



# 信息参阅

第 12 期

中电元协敏感元器件与传感器分会

中国电科第四十九所信息中心

2017 年 11 月 28 日

---

---

◇ 专业评析: .....	1-8
工信部印发《促进新一代人工智能产业发展三年行动计划（2018-2020 年）》（节）	
2018 年需要关注的 5 个物联网趋势	
◇ 行业新闻: .....	8-9
2017 中国物联网大会产业发展高峰论坛圆满成功	
◇ 技术动态: .....	9-11
北大张志勇团队实现世界上首个千兆赫兹碳纳米管集成电路	
ams 三刺激颜色传感器精确测量具有重大生物学意义的蓝光	
◇ 专利信息: .....	11
移动传感器	
◇ 市场资讯: .....	12-15
我国工业物联网规模预计 2020 年将突破 4500 亿	
◇ 英文文摘: .....	15-16
Nanomaterials for in vivo imaging of mechanical forces and electrical fields	

## 专业评析

### 工信部印发《促进新一代人工智能产业发展三年行动计划 (2018-2020年)》(节)

当前,新一轮科技革命和产业变革正在萌发,大数据的形成、理论算法的革新、计算能力的提升及网络设施的演进驱动人工智能发展进入新阶段,智能化成为技术和产业发展的重要方向。人工智能具有显著的溢出效应,将进一步带动其他技术的进步,推动战略性新兴产业总体突破,正在成为推进供给侧结构性改革的新动能、振兴实体经济的新机遇、建设制造强国和网络强国的新引擎。为落实《新一代人工智能发展规划》,深入实施“中国制造2025”,抓住历史机遇,突破重点领域,促进人工智能产业发展,提升制造业智能化水平,推动人工智能和实体经济深度融合,制订本行动计划。

#### 一、总体要求(略)

#### 二、培育智能产品

以市场需求为牵引,积极培育人工智能创新产品和服务,促进人工智能技术的产业化,推动智能产品在工业、医疗、交通、农业、金融、物流、教育、文化、旅游等领域的集成应用。**发展智能控制产品**,加快突破关键技术,研发并应用一批具备复杂环境感知、智能人机交互、灵活精准控制、群体实时协同等特征的智能化设备,满足高可用、高可靠、安全等要求,提升设备处理复杂、突发、极端情况的能力。**培育智能理解产品**,加快模式识别、智能语义理解、智能分析决策等核心技术研发和产业化,支持设计一批智能化水平和可靠性较高的智能理解产品或模块,优化智能系统与服务的供给结构。**推动智能硬件普及**,深化人工智能技术在智能家居、健

健康管理、移动智能终端和车载产品等领域的应用，丰富终端产品的智能化功能，推动信息消费升级。着重在以下领域率先取得突破：

（一）智能网联汽车。支持车辆智能计算平台体系架构、车载智能芯片、自动驾驶操作系统、车辆智能算法等关键技术、产品研发，构建软件、硬件、算法一体化的车辆智能化平台。到 2020 年，建立可靠、安全、实时性强的智能网联汽车智能化平台，形成平台相关标准，支撑高度自动驾驶（HA 级）。

（二）智能服务机器人。支持智能交互、智能操作、多机协作等关键技术研发，提升清洁、老年陪护、康复、助残、儿童教育等家庭服务机器人的智能化水平，推动巡检、导览等公共服务机器人以及消防救援机器人等的创新应用。发展三维成像定位、智能精准安全操控、人机协作接口等关键技术，支持手术机器人操作系统研发，推动手术机器人在临床医疗中的应用。到 2020 年，智能服务机器人环境感知、自然交互、自主学习、人机协作等关键技术取得突破，智能家庭服务机器人、智能公共服务机器人实现批量生产及应用，医疗康复、助老助残、消防救灾等机器人实现样机生产，完成技术与功能验证，实现 20 家以上应用示范。

（三）智能无人机。支持智能避障、自动巡航、面向复杂环境的自主飞行、群体作业等关键技术研发与应用，推动新一代通信及定位导航技术在无人机数据传输、链路控制、监控管理等方面的应用，开展智能飞控系统、高集成度专用芯片等关键部件研制。到 2020 年，智能消费级无人机三轴机械增稳云台精度达到 0.005 度，实现 360 度全向感知避障，实现自动智能强制避让航空管制区域。

