及盘车系统巡检	5.1.1. 能正确进行汽轮机润滑油、顶轴油和盘车系统启动前的检查，运行中能正确分析和判断设备的运行状况。 5.1.2. 能正确实施汽轮机润滑油、顶轴油和盘车系统设备检修前的安全措施和设备检修后的恢复及运行验收工作。
	5.2 发电机密封及冷却系统巡检	5.2.1. 能正确进行发电机密封及冷却系统启动前的检查，运行中能正确分析和判断设备的运行状况。 5.2.2. 能正确实施发电机密封及冷却系统设备检修前的安全措施和设备检修后的恢复及运行验收工作。
6. 汽轮机辅助系统巡检	6.1 冷却水系统巡检	6.1.1. 能正确进行循环水系统、开式水系统、闭式水系统、工业水系统启动前的检查，运行中能正确分析和判断设备的运行状况。 6.1.2. 能正确实施循环水系统、开式水系统、闭式水系统、工业水系统设备检修前的安全措施和设备检修后的恢复及运行验收工作。
	6.2 凝结水系统巡检	6.2.1. 能正确进行凝结水系统启动前的检查，运行中能正确分析和判断设备的运行状况。 6.2.2. 能正确实施凝结水系统设备检修前的安全措施和设备检修后的恢复及运行验收工作。
	6.3 给水除氧系统巡检	6.3.1. 能正确进行给水除氧系统启动前的检查，运行中能正确分析和判断设备的运行状况。 6.3.2. 能正确实施给水除氧系统设备检修前的安全措施和设

		备检修后的恢复及运行验收工作。
	6.4 回热抽汽系统巡检	6.4.1. 能正确进行回热抽汽系统启动前的检查，运行中能正确分析和判断设备的运行状况。 6.4.2. 能正确实施回热抽汽系统设备检修前的安全措施和设备检修后的恢复及运行验收工作。
	6.5 旁路系统巡检	6.5.1. 能正确进行旁路系统启动前的检查，运行中能正确分析和判断设备的运行状况。 6.5.2. 能正确实施旁路系统设备检修前的安全措施和设备检修后的恢复及运行验收工作。
7. 电气设备及厂用电系统巡检	7.1 发电机及励磁系统设备巡检	7.1.1. 能正确进行发电机及励磁系统设备启动前的检查，运行中能正确分析和判断设备的运行状况。 7.1.2. 能正确实施发电机及励磁系统设备检修前的安全措施和设备检修后的恢复及运行验收工作。
	7.2 升压站电气设备巡检	7.2.1. 能正确进行升压站电气设备启动前的检查，运行中能正确分析和判断设备的运行状况。 7.2.2. 能正确实施升压站电气设备检修前的安全措施和设备检修后的恢复及运行验收工作。
	7.3 高压厂用电系统巡检	7.3.1. 能正确进行高压厂用电系统启动前的检查，运行中能正确分析和判断设备的运行状况。 7.3.2. 能正确实施高压厂用电系统检修前的安全措施和设备检修后的恢复及运行验收工作。
	7.4 低压厂用电系统巡检	7.4.1. 能正确进行低压厂用电系统启动前的检查，运行中能正确分析和判断设备的运行状况。 7.4.2. 能正确实施低压厂用电系统检修前的安全措施和设备检修后的恢复及运行验收工作。
	7.5 事故保安、直流及 UPS 系统巡检	7.5.1. 能正确进行事故保安、直流及 UPS 系统启动前的检查，运行中能正确分析和判断设备的运行状况。 7.5.2. 能正确实施事故保安、直流及 UPS 系统检修前的安全措施和设备检修后的恢复及运行验收工作。

表2 发电集控运维职业技能等级要求（中级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
1. 厂用电系统投入	1.1 厂用电系统投入	1.1.1. 能按运行规程拟定电气设备倒闸操作票，并完成厂用电系统送电操作。
2. 辅助系统投运	2.1 辅机冷却水系统投运	2.1.1. 能按运行规程要求拟定循环水系统、开式水系统、闭式水系统、工业水系统投入操作票，并完成循环水系统、开式水系统、闭式水系统、工业水系统的启停操作、运行维护及主要监控参数的调整。
	2.2 压缩空	2.2.1. 能按运行规程要求拟定压缩空气及辅助蒸汽系统投入

