

## 四川省职业教育示范性虚拟仿真实训项目申报书

|               |                           |
|---------------|---------------------------|
| 学 校 名 称       | 四川工程职业技术学院                |
| 项 目 名 称       | 抽水蓄能电站蜗壳焊接制造—装配<br>虚拟仿真训练 |
| 课 程 类 型       | 专业核心课                     |
| 所 属 课 程 名 称   | 焊接结构制造工艺及实施               |
| 所 属 专 业       | 智能焊接技术                    |
| 所 属 专 业 代 码   | 460110                    |
| 项 目 负 责 人 姓 名 | 李明                        |

四川省教育厅 制

2022 年 10 月

## 填写说明和要求

1. 以 Word 文档格式，如实填写各项。
2. 表格文本中的中外文名词第一次出现时，要写清全称和缩写，再次出现时可以使用缩写。
3. 课程类型，可填写专业基础课、专业核心课、专业拓展课、岗位实习。
4. 所属专业代码，依据《职业教育专业目录（2021 年）》填写 6 位代码，专业基础课可填写主要对应专业的代码。
5. 涉密内容不填写，有可能涉密和不宜大范围公开的内容，请特别说明。
6. 表格各栏目可根据内容进行调整。

## 1. 项目教学服务团队情况

| 1-1 项目负责人情况                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |      |    |      |                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------|----|------|----------------------|
| 姓 名                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 李明                 | 性别   | 男  | 出生年月 | 1978. 12             |
| 学 历                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 硕士研究生              | 学位   | 硕士 | 电 话  | 无                    |
| 专业技术职务                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 副教授                | 行政职务 | 无  | 手 机  | 15883844547          |
| 院 系                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 材料工程系              |      |    | 电子邮箱 | liming@scetc.edu. cn |
| 地 址                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 四川省德阳市泰山南路二段 801 号 |      |    | 邮 编  | 618000               |
| 项目负责人情况：<br>（项目负责人近五年参与精品在线开放课程、专业教学资源库、虚拟仿真实训基地等项目建设以及信息化教学改革研究相关情况）<br>1. 2019. 06，主持建成国家职业教育焊接专业教学资源库标准化课程《熔焊原理及缺欠控制》，报名学习达 1435 人，另建成个性化课程《焊接标准解读与贯彻》；<br>2. 2022. 10，主持建成在线开放课程《熔焊过程与缺欠控制》，在中国大学 MOOC 上报名学习达 1364 人，成为首批在国家高等教育智慧教育平台上线运行课程；<br>3. 2022. 04，建成四川省第三批课程思政示范课程《焊条电弧焊技术与操作》（第 2）；<br>4. 2022. 05，建成四川省“十四五”精品在线开放课程《焊条电弧焊技术与操作》（第 3）；<br>5. 2018. 01，学院 2016 年度重点课程改造升级建设项目《焊接工艺制定与评定》（第 2）、《焊接结构制造工艺及实施》（第 4）结题。 |                    |      |    |      |                      |
| 1-2 项目教学服务团队情况                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    |      |    |      |                      |
| （项目教学服务团队近五年参与精品在线开放课程、专业教学资源库、虚拟仿真实训基地等项目建设以及信息化教学改革研究相关情况）<br>1. 2018. 07，联合主持国家职业教育焊接专业教学资源库通过验收，2019. 06 联合主持国家职业教育焊接专业教学资源库升级改造；<br>2. 2021. 03，参与建设 2021 年省级职业教育示范性虚拟仿真实训基地——重大技术装备材料成型虚拟仿真实训基地；<br>3. 2021. 08，参与建设教育部职业教育示范性虚拟仿真实训基地培育项目——重大技术装备材料成型虚拟仿真实训基地；<br>4. 2020. 06-2022. 06，团队成员连续 3 年获得四川省职业院校教师教学能力大赛(高职组)专业课程二组一等奖。                                                                                            |                    |      |    |      |                      |

| 1-2-1 团队主要成员（含负责人，5 人以内）                                        |     |            |        |          |                 |          |
|-----------------------------------------------------------------|-----|------------|--------|----------|-----------------|----------|
| 序号                                                              | 姓名  | 所在单位       | 专业技术职务 | 行政职务     | 承担任务            | 备注       |
| 1                                                               | 李明  | 四川工程职业技术学院 | 副教授    | 无        | 全面设计与实施、教学      | 在线教学服务人员 |
| 2                                                               | 杜娟  | 四川工程职业技术学院 | 讲师     | 处长助理     | 信息化设计、教学与评价     | 在线教学服务人员 |
| 3                                                               | 李欣  | 四川工程职业技术学院 | 讲师     | 无        | 脚本撰写、教学         | 在线教学服务人员 |
| 4                                                               | 章友谊 | 四川工程职业技术学院 | 教授     | 系主持工作副书记 | 全面指导            | 在线教学服务人员 |
| 5                                                               | 吴雄斌 | 东方电机股份有限公司 | 高级工程师  | 无        | 校企合作真实生产环境、过程指导 | 在线教学服务人员 |
| 1-2-2 团队其他成员（5 人以内）                                             |     |            |        |          |                 |          |
| 序号                                                              | 姓名  | 所在单位       | 专业技术职务 | 行政职务     | 承担任务            | 备注       |
| 1                                                               | 傅骏  | 四川工程职业技术学院 | 教授     | 无        | 资源开发技术支持        | 技术支持人员   |
| 2                                                               | 李慧林 | 四川工程职业技术学院 | 实验师    | 无        | 虚拟生产过程设计        | 在线教学服务人员 |
| 3                                                               | 米宪儒 | 四川工程职业技术学院 | 实验师    | 无        | 在线教学服务          | 技术支持人员   |
|                                                                 |     |            |        |          |                 |          |
| 项目团队总人数： <u>8</u> （人） 院校人员数量： <u>7</u> （人） 企业人员数量： <u>1</u> （人） |     |            |        |          |                 |          |

注：1.教学服务团队成员所在单位需如实填写，可与负责人不在同一单位。  
2.教学服务团队须有在线教学服务人员和技术支持人员，请在备注中说明。

## 2. 项目描述

### 2-1 项目名称

抽水蓄能电站蜗壳焊接制造—装配虚拟仿真训练

### 2-2 实训目的

（描述典型工作任务实施目的）

《焊接结构制造工艺及实施》是新专业目录中智能焊接技术专业核心课，面向焊接工程技术人员和焊工职业中焊接工艺编制、焊接生产实施等岗位，课程对应的典型工作任务是“识读焊接结构装配图和焊接节点图，合理选择和使用焊接辅助设备，编制和实施备料、成型、装配及焊接工艺”。我校焊接专业与德阳中国重大装备制造基地广大企业深度融合，结合装备制造业的需求，本虚拟仿真训练项目选取典型清洁能源发电装备焊接结构——抽水蓄能电站蜗壳（以下简称蜗壳），针对其制造过程中的装配工作任务进行训练，实施的主要目的有：

#### 1. 解决蜗壳焊接结构装配实训的“三高三难”

要在蜗壳焊接结构装配的真实生产过程中进行实训教学，面临着场地大、设备投入高、损耗大、产品真实制造的周期长、不能与实训教学周期匹配等难点。通过企业专家结合蜗壳真实装配过程的指导，“以实带虚”，对蜗壳生产车间、设备、零部件和装配过程进行模拟，让学习者身临其境地体验蜗壳的装配过程，虚拟资源开发的成本远低于实际生产的投入，而且学习者还可以不受时间空间的限制，可以反复练习选择优化装配方案，反过来对实际生产有指导意义，实现“以虚助实”。贯彻“以学生为主体”的理念，通过学习者自己的探索体验式学习，增强了学习的趣味性。

#### 2. 通过虚拟仿真实训培养相关职业能力

综合职业能力要在工作过程中培养，在虚拟真实的生产环境和生产过程中，通过完成蜗壳不同零部件的定位、夹紧和测量工作任务，培养正确选择使用装配用定位、夹紧和测量工具的能力，养成认真专注的工作态度，培养工匠精神；通过对比优化不同装配方案，培养编制合理的装配工艺规程的能力，合理运用装配技巧，提高装配效率和质量，养成大局意识。

### 2-3 实训课时

（描述实训选取的典型工作任务及所属课程的学时，如工作任务对应多门课程，下表可自行添加）

《焊接结构制造工艺及实施》课程中设置了“塔架—机座—蜗壳—换热器”制造工序由易到难的4个教学项目，该实训项目要完成蜗壳的“装配”工作任务，对蜗壳零部件进行定位、夹紧和测量，并进行装配工艺的优化，实训课时情况如下表。

|          |         |             |
|----------|---------|-------------|
| 典型工作任务学时 | 所属课程总学时 | 所属课程名称      |
| 4        | 64      | 焊接结构制造工艺及实施 |

### 2-4 实训原理

（阐述实训选取的典型工作任务原理，工作任务对应的知识点、技能点、素养点）

抽水蓄能电站蜗壳焊接制造—装配虚拟仿真训练模拟了蜗壳生产车间、设备、零部件及工具，学生进入车间蜗壳装配区域，根据蜗壳装配图纸，运用焊接结构装配知识，对不同零部件的组对选择合理的装配基准，运用定位原则，合理地定位及夹紧，并选择适当的测量工具和方法检测零部件的相对位置关系是否满足要求；通过选择不同装配顺序反复练习对比，提出优化的装配方案。

