

家庭智能马桶健康检查系统

摘要:

随着人们物质生活水平逐渐提高,整个社会对健康水平的关注也日趋加强。老龄化社会的到来也为小型家庭医疗器械的发展带来巨大商机。本产品将健康检查系统整合于马桶之内,推出一款简便轻型的智能马桶,使人在如厕时对自身健康状况进行检测,具有广阔的市场前景。

本创意提出的家庭智能马桶健康检查系统,可快捷、简便地在用户如厕时对人体进行体温测量、体重测量、粪便成分分析、尿液 PH 值检测等,并可对不同使用者的检测参数分别进行个性化备份存储、趋势预测、计算分析,同时可通过 Web 将本地检测信息传送到社区医院进行远程诊断。此外远程客户端经授权的使用者亦可通过 Web 对该系统所储存的数据进行访问,这就意味着,在该产品推向市场后,人们可通过该系统实时检测自身的身体健康状况,并将所得参数传送给地区医院实现远程诊断,亦可在出门在外时及时了解家人的身体健康状况,非常适合空巢老人家庭使用。该产品的创意目的不仅限于早期检测疾病,还在于长期监测用户身体状况,指导用户合理安排膳食,及时改善生活方式。

本创意本质上是针对不同用户进行个性化检测和长期健康监测的家用医疗器械与远程医疗相结合的创新尝试。我们有信心相信,该产品具有广阔的市场需求和诱人的市场前景。

关键词: 健康、智能马桶、传感器、医疗器械

Abstract:

With the development of the society, there is a growing concern on the health level. Otherwise, the coming aging society brings enormous business opportunities for small-scale family medical devices. Our product integrates health inspecting system with the toilet, which allows the users quickly inspect their health conditions while in the toilet. We believe that the product would have a broad market prospect. The idea of “family health examination system of intelligent toilet” has many functions consisting of temperature measurement, weight measurement, feces component analysis and urine PH value detection. When the user is answering a call of nature he can quickly detect these parameters. What’s more, different users could calculate and save their own parameters separately in the database and predict the tendency of users’ health conditions automatically. Moreover, users can transmit their health information to the community hospital for further diagnosis. The accredited remote client can visit the system via web, which means the product allows people know their family members’ health conditions in time when they are away from home,

especially for the empty-nest old man families. Our originality aims not only at early disease detection, but also at long-term monitoring of users health conditions in order to guide users' arrangement of meals and improve life quality.

It is a combination of family medical equipment and Tele-medicine, aiming at different users to make personalized detection and long-term health monitoring. We have confidence believing that the product has a broad market demand and attractive market prospect.

Keywords: health,medical devices,intelligent toilet,sensor

一、 引言

当代社会,人们生活节奏加快,生活压力较大,处于亚健康的人群不断增加,久而久之,为老年性疾病以及心血管疾病等慢性病埋下祸根。随着人们的物质生活水平逐渐提高,整个社会对健康水平的关注也日趋加强。但是高昂的医疗费用普通工薪阶层难以承担,治疗疾病带来的痛苦也是人们不愿意承受的。人们更希望能够实时了解自身的身体状况,尽早发现疾病征兆,并且指导自己及时改变生活方式。此外,老龄化社会日益临近,面对越来越多的空巢老人,如何实时监测他们的身体状况并及时就医是子女们越来越关注的问题。显然,要想实现长期实时监护和跟踪记录,频繁地去医院体检可行性较低,我们需要开发一种可以长期分析并记录人体生理参数以便监护用户健康水平的高智能家用医疗器械。

日新月异的科技革命给现代人带来了福音,得益于控制技术,检测技术,电子工业和计算机技术的飞速发展,医疗器械行业也日趋智能化、高效化、小型化,大大推进了医疗器械进入家庭的步伐。

无源医疗器械的发展,生化传感器的研制^[1-4]以及医学图像处理技术^[5-8]的发展给小型医疗器械的家庭化、智能化发展带来了契机。本文将具备检测功能的传感器的小型医疗器械整合到日常生活所用的马桶上,旨在制造一款智能的家庭马桶健康检查系统。

本文中所设计的智能马桶健康检查系统采用红外耳鼓膜体外测温技术^[9-10]、压力传感器技术^[11-12]、ISEFT 传感器^[13-15]、粪便分析处理技术以及远程医疗诊断技术^[16-17],能够实现体温测量、体重测量、尿液 PH 值检测、粪便成分分析等人体健康指标的检测的重要功能。

