



“十三五”职业教育规划教材



普通高等教育“十一五”国家级规划教材（高职高专教育）

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



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

前言



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、智能终端正在快速地进入到生产现场、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类专业在校学生“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斌编写。

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斌编,全书由闫瑞杰统稿。

山西漳电蒲洲热电有限公司刘文军高级工程师、山东鲁能控制工程有限公司王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尚周等的大力支持和帮助,在此表示衷心感谢。

由于编者水平所限,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

2019年8月

内 容 提 要

本书为“十三五”职业教育规划教材。

本书介绍了热工测量的基本知识及温度、压力、流量、水位、氧量等常用参数的概念、测量原理和测量仪表。在此理论基础上,介绍了自动调节的基本知识以及调节规律,同时结合电厂实际介绍了集散控制系统、单元机组协调控制系统、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、汽轮机组的旁路控制系统。本书在编写中理论联系实际,通过现场图片和录像、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。

本书可作为高职高专电厂热能动力装置和火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、函授相关专业的教材,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“十一五”国家级规划教材. 高职高专教育
ISBN 978-7-5198-3821-8

I. 热… II. 闫… III. ①发电厂—热力系统—生产自动化—高等教育—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.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑:吴玉贤(010-63412540)

责任校对:黄 蓓

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

字 数:472千字

定 价:48.00元

版 权 专 有 侵 权 必 究

本书如有印装质量问题,我社营销中心负责退换

目 录

前言	
第二版前言	
绪论	1
第一章 热工测量基本知识	5
第一节 测量与测量方法	5
第二节 测量误差	6
第三节 热工测量系统	16
复习思考题	18
第二章 温度测量	20
第一节 国际实用温标	20
第二节 热电偶温度计	21
第三节 热电阻温度计	39
第四节 智能型和 FCS 总线式温度测量仪表	43
复习思考题	49
第三章 压力和压差测量	51
第一节 概述	51
第二节 液柱式压力计	52
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	71
第四章 流量测量	72
第一节 概述	72
第二节 节流变压降式流量计	72
第三节 其他流量测量仪表	81
第四节 智能型流量计	85
复习思考题	88
第五章 水位测量	90
第一节 概述	90
第二节 差压式水位计	90
第三节 连通式水位计	94

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、彭千伟、潘宏刚、王波、杨建华、杨小琨、曾国兵、佟鹏、谢新、闫瑞杰、谌莉、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

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、武小鹏、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、湛莉、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。

“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



新形态教材
动画资源丰富
结合仿真软件
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

内容提要

本书为“1+X”发电集控运维职业技能等级证书（中级）培训配套教材，以职业技能等级标准和发电行业对集控运维副值班人员职业技能要求为依据进行编写，主要阐述机组启动相关的职业技能及相关专业知识。

本书分为机组启动、机组运行调整、机组停运三个工作领域，包含二十六个工作任务，每个工作任务又按照任务描述、任务分析、相关知识、完成任务、任务评价、课后练习六个部分分别进行阐述，全书配备了近百个资源的二维码，帮助读者更好地理解和掌握相关知识。

本书为发电集控运维职业技能等级证书（中级）的培训教材，也可作为发电机组运行技术人员的参考书，还可供应用型本科院校、高等职业院校、中等职业学校相关专业的教师和学生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

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，—北京：中国电力出版社，2021.8

“1+X”职业技能等级证书配套系列教材

ISBN 978-7-5198-4634-3

I. ①发… II. ①博… III. ①火力发电—发电机组—电力系统运行—职业技能—鉴定—教材 IV. ①TM621.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2020) 第 078127 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.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑：吴玉贤（010-63412540）

责任校对：黄 蓓 于 维

装帧设计：赵姗姗

责任印制：吴 迪

印 刷：三河市万龙印装有限公司

版 次：2021 年 8 月第一版

印 次：2021 年 8 月北京第一次印刷

开 本：787 毫米×1092 毫米 16 开本

印 张：11.5

字 数：235 千字

定 价：38.00 元

版 权 专 有 侵 权 必 究

本书如有印装质量问题，我社营销中心负责退换

发电集控运维
职业技能等级证书配套系列教材

编 委 会

主任委员 杨建华

副主任委员 王廷举 杨小琨

执行委员 王小亮

委 员 (按姓氏笔画排序)

王 刚	王思营	史俊杰	白 桦	任俊英	闫瑞杰
李 冰	李威君	李勤道	佟 鹏	张作友	张跃辉
陈 军	陈绍敏	季红春	胡胜利	徐 博	徐智华
高清林	谌 莉	彭登春	彭德振	靳智平	雷鸣霄
潘宏刚					

