



# 信息参阅

第 9 期

中电元协敏感元器件与传感器分会

中国电科集团第四十九所信息中心

2015 年 9 月 15 日

- 
- 
- ◇ 专业评析: .....1-5  
美国 DARPA 经验对我国国防科研创新的启示
  - ◇ 行业新闻: .....5-7  
MIG 亚洲会议探索 MEMS 传感器在全球物联网领域发展机遇
  - ◇ 技术动态: .....7-11  
韩国研究人员研制可击落无人机的声波武器  
深度分析 Apple Watch 主板结构及内部传感器工艺
  - ◇ 专利信息: .....11-12  
气体传感器
  - ◇ 市场资讯: .....12-15  
预计 2019 年全球智能家居设备出货量达 1.8 亿台
  - ◇ 英文文摘: .....15-16  
Impedance characteristics of surface pressure-sensitive carbon black/silicone rubber composites

## 专业评析

### 美国 DARPA 经验对我国国防科研创新的启示

DARPA（美国国防高级研究计划局）是美国国家层面直接掌控的独立科研机构。凭借其军民融合、高效扁平化的管理模式和开放竞争、风险宽容的项目外包机制，在美国新概念、新武器、新技术领域充当着极其重要的角色，同时为美国积累了雄厚的科技资源储备，并引领美国军事变革的步伐乃至世界军民高技术研究的潮流。

#### 一、DARPA 经验

##### （一）基于未知领域技术探索，前瞻性确定研究计划

DARPA 本着“科技支撑国家安全”的理念，通过“头脑风暴”积极推动跨学科前沿关键技术的探索，并通过论证确定阶段性战略研究计划。一是 DARPA 计划的关注重点集中在一些军事问题尚没有简单和明确解决方案，具有远期现实军事影响的新兴技术项目。二是 DARPA 计划采用由上至下的过程提出新概念、定义新问题，采用由下至上的方法广泛征集新的思想。三是为提高决策速度 DARPA 的项目资助计划可以不采用同行评审方式进行，整个评审决策过程是非正规、灵活、高效和严格的。由于 DARPA 项目计划是在各种讨论的基础上，采取“问题引导、质疑解答”的方法进行，因此，项目计划的评审从不同的角度，对计划的不利因素、产生影响、技术转移策略、创新点的数量等成为评审质疑的重点。

##### （二）基于项目管理现实，保持一支能够直接开展项目管理的高素质人才队伍

一是在项目管理人员方面，管理人员的综合素质是计划成功实施并取得超预期效果的关键要素，DARPA 采取军地多部门的合作，招聘既懂技术又懂管理的优秀人才组建项目管理人才队伍。由于研究项目多为“急难险重”、事关国家安全的重大项目，DARPA 管理人员拥有独享的“政治捷径”，能够直接接受国防部长的指令，可以特事特办，避免了很多官僚体制中的内耗。二是在项目研究人员方面，DARPA 的项目研究人员和技术承包商可能来自工业界、大学、实验室、军方各个领域。DARPA 是“疯狂科学家的俱乐部”，上至局长下到项目的执行者都是有着“另类”想法的人，当某单位或个人提出一个可能对国防有利的新思想时，DARPA 就会启动其项目决策和管理程序，由管理人员组织项目计划，并吸收大学、公司、政府实验室或军事部门承担研究任务。三是在人才政策方面，为扶持 DARPA 灵活的管理模式，完成其特殊任务，美国国会批准 DARPA 一些特殊权利。

### （三）基于项目研发需要，形成多元互补的经费资助体系

DARPA 每年的预算大约维持在 30 亿美元左右，在美国大幅削减国防预算的当下，DARPA 的研究经费始终能够得到强有力的支持，2013 年 DARPA 的研发经费仍然保持在 28 亿美元，下降比例不到 0.5%。2015 年 DARPA 预算申请总额为 29.1477 亿美元，较 2014 财年增加了 1.36114 亿美元。在经费支配方面，DARPA 赋予项目经理非常高的自主支配权，支持有可能实现的想法，目前 DARPA 每个项目经理每年负责 1000 万-5000 万美元不等的经费，资助单个项目的经费也是由项目经理分配。在经费调整方面，DARPA 项目在运行过程中，会不断的淘汰和确定新的项目，每年约有 20% 的资金用于推动新项目落地。DARPA 管理者还根据政府的优先事项引