二、 产品设想

我们不能忽视家用医疗器械特殊的使用环境和操作对象。其用户是没有受过专业训练的普通群众,这就要求仪器的操作方法简单易学,仪器的清洗和保养也必须简单易操作。换言之,监测仪器必须达到高智能化,并且具有简易的交互界面。此外,我们设计的仪器需要能够在日常家庭生活中使用,并且实时采集用户的生理参数从而实现健康水平的监护,这就要求所使用的仪器必须融入到日常生活中去,无创无痛无介入,不改变用户的日常生活习惯。

纵览我们熟知的体检方法,比如血常规,医学影像学检查,尿常规,大便常规等,最符合上述要求的检查方式非尿液粪便检查莫属。尿常规和大便常规是最普遍的体检手段,而且无痛无介入,此外,很多疾病早期都会出现尿异常或大便异常的症状。临床发现,不少肾脏病变早期就可以出现蛋白尿或者尿沉渣中有形成分;尿路感染,阴道炎,糖尿病,结石,胆道阻塞等疾病也有尿异常的临床症状。同时,结肠癌,消化道出血,前列腺炎,胆道梗阻,细菌性痢疾,痔疮,直肠癌,结核,急性肠炎,寄生虫感染等疾病都有大便异常的临床表现。尿常规和大便常规可谓是身体健康状况的晴雨表,可见,实时检测尿液和粪便可以真实反映用户身体状况,并在早期发现多类疾病。此外,排尿排便是人体循环系统的重要环节,不健康的饮食必然会导致排泄状况的波动。我们可以通过记录排泄频率

以及监测大便成分和尿液 Ph 值等来指导用户安排日常饮食。

综上所述,为了方便地对家庭成员的尿液和大便进行实时监测,我们将对马桶进行改造,在原有马桶的基本结构上加装取样环节,检测环节,PC 处理环节,远程数据传输环节,这样既不改变用户的生活方式,又可以监测用户的健康水平。只要能够利用自动控制技术实现系统的高智能化,这种具有实时健康监测功能的智能马桶必能顺应家庭医疗器械行业的发展趋势,响应广阔的市场需求,若技术成熟后可降低产品成本,智能马桶走进千家万户亦是指日可待。

三、 创意亮点

本产品将医疗器械与家用马桶相结合,设计出具有检测监护功能的智能马桶,对家庭成员的尿液和粪便进行实时检测。使用本产品不但无创无介入,而且不改变用户的生活习惯。产品能够很好地和用户的日常生活融合在一起,其设计理念的人性化可谓家庭医疗器械的典范。

本产品设计了新建用户选项,使每一个家庭成员乃至来访的客人都可以建立自己的健康状况数据库,每次使用时都能够将数据保存在自己的数据库中,这样既避免了不同使用者之间检测结果的混淆,又实现了家庭成员健康状况的长期监测。使用者可以随时通过数据记录翻看自己的历史检测结果,纵向分析身体健康状况走势,从而实现了长期监测功能。

本产品应用先进的检测和控制技术,实现了仪器的高度智能化。操作简单,即使没有受过专业训练的普通家庭成员通过阅读产品说明书也能够轻松使用。用户只需根据操作提示点击按钮就可实现自动检测和数据分析。

本产品集疾病检测和健康检测功能于一身,即不但可以通过检测尿液和粪便提早发现疾病征兆,还可以实时监测用户的体重和体温。此外,通过每日监测并分析粪便成分,可以发现用户的饮食中缺少哪些营养成分,以及哪些营养物质摄入过剩,从而可以指导用户及时调整饮食安排,合理膳食。

本产品的终端设在社区医疗信息系统。即应用远程医疗理念把每个用户的数据检测记录都输送到社区医疗信息体系中,建立社区居民身体状况数据库,社区医院的医生可以实时掌握社区居民身体大致状况,并可以对采样结果进行更为严谨而深入的分析,有助于提早发现疾病征兆。尤其是针对日趋增多的空巢老人,远程监护和早期诊断治疗显得尤为重要。

