

China's Report of Technology Foresight 2005—2006

中国技术前瞻报告

农业、人口健康和公共安全

2005—2006



科学技术文献出版社

中国技术前瞻报告

China's Report of Technology Foresight 2005—2006

农业、人口健康和公共安全

2005—2006

国家技术前瞻研究组 著

科学技术文献出版社

Scientific and Technical Document Publishing House

北 京

图书在版编目(CIP)数据

中国技术前瞻报告 2005—2006/国家技术前瞻研究组著. -3 版. -北京:科学技术文献出版社,2006.8

ISBN 7-5023-4492-6

I. 中… II. 国… III. 科学技术-技术预测-研究报告-中国-2005—2006 IV. N12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 086110 号

出 版 者 科学技术文献出版社

地 址 北京市复兴路 15 号(中央电视台西侧)/100038

图书编务部电话 (010)58882909,(010)58882959(传真)

图书发行部电话 (010)68514009,(010)68514035(传真)

邮 购 部 电 话 (010)58882952

网 址 <http://www.stdph.com>

E-mail: stdph@istic.ac.cn

策 划 编 辑 周国臻

责 任 编 辑 杨 光

责 任 技 对 秦 致

责 任 出 版 王杰馨

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 富华印刷包装有限公司

版 (印) 次 2006 年 8 月第 3 版第 1 次印刷

开 本 787×1092 16 开

字 数 520 千

印 张 22.25

印 数 1~2200 册

定 价 60.00 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。

(京)新登字 130 号

内 容 简 介

本书是在系统研究了未来 15 年农业、人口健康和公共安全领域技术发展趋势的基础上,通过两轮德尔菲问卷调查,集中了 500 多位来自研究机构、大学、企业、政府管理部门的技术专家和经济社会专家的智慧和建议撰写而成的研究报告。对上述 3 个领域就我国未来可能有发展机遇的 311 个技术项目的科技研发水平、研发基础、技术发展途径等进行了分析与阐述。对正确把握我国未来科技发展趋势,确定我国科技发展重点,具有重要的参考价值,并能为政府部门的管理决策和相关学者的研究提供有价值的参考。

科学技术文献出版社是国家科学技术部系统唯一一家中央级综合性科技出版机构,我们所有的努力都是为了
使您增长知识和才干。

——本项目由科学技术部发展计划司资助
并委托中国科学技术促进发展研究中心组
织相关单位完成。

国家技术前瞻研究组

顾问：李学勇

组长：王晓方 杜占元 王 元

副组长：徐建国 杨起全

成 员：黎懋明 贾蔚文 周永春 马 驰

戴小枫 陆建中 蒋茂森 田 玲

代 涛 郭云涛 陈 武 张 强

崔玉亭 吕 静 陈 成 高昌林

程家瑜 龚钟明 张俊祥 许 晔

王 革 韦东远

序

当今时代，人类社会步入一个科技创新不断涌现的重要时期，科学技术迅猛发展，呈现交叉融合、集成创新和群体突破的态势，推动人类社会生产力、生产方式、生活方式和发展观发生了前所未有的深刻变革，也引起世界经济格局、利益格局和安全格局发生了前所未有的重大变化。高技术及其产业发展日益成为经济社会发展的主要推动力和国际竞争的焦点。为抢占未来战略制高点，许多国家高度重视科技发展战略与政策的制定，积极开展技术预测和国家关键技术选择，以期把握未来科技发展方向，并满足本国经济社会发展的需求出发，确定科技发展的战略重点。

本世纪头 20 年是实现我国现代化建设第三步战略目标的关键时期，也是我国经济、社会和科技发展的重要战略机遇期。为了抢抓和用好这一战略机遇期，积极应对国家发展面临的国际国内挑战，《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020）》提出了“自主创新、重点跨越、支撑发展、引领未来”的指导方针，对我国未来 15 年的科学和技术发展进行了全面部署，把增强自主创新能力、支撑和引领经济社会发展作为我国科技发展的伟大使命。

为更好地落实规划纲要提出的各项战略任务，必须做好技术预测工作。通过技术预测，对未来科学、技术、经济和社会发展趋势进行系统研究，综合集成科技、经济、社会、管理等各方面专家的意见，进一步把握未来科技发展趋势，明确发展方向，并结合我国国情选择对经济和社会发展具有最大贡献的关键技术群，为国家科技规划的实施和动态调整提供决策支撑，为我国科技政策和科技发展战略的制定奠定基础。

