



IEEE 技术时间机器

香港的未来如何？ 2011 年 6 月 1 日-3 日

简介：从新英格兰到爱达荷，从北部斯堪的纳维亚到阿拉斯加，从安第斯山脉到喜马拉雅山脉，世界上很多地方湖水冬天结冰夏天融化的惯例已经演进了很多年，我们在冬天把一个物体放在冰面上，冰雪融化的时候物体就会掉入水中，据此我们可以打赌春天什么时候到来。相似的精神可以用在下个月在香港召开的小型精英研讨会上，其目的就是探索科技领域的新方向。

何时人造物体可以像我们今天的人类一样在网络上彼此对话，甚至可以与我们人类进行交流呢？云计算技术是否正处在发展的转折点，并打算扫除其自身发展道路上的一切障碍？何时世界上所有的卫生保健机构才能够即时获得我们的全部病历（当然，是在我们的授权之下）？是否硅微电子可以跟上对其提出的所有新需求的发展？我们是否具备足够的带宽和存储能

力来移动和永久保存我们最关心的所有数据信息？

此次香港 IEEE 技术时间机器会议(IEEE TTM)的目的就是召集那些将公司和国家未来与此类问题答案相关联的人群，以便他们可以比较不同观点，来看这些竞争技术是如何相互作用，互相补充，甚至是彼此矛盾等。重点在于 10、15 乃至 20 年后的哪些关键技术将会出现。

由于本次会议是 IEEE 技术活动委员会的一个分支——未来方向委员会主办，因此会议的另一个目标是提出 IEEE 关于未来技术的一些观点。我们期望能够确定一些跨学科和交叉领域的技术，IEEE 将在这些领域采取一些新的举措。

TTM 的参会者都是企业的 CEO、CTO 和 CIO，政府高层官员以及学术领域的带头人。参与人群被控制在小范围，以便所有的与会人员都有充分的机会与想要交流的人展开讨论，表达个人的想法。

出于同样的原因，在全体会议讨论和主题讲座上所涉及的主题数量被控制在 12 个以内，坦率的说，这样做的一部分原因是想保证每一个主题讨论都能由公认的顶级专家来提供，并且讨论的是一个真正的关键主题。在会议过程中，我们相信一些很明显不在日程上的议题也将会在会议上讨论。例如，有关智能楼宇或智能交通的非计划内讨论，尽管这些内容不在现在的主题中。其实大部分议题都属于智能电网、电动汽车、云计算和物联网等大主题的范围，这些技术对绿色建筑和事故避免车辆有直接的影响。

我们当然不希望过早地宣布一个激动人心会议的结果。但是，我们完全相信：2030 年，所有那些在冬季冰封湖面的重物将通过无线局域网彼此甚至和我们进行实时交流。因此，我们不仅考虑何时湖中央的古老越野车会掉进水里，这已经成为过去的奇妙遗产了，而且还会思考具体是哪一辆 SUV 最先掉到湖底。

IEEE TTM 活动由技术活动委员会下属的未来方向委员会主办。组委会成员包括 TTM 执行主席、里约热内卢天主教大学教授 Roberto de Marca , , TTM 常务主席、香港科技大学工程学院院长 Khaled Ben Letaief , ASTRI 首席执行官 Nim Cheung , TTM 技术项目主席、诺基亚已退休首席技术官、Aalto 大学研究中心主管 Yrjo Neuvo。Robert Hebner 目前是未来方向委员会的主席，同时还是奥斯汀德克萨斯大学机电中心的主任。

物联网

作者 Roberto Saracco

物联网是对未来 20 年后互联网发展的一个愿景 ,那时设备到设备的通信领域将会发生变革 ,其影响可与过去二十年间人与人通过互联网的沟通变革相媲美。我们相信这一愿望是可信的——第二次革命实际上可能发生，并且已经开始在我们的眼前初露端倪。

物联网将不只是一个因为某一原因或某种原因而产生的设备之间的对话。配备有传感器和执行



行装置的设备将成为互联网的一部分，就如同现在已经成为互联网的一部分的信息和服务一样。因而，我们能够像现在搜索信息一样来浏览“物品”。我们可以创造事物的环境就像现在组合服务和信息一样。

这样的例子还有很多，有令人赞叹不已的，也有平淡无

奇的。在韩国，由 663 个传感器构成的无线网络用以实时监测 Jindo 大桥的情况，通过这样的方式，国家的最南端得以与 Jindo 岛联系起来。由伊利诺伊州大学、东京大学和韩国高等科学技术学院联合开发的网络采用的传感器成本不足\$100，只需每三年更换电池即可。

走进当地的五金店,你会发现一个你梦寐以求可是最近才出现的漂亮的小机械装置。多年来,你一直在抱怨灯和吊扇上错综交织的电线,他们常常突然断裂,在安装时也常常让你脖颈酸痛。如今,你只需将拉线嵌入开关位置,购买一个无线开关,就可以在任何位置方便的控制风扇和灯泡。

事实上,如果你碰巧厌烦听到家庭成员和来客关于你房中有线开关位置的抱怨,就可以使用无线开关来解决这个问题,无论长大的孩子还是个子变小的祖父母使用无线开关都不会有问题。

这些情况的共同点就是具有简单,便宜的装置连接到无线网络中,并且可以受到也可以不受到人的干预。也就是说,物联网的运行依赖于或许有些复杂的网络传感器和执行装置。从一定程度上讲,物联网的体现就是一个嵌入式智能系统,可自主运行、决策并在正常情况下需要人类参与后采取行动。但是一些体现假设数据和决策也需要受到集中控制,然而最终人们通过可以利用网络的优势来担负起相关责任。

当前物联网的化身即为我们最常提到的 RFID 网络。在许多早期应用中,例如大商店里的存货管理,RFID 基本使用无源器件,用机器进行通信和行为的中心解读。但是 RFID 设备也可以是主动器件,以便使他们能够通过互联网与其他相关物体进行直接通信,并自主采取行动,而不必要求人类在场。

基于其广泛的定义,物联网的愿景目标相当灵活,可能实现的技术列表也可以或多或少的进行扩展。然而,几乎所有的列表都包括以下关键因素:

云:嵌入式无线智能传感器和执行器的根本愿景目标在于假设计算资源可以被广泛获取,以

便使从网络上收集到的信息可以被经济地处理并指导有效地反馈回网络。

便宜的装置：物联网的愿景目标是无处不在。要实现这一目标，传感器、执行器和类似设备都必须便宜。可以实现这一要求的就是微机电系统的发展——也就是说，通过标准的半导体制造技术将有源器件纳入微电子设备。

可获取小能量的装置：现在一些前沿领域正在努力，力图找到从振动、温度梯度、压电和光生伏打效应以及无线电频率等现象中生成能量的方法。其中有一些领域将会取得成功。

无限的互联网地址：十年前引入的 IPv6 提供了我们所要求的所有地址。凭借其较长的 128 位地址空间，新的互联网协议可以生成诸如 10 至 38 的 3.4 倍个地址，足以为地球表面每一平方米提供 1500 个地址。

适合的无线网络：目前主要的网络标准是 ZigBee 1.0，但它并不是唯一的一个。它的想法来源于 IEEE 802 系列。IEEE 802 系列中迄今为止最著名最成功的莫过于 Wi-Fi (802.11)。ZigBee 是 802.11.4 个人局域网标准组的产品之一，规定网状网络栈的规模，自愈源以及廉价的短距离无线系统。名为 6LoWPAN 间接标准由互联网工程工作小组制定，调整规定的 IPv6 数据包大小以适应 ZigBee 栈。

