

High end equipment biweekly magazine

# 高端装备半月刊

2017. 5. 31



主办：北京太阳谷咨询有限公司

电话：010-52882700 57325821

邮箱：info@equipinfo.com.cn

网址：www.jixiezb.com.cn

## 目 录

## 高新技术船舶与海工装备

- 黄埔文冲交付华南首座风电安装平台 .....2
- 全球首个船级社认证 3D 打印螺旋桨将诞生 .....3
- 我国海域天然气水合物试采成功 .....4

## 航空航天技术装备

- 俄国产大飞机 MC-21 成功首飞 .....7
- 中俄国际商用飞机有限责任公司在上海成立 .....8
- 俄罗斯总统普京要求加快对超重型运载火箭的研制工作 .....9
- 欧洲航天局测试 3D 打印的 PEEK 塑料立体小卫星 .....10
- 波音将与 DARPA 研发全新的极超音速太空飞船 .....11

## 航空发动机与燃气轮机

- 两部委发文推进燃气轮机创新发展 加快培育应用市场 .....17
- 世界上最大的商用航空发动机 GE9X 开始型号认证测试 .....17

## 智能制造技术装备

- 行业高速发展我国数控机床市场前景向好 .....20
- 俄新型太空机器人 2021 年试飞 将从事舱外作业工作 .....21

## 轨道交通装备

- 我国首款时速 160 公里城际动车组正式交付 .....23
- 我国首款山地型地铁列车诞生 .....24

## 能源环保及电力装备

- 我国首套 10 万空分机组试车成功 .....25
- “华龙一号”全球首堆示范工程成功完成穹顶吊装 .....26

## 新材料技术及应用

- 新技术从玉米芯里“变出”石墨烯 .....29

## 电子信息与通信工程

- 中电科 14 所研发雷达“铁布衫”：可挡高功率微波武器 .....30
- 我国有了 1 级精度标准齿轮 .....31
- 我国集成电路 14 纳米芯片研发取得突破 .....31

## 【高新技术船舶与海工装备】

## 黄埔文冲交付华南首座风电安装平台

5月18日,中船黄埔文冲船舶有限公司为广东精钢海洋工程股份有限公司建造的首座KOE01型自升式风电安装平台在广州南沙交付。该座平台是华南首座风电安装平台,是目前国内液压升降速度最快的风电安装平台。



2015年9月18日,黄埔文冲和精钢海工签订1+1座风电安装平台建造合同。2016年3月28日,平台主船体开工。2016年12月15日,平台下水。2017年5月10日,平台完成全程升降试验。该平台创下了黄埔文冲海工产品建造的多个记录:第一次制作八角形桩腿,施工难度大、精度控制要求高,并首次完成总重为400吨的桩腿总段的吊装;一次性顺利完成主吊机满负荷800吨和1.1倍负荷880吨负重试验,这是黄埔文冲目前开展过的最重的一次负重试验;首次安装国内升降载荷量最大的3600吨液压插销式连续升降系统,该系统由精钢海工自主研发,使用寿命更长、工作更为可靠、环境适应性更强,能为单桩提供最大5000吨载荷,确保了平台在大起升重量情况下的稳定性和可靠性。

KOE01型风电安装平台适用于45m水深以内的海域作业,总长85.8m,型宽40m,型深7m,桩腿高80m,甲板面积约为2000m<sup>2</sup>,可变载荷2500吨,自持力30天,定员80人,兼顾了自升式平台和浮式船舶的优点,可以独立完成海上作业任务,一次性运载多部风机,减少对本地港口的依赖,并保证了良好的稳性,满足中国沿海各风电场的安装与服务。

KOE01型风电安装平台基本实现了国产化,性价比高。3600吨液压插销式连续升降系统、变频电动锚绞车、800吨绕桩式主吊机等主要设备均为国产制造,打破了国外技术垄断,为我国开发建设更为先进的海上风电安装装备打下了良好的基础。

据了解,黄埔文冲为精钢海工建造的第2座风电安装平台也于日前合同生效。该平台将配置1200吨绕桩式全回转主吊机,工作能力更强,性能更加先进。除此之外,黄埔文冲

正在建造 1500 吨深潜坐底起重平台，漂浮作业最大水深达 80 米，深潜坐底作业最大水深达 32 米，配置 1600 吨桅杆式回转起重机，装备 3000 千焦的液压打桩锤，可全方位满足各类风电、桥梁、打捞等海上工程施工的作业需求，综合作业能力达到国际领先水平。

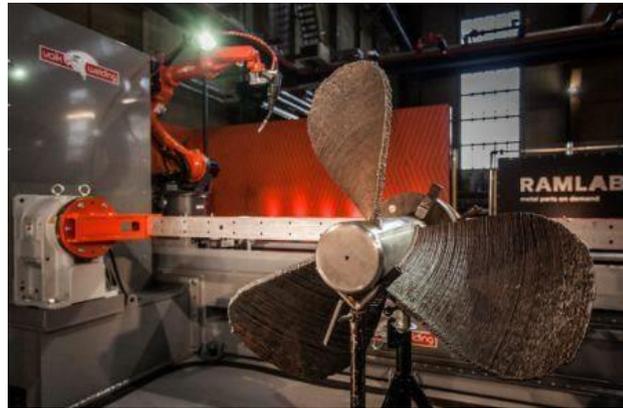
据介绍，目前黄埔文冲、精钢海工正在开展新一代风电安装装备研究开发，未来产品将具备自航能力，甲板面积和有效甲板载荷将会更大，升降装置能力也会更强，以满足今后海上风电开发离岸距离越来越远、风机功率越来越高、工程效率要求越来越高等要求。



国家能源局发布的《可再生能源发展“十三五”规划》中明确的表示，“十三五”期间我国海上风电产业技术基本成熟，未来我国海上风电将进入较快发展的黄金时期，在 2020 年前将会有 1000 万千瓦的海上风力发电开工建设(相当于三峡工程一半的发电量)，并且要求确保有 500 万千瓦的风力发电设施建设完成。在未来的 2-3 年内，国内还需要安装 1500-2000 台风机，对风电安装平台的需求预计还有 20 台。

## 全球首个船级社认证 3D 打印螺旋桨将诞生

在 2017 德国汉诺威工业博览会上，Autodesk 展出了与荷兰 3D 打印实验室 RAMLAB 合作制造的第一件成功的试验作品——船舶螺旋桨。



近日，达门造船集团与 RAMLAB 实验室、德国螺旋桨制造商 Promarin、软件巨头 Autodesk 及法国

船级社(BV)组成联盟，目标是开发世界上第一个船级社认证的 3D 打印船用螺旋桨 WAAMPeller。这项创举或将成为螺旋桨制造业的一次革命。

RAMLAB 实验室位于鹿特丹港，使用线弧增材制造(WAAM)技术结合传统减材制造技术，致力于金属船舶维修和零部件生产。Promarin 是一家德国公司，专业从事螺旋桨制造。Autodesk 将为项目提供软件支持，法国船级社将跟进此项认证过程。

3D 打印螺旋桨将用于 Promarin 设计的 Damen Stan 拖轮 1606。打印完毕后的螺旋桨直

径 1300mm，重约 180kg，这将是首个船级社认证的金属 3D 打印船用配件。

据了解，这个螺旋桨是 RAMLAB 采用增-减材混合方法制造，整个过程首先使用 Autodesk 的软件完成 3D 建模；然后使用 RAMLAB 的电弧焊接式 6 轴机械臂 3D 打印；最后通过车削和研磨等传统减材工艺精加工并且得到成品。

一旦螺旋桨打印好，达门将进行全方位试航。

生产和认证过程结束后，2017 年夏天开始，将对螺旋桨执行全面的试验。这些测试包括系柱拉力和碰撞测试。系柱拉力试验是一种传统评估船舶质量的方法，这个过程将帮助证明 3D 打印零部件可以有效应用于实践。

该项目不仅标志着 3D 打印技术的一个显著进步，也有可能在未来对优化船舶设计产生显著的结果。3D 打印技术将为船舶结构性能和燃料消耗的改善带来新思路及有效方法。

## 我国海域天然气水合物试采成功

5 月 18 日，国土资源部在南海神狐海域举办天然气水合物试采现场会。

我国南海神狐海域天然气水合物试采实现连续 7 天 19 个小时的稳定产气，取得天然气水合物试开采的历史性突破，我国进行的首次天然气水合物试采宣告成功。



南海神狐海域天然气水合物试采工作由国土资源部中国地质调查局负责，在党中央、国务院的坚强领导下，在财政部、发展改革委和科技部等部委的大力支持下，在中国石油集团等单位的全力配合下，5 月 10 日起，国土资源部中国地质调查局从我国南海神狐海域水深 1266 米海底以下 203-277 米的天然气水合物矿藏开采出天然气。截至 5 月 18 日 10 时，累计产气超 12 万立方米，最高产量达 3.5 万立方米/天，平均日产 1.6 万方，其中甲烷含量最高达 99.5%，圆满完成预定目标，实现了理论、技术和工程的重大创新。

水合物即可燃冰，分布于深海沉积物或陆域永久冻土中，是由天然气与水在高压低温条件下形成的类冰状结晶物质，燃烧后仅会生成少量的二氧化碳和水，污染比煤、石油、天然气小很多，但能量高出十倍。

此外，可燃冰储量巨大，所含有机碳资源总量相当于全球已知煤、石油和天然气总量的

两倍，被国际公认为石油、天然气的接替能源。

## ► 快讯

● 由广船国际建造的全球第一艘千吨级纯电池推动载重船舶预计于今年 10 月诞生，此举将填补世界同吨位内河双电驱动散货电动船空白。该船由广州发展瑞华新能源电动船有限公司投资，广船国际于 2017 年 2 月 10 日正式开工建设，年内即可完工，并将在明年年初



付运。该船总长 70.5 米，型宽 13.9 米，型深 4.5 米，设计吃水 3.4 米，设计载货量 2000 吨。船舶在满载条件下，航速最高可达 12.8 公里/小时，续航力可达 80 公里。全程不消耗燃油，碳、硫等废气污染物及 PM2.5 颗粒等实现零排放；整船电池容量相当于 30-50 台电动汽车电池容量，但整船充电只需要 2 个小时。

● 5 月 15 日，由泰和海洋科技集团投资建造的 2200 吨小水线面双体式海洋科考船，在浙江省温岭市天时造船有限公司正式开工。该船是目前国内民营船企承建的



最大吨位小水线面高性能船舶。该船总长 63 米，型宽 23 米，型深 9.4 米，满载排水量约 2200 吨，自持力为 50 天，可载员 60 人。该船集多学科、多功能、多技术手段为一体，可开展深远海调查作业包括海洋声学、物理海洋、地球物理、海洋化学、海底地质科学调查研究以及矿产、生物、基因资源及生物多样性研究；并可满足 4500 米级作业型 ROV、ARV 收放和作业支持的需要。该船还可承担新研发的海洋调查仪器设备的海试平台功能。该船首次采用了国产化大功率直流母排电力推进技术，并首次使用了国产大功率低转速永磁电机，可大大降低震动噪音对水下声学调查的干扰，特别适合于水声调查研究和海洋声学设备的海试。

● 5 月 12 日，由华讯方舟股份联合国外顶级地效翼船团队研制的首艘 HX50 地效翼船在深圳金沙湾海域成功首航。HX50 地效翼船，利用了国外最先进的材料，结合华讯方舟股

份自身的飞控技术、通讯技术、导航技术。华讯方舟地效翼船在水面加速滑行 200 米后即能起飞，速度最快可达 210 公里每小时，比普通船只快 6 至 7 倍,还具有好的续航性和安全性，单次飞行距离可达 1000km，船体紧贴水面飞行时，一旦遇到障碍



物，能在短时间内将飞行高度拉至 150 米；50cm 的水深可起飞，三重船体设计使得它不会被海水翻转，在 2 米浪高环境自由升降，适应 3 级以上的海况环境，万一引擎故障，也能安全地降落在水面上。据了解，华讯方舟地效翼船目前有 5 人座，8 人座，未来还将推出 20 人座及 30 人座。

● 日前，曼恩柴油机与透平公司宣布，全球首台 ME-GIE(气体喷射乙烷)两冲程发动机已经在“Gaschem Beluga”号 LEG 船上成功通过了气体测试。这台 Mitsui-MAN B&W 7G50ME-C9.5-GIE 机是系列两台发动机中的首台，这两台发动机将是两艘



36000 立方米 LEG 船的主推进装置。两艘新船由德国 Hartmann Reederei 公司和挪威 Ocean Yield 公司订造，由太平洋海工建造。目前曼恩公司已手持 8 台 ME-GIE 发动机订单。该机的覆盖功率范围为 5-90MW。该型机还能使用 LPG 和甲烷或者乙烷混合燃料，气体模式效率不变，LPG 的比例可达 50%甚至更高。ME-GIE 机还可使用几乎所有形式的废气作为燃料，为该型机的新应用打开了大门，包括 FPSO。