（四）医疗影像辅助诊断系统。推动医学影像数据采集标准化与规范化，支持脑、肺、眼、骨、心脑血管、乳腺等典型疾病领域的医学影像辅助诊断技术研发，加快医疗影像辅助诊断系统的产品化及临床辅助应用。

到 2020 年，国内先进的多模态医学影像辅助诊断系统对以上典型疾病的检出率超过 95%，假阴性率低于 1%，假阳性率低于 5%。

（五）视频图像身份识别系统。支持生物特征识别、视频理解、跨媒体融合等技术创新，发展人证合一、视频监控、图像搜索、视频摘要等典型应用，拓展在安防、金融等重点领域的应用。到 2020 年，复杂动态场景下人脸识别有效检出率超过 97%，正确识别率超过 90%，支持不同地域人脸特征识别。

（六）智能语音交互系统。支持新一代语音识别框架、口语化语音识别、个性化语音识别、智能对话、音视频融合、语音合成等技术的创新应用，在智能制造、智能家居等重点领域开展推广应用。到 2020 年，实现多场景下中文语音识别平均准确率达到 96%，5 米远场识别率超过 92%，用户对话意图识别准确率超过 90%。

（七）智能翻译系统。推动高精度智能翻译系统应用，围绕多语言互译、同声传译等典型场景，利用机器学习技术提升准确度和实用性。到 2020 年，多语种智能互译取得明显突破，中译英、英译中场景下产品的翻译准确率超过 85%，少数民族语言与汉语的智能互译准确率显著提升。

（八）智能家居产品。支持智能传感、物联网、机器学习等技术在智能家居产品中的应用，提升家电、智能网络设备、水电气仪表等产品的智能水平、实用性和安全性，发展智能安防、智能家具、智能照明、智能洁具等产品，建设一批智能家居测试评价、示范应用项目并推广。到 2020 年，智能家居产品类别明显丰富，智能电视市场渗透率达到 90%以上，安防产品智能化水平显著提升。

### 三、突破核心基础

加快研发并应用高精度、低成本的智能传感器，突破面向云端训练、终端应用的神经网络芯片及配套工具，支持人工智能开发框架、算法库、

工具集等的研发，支持开源开放平台建设，积极布局面向人工智能应用设计的智能软件，夯实人工智能产业发展的软硬件基础。着重在以下领域率先取得突破：

（一）智能传感器。支持微型化及可靠性设计、精密制造、集成开发工具、嵌入式算法等关键技术研发，支持基于新需求、新材料、新工艺、新原理设计的智能传感器研发及应用。发展市场前景广阔的新型生物、气体、压力、流量、惯性、距离、图像、声学等智能传感器，推动压电材料、磁性材料、红外辐射材料、金属氧化物等材料技术革新，支持基于微机电系统（MEMS）和互补金属氧化物半导体（CMOS）集成等工艺的新型智能传感器研发，发展面向新应用场景的基于磁感、超声波、非可见光、生物化学等新原理的智能传感器，推动智能传感器实现高精度、高可靠、低功耗、低成本。到2020年，压电传感器、磁传感器、红外传感器、气体传感器等的性能显著提高，信噪比达到70dB、声学过载点达到135dB的声学传感器实现量产，绝对精度100Pa以内、噪音水平0.6Pa以内的压力传感器实现商用，弱磁场分辨率达到1pT的磁传感器实现量产。在模拟仿真、设计、MEMS工艺、封装及个性化测试技术方面达到国际先进水平，具备在移动式可穿戴、互联网、汽车电子等重点领域的系统方案设计能力。

