

# 国际临床工程杂志

GLOBAL CLINICAL ENGINEERING JOURNAL

Vol.3 Issue2

第三卷 第二期



出版社: Longhorn Surgical Congulting, LLC

GlobalCE



[www.GlobalCE.org](http://www.GlobalCE.org)  
open access

ISSN: 2578-2762

# 目录

<b>编者寄语</b>	<b>1</b>
<b>全球临床工程专业调查</b> 作者: Y. David, S. Calil, N. Pallikarakis, M. Poluta, K. Stavrianou, S. Bergamasco, D. Clark, T. Judd, J. Wear, T. Easty	<b>3</b>
<b>社论:揭开安全隐患的神秘面纱</b> 作者: Y. David	<b>12</b>
<b>在物联网的基础上, 建立远程患者监测综合网络模型, 提高西非卫生系统的预防性和预测性</b> 作者: M. H. Ahouandjinou, D. Medenou, L. Pecchia, R. C. Houessouvo, T. R. Jossou	<b>16</b>
<b>医院电子电气设备报废流程方案</b> 作者: M. A. Marciano	<b>29</b>
<b>致《国际临床工程杂志》编者的一封信</b> 作者: B. M. Gamble, Françoise Mailhot, R. Rivas, S. Rabbani, M. Secca, M. Cheng	<b>35</b>
<b>编者回复</b>	<b>36</b>

# 编者寄语

对一些人来说，魔法和奇迹可能是同一回事，但其实这两个词之间有着巨大的区别。那么魔法和奇迹有什么区别呢？在很大程度上，这个问题答案取决于谁在回答这个问题。赌徒会说，区别可能取决于获得的战利品的多少。有信仰的人可能会回答，奇迹是由上帝或者他/她的门徒的超凡努力带来的，而魔法则是指某一个人的超凡表现。前者被认为是圣人或奇迹创造者，而后者则被认为是巫师或魔术师。魔法也可能被用于贬损，暗示欺骗，特别是在讨论灵性和管理的时候。另一方面，奇迹被用来描述我们不理解的事物，并且与各种信仰传统有关，可能是一些强大的超级存在干预世界的结果。

我在过去的三十年中，作为帮助创建那些旨在通过加强临床工程师（CEs）团体来改善患者医疗结果的组织的一员，一直在思考这些问题。每当一个新的组织建立起来，我都想知道我正在见证的是一个奇迹还是魔法呢？30多年前美国临床工程学会（ACCE）<sup>[1]</sup>的创立，在5年后远程医疗和电子健康规则中心（CTeL）<sup>[2]</sup>的建立，18年前医疗技术基金会（HTF）<sup>[3]</sup>的成立，所有的这些组织都填补了一个特定的空白，赋予了专业精神，发出了自己的声音，随着时间的推移变得有影响力，并有效地提高了同行之间的合作和知识共享水平。

为了认识到全球老龄人口数量的增长、对更快地采用新兴技术工具的需求、消费者对医疗保健规划的期望值不断上升，以及医疗卫生产品相关法规的不断

变化等种种问题，2019全球临床工程峰会在于意大利罗马举办的第三届国际临床工程与医疗技术管理大会（ICEHTMC）<sup>[4]</sup>期间召开，旨在聚焦临床工程师如何以最佳地方式解决这些问题。在这次大会上，提出的最有效的提议是“增加临床工程师在决策过程中的角色作用”。但是几个月之后，世界被COVID-19疫情的蔓延所笼罩。我们生活的世界已经发生了改变，我们正面临着一系列新的挑战。这一挑战包括急需改善对所需的医疗卫生技术工具的可用性和可及性。这些工具包括个人防护设备、呼吸机、氧气供应和护理受感染患者的安全空间等等。同样重要的是需要管理在用医疗器械及其消毒过程的安全和质量。随着世界的不断变化，临床工程师们正在寻找有效的指导，如何以最佳方式管理这些技术工具的生命周期和稀缺不足。这些工具不仅对医疗卫生机构至关重要，而且对整个公众都非常重要，人们越来越依赖它们的能力来帮助拯救生命。仅在过去几个月中，临床工程师的作用就已然显著增加，而且比以往任何时候都更加重要（详见《国际临床工程杂志》关于COVID-19特刊<sup>[5]</sup>）。随着人口老龄化，供应链显然无法提供生命关键技术产品，也无法适应关注点向安全和质量的转移<sup>[6]</sup>。

在本期杂志上发表的International Survey of Clinical Engineering Professionals这篇文章中，作者总结道：“当医疗技术得到最佳管理时，患者的医疗结果将得到改善。发现找出国际临床工程所面临的全球挑战是克服这些挑战的第一步，从而可以更好地指导实现更好的医疗卫生服务这一共同目标。建立全球协

作和实现伙伴关系的结构体系将有助于克服障碍，支持专业发展，增加知名度，以及解决临床工程专业面临的其他挑战。”<sup>[7]</sup>

医疗技术的持续进展和 COVID-19 疫情的结合是一个转折点，它放大了未来医疗卫生对技术生命周期每个阶段的合格从业人员的依赖性。从构思运转到整合服务，再到项目管理，我们别无选择，只能对所有国家临床工程团体进行赋权。这可以通过加入一个全球临床工程联盟来实现，该联盟通过协同协作、增加知名度和成为唯一也是统一的代表来推动该领域的发展，该联盟旨在提高安全、有效和高质量护理的提供及其产出结果，从而在决策层获得一席之地。

这里没有奇迹或者魔法。我们需要的是努力工作、坚持不懈，以及作为医疗团队专业成员的恪守承诺。这就是我们全球临床工程联盟的宗旨 (<http://globalcea.org>)。

我相信你会和我一起欢迎全球临床工程联盟这个新生儿来到更安全、更美好的世界 (视频: [https://youtu.be/Hz\\_y5l6eZP0](https://youtu.be/Hz_y5l6eZP0))。

### 参考文献

1. The American College of Clinical Engineers. Homepage. Available at: <https://accenet.org>

2. Healthcare Technology Foundation. Homepage. Available at: <http://www.thehtf.org/>

3. The Center for Telehealth & e-Health Law. CTel Digital Health Summit. Homepage. Available at: <http://www.ctel.org>

4. International Clinical Engineering Health Technology Medical Congress. The 3<sup>rd</sup> ICEHTMC Congress Rome, Italy, October 2019. Available at: <http://www.icehtmc2019.com/index.html>

5. Global Clinical Engineering Journal. Special Issue on COVID-19. Available at: <https://www.globalce.org/index.php/GlobalCE/issue/view/9>

6. US Food and Drug Administration. FDA Emergency Use Authorization. [Internet]. Available at: <https://www.fda.gov/emergency-preparedness-and-response/mcm-legal-regulatory-and-policy-framework/emergency-use-authorization>

7. David Y. et al: International Survey of Clinical Engineering Professionals. Global CE Journal 2020;3(2). <https://globalce.org/index.php/GlobalCE/article/view/111>

在一起，我们正在做得更好！！



Dr. Yadin David

收稿日期 2020 年 9 月 16 日, 接收日期 2020 年 10 月 16 日, 出版日期 2020 年 10 月 21 日

# 全球临床工程专业调查

Y. David<sup>1</sup>, S. Calil<sup>2</sup>, N. Pallikarakis<sup>3</sup>, M. Poluta<sup>4</sup>, K. Stavrianou<sup>5</sup>, S. Bergamasco<sup>6</sup>, D. Clark<sup>7</sup>, T. Judd<sup>8</sup>, J. Wear<sup>9</sup>, T. Easty<sup>10</sup><sup>1</sup> Global Clinical Engineering Summit Chairman, USA<sup>2</sup> Clinical Engineering Professor, Brazil<sup>3</sup> Chairman of the Institute of Biomedical Technology, Greece<sup>4</sup> Clinical Engineer, South Africa<sup>5</sup> IFMBE/Clinical Engineering Division Secretariat, UK<sup>6</sup> Italian Clinical Engineers Association (AIIC), Italy<sup>7</sup> Clinical Engineering, Nottingham University Hospitals NHS Trust, UK<sup>8</sup> IFMBE/Clinical Engineering Division Chairman, USA<sup>9</sup> Clinical Engineering Consultant, USA<sup>10</sup> Clinical Engineering Professor, Canada

## 摘要

要确定一个职业的成熟度, 就必须了解该职业从业者的个人属性, 以及他们独特技能的普遍优势。我们对临床工程 (CE) 专业人员进行了一项国际调查, 这些专业人员在医疗保健机构对相关部署的技术工具进行管理。该调查的对象是正在从事与安全有效管理医疗保健服务中所使用的技术有关的专业人员。参与者的联系信息是从以前的临床和生物医学工程活动中收集的, 包括: (1) 在大型会议论坛 / 区域会议上发言, (2) 在国际技术委员会或工作组任职, (3) 参加线上临床工程活动, 或者 (4) 订阅《国际临床工程杂志》的用户。调查的目的是了解临床工程专业组织的状况, 以及在满足其专业发展需要方面可能存在的差距。这项调查是通过线上 APP 和链接进行的, 并提供了六种不同语言的问卷, 以促进尽可能多的区域的积极参与和答复准确性。这项为期 6 周的调查工作是在 2020 年年初开启, 整体回复率<sup>[1]</sup> 超过 5% (总共联系了 14,400 人, 其中约 1,750 人没有打开问卷), 共收到 89 个国家的 667 份问卷反馈。与以前报告的国际调查<sup>[2,3]</sup> 相比, 这次调查在反馈量和反馈率方面被认为是有所改进的。与以前有文件记录的临床工程调查相比, 这项调查具有更大的响应量和更广泛的地域代表性, 即使在数据收集时间窗较短的情况下, 本次调查的优势也明显体现。当前的调查由 12 个问题组成, 首先是填写受访者的专业相关的信息, 对临床工程特定问题的重要性进行排序, 并以自由格式填写意见。收到的问卷反馈有七种语言, 其中包括来自各大洲的代表。调查结果的分析显示, 约 60% 的被访者选择自己临床工程师的身份, 16% 的被访者选择自己是其他类型的工程师, 13% 的被访者选择自己是技术人员, 12% 的被访者选择自己是卫生专业人员。对特定问题的回答, 肯定回答与否定回答的比率最高。这与被访者对加强国际合作的感知价值以及参与这种合作的意愿有关。根据对这项国际调查的答复分析得出的结论是, 在日益增长的医疗保健需求与当前全球现状下, 临床工程专业正在巩固发展势头。可以确定的差距是在临床工程领域缺乏可以代表全球临床工程专业的代表。调查数据的分析表明, 有必要建立一个以各种临床工程专业团体 / 协会及其成员为重点的国际框架来应对当前的挑战。建立全球联盟: 明确临床工程领域; 提高公众意识; 与政府机构和其他医疗决策者建立联系, 将提升全球合作和加强各地临床工程师的联系, 更好地服务于患者。

【关键词】临床工程, 调查, 问卷, 全球, 协会, 专业人员, 技术人员, 卫生, 国际, 联盟, 协作。

## 引言

医疗卫生系统在提供医疗服务方面对技术的依赖达到了空前的高度,预计还将继续增长<sup>[4,5]</sup>。此外,与提供医疗卫生计划有关费用显示出日益增长的趋势,消耗了国民生产总值的很大一部分<sup>[6]</sup>。为了使患者医疗效果最大化并实现医疗卫生技术投资的最佳回报,管理医疗卫生技术生命周期非常重要。这是临床工程师,相关技术人员和技术人员接受培训的主要领域,应用他们各自的能力,有效地管理和服务医疗卫生技术。

为了满足确定优化医疗卫生技术管理在多大程度上改善了医疗保健提供者实践其专业的能力的需求,必须收集有关管理和该行业的专业人员的需求得到多大程度满足的基本数据<sup>[7]</sup>。作者希望了解临床工程从业者的需求现状。具体来说,如何克服由于临床工程专业协会知识共享和交流的局限、国际临床工程从业者之间缺乏持续知识共享机会的问题。

在以前的工作中,其他研究人员试图通过调查方法确定临床工程师职责的内容和范围,并得出结论:在世界各地医院,生物医学技术管理中明显缺乏协调性,差异很大<sup>[8]</sup>。早期对发展中国家医院的临床工程师有效性进行了调查,其中报告的结果包括43个国家的163份答复,其中大部分来自非洲、拉丁美洲和亚洲<sup>[9]</sup>。

这项调查指出:“这是第一项收集和分析关于发展中国家医院设备复杂性和状况的数据的研究;此外,它是第一个能够从非洲收集大量反馈的机构。在这项研究之前,只有10个发展中国家被列入国际研究。”

为了解某一业务领域和确定该领域从业人员的属性,可以通过调查来完成。然而,在国际临床工程领域,有限的回应量和为数不多的已发表的调查记录,凸显了这项工作试图了解行临床工程专业需求的现状时所面临的挑战。

一项根据行业规范直接从相关群体寻求答案的调查表明:“只要有可能,研究人员应该使用已有的数据,而不要再向被调查人询问他们可能已经在其他调查中回答过的问题<sup>[10]</sup>。《国际调查方法手册》将“调

查”定义为“从个体样本中收集设计的调查信息,以估计特定人口特征的研究”。它进一步得出结论:“尽管抽样调查成本高、耗时长,但在许多情况下,抽样调查可能是收集高质量相关数据的最佳工具。”我们设计了最佳的调查格式。它的特点是内容简短,未特别设定开头和结尾,但在调查的最后提供了自由文本格式区域,以收集不包括在正式问题中的额外信息。

## 方法

数据收集方法的一种具体形式是在线调查,由一组结构化的问题组成,并且能够让受访者清晰理解所调研的问题。在线调查的优点是易于答复,分析效率高,受访者可以点击选项,而且在提交之前可以很容易地更改或更正他们的选择,所以错误率很低。可用的在线工具可以用来分析各种决定因素的数据。此外,这项调查也允许调研人员从平板电脑和其他移动设备上轻松阅读和填写。

大多数调查的目标是能够对目标人群中的兴趣点进行推断,一般来说,我们需要假设数据收集样本中的人与非样本中的人在感兴趣的特征上是相似的,这样才能对总体做出推断。因此,调查的设计工作对其成功至关重要,应特别注意调查设计和问题的结构,避免受访者可能犯的错误。

