

## 一、专业实践训练整体情况

实践单位名称	国网浙江新兴科技有限公司	
实践单位地点	杭州市滨江区江晖路 701 号	
实践岗位名称	科技研发岗	
专业实践训练时间	集中进行	2021 年 06 月 01 日开始 至 2021 年 12 月 31 日结束
		专业实践训练累计 213 天（单位考核前），其中项目研究天数 120 天（单位考核前）
<p><b>(1) 基本概况（含实践单位简介、实习实践内容等）</b></p> <p>实践单位简介：新兴科技公司注册资本金 1 亿元，作为省公司全资子公司，具体负责按照市场化运营方式组织科创投资、创新团队创业、创新链延伸和增值服务，负责落实科技成果转化奖励等政策措施；负责建立多元化投入科技创新保障机制，协同外部优质科研力量开展科技创新。</p> <p>新兴科技公司着力打造创新体制机制试验地，打造国网浙江电力成果转化统一平台，创新建立柔性引才机制，实施项目收益分红中长期激励机制，激发创新人员干事创业的热情和积极性。并聚焦应用导向，围绕新型电力系统技术、数智技术、氢能储能技术等新技术新业态板块，开展关键共性技术、前沿引领技术技术攻关，形成了绿色电力积分（浙江版绿证）、基于卫星遥感可再生能源新型预测技术、6617 雷电探测预警装置、新一代浸没式液冷数据中心、浸没式液冷储能等一批典型技术成果。</p> <p>岗位情况：负责新技术的开发、业务技术支持及技术管理工作。</p> <p>实践内容：负责氢能多元耦合微网技术方案研究，我的专业实践为 2021 年 09 月 01 日—2021 年 12 月 31 日(共计约 121 天，其中项目研究约 120 天)</p>		

**(2) 项目研究概述 (含项目名称、项目来源、项目经费、主要研究目标和技术难点等)**

本项目基于国家 2020 年重点科技研发计划, 将氢能与可再生能源耦合, 在源端通过风/光可再生能源制氢, 并通过氢能支撑的微网, 满足用户对电、氢、热多种能源的需求, 实现从清洁电力到清洁气体能源转化及供应的全过程零碳, 实现清洁能源就地消纳率达 100%, 打造碳中和的浙江样本, 将有利于加快推进我国能源生产和消费革命, 对新时代能源转型发展具有重大意义。

项目将形成可复制可推广的可再生能源、氢能多元耦合微网技术方案, 促进可再生能源开发和清洁能源交易, 推动氢能在交通、综合能源等领域的综合利用, 可带来发电、售氢及碳减排的直接收益, 减少电网基础设施建设投资成本, 有效支撑高弹性电网建设, 因此具有很强的示范效应。

氢能支撑的可再生能源直流互联系统稳定性机理与判定方法氢电转化单元的动态特性、氢电集成系统的强耦合和多尺度特性导致氢能支撑直流微网的稳定分析非常困难, 目前国际上尚无相关稳定判定方法。针对此问题, 本项目结合课题研究, 主要研究目标是提出氢电耦合直流互联系统稳定分析方法, 揭示氢能支撑的多能耦合直流互联系统稳定机理。

**(3) 项目开展情况 (含项目研究内容、研究方案及技术路线, 研究团队分工、本人承担任务及完成情况, 存在问题与改进建议等, 不少于 500 字。)**

研究内容是在源端利用风光可再生能源制氢, 在直流微网层面实现氢能与可再生能源电力的耦合, 为用户提供电、氢、热多种能源供应, 在清洁电力、清洁能源转化及消纳的全过程中满足零碳要求。该直流微网包括  $\pm 10\text{kV}$ 、 $\pm 375\text{V}$  两个电压等级, 接入的电源包括 0.4MW 风电、4MW 光伏发电, 该工程将建设制氢、储氢、加氢、电化学储能、充电、余热利用、氢燃料电池发电、配电等子系统, 并以 1 回  $10\text{kV}$  交流电缆接入  $110\text{kV}$  雁门变电站。该工程制氢规模为  $100\text{kg}/\text{天}$ , 满足可离网连续运行  $\geq 168\text{h}$  (运行负荷不低于  $320\text{kW}$ ) 的要求。系统架构以综合能量管理系统为顶层平台, 总体监测、调度控制各系统高效运行; 以风、光、氢燃料电池及电化学储能、储氢等各子工程管理系统为中间平台, 负责各子工程安全; 以风、光等新能源电站为主要电源、以  $\pm 10\text{kV}$ 、 $\pm 375\text{V}$  直流母线为主干网架, 构建风光储氢充一体化可离网微电网系统。本人承担氢能多元耦合微网技术方案研究任务, 负责项目框架的构建、前期材料的收集整理归纳、研究报告的编写、项目沟通协调、人员的分工、研究报告的汇报。通过这次专业实践的训练, 系统性地学习了规划设计方法; 了解了燃料电池关键材料、电堆、动力系统、整车集成和氢能基础设施, 了解到这些设备的基本特性等。同时也发现自身的一些问题, 一方面由于材料梳理范围较分散, 更要注重团队的分工合作, 才能保证材料整理的整体性和全面性, 提出的研究策略更有针对性。另一方面需要补充项目管理相关的理论知识, 掌握协调策略和方法, 强化项目的管理能力和水平。