领政策，协调获取其它兵种执行周期较长项目的研究现金，向 DARPA 重点研究项目上转移。在项目经费来源方面，DARPA 除了向科研人员提供选择性资助、向科研机构提供固定拨款等资助方式，还通过 DARPA 项目，发起项目基金的方式吸纳各方的资金参与国防基础科研。

#### （四）基于项目研发成果，积极推动技术成果的应用转化

DARPA 十分注重将技术成果迅速转化为军事应用和社会运用效率。一是直接将项目成果应用于军事需求，技术培育成熟后，DARPA 积极分析、发掘技术在军事上应用的机会，把成熟的技术积极的转移给相关军种，由这些军种与成熟企业进行原型机改进设计、试制生产，然后提供给军方使用，并逐步向民用转化。如果受到来自各军种转移阻力，DARPA 将求助国防部长的权威，强力推动新技术产品进入军方采办程序。二是将研发成果直接推向民用市场，对于一些军民两用但一时难以在军方找到进一步开发机会的新技术，DARPA 首先推向商业市场形成影响，然后待技术和时机成熟促使美国国防部进行采办。三是将研究成果推荐到各种交流平台上，为技术转化创造机遇，如国防部每月一次的“关于新兴技术的国防科技研讨例会”，海军每年一次的“海军——工业研究与开发合作会”，以及国防技术信息中心的“虚拟技术博览会”等。

#### （五）基于项目的现实风险，在追求卓越中理性面对成功与失败

DARPA 进行的是“高风险、高回报”研究，强调的是管理风险，而不是逃避风险，形成一种风险承担的文化，因此，它在组织、管理和人事政策方面鼓励个人责任和首创精神，并在项目界定上具有高度的灵活性。他们更愿意从事高风险的技术概念创新，甚至在存在很大失败可能性的情况下，

也会进行积极探索，DARPA 高层的一个重要决策就是筛选出那些勇于承担风险、思想驱动的项目主管。DARPA 在互联网、超级计算机、GPS、隐形飞机等领域取得了革命性的成果，但也有相当一部分计划的实施并没有取得预期的目标，有的甚至销声匿迹。据 DARPA 样本统计显示，2004 年以来，DARPA 项目的成功比例在 30%左右，不成功的为 20%左右，待完善的为 50%左右。

## 二、启示

### （一）成立类似 DARPA 的科研创新机构

在不改变我国现有科研体系的前提下，成立独立运行的军民融合型国防科研管理部门，实行顶层垂直领导，对具有重大战略价值但短期难以见效的技术项目，或未来有重大现实需求的前瞻技术，进行多学科交叉研究和管理，并完善相应的法规制度，赋予该机构相关协调职能和充分的科研自主权利，减少其他外围干预，巩固提高其战略地位。

### （二）构建开放的国防科研人才引进政策

借鉴 DARPA 对人才队伍建设“不固定、不干扰、不限制”的做法，基于项目管理的需要，建立适应未来新型国防科研机构的项目管理团队，从我国军方、高等院校、科研院所、企业等多方位引进既懂技术又懂管理的高素质人才，形成一批勇于探索未知领域灵活开放的技术研究人才队伍，并完善相应的政策制度，保证人才的稳定，提高创新科研团队中的地位。

### （三）建立多元化的国防科研资助机制

借鉴 DARPA 的决策和资助方式，发挥市场机制的杠杆效应，通过市场和金融手段推动国防科研军民融合的深度发展，在国家现有的科研经费

改革的基础上，设立专项研发经费，并充分发挥社会资本的参与作用，突出对科研单位承担国防前瞻性重点项目的投入，加大对中小企业参与国防科研创新的资助。

#### （四）构建军民互动的国防科研成果转化体系

借鉴 DARPA 成功做法，进一步完善国防知识产权政策和军民通用标准，建立适合我国国情军情、形式多样、方法灵活的技术转移机制，促进国防科研创新主体的合作与互动，实现各个创新主体技术成果的无障碍转化，推动装备科研工作的创新发展。（来源：<http://www.ccidgroup.com>）