知识点：共 3 个

- （1）焊接结构装配定位原则与方法；
- （2）焊接结构装配夹紧工具与方法；
- （3）焊接结构装配测量工具与方法。

技能点：共 3 个

- （1）选择装配顺序；
- （2）测量垂直度、平行度、圆度、同心度等；
- （3）选用装配工装。

素养点：共 3 个

- （1）工匠精神
- （2）大局意识
- （3）认真专注的工作态度

### 2-5 实训仪器设备（装置、软件、材料等）

（实施实训选取的典型工作任务虚拟仿真软件所需的设备、装置、软件、材料等要求）

- （1）蜗壳图纸；
- （2）满足硬件配置高于最低要求的计算机，安装 Windows XP、Win 7 及以上版本 Windows 系统；
- （2）互联网环境；
- （3）网页浏览器；
- （4）其他装置、软件及材料等无特别要求。

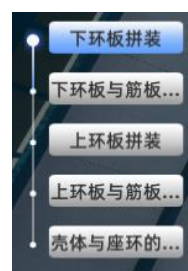
## 2-6 实训方法与步骤要求

(符合学校教学实际和学生典型工作任务实训的学习要求,能实现多人、多步骤人机交互式学习、互动的实训方法和步骤描述,学生交互性操作步骤应不少于10步)

### (1) 实训方法描述:

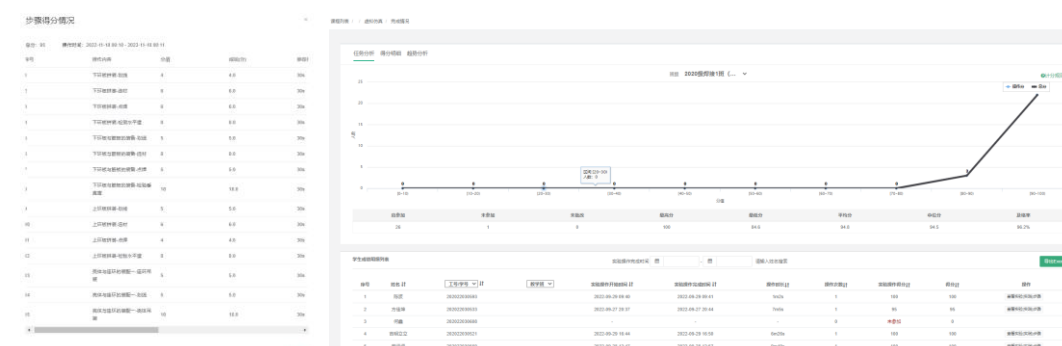
操作:操作者登录网址后,通过点击“我要做实验/进入“任务”页面/去完成/启动虚拟仿真软件”的顺序启动。有“练习模式”和“考试模式”两种模式可以选择,一般可选择“练习模式”练习熟练后,再进入“考试模式”。

“练习模式”通过引导提示减少初学者对软件的适应时间。蜗壳装配虚拟仿真实训共分下环板拼装、下环板与筋板装配、上环板拼装、上环板与筋板装配、壳体与座环装配5个模块,可选择不同模块进行练习。



完成实验后,已登录的用户,单击“刷新”按钮,即可查看本次实验的得分;单击“操作步骤”,可以查看操作步骤详情。未登录的用户,请到“实验记录”查看实验成绩及操作步骤得分详情。

评价:虚拟仿真软件库只临时记录实验成绩与操作步骤详情,实际教学时,请将软件转存到课程,学生通过“任务”启动虚拟仿真软件,以便永久保存实验得分、实验报告及操作步骤得分。教师可以通过已完成任务查看班级得分详情,进行学习情况分析。



### (2) 人机交互式操作步骤说明:

步骤 1. 选择练习模式,进入练习模式界面;



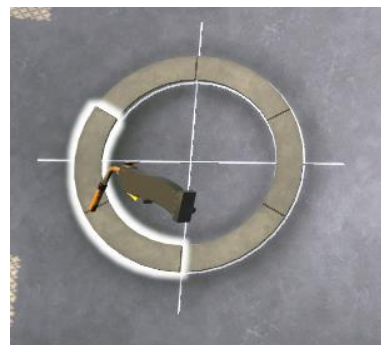
步骤 2. 选择“下环板拼装”模块；



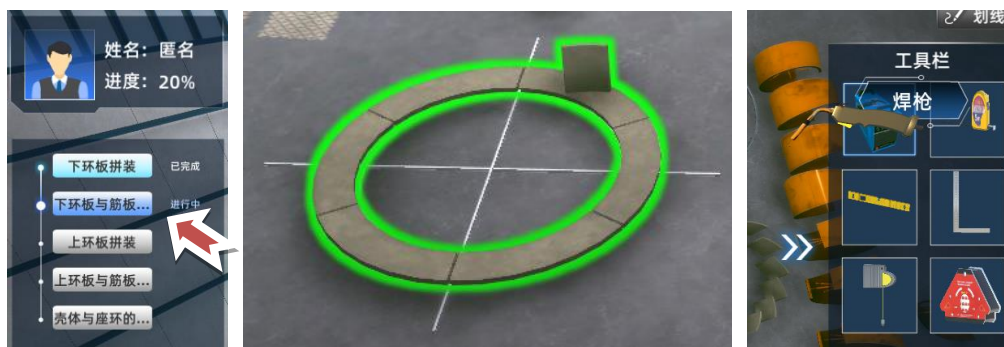
步骤 3. 选择“划线”，划下环板装配地线定位；



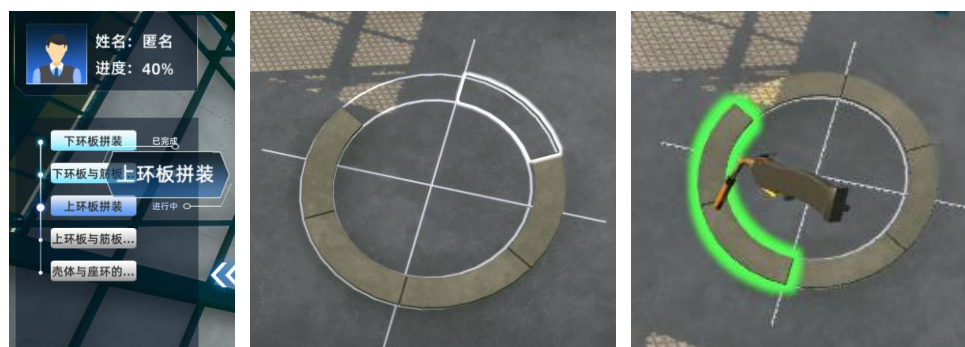
步骤 4. 选择下环板零件进行组对，工具栏选择焊机用焊枪进行点固，工具栏选择水平尺进行测量；



步骤 5. 选择“下环板与筋板装配”模块，选择“划线”完成环板上筋板的划线，选择筋板与环板组对，选择焊机用焊枪进行点固，工具栏选择直角尺测量垂直度；



步骤 6. 选择“上环板拼装”模块，选择车间其他场地进行划线、组对、点固、测量；



步骤 7. 选择“上环板与筋板装装配”模块，选择吊装组对，工具栏选卷尺测量上下环板平行度；

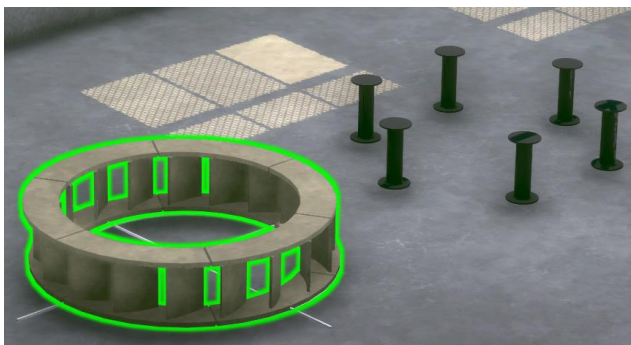




步骤 8. 壳体与座环装配方案的选择;

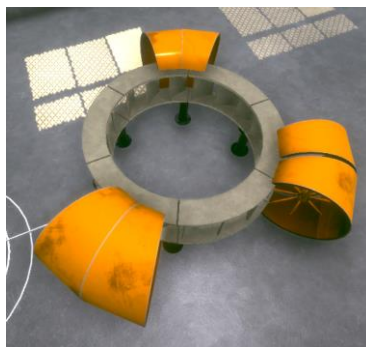


步骤 9. 方案一: 选择装配平台, 将装焊好的座环吊装上平台, C 形节直筒等在座环上划线、对称组对;





步骤 10. 选择“一键复现”按钮，动态呈现方案一装配过程，分析与优化装配方案；



步骤 11. 方案二：选择单节分别组装成 C 形节，和直筒等组装成壳体后，与座环装配；



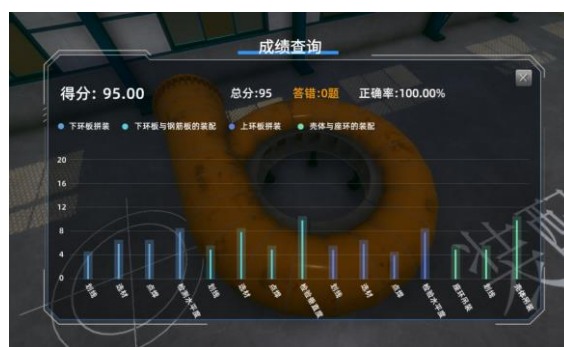
步骤 12. 选择“一键复现”按钮，动态呈现方案二装配过程，分析与优化装配方案；