据从一开始就主持 ZigBee 工作的 Bob Heile 说，现在大约有 1 亿个 ZigBee 传感设备在使用。正如他看到的一样，ZigBee 实际上是物联网的代名词。但是 ZigBee 并不是实现物联网的唯一方式，并非所有的人都认为它会占据上风。Jindo 大桥使用的伊利诺伊州结构健康监测系统项目使用了 Chipcon CC2420 无线电来贯彻执行 IEEE802.15.4 标准，而非 ZigBee。标准的制定者们在 TinyOS 协议的基础上建立了数据传输协议。

有许多顶级科技公司和高科技群体出于各种目的的考虑,把目光投向了网络设备的大规模部署。惠普实验室认为他们的“地球中枢神经系统”比通常意义上的物联网的影响更为广泛,主要是因为人被看作是重要的元素。它的一个很大的应用领域是健康领域,传感器和执行器连接到病人身上,通过遥测手段医生向病人提供沟通。惠普现在的神经系统还用于石油勘探领域,和壳牌石油公司合作,其想法是在地质勘探中部署智能传感器,并且垂直的处理其所获得的信息。

“一个智慧星球”项目计划了 10 个具有商业机会的领域,试图使用分布式传感器和情报来实现目标,带来资源,目标中包括实现智能电网和智能交通。方案的重点看起来主要在于计算分析而非物联网思想等。

另一方面,装有传感器和执行器的设备是“IP 在智能物体中的应用”(ISPO) 联盟里面前沿和中心的研究。ISPO 联盟所包括的公司都是业内领先企业,如博世、思科、爱立信、SAP 还有德州仪器。思科网站的一个文件指出“为辅助像 IETF 和 IEEE 这样制定和批准互联网技术标准的实体机构的工作,制定和批准互联网社区中的技术标准的实体组织,(ISPO) 联盟将进行互操作性测试,起草使用基于 IP 的新技术,开展营销活动,为那些寻找理解 IP 在网络物理层的作用的用户提供信息解读服务。

在未来二十年,这些努力会有多少普及和成功呢?似乎可以确定的是:传感器和执行器的无线网络,不管其多么自主和智能,将会改变建筑物和其他大多数工程结构,包括车辆。我们人类能够与环境中任何一个具有 url 的物体相互作用,并点击获得相关的信息和服务。这对于商业和经济的影响将是巨大的。

2000 年以来,Roberto Saracco 一直是位于威尼斯的未来中心的主任,直接向意大利电信首

席技术官提交报告。从 1996 年至 1997 年，他主持了欧盟超级智能网络的有远见的智囊团，他还启动主要的世界银行项目来帮助信息技术领域的企业家。20 世纪 80 年代，他带领都灵的 CSELT——意大利先进的电信研发中心——进行电信管理研究，并参与 ITU 旗下的标准组织 CCITT 以及 OSI, ETSI 和 T1M1 的标准化活动。

云计算

作者：STEPHEN L. DIAMOND, ALEXANDER PASIK, JEFFREY VOAS

首先，它不是一个真正的云，它所指的是：与其竭力用计算机（这里指的是 60 年代和 70 年代的大型电脑的主机或者是 80 年代和 90 年代的客户服务器系统）去满足计算需求，不如建立其私有的云服务，租借云服务提供商系统内的计算资源，来满足一些或所有组织的需求。这些不同的要求可能会导致云计算的边界随之动态弹性变化。

IT 外包服务这种趋势并不新鲜。ADP 公司已在最近数十年通过提供外包应用程序来处理代发工资和人力资源管理等事务赚了大钱。原则上，这些标准化的系统可以在某一组织自己的电脑上运行。但这一稳步发展的趋势现在加快步伐了，随着云计算在近十年间的迅猛发展，似乎处于一个转折点。中小规模企业取得了重要的成就，大型私营部门组织和各国政府将其计算领域的重要部分转移至云计算方向。随着移动应用，如智能手机和芯片的迅速扩张，消费者也不甘落后地紧随发展步伐。

Can
anything
hold back
cloud
computing's
tidal flood?

从某种意义上说，我们已经在云计算领域开展了一些工作。是否有什么事物可以阻止云计算的发展浪潮？

日常生活中，作为个人，我们使用雅虎和谷歌的电子邮件系统进行邮件托管。中小型企业依靠 Intuit 公司处理会计事务，大型公司使用 salesforce.com 来进行客户关系管理。可以说，其中的一些只是依托了互联网，和云计算应用并没有关系，但是区分起来并不是很清晰。

让采用云计算实践成为计算机架构中的一种趋势的原因是虚拟化。每个组织可以分布在多个操作系统和应用程序中共享资源，而不仅限于少数几个服务器，也不会根据每一操作系统、专用存储器和处理能力（包括可怕的重复现象）区隔单个的服务器。比如说，虚拟化把计算机物理资源隐藏在抽象模型之后，以便许多其他的操作系统和应用程序可以在同一硬件上同时运行。具有虚拟内存的商业计算机首次在 1960 年使用。现在，整个计算机都虚拟化了，包括 CPU，存储器和网络，这些共同创建了一个虚拟机。

除了扫清了 IT 架构中根本效率问题，产生出例如减碳，提高能效，降低成本等经济性，虚拟化还大大成就了云计算。为满足任何组织的要求，解决规模经营各个水平上的相关问题，将任何操作系统或应用程序上传到云都已成为可能。理论上说，几乎所有的电脑设定都可以迅速地为客户做出订制。

这样的发展能走多远？这不难想象，到本世纪末，计算资源就像商品被出售，和猪肚、千瓦时或碳积分一样。这也将被列入日报（如日报仍然存在的话），并进行现场交易和期货市场交易。

亚马逊——它必须建立足够大的能力来处理其电子商务在黑色周五（感恩节后的第一天）的峰值流量现象，然而其发现在一年中大部分时间这些处理能力是过剩的，因此它率先开展商品化：出租存储单元，“时隙”（计算时间单元）和“计算单位”。

虽然直到现在云计算还大量使用在私营业上，但现金短缺的世界各国政府也都如饥似渴地观

望着。在美国，白宫首席信息官 Vivek Kundra，已为整个政府明确阐述了“云至上”的政策，该政策每年预计将为信息技术领域投入 800 亿美元的资金，使其成为世界最大的 IT 服务消费者。

在欧洲，关于数据隐私和跨边界数据的安全问题尤为严重，欧盟技术/标准组织发布了一份报告指出，今年年初对云计算领域净效益的评估非常乐观。“我们得出的结论是，云计算服务模式满足...公共行政部门的大部分需要...因为它提供了可扩展性，灵活性，高性能，顺应性和安全性”，欧盟的欧洲网络和信息安全局说。“私人 and 社区的云服务[为满足特定用户群体的需要提供的云定制服务]似乎是目前最合适的、可以满足公共管理者的需求解决方案，因为它们[社区云]提供的是最高水平的管理、控制和清晰度服务。”

尽管美国国家标准与技术研究所并未设立标准或提出相关政策，但它正在加快采用所有相关技术，并力求成为一个最佳实践和系统参考的权威来源。它对三种云计算进行区分：服务软件，云软件开发平台和计算基础设施服务。

