

# 区域化视角下风电专业课程《风电机组安装与调试》模块化设计探索

彭婧, 丁占旭, 陈子玉, 彭丹丹

武汉电力职业技术学院, 湖北 武汉 430079

**摘要** 《风电机组安装与调试》课程作为风力发电工程技术专业必修课程, 在当前风电发展的背景下如何建设显得尤为重要<sup>[1]</sup>。本文基于区域化视角, 以问题为导向, 基于课程模块化设计, 探索了《风电机组安装与调试》课程的建设方法, 旨在培养学生扎实的基础理论知识、实践技能及工程素养, 以满足区域风电行业的快速发展<sup>[2]</sup>。

**关键词** 区域化; 风电机组安装与调试; 模块化设计

## Exploration on the Modular Design of the Wind Power Professional Course "Installation and Commissioning of Wind Turbines" from the Perspective of Regionalization

Peng Jing, Ding Zhanxu, Chen Ziyu, Peng Dandan

Wuhan Electric Power Technical College, Wuhan, Hubei 430079

**Abstract** : As a compulsory course for wind power engineering technology majors, the course of "Installation and Commissioning of Wind Turbines" is particularly important in the current development of wind power<sup>[1]</sup>. This paper is based on a regional perspective, problem oriented, and based on modular course design, exploring the construction method of the course "Installation and Commissioning of Wind Turbines", aiming to cultivate students' solid basic theoretical knowledge, practical skills, and engineering literacy to meet the rapid development of the regional wind power industry<sup>[2]</sup>.

**Keywords** : regionalization; installation and commissioning of wind turbines; modular design

## 一、研究背景

《风电机组安装与调试》课程是风电专业的核心课程, 是培养学生从事风电机组的车间装配、调试、系统的运行与验收的课程, 为从事风电行业相关技术工作提供必要的知识基础与实践应用基础<sup>[3]</sup>。

目前, 在不同的省份, 由于有关风电行业政策法规风电产业特点及人才需求不同, 课程构建内容、教学配套设备及课程配套资源建设会有差异<sup>[4]</sup>。武汉电力职业技术学院作为湖北省唯一一所开办风力发电技术专业的职业院校, 承担着为区域的风电行业发展提供技能型风电人才的责任和义务, 如何聚焦区域发展来建设风电专业和课程, 本文以《风电机组安装与调试》课程的建设为例来聚焦探索区域化特色的新能源专业核心课程建设路径和方法<sup>[5]</sup>。

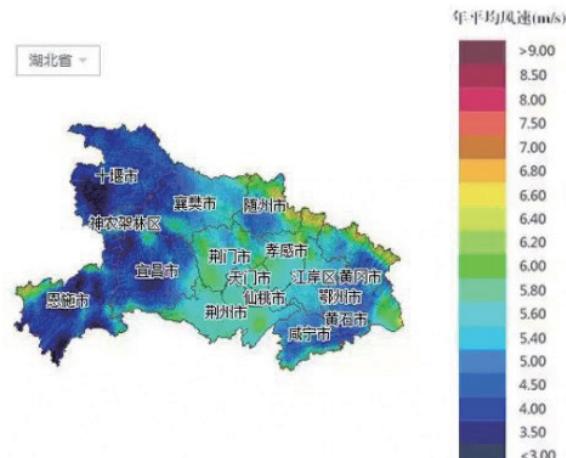
## 二、调研

### 1. 调研湖北省风电资源、风电行业发展规划与行业需求分析

湖北省的风能资源主要集中在中高山地区、冷空气南下通道区域以及湖岛和沿湖地带, 具有显著的季节性特征, 冬春季节风能资源丰富, 夏秋季则相对较弱, 这与水电资源形成季节性互补

7。据2017年数据, 湖北省风能资源总储量达到2775万千瓦, 展现出巨大的开发潜力<sup>[6]</sup>。

湖北省风能资源的空间分布具有“三带一区”的特征, 具体包括鄂东北的桐柏山大别山一线(随州至麻城)、中部的襄荆通道(襄阳至荆门)、鄂西南的利川齐岳山高山、鄂东低山丘陵湖区(黄冈东部、黄石、咸宁), 图1所示。



