

《电站仿真运行实训》教学设计

——任务4 垃圾焚烧锅炉启动

一、课程分析

《垃圾焚烧发电运维》共56学时，是绿色发电技术类电厂热能动力装置专业的核心技能课程，课程充分体现绿色发展理念。是教育部《垃圾焚烧发电运行与维护》“1+X”证书课证融合课程，是校企共同开发的一门从专业岗位分析入手、以职业能力培养为目标的课程。该课程岗位涉及电力运行安全，要求从业人员具备岗位责任重于泰山的意识，安全就是生命线的精神。

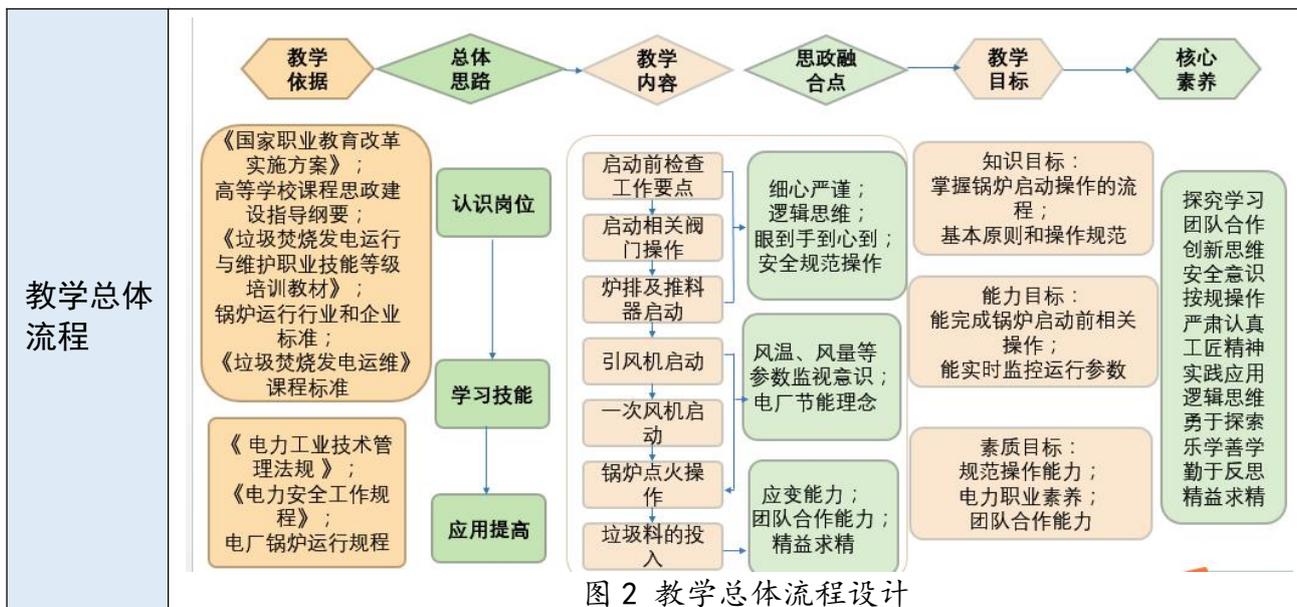


二、授课内容

任务名称	4 垃圾焚烧锅炉启动	授课时数	6 学时
授课班级	热动 1801 班	授课时间	2020.09.10
授课地点	电厂集控运行实景仿真实训室	授课形式	理实一体化教学
内容分析	电力设备价值高、系统复杂，锅炉启动作为垃圾焚烧发电运行与维护中的重要一步，事关整个机组启动的经济性和安全性。需要学生具备较强的知识综合运用能力及集控运行水平。将课程内容对接岗位链，做到劳动教育贯穿始终；授课内容引入电力行业岗位规程，融入职业精神、职业道德的培养。		
教学资源	教材	1. 《垃圾焚烧发电运行与维护职业技能等级培训教材（高级）》杨宏民、何航校主编，中国电力出版社，2020年9月。 2. 《垃圾焚烧发电运行与维护职业技能等级培训教材（中级）》，王玉召主编，中国电力出版社，2020年8月。 3. 电厂运行规程： 《电厂锅炉运行规程》、《汽轮机运行规程》、《电气运行规程》。 4. 校企合作教材《垃圾焚烧发电机组仿真实训指导书》。	
	教学标准	1. 高等职业学校电厂热能动力装置专业教学标准。 2. 垃圾焚烧发电运行与维护职业技能等级标准（2020年V1.0版）。	