四、 技术实现

3.1. 总体设计方案

我们的家庭智能马桶健康检查系统分为控制部分、体检装置部分、数据采集处理部分,其各部分组成和关系如图 1 所示。

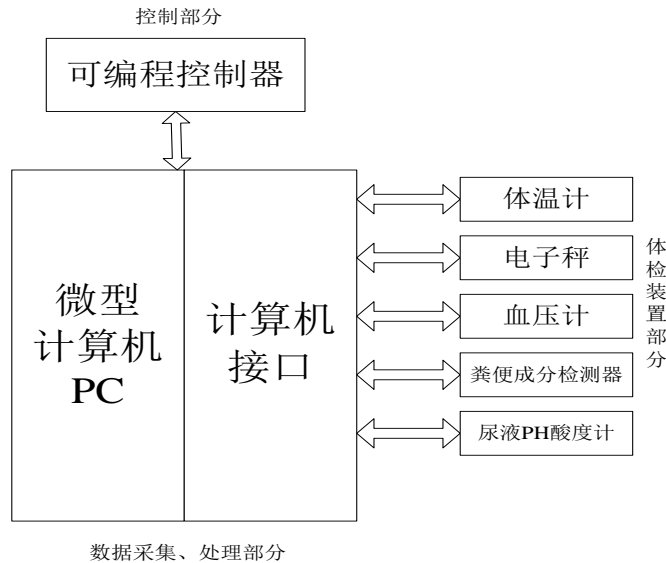


图 1 系统组成

其中，系统控制部分应用控制技术对体检过程进行自动控制，如检测装置的开关量控制、用户键盘的按键查询、工作灯的指示和其他控制量的控制等,本创意中是使用触摸屏技术实现的。

体检装置部分采用各类传感器从人体获取各项所需要的生理指标，通过相应的方法对不同指标进行检测，并将检测结果通过计算机接口送入微型计算机中。

数据采集部分主要采集用户的体温、体重、粪便成分、尿液 PH 值等数据，进而将采集到的结果存储到计算机中，由计算机完成数据分析和进一步的处理，并建立数据库实时监测人体身体健康状况动态。

最后，将 PC 通过互联网与社区医院信息系统相连，对用户健康状况进行备案，必要时也可进行远程诊断。通过对计算机中相关数据权限的设置，也可让有访问权限的人及时掌握用户的健康状况。

3.1.1. 体温测量的实现

采用红外线耳鼓膜温度测量法进行体温测量，即通过红外线辐射鼓膜可快速而可靠地测定基体深层（中心）体温。该方法是根据斯蒂芬-波尔兹曼定律得到的一种测量方法。由于物体温度越高，其辐射出来的能量也越多。通过对人耳鼓膜辐射能量的测量，可对人体体温进行实时监测。它可由图 2 所示流程实现。

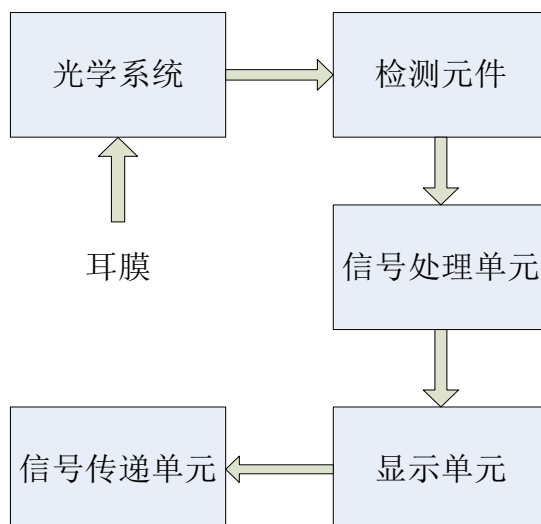


图 2 红外线耳鼓膜温度测量法实现流程

在测量过程中，光学系统向耳膜辐射红外线，光学系统获取辐射信息后将其返回到检测元件，检测元件通过信号处理单元将其转换成数字信号，同时将数字信号通过计算机接口传到计算机中进行处理，实现结果的显示和信号的传递。

用户在使用体温测量功能时，需点击控制器中的“体温测量”，待系统发出指令后，红外设备开启，当被检测者将耳朵对准识别外设时（可安装在智能马桶一侧墙壁上，用户如厕时刚好可使耳朵对准红外设备），耳鼓膜接收到的辐射可将反馈信号通过上图的路径传送到 PC，实现体温测量。

