

## 2.1 建设优质核心课程与在线开放课程

## 在线开放课程及教材

类别	序号	名称	级别
课程	1	《电厂锅炉运行》	省级
	2	《热力参数测量与控制》	院级
	3	《泵与风机及运行》	院级
教材	1	《热力过程自动化》（第三版）	“十三五” 规划教材
	2	发电集控运维职业技能等级标准	国家级 1+x 证书
	3	垃圾焚烧发电运行与维护职业技能等级标准	国家级 1+x 证书
	4	1+x 证书 发电集控运维职业技能等级培 训教材	国家级
	5	《300MW 流化床机组仿真机操 作规程》	校本教材
	6	660MW 超超临界发达机组仿真 操作规程》	校本教材

# 山西省教育厅文件

晋教职成〔2021〕2号

---

## 山西省教育厅关于公布 2020 年山西省职业教育 在线精品课程认定结果的通知

各市教育局，各高等职业学校，各省属中等职业学校：

根据《山西省教育厅关于开展 2020 年度山西省职业教育在线精品课程认定工作的通知》（晋教职成函〔2020〕20号）要求，经各职业院校自主申报、市级推荐，省教育厅组织专家审核认定、网站公示等程序，决定认定山西省财政税务专科学校《毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论》等 43 门课程为 2020 年山西省职业教育在线精品课程，名单现予公布（见附件）。

山西省职业教育在线精品课程将统一在省级平台（山西职教网 <http://www.sxve.net/>）运用与共享。山西省职业教育在线精品课程各主持单位要坚持落实立德树人根本任务，适应“互联网+职业教育”新要求，继续完善更新课程内容，面向职业院校和社会

学习者开放，并提供不少于五年的教学服务。

我厅将对省级在线精品课程运行维护情况持续监督和管理，对不符合要求的在线精品课程实施退出机制。

2021年度省级在线精品课程认定工作将于2021年9月20日开始，请各市、各职业院校按照《山西省教育厅关于开展2020年度山西省职业教育在线精品课程认定工作的通知》（晋教职成函〔2020〕20号）积极做好申报准备，我厅不再另行发文。

附件：2020年山西省职业教育在线精品课程认定名单



（此件主动公开）

厅内发送：教师工作处（职称办公室）

2020年山西省职业教育在线精品课程认定名单(排名不分先后)



序号	课程名称	课程负责人	课程团队及主要成员	主持建设单位	开课平台
1	毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论	李彩青	杨佳佳、田晓红、张倩、胡钟喆	山西省财政税务专科学校	智慧职教MOOC学院
2	高职高专学生心理健康教育	武绛玲	黄声鸣、张存祥、李菊	临汾职业技术学院	智慧职教MOOC学院
3	职业沟通技能	吕书梅	解研、王永芳	山西经贸职业学院	智慧树网
4	大学生职业发展与就业指导	王瑛	蒋晋红、杨辉、李小红、苏健	山西职业技术学院	学银在线
5	计算机应用基础	张爱民	张兴华、相景丽、韩韬、郝瑞娥	山西职业技术学院	学银在线
6	演讲与口才	郭莹	崔媛、侯丽、张瑜、樊迪	山西金融职业学院	学银在线
7	园林植物识别与应用	王凯	王亚英、刘玮、雷淑慧、裴淑兰	山西林业职业技术学院	学银在线
9	园林工程招投标与预决算	杨伟红	赵立曦、刘瑞霞、王焱	山西林业职业技术学院	智慧树网
8	园艺生产技术	孙炬仁	党丽霞	朔州职业技术学院	学银在线
10	地形测量	王芸	金卓、贺一波、秦云、左霞	大同煤炭职业技术学院	学银在线
11	电厂锅炉运行	黄锋	闫瑞杰、王慧丽、陈丽梅、高全娥	山西电力职业技术学院	学银在线
12	工程制图	李鹏	赵凯莉、陈清胜、崔卫、李英华	山西工程职业学院	智慧职教MOOC学院
13	建筑工程计量与计价	秦慧敬、温艳芳	蔡红新、赵淑芳、刘航天	山西工程职业学院	智慧职教MOOC学院
14	公路工程计价与招投标	姚海星	圣小艳、何维刚、齐秀廷、张佳	山西交通职业技术学院	学银在线
15	隧道机电与PLC应用	裴建新	任佳丽、陈娜、王芸、李小娜	山西交通职业技术学院	智慧职教MOOC学院
16	零件的数控铣削加工	宋理敏	张子祥、吕玉兰、孟晓华、温玉光	山西机电职业技术学院	学银在线
17	数控车削编程与加工	赵剑庆	钱志英、龚真蕊、武秀萍	晋中职业技术学院	智慧职教MOOC学院
18	PLC控制系统运行与维护	薛君	孔红、吕增芳、杨国生、赵江稳	山西工程职业学院	智慧职教MOOC学院
19	机电行业职场英语	张杰	王保军、王馨、申巧锋、洪翱宙	山西机电职业技术学院	学银在线
20	汽车发动机电子控制技术	赵亮	王晓亮、王雷、张冲、宋捷	山西机电职业技术学院	智慧职教MOOC学院
21	微生物基础	牛四坤	史正文、杨德花、刘文娟、甄会贤	山西药科职业学院	学银在线
22	中药鉴定技术	张玮玮	杨东方、张婷、蔡翠芳、徐丽霞	山西药科职业学院	学银在线
23	医药市场营销实务	李朝霞	张乾、王学峰、卫军峰、赵雯	山西药科职业学院	微知库
24	企业内部控制	高翠莲	高慧云、郑红梅、马琳英、王艳	山西省财政税务专科学校	爱课程(中国大学MOOC)
25	资产评估实务与案例操作	徐佳	关坤、孟宛蓉、赵玲、崔艺馨	山西财贸职业技术学院	智慧职教MOOC学院
26	银行会计	唐笑炯	靳馨茹、龙婷婷、裴增杰、王博扬	山西金融职业学院	学银在线
27	管理会计基础	董京原	赵爱萍、裴淑琴、李飞、李妍	山西省财政税务专科学校	爱课程(中国大学MOOC)
28	导游基础知识	范志萍	王军雷、贾雪梅、李青松、裴炜	太原旅游职业学院	学银在线
29	山西全景导游	黄娟	李旭琴、袁丽华、鲁欣、李健	山西经贸职业学院	学银在线
30	景区服务与管理	许萍	李婷、宁晋萍、罗海英、周颖	太原旅游职业学院	智慧职教MOOC学院
31	软装工程实务	徐鉴	范文涵、张康直	山西财贸职业技术学院	智慧职教MOOC学院
32	晋风戏韵	苗洁	王爱爱、王斌、栾波、武学文	山西艺术职业学院	智慧树网
33	宴会设计实务	王文燕	孙勇兴、秦瑞鹏、崔旭东	山西旅游职业学院	智慧树网
34	中国古典舞基训	段笑旭	杨金山、王瑞颖、马潇、翟德艺、	运城师范高等专科学校	学银在线
35	青铜器文物修复与保护	李晓莉	王锐	山西旅游职业学院	智慧职教MOOC学院
36	漆彩纷呈——平遥推光漆器髹饰技艺	莫殿霞	王一红、杨霞	山西铁道职业技术学院	智慧职教MOOC学院
37	学前儿童卫生与保健	潘秀萍	牛丽萍、陈晓文、景冬菊、张萍	运城幼儿师范高等专科学校	学堂在线
38	学前儿童教育研究方法	张翔升	张锋利、王少华、程腊梅、李冲	运城幼儿师范高等专科学校	学堂在线
39	语文	田业磊	王向萍、曹瑞瑛、温煜、孙兴锐	山西省长治卫生学校	学银在线
40	中职英语对口升学辅导	郭洪涌	郭爱萍、马小燕	乡宁县职业中学	学银在线
41	外科护理	阴俊	刘剑波、申素飞、师思、霍凡宁	山西省长治卫生学校	学银在线
42	快乐钢琴课堂	梁小滨	赵玲、赵雪婷、杜宏秀、曹越	晋中市职业中专学校	学银在线
43	健康评估	崔燕	史旭娇、李向楠、张治艳、韩小燕	山西省长治卫生学校	学银在线

山西教师培养编辑部整理

# 规划教材

## 热力过程自动化 (第三版)

闫瑞杰 刘雪彬 赵美凤 付爱彬 李海香 编

前言	
第二版前言	
绪论	1
第一章 热工测量基本知识	1
第一节 测量与测量方法	5
第二节 测量误差	5
第三节 热工测量系统	6
复习思考题	16
第二章 温度测量	18
第一节 国际实用温标	20
第二节 热电偶温度计	20
第三节 热电阻温度计	21
第四节 智能型和FCS总线式温度测量仪表	39
复习思考题	43
第三章 压力和压差测量	49
第一节 概述	51
第二节 液柱式压力计	51
第三节 弹性式压力计	55
第四节 电容式1151压力变送器	60
第五节 智能压力变送器(FCS总线式)	63
复习思考题	68
第四章 流量测量	71
第一节 概述	72
第二节 节流式流量测量	72
第三节 SCS的实现手段	72
复习思考题	267
第十三章 汽轮机数字电液控制系统	272
第一节 概述	273
第二节 DEH系统的基本功能	273
第三节 DEH系统的基本组成	274
复习思考题	284
第十四章 再热汽轮机组的旁路控制系统	287
第一节 再热机组旁路系统及其作用	288
第二节 旁路控制系统	288
复习思考题	290
附录	297
附表1 铂铑—铂热电偶分度表	298
附表2 铂铑—铂铑热电偶分度表	298
附表3 镍铬—镍硅(镍铂)热电偶分度表	299
附表4 镍铬—考铜热电偶分度表	299
附表5 铜—康铜热电偶分度表	299
附表6 铂热电阻分度表( $R_0=100.00$ )	300
附表7 铂热电阻分度表( $R_0=50.00$ )	300
附表8 铜热电阻分度表( $R_0=100.00$ )	300
附表9 铜热电阻分度表( $R_0=50.00$ )	301
参考文献	302

中国特色职业教育进入了新时代，新时代职业教育对教材编写也提出了新要求，本书在编写过程中以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻党的教育方针，落实立德树人根本任务，认真贯彻落实《国家职业教育改革实施方案》精神，积极开展“三教”（教师、教材、教法）改革，采用校企“双元”合作方式开发教材，本书配备了照片、动画、微课等大量数字资源，请扫码获取。

本书在编写过程中注重知行合一、学以致用原则，努力将工匠精神、劳动精神和团队合作等贯穿其中。通过现场照片、视频、运行人员实际使用的DCS系统和制作的3D动画、微课等数字资源来解释相关知识原理及运用。尽力将繁杂深奥的理论知识，通过以上手段，演绎成易于读者理解和接受的概念，进而提升其技术技能水平。大数据、云计算、物联网、智能终端正在快速进入到生产现场、日常生活的各个领域，这些技术在电厂中的应用更是无所不及，本书探索将新兴技术应用于教材，改革传统教材编写过程，期望能抛砖引玉，使专业核心课程教材能更多、更好地利用这些技术，快速高效地进行专业知识介绍，以适应现代大容量、高参数、环保机组控制技术的教学和培训要求。本书不但适合于高等职业技术学院热能及发电工程专业在校学生“1+X证书”学习需要，也可作为相关专业领域培训学员的培训教材和自学用书。

本书共分十四章，绪论、第二、三、十、十一、十二章由山西电力职业技术学院闫瑞杰编写；第一、四、六章由山西电力职业技术学院赵美凤编写；第五、九章由山西电力职业技术学院李海香编写；第七、八章由山西电力职业技术学院付爱彬编写；第十三、十四章由大唐山西太原第二热电厂刘雪彬编写。

本书由山西电力职业技术学院闫瑞杰、赵美凤、付爱彬、李海香、大唐山西太原第二热电厂刘雪彬编写，全书由闫瑞杰统稿。

山西漳电蒲洲热电厂刘文军高级工程师、山东鲁能控制工程有限公司工学厚高级工程师对本教材做了详细审核，并结合现场工作实践提出许多非常权威的修改意见，在此表示真诚的感谢。现场收集资料过程中，曾得到国电山西太原第一热电厂周高周的大力支持帮助，在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限，加之现场经验不足，疏漏之处在所难免，真诚欢迎读者批评指正。