技术预测作为科技发展的一项战略性基础工作，“十五”期间，科技部做了

全面部署，精心组织了一大批专家，开展系统的研究工作。于 2003 年至 2004 年完成了**信息、生物、新材料、能源、资源环境和先进制造**六个领域的研究，2005 年又选择与人民生活密切相关的**农业、人口健康和公共安全**领域开展技术预测研究，《中国技术前瞻报告 2005—2006》一书就是这一研究的结晶。它在全面研究未来 15 年农业、人口健康和公共安全三个领域技术发展趋势、经济社会发展所面临的问题以及对科技需求的基础上，通过两轮德尔菲调查，集中了 500 多位来自研究机构、大学、企业、政府管理部门的专家学者的意见和建议。该书在对德尔菲调查数据系统整理和全面分析的基础上，对三个领域的 311 项技术项目，从我国研发水平、研发基础、技术发展途径等各个方面进行了分析，理清了每个领域的技术发展方向和发展重点，结合未来经济社会发展的重大需求，筛选出了各领域需要超前部署和重点发展的关键技术。相信这些研究成果对于正确把握未来科技发展趋势、确定我国科技发展重点具有重要的参考价值。

最后，希望技术预测研究能够成为国家科技宏观决策和宏观管理的一项经常性、基础性的工作，为规划实施和动态调整，以及科技决策和管理提供重要的依据，同时希望能为广大的科技工作者提供借鉴、参考和帮助。

A stylized handwritten signature in black ink, consisting of three characters: '李' (Li), '永' (Yong), and '勇' (Yong).

二〇〇六年五月八日

科学技术文献出版社



科学技术文献出版社方位示意图

目 录

前 言	1
第 1 章 概 述	4
1 调查基本情况	4
1.1 技术预测领域	4
1.2 预测时间	4
1.3 预测方法	4
1.4 组织方式	5
1.5 预测过程	5
1.6 备选技术项目	6
1.7 专家网络	16
1.8 指标体系	16
2 统计分析方法	16
2.1 指数法	16
2.2 最大值	17
2.3 四分位法	17
2.4 经济效益综合指数	18
3 调查的基本信息	19
第 2 章 调查结果综合分析	20
1 对技术重要程度的评价	20
1.1 各领域技术重要性指数	20
1.2 对各子领域技术重要性的评价	21
2 我国农业、人口健康和公共安全科技研发水平的评价	22
3 我国农业、人口健康和公共安全科技研发基础评价	24
3.1 我国七成以上的技术项目研发基础一般	24
3.2 自主研发是我国未来研究开发的主要形式	27
4 我国农业、人口健康和公共安全领域技术项目的经济效益分析	32
4.1 产业化前景较好的前 20 项技术	32
4.2 对提高我国国际竞争力作用较大的前 20 项技术	33
4.3 产业化成本较低的前 20 项技术	35
4.4 产业化成本较高的 20 项技术	37
4.5 经济效益分析	38
5 对我国高新技术产业发展起重要作用的技术	40
5.1 对高新技术产业发展作用较大的前 20 项技术	40
5.2 对高新技术产业的作用与经济效益的相关分析	42

6 对改造和提升我国传统产业起重要作用的技术.....	61
6.1 农业领域对提升和改造我国传统产业重要的技术项目	61
6.2 人口健康领域对提升和改造我国传统产业重要的技术项目	62
6.3 公共安全领域对提升和改造我国传统产业重要的技术项目	63
6.4 对改造传统产业的作用与经济效益的相关分析	64
7 对环境保护和资源综合利用非常重要的技术.....	66
7.1 对环保和资源综合利用作用较大的前 30 项技术	66
7.2 对环保和资源综合利用的作用与经济效益的相关分析	69
8 对提高人民生活质量非常重要的技术.....	75
9 预期实现产业化时间分析.....	77
10 指标交叉分析.....	78
10.1 对高新技术产业的作用与对传统产业作用的相关分析	78
10.2 对高新技术产业的作用与对环保和资源综合利用的作用的相关分析	84
10.3 对传统产业的作用与对环保和资源综合利用的作用的相关分析	85
第 3 章 农业领域预测分析	86
1 农业领域技术发展现状及趋势.....	86
1.1 农业生物资源与利用技术.....	86
1.2 农业动植物育种	89
1.3 农业有害生物预防与控制技术.....	93
1.4 数字农业与农业信息化技术	95
1.5 现代节水农业技术.....	98
1.6 现代农业药物生产技术	99
1.7 农林产品精细加工与物流技术.....	102
1.8 工程农业技术与智能化装备	105
1.9 农产品安全生产与质量控制技术.....	108
1.10 农业资源高效利用技术	111
1.11 农业气候变化和非生物灾害预防与控制技术	113
2 重要性指数排前 20 位的技术.....	114
3 研发水平评价.....	116
3.1 技术差距	116
3.2 研发基础	116
3.3 技术发展途径.....	117
3.4 自主知识产权	118
4 经济效益分析.....	119
4.1 经济效益综合指数.....	119
4.2 产业化前景与产业化成本	120
4.3 国际竞争力	121
4.4 预期实现产业化时间分析	122
5 对经济社会发展的作用.....	126