理想的最佳调查形式是基于在其他各领域使用国际人口调查方法的系统调查和分析的文献。我们的调查采用了问卷模板样式,在关于其目的的介绍性声明之后,确定调研的程序和时间计划。问题语言简洁明了,采用多项选择题的风格,都是为了提高调查的回复率<sup>[11]</sup>。由于目前从事临床工程的国际群体总规模尚不明确,而且以往的调查回复率较低<sup>[9]</sup>,本次研究的抽样方法为随机抽取<sup>[12]</sup>,除了英文之外,调查问题还被翻译成六种不同的语言,以便提高各大洲和国家的回复率。使用的语言包括:英语、西班牙语、葡萄牙语、法语、阿拉伯语、汉语、法语和俄语。

在问卷之前有一个简短的介绍,向收到问卷的组织和个人解释调查的目的和填写问卷的重要性。如下面的图1所示。



图 1. 引言解释问卷的目的。

问卷由 12 个问题组成，其中 8 个问题（如下表 1 所示）是多选题，3 个问题是询问其他信息，还有一个问题在问卷的末尾提供了自由文本格式，以便收集非指定的信息，最后一个问题是让受访者对临床工程师所面临的专业挑战进行排名。主要问题如下表 1 所示，完整的原始问卷在附录中。

表1. 问卷的形式。

问题	回答
你是下列专业团体的成员吗?	工程师-临床/生物医学工程师
	工程师(其他)
	临床工程技术人员(BMET)
	科学家/医疗科学家
	医疗专业人员
你们国家有代表性的临床工程协会吗?	有
	无
	不知道
你是协会/社团的成员吗?你参加他们的会议或活动吗?	是的,我是会员,并参与其会议/活动
	是的,我是会员,但不参加会员的会议/活动
	还不是会员,但计划将来会参加
	不

问题	回答
您的国家是否有临床工程相关的高等教育项目?	有
	无
	不知道
你愿意每个月花费几个小时参加志愿活动,帮助推进临床工程及其在本地和全球的应用和影响吗?	愿意
	不愿意
	不确定
你认为一个关注临床工程需求的国际组织有价值吗?	有价值
	没有价值
	不确定
你会参加这样一个组织的活动吗?	会
	不会
	不确定
我们需要应对的最大的挑战是什么?(你可以在列表的最后加上自己的观点)	教育培训
	专业认可度
	专业资格认证
	领导的参与度
	网络
	职业发展
	出版的机会
	其他

## 结果

在相对较短的时间内（六周）收到的问卷答复数量表明，受访者对调查的理解是清晰的，并且对调查主题感兴趣。事实上，完成这项调查的平均时间是：台式机为 11:27 分钟，平板电脑为 3 分钟以上，移动设备为 8 分钟以上（以上数据来自用英文答卷的统计）。同样有趣的是，尽管来自美国、英国、爱尔兰、加拿大和澳大利亚等英语国家的回复有 121 个参与者，但使用英语的回复却有 282 人；这表明，即使英文是第二语言，对于问卷参与者来说，问卷问题也是清晰明确的。

本次调研收到了来自世界各大洲的回复，如下面的图 2 所示。蓝色表示参与问卷人所在的地点，颜色强度表示回复的数量，深蓝色表示更大的数量。

第一个问题是关于受访者的职位。在收到的 669 份回复中 :59% 的受访者认为自己是临床或生物医学

工程师，16%认为自己是其他类型的工程师，13%认为自己是临床工程技术人员，接受问卷调查的医疗保健科学家占5%，医疗保健专业人员占4%，其他专业人员占3%。第一个问题结果如图3所示。

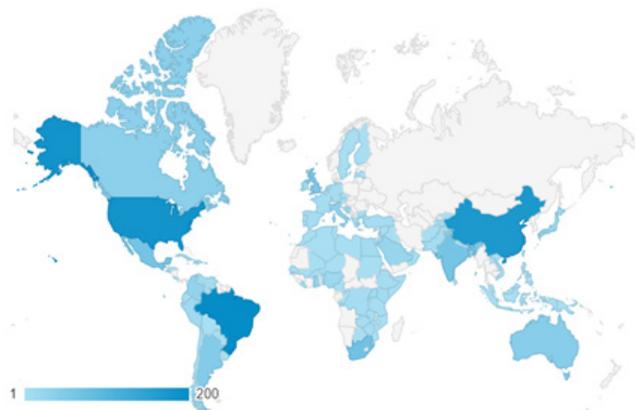


图2. 世界地图显示的颜色强度等级来表示收到的答复数量。

表2. 按洲划分的问卷参与情况

所在洲	参与数量
澳洲	23
非洲(卢旺达、尼日利亚、加纳、埃塞俄比亚、乌干达、埃及、肯尼亚、不丹、赞比亚、索马里、津巴布韦、南非、塞内加尔、贝宁、喀麦隆、尼日尔、坦桑尼亚、博茨瓦纳)	76
北美洲(美国、加拿大、墨西哥、萨尔瓦多、哥斯达黎加)	101
南美洲(巴西、秘鲁、哥伦比亚、委内瑞拉、阿根廷、厄瓜多尔、玻利维亚、智利、古巴、波多黎各、乌拉圭)	200
亚洲(中国、印度、黎巴嫩、孟加拉国、不丹、巴林、日本、约旦、尼泊尔、巴基斯坦、菲律宾、卡塔尔、沙特阿拉伯、新加坡、土耳其、阿拉伯联合酋长国、也门、叙利亚)	142
欧洲(意大利、法国、英国、爱尔兰、西班牙、葡萄牙、希腊、德国、拉脱维亚、荷兰、瑞典、波斯尼亚和黑塞哥维那、捷克共和国、俄罗斯)	86

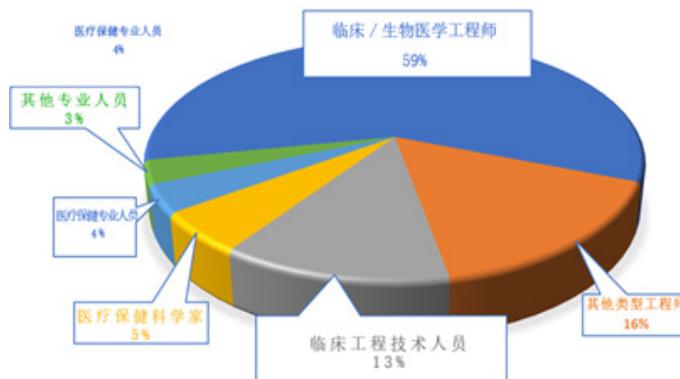


图3. 第一个问题结果：你是下列专业团体的成员吗？

第二个问题是关于临床工程国家协会的普及情况，73%的人回答“有这样的协会或学会”，20%回答“没有”，7%的人回答“不确定”。

第四个问题是受访者“是否属于此类组织，是否参加该组织的会议或活动”；48%的人回答“是，他们是会员并参与”。17%的人表示“是会员但不参加活动”，20%的人表示“不是会员，但计划将来参加”，15%的人回答“否”，如下图4所示。

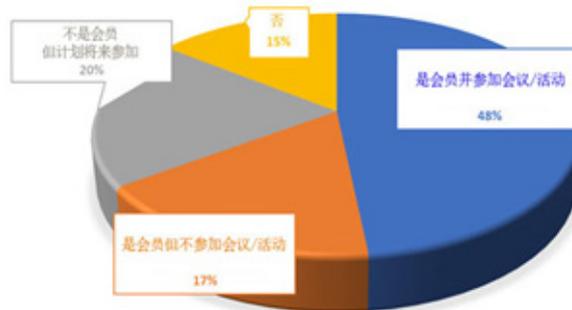


图4. 第4个问题结果的图示：你是协会/学会的成员吗？你参加过他们的会议或活动吗？

第五个问题是关于“国家是否提供关于临床工程领域的高等教育项目？”74%的人回答“是”，17%的人回答“不”，9%的人回答“不确定”。第六个问题是“你愿意每个月花费几个小时来参加志愿活动，帮助推进临床工程及其在本地和全球的应用和影响吗？”86%的人回答“愿意”，4%的人回答“不愿意”，10%的人回答“不确定”。肯定回答与否定回答比例

最高的两个问题是问题 7 和问题 8，见表 3。第 7 个问题是你认为一个关注临床工程需求的国际组织有什么价值吗？这个问题得到了最高的肯定回答，93% 的人回答“有”，2% 的人回答“没有”，5% 的人回答不确定。问题 7 对于了解受访者的感知价值水平和全球组织统一临床工程领域的需求非常重要。第 8 题是“你会参加这样一个组织的活动吗？”84% 的人回答“是”，4% 的人回答“不是”，12% 的人不确定。

表3. 对调查问题7和8的回答。

问题	回答		
	你认为一个关注临床工程需求的国际组织有价值吗？	有价值	612
没有价值		13	2%
不确定		32	5%
你会参加这样一个组织的活动吗？	会	553	84%
	不会	28	4%
	不确定	76	12%

接下来，受访者被要求按重要性对八个主题进行排序，如下表所示。这些议题在全球临床工程峰会 (Global CE Summits)<sup>[13]</sup> 上进行了讨论，在过去五年中，该峰会的出席人数持续增长，在 2019 年意大利罗马举行的第三届国际临床工程与医疗技术管理大会 (ICEHTMC) 所收录的摘要和国际参与的人数创下了纪录<sup>[14]</sup>。下方列表中列出了最需要解决的挑战。调查结果的 analysis 显示了受访者对以下这些挑战的排序如下：

表4. 问卷结果显示了当前临床工程领域最具挑战的问题的排序

Challenges in CE field	Answers
教育-培训	446
专业认可度	361
专业资格认证	337
领导的参与度	270
网络	230
职业发展	299
出版和发表机会	184
其他	31

## 讨论和结论

先前大多数在临床工程领域进行的调查，反馈量和反应率都相对较小。这些调查在本文的引言部分进行了讨论。本次调查是分散式的，可供回答的时间比以往调查短，但答复的数量较高。这项国际临床工程调查的结果提供了具有代表性的数据，表明在建立可持续的全球知识交流和临床工程从业者团体 / 协会之间的专业线上交流方面存在差距。

调查主要由两部分组成：多项选择问卷 (第一部分) 和对关于领域内所遇到挑战进行排序和文字说明 (第二部分)。第一部分的结果表明临床工程领域正在发生积极的变化，这反映在世界各地的国家临床工程学会 / 协会数量的增长，正如问题二“你们国家有临床工程协会吗？”(73%) 和关于参与此类协会的问题四 (48%) 的较高确认答复率所反映的那样。在另一个例子中，观察数据能发现同样现象，关于你所在地区的高等教育项目的可获得性的问题，有很高的正面回答 (74%)。

然而，这与第二部分中受访者所面临的最大挑战的排名结果形成了对比。数据清楚地显示，受访者面临的最重要的挑战是教育和培训的有限可用性 (446 份回卷)，其次是缺乏专业认可 (361 份回卷)，以及缺乏职业资格认证项目 (337 份回卷)。所有其他列出的挑战的答复都不到 200 个，前三名的重要性更高。

数据还充分表明，对于将关注临床工程需求的国际组织的价值 (612 份回卷) 以及受访者参与这样一个组织的意愿 (553 份回卷)，有明确而压倒性的积极响应，这也表明，只有 2% 的受访者 (13 份回卷) 没有意识到这样的价值。本调查问卷 (第一部分) 的结果与临床工程领域面临的最大挑战的排名 (第二部分) 结合在一起，并且考虑到出席国际临床工程大会的人数不断增加以及最近临床工程出版物的数量不断增加<sup>[15]</sup> - 揭示了一个处于专业发展过程中的临床工程领域，需要通过领导才能进一步促进其对医疗卫生项目的重要影响。该调查强调了临床工程协会、网络、专业挑战的现状，以及对更多国际合作的渴望，从而引导所需的专业发展项目，例如支持技能增长、工作职

责和参与医疗团队的项目。当医疗卫生技术得到最佳管理时，患者医疗结果将得到改善。明确国际临床工程团体所面临的全球性挑战是克服这些挑战的第一步，从而可以更好地指导实现更完善的医疗卫生结果这一共同目标。建立全球协作和架构以实现合作关系，共同克服障碍、支持专业发展、提高知名度，以及解决临床工程专业面临的其他挑战。

基于对调查数据的分析，这一举措可以整合全球临床工程领域，为各专业团体 / 协会及其成员提供一个框架，让他们有持续的机会在跨领域和在国际层面上更好地解决问题上进行合作。因此，建立一个明确统一的临床工程领域全球结构将：提高公众意识；与政府机构和其他医疗卫生决策者建立联系；并加强国际合作和社会间的关系，最终将支持各地更好的为病人提供医疗和健康服务。

## 声明

作者要感谢所有帮助将问卷翻译为另外六种语言的翻译人员。German Giles (西班牙语)、Saide Calil (葡萄牙语)、Farid Riad (阿拉伯语)、郑焜 (汉语)、Andrei Issakov (俄语)、Nicolas Pallikarakis (法语)。