IEEE 已经开始云标准制定工作，焦点是互操作性和可移植性，云到云的协议等。由于许多相关的技术优势和现有的针对云的会议，IEEE 将增加其教育类的活动，例如研讨会及专题讨论会，同时还将推出针对云的技术出版物。

什么可以阻止云计算的发展浪潮？目前，计算基础设施是充足过剩的，即使考虑到微芯片和服务器群能源消耗问题，可能也不是一个中期的约束。带宽似乎也不是严重的限制因素。云计算不会出现像通信表现的那么紧张：输入和输出数据量是有限的，而主要的数据库则位于“云内部”。

在每个人的限制因素清单中最关心的莫过于隐私问题，安全可靠性和标准化。而且他们根据

你所处的不同位置，将解决方案更加复杂化。在欧亚大陆，法西斯主义和共产主义给我们留下了深刻的印象，人们担心各国政府会越来越敏感于极权国家感兴趣的个人信息类型。在北美，对盗窃事件的关切则更加突出。

数据安全不是一件小事，但是当你了解细节之后，它可能不会再呈现出起初的样子。你的数据一定要在自己的数据中心才会比它们在 Amazon 服务器上更安全？人总是会有这样的感觉，觉得自己的钱在床垫下比在银行更安全。但是多数人喜欢银行。

最终，或许不需要太多的时间，随着采用最佳做法、标准、或许还有一些监管措施之后，大多数的 IT 客户会发现他们的计算需求会通过未来数据效用得到最佳的处理。

Stephen L. Diamond 是 Picosoft 公司的常务董事。这是一家位于硅谷的咨询公司，主要从事高科技管理、战略规划、市场营销、业务发展和标准方面的相关咨询工作。以前，他曾在 Equator 科技公司，第谷网络，太阳微系统，美国国家半导体和 Honeywell/synertek 等公司担任主管。Alexander Pasik 是 IEEE 的首席信息官并在纽约的哥伦比亚大学任教。在此之前，除了在 Solomon R. Guggenheim 基金会担任 CIO 之外，他还创立和管理着在 Gartner 的资产达到数百万美元的多个研究部门、Lazard Freres 以及安永会计师事务所。Jeffrey Voas 是位于马里兰州盖士堡的美国国家标准与技术研究院 (NIST) 的计算机科学家。在此之前，作为一个企业家，他于 1992 年和别人共同创办了 Cigital。在 Cigital 度过了十多年后，他成为了科学应用国际公司的董事，并在 2005 至 2009 年间成为 SAIC 的技术研究员。

移动服务和付款

作者 YRJO NEUVONEN & TERO OJANPERA

随着移动数据流量每年成倍的增长,我们都习惯了使用智能手机浏览互联网,管理电子邮件,获得实时的去任何地方的驾车语音提示,也习惯了总数达到数千的各种应用。我们都习惯根据需求使用层状屏幕,通过扬声器获取声音。你可以坐在汽车的乘客座位上通过手机观看足球比赛,而你的配偶,开着车听着声音。或者,你可以通过手机把高清视频游戏接入车载电视显示。

今天,我可以通过智能手机开展所有的业务应用和演讲。我置身于“云”中,这是一个数据和应用程序存在于移动设备之外的基础设施,可在任何地方任何时间应用它。

再就是位置或环境感知服务,如移动导航(诺基亚的 Ovi 地图在这一领域的发展处于前沿)。导航和加强版的声音数据,凭借当今的技术,你能够通过 6G 字节的数据控制整个世界(北美,欧洲和亚洲的数据大小各为 2GB)。鉴于现在的高端智能手机有一个内置的 16 GB 的存储能力,这使得长期在手机中存储最具体的街道地图变得非常可行。

地图可以很容易地通过家庭网络或 Wi-Fi 预装到你的移动电话。你可以立即免费体验准确的导航功能——不仅在芬兰,无论你来自哪里都是可行的。在世界上近 100 个国家提供 46 种语言的导航体验。所谓的混合或个人导航设备连接方式让消费者既可以体验到在线服务又可以体验离线服务。用户有一个完整的导航解决方案,包括地图数据、免费导航、路由,还有像 TripAdvisor 一样的,无需在线,事先预装的第三方内容。这节省了用户的资金并且降低了对运营商的带宽要求。

使移动用户从 A 点运动到 B



点仅仅是个开始。今天的移

动服务，聚集了如 Facebook 和 Twitter 社交网络，根据你所处的地区提供“最佳购买”机会，并让你知道交通状况，决定是否需要抓紧时间赶航班等多种服务。未来，你的手机将成为你的生活和个人家庭的神经中枢。有一家银行通过一个单个的移动应用来提供所有的银行服务。在整个欧洲，移动电话或“手机”正在迅速取代作为公共交通首选付款方式的智能卡。手机还可以处理航空公司登机牌和条形码门票，登记和维护所有 RFID 标签的交易列表等，当然还可以购买 Java 的原始信息。

越来越多的移动电话具有了移动钱包的功能——就像瑞士军刀一样几乎可以为用户提供日常生活中各个方面的帮助。

二十年以前，这些构想中的大部分看起来似乎都是属于科幻的东西，而不是科学发展的未来。那么，未来的 10 年、15 年和 20 年会带来什么？

人，也就是说，用户将决定未来杀手级的应用程序在移动通信领域的运用。便利性这个词描述了主要的发展方向。ATV 遥控装置和无线遥控车钥匙就是很好的例子。没有一个人可以解决这些非常严重或普遍公认的问题，他们只是使之更为便利。

一些移动应用在相应功能在手机上增加之前需要一个新的基础架构。这就形成了一个鸡和蛋的问题，基础设施投资等待着手机对新功能的支持，手机制造商等待着基础设施的出现。

这个鸡和蛋的问题一直对发展有所阻碍，特别是对移动支付更是如此。有充分的理由证明处理金融交易是此类发展最保守的领域之一。安全是不能牺牲的。在这里，我们也需要与世界银行和移动运营商取得良好的合作。当然，必须对账户的取消设置一个规定，如果手机丢失或被盗，可以通过备份的方式接入帐户。

用手机进行银行转账已经成为可能，同样地，他们也可以用笔记本电脑进行操作。不同之处在于，这个特殊的“支票簿”一直在你身边。日本的 NTT DoCoMo 公司已成为“电子钱包”服务领域的领头羊，该服务名为 FeliCa。一些航空公司可以接受短消息或二维条码形式的登机牌。在赫尔辛基，你可以通过互联网购买电车和火车票，车票信息会发送到你的手机上。NFC 设备——为短距离、低能耗通信所设立——允许对电子信用卡和借记卡在移动设备上整合。无线手持收银机在商店和出租车里广泛应用也都为此指明了方向。

智能手机显然注定会成为人类浏览习惯自然的组成部分。通常这一设备会被随身携带，因此它也是用于访问所有云计算服务方式的天然界面。视听表达，输入功能，以及数据传输速度将不断改善。特定大小的手机功能将会得到显著增加，而且这种趋势将推动视听表达方面的创新，因为从微型设备获取更为详细的输出信息是不容易的。我们已经可以通过低能耗的蓝牙手段去连接手机，使它们成为你的车钥匙和房门钥匙。同样的技术将让您的手机连接和定位配备有无线标签的任何物品：冬天收起来的网球或高尔夫球鞋、试图不让十几岁的孩子看到的酒瓶等。互动装置可以让你从手机上获取室外温度，实现开灯、开空调调节温度等。