（二）神经网络芯片。面向机器学习训练应用，发展高性能、高扩展性、低功耗的云端神经网络芯片，面向终端应用发展适用于机器学习计算的低功耗、高性能的终端神经网络芯片，发展与神经网络芯片配套的编译器、驱动软件、开发环境等产业化支撑工具。到2020年，神经网络芯片技术取得突破进展，推出性能达到128TFLOPS（16位浮点）、能效比超过1TFLOPS/w的云端神经网络芯片，推出能效比超过1TOPS/w（以16位浮点为基准）的终端神经网络芯片，支持卷积神经网络（CNN）、递归神经网络（RNN）、长短期记忆网络（LSTM）等一种或几种主流神经网络算法；在智

能终端、自动驾驶、智能安防、智能家居等重点领域实现神经网络芯片的规模化商用。

(三) 开源开放平台。(略)

四、深化发展智能制造 (略)

五、构建支撑体系 (略)

六、保障措施 (略)

(来源: 工信部)

(链接: <http://www.miit.gov.cn/n1146285/n1146352/n3054355/n3057497/n3057498/c5960779/content.html>)

## 2018 年需要关注的 5 个物联网趋势

物联网已经成为了全世界公认的未来发展趋势, 目前它正以极快的速度在全社会得到普及, 改变行业并将行业提升至新的高度, 例如医疗保健行业、金融财务行业等等, 几乎每隔几个月就会有新的机遇出现, 所以为了紧跟技术潮流, 本文列出了 2018 年最有可能的物联网趋势。

### 1. 设备数量增多

物联网就是将设备连接在一起并交换数据, 所以到 2018 年, 将会有更多的互联设备。而且, 这里的互联设备并不仅仅是指手机和笔记本电脑, 我们日常生活中会接触到越来越多的“智能”设备, 例如智能门, 智能门锁等等。

“智能”设备数量的增长将扩大利用物联网的流程, 从而使其更容易、更准确。此外, 物联网将变得更加可用, 不仅会在某些行业被利用, 还将渗入到日常的个人使用中, 发展和实现智慧城市, 物联网是必不可少的一环。根据 CSCO 公司对 IoT 增长的预测, 到 2020 年连接设备的数量将超过 500 亿。

### 2. 移动设备使用范围更加广泛

为了与“智能”设备连接，用户必须具有用于管理智能家庭的个人设备。由于世界上的移动用户数量庞大且仍在持续变大，所以智能手机在未来的物联网中将扮演更重要的角色。当然，在某些行为上我们将花费更少的时间和精力，生活会变得更容易。

### 3. 个性化的营销平台

用户可以对大量数据进行整体处理，所以营销人员可以根据用户的行为和个人资料，在手机或其他平台上设置个人广告。这样的方法将改变用户和产品所有者之间的关系，更多地关注用户需求，并且企业所有者将被赋予大量关于客户的信息来开发更有效的营销应用或方法。

### 4. 安全问题

物联网发展过程中有一个问题是大家都关心的，那就是如此大量使用互连的设备，物联网是否会导致严重的安全问题。因为即使是在现在，网络攻击也相当频繁，所以在实施现实生活中的所有创新计划之前，首先要考虑可能存在的安全漏洞，确保数据安全。

随着物联网在我们生活中的不断渗透，几乎每天都会会有新漏洞出现，这将会全方位的威胁我们的人身财产安全。例如，家里的智能锁和安全系统可能被一个窃贼禁用；车子可能会被迫开启车门并启动发动机；植入式心脏起搏器和胰岛素泵也容易受到黑客攻击。

### 5. 大数据和 AI

由于智能设备的增多，我们将比现在更多地使用物联网，处理的数据量也将快速增长。这时，正确处理和分析数据资源就是值得探讨的问题了。与人力计算相比，利用人工智能和机器学习，我们将得到更精确的结果和

分析。

总而言之，在我们生活的任何领域都具有巨大的潜力，如果实施得当，可能会引起令人难以置信的变化，直接影响到行业，政府部门以及普通居民的生活。  
(来源: <http://baijiahao.baidu.com>)

## 行业新闻

### 2017 中国物联网大会产业发展高峰论坛圆满成功

2017 年 12 月 6 日，在深圳举办的中国物联网大会产业发展高峰论坛已圆满结束。本次盛会汇集行业产业链上下游的超过 500+ 创始人/CEO/ 领军人物，国内外上千位分销商、IC 原厂精英以及 IDH、OEM、ODM、EMS 的企业和资深工程师朋友等专业人士，针对“物联网+”背景下物联网产业的机遇和挑战，以及智慧产业平台的未来发展进行了深入探讨。