编者	109
第二节 氧化锆氧量计	109
复习思考题	117
第七章 自动控制基本知识	118
第一节 自动控制系统基本概念	118
第二节 环节动态特性表示方法	128
第三节 典型环节动态特性	135
第四节 热工对象的动态特性	147
复习思考题	155
第八章 基本控制规律及其控制过程	157
第一节 自动调节器典型调节规律及调节过程分析	157
第二节 主蒸汽温度串级控制系统	167
第三节 汽包锅炉串级三冲量给水调节系统	170
第四节 送风调节系统	173
复习思考题	175
第九章 分散控制系统的基本结构	177
第一节 DCS的通信技术	177
第二节 DCS概述	189
第三节 常用分散控制系统	192
第四节 控制系统中的执行机构	210
复习思考题	210
第十章 单元机组自动控制系统	213
第一节 协调主控	213
第二节 燃烧控制系统	215
第三节 给水控制系统	223
第四节 主蒸汽温度控制系统	230
复习思考题	236

协调控制系统、炉膛安全监控系统、顺序控制系统、汽轮机数字电液控制系统、汽轮机旁路控制系统。本书在编写中理论联系实际，通过现场照片和录像、运行人员实际使用的操作软件、3D动画、幻灯片等来解释相关知识，力争将繁杂深奥的理论知识，演绎成通俗易懂、易于读者接受的概念。

本书可作为高职院校电厂热能动力装置和发电厂集控运行专业的教材，也可作为电力职工大学、高等院校成人教育、函授相关专业教材，并可供有关专业技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据  
热力过程自动化/闫瑞杰等编.—3版.—北京：中国电力出版社，2019.10  
“十三五”职业教育规划教材 普通高等教育“十三五”国家级规划教材·高职高专教育  
ISBN 978-7-5198-3821-8  
I. ①热… II. ①闫… III. ①发电厂—热力系统—生产自动化—高等职业教育—教材 IV. TM621.4  
中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第242170号

出版发行：中国电力出版社  
地址：北京市东城区北京站西街19号（邮政编码100005）  
网址：<http://www.ccpp.com.cn>  
责任编辑：吴玉霞（010-63412540）  
责任校对：黄 蕾  
装帧设计：郝晓燕  
责任印制：吴 迪  
印刷：三河市航远印刷有限公司  
版次：2006年1月第一版 2019年10月第三版  
印次：2019年10月北京第九次印刷  
开本：787毫米×1092毫米 16开本  
印张：19.5

垃圾焚烧发电运行与维护  
职业技能等级标准

## 目 次

前言.....	1
1 范围.....	2
2 规范性引用文件.....	2
3 术语和定义.....	2
4 对应院校专业.....	3
5 面向工作岗位（群）.....	4
6 职业技能要求.....	4
参考文献.....	13

## 前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准起草单位：博努力（北京）仿真技术有限公司、中国环境保护集团有限公司、中电国际新能源控股有限公司、河南城发环境股份有限公司、重庆三峰环境集团股份有限公司、安徽皖能环保发电有限公司、上海康恒环境股份有限公司、成都市兴蓉再生能源有限公司、沈阳工程学院、上海电力大学、郑州电力高等专科学校、安徽电气工程职业技术学院、保定电力职业技术学院、武汉电力职业技术学院、山西电力职业技术学院、广西电力职业技术学院、重庆电力高等专科学校、承德石油高等专科学校。

本标准主要起草人：王廷举、刘树清、邹洪斌、张建生、邢长虹、何航校、王聪峰、彭均泽、郑雪艳、徐云清、李祥、汪方周、白力、焦学军、彭子伟、潘宏刚、王波、杨建华、杨小琨、曾国兵、佟鹏、谢新、闫瑞杰、洪莉、陈绍敏、王玉召等。

**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。**

# 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

"1+X" 职业技能等级证书配套系列教材

# 发电集控运维 职业技能等级证书培训教材

## 中 级

博努力(北京)仿真技术有限公司 组编

发电集控运维职业技能等级证书培训教材

中 级

中国电力出版社

### "1+X" 职业技能等级证书配套系列教材

发电集控运维职业技能等级证书培训教材(初级)

发电集控运维职业技能等级证书培训教材(中级)

发电集控运维职业技能等级证书培训教材(高级)

发电集控运维职业技能等级证书实操考核题库(初级)

发电集控运维职业技能等级证书实操考核题库(中级)

发电集控运维职业技能等级证书实操考核题库(高级)

发电集控运维职业技能等级证书理论考核题库(初级)

发电集控运维职业技能等级证书理论考核题库(中级)

发电集控运维职业技能等级证书理论考核题库(高级)



关注“中国电力教材服务”  
获取更多数字资源  
享受全套数字服务



定价: 38.00 元



- 新形态教材
- 动画资源丰富
- 适合仿真软件
- 配套 PPT、课件
- 校企合作编写
- 一书一码 正版授权

中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

## 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。

# 优质核心课程教材



660MW 超超临界机组操作规程

## 目 录

一、660MW 超超临界仿真系统简介.....	1
1. 锅炉设备概述.....	1
2. 汽机设备概述.....	1
3. 电气主设备概述.....	2
4. 机组控制系统概述.....	2
二、机组冷态启动.....	3
1. 凝补水投运.....	3
2. 循环水系统的启动.....	3
3. 开式水系统.....	5
4. 闭式水系统.....	6
5. 空压机系统.....	7
6. 辅助蒸汽系统.....	8
7. 润滑油系统.....	9
8. 发电机密封油系统.....	10
9. 发电机氢气系统.....	12
10. 顶轴油系统启动.....	14
11. 发电机定子冷却水系统投运.....	15
12. 盘车装置投运.....	17
13. 凝结水系统投运.....	18
14. 除氧器上水.....	20
15. 启动电动给水泵.....	22
16. 除氧器预除氧.....	25
17. 锅炉上水.....	27
18. 启动疏水泵, 进行冷态清洗.....	30
19. 轴封系统投运.....	31
20. 抽真空系统投运.....	35
21. 启动除渣系统.....	36

22. 启动火检冷却风机.....	36
23. 启动 A 空气预热器.....	37
24. 启动 B 空气预热器.....	40
25. 引风机监视系统.....	41
26. 启动 A 送风机.....	43
27. 启动 B 送风机.....	44
28. 开启汽机本体疏水门.....	46
29. 启动供油泵建立油循环.....	48
30. 炉膛吹扫.....	50
31. 燃油泄漏试验.....	50
32. 启动一次风机 A.....	51
33. 启动一次风机 B.....	54
34. 投运密封风机.....	56
35. 锅炉微油油枪点火.....	57
36. 投运风道燃烧器.....	58
37. 就地-闭式循环水系统.....	60
38. 锅炉升温升压.....	62
39. 投入高低旁路.....	64
40. 投入锅炉减温水.....	66
41. EH 油系统的投运.....	68
42. B 小机润滑油系统投运.....	69
43. B 小机前置泵投运.....	70
44. B 小机轴封系统投运.....	71
45. 启动 B 汽动给水泵.....	73
46. 汽轮机冲转前的检查.....	75
47. 汽轮机冲转至 500rpm.....	76
48. 汽轮机冲转至 1500rpm.....	77

660MW 超超临界机组操作规程

51. 启动 A 汽动给水泵.....	79
52. 发电机并网.....	80
53. 汽轮机切缸.....	85
54. 启动 A 磨煤机.....	88
55. 负荷升至 120MW, 启动 A 汽动引风机.....	91
56. 负荷 120MW 左右, 进行切换厂用电.....	97
57. 低压加热器的投运.....	98
58. 高压加热器的投运.....	100
59. “湿态”变为“干态”.....	102
60. 给水切至主路, 并入 A 汽泵运行.....	102
61. 启动 B 磨煤机.....	103
62. 启动 B 汽动引风机.....	105
63. 将辅汽气源切为冷再供给.....	109
64. 升负荷至 300MW.....	110
65. 投入协调控制方式 (CCS).....	111
66. 启动 C 磨煤机.....	113
67. 退燃油系统.....	115
68. 启动 C 磨煤机.....	116
69. 投运低温省煤器.....	119
70. 除氧器汽源切换除氧器进入滑压运行.....	120
71. 小机汽源切换.....	122
72. 升负荷至 660MW.....	124

# 300MW 流化床机组仿真机 操作规程

【编者】：陈丽梅 黄锋 王恩营（企业）  
【主审】：闫瑞杰

山西电力职业技术学院  
博努力（北京）仿真技术有限公司

2020年5月

# 300MW 流化床机组仿真机 操作规程

【编者】：陈丽梅 黄锋 王恩营（企业）  
【主审】：闫瑞杰

山西电力职业技术学院  
博努力（北京）仿真技术有限公司

2020年5月

## 目 录

1 机组介绍	1
1.1 锅炉系统介绍	1
1.2 汽机系统介绍	1
1.3 电气系统介绍	2
2 机组启动前的检查	3
2.1 锅炉系统检查	4
2.2 汽机系统检查	19
2.3 电气系统检查	36
3 机组启动操作	57
3.1 电气送电	57
3.2 工业水系统投运	71
3.3 空压机系统投运	72
3.4 循环水系统投运	73
3.5 闭式水系统投运	75
3.6 开式水系统投运	76
3.7 凝结水系统投运	77
3.8 辅汽系统投运	79
3.9 除氧给水系统投运	79
3.10 汽机润滑油系统投运	81
3.11 顶轴油系统投运	83
3.12 密封油系统投运	83
3.13 盘车投运	84
3.14 发电机内气体置换	85
3.15 发电机定冷水系统投运	87
3.16 EH 油系统投运	88
3.17 汽包上水	89
3.18 轴封系统投运	90
3.19 真空系统投运	92
3.20 引风机投运	92
3.21 流化风机投运	93
3.22 二次风机投运	94
	96

3.23 一次风机投运	97
3.24 播煤风机投运（投煤前投入）	99
3.25 锅炉添加床料	100
3.26 锅炉底部加热系统投运（根据需要投入）	101
3.27 燃油泵房系统投运	101
3.28 炉膛吹扫	102
3.29 燃油泄漏试验	103
3.30 锅炉点火	104
3.31 投煤操作	107
3.32 煤泥系统投运	109
3.33 除渣系统投运	109
3.34 石灰石系统投运	111
3.35 汽机冲转	112
3.36 并网操作	116
3.37 机组带初负荷	130
3.38 机组升负荷至 80MW	131
3.39 低加系统的投运	131
3.40 高加系统投运	133
3.41 汽动给水泵投运	134
3.42 厂用电切换	137
3.43 机组升负荷至 120MW	139
3.44 机组升负荷至 180MW	139
3.45 单阀/顺阀切换	140
3.46 CCS 投入	140
3.44 机组升负荷至 300MW	143
4 故障列表	149
4.1 锅炉故障列表	149
4.2 汽机故障列表	176
4.3 电气故障列表	195

# 《电厂锅炉运行》课程标准

标准编码：DYJB/JY/RD3-28-2020

## 1. 适用范围

本标准适用于山西电力职业技术学院电厂热能动力装置专业。

学时：64 学时，学分：6 学分。

## 2. 制订依据

- 2.1. 《国家职业教育改革实施方案》。（国务院〔2019〕4号）
- 2.2. 教育部关于《职业教育提质培优行动计划（2020-2023年）》
- 2.3. 中共中央、国务院印发《中国教育现代化2035》
- 2.4. 中共中央办公厅、国务院办公厅印发《加快推进教育现代化实施方案（2018—2022年）》
- 2.5. 教育部关于职业院校专业人才培养方案制订与实施工作的指导意见（教职成〔2019〕13号）
- 2.6. 教育部关于印发《全国职业院校教师教学创新团队建设方案》的通知（教师函〔2019〕4号）
- 2.7. 教育部关于开展现代学徒制试点工作的意见（教职成〔2014〕9号）
- 2.8. 教育部 财政部关于实施中国特色高水平高职学校专业建设计划的意见（教职成〔2019〕5号）
- 2.9. 教育部等四部门印发《关于在院校实施“学历证书+若干职业技能等级证书”制度试点方案》的通知（教职成〔2019〕6号）
- 2.10. 国务院办公厅关于深化产教融合的若干意见（国办发〔2017〕95号）
- 2.11. 《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010—2020年）》
- 2.12. 中共中央国务院印发《关于加强和改进新形势下高校思想政治工作的意见》
- 2.13. 《国务院关于加快发展现代职业教育的决定》（国发〔2014〕19号）
- 2.14. 《教育部关于深化职业教育教学改革全面提高人才培养质量的若干意见》（教职成〔2015〕6号）
- 2.15. 教育部关于《教育信息化2.0行动计划》
- 2.16. 《职业学校学生实习管理规定》（教职成〔2017〕3号）
- 2.17. 山西电力职业技术学院《教学管理条例》
- 2.18. 国家标准和行业标准：
  - GB/T 2900.48-2008 电工名词术语 锅炉
  - DL/T 611—1996 300MW级锅炉运行导则
  - DL/T 5000—2000 火力发电厂设计技术规程
  - GB 10184—1988 电站锅炉性能试验规程
  - DL/T 647—2004 电站锅炉压力容器检验规程
  - DL/T 612—1996 电力工业锅炉压力容器监察规程

