

国家重大科技项目选择

研究报告

中国科技促进发展研究中心

一九九六年三月

《国家重大科技项目选择研究》分析报告之一

国家重大科技项目选择研究报告

李致杰 吕力之

国家科委
中国科技促进发展研究中心

一九九六年三月

前 言

1. 《国家重大科技项目遴选》是国家科委下达的重要软科学研究课题。其目的是遴选 2010 年以前对于我国科技、经济、社会发展有重大深远影响的一批科技项目，为国家制定科技规划、确定重点研究方向，选择科技项目提供科学依据。

2. 几个重要概念的阐述

科技计划—为实现某类科技目标而规划的具有关联性、层次性和时序性的科技项目系统。

科技项目—在规定的期限内为完成某项开发目标而规划的科技资源投入、政策措施、机构设置及其研究开发活动等要素所构成的整体。

重大科技项目—某些科技资源投入规模很大的科技项目，其实施后对实现国家发展总目标、增强综合国力有重大影响，能带动关键技术发展、对国家科学技术总体水平提高有重大作用的，可视为重大科技项目。

关键技术—对保证产业升级、产品换代、实施重大科技项目计划，具有决定意义的、复杂的、先进的、系统的技术，掌握这些系统技术对于保证国家实现发展总目标具有重大意义。

重大科技项目与关键技术—重大科技项目是多种技术的综合体，它依赖关键技术、又带动关键技术。重大科技项目选择必须从对国内技术结构和技术差距的研究分析出发，积极寻找技术获取的目标和途径。

3. 根据国内外经验，重大科技项目的选择与决策过程大致可以划分为三个主要阶段。第一阶段可以形象地称为粗筛阶段，其主要内容是对国内外的科技发展现状和趋势进行全面扫描和初步分析，其阶段目标是提出一份供下一阶段工作使用的清单。作为后续选择和决策的基础，它所包含的项目应该基本覆盖科技发展的重要领域，避免大的遗漏，同时又留有进一步选择的余地，因此，这份清单所包含的项目数量必然大于第二阶段和第三阶段产生项目数

量。这类工作往往由政府主管部门或其它权威机构授权或委托成立的专门研究小组来承担。它们广泛收集国外各类不同发展水平的国家的重大科技项目、国内科研院所、重点实验室、高等院校的研究成果、科学家和各类专家发表的科技预测、项目建议与评价，通过分析综合，产生本阶段的重大项目清单。在第二和第三阶段，决策者根据国情和国家经济、社会发展的要求，从第一阶段的清单中选取少量项目，投入数额较为可观的人力、物力和财力等资源，进行详细的前期研究和可行性论证，评选出准备付诸实施的项目。这种详细的前期研究和可行性论证，只有专业部门才能胜任，并且必须投入足够的资源来支持。如果没有比较明确的实施前景，几乎不可能筹集到前期研究所需要的资金和其它资源。在第一阶段，可以说，不仅不可能，而且没有必要进行这样详细的评价研究。

本课题组所进行的研究，基本上属于第一阶段的范围。

4. 作为课题研究的总报告，本报告提出了国家重大科技项目遴选的初步意见，并在前期研究报告的基础上，进一步总结了国家重大科技项目遴选的方法论。本报告分为两册，第一册为研究报告，第二册为附录，其中收录了三百七十余项国外重大科技项目的简要介绍。

目 录

前 言	1
1. 项目选择	1
2. 基本依据	46
3. 基本原则	62
4. 技术选择	68
5. 选择程序	83
6. 决策过程	86
7. 评价体系	95
8. 项目介绍	105

1. 重大科技项目分析与选择

本报告第一部分按能源、交通、通信、电子信息、自动化、新材料、生命科学、环境保护、外层空间开发、地球空间开发和大型科学实验设施等11个领域分别进行分析。在每个领域内，首先阐述领域概要和发展方向，然后列出其它国家和地区有代表性的项目名称作为参照，最后提出中国项目选择建议。