Qorvo Wireless Connectivity 公司的 Cees Links 指出，物联网的核心在于连接，目前主流连接技术，如蓝牙，WiFi，Zigbee，5G，NB-IoT 等技术。现在，很重要的一个现象是，可穿戴设备、家庭照护、环境监测和工厂操作生产数据等越来越多地放到了云端进行处理，进而产生了一个新名词 SHaaS (Smart Home as a Service，智慧家庭即服务)。显然，智慧家庭会成为未来上下游厂商的必争之地。

华为公司 IoT 平台首席架构师罗杰指出，未来 30 年，万物互联是智能社会数字化转型的基础。他还强调，全球城市化加速带来智慧城市建设模式的转变。

会上报告精彩纷呈，安森美副总裁麦满权、高通公司副总裁孙刚、微



软公司中国区首席技术顾问管震、Silicon Labs 亚太区区域营销高级经理陈雄基、世强先公司进电商运营总监刘学锋、CityVerve 公司 CEO Stuart Millward、Sincere Tech 公司 CEO Ron Fridman 等都针对各自的领域发表了精彩的演讲，

除了物联网产业发展高峰论坛，同期举办了各主题分论坛：IoT 大会传感器分论坛，芯片创业与投资分论坛，智慧家庭分论坛，可穿戴设备分论坛，智慧城市分论坛，工业物联网分论坛，颁奖典礼暨中外企业家交流晚宴。

(来源：电子发烧友)

## 技术动态

### 北大张志勇团队实现世界上首个千兆赫兹碳纳米管集成电路

碳纳米管被认为是构建亚 10nm 晶体管的理想材料；理论和实验研究均表明相较硅基器件而言，其具有 5~10 倍的本征速度和功耗优势，有望满足后摩尔时代集成电路的发展需求。

但是，由于寄生效应较大，实际制备的碳管集成电路工作频率较低（一般在兆赫兹以下， $1\text{MHz}=10^6\text{Hz}$ ），比硅基互补金属氧化物半导体（CMOS）电路的工作频率（千兆赫兹，即吉赫兹， $1\text{GHz}=10^3\text{MHz}=10^9\text{Hz}$ ）低几个数量级。因此，大幅度提升碳纳米管集成电路的工作频率成为发展碳纳米管电子学的重要挑战。

北京大学信息科学技术学院、纳米器件物理与化学教育部重点实验室彭练矛教授-张志勇教授团队在碳纳米管电子学领域潜心研究十几年，发展了一整套碳管 CMOS 技术，前期已实现亚 10nm CMOS 器件以及中等规模集成

电路。日前，他们通过对碳管材料、器件结构/工艺和电路版图的优化，在世界上首次实现工作在千兆赫兹频率的碳管集成电路，有力推动了碳纳米管电子学的发展。

团队首先通过优化碳管材料、器件结构和工艺，提升碳纳米管晶体管的跨导和驱动电流；对于栅长为 120nm 的晶体管，在 0.8V 的工作电压下，其开态电流和跨导分别达到  $0.55\text{mA}/\mu\text{m}$  和  $0.46\text{mS}/\mu\text{m}$ ，其中跨导为已发表碳管器件的最高值。基于如此性能的器件，成功实现了五级环振，振荡频率达 680MHz。而后，团队进一步优化器件结构，在源漏和栅之间引入空气侧墙，以减少源漏寄生电容；同时增加栅电阻的厚度，以减少寄生电阻，振荡频率达到 2.62GHz。

在此基础上，团队通过缩减碳管晶体管栅长和优化电路版图，将五级环振振荡频率进一步提升至 5.54GHz，比此前发表的最高纪录（282MHz）提升了几乎 20 倍；而 120nm 栅长碳管器件的单级门延时仅为 18ps，在没有采用多层互联技术的前提下，速度已接近同等技术节点的商用硅基 CMOS 电路。更为重要的是，该技术所采用的碳纳米管薄膜作为有源区材料，可实现高性能碳管环振电路的批量制备，且电路成品率为 60%，环振的平均振荡频率为 2.62GHz，表征差为 0.16GHz，表现出较好的性能。

