

上海理工大学
UNIVERSITY OF SHANGHAI FOR SCIENCE AND TECHNOLOGY

本科课程教学大纲
医用电气安全及电磁兼容实验

(适用于专业课程)

制定日期：2022年11月8日

一、课程基本信息

课程名称	医用电气安全及电磁兼容实验					
	Experiments on Electric Safety and EMC for Medical Instrument					
课程代码	19102270		开课单位	健康科学与工程学院		
课程负责人	胡秀枋		课程类别	实践类课程		
课程性质	专业课程		学分	1	学时	32
学时分配	理论	0	实验	32	上机	0
学习负荷	32 课时+16 课时					
教学团队	胡秀枋 任杰 邹任玲 郭旭东					
授课语言	中文					
适用专业	生物医学工程					
前修课程	电工与电子技术、生物医学电子学、医疗器械系统设计					
后续支撑	有源医疗器械检测技术、医疗器械监督管理条例					
课程思政设计	电气安全与电磁兼容实验课程是依据医疗器械的相关标准设置的实验课程，旨在让学生理解电气安全与电磁兼容测试的相关标准和测试手段及测试结果解读。在课程中，告知学生要重视标准，技术标准竞争已经成为国家间最重要的经济竞争手段，技术标准竞争的胜负直接影响着主权国家在国际竞争中维护和发展国家利益的能力，决定着主权国家在国际社会中的地位与影响力。					
课程简介						
<p>课程定位：以医疗器械检测岗位分析和具体工作过程为实验教学基础，熟悉和了解各类医疗器械工作原理、漏电流产生原因、电磁兼容测试要求及整改方案等，熟练运用医疗器械的医用电气安全标准和电磁兼容标准，进行针对性地检测各类医用电气的电气安全和电磁兼容性能，设计部分检测原理图及整改方案，进一步加强学生对标准在实际工作中活学活用的能力。</p> <p>课程内容：本课程以医用电气安全及电磁兼容的国际标准和国家标准为主线，紧紧围绕医用电气设备电气安全及电磁兼容检测标准的学习、理解和应用，通过实际动手操作，系统地了解电气设备的安全基础知识、医用电气设备的各种分类、医用电气设备安全分析、电磁兼容检测与分析等内容，并通过设计部分检测原理图，搭建部分检测装置，对医用电气安全及电磁兼容测</p>						

试和整改有深入的了解。

核心学习成效：通过医用电气安全及电磁兼容实验，着眼于使学生较全面掌握医疗器械的医用电气安全标准 GB9706.1 和电磁兼容标准 YY0505, 要求熟练运用医用电气安全标准和电磁兼容标准：包括熟悉其基本测试原理、测试项目、测试要求、测试指标、设计测试方法和选择测试仪器，进一步理解测试的目的及测试结果的涵义，进而对测试整改方案有初步的认识。

教学方法：线上针对课程目标进行讲解，使学生能够了解电气安全和电磁兼容测试的重要性及一般的测试方法。线下运用几种常见的电气安全分析仪器，学会医用漏电流、接地电阻、耐压和电介质强度、绝缘电阻的检测方法，绘制检测原理图，设计部分检测装置；同时，线下在电磁兼容测试中运用测试设备对医疗设备进行测试，进一步加强学生对电磁兼容测试标准的理解，并了解设备测试过程的各种问题，并对电磁兼容整改方案有初步的认识。通过本门实验的线上和线下的教学，提升对常用医疗设备安全分析能力，进一步加强学生对相关标准在实际工作中活学活用的能力。

二、课程目标

目标	课程目标	支撑毕业 要求指标点	毕业要求
1	<p>素质要求： 具有较高的思想道德素质、较高的文化素质、良好的专业素质、良好的身心素质，运用医用电气安全和电磁兼容测试标准对医疗设备进行测试，结合思政元素，增强学生的民族自豪感、爱国热情和科学精神。掌握测试标准和方法。</p>	<p>对素质培养的支撑： 良好职业道德，团队合作精神，深厚人文底蕴</p>	<p>沟通能力 职业规范 个人和团队 工程与社会</p>
2	<p>知识要求： 掌握医用漏电流、接地电阻、高频漏电流、耐压和电介质强度、绝缘电阻检测、电磁兼容测试等医疗设备的基本检测方法，解决这些设备在检测中主要碰到的重点与难点，理解测试的目的，解读测试结果，对测试整改方法有初步认识。</p>	<p>对知识培养的支撑： 扎实专业知识，强大工程实践能力</p>	<p>工程知识 问题分析 设计/开发解决方案</p>

3	能力要求： 1、获取知识的能力 2、应用知识的能力 学完本实践课程后，对医用电气安全和电磁兼容的检测标准和各项检测指标有深入的理解，学会各种检测方法，提高标准的应用能力，加强学生对相关标准在实际工作中活学活用能力、医用电气安全性能分析能力、撰写标准的能力。	对能力培养的支撑： 培养创新意识，宽广国际视野	问题分析 工程与社会研究
4			