	气及辅助蒸汽系统投运	操作票，并完成压缩空气及辅助蒸汽系统的启停操作、运行维护及主要监控参数的调整。
	2.3 汽轮机油系统投运	2.3.1. 能按运行规程要求拟定汽轮机润滑油、顶轴油及盘车系统、EH油系统投入操作票，并完成汽轮机润滑油、EH油系统的启停操作、运行维护及主要监控参数的调整。
	2.4 发电机密封油及冷却系统投运	2.4.1. 能按运行规程要求拟定密封油系统、氢气系统及定子冷却水系统投入操作票，并完成密封油系统、氢气系统及定子冷却水系统的启停操作、运行维护及主要监控参数的调整。
3. 建立水循环及冷态清洗	3.1 凝结水系统投运	3.1.1. 能按运行规程要求拟定凝结水系统投入操作票，并完成凝结水系统的启停操作、运行维护及主要监控参数的调整。
	3.2 除氧及给水系统投运	3.2.1. 能按运行规程要求拟定除氧及给水系统投入操作票，并完成除氧及给水系统的启停操作、运行维护及主要监控参数的调整。
	3.3 锅炉上水及冷态清洗	3.3.1. 能按运行规程要求拟定锅炉上水及冷态清洗操作票，并完成锅炉上水及冷态清洗操作。
4. 锅炉点火、升温升压	4.1 风烟系统投运	4.1.1. 能按运行规程要求拟定风烟系统投入操作票，并完成风烟系统的启停操作、运行维护及主要监控参数的调整。
	4.2 锅炉点火及升温升压	4.2.1. 能按运行规程拟定锅炉点火及制粉系统投运操作票，并完成锅炉点火及制粉系统的投运操作。 4.2.2. 能按锅炉升温升压曲线进行锅炉升温升压操作并对主要监控参数进行调整。 4.2.3. 能进行锅炉热态清洗操作（直流炉）。
	4.3 汽轮机轴封及真空系统投入	4.3.1. 能按运行规程要求拟定汽轮机轴封及真空系统投入操作票，并完成汽轮机轴封及真空系统的启停操作、运行维护及主要监控参数的调整。
	4.4 高、低压旁路系统投入	4.4.1. 能按规程要求拟定旁路系统投入操作票，并完成旁路系统投入操作。 4.4.2. 能利用旁路系统对相关参数进行调整。
5. 汽轮机冲转	5.1 汽轮机冲转	5.1.1. 能按规程拟定汽轮机冲转操作票，并正确进行汽轮机冲转操作。 5.1.2. 能利用TSI系统进行汽轮机运行参数的监视，并对相关参数进行调整。
6. 并网及升负荷	6.1 发电机并网	6.1.1. 能按规程拟定发电机并网操作票，并进行发电机并网操作。 6.1.2. 能对发电机励磁系统的参数进行调整，使运行参数满足规程的要求。
	6.2 高、低压加热器投入	6.2.1. 能按运行规程拟定高、低压加热器投入操作票，并完成高、低压加热器的启停操作、运行维护及主要监控参数的调整。
	6.3 汽动给	6.3.1. 能按运行规程拟定汽动给水泵投入操作票，并进行小