	岗位规范	<ol style="list-style-type: none"> 1. 电力工业技术管理法规。 2. 电力安全生产规程。 3. 电厂锅炉运行规程。 4. 发电厂运行管理规范。
	网络资源	配套教材数字化资源库；电厂热能动力装置教学资源库；《锅炉设备及运行》省级精品在线开放课程；3D 电厂漫游系统；电厂仿真运行平台；专业课程思政素材库。
三、教学分析		
教学目标	知识目标	<ol style="list-style-type: none"> 1. 熟悉各系统及工作原理。 2. 掌握锅炉启动的流程、基本原则及操作规范。
	能力目标	<ol style="list-style-type: none"> 1. 能进行冷态启动的检查及相关阀门操作。 2. 能进行锅炉炉排及推料器启动及低速运行。 3. 启动引风机运行。 4. 启动一次风机。 5. 能进行锅炉点火操作。 6. 投入垃圾料。
	价值目标	<ol style="list-style-type: none"> 1. 培养学生爱岗敬业及规范操作意识。 2. 培养学生关注运行微小变化，养成严谨细致的工作态度。 3. 培养学生安全意识。 4. 培养学生工匠精神。 5. 认识垃圾发电对社会国家的贡献，培养责任感和自豪感。
学情分析	学习储备	<ol style="list-style-type: none"> 1. 完成了课前任务，熟悉系统各设备及原理。 2. 掌握了启动流程及基本原则。
	技能准备	<ol style="list-style-type: none"> 1. 善于动手操作，喜欢进行与实际工作岗位有关的教学活动。 2. 能熟练应用各类教学平台和仿真系统；但相互协作及表达能力较弱，基础知识储备有待提升。 3. 喜欢小组竞赛式互助学习，但不擅长剖根问底探究式学习。
	职业习惯	<ol style="list-style-type: none"> 1. 各项操作逻辑关联不强，缺乏整机协调运行能力。 2. 对运行参数的变化不够敏感，易出现误开、漏开等问题。 3. 规范操作及安全意识不强。
	思想状况	思想散漫，纪律性稍差，团队沟通有效性偏低，对岗位责任意识模糊。
教学重点	<ol style="list-style-type: none"> 1. 锅炉启动操作的基本原则和操作规范。 2. 通过操作规程复述，反复确认，润物细无声中强化了规范操作意识，突破教学重点。对应垃圾焚烧发电运行与维护中级岗位职业能力要求。 	
教学难点	<ol style="list-style-type: none"> 1. 锅炉炉排及推料器启动及低速运行、启动引风机运行、启动一次风机、投垃圾量等操作及注意事项。 2. 教师操作演示，学生角色扮演，分组演练，分析纠错，小组讨论，企业专家现身说法，化解教学难点。对应垃圾发电运维中级岗位职业能力要求。 	

