

学校编码: 10384

分类号 _____ 密级 _____

学号: 20051301672

UDC _____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

基于虚拟仪器技术的电磁辐射的检测研究

Detection of Electromagnetic Radiation Based on Virtual
Instrument Technology

赵立威

指导教师姓名: 黄文达教授

专业名称: 无线电物理

论文提交日期: 2008年5月

论文答辩时间: 2008年6月

学位授予日期: 2008年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2008年5月

基于虚拟仪器技术的电磁辐射的检测研究

赵立威

指导教师

黄文达教授

厦门大学

厦门大学学位论文原创性声明

兹提交的学位论文，是本人在导师指导下独立完成的研究成果。
本人在论文写作中参考的其他个人或集体的研究成果，均在文中以明确方式标明。本人依法享有和承担由此论文产生的权利和责任。

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学博硕士学位论文摘要库

摘要

随着科技的发展，低频电磁辐射对人体的危害已经被证实。对低频电磁辐射的测量对于保护人类健康有重要的意义。论文详细介绍了电磁辐射的理论基础，当前电磁环境状况，电磁辐射研究领域动态。特别指出移动电话和计算机等家用电器的电磁辐射概况，以及电磁波检测工作的必要性。在此基础上分析了虚拟仪器系统的设计思路，根据虚拟仪器“软件就是仪器”的核心，开发了三种以虚拟仪器技术为核心的电磁辐射自动测量系统。详细介绍了系统的软硬件组成，并且利用该测试系统对环境中的不同辐射源进行测量，对数据进行分析处理，并实现了不同辐射源的模式识别。整个系统界面友好，操作方便，功能齐全，具有较高的应用价值。

关键词： 自动测量； 虚拟仪器； LabVIEW； 辐射； 模式识别

厦门大学博硕士学位论文摘要库

Abstract

With the development of technology, low-frequency electromagnetic radiation hazard to humans has been confirmed. For the protection of human health, the low-frequency electromagnetic radiation measurements are important. The paper illustrates the basic theory of electromagnetic radiation, current electromagnetic state of the environment and dynamic field of electromagnetic radiation. The paper specially points out the overview of electromagnetic radiation of those mobile phones, computers and other home appliances. Meanwhile, the paper points out the importance of the work of electromagnetic detection. On the basis of this, the paper analyzes the design ideas of virtual instrument system. Based on virtual instruments core of "software is the equipment", develop three electromagnetic radiation automatic measuring systems. The paper details the hardware and software components of the system. The paper measures the different radiation sources making use of the test system, analyzes the data and achieves the pattern recognition of different sources. The whole system is user-friendly, easy to operate, and have a high value.

Key Words: Automatic Measurement; Virtual Instrument; LabVIEW; radiation; pattern recognition

厦门大学博硕士学位论文摘要库

目录

第一章 绪论	1
1 电磁辐射的理论基础	1
2 当前电磁环境状况	2
3 电磁波检测工作的必要性	4
4 电磁辐射研究领域动态	4
5 本文研究内容	5
第二章 虚拟仪器技术	7
1 虚拟仪器概述	7
2 虚拟仪器和传统仪器	12
3 虚拟仪器开发平台—LABVIEW	15
第三章 电磁辐射检测系统的基本原理	19
第四章 基于 CASSY 的电磁辐射检测系统	21
1 系统测量前端的实现	21
2 测量总线的实现	24
3 系统驱动架构的实现	27
4 系统测量程序的实现	31
第五章 基于声卡的电磁辐射检测系统	38
1 系统测量前端的实现	38
2 测量总线的实现	39
3 系统驱动架构的实现	45
4 系统测量程序的实现	48
第六章 基于数字示波器的电磁辐射检测系统	55
1 系统测量前端的实现	55
2 测量总线的实现	57
3 系统驱动架构的实现	58

4 系统测量程序的实现	62
第七章 实测数据和模式识别	67
1 聚类分析	67
2 基于 CASSY 的电磁辐射检测系统检测结果及数据处理	67
3 基于声卡的电磁辐射检测系统检测结果	70
4 测量系统准确性验证	74
第八章 总结与展望	77
参考文献	78
论文发表情况	81
致 谢	82

厦门大学博硕士论文摘要库

Contents

Chapter 1 Introduction.....	1
1 Basal Theory of Electromagnetic Radiation.....	1
2 Status of Electromagnetic Field Environment.....	2
3 Essentiality of Electromagnetic Radialization Detection.....	4
4 Research Survey of Electromagnetic Radiation.....	4
5 Main Content of Paper.....	5
Chapter 2 Virtual Instrument Technology.....	7
1 Summary on Virtual Instrument.....	7
2 Virtual Instrumen and Traditional Instrument	12
3 Main Development Platform of Virtual Instrument---LabVIEW.....	15
Chapter 3 Basal Theory of Electromagnetic Radialization Detection.....	19
Chapter 4 Auto-measurement System Based on Cassy Didactic GMBH.....	21
1 Implementation of System Front End.....	21
2 Implementation of System Bus.....	24
3 Implementation of System Driver Architecture.....	27
4 Implementation of System Measurement Application.....	31
Chapter 5 Auto-measurement System Based on Sound Card.....	38
1 Implementation of System Front End.....	38
2 Implementation of System Bus.....	39
3 Implementation of System Driver Architecture.....	45
4 Implementation of System Measurement Application.....	48
Chapter 6 Auto-measurement System Based on HAMEG407-2.....	55
1 Implementation of System Front End.....	55