1.1 能源领域

1.1.1 领域概要

物质、能量与信息是客观世界的三个构成要素。能源是产生能量的资源。能源供给是社会发展的物质基础。能源工业是国民经济的重要基础部门。能源技术是技术体系构成中的核心部分。能源利用造成了严重的生态环境问题。能源开发研究是各国普遍重视的研究领域。

供人类使用的能源是用途各异的终端能源。现代常用的终端能源有电力、煤气、天然气、石油燃料、醇类燃料、氢气燃料等。用户使用的能源是通过能源技术对原始能源开发、生产、转换、储存、输送、分配后送到终端供消费使用的。能源技术是研究各类能源的开发、生产、转换、储存和综合利用的理论和技術，它是一个综合性很强的科学技术领域。涉及到多种基础学科：物理学、化学、生物学、天文学、地理学等；涉及到多种专业技术：电力技术、电子技术、半导体技术、生物技术、海洋工程等。

1.1.2 发展方向

能源利用经历薪柴时期、煤炭时期、油气时期，人们预计今后将要进入以核能和太阳能为主的多元能源结构的新时期。可再生能源受到特别重视，水能、风能、太阳能、海洋能、地热能、生物质能将获得深度开发和广泛利用。

以化石能源为主的常规能源其资源将趋向枯竭；它所造成的环境污染日益严重；将化石能源从生产地向消费地大规模远程转运是

交通运输难以承受的负荷；石油化工与煤化工是化石能源的非燃料利用，其资源价值数十倍于燃料利用。以上多种理由，将使其作为能源开发利用呈现受限发展的形势。

从未来人类发展对能源的需求规模与能源的供给规模分析，核能和太阳能是最有前景的新能源。核能的释放分为三种形式：重核裂变链式反应；轻核热核聚变反应；原子核衰变的放射能。铀原料1公斤裂变产生的能量相当于2500吨标煤，1公斤核聚变燃料产生的聚变能量相当于 4×2500 吨标煤。核能发电正由现在的轻水堆、重水堆、沸水堆、气冷堆向第二代核反应堆——快中子增殖堆（快堆）方向发展。快中子堆运行安全可靠，在消耗燃料的同时又产生新的核燃料钚，它可以将铀资源的利用率由1—2%提高到60—70%，具有很好的发展前景。据预测，到2020年能够充分利用裂变核燃料的快堆将投入商业化运行，到2050年，受控核聚变反应堆电站将进入实用化阶段。太阳能以两种形式转变为常用终端能源：太阳能热发电与太阳能光发电。前者是通过太阳光的集热系统供热，产生高温水汽推动汽轮发电机组运转；后者是用半导体器件的光电效应制成太阳能电池发电。日本计划到2010年使太阳能发电占日本能源消费的5.3%；美国计划到2020年使太阳能发电占美国能源需求的20%。壳牌国际石油公司预计到2050年，太阳能发电在世界能源构成中将占主导地位。

目前，以下三个研究方向受到各国普遍重视：

- 探索新的能源供给，以满足人类日益增长的需求。逐步形成能源供给的多元结构，减少化石能源（煤、石油、天然气等）所占的比重；

- 提高化石能源等天然燃料的换能效率，节约不可再生的能源，供人类长期使用；

- 大力发展环境工程研究，利用各种高新技术，减少和消除能源消费过程中所造成的各种环境污染。

在由传统的化石能源向新能源的转化时期，煤炭和各种石油燃料仍然是无法替代的主要能源。提高煤炭和各种燃油的燃烧热值与换能效率，以及消除燃烧过程中的环境污染问题是能源利用的重要研究方向。环境污染对地球和人类的影响是非常严重的。某个国家

造成的重大环境污染将要受到国际社会的指责和国际组织的干预，是我们在能源开发利用过程中必须认真对待的重大问题。煤炭是储量最大的化石燃料，特别是我国，占一次能源消费的74.9 %。可以预计，在未来30年内，煤炭在我国的能源构成中仍占重要地位。

根据能源利用的可取性与能源利用的阶段性，能源领域的重大研究项目应以三类能源：化石能源、核能、太阳能为主进行项目选择。在化石能源的研究项目中以洁净煤技术为主。洁净煤技术是指煤炭在热能转化过程中减少污染，提高效率的技术统称。当今，世界各国的主要研究项目有：