在所有的 GSM 手机中都装有 SIM 卡——这一欧洲标准在世界各地得到了广泛使用——原则上讲，SIM 卡可被植入任何移动设备中用以提供 3G 或 4G 无线连接。因此，举例来说，如果添加手机连接到您的割草机，使它成为更容易维护和操作的机器，这种连接的费用并不昂贵，完全负担得起。

随着世界地图免费提供的信息更为完美具体，手机也都内置有 GPS 功能，您可以预料一系列的位置感知应用。利用手机的摄像头和高速数据功能使增强现实应用变得可行。因此手机将能够回答这个问题：“这是什么？”不仅如此，从一定程度上讲，你的具体位置信息会被来

自其他用户电话和存档的数据资料和图像增强。你会获知你尚未注意到的周围环境。许多广泛使用的应用程序，如 Layar 和诺基亚的定位寻找，都已提供了这种功能。

在某些类型的工作中，如矿物勘探和最先进的军队中，这些组织多年来就是要看到地球另一端的情形，了解到他们在做什么，以及如何更有效的运行。带有摄像头的手机可以实现这些功能。随着图像与真实感的三维地图服务的集成，几乎所有你在现实世界中进行的活动都可以反映在虚拟世界中。

原则上说，手机几乎可以配备任何类型的传感器。目前已经配备的典型装置包括 GPS、指南针、摄像头还有麦克风。麦克风除了播放其预先设计好的声音外，还可捕捉周围的声音。但是，手机还可以测量温度、湿度、风力、用户的动作，甚至是大气中有毒物质或放射性物质的存在。

随着收集和处理了许多来自类似电话传感器的信息，一种收集的智能开发可以用来反馈给用户，或者反馈给用户所处的运行环境作为指导。例如，随着众多用户获得行车指示，并按照提示驾驶，承运人就可以确定当地的交通条件，建议用户如何修改路线。此外，这种信息还可以被输入智能交通信号灯系统。

来自许多手机的大气情况报告可能会带来更为精确的评估和天气情况预测，使用户和一般公众可以更好地了解该穿什么衣服，是否要开车或骑自行车。

每天，我们看到个体主动地拍摄事故和其他紧急情况视频的实例，然后将其反馈到广播网络，应对者因此增进对事态的了解和管理。随着来自大批手机用户人群中的信息发生变化，这不过成为了未来几十年如何为公众提供服务的预测而已。

身为教授和技术顾问的 Yrjo Neuvo 是诺基亚公司前执行副总裁，负责移动电话产品的开发工作并担任 CTO。1993 至 2005 年间，他还曾在诺基亚集团执行委员会任职。在加入诺基亚之前，他曾是加州大学圣巴巴拉分校和坦佩雷技术大学信号处理专业的教授。他还是 IEEE 的终身会员。Tero Ojanper 是诺基亚执行副总裁兼服务和开发部门负责人。他于 1990 年加入诺基亚，曾担任执行副总裁、首席技术官和首席战略官。他还是 2003-2004 年间诺基亚研究中心的负责人。

硅的发展展望

作者 PAUL FARRAR & WILLIAM TONTI

未来十年在微电子领域的主要发展仍将由硅来主宰，但它不会依旧是老生常谈的摩尔定律，来讲述晶体管密度和芯片性能，这个故事已经过时了。对于发展了几代的芯片，性能越来越多地从设计和物质的创新中得以更多的提升，从更少的依靠于晶片填充了多少晶体管。

遵循摩尔定律显示了令人印象深刻的技术成就，但它也带来了成本，经济成本和技术成本。随着微电子产业将更多资金投入芯片设计，市场增长和收入已经趋于平稳，没有收入来支持未来的创新。与此同时，当芯片发展受到原子和量子力学的限制，如果不大幅增加能源的消耗，从小型化获得性能的提升是很难或几乎不可能的事情。这在整个计算机行业都受到了相关人员的关注——也就是说，几乎所有的人都很关注它。

这些使英特尔、台积电、三星（在 DRAM）和 IBM 逻辑芯片联盟四家参与者陷入了两难。但还有另一种更为直接的困难，极端紫外线光刻技术（EUV 技术）成本效益被延后，密集芯片上每一个较小的特点都需要这样的下一代技术。

目前，大多数芯片的大规模生产采用的是深紫外线光刻技术，它具有 193 纳米的波长。这些芯片的特征通常是大小为 90 纳米，有些小到 65 或 45 纳米。通过扩展标准光学光刻的能力——主要通过液体中浸入成像系统——最先进的成像系统芯片通常大小为 32 纳米，研究人员正在开发 22 纳米节点。但是，如果没有 EUV 技术，即使这一目标可被实现，可是从经济角度来说还是不可行的。目前还不清楚如何制造出 11 或 8 纳米大小的芯片。

迄今为止，从空间和金钱方面来讲，光刻技术是半导体制造过程中最昂贵的部分，所以基本问题在于吞吐量。我们知道如何利用 EUV 技术在每一或两个小时以一定的速度切割芯片，但为使该进程有利可图，这一比率需要提高约一百倍。但这仅是有可能，目前无法实现，所以 EUV 技术根本不会出现。现在没有明显的可供替代的选项。缺乏生存能力必然延迟 15 纳米节点芯片的引入(即使用 15 纳米半间距)，并且会使新一代芯片产品的开发延长两到三年。并且你还必须为了更多的常规方式去更改设计：入口方向，振动方向(环线之间的对芯片底层距离)等等。

硅在未来 10 年仍然是电脑芯片的主力，而且再过一个 10 年也仍保持统治地位。我们可以看到低于 10 纳米或 7 纳米的解决方案。但会面临经济性的挑战，因为没有大批的资金用于追求其他的解决方案，而且从一代产品发展到新一代所需的时间也可能会延长。

类似于动量将促使你使用你知道的方法而不是想到的方法更容易成功，并且你往往会低估事情本质变化以后产生的挑战。在人类现有的记忆中，总有人说我们永远也得不到小于 1 微米的硅。

从氧化物/多晶硅栅到高 k 和金属闸极堆叠的转换已经显现出这种趋势。较高的介电常数材料现在已被引入百倍地降低电子泄漏。因此芯片和较高介电常数栅的成比例缩小是较好的一

种选择。英特尔公司已经开始组合芯片，而且未来数年后出售的智能手机也取决于此。在 45 纳米和 32 纳米芯片上的一些其他改进来自于将 DRAM 内存嵌入到处理器中，使用无铅铜以及先进的布线互连。

进一步的收益来自于对较低电阻和较高电导率的石墨和碳纳米线的使用；我们将看到一些使用硅和碳纤维或石墨构成的混合结构，从中我们也看到了许多材料方面的创新。

我们将看到由 FinFETs 制造的三维设备，其晶体管中的门像鱼翅一样垂直上升，而非水平放置。我们会找到一些方法在平面间的缝隙里藏一些物质。芯片层间通过更为复杂和灵活的线路连接，这些层的数目会由目前的 10 至 12 个增加到 14 到 16 个。

