

实施海云工程 实现低成本健康*

樊建平 张元亭 王磊

(中国科学院深圳先进技术研究院 深圳 518055)

摘要 改善中国农村社区的医疗保健并促进健康权益在今天的中国是至关重要的。中国科学院在提供先进的技术解决方案中起着主导作用。精心制作的综合诊断终端和云计算平台已经产生了显著的社会影响并培育了国内低成本的医疗保健行业。

关键词 医疗保健; 低成本健康

Implementation of Integrated Diagnostic Terminals and Cloud Computing Platform for Low-cost Healthcare Industry

FAN Jian-ping ZHANG Yuan-ting WANG Lei

(Shenzhen Institutes of Advanced Technology, Chinese Academy of Sciences, Shenzhen 518055)

Abstract Improving healthcare to rural Chinese communities is vital for promoting health equity in today's China. Chinese Academy of Sciences plays a predominant role in providing advanced technical solutions. The elaborated Integrated Diagnostic Terminals and Cloud Computing Platforms have made significant social impacts as well as they are of benefit for incubating the domestic low-cost healthcare industry.

Keywords healthcare; low-cost healthcare industry

1 中国科学院要在全民低成本健康中起到引领作用, 必将通过关键技术突破, 研制基层卫生机构适用的海终端与云平台, 进而培育有中国特色的健康产业

据统计, 2009年全国卫生机构28.9万个, 其中医院1.98万个、城市社区卫生服务中心2.6万个、乡镇卫生院3.9万个, 诊疗36亿人次。新农合参保8.33亿人, 每千农业人口拥有医疗人员1.06人。2009年全国农村卫生室61.3万个, 诊疗16亿人次, 每个农村卫生室每年平均诊疗2600余人次, 是遏制农村看病难、看病贵的第一道防火墙, 但长期得不到重视。具体表现在基础设施建设欠帐较多, 医疗设备陈旧老化(老

三样: 体温计、血压计、听诊器), 诊疗手段严重缺乏, 不能适应当今疾病谱的变化(Lancet, 2008; 372: 1493-501)。在世界卫生组织对成员国卫生筹资与分配公平性的评估排序中, 中国在191个成员国中列第188位, 倒数第四(WHO, 2000年)。因此, 针对8亿多农村人口、拥有16亿人次诊量的60多万农村卫生室的发展壮大是有中国特色的低成本健康的必经之路。实际上, 国家已经充分认识到了低成本健康问题的迫切性, 不久前, 温家宝总理主持国务院会议, 研究如何补偿基层医疗机构。

然而, 市场上尚缺乏真正能为农村卫生室为代表的基层卫生机构所用的设备与系统。从设备层面来说, 硬件厂家的渠道销售导致设备成本昂贵、服务持续性差; 信息系统层面来说, 软件厂家以软件产品作为企业利益主体的销售方式导致医疗信息化天价实

樊建平, 研究员, 博士生导师, 中国科学院深圳先进技术研究院院长, 主要研究方向为体系结构、并行处理、操作系统等。张元亭, 博士生导师, 主要研究方向为穿戴式医疗仪器、躯域传感网络及移动健康等。王磊, 教授, 博士生导师, 研究方向为体域网, 生物医学IC设计。

*转载自《高科技与产业化》2011, 07期。

施、厂家互不相认、形成信息孤岛、服务质量无法保证。一方面是国家新时期医疗卫生“战略前移，重心下移”的发展趋势，另一方面却是基层医疗机构设备老化和信息化程度落后的尴尬现实，中国科学院低成本健康海云工程应运而生。

所谓海终端，就是以嵌入式计算为主要特征，提供能够无缝接入的智能医疗终端设备。其功能覆盖基础医疗检查的设备端、健康信息的采集端、乡村医生技能培训的服务端、六位一体公共卫生工作开展的设备端、远程医疗的基层接入端、个人健康管理服务的设备端、智能医疗数据处理终端、以及突发医疗事件急救终端。所谓云平台，以集中化标准医疗信息服务