2017 年 12 月 11 日，上述工作在线发表于《自然·电子学》(Nature Electronics, DOI:10.1038/s41928-017-0003-y)，即将正式刊载于该期刊的创刊号。这项研究工作不仅极大推进了碳纳米管集成电路的发展，更表明基于现有的碳管材料，通过简单工艺已可能实现性能与商用单晶硅基 CMOS 性能相当的集成电路；如果采用更为理想的材料（例如高密度碳管平

行阵列) 和更高级的加工工艺, 则有望推动碳纳米管技术在速度和功耗等方面全面超过硅基 CMOS 技术。 (来源: <https://www.nature.com>)

### ams 三刺激颜色传感器精确测量具有重大生物学意义的蓝光

近日, 全球领先的高性能传感器解决方案供应商艾迈斯半导体 (AMS) 推出三刺激传感器 AS7264N, 提供的颜色测量可精准匹配人眼对可视光谱的反应。这一新型传感器还能精确地测量蓝光波长, 研究认为蓝光波长与生活作息不规律、眼睛加速老化和眼疲劳等影响健康的关键因素有关。

AS7264N 采用紧凑型  $4.5\text{mm} \times 4.7\text{mm} \times 2.5\text{mm}$  LGA 封装, 小巧的尺寸使其非常适用于灯具和互联的传感器组件。AS7264N 还有望应用于以人为中心的照明和智能楼宇调控等新兴应用。

新款传感器依托于艾迈斯半导体成功的 AS72xx 产品平台, 该平台提供用于光谱和照明应用的完整光和颜色传感器产品系列, 涵盖从近紫外到近红外光。该产品系列中的三刺激颜色传感器使用独特的晶圆硅干涉滤光器打造独立的光谱通道, 并与 CIE 1931 标准色度观察者 XYZ 模型特性的规定相匹配。AS7264N 具备两个额外的蓝光滤光器, 能够精准测量波长介于 440nm 和 490nm 之间的蓝光强度。

与 AS72xx 系列中的其它产品一样, AS7264N 通过 I2C 接口提供易于使用的数字颜色测量输出。该器件的硅干涉滤波器, 不会随使用寿命和温度变化产生大的波动, 能够保持终生的终端设备校准。可编程的芯片上 LED 驱动器具有直接控制同步电子快门的功能。

AS7264N 颜色传感器现已提供样品, 评估板可在艾迈斯半导体 ICdirect 在线商店获取。 (来源: 麦姆斯咨询)

## 专利信息

### 移动传感器

授权公告号：CN 206740791 U

授权公告日：2017.12.12

申请号：201621269171.5

申请日：2016.09.28

专利权人：霍尼韦尔国际公司

发明人：A·J·布桑、J·基尔科特、J·斯托尔富斯等

摘要：本实用新型涉及一种移动传感器。所述移动传感器包括：多极环形磁体、半导体衬底、形成在半导体衬底上的第一磁传感器和形成在半导体上的第二磁传感器。第一磁传感器被配置为响应于多极环形磁体的移动来产生第一输出信号，并且第一磁传感器的质心和第二磁传感器的质心是分离的并且相对于多极环形磁体在半导体衬底上被径向对准。第二磁传感器相对于第一磁传感器以预定角度来布置，并且被配置为响应于多极环形磁体的移动来产生第二输出信号。预定角度是  $0^\circ$  和  $90^\circ$  之间的唯一值，并且预定角度被配置为响应于多极环形磁体的移动来产生第一和第二输出信号之间在相位上的差异。