● 据报道，三星重工为壳牌建造的全球最大浮式液化天然气装置 (FLNG)Prelude FLNG 即将交付。

Prelude FLNG 长 489 米、宽 74 米，重 256000 吨，大小相当于 4 个足球场。

Prelude FLNG 每年能够生产 360 万吨 LNG、130 万吨冷凝水和 400000 吨液化



石油气。目前，Prelude FLNG 的建造工作已经完成了 97%，将在 6 月交付。

## 【航空航天技术装备】

## 俄国产大飞机 MC-21 成功首飞

5月28日,俄罗斯联合航空制造公司(UAC)的 MC-21-300 客机完成首飞。

MC-21 也称为 MS-21,来自俄语“Magistralny Samolet 21 veka”的首字母缩写,意思是“21世纪干线飞机”。MC-21 包括 MC-21-200 和 MC-21-



300 两个型号,目前首飞的 300 型号。MC-21-300 能搭载 211 名乘客,最大航程为 3200 海里,比中国的 C919 略大,与空客 A321 相似。而 MC-21-200 机型能搭载 165 名乘客,最大起飞重量为 72560 公斤。MC-21 系列飞机的重心是希望提供比空客 A320neo、波音 737MAX 及中国商飞 C919 更大的运力。MC-21 计划于 2018 年晚些时候交付启动用户俄罗斯航空公司。MC-21 也是首架以高展弦比复合材料机翼为特色的俄商用飞机,复合材料组件包括翼盒和水平及垂直尾翼。

据悉,用于首飞的 MC-21-300 飞机配备普惠公司 PW1400G-JM 发动机,该发动机于 2016 年 9 月在俄罗斯获得认证。动力装置是在空客 A320neo、庞巴迪 C 系列、三菱支线喷射机以及巴航工业 E2 这些飞机上配备的超高涵比发动机的具有 31000 磅推力的版本。

MC-21 飞机也可配备俄罗斯联合发动机公司旗下 Aviadvigatel 公司的 PD-14 发动机,该发动机将于 2018 年获得认证。MC-21 飞机的航电设备由霍尼韦尔、泰雷兹和埃尔比特系统公司提供。航电设备组件包括多功能 9×12 英寸的显示系统、电子飞行包、增强视觉与合成视觉系统。其也是配备了侧杆系统,由联合技术公司旗下联合技术航空系统公司提供。其它合作伙伴包括卓达宇航、伊顿、美捷特和古德里奇。更多的国外供应商已参与到在位于西伯利亚伊尔库次克的伊尔库特生产基地建立一个现代化生产线,并为其提供飞机生产所需的材料。

据了解,MC-21 飞机是后苏联时代第一款本土设计的窄体飞机,俄罗斯航空航天工业希望借助 MC-21 飞机回归全球商用飞机市场。这一项目最初是俄罗斯政府在 2003 年提出的,希望其成为图-154 和图-204 的替代机型。MC-21 项目在 2007 年正式推出,由俄罗斯联合航

空制造公司的子公司伊尔库特公司领导。同俄罗斯第一个后苏联时代的商业飞机项目苏霍伊超级 100 客机一样，这一新窄体飞机的开发交由一家战斗机生产商完成。

该飞机的设计草图在 2008 年通过，一年后伊尔库特公司为该项目选择了主要供应商。这是继苏霍伊超级 100 客机之后，俄罗斯第二个由主要国际供应商参与的商用飞机项目。在 MC-21 项目启动时，曾计划于 2016 年投入运营，同年空客 A320neo 和庞巴迪 C 系列飞机也将投入运营。然而开发过程中组织和技术方面的延迟可能使其落后于其它同级别新一代飞机，这也将进一步限制其市场。

MC-21 飞机目前计划在 2018 年获得俄罗斯适航认证，并在一年后获得欧洲航空安全局 (EASA) 认证。

目前 MC-21 飞机已确认订单数量达 175 架，客户主要是俄政府拥有的租赁公司。已承诺订购的数量达到 100 多架。俄最大的航企俄罗斯航空预计将首家运营 MC-21 的航企，其将在 2019 年通过租赁公司 Avia Capital Services 接收首架 MC-21 飞机。

## 中俄国际商用飞机有限责任公司在上海成立

5 月 22 日，中国商飞 (COMAC) 与俄罗斯联合航空制造集团 (UAC) 的合资企业——中俄国际商用飞机有限责任公司 (CRAIC) 在上海成立。合资公司主要负责中俄联合研制新一代远程宽体飞机项目的运行工作。

中俄远程宽体客机是在中俄全面战略协作伙伴关系深入发展背景下，两国企业在高科技领域开展务实合作的重大战略性合作项目。2016 年 6 月 25 日，在习近平主席与普京总统见证下，中国商飞公司与俄罗斯联合航空制造集团签署了项目合资合同。经过双方企业的充分协商，坚持对等合作、优势互补、互利共赢、追求卓越的发展原则，坚持联合研制、国际合作、国际标准的技术路线。目前合资公司已完成工商注册程序，取得了营业执照。合资公司名称为：中俄国际商用飞机有限责任公司 (China-Russia Commercial Aircraft International Co., Ltd (CRAIC))。合资公司设在上海。



作为远程宽体客机项目的主制造商,中俄国际商用飞机有限责任公司主要经营范围是宽体飞机产品研制和技术开发、制造、市场营销、销售、售后支持、咨询和项目管理等其他相关业务。在项目具体实施中,合资公司将充分利用双方母公司的优势资源,开展宽体客机系列化机型的研制工作。合资公司将按照现代企业治理结构组建,设立董事会和监事会。首任董事长由俄罗斯联合航空制造集团委派,为俄罗斯联合航空制造集团副总裁、苏霍伊民用飞机公司总裁乌拉基斯拉夫·马萨诺夫;总理由中国商飞公司委派,为中国商飞公司总经理助理、宽体客机项目总经理郭博智。合资公司董事会共八人,四名来自中方,四名来自俄方。

中俄国际商用飞机有限责任公司将按照市场化、规范化原则,在全球招标,优先选择经验丰富、产品具备足够市场竞争力、愿意共担风险的供应商参与研制。合资公司欢迎并鼓励更多的供应商在本土投资或合资进行配套生产。

目前,双方已经确定了远程宽体飞机系列化发展方案,完成了飞机级指标初步定义,明确了基本型的航程(12000 公里)和座级(280 座)。近期,项目将转入初步设计阶段,将对系统和设备供应商进行问询。总装将在上海完成。

## 俄罗斯总统普京要求加快对超重型运载火箭的研制工作

近日美俄接连公布了新的太空计划。为增强太空竞争力,俄罗斯总统普京 5 月 22 日提出应增加俄在轨遥感卫星数量,并加快研制超重型运载火箭。而美国虽然小幅下调了航天预算,但对太空探索的计划也并未放松。



俄罗斯现拥有在轨遥感卫星 8 颗。普京 5 月 22 日在航天领域发展会议上提出,2020 年前俄在轨遥感卫星数量至少要达到 15 颗,以确保对俄罗斯以及全球的顺利观测。普京说,未来全球遥感数据市场需求将显著增加,俄在这一领域具有竞争优势,应充分利用这一优势,扩大遥感卫星群规模。他还表示,遥感技术对俄罗斯国防安全、经济建设、社会服务以及公共管理等具有重要意义。

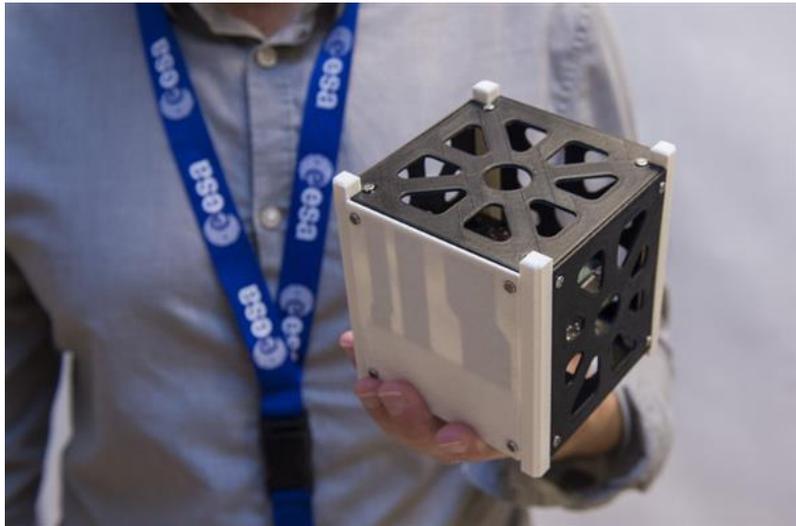
俄罗斯负责国防事务的副总理罗戈津在会后的新闻发布会上表示,普京要求加快对超重型运载火箭的研制工作。俄超重型火箭计划 2025 年后面世,将能用于对月球及其他天体的环绕飞行任务。俄罗斯国家航天事务集团去年 8 月宣布,将研制近地轨道运载能力达 160 吨

的超重型运载火箭。

美国政府 5 月 22 日向国会提交了 2018 年预算草案，其中美国国家航空航天局的支出为 191 亿美元，下降 0.8%。根据这份草案，美国将对行星探测项目投入 19 亿美元，包括对火星和木卫二的探测。另外 39 亿美元或将被用于制造“猎户座”载人航天器项目。

## 欧洲航天局测试 3D 打印的 PEEK 塑料立体小卫星

近日，欧洲航天局 (ESA) 推出了一个用硬质导电塑料来 3D 打印立方体卫星主体的新计划。ESA 已经正式开始首次试运行这些 3D 打印微型卫星，以让它们为将来的使用做好准备。除了 3D 打印主体外，它们还安装



有内部电气线路。仪器、电路板和太阳能电池板只需插入即可。

据了解，为了这个新项目，欧洲航天局与葡萄牙聚合物工程公司 PIEP 达成合作，他们共同开发出一种标准的 3D 打印 PEEK 材料。立方体卫星可能只是 PEEK 的 3D 打印应用的开始，下一步欧洲航天局打算开发一种专为太空优化的 PEEK3D 打印机。

为了一个初步的展示，代尔夫特理工大学的两名研究员 3D 打印了立方体卫星的主体。据介绍，这些 3D 打印 PEEK 微型卫星不仅能在太空中航行，其本身也有极强的功能性。它们整合了导电线，而不是通常的用于连接不同卫星子系统的线束，从而节省了时间、空间和能量。

据悉，立方体卫星可能只是 PEEK 的 3D 打印应用的开始，下一步 ESA 打算开发一种专为太空优化的 PEEK3D 打印机。ESA 将在零重力的飞机飞行上初步测试这种 3D 打印机。

最终，该 3D 打印机将被送往国际空间站。宇航员可用它来打印从螺丝钉到水阀和密封容器的一切东西，甚至牙刷，因为 PEEK 具有生物相容性。在轨道上 3D 打印这些物品会大大降低成本。这些塑料制品随后可以被回收利用，这减少了太空中材料的稀缺性，并让宇航员们更加自给自足。

第一个用 PEEK 打印的结构性部件预计将在 2020 年前被安装在第三代 Meteosat 气象卫

星上进行航行。

## 波音将与 DARPA 研发全新的极超音速太空飞船

据报道,波音公司计划与美国国防高级研究计划局(DARPA)合作研发一艘新型极超音速太空飞船。这艘太空飞船被称为 Phantom Express,旨在利用飞机携带和发射小型卫星,而不是火箭。

在过去几年中,美军一直在寻求全新的极超音速太空飞船,可以在短时间内频繁重



复使用,以便将多颗卫星送入轨道。而现在美国国防部已经选择了波音公司把这个太空飞船变成现实。为美军测试新型先进技术的机构 DARPA 已经选择波音公司的设计理念,作为该机构试验性太空飞机项目 XS-1 的一部分。这意味着 DARPA 将与波音公司合作研发和测试太空飞船。

DARPA 试验性太空飞机项目 XS-1 的目标是研发一种飞机与传统垂直火箭的混合物。这艘太空飞船是垂直起飞的,并能沿着环绕地球的轨道飞行。太空飞船将在轨道释放一个迷你“火箭”——一个可以将重达 3000 磅的卫星推进轨道的助推器。这艘太空飞船将卫星送入轨道后,将返回地球并着陆在跑道上,准备下一次飞行。

DARPA 的目标是每次任务的费用仅需 500 万美元。波音幻影工厂(Boeing Phantom Works)总裁 Darryl Davis 在一份声明中表示:“Phantom Express 旨在改革我们今天所知道的卫星发射过程,创造出一种全新的按需发射能力,可以更经济实惠,风险也更低。”

波音公司是三家公司争相为 XS-1 项目研发太空飞船的公司之一,其他两家公司分别为诺思罗普·格鲁曼公司和马斯登太空系统公司。这三家公司都已经通过 XS-1 项目的第一阶段获得合同,以确定使这种频繁重复使用的太空飞船成为可能的可行性和方法。这三家公司都与商业火箭公司合作,以提出他们的设计:诺思罗普·格鲁曼公司与维珍银河合作,马斯登与 XCOR 航空公司合作,而波音公司与贝佐斯公司的蓝色起源公司合作。

不过波音公司决定与其他公司合作,为其太空飞船制造推进系统。该太空飞船将使用由

Aerojet Rocketdyne 制造的 AR-22 发动机，而不是蓝色起源的发动机。Aerojet 公司表示，AR-22 与用于为航天飞机的发动机类型大致相同。Aerojet Rocketdyne 公司总裁兼首席执行官 Eileen Drake 在一份声明中表示：“这款发动机具有良好的性能和经过验证的可重用性。”