为主要特征，提供面向基层医疗机构的标准化医疗服务。云平台集成公共卫生服务平台、基础医疗服务平台、健康数据挖掘整理平台、健康数据智能搜索服务平台、基层医生诊疗辅助支持平台、个人健康管理服务平台、公共卫生数据决策支持平台、公众健康知识普及教育平台和国家突发应急数据处理平台。图1所示为低成本健康海云工程的体系结构，其重点是通过海终端实现可信筛查，通过云平台实现泛在互联，在个人、家庭和基层卫生机构等层面上实现健康的全覆盖，其中最迫切的海云工程一期的重点是针对农村村级卫生室，力图以点带面，星星之火，可以燎原。

海云工程一期的实施可以在今后五年内获得显著



图1 低成本健康海云工程的体系结构

的社会和经济效益。首先，依靠政府主导，在农村和社区卫生服务站一级实现基本检查设备及信息系统普及，创造20年不落后的基层医疗服务单元，以人为本创建家庭和谐、社会安定的良好政治社会环境。二，建立家庭和个人健康档案，进行健康管理，提高示范区整体医疗卫生服务水平，为农民记录一生、管理一生、服务一生。三，成为全国农村新医改示范工程，提前实现健康中国2020目标。在新医改和健康中国2020战略背景下，探索中国特色的社区（乡村）农村及城市社区普及型医疗器械配置及部署，以六十多万农村卫生室、每个卫生室三万五千元的组建费用计算，涉及的设备总价值已超过二百亿元，这还不包括试剂等耗材和信息化增值服务等产生的费用。四，建立覆盖村镇的健康信息和服务网络，发展健康产业和现代信息服务业，依托全民健康保障共享科技创新平台，大力发展社区卫生事业，逐步打造以现代健康信

息服务业为主的、有中国特色的健康产业价值链。五，高科技设备的下移将帮助百万村医提升技术能力和提高收入水平，将有效地解决“大专不下乡，中专不下村”的现实问题。最后，从源头入手，有效地缓解广大人民群众“看病难，看病贵”的问题。图2所示为海云工程的阶段目标。



图2 低成本健康海云工程的阶段目标

2 低成本健康的发展模式已经在国内外得到认可并开始部署，海云工程是中国科学院起到“引领示范火车头作用”的最佳机遇

低成本高效率的基层卫生服务是国内外医疗工作者的共同目标，发达国家主要是三种有代表性的服务经营方式：以英国为代表的国家经营管理模式，以德国、日本等为代表的国家计划管理、私人提供服务模式，以美国为代表的以私人为主体的模式。它们都表现为社区医疗的特征，即由社区医疗服务机构提供多样化保健服务、公共卫生服务和基本医疗服务。图3所示为一些国家围绕健康信息技术展开的相关计划。其中针对全民健康，英国建立了国民医疗保健服务系统(NHS)的数字健康平台。美国政府提出通过将医疗保健记录电脑化来避免危险的医疗过失同时降低成本。奥巴马政府拨款1590亿美元用于美国国民医疗系统建设，其中全民健康系统240亿。尤为值得重视的是，上述部分信息系统已经开始攫取我国国人健康信息这一战略资源。