2 Implementation of System Bus.....	57
3 Implementation of System Driver Architecture.....	58
4 Implementation of System Measurement Application.....	62
Chapter 7 Metrical Data and Pattern Recognition.....	67
1 Clustering Analyse.....	67
2 Result of Auto-measurement System Based on Cassy and Data Processing....	67
3 Result of Auto-measurement System Based on Sound Card and Data Processing.....	70
4 Validation of Auto-measurement System Veracity.....	74
Chapter 8 Summary and Prospect.....	77
Reference.....	78
List of Papers.....	81
Acknowledgement.....	82

第一章 绪论

1 电磁辐射的理论基础

电磁辐射是指能量以电磁波的形式在空间传播的现象^[1]。电磁波是以波动形式存在的电磁场，它可以脱离电荷和电流而在空间传播，它的传播不需要介质。电磁辐射通常指电场强度、磁场强度和无线电干扰三种物理现象或物理量。环境学和环境管理中所指的电磁辐射还包含独立的电场和磁场以及电磁感应现象和感应电流等。环境保护面临的主要问题有资源破坏和环境污染(又称介质污染)两大问题，环境污染又包含能量流污染和物质流污染两种类型。其中，电磁环境污染属于能量流污染。^[2]

电磁环境的组成包括天然电磁环境和人为电磁环境。^[3]

天然电磁环境指的是来自太阳的电磁波和来自地球这个大磁体的地磁场。而人为电磁环境指的是：广播电视城市中影响电磁环境的最大辐射源是电视，广播发射塔；通讯设施中的雷达微波站、卫星地面站、移动通信基站、无线电寻呼和手机等；以电力为能源的交通工具产生的宽频电磁噪声；电力系统的高压变电站和输电线；工业、科研、医疗技术中使用的高频设备工作时产生的电磁感应场和辐射场；各种家用电器产生的电磁场。

电磁辐射危害人体的机理主要是热效应、非热效应和累积效应等^[4]。

1) 热效应：人体 70%以上是水，水分子受到电磁波辐射后相互摩擦，引起机体升温，从而影响到体内器官的正常工作。

2) 非热效应：人体的器官和组织都存在微弱的电磁场，它们是稳定和有序的，一旦受到外界电磁场的干扰，处于平衡状态的微弱电磁场即将遭到破坏，人体也会遭受损伤。

3) 累积效应：热效应和非热效应作用于人体后，对人体的伤害尚未来得及自我修复之前(通常所说的人体承受力---内抗力)，再次受到电磁波辐射的话，其伤害程度就会发生累积，久之会成为永久性病态，危及生命。对于长期接触电磁波辐射的群体，即使功率很小，频率很低，也可能会诱发想不到的病变，应引起警惕。多种频率电磁波特别是高频波和较强的电磁场作用人体的直接后果是在不知不觉中导致人的精力和体力减退，容易产生白内障、白血病、脑肿瘤，心血

管疾病、大脑机能障碍以及妇女流产和不孕等，甚至导致人类免疫机能的低下，从而引起癌症等病变。

2 当前电磁环境状况

近二十年来，随着我国科学技术进步和社会经济的迅速发展，各种电子、电力设备和设施大量出现在人们的日常生活和工作中。但是，随之而来的电磁辐射污染问题也日益严重。

据国家环境保护总局 1997-1998 年在全国 30 个省、直辖市进行的环境电磁辐射污染调查显示，我国目前环境中人为电磁辐射不断增强的主要原因是：

- 1) 广播电视发射设备的增多、功率的增大；
- 2) 通信发射设备以及移动电话的普及和频繁使用；
- 3) 工业、科研、医疗应用中高频用电设备的增加；
- 4) 电力部门高压输电线路的发展；
- 5) 交通运输的电气化。
- 6) 家用电器的迅猛普及，特别是计算机的使用。

据统计，目前我国广播电视发射设备有 1 万多台，总功率超过 13 万千瓦；而工业、科研、医疗等高频设备近 1.5 万台，合计功率达 250 万千瓦；移动通信设备的发展更是迅速，在过去几年的时间里手机用户数量猛增，到 2000 年 6 月底，我国的移动电话用户数已发展到近 6 千万，移动通信基站超过 7 万个^[5]。

由于对电磁辐射所造成的健康危害的不同理解，不同国家所制定的电磁辐射标准有很大的差异。其中，俄罗斯、意大利、中国、比利时等国家在制定标准时考虑了电磁辐射对人体神经效应方面的影响，标准限值比较严厉，美国、澳大利亚、德国等国在制定标准时采用了国际非电离协会（ICNIRP）的推荐标准，没有考虑电磁辐射对人体神经效应方面的影响，而只是考虑已有明确研究结果的热效应，标准限值较宽松，将来仍然有进一步提高标准限值的可能^[6]。