### 行业新闻

#### MIG 亚洲会议探索 MEMS 传感器在全球物联网领域发展机遇

全球 MEMS 行业组织 MIG(MEMS Industry Group)于 2015 年 9 月 8-11 日在中国上海成功召开了第二届 MIG 亚洲会议。此次会议由 MIG 和上海微技术工业研究院及中国科学院上海微系统与信息技术研究所联合举办。会议为期四天，其中两天的会议专注于讨论在物联网领域 MEMS/传感器面临的机遇和挑战，两天的参观行程（苏州纳米之城和创新之旅），带领与会者走访在传感器领域领先的国内研发机构和公司。

大会由 MIG 执行总监 Karen Lightman 宣布开幕并致辞，“MIG 亚洲会议既包含了会议，也提供了社交活动的机会，为观众了解真实的中国及其在 MEMS 传感器领域的创新力量提供了机会”。随后两天的会议中，来自全球 MEMS/传感器产业链的专家与企业家们在 MIG 亚洲会议上发言：中芯国际首席执行官邱慈云博士做了题为“通过 MEMS 传感器实现物联网的

创新应用”的大会报告；苏州纳米科技总裁张希军的报告题目为“中国知识产权促进创新举措：MEMS 市场和创新体系”；飞思卡尔半导体传感器解决方案部 Ian Chen 为大会做了题为“数据分析，最大化传感器采集信息价值”的报告；意法半导体执行副总裁 Benedetto Vigna 的报告题目为“实际上，这就是执行器”；Bosch Sensortec 亚太区总裁 Leopold Beer 的报告题目为“基于 MEMS 的传感器解决方案”；GE 全球研发中心研发总监 Pengju Kang 为大会做了题为“工业互联网实现：智能传感器及软件定义的设备和分析”的报告；德州仪器商务拓展经理 Michael Wang 的报告题目为“德州仪器 DLP 寻求在中国新兴市场的发展”；Analog Devices 技术支持 Neil Zhao 为大会做了题为“未来智能传感器的发展趋势”的报告。

（来源：<http://www.eefocus.com>）

## 技术动态

### 韩国研究人员研制可击落无人机的声波武器

据美国知名科技博客 Gizmodo 报道，相比较传统的枪击，韩国科学技术高级研究院（KAIST）的研究人员已经发现了一种更为简单的击落无人机的方法——用声波来干扰它们的机载陀螺仪。

你是否将手摩挲在酒杯的边缘，直到它发出声音？实际上你已经导致玻璃产生共鸣，这种方法也同样适用于军用无人机。

每个无人机中都有电子陀螺仪，用来跟踪仪器的方向和倾斜程度，让其在空中自我调整，保持稳定。如果没有陀螺仪，即使最熟练的无人机飞行员也不能实现空降。所以陀螺仪就是韩国科学家研究的重点。

但韩科院的研究人员发现，实际上许多无人机都使用着便宜的陀螺仪，这会暴露一些特定频率的共鸣。当一个陀螺仪开始产生共鸣和振动，它就失去了其准确控制方向自我调整的能力。因此错误地用回转仪控制速度来矫枉过正，这将很快使无人机撞向地面。

不过，影响空中的无人机并不像用特定声音干扰家中的音响一样容易。用声波影响飞行器的陀螺仪需要巨大声音的和强烈的诱导共振。在测试中，研究人员能够通过扬声器直击陀螺仪所在的位置来击溃无人机。但在紧急情况下，警察和消防人员也会试图清空空中，因为在数百英尺之上用扬声器干扰陀螺仪并不容易。