步骤 13. 点击考试模块，进入考试界面；



步骤 14. 装配完成后进入考试结算界面。



## 2-7 考核评价要求

(1) 是否记录每步实训结果: ☒是 ☐否

(2) 实训结果与结论要求: ☐实训报告 ☐心得体会 ☒其他 顺利完成产品装配, 无干涉, 顺序合理。

(3) 其他考核点描述: 完成速度、方案的合理性。

## 2-8 面向学生要求

(1) 专业与年级要求

面向智能焊接技术专业三年级, 要求完成焊接工艺制定与评定、焊接方法及设备使用、机器人焊接技术及应用等前导课程的学习。

(2) 基本知识和能力要求

(开展实训前需掌握的知识和技能储备)

掌握电脑及网络基本知识, 能够熟练操作电脑系统; 掌握常见焊接方法的基本知识, 具有基本操作能力; 掌握焊接应力和变形及定位的基础知识, 能够选择合理的焊接顺序。

## 2-9 项目应用及共享情况

(1) 本校是否上线: ☒是 ☐否

勾选“是”，请填写本校上线时间: 2022-04-28 已服务本校学生人数: 26

勾选“否”，请填写计划本校上线时间: 计划服务本校学生人数:

(2) 是否纳入到教学计划: ☒是 ☐否

(勾选“是”，请附所属课程标准)

(3) 是否面向社会提供服务: ☒是 ☐否

(4) 社会开放时间 : 2022-04-28 , 已服务人数: 15

### 3. 项目相关网络及安全要求描述

| <b>3-1 有效链接网址</b><br><a href="https://scetc.walkclass.com/dataCenter/index.html#/vd/2374/1300">https://scetc.walkclass.com/dataCenter/index.html#/vd/2374/1300</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                        |        |        |                                                                                                                      |                                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>3-2 网络条件要求</b><br>(1) 说明客户端到服务器的带宽要求（需提供测试带宽服务）<br>基于公有云服务器部署的系统，峰会带宽可达 5Mbps，虚拟仿真软件是部署在 OSS 上，OSS 带宽在中国内地是 10Gbit/s，理论上可以达到用户应用终端的最大下载速度和访问速度。<br>(2) 说明能够支持的同时在线人数（需提供在线排队提示服务）<br>不限同时在线并发访问和请求。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                        |        |        |                                                                                                                      |                                                                                                        |
| <b>3-3 用户操作系统要求（如 Windows、Unix、IOS、Android 等）</b><br>(1) 计算机操作系统和版本要求<br>Windows XP、Win 7 及以上版本 Windows 系统。<br>(2) 其他计算终端操作系统和版本要求<br>暂不支持<br>(3) 支持移动端： <input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                        |        |        |                                                                                                                      |                                                                                                        |
| <b>3-4 用户非操作系统软件配置要求（如浏览器、特定软件等）</b><br>(1) 需要特定插件 <input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否<br>（勾选是请填写）插件名称 插件容量<br>下载链接<br>(2) 其他计算终端非操作系统软件配置要求（需说明是否可提供相关软件下载服务）<br>无要求。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                        |        |        |                                                                                                                      |                                                                                                        |
| <b>3-5 用户硬件配置要求（如主频、内存、显存、存储容量等）</b><br>(1) 计算机硬件配置要求 <table border="1"> <thead> <tr> <th>最低配置要求</th> <th>推荐配置要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>           处理器：Intel 2GHz 及以上<br/>           内存：2GB 及以上<br/>           硬盘空间：40G<br/>           显卡：分辨率 1024×768 像素及以上<br/>           网络：1000Mbps 以太网卡<br/>           显示器：14 英寸以上<br/>           网速：1M 以上         </td> <td>           处理器：Intel 2.2GHz<br/>           内存：2GB<br/>           硬盘空间：80G<br/>           显卡：分辨率 1280×1024<br/>           网络：1000Mbps 以太网卡<br/>           显示器：14 英寸以上<br/>           网速：2M         </td> </tr> </tbody> </table> |                                                                                                        | 最低配置要求 | 推荐配置要求 | 处理器：Intel 2GHz 及以上<br>内存：2GB 及以上<br>硬盘空间：40G<br>显卡：分辨率 1024×768 像素及以上<br>网络：1000Mbps 以太网卡<br>显示器：14 英寸以上<br>网速：1M 以上 | 处理器：Intel 2.2GHz<br>内存：2GB<br>硬盘空间：80G<br>显卡：分辨率 1280×1024<br>网络：1000Mbps 以太网卡<br>显示器：14 英寸以上<br>网速：2M |
| 最低配置要求                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 推荐配置要求                                                                                                 |        |        |                                                                                                                      |                                                                                                        |
| 处理器：Intel 2GHz 及以上<br>内存：2GB 及以上<br>硬盘空间：40G<br>显卡：分辨率 1024×768 像素及以上<br>网络：1000Mbps 以太网卡<br>显示器：14 英寸以上<br>网速：1M 以上                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 处理器：Intel 2.2GHz<br>内存：2GB<br>硬盘空间：80G<br>显卡：分辨率 1280×1024<br>网络：1000Mbps 以太网卡<br>显示器：14 英寸以上<br>网速：2M |        |        |                                                                                                                      |                                                                                                        |

(2) 其他计算终端硬件配置要求  
无要求

### 3-6 用户特殊外置硬件要求（如可穿戴设备等）

(1) 计算机特殊外置硬件要求  
无要求

(2) 其他计算终端特殊外置硬件要求  
无要求

### 3-7 网络安全

(1) 项目系统是否完成国家信息安全等级保护 ☒是 ☐否  
(勾选“是”，请填写) 二 级

|                                                       |                              |
|-------------------------------------------------------|------------------------------|
| <b>信息系统安全等级保护<br/>备案证明</b>                            |                              |
| 依据《信息安全等级保护管理办法》的有关<br>规定， <u>杭州学呗科技有限公司</u> 单位<br>的： |                              |
| 第 <u>二</u> 级 <u>学呗课堂</u> 系统                           |                              |
| 证书编号： <b>330120-13025-00001</b>                       | 予以备案。                        |
| 中华人民共和国公安部监制                                          | 备案公安机关公章<br>2020 年 09 月 18 日 |

#### 4. 项目技术架构及主要研发技术

| 指标         |                                                 | 内容                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 系统架构图及简要说明 |                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 实训<br>项目   | 开发技术                                            | <input type="checkbox"/> VR <input type="checkbox"/> AR <input type="checkbox"/> MR <input checked="" type="checkbox"/> 3D 仿真 <input type="checkbox"/> 二维动画<br><input checked="" type="checkbox"/> HTML5 <input checked="" type="checkbox"/> WebGL <input type="checkbox"/> OpenGL<br><input type="checkbox"/> 其他_____                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|            | 开发工具                                            | <input checked="" type="checkbox"/> Unity3D <input checked="" type="checkbox"/> 3D Studio Max <input type="checkbox"/> Maya<br><input type="checkbox"/> VIVE WAVE <input type="checkbox"/> ZBrush <input type="checkbox"/> SketchUp<br><input type="checkbox"/> Unreal Development Kit <input type="checkbox"/> Daydream<br><input type="checkbox"/> Animate CC <input type="checkbox"/> Blender <input checked="" type="checkbox"/> Visual Studio<br><input type="checkbox"/> Virttools <input type="checkbox"/> Cult3D <input type="checkbox"/> Adobe Flash<br><input type="checkbox"/> 其他_____ |
|            | 运行环境                                            | <b>服务器</b><br>CPU <u>i5</u> 核、内存 <u>8</u> GB、磁盘 <u>1024</u> GB、<br>显存 <u>≥3</u> GB、GPU 型号 <u>2050TI</u><br><b>操作系统</b><br><input type="checkbox"/> Windows Server <input checked="" type="checkbox"/> Linux <input type="checkbox"/> 其他 具体版本_____<br><b>数据库</b><br><input checked="" type="checkbox"/> Mysql <input type="checkbox"/> SQL Server <input type="checkbox"/> Oracle<br>其他_____<br>备注说明 <u>无（需要其他硬件设备或服务器数量多于 1 台时请说明）</u>                                                                                                                                                            |
|            | 项目品质（如：单场景模型总面数、贴图分辨率、每帧渲染次数、动作反馈时间、显示刷新率、分辨率等） | 单场景模型总面数：2000<br>贴图分辨率：2048×2048<br>显示帧率：不低于每秒 30 帧<br>刷新率：30HZ<br>正常分辨率：1920×1080                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

## 5. 项目特色

（体现虚拟仿真实训项目建设的必要性及先进性、教学方式方法、评价体系及对传统教学的延伸与拓展等方面的特色情况介绍。）

### （1）实训方案设计思路：

我校焊接专业面向重装企业，对于重装产品等大国重器的装焊，要想通过真实生产来进行实训教学，场地要大、设备投入高；如果每位学生都实作训练，损耗大；产品真实制造的周期长，不能与实训教学周期匹配，实施难；在工艺优化环节，真实重装产品难以重复再现生产过程。