价值塑造	<ol style="list-style-type: none"> 1. 电力生产一线工作的认同感。 2. 岗位标准化和规范化的认知。 3. 团队合作完成任务的意识。 4. 生产安全和岗位责任意识。
四、教学设计	
教学方法	<p>以学生为中心，满足差异化学情，融入新时代职业素养培养”的教学理念，教学方法如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 案例分析法-引入案例，教学工程对接真实生产过程。 2. 任务驱动式-创设情景，完成锅炉启动相关操作任务。 3. 小组探究式-小组互助，合作探究破解教学重点难点。 4. 启发引导式-无痕融入，显性强化隐形培育无形濡养。 <div style="text-align: center;"> </div>
图1 教学方法及考核评价体系	
教学手段	<ol style="list-style-type: none"> 1. 电站仿真软件：创设学习情景，模拟操作演练，明确岗位职责。 2. 3D 漫游系统：设备形象可看，在线巡视检查，强化劳动教育。 3. 在线互动平台：优化教学过程，在线科学评价，形成比学氛围。 4. 课程思政素材：无痕融入教学，思政贯穿始终，落实立德树人。
教学策略	<p>基于工作岗位进行教学设计，以认识岗位-学习技能-应用提高为设计原则，模拟现场工作岗位的实际工作内容，完成运行值班员岗位的知识 and 技能培养。注重教师言传身教，规范演示，严格要求，通过锅炉启动规范操作融入新时代电力工匠素养的培养。</p>