5.1 对高新技术产业的作用	126
5.2 对改造和提升传统产业的作用	126
5.3 对环保和资源综合利用的作用	127
5.4 对提高人民生活质量的作用	128
6 建议采取的措施	129
第4章 人口健康领域预测分析	131
1 人口健康领域技术发展现状及趋势	131
1.1 人口与计划生育科技	131
1.2 临床诊疗技术	135
1.3 药物研发相关技术	139
1.4 中医药研究及其相关技术	141
1.5 生物医学工程相关技术	143
2 重要性指数排前 20 位的技术	145
3 研发水平评价	146
3.1 技术差距	146
3.2 研发基础	146
3.3 技术发展途径	147
3.4 自主知识产权	149
4 经济效益分析	150
4.1 经济效益综合指数	150
4.2 产业化前景与产业化成本	151
4.3 国际竞争力	152
4.4 预期实现产业化时间分析	153
5 对经济社会发展的作用	156
5.1 对高新技术产业的作用	156
5.2 对改造和提升传统产业的作用	157
5.3 对环保和资源综合利用的作用	158
5.4 对提高人民生活质量的作用	159
6 建议采取的措施	160
第5章 公共安全领域预测分析	161
1 公共安全领域技术发展现状及趋势	161
1.1 煤矿安全	161
1.2 危险化学品安全	167
1.3 自然灾害与社会安全	173
1.4 信息安全	175
1.5 食品安全	179
1.6 卫生与药品安全	179
2 重要性指数前 20 位的技术	179

3 我国公共安全领域研发水平评价	180
3.1 技术差距	180
3.2 研发基础	181
3.3 技术发展途径	182
3.4 自主知识产权	183
4 经济效益分析	183
4.1 经济效益综合指数	183
4.2 产业化前景与产业化成本	184
4.3 国际竞争力	185
4.4 预期实现产业化时间分析	186
5 对经济社会发展的作用	189
5.1 对高新技术产业的作用	189
5.2 对改造和提升传统产业的作用	190
5.3 对环保和资源综合利用的作用	191
5.4 对提高人民生活质量的作用	192
6 建议采取的措施	192
第6章 技术项目和专家意见	194
1 农业领域	194
2 人口健康领域	228
3 公共安全领域	250
附录1 德尔菲调查数据统计表	289
1 农业领域	290
2 人口健康领域	303
3 公共安全领域	314
附录2 预期实现产业化时间	325
附录3 国家技术前瞻研究人员名单(总体研究组和领域研究组)	335
1 国家技术前瞻总体研究组	335
2 农业领域研究小组	336
3 人口健康领域研究小组	336
4 公共安全领域研究小组	337
附录4 指标体系	338
缩略语	341

前 言

2003 年以来,我们已经先后完成信息、生物、新材料、能源、资源环境和先进制造六个领域的国家技术前瞻研究。为了更好地把握科技发展全局,充分体现“以人为本”的思想,在已完成六个领域研究的基础上,继续选择与人民生活密切相关的“农业、人口健康和公共安全”三个重点领域开展研究。通过对科技、经济和社会发展进行系统分析,选择适合我国发展的关键技术群,为国家科技决策提供有效支撑。

“十一五”期间,农业、农村和农民即“三农”问题是全党工作的重中之重,也是历届政府关注的重大问题。目前我国存在农民收入增长缓慢,农业现代化程度不高,农业技术创新能力不强,入世后农产品出口遇到严重的绿色壁垒和技术壁垒等问题。要建设社会主义新农村,推进现代农业发展,解决国家粮食安全、食物安全、生态安全、农民增收等重大农业问题,必须依靠科技进步。