本实训选取典型的焊接重装产品——抽水储能电站蜗壳，需要用到焊接结构装配的各个知识点，通过第一视角的人机互动，在对真实生产环境高度仿真的虚拟生产环境中，学生通过完成产品各个零部件定位、夹紧、使测量的方法和工具的选择，沉浸式地探索构建了专业知识和技能体系，提高了职业素养，为毕业生在重装企业就业积累了丰富经验，使广大重装企业受益。

### （2）教学方法创新：

以学生为主体，沉浸式地探索学习，构建了专业知识和技能体系，自学能力增强，学习兴趣提高，教学质量提升。

通过虚拟仿真，还原真实生产环境，体验真实生产过程及互动感，在工作过程中养成岗位职业能力，提升了职业素养。

### （3）评价体系创新：

实训项目可以在后台对不同学生操作的不同步骤进行记录，强化了过程评价。通过分析使老师掌握整体及个体的掌握情况，及时调整教学策略，持续改进提高教学质量。

### （4）对传统教学的延伸与拓展：

抽水储能电站蜗壳装配项目拓展了传统教学的物理空间和信息化手段。打破了时间与空间的限制，节省了场地改造和设备购置所需要的大量人力、物力、财力投入，规避了在实训教学环节中可能会出现的生产安全与健康隐患，实现了可以反复练习和重现的功能，丰富了理论和实践教学的方式和方法。沉浸交互式的教学方法，与传统教学相比，弥补了岗位工作过程的体验感，提高了学生的学习热情、主动参与的积极性。

## 6. 项目持续建设服务计划

（本项目今后 5 年继续向学校和社会开放服务计划及预计服务人数）

### （1）项目持续建设与服务计划：

与重装企业校企深化合作，共同研讨，优化实际生产环境和实际生产过程的教学处理，根据反馈数据持续完善实训内容，优化交互方式和体验感设计，贯彻以学生为主体的学习方式，合理改进评价方式，强化职业能力和素养；服务形式计划以学校岗课赛证融通式教学和企业员工培训及工艺优化的形式开展。

### （2）面向院校的教学推广应用计划：

通过国家职业教育焊接专业教学资源库现有成熟的推广渠道，优先向资源库各参建院校推广，再形成次级辐射扩大推广范围；通过各大在线开放课程平台，面向更广大的全国院校共享。预计服务人数共计 500 以上。

### （3）面向社会的推广应用计划：

结合德阳中国重大装备制造基地，与区域宣传合力，助力地方产业的高质量发展；以焊接协会副理事长单位从行业协会会员中推广应用。，预计服务人数共计 200 以上。

## 7. 知识产权

| 软件著作权登记情况          |                                                                      |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 软件著作权登记情况          | <input type="checkbox"/> 已登记 <input checked="" type="checkbox"/> 未登记 |
| 完成软件著作权登记的，需填写以下内容 |                                                                      |
| 软件名称               |                                                                      |
| 是否与项目名称一致          | <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否                |
| 著作权人               |                                                                      |
| 权利范围               |                                                                      |
| 登记号                |                                                                      |

## 8. 诚信承诺

本人承诺：所申报的项目教学设计具有原创性，项目内容（包括但不限于实训软件、操作系统、教学视频、教学课件、辅助参考资料、实训操作手册、实训案例、测验试题、实训报告、答疑、网页宣传图片文字等组成实训项目的一切资源）不存在知识产权争议，保证所申报的项目或其任何一部分均不会侵犯任何第三方的合法权益。

本人已认真填写、检查申报材料，保证内容真实、准确、有效。

项目负责人（签字）：  
2022年11月20日

## 9. 附件材料清单

### 1. 政治审查意见（必须提供）

（本校党委须对项目团队成员情况进行审查，并对项目内容的政治导向进行把关，确保项目正确的政治方向、价值取向。须由学校党委盖章。无统一格式要求。）

### 2. 校外评价意见（可选提供）

（评价意见作为项目质量、应用效果等某一方面的佐证性材料或补充材料，可由项目应用院校或社会应用机构等出具。评价意见须经相关单位盖章，以1份为宜，不得超过2份。无统一格式要求。）

### 3. 课程标准

## 10. 申报学校承诺意见

本学校已按照申报要求对申报的虚拟仿真实训项目在校内进行公示，并审核项目的内容符合申报要求和注意事项、符合相关法律法规和教学纪律要求等，项目内容不存在知识产权争议。经评审评价，现择优申报。

本学校承诺将监督和保障该项目面向院校和社会开放，并提供教学服务不少于5年，支持和监督教学服务团队对实训项目进行持续改进完善和服务。

（其他需要说明的意见。）



主管校领导（签字）：白

（学校公章）

2022年11月20日

## 附件材料

### 1. 政治审查意见

#### 政治审查表

|              |                                                                                                                                                                                                                                                          |    |             |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------------|
| 姓 名          | 李明                                                                                                                                                                                                                                                       | 性别 | 男           |
| 出生年月         | 1978.12                                                                                                                                                                                                                                                  | 民族 | 汉           |
| 政治面貌         | 中共党员                                                                                                                                                                                                                                                     | 职务 | 教研室主任       |
| 工作单位         | 四川工程职业技术学院                                                                                                                                                                                                                                               | 职称 | 副教授         |
| 文化程度         | 硕士研究生                                                                                                                                                                                                                                                    | 电话 | 15883844547 |
| 事由           | 申报职业教育示范性虚拟仿真实训项目                                                                                                                                                                                                                                        |    |             |
| 政治思想<br>表现情况 | <p>该同志政治立场坚定，拥护中国共产党的领导，热爱祖国、热爱教育事业；有强烈的事业心和责任感，具备良好的思想品德和职业道德；为人师表，治学严谨，社会形象良好；无违法违纪记录及师德师风问题。</p> <p style="text-align: right;"><br/>(单位党组织公章)<br/>2022年11月20日</p> |    |             |

### 政治审查表

|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |    |             |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------------|
| 姓 名          | 杜娟                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 性别 | 女           |
| 出生年月         | 1987.06                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 民族 | 汉           |
| 政治面貌         | 中共党员                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 职务 | 专任教师        |
| 工作单位         | 四川工程职业技术学院                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 职称 | 讲师          |
| 文化程度         | 硕士研究生                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 电话 | 18781022031 |
| 事由           | 申报职业教育示范性虚拟仿真实训项目                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |             |
| 政治思想<br>表现情况 | <p>该同志政治立场坚定，拥护中国共产党的领导，热爱祖国、热爱教育事业；有强烈的事业心和责任感，具备良好的思想品德和职业道德；为人师表，治学严谨，社会形象良好；无违法违纪记录及师德师风问题。</p> <div style="text-align: right;"> <br/>             (单位党组织公章)<br/>             2022年 11月 20日         </div> |    |             |

## 政治审查表

|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |             |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------------|
| 姓 名          | 李欣                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 性别 | 女           |
| 出生年月         | 1990.04                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 民族 | 汉           |
| 政治面貌         | 中共党员                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 职务 | 专任教师        |
| 工作单位         | 四川工程职业技术学院                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 职称 | 讲师          |
| 文化程度         | 硕士研究生                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 电话 | 15008391233 |
| 事由           | 申报职业教育示范性虚拟仿真实训项目                                                                                                                                                                                                                                                                                |    |             |
| 政治思想<br>表现情况 | <p>该同志政治立场坚定，拥护中国共产党的领导，热爱祖国、热爱教育事业；有强烈的事业心和责任感，具备良好的思想品德和职业道德；为人师表，治学严谨，社会形象良好；无违法违纪记录及师德师风问题。</p> <div style="text-align: right;"> <br/>             (单位党组织公章)<br/>             2022年11月20日         </div> |    |             |

## 政治审查表

|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |             |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------------|
| 姓 名          | 章友谊                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 性别 | 男           |
| 出生年月         | 1979.09                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 民族 | 汉           |
| 政治面貌         | 中共党员                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 职务 | 系主持工作副书记    |
| 工作单位         | 四川工程职业技术学院                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 职称 | 教授          |
| 文化程度         | 博士研究生                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 电话 | 15883847799 |
| 事由           | 申报职业教育示范性虚拟仿真实训项目                                                                                                                                                                                                                                                                                     |    |             |
| 政治思想<br>表现情况 | <p>该同志政治立场坚定，拥护中国共产党的领导，热爱祖国、热爱教育事业；有强烈的事业心和责任感，具备良好的思想品德和职业道德；为人师表，治学严谨，社会形象良好；无违法违纪记录及师德师风问题。</p> <div style="text-align: right;"> <br/>             (单位党组织公章)<br/>             2022 年 11 月 20 日         </div> |    |             |