洁净煤技术：

整体煤气化联合循环发电系统

流化床燃烧器

煤基燃料电池

煤炭气化、液化

磁流体发电技术

核能开发：

各类堆型的核能发电

核聚变反应堆

核废料处理技术

太阳能利用：

太阳能热发电与供热

太阳能光电池发电

1.1.3 国际参照

以下按洁净煤、核能、太阳能、其它能、储能等类别列出一些国家和地区近年来提出的重大科技项目。

美国

- 整体煤气化联合循环发电系统、燃料电池、磁流体发电
- 核聚变反应堆
- 太阳能光电池发电、太空电站

日本

- 燃料电池
- 小型固有安全轻水堆、快中子增殖反应堆、核聚变反应堆
- 太阳能电池发电、宇宙发电计划
- 氢能发电计划
- 超导储能设施、地下储能设施、高效热泵(节能装置)

欧共体国家

- 新型快速反应堆试验装置、超凤凰快中子增殖反应堆、核燃料再加工工厂
- 超导磁体蓄能器、高能蓄电池、蓄热器、蓄氧器、内能蓄能器和氧化还原蓄能器

俄罗斯

- 不污染生态环境的动力、磁流体发电站
- 核能沸水供热堆、快中子增殖堆、受控热能核聚变装置
- 宇宙发电系统

印度

- 大型快速增殖反应堆、德普瓦快中子增殖研究反应堆
- 综合性波浪能沿岸有效发电系统

韩国

- 流化床燃烧技术锅炉、锅炉空燃比自动控制装置
- 重水堆、新原子反应堆、轻水堆核燃料国有化

中国台湾

- 核电站建设与安全防护

1.1.4 项目建议

中国能源领域的重点研究与开发项目宜从下列清单中选择:

- 整体煤气化联合循环发电系统、循环流化床锅炉燃烧技术、燃料电池供电供热、煤炭液化、气化技术
- 压水堆核能发电、高温气冷堆、快中子增殖反应堆、核聚变反应堆、核废料处理
- 太阳能供热、太阳能光电池发电

1.2 交通领域

1.2.1 领域概要

交通运输是国民经济的基础结构，是生产过程在流通领域的继续，是人类社会赖以生存发展的特殊部门，它具有物质生产和公共服务的双重属性。交通事业的发达程度是一个国家经济发展水平和社会进步的重要标志，交通运输是国民经济的命脉，是经济建设的战略重点。

交通运输系统是由各类运输工具与相应的交通设施组成的技术系统，用以实现物资与人员的空间转移，保证物质生产与社会服务正常运行。新建交通网线为生产力布局建立基础结构，有利于形成新的经济增长极与增长轴，加速实现区域发展。

各种类型的运输工具和交通设施是多种技术的综合，是技术体系中的重要组成部分。

1.2.2 发展方向

交通运输事业的发展方向是不断的提高各类运输工具与交通设施的技术等级，建立高速度、低能耗、少污染、安全可靠、舒适便捷的综合运输体系，提高综合运输能力。综合运输能力的提高依赖于各类现代化的运输工具、大容量的运输通道（铁路、公路、管道、航道、航线）与高负荷的站港设施，及其合理的区位配置。

运输工具的发展方向是高速、重载、低耗、安全；交通设施方面的发展方向是建设各类高等级大容量的运输通道，大型现代化站港设施，以及完善的交通监测控制管理信息系统。以铁路运输而论，采用大功率电力机车牵引，实现客运高速化，货运重载化是其正确的技术选择。其他运输工具与此类同。