>图1湖北所属各市风能资源分布地图

**课题信息**: 本文论来自湖北省职业技术教育学会科学研究课题, 课题名称是: 区域化视角下风电专业课程建设探索与实践——以《风电机组安装与调试》课程为例, 课题编号ZJGB2023061。

**作者简介**:

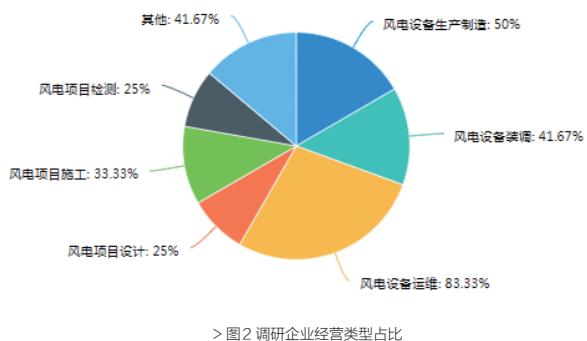
彭婧, 武汉电力职业技术学院能源动力工程系风力发电工程技术专业教师, 副教授, 主要研究方向: 模块化教学改革, 风电机组安装与调试。  
丁占旭, 中国中车集团有限公司风电事业部, 高工, 主要负责风电安装与调试的质检工作。

根据湖北省政府公布的《湖北省能源发展“十四五”规划》，到2025年，湖北省计划新增光伏发电和风电装机各1500万千瓦和500万千瓦，使得光伏和风电的总装机容量达到3200万千瓦，年发电量预计为400亿千瓦时。

根据相关研究表明，每1MW风力发电项目，能创造17.9个就业岗位。到2025年，可以创造89,500个岗位。

2. 分析本地风电行业的人才需求，识别行业中技术和技能、素质的具体需求<sup>[7]</sup>。

汇总分析湖北省企业调研问卷，目前调研的风电企业经营范围主要为风电设备运维、风电设备生产制造、风电设备装调、风电项目施工、设计和检测，还涉及风电场开发投资、风电人力资源服务等，经营类型占比如图2。



> 图2 调研企业经营类型占比

调查共有风力发电工程技术专业的82名毕业生参与调查，其中男生占比约97.1%，女生占比2.9%。

表1 课程能力重要性排名

序号	课程	重要性 (觉得重要)
1	绘图与识图能力	67.8
2	机械、电气设备装调能力	76.5
3	风电设备故障诊断与排查能力	80.4
4	风电设备运行操作能力	80.6
5	工器具、仪器仪表使用能力	82.8
6	风险资源评估能力	55.7
7	风电场运行管理能力	67.1

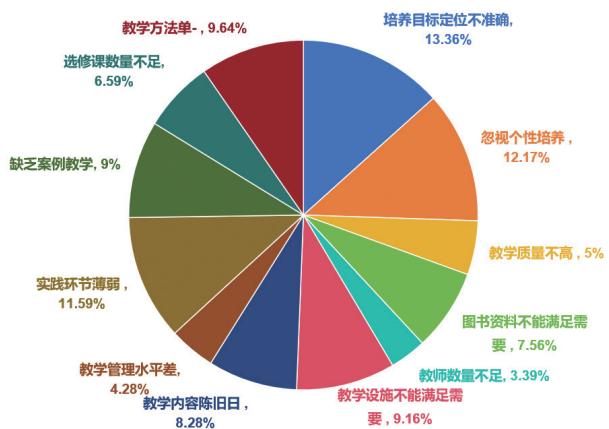
素养方面，自我学习、管理能力，与人交流、合作能力，分析解决问题能力等能力被认为非常重要。

表2 课程素养能力重要性排名

序号	课程	重要性 (觉得重要)
1	自我学习、管理能力	89.2%
2	与人交流、合作能力	90%
3	语言文字表达能力	90%
4	开拓创新能力	77.1%
5	分析解决问题能力	90%
6	数字化手段应用能力	84.2%

### 3. 调研风电专业课程教学评价

本专业教学中存在的突出问题当中，培养目标定位不准确、忽视个性培养和实践环节薄弱是被选中次数最多的问题，需要重点关注和改进。



> 图3 教学评价

针对以上调研，课程负责人决定在课程内容上采用模块化内容重构、教学方法采用线上线下相结合的方式、课程教学资源方面开始建设，以满足湖北省风电行业机械、电气调试人才的需求。

## 三、模块化课程设计

模块化课程设计是一种教育方法，它将课程内容分解成独立的模块或单元，每个模块都有其特定的学习目标和内容<sup>[8]</sup>。这种设计方式具有灵活性、个性化学习的优点，基于模块化课程设计的出发点，课程负责人按照以下步骤进行了建设：