“海云健康信息”获取和处理技术我们与国际发达国家处于同一起跑线上、关键是誰的计划“快和好”！

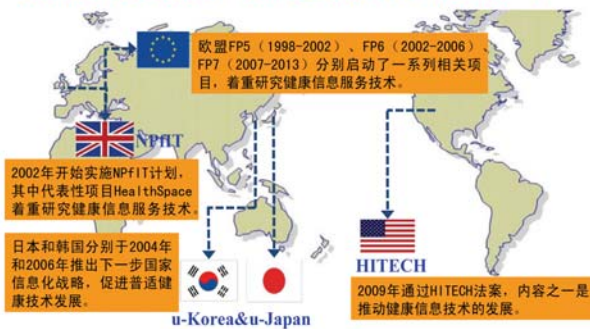


图3 英、美、日、韩、欧盟等国家的海云健康信息计划

国际大公司也积极跟进低成本健康。仅在2009年一年内，GE宣布“健康创想”计划，6年内投资30亿美元开发100种降低医疗成本、提高医疗机会与质量、让更多病人能够用得着的设备。飞利浦瞄准中国基层医疗机构，开始推广其低成本医疗设备。2009年西门子中国内部代号为“SMART”的战略计划进入第三个推广年，简单易用、维护方便、价格适当、可靠耐用和及时上市的产品已经开始在基层细分市场探索。2011年6-7月，为配合中国共产党建党九十周年，Intel公司组织了“红色之旅”，在中国基层卫生机构，主要是村级卫生室展开健康咨询等活动，同时为其设备与系统的推广进行实地调研。



图4 Intel公司在中国村级卫生室展开“红色之旅”

在国内，医疗卫生工作的重点仍过分地集中在面向中心医院的医疗器械和信息系统。相比较而言，健康产业相对于传统的医疗器械和信息系统产业，是一个更为巨大和覆盖面更为宽广的领域。特别是对于受众广泛的基层医疗，其承载的使命和业务特点和城市中心医院有着鲜明的区别。针对基层医疗的适宜产品产业，目前在国内外仍然是属于起步阶段，其特点分析如下：面向基层医疗机构的产品和技术目前仍然沿袭城市中心医院固有的产品和系统服务模式，但由于基层的特殊性，导致这些本来在城市中心医院适用的产品和技术在基层往往是长期闲置、无人问津。根据相关统计，我国基层（在乡镇卫生院和村卫生室），常用传统医疗器械如B超、心电图、半自动生化等设备，许多地区设备空闲率达到50%以上。这种情况发生一方面由于基层缺乏专业医疗器械的使用人员（医技人员），导致设备没人使用；另一方面是基层医疗机构真正的需求（比如公共卫生，日常疾病的筛查等）单纯依赖这些设备无法得到有效满足。

基层需要的技术和产品要求操作简单、维护简单、功能实用、成本低、性能稳定。举例来说，同样是一个心电图机，基层需要的可能不仅仅是传统意义上的一个专业心电图，而是要在目前专业心电图的基础之上，进一步针对基层常见病在心电图的临床表现提供智能的辅助分析，此外，还要求尽量操作简便，波形能够作为数据文件保存。具备这样功能的心电图机在市场上基本被国外厂家垄断，售价通常都在20万以上（当然这类产品功能极其丰富，60%以上功能基层医疗很少用到）。对于基层医疗机构而言，显然无力购买。所以，真正满足基层应用要求的是成本低、功能实用、操作简便的心电图工作站。反观中心医院使用的设备和系统发展趋势是大型化、复杂化和专业化。医疗器械领域著名的国外生产商如GE、西门

子、Sysmex、Aloka等，国内生产商如迈瑞、东软、鱼跃医疗、开立等，其目前90%以上的产品市场份额是瞄准了大型医院的需求。基层真正需要什么样的产品，什么样的技术，过去十年来基本上无人问津。但随着科技的发展和人们生活条件的改善，基层健康和医疗可及性逐渐被政府和企业所关注。新医改期间（2009-2011年），许多企业都开始关注基层，但到目前为止，并没有太多的实际成果问世。图5所示为中国科学院先进技术研究院针对村级卫生室需求自主研发的低成本健康海终端，是目前为数不多的真正得到广大村医认可的实用设备。

根据发达国家医疗卫生服务发展与社会经济的关系可以预测，新农合的推广和社会主义小康社会的逐步实现必然会引起基层医疗服务需求的提高和医疗卫生服务消费比重的增长，作为农村预防保健网络最薄弱环节的村级医疗卫生服务需要做相应的改变以适应这种需求的变化。在理想情况下，如果这一演变过程在国家政策的支持下最终缩小了基层医疗服务的不公平性，则目前院-村之间服务质量的绝对差别将转变为由医疗资源重新布局引起的分工差别。在这一演变过程中村级的医疗卫生服务将得到强化。