运输工具方面，根据社会生活的功能需要，运输工具按运输距离的近程、中程、远程，分别使用汽车、火车和飞机。

汽车的研究项目有：(1) 燃油新型汽车、(2) 天然气汽车、(3) 醇类燃料汽车、(4) 燃料电池电动汽车、(5) 氢燃料汽车等。

火车的研究项目有：(1) 新型重载火车、(2) 高速火车、(3) 磁悬浮火车。

飞机的研究项目是高超音速飞机、超大型飞机、垂直起降飞机等。

交通设施方面，建设高速火车线路、高速公路和越江跨海桥隧、大型机场以及交通控制管理信息系统。

现代高技术向传统产业广泛渗透，不断进行技术创新，使多种技术在产品上实现综合集成，为产品进入市场创造比较优势。

各类运输工具都是一个多种技术综合的复杂系统。以汽车为例，它由发动系统、驱动系统和服务系统三部分组成，发动系统由发动机系统和燃料系统组成。发动机系统现在采用钢质发动机，其发展方向是用陶瓷发动机和碳纤维发动机取代。燃料系统现在使用汽油、柴油，其发展方向是用燃料电池、氢气、太阳能取代。驱动系统现在采用垂直驱动方式，其发展方向是用斜交驱动方式取代。其轮胎将向固体轮胎、椭圆形轮胎方向发展。服务系统由车体外形、车体内部、安全装置三部分构成。车体外形将由现在的适用型向流线型和高速型方向发展。材料将由钢材向复合材和全塑材方向发展。车体内部将向活动安全座椅方向发展；启动方式向自动、半自动方向发展；其内将设置电话与音响。安全装置方面，将研制危险识别、安全报警、自动停车转向等设备。

上面所述的每个研究方向都可能是一个重要的研究项目。这些项目的研制成功将产生很大的技术价值和商业价值。

进入90年代，高速火车已成为世界各国的发展重点，日、欧、美、韩、俄竞相筹划建设高速铁路。磁悬浮火车技术已趋成熟，即将进入应用阶段。

1.2.3 国际参照

以下按火车、汽车、船舶、飞机、管理、通道等类别列出一些国家和地区近年来提出的重大科技项目。

美国

- 智能型交通工具和公路交通体系
- 高超音速民用客机

日本

- HSST线性马达列车、超导线性马达列车、先进的列车控制

系统、铁路公路联运系统

- 新一代汽车、利用通信卫星的汽车、电动汽车、革新的汽车制造技术
- 高科技超级班轮、表面效应运载工具、智能船
- 空中公共汽车、高超音速客机、小型垂直起降螺旋桨飞机、小型垂直起降商用飞机

欧共体国家

- 高速列车、磁悬浮列车
- 电动汽车
- 空中客车系列飞机
- 车辆与公路安全系统，欧洲航空订票信息系统
- 欧洲隧道工程

俄罗斯

- 磁悬浮运输工具
- 不污染生态环境的汽车
- 超大型飞机、屏效飞行器、巨形水上飞机
- “中央——南方”高速铁路干线

巴西

- 飞机系列化生产

韩国

- 电气车辆

1.2.4 项目建议

根据我国国情，选择项目清单应包括下列研究项目：

- 燃油新型汽车
- 燃料电池电动汽车
- 大型民航客机
- 重载列车、高速列车、磁悬浮列车

1.3 通信领域

1.3.1 领域概要

构成物质世界的三大基础是物质、能量、信息。实现物质流通的是交通网；实现能量流动的是电力网；实现信息交流的是通信网。前两个网流动的是物质和能量，通信网流动的是人类的智慧。三个网络的建成会使作为社会发展的物质基础的能力显著增强，必将促进人类社会向更高的新阶段发展。

以某种方式所表达的客观事实称为信息。通信是信息从信息源到信息宿的空间转移和时间传递。信息源普遍存在于自然界、人类社会以及人们的精神世界。

信息是一种资源，信息资源与物质资源、能量资源一并构成现代化社会经济发展的三大支柱。信息资源为人类提供的是非物质形态的社会财富。它是一种知识型资源，来源于物质世界的变革和精神世界的创造。信息资源具有普遍性、可转移性。它可以为人们共享，具有通过多种手段开发和驾驭其他资源的能力。这种能力的形成依赖于由高度发达的信息传输网络所组成的通信系统，用以实现信息的广泛传播、转移和利用。