现在波音公司已被 DARPA 选中，该公司正在推进 XS-1 项目的第二阶段和第三阶段。第二阶段包括在 2019 年之前制造和测试太空飞船的技术。在第三阶段，假设从 2020 年开始，太空飞机将进行 12-15 次飞行试验。这个阶段的最终目标是能够在 10 天内进行 10 次飞行。

## ► 快讯

● 经过 3 年多的科研攻关和系统建设，我国首套固定基站式核设施低空防护验证示范系统，于日前正式通过技术考核验收，包括：资料审查、功能检查、性能指标测试，现场无人机对整体系统的实飞检验。该系统的研发成功将为我国核设施及重要目标的安全运行提供空中保障，有效遏制从空中误闯误入、非法入侵、恶意破坏等行为。同时，该系统还可被推广、应用到国家重点区域的安全防护，构建国家要地低空安全监控系统，为我国通用航空事业发展、无人机在商业领域的广泛应用，提供低空交通监控技术，保证广大人民群众的生命和财产安全。

● 5 月 18 日由中国航空工业自主研制的直 19E 出口型武装直升机在哈尔滨哈飞机场首飞成功。直 19E 空机最大起飞重量只有 4250 千克，在巡航速度、爬升率、使用升限等方面都具有明显优势。机身采用单旋翼、涵道尾桨，窄机身构型、串列式座舱以及后三点不可收放式起落架布局。直 19E 直升



机具有良好的高温、高原性能以及防砂能力，可在全天候、复杂战场环境和野战保障条件下执行各种任务。同时，该机装备的数字式自动飞行控制系统，提高了驾驶的精确性和安全性。完备的生存力体系大幅提高了战场生存能力。界面按照出口要求都做了英文界面，这款直升机完全是按照抗坠毁设计的。抗坠毁座椅上安装了防弹装甲，油箱是抗坠毁至密封的，直升机的起落架就是一个抗坠毁的起落架，它可以吸收大部分的能量，保证机头的完好。据预测，直-19E 在未来 10 年内，市场需求量将达到 100 至 150 架机。

● 5月19日,中国飞龙托管的运 12F 到达作业基地,顺利将飞机交付用户。这是国内首架用于海洋监测的运 12F 飞机。运 12F 是航空工业哈飞采用先进技



术研发的新一代涡桨通用支线飞机,该机最大起飞重量 8.4 吨,最大商载 3 吨,经济巡航速度 380 公里/小时,具有机身机体容积大、巡航速度快、商载重量比高、航程长、乘坐舒适度高、使用成本低等优势。运 12F 还装有完善的除、防冰系统,并采用低压轮胎,在确保结冰条件下飞行安全性的同时还具备在简易跑道上起降的能力,不仅可以用于中、短程支线客货运输,还可满足航测航拍、海洋监测、遥感、物探、空投空降等长航时通航作业需求。

● 据报道,柏林工业大学的贝卡特·哥塞尔教授与团队正在研究飞机使用的电浆引擎。电浆也称为等离子,是物质除



后的第四种状态,它是气体在高温或强电磁场状态下,电子被解离以后的状态。柏林工业大学的电浆引擎是将气体通过高电压(200-600V),以几奈秒(ns,十亿分之一秒)的放电去解离气体产生电浆,达到足够的冲力。目前推进压力已达到每平方米 50 千牛顿~150 千牛顿(5098 千克~15295 千克),几乎追近现代喷射引擎的效能。这使得电浆引擎很有实用化的机会,可以使未来的飞机或飞艇从地面起飞,直接飞到 50 千米以上的高空。

● 近日,由试飞院自主研发的国内首套“数字化飞机维护图像系统”成功交付试飞一线机务人员应用。该系统采用最新的智能眼镜与 AR 技术,构建飞行试验机务维护保障的视觉共享与交互平台,实现实时安全检查、可视化协同、信息化辅助、音视频留证等智能化功能,提升了机务工作安全协作的新高度。系统将应用于某型运输机、C919 大型客机等型号试飞中,为飞机试验试飞保驾护航。

● 近日, Cirrus 公司推出新的私人飞机 Vision jet, 该机只需要 196 万美元。Vision Jet 采用的不是传统的方向舵, 而是非常独特的 V 型尾翼。这也是首个实用单引擎布局的私人飞机, 该引擎为威廉姆斯国际公司的 FJ33-5A 涡扇发动机, 可以提供 1800 磅的推力。Vision Jet 可以以



345 英里/小时的速度巡航, 最高飞行高度为 28000 英尺(约 8534.4 米), 飞机可以在 2036 英尺(620.5728)内起飞。该飞机采用单片碳纤维机身。该公司已经获得了 600 多架订单, 价值超过 10 亿美元。Cirrus 将在第一年生产约 40 架飞机, 预计未来一年的飞机生产量将稳定在 100 至 125 架之间。

● 据报道, AG600 水陆两栖飞机于 5 月 20 日上午在珠海金湾机场按预定计划进行了首次低速滑跑试验并取得成功, 此次低速滑跑试验滑跑距离 500 米, 滑跑速度 10 公里/时, 整个滑跑试验持续了 10 分钟。接下来还将进行中速、



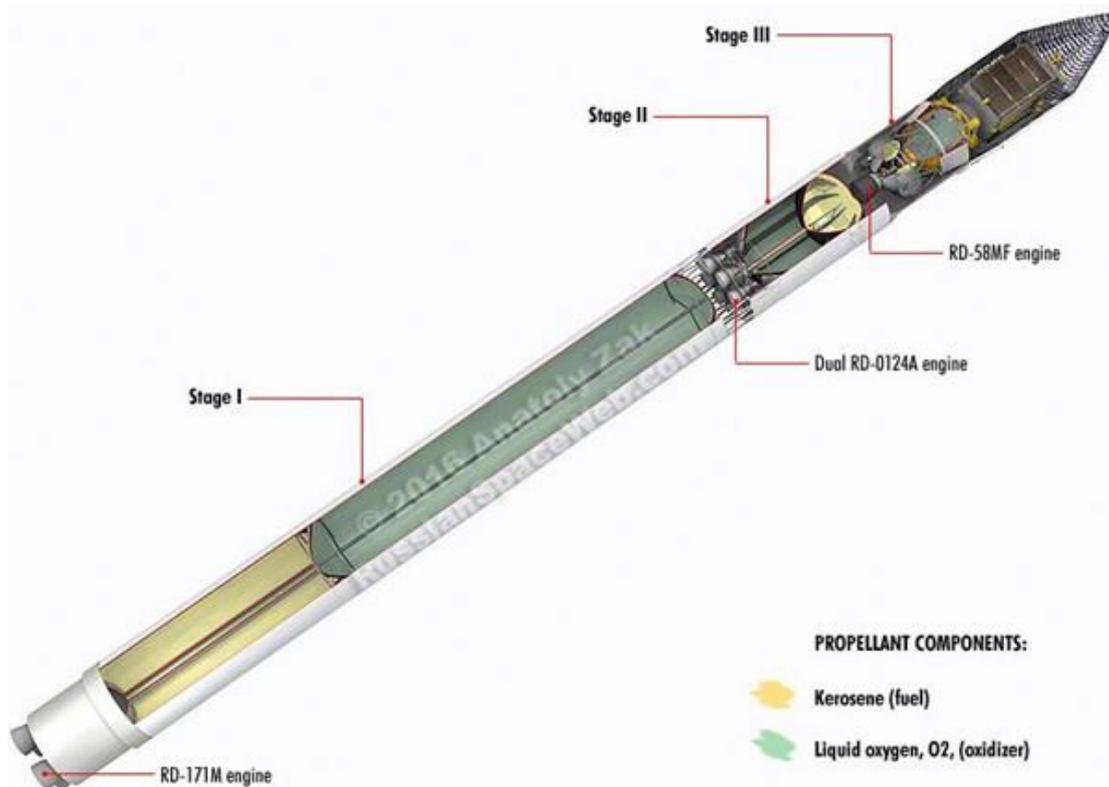
高速滑行等重要测试。AG600 是当今世界上在研的最大一款水陆两栖飞机, 最大起飞重量为 53.5 吨, 最大航程高达 4500 公里。可以执行森林消防、海洋环境监测、资源探测、客货运输等多种任务。

● 5 月 25 日, 新西兰一家私人公司“Rocket Lab”在新西兰北岛东部的马希亚(Mahia)发射场成功发射世界首枚 3D 打印的电池动力火箭“Electron”。这也是全球首个从私人发射场把火箭射上天空的创举。此次成功发射使新西兰成为发射火箭进入天空的第 11 个国家。不过, 火箭虽然上了太空, 但没有达到预



定的轨道。该火箭体长 17 米，发射升空的速度每小时超过 2 万 7000 公里。它的制造成本低、发射周期短、发射费用低廉，堪称人类火箭技术发展史上的一大进步。其搭载的 Rutherford 发动机的主要部件几乎都是 3D 打印制造的。

● 5 月 19 日俄罗斯能源火箭航天公司总设计师米尔金对外称，该公司已启动俄下一代中型运载火箭“凤凰”的研发工作。该火箭草案设计工作已在 4 月份启动，预计将在 2022 年在俄哈合建的拜特里克航天发射设施项目下在拜科努尔发射场开始试飞(根据此前的报道，该火箭在拜特里克项目下有一个哈萨克语的名字，叫“猎鹰”(Sunkar))。该火箭将通用于拜科努尔和东方发射场以及海射公司的系统，低地轨道运载能力可达 17 吨，静地轨道运载能力为 2.5 吨。俄联邦航天计划为该项目安排了适当的经费，但项目具体会耗资多少要到草案设计完成后才能确定。



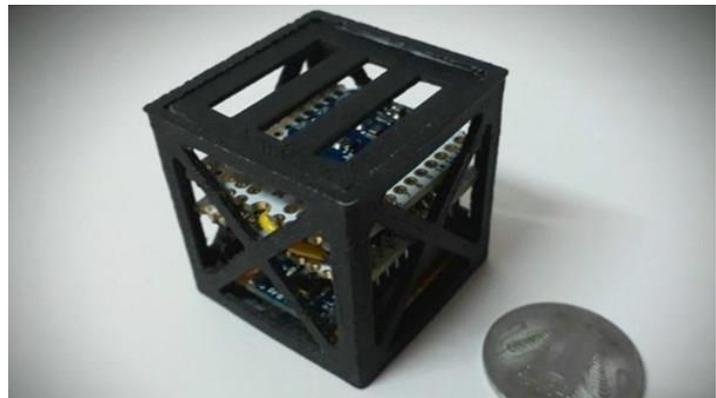
● 据报道，印度空间研究组织(ISRO)主席基兰·库马尔表示，该组织计划 6 月 5 日发射地球同步卫星运载火箭 GSLV-Mk III-D1，它将携带 3.2 吨重的卫星。该火箭根据 ISRO 加大印度运载火箭承载能力的计划研发。目前 GSLV 系列火箭能够把重约 2.5 吨的卫星推入地球静止轨道。火箭将采用印度研发的低温级段。2017 年 2 月已经在该系列火箭上测试了印度产低温级。库马尔表示，从理论上讲，GSLV-Mk III 型火箭可以用来完成载人任务。

● 在 5 月 23 日举行的第八届中国卫星导航学术年会开幕式上，中国卫星导航系统委员会主席王力透露，中国计划今年下半年发射 6 至 8 颗全球组网卫星，2018 年前后完成 18 颗卫

星发射，率先为“一带一路”沿线国家提供基本服务，2020 年将建成世界一流的全球卫星导航系统，形成全球服务能力。据悉北斗系统是我国着眼于国家安全和经济社会发展需要，自主建设、独立运行的卫星导航系统，是为全球用户提供全天候、全天时、高精度的定位、导航和授时服务的国家重要空间基础设施。



● 据报道，印度一名 18 岁少年设计制造了世界上最轻的卫星，命名 KalamSat，美国国家航空航天局(NASA)计划于 6 月将其发射升空并送入轨道。印度青少年 Rifath Sharook 开发的这个卫星重 64 克，该卫星的



主要目的是展示碳纤维 3D 打印技术的表现。该卫星在发射后将进入亚轨道飞行，整个任务时长 4 小时。在这段时间内，卫星将在太空微重力环境中运行 12 分钟。该卫星搭载了新型机载电脑和 8 个印度原产的内置传感器，可检测地球的加速度、自传和磁场。

## 【航空发动机与燃气轮机】

### 两部委发文推进燃气轮机创新发展 加快培育应用市场

5月18日从国家发改委获悉,国家发改委、国家能源局印发《依托能源工程推进燃气轮机创新发展的若干意见》的通知,旨在推动燃机产业发展、优化调整能源结构、确保能源供应安全。

意见确定发展目标,到2020年,结合引进技术消化吸收,突破重型燃气轮机设计技术、高温部件制造技术和运行维护技术,解决燃气发电项目设备瓶颈,国内基本形成完整的重型燃气轮机产业体系。各类中小型燃机自主设计制造体系进一步完善,各类中小型燃气轮机装备初步实现系列化,满足各类能源项目需求。燃机运行维护服务基本立足国内,开展先进燃气轮机自主研发。形成燃气轮机自主研发、设计、制造、试验、维修服务和应用结合的高效机制,具备自主持续发展的能力,有效保障能源各领域对燃气轮机需求。