## 2.19 职业技能鉴定相关标准:

中华人民共和国职业技能鉴定规范电力行业《锅炉运行与检修专业》、《锅炉值班员》。  
职业技能鉴定指导书《锅炉运行值班员》。

## 3. 课程性质和作用

### 3.1 课程性质

本课程是电厂热能动力装置专业核心课程。是培养火电厂锅炉运行、集控运行工作的高端技能型专门人才的必修课程。职业特征明显、工学结合紧密。

### 3.2 课程作用

本课程主要学习火电厂锅炉设备的结构原理、运行维护技能,培养学生认识和分析火电厂锅炉设备及其系统的能力,为学生从事火电厂单元机组集控运行操作工作打下基础。

### 3.3 前后相关课程的联系

本课程先修课程有《工程制图与CAD》、《热工应用技术》、《流体应用技术》、《泵与风机运行》;本课程后续课程主要有《单元机组集控运行》、《仿真实训》、《顶岗实习》等。

## 4. 课程设计

### 4.1 课程设计依据

锅炉是火电厂三大主机之一,担负着火电厂能量转换的首要环节,锅炉设备运行是电厂热能动力装置工作中的重要工作任务。根据火电厂集控“锅炉运行值班员”工作任务、典型工作任务与职业能力分析结果表明,从事电厂热能动力装置工作人员必需对锅炉设备和系统进行学习,才能进行正确的运行操作,因此设置本课程。

### 4.2 教学内容选择

本课程是电厂热能动力装置专业的一门核心专业课程。课程应紧扣技术应用这一主线,以“学其所用,用其所学”为原则,通过工作任务为中心组织课程内容,并让学生在完成具体项目的过程中学会完成相应工作任务,并构建相关理论知识,发展职业能力。

## 5. 课程目标

### 5.1 知识目标

能说出锅炉系统组成、主要辅助设备的作用、工作原理、工作流程、各设备结构特性和布置特点;

能利用燃料分析、煤粉制备、燃烧原理等知识对制粉系统和燃烧设备进行安全性和经济性分析;

能使用受热面汽水系统知识说明锅炉设备构成特点并运行操作分析;

能利用锅炉机组热平衡的知识进行锅炉热效率分析。

### 5.2. 能力目标

能阅读锅炉各设备铭牌、产品说明书;

能对燃料成份进行分析,可正确说明燃料成份对锅炉机组安全经济工作的影响;

能正确阅读和绘制制粉系统、燃烧系统、汽水系统等系统图,标出其流程,能分析系统优缺点;

会进行锅炉启停、运行调整操作。

### 5.3 思政目标

具有理解和应用电业安全操作规程、设备运行规程、岗位责任制度等文件的能力;

具有团队协作,共同进行有关调整操作的能力。

具有良好的职业道德意识和敬业爱岗的精神。

## 6. 课程内容与教学活动设计及课时安排

序号	模块名称	工作任务	学习目标	教学活动设计	学时分配
一	认识锅炉	任务一: 建立锅炉整体概念	1. 能简述电厂锅炉的作用和设备组成和锅炉的工作过程; 2. 能说出锅炉的汽水流程和燃烧系统工作流程。	教学场地: 认识实习实训室。 教学材料与设备: 投影机和图片、锅炉模型。 危险点分析及安全措施: 无 教学方法建议: 引导文教学法。 教学组织过程: 1. 任务描述 何谓锅炉? 锅炉的组成和工作过程? 有哪些类型? 2. 知识导航 国家标准关于锅炉的概念 3. 任务实施 对锅炉进行概述—概念, 基本类型, 作用, 工作原理, 主要工作系统 对锅炉两大系统进行概括说明—系统任务, 设备组成及工作流程 图片和模型介绍典型锅炉结构和工作过程, 分析其主要特点 4. 任务验收 提问; 课程讨论并评讲。	2
		任务二: 认识常用锅炉类型	1. 能正确表述锅炉容量与参数的含义; 2. 会识别锅炉型号; 3. 能正确说明不同类型锅炉的工作原理, 并简要分析各自的特点。		1
二	锅炉送风量监控	任务一: 分析燃料成分对锅炉工作的影响	1. 能说明煤的成份组成, 能根据可燃成份或有害杂质含量高低分析对锅炉工作的影响; 2. 能正确表述燃料发热量和灰熔融性概念, 并会分析发热量和灰熔点高低对锅炉工作的影响; 3. 能根据有关指标判断动力煤的种类, 并正确说明不同种类煤的燃烧特性。	教学场地: 多媒体教室。 教学材料与设备: 投影机和图片。 危险点分析及安全措施: 无 教学方法建议: 引导文教学法。 教学组织过程: 1. 任务描述 燃料知识与锅炉工作的关系; 锅炉经济性与燃料的关系。 2. 知识导航 燃料种类、组成、成分特性; 锅炉通风量与排烟量的监控。 3. 任务实施 分析煤的成分组成和煤成分性质; 说明分析基准的概念、表示方法及其相互换算方法;	1

序号	模块名称	工作任务	学习目标	教学活动设计	学时分配
		任务二：用氧量表判断锅炉送风量大小	1. 能正确表述理论空气量和过量空气系数的概念 2. 能独立进行烟气分析，并能根据分析数据，进行烟气量、过量空气系数和漏风系数的计算； 3. 能监控运行锅炉上的送风量。	介绍空气量确定方法，空气系数概念及公式； 分析过量空气系数的用途 4. 任务验收 讨论水灰硫的危害；讨论发热量高低的影响。	1
三	分析锅炉热效率	任务一：分析影响热效率因素	1. 能正确表述燃料输入热量、有效利用热量、锅炉热效率的概念和组成；并能正确进行相应的计算； 2. 能正确表述锅炉各项热损失的概念，并能提出减小主要热损失的途径和方法。	教学场地：多媒体教室。 教学材料与设备：投影机和图片。 危险点分析及安全措施：无 教学方法建议：引导文教学法。 教学组织过程： 1. 任务描述 锅炉经济性评价方法。 2. 知识导航 锅炉热效率的概念及影响因素。 3. 任务实施	1
		任务二：计算锅炉燃料消耗量	1. 能表述燃料消耗量的概念、用途； 2. 会计算煤耗率。	介绍热平衡概念，电站锅炉的热量平衡图，各项热量的名称和符号； 说明确定热效率的基本方法； 介绍正平衡效率的确定方法，公式中输入热量和汽水吸热量的确定方法； 分析影响热效率的因素，提出最佳空气系数和经济排烟温度概念 4. 任务验收 讨论热效率影响的影响。	1

序号	模块名称	工作任务	学习目标	教学活动设计	学时分配
四	煤粉制备系统运行维护	任务一：分析煤粉品质指标对锅炉工作的影响	1. 能正确分析影响煤粉流动性和自燃爆炸性的因素，并提出防止煤粉自流和自燃爆炸的措施； 2. 能正确表述煤粉细度和经济细度的概念；能正确比较不同煤粉的粗细并说明对工作的影响； 3. 能正确表述可磨性系数和磨损指数的概念，并说明它们对锅炉工作的影响。	教学场地：多媒体教室，电厂仿真实训室。 教学材料与设备：投影机和图片、模型。 危险点分析及安全措施：无 教学方法建议：引导文教学法，任务教学法。 教学组织过程： 1. 任务描述 煤粉炉的工作特点；如何获得规定品质的煤粉？ 如何启动和操作制粉系统？ 2. 知识导航 煤的磨制特性、品质指标、磨煤机工作原理、制粉系统的工作任务 3. 任务实施 介绍几种磨煤机的结构、工作过程、工作特点，影响工作的因素； 分析低速磨煤机的煤种适应性及其原因； 介绍制粉系统的工作任务、基本种类、乏气和干燥剂的概念； 根据图示，说明不同类型系统的设备组成及其理由，并说明各设备作用； 对照运行规程，学习制粉系统启动操作过程。 4. 任务验收 分析影响磨煤机工作的因素；绘制典型制粉系统图；在仿真机上进行制粉系统的启动操作。	2
		任务二：磨煤机工作	1. 能正确说明各种磨煤机的工作原理、工作特点； 2. 能简要说明影响磨煤机出力和经济性的主要因素		2
		任务三：制粉系统运行维护	1. 能正确绘制制粉系统图并说明各种制粉系统的工作特点、设备组成、工作流程； 2. 能正确说明制粉系统中各部件的作用和布置位置； 3. 能进行制粉系统运行操作维护。		2

序号	模块名称	工作任务	学习目标	教学活动设计	学时分配
五	燃烧和风烟设备运行维护	任务一：煤粉燃烧器运行	<p>1. 能正确表述燃烧速度的概念及其影响因素；能分清三种燃烧区域的区别；能正确说明强化燃烧的基本条件；</p> <p>2. 能结合煤质成分特性提出强化煤粉燃烧过程的途径和措施；</p> <p>3. 能正确说明各种燃烧器的工作原理、结构特点；</p> <p>4. 能在仿真机上进行风烟系统启动、一二次风门调整和煤粉。</p>	<p>教学场地：多媒体教室，电厂仿真实训室。</p> <p>教学材料与设备：投影机和图片、模型。</p> <p>危险点分析及安全措施：无</p> <p>教学方法建议：引导文教学法，任务教学法。</p> <p>教学组织过程：</p> <p>1. 任务描述</p> <p>锅炉燃烧设备的运行要求；</p> <p>2. 知识导航</p> <p>燃烧的基本原理和影响燃烧速度的因素</p> <p>3. 任务实施</p> <p>分析典型燃烧器结构、布置、工作过程；</p> <p>分析煤粉炉燃烧室结构、特性参数的认识；</p> <p>介绍流化床锅炉燃烧设备和系统；</p> <p>提出燃烧设备运行要求、分析监控指标及调节方法；</p>	2
		任务二：炉膛布置和结渣分析	<p>1. 能正确表述炉膛的结构特点、工作特性；</p> <p>2. 能正确分析影响煤粉结渣的因素，并能正确提出防止结渣可采取的常用措施。</p>	<p>介绍燃烧设备外部工作问题，提出预防措施。</p> <p>4. 任务验收</p> <p>读风烟系统图，说明工作流程和运行控制参数；</p> <p>在仿真机上进行风烟系统、一二次系统的操作练习。</p>	1
六	蒸发设备运行维护	任务一：蒸发系统工作	<p>1. 能正确说明蒸发设备的组成及各部件的作用。</p>	<p>教学场地：多媒体教室。</p> <p>教学材料与设备：投影机和图片、模型。</p> <p>危险点分析及安全措施：无</p> <p>教学方法建议：引导文教学法。</p> <p>教学组织过程：</p>	2
		任务二：水循环及常见故障分析	<p>1. 能正确表述水循环的形成原理；</p> <p>2. 能正确说明运动压头、储热能力、循环倍率的概念，并能正确分析其影响因素；</p> <p>3. 能分析水循环常见故障的现象和原因，并能正确说明为提高水循环安全性可采取的措施。</p>	<p>1. 任务描述</p> <p>如何认识锅炉蒸发系统和设备？运行中蒸发设备如何监控？如何保证蒸汽品质？</p> <p>2. 知识导航</p> <p>锅炉蒸发系统的任务；蒸发设备的组成和作用；蒸汽净化的原理。</p> <p>3. 任务实施</p> <p>分析蒸发设备运行中存在的问题及其产生的原因，提出保证设备运行安全的措施；</p> <p>分析强制流动锅炉的工作特性以及可能出现的问题，提出运行控制要求；</p>	1

序号	模块名称	工作任务	学习目标	教学活动设计	学时分配
		任务三: 蒸汽净化	1. 能正确分析蒸汽含杂质的危害, 正确说明对蒸汽质量的要求和提高蒸汽品质的基本方法; 2. 能正确说明常用蒸汽净化设备的结构、原理和布置位置。	说明蒸汽净化设备的工作过程, 说明保证蒸汽品质的措施。 4. 任务验收 绘制蒸发设备系统图(包括直流锅炉启动系统图), 说明工作流程和运行要求。	1
七	过热器、再热器运行维护	任务一: 认识过热器、再热器结构系统	1. 能说明过热器和再热器作用、类型及工作特点; 2. 能描述过热器与再热器、结构特点和布置位置; 3. 能对典型过热汽和再热汽系统工作流程进行说明, 并能正确绘制系统图; 4. 能正确分析和表述过热器的汽温特性。	教学场地: 多媒体教室、认识实习实训室。 教学材料与设备: 投影机和图片、模型。 危险点分析及安全措施: 无 教学方法建议: 引导文教学法。 教学组织过程: 1. 任务描述	1
		任务二: 热偏差分析	1. 能正确表述热偏差的概念; 2. 并说明减轻热偏差的主要措施。	如何保证蒸汽加热设备安全运行? 如何控制汽温达到规定数值 2. 知识导航 控制汽温的意义? 蒸汽加热设备运行中可能出现的问题及其原因 3. 任务实施 分析蒸汽加热设备结构、布置、工作特性; 分析运行中汽温变化特性, 以及影响汽温变化的因素; 说明汽温调节设备的布置要求和工作过程。 高温受热面外部工作状况分析	1
		任务三: 汽温控制与调节	1. 能正确说明汽调温的原理和方法、主要调温设备的工作过程; 2. 能进行汽温调节操作。	4. 任务验收 绘制某锅炉蒸汽系统图, 说明蒸汽流程和运行监控要求。 说明防止高温积灰、高温腐蚀的防护措施。	2