提高人民健康水平和人口素质是全面建设小康社会的重要内容。目前,我国人口基数过大,60 岁以上人口超过 10%,已经进入老龄化社会。老年痴呆、帕金森等老年疾病增多造成沉重的经济社会负担,艾滋病、乙肝、心脑血管病、癌症、非典型性肺炎(SARS)、禽流感等重大疾病和传染病严重威胁人民健康。当前,我国公共卫生体系薄弱,尤其是农村、社区医疗卫生问题十分突出。我国食品和药品安全问题严重,生物安全防控体系尚不健全。同时,我国健康产业发展缓慢。人口健康问题是社会稳定和经济发展的保障,要实现经济社会和人的全面、协调与可持续发展,必须依靠科技的长期稳定支撑。

当前,我国每年由于公共安全问题造成的经济损失约 6 500 亿元人民币,约占 GDP 总量的 6%。专家认为:我国每年安全生产事故引发的损失约 2 500 亿元,社会治安事件造成的损失约 1 500 亿元,自然灾害造成的损失约 2 000 亿元,生物侵害导致的损失约 500 亿元。因此,全面提升国家抗御和应对公共灾害事故与突发公共事件的能力,对我国科技工作提出了重要的挑战。

因此,本次研究由科技部发展计划司资助和组织,科技部相关司局参与,并委托中国科学技术促进发展研究中心具体实施,中国农业科学研究院、中国医学科学研究院、国家安全生产监督管理局研究中心、国际技术经济研究所等单位参加了研究。本研究按照科学的方法、规范的程序和严密的过程,以专家们的创造性思维为基础,通过集思广益和综合集成,全面把握未来科技发展趋势,分析潜在机会和面临的挑战,找出适合我国国情的技术发展方向。研究的总体目标是,通过对我国中长期科技、经济和社会发展进行系统研究,在农业、人口健康和公共安全领域确定重大科技需求以及科技发展方向,选择对国民经济和社会发展具有战略意义的关键技术群,为我国实现跨越式发展选择优先发展的重点,为国家科技规划的实施提供有效支撑,同时,为社会公众提供科技发展趋势的信息。

课题组建立了一支层次较高的研究队伍,由企业、高校、研究开发机构的专家和政府管理人员广泛参加,同时成立了总体研究组和三个领域研究组,其中总体组 27 人,各领域组 14~27 人,各领域组按照研究方向分别邀请国内有关著名专家、学者组成研究小组。同

时,充分利用有关行业协会专家库,从企业、高校和研究开发机构等单位选择咨询专家,建立咨询专家数据库,每个领域约 500 人,形成了 1 500 人左右的领域专家网络系统。

研究方法仍然以德尔菲(Delphi)调查为主,通过函调方式让专家对预测工作组事先拟定的问题自由发表意见,经过统计汇总后再反馈给咨询对象,再次回答相同的问题,反复若干次,就可以使专家意见得到一定程度的集中,从而获得有一定科学性、权威性的判断。与一般专家调查法相比,德尔菲法具有匿名性、反馈性、收敛性、统计性等主要特点。同时,在研究中还综合运用了文献调查、专家会议、国际比较等多种方法。

研究过程具体细化为三个阶段:第一阶段(2005 年 5~9 月),进行经济社会发展趋势和需求分析,对我国农业、人口健康和公共安全领域的技术发展趋势进行研究。通过问卷调查和专家研讨会征集技术项目,结合需求分析对征集的项目进行充分论证,经过专家会议讨论,最后提出了我国有发展机遇的 311 项技术项目,涉及三个领域的 20 个子领域,其中农业 114 项、人口健康 99 项、公共安全 98 项。为了避免重复调查,公共安全领域的食品安全子领域和卫生与药品安全子领域分别在农业和人口健康领域调查。为了便于理解,每个项目有 500~800 字左右的说明材料,包括该项技术的特点、主要技术参数、国内外发展现状、我国发展该项技术的重要性和必要性,以及未来发展的重点等。

第二阶段(2005 年 10 月~2006 年 2 月),进行两轮德尔菲问卷调查。第一轮有来自企业、高校和研究机构等单位的 513 位专家参加了调查,每个技术项目平均有 99 位专家发表了意见。第二轮有 537 位专家参加了调查,每个技术项目平均有 107 位专家发表了意见。从专家的单位构成看,企业、高校、研究机构和政府管理机构的专家人数分别占 11%、27%、53%和 6%,其他人员占 3%。调查涉及 17 项指标(与信息、生物、新材料、能源、资源环境和先进制造领域的调查指标相同),包括专家熟悉程度、每项技术对我国的重要性、我国的研发水平和研发基础、对高新技术和传统产业的作用、对环保和资源综合利用的作用、产业化前景以及建议采取的措施等。在此基础上,通过对调查数据进行统计分析,撰写中国技术前瞻报告。