三、教学内容

教学模块	教学内容	学生学习预期成果	教学方式	支撑的课程目标
一 实验 前示 教模 块	1. 教学内容： 1) 医用电气安全标准和电磁兼容标准的学习指导 （1）GB 9706. 1-2007 医用电气设备第1部分 （2）GB 9706. 1-2020 医用电气设备第1部分 （3）医电气安全国际标准 IEC60601 2) 医用漏电流测试、接地电阻检测、耐压和电介质强度检测和绝缘电阻检测视频	1. 初步了解需要测试的项目 2. 初步了解需要测试的指标 3. 初步了解需要测试的方法	1 教师： 线上：医用电气安全标准和电磁兼容标准的学习指导 2 思政教学： 线上：告知学生要重视标准，技术标准竞争的胜负直接影响着主权国家在国际竞争中维护和发展国家利益的能力，决定着主权国家在国际社会中的地位与影响力 3 学生 线上：初步了解医电气安全国际标准 IEC6060 和国家标准 GB9706.1 及实验操作示教视频	学生初步了解医电气安全国际标准 IEC60601 英文资料和国家标准 GB9706.1
二医 用电 气安	1. 教学内容： 1) 医用漏电流检测 2) 接地电阻检测	1、综合监护仪、心电图机的对地漏电流、外壳漏电流、患者漏电	1 教师： 线下：演示并指导 2 学生	1、培养学生对医电气安全国

<p>全实 验模 块</p>	<p>3) 耐压和电介质强度检测 4) 绝缘电阻检测 2.教学重点: 1)测试步骤 2)测试结果解读 3.教学难点: 1)根据医用电气设备电击防护程度不同及所依据的不同标准选择不同的测试要求 2)如何判断设备是否通过测试 4.课程思政: 1)结合专利成功转让的智能下肢机器人的电气安全检测标准撰写和测试项目实例,鼓励学生坚持走自主研发的医疗仪器国产化强国道路。</p>	<p>流、患者辅助电流等各项漏电流指标检测。 2、加深对医用电气安全中接地的重要性的认识,学会测量仪器的接地电阻。 3、掌握医用电气设备耐压试验和电介质强度测试的重要性,学会耐高压测试、绝缘电阻检测 4、进行常用医疗设备心电图机、监护仪、隔离变压器的电气安全分析。</p>	<p>线下: 现场测试 熟悉各项检测指标的基本检测原理、检测标准、设计检测方法和选择检测仪器,进行常用医疗设备的电气安全分析。</p>	<p>际标准 IEC60601 英文资料和国家标准 GB9706.1 资料的理解、对比、分析能力 2、加强学生对标准在实际工作中活学活用的能力</p>
<p>三 电磁 兼容 测试 模块</p>	<p>1.教学内容: 1)静电放电测试 2) 脉冲群测试 3)辐射发射等相关测试 2.教学重点: 1)测试步骤 2)测试结果解读 3.教学难点: 1)根据不同设备及所依据的不同标准选择不同的测试水平 2)如何判断设备是否通过测试 4.课程思政: 通过对于测试标准的解读,在课程中,告知学生要重视标准,技术标准竞争已经成为国家间最重要的经济竞争手段,技术标准竞争的胜负直接</p>	<p>1. 学会应用专业测试设备进行EMC相关测试 2. 依据不同标准和被测设备表现能够准确判断被测设备是否合格</p>	<p>1 教师: 线下: 演示并指导 2 学生 线下: 现场测试, 熟悉各种 EMC 测试仪器, 并根据标准确定被测试仪器所需的测试水平, 同时, 能够熟练运用仪器对被测试仪器进行 EMC 性能评估。</p>	<p>1、培养学生对医电气安全国际标准 IEC61000 英文资料和国家标准 YY0505 资料的理解、对比、分析能力 2、加强学生对标准在实际工作中活学活用的能力</p>