发电集控运维 职业技能等级证书培训教材（中级）

编 委 会

主 编 佟 鹏 王小亮

副 主 编 杨作梁 田智敏 刘 磊 马洪源

委 员（按姓氏笔画排序）

刁 源	于成涛	马 岩	王亚青	王思营	王慧颖
王 毅	石利银	叶海军	田 瑞	朱崇文	任永歌
任俊英	闫喜召	苏华莺	李文举	李玉霞	李思敏
李献忠	沈永凤	张 凤	张 玮	张跃辉	张 微
张樱璐	陈明良	陈雷宇	邵联合	林日亿	林书婷
罗 璇	季红春	周 飞	周 娜	俞 玲	姜锡伦
倪 敏	郭国庆	郭 健	黄志明	崔元媛	崔艳华
梁东义	韩佳园	谢冬梅	雷施轩	穆会群	



获奖证书

山西电力职业技术学院 张丽珍 在2019年全国职业院校技能大赛教学能力比赛 高职组 专业课程一组 比赛中，参赛作品 低压回路故障的排除 荣获二等奖。

特此表彰，以资鼓励。

ChinaSkills

全国职业院校技能大赛组织委员会

二〇一九年十一月

编号: js20191361

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	武峰玲	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	赵立隆、刘瑞霞、王兢	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	黄峰	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	赵清利、陈清旺、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	秦慧敏、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、何雄刚、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、王晋、申巧峰、洪朝宙	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、张舒、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	山西经贸职业技术学院	智慧职教 MOOC 学院
26	银行会计	唐笑娟	靳晋茹、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、裴玮	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	范文滔、张康宜	山西经贸职业技术学院	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、霍德艺	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	张梓利、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	田亚磊	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、崔凡宁	山西省长治卫生学校	学银在线
42	快乐钢琴课堂	梁小洪	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

获奖证书

山西电力职业技术学院

在山西省第十四届职业院校技能大赛高职学生组光伏电子工程的设计与实施项目比赛中荣获团体三等奖。

选手姓名：姜燕中 杨青 岑小龙

指导教师：闫瑞杰 陈丽梅

山西省职业院校技能大赛组委会

二〇一九年十月



获奖证书

在山西省第十三届职业院校技能大赛高职学生组光伏电子工程的设计与实施项目比赛中荣获团体一等奖。

选手姓名：王东尧 韩海波 张健健

指导教师：闫瑞杰 陈丽梅

山西省职业院校技能大赛组委会

二〇一九年十月



获奖证书

在山西省第十三届职业院校技能大赛高职学生组光伏电子
工程的设计与实施项目比赛中荣获团体二等奖。

选手姓名：杨青 程恩聪 李文慧

指导教师：闫瑞杰 杜志鹏

山西省职业院校技能大赛组委会

二〇一九年十月





“ 根据《山西省教育厅关于开展2020年职业教育高水平重点专业和高水平实训基地建设项目申报工作的通知》（晋教职成函〔2020〕14号）要求，经院校申报、第三方机构形式审查和专家遴选，在综合考虑专业布局、地域平衡等因素后，确定了2020年职业教育高水平重点专业和高水平实训基地建设项目名单。

附件1：2020年拟支持高等职业院校高水平重点专业和实训基地建设项目名单

1.高水平重点专业建设项目

序号	学校名称	专业
1	临汾职业技术学院	食品生物技术
2	长治职业技术学院	工程造价
3	山西艺术职业学院	美术
4	山西交通职业技术学院	城市轨道交通工程技术
5	大同煤炭职业技术学院	会计
6	朔州师范高等专科学校	小学教育
7	晋中职业技术学院	新能源汽车技术
8	晋中师范高等专科学校	语文教育
9	山西经贸职业学院	会计（注册会计师方向）
10	运城师范高等专科学校	艺术教育（书法方向）
11	山西职业技术学院	数控技术
12	山西水利职业技术学院	水利工程管理
13	山西国际商务职业学院	大数据技术与应用
14	山西金融职业学院	市场营销
15	山西财贸职业技术学院	市场营销
16	山西警官职业学院	安全防范技术

2.高水平实训基地建设项目

序号	学校名称	专业
1	山西机电职业技术学院	电气自动化技术
2	晋城职业技术学院	计算机应用技术
3	山西林业职业技术学院	计算机网络技术
4	山西药科职业学院	中药制药技术
5	山西建筑职业技术学院	供热通风与空调工程技术
6	山西电力职业技术学院	电厂热能动力装置
7	山西运城农业职业技术学院	食品营养与监测
8	山西工程职业学院	电气自动化技术
9	山西旅游职业学院	空中乘务
10	阳泉师范高等专科学校	特殊教育
11	山西戏剧职业学院	舞蹈表演
12	山西青年职业学院	电子商务
13	山西省财政税务专科学校	政府采购管理
14	山西铁道职业技术学院	城市轨道交通工程技术