研究者也推测，将来从远空用声波击落无人机也并非没有可能。这将不仅仅局限于 140 分贝的声波，以及高空 130 英尺的区域了。在军队和执法中已使用诸如 LRAD 声炮的非致命性声学武器，它可以准确打击 5.5 英里外的目标。适当的频率可以很容易地从远方干扰无人机的陀螺仪，但不会严重破坏飞行器。

(来源：<http://gizmodo.com/>)

## 深度分析 Apple Watch 主板结构及内部传感器工艺

Apple Watch 是 Apple 公司冲击可穿戴市场的一记重拳，作为以创新而闻名的尖端科技品牌，Apple 的每一款新产品都必定备受瞩目，一经发售，各家分析机构的分析报告便接踵而至。SITRI 将从更深层次的工艺分析方面入手，带大家一个更直观的 Apple Watch。

### 引领产业的科技

\* Force Touch 压感触控是苹果在 2015 春季发布的全新的触控板技术。



通过 Force Touch，设备可以感知轻压以及重压的力度，并调出不同的对应功能，这是自 Multi-Touch 之后，又一个意义非凡的全新传感功能。

\* Apple Watch 在心率传感器方面，采用的是光体积描记器，其工作原理是血液反射红光并吸收绿光的特性。AppleWatch 使用绿色 LED 灯，配合对光敏感的感光器，可以检测任意时间点流经手腕的血液流量。Apple Watch 内置的两颗绿色 LED 灯可以每秒闪动数百次，从而计算出每分钟的心跳次数，也就是心率。

通常，Apple Watch 先利用红外线每 10 分钟就测量一次你的心率。如果红外线系统提供的读数不充分时，Apple Watch 就会自动切换至绿色 LED 光模式。此外，为了应对对心率信号进行补偿，避免信号过弱影响读数，苹果表示对心率传感器进行了针对性的设计，比如提高 LED 亮度和采样率。

以下显示的是 Apple Watch 的主板结构以及其中传感器的相关信息。

### **S1-SiP 主板**

在 Apple Watch 中首次看到了系统级封装，这种封装真正体现了将整个系统进行封装的精髓。在这块 26.15 mm x 28.50 mm 的主板上，集成了多达 14 颗左右核心芯片产品以及上百个电阻电容等元器件，这些元器件都各自有独立的封装，并被紧密有序的排列在主板上，除了惯性组合传感器产品外，其他都被整个封装在一起。主板整体封装的纵向解剖图片显示，整个系统级封装的厚度仅为 1.16mm。

在整个系统级封装的上面有一层厚度为 10.38um 的金属铜，并且封装内含有二氧化硅作为填充球。

表 1 Apple Watch 中的传感器

品牌	编码	功能
STMicroelectronics	LSM6Dxx	6 轴 MEMS 陀螺仪和加速计
AMS	TSL2590	环境光传感器
Knowles	0444KMM1	MEMS 麦克风
Apple		压力触控传感器
Apple		光脉冲传感器

### 惯性传感器

早前推测的惯性组合传感器为 Invensense 的产品，最终被证实使用了 ST 的 6 轴惯性组合传感器产品。这颗惯性组合传感器位于 Apple Watch 主板的左上角，并没有与其他的芯片一起被放入整个系统级封装。这颗惯性组合产品使用了 3.00x3.00x0.86 mm 的 LGA 封装，封装正面的标记并不是传统的代表 Partnumber 等信息，而是由一个二维码以及 C504 组成。

通过 x-ray 图片可以清晰的看到，封装内包含集成在一个芯片的 MEMS 惯性传感器，并且使用 Wire Bonding 的方式与 ASIC 芯片进行键合连接。

为了能够看到更多 MEMS 芯片的信息，我们使用红外显微镜（IR）拍摄了这颗 MEMS 芯片的平面图片，并且对芯片进行了纵向分析。通过 IR 图片，可以看出这款惯性组合产品的 MEMS 芯片将 3 轴加速度计与 3 轴陀螺仪集成在同一颗芯片上，这种布局与 ST 官方发布的 iNEMO Inertial Module 如出一辙。

