

doi: 10.7690/bgzd.2013.11.025

## 基于物联网的医用设备电气安全监控系统

侯军, 邱顶, 王普杰, 肖庆, 李平

(中国人民解放军 520 医院信息设备科, 四川 绵阳 621000)

**摘要:** 为实现医疗设备电气安全的集中、高效、智能化管理, 提出一种基于物联网的医用设备电气安全监控系统设想。在综合分析医疗设备电气安全参数标准的基础上, 以接地电阻这一重要的防电击参数为主, 从接地电阻测量模块、监控无线网络、接地电阻监控软件等方面对基于物联网的医用设备接地电阻检测系统进行初步设计。分析结果证明: 该方法可对接地电阻进行智能化的监控, 可有效地对医用设备电器安全参数进行监控, 为相关研究提供参考。

**关键词:** 物联网; 医用设备; 电气安全

**中图分类号:** TP277.2 **文献标志码:** A

## Electric Safety Monitoring System of Medical Equipment Based on The Internet of Things

Hou Jun, Qiu Ding, Wang Pujie, Xiao Qing, Li Ping

(Division of Information Equipment, No. 520 Hospital of PLA, Mianyang 621000, China)

**Abstract:** In order to realize centralized, efficient, intelligent management for medical electrical equipment safety, put forwards an electric safety monitoring system of medical equipment based on the internet of things. On the basis of comprehensive analysis of medical equipment safety parameters of electrical standards, the grounding resistance is an important protection against electric shock parameters, the grounding resistance measurement module, wireless network, grounding resistance monitoring software of medical equipment based on network earth resistance detection system for preliminary design. This method can effectively monitor the medical equipment electrical safety parameters, which can provide reference for the related research.

**Key words:** the internet of things; medical equipment; electric safety

### 0 引言

随着生物、信息与电子技术的飞速发展, 医疗设备得到了广泛的应用。医护人员和患者不可避免地经常与各种医疗设备接触, 医疗设备的电气安全问题日益突显。

物联网最早于 1999 年由麻省理工学院提出, 目前被广泛接受的定义为: 通过射频识别 (RFID)、红外感应器、全球定位系统 (GPS)、激光扫描器等信息传感设备, 按约定的协议, 把任何物品与互联网连接起来, 进行信息交换和通讯, 以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络<sup>[1]</sup>。

基于此, 笔者设想利用物联网将医疗设备主要安全指标进行远程自动监测和控制, 实现安全、方便、快捷、可靠的管理, 保证设备使用人员和患者的安全。

### 1 医疗设备电气安全参数标准

我国根据国际电工委员会 (IEC) 的标准 IEC60601-1:1988《医用电气设备第一部分: 安全通用要求》及其修改件 1:1991、修改件 2:1995 制定了医用电气设备安全的国家标准 GB9706-2007“医用电气设备第一部分: 安全通用要求”。该标准是医疗

设备在整个使用生命周期中必须达到的安全基本要求, 国标中已有十几个针对不同医疗设备的电气安全参数专用标准, 其中 3 项防电击参数是监测重点, 分别是: 接地电阻、漏电流、电介质强度<sup>[2-3]</sup>。

接地电阻指用电设备金属外壳与接地端钮间的电阻值, 是衡量设备电气安全的主要指标之一, 主要保证病人、操作人员及设备的安全, 既抑制来自外界的干扰, 又防止医疗电子设备对外界产生干扰。

漏电流的产生主要存在 2 种形式: 一是容性电流, 即电流跨过电容器流经过的电流 (文中不考虑相位差); 二是阻性电流, 即因电阻两端存在电压差而形成的电流, 只存在于应用部件。漏电流是医用电气设备的重要安全指标之一。据资料报道, 美国平均每年有 1 200 多人在常规诊断和治疗过程中因触电死亡, 因漏电流过高而受到电击伤害的更是不计其数。我国医疗电气设备安全防护水平还没有达到先进国家水平, 更应该在医用电气设备设计中慎重考虑漏电流的限制, 并作为重点监测安全参数之一。

电介质强度是考核医用电气绝缘的一个重要指标, 即在外界电流出现高压渗入的情况下仍能保证电路对地的良好绝缘。医用电气产品在使用过程中, 与其连接的电网因雷电、开关过度或感应等情况而

收稿日期: 2013-07-22; 修回日期: 2013-08-30

作者简介: 侯军 (1969—), 男, 四川人, 硕士研究生, 高级工程师, 从事生物医学工程及医院信息化研究。

带来瞬态过电压,会造成绝缘材料的损伤甚至击穿。电介质强度试验就是检验医用电气设备固态电气绝缘性能的重要方法,通过对设备施加一个高于其额定值的电压并维持一定时间来判定设备的绝缘材料可靠性,确保人员安全。

