

## 一、专业实践训练整体情况

实践单位名称	国网浙江省电力有限公司温州供电公司变电运维中心	
实践单位地点	温州市鹿城区江滨西路 392 号	
实践岗位名称	数字创新管理	
专业实践训练时间	集中进行	2021 年 09 月 30 日开始 至 2022 年 03 月 31 日结束
		专业实践训练累计 182 天（单位考核前），其中项目研究天数 182 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>国网温州供电公司是国家电网公司的三级单位，其变电运维中心主要负责温州地区所辖变电站的巡视和操作任务，肩负温州地区的供电任务。此项目以新投运的 220 千伏磐石变电站为例，旨在通过现代信息技术提升其联合巡检系统的整体框架，致力于将其打造成一个机器代人的智慧变电站。</p>		
<p><b>（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）</b></p> <p>1. 项目名称：智慧变电站建设</p> <p>2. 项目来源：实践单位（国网温州供电公司变电运维中心）</p> <p>3. 项目经费：100 万</p> <p>4. 主要研究目标：近年来随着电网飞速发展，电力逐渐在探索采用“视频监控、机器人巡检”代替传统的“人工巡检、手动记录”的变电站巡视作业方式。本项目旨在并充分应用基于移动互联、人工智能等现代信息技术和先进通信技术的变电站智能巡检技术，实现作业机器替代、现场安全管控、设备状态管控，提高变电安全生产效率，初步实现机器人代人。</p> <p>5. 技术难点：变电站网络与机器人网络没有打通；机器人图像识别算法有待优化，对异物识别、人员行为、设备缺陷识别率有待提高。</p>		

**(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。）**

1. 研究内容：本项目旨在利用监控技术、机器人巡检技术、智能联动技术、红外测温技术、图像识别技术、三维实景建模、一键顺控技术、专家系统等，提升变电站机器人代人话程度。

2. 方案及技术路线：基于人工智能的变电站联合巡检系统在温州供电公司 220 千伏磐石变电站得到了探索和尝试。项目通过将四足机器人、巡检机器人和视频监控设备等智能采集设备在站端做统一接入、统一管理，通过智能图像分析算法和三维巡视主机，对表计读数、开关类设备位置指示以及压板、空开、把手、指示灯等设备状态进行识别，并实现变电站巡视可视化管控。同时增加部署无人机系统，补足高空巡视短板；开发部署一键顺控联动确认、事故告警联动录像、智慧展示看板等功能，进一步保障变电站安全高效运行。由于该项目较为复杂，重点介绍和个人任务有关联的技术部分。1) 机器人巡检技术：机器人均配备红外热像仪、可见光高清摄像机，可实现视频图像采集、存储、传输；对设备进行红外测温和分析判断；识别开关位置和仪表读数；探测障碍物，防止意外碰撞等功能。2) 红外测温技术：对灰度值进行匹配，利用欧式距离相似性函数、二值化处理，通过边缘识别及进一步匹配，得出温度值。3) 图像识别技术：利用骨架细化算法、二值化处理及灰度值对比、轮廓识别算法等，判断设备有无渗漏，可以将人为判断缺陷转换为人工智能识别缺陷，识别人员不安全行为。4) 三维实景建模技术：通过对变电站现场环境和设备的三维激光扫描，生成 1:1 虚拟数字变电站，并与智能巡检控制平台相连，实现设备状态的全景可视化和快速检索。

3. 团队分工：团队是温州供电公司运维创新团队，是国家电网公司第一批研究机器人的团队，曾获国网第一届创新创意大赛金奖。汇聚具备一流技术水平的运维、自动化等领域专家精英，拥有多年技术攻坚、创新研发经验。

4. 本人承担任务与完成情况：在团队中负责完成变电站内图像分析原始数据采集分析、验证等任务，并认真学习该项目所开发的软件，熟悉并掌握该软件的应用。完成情况：已完成。

5. 问题与改进建议：自身在工作中还是存在一些问题，基础知识比较薄弱，相关实际应用经验较少，此项目图像识别的技术还停留于传统机器学习，对于神经网络等算法涉及较少。

6. 问题与改进建议：1) 站内设备覆盖不全，需要加大户外红外摄像头、柜内测温等布点。2) 图像识别效率有待提高。表计识别平均准确率在 90%左右。图像识别进展受限，漂浮物识别灵敏度偏高，下雨、光线明暗变化均会引起误报警。设备缺陷识别 25 合一算法无法区分设备应该进行的识别项目是哪一个，从而发出错误报警。部分项目如未带安全帽、未穿工装等识别率较高，其余项目如瓷瓶破损待测试，需要进一步改进算法。

## 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：通过这段时间的实践学习，掌握了一个项目基本开发流程，根据公司要求撰写计划书并进行申报，获批后根据团队成员个人能力、现场实际情况等有序推进项目，倒排时间节点确保如期完成。积极学习机器人硬件部件等相关知识，了解供电平台、底盘单元、传感单元、控制单元等构成。积极学习图像识别的相关算法，学习图像预处理（图像灰度化、RGB、HSV 彩色模型变换、高斯滤波图像去噪处理）方法对设备照片进行预处理。掌握利用大津阈值分割、形状变化、OCR 字符训练集，对指示灯、开关状态、字符进行识别。学习了如何利用膨胀算法和腐蚀算法、固定阈值和自适应阈值等方法进行图像分割。学习了利用骨架细化算法对图像中的指针骨架进行提取等。除了图像识别外，了解如何采用地面激光扫描仪对设备进行三维点云数据的采集，对原始点云数据进行校核，去噪等处理，建立站内设备的空间三维坐标系，作为航线规划的基础模型。了解栅格表示法和激光雷达模拟测试构建图的应用。