最理想的是，至少在 5 到 10 年的时间里，能够采用晶片-置于-晶片（即 3 维）技术，这种

技术允许逻辑门与存储器更好地集成，但需要超精密排列和粘接技术的进一步发展。如果可以找到将一层芯片恰好放置到另一层芯片的方式，芯片间的电子连接时间就会得到显著地缩短，在性能和能量消耗也可以获得大的收益。



器更好地集成，但需要超精密步发展。如果可以找到将一层芯片的方式，芯片间的电子连接缩短，在性能和能量消耗也可

通过硅晶片叠加来优化

处理器和存储器的集成，可能

会让我们买到一代或一代半功能减少的的等价产品。

如今，在最先进的芯片生产中已经采用了一项技术，而且必然成为自适应光学的重要问题：

这种技术称为“源面具优化”技术。蚀刻芯片具有一些特性，即大约三分之一的入射光长度会

导致粗糙的边缘，留下许多微小的缺陷。因此，芯片制造商正在利用世界各地的数学家博士

团队想办法预测这些缺陷出现的位置并在切割时改变入射光来修复缺陷。

在至少十年的时间里,另一个理想的目标是自旋电子——晶体管和芯片的发展都利用了个体电子的自旋而不是利用电子流来转换和放大信号。从原理上讲,由于电子的自旋(其实是一个量子力学的特性,有点类似于旋转)与其磁势能成正比,当自旋极化的电流通过不同类型的磁化金属流动时,变化的电阻可以被用来存储信息。更为有趣的则是利用电子的方向来进行信息编码的微处理器:与现在仅依靠电荷的处理器相比,它对数据的处理速度是前者的数千倍。

节约能源消耗的可行之举是通过编程使芯片上未被积极使用的扇区休眠。高 k 电介质的引入就体现了这种方法。

但是,金属门的历史也说明把来源于实验室的有希望的想法变成一个真实的消费产品是需要时间去实践。20 世纪 90 年代后期,高 k 电介质开始被评估,到 2001 年,铪被确定为最佳的候选材料。然而,第一个包含这种门的 SRAM 阵列仅在 2006 年被制造出,而且工业架构也不适合其快速发展,一直到 2008 年。

在能源、性能和可靠性方面都面临着很大的挑战,所有这些都必须有效地进行解决和综合地考虑。在 CMOS 中,我们在 1 伏特的条件下运行时会有点卡壳,这就限制了功率预算的扩展。一个设备开关状态的阈值电压为 300 至 700 毫伏,所以当我们运行一个 1 - V 电源时,当设备处于活跃状态时,它并没有给我们多少净空来运行设备。更重要的是,通过 CMOS,我们已达到了 20 年前双极的发展高度,备用功耗——指设备打开而并未使用时功耗——达到的巨大数目。这使得它成为一个很不理想的开关,因此设计盒是非常紧凑的。除非你增加电力供应,否则就不能得到你想要的频率——但是另一方面你将在冷热极限中运行设备。

大约六、七年前，由于那些限制条件单核 CPU 的发展陷入了僵局。通常采取的解决方案是利用多核 CPU 以较低的频率并行线程运行，这样所需的有效功率也较低。但是解决方案在哪里，何时解决，如何解决？目前尚不清楚。然而，未来 20 年从某些方面来看，单纯通过增加核的数量来发展是不可能的。半导体工程师已经谈论到了“黑硅”：在处理任务中由于功耗的限制而不能被激活的核——限制通常是由应用驱动的。

功率与性能也影响可靠性。随着工作温度的升高，芯片材料的降质加速。

一种决然不同的方法是开始质疑处理器中是否所有元素都必须是晶体管，考虑到大多数时间所有设备所做的是移动数据。一种有希望的设备是被称为交点开关，由半导体生产技术制造的可编程的“十字交叉”。期望类似的发展路径可以实现它和随机电阻——随机存取内存（RRAM）。许多公司（德州仪器，IBM，东芝等）正在开发 RRAM 开关，这开关功率较低，且开关比率较高：关闭时，它们有很高的电阻，开通时，电阻则很低。发展中面临的主要挑战是耐用性：频繁的开关使比率恶化。所以当我们走近 2020 年时，许多根本性的挑战正有待于半导体行业处理和解决。常规测量面临着对基本物理尺寸大小的限制。新技术不得不开始关注设备的可靠性和生命周期，并克服或避免可能在设计过程中出现的破坏。到现在为止，标准的硅芯片技术在这些方面都做得很好。

Paul A. Farrar Jr. 是奥尔巴尼扩张 & 战略创新系统技术集团的副总裁，该集团隶属于位于纽约 Hopewell Junction 的 IBM。以前，他在 IBM 担任副总裁，负责过程开发、单位进程、刻录、后勤尾线开发以及个性化工作。同时，他还负责 IBM 公司在奥尔巴尼纳米技术的研发伙伴关系，承担着塑造 IBM 的合作发展模式的责任。William R. Tonti 是 IEEE 未来方向委员会的总监。从 IBM 退休后，他担任了 IBM 高级技术人员和高级管理人员的职务。他拥有 250

多项美国专利，是 IEEE 的会士。

未来数字媒体

作者：NAOHISA OHTA

无论我们是否在讨论高清晰度电影、建筑蓝图、医疗步骤，或工业进程的制作和分布，创造性和工作流程处理的数字化工作都已经接近完成。到 2020 年，数字媒体中创建和保存的工作流将变得普遍和无形，这一切都是理所当然的。但要做到这一点，在成像仪和传感器、图像和声音的数字化处理、高速数据传输、分布式文件系统、内容管理、人力设备交互、远程监控、显示和存储等最明显和最重要的领域都需要广泛的创新。

从带宽需求方面来说，我们在过去的几年间已经学会了处理 4K 电影 (4,096*2,048 像素，相当于 35 毫米胶片)，这需要每秒带宽达到 1G 比特。我亲自参与了第一个跨太平洋从东京到圣地亚哥的 4K 运动图像传输活动，其他的同类展示活动也在此期间举行。到 2015 年，我们将以接近 10 Gb / s 的速度传输相当于 70 毫米的胶片。到 2020 年，我们就知道如何实现 100 Gb / s 的速度，来传输弧形墙壁和全息显示器播放的 Imax 电影，以及天文馆穹顶上演示的天象。

不久前，用于穹顶平台展示还一直使用的是模拟电影模式。现在使用的则是分辨率接近 4000*4000 像素的数字媒体。这样的内容将很快通过网络被共享。

但是，要做到这一点，需要依靠“绿色”路由器，该路由器完全基于光交换和能够对高品质影像以 10 至 100 Gb/s 的速度进行编解码的技术。考虑到这一数字区间，十年前出现的 MPEG-2 运动图像标准成为了世界各地高清电视系统的核心，将最初每秒 165 兆位的编码信息流压

缩至 12 到 20 Mb/s 以便用于广播。

因此，我们期待的未来二十年的数据传输速率面临着巨大的挑战。我认为它拉动我们向着对现实更为准确的展现和数据传输。出于我们对永恒的需求，另一项重大挑战就在于如何把数字数据保存 100 年甚至更长的时间，却不用担心其降质。

目前，任何媒介中数字化内容的完整性一般都不能保证保存超过十年。通过索尼蓝光系统存储的信息据说大概可以保存一个世纪甚至更长的时间，但没有人真正知道水汽和其他异常的大气现象对它有什么影响。