第三阶段(2006 年 3~10 月),国家关键技术选择研究阶段。此阶段的研究是在已完成的“中国技术前瞻报告 2005—2006”基础上的深入研究。按照国家关键技术的选择原则和准则,组织专家研讨会,对调查结果进行论证,根据我国国情,选择未来 15 年我国经济和社会发展急需的重大关键技术群,并对各领域的重大问题进行研究。主要分两个层次:第一是领域关键技术选择。各领域根据德尔菲调查结果,对各类综合指标进行排序,初步选择出排在前列的项目供专家组进行讨论,充分发挥专家在各自技术领域的互补优势,选择出领域关键技术;第二是国家关键技术选择。在领域关键技术的基础上,通过专家论证和专项调研等方法确定国家关键技术。国家关键技术应当系统集成各领域的研究成果,而不仅仅是各领域关键技术的简单组合。同时,针对技术发展中的重大问题开展专题研究。最后撰写国家关键技术研究报告,包括每项关键技术的国外发展趋势、我国的现状和差距以及优先发展的重点等。

本报告主要依据德尔菲调查中第二轮专家调查统计数据所进行的系统分析。第 1 章介绍研究的基本过程。第 2 章对德尔菲调查结果进行了综合分析,包括对我国农业、人口健康和公共安全领域的研发水平进行评价,对其研发基础、技术发展途径等进行研究,对技术重要性与经济效益的关系进行探讨,等等。第 3、4、5 章分别为农业、人口健康和公共

安全领域的分析报告，包括各领域的技术发展趋势以及技术发展评价等。第 6 章给出了技术项目内容及专家意见。

本书是在科技部有关领导的关心和支持下，经过课题组全体人员的共同努力完成的。领域组专家提供了各领域技术发展现状和趋势，总体组专家对调查数据进行了系统分析，对相关重大问题进行了研究。经过总体组和领域组专家的反复讨论，并综合了各方面专家的意见，中国科学技术促进发展研究中心预测与发展研究部执笔完成了全书的撰写工作。

由于水平有限，难免有缺点错误，切望读者惠予批评指正。

国家技术前瞻研究组

2006 年 5 月

第1章 概述

根据当前我国经济社会发展的实际需求,以及《国家中长期科学和技术发展规划纲要》的基本要求,结合信息、生物、新材料、能源、资源环境和先进制造领域的研究,本次技术预测调查的目标是:通过对中长期科技、经济和社会发展进行系统研究,在我国农业、人口健康、公共安全领域确定对解决我国经济和社会发展、保障人民生活质量具有重要意义的关键技术群。为规划纲要和国家“十一五”科学技术规划的实施与调整提供基础信息,同时,为社会公众提供科技发展趋势等方面的信息。

为实现上述目标,本研究主要完成以下3个方面的任务:

经济和社会需求分析。从我国中长期国家总体战略目标和我国基本国情出发,确定国民经济和社会发展对科技的需求。同时,研究农业、人口健康和公共安全等领域的技术发展对我国社会经济可能产生的影响。

未来15年我国技术发展研究。在农业、人口健康和公共安全三个重点领域,组织科技、经济和社会各方面专家开展技术预测调查。调查内容包括:各项技术的重要程度,我国的研发基础和水平以及与世界领先国家的差距,技术发展的主要途径(如自主研发、联合开发、引进等),技术对经济的作用,产业化前景等。

关键技术选择。在技术预测调查的基础上进行综合研究,根据我国国情,有选择地确定一批关键技术进行重点研究,尤其是那些对经济增长和人民生活至关重要的关键技术。同时,对农业、人口健康和公共安全领域可能出现的重大问题进行深入研究。

1 调查基本情况

1.1 技术预测领域

在已完成“信息、生物、新材料、能源、资源环境和先进制造”六个领域技术预测研究的基础上,根据科技发展趋势,结合我国科技发展重点以及经济社会发展对科技的需求,按照科技部发展计划司总体部署,本次技术预测选择农业、人口健康和公共安全三个领域开展调查研究。

1.2 预测时间

本次技术预测在时间上重视长期目标和近中期利益相结合。预测时间为2006—2020年。

1.3 预测方法

借鉴日、德、英、韩等国家开展技术预测的经验并结合我国以往的经验,同时与2003年和2004年的技术预测研究工作保持一致。本次研究仍以德尔菲调查为主,同时综合运用文献调查、专家会议、国际比较和其他研究方法。