## 2 医用设备接地电阻监测系统初步设计

### 2.1 系统整体设计

根据信息生成、传输、存储和应用的原则,物联网的一般结构模型为:感知层、网络层、应用层<sup>[4-5]</sup>。按此结构模型,系统主要包括接地电阻测量设备、无线网络和监控中心 3 部分,整体框图如图 1。



图 1 系统整体框图

系统依托于无线传输网络,在监控中心实现对分散于医院各处的医疗设备的接地电阻进行实时监测,发现接地电阻超过设定的安全阈值的情况及时进行警示,并可选择远程控制切断设备供电电源。

### 2.2 接地电阻测量模块的设计

接电阻测量设备连接于被测设备金属外壳、被测设备电源接口与接地端钮、供电电源之间,主要包括电源、数据测量、控制器、无线通讯、电子标识、报警和继电器 7 个模块,其内部结构图和测量时的外部连接图如图 2 所示。

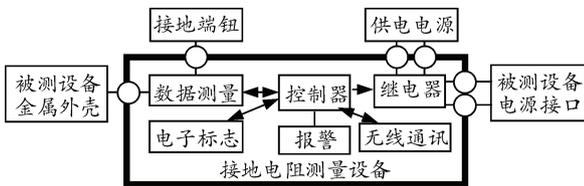


图 2 接地电阻测量设备内部结构图和外部连接图

电源模块为其他模块提供稳定的交流及直流工作电压和电流。数据测量模块完成数据测量。控制器模块是整个测量设备的控制中心,协调控制各个模块的运行和信号传递,同时还可存储整个测量设备的相关设备参数。无线通讯模块通过无线网络实现与监测中心的数据通讯,必须支持 TCP/IP 协议。电子标志为每个测量设备提供一个可识别的唯一标志,以便于区分系统中各个不同的测量设备,保证数据通讯的准确性。报警模块在接地电阻值超过设定的安全阈值时给出警示。继电器在控制器模块的控制下,接通或者断开供电电源和被测设备电源接口之间的连接。正常情况下,继电器处于导通状态,当测量设备接到监控中心的断开被测设备电源指令时,在控制器的控制下断开继电器,被测设备供电电源被断开。

### 2.3 监控无线网络设计

相比传统有线网络,无线网络消除了有线网络对接入设备位置的限制,使用灵活,同时也节省了相应的光纤、电缆、网线等有线信号传输设施,施工简单。无线网络形式众多,例如 3G、WiMAX、ZigBee、Wi-Fi 等,其中 Wi-Fi 是最常用的无线网络接入方式。随着医院信息化数字化水平不断提高,医院信息网络已在传统的有线网基础上扩展到无线网,大多医院已建成了院内的无线局域网。例如中国人民解放军 520 医院,在建设实施移动医护系统时已通过架设 AP 的方式实现了全院 Wi-Fi 信号覆盖。本着充分利用现有资源的原则,系统的网络层就采用已有的无线局域网。

### 2.4 接地电阻监控软件设计

监控软件系统主要包括人机界面、通讯接口和数据库 3 个部分,如图 3 所示。

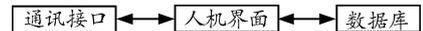


图 3 监测软件设计原理

人机界面主要完成监测数据的采集和分析处理、动态显示接地电阻实时值,当接地电阻超过设定的安全阈值时及时给出警示。同时设计功能模块,可自动或手动远程切断设备供电电源,以保证安全;系统有对历史监测数据的回放查询功能。数据库对采集数据和分析结果进行存储,以便查询和分析应用;通讯接口基于 TCP/IP 设计,实现监控软件与测量设备的数据通讯,按照预定的格式,接收和解析测量设备传回的数据,并可以将监控中心指令传输至测量设备。

## 3 结束语

笔者提出了一种基于物联网的医用设备电气安全监控系统设想,并对医用设备电气安全参数之一,接地电阻的监控进行了初步设计,按照此方法可对医用设备其他电气安全参数进行监控。目前,笔者仅初步探讨了监控系统的整体结构,对各部分的具体实现方式及其他技术问题还需进一步深入研究。

### 参考文献:

- [1] 刘云浩. 物联网导论[M]. 北京: 科学出版社, 2010: 98-110.
- [2] 国家技术监督局. GB9706-2007 医用电气设备第一部分: 安全通用要求[S]. 北京: 国家技术监督局, 2007.
- [3] 管青华. 浅谈医疗设备电气安全[J]. 医疗设备信息, 2006, 21(3): 76-77.
- [4] 刘焕敏, 张娟. 用全面质量管理的思想加强试验装备管理[J]. 兵工自动化, 2013, 31(6): 38-40.
- [5] 苏秋玲. 卫生装备质量控制物联网化研究[J]. 中国医疗设备, 2012, 27(11): 67-69.