由于这种不确定性，像美国国会图书馆一样的大型档案馆不得不不断地将大量文件复制到新的磁带或光盘，既浪费又费时，而且在此过程中易横生事故。硬盘驱动器通常只有在需要从正在运行的基础平台访问获取存储资料时（如数据中心）才会被使用，那么更为糟糕的是电源的供给因此就不能中断。

电影制片人对这一问题几乎同样感兴趣。在因奥斯卡而闻名的美国，电影艺术与科学学院有一个工作组正在从事这一问题的研究。

与此同时，我们这些数字存储服务的消费者对此没有考虑太多，只是越来越多地通过谷歌和雅虎等公司的托管服务，来把自己珍惜的文件通过附件形式发送到邮箱保存。苹果电脑在十年前就告知其客户，在其发展的道路上会把软盘丢入历史的垃圾堆，现在苹果电脑正在削减其设备的在线存储容量，因为基于这样一种假设，即使最迟钝的用户不久也会掌握云存储的方式。

但是，这假设了公司将会维护庞大的服务器群，从而保证存储数据的存在时间可以达到我们

长久的要求。严格意义上讲，目前这还不能实现。谷歌可能会不断更换和增添硬盘驱动器，但关于存储信息的保存却没有保证。为了确保对信息的保护，我们需要低功耗、非常强大的一种服务器，但是目前还未发明出来。

Naohisa Ohta 在 Keio 大学 Keio 媒体设计中心任教，主持利用高品质数字媒体和网络产生的新体验和业务项目。他曾在 NTT 实验室工作，研究和开发高品质的音视频通信算法和高度并行处理系统，他还主持索尼实时网络应用的高品质 AV 传输研发。

电子医疗和生物计算

作者：YONGMIN KIM & GUDRUN ZAHLMANN

今天，卫生保健领域的现状是许多的档案和处方还是手写的，往往只能勉强看清读懂，而且病历往往只能在其编写的初始地查询——当然还需假设在此期间医生办公室或诊所没有遭受火灾，水灾或其他自然灾害的破坏。在未来 10 到 20 年，其中的大部分情况都将发生显著的改变，但这些变化并不是全面或普遍的。

似乎稳妥一些可以这么说，到 2020 年，所有的病史档案和医生的处方都将电子化，至少在先进的工业化和迅速发展的工业化国家可以得以实现。更多的医疗个人信息将在计算机中的归档以便安全接入请求被满足时，在任何地方和任何时间都可以轻易地获取信息。

但是，大部分的医疗信息传递系统仍然是支离破碎的，许多国家、诊所和医疗系统为防止信息被即刻检索，采取处理病历信息的方式全然不顾病人所处的系统。至少还需要十年，发展中国家才能实现完整病历的随时随地获取。在欠发达国家所需的时间更长，因为那里首要的问题是发展基础医疗。

近年来，出现了两种模式的电子档案保存方式。比较熟悉的一种是，医院或诊所这些构成卫生保健供应网络的机构，或者是国家卫生保健系统采用统一的记录模式，这一系统中的内部成员可以获得完整的病历记录。在接入时，由于个人敏感信息和数据安全等问题，自然会产生某些限制条件。然而，无论是在提供的医疗服务的效率和效益上，还是预防医疗过失上，这些系统都已充分证明了自己的价值。

在欧洲，斯堪的纳维亚各国和荷兰已率先启用这种系统。瑞典使用缴税标号标识独特的个人病历档案。由于挪威最北部地区人口分布分散，它在将远程医疗和遥感监测结合方面已取得进展。虽然在这个领域美国还远远落后，但是有数字病历保存的国家，尤其在美国退伍军人事务部，医疗质量都得到了明显提高。



另一种可供选择的模式由微软和其他各方共同探索、开发和推广，即客户中心法。在这种系统中，它是由个人最终负责决定维护合成的综合病历（例如，有些人可能希望病历内容包含他们发现的有益的某种特殊按摩手法的信息，而其他人可能不希望包括这些细节。如果涉及到病人去看心理医生的内容，保险公司需要对此有所了解，但病人的雇主是否有必要知道呢？）病人自主管理系统所具有明显优势是个人可以全权控制一切保密性和安全性事务。但它也赋予了病人更多的责任。

出于这种考虑，未来二十年综合的电子卫生保健系统的发展必定同时包括以上两种模式。也许卫生保健提供者也会为病人提供自我管理病历的机会，但是，是否所有或者大部分病人会

接受这种方式,这是无法预计的。当然,喜好不仅因人而异,而且也会受文化和地区的影响。

例如,在德国,由于对卡片上具体的内容存在棘手的分歧,因此引入标准智能卡用以记录用于急救等事件所需信息的设想变得不可能。在开发以病人为中心的 HealthVault 产品时,微软已经开始了在亚洲的研究,希望能够了解欧洲和北美对综合健康记录的不同喜好。

具有讽刺意味的是,那些将从个性化方式中获益最多的人——老年人——电脑技能却是最差的。虽然年轻人有悟性,预计可以及时地管理自己的档案,但这还需要很长的时间。还需要几十年的时间,病人自主管理病历模式的采用才能变得普遍。然而,与此同时,移动医疗应用服务-网络人体感应,紧急报警系统等,将越来越成为我们生活的一部分。这些系统会以某种方式被整合成电子保健记录保存。

很大程度上,在不远的将来,全面电脑化健康记录保存将涉及现有技术的广泛有序应用。但是,计算机的作用将不会仅限于记录和准确传送指令。由于有更多的信息归档和标准化,计算机也将有空间自主执行分析任务,提出建议,并提供医师诊断的替代品。

然而,用来描述条件、程序和结果的语句截然不同。因此,标准化的最佳做法和常见术语的一致性是一个不平凡的任务。甚至准确的归档和完整的医学同义词表格编纂都不是一个简单的工作。

但是,一旦有更多的信息需要编译、综合,并实现普遍使用,计算机就可以承担更有挑战性的任务。计算机可以用来进行无嫌疑链接信息梳理,提醒医生注意诊断可能造成的潜在影响。从这个意义上可以看出,在电子处方系统中,计算机能够发现有害药物间的相互作用,发现处方过量记录,并核查开药水平的合理性。

除了微软所付出的努力外,谷歌、IBM(其“以信息为基础的药物“品牌)和甲骨文都正在探

索如何利用信息学和云计算来解决医疗信息传递中存在的问题。所有主要的 IT 公司都在从事这项工作。

药物的发现过程也将从电脑技术和云计算中获益。这一过程需要的大量数据的存储和传输。过去,制药公司需要向类似于美国食品和药物管理局一样的监管机构一字不落地提供成堆的数据。现在,监管机构要求对所有这些数据进行存储并以电子方式进行提交。云计算资源不仅可以用于存储数据,而且可以查询现有的病历,以确定可能会从特定疗法或药物使用中获益的人群。我们可以从云中找到申请来进行图像分析,这是分子搜索中很有前途的一项技术,而这又是药物发现过程的一个重要组成部分。

以 HER2 阳性乳腺癌为例,如果癌细胞膜表面受体被某种合适的分子以某种方式封锁,该阳性分子在其轨道上的运动就会被终止。有大量的候选分子可以做这一工作,那么为什么不通过大规模的并行计算找到它们?这样的工作,过去需要一年,现在可能在几小时内就可以完成。