2. 能力提升：全过程参与行业实际工程项目建设，提高了自身能力，包括初期的技术方案、申报材料、实施方案、计划安排、月度应用报告等材料撰写，中期具体实施时的组织协调，能应对各方压力和挑战，加强自身对环境和岗位的适应力，积累丰富的工程实践经验。在项目开展中，受到领导同行们的关注，并做好介绍和后期项目评奖申报等工作。同时，丰富了自身跨专业领域、跨多工种的团队工作经历，富有团队合作精神，具备良好的人际沟通，组织协调等能力。培养自身的工程创新意识、技术成果转化意识和批判性思维能力。

3. 素质养成：一个项目除了需要过硬的专业素养，主动思考和自学探索能力非常重要，同时一个大的项目通过需要跨部门解决协调问题，这时候需要提升沟通能力。只有技术和沟通双管齐下才能更好的实现专业技术人员的诉求，才能保证技术改进的顺利进行。同时，在专业实践过程中，要秉承具备积极探索，勇于挑战，求真务实，爱岗敬业的精神，能较快速的学习新知识，在项目里培育工程思维，和同事合作能进行有效的配合以及沟通。

同时，在专业实践的过程中，还要求我们秉承严谨的科学态度，精益求精的钉钉子精神，才能把项目做好。

### (二) 取得成效

1. 技术应用成果：目前站内设备区域无法自动监测覆盖，且站内完成程序化操作后需派遣运维人员赶赴现场进行辅助性确认工作。因此一套融合在线监控技术、移动自主巡检系统的智能变电站联合巡检系统是十分必要的。1) 加强变电站智能巡检功能，对变电站所有的仪表进行全部的、准确的监控；系统能根据视频图像进行智能分析，实时获得变电站内每个仪表的读数，对仪表读数超过警戒值的，系统智能报警。能够实现对变电站断路器、隔离开关的分合指示牌进行智能分析，判断设备的分合状态。2) 通过机器人、无人机、摄像机联合巡视，可以发现设备存在的缺陷和隐患，

监督人员状态，减轻人工巡检压力。220 千伏磐石变联合巡检系统建成试运行，能完成室内外设备巡视、精确测温、设备表计检查、开关动作次数检查、二次设备检查、周边隐患排查、高处设备检查、异物入侵监测、电缆沟检查等任务。设置机器人点位高清巡检点位 1854 个，红外测温点位有 531 个，室外和开关室表计等识别率均为 94%，继保室 75%识别率，有一定成效，但仍需通过优化不断提高。通过图像识别技术、专家系统分析已识别缺陷 45 项；通过一键顺控技术，辅助操作任务 21 项，共计 478 步数；通过智能联动技术，辅助异常处理 6 次。成果转化:该项目已进入第一轮实用化验收工作，并与合作方实现成果转化。目前该项目将按照计划表督促完成功能优化及问题整改，提升项目实效化运行质量。解决企业工程实际问题：应用巡检机器人、在线监测系统、物联感知设备等，以机器替代人工作业，通过一键轮巡、巡检报表自动生成，实现现场设备状态数字感知、现场作业业务人机协同，有效的减轻电力人员工作量，提高巡检效率，同时智能化水平的提高能增加供电可靠性，及时发现隐患解决隐患，减少不必要的停电。

2. 学位论文撰写相关程度：该项目与学位论文撰写具有较为紧密的关联程度，后续会根据实际情况跟进该项目做拓展需求。

**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
------	---	---------------	----------------	----------	-------------

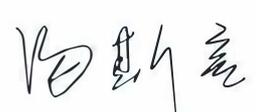
**本人承诺**

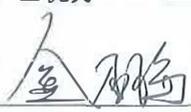
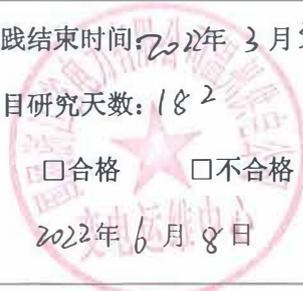
在专业实践训练及考核报告撰写过程中，如实提供材料，严守学术道德、遵循学术规范。

签字: 王伊彬

2022年 6 月 7 日

### 三、考核评价

<p>校外合作 导师(或现 场导师)  评价</p>	<p>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：</p> <p>该生在实践中，具有较扎实的理论知识和较丰富的职业素养，适应能力强，自学能力强，在实践过程中体现了较强的团队协作能力，问题解决问题的能力。敢于创新方式方法，能够在实践中积极总结，对于该项目图像识别，巡检系统的改进做出了一定贡献。</p> <p>校外合作导师（或现场导师）签字：  2022年6月 ) 日</p>
<p>校内导师  评价</p>	<p>重点对研究生科学素质、基础及专业知识掌握、技术创新能力、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：</p> <p>该生紧密结合所在工作单位的生产需求，围绕智慧变电站建设开展实践训练。开展的项目研究紧扣毕业论文题目，并满足设定的要求，同意提交。</p> <p style="text-align: right;"></p> <p>校内导师签字： 2022年6月8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9月30日 实际实践结束时间:2022年3月31日</p> <p>专业实践训练累计天数:182 其中项目研究天数:182</p> <p>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</p> <p>审核签字并盖公章:   2022年6月8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):</p> <p>是否重修: <input type="checkbox"/>是 <input type="checkbox"/>否</p> <p>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需加盖事务所公章或发明专利申请页（有二维码）。

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事务所出具著作权人排序证明。

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）。