3.1.2. 体重测量的实现

将承重传感器安装于马桶正前方的地板上，当使用者如厕完毕后，按下按键就能将体重信息通过传感器传递到硬件设备中，再经过放大及滤波处理后，经由 A/D 转换电路可将模拟信号转化为数字信号。数字信号被送到微处理器进行处理，处理完成后数据通过信号传递系统传递到 PC 主控机上，如图 3 所示。

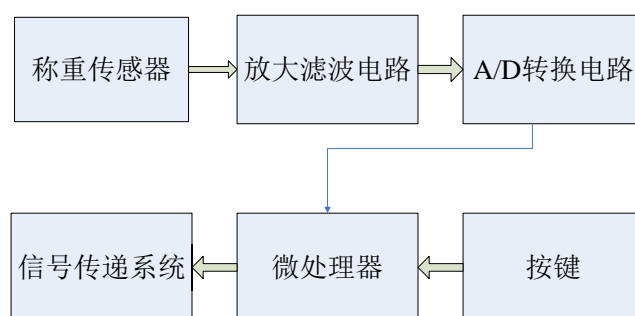


图 3 体重测量的实现

微处理器还与控制部分的按键相连，按键按下后，能够控制称重传感器开启与关闭。

3.1.3. 粪便成分分析的实现

将粪便浓缩收集管安装于马桶壁上，当进行粪便分析时，微电脑启动可调双吸样针进行自动吸样，再经由自动染色装置对其进行染色。染色后进行重悬浮，然后将粪便浓缩液输送到标准流动计数室内。

在标准流动计数室内，配入甲醛盐水和乙酸乙酯进行处理。将处理后的试样输送到离心管中，经过振摇，粪便呈混悬状态，再经过过滤，粪便中大颗粒分子粪渣便被隔离于残渣收集器内，而粪便中的敏感成分，如寄生虫卵、幼虫、包囊、细胞则通过滤孔进入离心管内，进行离心沉淀后收集于底部呈浓积液。系统根据动力管道产生吸力的原理，在微电脑控制台的控制下自动吸样，在蠕动泵作用下，自动吸入沉淀物、染色、混匀、重悬浮，在光学流动管标准流动计数池内进行计数。系统每次吸入量和吸入时间恒定，对于高浓度样本可自动稀释。样本分析完成后系统将自动进行冲洗。

利用放大装置可对样本图像进行采样，经放大后的采样图像可通过远程连接传送到地方医院的信息管理系统。专业医护人员会对图像进行进一步分析，并将分析结果和诊断报告通过网络及时反馈到用户的系统中。

它的硬件系统构成如下：

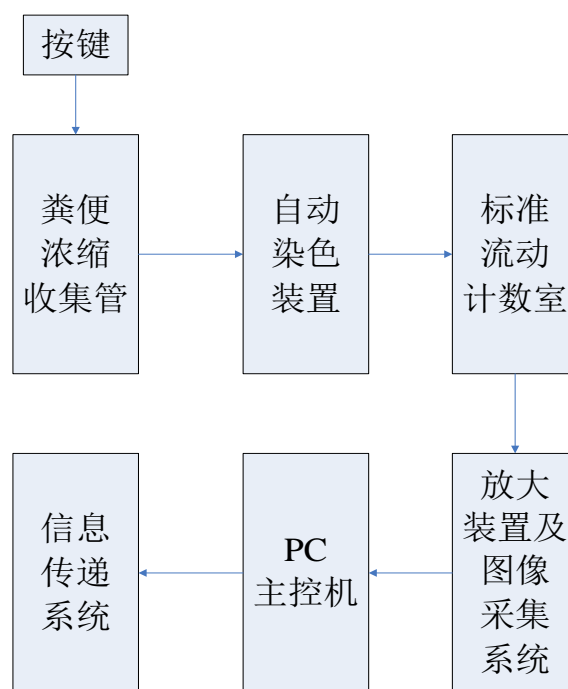


图 4 粪便成分分析的实现

3.1.4. 尿值 PH 的检测

测量原理：将 ISEFT（一种 PH 酸度传感器常用离子敏感电极 ISE 与金属一氧化物一半导体场效应晶体管（MOSFET）结合起来形成的一种新型的离子敏感场效应管器件）（图 5），插入被测溶液，在一定条件下，被测溶液 PH 值与沟道电流成线性关系，因此只需要通过测量其沟道电流就能得到被测溶液的 PH 值。

