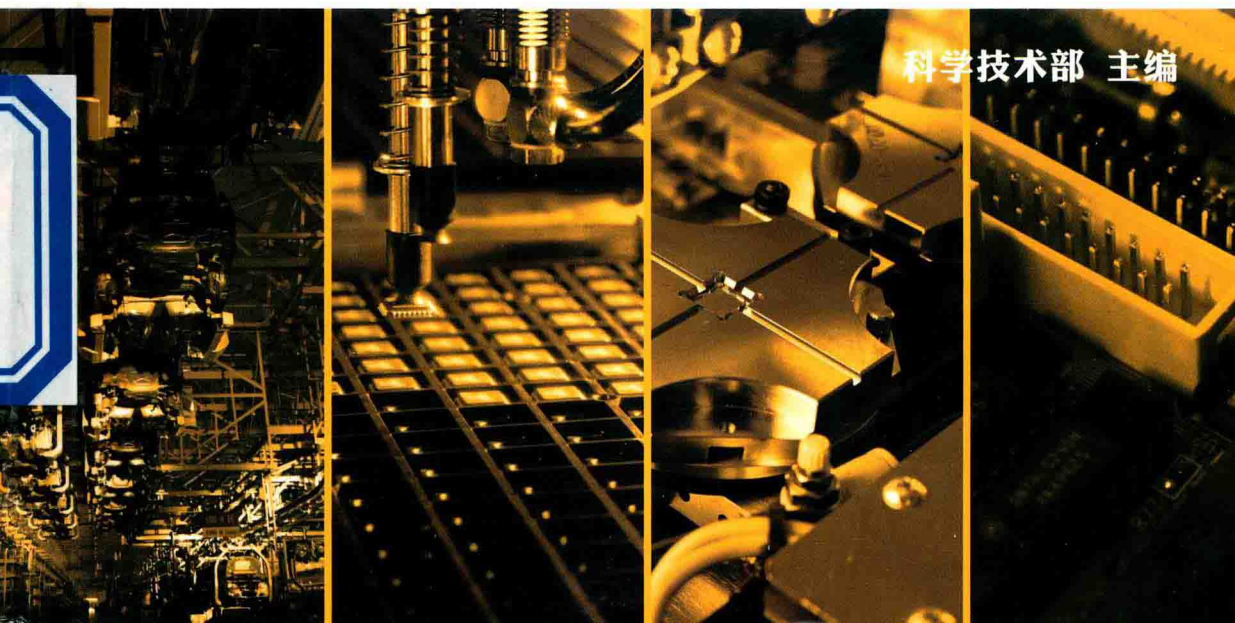


科学技术文献出版社

# 这十年

先进制造领域科技发展报告

科学技术部 主编



这十年

---

# 先进制造领域科技发展报告

---

科学技术部 主编

## 图书在版编目(CIP)数据

这十年——先进制造领域科技发展报告/科学技术部主编. —北京:科学技术文献出版社, 2012. 7

ISBN 978-7-5023-7366-5

I. ①这… II. ①科… III. ①制造业—技术发展—研究报告—中国  
IV. ①F426.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第134800号

## 这十年——先进制造领域科技发展报告

策划编辑:科 文 责任编辑:杨 然 责任校对:赵文珍 责任出版:王杰馨

---

|           |                                                                 |
|-----------|-----------------------------------------------------------------|
| 出 版 者     | 科学技术文献出版社                                                       |
| 地 址       | 北京市复兴路15号 邮编 100038                                             |
| 编 务 部     | (010) 58882938, 58882087 (传真)                                   |
| 发 行 部     | (010) 58882868, 58882866 (传真)                                   |
| 邮 购 部     | (010) 58882873                                                  |
| 官 方 网 址   | <a href="http://www.stdp.com.cn">http://www.stdp.com.cn</a>     |
| 淘 宝 旗 舰 店 | <a href="http://stbook.taobao.com">http://stbook.taobao.com</a> |
| 发 行 者     | 科学技术文献出版社发行 全国各地新华书店经销                                          |
| 印 刷 者     | 北京金其乐彩色印刷有限公司                                                   |
| 版 次       | 2012年7月第1版 2012年7月第1次印刷                                         |
| 开 本       | 787×1092 1/16开                                                  |
| 字 数       | 304千                                                            |
| 印 张       | 20                                                              |
| 书 号       | ISBN 978-7-5023-7366-5                                          |
| 定 价       | 168.00元                                                         |