通过 SEM 纵向图片，我们可以观察到惯性传感器芯片的盖子及衬底的厚度，以及可动结构层的主要厚度。ST 使用 THELMA 表面硅工艺制造惯性传感器，并且使用传统的含铅的玻璃熔封将盖子与 MEMS 的主要芯片进行密封连接。

## MEMS 麦克风

苹果在 iPhone6 Plus 中没有使用楼氏电子的麦克风产品，但在 Apple Watch 中，我们再次发现了楼氏电子的麦克风的身影。产品封装尺寸为 2.80x1.88x0.92mm，封装的标记由二维码以及 0444KMM1 组成。麦克风中的 ASIC 芯片厚度为 105.00um，使用了 3 层铝布线制程。

在查看这颗楼氏电子的麦克风芯片时，发现了一个有趣的现象。一般麦克风芯片的振动薄膜上的声学孔位于中间位置，而这颗芯片的声学孔靠近芯片的边缘位置。

通过剖面图片，能够更清楚的观察到麦克风 MEMS 芯片中的背板与振动薄膜的结构。整个麦克风 MEMS 芯片的厚度为 248.20um，其中空腔的深度为 242.10um，这意味着在 6.10um 的距离中包含背板和振动薄膜以及其中的空隙空间。

## 环境光传感器

Apple Watch 中使用的环境光传感器是来自于 AMS 的产品 TSL2590，封装尺寸为 2.15mmx1.30mmx0.42mm。芯片使用了 3 层铝布线制程，数字区域测量到的最小线宽为 0.35um。环境光传感器中的光敏器件区域尺寸为 0.75mmx0.83mm，其中每个单元的尺寸大约为 90umx80um。

(来源: <http://www.sitrigroup.com>)

## 专利信息

## 气体传感器

授权公告号: CN 204536196 U

授权公告日: 2015. 08. 05

申请号: 201520055988.1

申请日: 2015.01.27

专利权人: 重庆蓝图信息产业股份有限公司

发明人: 邓凡、张宇、杜津舟等

摘要: 本实用新型公开了一种气体传感器, 包括内部为空腔的壳体, 壳体一端设置有与壳体螺纹连接的进气嘴和排气嘴, 壳体另一端设置有与壳体螺纹连接的防水接头, 壳体内自进气嘴一端至防水接头一端依次设置有防爆过滤片、气体探测元件和电路板, 进气嘴与防爆过滤片之间设置有导气通道, 导气通道靠近进气嘴一端与壳体螺纹连接。该结构的传感器具有防爆性能强的优点, 特别是具有使 T90 变小, 从而使响应速度加快的优点。

## 市场资讯

### 预计 2019 年全球智能家居设备出货量达 1.8 亿台

这两年来, 智能家居平台不断开放, 私人生活环境互联互通也在逐渐实现, 不论是苹果的 HomeKit, 或是谷歌的 Nest, 或是各大传统家具制造商, 都在加紧步伐争夺市场。在智能家电、安全报警系统、能源设备、智能恒温器、家居照明环境, 乃至物联网协议等领域的竞争都十分激烈。

智能家居设备将在未来两年内逐步推广, 消费增长达到顶峰, 远程控制和实时报警将逐步实现, 家庭网络控制、云端智能服务等技术也将被有序地引入。

根据 Business Intelligence 分析, 2015 至 2019 年间, 物联化智能家居设备出货量的年复合增长率 (CAGR) 将达 67%, 预计 2019 年总计会有 1.8 亿台产品面世, 完全刷新了智能手机和平板创造的超高增长速度历史。

而仅在今年剩余的的时间内，智能家居将为物联网设备贡献 25% 的出货量，总额计 610 亿美元，较 2014 年增长 25%。而智能家居在物联网设备领域的份额将在 2019 年增长至 27% 左右，市场规模增至 4900 亿美元，增幅达 52% 之多。随之而来的是各类传感器制造业的春天（详见 P15 图 1）。