序号	模块名称	工作任务	学习目标	教学活动设计	学时分配
		任务四: 过热 器、再热器的 高温积灰与 高温腐蚀防 护	1. 能对受热面的积灰、磨损、低温腐蚀等现象进行分析说明, 并提出相应的减轻措施。		1
八	省煤器和 空气预热器运行维护	任务一: 省煤器运行维护	1. 能说明省煤器的作用、基本类型、结构特点及其工作过程; 2. 能对省煤器启动进行保护操作。	<p>教学场地: 多媒体教室。</p> <p>教学材料与设备: 投影机和图片、模型。</p> <p>危险点分析及安全措施: 无</p> <p>教学方法建议: 引导文教学法。</p> <p>教学组织过程:</p> <p>1. 任务描述</p> <p>如何保证尾部受热面的安全运行?</p> <p>2. 知识导航</p> <p>尾部受热面的工作特点</p> <p>3. 任务实施</p> <p>尾部受热面的作用、结构、布置特点;</p> <p>尾部受热面外部工作状况分析</p> <p>4. 任务验收</p> <p>说明防止积灰、磨损、低温腐蚀的措施。</p>	2
		任务二: 空气预热器运行维护	1. 能说明空预器的作用、基本类型、结构特点及其工作过程。		2
		任务三: 受热带面积灰、磨损、腐蚀防护	1. 能对受热面的积灰、磨损、低温腐蚀等现象进行分析说明, 并提出相应的减轻措施。		1

序号	模块名称	工作任务	学习目标	教学活动设计	学时分配
九	启动锅炉 (仿真实训)	<p>任务一: 辅助系统投入 (2 课时)</p> <p>任务二: 锅炉上水 (4 课时)</p> <p>任务三: 风烟及制粉系统启动 (6 课时)</p> <p>任务四: 点火及升温升压 (4 课时)</p> <p>任务五: 投入协调控制方式 (2 课时)</p> <p>任务六: 锅炉给水切换 (2 课时)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 熟悉锅炉启动方法和特点;</li> <li>2. 会在仿真系统上进行锅炉启动和停运操作;</li> <li>3. 能说明启动中的问题和安全保护方法。</li> </ol>	<p>教学场地: 多媒体教室、电厂仿真实训室。</p> <p>教学材料与设备: 投影机和课件。</p> <p>危险点分析及安全措施: 无</p> <p>教学方法建议: 项目教学法、情境教学法。</p> <p>教学组织过程:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 任务描述 如何进行锅炉启动前的检查和准备? 如何进行锅炉冷态启动操作? 如何在启动中保证设备安全? 如何将正在运行的锅炉进行停运?</li> <li>2. 知识导航 分析锅炉启动中可能出现的问题及其原因。 说明锅炉启动中的参数要求及其原因。 说明停运的原因及停炉的类型。 分析停炉时设备可能出现的安全问题。</li> <li>3. 任务实施 对照锅炉运行规程, 说明启动操作步骤; 在仿真机上按照操作指南进行启动操作讲解。</li> <li>4. 任务验收 学生在仿真机上进行启动操作, 对照操作指南检查操作步骤是否正确, 运行参数是否满足规程要求。</li> </ol>	20
十	停运锅炉	<p>任务一: 停运锅炉 (2 课时)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 熟悉锅炉停运步骤</li> <li>2. 知道锅炉停炉保养原则</li> </ol>	<p>教学场地: 多媒体教室、电厂仿真实训室。</p> <p>教学材料与设备: 投影机和课件。</p> <p>危险点分析及安全措施: 无</p> <p>教学方法建议: 项目教学法、情境教学法。</p> <p>教学组织过程:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 任务描述 如何将正在运行的锅炉进行停运?</li> <li>2. 知识导航 分析停炉时设备可能出现的安全问题。</li> <li>3. 任务实施 对照锅炉运行规程, 说明停炉操作步骤; 在仿真机上按照操作指南进行停炉操作讲解。</li> <li>4. 任务验收 学生在仿真机上进行启动操作, 对照操作指南检查操作步骤是否正确, 运行参数是否满足规程要求。</li> </ol>	2

序号	模块名称	工作任务	学习目标	教学活动设计	学时分配
十一	调整锅炉运行	任务一: 调整蒸汽参数	1. 能说影响蒸汽压力、温度、汽包水位因素; 2. 会正确调节蒸汽压力、温度、汽包水位变化。	教学场地: 多媒体教室、电厂仿真实训室。 教学材料与设备: 投影机和课件。 危险点分析及安全措施: 无 教学方法建议: 项目教学法、情境教学法。 教学组织过程: 1. 任务描述: 根据运行规程要求在仿真机上完成锅炉正常运行时监视与调节操作。 2. 知识导航: 锅炉正常运行调节的任务, 锅炉水位调节、汽温调节、汽压调节和燃烧调节的意义、影响因素和调节措施, 与锅炉正常运行时监视与调节操作相关的系统图, 锅炉正常运行时监视与调节部分运行规程, 锅炉正常运行时监视与调节过程中的注意事项。 3. 任务实施: 分组讨论相关运行规程, 在仿真机上执行锅炉正常运行时监视与调节操作。 4. 任务验收: 操作过程与结果评价。	2
		任务二: 调整燃烧	1. 会判断燃烧情况; 2. 会进行燃烧调整。		2
十二	处理锅炉典型事故	任务一: 处理锅炉水位事故	1. 能正确描述水位事故现象; 2. 能分析水位事故原因; 3. 会预防和处理水位事故。	教学场地: 多媒体教室、电厂仿真实训室。 教学材料与设备: 投影机和课件。 危险点分析及安全措施: 无 教学方法建议: 项目教学法、情境教学法。 教学组织过程: 1. 任务描述: 锅炉典型事故处理操作。 2. 知识导航: 单元机组中锅炉部分的主要事故和处理原则, 锅炉灭火、水位事故、汽温、汽压异常事故、制粉系统事故、四管泄露事故等事故现象、原因分析及处理措施, 锅炉典型事故处理部分运行规程, 锅炉典型事故处理过程中注意事项。 3. 任务实施: 分组讨论相关运行规程, 事故原因及处理方	2
		任务二: 处理受热面爆管事故	1. 能正确描述受热面爆管事故现象; 2. 能分析爆管事故原因; 3. 会预防和处理爆管事故。		2

序号	模块名称	工作任务	学习目标	教学活动设计	学时分配
		任务三: 处理锅炉灭火事故	1. 能正确描述灭火现象; 2. 能分灭火原因; 3. 会预防和处理灭火事故。	法。 4. 任务验收: 讨论汇报。	2

## 7. 教学实施建议

### 7.1 教师要求

基本要求: 思想政治合格, 具有良好的职业道德和严肃认真工作的态度, 且应具有高等学校教师任职资格。

学历、专业要求: 应具有热动、集控专业或相关专业大学本科及以上学历。

现场工作要求: 每年专业教师应下现场进行相应的专业实践。

不断学习新行业标准, 掌握科技新动态。

### 7.2 教学环境要求

教学环境应具有多媒体设备、锅炉模型和电厂仿真运行条件。

### 7.3 教学方法建议

教学内容应“学其所用, 用其所学”原则。在教学中应采用引导文教学法、任务教学法、情境教学法、现代四步骤教学法等行动导向教学法。充分利用多媒体教学手段, 通过现场设备图片、动画演示、录像视频等手段形象地表示设备结构、工作流程和动作过程, 帮助学生建立形象、直观的概念, 激发学生的学习兴趣。

### 7.4 教材选用

7.4.1 应尽量选用近三年出版的高职高专规划教材, 优先选用获奖教材。

7.4.2 现阶段本课程教材主要采用由中国电力出版社出版的周菊华 操高城 郝杰 合编的《电厂锅炉》。

7.4.3 也可选用其他类似教材或自编教材。

### 7.5 教学资源

7.5.1 本课程可充分利用本院网上《电厂锅炉运行》精品在线课程教学资源。将教师的教案、电子讲稿放在网页上供学生浏览; 将本专业的有关文献资料放在网页上供学生下载; 在网页上设置课后练习栏目供学生复习巩固。

其它可利用的网上教学资源有:

中国电力联盟论坛 <http://bbs.cnpou.com/>

北极星电力论坛 <http://bbs.bjx.com.cn/forum.php>

郑州电力高等专科学校国家级精品课程《电厂锅炉》网页

<http://www.zepc.edu.cn/jpkc/dcgl/index.html>

重庆电力高等专科学校《电站锅炉运行》市级精品课程网页  
<http://dzgl.jpkc.cqepc.com.cn/>

山东电力高等专科学校省级精品课程《电厂锅炉》网页

<http://218.57.128.49/ec/C14/Course/Index.htm>

西安电力高等专科学校精品课程《锅炉设备运行与维护》网页

<http://glsb.xinpop.net.cn/>

7.5.2 积极开发和利用网络课程资源，注意帮助学生充分利用专业网站、电子书刊、数字图书馆和电子论坛等网上信息资源，使教学从单一媒体向多种媒体转变；教学活动从信息的单向传递向双向交换转变；学生单独学习向合作学习转变。

7.5.3 建立本专业开放式实训中心，使之具备现场教学、实训、职业技能证书考证的功能，实现教学与实训合一、教学与培训合一、教学与考证合一，满足学生综合职业能力培养的要求。

## 7.6 考核与评价

建立科学的学生评价手段和方法，建立项目过程评价，与期末考评相结合的方法，加强项目过程评价。

注重评价的多元性，全面考核学生的知识、能力、素质的掌握情况。建议的考评标准为：将课堂提问、学生作业、平时测验、项目考核、技能目标考核作为平时成绩，占总成绩的50%，理论考试作为期末成绩，占总成绩的50%。

## 8. 附加说明

8.1 本标准由山西电力职业技术学院集控教研室制定并解释；

8.2 本标准制定人：陈丽梅 杨劲松（国电太原第一热电厂）

8.3 本标准审核人：闫瑞杰 文二小（国电太原第一热电厂）

8.4 本标准批准人：霍宇平

8.5 本标准于2020年9月1日发布并执行。

# 《汽轮机设备运行》课程标准

标准编码：DYJB/RD/RD3-29-2020

## 1. 适用范围

本标准适用于山西电力职业技术学院电厂热能动力装置专业。

学时：80 学时，学分：6 学分。

## 2. 制订依据

- 2.1. 《国家职业教育改革实施方案》。（国务院〔2019〕4号）
- 2.2. 教育部关于《职业教育提质培优行动计划（2020-2023年）》
- 2.3. 中共中央、国务院印发《中国教育现代化2035》
- 2.4. 中共中央办公厅、国务院办公厅印发《加快推进教育现代化实施方案（2018—2022年）》
- 2.5. 教育部关于职业院校专业人才培养方案制订与实施工作的指导意见（教职成〔2019〕13号）
- 2.6. 教育部关于印发《全国职业院校教师教学创新团队建设方案》的通知（教师函〔2019〕4号）
- 2.7. 教育部关于开展现代学徒制试点工作的意见（教职成〔2014〕9号）
- 2.8. 教育部 财政部关于实施中国特色高水平高职学校专业建设计划的意见（教职成〔2019〕5号）
- 2.9. 教育部等四部门印发《关于在院校实施“学历证书+若干职业技能等级证书”制度试点方案》的通知（教职成〔2019〕6号）
- 2.10. 国务院办公厅关于深化产教融合的若干意见（国办发〔2017〕95号）
- 2.11. 《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010—2020年）》
- 2.12. 中共中央国务院印发《关于加强和改进新形势下高校思想政治工作的意见》
- 2.13. 《国务院关于加快发展现代职业教育的决定》（国发〔2014〕19号）
- 2.14. 《教育部关于深化职业教育教学改革全面提高人才培养质量的若干意见》（教职成〔2015〕6号）
- 2.15. 教育部关于《教育信息化2.0行动计划》
- 2.16. 《职业学校学生实习管理规定》（教职成〔2017〕3号）
- 2.17. 山西电力职业技术学院《教学管理条例》
- 2.18 国家标准和行业标准：  
GB/T 5578-2007 固定式发电用汽轮机规范  
GB/T 8117.2-2008 汽轮机热力性能验收试验规程  
DL/T 609-1996 300MW级汽轮机运行导则
- 2.19 职业技能鉴定相关标准：  
中华人民共和国职业技能鉴定规范《汽轮机运行与检修专业》  
职业技能鉴定指导书《汽轮机本体检修工》、《集控巡视员》、《集控值班员》