## 政治审查表

|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |    |             |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------------|
| 姓 名          | 吴雄斌                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 性别 | 男           |
| 出生年月         | 1968.03                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 民族 | 汉           |
| 政治面貌         | 群众                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 职务 | 无           |
| 工作单位         | 东方电气集团东方电机有限公司                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 职称 | 高级工程师       |
| 文化程度         | 大专                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 电话 | 13568237558 |
| 事由           | 申报职业教育示范性虚拟仿真实训项目                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |    |             |
| 政治思想<br>表现情况 | <p>该同志政治立场坚定，拥护中国共产党的领导，热爱祖国、热爱教育事业；有强烈的事业心和责任感，具备良好的思想品德和职业道德；为人师表，治学严谨，社会形象良好；无违法违纪记录及师德师风问题。</p> <div style="text-align: right;"> <br/>             (单位党组织公章)<br/>             调查材料专用章<br/>             2022年11月11日           </div> |    |             |

## 政治审查表

|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |             |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------------|
| 姓 名          | 傅 骏                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 性别 | 男           |
| 出生年月         | 1973. 01                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 民族 | 汉           |
| 政治面貌         | 中共党员                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 职务 | 无           |
| 工作单位         | 四川工程职业技术学院                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 职称 | 教授          |
| 文化程度         | 硕士研究生                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 电话 | 13350599040 |
| 事由           | 申报职业教育示范性虚拟仿真实训项目                                                                                                                                                                                                                                                                                     |    |             |
| 政治思想<br>表现情况 | <p>该同志政治立场坚定，拥护中国共产党的领导，热爱祖国、热爱教育事业；有强烈的事业心和责任感，具备良好的思想品德和职业道德；为人师表，治学严谨，社会形象良好；无违法违纪记录及师德师风问题。</p> <div style="text-align: right;"> <br/>             (单位党组织公章)<br/>             2021 年 11 月 20 日         </div> |    |             |

## 政治审查表

|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |             |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------------|
| 姓 名          | 李慧林                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 性别 | 男           |
| 出生年月         | 1983 年 12 月                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 民族 | 汉           |
| 政治面貌         | 中共党员                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 职务 | 无           |
| 工作单位         | 四川工程职业技术学院                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 职称 | 实验师         |
| 文化程度         | 本科                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 电话 | 15883849594 |
| 事由           | 申报职业教育示范性虚拟仿真实训项目                                                                                                                                                                                                                                                                                     |    |             |
| 政治思想<br>表现情况 | <p>该同志政治立场坚定，拥护中国共产党的领导，热爱祖国、热爱教育事业；有强烈的事业心和责任感，具备良好的思想品德和职业道德；为人师表，治学严谨，社会形象良好；无违法违纪记录及师德师风问题。</p> <div style="text-align: right;"> <br/>             (单位党组织公章)<br/>             2021 年 11 月 20 日         </div> |    |             |

## 政治审查表

|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |    |             |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------------|
| 姓 名          | 米宪儒                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 性别 | 男           |
| 出生年月         | 1988.03                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 民族 | 汉           |
| 政治面貌         | 党员                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 职务 | 无           |
| 工作单位         | 四川工程职业技术学院                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 职称 | 助教          |
| 文化程度         | 大学本科                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 电话 | 13458975180 |
| 事由           | 申报职业教育示范性虚拟仿真实训项目                                                                                                                                                                                                                                                                              |    |             |
| 政治思想<br>表现情况 | <p>该同志政治立场坚定，拥护中国共产党的领导，热爱祖国、热爱教育事业；有强烈的事业心和责任感，具备良好的思想品德和职业道德；为人师表，治学严谨，社会形象良好；无违法违纪记录及师德师风问题。</p> <p style="text-align: right;"> <br/>             (单位党组织公章)<br/>             2019年11月20日           </p> |    |             |

## 2. 校外评价意见

### 东方汽轮机有限公司焊工培训站

#### 关于虚拟仿真实训项目《抽水储能电站蜗壳装配》的评价

东方汽轮机有限公司是一家研究、设计、制造大型发电设备的高新技术国有企业，也是全国机械工业 100 强企业和我国三大汽轮机制造基地之一，产品涵盖煤电、核电、气电、节能环保发电、电站服务、新能源材料、分布式能源、电站辅机等多个领域。因此，我公司本身需要培训焊工，也要面对社会培训实用型焊工。每年培训 300 人次左右。在多年焊工培训过程中，先后引用过许多焊工培训项目。四川工程职业技术学院和我站联合研讨，开发了抽水储能电站蜗壳装配虚拟仿真实训项目，用于培训员工专业制造能力，辅助开发制造工艺，很好地解决了培训过程中高投入、高损耗、高风险及难实施、难观摩、难再现的“三高三难”痛点和难点，能很好帮助学员快速掌握操作技巧，提高综合素质和技能水平。

该虚拟仿真实训项目紧紧围绕区域经济发展需求和地区资源特色，以企业真实工作任务为载体，引导学员深入产品装配焊接任务、关注行业发展问题，为德阳市加工行业输送了大批高素质焊接岗位技术技能人才。



东方汽轮机有限公司焊工培训站

2022 年 11 月 8 日

### 3. 课程标准

## 焊接结构制造工艺及实施 课 程 标 准

|        |          |
|--------|----------|
| 部 门:   | 材料工程系    |
| 执 笔 人: | 朱小兵      |
| 审 核 人: | 李 明      |
| 制定时间:  | 2020. 07 |
| 修订时间:  | 2022. 07 |

四川工程职业技术学院教务处制

二〇二〇年二月



## 目 录

|                  |    |
|------------------|----|
| <b>一、课程基本信息</b>  | 2  |
| <b>二、课程性质与任务</b> | 2  |
| (一) 课程性质         | 2  |
| (二) 课程任务         | 2  |
| <b>三、课程目标</b>    | 3  |
| (一) 课程总目标        | 3  |
| (二) 课程具体目标       | 3  |
| <b>四、课程结构与内容</b> | 4  |
| (一) 课程结构         | 4  |
| (二) 课程内容         | 7  |
| <b>五、学生考核与评价</b> | 14 |
| <b>六、教学实施与保障</b> | 15 |
| (一) 教学方法与手段      | 15 |
| (二) 教学团队         | 15 |
| (三) 教学环境         | 16 |
| (四) 教学资源         | 17 |
| (五) 选用教材         | 17 |

## 一、课程基本信息

《焊接结构制造工艺及实施》课程的基本信息如表 1 所示。

表 1 课程基本信息表

|      |                                      |                                       |                        |
|------|--------------------------------------|---------------------------------------|------------------------|
| 课程名称 | 焊接结构制造工艺及实施                          | 开课系部                                  | 材料工程系                  |
| 课程代码 | Z0804B032002                         | 考核性质                                  | 考试                     |
| 学时   | 64                                   | 学分                                    | 4                      |
| 前导课程 | 焊接工艺制定与评定<br>焊接方法及设备使用<br>机器人焊接技术与操作 | 后续课程                                  | 焊接专业毕业综合实践<br>焊接专业顶岗实习 |
| 课程类型 | 理论课                                  | 是 <input type="checkbox"/>            |                        |
|      | 实践课                                  | 是 <input type="checkbox"/>            |                        |
|      | 理实一体                                 | 是 <input checked="" type="checkbox"/> |                        |

## 二、课程性质与任务

### （一）课程性质

《焊接结构制造工艺及实施》是智能焊接技术专业的一门专业核心课程,是在学习了《焊接工艺制定与评定》《焊接方法及设备使用》、《机器人焊接技术与操作》等课程,具备了一定的焊接设备操作基础和焊接工艺编制等知识的基础上,开设的一门“理实一体化”课程。

### （二）课程任务

全面贯彻党的教育方针,落实立德树人根本任务,对接智能焊接技术专业人才培养目标,面向焊接工程技术人员和焊工职业中焊接工艺编制、焊接生产实施等岗位,使学生熟悉焊接结构制造工艺流程,掌握焊接应力与变形、备料、装配、焊接、检验等关键环节的专业知识和操作技能,培养学生综合运用专业知识编制结构生产工艺和焊接制造的能力,同时以“弘扬重装文化,传承三线精神,践行工匠精神,

笃定强国重任”为主线，将思政内容有机融入课程、同向设计，实现润物细无声的育人效果，全面提升学生综合职业能力。

### 三、课程目标

#### （一）课程总目标

本课程依据《焊接制造岗位职业标准》《高等职业教育专科焊接技术与自动化专业教学标准》和校企联合制定的“焊接专业人才培养方案”，对接“焊接机器人编程与维护职业技能等级证书”和国际焊接大赛中“组合件赛项”的相关要求，基于焊接结构制造过程重构课程内容。通过本课程的学习，学生能够准确分析出焊接结构制造的重难点，会根据实际生产条件制定焊接制造方案，能选择合适的焊接方法、制定合理的焊接工艺并实施；具备从事焊接工艺编制、焊接离线编程、焊接机器人操作等工作的能力；提高学生环保意识、安全意识、质量意识和规范意识，为培养“懂工艺、精焊接、强担当”的高素质焊接专业技术技能人才提供有力支撑。

