

(封面)

ICSU Foresight Analysis

ICSU 远景分析

Report 1 International science in 2031 – exploratory scenarios
报告 1：2031 年的国际科学—探索性的情景

翻译：马柱国 丹利 张仁健

审校：贾根锁

序言：Steven Wilson 吴国雄

(第二页)

ICSU

Founded in 1931, the International Council for Science (ICSU) is a non-governmental organization representing a global membership that includes both national scientific bodies (120 National Members representing 140 countries) and International Scientific Unions (30 Members). The ICSU 'family' also includes upwards of 20 Interdisciplinary Bodies—international scientific networks established to address specific areas of investigation. Through this international network, ICSU coordinates interdisciplinary research to address major issues of relevance to both science and society. In addition, the Council actively advocates for freedom and responsibility in the conduct of science, promotes equitable access to scientific data and information, and facilitates science education and capacity building.

国际科学理事会

国际科学理事会（ICSU）成立于 1931 年，是一个全球性的非政府组织，它的成员包括国家科学联合会（120 个成员代表 140 个国家）和国际科学联合会（30 个成员）。ICSU “家庭”建立了包括 20 多个具有具体研究领域的科学实体，这些科学实体形成了一个的国际研究网络，ICSU 通过这个国际科学网络组织协调基于自然科学和社会科学的学科交叉研究。另外，ICSU 积极提倡自由和负责任的科学行动，促进科学数据和信息的公平使用，提升科学普及和能力建设水平。

Suggested citation: ICSU (2011). ICSU Foresight Analysis Report 1: International science in 2031 – exploratory scenarios. International Council for Science, Paris

建议引用：ICSU Foresight Analysis Report 1: International science in 2031 – exploratory scenarios. International Council for Science, Paris

ISBN 978-0-930357-88-7

This work is licensed under a <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/> Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs 3.0 Unported License.'

Cover image: iStock © TebNad



(第三页)

ICSU Foresight Analysis

ICSU远景分析

Report 1: International science in 2031 – exploratory scenarios
报告 1: 2031 年的国际科学—探索性前景

December 2011
2011 年 12 月

(第四页)

Contents

目录

Introduction 5

引言

Why did ICSU carry out a **foresight** process? 5

为什么要进行一个远景分析的过程？

Background to the foresight process 6

远景过程产生的背景

What is foresight? 6

什么是远景？

What are **scenarios** and how can they be useful? 6

什么是情景？怎样应用它们？

How did ICSU carry out its foresight process? 6

ICSU 怎样执行它的远景过程？

The current international science **landscape** 8

当前国际科学格局

Key Actors 8

关键参与者

Landscape 8

格局

How was this information used in the **foresight process**? 9

格局信息怎样用在远景过程？

Megatrends that will influence international science over the coming 20 years 10

未来 20 年影响国际科学的大趋势

Megatrends 10

大趋势

How was this information used in the foresight process? 10

大趋势信息怎样用在远景过程？

General Context 11

总体框架

How does this General Context link to the Exploratory Scenarios? 14

这个总体框架怎样和探索性情景联系？

Bibliography 14

参考文献

Key drivers that will influence international science over the coming 20 years 16

未来 20 年影响国际科学的关键驱动因素

The Key Drivers 16

关键驱动因素

Exploratory Scenarios for 2031 18

面向 2031 年的探索性情景

Structure of the Exploratory Scenarios 18

探索性情景的结构

Exploratory Scenario 1 – The triumph of globalism 19

探索性情景 1—全球化的胜利

Exploratory Scenario 2 – Science supplying national needs 19

探索性情景 2—满足国家需求的科学

Exploratory Scenario 3 – Science for sale in a global market place 20

探索性情景 3—

Exploratory Scenario 4 – Rise of aggressive nationalism 20

探索性情景 4—极端民族主义的上升

Using the Scenarios 22

使用情景

(第五页)

Introduction

引言

Why did ICSU carry out a foresight process?

为什么 ICSU 要实施一个远景过程？

The purpose of this project was to explore how international science¹ might develop over the coming two decades in a changing economic, social, political and environmental context.

这个计划的目的是探究未来 20 年怎样的国际科学如何发展，从而改变经济、社会和环境大格局。

ICSU has used this foresight process to test its role and mission and to guide long-term strategic choices aimed at strengthening international science for the benefit of society. To this end, the conduct of the foresight exercise has been synchronized with the development of the ICSU Strategic Plan II, 2012-2017.

ICSU 使用这个远景过程去检验它担当的角色和任务的长期战略选择，以指导旨在加强国际科技来为社会谋取福利。为此，远见实践的行为与 ICSU 的战略计划 II 的发展同步。

The foresight process (远景规划) was also carried out to produce a resource that ICSU Members and Partners could use to help develop their own long-term vision and strategic thinking with regard to international science.