### 3. 课程性质和作用

#### 3.1 课程性质

本课程是火电厂集控运行专业的职业核心能力课程。

#### 3.2 课程作用

本课程培养学生运行、维护汽轮机设备的技能。为获得“汽轮机运行值班员”职业资格证书和毕业后从事汽轮机运行操作及安装检修工作打下一定的基础。

#### 3.3 前后相关课程的联系

本课程先修课程有《工程制图与 CAD》、《热工应用技术》、《流体应用技术》、《泵与风机运行》；本课程后续课程主要有《单元机组集控运行》、《顶岗实习》、《毕业设计》等。

### 4. 课程设计

#### 4.1 课程设计依据：

汽轮机是火电厂三大主机之一。电厂汽轮机及运行是电厂运行工作中的重要工作任务。本课程是依据火电厂集控运行专业岗位群工作任务、职业能力与职业素质分析中的汽轮机运行工作项目设置的。

#### 4.2 教学内容选择

课程内容选择突出对学生职业能力的训练，理论知识的选取紧紧围绕汽轮机运行岗位工作任务完成的需要进行，并融合了相关职业资格证书对知识、技能和态度的要求。经过各任课老师的深入、细致、系统的分析和专业建设委员会讨论，本课程最终确定了四个学习项目：汽轮机运行维护、汽轮机启动、汽轮机停运、汽轮机事故处理。

按照情境学习理论的观点，只有在实际情境中学生才可能获得真正的职业能力，并获得理论认知水平的发展。因此本课程要求打破纯粹讲述理论知识的教学方式，实施项目教学以改变教与学的行为。每个项目的学习都按以汽轮机运行值班员的工作任务为载体设计的活动来进行，以工作任务为中心整合理论与实践，实现理论与实践的一体化的教学。

### 5. 课程目标

#### 5.1 知识目标

描述汽轮机的工作原理，理解蒸汽在汽轮机中工作的热力过程。

描述不同运行调节方式的特点，理解汽轮机变工况特性。

描述凝汽设备的原理及构成，理解真空的影响因素（包括直接空冷凝汽设备）。

描述调节系统的工作原理和工作过程，理解静态特性、动态特性的主要指标。

描述启停的主要操作步骤，理解热应力、热膨胀、热变形对运行的影响。

认知汽轮机及其辅助设备。

#### 5.2. 能力目标

能阅读汽轮机、凝汽设备（包括凝汽器、抽气器或真空泵）设备的铭牌、产品说明书，从中了解其结构、功能和使用方法等相关信息；

能准确识读汽轮机设备图，正确绘制汽轮机热力系统图。

能正确评价汽轮机设备性能、效率和安全性。

能完成汽轮机启动、监视、调整、停运、事故处理等工作。

能进行事故预想，在异常情况下能迅速解除对人身、设备的威胁，尽快限制事态发展，及时排除异常情况。

能对汽轮机运行参数进行监测和分析。

能配合其它专业工种进行有关调整和操作。

能进行汽轮机方面的实验操作，并对实验结果进行分析。

能完成汽轮机的正常巡检工作，及时发现汽轮机及其辅助设备的异常现象，并予以处理。

### 5.3 思政目标

爱岗敬业、遵章守纪、忠于职守、工作严谨。

语言表达清晰、精炼、准确。

具备安全意识、环保意识、团队意识。

具备较强的心理调控、应急反应、规章制度执行、消防与紧急救护、班组管理等能力。

具有理解和应用运行规程、电力安全生产规程、运行措施、岗位责任制等文件的能力。

具有快速查找、推广和应用发电新技术和新方法的能力，科学管理设备的寿命。

### 6. 课程内容与教学活动设计及课时安排

序号	项目名称	工作任务	学习目标	教学活动设计	学时分配
一	维护汽轮机运行	任务一：调整负荷	<p>知识：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 理解汽轮机的工作原理；</li> <li>2. 理解 DEH 调节系统的工作原理和工作过程；</li> <li>3. 知道静态特性、动态特性的主要指标。</li> </ol> <p>能力：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 能识读汽轮机设备图；</li> <li>2. 能进行汽轮机负荷的调整；</li> <li>3. 能配合其它专业工种进行有关调整和操作。</li> <li>4. 会填写操作票。</li> </ol> <p>素质：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 爱岗敬业、遵章守纪、忠于职守、工作严谨；</li> <li>2. 语言表达清晰、精炼、准确；</li> <li>3. 具有理解和应用运行规程、电力安全生产规程、运行措施、岗位责任制等文件的能力。</li> </ol>	<p>教学场地：多媒体教室、专业认识实习实训室、仿真实训室、实训中心</p> <p>教学材料与设备：多媒体课件、汽轮机模型</p> <p>危险点分析及安全措施：</p> <p>教学资料：教材与职业技能鉴定指导书</p> <p>教学方法：四阶段教学法</p> <p>教学组织过程：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 任务描述 负荷的概念、负荷调整手段、重要性</li> <li>2. 知识导航 级的概念与分类、汽轮机分类与型号、级的工作原理、汽轮机工作原理、DEH 调节系统工作原理与工作过程、静态动态特性指标</li> <li>3. 任务实施 讲解、参观模型、仿真机操作</li> <li>4. 任务验收 仿真机操作</li> </ol>	22

序号	项目名称	工作任务	学习目标	教学活动设计	学时分配
		任务二：选择运行方式	<p>知识：</p> <p>1. 知道汽轮机的各种调节方式及其特点；</p> <p>2. 理解汽轮机变工况特性。</p> <p>能力：</p> <p>1. 会选择合理的调节方式；</p> <p>2. 能对汽轮机运行参数进行监测和分析。</p> <p>素质：</p> <p>1. 语言表达清晰、精炼、准确；具备安全意识、环保意识、团队意识；</p> <p>2. 具有快速查找、推广和应用发电新技术和新方法的能力，科学管理设备的寿命。</p>	<p>教学场地：多媒体教室、仿真实训室</p> <p>教学材料与设备：多媒体课件</p> <p>危险点分析及安全措施：</p> <p>教学资料：教材与职业技能鉴定指导书</p> <p>教学方法：引导文教学法、头脑风暴法、四阶段教学法</p> <p>教学组织过程：</p> <p>1. 任务描述 三种调节方式</p> <p>2. 知识导航 节流调节方式、特点及选用；喷嘴调节方式、特点及选用；、滑压调节方式、特点及选用、汽轮机变工况概念及特性</p> <p>3. 任务实施 讲解与仿真</p> <p>4. 任务验收 测验与仿真机操作</p>	10

序号	项目名称	工作任务	学习目标	教学活动设计	学时分配
		任务三：监视运行状态	<p>知识：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 知道凝汽设备的原理及构成，理解真空的影响因素；</li> <li>2. 理解油系统作用、组成和工作原理；</li> <li>3. 理解轴向推力、轴向位移、支持与推力轴承的工作对汽轮机安全工作的影响；</li> <li>4. 理解汽机的效率和经济指标；</li> <li>5. 描述汽轮机热力系统。</li> </ol> <p>能力：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 能正确评价汽轮机设备性能、效率 and 安全性；</li> <li>2. 能对汽轮机运行参数进行监测和分析；</li> <li>3. 能绘制汽轮机主要热力系统图；</li> <li>4. 会填写运行参数表和交接班记录；</li> <li>5. 会进行设备的正常试验；</li> <li>6. 会进行设备的正常切换。</li> </ol> <p>素质：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 爱岗敬业、遵章守纪、忠于职守、工作严谨；</li> <li>2. 具备安全意识、环保意识、团队意识；</li> <li>3. 具有快速查找、推广和应用发电新技术和新方法的能力，科学管理设备的寿命。</li> </ol>	<p>教学场地：多媒体教室、仿真实训室</p> <p>教学材料与设备：教学录像、多媒体课件</p> <p>危险点分析及安全措施：</p> <p>教学资料：教材与职业技能鉴定指导书</p> <p>教学方法：引导文教学法、头脑风暴法、四阶段教学法</p> <p>教学组织过程：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 任务描述 监视运行状态、目的、重要性</li> <li>2. 知识导航 凝汽设备(包括直接空冷凝汽设备)组成、工作原理、各组成设备；汽轮机真空影响因素；汽轮机的经济指标；真空严密性试验；汽轮机主要热力系统</li> <li>3. 任务实施 讲解、操作</li> <li>4. 任务验收 测验与仿真机操作</li> </ol>	20

序号	项目名称	工作任务	学习目标	教学活动设计	学时分配
		任务四：巡检设备状态	<p>知识：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 理解汽轮机的外形结构；</li> <li>2. 熟知汽轮机及其主要辅助设备的性能。</li> </ol> <p>能力：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 能对汽轮机及其辅助设备的运行状态进行监视和分析；</li> <li>2. 能及时发现设备的异常情况，并正确处理。</li> </ol> <p>素质：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 语言表达清晰、精炼、准确；具备安全意识、环保意识、团队意识；</li> <li>2. 具有快速查找、推广和应用发电新技术和新方法的能力，科学管理设备的寿命。</li> </ol>	<p>教学场地：多媒体教室、专业认识实习实训室、仿真实训室、实训中心</p> <p>教学材料与设备：多媒体课件、实物、模型</p> <p>危险点分析及安全措施：</p> <p>教学资料：教材与职业技能鉴定指导书</p> <p>教学方法：引导文教学法、头脑风暴法、四阶段教学法</p> <p>教学组织过程：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 任务描述 设备巡检的要求、范围、重要性</li> <li>2. 知识导航 汽轮机外形结构、汽轮机主要辅助设备的工作特性</li> <li>3. 任务实施 讲解与参观</li> <li>4. 任务验收 测验与仿真机操作</li> </ol>	8
二	启动汽轮机	任务一：准备启动	<p>知识：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 知道盘车装置的作用和工作原理；</li> <li>2. 知道各种辅助油泵的作用；</li> <li>3. 知道凝汽设备的作用。</li> </ol> <p>能力：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 能完成各辅助设备的检查工作；</li> <li>2. 会使用各种辅助设备。</li> <li>3. 按规程要求完成准备启动工作。</li> </ol> <p>素质：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 爱岗敬业、遵章守纪、忠于职守、工作严谨；</li> <li>2. 具有理解和应用运行规程、电力安全生产规程、运行措施、岗位责任制等文件的能力。</li> </ol>	<p>教学场地：多媒体教室</p> <p>教学材料与设备：多媒体课件</p> <p>危险点分析及安全措施：</p> <p>教学资料：教材与职业技能鉴定指导书</p> <p>教学方法：引导文教学法、头脑风暴法、四阶段教学法</p> <p>教学组织过程：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 任务描述 准备启动、重要性</li> <li>2. 知识导航 盘车；辅助油泵；发电机内冷水泵；氢冷密封</li> <li>3. 任务实施 讲解</li> <li>4. 任务验收 仿真操作</li> </ol>	2

序号	项目名称	工作任务	学习目标	教学活动设计	学时分配
	停运汽轮机	任务二：启动汽轮机	<p>知识：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 知道启动的主要操作步骤；</li> <li>2. 理解热应力、热膨胀、热变形对运行的影响；</li> <li>3. 理解临界转速的现象及实质；</li> <li>4. 知道各种启动方式的特点及操作关键点。</li> </ol> <p>能力：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 能完成汽轮机启动工作；</li> <li>2. 能合理地管理汽轮机的寿命；</li> <li>3. 会处理汽轮机启动过程中出现的异常情况。</li> </ol> <p>素质：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 爱岗敬业、遵章守纪、忠于职守、工作严谨；</li> <li>2. 具备安全意识、环保意识、团队意识。</li> </ol>	<p>教学场地：多媒体教室、仿真实训室</p> <p>教学材料与设备：多媒体课件、仿真机</p> <p>危险点分析及安全措施：</p> <p>教学资料：教材与职业技能鉴定指导书</p> <p>教学方法：引导文教学法、头脑风暴法、四阶段教学法</p> <p>教学组织过程：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 任务描述 启动过程、不同的启动方式、启动注意事项</li> <li>2. 知识导航 汽轮机启停时的热应力、热膨胀、热变形；启动步骤及操作要点</li> <li>3. 任务实施 讲解与仿真操作</li> <li>4. 任务验收 仿真操作</li> </ol>	8
		任务一：停运（滑参数）	<p>知识：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 知道各种停机方式的特点；</li> <li>2. 知道惰走时间的意义；</li> <li>3. 知道停运过程中的重点监视参数；</li> <li>4. 知道正常停机步骤。</li> </ol> <p>能力：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 能完成汽机停机操作；</li> <li>2. 会监视重要参数，发现异常后能及时、快速、准确处理。</li> </ol> <p>素质：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 爱岗敬业、遵章守纪、忠于职守、工作严谨；</li> <li>2. 具有理解和应用运行规程、电力安全生产规程、运行措施、岗位责任制等文件的能力；</li> <li>3. 具备安全意识、环保意识、团队意识。</li> </ol>	<p>教学场地：多媒体教室、仿真实训室</p> <p>教学材料与设备：多媒体课件、仿真机</p> <p>危险点分析及安全措施：</p> <p>教学资料：教材与职业技能鉴定指导书</p> <p>教学方法：引导文教学法、头脑风暴法、四阶段教学法</p> <p>教学组织过程：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 任务描述 滑停、重要性</li> <li>2. 知识导航 准备停机、滑停步骤、特点、惰走</li> <li>3. 任务实施 讲解与仿真操作</li> <li>4. 任务验收 仿真操作</li> </ol>	4