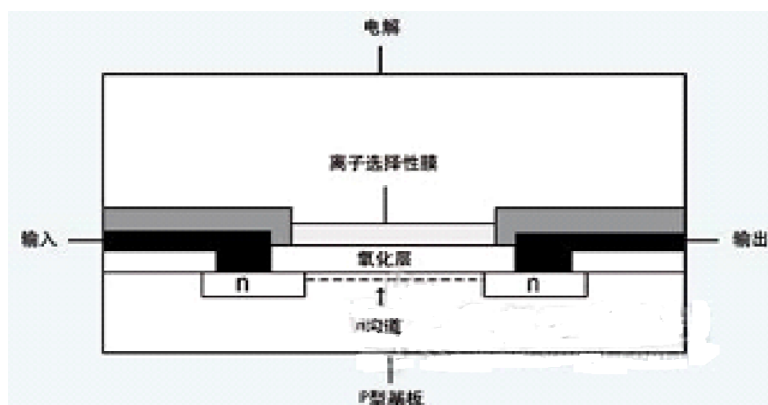


图 5 ISEFT 示意图

将尿液收集器安装于马桶底部，尿液收集器内配置 ISFET，当尿液 PH 值检测启动时，场效应管即处于电流测量状态，通过测量沟道电流的大小便可计算出尿液 PH 值的大小。

3.1.5. 控制部分的实现

当用户发出“开始体检”指令后，控制系统将按照如图 6 所示的流程开始工作。

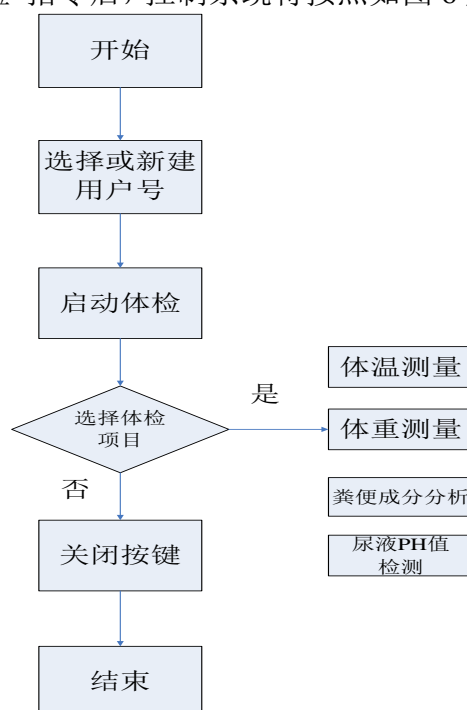


图 6 用户操作流程

开始体检后，用户需选择相应的用户名和所要进行的体检项目（可复选），例如，当用户选择粪便成分检测和体重测量时，系统会自动将相关装置清洗并通过传感器对粪便进行取样；在用户如厕完毕通过体重传感器对进行体重测量时，控制系统会将体检结果显示于 PC 主控机上。

对于可编程控制器的主界面，可设为鼠标控制触摸屏，如图 7 所示。

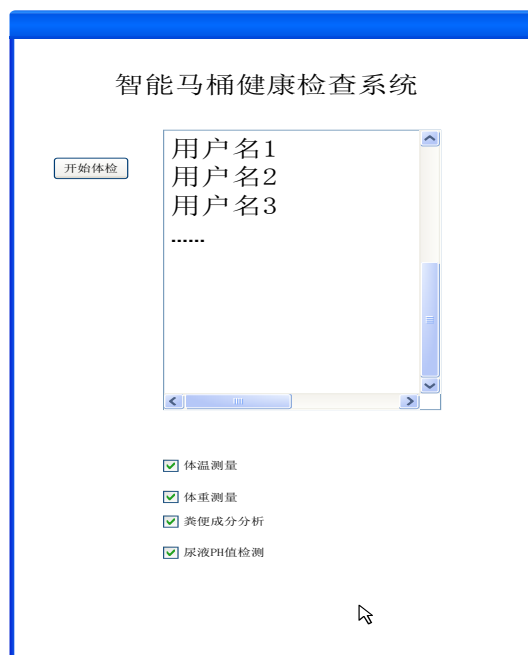


图 7 控制器主界面

3.2. 软件系统组成

软件系统采用模块化设计,分为七个子模块:用户界面模块、参数设置模块、串口通信模块、可编程控制器模块、数据库模块、趋势预测模块和 Web 发布模块。

用户界面模块是用户与系统进行交流的平台。通过用户界面,用户可访问数据库、设置参数、预测未来走势以及与外界 Web 进行交流等。主界面共包括四个子界面,分别为历史数据查询、趋势预测、参数设置、Web 访问,如图 8 所示。