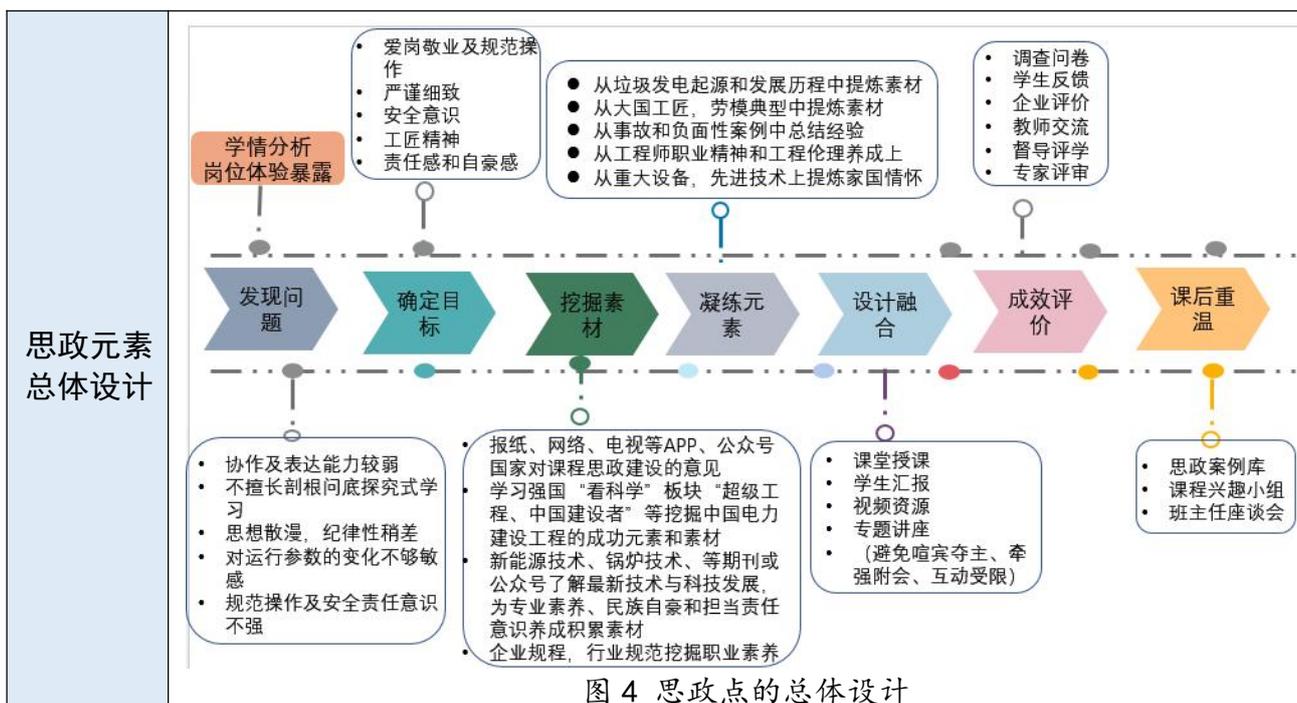


图 4 思政点的总体设计

五、考核评价

1. 本课程构建多维度、动态化的能力评价体系，重视形成性评价，鼓励、尊重、重视学习过程的付出，让学习过程成为了评价体系中的重要组成部分。以学习能力发展为主、各环节实时评价、与信息化手段全过程有机结合的多元化评价体系。学习过程评价包括测试内容为发电集控运维 1+X 证书理论和实操题库，达到考核与考证融通。还关注平时学习情况，课程资源学习效率、答疑论坛交流情况、课堂积极性、活动参与度、操作完成规范性与完成质量等多方面情况来评定。这种评价能够及时对学生的进行学习情况进行全方位、过程化的检测与评估，并针对不同学生不同阶段的学习问题进行辅导、复习、查缺补漏。
2. 课程思政素质考核评价包括诊断性评价可以明状态（不足），过程性评价能够看发展（轨迹），增值性评价利于知进步（程度）。方法主要有纸笔测试、问卷调查和访谈法，教师座谈、企业专家点评，行业专家督导等方式。

表 1 课程考核评价分配

项目	细则	比例	备注
课前任务	课程资源在线学习时长（有效学习）	5%	30min 以上
	课程主观作业（严谨认真）	5%	教师批阅
	自测成绩（精益求精）	5%	学习平台得分，检查学习效果
	答疑留言，回复讨论（勤学好问）	5%	1 条以上
课堂活动	上课参与活动、思考问题的积极性（互动交流）	10%	良好逻辑思维及探索能力
	课堂汇报，回答问题思路清晰（表达及逻辑思维能力）	5%	表达力与自信心的培养

		小组成员根据合作态度、贡献率互评（团队精神）	10%	组织协调，团队意识
		课堂 5S 整理要求（规范整洁）	5%	小组互评
		课堂纪律，操作环节的规范严谨性（劳动精神，工匠精神）	10%	教师评分
		实践操作，考核评价（专业素质）	30%	系统评分，检验学习目标完成度
	课后拓展	实践反思与总结，课后拓展任务（创新精神）	10%	学生互评得分
整体评价	单节课成绩	100%	60 分以下不及格	