	水泵投入	机冲转操作。 6.3.2. 能进行给水泵并列操作。
	6.4 机组升负荷	6.4.1. 能按机组冷态启动曲线进行机组负荷调整、运行参数的监视与调整。 6.4.2. 能进行厂用电切换操作。 6.4.3. 能进行给水主旁路切换操作。 6.4.4. 能进行锅炉由湿态转换至干态的操作（超临界机组）。 6.4.5. 能进行给煤系统投煤的各项操作（循环流化床机组）。 6.4.6. 能进行锅炉石灰石系统投入的各项操作（循环流化床机组）。 6.4.7. 能进行除氧器、给水泵、辅汽联箱、轴封等系统汽源的切换操作。 6.4.8. 能进行锅炉脱硫、脱硝系统的投运操作。 6.4.9. 能进行锅炉除尘、吹灰系统的投运操作。 6.4.10. 能进行锅炉除灰、除渣系统的投运操作。
7. 机组热态启动	7.1 机组热态启动	7.1.1. 能根据规程拟定机组热态启动操作票，并完成机组热态启动操作。
8. 锅炉运行参数调整	8.1 蒸汽参数调整	8.1.1. 能进行锅炉主蒸汽压力调整。 8.1.2. 能进行锅炉主、再热蒸汽温度调整。
	8.2 给水调整	8.2.1. 能进行汽包水位的监视与调整（汽包炉）。 8.2.2. 能在湿态时对汽水分离器水位进行监视与调整（直流炉）。 8.2.3. 能在锅炉转直流后进行直流锅炉煤水比的监视与调整（直流炉）。
	8.3 燃烧调整	8.3.1. 能对机组各控制回路相关参数（总风量、氧量、炉膛负压、一次风压及磨煤机出口温度与一次风量等）进行监视与控制。 8.3.2. 能对机组各控制回路相关参数（总风量、氧量、炉膛负压、料层压差、床温等）进行监视与控制（循环流化床机组）。
9. 汽轮发电机组运行参数调整	9.1 负荷控制方式及负荷调整	9.1.1. 能根据机组运行状态，正确选择机组负荷控制方式并进行机组负荷调整。
	9.2 汽轮机运行调整	9.2.1. 能对汽轮机主要运行参数（包括：负荷与蒸汽流量、主蒸汽压力和温度、再热蒸汽压力和温度、监视段压力、轴向位移、轴承振动、胀差、轴承金属温度等）进行监视与调整。
	9.3 发电机系统的运行监视与调整	9.3.1. 能对发电机主要参数（包括：发电机定子电流、电压，发电机有功功率和无功功率，发电机转子电流、电压，氢气参数，发电机定子冷却水质以及各部位温度等）进行监视与调整。
10. 机组停运	10.1 机组滑参数停运	10.1.1. 能按运行规程拟定机组滑参数停运操作票，并完成滑参数停机操作。 10.1.2. 能进行锅炉、汽轮机及发电机停运后的保养操作。

	10.2 机组紧急停运	10.2.1. 能进行汽轮机紧急停机操作（破坏真空、不破坏真空）。
--	-------------	-----------------------------------

表3 发电集控运维职业技能等级要求（高级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
1. 锅炉运行参数调节	1.1 蒸汽温度调节	1.1.1. 能够对不同扰动对蒸汽温度的影响做出正确的判断，并及时做出调整，维持蒸汽温度稳定。
	1.2 给水调节	1.2.1. 能进行汽包水位的监视与调节（汽包炉）； 1.2.2. 能在锅炉湿态运行时，对汽水分离器水位进行监视与调节。（直流炉） 1.2.3. 能在锅炉转直流后进行直流锅炉煤水比的监视与调节。（直流炉）
	1.3 燃烧调节	1.3.1. 能够在燃料特性和外界负荷变化时，及时对风量和燃料量进行调整，维持燃烧稳定、汽压稳定。 1.3.2. 能够优化炉内燃烧工况，提高燃烧效率，降低污染物生成。
2. 汽轮发电机组运行参数调节	2.1 汽轮机运行调节	2.1.1. 能够对汽轮机主要运行参数进行监视与调节，维持汽轮机安全、稳定运行。 2.1.2. 能根据DEH液压控制系统图分析DEH系统控制过程； 2.1.3. 能根据蒸汽流量、蒸汽参数、调节方式、级内反动度等变化进行汽轮机热力特性的分析。
	2.2 机组集中控制及保护	2.2.1. 能在机组异常工况下进行负荷指令的处理。 2.2.2. 能进行机组异常工况的负荷调节。 2.2.3. 能掌握单元机组保护组成、各保护动作条件及动作内容。 2.2.4. 能进行发电机组各保护的投退操作。
	2.3 发电机系统的运行监视与调节	2.3.1. 能对发电机主要参数（包括：发电机定子电流、电压，发电机有功功率和无功功率，发电机转子电流、电压，氢气参数，发电机定子冷却水质以及各部位温度等）进行监视与调节。 2.3.2. 能对同步发电机进行运行分析。
3. 机组优化运行与节能分析	3.1 启停优化	3.1.1. 能掌握单元机组启、停过程及限制机组启、停速度的因素。 3.1.2. 能根据机组状态进行启、停过程优化。
	3.2 运行参数耗差分析	3.2.1. 能根据机组运行状况，提出提高机组运行经济性的主要措施。
	3.3 制粉系统优化运行	3.3.1. 能对制粉系统运行进行优化分析，降低制粉能耗。
4. 机组试验	4.1 锅炉试验	4.1.1. 能在锅炉启动前进行机组规程所要求的试验项目。