意见确定重点任务,包括重点推动重型燃机发展、发展中小系列燃气轮机、加快突破燃机关键材料、掌握燃机运行维护服务技术、加快培育和发展燃气轮机应用市场。

在加快突破燃机关键材料方面,意见提出,加快突破压气机轮盘和叶片、燃烧室部件、喷嘴、透平轮盘和叶片等高温合金材料。开展高温母合金研发设计,形成母合金规范并实现批量化生产制备。建设完善关键部件材料的力学和物理性能试验以及无损探伤等条件,完善热通道部件材料力学和物理性能数据库。进一步提升大尺寸高温合金叶片(单晶、定向结晶等)铸造、复杂结构高温合金精密铸造、透平轮盘制造和其它设备铸件等技术和工艺水平。

在加快培育和发展燃气轮机应用市场方面,意见提出,在大气污染防治重点地区结合热、电负荷需求和气源条件等有序发展燃气热电联产项目。支持利用煤层气、煤制气、高炉煤气等低热值气发电。依托天然气输送管线压缩站建设,推动驱动用燃机应用。通过推动国内各类型燃气轮机技术和产业进步,明显降低燃气轮机设备造价和维修服务费用。

### 世界上最大的商用航空发动机 GE9X 开始型号认证测试

据报道,世界宽体客机引擎制造商美国通用电气 GE 集团宣布,旗下的 GE 航空公司已经在近日开始在俄亥俄州的皮伯斯试验台上,对 GE9X 发动机进行型号认证测试,GE 公司称之为皮伯斯测试计划(PTO, Peebles Test Operation)。GE9X 发动机为波音公司新型客机 777X 的动力引擎,预计在 2018 年完成型号认证,2020 年跟随波音 777X 客机服役。

此次 GE9X 发动机的首轮型号认证测试，采用的试验发动机是 GE 公司生产的第 2 台 GE9X 发动机。为了准备型号认证测试，GE 公司早就在 2016 年 3 月份开始，对 GE9X 首台发动机进行整机试验，获取了包括整机气动性能、机械结构验证和热力参数验证等关键数据。



今年早些时候，GE 公司还在皮伯斯测试台上进行了一系列的初步自然结冰测试，运行超过 50 个测试点，累积运行了 168 小时和 162 个热力循环。

随着第 2 台 GE9X 发动机在皮伯斯测试台上开始试验，第 3 和第 4 台 GE9X 发动机的装配也在 GE 航空公司的总部——位于俄亥俄州的埃文代尔工厂同步进行。第 4 台 GE9X 发动机将在今年年底之前，装配到 GE 公司的波音 747-400 飞行试验台上进行试飞试验，飞行试验将在加州胜利谷的莫哈维沙漠进行。

GE9X 发动机的成熟度测试大约在 6 年前开始，从零部件级一直到首台整机的完整测试验证完成。整机试验将所有 GE9X 发动机技术结合了起来，对其作为完整推进系统的操控性进行了验证。

2015 年 9 月，GE 公司曾在一台 GENx 验证型发动机中，装配上了 GE 9X 发动机的部分陶瓷基体复合材料 CMC 部件进行了第一轮试验，这些 CMC 部件包括 CMC 燃烧室衬套，高压涡轮第 1 级 CMC 护罩和高压涡轮第 2 级 CMC 静叶。

2016 年 10 月，GE 公司又在 GENx 验证型发动机中，除了使用第一轮中相同的 CMC 部件外，还装配了高压涡轮第 1 级 CMC 静叶，进行第二阶段试验，积累了超过 1800 个热力循环。同时，在试验过程中，将发动机暴露在恶劣的灰尘和碎片环境条件下进行测试，碎片暴露的程度相当于约 3,000 次起飞和着陆飞行周期。

在航空发动机热端部件中使用轻质耐热的陶瓷基体复合材料是航空工业的重大突破。陶瓷基体复合材料由碳化硅陶瓷纤维和陶瓷基体组成，并通过专有涂层增强。它只有高温合金重量的三分之一，能够大幅度的降低发动机的重量，从而提高燃油效率和耐用性。陶

瓷基体复合材料不仅轻，而且比高温合金更耐热，对冷却空气的需求也更少，让发动机流道中的空气更多的用于做功。

目前，GE9X 发动机约有 700 台订单，该发动机可以提供约 100,000 磅推力，拥有直径约 3.4 米的复合风扇机匣，以及 16 片第 4 代碳纤维复合材料风扇叶片，将是世界上最大的航空发动机。其它特性还包括：新一代压比达 27: 1 的 11 级高压压气机；高效率和低排放的第 3 代 TAPS III 燃烧室；以及采用陶瓷基复合材料(CMC)的燃烧室和涡轮。

日本石川岛重工，法国斯奈克玛公司和航空航天技术公司(赛峰集团)和德国 MTU 航空发动机公司都参与了 GE9X 发动机项目的研发。

## ► 快讯

● 5 月 22 日，乌克兰第一副总理兼经济发展和贸易部部长史泰潘-库比夫(Stepan Kubiv)表示，马达西奇公司和中国北京天骄航空产业投资有限公司，将在战略合作框架下，利用乌克兰技术上组装首台航空发动机，时间预计在 2017 年下半年。他还对计划中，中方将投入 2.5 亿美元



用于提升马达西奇公司产品的现代化和设计能力表示了赞赏，认为这是乌中两国在航空发动机领域战略合作的胜利，将加强乌克兰航空工业对世界市场的影响。

## 【智能制造技术装备】

### 行业高速发展我国数控机床市场前景向好

近年来我国数控机床行业高速发展，在数控机床技术水平稳固提升的同时，也不断的吸引着外资企业的加入来丰富国内市场。据相关机构预测，结合近年来中国数控机床行业资产总额数据及中国经济增长数据，按照线性回归预测方法，初步估计到 2020 年我国数控机床行业的资产规模将到达 2700 亿元。



事实上，作为制造业三大支柱产业之一，中国的数控机床无论从产品种类、技术水平、质量和产量上都取得高速发展，在一些关键技术方面也已取得重大突破。数据显示，2010 年中国数控机床产量达到 23.6 万台，同比增长 62.2%，中国可供市场的数控机床有 1500 种，几乎覆盖了整个金属切削机床的品种类别和主要的锻压机械。2014 年中国数控机床产量达到 39.1 万台。据统计数据显示，2016 年 1~11 月我国数控机床进口数量累计 10245 台，数量同比减少 15.9%。11 月当月进口量 1004 台。

数控机床产量上升与进口机床产量下降的背后，是我国数控机床技术水平的稳固提升。机床制造业是中国工业和国民经济的发动机和心脏，特别是重大技术装备，是一个国家综合国力的具体体现，在国民经济现代化的建设中起着重大作用。

随着我国数控机床产业综合实力的不断进步，越来越多的大型海外企业选择入住中国市场。例如，全球领先的金属加工解决方案供应商埃马克集团宣布埃马克(重庆)机械有限公司成立重庆工厂的成立，使得埃马克成为在中国最大的欧洲机床制造商，共有 550 名员工为中国乃至全世界生产高端制造系统。

数控机床是现在工业制造的必备的设备，也是必须的设备之一，进行机械制造的同时，数控机床的使用目的就是可以大大的增加使用的范围，并且在一定程度上促进工业的生产，提高工作的效率。自从我国数控机床的技术发展到了成熟期以后，各个领域都开始了对于数控机床的广泛关注。

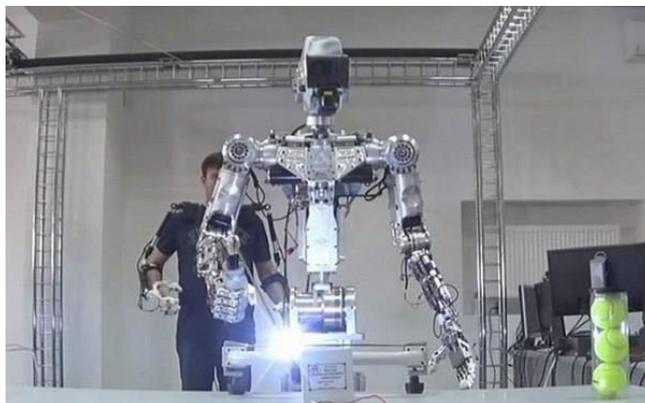
近年来，国防、航空、高铁、汽车和模具等重要装备制造业的需求量大幅增长，从而带动了机床行业的大幅增长，过去 5 年中国数控机床产量的年均复合增长率为 37.39%，过

去 10 年年均复合增长 29.94%，过去 15 年复合增长 22.10%。在国家振兴装备制造业和国际产业转移的带动下，中国设备工具购置投资增长率在未来 5~10 年内将持续维持 20% 左右的水平，机床行业的需求仍将保持高速增长。在需求的拉动下，中国数控机床产量也将保持高速增长，随着经济结构调整的深化，数控机床和数控系统行业仍将快速发展。

据相关机构预测，2017 年中国数控金属切削机床产量将达到 80 万台，未来五年(2017~2021)年均复合增长率约为 3.47%，2021 年中国数控金属切削机床产量将达到 85 万台。此外，2017 年中国数控金属成形机床产量将达到 33.5 万台，未来五年(2017~2021)年均复合增长率约为 6.33%，2021 年中国数控金属成形机床产量将达到 38.9 万台。

## 俄新型太空机器人 2021 年试飞 将从事舱外作业工作

据报道，俄罗斯国家航天公司计划于 2019 年研制出首批从事舱外作业的太空机器人样机，并对其进行一系列测试，首个试飞样机将于 2021 年在国际空间站接受测试。



新型机器人可以通过远程控制  
在太空作业，包括向在舱外执行任

务的宇航员提供支持。根据能量火箭太空公司的订单，新型太空机器人样机的图纸正在准备当中。2018 年至 2019 年将根据图纸生产出机器人样机。各项技术指标将在 2020 年进行综合测试，包括在模拟太空环境的热真空室内的测试。在国际空间站接受测试的飞行样机将于 2021 年前研制完成。

太空机器人将选用超级耐用且足以保障安全的配件，并根据模块原则打造而成，这样一来，相关部件就能在太空进行更换。机器人操控平台具有多用途抓取装置。太空机器人可拦截、转运并把有效载重牢牢拴在航天器上。抓取装置还设有插座，可以为机器人充电。

由于机器人研制成本及其发射装置均造价高昂，延长航天器寿命仍然是首选。例如，“哈勃”望远镜自发射后已维修过许多次。

### ► 快讯

● 5 月 20 日，在中科院沈阳自动化所“公众科学日”活动现场，该所最新研发的三款机器人首次亮相，分别是废墟环境自适应生命探测机器人、地震应急搜索可变形机器人和人

机协作的智能无人机系统。其中，“人机协作的智能无人机系统”将基于视觉的智能手势识别技术同无人机飞行平台相结合，使无人机可以根据人的意图来完成不同的飞行任务，从而实现人机协同作业功能。这是国内第一套基于视觉的智能手势控制无人机系统，它使无人机可以根据人的意图来完成飞行任务。该系统在保证实时性的同时，手势正确识别率可达 99% 以上。

● 5 月 23 日，广西

龙州糖厂决定与广西机械工业研究院签订购买五台内外袋包装机器人的合同，这也标志着广西自主研发的世界首款内外袋包装机器人成功投入应用。项目组首创真空开袋工艺和内袋-热合密封后-置入-外袋



的装置，成功攻克了套装式-内外袋-物料包装-实现-全自动的瓶颈，同时运用机器人技术和机器视觉检测技术，大大提高了产品的稳定性和可靠性。据了解，这项技术还将广泛应用于粮食、电子产品、汽车装配等多个领域。

## 【轨道交通装备】

## 我国首款时速 160 公里城际动车组正式交付



据报道，CRH6F 型城际动车组是中车青岛四方机车车辆股份有限公司研制并拥有完全自主知识产权的我国首款时速 160 公里城际动车组。5 月 23 日，中车四方将首批、两列 CRH6F 型城际动车组交付给宁波市政府，近期将在宁波和余姚之间上线运行。

中车四方相关负责人介绍，时速 160 公里的 CRH6F 城际动车组，是为满足我国新型城镇化和区域交通一体化需求，为城际铁路“量身打造”的一种新型快捷轨道交通工具，主要承担相邻城市间、城市群内的通勤客流服务。

据介绍，CRH6F 是目前我国载客量最大的城际动车组，8 节编组时最多可载客 2000 人，以 3 分钟为发车间隔，一小时输送能力可达 4 万人。

同时，它最高能以时速 160 公里持续运行，且加减速能力堪比地铁，从 0 加速到时速 80 公里只需 33 秒，加速到时速 100 公里只需 47 秒，尤其适合 5 至 15 公里短站间距，满足城际铁路“快起快停、密集停站、高密度发车”的运营需求。