	影响着主权国家在国际竞争中维护和发展国家利益的能力,决定着主权国家在国际社会中的地位与影响力。			
--	---	--	--	--

四、教材与学习资源

课程网站	https://1906.usst.edu.cn/course/41351/content#/
课程教材	<p>[1] 邹任玲,胡秀枋. 医用电气设备安全和性能检测实验指导教程, 化学工业出版社, 2022. 6. ISBN978-7-122-41093-1.</p> <p>[2] 医用电气安全实验补充材料, 校内自编教材,每年更新。</p> <p>[3] 医学仪器电磁兼容性测试实验指导书, 校内自编教材,每年更新</p>
参考书目	<p>一、参考书</p> <p>[1] 邹任玲,胡秀枋. 医用电气安全工程. 东南大学出版社, 2008.</p> <p>[2] 贾建革. 医用电气设备电气安全检测技术. 中国计量出版社, 2010.</p> <p>二、相关检测标准</p> <p>(1) GB 9706. 1-2007 医用电气设备第 1 部分</p> <p>(2) GB 9706. 1-2020 医用电气设备第 1 部分</p> <p>(3) 医用电气安全国际标准 IEC60601</p> <p>(4) 《电磁兼容设计与测试(第四版)》 作者:(英)威廉斯 著,李迪 译. 出版社:电子工业出版社. 2008年03月.</p> <p>(5) YY0505 医用电气设备 第 1-2 部分:安全通用要求 并列标准:电磁兼容 要求和试验</p> <p>(6) IEC6100-4-2 Testing and measurement techniques-Electrostatic discharge immunity test</p> <p>(7) IEC60601 Medical electrical equipment -Part 1:General requirements for basic safety and essential performance</p>
教学条件	<p>线上: 一网畅学教学平台</p> <p>https://1906.usst.edu.cn/course/41351/content#/</p> <p>线下:</p> <p>具备多媒体教学条件, 具有相关实验设备, 可以开展相应的实验教学。</p>

五、教学进程安排

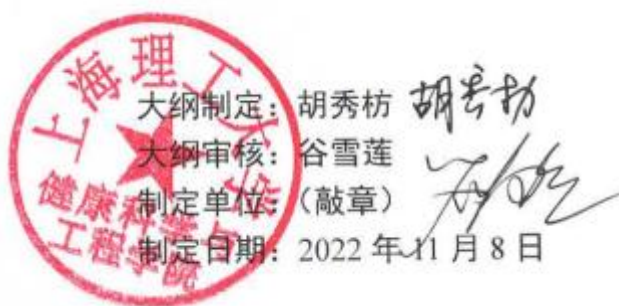
序号	教学内容	课内学时	课外学时	课外学习内容
1	对地漏电流检测	4/实践	2/理论	医电气安全国际标准 IEC6060 和国家标准 GB9706.1 和实验操作示教视频
2	外壳漏电流检测	4/实践	2/理论	复习相关的检测标准和检测项目
3	患者漏电流检测	4/实践	2/理论	复习相关的检测标准和检测项目
4	辅助电流检测	2/实践	1/理论	复习相关的检测标准和检测项目
5	耐压和电介质强度检测	4/实践	2/理论	复习相关的检测标准和检测项目
6	接地电阻检测	2/实践	1/理论	复习相关的检测标准和检测项目
7	绝缘电阻检测	2/实践	1/理论	复习相关的检测标准和检测项目
8	静电放电抗扰度测试	4/实践	2/理论	复习相关的检测标准和检测项目
9	脉冲群抗扰度测试	4/实践	2/理论	复习相关的检测标准和检测项目
10	辐射发射测试	2/实践	1/理论	复习相关的检测标准和检测项目

注：教学进程可按教学周数制定，教师可根据实际教学要求添加或删除表格行数。

六、课程考核

课程目标	考核要点	考核与评价方式及成绩比例 (%)					成绩比例 (100%)
		过程考核				期末 考试	
		作业	报告	设计	自测		
1 素质培养	思政内容	√					20
2 知识培养	专业知识		√	√	√		60
3 能力培养	实验设计		√	√			20
合计							100%
期末考试资格							
学生完成选课手续后不间断听课，并按照教师要求完成规定任务者，方可参加最终实验考查。							
期末考试形式							
<input type="checkbox"/> 闭卷笔试 <input type="checkbox"/> 开卷/半开卷 <input type="checkbox"/> 小论文 <input checked="" type="checkbox"/> 报告 <input checked="" type="checkbox"/> 口试 <input type="checkbox"/> 作品 <input type="checkbox"/> 口笔试兼用 <input type="checkbox"/> 上机 <input checked="" type="checkbox"/> 技能操作 <input type="checkbox"/> 其他（请注明）							

附件：各类考核评分标准表



附件：各类考核评分标准表

医用电气安全及电磁兼容实验评分标准

课程目标	评分标准				权重 (%)
	90-100	80-89	60-79	0-59	
1、素质培养	线上示教部分完成度高，能够准确无错误的理解示教内容；积极参加两次思政元素并讲解	线上示教部分完成度较高，能够准确理解示教内容；积极参加两次思政元素	线上示教部分完成度一般，能够较准确的理解示教内容；参加两次思政元素，但不积极	线上示教部分完成度低，不能理解示教内容；两次思政元素中有缺席	20
2、知识培养	进行实验时精准无错误，口试回答完整，实验报告优秀	进行实验时不影响结果的错误，口试回答较完整，实验报告较优秀	进行实验时结果有误差，口试回答不够完整，错误较多；实验报告不够完整	不能正确进行实验，口试回答较差，有缺勤现象，实验报告较差	60
3、能力培养	动手实践和动脑思考实验设计好，知识能力很强，专业能力较强	动手实践和动脑思考实验设计较好，知识能力较强，专业能力一般	动手实践和动脑思考实验设计一般，知识能力一般，专业能力欠提高	未动手实践或动脑思考实验设计较差，知识能力较差	20