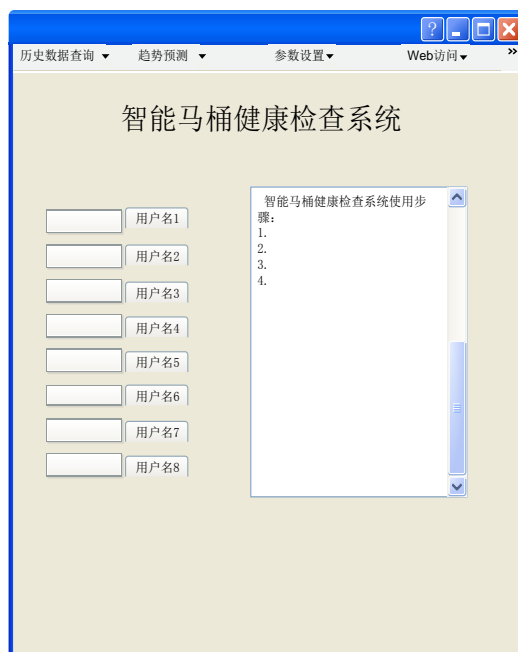


图 8 智能马桶健康检查系统主界面

在主界面中，用户可根据自己的需要选择或新建用户号。在“历史数据查询”子界面中，用户可进行历史数据的跟踪分析；在“趋势预测”子界面中，系统会根据历史数据趋势判断数据走向；“参数设置”则是对用户数据的存储规模、换算单位等进行设置；在“Web”访问界面中，用户可进行网络访问并可将个人体检信息发送至地区医院信息系统，亦可访问其他经授权的远程系统的数据。

“历史数据查询”是通过用户界面模块访问数据库模块。数据库模块中有一个专门对用户数据进行储存和管理的数据库文件，每一次体检所得数据都将被存入数据库文件。用户点击“历史数据查询”后，系统会自动链接到数据库文件中对数据进行查询。

“趋势预测”则是通过用户界面模块访问趋势预测模块。人体体检数据在存入数据库后将成为按时间先后顺序排列的时间序列，故可采用灰色理论进行趋势预测。在趋势预测模块中，使用灰色理论预测对体检数据走势进行趋势预测，从而得到人体体检数据的趋势预测值。

进行远程诊断时，用户需通过 Web 将体检数据传送给医生。远程经授权的用户也可经 Web 访问该系统的数据，如图 9 所示。

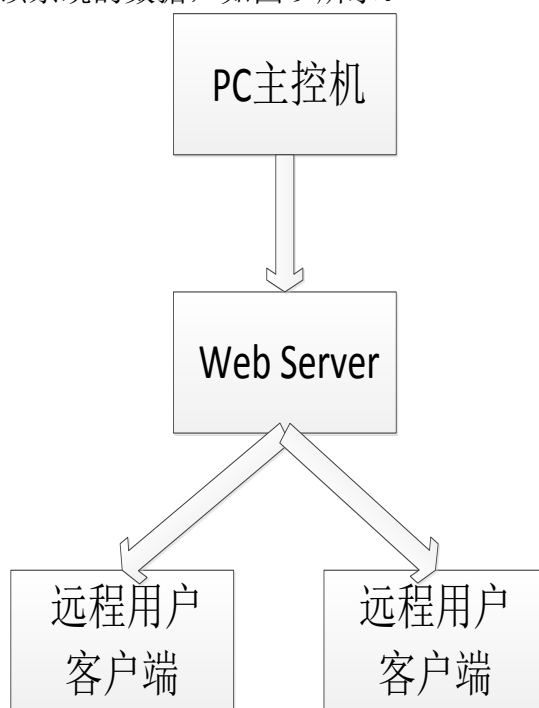


图 9 远程诊断的实现

五、 市场展望

有关数据显示，欧美国家的平均消费中，医疗保健产品的消费占总支出的 25% 以上，而我国现在仅为 0.07%，这说明，未来中国的家用医疗保健市场具有很大的市场潜力。