#### （二）课程具体目标

本课程的具体目标分为素质目标、知识目标和能力目标三个方面，如表 2 所示：

表 2 课程目标

|      |                                                                                                                                                                                                                               |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 素质目标 | <ol style="list-style-type: none"><li>1. 弘扬劳动光荣、技能宝贵、创造伟大的时代精神；</li><li>2. 传承无私奉献、团结协作、勇于创新、的三线精神；</li><li>3. 培养爱岗敬业、认真专注、精益求精的工匠精神；</li><li>4. 弘扬重装文化，培养重装行业民族工业自豪感、激发技能报国的情怀；</li><li>5. 树立绿色生产、绿色低碳、环境保护、安全防护理念；</li></ol> |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             | 6. 树立成本意识、规范意识、标准意识、质量意识                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>知识目标</b> | 7. 掌握典型焊接产品结构制造工艺流程和制造重难点；<br>8. 理解焊接结构制造的焊接方法、工艺选择；<br>9. 掌握焊接应力与变形的关系；<br>10. 掌握常见防止焊接结构变形的工艺措施；<br>11. 掌握典型焊接产品备料工艺流程和工艺规程的编制；<br>12. 掌握常用的装配方法、特点及应用场合和装配的三要素；<br>13. 掌握焊接离线编程步骤和轨迹设置要点；<br>14. 掌握常见清洁能源发电装备焊接制造工艺编制；<br>15. 掌握焊接结构质量检测的方法；<br>16. 熟悉质量管理与质量认证、技术经济分析基础知识。                                          |
| <b>能力目标</b> | 17. 能够合理选择焊接方法、焊接材料、焊接参数和焊件预处理及后处理工艺措施；<br>18. 能根据生产条件，编制常见重装产品的制造工艺流程；<br>19. 能结合实际加工条件和要求完成焊接结构的备料；<br>20. 能选择合理的装配方案并完成焊接结构的装配；<br>21. 能够合理运用装配工装夹具，提高装配效率和质量；<br>22. 能编辑优化焊接离线编程程序，并进行仿真焊接；<br>23. 能够使用焊接变位机和焊接机器人协调完成焊接；<br>24. 能够按照相关工艺要求和实际条件制造出合格的产品；<br>25. 能根据技术要求和制造标准完成焊接结构的检测；<br>26. 能够依据相关检测标准判定焊接结构的质量。 |

## 四、课程结构与内容

### （一）课程结构

以典型焊接结构为载体，以焊接结构制造“备料、装配、焊接、检验”工艺流程为主线，将课程重构成由易到难、从简单到复杂的4个教学项目（图1）：项目一 风力发电机塔架焊接制造、项目二 水轮发电机定子机座

焊接制造、项目三 抽水蓄能电站蜗壳焊接制造、项目四 核电机组换热器焊接制造，总学时共计64学时，详细情况如表3所示。

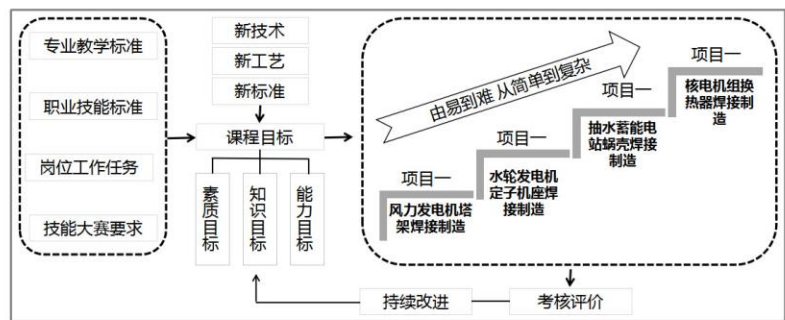


图 1 课程重构框架图

表 3 课程结构

| 序号 | 项目                                 | 任务              | 学时 | 制造重难点                                                       |
|----|------------------------------------|-----------------|----|-------------------------------------------------------------|
| 1  | 项目一：<br>风力发电<br>机塔架的<br>焊接制造       | 任务 1：塔架焊接制造方案设计 | 12 | 1. 风力发电机塔架结构的 <b>变形控制</b> ；<br>2. 风力发电机塔架的 <b>焊接</b> 。      |
|    |                                    | 任务 2：塔架的备料      |    |                                                             |
|    |                                    | 任务 3：塔架的装配      |    |                                                             |
|    |                                    | 任务 4：塔架焊接离线编程   |    |                                                             |
|    |                                    | 任务 5：塔架的焊接      |    |                                                             |
|    |                                    | 任务 6：塔架的检测      |    |                                                             |
| 2  | 项目二：<br>水轮发电<br>机定子机<br>座的焊接<br>制造 | 任务 1：基座焊接制造方案设计 | 16 | 1. 基座的 <b>环板与筋板装配</b> ；<br>2. 基座 <b>焊接变形的控制</b> 。           |
|    |                                    | 任务 2：基座的备料      |    |                                                             |
|    |                                    | 任务 3：基座的装配      |    |                                                             |
|    |                                    | 任务 4：机器人焊接离线编程  |    |                                                             |
|    |                                    | 任务 5：基座的的焊接     |    |                                                             |
|    |                                    | 任务 6：基座的检验      |    |                                                             |
|    |                                    | 任务 7：机座总装焊接     |    |                                                             |
|    |                                    | 任务 8：基座的检验      |    |                                                             |
| 3  | 项目三：<br>抽水蓄能<br>电站蜗壳<br>焊接制造       | 任务 1：蜗壳制造方案设计   | 16 | 1. 抽水蓄能电站蜗壳的 <b>卷制成形</b> ；<br>2. 抽水蓄能电站蜗壳 <b>瓦块的拼焊</b> 。    |
|    |                                    | 任务 2：蜗壳的备料      |    |                                                             |
|    |                                    | 任务 3：蜗壳的装配      |    |                                                             |
|    |                                    | 任务 4：蜗壳焊接离线编程   |    |                                                             |
|    |                                    | 任务 5：蜗壳座环的焊接    |    |                                                             |
|    |                                    | 任务 6：蜗壳壳体的焊接    |    |                                                             |
|    |                                    | 任务 7：蜗壳座环与壳体的装焊 |    |                                                             |
|    |                                    | 任务 8：蜗壳的检验      |    |                                                             |
| 4  | 项目四：<br>核电机组<br>换热器的<br>焊接制造       | 任务 1：换热器制造方案设计  | 20 | 1. 封头展开计算、备料与成形；<br>2. 换热管的装配与焊接变形控制；<br>3. 筒体的 <b>焊接</b> 。 |
|    |                                    | 任务 2：换热器的备料     |    |                                                             |
|    |                                    | 任务 3：换热器的装配     |    |                                                             |
|    |                                    | 任务 4：筒体焊接离线编程   |    |                                                             |
|    |                                    | 任务 5：支撑板和管板焊接离  |    |                                                             |

| 序号  | 项目 | 任务             | 学时 | 制造重难点 |
|-----|----|----------------|----|-------|
|     |    | 线编程            |    |       |
|     |    | 任务 6: 筒体的焊接    |    |       |
|     |    | 任务 7: 管束支撑板的焊接 |    |       |
|     |    | 任务 8: 管板焊接     |    |       |
|     |    | 任务 9: 封头的焊接    |    |       |
|     |    | 任务 10: 换热器的检验  |    |       |
| 总学时 |    |                | 64 |       |

## (二) 课程内容

通过典型真实焊接制造产品生产案例,体现焊接产品制造过程中的“方案设计、备料、装配、焊接、检验”等环节的制造难点,并基于工作任务组织重构了课程的知识点、能力点和素质点,每个项目均以焊接结构制造过程为学习主线,将工作流程转化为符合教学规律和学生认知规律的进阶式教学任务,体现由浅入深、循序渐进的学习规律,具体内容如表4所示。

表4 课程内容

| 项目                               | 任务                              | 主要教学内容                                                                                           | 学时 | 思政元素                                |
|----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------------------------------------|
| 项目一:<br>风力发<br>电机塔<br>架的焊<br>接制造 | 任务 1:<br>塔架焊<br>接制造<br>方案设<br>计 | 1. 杆系焊接结构的组成、技术要求和制造重难点;<br>2. 焊接方法与材料的选择;<br>3. 焊接、修补工艺的制定;<br>4. 后处理方式确定;<br>5. 主轴焊接制造加工方案的制定。 | 2  | 1. 文化自信;<br>2. 民族自豪感;<br>3. 绿色生产理念。 |
|                                  | 任务 2:<br>塔架的<br>备料              | 1. 放样、划线的工具及操作;<br>2. 常用切割的方法、设备及应用;<br>3. 坡口加工方法、设备及应用;<br>4. 主轴水轮发电机组主轴的划线、放样和备料。              | 2  | 1. 生产效率和成本意识;<br>2. 量材巧用。           |
|                                  | 任务 3:                           | 1. 塔架装配基本条件、基准及选择;                                                                               | 2  | 1. 协作精神;                            |