六、教学实施

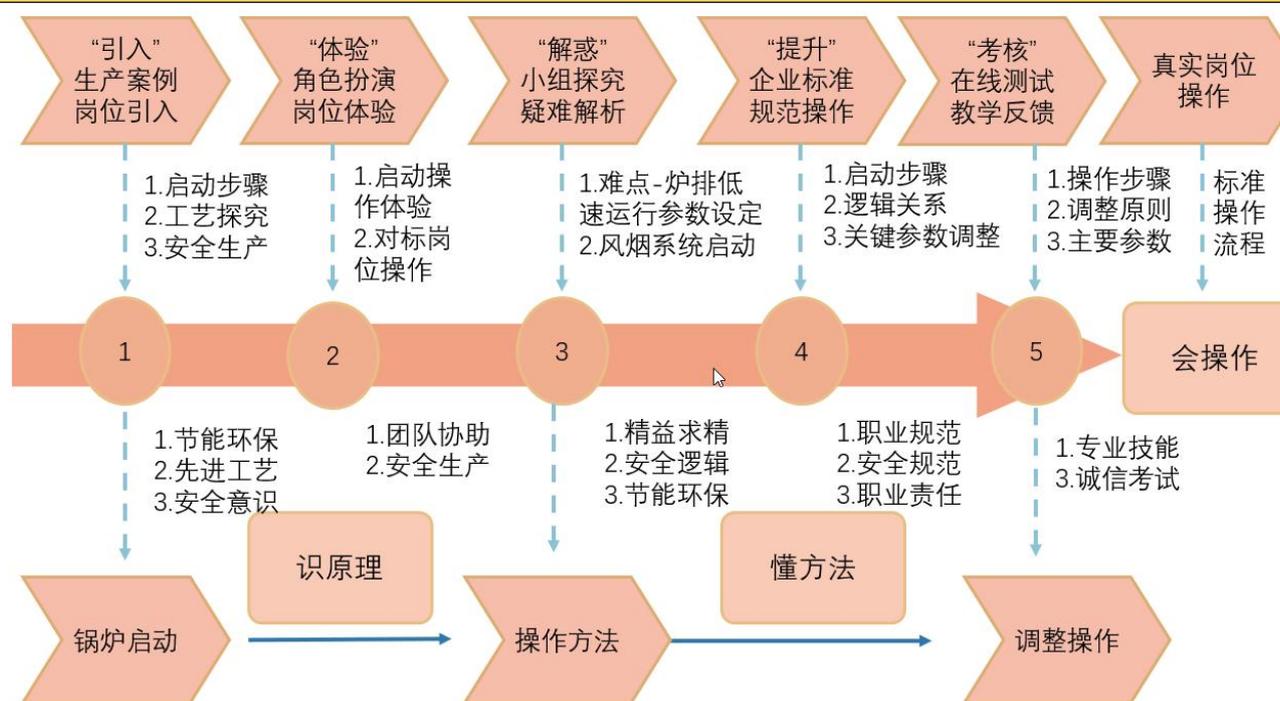


图 5 六步教学法流程图

环节 (用时)	教师活动	学生活动	靶向思政
课前准备	1. 发布课程导学任务单，明确本次课教学达成目标、学习方法建议、课堂形式预告、学习任务及解决问题。	1. 领取任务，明确本次课学习内容及其所需知识储备。 2. 通过学习平台完成任务：观看启动操作视频，理顺锅炉启动步骤，完成课前自测。 3. 查询锅炉运行规程，编写启动操作的操作票。	1. 踏实认真，保质保量完成课前任务。 2. 认真思考及时回应老师提出的问题。

《锅炉设备及运行》课前学习任务单

任务名称	任务4 垃圾焚烧锅炉启动
时间	第四次课 班级 热动18级
达成目标	1.了解锅炉焚烧炉的技术特点及自动燃烧控制系统； 2.掌握锅炉启动的操作步骤，技术要点，注意事项； 3.能正确完成炉排及推料器启动、低速运行及参数设定； 4.会锅炉点火及投垃圾料的控制操作，实时监控重要运行参数。
学习方法	自学需结合教材及《锅炉运行规程》相关知识，观看教材视频动
建议	画及课件，通过知识的综合理解与运用达成学习目标。
课堂形式	1.分组进行课堂汇报，同学自行准备课堂汇报资料。每组汇报焚烧系统的流程及操作票。
预告	2.讲解演示，在教师讲解后根据操作票通过角色扮演，在仿真机完成操作并进行考评。
学习任务	1.通过教材学习锅炉启动的操作步骤，技术要点并提交汇报资料； 2.通过教材资源库学习； 3.画出锅炉风烟系统流程； 4.根据锅炉启动规程完成炉排及推料器启动及低速运行、风烟系统的启动、锅炉点火及控制、投垃圾料等操作票的填写。
解决问题	1.推料器启动及低速运行参数设定？ 2.风烟系统操作及调整？ 3.锅炉点火方法及要求？ 4.投垃圾料及污染物的控制标准？
学习要求	请同学们在上课前半天完成课前自学任务，独立完成自测，学习过程中疑难问题可在留言区互助讨论交流。
学习建议	



2. 根据学生学习反馈，及时调整课堂授课内容。对问卷调查结果进行分析汇总。做到生生有数据。

1. 课前任务完成的分析点评，留言区学生问题答疑讲解。



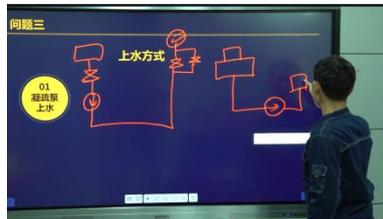
2. 记录各小组汇报表现并点评。
3. 讲解锅炉焚烧炉系统及技术先进性，充分肯定集控运行人员的价值。