## 参考文献

1. M. Clark, M. Rogers, A. Foster, F. Dvorchak, F. Saadeh, J. Weaver, V. Mor: A Randomized Trial of the Impact of Survey Design Characteristics on Response Rates Among Nursing Home Providers *Eval Health Prof.* 2011;34(4):464-486. doi:10.1177/0163278710397791.
2. L. Nascimento, S. Calil, T. Judd, Y. David: Analysis of IFMBE-CED 2017 Worldwide Clinical Engineering Survey, *Global Clinical Engineering Journal*, Vol. 2, Issue 1, December 2019 <https://doi.org/10.31354/globalce.v2i1.70>
3. M. Frize, X. Cao, I. Roy: Survey of Clinical Engineering in Developing Countries and Model for Technology Acquisition and Diffusion, *Proceedings of IEEE, 2005 EMBS 27<sup>th</sup> annual conference, Shanghai, China, Sept.* 1-4, 2005. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/1616369>
4. J. Dyro: *Clinical Engineering: Evolution of a Discipline*, *Clinical Engineering Handbook*, Chapter 1, Elsevier Academic Press Series in Biomedical Engineering, USA, 2004.
5. *Clinical Engineering Handbook*, E. Iadanza (ed.), Chapter 1, Second Edition, Academic Press, Elsevier 2020. [https://www.elsevier.com/books/clinical-engineering-handbook/iadanza/978-0-12-813467-2?countrycode=US&format=print&utm\\_source=google\\_ads&utm\\_medium=paid\\_search&utm\\_campaign=usashopping&gclid=CjwKCAjw4rf6BRAvEiwAn2Q76u0EU-1BXj0Asb7pYRSpRovmzQWMPJIH6BFXJq2k9B1xkm-0RLqmbYgxoCeIYQAvD\\_BwE](https://www.elsevier.com/books/clinical-engineering-handbook/iadanza/978-0-12-813467-2?countrycode=US&format=print&utm_source=google_ads&utm_medium=paid_search&utm_campaign=usashopping&gclid=CjwKCAjw4rf6BRAvEiwAn2Q76u0EU-1BXj0Asb7pYRSpRovmzQWMPJIH6BFXJq2k9B1xkm-0RLqmbYgxoCeIYQAvD_BwE)
6. American Institute for Medical and Biological Engineering, *Wiley Encyclopedia of Biomedical Engineering*, April 2006. <https://www.wiley.com/en-us/Wiley+Encyclopedia+of+Biomedical+Engineering%2C+6+Volume+Set-p-9780471249672>
7. de Leeuw, E. D., Hox, J. J., & Dillman, D. A. (Eds.). *International handbook of survey methodology*. Taylor & Francis Group/Lawrence Erlbaum Associates. (2008). <https://psycnet.apa.org/record/2008-04187-000>
8. M. Glouhova, N. Pallikarakis: *World Clinical Engineering Survey*, *Clinical Engineering Handbook*, Chapter 15, Elsevier Academic Press Series in Biomedical Engineering, USA, 2004.
9. S. Mullaly, M. Frize: Survey of clinical engineering effectiveness in developing world hospitals: equipment resources, procurement and donations, *Conference Proceedings IEEE/EMBS 2008*, doi: 10.1109/IEMBS.2008.4650212.
10. D. Korniewicz, T. Clark, Y. David: A National Online Survey on the Effectiveness of Clinical Alarms, *American Journal of Critical Care* 17 (1):36-41, January 2008. <https://aacnjournals.org/ajconline/article-abstract/17/1/36/643/A-National-Online-Survey-on-the-Effectiveness-of?redirectedFrom=fulltext>
11. Part IV Culture, Cognition and Response in Survey Methods in Multinational, Multiregional, and

Multicultural Contexts, edited by Harkness et al. 2010, John Wiley & Sons, Inc. [https://www.researchgate.net/profile/Daphna\\_Oyserman/publication/230015384\\_Cognition\\_Communication\\_and\\_Culture\\_Implications\\_for\\_the\\_Survey\\_Response\\_Process/links/59eccf864585151983ccd415/Cognition-Communication-and-Culture-Implications-for-the-Survey-Response-Process.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Daphna_Oyserman/publication/230015384_Cognition_Communication_and_Culture_Implications_for_the_Survey_Response_Process/links/59eccf864585151983ccd415/Cognition-Communication-and-Culture-Implications-for-the-Survey-Response-Process.pdf)

12. B. Schouten, F. Cobben, J. Bethlehem: Indicators for the representativeness of survey response, Survey Methodology, June 2009, Vol. 35, No. 1, pp. 101-113 Canada. [https://www.researchgate.net/profile/Jelke\\_Bethlehem/publication/267836796\\_Indicators\\_for\\_the\\_Representativeness\\_of\\_Survey\\_Response/links/547458fc0cf245eb436dd8ae/Indicators-for-the-Representativeness-of-Survey-Response.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Jelke_Bethlehem/publication/267836796_Indicators_for_the_Representativeness_of_Survey_Response/links/547458fc0cf245eb436dd8ae/Indicators-for-the-Representativeness-of-Survey-Response.pdf)
13. The Global Clinical Engineering Summit, 3<sup>rd</sup> ICEHTMC Congress, Rome, Italy, 2019. <https://ced.ifmbe.org/blog/ifmbe-ced-cestatus-cesummit2019.html>
14. International Clinical Engineering and Health Technology Management Congress, Rome, Italy, October 21-22, 2019. <http://www.icehtmc2019.com/paper-submission.html>
15. Making a Difference – Global Health Technology Success Stories: Overview of over 400 submissions from 125 Countries. Global Journal of Clinical Engineering, Vol.1, No. 1, 2018. <https://www.globalce.org/index.php/GlobalCE/article/view/43>

## 附录 I

以下问题被选为使用多语言翻译（英语、葡萄牙语、阿拉伯语、汉语、法语、俄语和西班牙语）的例子，如下图所示。

Would you participate in the activities of such an organization?

350 out of 351 answered



Voce participaria nas atividades de uma organização como esta?

124 out of 125 answered



هل تشارك في أنشطة مثل هذه المنظمة؟

15 out of 15 answered



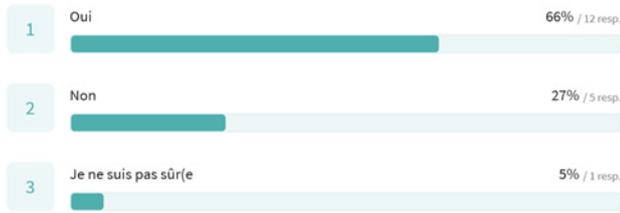
您会参加这种组织的活动吗？

39 out of 39 answered



Participeriez-vous aux activités d'une telle organisation?

18 out of 18 answered



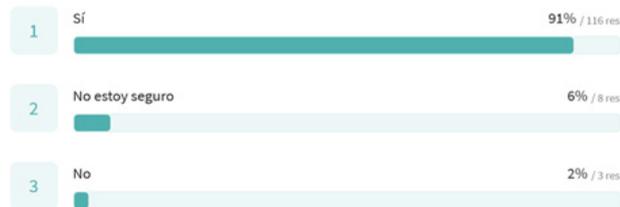
Хотели бы вы участвовать в деятельности такой организации?

2 из 2 люди ответили на этот вопрос



Participaría en las actividades de tal organización?

127 de 127 personas han respondido



附录 II

完整的英文问卷。

1 → Are you a member of one of the following professional groups:

- A Engineer - A Clinical/biomedical Engineer; graduate of these engineering programs
- B Engineer (other) - graduate of engineering program other than Clinical or Biomedical engineering
- C Clinical Engineering Technician (BMET) or Engineering Technologist - technically trained to support healthcare technology/medical devices
- D Scientist - Healthcare Scientists (computing, mathematics, physics, etc.) working with healthcare technology and medical devices
- E Healthcare professional - graduate of a program in Health sciences (physician, nurse, radiographer, physiological measurement technologist, etc.) working with healthcare technology/medical devices
- F Professional (Other) - graduate of a program in an area other than engineering or health sciences (e.g. physics, chemistry, computing, informatics etc.) and managing or working with healthcare technology/medical devices

2 → Do you have a representative clinical engineering association/society in your country? \*

- A Yes
- B No
- C I do not know

3 → Please provide the Association/Society's name and contact person:

Type your answer here...

4 → Are you a member of the Association/Society and do you participate in their meetings or programs?

- A Yes I am a member, and participate in its meetings/activities
- B Yes I am a member, but do not participate in its meetings/activities
- C Not yet, but plan to do so in the future
- D No

5 → Are there any higher education based programs in the area of clinical engineering offered in your country?

- A Yes
- B No
- C I do not know

6 → Would you volunteer a few hours a month to help advance clinical engineering and its application and impact locally and globally?

A Yes

B No

C I am not sure

10 → Please provide your Full Name (optional)

Type your answer here...

7 → Do you see value in an international organization focusing the needs of clinical engineering?

A Yes

B No

C I am not sure

11 → Any other comments?

(Please List any key issues and challenges facing professionals working in clinical engineering in your country or region. How might a global organization representing the clinical engineering profession assist in addressing these?)

|

8 → Would you participate in the activities of such an organization?

A Yes

B No

C Not sure

12 → What are the top challenges we should address? (you can add your own at the end of the list)

Choose as many as you like

A Education-Training

B Recognition

C Professional Standing-Credentialing

D Engagement with leaders

E Networking

F Career progression

G Publication opportunity

H Other

9 → Please provide your Country \*

Type or select an option

United States

United Kingdom

China

Canada

United Arab Emirates

Australia

Andorra

于 2020 年 10 月 27 日在 BMJ Qual Saf 杂志上首次发表 10.1136/bmjqs-2020-012149, 2020 年 11 月 10 日在 GlobalCE 杂志上发表。

## 社论：揭开安全隐患的神秘面纱

Y. David

Forensic Engineering Section, Biomedical Engineering Consultants LLC, Houston, TX, USA.

根据 ECRI 的《2020 年十大健康技术危害》年度报告，医疗和牙科诊所的无菌处理错误排在第三位<sup>[1]</sup>。其他专家也对灭菌过程提出了类似的担忧。例如，世界卫生组织和国际医学与生物工程联合会 (IFMBE) 临床工程部合作举办了一系列网络研讨会，由各国国际专家就 COVID-19 相关关键话题和知识进行交流。最近的一次网络研讨会讨论了在低收入和中等收入国家净化和消毒 COVID-19 医疗设备的关键挑战<sup>[2]</sup>。在网络研讨会期间，与会者询问了如何评估感染的传播是否由于抗击疾病时使用的技术工具所造成的。如何安全、快速地对关键的救生呼吸设备进行消毒，并将其从一个病人转用到另一个病人？世界卫生组织 /IFMBE 网络研讨会指出，“工程师和感染控制专业人员似乎在不同的领域工作”<sup>[2]</sup>。这种孤岛思维必须摒弃，因为医疗技术在提供医疗卫生服务方面是必不可少的，医疗设备的消毒和灭菌是医疗卫生机构的关键问题，需要进行社会技术系统有关相互作用的认真考虑。

《2020 年十大健康技术危害》年度报告基于回顾性研究，但 COVID-19 安全管理需要处理实时数据的能力和专家的加入，以预测可能发生的风险，以及如何部署计划，以维持安全的卫生环境。

Alfred 等人在 BMJ Quality & Safety 本期刊物中将医院消毒供应中心 (SPD) 描述为“是一个社会技术系统的例子，其中人、程序、技术、环境和组织相互作用，

产生一系列近端和远端结果”<sup>[3]</sup>。他们的研究目标是“通过揭示系统组件之间的关键关系，以及可能影响仪表再处理中可靠组装的差异来源，全面了解 SPD 组装工作系统”。他们将他们的发现解释为多种因素的作用，包括：技术、标签和人力能力问题。作者的分析指出，干预措施“超越了医院过去对个人员工的传统关注”。他们的研究表明，有必要识别系统组成部分及其相互作用的影响，以揭示适当的干预措施，以提高医疗的质量和安全性，并减少延误。现在，对超越“传统”的强调尤为切中要害。

### 安全是动态的无事件

迅速演变的新冠肺炎疫情使全球卫生保健系统不堪重负；因此，正如 Karl Weick 所言，安全是一个动态的无事件 (Non-event)，因此，它揭示了经常被忽视的现有质量和安全过程<sup>[4,5]</sup>。安全性是动态的，因为由于医疗保健工作者时刻进行调整和补偿，流程保持在可接受的范围内。因为安全的结果被认为是理所当然的，无事件经常容易忽略。矛盾的是，当系统不安全时，公众更注重质量和安全，因为缺乏安全是更容易被发现的，而常态则不是。

如今，你会发现公众对医疗保健质量和安全的赞赏程度有了多大提高。然而，这种程度的兴趣（更多的是顾虑）可能会将医疗安全和质量的责任孤立给（相

对) 少数实际提供医疗保健的医护人员。他们的工作进一步被认为是传授和应用医学、工程和其他科学知识,以提高与医疗保健服务有关的一切的质量和安全性。然而,我们现在认识到,这些假设需要加以审查。最近的全球情况表明,国家应急计划和医疗用品的储备没有达到预期。然而,由于安全和质量方面受过专门培训的专家的加入,这些计划已经更好地与供应链对接,而供应链的设计是在紧急需要时做好满足病人医疗的准备。同样,安全和临床工程师被允许在临床一线场景中应用改装的紫外线辐射设备进行相关的消毒灭菌,紫外消毒技术并非是新的设备,由于专家推荐目前得以更广泛应用以保护医护人员、病人及家属<sup>[6]</sup>。

所有这些都回避了一个问题:为什么 COVID-19 促使公众和医疗专业人员认识到在提供医疗保健方面的安全性和质量控制? 流行病凸显了维持我们系统安全的现有人员和程序,以及我们系统中的这些元素并非万无一失的事实。系统中存在潜在的威胁,因为人们正在实时动态地去适应,但当系统扩展得太大时,威胁就不再处于休眠状态。部署一个质量和安全的预测模型,并配备在这些领域受过专门培训的专业人员,将对显示此类威胁可能在哪些情况下出现并能够及时缓解产生重大影响。

## 理解是什么保障了系统安全

在缺乏足够的了解是什么保护了我们的情况下,为员工和病人提供最佳安全的方法欠清晰,最初就像表演魔术一样。从老年社区开始,随后是各个年龄段的人,这就像观看胡迪尼表演一样——我们看到的幻觉是如何发生的? 这种情况还会发生吗? 如上所述,我们需要重新审视我们对提供安全和高质量医疗服务的假设。一旦我们了解了系统中的潜在威胁,这些就可以成为可控的特性。看似魔法的东西其实是各种可能但绝不是魔法。有许多系统因素在起作用——人、过程和技术——是这些在保护着我们的安全,但如果它们想在未知的环境下保持安全,就需要更进一步的关注。

在匆忙之中寻找有效应对这一流行病的方法时,

安全和质量似乎都没有跟上。应该是由谁来负责安全和质量呢? 正如 Alfred 等人关于仪器装配过程和先前一篇关于仪器去污的论文所指出的,如果我们不能识别所有的系统因素及其相互作用,我们就不能理解是什么保持我们的系统安全<sup>[3,7]</sup>。因此,我们对系统的核心做出假设,当系统达到崩溃点时,因为我们不理解安全运行状态下的机制,我们会直接跳到与问题真正根源不一致的解决方案。

之前关于器械再消毒处理问题的例子已经指出由于缺乏对起作用的因素的理解,导致不良的解决方案。例如,我在 2005 年参与了一项调查,在杜克大学卫生系统的手术中,病人接触到在手术之间用液压液而不是清洗剂处理的仪器<sup>[8]</sup>。几周后,医院都没有发现问题,尽管工作人员抱怨仪器感觉异常光滑。混淆的原因是一家电梯公司将液压液排到空的洗涤剂桶中,而洗涤剂供应商错误地将其重新分配使用。COVID-19 大流行强调了降低工具污染风险的重要性,以及普遍的紧迫感,这种紧迫感可能会带来过快转向解决方案的风险<sup>[9]</sup>。值得注意的是,这些潜在的安全威胁一直存在,但我们现在只是比以前注意到它们,其中一些不再是潜在的威胁。这从来都不是魔法;系统因素(主要是幕后人员)的稳定和适应性应对始终没有得到认可。

世界各地的人们现在更加清楚地认识到他们自己的责任,以及在个人生活和使用的产品中采用一种更加安全导向的习惯所带来的好处。对安全的尊重达到如此高的认识,人们必须再次思考,为什么要一场毁灭性的全球大流行病才把我们带到这一水平? 关于质量是否也是这样的情况?