| 项目                 | 任务                              | 主要教学内容                                                                                   | 学时 | 思政元素                                  |
|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----|---------------------------------------|
|                    | 塔架的装配                           | 2. 塔架装配中定位焊;<br>3. 塔架装配工艺方法及特点;<br>4. 塔架装配工艺制定方法及要点;<br>5. 塔架的装配工艺及装配。                   |    | 2. 责任担当。                              |
|                    | 任务 4:<br>机器人<br>焊接离<br>线编程      | 1. 离线编程步骤;<br>2. 离线编程 TCP 轨迹的设置;<br>3. 焊接仿真与程序优化。                                        | 2  | 1. 创新意识;<br>2. 科学思维。                  |
|                    | 任务 5:<br>塔架的<br>焊接              | 1. 焊接方法的选择依据和选择;<br>2. 焊接变形的控制措施;<br>3. 焊接残余变形的矫正方法;<br>4. 水轮发电机组主轴的焊接。                  | 2  | 1. 规范意识;<br>2. 安全意识;<br>3. 劳动精神。      |
|                    | 任务 6:<br>塔架的<br>检验              | 1. 焊接结构整体检测内容和依据;<br>2. 焊接接头外观质量检测方法;<br>3. 风力发电机塔架的的检验。                                 | 2  | 1. 标准意识;<br>2. 质量意识。                  |
| 项目一 总学时            |                                 |                                                                                          | 12 |                                       |
| 项目二：水轮发电机定子机座的焊接制造 | 任务 1:<br>基座焊<br>接制造<br>方案设<br>计 | 1. 基座制造技术要求和重难点;<br>2. 焊接方法与材料的选择;<br>3. 焊接、修补工艺的选择;<br>4. 后处理方式确定;<br>5. 基座焊接制造加工方案的制定。 | 2  | 1. 文化自信;<br>2. 民族工业自豪感;<br>3. 绿色生产理念。 |
|                    | 任务 2:<br>基座的<br>备料              | 1. 放样、划线的工具及操作;<br>2. 坡口加工方法、设备及应用;<br>3. 常用切割的方法、设备及应用;<br>4. 基座的划线、放样和备料。              | 2  | 1. 生产效率和成本意识;<br>2. 量材巧用。             |
|                    | 任务 3:<br>基座的<br>装配              | 1. 装配的基本条件、基准及选择;<br>2. 装配中的测量、装配中的定位焊;<br>3. 焊接结构装配顺序基本类型;                              | 2  | 1. 团队协作精神;<br>2. 顾全大局                 |

| 项目                                    | 任务                          | 主要教学内容                                                                                                | 学时 | 思政元素                                    |
|---------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----------------------------------------|
|                                       |                             | 4. 基座装配工艺制定方法及要点;<br>5. 基座装配工艺及装配。                                                                    |    | 意识。                                     |
|                                       | 任务 4:<br>机器人<br>焊接 离<br>线编程 | 1. 基座离线编程步骤;<br>2. 基座离线编程 TCP 轨迹的设置;<br>3. 基座程序设置;<br>4. 基座焊接仿真与程序优化。                                 | 2  | 1. 创新意识;<br>2. 科学思维。                    |
|                                       | 任务 5:<br>环板的<br>焊接          | 1. 环板的定位焊接;<br>2. 环板机器人轨迹设置与优化;<br>3. 环板的机器人焊接;<br>4. 环板焊接质量检验。                                       | 2  | 1. 吃苦耐劳<br>的精神;<br>2. 热爱劳动<br>的精神。      |
|                                       | 任务 6:<br>加强筋<br>的焊接         | 1. 加强筋焊接工艺确定;<br>2. 焊接虚拟仿真与参数优化;<br>3. 加强筋焊接;<br>4. 加强筋焊接后的焊接质量检验。                                    | 2  | 1. 团队合作<br>意识;<br>2. 精益求精<br>的工匠精<br>神。 |
|                                       | 任务 7:<br>机座总<br>装焊接         | 1. 焊接方法的选择依据和选择;<br>2. 焊接变形的控制措施;<br>3. 焊接残余变形的矫正方法;<br>4. 汽轮机高压缸基座的焊接。                               | 2  | 1. 技能报国<br>情怀;<br>2. 责任担当。              |
|                                       | 任务 8:<br>基座的<br>检验          | 1. 焊接结构整体检测内容和依据;<br>2. 焊接接头缺陷的检测方法;<br>3. 汽轮机高压缸基座的检验。                                               | 2  | 1. 标准意识;<br>2. 质量意识。                    |
| 项目二 总学时                               |                             |                                                                                                       | 16 |                                         |
| 项目<br>三: 抽<br>水蓄能<br>电站蜗<br>壳焊接<br>制造 | 任务 1:<br>蜗壳制<br>造方案<br>设计   | 1. 制造关键点分析;<br>2. 备料方案选择;<br>3. 装配方案选择;<br>4. 焊接方法选择;<br>5. 检验方法的选择;<br>6. 检验方法选择<br>7. 蜗壳焊接制造工艺方案优化。 | 2  | 1. 三线精<br>神;<br>2. 绿色生<br>产理<br>念。      |

| 项目 | 任务                              | 主要教学内容                                                                                                              | 学时 | 思政元素                      |
|----|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---------------------------|
|    | 任务 2:<br>蜗壳的<br>备料              | 1. 备料工艺的确定;<br>2. 座环的划线与下料;<br>3. 座环试板的尺寸检验;<br>4. 蜗壳单节坯料的展开计算;<br>5. 蜗壳单节的卷制成形;<br>6. 蜗壳单节成形后检验。                   | 2  | 1. 生产效率和成本意识;<br>2. 量材巧用。 |
|    | 任务 3:<br>蜗壳的<br>装配              | 1. 装配方案分享;<br>2. 装配虚拟仿真练习;<br>3. 装配方案优化;<br>4. 座环装配试装;<br>5. 蜗壳单节的装配;<br>6. 蜗壳 C 形节的装配;<br>7. 装配后的检验。               | 2  | 1. 工匠精神;<br>2. 大局意识。      |
|    | 任务 4:<br>蜗壳座<br>环焊接<br>离线编<br>程 | 1. 蜗壳离线编程方案确定;<br>2. 环板拼焊离线编程与仿真焊接;<br>3. 焊接变位机的设置;<br>4. 导叶离线编程与仿真焊接;<br>5. 瓦块与瓦块贯彻的编程与仿真焊接;<br>6. 瓦块与直筒体的编程与仿真焊接。 | 2  | 1. 创新意识;<br>2. 科学思维。      |
|    | 任务 5:<br>蜗壳座<br>环的焊<br>接        | 1. 程序导入及调试;<br>2. 环板拼焊讲解示范;<br>3. 座环环板的拼焊;<br>4. 环板与导叶焊接;<br>5. 座环焊接质量检测。                                           | 2  | 1. 规范意识;<br>2. 安全意识。      |
|    | 任务 6:<br>蜗壳壳<br>体的焊<br>接        | 1. 蜗壳 C 形节机器人焊接;<br>2. 蜗壳瓦块贯彻机器人焊接;<br>3. 蜗壳瓦块与瓦块贯彻的机器人焊接;<br>4. 瓦块贯彻与直筒体的机器人焊接                                     | 2  | 1. 吃苦耐劳精神;<br>2. 劳动精神。    |

| 项目               | 任务                  | 主要教学内容                                                                                                          | 学时 | 思政元素                                  |
|------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---------------------------------------|
|                  |                     | 讲解示范；<br>5. 瓦块贯彻与直筒体的机器人焊接；<br>6. 蜗壳瓦块焊接后质量检验。                                                                  |    |                                       |
|                  | 任务 7：<br>蜗壳座环与壳体的焊接 | 1. 蜗壳座环与壳体焊接工艺虚拟仿真；<br>2. 蜗壳座环与壳体装焊工艺优化；<br>3. 蜗壳座环与壳体试装试焊；<br>4. 蜗壳座环与壳体规范装焊；<br>5. 蜗壳座环与壳体正常装焊；<br>6. 关键技术点拨。 | 2  | 1. 认真专注的工作态度；<br>2. 精益求精的精神。          |
|                  | 任务 8：<br>蜗壳的检验      | 1. 蜗壳检验方案的确定；<br>2. 蜗壳整体结构尺寸检测；<br>3. 焊缝外观检；<br>4. 超声检测讲解示范；<br>5. 超声检测；<br>6. 蜗壳密封性检测。                         | 2  | 1. 标准意识；<br>2. 质量意识。                  |
| 项目三 总学时          |                     |                                                                                                                 | 16 |                                       |
| 项目四：核电机组换热器的焊接制造 | 任务 1：<br>换热器焊接方案设计  | 1. 换热器的制造技术要求和重难点；<br>2. 焊接方法与材料的选择；<br>3. 焊接、修补工艺的选择；<br>4. 后处理方式确定；<br>5. 换热器焊接制造加工方案的制定。                     | 2  | 1. 文化自信；<br>2. 民族工业自豪感；<br>3. 绿色生产理念。 |
|                  | 任务 2：<br>换热器的备料     | 1. 放样、划线的工具及操作；<br>2. 常用切割的方法、设备及应用；<br>3. 常用坡口加工方法、设备及应用；<br>4. 换热器的划线、放样和备料。                                  | 2  | 1. 生产效率和成本意识；<br>2. 量材巧用。             |