### 1. 组建课程团队，基于岗位能力调研

组建由教师和企业专家组成的课程团队，如表3所示，共同设计访谈问卷，如表4，共同提取关键信息，确定课程内容。

对某大型风机制造公司10名从事风电机组安装与调试工作链上的工作人员进行访谈，被访谈对象具体信息如下表5所示，将访谈的结果汇总如表6所示。

表3 校企结合的课程团队

课程名称	负责人	组员	校外单位
风电设备安装与调试	彭婧	丁梦野、黄守宇、王德赞 (校外)、丁占旭 (校外)	王德赞，辽宁三核新能源科技有限公司 丁占旭，某公司风电事业部

表4 典型任务分析访谈表

典型任务分析访谈表			
访谈人信息	访谈对象:	访谈时间:	访谈地点:
	岗位名称:	在岗时间:	所在部门:
访谈内容	分析内容	引导问题	
	1. 工作与经营过程	生产什么产品或提供哪些服务?	
		顾客 / 客户是谁?	
		怎样获得合同 / 任务?	
		该任务的工作过程是怎样的?	
		怎样获得原材料或半成品?	
		怎样交付完成的合同 / 任务?	
		完成的产品在哪里被继续加工 / 下一道工序?	

典型任务分析访谈表		
访谈内容	2.工作岗位	环境条件（如照明、温度、辐射、通风、灰尘等）如何？有哪些肢体活动？
	3.工作对象	工作的具体内容或主题是什么，它在工作过程中的具体作用如何？（如是设备操作还是设备维修）
	4.工具	完成该任务需要用到哪些工具、设施、设备和材料？
		如何选择和使用这些工具、设施、设备和材料？
	5.工作方法	如何完成工作任务（如确定故障、质量保证、加工或装配的方法）？
	6.劳动组织方式	工作是如何安排的（如独立工作、团队工作或多部门协同工作）？
		哪些级别对工作有影响？
		与其它职业或部门有哪些合作及界线？
		员工的哪些能力共同发挥作用？
	7.对工作的要求	完成任务时必须满足企业的哪些要求？
		顾客有哪些要求？
		社会有哪些要求？
		要注意哪些法律法规和质量标准？
		同行业默认哪些潜规则和标准？
		工人自己对工作提出哪些要求？
	8.综合性问题	(1) 与其他典型工作任务有哪些联系？ (2) 如有可能，在被分析的岗位或部门如何进行培训？

表5被访谈人员信息表

姓名	职称	工作内容	工作年限	部门
丁工	高级工程师	产品经理	6年	安装调试部
张工	高级工程师	调试工程师	4年	安装调试部
张工	高级工程师	调试工程师	5年	安装调试部
马工	中级工程师	装配工程师	4年	安装调试部
李工	中级工程师	调试工程师	8年	安装调试部
王工	中级工程师	装配工程师	4年	安装调试部
冯工一	初级工程师	装配工程师	1年	安装调试部
王工	初级工程师	调试工程师	1年	安装调试部
吴工	初级工程师	调试工程师	1年	安装调试部
黄工	初级工程师	调试工程师	1年	安装调试部

表6访谈内容汇总

访谈内容	分析内容	引导问题
		生产什么产品或提供哪些服务？ 风电机组的安装与调试
1.工作与经营过程		顾客/客户是谁？ 中国五大六小发电集团
		怎样获得合同/任务？ 销售部门接到订单，下发任务到制造中心，制造中心主任或组长布置任务给安装调试工，提供安装图纸、各大部件短名单和工单