据了解，CRH6F 每节车设有 3 对宽 1.3 米的大宽度车门，乘客可快速乘降，减少停站时间。在能耗方面，CRH6F 人均百公里能耗比地铁还低 20% 左右。

中车四方股份公司基于先进的高速动车组技术平台，融合成熟的地铁技术，目前已研制形成了时速 200 公里、时速 160 公里、时速 140 公里 3 种速度等级、不同编组形式、旅客界面可个性化定制的城际动车组系列化产品。

## 我国首款山地型地铁列车诞生



日前，中车青岛四方机车车辆股份有限公司为重庆地铁 5 号线研发的 As 型列车运抵重庆，标志着我国首款山地型地铁列车诞生。

据介绍，As 型地铁列车是介于 A、B 型地铁之间的新车型，属国内首创，融合了两种车型的优点，适用于山地环境，具有爬坡能力强、转弯半径小、载客量大等特点，最高运行时速为 100 公里，6 编组列车最大载客量为 2322 人。

As 型列车爬坡性能的提升，可以减小山地、丘陵地形的地铁工程挖掘深度，拐弯半径小可减少建设征地面积，大幅降低了建设成本和工程周期。As 型列车突破了地铁救援的传统模式，增加了“自救援”功能，将大幅缩短线路救援时间。列车在运行中一旦出现故障，很容易导致停运，乘客出行将受到影响。“自救援”就是中断故障部位动力，依靠“健康列车”提供动力继续运行。

据了解，As 型地铁列车的诞生，将为山地、丘陵地形的城市轨道交通基础建设和运营降低成本，提高列车安全性和运行效率。根据规划，中车四方将为重庆 5 号线生产 39 列 As 型列车。

## 【能源环保及电力装备】

## 我国首套 10 万空分机组试车成功

据报道，由沈鼓集团研制的我国首套国产 10 万空分装置压缩机组(空压机+汽轮机+减速机+增压机)在中国神华集团宁夏煤化工股份有限公司现场一次开车成功，标志着 10 万空分装置第一次用上了“中国芯”。



我国是一个“缺油、少气、富煤”的国家，发展煤炭深加工是我国减少对进口石油和天然气的依赖和调整能源结构的重要选择。

压缩机组是为整个煤化工工艺流程提供动力的“心脏设备”。目前，国家在建和待核准的煤化工项目中，需要大量 10 万等级空分压缩机组，然而，我国大型空分装置压缩机组全部依赖进口，因此，该机组的国产化不仅可以为国家和用户节省大量投资，更关系到国民经济安全，实现此类机组的国产化迫在眉睫！

据介绍，由于 10 万空分装置压缩机组设计制造难度较大，其核心技术长期被国外两家公司垄断。对于国内煤化工行业企业来说，采购国外设备不仅需要花费大价钱，而且整个工程项目的节奏可能都要受制于人。

作为我国重大技术装备行业的支柱型、战略型领军企业，此前沈鼓集团曾先后为国家提供百万吨乙烯、千万吨炼油、天然气管线输送、大型 LNG 等装置用压缩机组、150 吨大推力往复式压缩机组、一千兆瓦三代核电站用泵等数百套国产化首台套设备。此次 10 万空分装置压缩机组全负荷试车成功，且机组的各项机械性能及气动性能指标均达到国际先进水平。

据了解，沈鼓集团承制大型空分装置用压缩机始于 2002 年。2004 年沈鼓实现了国内首台套国产化 4 万空分压缩机组的出厂交付用户。同年，在无合同的条件下，自筹资金完成了 3.5 万齿轮组装式空压机组样机的制造与试验。2006 年，国内首台套国产化 5.2 万空分压缩机组成功交付中原大化用户，并一次开车成功。2010 年，国家发改委能源局确定沈鼓集团为国内唯一的大型透平压缩机研发中心，同年，沈鼓自筹资金 1000 多万元，完成了

5 万空分用多轴多级齿轮组装式空分增压机组样机的研发和设计工作，并于 2012 年完成了制造与试验工作。

2015 年 8 月 23 日，沈鼓集团自主研发的我国首套 10 万 Nm<sup>3</sup>/h 等级空分装置用压缩机组在沈鼓集团营口生产试验基地“国家能源大型透平压缩机组研发(实验)中心”完成各项试验，并顺利通过出厂验收。这标志着我国高端制造再获重大突破，煤炭深加工核心装备跻身世界先进行列。沈鼓集团成为继西门子、曼透平之后的全球第三家能够生产该设备的企业。

沈鼓集团拥有国内最先进的加工装备和工艺技术，保证了所有关键零部件的加工精度和质量。目前，沈鼓集团已经完全具备 15 万等级空分装置压缩机组的设计、制造、试验能力，同时也为超大型乙烯、LNG、管道输送等装置用压缩机的研制和试验打下坚实基础。

据了解，10 万 Nm<sup>3</sup>/h 空分装置压缩机组所有叶轮均采用世界最前沿的整体铣制、电火花加工、端齿加工等先进技术；为减少转子重量，空压机主轴采用空心轴、分段式结构，轴段配合间隙仅有头发丝直径的 1/10；直径达 1.5 米的超大叶轮、近 8 米长的主轴、重达 29 吨的转子，给转子的加工和装配都提出了极高的要求；成功开发了端齿加工技术和叶轮双悬型转子的高速动平衡技术；大型机壳焊接及加工有效避免了铸造缺陷，保证了产品整体质量。

全新的设计结构，超大型的机组制造和装配，特型部件的稳固吊装，一系列高难度的制造和装配过程，代表着中国透平压缩机制造业的最高水平。大型龙门铣、五坐标加工中心、焊接机器人等 200 余台套大型高、精、稀设备，五坐标测量仪、超声波探伤仪等 400 余台套先进检测设备，为产品的加工制造提供了坚实保障。

## “华龙一号”全球首堆示范工程成功完成穹顶吊装

5 月 25 日，“华龙一号”全球首堆示范工程——中核集团福清 5 号核电机组穹顶吊装成功完成。

据介绍，中核集团“华龙一号”国内外 4 台示范工程进展有序，各关键工程节点均按期或提前实现，是全球唯一按照计划进度建设的三代压水堆核电工程。



据了解，“华龙一号”是我国自主创新、拥有完整自主知识产权的三代核电技术。2015年5月和8月，“华龙一号”国内外示范工程分别开工建设，标志着“华龙一号”作为国家自主化三代核电技术和“走出去”战略的主力机型正式落地。

“华龙一号”示范工程计划工期62个月。目前，“华龙一号”全球首堆示范工程自2015年5月7日开工以来，设计、设备制造和建安施工等各项工作按照进度计划有序推进，工程安全和质量处于良好受控状态。关键设备，如反应堆压力容器、蒸汽发生器、主泵、汽轮发电机组等制造周期长，目前进展满足工程进度计划要求。截至目前，各工程节点均按期或提前实现。

以“华龙一号”为代表的核电已成为中国制造的新名片。据悉，中核集团近期与阿根廷核电公司签署了关于阿根廷第四座和第五座核电站的总合同。至此中核集团出口海外核电机组将增加至8台。目前，中核集团已与阿根廷、英国、埃及、巴西、沙特等近20个国家达成了合作意向。

## ► 快讯

● 据报道，世界最大的水上漂浮式太阳能电站日前于安徽省淮南市潘集完工并网，规模高达40MW。电站核心为SG2500-MV光伏逆变器，同时整合了防水防腐的SunBox PVS-8M/16M-W等设备，可将产生出来的直流电转换为交流电，



并连接地面上的电网以供使用。水上浮动式太阳能电网具有不少优点，其一，它不会占用到陆地面积，在人口稠密的地方也有利于城市规划；其二，水面上的空气较冷，也可以提高太阳能电池板的表现。

● 据报道，经过科研人员4年的不懈努力，青海省攻克了太阳能热发电中高温蓄热技术及装备研制，并在德令哈10兆瓦塔式光热发电站的基础上，成功研制出塔式光热熔盐储热系统，有效储热时间达到两小时以上，24小时内熔盐罐降温不超过10摄氏度，实现了单套总容量5兆瓦时中高温熔盐储热系统的正常运行，打造出我国首座具备熔盐储热的太阳能热发电站。这一科学技术的突破来自青海省科技厅组织实施的青海省重大科技专项“太阳能热

发电中高温蓄热技术及装备开发”和“兆瓦级太阳能热发电吸热器关键技术开发”。目前，科研项目已经通过了验收，专家组认为成果达到国内领先水平。

● 近日，中国西电生产的±1100 千伏直流环氧芯体 SF<sub>6</sub> 气体复合绝缘穿墙套管顺利通过全部型式试验、特殊试验及工程应用研究性试验项目，这标志着世界首支±1100 千伏胶浸纸穿墙套管在中国西电研制成功。“±1100 千伏直流环氧芯体 SF<sub>6</sub> 气



体绝缘穿墙套管核心技术研究及装置研制”课题属于国家高技术研究发展计划(863 计划)项目之一，主要为了解决制约我国±1100 千伏直流输电工程发展中核心装备研制的技术瓶颈，并反哺±800 千伏及以下直流输变电设备的研制，形成具有自主知识产权的产业化生产能力。

## 【新材料技术及应用】

## 新技术从玉米芯里“变出”石墨烯

传统印象里石墨烯只能来源于石墨矿物质，现如今有一种新方法颠覆传统，我国专家利用从玉米芯中提取糠醛等物质后剩余的纤维素为原料制备了生物质石墨烯材料，同时还实现了批量生产，已创超亿元产值。近日，由黑龙江大学和济南圣泉集团股份有限公司联合完成的“生物质石墨烯材料绿色宏量制



备工艺”项目通过专家组鉴定，鉴定结果认为该项目在国际上首创从生物质中提取制备石墨烯材料的技术路径，方法绿色环保、成本低，生物质石墨烯材料质量高、导电性优异。

常规石墨烯材料生产主要有三种方式，一种是对石墨进行剥离，第二种是对天然气、甲烷等进行化学气相沉积，第三种是氧化石墨还原法。以上方法存在生产周期长、环境污染严重以及产能受限等问题。付宏刚教授带领的黑龙江大学功能无机材料化学实验室是教育部重点实验室，他们独辟蹊径利用玉米芯里纤维素进行化学重组，从而合成生物质石墨烯材料。该团队通过“基团配位组装析碳法”实现了生物质石墨烯材料的宏量制备，同时还研发利用玉米秸秆制备石墨烯的制备工艺。在 2014 年建立了世界上首条年产 20 吨的生物质石墨烯材料宏量制备生产线，并在 2016 年扩产至年产 100 吨。首创将生物质石墨烯材料应用于多种纤维复合并成功实现均匀分散，首次实现了生物质石墨烯材料的成果转化和石墨烯纤维制品的商业化。在我国，生物质中仅玉米芯的年产量就高达 1 亿吨，大部分集中于东北三省、山东省、河北省，年产 100 吨生物质石墨烯材料所支撑的产品线可带来产值 3—5 亿元。

## ► 快讯

● 据科技部网站消息，由葡萄牙、西班牙和爱尔兰的科研团队合作完成的欧盟 EUCARBON 项目，成功建立起欧洲第一条面向卫星等航天领域应用的特种碳纤维生产线，从而有望使欧洲摆脱对该产品的进口依赖，确保材料供应安全。

## 【电子信息与通信工程】

## 中电科 14 所研发雷达“铁布衫”：可挡高功率微波武器

近日，中国电科 14 所研发团队成功突破光控可调频选表面天线罩关键技术，可望为雷达和电子设备提供了一种高功率防护和提高生存能力的新功能，光控可调频选表面天线罩是对现



有频选表面天线罩的一种功能升级，保持了对带外干扰的抑制和隐身，同时增加了对带内的防护和目标特性的调制功能。

现代电子战争中，雷达与电子对抗为一对矛盾，互相制约，为了对付雷达，除了各类干扰外，还有一种雷达杀手“高功率微波武器”以瞬时高电压击穿雷达和电子设备的芯片导致雷达系统失效达到致盲的目的。

中国电科 14 所新研究了一种电子盾牌技术可用于雷达电子设备的保护，利用光控可调频选表面天线罩，在遇到强高功率微波武器袭击时，启动光控系统，光控可调频选表面天线罩将内部设备与外界高功率微波隔离，高压脉冲不能侵入雷达内部，避免损毁雷达和电子系统内部关键芯片，对抗雷达致盲武器的攻击。光控可调频选表面天线罩相当于为雷达眼睛增加了一个可控可靠的眼帘灵活可变，而一般天线罩只是一个眼镜不能改变状态，不能阻止外部高功率微波侵入雷达内部，光控可调频选表面天线罩还可以按照某种环境下噪声特性，对雷达孔径天线罩的通断状态随机切换，改变目标特性，伪装成背景，使敌方雷达无法获得足够的相关积累，干扰迷惑对方。

样件测试表明，新研制的一种光开关的亮电阻和暗电阻之比达到国际最好水平，器件测试结果证明了理论预期，采用半实物仿真证明：光控可调频选表面技术的工作带宽比现有的电控可调频选表面增加了 8 倍，解决了电控频率选择表面与控制系统之间的矛盾，该技术成果对于雷达电子装备在高功率微波武器威胁下的防护有开创性的意义，利用光控 FSS，能够将现有高功率武器的毁伤半径从 600 米缩小到 150 米，对于目前日益增加的高功率微波武