至于我国国内的情况，有数据分析显示：2014 年，智能家居的市场规模达到了 3 亿元；而 2015 年，这一数字将达 48 亿元，预计到 2016 年、2017 年市场规模复合增长率将超过 20%。包括海尔、格力、美的等传统家电品牌，以及小米为代表的新兴科技公司，都纷纷更新旗下产品，并开始站队。

**电子行业分析师认为，智能家居的广大前景主要得益于 4 大因素：**

- ① 居民消费升级，为智能家居产业提供了原动力；
- ② 电子信息技术的进步，为智能家居产业提供了有利的技术支撑；
- ③ 活跃的资本市场，为智能家居产业发展提供了润滑剂；
- ④ 企业的参与，为智能家居的发展提供了风向标。

预计家庭能源设备和安全系统，包括智能烟雾探测装置、温度传感系统和智能恒温器将通过节约家庭用电、保障家人安全的方式，最先赢得市场推广，获得消费者的认可及欢迎，这或许也是谷歌 32 亿美元拿下 Nest 的主要原因。此外，“软件+硬件”，“设备+服务”的模式理念也将推动各平台的兼容性。

### **BI 报告：物联网将成为全球最大设备市场**

物联网已经开始迅猛增长，消费者、企业和各国政府均已看到将各种设备与互联网连接在一起所带来的好处。

市场研究公司 BI 发布了关于物联网市场发展的研究报告，分析了物联网市场增长背后的原因，探讨了经济社会的各个领域将如何接受物联网带来的创新成果（详见 P15 图 2）。

**以下是 BI Intelligence 的研究报告得出的重要结论：**

- 物联网将成为全世界最大的设备市场。BI Intelligence 估计，到 2019 年的时候，由智能手机、PC、平板电脑、可穿戴设备等组成的物联网市场规模将比现在增长一倍以上。

- 到 2019 年时，物联网将为全球经济增加 1.7 万亿美元的价值。这其中包括了硬件、软件、安装成本、管理服务和因为实现物联网效率而增加的经济价值。

- 到 2019 年时，全球设备出货量将达到 67 亿台，对应未来 5 年混合年增长率为 61%。来自硬件销售的收入将只有 500 亿美元，仅占物联网市场总收入的 8%；软件厂商和基础设施公司将分走最多份额的收入。

- 企业领域将成为主流物联网市场，今年面向企业领域的设备出货量将占到设备总出货量的 46%，但是随着面向政府和家庭领域的物联网市场的迅速增长，企业领域所占份额将逐渐下滑。到 2019 年时，政府将成为物联网设备的最大市场。

- 物联网市场增长带来的最大好处是提高效率和降低成本。物联网将控制权交到用户手中，可以极大地提高家庭、城市和办公场所的效率。然后，由于安全问题仍未得到妥善解决，很多人还不愿意使用物联网设备。

•物联网缺乏一套通用标准，也没有保障兼容性和易用性的相关技术。目前运行物联网设备几乎没有任何标准或规范。汇集了全球工业、科技和电子产品公司的大联盟正努力将物联网标准化并解决最迫切的安全问题。  
(来源: <http://www.iot101.com>)