## 迫切需要对社会技术问题实施适当的解决方案

Alfred 等人在他们对无菌处理的分析中已经指出,“需要更广泛的干预措施来提高系统性能,超越医院对员工个人行为 and 动机的传统关注”<sup>[3]</sup>。因此,系统安全取决于在服务第一线的卫生工作人员和管理人员与生产医疗产品的制造商、监督其进入市场的监

管机构和政府以及管理其生命周期使用的临床工程师之间的协调。这点在第 67 届世界卫生大会 (World Health Assembly) 也有所强调, 在 2014 年发表的一份声明指出, 在某种程度上, “担心影响病人的医疗产品损害质量、安全性和有效性, 中毒, 不足或没有治疗, 对耐药性的贡献, 相关的经济负担, 公众对卫生系统的信任和侵蚀; ……国际社会、会员国和卫生系统的相关行动者需要采取紧急行动……制定适当的规范、标准和准则, 包括考虑到国家、国际和地区需求和计划, ……优先支持建立和加强区域和分区域的网络监管当局…促进现有成员国更多参与国际和区域协作和合作项目…支持组合的有效的国家和地区监管机构和网络…提高在卫生系统有效的监管体系认识的重要性”<sup>[10]</sup>。换句话说, 系统安全依赖于各个层次的协调, 而不是孤立的各个层次, 是一种共同的责任。处理消毒和灭菌风险的干预措施取决于包括公众在内的所有利益攸关方的协调。

当我们开始从脆弱向活力转变时, 现在正是把目前提高的意识转变为教育战略的时候。我们应该共同采纳将焦点从医疗卫生技术生命周期管理纳入产品进入市场扩展到考虑整个医疗卫生技术生命周期的准则。从医疗卫生技术的构想到淘汰, 在其生命周期的每个阶段都应该能基于每个成员 (包括公众) 都能理解、关注和接受的指标进行标杆管理, 并将其作为安全和质量最低可接受性能水平的衡量标准。这将包括公众, 例如, 公众可能开始比以往更多地使用基于家庭的医疗技术, 以争取参与作出医疗决定。医疗服务提供商的每个部门现在都有工具来评估医疗产品的整个生命周期, 从安装、性能保证、升级、重新分配到另一个市场的退役。

不论什么原因导致把质量和安全的角色只下放给那些正式受命负责的专业人士, 我们都必须接受责任应扩大到公众的战略。让我们挑战我们度量 and 嵌入系统性能预测性预防措施的能力, 而不是单一的产品心态。安全和管理的关键特征可用于衡量和降低潜在风险, 可用于对医疗卫生服务进行排名, 并提供一份“报告卡”, 以帮助公众选择。因此, 我建议呼吁

采取行动, 建立国家机构和国际合作, 促进和协调与我们的医疗卫生服务系统中正在部署的技术工具相关的安全和质量指标, 而不再是魔术表演。

**资助:** 作者没有宣布从公共、商业或非营利部门的任何资助机构对这项研究的具体资助。

**利益冲突:** 无声明

**病人同意发表:** 不需要

**出处和同行审查委托:** 内部同行评议

## 感谢

GlobalCE 杂志在此声明已得到从 BMJ Quality and Safety 发表这篇社论的允许。

## 参考文献

1. Emergency Care Research Institute (ECRI). Top 10 health technology hazards for 2020. Expert insights from health devices. Special report, 2019. Available: <https://www.ecri.org/landing-2020-top-ten-health-technology-hazards> [Accessed Sep 27].
2. International Federation of Medical and Biological Engineering (IFMBE). Online course 7. Decontamination-Disinfection of critical COVID-19 equipment, health workers, and patients. Available: <https://ced.ifmbe.org/covid19/guruPrograms/16-covid19/16-covid19-townhalls-decontamination.html> [Accessed Sep 27].
3. Alfred M, Catchpole K, Huffer E, et al. Work systems analysis of sterile processing: assembly. BMJ Qual Saf 2020;bmjqs-2019-010740.
4. Weick KE. Organizational culture as a source of high reliability. Calif Manage Rev 1987;29:112-27.
5. Reason J. Safety paradoxes and safety culture. Inj Control Saf Promot 2000;7:3-14.
6. Zhang J, Li J, Wu Z. The Chinese experience - fighting against COVID-19, Shanxi Medical engineers. Global Clinical Engineering Journal 2020;2:35-8.

7. Alfred M, Catchpole K, Huffer E, et al. Work systems analysis of sterile processing: decontamination. *BMJ Qual Saf* 2020;29:320–8.
8. The New York Times. Surgical Tools 'Washed' in Hydraulic Fluid. Available: <https://www.nytimes.com/2005/06/13/us/surgical-tools-washed-in-hydraulic-fluid.html>
9. Aj B, Brown C, Abdelrahman T, et al. International surgical guidance for COVID-19: Validation using an international Delphi process - Cross-sectional study. *Int J Surg* 2020;79:309–16.
10. World Health Organisation. Regulatory system strengthening for medical products. Sixty-seventy World health assembly, 2014. Available: [https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf\\_files/WHA67/A67\\_R20-en.pdf?ua=1](https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA67/A67_R20-en.pdf?ua=1) [Accessed Sep 27].

收稿日期：2020年5月21日，接收日期：2020年6月25日，出版日期：2020年7月6日

# 在物联网的基础上，建立远程患者监测综合网络模型，提高西非卫生系统的预防性和预测性

M. H. Ahouandjinou<sup>1,2</sup>, D. Medenou<sup>1,2</sup>, L. Pecchia<sup>3</sup>, R. C. Houessouvo<sup>1,2</sup>, T. R. Jossou<sup>1,2</sup><sup>1</sup> Département de Génie Biomédical, Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi (Department of Biomedical Engineering, Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi)<sup>2</sup> Laboratoire d'Electrotechnique de Télécommunications et d'Informatique Appliquée, Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi (Electrotechnical Laboratory of Telecommunication and Applied Informatics, Ecole Polytechnique) Université d'Abomey-Calavi, Benin (University of Abomey-Calavi, Benin)<sup>3</sup> School of Engineering, University of Warwick, Coventry, CV4 7AL, UK.

## 摘要

**背景：**受全球化影响，对非洲卫生系统组织进行检视是很重要的，结合失败的经验，在病人医疗方面提出可能的解决方案。

**目标：**基于物联网 (IoT) 进行建模——西非卫生系统中用于监测患者数据的综合网络。

**方法：**为了达到目标，采取以下三个步骤：(1) 识别基于 IoT 的健康监测系统、无线体域网 (WBAN) 系统的不同特征，以及患者可监测的生理参数；(2) 以技术中心云的形式对西非卫生系统架构进行建模；(3) 对不同物联网技术、特征进行交叉分析，识别各种功能需求。这一切都是基于 WBAN 系统中的无线医学传感器网络。

**结果：**这项工作已被用于非洲的卫生系统模型，作为对患者的远程监测网络。

**结论：**这种监测网络模型的实施将成为支持非洲卫生系统大规模决策的工具，它将使得建立西非卫生系统的信息数据库成为可能。

**【关键词】** 建模、集成网络、物联网、卫生系统、技术中心。

## 引言

当前信息和通信技术 (ICTs) 的挑战和目标是提供有效和高效率的医疗卫生服务。ICTs 的最新进展之一是物联网，它提供了传感器、设备、用户和信息的全球连接和管理。物联网概念提供了通过浏览 Internet 地址或与具有检测功能的特定有源射频识别 (RFID) 匹配的数据库条目来搜索有关被标记物体或人的信息的能力。在过去的十年中，无线医疗传感器、智能手机和其他移动

设备作为可用于个人医疗卫生、监测活动和身体状况的工具，引起了越来越多的兴趣。

现已有针对这些技术在远程医疗监测体系结构中的临床应用，如何进行长期管理，注册以及对患者生理信息的临床访问等进行研究。

基于这些最新的技术进步，可以更轻松地计划或安排您的身体检查，在检查之前，可以使用价格较便

宜的无线医疗传感器连续几天对您的生理状态进行监测。在监测过程中，无线医疗设备不断记录与患者重要生理参数相关的信号，并将其发送到病历数据库中。此方案允许医疗专业人员（医生和其他人员）在下次预约之前获得关于病人健康状况的更多信息。使用这些信息并将其提供给医疗专业人员，这些专业人员也可以获得针对其他个人的大量观察数据，医疗专业人员可以做出更好的诊断，并就早期干预和有效的生活方式的改变提出适当的治疗建议，从而改善患者的健康质量。这些技术进步对全球卫生系统产生了变革性影响，大大降低了医疗成本，提高了诊断的速度和准确性。

过去从技术角度提出的设想，几年来已经应用到了世界各地的卫生系统中，尽管已经掌握了这些技术，但是在非洲特别是西非的卫生系统中还没实现。西非卫生系统在很大程度上沿袭了其殖民地时代遗留下来的格局和结构。

在本文中，我们特别感兴趣的是建立一个体系结构模型，考虑到西非卫生系统当前结构的同时，实现卫生监测体系结构的应用。

### 方法

在文献检索和数据分析中，选择合适的技术和方法是非常重要的。为了确保数据的完整性，用于进行分析的方法将依赖于各种搜索引擎提供的信息，如谷歌 Scholar 和科学数据库，如 PubMed, Wiley, NCBI, IEEE Xplore, Scopus, 和 Web of Science。谷歌 Scholar 和 IEEE Xplore 是我们研究中使用最多的两个搜索引擎。

用于数据采集的关键词有：“物联网与健康监测”、“物联网与卫生系统”、“物联网远程患者监测”。这三种关键词组合被谷歌 Scholar 上用于文献检索。

本综述表明，健康监测的挑战是个非常热门的话题。大多数已开展的研究工作尚不能表明根据远程监测系统的架构，某个国家、地区或区域的特定卫生系统远程监测应用具有明显优势，但反映了随着科技进步，会有更多的机会帮助监测病人的很多方面的

健康状况，包括管理患者数据<sup>[1,2]</sup>、WBAN 网络和架构、卫生数据管理系统的安全以及许多其他领域<sup>[3,4]</sup>。这一切都有利于获得理想的结果。

### 相关著作

检索出的相关文章在 2010 年至 2019 年共发表了 128 篇论文，尤其是在 2014-2016 年间相关研究得到了重视。将 128 篇论文进行整理，将那些最符合研究标准的论文进行排序。最终，排除 34 篇论文，选出 94 篇论文作为我们的研究对象。结果如表 1 所示。

表1.

年份	搜索到的每年发表的论文数量	每年排除的论文数量
2010	3	0
2011	4	0
2012	3	1
2013	3	0
2014	27	2
2015	37	1
2016	29	18
2017	19	12
2018	2	0
2019	1	0
总计	128	34

物联网在医疗应用和医疗卫生领域具有巨大的潜在价值。许多技术都与物联网相关。无线医用身体传感器、先进的医疗远程监测系统、可穿戴传感器、用于无线传输、存储和显示临床数据（见附录表 2）的基于云的平台等技术尤其引人关注。总之，我们注意到，任何远程医疗监测系统的挑战在于如何设计出合理的网络架构。基于此，我们的工作目标是在西非卫生系统中建立一个基于物联网的综合患者监测网络 (RIMP) 模型。这篇文章介绍了此项工作所采用的方法，获得的结果，以及分析、讨论和设想观点。

### 结果

尽管每个国家的卫生系统结构各具特色，但西非

国家的卫生系统结构一般包括一级机构(药房、卫生所等)、所谓的参考机构(综合医院)、专门机构(专为残疾或疾病服务)和大学医院。原则上,所谓的初级卫生保健是卫生系统的基础,国家卫生发展计划(PNDS)规定,负责该系统的机构必须覆盖给定地理区域内的数千名居民。当涉及到诊断和护理时,这样的卫生结构对于开始掌握健康数据具有巨大的优势,因此它具有现代化的远程监控架构。为了更好地监测非洲卫生系统的患者,我们提出了一种架构,将每个卫生系统的不同层次整合起来,由来自远程监测网络的技术中心云提供便利服务,这将包括允许集中获取健康信息的监测中心。

### 整合患者监控网络的物联网架构

通过放置在病人身体 17 个不同位置的物联网传感器,可以监测 16 组不同的生理参数<sup>[5]</sup>。图 1 显示了一些生理参数的概要([A] 血压 [B] 心电图 [C] 脉搏血氧仪 [D] 肌电图 [E] 姿态(译者注:通过惯性传感器等可监测人体姿态))。

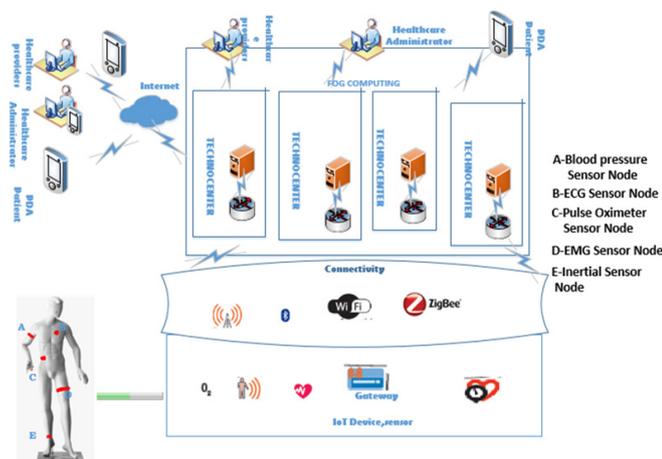


图1. 集成患者监测网络的物联网架构。

整合病人监测网络的物联网架构展示了我们系统不同物联网组件及其网络和计算机技术之间的相互作用。该体系结构中的不同物联网包括不同大小和类型的智能医疗传感器,它们监视病人的健康参数,还处理和记录来自传感器的原始数据。医疗传感器的收