器威胁，光控频选表面响应时间快，能够提供一种全频带应对高压脉冲烧毁攻击的瞬时保护措施，解除保护后，雷达和电子设备还可以照常使用，该技术为国内首创，国际领先。

## 我国有了 1 级精度标准齿轮

5 月 17 日从大连理工大学获悉，该校王立鼎院士团队成功研制 1 级精度基准级标准齿轮，这项具有完全自主知识产权的技术，填补了国内 1 级精度齿轮制造工艺与测量方法的空白。

据了解，齿轮精度分为 12 个等级，2 级精度以上为基准标准齿轮，主要作为国家级或国际齿轮量仪校对和精度传递实体基准。

中国计量测试学会、机械工业联合会与中国机械工程学会近日分别组织国内权威专家做出的成果鉴定结果显示，王立鼎团队研制的 1 级精度基准级标准齿轮齿廓偏差测量技术居国际领先水平，齿距偏差测量技术达到国际先进水平；研制的精化磨齿母机、超精密磨齿工艺，以及研制的 1 级精度基准级标准齿轮，其综合技术具有国际前列水平，精度指标国际领先。

目前，1 级精度基准标准齿轮已作为实物标准器，被中国计量科学研究院、省部级计量部门及企业使用，产生了显著的社会效益，具有重要应用价值。

## 我国集成电路 14 纳米芯片研发取得突破

5 月 23 日科技部表示，集成电路国家科技重大专项取得多项重要成果，我国在 14 纳米集成电路制造先导技术研发方面取得突破，成功打造集成电路制造业创新体系，引领和支撑中国集成电路产业快速崛起，国际竞争力大幅提升。

集成电路也就是芯片，被誉为电子信息产业的根基。然而多来年以来，中国芯片高端装备和材料基本处于空白状态，完全依赖进口，产业链严重缺失。为实现自主创新发展，“极大规模集成电路制造装备及成套工艺”国家科技重大专项(专项)于 2008 年开始启动实施。专项总体目标是开展集成电路制造装备、成套工艺和材料技术攻关，掌握核心技术，开发关键产品。

专项实施以来，共有 200 多家企事业单位，2 万多名科研人员参与技术攻关，中国集成电路制造技术实现了“从无到有”、“由弱渐强”的巨大变化。专项技术总师、中国科学院微电子研究所所长叶甜春表示，中国集成电路制造技术体系和产业生态已经得以建立和完善：“2008 年以前，国内集成电路制造，最先进的量产工艺是 130 纳米，研发的工艺水平为 90 纳米，专项实施到现在，主流工艺水平提升了 5 代，55、40、28 纳米三代成套工艺研

发成功，并且实现量产，22、14 纳米先导技术研发取得突破，形成了自主知识产权，这些工艺制造的智能手机、通讯智能卡等等芯片产品开始大批量进入市场，极大地提高了我国信息产业的竞争力。”

据了解，专项已经在 14 纳米芯片装备、工艺、封装、材料等方面进行了系统部署，预计到 2018 年将全面进入产业化。叶甜春介绍说，通过 9 年的攻关，中国已经研制成功 14 纳米刻蚀机、薄膜沉积等 30 多种高端装备和靶材、抛光液等上百种材料产品，性能达到国际先进水平，通过了大生产线的严格考核，开始批量应用并出口到海外。叶甜春表示，集成电路制造技术代表着当今世界微细制造的最高水平，中国目前已经具备了跻身集成电路制造先进国家的能力：“比如我们头发丝一般的直径是大概是 50 到 100 微米，比如说我们现在提到的 28 纳米，大概就是头发的 3000 分之一。还有一个是规模的概念，看看大家的指甲盖，在这个上面，要做出上十亿个晶体管。”

集成电路产业是影响国家经济、政治、国防综合竞争力的战略性产业，其技术水平和产业规模已成为衡量一个国家产业竞争力和综合国力的重要标志。专项牵头实施单位、北京市经信委主任张伯旭表示，专项将围绕传统产业升级和战略性新兴产业发展的需求组织攻关，推动创新成果的规模化应用：“面向 2020 年，专项将进一步围绕移动通讯、大数据、新能源、智能制造、物联网等重点领域大宗产品制造需求进行工艺、装备和关键材料的协同布局，推动全产业链专项成果的规模化应用，促进产业生态的改善和技术升级，实现技术促进产业发展的目标。”

## ► 快讯

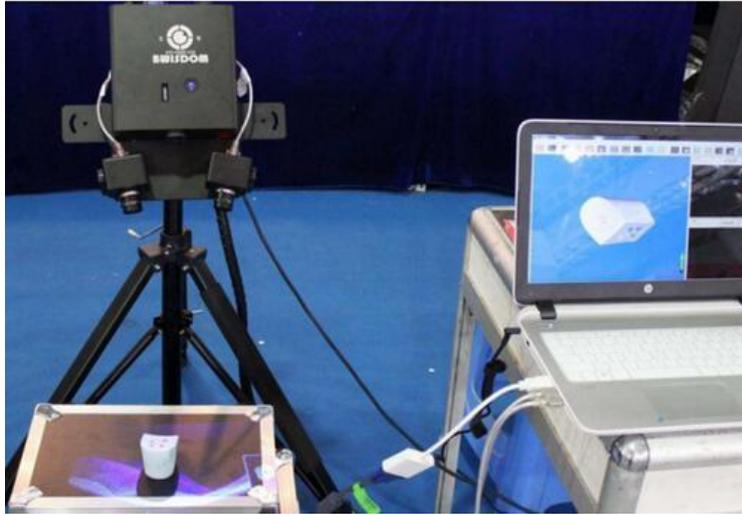
● 2014 年 6 月，世界上最大的光学望远镜——欧洲极大望远镜获得了建造的许可，现在它的第一块砖已经铺设完毕，这也预示着这个超级望远镜的施工正式开始。该望远镜的主镜直径为 39 米，这是目前世界上最大的光学望远镜，将此前纪录提升了 13 倍。这一项目不



仅包含 85 米直径的旋转圆顶结构，质量达到 5000 吨，还有望远镜座架和筒体结构，移动

质量达到 3000 吨。这个项目是由 ESO 领导的，欧洲极大望远镜的光学系统由独创的五个镜面组成，这种先进的自适应光学系统可以减少大气湍流的影响，提高图像的光学质量。

● 日前，我国已成功掌握机载三维扫描技术，这标志着我国在三维扫描领域跻身国际一流水平。此次成功掌握机载三维扫描技术，是对传统三维扫描一次重要突破。与传统的照片拼接还原成三维模型相比，不仅便捷而且更为精



准。此外，扫描过程中还能自动剔除植被等干扰物，获得原始地貌的准确数据。机载三维扫描技术适用于人很难到达的危险区域，如遭遇矿难、地震等突发事件时均有较大的运用前景。通过三维扫描，能够对危险源的运动趋势及可能递进的运动规律做出及时准确的判断，有利于下一步救援、搜救等行动的开展。

新能源发电与能源环保装备

1	《国外超临界 CO <sub>2</sub> 循环发电技术研发与应用调研报告》
2	《国内外 ORC 低温余热发电系统研发及市场应用前景调研报告》
3	《国内外主要先进余热发电技术应用与发展调研报告》
4	《国内外斯特林热气机循环发电系统技术发展与应用调研报告》
5	《国内外燃气轮机联合循环发电机组技术研究及应用调研报告》
6	《2016-2020年中国燃气轮机发电产业发展研究报告》
7	《国内外燃气轮机控制系统关键技术及应用调研报告》
8	《国内外联合循环电厂控制系统(DCS)技术发展调研报告》
9	《2016-2020年中国海上风电装备技术研究与发展趋势调研报告》
10	《国内外海洋能发电装置技术发展及市场应用调研报告》
11	《中国天然气分布式能源关键技术装备发展研究报告》
12	《2016-2020年中国核电关键技术设备研制及市场需求调研报告》
13	《2016-2020年中国先进环保技术装备发展前景预测报告》
14	《2016-2020年中国新能源发电技术装备发展前景预测报告》
15	《太阳能光热发电技术及行业发展研究报告》
16	《国内外槽式光热发电站集热系统专题调研报告》
17	《国内外风光互补新能源发电系统发展调研报告》
18	《中国海水淡化设备产业发展规划及投资可行性分析研究报告》
19	《2016-2020年中国环保设备市场深度调研及投资分析报告》
20	《2016-2020年中国城市垃圾处理行业市场及投资分析报告》
21	《中国天然气管道关键技术装备发展研究报告》
22	《中国燃气轮机电站工程建设及生产运营调研报告》
23	《中国船用发动机及发电机组发展状况及市场前景预测报告》
24	《新能源发电装置在船上应用技术调研报告》
25	《中国污水处理与污染土壤修复调研报告》
26	《国内外工业汽轮机技术及市场调研分析报告》
27	《国内外100MW 以下工业汽轮机专项调研报告》
28	《国内外螺杆压缩机关键技术及市场应用调研报告》
29	《国内外超超临界循环流化床发电技术发展研究报告》
30	《国内外超超临界燃煤发电技术装备发展趋势调研报告》

## LNG 产业

1	《液化天然气(LNG)关键技术装备发展研究报告》
2	《2016-2020 年中国船用液化天然气(LNG)装备产业发展研究报告》
3	《中国 LNG 加气站投资建设及市场分布状况深度调研报告》
4	《中国天然气加气站发展状况调研报告》
5	《国内外水上 LNG 加气站发展状况深度调研报告》
6	《小型撬装式 LNG 液化装置关键技术及市场发展调研报告》
7	《中国 LNG 储运设备技术水平及行业发展调研报告》
8	《大型 LNG 储罐设计与建造技术咨询报告》
9	《船用 LNG 关键技术设备及市场深度调研报告》
10	《国内外液化天然气(LNG)潜液泵关键技术及研制状况调研报告》
11	《大型 LNG 接收站气化器关键技术及市场应用调研报告》
12	《2016-2017 年 LNG 超低温阀门设计研究及市场发展前景预测报告》
13	《国内外 LNG 压缩机关键技术及市场应用调研报告》
14	《LNG 成套装置换热器关键技术及市场发展调研报告》
15	《2014-2015 年中国 LNG 产业技术状况及发展策略研究报告》
16	《LNG 冷能回收空分设备关键技术及市场发展研究报告》
17	《国外船用 LNG 发动机技术研发咨询报告》
18	《LNG 发动机关键技术及市场应用调研报告》
19	《2016-2020 年中国 LNG 船舶关键技术与产业发展研究报告》
20	《中小型 LNG 船舶关键技术研发与市场前景预测报告》
21	《2016-2020 年中国 LNG 动力船及关键设备技术发展研究报告》
22	《全球浮式液化天然气生产储卸装置(FLNG)专项调研报告》
23	《液化天然气(LNG)海上储运装备(投资)发展研究报告》
24	《2016-2017 年中国 LNG 重卡行业发展研究报告》
25	《2016-2017 年中国车载气瓶市场发展研究报告》
26	《中国液化天然气(LNG)接收站工艺技术及设备需求调研报告》
27	《2016-2020 年中国船用液化天然气(LNG)装备产业发展研究报告》
28	《国内外 LNG 模块化建造关键技术调研报告》
29	《焦炉煤气制液化天然气(LNG)关键技术装备发展研究报告》……

海工装备	
1	《国外大型豪华邮轮建造技术与管理经验咨询报告》
2	《豪华游船典型舱室布置与装潢设计制造技术调研报告》
3	《欧洲豪华邮轮设计建造专项调研报告》
4	《中国国际游艇设计建造技术研究与发展趋势调研报告》
5	《国内外单点系泊系统关键技术研究及应用调研报告》
6	《国内外深海锚泊系统设计研究及发展趋势调研报告》
7	《海洋深水立管系统设计关键技术研究报告》
8	《大型海洋平台电站集成技术研究及关键设备研制调研报告》
9	《海洋工程电站集成技术及关键设备发展研究报告》
10	《船舶综合电力推进系统技术发展与应用前景调研报告》
11	《国内外动力定位系统研发及市场应用咨询报告》
12	《国内外海底管线技术装备发展研究报告》
13	《国内外铺管船与海底铺管技术及市场调研报告》
14	《深海水下机器人研发趋势及市场应用调研报告》
15	《中小型 LNG 船舶关键技术研发与市场前景预测报告》
16	《2016-2020年中国 LNG 船舶关键技术与产业发展研究报告》
17	《2016-2020年中国 LNG 动力船及关键设备技术发展研究报告》
18	《全球浮式液化天然气生产储卸装置(FLNG)专项调研报告》
19	《海洋工程平台设计建造及市场发展调研报告》
20	《全球海工装备制造业重点设计单位专项调研报告》
21	《新加坡、韩国及中国海工装备制造业重点企业专项调研报告》
22	《全球钻井平台及 FPSO 市场研究报告》
23	《水下生产系统研发状况及其关键技术装备发展研究报告》
24	《水下控制系统与关键设备研发调研报告》
25	《国内外新型海洋工程装备技术现状及研发趋势调研报告》
26	《海工装备动力模块关键技术及市场应用调研报告》