## 市场资讯

### 我国工业物联网规模预计 2020 年将突破 4500 亿

工业，是一个国家经济发展的重中之重。伴随着物联网产业迎来了飞速发展的黄金时期，随之而来的工业物联网发展势头如何呢？还有哪些痛点亟需解决呢？

2017 年 12 月 19 日,《2017 中国工业物联网产业白皮书》在京发布。白皮书显示,2016 年我国工业物联网规模达到 1896 亿元,在整体物联网产业中的占比约为 18% (详见 P16 图 1)。预计在政策推动以及应用需求带动下,到 2020 年,工业物联网在整体物联网产业中的占比将达到 25%,规模将突破 4500 亿元。

工业物联网是一种数字时代先进生产模式,提高制造效率,改善产品质量,降低产品成本和资源消耗,最终实现将传统工业提升到智能化的新阶段。同时,通过云服务平台,面向工业客户,融合云计算、大数据能力,助力传统工业企业转型。工业物联网最终强调的是万物互联,是物联网在工业领域具体应用。

赛迪顾问股份有限公司副总裁李珂表示,在 2016 年细分应用领域中,工业物联网占据物联网市场的 19.8%,位居所有行业第一位。可以说,物联网在工业中的应用,已成为物联网最重要的领域 (详见 P16 图 2)。

同时,李珂认为,目前工业物联网产业还存在不少突出问题。

一是基础支持力量薄弱,共性技术开发滞后。长期以来,我国的工业基础相对较为薄弱。现阶段,我国在传感器关键技术、计算机系统设计技术、通信网络技术等物联网共性技术方面滞后于欧美日等发达国家,无法为我国的工业转型提供强有力的支撑。

二是人才不足制约发展,资金支持需要提升。工业物联网具有应用案例与场景多样化、数据多结构化的特点,需要企业员工利用大数据融合实时与各种非结构化数据共同进行预测性和规范性分析,现有工业企业所拥有的人才并不具备相关分析和解决问题的能力。此外,我国工业物联网的

发展处于起步阶段，在技术研发、企业培育、产品推广等方面需要大量的资金支持。

三是产业尚处起步阶段，安全问题有待解决。随着工业物联网的推广，数以亿计的设备将产生海量的数据，与此同时，数据暴露的可能性也将持续增大，将威胁工业系统的生产和应用过程。数据所有权和安全性问题仍是设备制造商和用户讨论的焦点，也是未来工业物联网推广应用急需解决的问题。

四是企业发展面临不均，中小企业较难复制。对一些中小型工业企业来说，传统的系统集成、定制开发的理念无法应用到中小型企业中，工业物联网建设成本过高，使得大企业的成功模式无法在小企业复制，导致我国工业物联网应用呈现出两极分化的状态。对此，可通过设备租用、建设基于物联网的公用云平台等商业模式创新赋能中小型企业，解决工业物联网应用不均衡的问题。

对于工业物联网产业未来发展，李珂表示，建议政府把握国际物联网的发展方向，研发出物联网产业发展的核心技术，不断引进或者借鉴国际上物联网的先进技术，并根据我国物联网发展的实际需要，对技术进行再创新。

此外，加大投入力度，重视金融支撑。在相关的政策上和法律上给予一定的支持和保障。在政策方面要明确物联网产业发展的方向，制定出相关的发展规划和措施，并且要重视人才培养，引进高端人才。因为，发展物联网技术，必须要重视复合型人才的培养，如此才能支持工业物联网技术研究与应用可持续发展。

相关人士解读称，当前中国工业互联网由政府引领转向应用需求为主导，企业开始应用工业互联网解决自身所面临的问题，比如通过传感器仪器仪表实时监控生产设备、在制品及工作人员的状态，实现制造过程的智能执行，提高生产效率和产品质量。目前，中国制造业面临着提高生产制造效率、实现节能减排和完成产业结构调整的战略任务，工业互联网将对企业的生产、经营和管理模式带来深刻变革。

(来源: <http://sensorexpert.cailiao.com>)

### 英文文摘

#### **Nanomaterials for in vivo imaging of mechanical forces and electrical fields**

Randy D. Mehlenbacher, Rea Kolbl and Alice Lay, etc. *Journal of Nature*. doi: 10.1038/natrevmats.2017.80, Published online: 19 December 2017.