对农村医疗卫生服务动态演变的预测需要抓住

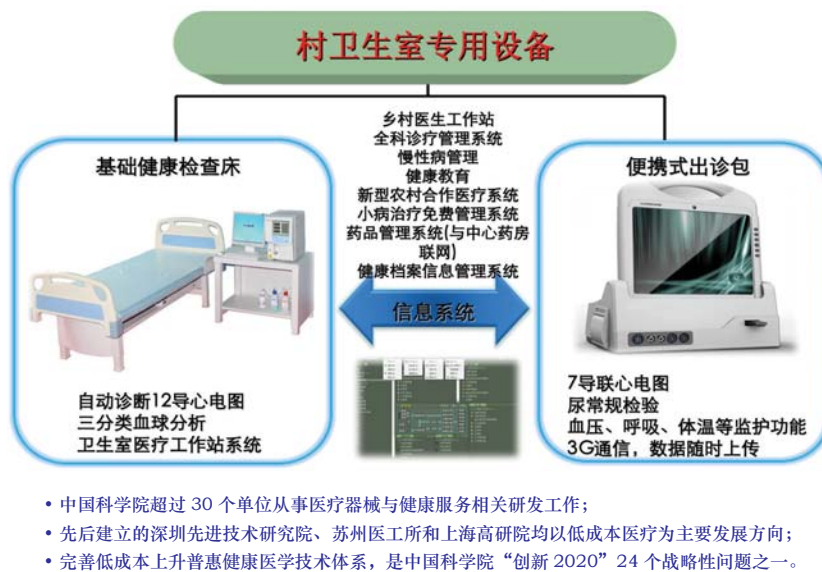


图5 针对村级卫生室需求，自主研发的低成本健康海终端设备

两条主线，一是医疗卫生服务需求的变化，二是医疗卫生服务能力的增强和资源的配置优化。在医疗卫生服务需求方面，近年来以预防保健为目的的健康体检在城市逐步兴起，尿液常规分析、血糖仪、电子血压计等家用体检设备逐渐走进慢性病患者家庭，在农村基层卫生服务市场也将会发生相应需求，这为我们研制相应的基层适宜设备提供了线索。在医疗服务能力增强和资源配置方面，电子病历的标准化和推广为个性化基层医疗卫生服务和远程医疗卫生协作提供了支撑。

3 中国科学院在低成本健康海云工程的实施方面有雄厚的科研实力，具有明显的总体优势

面向国家战略需求，中国科学院高举“低成本健康”大旗。是率先倡导并组织实施“低成本健康海

云工程”的国立研究机构，拥有雄厚的科技力量（图6）。科学院的定位可以保证科技成果能够真正普惠于民，主要体现在技术创新、硬件和软件系统维护方面的可持续性，确保国民健康数据及医疗样本的安全性，进行海量国民健康数据分析处理的可行性，从而引领国家自主创新健康产业发展的旗帜。2009年，中国科学院在前期研究的基础上进一步整合创新资源，集聚人才、技术、平台等要素，启动了“低成本医疗”科技创新行动计划，项目群研制的全部样机在2010年深圳高交会上展览，得到了国家和社会的好评。

2010年，中国科学院将“全民低成本健康”列入了十二五（2011-2015年）重大科技发展规划，明确了重大需求、战略任务和关键技术群。这一规划已经通过中国科学院领导的审批，具体实施工作正在展开。图7所示为面向2020的规划路线图。2011年，中国科学院适时地提出了“低成本先进医疗设备系统”先导专项的提案，这在基础研究和前瞻性关键技术方