27	《船舶及海洋工程用钛合金材料技术研究与应用调研报告》
28	《海洋工程装备专用深水浮力材料研制及应用调研报告》
29	《2015-2020年国内外地效翼船研发趋势及前景预测报告》
30	《国内外大型远洋渔船设计建造技术及研发趋势调研报告》
31	《中小型 LPG/LEG 船舶关键技术研发报告》
32	《中国挖泥船及配套设备(投资)发展研究报告》
33	《2016-2018年全球海洋工程船发展前景预测报告》
34	《国内外海上风电安装船关键技术及市场研究报告》
35	《2016-2020年中国海上风电装备技术研究与发展趋势调研报告》
36	《海洋环境观测监测和探测装备设计建造关键技术研发调研报告》
37	《国内外特种船用推进系统技术现状及发展趋势调研报告》
38	《2016-2018年中国海底电缆行业发展研究报告》
39	《国内外水下生产系统脐带缆关键技术研发报告》
40	《2016-2020年中国海底光缆技术发展及市场前景预测报告》
41	《船舶压载水处理系统研制及方案可行性研究报告》
42	《国外船用 SCR 系统研发经验借鉴咨询报告》
43	《液化天然气(LNG)海上储运装备(投资)发展研究报告》
44	《船用 LNG 关键技术设备及市场深度调研报告》
45	《中国海水淡化设备产业发展规划及投资可行性分析研究报告》
46	《中国海洋工程起重机市场(投资)发展研究报告》
47	《国内外船用发动机研发状况及技术发展趋势研究报告》
48	《国外船用 LNG 发动机技术研发咨询报告》
49	《中国海工装备制造(投资)发展研究报告》
50	《国内外大功率中速船用柴油机行业发展研究报告》
51	《国内外清洁能源船用发动机设计\制造关键技术调研报告》
52	《中国船用发动机及发电机组发展状况及市场前景预测报告》

53	《中国海工装备制造业产业水平及发展趋势调研报告》
54	《新能源发电装置在船上应用技术调研报告》
55	《国内外 AIS 岸基网络系统研究及应用调研报告》
56	《深水浮式钻井补偿系统设计制造关键技术调研报告》
57	《国内外船舶减摇技术现状及发展趋势调研报告》
58	《国内外声学定位系统技术发展及其应用调研报告》
59	《新型天然气运输船关键技术及市场发展前景预测报告》
60	《船舶综合导航系统应用技术调研报告》
61	《韩国海工装备制造企业深度调研分析报告》
62	《新加坡海洋工程装备制造业深度调研分析研究报告》
63	《2016-2018 年中国海上风机调研报告》
64	《船舶智能化综合管理系统关键技术研究报告》
65	《2015-2020 年中国海洋电子装备产业发展研究报告》
66	《国内外舰船电子装备特点及发展趋势调研报告》
67	《国内外船舶综合电力系统技术进展及应用领域调研报告》
68	《国内外舰船电力系统发展趋势及需求调研报告》
69	《国内外船舶电气及通讯导航技术发展研究报告》
70	《国内外海洋工程装备修理改装技术调研报告》
71	《中国海洋工程防腐蚀及技术装备发展调研报告》
72	《海洋压裂工程作业船及装备集成应用调研报告》
73	《海洋平台压缩机组关键技术及市场发展研究报告》
74	《2016-2018 年大型船用曲轴关键技术及市场需求调研报告》
75	《中国船用低速柴油机关键技术与发展研究报告》
76	《2016-2018 年国内外船用柴油机市场供需深度调研报告》
77	《国内外海洋平台电缆技术与市场发展研究报告》
78	《高强度钢水下焊接技术及材料研制调研报告》

## 民用飞机与项目管理

1	《现代民用飞机研制项目管理专题调研报告》
2	《国际民机研制供应商管理模式及特点专题调研报告》
3	《波音、空客民用飞机项目管理模式及特点专题调研报告》
4	《庞巴迪、湾流、达索及巴航工业民用飞机项目管理专题调研报告》
5	《现代民用飞机结构设计技术现状及研发趋势调研报告》
6	《国际典型飞机制造商发展战略及在华业务专题调研报告》
7	《中国通用飞机产业现状及发展前景深度研究报告》
8	《2016-2020年中国小型通用飞机市场发展前景预测报告》
9	《国内外全电动飞机发展趋势及市场前景调研报告》
10	《国内外大型水陆两栖飞机先进制造技术及市场应用调研报告》
11	《国内外大型灭火和水上救援飞机发展及市场应用调研报告》
12	《国内外公务机市场现状及发展趋势调研报告》
13	《国内外高端作战无人机研发和制造市场调研报告》
14	《国内外海、陆、空高端无人机应用趋势调研报告》
15	《国内外民用无人机发展趋势及市场应用需求调研报告》
16	《国内外无人机关键技术及市场需求调研报告》
17	《国内外旋翼无人机发展趋势及市场应用需求调研报告》
18	《全球民用直升机发展趋势及中国市场调研报告》
19	《国内外直升机设计制造关键技术及研发趋势调研报告》
20	《国内外新概念直升机研究状况及发展趋势调研报告》
21	《国内外重型直升机关键设计技术及市场发展研究报告》
22	《国内外飞艇研制状况及市场发展前景预测报告》
23	《临近空间飞行器关键技术及其应用发展趋势调研报告》
24	《国外临近空间超声速飞行器关键技术研究与发展调研报告》
25	《中国民用飞机制造行业市场需求预测与投资战略规划分析报告》
26	《国内外高超声速飞行器关键技术及研发趋势调研报告》
27	《俄罗斯、乌克兰飞机制造商综合实力调研报告》
28	《国外重点国家及地区军用飞机研制及未来发展调研报告》
29	《中国航空工业重点实验室科研水平及研发状况调研报告》
30	《全球航空工业标杆企业技术研发趋势及其在华业务投资合作调研报告》

## 航空工业技术与应用

31	《国内外航空先进制造技术与专用装备发展及应用调研报告》
32	《智能制造技术在航空领域应用与展望专题调研报告》
33	《仿真技术在民机设计制造中的发展及应用调研报告》
34	《数字化制造在民用飞机领域应用及其发展趋势调研报告》
35	《民用飞机整体装配关键技术研究及进展调研报告》
36	《现代测控技术在航空领域的发展及应用》
37	《国内外民机试飞测试技术现状与发展趋势调研报告》
38	《国内外飞机增升减阻技术发展调研报告》
39	《航空模块化制造系统发展现状及趋势调研报告》
40	《国内外微系统及核心集成电路在航空领域应用调研报告》
41	《国内外航空关键元器件研制及应用专题调研报告》
42	《国内外民用航空标准件研发状况及市场需求调研报告》
43	《民用飞机适航性、安全性、经济性、舒适性和环保性调研报告》
44	《民用飞机适航性专项调研报告》
45	《国内外航空先进锻造技术发展及应用调研报告》
46	《国内外航空工业先进精密铸造技术发展及应用调研报告》
47	《国外航空零部件供应商加工制造能力调研报告》
48	《民用飞机零部件加工制造数控装备深度研究报告》
49	《国内外航空关键零部件抗疲劳制造技术调研报告》
50	《国内外民用飞机客舱系统市场需求与发展趋势调研报告》
51	《国内外民用航空座椅研究及技术应用发展趋势调研报告》
52	《我国航空结构件数控加工装备深度研究报告》
53	《2016-2020 年中国民航维修业发展趋势及企业发展战略研究报告》
54	《飞行器高性能雷达天线罩技术发展趋势调研报告》
55	《国内外飞机飞行模拟设备关键技术及市场需求调研报告》
56	《现代民用飞机防火系统发展研究报告》
57	《国内外航空应急救援装备发展状况及中国市场深度分析报告》
58	《飞机全电刹车控制系统研究设计及发展趋势调研报告》
59	《国内外飞行控制系统技术发展现状及研发趋势调研报告》
60	《国内外直升机传动系统关键技术及研制趋势调研报告》

## 机载设备与系统

61	《国外机载设备与系统品牌企业在华发展专题调研报告》
62	《民用飞机机载设备与系统关键技术发展研究报告》
63	《民机航电企业科研生产能力建设体系调研报告》
64	《中国通飞航电行业市场需求及投资战略规划分析报告》
65	《民用飞机航电系统及设备技术发展专项调研报告》
66	《民用飞机电子飞行包（EFB）技术研究与发展应用调研报告》
67	《国外民用飞机机电综合管理系统发展研究报告》
68	《国外飞机配电系统技术发展与应用调研报告》
69	《航空液压系统寿命与可靠性关键技术及未来发展趋势调研报告》
70	《国内外飞机液压系统设计特点及发展趋势调研报告》
71	《国内外航空液压装置关键部件发展现状及趋势调研报告》
72	《国内外飞机机轮刹车系统技术研究与市场需求调研报告》
73	《我国空管自动化系统技术与市场发展趋势调研报告》
74	《国内外 ADS-B 技术及其在空管中的发展与应用调研报告》
75	《国内外大型民机起落架关键技术及发展趋势调研报告》
76	《国内外飞机起落架技术发展专题调研报告》
77	《国内外航空飞行记录器“黑匣子”研制与发展趋势调研报告》
78	《飞行数据记录系统关键技术及发展趋势调研报告》
79	《国内外大气数据系统关键技术及发展趋势调研报告》
80	《国内外航空显示器发展状况及研发趋势调研报告》
81	《2016-2020年中国航空仪表市场需求及发展趋势调研报告》
82	《国内外机载告警系统现状及发展趋势调研报告》
83	《国内外飞机通信导航技术应用调研报告》
84	《2016-2020年民用飞机舱内装饰与设备系统发展趋势调研分析报告》
85	《国内外机载娱乐系统（IFE）现状与发展趋势调研报告》
86	《国外民用飞机飞行管理系统（FMS）发展现状及技术研发趋势调研报告》
87	《综合健康管理（IVHM）系统技术发展及应用调研报告》
88	《民用飞机电源系统发展现状及技术发展趋势调研报告》
89	《飞机燃油测量系统现状和发展趋势调研报告》
90	《民用飞机燃油系统发展现状及技术发展趋势调研报告》

## 航空发动机与燃气轮机

91	《国际航空发动机制造商发展战略及在华业务专题调研报告》
92	《国内外航空发动机及典型零件先进制造技术调研报告》
93	《民用航空发动机设计、制造及可靠性研究报告》
94	《国内外航空发动机产业技术及市场发展研究报告》
95	《国际航空发动机标杆企业专项调研报告》
96	《国外航空发动机研制机构运营管理调研分析报告》
97	《国内外航空发动机产品指标对比分析报告》
98	《美国航空发动机研发计划及预研项目管理专题调研报告》
99	《欧洲绿色航空发动机发展规划专题调研报告》
100	《俄罗斯、乌克兰航空发动机研制体系专题调研报告》
101	《俄罗斯、乌克兰航空发动机重点型号调研报告》
102	《俄罗斯、乌克兰航空发动机科研设计与制造能力调研报告》
103	《国内外超燃冲压发动机研制技术调研报告》
104	《国外大涵道比涡扇发动机研制及发展调研分析报告》
105	《国内外航空发动机数字化设计及装配技术发展调研报告》
106	《国外航空发动机测试技术水平及装备应用调研报告》
107	《国内外微小型航空发动机发展状况及市场需求调研报告》
108	《国外活塞/涡轴航空发动机市场竞争及典型产品调研报告》
109	《国内外航空动力控制系统技术现状及研发趋势调研报告》
110	《国外航空发动机全权限数字电子控制系统（FADEC）关键技术调研报告》
111	《国内外航空发动机机匣先进制造技术调研报告》
112	《国内外航空发动机附件系统技术发展调研报告》
113	《国内外航空发动机风扇压气机技术发展调研报告》
114	《国内外高端无人机机载系统及装备发展趋势调研报告》
115	《国内外高端无人机动力系统关键技术发展调研报告》
116	《国内外航空发动机与燃气轮机涡轮叶片先进制造技术调研报告》
117	《国内外燃气轮机联合循环发电机组技术研究及应用调研报告》
118	《重型燃气轮机关键技术及发展战略研究报告》
119	《我国微型燃气轮机研发状况及应用前景调研报告》
120	《国内外燃气涡轮发动机叶片三大关键技术深度调研报告》

## 航空发动机与燃气轮机、航空航天新材料

121	《全球重点国家及地区燃气轮机品牌企业专题调研报告》
122	《燃气轮机应用领域专项调研报告》
123	《国内外航改燃气轮机发展与应用调研报告》
124	《国外航空发动机质量管理体系调研报告》
125	《航空发动机适航验证技术研究调研报告》
126	《国内外航空模锻件技术及市场深度调研报告》
127	《国内外高温热障涂层研究及制备技术调研报告》
128	《航空发动机热端部件高温防护涂层技术调研报告》
129	《国内外航空发动机用先进涂层材料技术及工艺发展趋势调研报告》
130	《航空发动机材料研究及加工工艺技术调研报告》
131	《民航飞机辅助动力装置（APU）关键技术及市场应用咨询报告》
132	《航空发动机关键件再制造技术及专用装备调研报告》
133	《国外航空发动机零部件典型供应商技术水平调研报告》
134	《国外航空发动机新材料新技术研究及应用调研报告》
135	《民用航空发动机低排放燃烧室技术及研发趋势调研报告》
136	《航空材料发展应用及先进加工工艺专题调研报告》
137	《通用飞机复合材料设计及工程应用调研报告》
138	《先进复合材料在航空航天领域研发与应用调研报告》
139	《民用飞机复合材料结构设计及制造技术调研报告》
140	《国内外航空航天用铝合金关键技术及产业发展方向研究报告》
141	《铝锂合金先进制造技术及其航空航天领域应用调研报告》
142	《国内外高温合金叶片制造技术研究报告》
143	《航空航天高温合金研究发展及应用调研报告》
144	《航空航天用镁合金技术发展及应用调研报告》
145	《航空航天用钛合金研究发展及应用调研报告》
146	《国内外航天特种高分子材料研究与应用调研报告》
147	《2017-2020年国内外航天新材料应用及发展前景调研报告》
148	《国内外耐空间环境材料发展趋势调研报告》
149	《国内外空间密封润滑材料研究与应用调研报告》
150	《航天工程领域高性能材料和多功能材料研究与应用调研报告》