发模块通过无线接口与基站传导数据。最强大的基站将扮演数据整合器、节点或服务器网关的角色。不同的物联网网关与不同类型的设备和相关的网络协议一起工作,以提供整体连接。

集成式物联网患者检测架构由几个层次组成。第一级是物联网传感器级别,为患者配备多个传感器来测量所需的生理参数(肌电图、心电图、血压、心率……)。架构的第二级显示了连接性元素,此级别显示了用于将传感器收集的数据传输到治疗中心的不同通信网络的符号。通过不同的应用程序,可以使用wifi、蓝牙或zigBee将测量到的生理数据发送到传感器节点,然后再发送到称为“technocenters(技术中心)”的治疗中心。技术中心是各级卫生系统可用的数据处理中心,包括乡村卫生中心、地区卫生中心、社区卫生中心、部门和国家一级的区域卫生中心。这些技术中心通过网络相互连接。为了满足来自网络用户(包括医疗卫生提供者、医疗卫生管理者和患者)的不同需求,我们正在实现一个DNS服务,以使用户能够成功地从最近的服务器获得数据,该服务器具有来自网络内部和外部用户的不同区域访问权。患者的个人数字设备(PDAs)可以让医护人员充分使用患者所携带的智能手机上的功能。由于这些智能手机可以通过GSM网络连接到互联网,安装电子健康app就足够了,这样患者的手机就可以接收和发送治疗中心所需的信息。根据需求,可以对智能手机的特定特点提出建议。

### 医院平台的功能架构

如图 2 所示,我们设计出了医院平台的功能架构,为了西非卫生系统能够有效地监测患者。

我们提出的医院平台的功能架构考虑了医院内外病人的监测和可追溯性等几个方面。我们建议对西非卫生系统的患者使用国家唯一患者健康识别(CIUS-P)。这将允许贝宁或任何其他非洲国家的患者拥有来自其原籍国的独有身份卡片。这张新的健康卡将使非洲卫生系统的任何医院都能查阅患者档案,并使患者无论在何处都能了解其任何健康病史。患者可

以用这种多功能健康卡支付各种健康服务费，因为它集成了一个虚拟帐户。患者的定位功能将与患者的 CISU-P 卡通过 GPS 查找集成在一个平台上。这一功能将允许实时了解患者的住院情况。这种架构中更有趣的是，即使在医院外，只要病人身上有健康卡，他们的位置也能被实时地定位到。该平台的架构集成了医院的所有实体（手术室、药房、急诊、实验室等），以便所有人都能看到患者的病历记录（除非根据需要，添加了访问限制）。

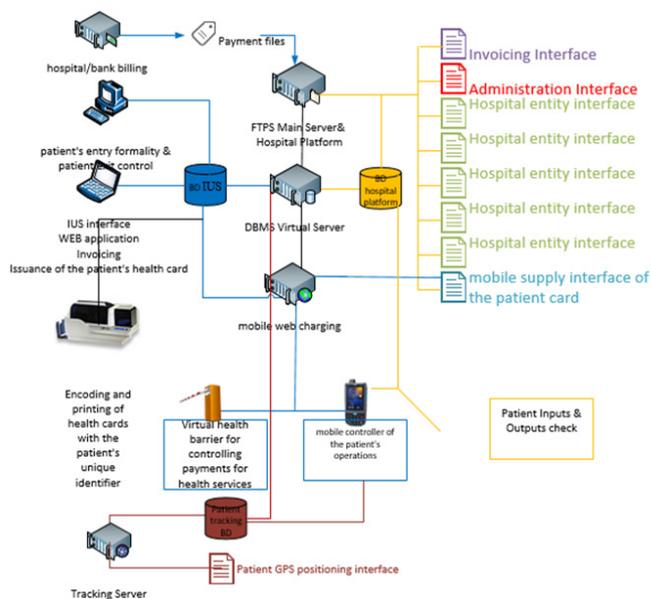


图2. 医院平台的功能架构。

## 讨论

西非卫生系统面临的挑战，特别是贝宁的卫生系统：(1) 向不断增长的人口提供高质量的医疗卫生；(2) 优化医疗卫生人员的可调度性；(3) 在一个更具预测性的卫生系统中利用患者健康数据；我们在这项工作中提出了一种用于患者监测的集成物联网架构，以及医院平台的功能架构，该架构的实施可以彻底改变西非卫生系统，特别是贝宁。这一解决方案的实施将经过几个阶段：首先，在贝宁选择一个包括村庄、地区和社区卫生中心、部门医院和大学医院卫生区。一旦第一个区域预期的结果得到认可，我们将考虑将

该架构扩展到其他卫生区域。

我们必须考虑 WBAN 网络的限制（即，可扩展性，服务质量 [QoS]，能源消耗，无线技术）<sup>[6,7]</sup>。文献中有大量关于在医疗卫生环境中应用 WBANs 的工作。本研究概述了 WBANs 的医学应用特点和要求，以及其特点和设计因素<sup>[8,9]</sup>。

WBAN 网络设计的另一个考虑因素涉及安全需求（WBAN 和传统网络具有相同的安全需求）<sup>[10,11]</sup>。然而，对于医院平台的架构来说，这并不是一个功能性的问题，而平台架构是我们工作的重点。此外，我们可以看到，文献中的大量工作没有考虑卫生系统的全球架构，而是经常谈到服务架构，在安全级别上，在实施提议的解决方案时将考虑患者和账单数据的安全。我们需要考虑可能会发生安全威胁或攻击情况，例如修改和窃取医疗数据、探测和定位活动以及入侵安全系统和警报<sup>[10,11]</sup>。此外，数据流和网络容量也是影响系统性能的参数之一。在这种情况下，高速无线技术的选择提供了满足网络可扩展性和增加被监测人数的优势。另一方面，其他技术允许更低的功耗，但有更高的延迟（生产）和/或更低的传输速率。因此，所选择的技术将是在生产量和能源消耗之间进行取舍。由于在患者监测体系结构中使用了多种技术来提供多种服务<sup>[9,12]</sup>，我们开始识别不同服务中使用的所有技术。在此基础上，我们的论文扩展了这一知识，提出了适用于在贝宁所使用的所有卫生监测系统的基本特征，以及像我们提到的将传感器放置在病人身体上的不同位置的可能性<sup>[5,13]</sup>。

## 结论

本文中，我们通过提出一种用于患者监测的物联网架构和医院平台的功能架构，对西非卫生系统进行建模。该模型结合了 CIUS-P，使整个西非所有地区的卫生系统都可以获得患者信息。这一架构将使西非卫生系统能够应对卫生挑战，并为更好地进行卫生预测提供数据。未来的工作将允许这个架构在贝宁实施，以分析其影响和任何限制。其应用将通过在贝宁选择一个卫生区进行，利用已建立的独特的人口身份

数据库，该项目将把贝宁所有卫生系统进行互连，以及与国家数据中心连接，并确保贝宁各卫生区 GPRS 和 GSM 网络覆盖。

## 参考文献

1. Kodali RK, Swamy G, and Lakshmi B. An implementation of IoT for healthcare in 2015 IEEE Recent Advances in Intelligent Computational Systems (RAICS), Trivandrum, Kerala, India; 2015. doi: 10.1109/RAICS.2015.7488451.
2. Naqishbandi T. Big data, CEP and IoT: Redefining holistic healthcare information systems and analytics. *Int J Engineer Res* 2015;4(1):6.
3. Sood SK and Mahajan I. Wearable IoT sensor based healthcare system for identifying and controlling chikungunya virus. *Computers Industry* 2017;91:33–44. doi: 10.1016/j.compind.2017.05.006.
4. Firouzi F, et al. Internet-of-Things and big data for smarter healthcare: From device to architecture, applications and analytics. *Future Gen Computer Sys* 2018;78:583–86, janv. doi: 10.1016/j.future.2017.09.016.
5. Medenou D, Ahouandjinou MH, Piaggio D, et al. New intelligent network approach for monitoring physiological parameters: the case of Benin. *Health Technol* 2020. doi: 10.1007/s12553-020-00418-5.
6. Charlton S, et al. Architecture for field upgrade of a health monitoring system. *US8978026B2*; 2015.
7. Akyildiz IF, Melodia T, and Chowdhury KR. A survey on wireless multimedia sensor networks. *Comp Network* 2007;51(4)921–60. doi: 10.1016/j.comnet.2006.10.002.
8. Gogate U and Bakal JW. Smart healthcare monitoring system based on wireless sensor networks in 2016 International Conference on Computing, Analytics and Security Trends (CAST), Pune, India; 2016. doi: 10.1109/CAST.2016.7915037.
9. Goyal A, et al. Smart home health monitoring system for predicting type 2 diabetes and hypertension. *J King Saud University Comput Info Sci* 2020; doi: 10.1016/j.jksuci.2020.01.010.
10. Sathya D. Secured remote health monitoring system. *Healthc Technol Lett* 2020;4(6):228–32. 10.1049/htl.2017.0033. Available at: <https://sci-hub.tw/10.1049/htl.2017.0033>.
11. Mshali H, Lemlouma T, Moloney, M, and Magoni D. A survey on health monitoring systems for health smart homes. *Internat J Industr Ergonom* 2018;66:26–56. doi: 10.1016/j.ergon.2018.02.002.
12. Bourennane W. Étude et conception d'un système de télésurveillance et de détection de situations critiques par suivi actimétrique des personnes à risques en milieu indoor et outdoor », phdthesis, Université Toulouse le Mirail - Toulouse II; 2013.
13. Medenou D, Ahouandjinou MH, and Pecchia L. National Integrated Network For Remote Monitoring Of Patients In Benin. *CEUR Workshop Proceedings 2544*, CEUR-WS.org; 2020.
14. Jara AJ, Alcolea AF, Zamora MA, et al. Drugs interaction checker based on IoT. In 2010 Internet of Things (IOT), Tokyo, Japan; 2010. doi: 10.1109/IOT.2010.5678458.
15. Bui N and Zorzi M. Health care applications: a solution based on the internet of things. In *Proceedings of the 4th International Symposium on Applied Sciences in Biomedical and Communication Technologies - ISABEL '11*, Barcelona, Spain; 2011. doi: 10.1145/2093698.2093829.
16. Rohokale VM, Prasad NR, and Prasad N. A cooperative Internet of Things (IoT) for rural healthcare monitoring and control. In 2011 2nd International Conference on Wireless Communication, Vehicular Technology, Information Theory and Aerospace & Electronic Systems Technology (Wireless VITAE), Chennai, India; 2011. doi: 10.1109/WIRELESSVITAE.2011.5940920.
17. Zhao W, Wang C, and Nakahira Y. Medical application on Internet of Things. In *IET International Conference on Communication Technology and Application (ICCTA 2011)*, Beijing, China; 2011. doi: 10.1049/cp.2011.0751.

18. Chen Y-K. Challenges and opportunities of internet of things. In 17th Asia and South Pacific Design Automation Conference, Sydney, Australia; 2012. doi: 10.1109/ASPDAC.2012.6164978.
19. Doukas C, Maglogiannis I, Koufi V, et al. Enabling data protection through PKI encryption in IoT m-Health devices. In 2012 IEEE 12th International Conference on Bioinformatics & Bioengineering (BIBE), Larnaca, Cyprus; 2012. doi: 10.1109/BIBE.2012.6399701.
20. Tarouco LMR, et al. Internet of Things in health-care: Interoperability and security issues. In 2012 IEEE International Conference on Communications (ICC), Ottawa, ON, Canada; 2012. doi: 10.1109/ICC.2012.6364830.
21. Gubbi J, Buyya R, Marusic S, Palaniswami M. Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Gen Comput Syst* 2013;29(7):1645–60. doi: 10.1016/j.future.2013.01.010.
22. Turcu CE, and Turcu CO. Internet of Things as Key Enabler for Sustainable Healthcare Delivery. *Procedia Soc Behav Sci* 2013;73:251–56. doi: 10.1016/j.sbspro.2013.02.049.
23. Fan YJ, Yin YH, Xu LD, et al. IoT-Based Smart Rehabilitation System. *IEEE Transact Indust Infor* 2014;10(2):1568–77. doi: 10.1109/TII.2014.2302583.
24. Yang G, et al. A Health-IoT Platform Based on the Integration of Intelligent Packaging, Unobtrusive Bio-Sensor, and Intelligent Medicine Box. *IEEE Transact Indust Inform* 2014;10(4):2180–91. doi: 10.1109/TII.2014.2307795.
25. Yang L, Ge Y, Li W, et al. A home mobile healthcare system for wheelchair users. (:unav); 2014. doi: 10.1109/cscwd.2014.6846914.
26. Xu LD, He W, Li S. Internet of Things in Industries: A Survey. *IEEE Transact Indust Informat* 2014;10(4):2233–43. doi: 10.1109/tii.2014.2300753.
27. Suresh P Daniel JV, Parthasarathy V, and Aswathy RH. A state of the art review on the Internet of Things (IoT) history, technology and fields of deployment. (:unav); 2014. doi: 10.1109/icsemr.2014.7043637.
28. Singh D, Tripathi G, and Jara AJ. A survey of Internet-of-Things: Future vision, architecture, challenges and services. (:unav); 2014. doi: 10.1109/wf-iot.2014.6803174.
29. Ray PP. Home Health Hub Internet of Things (H3IoT): An architectural framework for monitoring health of elderly people. (:unav); 2014. doi: 10.1109/icsemr.2014.7043542.
30. Rasid MFA, et al. Embedded gateway services for Internet of Things applications in ubiquitous healthcare. (:unav); 2014. doi: 10.1109/icoict.2014.6914055.
31. Li S, Xu LD, and Zhao S. The internet of things: a survey. *Information Systems Frontiers* 2015;17(2):243–59 avr. doi: 10.1007/s10796-014-9492-7.
32. Lee BM and Ouyang J. Intelligent Healthcare Service by using Collaborations between IoT Personal Health Devices. *Internat J Bio-Sci Bio-Technol* 2014;6(1):155–64. doi: 10.14257/ijbsbt.2014.6.1.17.
33. Kupwade H, and Patil R. Big Data Security and Privacy Issues in Healthcare. (:unav); doi: 10.1109/bigdata.congress.2014.112.
34. Kulkarni A and Sathe S. Healthcare applications of the Internet of Things: A Review 2014;5(4):2014.
35. Hiremath S, Yang G, and Mankodiya K. Wearable Internet of Things: Concept, Architectural Components and Promises for Person-Centered Healthcare. At the 4th International Conference on Wireless Mobile Communication and Healthcare. Transforming healthcare through innovations in mobile and wireless technologies. Athens, Greece; 2014. doi: 10.4108/icst.mobihealth.2014.257440.
36. Granados J, Rahmani A-M, Nikander P, et al. Towards Energy-Efficient HealthCare: an Internet-of-Things Architecture Using Intelligent Gateways. At the 4th International Conference on Wireless Mobile Communication and Healthcare. Transforming healthcare through innovations in mobile and wireless