Yongmin Kim 是美国西雅图华盛顿大学生物工程和电气工程专业的教授,同时是该校图像计算系统实验室主任。曾担任 SPIE 医学成像会议主席,以及 EMB 协会中的领导职位。Gudrun Zahlmann 是瑞士巴塞尔罗氏制药公司成像基础设施部门的负责人。此前,她曾在西门子主管制药成像。作为生物医学工程博士的她还曾在 IEEE EMB 协会担任领导职务。

智能电网

作者 GEORGE W. ARNOLD & WANDA K. REDER

智能电网是指使用信息和通信手段使电力传送系统更为有效、灵活和有活力,实现节能目标,

同时适应间歇可再生能源和电动汽车以及混合动力汽车的要求。

现在的电网和电信等其他部门间存在着鲜明的对比。从它们的本质特征来看，电力输送系统与其一百年前相比，并没有发生太大的变化。更重要的是，信息和通信技术开始被应用于电网在很大程度上类似于 30 年前对电信基础设施所做的改变。

概括地说，智能电网是一种技术的集合体，它一方面控制电流，另一方面控制数据信息。与信息片段相比，在损伤和控制方面，延迟、时延、压缩、编码等方面，电子的包容性更差。为保持稳定性，电网必须一直平衡在实时状态。

当电力系统急需更新和扩张时，智能电网技术被引进来。在先进的工业化国家，变压器和变电站的平均使用年限通常为 40 年。在迅速发展的工业化国家，如印度，电力基础设施往往不足，也不可靠。而在世界上一些最贫穷的国家，那里根本没有基础设施。联合国称还有十亿人没能用上电。

在未来 20 年，随着更多的系统被改进或建立，将会借用控制系统理论和 IT 领域的技术来改善输电和配电的性能，这往往会产生交集。智能化将被嵌入由大量传感器支撑的电网，以便该系统可以自我修正并以它自己的方式来协调问题。这并不是没有意义的：利用这种智能性作为基础来修正系统行为就如同在半空中改变波音 747 运转。这将需要时间来阐释我们确实知道如何可靠地控制随机系统。

智能电网运作中的另一个重大挑战是使消费者有效地参与。世界各地正有数百万的智能电表正在安装（在美国，2009 年经济刺激法案中有数十亿美元用于智能电网计划）。但对于客户和整个社会的整体利益而言，消费者必须有远见将其用于能源使用和管理工具中。到目前为止，许多公用事业和能源供应商似乎并未一直在这些领域保持领先，并以此作为计划的中心。

尽管许多创新将会随着智能电网技术的引进而出现，但是电网的一般特性在未来二十年将不会彻底改变；我们不会看到象过去三十年里我们在电信领域见证的这些架构上的巨变。

当电力领域出现了巨变的时候，如果有的话，将是中央生产电能的方式变成无处不在的电能分布式产生方式。每个家庭将有一个太阳能电池组、个人风车、或燃料电池，每个这样的系统都把电能反馈给电网同时也从电网中获取电能。电网将成为一个巨大的动态的多个微电网组成的联邦，在里面供需将根据价格信号和物理限制等不断的平衡。这一构想的实现可能要到从现在起 30 年或 40 年而不是在未来二十年。

尽管如此，有几个潜在的破坏性技术能够加快智能电网的发展。一个符合成本效益的储存。随着 EV 和 PHEV 的发展项目驱动了很多电池的研发，一些制造商开始提供电网规模的阵列，为汽车发展绘制蓝图。

理论上潜力是巨大的。约有一半的电力电网的发电能力，为处理高峰负载而建设的，平时并没有使用，而汽车百分之九十的时间也在停放。因此，如果汽车电池可以为电网储存能量并且在它需要的时候反馈回去，那就无处不在了，这将是电力系统的一场革命。最需要的可能不是狭义上的技术创新，而是在商业模式和监管上的创新，想想谷歌和脸谱，商业上的创新至少和工程技术一样重要。

在能源存储方面电池是不是唯一可能的破坏级技术。燃料电池，挖掘建筑热能储存，抽水水力和压缩空气等都是其他候选技术。

无论何时，你将现有技术移植到另一技术，可靠性都是至关重要的，实现它需要投入时间、金钱、精力和人力来创新。这是智能电网主要的制约因素。目前，美国公用事业将其收入的

0.3%用于研发，这一投资比例甚至低于狗粮行业用于研发的资金比例。劳动力资源开发中心已经发现，在未来五年内，大约有一半的电力行业从业人员将失去工作。这种情况在其他发达的工业化国家也一样，从澳大利亚到欧洲都是如此。

要开始弥补在美国的情况，在 2007 举行了年全国科学基金会研讨会：IEEE 与美国电力与能源工程工会合作。该小组 2009 年 4 月的报告中建议授予电力工程学位的人数要翻一番，并在未来五年内聘请 80 个新的大学教职员，增加联邦政府的研究经费。目前，经验丰富的专家严重短缺不仅影响了智能电网的实施，也影响了它的法规。各级监管当局缺乏他们需要的人才。尽管标准的制定已经相当好，但是要放弃现在这种独占的方法，而采用使得系统和其他系统完全互操作的程序还是有抵触的。

我们必须克服文化和亚文化壁垒。电力工程、通信、计算和信息技术都具有它们各自的词汇库以及独特的交流方式。因此，使具有不同技能和背景的人在一起工作是一个有意义的社会现象。

传统上，公用事业对新技术都采取非常保守和谨慎的观点。设备贬值超过 20 至 30 年，摊销率的关键是回报率。所以你不要草率决定，鲁棒性和可靠性仍然是最重要的。

在通信，反过来说，近几十年来是在可靠性和功能性上的一个权衡：因为有如此多的冗余，这么多许多诱人的新功能，我们愿意把对损失的容忍写成 5 个 9 (99.999 百分之可靠性)。但现在的电信工程师正在进入电力系统控制，其中五个九仍然盛行。

george W 是在国家标准与技术研究所智能电网互操作性国家协调员。他在从事了 33 年电信和信息技术行业的工作之后，在 2006 年 9 月加入 NIST，成为技术处副处长。arnold 担任美国国家标准局研究所 (ANSI) 主席和 IEEE 标准协会主席，他目前国际标准组织的 (ISO) 主

管政策的副主席。Wanda K. reder 是 S 和 C 电气公司在芝加哥分部电力系统服务部的副总裁。她是 IEEE 电力与能源协会(PES)的前任主席 ,并从 2002 年起担任 IEEE/ PES 的理事会成员。她领导了 IEEE/ PES 奖学金倡议。她也是 IEEE 智能电网主席和能源部长史蒂芬朱的电力咨询委员会成员之一。

电动汽车

作者: 麦克 奥斯汀 , 鲁斯 勒费夫尔



未来的 10 年、15 年和 20 年 , 运输活动将会因为化石燃料价格的提高而发生变化。中国的比亚迪汽车公司和丰田汽车公司预计 :2015 年汽油的价格将会超过每加仑 5.5