序号	项目名称	工作任务	学习目标	教学活动设计	学时分配
		任务二：结束 停运	<p>知识：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 知道停运后操作的重要性；</li> <li>2. 知道停运后操作的主要内容；</li> <li>3. 知道各种快冷方式的特点及选用。</li> </ol> <p>能力：</p> <p>能完成停运后设备的检查与保养工作。</p> <p>素质：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 语言表达清晰、精炼、准确；</li> <li>2. 具备安全意识、环保意识、团队意识；</li> <li>3. 具有快速查找、推广和应用发电新技术和新方法的能力，科学管理设备的寿命；</li> <li>4. 具有理解和应用运行规程、电力安全生产规程、运行措施、岗位责任制等文件的能力。</li> </ol>	<p>教学场地：多媒体教室</p> <p>教学材料与设备：多媒体课件</p> <p>危险点分析及安全措施：</p> <p>教学资料：教材与职业技能鉴定指导书</p> <p>教学方法：引导文教学法、头脑风暴法、四阶段教学法</p> <p>教学组织过程：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 任务描述 停运后维护</li> <li>2. 知识导航 快冷方式与防腐</li> <li>3. 任务实施 讲解</li> <li>4. 任务验收 作业</li> </ol>	2
四	处理汽轮机事故	处理汽轮机事故	<p>知识：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 知道汽轮机事故对主要设备和零件的影响；</li> <li>2. 知道汽轮机事故的现象、处理及预防措施。</li> </ol> <p>能力：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 能分析事故原因；</li> <li>2. 会判断事故种类；</li> <li>3. 能完成汽轮机事故的处理；</li> <li>4. 能进行事故预想，在异常情况下能迅速解除对人身、设备的威胁，尽快限制事态发展，及时排除异常情况；</li> <li>5. 能对汽轮机运行参数进行监测和分析；</li> <li>6. 能配合其它专业工种进行有关调整和操作。</li> </ol> <p>素质：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 语言表达清晰、精炼、准确；具备安全意识、环保意识、团队意识；</li> </ol>	<p>教学场地：多媒体教室、仿真实训室</p> <p>教学材料与设备：多媒体课件、仿真机</p> <p>危险点分析及安全措施：</p> <p>教学资料：教材与职业技能鉴定指导书</p> <p>教学方法：引导文教学法、头脑风暴法、四阶段教学法</p> <p>教学组织过程：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 任务描述 事故处理原则</li> <li>2. 知识导航 常见事故种类、判断、处理、预防</li> <li>3. 任务实施 讲解；仿真操作</li> <li>4. 任务验收 仿真操作</li> </ol>	4

序号	项目名称	工作任务	学习目标	教学活动设计	学时分配
			2. 具有理解和应用运行规程、电力安全生产规程、运行措施、岗位责任制等文件的能力		

## 7. 教学实施建议

### 7. 1 教师要求

#### 7.1.1 基本要求

具有从事教育教学的职业道德素质和身体条件，具有高校教师资格。

#### 7.1.2 学历、专业要求

具有本专业（或相关专业）大学本科以上学历。

#### 7.1.3 （下）现场工作要求

每年专业教师应下现场进行相应的专业实践。

#### 7.1.4 其他要求

具有使用现代化教学手段的能力。

### 7.2 教学环境要求

7.2.1 配有多媒体教学设备的多媒体教室。

7.2.2 配有模型设备和汽轮机本体设备的实训中心。

7.2.3 配有发电仿真设备的仿真实训室。

### 7. 3 教学方法建议

#### 7.3.1 四阶段教学法：

准备阶段：教师通过讲解，调动学生学习的积极性，了解学生基础，引入课题。

示范阶段：教师进行示范操作，在这一阶段要讲清楚三个问题（做什么？怎么做？为什么要这么做？）。

学生模仿阶段：挑选优、中、差学生各一名，重复教师的示范步骤，教师观察，必要时

重复示范。

归纳练习阶段：教师布置一些作业，学生进行练习，教师负责监督和纠正错误。

### 7.3.2 引导文教学法

教师为学生提供要完成的任务以及为完成任务所需要的所有信息，引导学生获取所需信息，帮助学生完成工作任务。

### 7.3.3 头脑风暴法

教师负责组织头脑风暴活动，头脑风暴活动结束后，教师要将类似的观点归组，整理，得出有益信息。

7.3.4 各任课教师还可以根据自己的教学经验使用其他适合项目任务教学特点的教学方法。

## 7.4 教材选用

7.4.1 必须依据本课程标准编选教材，教材应充分体现任务引领、实践导向课程的设计思想。

7.4.2 教材应将本专业职业活动，分解成若干典型的工作项目，按完成工作项目的需要和岗位操作规程，结合职业技能证书考证组织教材内容。在教材中应引入必须的理论知识，增加实践实操内容，强调理论在实践过程中的应用。

7.4.3 教材应图文并茂，提高学生的学习兴趣，加深学生对汽轮机系统的认识和理解。教材表达必须精炼、准确、科学。

7.4.4 教材内容应体现先进性、通用性、实用性，要将本专业新技术、新工艺、新材料及时地纳入教材，使教材更贴近本专业的发展和实际需要。

7.4.5 教材中活动设计的内容要具体，并具有可操作性。

7.4.6 现阶段推荐教材：

孙为民 杨巧云 《电厂汽轮机》、中国电力出版社；

张延峰 朱新华 《电站汽轮机》、北京水利电力出版社；

赵义学 《汽轮机设备及运行》、中国电力出版社；

电力行业职业技能鉴定指导中心编.《汽轮机运行值班员》技能鉴定指导书和《集控值班员》技能鉴定指导书、中国电力出版社，2002。

## 7.5 教学资源

(1) 仿真实训室教师开发的实训教材和实训指导书。

(2) 相关的汽轮机省级及以上精品课程网络资源。可资访问的资源包括本院的《电厂汽轮机运行》省级精品课程、重庆电力高等专科学校精品课程网站 <http://jpkc.cqepc.com.cn/> 和郑州电力高等专科学校电厂汽轮机运行精品课程 <http://www.zepc.edu.cn/jpkc/dcqlj/index.html> 等。

(3) 积极开发和利用网络课程资源，充分利用诸如电子书籍、电子期刊、数据库、数字图书馆、教育网站和电子论坛等网上信息资源，如北极星电技术网 [www.bjx.com.cn](http://www.bjx.com.cn)，使教学从单一媒体向多种媒体转变；教学活动从信息的单向传递向双向交换转变；学生单独学习向合作学习转变。同时应积极创造条件搭建远程教学平台，扩大课程资源的交互空间。

(4) 我院配备的与汽轮机教学有关的所有硬件设施。

## 7.6 考核与评价

建立科学的学生评价手段和方法，建立项目过程评价，与期末考评相结合的方法，加强项目过程评价。

注重评价的多元性，全面考核学生的知识、能力、素质的掌握情况。建议的考评标准为：将课堂提问、学生作业、平时测验、项目考核、技能目标考核作为平时成绩，占总成绩的50%，理论考试作为期末成绩，占总成绩的50%。

理论考核学生对知识的掌握程度，采用笔试的方式，笔试题型一般为填空、判断、简答、计算、绘图以及论述（论述题不做必须要求）等；组卷方案可参照：填空20~25个、判断10~15题，简答5~7题，计算1~2题，绘图或论述1~2题；笔试题难度分为：易、一般、较难、难四个等级，其分数比例一般是3:3:3:1。实操考核建议按汽轮机运行中级工实操考核难度等级设计。

#### 8. 附加说明

8.1 本标准由山西电力职业技术学院热动教研室制定并解释；

8.2 本标准制定人：郭瑞 文二小（国电太原第一热电厂）

8.3 本标准审核人：闫瑞杰 杨劲松（国电太原第一热电厂）

8.4 本标准批准人：霍宇平

8.5 本标准于2020年9月1日发布并执行。

# 《热力系统分析及运行》课程标准

标准编码：DYJB/JY/RD3-28-2020

## 1. 适用范围

本标准适用于山西电力职业技术学院电厂热动力装置专业。

学时：64 学时，学分：4 学分。

## 2. 制订依据

2.1 《国家职业教育改革实施方案》。（国务院〔2019〕4 号）

2.2 中共中央、国务院印发《中国教育现代化 2035》

2.3 中共中央办公厅、国务院办公厅印发《加快推进教育现代化实施方案（2018—2022 年）》

2.4 教育部关于职业院校专业人才培养方案制订与实施工作的指导意见（教职成〔2019〕13 号）

2.5 教育部关于印发《全国职业院校教师教学创新团队建设方案》的通知（教师函〔2019〕4 号）

2.6 教育部关于开展现代学徒制试点工作的意见（教职成〔2014〕9 号）

2.7 教育部财政部关于实施中国特色高水平高职学校专业建设计划的意见（教职成〔2019〕5 号）

2.8 教育部等四部门印发《关于在院校实施“学历证书+若干职业技能等级证书”制度试点方案》的通知（教职成〔2019〕6 号）

2.9 国务院办公厅关于深化产教融合的若干意见（国办发〔2017〕95 号）

2.10 《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010—2020 年）》。

2.11 中共中央国务院印发《关于加强和改进新形势下高校思想政治工作的意见》。

2.12 《国务院关于加快发展现代职业教育的决定》（国发〔2014〕19 号）。

2.13 《教育部关于深化职业教育教学改革全面提高人才培养质量的若干意见》（教职成〔2015〕6 号）。

2.14 《职业学校学生实习管理规定》（教职成〔2017〕3 号）。

2.15 山西电力职业技术学院《教学管理条例》。

2.16 国家标准和行业标准：《国家电网有限公司生产技能人员职业能力培训规范》。

2.17 职业技能鉴定相关标准：《中华人民共和国职业技能鉴定规范·锅炉运行值班员》；《中华人民共和国职业技能鉴定规范·汽轮机运行值班员》；《中华人民共和国职业技能鉴定规范·锅炉本体检修工》；《中华人民共和国职业技能鉴定规范·汽轮机设备检修工》；《中华人民共和国职业技能鉴定规范·锅炉辅助设备检修工》；《中华人民共和国职业技能鉴定规范·汽轮机辅助设备检修工》；《中华人民共和国职业技能鉴定规范·锅炉设备安装工》；《中华人民共和国职业技能鉴定规范·汽轮机设备安装工》。

2.18 《300MW 火力发电厂岗位规范》。

2.19 《600MW 机组运行规程》。

2.20 热动专业岗位群职业能力与职业素质分析表。

## 3. 课程性质和作用

### 3.1 课程性质

本课程是电厂热能动力装置专业核心课程。

### 3.2 课程作用

本课程培养学生正确控制和维护热力系统正常运行的能力，为获得《集控运行值班员》、《锅炉运行值班员》、《汽轮机运行值班员》职业资格证书及参加电厂热能动力装置等实际工作打下一定的基础。

### 3.3 前后相关课程的联系

本课程先修课程有《工程识图与CAD》、《热工应用技术》、《流体应用技术》、《泵与风机运行》、《电厂锅炉设备运行》、《汽轮机设备运行》等，后续课程主要有《单元机组集控运行》、《顶岗实习》等课程。

## 4. 课程设计

### 4.1 课程设计依据

依据电厂热能动力装置专业岗位工作任务与职业能力、职业素质分析，机组运行、安装、检修等工作任务需具备热力系统及辅机运行能力、管道与阀门安装技能、加热器安装技能，为此设置本课程。