- technologies. Athens, Greece, 2014, doi: 10.4108/icst.mobihealth.2014.257394.
37. Gia TN, Thanigaivelan NK, Rahmani A.-M, et al. Customizing 6LoWPAN networks towards Internet-of-Things based ubiquitous healthcare systems. In NORCHIP, Tampere; 2014. doi: 10.1109/NORCHIP.2014.7004716.
  38. Zhou W and Piramuthu S. Security/privacy of wearable fitness tracking IoT devices. 2014 9th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), Barcelona, Spain; 2014. doi: 10.1109/CISTI.2014.6877073.
  39. Fernandez F and Pallis G. Opportunities and challenges of the Internet of Things for healthcare. The 4th International Conference on Wireless Mobile Communication and Healthcare. Transforming healthcare through innovations in mobile and wireless technologies. Athens, Greece; 2014. doi: 10.4108/icst.mobihealth.2014.257276.
  40. Chiuchisan I, Costin H-N, and Geman O. Adopting the Internet of Things technologies in health care systems. (:unav); 2014. doi: 10.1109/icepe.2014.6969965.
  41. Amendola S, Lodato R, Manzari S, et al. RFID Technology for IoT-Based Personal Healthcare in Smart Spaces. IEEE Internet of Things Journal 2014;1(2):144–52. doi: 10.1109/JIOT.2014.2313981.
  42. Elhoseny M, Ramirez-Gonzalez G, Abu-El-nasr OM, et al. Secure Medical Data Transmission Model for IoT-Based Healthcare Systems. IEEE Access 2018;6:20596–608. doi: 10.1109/ACCESS.2018.2817615.
  43. Firouzi F et al. Internet-of-Things and big data for smarter healthcare: From device to architecture, applications and analytics. Future Gen Comput Syst 2018;78:83–586. doi: 10.1016/j.future.2017.09.016.
  44. Rahmani AN, et al. Exploiting smart e-Health gateways at the edge of healthcare Internet-of-Things: A fog computing approach. Future Gen Comput Syst 2018;78:641–58. doi: 10.1016/j.future.2017.02.014.
  45. Ullah F, Habib MA, Farhan M, et al. Semantic interoperability for big-data in heterogeneous IoT infrastructure for healthcare. Sustainable Cities Soc 2017;34:90–96. doi: 10.1016/j.scs.2017.06.010.
  46. Sood SK and Mahajan I. Wearable IoT sensor based healthcare system for identifying and controlling chikungunya virus. Comput Industry 2017;9:33–44. doi: 10.1016/j.compind.2017.05.006.
  47. Woo MW, Lee J, and Park K. A reliable IoT system for Personal Healthcare Devices. Future Gen Comput Syst 2018;78:626–40. doi: 10.1016/j.future.2017.04.004.
  48. Verma P, Sood SK, and Kalra S. Cloud-centric IoT based student healthcare monitoring framework. J Ambient Intell Human Comput 2018;9(5):1293–309. doi: 10.1007/s12652-017-0520-6.
  49. Wu T, Wu F, Redoute JM, and Yuce MR. An Autonomous Wireless Body Area Network Implementation Towards IoT Connected Healthcare Applications. IEEE Access 2017;5:11413–22. doi: 10.1109/ACCESS.2017.2716344.
  50. Kaur MJ and Maheshwari P. Building smart cities applications using IoT and cloud-based architectures. 2016 International Conference on Industrial Informatics and Computer Systems (CIICS), Sharjah, Dubai, United Arab Emirates; 2016. doi: 10.1109/ICCSII.2016.7462433.
  51. Moosavi SR, et al. End-to-end security scheme for mobility enabled healthcare Internet of Things. Future Gen Comput Syst 2016;64:108–24, nov. 2016, doi: 10.1016/j.future.2016.02.020.
  52. Kang H-W, Kim D-M, and Koh S-J. ISO/IEEE 11073-Based Healthcare Services over IoT Platform Using 6LoWPAN and BLE: Architecture and Experimentation. (:unav); 2016. doi: 10.1109/nana.2016.26.
  53. Iqbal MA and Bayoumi M. Secure End-to-End key establishment protocol for resource-constrained healthcare sensors in the context of IoT. (:unav); 2016. doi: 10.1109/hpcsim.2016.7568379.
  54. Hossain MS. and Muhammad G. Cloud-assisted Industrial Internet of Things (IIoT)

- Enabled framework for health monitoring. *Comput Network* 2016;101:192–202. doi: 10.1016/j.comnet.2016.01.009.
55. Hashemi SH, Faghri F, Rausch P, et al. World of Empowered IoT Users. (:unav); 2016. doi: 10.1109/iotdi.2015.39.
56. Gope P and Hwang T. BSN-Care: A Secure IoT-Based Modern Healthcare System Using Body Sensor Network. *IEEE Sensors J* 2016;16(5):1368–76. doi: 10.1109/JSEN.2015.2502401.
57. Corno F, De Russis L, and Roffarello AM. A Healthcare Support System for Assisted Living Facilities: An IoT Solution. (:unav); 2016. doi: 10.1109/compsac.2016.29.
58. Basanta H, Huang YP, et Lee T-T. Intuitive IoT-based H2U healthcare system for elderly people. 2016 IEEE 13th International Conference on Networking, Sensing, and Control (ICNSC), Mexico City, Mexico; 2016. doi: 10.1109/ICNSC.2016.7479018.
59. Azimi I, Anzanpour A, Rahmani AM, et al. Self-aware Early Warning Score System for IoT-Based Personalized Healthcare. *eHealth 360°* 2017;181:49–55.
60. Darshan KR and Anandakumar KR. A comprehensive review on usage of Internet of Things (IoT) in healthcare system. 2015 International Conference on Emerging Research in Electronics, Computer Science and Technology (ICERECT), Mandya, India; 2015. doi: 10.1109/ERECT.2015.7499001.
61. Datta SK, Bonnet C, and Gyrard RP, et al. Applying Internet of Things for personalized healthcare in smart homes. (:unav); 2015. doi: 10.1109/wocc.2015.7346198.
62. Deng Z, Yang P, Zhao Y, et al. Life-Logging Data Aggregation Solution for Interdisciplinary Healthcare Research and Collaboration. (:unav); 2015. doi: 10.1109/cit/iucc/dasc/picom.2015.342.
63. Gia TN, Jiang M, Rahmani A-M, et al. Fog Computing in Healthcare Internet of Things: A Case Study on ECG Feature Extraction. (:unav); 2015. doi: 10.1109/cit/iucc/dasc/picom.2015.51.
64. Gong T, Huang H, Li P, et al. A Medical Healthcare System for Privacy Protection Based on IoT. 2015 Seventh International Symposium on Parallel Architectures, Algorithms and Programming (PAAP), Nanjing, China; 2015. doi: 10.1109/PAAP.2015.48.
65. Gupta MSD, Patchava V, and Menezes V. Healthcare based on IoT using Raspberry Pi. p. 4, 2015.
66. Hassanalieragh M, et al. Health Monitoring and Management Using Internet-of-Things (IoT) Sensing with Cloud-Based Processing: Opportunities and Challenges. (:unav); 2015. doi: 10.1109/scc.2015.47.
67. He D and Zeadally S. An Analysis of RFID Authentication Schemes for Internet of Things in Healthcare Environment Using Elliptic Curve Cryptography. *IEEE Internet Things J* 2015;2(1):72–83. doi: 10.1109/jiot.2014.2360121.
68. Hou J-L and Yeh K-H. Novel Authentication Schemes for IoT Based Healthcare Systems. *Internat J Distrib Sensor Network* 2015;11. doi: 10.1155/2015/183659.
69. Kodali RK, Swamy G. An implementation of IoT for healthcare », in 2015 IEEE Recent Advances in Intelligent Computational Systems (RAICS), Trivandrum, Kerala, India; 2015. doi: 10.1109/RAICS.2015.7488451.
70. Laplante PA and Laplante NL. A Structured approach for describing healthcare applications for the Internet of Things. (:unav); 2015. doi: 10.1109/wf-iot.2015.7389125.
71. Giorgos KEIB, Antonis B. Internet of Things For an Age-Friendly Healthcare. *Studies Health Technol Informat* 2015;587–91. doi: 10.3233/978-1-61499-512-8-587.
72. Lee BM. Personalized Service Model for Sharing Medical Devices in IoT Health-Platform 2015;180–82. doi: 10.14257/astl.2015.99.44.
73. Maksimovic M, Vujovic V, and Perisic B. A custom Internet of Things healthcare system. (:unav); 2015. doi: 10.1109/cisti.2015.7170415.
74. Moosavi SR, et al. SEA: A Secure and Efficient Authentication and Authorization Architecture for

- IoT-Based Healthcare Using Smart Gateways. *Procedia Comput Sci* 2015;52:452–59. doi: 10.1016/j.procs.2015.05.013.
75. Naqishbandi T. Big Data, CEP and IoT: Redefining Holistic Healthcare Information Systems and Analytics. *Internat J Engineer Res* 2015;4(01):7.
76. Khoi NM, Saguna S, Mitra K, and Ahlund C. IReHMo: An efficient IoT-based remote health monitoring system for smart regions. (:unav);2015. doi: 10.1109/healthcom.2015.7454565.
77. Rahmani A-M, et al. Smart e-Health Gateway: Bringing intelligence to Internet-of-Things based ubiquitous healthcare systems. 12th Annual IEEE Consumer Communications and Networking Conference (CCNC), Las Vegas, NV, USA; 2015. doi: 10.1109/CCNC.2015.7158084.
78. Riazul Islam SM, Kwak D, Humaun M, et al. The Internet of Things for Health Care: A Comprehensive Survey. *IEEE Access* 2015;3: 678–708. doi: 10.1109/ACCESS.2015.2437951.
79. Shi Y, Ding G, Wang H, et al. The fog computing service for healthcare. 2015 2nd International Symposium on Future Information and Communication Technologies for Ubiquitous HealthCare (Ubi-HealthTech), Beijing, China; 2015. doi: 10.1109/Ubi-HealthTech.2015.7203325.
80. Ugrenovic D and Gardasevic G. CoAP protocol for Web-based monitoring in IoT healthcare applications. 2015 23rd Telecommunications Forum Telfor (TELFOR), Belgrade, Serbia; 2015:79–82. doi: 10.1109/TELFOR.2015.7377418.

## 附录

表2.

N°	Ref.	Aspect covered
1	[14]	Put in place a solution to address drug issues based on IoT technologies like smartphones and the Web to support ubiquitous access, 6LoWPAN technology for ubiquitous patient data collection, sensors and hospitals, RFID / NFC (Near Field Communication) and barcode identification technologies.
2	[15]	Propose IoT Communication Framework as Primary Tool for Healthcare Applications Spread Around the World. They presented the IoT protocol stack and the benefits it brings to health care scenarios.
3	[16]	Proposed a cooperative approach of IoT to improve the monitoring and control the health of rural and poor human health parameters.
4	[17]	Analyze the possibility and related issues of providing advanced services for human health management in the real world of medical technology on IoT.
5	[18]	Shows an overview of the challenges and opportunities of IoT.
6	[19]	Present a prototype of a cloud-based system, compliant with the IoT concept. Including those related to the authentication of entities and data confidentiality. The proposed system manages the data collected by the portable sensors and transmitted them to a gateway using cloud infrastructure techniques.
7	[20]	Worked on interoperability and security issues related to the limitations of devices used in the IoT, preventing their proper use in health systems.
8	[21]	Presents with a cloud-centric vision for the global implementation of the IoT. The authors' work allowed to make a cloud implementation using Aneka, based on the interaction of private and public Clouds
9	[22]	Showed how RFID, multi-agent technologies and the IoT can be used to allow people access to affordable and quality health services. The authors show that using the IoT and multi-agent technologies can reduce medical errors, improve patient safety, and optimize healthcare processes.
10	[23]	Presents an ontology-based design methodology for intelligent reeducation systems in IoT.
11	[24]	Worked on home health services based on the IoT. They proposed a smart home platform, named iHome Health-IoT.
12	[25]	Presented a mobile home health system (mHealth) for wheelchair users, based on emerging technologies of the IoT. The authors focused on the proposed system architecture and the design of Wireless Body Sensor Networks (WBSN).
13	[26]	Review the current research on the IoT, generic key technologies, key IoT applications in industries, and identify trends and challenges in research.
14	[27]	Structured in this work a review of the state of the art on IoT by bringing out its history, the different technologies of IoT and its different applications.
15	[28]	Present a novel architecture model for IoT with the help of Semantic Fusion Model (SFM).
16	[29]	Present H3IoT, a new architectural framework for a home health center based on the Internet of Things, which aims to monitor the health of elderly people at home.
17		
	[30]	Present the integrated services that are part of a ubiquitous health system that enables automated and intelligent monitoring and utilizing IP and Internet connectivity for end-to-end communication.
18	[31]	Present the definitions, architecture, fundamental technologies, and applications of IoT. Various definitions of IoT are introduced, emerging techniques for the implementation of IoT are discussed.
19	[32]	Worked on self-care through IoT through personal health devices. By introducing the collaborative protocol that transfers risk factors between IoT personal health devices.