## 二、专业实践训练收获

### (一) 围绕考核评价指标体系，举例说明以下收获（不少于 800 字）

#### 1、知识掌握

通过这次专业实践的训练，系统性地学习了规划设计方法；了解了燃料电池关键材料、电堆、动力系统、整车集成和氢能基础设施，了解到这些设备的基本特性等；了解到其它专业的研究方法也能应用到本专业问题的解决，为后续的开展硕士论文课题的研究提供更多新的思路。对这个微网有了更加深刻的认识：制氢系统工艺过程采用水电解制氢装置，产氢量满足加氢和燃料电池耗氢需求；电解制氢系统采用适应可再生能源功率波动宽范围运行的电解设备；系统内电、热、水、气能量及传质综合管理，对系统冷却、高压氢气输出、纯化等功能单元优化设计；系统整体布局综合考虑高效、长寿、经济、可靠等特性进行，全面统筹制氢、电控、冷却、氢气纯化、高压氢气输出模块的最佳组合方式。

#### 2、能力提升

在本项目中，我负责项目框架的构建、前期材料的收集整理归纳、研究报告的编写、项目沟通协调、人员的分工、研究报告的汇报。在实践中掌握了对氢电耦合系统进行建模与分析的能力，基于模型仿真，进行氢能耦合系统中央控制系统研究与仿真算例分析。在此建模及优化算法的基础之上，针对实际工程，在保证电网稳定运行的基础上调节灵活性资源，搭建典型优化配置模式的仿真模型，进行仿真实验，并对比较验，验证系统规划算法的合理性、系统局部控制策略和全局控制策略的有效性，实现成本最低、灵活性最高。通过这次专业实践还提升了自己提出问题、分析问题、解决问题的能力，提高了自己文献检索课题研究的能力。

#### 3、人际沟通能力

通过这次企业的专业实践训练，提高自己沟通交流的技巧，特别是系统规划设计工作的线上沟通交流，更要注意用词的严谨性，表达的准确性。作为项目负责人需要在专注项目研究的同时，要兼顾项目的统筹兼顾，一方面由于涉及到的部门较多，材料梳理范围较分散，更要注重团队的分工合作，才能保证材料整理的整体性和全面性，提出的研究策略更有针对性。另一方面需要补充项目管理相关的理论知识，掌握协调策略和方法，强化项目的管理能力和水平。

### (二) 取得成效

#### 1、研究成果

本项目提出氢电耦合直流互联系统稳定分析方法，揭示氢能支撑的多能耦合直流互联系统稳定机理。针对多能流耦合、多时间尺度及多元不确定场景下的协同优化共性关键技术，提出计及新能源汽车互动响应和离网充电冲击的氢-热-电直流互联系统协同优化调度方法，保障并离网长周期稳定、经济运行。目前国际上尚无能量管理系统可实现氢能支撑微网的长周期离网稳定运行。将氢能与可再生能源耦合，在源端通过风/光可再生能源制氢，并通过氢能支撑的微电网，为用户提供电、氢、热多种能源供

应，实现从清洁电力到清洁气体能源转化及供应的全过程零碳，为能源结构调整和应对气候变化奠定基础。

### 2、取得的经济和社会效益

本项目是基于以新能源为主体的新型电力系统探索和示范工程，在总体上开展本项目是非常符合国家政策和浙江电网需要的。其中，风电和光伏发电是新能源的主要形式，利用新能源清洁电力进行电源建设，是摆脱化石能源依赖的重要出路；建设电化学储能和氢系统，是克服新能源发电波动性和间歇性的重要且必要的手段，唯有如此方可保障电网安全和用电可靠，且氢的利用过程具有不对环境造成污染、能量密度高、水的获取非常便利等优点，是国际重点研究和推广的能源形式；建设直流互联系统，是基于新能源直流发电的基础上，探索减少变流环节，提高系统运行调节灵活性和系统效率的重要手段。本项目是以工程验证的形式打造以新能源为主体的新型电力系统建设样板的重要实践和展示窗口。