### 4.2 教学内容选择

基于工作过程进行课程内容的设计，课程内容按任务驱动设置教学项目，学生在完成具体教学项目的过程中，培养热力系统及辅机运行能力、管道与阀门安装技能、加热器安装技能，养成“规章制度执行、安全意识、环保意识、应急反应、团队协作”等职业素质。

通过与发电企业专家共同分析，本课程最终确定以下五个教学项目：评价火力发电厂（热电厂）经济性的基本方法；火力发电厂（热电厂）热力系统、辅助热力系统和热电厂的供热系统的组成、特性与运行方式；主要辅助热力设备的基本原理与结构；火力发电厂阀门与管道的技术规范；火力发电厂（热电厂）的工作流程和技术记录。这些教学项目以火力发电厂（热电厂）热力系统、辅助热力系统和热电厂的供热系统的组成、特性与运行方式任务为中心设计，课程内容突出对学生职业能力的训练、职业素质的培养，并融合相关职业资格证书要求。

## 5. 课程目标

### 5.1 知识目标

- 能说出评价发电厂热经济性的方法与原理；
- 能说出发电厂主要的热力系统及辅助热力系统的组成、特性与运行方式；
- 能说出发电厂供热系统的组成、特性与运行方式；
- 能说出发电厂辅助热力设备的结构、工作原理和运行知识；
- 能说出发电厂管道及其附件的基本知识及技术规范；
- 能说出发电厂工作流程和技术记录。

### 5.2 能力目标

- 能运用热量法评价电厂的热经济性；
- 能正确阅读火电厂主要热力系统和辅助热力系统图；
- 会正确拟定典型机组的原则性热力系统图；
- 能根据实际需要选用电厂的管道阀门；
- 能进行发电厂热力设备负荷的经济分配；
- 能阅读热电厂的供热系统图；
- 会进行发电厂工作流程和技术记录；

快速查找、推广和应用发电新技术和新方法。

### 5.3 思政目标

爱岗敬业、遵章守纪、忠于职守、工作严谨；

具有质量意识、环保意识、安全意识、信息素养、工匠精神、创新思维；

具备较强的心理调控能力、应急反应能力、规章制度执行能力、消防与紧急救护能力；

具备勇于奋斗、乐观向上,具有自我管理能力和职业生涯规划的意识,有较强的集体意识和团队合作精神

正确理解和应用运行规程、电力安全生产规程、运行措施、岗位责任制等文件。

### 6. 课程内容与教学活动设计及课时安

序号	项目名称	工作任务	学习目标	教学活动设计	学时分配
一	评价火力发电厂(热电厂)经济性的基本方法	任务一： 热经济性评价方法应用	1. 能表述热量法和作功能力法的基本概念； 2. 能说明循环热效率、其它各项效率的意义及其实际值； 3. 能表述汽耗率、热耗率、煤耗率的含义及实际指标值； 4. 会计算纯凝汽式电厂的主要热经济指标； 5. 学会运用热量法进行发电厂热经济性评价。	教学场地：多媒体教室 教学材料与设备：电脑、投影仪 危险点分析及安全措施：无 教学方法：引导文教学法、案例教学法 教学组织过程： 1. 任务描述 (1) 为何需要循环？ (2) 如何找出热效率最高的循环路径？ (3) 常用何种方法评价热经济性？ (4) 为何要计算热经济指标？ 2. 知识导航 循环特点、卡诺循环重要结论、蒸汽卡诺循环、朗肯循环、等效卡诺循环、朗肯循环的组成、热经济性评价方法、热流图 3. 任务实施 (1) 找出热效率最高的循环路径； (2) 分析卡诺循环存在的问题； (3) 改进为朗肯循环的演变过程； (4) 分析热流图。 4. 任务验收 (1) 计算典型机组热经济指标。	4

序号	项目名称	工作任务	学习目标	教学活动设计	学时分配
		任务二： 发电厂热经济性提高	1. 能分析蒸汽初、终参数对热力循环过程的影响及原因； 2. 能分析回热主要参数和再热主要参数对热经济性的影响。	教学场地：多媒体教室 教学材料与设备：电脑、投影仪 危险点分析及安全措施：无 教学方法：引导文教学法、案例教学法 教学组织过程： 1. 任务描述 （1）为何发展超临界参数主力机组？ （2）为何需控制机组运行的最佳真空？ （3）何种容量等级机组采用中间再热？ （4）回热系统为何是热力系统的核心？ （5）如何认识热电联产与燃气-蒸汽联合循环的发展前景？ 2. 知识导航 蒸汽参数与实际循环热效率关系、中间再热的热经济性、给水回热的热经济性、热电联产、燃气-蒸汽联合循环 3. 任务实施 （1）分析机组“高参数配大容量”； （2）控制机组运行的最佳真空； （3）分析再热机组的容量等级； （4）认识回热，进行等温升回热分配； （5）认识热电联产与燃气-蒸汽联合循环。 4. 任务验收 （1）选择回热参数。	10

序号	项目名称	工作任务	学习目标	教学活动设计	学时分配
二	火力发电厂（热电厂）热力系统、辅助热力系统和热电厂的供热系统的组成、特性与运行方式	任务一： 回热加热系统的组成、特性与运行方式	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 能表述疏水连接方式及其热经济性；</li> <li>2. 能说明回热加热器的类型、结构、特点和作用；</li> <li>3. 能表述轴封加热器的作用，疏水装置的型式、作用；</li> <li>4. 能表述高压加热器自动旁路保护装置；</li> <li>5. 能初步分析回热加热器的故障；</li> <li>6. 会分析典型机组的全面性回热加热系统；</li> <li>7. 学会回热加热器的运行维护与监视；</li> <li>8. 学会回热加热系统的运行操作及监控。</li> </ol>	<p>教学场地：多媒体教室            教学材料与设备：电脑、投影仪、模型            危险点分析及安全措施：无            教学方法：引导文教学法、案例教学法            教学组织过程：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 任务描述               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 如何选用回热加热器？</li> <li>(2) 如何选择实际回热加热系统？</li> <li>(3) 如何控制回热加热器及回热加热系统运行？</li> </ol> </li> <li>2. 知识导航 回热加热器的类型及结构特点、高加自动旁路保护系统、疏水方式、排挤理论、典型 机组回热加热系统</li> <li>3. 任务实施               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 利用模型、动画分析加热器结构；</li> <li>(2) 分析实际回热加热系统（含疏水方式）；</li> <li>(3) 分析高加故障后的主要操作；</li> <li>(4) 分析回热加热系统的运行控制。</li> </ol> </li> <li>4. 任务验收               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 说出模型高加结构；</li> <li>(2) 进行回热加热系统仿真运行操作。</li> </ol> </li> </ol>	8

序号	项目名称	工作任务	学习目标	教学活动设计	学时分配
		任务二： 除氧器系统组成、特性与运行方式	1. 能说明给水除氧的任务、方法、原理； 2. 知道除氧器的类型和结构； 3. 知道除氧器汽源的连接方式。 4. 能初步分析除氧器的常见故障； 5. 会分析典型机组的全面性除氧系统。 6. 学会除氧器的运行维护与监视； 7. 学会除氧系统的运行操作及监控。	教学场地：多媒体教室 教学材料与设备：电脑、投影仪、模型 危险点分析及安全措施：无 教学方法：引导文教学法、案例教学法 教学组织过程： 1. 任务描述 (1) 如何选用除氧器？ (2) 除氧系统为何多采用滑压运行？ (3) 如何控制除氧系统运行？ 2. 知识导航 除氧原理、600MW 机组除氧器结构、定压运行、滑压运行、运行中的汽源切换、启动加热系统 3. 任务实施) (1) 利用模型、动画分析除氧器结构； (2) 分析典型机组的全面性除氧系统； (3) 分析滑压运行的问题及解决措施； (4) 分析除氧系统的运行控制。 4. 任务验收 (1) 说出模型除氧器结构； (2) 在仿真机上进行除氧器的启动操作。	6

序号	项目名称	工作任务	学习目标	教学活动设计	学时分配
		任务三： 主蒸汽系统组成、特性与运行方式	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 能表述单元制主蒸汽及再热蒸汽系统的形式及特点；</li> <li>2. 知道再热机组旁路系统的作用、容量及形式；</li> <li>3. 能正确认识旁路系统对机组运行的重大意义；</li> <li>4. 会绘制、分析典型机组的全面性主蒸汽及再热蒸汽系统（含旁路）；</li> <li>5. 学会主蒸汽及再热蒸汽系统的运行操作及监控；</li> <li>6. 学会旁路系统的运行维护与监视。</li> </ol>	<p>教学场地：多媒体教室            教学材料与设备：电脑、投影仪、演示板            危险点分析及安全措施：无            教学方法：引导文教学法、案例教学法            教学组织过程：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 任务描述               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 大机组为何采用单元制主蒸汽管道系统？</li> <li>(2) 机组为何设置旁路系统？如何选择旁路容量？</li> <li>(3) 如何控制主蒸汽系统（含旁路）的运行？</li> </ol> </li> <li>2. 知识导航 单元制主蒸汽管道系统特点、形式及管道附件，旁路系统作用、形式及容量</li> <li>3. 任务实施               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 分析典型机组的全面性主蒸汽及再热蒸汽系统；</li> <li>(2) 分析典型机组的旁路系统；</li> </ol> </li> <li>4. 任务验收               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 绘制典型机组的旁路系统；</li> <li>(2) 在仿真机上进行主蒸汽系统的启动操作。</li> </ol> </li> </ol>	4

序号	项目名称	工作任务	学习目标	教学活动设计	学时分配
		任务四： 锅炉排污系统组成、特性与运行方式	1. 能说明发电厂的汽水损失； 2. 会锅炉排污及利用系统的热经济性分析； 3. 知道全面性锅炉排污系统； 4. 会分析锅炉连续排污对热经济性的影响； 5. 会分析典型机组的全面性锅炉排污系统； 6. 学会锅炉排污系统的运行操作及监控。	教学场地：多媒体教室 教学材料与设备：电脑、投影仪、演示板 危险点分析及安全措施：无 教学方法：引导文教学法、案例教学法 教学组织过程： 1. 任务描述 (1) 机组运行中为何需要排污？ (2) 如何控制锅炉排污系统的运行？ 2. 知识导航 汽水损失、锅炉排污率、二次蒸汽、连续排污、定期排污、单级排污利用系统、两级污利用系统 3. 任务实施 (1) 分析机组运行中的汽水损失； (2) 分析单级排污利用系统的热经济性； (3) 分析典型机组的锅炉排污系统； (4) 分析排污系统的运行控制。 4. 任务验收 (1) 在仿真机上进行锅炉排污系统的运行操作。	2
		任务五： 轴封蒸汽系统组成、特性与运行方式	1. 能表述汽轮机轴封蒸汽系统的作用、形式及组成； 2. 知道小汽轮机的轴封蒸汽系统； 3. 会分析汽轮机的轴封蒸汽系统； 4. 会汽轮机轴封蒸汽系统的运行操作及监控。	教学场地：多媒体教室 教学材料与设备：电脑、投影仪、演示板 危险点分析及安全措施：无 教学方法：引导文教学法、案例教学法 教学组织过程： 1. 任务描述 (1) 为何设置轴封蒸汽系统？ (2) 如何控制轴封蒸汽系统的运行？ 2. 知识导航 轴封蒸汽系统的作用、形式及组成，自密封供汽式轴封蒸汽系统，小汽轮机的轴封蒸汽系统 3. 任务实施 (1) 分析自密封供汽式轴封蒸汽系统； (2) 分析轴封蒸汽系统的运行控制。 4. 任务验收 (1) 在仿真机上进行轴封蒸汽系统的启动操作。	2

序号	项目名称	工作任务	学习目标	教学活动设计	学时分配
		任务六： 主凝结水系统组成、特性与运行方式	1. 能表述主凝结水系统的作用及组成； 2. 会分析典型机组的主凝结水系统； 3. 学会主凝结水系统的运行操作及监控。	教学场地：多媒体教室 教学材料与设备：电脑、投影仪、演示板 危险点分析及安全措施：无 教学方法：引导文教学法、案例教学法 教学组织过程： 1. 任务描述 (1) 600MW 机组的主凝结水系统如何设置？ (2) 如何控制主凝结水系统的运行？ 2. 知识导航 主凝结水系统的作用和组成、低加旁路、凝结水最小流量再循环、凝结水泵再循环、凝结水精处理、除氧器水位控制、凝汽器水位控制 3. 任务实施 (1) 分析 600MW 机组的主凝结水系统； (2) 分析主凝结水系统的运行控制。 4. 任务验收 (1) 在仿真机上进行主凝结水系统的启动操作。	2