4. 讲授炉排及推料器启动、低速运行及参数设定。

1. 聆听教师对课前任务的点评并记录。

2. 课堂汇报-上水方式。



3. 针对教师讲解进行课堂记录，获取知识。

4. 观看某电厂最新环保技术。



5. 认真观察操作步骤，理解设备安全稳定运行的参数设定及调整。

1. 中国焚烧炉及技术先进性（大国制造）。

2. 集控运行值班员—一个人通过鼠标可以操控几千万的设备，但背后的责任和汗水只有电力人才懂！（感悟责任使命感）。

3. 着装要求及纪律要求。

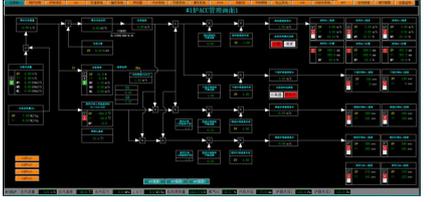


4. 回答问题（培养自信 and 良好表达能力）。

5. 风烟系统节能（电力节能技术意识，行业自豪感）。

6. 锅炉点火及污

岗位引入
(90分钟)

	 <p>5. 介绍锅炉风烟系统及节能。</p>  <p>6. 介绍锅炉点火及污染物的控制。</p> <p>7. 对接工作岗位，引出任务，启发引导学生思考岗位要求。</p> <p>8. 演示锅炉炉排投运、风烟系统投运、锅炉点火及投垃圾料等操作。</p> 	 <p>监控人员 是设备稳定运行的直接监护者</p>  <p>一次风机启动允许条件</p> <p>一次风机轴手温度正常 一次风机轴器温度正常 一次风机电机轴温正常 变频器最小开度 入口挡板最小位置 变频允许指示</p> <p>红色圆圈内 条件满足后 表示此条件 启动</p> 	<p>染物控制（节能减排，绿色低碳，岗位对社会贡献，职业自豪感）。</p> <p>7. 演示规范（职业素质）。</p> <p>8. 操作逻辑要求（安全的重要性）。</p> 																								
<p>岗位体验 (70分钟)</p>	<p>角色扮演，岗位初体验</p> <p>1. 典型事故案例分析</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>项目</th> <th>设计</th> <th>检修</th> <th>实际运行</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>全年耗煤量</td> <td>15.40</td> <td>13.80</td> <td>9.4</td> </tr> <tr> <td>内水耗煤量</td> <td>5.06</td> <td>5.63</td> <td>2.04</td> </tr> <tr> <td>灰耗煤量</td> <td>12.67</td> <td>25.48</td> <td>22.94</td> </tr> <tr> <td>煤渣耗煤量</td> <td>32.93</td> <td>25.09</td> <td>39.82</td> </tr> <tr> <td>Q_{max}</td> <td>21.67</td> <td>19.14</td> <td>20.68</td> </tr> </tbody> </table> <p>2. 组织学生根据个人性特点进行角色分工，任务下发，操作票的填写，合作完成任务。</p> <p>3. 巡视学生操作过程及各组配合情况，对小组成员表现进行记录。</p> <p>4. 组织学生课堂讨论，总结岗位体验中问题。</p>	项目	设计	检修	实际运行	全年耗煤量	15.40	13.80	9.4	内水耗煤量	5.06	5.63	2.04	灰耗煤量	12.67	25.48	22.94	煤渣耗煤量	32.93	25.09	39.82	Q _{max}	21.67	19.14	20.68	<p>1. 反思事故案例，进一步检查完善自身操作票。</p> <p>2. 明确任务分工，各司其职，紧密配合，完成操作任务。</p> <p>3. 三人一组进行角色扮演，主值班员，副值班员和巡检员。教师担任值长，执行启动操作。每组主值班员在仿真机上操作，副值班员监视，巡检员在电厂漫游系统巡检。</p>  <p>4. 进入火电机组仿真运行系统，每组分别完成启动操</p>	<p>1. 从事故案例中反思，树立安全责任重于泰山意识。</p> <p>2. 树立操作票完善的重要性（职业规范）。</p> <p>3. 分组操作，体现团结协作精神，强化班组集体意识。</p> 
项目	设计	检修	实际运行																								
全年耗煤量	15.40	13.80	9.4																								
内水耗煤量	5.06	5.63	2.04																								
灰耗煤量	12.67	25.48	22.94																								
煤渣耗煤量	32.93	25.09	39.82																								
Q _{max}	21.67	19.14	20.68																								

