题目：高压带电作业机械臂自主作业技术研究

第一章 绪论

1.1 论文研究背景和意义

随着我国科学技术水平不断提高，人工智能发展迅速，工业机器人领域也逐渐从传统示教模式向着更加智能自主的方向发展。在一些特定的工作环境中，比如深海探测、高空作业等，机器人相较于人工作业更加安全、可靠、效率高。

带电作业是指电工设备、配送电线路上不停电进行检修、测试的一种作业方法[1]，它为提高供电可靠性、减少停电损失、保证电网安全做出了巨大贡献。随着我国社会经济不断发展、人民生活质量不断提高，配电网络要实现不间断输电，就必须开展带电作业。

在带电作业技术发展阶段中带电作业方式都可以说是人工带电作业，即操作人员作业时都时刻处于高电压、强电场的威胁中。人工带电作业一般情况下是高空作业，登杆作业频繁、作业条件恶劣、劳动强度大、精神紧张，容易引发人身伤亡事故。据1995年全国100次典型带电作业事故统计中，配电带电作业事故达55次，达55%，在死亡的39人中有19人死于配电带电作业事故，占61%。所以，在过去很长的一段时间内，对配电带电作业进行了限制，致使配电线路停电作业频繁，配电可靠性指标不能完成，从而给电力企业带来了很大的经济损失，给人民生活和生产带来了很大的不便。因此，在1987年召开的全国带电作业会议上，又提出了必须大力加强配电带电作业的要求。

目前，配电线路带电作业在各地区开展的程度和作业水平有很大的差别。由于我国的配电网络不规范、线路复杂，有些线路相间距离短，人工带电作业安全距离不够，存在安全隐患；气候的原因也会限制人工带电作业的进行，气温低于0℃、高于38℃的天气，雨天、相对空气湿度超过80% 的天气不能进行带电作业；气温过高时作业人员穿绝缘服、带绝缘手套、穿绝缘鞋出汗多，体能消耗大，劳动强度过大。另外，人工带电作业安全防护、遮蔽要求非常严格，稍不注意就会出现短路电流，造成重大的安全事故。

配网系统带电作业现场广泛采用绝缘斗臂车中间电位作业方法，操作人员使用手动工具完成带电作业任务，劳动强度大，效率低，自动化水平低，最重要是操作人员直接接触导线，容易引发人身伤亡事故，存在很大的安全隐患。人工带电作业有其困难与局限性，因此研制具有更强的安全性和适应性的配网带电作业机器人，克服人工带电作业的困难和局限性，代替人进行带电作业非常必要，而且符合时代的要求。

1.2 课题研究现状

1.2.1 带电作业机器人研究现状

1.2.2 虚拟现实技术研究现状

1.3 论文主要内容和章节安排

本课题来源是与云南电网昆明供电局合作的“配网带电作业智能机械臂关键技术及应用研究”项目，本文的主要内容是高压带电作业机械臂虚拟现实技术辅助控制以及自主作业的研究。首先分析高压带电作业平台并对机械臂运动学进行建模分析；然后使用Unity3D平台进行虚拟环境的搭建，并实现对多个机械臂的控制；然后介绍通过视觉算法，提取目标位置，进行路径规划完成规定任务，最后进行了实验来验证文中提到的算法，证实研发的带电作业机械臂控制系统的有效性。

本文一共分为六章，最后一张是对课题的总结与展望，其余五章的关系如图所示。

第一章 绪论。通过查阅大量文献，分析目前高压带电人工作业、机器人作业以及虚拟现实技术在机器人控制领域的研究现状。

第二章 高压带电作业平台搭建。介绍了整个高压带电作业平台结构，明确了机械臂的系统方案设计和任务规划。

第三章 虚拟现实遥控作业。介绍基于Unity3D平台的虚拟现实辅助技术，并在其基础上实现对机械臂以及工作环境的实时仿真，并且可以遥控机械臂完成指定动作。

第四章 机械臂自主作业。将所需完成的多个任务分成既定的离线作业和实时的自主作业两大部分，特定动作需要由自主作业系统完成，剩余的重复性任务动作由离线作业系统完成。介绍由视觉算法获取目标信息后机械臂自主作业的路径规划算法，完成高压带点作业任务。

第五章 实验验证与分析。通过高压带电作业机械臂作业实验来验证本文所提到的方法。

第六章 总结与展望。对研究内容进行了总结，指出研究中的不足，提出一些改进方案。

第二章 高压带电作业平台搭建

2.1 引言

2.2 高压带电作业平台结构

2.2.1 概述

2.2.2 系统需求分析

2.2.3 硬件系统

2.2.4 软件系统

2.3 机械臂控制

2.4 机械臂运动学分析

2.5 本章总结

第三章 虚拟现实遥控作业

3.1 引言

3.2 虚拟现实环境搭建

3.3 实时显示

3.4 遥控作业模式

3.5 本章总结

第四章 机械臂自主作业

4.1 引言

4.2 自主作业

4.2.1 离线作业

4.2.2 在线作业

4.3 路径规划

4.4 状态机设计

4.5 本章总结

第五章 实验验证和分析

5.1 引言

5.2 实验分析

5.3 遥控作业实验与分析

5.4 自主作业实验与分析

5.5 本章总结

第六章 总结与展望

6.1 总结

6.2 展望

1.1 论文研究背景和意义