通信的全称应当是信息通信。信息通信是由信息通信系统来完成的。信息通信系统由邮政通信系统、电话通信系统、数据通信系统构成。

电话通信系统与数据通信系统组成了信息通信的技术系统。

有人将现代通信系统构成归纳为4个“C”字，即电缆、通信、计算机和内容的四个英文字头。

电缆是传输信息的物质载体。现代通信采用光纤电缆进行传输，即光缆通信。光缆通信系统是由电端机、光端机和光纤电缆组成。光缆通信是最有前途的传输系统，是理想的数字传输手段，适合大规模建设数字通信网络。现代通信的高速信息传输系统由光缆传输系统与无线电传输系统组成。其中，无线电传输系统由两部分组成：数字空间卫星传输与数字地面微波传输。

通信是通过高速信息传输系统与宽带大容量快速综合交换系统完成用户之间各类通信业务的信息交换和分配。现代通信的发展方

向是建立全时空的信息交换体系，使任何人在任何时间地点都能与通信对象用多种媒体进行信息交换。

电子计算机是存储信息、加工信息、提供信息，进行信息相互交流的重要工具。是各类数据库系统、信息库系统、知识库系统的物质载体，是通过通信传输系统向用户提供数据、信息、知识等各类信息资源的技术工具。

计算机技术与通信技术的高度结合与发展是通信技术的重大革命，它将带动一场新的技术革命，为信息社会的到来奠定基石。

内容是存放在计算机内各种信息资源的总体概括。它是提供用户需求的经计算机加工的动态数据、信息和知识。数据是事物、概念的形式化表示；信息是数据按某种方式处理后所表达的客观事实；知识是信息经过加工整理改造而成的客观规律。

行将问世的多媒体产品将作为未来信息通信的网络终端。它是将计算机、电视机、通信机（电话、传真等）、录音机等多种媒体融合为一体的多功能媒体。多媒体技术利用计算机的交互性与电视技术的实感性有机结合，把数据、文字、图形、动态图象、声音有机地集成在一起，把表达的结果同时综合地展现出来，实现信息的双向交流。作为服务对象的人，可以是信息的需求者，也可以是信息的供给者。多媒体信息通信终端丰富了信息的表达方式，提高了信息的接受效果，创造了信息应用的新领域。

1.3.2 发展方向

1993年9月15日，美国克林顿政府宣布，美国将实施一项“永久改变美国人生活、工作和相互沟通的方式”的全国信息网络建设计划，即“信息高速公路”计划。“信息高速公路”就是一个大容量、高速度的信息传输网络。信息高速公路的正式名称是“国家信息基础结构”（NII）。其政府报告中给出的明确定义是：“国家信息基础结构是一个能给用户提供大量信息的，由通信网络、计算机、数据库以及日用电子产品组成的完备网络”。“国家信息基础结构能使所有美国人享用信息，并在任何时间和地点，通过声音、数据、图形或影像相互传递信息”。除此之外，它还包含广泛的和不断发展的设备种类，其信息源内容多种多样，具有大量的应用系

统和软件，有系统的网络标准和传输编码。

“信息高速公路”计划是拟议中要建立的贯通各大学、各种公共事务部门、研究机构、银行保险、商贸公司乃至家庭的全国性通信网络，是以信息交流为目的的基础设施。这一大型全国性信息基础设施是光纤通信技术、计算机数据技术与多媒体技术三者结合的进一步发展，是建立信息社会物质基础的重要开端、是实现信息化的社会基础结构。建成后可以实现文件传递、报文审批、文档查阅、电子信函、金融帐户、可视电话、学术研讨、书报阅览、电视点播、家庭诊病、服务预订等。将极大地提高社会效率和人的生活质量。对于科技进步、经济增长、社会发展有重大推动作用。

互联网（Internet）是当今最大的全球信息资源网，它已把全世界150多个国家的近500万台计算机主机和4000多万个用户连在一起，互通信息，共享计算机中的信息资源。它是未来全球“信息高速公路”的雏形。互联网络1969年产生于美国国防部高级研究计划局（APRA）主持研制用于支持军事研究的计算机实验网络（APRAnet）。1988年美国国家科学基金会（NSF）在全美建立五大超级计算机中心，为了共享信息资源，基金会实施了组网工程、上百万台计算机及几百万个用户进入了国家科学基金会网络（NSFnet）。后来与国家能源科学网、航天科学网及商业网联结起来共同称之为互联网，很快各国的计算机网络加入互联网络，使之成为当今全球范围的公共网。现今，电话系统除为音频通信提供信道外，还可为计算机通信提供服务，在计算机内配置通信软件和调制解调器，在申请联机服务帐号后可经电话线与互联网连通。