访谈内容	1.工作与经营过程	该任务的工作过程是怎样的？ 接到工单——整理工具、备品、备件（从采购部门和制造中心领取）——根据图纸按步骤组装——分步调试——联调
		怎样获得原材料或半成品？ 从采购部门，领取部件
		怎样交付完成的合同/任务？ 制造中心内查，质量部门验收
		完成的产品在哪里被继续加工/下一道工序？ 运到风场进行整机安装
	2.工作 岗位	环境条件（如照明、温度、辐射、通风、灰尘等）如何？有哪些肢体活动？ 照明通风良好，无特殊要求，安装调试
		工作的具体内容或主题是什么，它在工作过程中的具体作用如何？（如是设备操作还是设备维修） 具体内容：主要是设备操作；设备操作；
		完成该任务需要用到哪些工具、设施、设备和材料？ 笔记本电脑、调试软件
		如何选择和使用这些工具、设施、设备和材料？ 按照安装操作手册选择和使用
		如何完成工作任务（如确定故障、质量保证、加工或装配的方法）？ 按照规范流程进行操作和验收
		工作是如何安排的（如独立工作、团队工作或多部门协同工作）？ 团队工作，每组一般7人（每人负责一个大部件）
		哪些级别对工作有影响？ 制造中心、质检部门
		与其它职业或部门有哪些合作及界线？ 采购部门、质检部门
		员工的哪些能力共同发挥作用？ 安装和调试
		完成任务时必须满足企业的哪些要求？ 客户诉求、质量保证、安全要求、效率要求、经济要求
	6.劳动组织方式	顾客有哪些要求？ 指定部件、设备满足现场要求
		社会有哪些要求？ 质量过关，避免发生公共安全事故
		要注意哪些法律法规和质量标准？ 国家标准《风力发电机组设计要求》(GB/T 18451.1-2022)
		同行业默认哪些潜规则和标准？ 安全
	7.对工作的要求	工人自己对工作提出哪些要求？ 高效
		(1) 与其他典型工作任务有哪些联系？ 风电机组的运维
		(2) 如有可能，在被分析的岗位或部门如何进行培训？ 真实工作情境模拟，厂房现场培训
		2.运用典型工作任务分析法，分析典型工作任务 <sup>[9,10]</sup> 运用行动导向六步法分析访谈内容，得出如下六步的内容 明确任务：风电安装调试工程师接到来自营销部门下发的工单后，明确了安装调试任务。

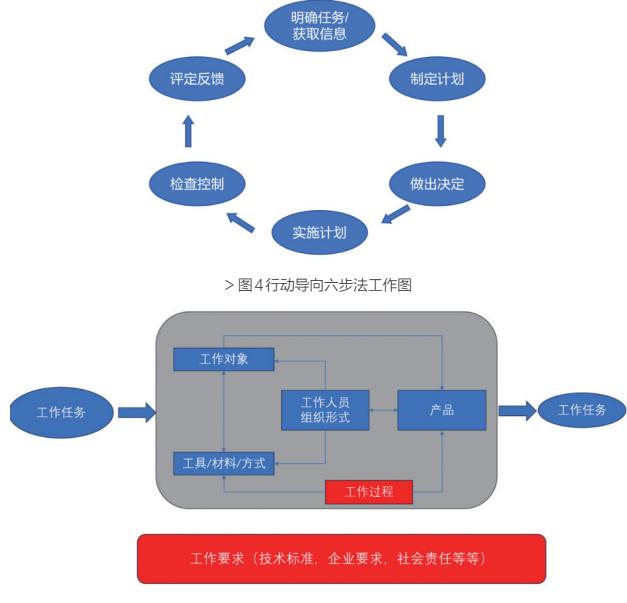
**制定计划：**分析了风场的地理位置及气候条件，以及客户特定的设备需求，确定了所需的专业安装工具和调试软件，如液压扳手、力矩扳手、万用表、相序表、笔记本电脑及调试软件等。并考虑了项目时间线，形成一个初步的安装调试计划。