---



版权所有 违法必究

购买本社图书,凡字迹不清、缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换。

# 编委会

《这十年——先进制造领域科技发展报告》

主 任 曹健林

成 员 （按姓氏笔画排列）

王晓方 赵玉海 赵明鹏 秦 勇 廖小罕

# 编写组 《这十年——先进制造领域科技发展报告》

组 长 赵玉海

副组长 杨咸武 秦 勇 王琦安

成 员 （按姓氏笔画排列）

|     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 于海斌 | 王建民 | 王田苗 | 王 娟 | 区和坚 | 孙立宁 |
| 孙林夫 | 孙 波 | 孙 权 | 刘进长 | 刘 峰 | 李冬茹 |
| 李小虎 | 宋海刚 | 宋 锐 | 陈智立 | 陈大鹏 | 陈殿生 |
| 陈晓东 | 苏宏业 | 邵新宇 | 闵 昊 | 张革军 | 杨建坤 |
| 杨华勇 | 杨海成 | 杨志家 | 孟 光 | 周 平 | 赵 杰 |
| 赵蔚文 | 夏善红 | 贾培发 | 陶 永 | 尉迟坚 | 黄 田 |
| 黄 强 | 黄庆安 | 黄 涛 | 黄永友 | 董景辰 | 敬石开 |
| 褚 健 | 谭 民 | 谭 杰 | 魏 榛 |     |     |

# 序一

## “支撑发展 引领未来”的壮丽篇章

当今，人类社会正处在一个科技创新不断涌现的重要时期，同时，也是经济结构加快调整的重要历史阶段。世界科技发展的势头更加迅猛，正孕育着新的重大突破。信息科技成为推动经济增长和知识传播应用的重要引擎，能源科技为化解世界性能源和环境问题开辟途径，纳米科技带来深刻的技术变革，空间科技促进人类对太空资源的开发和利用，高新技术正在催生新一轮产业变革。

党的十六大以来，我国高新技术发展与产业化工作，在党中央、国务院的正确决策和坚强领导下，在全国科技系统及科技部门的全力支持下，依靠全体高新技术发展和产业化战线科技人员齐心协力和团结奋

斗，充分发挥科技对经济和社会发展的支撑和引领作用，我国高新技术各领域取得了丰硕的成果，铸造了巨大的辉煌，有效地推进了我国产业结构调整、经济增长方式转变和社会和谐发展。

十年来，我国高新技术领域自主创新能力显著提升。“神威蓝光”千万亿次高效能计算机采用自主研发的“申威1600”十六核通用处理器，是我国首台全部采用国产CPU和全套国产软件系统构建的千万亿次计算机系统，标志着我国成为继美国、日本之后，世界上第三个能够采用自主CPU构建千万亿次计算机的国家；和谐号动车组CRH380最高试验速度达到486.1km/h；“蛟龙号”深海载人潜水器成功入潜5057m海底，标志着我国成为继美国、法国、俄罗斯、日本之后第五个掌握3500m以上大深度载人深潜技术的国家。