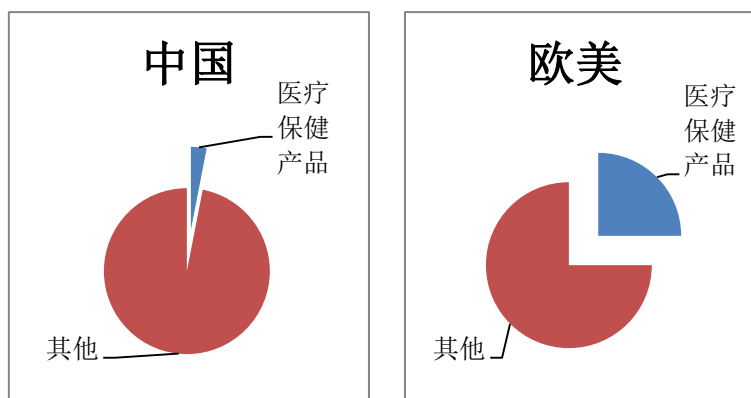


图 10 中国与欧美医疗保健产品的消费占总支出的对比

纵观我国医疗器械行业现状，可以发现家用医疗器械的发展前景一片大好。中国医疗器械行业协会统计显示，中国医疗器械在 2010 年总产值首次突破千亿元大关，其中，家用医疗器械增长连续 5 年的增长速度保持在 30% 左右。

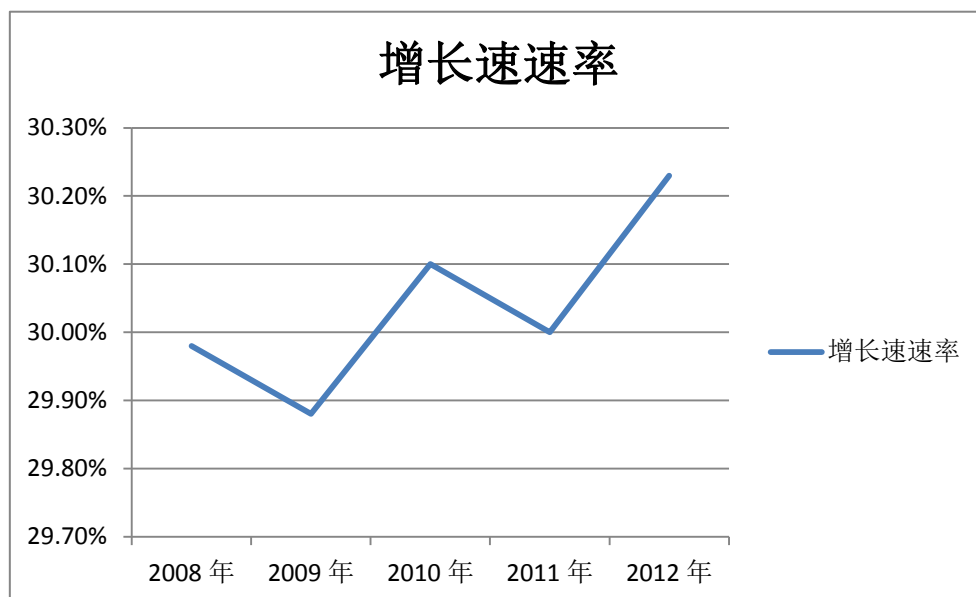


图 11 中国家用医疗器械连续 5 年增长速率

随着物质生活水平的不断提高，在衣食住行的需求得到较好地满足之后，人们开始重视健康水平和身体状况，对家用医疗器械的投资也在逐步增加。我们有理由相信，家庭医疗器械会像电视、冰箱一样进入到千家万户，我们完全可以把握住家庭医疗器械领域存在的巨大商机。

此外，中国的老龄化浪潮正在呼啸而来。《2009 年民政事业发展统计报告》数据显示，截止到 2009 年底，中国 60 岁以上的老年人已达 1.67 亿，占人口总数的 12.5%，且正以每年 3% 的速度递增，到 2020 年，预计将达到 2.34 亿人。到 2050 年，老龄人口将突破 4 亿。显然，中国已经是世界上老年人口最多的国家。然而，大多数家庭都是独生子女家庭，工作压力颇大的上班族很难对父母进行周到的监护，家用实时监护系统和远程医疗体系必将成为赡养空巢老人的首选医疗仪器。