**做出决策：**在计划得到项目管理团队的批准后，从采购部门和制造中心领取所需部件和工具，确保所有装备齐全且符合质量标准。

**实施计划：**按照安装图纸和工作指令，团队在确保有良好照明和通风的环境下，使用液压扳手、力矩扳手等工具进行组件的精确装配，并利用笔记本电脑和调试软件进行分步调试和系统联调。在整个过程中，每个人负责特定的大部件。

**检查控制：**在安装调试过程中不断监控设备性能，及时调整，确保设备运行效率和输出功率符合设计和客户标准，进行自检，确保所有安装和调试工作达到了企业、顾客和法律法规的要求。

**评估反馈：**最后，项目完成后，与质量部门进行了终审，确认设备完全符合要求，获得质量报告。收集此次项目的反馈，并基于这次经验，对未来的安装调试工作流程、工具使用和团队协作进行优化建议，以进一步提高工作效率和质量。



分析行动导向六步的内容，得出工作过程六要素，分别是：

**对象：**以风电机组的安装和调试为中心，确保其按照设计参数和客户要求正常运行。

**人员：**包括风电安装调试工程师和配合的团队成员，他们拥有专业的技能和协作精神。

**工具 / 材料：**液压扳手、力矩扳手、万用表、相序表、千分尺、塞尺、笔记本电脑、调试软件等，以及安装图纸、工作指令和安全设备。

**条件 (过程)：**需要在风场特定的地理和气候条件下工作，遵循项目时间线、安全协议和质量标准。

表6 《风电设备安装与调试》模块化设计

模块1	模块2	模块3
风电机组零件安装与电气元件布线	风电机组精密部件装配及调试	风电机组全系统整合与高性能校验

模块1	模块2	模块3
工作情境：风电机组零件的安装和电气元件布线的过程中，零件的安装工艺简单，使用普通的安装工具，要求技术人员具备对风机零件及布线流程熟悉，机组零部件位置正确摆放。团队协作要求不高。	风力发电机的部件的安装，元器件的联通过程中，需要检测工具调整以保证部件的装配精度，检测工具检测线路的联通情况。要求技术人员具备专业水平的检测、调试的专业技能，一定程度的团队协作。	风电机组机械和控制系统的联调过程中，进行系统级的联动调试，包括电气系统的调试、控制系统的配置以及安全系统的检测，要求技术人员具备高水平的专业知识，精细的操作技巧，复杂的团队协作，使用高级定制的工具和设备。

**要求 (目标)：**完成的安装和调试工作必须满足设计规范、客户需求、企业标准、社会和法律法规的要求，确保设备的安全、高效和经济运行<sup>[11,12]</sup>。

**工作过程：**涵盖了从接到工单、准备工具和部件、进行组件装配和系统调试、到最终质量验收和项目评估的全过程<sup>[13]</sup>。

3. 将以上信息进行分析，根据不同的工作场景，岗位不同的能力，将课程内容划分为三个模块<sup>[14]</sup>。

#### 四、结束语

下一步的任务是根据不同的模块，建设具体的课程内容，分别分析出知识点、技能点、素质要素（包含思政要素），以此来建设具备区域化特点的《风电设备安装与调试》课程，满足湖北风电设备安装与调试岗位对技能型人才的需求<sup>[15]</sup>。

#### 参考文献

- [1] 基于校企共同体的 高职风电专业课程教学改革与实践 – 以湖南电气职业技术学院高职“风力发电机组的安装与调试”课程为例 [J]. 新课程研究, 2016, (6) : 66-68.
- [2] (荷兰) 杰伦·J.G. 范梅里恩伯尔, (澳大利亚) 约翰·斯维勒, 钟丽佳, 盛群力. 认知负荷理论：教学设计原则与策略——兼谈在健康专业教育中的应用 [J]. 当代教育与文化, 2015, 7 (06) : 28-35.
- [3] 张晓敏, 任东风. 以就业为导向的高职院校风电专业课程体系建设方案 [J]. 中外交流, 2019.
- [4] 全彩霞. 高职风电专业适应型学徒制人才培养模式的探索与实践——以风力发电工程技术专业为例 [J]. 职业技术, 2019.DOI: CNKI: SUN: ZYJU.0.2019-05-008.
- [5] 颜爱平. 三螺旋视角下湖南省高职院校风力发电专业设置研究 [J]. 新教育时代电子杂志 (教师版) , 2017, 000(030):294.
- [6] 丁立新. 高职风电专业《风电机组电气维修实训》课程设置探讨 [J]. 职业技术教育, 2012(14):3.DOI: 10.3969/j.issn.1008-3219.2012.14.008.
- [7] 杨益梅, 文金龙, and 娄存育. "高职院校风力发电专业群建设研究与实践——以湖南理工职业技术学院为例." 教育教学论坛 14(2018):2.
- [8] 卜光辉, 池永胜, 张布, 张开翔. 高职风力发电专业群“五位一体”协同创新机制的构建——以宣化科技职业学院为例 [J]. 中国航班, 2022(31):219-222.
- [9] 朱永炯. 模块化预制舱的应用价值探析 -- 以贵港高传风电项目为例 [J]. 现代工程科技, 2023, 2(11):79-82.
- [10] 王清照, 钟运鹏. 风电机组智能调试系统设计开发 [J]. 风能, 2018(3):4.DOI: CNKI: SUN: FENE.0.2018-03-020.
- [11] 罗小丽, 文婷. 推进专业群课程思政改革, 提高专业群人才培养质量 [J]. 现代职业教育, 2019(23):2.
- [12] 刘宗瑶等. "基于 ADDIE 模型的新能源专业课程思政教学设计与实践." 电脑与信息技术 28.4(2020):3.
- [13] 叶云洋. “大型风力发电机组的装配与调试”培训平台的构建与实现 [J]. 中国教育信息化, 2016(16):3.DOI: CNKI: SUN: JYXX.0.2016-16-025.
- [14] 任家琦. 风电机组检修的特点及管理的探析 [J]. 中文科技期刊数据库 (全文版) 工程技术, 2022.
- [15] 杜志强. 高职院校风电运维人才职业能力培养研究 [D]. 天津职业技术师范大学, 2022.