十年来，我国高新技术重点领域实现重大跨越。在能源领域，中国首个快中子反应堆——中国实验“快堆”成功实现并网发电运行，标志着我国成为全球为数不多的掌握快中子堆技术的国家之一；在自动化领域，工厂自动化用以太网（EPA）配置设计成为德国标准，开创了我国工业自动化领域以标准形式进行技术出口的先河；在材料领域，成功研发具有自主知识产权的硅衬底功率型LED芯片，白光光效大于110 lm/W，成果已实现产业化，标志着我国成为世界上唯一实现硅衬底LED芯片批量生产的国家。一大批重点领域科技创新成果的取得，将我国高新技术重点领域带入新的历史发展阶段，实现了大跨越。

十年来，我国高新技术支撑经济、惠及民生的能力不断增强提高。在材料领域，低温低压铝电解技术实现重要突破，吨铝直流电耗降低至11 900度以下，吨铝电耗减少1200度，两家示范企业实现年节电4.2亿度，减少氟碳化合物排放50%以上，为我国铝电解工业节能减排提供了产业化支撑技术，引领了国际电解铝技术的发展。在产业化环境建设领域，88家国家高新技术产

业开发区、3家国家自主创新示范区、86家大学科技园等蓬勃发展。2011年，88家国家高新区上报统计的企业总计5.96万家，实现营业总收入13.16万亿元，工业总产值10.49万亿元，工业增加值2.74万亿元，净利润7672亿元，出口总额3000亿美元，上缴税额6613亿元。其中，工业增加值占同期全国第二产业增加值的比重达到12.4%。在民生科技创新上，区域协同医疗示范工程共吸纳了16家三级医疗机构，68家二级和一级医疗机构，以及263家社区卫生医疗服务中心或服务站参与了应用示范，实现了我国医疗卫生协同服务模式的创新，取得了丰富的经验和良好的效果。数字教育公共服务示范工程共建立了30个国家级数字教育公共服务体系示范点，面向1487个学习中心开展远程教育与培训服务的“连锁加盟式”综合示范应用，截止2009年第一季度，已使162.2万人次的用户在学习过程中受益，推动了学习型社会的建设与发展，取得了明显的社会效益。另外，数字医疗、数字教育、医疗机器人等一大批民生科技成果得到推广和应用，为科学发展提供了强有力的科技支撑。

十年来，我国高新技术引领战略性新兴产业的培育和发展取得巨大进展。半导体照明产业，太阳能、核电、风电新能源产业，新能源汽车，智能制造，现代服务业等战略性新兴产业经过近两个五年规划的引导和培育，打下了扎实的产业基础，取得快速发展。我国半导体照明产业从无到有快速发展。2010年，我国LED相关专利申请共30 682项，约占全球LED专利申请数量的27%，道路等功能性照明应用领域处于国际领先地位。2011年半导体照明整体产业规模达到1560亿元。“十二五”期间，19个高新技术领域重点专项规划将相继出台，进一步引领我国战略性新兴产业的发展。

回首这十年，全国高新技术发展和产业化工作成绩骄人。展望未来，机遇和挑战犹存，需要各级科技部门和全体科技工作者

继续凝心聚力，大力提升自主创新能力，加快建设创新型国家。  
让我们更加紧密地团结在以胡锦涛同志为总书记的党中央周围，  
全面贯彻落实科学发展观，团结奋斗、扎实工作，以优异成绩迎接  
党的十八大胜利召开。

科学技术部部长 **万钢**  
二〇一二年六月一日

## 序二

### 坚定不移走中国特色自主创新道路

党的十六大以来的十年，是我国高新技术及其产业迅猛发展的十年。十年来，我国高新技术发展与产业化工作认真贯彻党的十六大、十七大精神，积极响应胡锦涛总书记在全国科学技术大会上向全党全社会发出的“坚持走中国特色自主创新道路、加快推进创新型国家建设”号召，坚持统筹规划、高起点部署，坚持以深化改革为动力、汇聚海内外优秀人才、集中优势资源加强攻关，在中国特色自主创新道路上不断探索、开拓创新，为支撑引领经济社会发展做出了重要贡献。