		<p>作任务。</p> <p>5. 讨论操作过程中存在的问题，分组汇报岗位体验总结。</p>	
<p>岗位解惑 (20分钟)</p>	<p>小组探究 疑难解析</p> <p>根据小组自评，组织各组互评，教师总结，启发学生思考，答疑解惑。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 炉排及推料器启动、低速运行及参数设定？ 2. 教师梳理启动关键点难点，演示启动操作并讲解。 3. 根据学生操作及各小组自我评价，教师讲解操作要领，分析操作优劣及改进方向。 4. 通过解决学生操作困惑，引导学生深入思考，有的放矢。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 小组讨论，解决困惑。 2. 针对岗位体验环节，有针对性提出改进意见。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 培养学生的逻辑思维能力及刨根问底的探索精神。 2. 培养追求真理的良好学习习惯，不断提升科学素养。 3. 教师言传身教向学生传递见微知著，细心严谨的工作态度，树立学生的职业责任感并引导学生学习和遵守电力行业的职业道德和规范。
<p>课间休息</p>			
<p>技能提升 (45分钟)</p>	<p>角色扮演，岗位再体验</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 启发学生对启动顺序的关联记忆和理解。  <ol style="list-style-type: none"> 2. 明确操作关键参数异常值及控制方法。  <ol style="list-style-type: none"> 3. 严格执行电力生产“三讲一落实”。教师引导，学生模拟 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 对启动步骤的关联性进行理解记忆。 2. 做好参数正常范围及允许波动范围的记录。 3. 观看并通过角色扮演体验本次任务“三讲一落实”。  	<ol style="list-style-type: none"> 1. 学生岗位再体验强化操作技能。 2. 进行“三讲一落实”，强调安全意识。 3. 对标企业操作流程，提高操作规范性和安全意识。 4. 岗位体验，引导培养创新意识，探索精神。 5. 企业专家现场连线，点评各组在操作规范，过程配合度等上的表现。解决学生对真实生产过程的困惑及探索欲，加强职

	<p>执行任务。</p>  <p>4. 组织小组合作完成任务。进入仿真运行系统，模拟电厂运行岗位再次完成锅炉启动操作。</p>   <p>企业标准，参数控制</p> <p>5. 巡视学生操作过程及各组配合情况，对小组成员表现进行记录，讲解关键参数异常值及控制方法。</p> <p>6. 企业专家现身说法</p> <p>企业专家现场连线，解决生产现场启动操作和仿真平台的区别。对各小组在考核环节的规范性、技术性表现进行一一点评。</p> 	<p>4. 明确任务分工，各司其职，紧密配合，再次完成操作任务。</p>  <p>5. 讨论操作过程中存在的关键参数控制问题，分组汇报总结。</p>  <p>6. 与企业专家面对面交流，缩短与生产现场的差距。</p> 	<p>业情感体验和代入感。</p>
<p>岗位考核 (35分钟)</p>	<p>证书题库 在线测评</p> <p>1. 利用仿真自动评分系统发布在线测试，组织学生考试，根</p>	<p>1. 应用“垃圾焚烧发电运行与维护”1+X证书实操仿真软件在线测评功能，参加仿</p>	<p>1. 要求学生诚信考试，各组独立完成。</p>