**Abstract:** Cellular signalling is governed in large part by mechanical forces and electromagnetic fields. Mechanical forces play a critical role in cell differentiation, tissue organization and diseases such as cancer and heart disease; electrical fields are essential for intercellular communication, muscle contraction, neural signalling and sensory perception. Therefore, quantifying a biological system's forces and fields is crucial for understanding physiology and disease pathology and for developing medical tools for repair and recovery. This Review highlights advances in sensing mechanical forces and electrical fields in vivo, focusing on optical probes. The emergence of biocompatible optical probes, such as genetically encoded voltage indicators, molecular rotors, fluorescent dyes, semiconducting nanoparticles, plasmonic nanoparticles and lanthanide-doped upconverting nanoparticles, offers exciting opportunities to push the limits of spatial and temporal resolution, stability, multi-modality and stimuli sensitivity in bioimaging. We further discuss the materials design

principles behind these probes and compare them across various metrics to facilitate sensor selection. Finally, we examine which advances are necessary to fully unravel the role of mechanical forces and electrical fields in vivo, such as the ability to probe the vectorial nature of forces, the development of combined force and field sensors, and the design of efficient optical actuators.



图1 2016年中国工业互联网产业结构比例（来源：赛迪顾问）（详见P13文字）

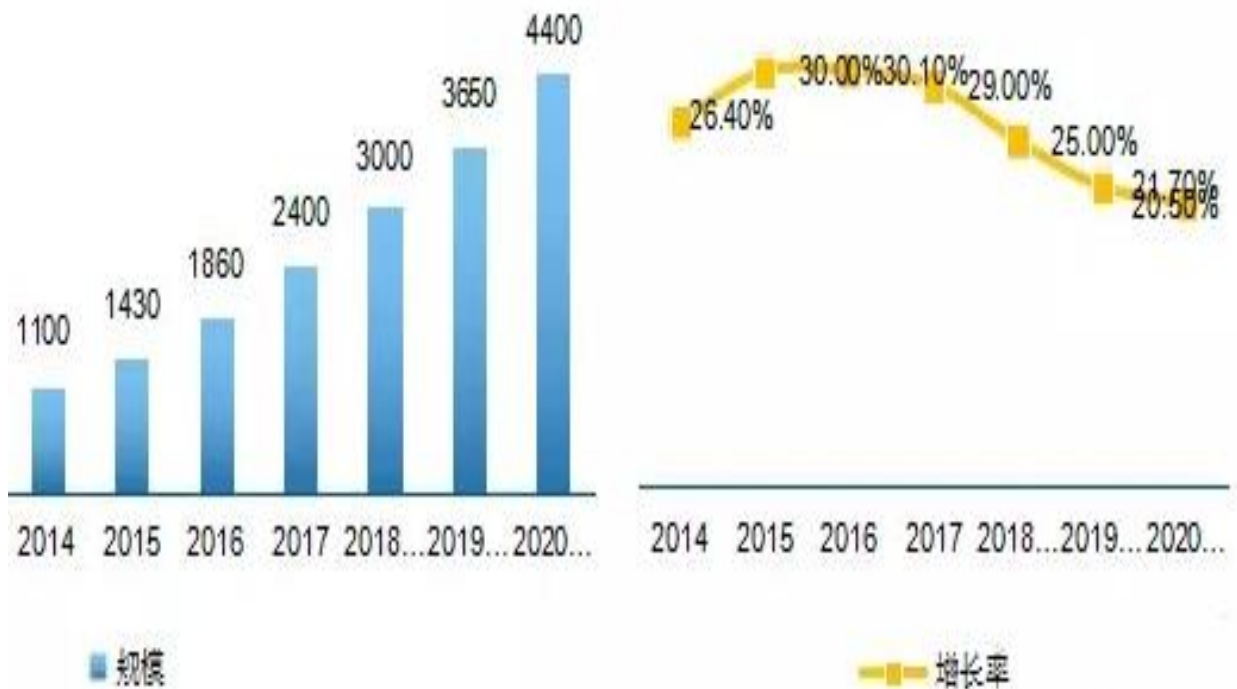


图2 2016年中国工业互联网产业结构（来源：赛迪顾问）（详见P13文字）