N°	Ref.	Aspect covered
20	[33]	Worked on data security and confidentiality in the healthcare sector given the increasing data growth in this sector.
21	[34]	Examined the applications of IoT in personalized health care to obtain excellent health care at affordable costs through detection and wireless techniques.
22	[35]	Worked on the concept, the architectural components of the wearable IoT because of their detection and communication capabilities.
23	[36]	Worked on the energy efficiency in the architectures of the IoT in exploiting the advantages related to the standard POE (Power over Ethernet).
24	[37]	Worked on an IoT architecture and system implementation for health applications to offer a simple and economical way to analyze and monitor health data in real time.
25	[38]	Worked on the security and confidentiality of tracking physical conditions through portable connected objects.
26	[39]	Have worked on the different opportunities and challenges of IoT.
27	[40]	Worked on the development of a general architecture for IoT-based health care systems to ensure and increase patient safety, quality of life, and other health care activities.
28	[41]	Worked on the use of RFID for personal health care based on the IoT.
29	[42]	Secure medical data transmission model in health systems based on IoT.
30	[43]	IoT and Big Data for intelligent healthcare, individualized telehealth to enable healthier lifestyles.
31	[44]	Operation of the gateway between the network of medical sensors and the Internet in a health care surveillance system to offer several services.
32	[45]	A semantic interoperability model for Big Data in the IoT.
33	[46]	IoT architecture to identify and control the Chikungunya virus.
34	[47]	a reliable IoT architecture based on oneM2M for personal healthcare devices
35	[48]	IoT-based healthcare surveillance architecture to move to proactive and preventive healthcare.
36	[49]	WBAN sanl fil <Au: Please clarify sanl fil> network based on IoT for healthcare.
37	[50]	Smart city cloud platform with IoT
38	[51]	Three-level IoT architecture composed of the device layer, the fog layer, and the cloud layer.
39	[52]	A new architecture for health services based on ISO / IEEE 11073 on the IoT platform. The proposed architecture meets oneM2M and ISO / IEEE 11073. Standards with a stack of protocols for constrained healthcare devices on the BLE network.
40	[53]	A cooperative key establishment protocol to create a secure end-to-end connection for resource-limited sensor nodes with any remote server or entity. Security analysis and performance appraisals prove to be a considerable improvement in security as well as protocol resilience against known attacks and security breaches.
441	[54]	A cloud-integrated Health IoT monitoring framework, where health data is watermarked before being sent to the cloud for secure, high-quality, health monitoring.
42	[55]	A new user-oriented world of IoT. In this world, users are empowered by their ability to control access to the data that has been knowingly or unknowingly generated and belongs to them. This data can be requested by other users and organizations to be analyzed collectively and potentially bring value to society.

N°	Ref.	Aspect covered
43	[56]	security and confidentiality issues in health applications using the body sensor network (BSN). They proposed an IoT-based secure health system using BSN, called BSN-Care, which can effectively meet various security requirements of the BSN-based health system.
44	[57]	An IoT system capable of improving assistance requests and the detection of anomalies in an ALF <AU: Please expand ALF> using portable devices. With this healthcare support system, caregivers can be automatically alerted to potentially dangerous situations that occur to residents while they are out of sight. The system design focused mainly on portability and ubiquity.
45	[58]	An IoT H2U predictive health care system to provide early treatment and detect danger signs early enough to avoid the need for hospitalization. Hospital stay is minimized and doctors and nurses can be connected and monitor patients based on the report generated by the sensors in real time and daily clinical updates by the patient on the base server of data. Interaction via this IoT system is quite profitable and guarantees a higher level of security in terms of communication.
46	[59]	Exploited the concept of self-awareness to create a personalized EWS Alert Score System<AU: Please expand EWS> based on the IoT. The system is designed to be adaptive in various situations and to be able to be automatically personalized according to the needs of the patient.
47	[60]	The use of the Internet of Things for the efficiency of the health system by exploring the challenges of these systems. Their work provided an architecture / methodology for extracting information from health care data.
48	[61]	The use of the Internet of Things for the efficiency of the health system by exploring the challenges of these systems. Their work provided an architecture / methodology for extracting information from healthcare data.
49	[62]	Implementation of a data aggregation solution for interdisciplinary healthcare research after comparing the different existing IoT applications which focus mostly on the physical condition of people. They proposed the architecture for monitoring healthcare with multiple functions for the acquisition of bio-signals (EEG, EMG, ECG)
50	[63]	Computer haze in the IoT in health surveillance systems by exploiting the concept of calculating fog with intelligent gateways applied to ECG signals.
51	[64]	The security of private information in a health care information system using the Internet of Things. The authors have implemented an algorithm to secure health data. a prototype based on both software and hardware has also been implemented.
52	[65]	Implementing a system for continuous monitoring of the EEG and other vital parameters using algorithms based on Raspberry pi. The Raspberry Pi is a small computer with an integrated microprocessor card.
53	[66]	The different opportunities and benefits of using the IoT in remote health monitoring. the use of portable sensors is necessary to record data in various environments for health surveillance.
54	[67]	The security requirements of RFID authentication schemes for Internet of Things-based healthcare surveillance systems. The authors presented the overall architecture of the RFID-based authentication system and their requirements
55	[68]	The security of IoT-based health systems. They proposed a communication architecture based on sensors in health service systems integrating a secure authentication scheme and a protocol for the coexistence of multiple health systems operating under the technology of the IoT.
56	[69]	implementation of the IoT in a hospital system using ZigBee which is a mesh protocol.
57	[70]	The classification and structuring of IoT applications in healthcare. The results of the authors' work show that applications in the health of the IoT can be classified into three categories of systems.
58	[71]	A new approach to the IoT with devices compatible with IoT thanks to the XMPP protocol.

N°	Ref.	Aspect covered
59	[72]	Share the use of medical equipment used in a health service or office through the IoT. They proposed a personalized health service model that can be used in family or public offices.
60	[73]	Health self-management systems for support. They proposed the establishment of a personal health monitoring system adapted to the needs of the user (Do-It-Yourself).
61	[74]	Medical data capture and confidentiality architectures. The work allowed the authors to develop an architecture of authentication and authorization that is secure and efficient for healthcare based on IoT while taking into account the constraints of the resources of medical sensors.
62	[75]	Big Data technologies, IoT and complex event processing (CEP) and their importance in the healthcare system revolution.
63	[76]	A remote health monitoring system based on IoT, after identifying the main network requirements and studying the CoAP, MQTT and HTTP protocols.
64	[77]	Smart gateways in e-health which is a transition point between the sensor and Internet networks. They proposed an intelligent e-health gateway between the sensor and the Internet for remote monitoring of health care.
65	[78]	An intelligent collaborative security model to minimize security risks; and propose how different innovations such as big data, ambient intelligence and portable devices can be used in healthcare establishments.
66	[79]	IT fog which is a new architecture for migrating certain tasks from the data center to the periphery of the server. The authors present the characteristics of fog computing and the services it can provide in the health system by ensuring low latency of applications in health services.
67	[80]	The IoT remote healthcare monitoring system that provides patient status via a web browser using OS Contiki with the 6LoWPAN protocol.

收稿日期：2019年4月2日，接收日期：2020年8月13日，出版日期：2020年12月1日

# 医院电子电气设备报废流程方案

M. A. Marciano

Moinhos de Vento Hospital/Hospital and Clinical Engineering, Porto Alegre, Brazil

## 摘要

本文旨在建立一个分阶段的工作流程，以确保在医院环境中使用的任何电气或电子设备在报废后，都能在制造新设备的过程中，对其设备和组件进行所有可能的再利用。该工作流程将适用于医院使用的所有电子设备（即生物医学、机电系统、计算机、制冷、空气调节等）。恰当的报废工作流程将解决社会环境以及经济/金融方面的问题。

【关键词】 报废， 电子设备， 医院， 社会环境。

## 引言

技术的进步推动社会的发展，但同时也导致越来越多废弃物的产生，这让相关组织和环保人士感到担忧。电子废弃物的处理过程与环境损害是密切相关的。制造这些电子部件的过程中涉及消耗自然资源、燃烧化石燃料并且加大了固体、液体和气体的污染排放（包括温室气体的排放 - Greenhouse Gas Emissions, GGE）<sup>[1]</sup>。

在电子设备的装配中，使用了各种含有其他重金属成分的部件，如汞（用于恒温控制器、传感器、继电器和交换器）；铅（用于印刷电路板焊接）；镉（用于印刷电路板、贴片电阻片、半导体和红外探测器）和PVC稳定剂（例如：用于制造微处理器的硅和聚氯乙烯等卤化物质等）<sup>[2]</sup>。其他常用的材料有钢铁，用于橱柜和框架；玻璃，用于屏幕和计数器；塑料，用于橱柜、电缆涂层、印刷电路以及橡胶。这些物质如果处理不当，除了对所有营养级产生集聚效应之外，

还会造成土地、水资源和空气的污染，从而对人类健康造成危害<sup>[1]</sup>。研究表明，电子制造业的残留物与22种疾病有直接关系。可观察到的理化性质的影响包括头痛、恶心、视力受损、呼吸和肺部问题、听力损失、神经紧张和高血压。慢性疾病如过敏、支气管炎、致畸作用、癌症、器官损伤、中枢神经系统问题等都受到重金属暴露的影响，并具有累积效应<sup>[2]</sup>。表1概述了一些相关的有毒物质，并说明了它们在电子电气设备（Electric and Electronic Equipment, EEE）中的用途及其对健康的影响<sup>[3]</sup>。

处理EEE产生的残留物已成为一个涉及技术、社会和环境的问题，而且其所占比例越来越大。这就是为什么有必要制定环境管理规划来减少其负面影响。直到2010年才批准了一项法律——规范固体残留物国家政策（法律12.305），其中界定了逆向物流和制造商在产品生命周期中的责任等问题。尽管如此，

表1. 相关有毒物质在电子电气设备中的用途及其对健康的影响。

物质名称	用途	对健康的影响
砷	半导体, 合金, 晶体管	致癌和基因改变
铍	铜合金, 机械工艺, 连接器和弹簧	皮肤过敏, 肺气肿和肺纤维化, 致癌
镉	线路板电镀, 片式电阻器, 半导体和红外线探测器, 电池, 交换器, 荧光材料	肾脏、肝脏、胰腺受损, 血压升高, 致癌和基因改变
铅	线路板电镀焊接, 玻璃, 阴极射线管, 焊接, (玻璃)灯罩	对神经系统、内分泌系统、循环系统、泌尿系统、消化系统和骨骼系统有损害 (它是毒性最大的元素)
铜	存在于多个组件中	肝损伤
六价铬	装饰表面, 颜料和覆盖物, 不锈钢	鼻、喉、肺(癌症)、肌肉、眼睛、皮肤和肝脏损伤
汞	恒温控制器、开关传感器、数据传输系统、电信、手机、荧光灯和电池	损害大脑, 中枢神经系统和肾脏, 生殖问题
PBB and PBDE	印刷电路板、连接器等部件、塑料外壳、电视电缆和家用电器	对内分泌系统的损害
铝	计算机结构与连接	导致阿尔茨海默氏症的因素之一
镍	计算机对接结构	基因突变

在上述法律中, 第一次鼓励发展回收行业, 选择并对从事回收工作的员工提供技术培训, 鼓励环境和企业管理体系进行包括像 3Rs(减少、重复使用和循环利用)等项目, 旨在改进生产工艺, 减少残渣开采, 回收和能源再利用<sup>[1]</sup>。

2010年8月2日第12.305号联邦法律在第33条明确固体残留物国家政策, 即:

“要求建立和实施逆向物流系统, 在消费者使用后返还产品, 独立于城市清洁和固体废物管理的公共服务之外, 制造商、进口商、分销商和贸易商: ... VI - 电子电器产品及其元件。<sup>[4]</sup>”

“电子设备大小不一, 包括所有计算、声音、视频、电话、呼吸机、排气扇和其他通常配备有电子控制装置或需使用电气驱动的装置。<sup>[4]</sup>”

对于EEE的残留物(Residue from EEE, REEE), 根据学术著作和追踪估计, 可以认为其年产生率为人均2.6kg<sup>[1,4]</sup>。REEE来自于过时的且被选中需做废弃处置的电子电器设备, 包括设备中所有的消耗性部件和子

类别, 以及运行所需的材料。一般来说, 目前REEEs中材料的组成特点是含量较高的金属(黑色金属和有色金属)、玻璃和塑料。电视机、电脑和显示器的金属重量平均占49%, 塑料重量占33%, 阴极射线管占12%, 其他材料占6%。相关研究发现, 印刷电路板-PCI必须被视为危险残留物, 需在适当的地方进行处理, 主要是因为存在铅和镉。因此, 通过制造商、进口商、公共力量和消费者共同承担社会环境责任, 回收REEE中出现的材料, 可以帮助保护环境, 并向现在和未来的世代展示这是最可行的选择。EEE由多种可循环利用的高商业价值材料制成<sup>[5]</sup>。只要采取正确的行动, 对这种残留物进行适当的环境管理, 就可以使被视为“废品”的东西增加一定的价值。

为了缓解这一问题, 有几种处理残留物的方法, 如填埋和焚烧。然而, 回收再利用才是最好和最有效的方式。由于这些有毒物质的浓度可能比它们比自然界中的浓度要高, 因此对这些残留物进行回收利用, 既可以回收有毒物质, 又可以减少对自然资源的开发利用。固体废物的环境管理是一系列旨在减少或消除

固体废物对环境造成损害的举措。此外，材料回收再用可为其他技术制造提供原材料来源，提供创造就业机会，还为相关组织节省了大量资金，并在消费者市场上展示了积极的企业形象（“绿色营销”的一个例子）。无用电子产品的分离和回收地可以促进减少残留物、原材料的再利用和循环利用、产生收入、促进社会包容和减少垃圾填埋场的废物，并有助于减轻因不正确处置而造成的环境质量下降<sup>[1]</sup>。

对于 EEE，建议的控制方法是：通用数据和描述、产生、收集和运输、目的地和最终处置、成本、权限和责任、需求和不足、相关举措、适用的立法和适用的标准。并提出了针对残留物处理的方针、策略、量化目标、方案和举措等方面的统一性建议<sup>[4]</sup>。表 2 标出了欧洲议会通过 2002/96/CE 号指令规定的 REEEs 类别<sup>[6]</sup>。