### 3、对学位论文贡献

我的毕业论文为《氢电耦合微电网规划设计研究》，开展氢电耦合微电网系统的规划设计，将氢能与可再生能源耦合，在源端通过风/光可再生能源制氢，并通过氢能支撑的微网，满足用户对电、氢、热多种能源的需求，实现从清洁电力到清洁气体能源转化及供应的全过程零碳，实现清洁能源就地消纳率达100%。该实践项目为论文研究打下了良好的基础，该项目研究可离网型风/光/氢燃料电池直流互联与稳定控制技术，并将在实践中验证可行性，实现氢电耦合微电网规划设计研究的总体技术路线验证。

### 3. 在校期间主要研究成果【含产品与样机、专利（含申请）、著作、软件著作权、论文、标准、获奖、成果转化等】

成果名称	类别含产品与样机、专利（含申请）、著作、软件著作权、论文、标准、获奖、成果转化等]	发表时间/授权或申请时间等	刊物名称/专利授权或申请号等	本人排名/总人数	学校排名/总参与单位数
------	---	---------------	----------------	----------	-------------

### 本人承诺



在专业实践训练及考核报告撰写过程中，如实提供材料，严守学术道德、遵循学术规范。


签字：

谢雅雯

2022年6月6日

### 三、考核评价

<p>校外合作 导师(或现 场导师)  评价</p>	<p><b>重点对研究生项目研究开展情况、职业素养、行业知识掌握、环境和岗位适应能力、工程实践能力、团队协作能力, 以及通过技术应用创新、成果转化、解决工程实际问题等取得的经济和社会效益等方面的评价:</b></p> <p>该生在本单位实践期间, 积极主动, 工作勤恳, 责任心强; 具有一定的开拓和创新精神, 涉猎面广, 接受新事物较快, 有自己的思路和设想; 在专业技术上遇到的问题有能力及时解决, 主动承担工作任务工作效率高, 执行力强; 与领导同事之间相处融洽, 善于沟通。总体评价为优。相信这些经历和积累都将成为其人生道路上的宝贵财富。希望其在以后的工作和学习中, 将继续保持并发扬严谨治学的作风, 取得更好的成绩。</p> <p>校外合作导师(或现场导师)签字:  年 6 月 6 日</p>
<p>校内导师  评价</p>	<p><b>重点对研究生科学素质、基础及专业知识掌握、技术应用创新能力、取得的研究成果、项目研究与学位论文撰写的相关程度等方面的评价:</b></p> <p>该生综合科学素质较高, 专业知识掌握扎实, 掌握电网规划设计的常规方法, 具备了对氢电耦合系统进行建模与分析的能力, 很好地完成了实践训练。该实践项目研究可离网型风/光/氢燃料电池直流互联与稳定控制技术, 为学位论文撰写打下了良好的基础。</p> <p>校内导师签字:  2022 年 6 月 6 日</p>

<p>实践单位 过程考核 意见</p>	<p>实际实践开始时间:2021年6月1日 实际实践结束时间:2021年12月31日          专业实践训练累计天数:213 其中项目研究天数:120          实践单位过程考核结果: <input checked="" type="checkbox"/>优秀 <input type="checkbox"/>良好 <input type="checkbox"/>合格 <input type="checkbox"/>不合格          审核签字并盖公章:  2022年6月6日</p>
<p>最终考核 结果审核 备案</p>	<p>考核总成绩（由现场答辩考核成绩 90%+单位过程考核成绩 10%组成）：          是否重修: <input type="checkbox"/>是 <input type="checkbox"/>否          教学管理部（或相关分院）审核签字（公章）： _____ 年 月 日</p>

#### 四、相关支撑材料

在校期间主要研究成果【含产品与样机、专利（含申请）、著作、软件著作权、论文、标准、获奖、成果转化等】证明材料原件扫描件，具体提交要求如下：

1. 产品与样机扫描件包含企业证明材料（含产品与样机功能及创新性介绍、社会经济效益、个人贡献说明及相关照片等）。
2. 授权专利扫描件包含专利证书授权页；未授权专利扫描件包含专利受理书扫描件和专利请求书扫描件。
3. 著作扫描件包含封面、封底和版权页。
4. 软件著作权扫描件包含著作权证书和登记申请表。
5. 论文扫描件包含封面、封底、目录和论文全文（含收录证明）。
6. 标准扫描件包含封面、版权页、发布公告、前言和目次。
7. 获奖扫描件包含显示单位和个人排名的获奖证书。
8. 成果转化扫描件包含企业证明材料（含成果技术说明、社会经济效益、个人贡献说明及相关照片等）。