序号	项目名称	工作任务	学习目标	教学活动设计	学时分配
		任务七： 给水系统组成、特性与运行方式	1. 能表述给水系统的形式； 2. 能表述单元制给水系统的组成及特点； 3. 小汽轮机的热力系统； 3. 会分析典型机组的全面性给水系统； 4. 学会给水系统的运行操作及监控。	教学场地：多媒体教室 教学材料与设备：电脑、投影仪、演示板 危险点分析及安全措施：无 教学方法：引导文教学法、案例教学法 教学组织过程： 1. 任务描述 (1)600MW 机组的给水系统如何设置？ (2) 给水泵小汽轮机的汽源如何切换？ (3) 如何控制给水系统的运行？ 2. 知识导航 给水系统作用、形式及特点，高加大旁路，给水泵最小流量再循环，暖泵，给水量控制，给水泵小汽轮机热力系统 3. 任务实施 (1) 分析典型机组的给水系统； (2) 分析给水泵小汽轮机热力系统； (3) 分析给水系统的运行控制。 4. 任务验收 (1) 在仿真机上进行给水系统的运行操作。	4

序号	项目名称	工作任务	学习目标	教学活动设计	学时分配
		任务八： 汽轮机本体疏水系统组成、特性与运行方式	1. 能表述汽轮机本体疏水系统的作用及组成； 2. 知道疏水点设置、疏水装置及控制及疏水管道布置； 3. 会分析典型机组的汽轮机本体疏水系统； 4. 学会汽轮机本体疏水系统的运行维护及监控。	教学场地：多媒体教室 教学材料与设备：电脑、投影仪、演示板 危险点分析及安全措施：无 教学方法：引导文教学法、案例教学法 教学组织过程： 1. 任务描述 (1)600MW 机组的本体疏水系统如何设置？ (2) 如何控制汽轮机本体疏水系统的运行？ 2. 知识导航 汽轮机本体疏水系统的作用及组成、疏水点设置、疏水装置及控制 3. 任务实施 (1) 分析典型机组的本体疏水系统； (2) 分析汽轮机本体疏水系统的运行控制。 4. 任务验收 (1) 在仿真机上进行汽轮机本体疏水系统系统的操作。	2
		任务九： 辅助蒸汽系统组成、特性与运行方式	1. 知道辅助蒸汽系统的作用、容量及组成； 2. 会分析典型机组的辅助蒸汽系统； 3. 学会辅助蒸汽系统的运行操作及监控。	教学场地：多媒体教室 教学材料与设备：电脑、投影仪、演示板 危险点分析及安全措施：无 教学方法：引导文教学法、案例教学法 教学组织过程： 1. 任务描述 (1) 为何设置辅助蒸汽系统？ (2) 如何控制辅助蒸汽系统的运行？ 2. 知识导航 辅助蒸汽系统的作用、容量及组成，辅助蒸汽系统汽源，辅助蒸汽系统用途 3. 任务实施 (1) 分析典型机组的辅助蒸汽系统； (2) 分析辅助蒸汽系统的运行控制。 4. 任务验收 (1) 在仿真机上进行辅助蒸汽系统的运行操作。	2

序号	项目名称	工作任务	学习目标	教学活动设计	学时分配
		任务十： 循环冷却水系统组成、特性与运行方式	1. 能表述循环冷却水系统的作用、形式及组成； 2. 会分析典型机组的开式及闭式循环冷却水系统； 3. 学会开式及闭式循环冷却水系统的运行操作及监控。	教学场地：多媒体教室 教学材料与设备：电脑、投影仪、演示板 危险点分析及安全措施：无 教学方法：引导文教学法、案例教学法 教学组织过程： 1. 任务描述 （1）为何设置开式循环冷却水系统？ （2）为何设置闭式循环冷却水系统？ 2. 知识导航 循环冷却水系统的作用、形式及组成 3. 任务实施 （1）分析开式循环冷却水系统； （2）分析闭式循环冷却水系统。 4. 任务验收 （1）在仿真机上进行开式循环冷却水系统的启动操作。	2
		任务十一 热电厂供热系统组成、特性与运行方式	1. 能表述热电厂热负荷的种类及其特性； 2. 能识读热负荷图； 3. 能分析热电厂的热经济性； 4. 会进行热电厂的主要热经济指标的计算； 5. 能表述热电厂的对外供热介质与方式； 6. 能识读、分析热电厂的供热系统；	教学场地：多媒体教室 教学材料与设备：电脑、投影仪 危险点分析及安全措施：无 教学方法：引导文教学法、案例教学法 教学组织过程： 1. 任务描述 （1）如何计算热电厂的经济性？ （2）典型机组的供热系统如何设置？ 2. 知识导航 热电厂热负荷的种类、供热系统的分类、形式及组成 3. 任务实施 （1）分析典型热电厂供热系统； （2）分析供热系统的运行控制。 4. 任务验收 （1）在仿真机上进行供热系统的运行操作。	4

序号	项目名称	工作任务	学习目标	教学活动设计	学时分配
		任务十二： 原则性热力系统组成、特性与运行方式	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 能表述原则性热力系统的组成、意义；</li> <li>2. 知道原则性热力系统的拟定原则和步骤；</li> <li>3. 能阅读发电厂设计规程；</li> <li>4. 会分析、绘制典型机组的原则性热力系统图。</li> </ol>	<p>教学场地：多媒体教室            教学材料与设备：电脑、投影仪            危险点分析及安全措施：无            教学方法：引导文教学法、案例教学法            教学组织过程：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 任务描述               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 如何拟定原则性热力系统？</li> <li>(2) 典型机组的原则性热力系统如何设置？</li> </ol> </li> <li>2. 知识导航 原则性热力系统的组成、意义及拟定步骤</li> <li>3. 任务实施               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 拟定原则性热力系统；</li> <li>(2) 分析典型机组的原则性热力系统。</li> </ol> </li> <li>4. 任务验收               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 比较不同机组的原则性热力系统。</li> </ol> </li> </ol>	4
三	主要辅助热力设备的基本原理与结构	任务一： 发电厂辅助生产设备及系统	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 知道燃料输送设备的结构特点；</li> <li>2. 能表述常用的高效除尘器的结构和工作原理；</li> <li>3. 能表述气力除灰系统的类型、特点；</li> <li>4. 能表述冷却水系统的类型、特点；</li> <li>5. 能识别生产现场的辅助生产设备；</li> <li>6. 会分析燃料输送的工作流程。</li> </ol>	<p>教学场地：多媒体教室            教学材料与设备：电脑、投影仪            危险点分析及安全措施：无            教学方法：引导文教学法、案例教学法            教学组织过程：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 任务描述               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 如何设置发电厂辅助生产设备及系统？</li> </ol> </li> <li>2. 知识导航 燃运设备及系统、除尘设备及系统、供水设备及系统</li> <li>3. 任务实施               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 识别生产现场的辅助生产设备；</li> <li>(2) 分析辅助生产系统的工作流程。</li> </ol> </li> <li>4. 任务验收               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 分析正压气力除灰系统工作流程。</li> </ol> </li> </ol>	2

序号	项目名称	工作任务	学习目标	教学活动设计	学时分配
四	火力发电厂阀门与管道的技术规范	任务一： 发电厂阀门及管道维护	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 知道管道的技术规范和补偿方式；</li> <li>2. 能表述常用阀门的类型、特点及型号；</li> <li>3. 能阅读阀门型号。</li> <li>4. 会发电厂管道的选择；</li> <li>5. 会发电厂常用阀门的选择。</li> </ol>	<p>教学场地：多媒体教室            教学材料与设备：电脑、投影仪            危险点分析及安全措施：无            教学方法：引导文教学法、案例教学法            教学组织过程：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 任务描述               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 如何识读阀门型号？</li> <li>(2) 如何进行管道的运行维护？</li> </ol> </li> <li>2. 知识导航 管道的技术规范 and 补偿方式，常用阀门的类型、特点及型号</li> <li>3. 任务实施               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 识读阀门型号；</li> <li>(2) 管道运行维护。</li> </ol> </li> <li>4. 任务验收               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 识读某电厂阀门型号。</li> </ol> </li> </ol>	4
五	火力发电厂（热电厂）的工作流程和技术记录	任务一： 火力发电厂的工作流程和技术记录	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 能说明火力发电厂的工作流程；</li> <li>2. 能进行火力发电厂的技术记录。</li> </ol>	<p>教学场地：多媒体教室            教学材料与设备：电脑、投影仪            危险点分析及安全措施：无            教学方法：引导文教学法、案例教学法            教学组织过程：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 任务描述               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 如何描述火力发电厂的工作流程？</li> <li>(2) 怎样进行火力发电厂的技术记录？</li> </ol> </li> <li>2. 知识导航 工作流程、变压运行</li> <li>3. 任务实施               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 分析工作流程；</li> <li>(2) 分析火力发电厂的技术记录。</li> </ol> </li> <li>4. 任务验收               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 记录火电厂运行数据。</li> </ol> </li> </ol>	2

## 7. 教学实施建议

### 7.1 教师要求

基本要求：具有高校教师资格和本专业领域有关证书；有理想信念、有道德情操、有扎实学识、有仁爱之心。

学历、专业要求：应具有热动、集控专业或相关专业大学本科及以上学历。

现场工作要求：具有扎实的本专业相关理论功底和实践能力；具有较强的信息化教学能力，能够开展课程教学改革和科学研究；每5年累计不少于6个月的企业实践经历。

### 7.2 教学环境要求

教学设施设备：电厂热力系统演示装置、电厂仿真实训室。

其他设施设备：多媒体教学设备。

### 7.3 教学方法建议

在教学过程中，应立足于学生职业能力和职业素质的培养，采用项目教学，以工作任务引领提高学生兴趣，激发学生的成就动机。

本课程教学的关键是“教、学、做”一体化。如模拟300MW、600MW火力发电机组运行，学生在真实工作任务、虚拟职业环境中进行“火电厂热力系统及辅助设备运行操控”等职业能力训练。

借助高质量的多媒体课件和大量的现场实物照片或录像，为学生提供自主学习条件。

培养学生的“工匠精神”，要将工匠精神的养成计划与专业课程教学紧密结合，在教学中逐步渗透给学生工匠精神的内涵。

### 7.4 教材选用

现阶段本课程教材采用由杨义波主编的《发电厂热力系统分析及运行》（“十二五”职业教育国家规划教材）；

今后自编教材将以职业能力和职业素质为依据，根据本专业职业活动，分解成若干典型的工作项目，按完成工作项目的需要和岗位操作规程，结合职业技能证书考证组织教材内容，充分体现任务引领、实践导向课程的设计思想。

参考教材：《热力发电厂》 邱丽霞韩晓琳杨淑红 合编 中国电力出版社

教学参考书：

中国电力企业联合会标准化部编 电力工业标准汇编：火电卷，综合卷 北京：中国电力出版社

### 7.5 教学资源

（1）充分利用火电厂仿真实训室。该实训室同时具备现场教学、实训、职业技能证书考证的功能，能实现教学与实训合一、教学与培训合一、教学与考证合一，满足学生综合职业能力培养的要求。通过仿真装置模拟火电厂热力系统的运行操作，学生置身于真实的工作任务和工作环境之中，边看边学边操作，提升职业能力和职业素质。

（2）加强网络资源建设。将教师的教案、电子讲稿放在网页上供学生浏览；将本专业的有关文献资料放在网页上供学生下载；在网页上设置课后练习栏目供学生复习巩固；还可设置网上答疑功能，安排教师轮流上网解答学生疑问。

可利用的网上教学资源有：

杨义波《热力发电厂》，“热力发电厂”国家级精品课程网站  
(<http://rl.jpkc.cqepc.com.cn/>)

中国电力联盟论坛 <http://bbs.cnpou.com/>

北极星电力论坛 <http://bbs.bjx.com.cn/forum.php>

（3）建立热动专业教学资源库。为学生提供一个自主学习、远程学习、交流互动的资源平台。专业教学资源库包括四个部分：教学资料库、多媒体资源库、技术标准库、生产案例库等模块。

### 7.6 考核与评价

建立科学的学生评价手段和方法，建立项目过程评价，与期末考评相结合的方法，加强项目过程评价。

注重评价的多元性，全面考核学生的知识、能力、素质的掌握情况。建议的考评标准为：

将课堂提问、学生作业、平时测验、项目考核、技能目标考核作为平时成绩，占总成绩的50%，理论考试作为期末成绩，占总成绩的50%。

8. 附加说明

- 8.1 本标准由山西电力职业技术学院热动教研室制定并解释；
- 8.2 本标准制定人：郭 瑞 文二小（国电太原第一热电厂）
- 8.3 本标准审核人：闫瑞杰 张卫星（国电太原第一热电厂）
- 8.4 本标准批准人：霍宇平
- 8.5 本标准于2020年9月1日发布并执行。

# 资源库及在线课程登录网址

http://vtep.fanya.chaoxing.com/portal