接着本文着重介绍两种类型的电磁辐射现状：

2.1 移动电话的电磁辐射概况

随着科学技术水平的不断发展和人类生活水平的迅速提高，手持移动电话

(简称手机)彻底改变了人们的通讯方式,已成为人们在社交、工作及生活中信息交流便捷使用的工具,其普及程度也越来越高。在我国,随着移动通讯网 A 网、B 网、GSM 网、以及 CDMA 网在应用中日益成熟,移动电话的普及率日趋加大。到 2001 年 4 月末,我国已是世界上拥有移动电话量最多的国家之一^[7]。但手机在给人们的生活和工作带来方便的同时,也给环境带来一定的污染,国外有长期使用手机引起脑部病变的报道^[8]。

手机电磁辐射从距离上可分为两种:近场辐射和远场辐射,影响手机消费者的主要是近场辐射。专家认为,电磁辐射作为一种普遍的“非电离辐射”,功率仅有 $0.6\sim 1\text{W}$,比一般的家用电器小的多。但手机与人的距离是所有辐射产品中最近的,特别是贴近大脑时,而人与一般家用电器的距离大多在 $1\sim 2\text{m}$ 以外;有些人每天使用手机的时间已超过受到其他家用电器辐射的时间,所以手机辐射对人体的危害要远大于电视塔、微波炉等^[9]。

2.2 家用电器及电脑的电磁辐射概况

家用电器是供家庭日常应用的电器器具,也可用于农业生产和公用事业,故也称为日用电器。它能够改善生活环境,减轻家务劳动,并为日常生活的社会化服务工作创造有利条件,提高人民的生活水平;但另一方面,如果使用不当,也会造成电磁环境恶化,影响人民的身体健康或造成无线电噪声干扰。

实际上,家用电器在居室中产生的电磁波要比高压输电线强很多倍。这些电器很多都是在人体很近的地方使用。如烧水壶和吹风机,每天使用吹风机的时间如超过 2.5min ,就会给身体造成危害。受电磁波辐射的时间越长,受到危害越大。在各种家用电器中除剃须刀和吹风机外,很少有距离 3cm 的,而在距 30cm 处,微波炉的电磁感应强度是比较大的。随着电器的普及,微波炉已进入大多数的家庭中。微波炉是利用微波加热的设备,国际上对微波加热设备均采用 2450MHz 和 915MHz 的固定频率^[10]。我国大多采用的是 2450MHz 频率。其工作原理是,在微波的作用下,食物中的水分子取向发生改变,这种改变引起分子扰动来加热食物。具体的讲,微波加热就是由电磁场与物质分子直接发生作用,按照能量守恒定律,这部分微波被食物中的水分子吸收直接转变为热量^[11]。但是人们在使用过程中会不可避免的受到微波辐射。近年来,使用微波炉的意外事件不断发生,因此对微波

炉的电磁辐射进行测试意义十分重大。

电脑的终端是监视器。从辐射根源来看，它们包括显示器辐射源、机箱辐射源以及音箱、打印机、复印机等周边设备辐射源。机箱内部的各种部件，包括高频率、功耗大的 CPU，带有内部集成大量晶体管的主芯片的各个板卡，带有高速直流伺服电机的光驱、软驱和硬盘，若干个散热风扇以及电源内部的变压器等等，工作时则会发出低频电磁波等辐射和噪音干扰。^[12]

3 电磁波检测工作的必要性

在电子技术为我们的生活，工作带来巨大方便的同时，其电磁辐射对人体健康的影响也越来越受到人们的关注。

虽然对电磁环境的负面影响可以采取一定的防护措施，但要从根本上解决问题，还是要提早预防，一旦发现问题就及时处理，这就要求对电磁环境状态有科学的数据分析，合理的监测测量，做到防患于未然，这样才能很好的控制电磁环境的恶性发展，在利用电磁资源给我们的生活带来便利的同时又将其反作用降至最低。

我国有关的政府管理部门和科研机构在此方面做了大量的调查研究工作，并逐渐建立起相应的管理体系，针对存在的主要问题采取了必要的控制措施。近几年，为适应全球贸易一体化的需要，我国加强了在电磁辐射领域的国际交流与合作，积极参与到国际 EMF 项目中。^[2]

4 电磁辐射研究领域动态

新技术的大量应用使电磁场成为最普遍的环境影响因素之一，国际上许多研究机构均对电磁辐射与人体健康间的关系展开了大量研究。^[13]

美国、西德、日本、英国等发达国家，早在上世纪 30 年代就制定了电磁辐射的安全卫生标准，并已将电磁辐射的监测与管理纳入了日常的环保管理工作中。在 45 年以前，前苏联和美国对此进行了一系列的研究。20 世纪在 70 年代制定出关于高频电磁场容许临界参数的第一批标准文件。目前科学研究，对热效应已有定量的结论。对非热效应，还没有定量的值，只有定性的结论。WHO 参与电磁场安全性研究已经很久了。其现阶段的工作重点为 1996 年开始，为期五

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库