## 航天工业技术装备

151	《国内外航天先进制造技术发展与应用调研报告》
152	《国内外 3D 打印技术在航天制造领域应用调研报告》
153	《国内外运载火箭箭体结构制造关键成套装备与工艺调研报告》
154	《国内外运载火箭发展状况及研发趋势调研报告》
155	《重型运载火箭及可重复使用运载器关键技术发展调研报告》
156	《国内外新一代和重型运载火箭发展调研报告》
157	《美国运载火箭研制及预算方案调研分析报告》
158	《美国运载火箭研制机构运营与管理调研分析报告》
159	《国外低成本通用中小型运载火箭研制方案调研报告》
160	《国内外火箭发动机技术发展及研发趋势调研报告》
161	《国外火箭发动机研制机构技术及运营能力调研分析报告》
162	《国内外火箭发动机材料研发趋势调研报告》
163	《国内外航天器热防护系统和材料研究现状与发展趋势调研报告》
164	《国内外空间天线技术现状及研发趋势调研报告》
165	《国内外空间交会对接关键技术调研报告》
166	《国内外空间机器人技术研究及发展趋势调研报告》
167	《全球重点国家及地区深空探测关键技术专题调研报告》
168	《国内外深空探测着陆与返回技术发展调研报告》
169	《国内外太阳帆航天器及其关键技术研究与发展趋势调研报告》
170	《国内外空间可展开薄膜天线成型技术和薄膜材料发展专项调研报告》
171	《国外柔性太阳翼技术发展现状与发展趋势调研报告》
172	《国外航天器在轨操作技术研发趋势调研报告》
173	《国内外空间轨道转移飞行器技术发展调研报告》
174	《国内外航天器热控制技术发展趋势研究报告》
175	《国内外高性能固体推进剂关键技术及研发趋势调研报告》
176	《国内外高能液体推进剂关键技术及研发趋势调研报告》
177	《国内外航天器地面控制系统发展调研报告》
178	《国内外空间电推进系统发展趋势及应用调研报告》
179	《国内外空间核电源技术发展及应用调研报告》
180	《国内外航天新概念特种推进技术发展趋势调研报告》

## 卫星技术应用与空间电子信息装备

181	《国内外卫星通信系统技术应用及发展趋势调研报告》
182	《未来空间信息系统及有效载荷技术发展调研报告》
183	《空间技术未来发展及应用调研报告》
184	《通信与导航有效载荷技术现状及发展趋势调研报告》
185	《空间光学遥感有效载荷技术现状及发展趋势调研报告》
186	《空间探测与微波遥感有效载荷技术现状及发展趋势调研报告》
187	《国内外空间激光通信技术研究进展及发展趋势调研报告》
188	《国内外 Ka 波段卫星通信系统技术发展及应用前景调研报告》
189	《2016-2020 年中国通信卫星产业发展研究报告》
190	《国内外通信卫星技术发展及应用调研报告》
191	《国内外遥感卫星技术发展及应用调研报告》
192	《国内外导航定位卫星技术发展及应用调研报告》
193	《中国卫星制造及应用产业发展研究报告》
194	《国际微小卫星技术及发展趋势调研报告》
195	《国内外微小卫星电子载荷技术发展趋势调研报告》
196	《国内外微纳卫星发展现状及趋势调研报告》
197	《国内外微纳卫星推进系统及发射运载器发展趋势调研报告》
198	《国内外10kg 以下微小卫星发展现状及趋势调研报告》
199	《国内外一箭多星发射关键技术发展调研报告》
200	《国内外商业卫星研制现状及市场发展趋势调研报告》
201	《国内外先进卫星平台技术研究及性能对比分析报告》
202	《高光谱成像技术及其应用专项调研报告》
203	《我国航天测控传感器未来发展及应用调研报告》
204	《光纤气体传感器技术发展及市场应用调研报告》
205	《国内外航天关键元器件研制及应用专题调研报告》
206	《国内外航天光电探测器技术发展调研报告》
207	《国内外空间高频通信系统装备研制及应用调研报告》
208	《中国航天微电子技术及产业发展前景分析报告》
209	《中国天地一体化信息网络技术发展及应用前景调研报告》
210	《国内外航天光机电一体化技术研究与应用调研报告》

## 电子信息与装备、其他

211	《国内外激光雷达技术研究与工程应用调研报告》
212	《国外军用雷达研制及应用趋势调研报告》
213	《国外军用激光技术装备研究及应用调研报告》
214	《国内外激光通信技术研究进展及发展趋势调研报告》
215	《国内外激光焊接技术与装备研制及应用需求调研报告》
216	《国内外光纤陀螺技术发展与应用调研报告》
217	《国内外激光陀螺技术发展及应用调研报告》
218	《国内外激光武器现状及发展趋势调研报告》
219	《国内外惯性/激光雷达信息组合导航系统技术发展研究报告》
220	《国内外高温超导滤波器系统研究及应用调研报告》
221	《国内外 MEMS 传感器应用调研分析报告》
222	《国内外高功率光纤激光器技术发展调研报告》
223	《国内外高功率微波技术研究现状与发展趋势调研报告》
224	《国内外微波定向能武器技术发展及应用调研报告》
225	《2016-2020年光纤激光器市场发展与应用调研报告》
226	《美国军用通信装备抗干扰技术发展调研报告》
227	《国内外机载导弹发展及对比分析报告》
228	《美国、日本及台湾地区军用通信装备抗干扰能力调研报告》
229	《中国地理信息系统 (GIS) 发展及应用前景调研报告》
230	《国内外超导技术发展与应用调研报告》
231	《现代先进交流伺服系统技术发展及应用调研报告》
232	《先进表面工程技术应用及发展趋势调研报告》
233	《国内外太赫兹技术发展现状及应用前景调研报告》
234	《国内外机载激光测深系统关键技术与应用调研报告》
235	《国内外先进无损检测技术研究及设备开发与应用调研报告》
236	《先进焊接与连接技术应用及发展趋势调研报告》
237	《地空宽带通信产业发展及应用专项调研报告》
238	《国内外新型传感器技术发展趋势及应用调研报告》
239	《国内外量子技术研究发展及应用调研报告》
240	《2016-2020 年中国高端继电器市场应用及发展前景预测报告》

## 航空航天综合

241	《中国航天企业军民融合发展思路及方案调研分析报告》
242	《航空航天智能制造专题调研报告》
243	《国际航空航天 3D 打印技术应用及发展趋势调研报告》
244	《航空航天钣金数字化制造技术及应用调研报告》
245	《国内外航空航天自动测试技术及产品发展调研报告》
246	《国内外机载 WIFI 发展及应用调研报告》
247	《国外航空综合航电系统产品对比分析报告》
248	《航空航天工业机器人技术研究进展及发展趋势调研报告》
249	《国内外航空航天大容量锂离子电池 (LIB) 研发调研报告》
250	《国内外航空智能检测、装配技术及装备应用调研报告》
251	《国内外航天智能检测、装配技术及装备应用调研报告》
252	《国内外空中加油关键技术装备发展状况及研发趋势调研报告》
253	《中国通航运营服务发展模式及产业前景分析报告》
254	《2016-2020 年中国私人飞机产业发展前景预测报告》
255	《国内外农业航空装备与技术应用调研报告》
256	《VR 技术发展及在飞机设计中应用关键技术与应用需求调研报告》
257	《铝合金制造业搅拌摩擦焊技术与市场发展研究报告》
258	《国内外智能软材料研制及在航空航天领域应用调研报告》
259	《高性能炭/炭复合材料研究及航空航天领域应用调研报告》
260	《2016-2020年中国民用航空发动机维修产业发展趋势及其先进技术调研报告》
261	《国内外航空装备结构腐蚀防护与控制技术发展调研报告》
262	《国内外喷涂技术发展及其在航空航天领域应用调研报告》
263	《国内外精密超精密加工技术发展与应用调研报告》
264	《国内外航空航天智能物流与仓储应用发展调研报告》
265	《2016-2020年全球航空管制 (ATC) 设备市场发展前景预测报告》
266	《2016-2020年中国空港设备制造业发展及市场需求调研报告》
267	《国内外航空航天相机发展及应用调研报告》
268	《国内外航空航天轴承技术及应用调研报告》
269	《中国航空航天制造业刀具应用及需求深度调研报告》
270	《2015-2020 年国内外航空航天电缆研发及市场前景预测报告》

## 新材料及其他

271	《国防装备轻量化技术及新材料应用与发展趋势调研报告》
272	《国防装备用阻燃、隔热、耐高温新材料发展研究报告》
273	《国内外智能材料发展状况及应用调研报告》
274	《国内外隐身材料研究应用现状及发展趋势调研报告》
275	《国内外超材料技术发展与应用前景调研报告》
276	《国内外石墨烯技术研发及产业化应用前景报告》
277	《国内外铌钨合金材料研制及应用趋势调研报告》
278	《国内外形状记忆合金研究发展及应用调研报告》
279	《国内外高温永磁材料研究状况及应用调研报告》
280	《国内外多孔泡沫陶瓷产业及技术发展调研报告》
281	《国内外金属基复合材料技术发展及应用调研报告》
282	《国内外 TiAl 金属间化合物研究与应用调研报告》
283	《国内外碳化硅 (SiC) 复合材料研究与应用调研报告》
284	《国内外铝加工行业发展趋势及应用领域专项调研报告》
285	《高性能铝合金及铝基复合材料研究及应用调研报告》
286	《国内外钛及钛合金技术研究与应用调研报告》
287	《国内外复合材料先进加工技术装备与应用调研报告》
288	《2015-2025年复合材料发展趋势专项分析预测报告》
289	《国内外陶瓷基复合材料制造技术与应用调研报告》
290	《碳纤维增强树脂基复合材料应用现状及产业发展趋势调研报告》
291	《低成本复合材料技术应用现状及产业发展趋势调研报告》
292	《国内外航空航天减振降噪材料及技术应用调研报告》
293	《钛合金高效加工设备关键技术与发展研究报告》
294	《国内外镁锂合金及镁基复合材料研究与应用调研报告》
295	《国内外单晶叶片技术发展及研发趋势调研报告》
296	《国内外合金锻造生产叶片技术研究报告》
297	《国内外粉末高温合金产业及技术发展趋势调研报告》
298	《国内外航空航天光电功能材料研制与应用调研报告》
299	《国内外燃机发电节能增效技术研究与应用调研报告》
300	《国内外智能控制系统技术研究与应用趋势调研报告》

轨道交通

1	《中国城市轨道交通系统集成与 IT 技术创新应用调研报告》
2	《国际轨道交通先进制造技术应用与发展调研报告》
3	《轨道交通装备新材料应用及关键技术调研报告》
4	《国际轨道交通装备制造业发展趋势及标杆企业专项调研报告》
5	《2016-2020 年全球轨道工程机械市场发展前景预测报告》
6	《2015-2020 年全球隧道掘进机市场发展前景预测报告》
7	《国内外重载快捷铁路货车技术及发展趋势调研报告》
8	《城市轨道交通牵引供电系统及关键技术发展调研报告》
9	《中国轨道交通智能化与信息化建设发展研究报告》
10	《中国城市轨道交通乘客资讯系统行业发展研究报告》
11	《城市轨道交通自动售检票(AFC)系统技术应用及发展趋势调研报告》
12	《中国城市轨道交通综合监控系统应用状况及发展趋势调研报告》
13	《中国城市轨道交通通信与信号系统应用状况及发展趋势调研报告》
14	《城市轨道交通 CBTC 技术研究与发展趋势调研报告》
15	《国内外 IGBT 技术创新及产品研发趋势调研报告》
16	《高速轨道交通高分子复合材料工程化应用及减振降噪技术研究报告》
17	《国内外城市轨道交通车辆制动系统技术研发及应用调研报告》
18	《2016-2020 年国外重点国家及地区轨道交通市场发展前景预测报告》
19	《高铁和轨道交通车辆轴承关键技术研究与应用调研报告》
20	《中国高速列车关键零部件研发及产业化调研报告》
21	《轨道交通乘客信息系统技术发展趋势调研报告》
22	《国内外激光焊接技术与装备研制及应用需求调研报告》
23	《国内外物联网在智慧城市各领域应用发展调研报告》
24	《国内外盾构机关键技术研发及中国市场发展研究报告》