表2. 电子电气设备残留物分类。

类别	举例
1. 大型家用电器	冰箱，洗衣机，洗碗机，炉子，微波炉，吸尘器
2. 小家电	烤面包机，电刀，吹风机
3. 计算机信息处理和电信设备	台式电脑，笔记本电脑，打印机
4. 家用设备	移动电话，电话机，电视，DVD设备
5. 照明设备	荧光灯
6. 电子工具(家用设备除外)	锯，缝纫机，割草机
7. 玩具、运动及休闲器材	视频游戏，投币自动售货机，运动器材
8. 医疗设备(植入和被病原体感染的设备除外)	核医学设备，放射学，心脏病学，透析
9. 控制和监视仪器	恒温控制器、烟雾探测器
10. 自动分配机器	取款机、自动售货机

2013 年 RCD 16 号 决 议 《Manufacturing Good Practices》第 6.4.1 条规定了制造商在安装阶段的责任：

“各制造商必须在所有储存、生产、分配和安装阶段建立并保持有关部件标识、制造材料、中间产品和成品的标准程序，以避免混淆，并保证订单的正确履行，<sup>[7]</sup>” 巴西国家环境委员会有关管理废弃电子电气设备的决议草案，建议：“对电子电气设备残留物的收集、再利用、再循环、处理到最终处置，必须遵守正确的环境管理和处置规定。<sup>[8]</sup>” 此项工作旨在建立一个分阶段的工作流程，以确保在医院环境中使用的任何电气或电子设备在报废后，都能在制造新设备的过程中，对其设备和组件进行所有可能的再利用。

### 方法

参考医院 EEEs 处置流程的方案，结合以下内容用于本文研究的参考。

2013 年 RCD 16 号决议第 7 条关于生产质量管理规范 (Manufacturing Good Practices) 的声明：

“Are obligations: I – From the manufacturers and importers of EEE and its components: (a) adopt technologies or processes of acquisition that take into consideration the “ecodesign,” that allows reducing, reusing or recycling the REEE; (b) the REEE management (collect, transport, handling, storage, processing and environmentally appropriate disposal). The manufacturers and importers should be able to choose to fulfil this management either individually, adhering to a collective regime or through a third part; (c) collect the REEE, creating accredited collection points and/or in articulation with its commercialization network, technical assistance and with the public power as the implementation of the necessary structure to guarantee the reverse logistics of this waste and to give them environmentally appropriate destination; (d) to recover, when possible, the REEE in form of new raw material or new products, in its cycle or in other productive cycles; (e) the management of REEE applies to current products and historical passages; (f) to establish collection points for the REEE that are accessible to consumers / users and to provide environmentally adequate disposal for tailings; (g) to articulate the reverse logistics of REEE with its commercialization network and technical assistance;

(h) to disclose information on the location and operation of REEE collection points and to promote environmental awareness campaigns to combat inadequate disposal; (i) to ensure that the products and electric and electronic components commercialized in Brazil indicate with emphasis, the following to the consumer, at least in the equipment manual and in the producer's official site or importer on the internet."<sup>[8]</sup>

同一草案的第三条建议：

“III - Of consumers: (a) to adopt practices that make it possible the reduction of its generation; (b) after the use of the product, condition adequately and to deliver of REEE to the dealers/distributors or to destine them to the collection points, according to the information provided by the producer/importer.”<sup>[8]</sup>

REEEs 循环利用的各阶段与下面列出的步骤相类似，并包括以下步骤。

### 拆卸

此阶段在分拣中心完成，包括移除含有危险物质（氯氟化碳、汞、多氯联苯等）的零件、含有贵重物质（铜电缆、钢、铁和贵金属）的零件。此阶段的环境风险来自于 REEEs 的不当存储或油、氟氯化碳从拆卸部件泄漏而造成的土地污染。

### 黑色金属和有色金属以及塑料的分离

这一步骤通常是在分拣中心手工进行的。

### 有价值材料的回收利用

含有黑色和有色金属、塑料和贵金属的物品被送到特定的回收公司进行回收。

### 危险材料及残留物的处理 / 处置

任何剩余的不可回收材料将被送往垃圾填埋场或工业垃圾填埋场，以便按照适当的法规进行进一步处理<sup>[5]</sup>。

图 1 说明了 EEE 中存在材料的分类方案<sup>[4]</sup>。

还介绍了合理的流程指标：

- 二手 EEE 的生产商、进口商和经销商的数量。
- 接收 REEE 的机构数量。
- 参与废料收集项目的代理商数量。
- 就业和收入的百分比。
- 产生的残余物数量和不再被送到垃圾填埋场的废物量的估计值<sup>[5]</sup>。

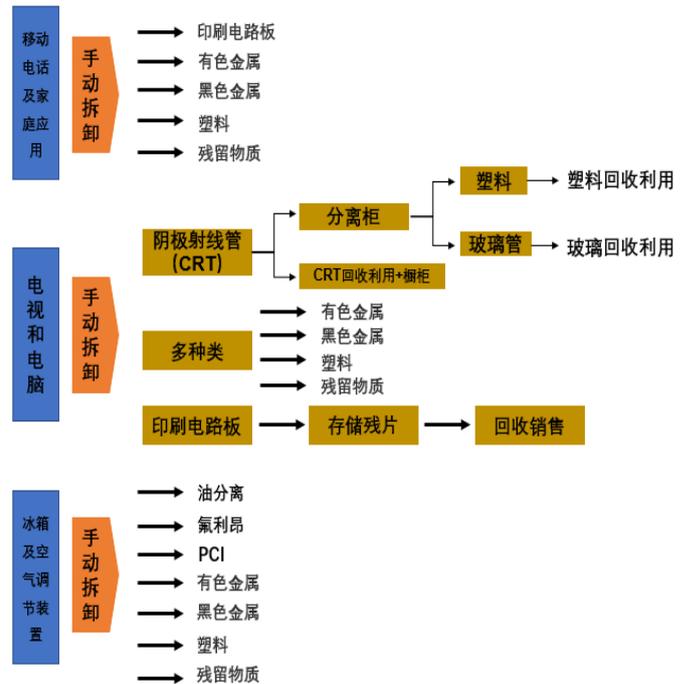


图 1. 电子电气设备中所包含材料的分类方案。

通过实施处理可再生能源的计划，可以改善环境条件，鼓励后代继续进行保护环境教育，并创造增加就业和收入的潜在可能性。建立一套评估和监控程序对于确定需改正阶段和对流程的持续改进十分重要。所谓监控必须对从环境教育到最终处置的各个阶段进行评估。通过监测发现的结果必须是可以被参与工作的人所利用的。监测活动的执行还需要预先制定一些指标，以便简单地说明该举措的作用<sup>[5]</sup>。

## 结果

如图 2 所示，我们做出了一个医院报废 EEE 的建议处置流程。

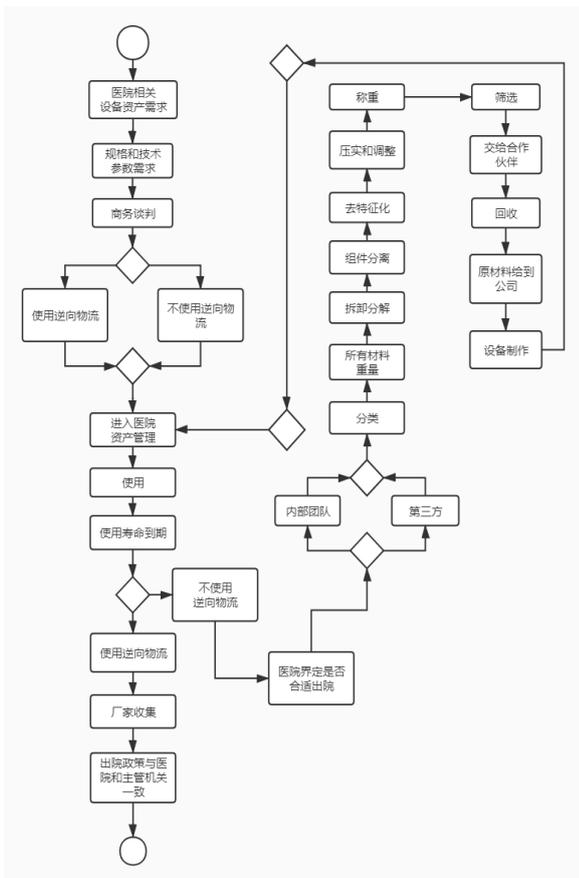


图 2. 医院电子电气设备的建议报废流程<sup>[1]</sup>。

### 讨论

在明确医院 EEE 处置管理方案的制定和实施过程中，有几点值得考虑：

- 当地涉及的问题
- 使用专职人员（自有或外包）
- 合作伙伴操作医院外部的相关工作
- 内部政策以及任何相关的市、州或联邦的指导方针

该项目应在医院内不断发展，除医院和临床工程外，还应包括环境管理、财务管理、会计等各个部门的参与，这一点是很重要的。在明确的、详细的各阶段流程指定完成后，结果可以提交给医院的董事进行分析和验证。

### 结论

实际情况表明，对于 EEEs 处理流程需要进行标准化、细化和验证的定义。对 EEE 组件进行适当的处理管理可以消除潜在的环境损害，并成为其他应用的材料来源，也有可能为卫生组织创造新的就业机会和厉行节约。医院可以通过建立正确的 EEE 处理和处置流程，在这个问题上做出自己的贡献。

### 利益冲突

作者声明没有利益冲突。

### 参考文献

1. Del Grossi AC. II Brazilian Congress of Environmental Management. Unopar. Disposal of Waste Electrical and Electronic Equipment (REEE). Londrina; 2011.
2. Pallone S. Electronic waste: reduction, reuse, recycling and recovery. Available at: <http://www.comciencia.br/comciencia/handler.php?section=8&edicao=32&id=379>. Accessed: 26 April 2017.
3. Del Grosi A. Electronic Waste Task Force. Back of Flyer. Londrina, Paraná, Brasil; 2010.
4. Federal Government Ministry of the Environment. Local governments for sustainability. ICLEI. Solid Waste Management Plans: Guidance Manual Supporting the Implementation of the National Solid Waste Policy: From National To Local. Brasília – DF, Brasil; 2012.
5. Belo Horizonte: State Environment Foundation: Foundation Israel Pinheiro Integrated Management Plan For Waste Electrical And Electronic Equipment-PGIREEE / Eualdo Lima Pinheiro; 2009.
6. EUROPEAN PARLIAMENT Directive 2002/96 / EC of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003. Concerning Waste Electrical and Electronic Equipment – REEEs. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32002L0096>
7. ANVISA. Good Manufacturing Practices RDC 16, 2013.

8. CONAMA Resolution Draft. Regulates the Management of Waste Electrical and Electronic Equipment in Brazil. Access in: 28 April 2017.

收稿日期：2020年9月12日，回复日期：2020年10月24日，出版日期：2020年10月27日

## 致《国际临床工程杂志》编者的一封信

B. M. Gamble<sup>1</sup>, Francoise Mailhot<sup>2</sup>, R. Rivas<sup>3</sup>, S. Rabbani<sup>4</sup>, M. Secca<sup>5</sup>, M. Cheng<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Alumni of Toronto University, and longtime follower of the theories of Chris Argyris and W. Edwards Deming. Several time presenter at the Deming Institute annual conference, Canada

<sup>2</sup> International Development. Specialist in National and International Program Evaluations, Canada.

<sup>3</sup> Clinical Engineering Head, Biomedical Engineering Undergraduate Program, Universidad Peruana Cayetano Heredia, Peru.

<sup>4</sup> Department of Biomedical Physics and Technology, University of Dhaka, Bangladesh

<sup>5</sup> Mozambique

<sup>6</sup> Ottawa Creative Thinking Group, Canada.

各位编者，

我们都很清楚，新冠疫情将会反复发生，使用个人防护设备（PPE）是基本的和至关重要的。每个人都需要这样简单的防护装备来保护自己和他人。没有个人防护用品的保护可能会对全球健康造成灾难性的影响！

并不是所有人都有大量储备的 PPE，资源匮乏国家的医疗卫生机构的个人防护用品供应有限。此外，全国各地的运输和配送，在乡下偏远地区可能会存在问题。自制的个人防护装备是最实际的解决办法，但这需要全球有效的努力来教育和指导全世界的人民去做这件事。

在过去的三个月，IFMBE 临床工程部与世卫组织和其他专业人士合作，举办了一系列网络研讨会，向全世界介绍医疗器械在抗击 COVID-19 疫情中的重要作用，为全球医疗卫生带来了宝贵的信息。我们在想 IFMBE 临床工程部是否会与世卫组织一起发起另一项重要举措，倡导和协调来自不同组织和个人专业人员的资源，以编制一份关于自制个人防护用品的手册和清洁、消毒的基本知识，以便让更多人可以制作个人防护用品来保护自己和他人。公共卫生教育出版物《在没有医生的地方》（*Where There Is No Doctors*）<sup>[1]</sup>就是一个非常成功的例子。

预防非典和其他相关的疾病是一个全球性的问题，目前还主要依靠孤立的、分散的国家各自的应对措施来预防疾病。所以，我们迫切需要如 IFMBE 和世卫组织等国际组织向世界各国提供可信的建议，以营造和建立用来抗击大流行病的全球防护文化。

### 参考文献

1. Burma/Myanmar Library. Where There Is No Doctor. Author: 2011. Available at: [https://www.burmalibrary.org/docs12/Where\\_there\\_is\\_no\\_doctor-2011\(en\)-red.pdf](https://www.burmalibrary.org/docs12/Where_there_is_no_doctor-2011(en)-red.pdf)

这封信是献给 Brian Gamble 的，他于 7 月 31 日去世，享年 88 岁。Brian 是我所认识的最有见识、思想最开放的国际主义者。--- Michael Cheng

## 编者回复：

Dear Dr. Cheng,

感谢您向《国际临床工程杂志》（Global Clinical Engineering Journal）提出您的担忧和提议。虽然本文不符合我们对发表文章的要求，但在仔细阅读您的信后，从本文的国际视野角度出发，我们决定发表它，希望为来自世界各地的临床工程师提供潜在的参与机会。

虽然你提出了具体的结论（例如，疫情将是反复发生的事件，个人防护用品供应有限，通过一本书进行公共卫生教育），但没有提供任何支持来证实这些结论。尽管如此，我们仍希望鼓励您进一步探索，汇编专家作者来编写您所提议的手册。我们看到了这种合作方式的价值，特别是它有可能对当地的可用资源产生影响，并且通过如互联网工具等方式来促进全球获取这些资源的可行性。

我们鼓励您去追求这个想法。

祝好，

Dr. Yadin David