		4. 1. 2. 能在锅炉运行中进行机组规程所要求的试验项目。
	4. 2 汽轮机试验	4. 2. 1. 能在汽轮机启动前进行机组规程所要求的试验项目。 4. 2. 2. 能在汽轮机运行中进行机组规程所要求的试验项目。
	4. 3 电气试验	4. 3. 1. 能在发电机及电气设备启动前进行机组规程所要求的试验项目。 4. 3. 2. 能在发电机及电气设备运行中进行机组规程所要求的试验项目。
5. 机组典型事故处理	5. 1 锅炉典型事故处理	5. 1. 1. 能对锅炉本体及锅炉辅助系统常见典型事故进行处理操作。 5. 1. 2. 能分析锅炉事故原因，制定预防措施。
	5. 2 汽机典型事故处理	5. 2. 1. 能对汽轮机本体及汽轮机辅助系统常见典型事故进行处理操作。 5. 2. 2. 能分析汽轮机事故原因，制定预防措施。
	5. 3 电气典型故障处理	5. 3. 1. 能对发变组设备及厂用电系统常见典型事故进行处理操作。 5. 3. 2. 能分析电气事故原因，制定预防措施。

## 参考文献

- [1] T/CEC 321.1-2020 电力行业仿真培训与考核规范 第1部分：集控值班员
- [2] T/CEC 321.2-2020 电力行业仿真培训与考核规范 第2部分：锅炉值班员
- [3] T/CEC 321.3-2020 电力行业仿真培训与考核规范 第3部分：汽轮机值班员
- [4] T/CEC 321.4-2020 电力行业仿真培训与考核规范 第4部分：电气值班员
- [5] T/CEC 321.5-2020 电力行业仿真培训与考核规范 第5部分：脱硫值班员
- [6] T/CEC 321.6-2020 电力行业仿真培训与考核规范 第6部分：火电运行培训
- 指导教师
- [7] DL/T 1022-2015 火电机组仿真机技术规范
- [8] DL/T 611-2016 300MW~600MW级机组煤粉锅炉运行导则
- [9] Q/GDJT-09-2019 国家能源集团国电建投内蒙古能源有限公司企业标准：布连电厂超超临界660MW直接空冷机组集控运行规程
- [10] ZDLX-112.01-2013 广州中电荔新电力实业有限公司企业标准：330MW机组集控运行规程
- [11] Q/GJDL0910109-2018 晋能电力山西国金电力有限公司企业标准：锅炉运行规程
- [12] Q/1003-106-2016 呼伦贝尔安泰热电有限责任公司东海拉尔发电厂企业标准：锅炉运行及事故处理规程
- [13] GB 26860-2016 电业安全工作规程：发电厂和变电站电气部分
- [14] GB 26164.1-2010 电业安全工作规程第1部分：热力和机械
- [15] GB 50660-2011 大中型火力发电厂设计规范