| 项目 | 任务                                        | 主要教学内容                                                                                            | 学时 | 思政元素                         |
|----|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|------------------------------|
|    | 任务 3:<br>换 热 器<br>的 装 配                   | 1. 装配的基本条件、基准及选择;<br>2. 装配中的测量、装配中的定位焊;<br>3. 焊接结构装配顺序基本类型;<br>4. 装配工艺制定方法及要点;<br>5. 换热器的装配工艺及装配。 | 2  | 1. 团队协作精神;<br>2. 顾全大局意识。     |
|    | 任务 4:<br>筒 体 焊<br>接 离 线<br>编 程            | 1. 筒体焊接离线编程步骤;<br>2. 筒体焊接离线编程 TCP 轨迹设置;<br>3. 筒体焊接程序设置;<br>4. 筒体焊接仿真与程序优化。                        | 2  | 1. 创新意识;<br>2. 科学思维。         |
|    | 任务 5:<br>支 撑 板<br>和 管 板<br>焊 接 离<br>线 编 程 | 1. 支撑板和管板焊接离线编程步骤;<br>2. 支撑板和管板离线编程 TCP 轨迹的设置;<br>3. 支撑板和管板程序设置;<br>4. 支撑板和管板焊接仿真与程序优化。           | 2  | 1. 严谨规范意识;<br>2. 安全生产意识。     |
|    | 任务 6:<br>筒 体 的<br>焊 接                     | 1. 筒体的定位焊接;<br>2. 筒体机器人轨迹设置与优化;<br>3. 筒体的机器人焊接;<br>4. 筒体焊接质量检验。                                   | 2  | 1. 吃苦耐劳的精神;<br>2. 热爱劳动的精神。   |
|    | 任务 7:<br>管 束 支<br>撑 板 的<br>焊 接            | 1. 支撑板的定位焊接;<br>2. 支撑板机器人轨迹设置与优化;<br>3. 支撑板的机器人焊接;<br>4. 支撑板焊接质量检验。                               |    |                              |
|    | 任务 8:<br>管 板 的<br>焊 接                     | 1. 换热管的定位焊接;<br>2. 换热管机器人轨迹设置与优化;<br>3. 换热管的机器人焊接;<br>4. 换热管焊接质量检验。                               | 2  | 1. 认真专注的工作态度;<br>2. 精益求精的精神。 |
|    | 任务 9:                                     | 1. 封头焊接工艺确定;                                                                                      | 2  | 1. 取长补短、                     |

| 项目      | 任务         | 主要教学内容                                                                                                           | 学时 | 思政元素                     |
|---------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|--------------------------|
|         | 封头的焊接      | 2. 封头焊接氩弧焊虚拟仿真；<br>3. 封头氩弧焊工艺参数优化；<br>4. 封头氩弧焊焊接；<br>5. 封头焊接后的焊接质量检验。                                            |    | 团队合作意识；<br>2. 精益求精的工匠精神。 |
|         | 10: 换热器的检验 | 1. 焊接结构的检测内容和依据；<br>2. 换热器整体结构尺寸检验；<br>3. 焊缝外观尺寸检验；<br>4. 焊缝表面缺陷检验；<br>5. 焊缝无损检验；<br>6. 换热器密封性检验；<br>7. 换热器水压试验。 | 2  | 1. 标准意识；<br>2. 质量意识。     |
| 项目四 总学时 |            |                                                                                                                  | 20 |                          |
| 总学时     |            |                                                                                                                  | 64 |                          |

## 五、学生考核与评价

结合岗位职业素养，明确岗位素质、知识和能力要求，细化职业素养类别，采用经验值等级评价体系进行考核评价。结合学习通、虚拟仿真系统、离线编程系统和企业大师、专任教师、学生等生成学生信息化数据，抓取学生全过程学习要素，生成过程评价；对比每个项目学生经验值的获得率，实现增值评价；以学生完成真实产品的质量考核情况，得到结果评价。及时发现教师课堂教学与学生培养目标之间的偏差，有针对性的进行修正，调整教学策略，并根据每个任务的综合评价结果有差异性的布置课后学习任务和完成不同的训练任务。

表 5 课程考核指标与占比

| 评价类型         |                | 评价指标                | 评价主体          | 评价方式                                      |
|--------------|----------------|---------------------|---------------|-------------------------------------------|
| 过程性评价<br>60% | 学习通 16%        | 在线测试、在线参与互动情况等      | 教师、学生         | 学习通 APP                                   |
|              | 虚拟仿真系统 12%     | 虚拟仿真任务完成和训练情况       | 教师            | 虚拟仿真平台                                    |
|              | 焊接离线编程与仿真系统 8% | 焊接离线编程与仿真任务完成和训练情况  | 教师            | 焊接离线编程与仿真系统                               |
|              | 实操训练评分表 20%    | 实操环节与操作结果情况         | 教师、学生<br>企业教师 | 实操评分表                                     |
| 结果性评价<br>30% | 项目完成后          | 产品完成质量              | 教师<br>企业教师    | 项目完成情况考核表                                 |
| 增值性评价<br>10% | 全过程            | 项目完成前后学习经验值获得率的增值情况 | 教师            | 学习通 APP<br>虚拟仿真平台<br>焊接离线编程与仿真系统<br>实操评分表 |

## 六、教学实施与保障

### （一）教学方法与手段

本课程采用项目化教学，以任务为驱动，基于焊接结构制造过程开展教学，结合在线开放课程和专业教学资源库资源，重点解决在课程教学中，学生对焊接制造方案设计、备料、装配、焊接、检验等经验不足等问题。针对本课程教学内容实际，考虑学生特点，课堂可采用项目式教学法、案例导入法、小组合作法、示范法、实操法教学法等，并结合在线课程、三维动画、虚拟仿真、智慧教学平台等资源，让学生在有趣、开放、智慧的课堂中掌握知识技能、解决重点、突破难点，完成教学目标。在课前、课中、课后三个阶段通过过程性教学评价，提高学生对典型清洁能源发电装备焊接制造的能力，培养学生自主学习、规范操作的能力和吃苦耐劳、精益求精的工匠精神。

### （二）教学团队

从事本课程教学的教师，应具备以下相关知识、能力和资质：

1.具备焊接结构制造与焊接操作的基本能力；焊接结构制造工艺流程设计分析的能力；备料工艺与装焊工艺的编制及实施能力；焊接机器人离线编程与调试的能力；焊接设备的安装、调试、维护能力；安全指导以及较强的教学组织、管理及协调能力；熟悉相应国家标准和工艺规范。

2.掌握高等职业教育的教学规律，能进行学情分析和教学设计，能有效实施教学，能在课程内容、教学方法、教学手段、教学评价等方面进行教改研究，信息化素养较高、能制作精良的课程教学资源。

3.本课程师资由专兼职教师共同组成。校内专任教师具有双师资格证的指导教师（高校教师资格证书+焊接职业技能等级证书中级及

以上)；企业大师参与教学，课程中 20%以上的教学任务由企业兼职教师承担。

### (三) 教学环境

#### 1. 校内教学场地与平台

焊接工艺综合实训室、焊接生产性实训基地、机器人焊接实训中心、焊接虚拟仿真实训室、机器人离线编程实训室、焊接检测检验中心、重大技术装备材料成型虚拟仿真实训基地等实训场地，20T 以上起重机、数控火焰切割设备 2 套以上、半自动切割机 2 套以上、空气等离子切割机 1 台以上、剪板机、卷板机、折边机、油压机各 1 台、装焊平台 8 个以上、焊接设备 10 套以上、焊接滚轮架 2 套以上，其他常用配套生产工具、夹具、量具等器具设备，电脑、无线网络，满足典型焊接结构制造从工艺设计、生产、检验等全过程理论教学、虚拟仿真训练和实训操作要求，以及满足教师利用现代信息技术手段教学的要求。

#### 2. 校外实习实训基地

表 6 《焊接结构制造工艺及实施》课程校外实习基地

| 序号 | 校外实习基地名称             | 合作企业名称     | 用途                    | 合作深度要求      |
|----|----------------------|------------|-----------------------|-------------|
| 1  | 东方电机有限公司<br>校外实训基地   | 东方电机有限公司   | 认知实习<br>生产性实训<br>岗位实习 | 订单班<br>合作企业 |
| 2  | 东方汽轮机有限公司<br>校外实训基地  | 东方汽轮机有限公司  | 认识实习<br>岗位实习          | 紧密合作型       |
| 3  | 东方锅炉股份有限公司<br>校外实训基地 | 东方锅炉股份有限公司 | 认识实习<br>岗位实习          | 紧密合作型       |

#### （四）教学资源

表 7 《焊接结构制造工艺及实施》课程数字化资源选用表

| 序号 | 数字化资源名称                 | 资源网址                                                                                                                                          |
|----|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 国家职业教育焊接技术及自动化专业教学资源库   | <a href="http://hjzyk.36ve.com:8103/?q=node/56661">http://hjzyk.36ve.com:8103/?q=node/56661</a>                                               |
| 2  | 省级精品在线开放课程《焊接结构制造工艺及实施》 | <a href="https://www.xueyinonline.com/detail/223276490">https://www.xueyinonline.com/detail/223276490</a>                                     |
| 3  | 虚拟仿真资源《焊接结构制造工艺及实施》     | <a href="https://scetc.walkclass.com/dataCenter/index.html#/vd/2374/1300">https://scetc.walkclass.com/dataCenter/index.html#/vd/2374/1300</a> |

#### （五）选用教材

表 8 《焊接结构制造工艺及实施》课程教材选用表

| 序号 | 教材名称          | 教材类型    | 出版社     | 主编  | 出版日期    |
|----|---------------|---------|---------|-----|---------|
| 1  | 《焊接结构制造工艺及实施》 | 国家规划教材  | 机械工业出版社 | 朱小兵 | 2017.12 |
| 2  | 《典型焊接结构件制造》   | 自编活页式教材 | 校本教材    | 朱小兵 | 2021.07 |