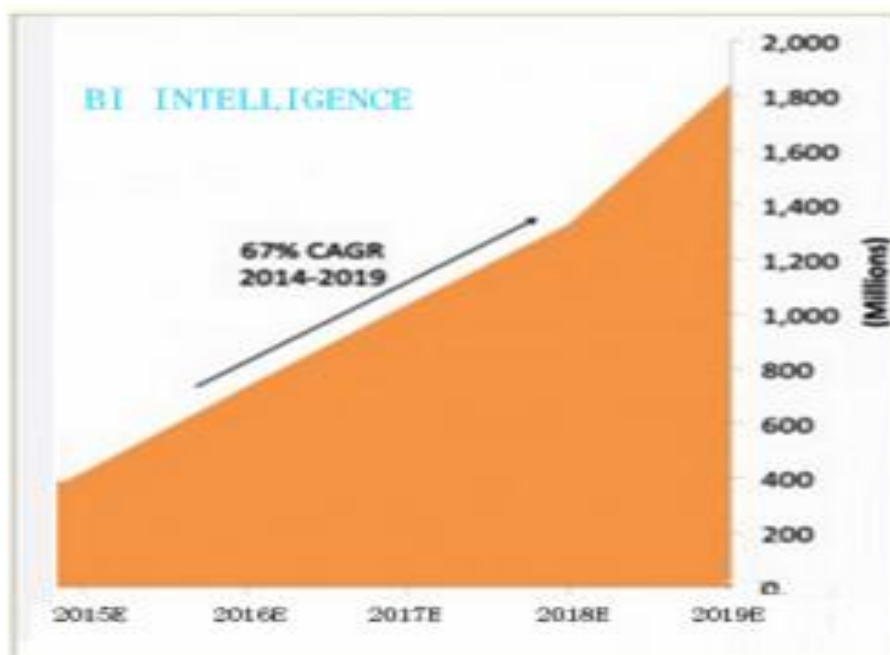


图1 全球智能家居年出货量 (详见 P13 文字)

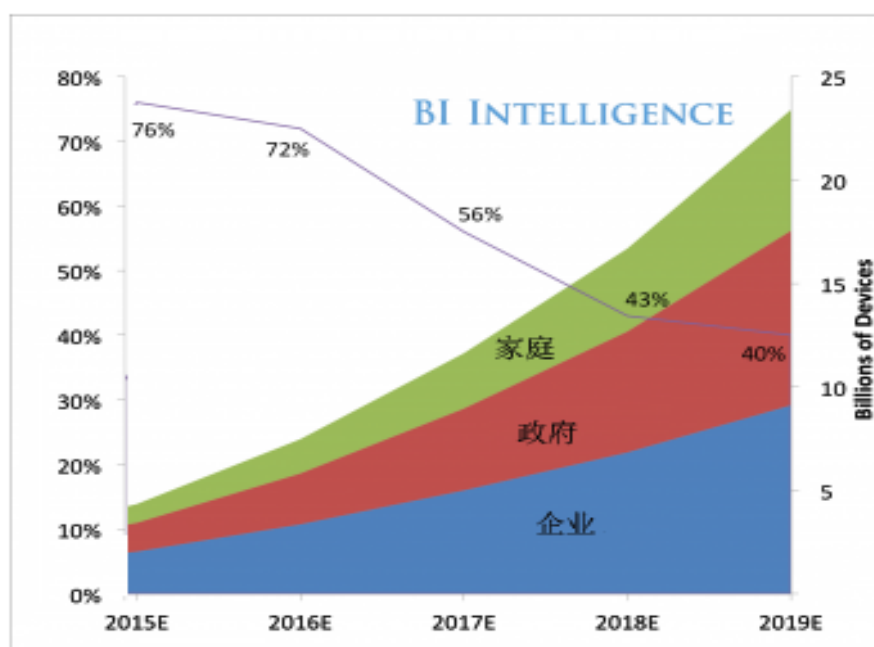


图2 安装的物联网设备预估数字 (按领域划分) (详见 P14 文字)

英文文摘

**Impedance characteristics of surface pressure-sensitive carbon  
black/silicone rubber composites**

Haixia Mei, Ce Zhang, Rui Wang, etc. *Journal of Sensors and Actuators A: Physical*. Volume 233, 1 September 2015, Pages 118–124

**Abstract:** The surface pressure-sensitive characteristics of carbon black/silicon rubber (CB/SR) composites with positive pressure coefficient of impedance (PPCI) effect were researched. The linearity is very good when the impedance's logarithm changes with the applied load at optimal operating frequency (1 KHz). The pressure sensor based on the flexible composites exhibit fast response when pressures are applied and canceled with a response time of 3 s. The sensor appears a higher sensitivity in AC electrical field than that in DC electrical field. Dielectric polarization theory was used to explain the sensitive behavior of the pressure sensor. Internal structure diagrams of CB/SR composites were used to explain the positive pressure coefficient of resistive (PPCR) effect and negative pressure coefficient of capacitive (NPCC) effect. AC electric field is applicable for the flexible pressure sensor based on conductive silicon rubber composites.