当前，我国科技发展还存在一些薄弱环节。关键

技术自给率还不高，自主创新能力特别是原始创新能力还不强。高新技术产业和科技服务业在经济中所占比重还需要进一步提高。优秀拔尖人才不足，科技人员的积极性创造性有待进一步发挥。我们必须立足我国的基本国情，坚定走中国特色自主创新道路的信心和决心，充分发挥社会主义制度集中力量办大事的优越性，进一步深化科技体制改革和扩大开放，加强高层次创新人才队伍建设，加快国家创新体系建设，推动我国经济社会发展尽快走上创新驱动的轨道。

走中国特色自主创新道路，建设创新型国家，必须大力提升自主创新能力，推动科技与经济更紧密结合。十年来，在党中央、国务院的领导下，我国自主创新能力显著增强。基础研究和前沿技术研究取得重大突破，载人航天、千万亿次高性能计算机、中微子振荡等成就举世瞩目，16个国家科技重大专项带动战略性新兴产业跨越式发展，超级杂交水稻技术为粮食连续八年增长和农民收入连续八年快速增加提供了有力支撑。知识创新工程和技术创新工程成效明显，企业在技术创新中的地位和作用显著提升。我国正在成为汇聚全球创新资源和创新人才的热土，已经成为具有重要世界影响力的科技大国。面向未来，我们要按照自主创新、重点跨越、支撑发展、引领未来的指导方针，加强原始创新、集成创新和引进消化吸收再创新，大力推进协同创新。坚持立足长远，超前部署基础研究和前沿技术研究，力争取得更多原创性突破。坚持有所为有所不为，选择关系国计民生和国家安全的重点领域，集中力量、重点突破产业关键共性技术，培育和发展新兴产业，加快传统产业转型升级，提升产业核心竞争力，支撑经济社会持续协调发展。

走中国特色自主创新道路，建设创新型国家，必须坚持以改革促发展，加快推进科技体制机制创新。党的十六大以来，中央做出增强自主创新能力、建设创新型国家的重大战略决策，科

技体制改革进入全面推进中国特色国家创新体系建设的新阶段。十年来，通过深化科技体制改革，激励自主创新的法律框架和政策体系不断完善。组建了一批科研基地、创新平台和创新团队，促进了政产学研用结合和军民融合。深入落实人才规划纲要，创新型人才队伍规模不断壮大。改革为科技创新增添了新的动力，以市场为导向的科技力量配置格局基本形成，推动我国科技发展进入重要跃升期。下一步，深化科技体制改革，要建立健全科学合理、富有活力、更有效率的国家创新体系。进一步完善科技创新的政策环境，加强科技工作宏观统筹，推进各具特色的区域创新体系建设，鼓励发展科技中介服务，深化科研经费管理制度改革，促进科技资源开放共享和高效利用，完善科技成果评价奖励制度，更好地激发科技人员的积极性、创造性。

走中国特色自主创新道路，建设创新型国家，必须坚持发挥我国社会主义制度的优越性，集中力量办大事。十年来，通过组织实施国家科技重大专项，市场经济条件下新型举国体制的探索取得新进展，决策、执行、评估相对分离的项目管理体制机制基本形成。国家科技计划布局更加合理，配合更加紧密，863、973和科技支撑计划定位更加清晰。高新技术领域依托863计划和支撑计划，集中资金支持一大批重大科技攻关项目，产学研合作更加紧密，取得辉煌成果。进一步发挥社会主义制度优越性，要坚持政府支持、市场导向，统筹发挥政府在战略规划、法规标准、政策引导等方面的作用与市场在资源配置中的基础性作用，营造支持创新的良好环境。坚持统筹协调、遵循规律，统筹落实中长期科技、教育、人才规划纲要，发挥中央和地方两方面积极性，强化地方在区域创新中的主导地位，按照经济社会和科技发展的内在要求，整体谋划、有序推进科技改革发展。