美元 (每升大约 1 欧元),而且油价会呈不断上涨的趋势。全球燃料供应紧张的局面将从中国和印度开始 , 这 2 个国家新兴的中产阶级正热衷于购置汽车。

如果中国的每个中产阶级--13 亿中国人当中大约有 30%的人被划分为中产阶级--都会去购买一辆车 , 这相当于增加至少 1 亿辆汽车的销量。按照目前的销售量计算 , 在美国要销售这么多的车辆需要 10 年的时间。事实上 , 在 2009 年中国的私家车销量已经首次超过美国 ; 在 2010 年 , 中国的汽车销售量大约为 1800 万辆 , 而美国同期只有 1150 万辆。预计到 2015 年 , 中国的汽车产能每年将达到 2500 万辆 ; 根据中国政府的计划 , 其中的 10%将为电动汽车。到那个时候 , 中国的国内石油产量与需求量每年将存在 5 亿吨的缺口。

面对石油危机 , 世界各国政府都已经开始采取措施 , 鼓励提高车辆的燃油效率 , 加快用电动

或混合动力汽车替代普通汽车的步伐。欧盟委员会启动了绿色汽车计划，这是 3 个私营-国营机构合作计划之一，总投资额达到 50 亿欧元。美国奥巴马政府已经为 2009 年电动车和电池开发刺激计划拨款 30 亿美元，并树立了在 2015 年实现 100 万辆电动汽车保有量的计划。中国政府也树立了世界上少有的、严格的汽车燃油效率标准。

无论从工程还是环境的角度看，电动汽车都具有很大的优势。总的来说，电能驱动“油箱到车轮”的效率是内燃机引擎的 3 倍。按每加仑汽油的价格为 3 美元，每度电的价格 10 美分计算，电动汽车的运行成本只相当于内燃机引擎汽车的四分之一。以此推算，用一辆混合动力汽车替代一辆传统汽车在一辆汽车的生命周期内可为车主节省 10,000 美元。

各国政府提倡电动汽车或混合动力汽车的主要原因在于减少石油进口、促进被一致认为在未来至关重要的电动汽车产业的发展、加强国家安全。从长期看，减少温室气体排放和公共健康也是要考虑的重要因素之一。

当然，电动汽车并不是应对全球原油供应紧张、减少对不可靠原油供应商依赖的唯一途径。推广生物燃料的生产和弹性燃料汽车也可以达到目的。但是，生物燃料产量的增加已经对世界粮食价格造成压力，同时，生物燃料汽车与电动汽车相比，在碳排放方面乏善可陈。天然气基本上可以作为汽油的替代品--无论是在内燃机内直接燃烧还是作为燃料电池的原料--但由于储量有限，使用天然气的前景并不乐观。

美国电力研究院 (Electric Power Research Institute) 和自然资源保护协会 (the Natural Resources Defense Council) 根据不同的电动化程度和不同的发电比例，研究了美国的 9 种充电混合动力汽车方案。结果显示，所有 9 种方案都大规模地降低了在美国所有地区的温室气体的排放。到 2050 年，美国温室气体的年排放量可减少 6.12 亿吨。从现在到 2050 年 40 年

间总排放量将减少 100 亿吨以上。

放眼未来 20 年，我们面对的主要问题是汽车电动化的过程究竟有多快，特别是这一转变何时会发生质的腾飞。问题的关键在于汽车电池或其他储存装置研发的进展、提供低碳或零排放电能的能力、快速充电基础设施网点的建设、以及对电网的改造使之适应在家里、办公室和路上随时充电的要求。

即便考虑到过去 15 年来随着手机的普及人们在手机电池方面取得的巨大进展，由于缺乏革命性的创新，汽车电池方面的进展也很可能只是渐进性的。电池的发展显然没有遵循摩尔定律，因此，在未来 10 年，人们在电池方面取得的进展是否足以刺激电动汽车的腾飞还有待观察。即便如此，当今汽车电池的发展已处于一个临界点上，使得电动汽车和充电式混合动力汽车成为一个经济的选择。

设想你每天上班往返需要 2 个小时：你每天开车 100 公里，这需要耗费 12-14 度电。比亚迪的 E6 汽车的电池已经能够储存 60 度电，使用在中国设立快速充电系统，这辆车可以在 30 分钟内充电完毕，并可行驶 250 公里以上。

所以，从某种程度上说，汽车电池从能量储存的角度上看已经实现了人们的期望。价格才是真正的问题。勒克斯研究所 (Lux Research) 的研究人员预计，到 2015 年，电池能源储存的平均成本将有目前的每度 900 美元下降到每度 500 美元。比亚迪汽车公司也生产电池，该公司目前已经开始销售每度 500 美元的汽车电池系统了。在未来的 10 年内，能源储存的成本将下降到每度 350 美元。比亚迪公司安装在其生产的汽车上的磷酸铁电池虽然很重(能量密度相当于更普遍应用的锂钴电池的 85%)，但在安全性和耐用性方面具有明显的优势。

给电动汽车充电的最优发电系统将专门定制在家庭和办公场所，它们收集的太阳能可以在没

有汽车充电时并入电网，并可将汽车作为储存装置，根据需要向电网输送能源。位于洛杉矶的 KB Home 公司已经建造了面积达 2000 平方英尺的房屋，这些房屋配备了 18 个多晶太阳能板，能够产生 3.9 千瓦的电能。该房子的售价大约为 27.5 万美元，与普通房屋售价大体相同。

即便如此，除了少数阳光充足地区(如伊比利亚岛，美国西南部地区等)以外，在未来的 10 年内，光伏发电并不会作为一个主要的汽车能源来源而获得飞跃式发展。同时，主要的零排放和低碳能源主要是通过电网输送的风能、天然气、核能。

电力系统本身也是影响电动汽车发展的关键因素之一。世界上许多城市都在兴建充电站，其中大部分为 1 级（110-120 伏，30 安培以下）或 2 级（220-240 伏，30-70 安培）。虽然期望有更快捷的充电方式，人们并没有就最终配置形成一致看法--譬如使用直流电还是交流电，电压范围和功率范围等等。日本已经开发出了一套直流电快速充电系统(CHAdemo)，该系统很受欢迎，但是在美国还未得到认可。

中国也已经在快速充电方面制定出来一个更加雄心勃勃的目标(480 伏情况下少于 20 分钟，大于 600 安培)，并已经建立这类充电网络，为电动出租车和电动巴士服务。北京计划投资 150 亿美元，用于电动汽车基础设施的建设；而位于广州和香港之间、从无到有发展成为繁荣的高科技大都市的深圳则计划到 2012 年建立 22,000 个充电站。

为了实现最优化工作，一个电动汽车系统将需要一个具有高度灵活性的电网。这样，简单地说，智能电网是影响电动汽车发展的最大的因素。对电动汽车而言，主要问题在于配电系统变压器。几项研究的结果显示，如果 2 辆车同时充电就可导致当地输电线路瘫痪。特别是许多变压器是专门针对在非用电高峰的夜间降温而设计的。

随着电动和混合动力汽车为公众所接受（到 2020 年肯定会发生）以及随之而来的普及（也许要到 2030 年），变压器可能会被大规模更换，输电网络也会重新设计，这是早晚会发生的事情，因为随着电网具备更好的沟通性和互动性，电力分配和转换的区别将会消失。

麦克·奥斯汀是比亚迪美洲公司副总裁，他此前服务于摩托罗拉 15 年，负责工程和项目管理等，曾担任技术项目经理、新业务发展经理等职。鲁斯·勒费夫尔曾担任休斯飞机公司首席工程师、技术服务公司研发部主管。他曾担任 IEEE 美国区主席。