千余个村卫生室应用，呈现“星星之火，可以燎原”之势。在产业育成方面，产品覆盖五大类别，十余个型号，产业体系已经在中科院深圳龙岗育成中心初步育成，累计年产值突破二亿元。

低成本健康关系到国家的长期稳定与发展，是国

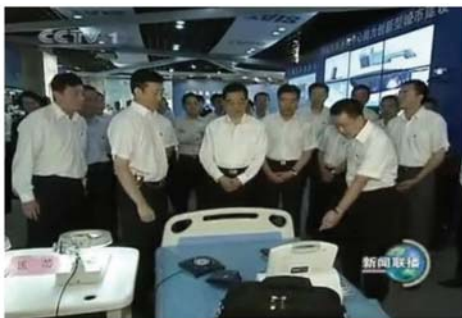
家的重大战略需求。低成本健康海云工程是中国科学院的先进技术与服务民生相结合的历史契机。中国科学院深圳先进技术研究院已将低成本健康列为面向“135”的重点突破领域，我们号召全科学院人联合起来，闯出一条有中国特色的低成本健康之路！



低成本健康入选广东省首批科研创新团队，牵头中科院低成本医疗专项；获批深圳首个 973；累计经费超一亿元；突破医芯模拟前端等多项共性关键技术；



低成本健康海云工程已在全国十省千余个村卫生室应用，呈现“星星之火，可以燎原”；



低成本健康拥有二百余人的研发团队，建有健康信息学、低成本健康等重点实验室，创新平台获得胡锦涛等党和国家领导人的充分肯定；



低成本健康产业体系在深圳龙岗创业园初步育成，累计年产值已经突破二亿元，产品覆盖五大类别，十余个型号；

图 8 先进院围绕低成本健康的工作基础

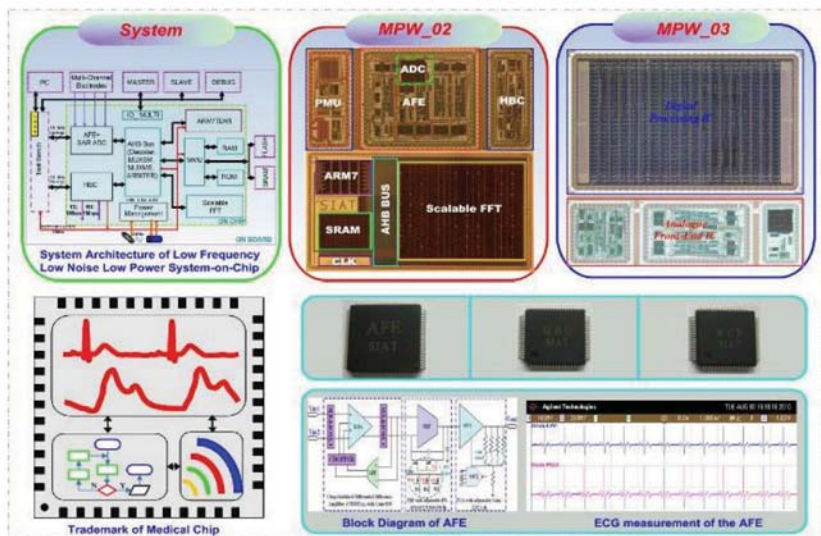


图 9 为低成本健康海终端设备定制的医学集成电路芯片，实现生理信号的模拟前端 (AFE) 采集功能，每通道包括低噪声前置放大器、可调截止频率滤波器、可调增益主放大器、基准电路和时钟电路。具有全集成、高性能、低功耗、可配置的特点。信号采集通道：1、2 or 4 channel(s)，单电源电压：1.8V DC，偏置电流（内部偏置）：2uA，动态功耗：80uW/channel，静态功耗：3.43uW/channel，输入参考噪声：<2.6uV(150Hz BW, Gain=500)，共模抑制比：>100dB，可编程增益：100*(2, 5, 15, 22)，综合技术指标达到诊断级心电图信号采集标准