走中国特色自主创新道路，建设创新型国家，必须坚持人才是第一资源的理念，培养和造就一支规模宏大的创新人才队伍。

十年来，我们着力培养具有创新精神的科技领军人才，依托国家重大人才培养计划、重大科研和重大工程项目、重点学科和重点科研基地，积极推进创新团队和产业技术创新联盟建设，培养出一大批德才兼备、国际一流的学者和产业科技创新领军人才。积极引进海外高层次人才，吸引了大批出国留学人员回国创业。面向未来，我们要进一步统筹各类创新人才发展，完善人才激励制度。深入实施重大人才工程和政策，培养造就世界水平的科学家、科技领军人才、卓越工程师和高水平创新团队。加强科研生产一线高层次专业技术人才和高技能人才培养。健全科技人才流动机制，鼓励科研院所、高等学校和企业创新人才双向交流。加强科学道德和创新文化建设，加强科研诚信和科学伦理教育，引导科技工作者自觉践行社会主义核心价值体系，大力弘扬求真务实、勇于创新、团结协作、无私奉献、报效祖国的精神，进一步形成尊重劳动、尊重知识、尊重人才、尊重创造的良好风尚。

展望未来，中央提出到2020年我国进入创新型国家行列，到本世纪中叶成为世界科技强国，任务艰巨，使命光荣。全国科技战线的同志们要更加紧密地团结在以胡锦涛同志为总书记的党中央周围，牢牢把握“自主创新、重点跨越、支撑发展、引领未来”的指导方针，坚定走中国特色的自主创新道路，奋发努力、扎实苦干，为建设创新型国家而努力奋斗，以优异成绩迎接党的十八大胜利召开。

科学技术部党组副书记 副部长

王志刚

二〇一二年六月一日

## 《这十年——先进制造领域科技发展报告》

# 目录

|                       |           |
|-----------------------|-----------|
| <b>第一章 发展综述</b>       | <b>1</b>  |
| 第一节 先进制造技术内涵及发展趋势     | 1         |
| 第二节 我国先进制造技术的发展历程     | 4         |
| <b>第二章 重大装备与工艺技术</b>  | <b>8</b>  |
| 第一节 概述                | 8         |
| 第二节 高档数控机床与基础制造装备     | 9         |
| 第三节 微电子制造装备           | 18        |
| 第四节 绿色制造              | 25        |
| 第五节 智能工程机械、特种装备与高端基础件 | 34        |
| 第六节 高效精密特种加工与测量技术     | 38        |
| 第七节 重大产品和重大设施可靠性技术    | 50        |
| 第八节 经验与启示             | 55        |
| <b>第三章 制造服务技术</b>     | <b>57</b> |
| 第一节 概述                | 57        |
| 第二节 开发技术与产品           | 58        |

|            |                |            |
|------------|----------------|------------|
| 第三节        | 工艺技术与产品        | 62         |
| 第四节        | 管理技术与产品        | 66         |
| 第五节        | 全生命周期技术与产品     | 78         |
| 第六节        | 射频识别技术与应用      | 81         |
| 第七节        | 制造信息化工程        | 99         |
| 第八节        | 经验与启示          | 104        |
| <b>第四章</b> | <b>系统控制技术</b>  | <b>107</b> |
| 第一节        | 概述             | 107        |
| 第二节        | 工业实时以太网国际标准EPA | 108        |
| 第三节        | 工业无线网络国际标准WIA  | 120        |
| 第四节        | 流程工业智能仪器仪表     | 128        |
| 第五节        | 石化控制系统         | 134        |
| 第六节        | 火电控制系统         | 142        |
| 第七节        | 核电控制系统         | 149        |
| 第八节        | 流程工业节能降耗技术与应用  | 156        |
| 第九节        | 经验与启示          | 167        |
| <b>第五章</b> | <b>微纳制造技术</b>  | <b>169</b> |
| 第一节        | 概述             | 169        |
| 第二节        | 微纳设计与加工技术      | 172        |
| 第三节        | 微纳封装与测试技术      | 185        |
| 第四节        | 微纳制造装备         | 192        |
| 第五节        | 微纳器件           | 201        |
| 第六节        | 微纳系统集成技术       | 214        |
| 第七节        | 经验与启示          | 233        |
| <b>第六章</b> | <b>智能机器人技术</b> | <b>234</b> |
| 第一节        | 概述             | 234        |
| 第二节        | 工业机器人          | 236        |
| 第三节        | 水下机器人          | 253        |
| 第四节        | 特殊环境机器人        | 261        |
| 第五节        | 医疗机器人          | 279        |
| 第六节        | 仿人机器人          | 287        |
| 第七节        | 助老助残机器人        | 293        |
| 第八节        | 经验与启示          | 300        |
| <b>大事记</b> |                | <b>302</b> |