中国国内计算机网络与国际互联网络于1993年联接开通。1995年4月中国邮电部和美国SPRING公司合作，将中国8个设于大学和研究机构的“中国教育与科研计算机网络”（CERNET）与国际网连通，准备试用后将网络信息服务向社会开放。

建设大容量和高速度的信息通信网络是世界各国普遍重视的发展方针。在各国信息网的基础上最终必将形成全球网。以美国为首的“信息高速公路”计划的浪潮已席卷全球。很短时间内就引起了全世界很多国家的响应。我们必须不失时机地接受世界信息技术发展浪潮的推动，加速我国信息科学的发展和信息产业的建设。国家

现代化的重要标志是实现国民经济和社会生活的信息化。国家信息化程度是国家综合国力的表征之一。信息化的根本任务是建立一个覆盖全国的国家信息网。该网由信息通信网与信息资源网组成。信息通信网是在国家公用电信网基础上通过开发网络通信平台使各类信息资源系统,如经济管理系统、公共事务系统、商业贸易系统、技术服务系统、科学教育系统、自然观测系统等实现联网运行。建设以光纤通信为骨干的全国大容量数字干线传输网,不断延伸和扩大网络的覆盖范围是信息通信网建设的长期目标。我国邮电部的“光缆工程计划”、电子部的“三金工程计划”(金桥、金关、金卡)、科学教育网的建设计划、各省、市和各部委相应的网络建设计划都应在统一的规划下,形成全国高速信息通信网络的基础部分,并在此基础上逐步发展扩大。我国目前已拥有一个完善的中低速信息网通信平台。2000年前将建成22条国家一级光缆干线和“八纵八横”光缆网,它将覆盖我国主要大中城市,形成一个全国性的高速传输网络。

大力开发各类信息感测系统、大型程控交换机、超级计算机、高清晰度电视等高技术产品以及超高速光纤通信系统技术、宽带综合交换技术、个人通信技术、多媒体通信终端与系统技术、先进智能网络技术等关键技术是本领域追求的技术目标。这一目标的实现将带动信息技术的提高与信息产业的发展,为国家信息通信网计划的实现提供物质技术基础。

1.3.3 国际参照

以下按网络、通信、终端等类别列出一些国家和地区近年来提出的重大科技项目。

美国

- 国家信息基础结构NII(高性能计算机与通信计划)
- 使用综合数字网络的宽频带通信技术
- 平面显示系统、高清晰度电视

加拿大

- 移动通讯卫星

日本

- 光缆局部地区网络、光综合数字通信网络系统、超小型地面站卫星数据网络
- 宽频带ISDN综合数字通信网交换机、个人用信息通信设备
- 高清晰度电视、通信卫星/广播卫星的有线电视、电视会议系统、电视电话

欧共体国家

- 三轴稳定同步通讯卫星
- 高清晰度电视

俄罗斯

- 数据快速传输及处理系统

印度

- 群转换数据网、全国卫星通信网络
- 电子转换系统、光通信发射机·调制放大器·接收机、约瑟夫森结微波接收机、国家卫星通信系统、卫星通信用优质接收机和发射机

韩国

- 综合业务数据网
- 高清晰度电视

中国台湾

- 卫星通信地面接收站

1.3.4 项目建议

中国通信领域的重点科技项目宜从下列清单中选择：

- 全国大容量宽带数字光缆传输网络
- 网络宽带化、智能化、个人化的综合业务数字网技术
- 大型数字程控交换机
- 卫星通信、移动通信
- 高清晰度电视与多媒体信息终端
- 新型非话通信业务系统
- 语言翻译机、语音翻译机
- 各类应用信息系统