五. 课后反思																						
特色 创新	<p>1. 资源平台数字化：3D 电厂漫游和 DCS 仿真操作系统，形象直观，真实再现电力生产。解决电力生产准入条件高，无法现场开展实践的问题。自动考评，查看失分点，突破教学重难点。</p> <p>省精品在线课程及热动专业教学资源库丰富的课件、动画、视频等资源供自学。</p> <p>2. 双元结构引领课堂：企业一线能工巧匠担任专业技能教师，形成校内教师和校外专家的双元师资队伍结构，向同学们展示和解答现场启动的复杂多变，使学生所见所学与企业岗位实际操作完全一致，体现劳动精神和工匠精神。</p> <p>3. 六部教学复现岗位：遵循学生的认知规律，以“认识岗位”-“学习技能”-“应用提高”为设计原则，按照“引入-体验-解惑-提升-考核-总结”六步法实施教学，将学生的困惑及教学的重点和难点有效突破。</p> <p>4. 课程思政细无声：教学过程中，自然融入思政元素。树立学生行业自信心和自豪感，培养岗位责任感和使命感及规范操作意识。</p> <p>5. 考核考证相融通：以学习者能力发展为主、各环节实时评价与信息化手段全过程有机结合的多元评价体系。重视过程性考核，课堂测试内容为垃圾焚烧发电运行与维护 1+X 证书理论和实操题库，考核与考证融通。</p> <p>6. 考核评价多元化：加入显性素质考核，强化规程操作、安全责任及团队协作、一丝不苟工匠精神及劳动教育等的评价体系。</p>																					
诊断 改进	<p>1. 生产现场启动繁杂、相关系统关联性强，还需学生进入生产现场由企业专家现场辅导，获得真实生产体验。</p> <p>2. 学生规范操作已有初步意识，后续还需强化，使之固化形成职业习惯。</p> <p>3. 随着教师的认知水平提高以及思政素材的积累，课程的思政建设会越来越成熟。</p>																					
教学 效果	<p>2018 级学生已完成授课，通过问卷调查、座谈和同行评价得到，大多数学生对本课程的课程思政效果都给予较高评价，对教师授课内容表示认同。很多学生提到课程思政激发了自己对本门课的学习兴趣，90%的学生表示会从事本行业的相关岗位工作，在就业单位面试环节中，企业反应该批学生知识综合运用能力明显高于同水平其他院校毕业生，同时善于思考、解决问题。</p> <div style="text-align: center;"> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <caption>图 6 课前和课后学生问卷调查结果对比</caption> <thead> <tr> <th>调查项目</th> <th>课前 (%)</th> <th>课后 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>关注程度</td> <td>15</td> <td>42</td> </tr> <tr> <td>对垃圾发电方式的了解程度</td> <td>18</td> <td>42</td> </tr> <tr> <td>对垃圾发电处理垃圾无害化方法的认同度</td> <td>32</td> <td>42</td> </tr> <tr> <td>对郑州市垃圾焚烧发电无异味度的认同度</td> <td>28</td> <td>42</td> </tr> <tr> <td>对垃圾发电方式的认同度</td> <td>38</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>毕业后愿意去垃圾发电厂工作的程度</td> <td>37</td> <td>38</td> </tr> </tbody> </table> </div>	调查项目	课前 (%)	课后 (%)	关注程度	15	42	对垃圾发电方式的了解程度	18	42	对垃圾发电处理垃圾无害化方法的认同度	32	42	对郑州市垃圾焚烧发电无异味度的认同度	28	42	对垃圾发电方式的认同度	38	40	毕业后愿意去垃圾发电厂工作的程度	37	38
调查项目	课前 (%)	课后 (%)																				
关注程度	15	42																				
对垃圾发电方式的了解程度	18	42																				
对垃圾发电处理垃圾无害化方法的认同度	32	42																				
对郑州市垃圾焚烧发电无异味度的认同度	28	42																				
对垃圾发电方式的认同度	38	40																				
毕业后愿意去垃圾发电厂工作的程度	37	38																				

图 6 课前和课后学生问卷调查结果对比