# 第一章 发展综述

## 第一节 先进制造技术内涵及发展趋势

### 一、先进制造技术内涵与意义

先进制造技术是在制造系统和制造过程中有机融合并有效应用微电子、信息、管理等现代科学技术,优质、低耗、高效、低成本、及时地开发和制造出满足市场需求的产品和装备的先进工程技术的总称。先进制造技术是一门综合性、交叉性前沿技术,学科跨度大,内容广泛,涉及制造业生产与技术、经营管理、设计、制造、市场各个方面。先进制造技术是制造技术与现代高新技术结合而产生的一个完整的技术群,是一类具有明确范畴的新的技术领域,是面向21世纪工业应用的技术。

制造业是国家经济发展和国防建设的重要支柱，制造业的水平综合体现着一个国家或地区的经济实力、科技水平、生活水准和国防实力。在将先进制造技术看作国家或地区制造业发展的决定性生产力的认识基础上，自20世纪80年代起，各工业发达国家纷纷制订发展战略，强力推进先进制造技术的研发和应用。1993年，美国政府批准了由联邦科学、工程与技术协调委员会（FCCSET）主持实施的先进制造技术（Advanced Manufacturing Technology, AMT）计划，其目标是研究开发世界领先的先进制造技术，以满足美国制造业对先进制造技术的需求，提高制造业的竞争力。主要内容包括先进设计技术、先进工艺与装备技术、支撑核心技术以及制造技术基础设施的研发与建设。因此，该计划是美国根据本国制造业面临的挑战和机遇，为增强美国制造业的竞争力和促进美国国家经济增长而提出的战略。1990年，日本通产省提出“智能制造”国际合作计划，除日本以外还邀请美国、加拿大、欧盟成员国等参加，以官产学研的方式推进流程工业无污染生产、并行工程、全球协同制造、全能制造系统、快速成型、设计制造知识体系化等方面的研究与应用。欧盟则在ESPRIT和BRITE-EURAM计划下，推进微电子、计算机集成制造、材料、制造加工、设计、工厂系统等方面的研究与应用。

早在1995年4月，时任国家科委主任宋健在接见参加“先进制造技术发展战略研讨会”的专家时指出：“发展制造技术是国家目标、国家利益、全社会利益。”同时指出，“要加强对制造技术的宣传和认识，在基础研究、应用研究和高技术研究等各个方面，制造技术都应占据重要地位”。

## 二、先进制造技术发展趋势

进入21世纪以来，在经济全球化和信息化的背景下，国际制造业竞争越来越激烈，发展模式正在发生深刻的变化，对先进制造技术的需求越加迫切。而在这种背景下，通过多学科交叉及系统优化集成、制造技术与生产管理统一、先进制造技术与高新技术进一步融合，呈现出全球化、精益化、服务化、绿色化、智能化、微细化的发展趋势。

### （一）全球化

全球经济一体化及信息网络化推动着全球产业链的形成。制造企业突破传统企业—社会—国家的界限，在全球范围内优化配置资源，参与全