本创意本质上是家用医疗器械与远程医疗相结合的创新尝试，针对不同用户进行个性化检测和长期健康监测。产品集健康监测和疾病检测功能于一身，既能实时了解健康状况，早期发现疾病征兆，又能长期收集身体状况数据。该产品既

适用于普通家庭，又适用于身体状况较差却无人照顾的空巢老人，我们有信心相信，该产品具有广阔的市场需求和诱人的市场前景！

[参考文献]:

- [1]Higgins I J, Mccann J M, Davis G, et al. Sensor electrode systems: European Patent EP 0127958[P]. 1996-4-10.
- [2]Pfeiffer D. Commercial biosensors for medical application[M]//Frontiers in Biosensorics II. Birkhäuser Basel, 1996: 149-160.
- [3]Sensors, Chemical and Biochemical Sensors[M]. Wiley-VCH, 2008.
- [4]Smith J P. Medical and biological sensors: a technical and commercial review[J]. Sensor Review, 2005, 25(4): 241-245.
- [5]Gopi E S. Medical Image Processing[M]//Digital Signal Processing for Medical Imaging Using Matlab. Springer New York, 2013: 73-100.
- [6]Tanaka K, Nishimura H, Shibata S, et al. MEDICAL IMAGE PROCESSING APPARATUS AND METHOD FOR CONTROLLING MEDICAL IMAGE PROCESSING APPARATUS: U.S. Patent 20,130,051,641[P]. 2013-2-28.
- [7]Hideaki I, Tomohiro K. MEDICAL IMAGE DIAGNOSIS DEVICE: WIPO Patent 2013005837[P]. 2013-1-11.
- [8]Shibata M, Sakurai Y, Ohyu S. MEDICAL IMAGE PROCESSING APPARATUS: U.S. Patent 20,130,070,998[P]. 2013-3-21.
- [9]Fortuna E L, Carney M M, Macy M, et al. Accuracy of non-contact infrared thermometry versus rectal thermometry in young children evaluated in the emergency department for fever[J]. Journal of Emergency Nursing, 2010, 36(2): 101-104.
- [10]Ramey D, Bachmann K, Lee M L. A Comparative Study of Non-contact Infrared and Digital Rectal Thermometer Measurements of Body Temperature in the Horse[J]. Journal of Equine Veterinary Science, 2011, 31(4): 191-193.
- [11]Kanellos G T, Papaioannou G, Tsiokos D, et al. Two dimensional polymer-embedded quasi-distributed FBG pressure sensor for biomedical applications[J]. Opt. Express, 2010, 18(1): 179-186.
- [12]Zhou D, Jax K. Design of pressure sensor array with reduced number of wires[C]//Information and Automation (ICIA), 2010 IEEE International Conference on. IEEE, 2010: 900-905.
- [13]Nemeth B, Tsuda S, Busche C, et al. ISFET sensor system for real-time detection of extracellular pH oscillations in slime mould[J]. Electronics letters, 2012, 48(3): 144-146.
- [14]Hemmink G J M, Weusten B L A M, Oors J, et al. Ambulatory oesophageal pH monitoring: a comparison between antimony, ISFET, and glass pH electrodes[J]. European journal of gastroenterology & hepatology, 2010, 22(5): 572.
- [15]Kokot M. Measurement of sub-nanometer molecular layers with ISFET without a reference electrode dependency[J]. Sensors and Actuators B: Chemical, 2011, 157(2): 424-429.
- [16]New M I, Abraham M, Yuen T, et al. An Update on Prenatal Diagnosis and Treatment of Congenital Adrenal Hyperplasia[C]//Seminars in reproductive medicine. Thieme Medical Publishers, 2012, 30(05): 396-399.
- [17]Satoki H, Masayoshi S, Iwao K, et al. Clinical Efficacy of a Telemedicine Program for Lifestyle

Modification Involving Self-monitoring of Health Status, and Patient Compliance with It[J]. Official Journal of Japan Society of Ningen Dock, 2012, 27(1): 97-102.