远景规划的实施将产生一种资源，这种资源可以帮助 ICSU 的成员及伙伴发展关于国际科技合作的长期规划和战略思考。

In its simplest form, this project focuses on two key questions:

简单来讲，这个计划集中在两个关键问题：

•What will be the key drivers influencing international science in the next 20 years?

在未来 20 年，影响国际科技合作的主要因素（主要推动者）是什么？

•How can international science collaboration be supported to help science progress and benefit society in the next 20 years?

在未来 20 年，如何通过支持国际科学合作去帮助科学进步和造福社会？

¹ It is recognized that “International Science” has been used to describe a broad range of approaches to science - from bilateral to truly global approaches. Fundamentally, such science requires (large-scale) international collaboration of scientists in research and in research infrastructures. The evolving nature of international science is one of the key areas to be explored in this foresight. The term “science” is understood to include all domains of science (i.e. natural, social, human, medical and engineering sciences).

国际科学描述了一个宽泛的，从双边到真正全局的科学方法。从根本上，国际科学要求科学家和研究基础设施的大尺度国际合作。国际科学不断发展的属性是这个远景规划的关键领域之一。这里的“科学”一词是理解为包括所有领域的科学（即自然科学、社会科学、人文科学、医学和工程学）。

(第八页)

Background to the foresight process

远景过程的背景

What is foresight?

远景是什么？

Foresight comes in many forms. Since 2000, foresight has shifted its focus toward developing shared visions, assembling coalitions of actors and mapping out multiple plausible futures that highlight the uncertainties and underline the need for strategic flexibility. Previously the emphasis had been on explicit scientific priority setting. This new emphasis is the approach taken in the ICSU foresight process.

远景有很多方式。从 2000 年开始，远景把焦点转移到了发展共同的愿景，集成和联合广泛的参与者，描绘多种可能的未来，强调不确定性和突出对战略灵活性的需求。以前已经明确强调了科学的优先地位，这种新的方法将强调 ICSU 的远景过程。

What are scenarios and how can they be useful?

什么是情景？怎样的情景才是有用的？

An important part of the process is developing scenarios for describing possible futures. A scenario is a tool for ordering perceptions about alternative future environments in which **one's decisions might be played out** (P. Schwartz, 1996, in *The Art of the Long View*). Typically, three to five 'exploratory' scenarios are developed, each distinguished by unique combinations of key drivers. The process of building these scenarios provides a structure in which to explore and learn from the interplay of key drivers and their attendant uncertainties. The result is a sense of preferences and what should be avoided. In general, scenarios offer a platform to expose and begin to address differing views among a large community about its shared future. For ICSU, this process will inform on-going strategic choices about its longer term direction.

远景过程的重要部分是发展描述未来可能性的情景或者方案。一个情景是一个确定感知的工具，它提供了一个可供选择的未来环境，而这个环境往往都不是一家之言，发展三到五个典型的“探索性”情景方案，每个方案都是关键驱动者的独特组合。建立这些情景的过程提供了一个框架，这些框架的目的是从探索 and 了解关键驱动力的相互作用及其伴随的不确定性。结果会排定哪些该优先，哪些该回避。总之，情景提供一个平台，这个平台展示和讨论来自各界的不同的观点，它是一个巨大的具有共享未来的共同体。对于 ICSU，这个过程将提供长期发展方向的战略选择。

To connect the **exploratory scenarios** to ICSU's strategic planning and subsequent actions an additional 'Success Scenario' has been developed, reflecting on what was learnt in building and testing the initial exploratory scenarios. This final scenario is the basis for Report Two and explores the ICSU vision for the desirable long-term evolution of international science and of ICSU's role in achieving such a vision.

为了把探索性情景与 ICSU 的战略计划及其伴随的行动需发展一个成功的情景，这个情景要考虑在建立和检验初步的探索性方案时什么是值得学习的。这最后一个情景是报告 2 的基础，它探索 ICSU 针对国际科学未来发展方向以及自身所担当角色的战略定位。

How did ICSU carry out its foresight process?

ICSU怎样执行它的远景过程？

The foresight process had three phases.

远景过程有三个阶段。

This first report outlines phases one and two – the development of exploratory scenarios – and the second report presents phase three – the Success Scenario.

这第一个报告概述第一阶段和第二阶段-探索性情景的发展；第二份报告描述第三阶段-成功的情景。

Phase One 第一个阶段

Phase Two 第二阶段

- General Context developed based on the megatrends 在大趋势基础上发展的总体环境
- Exploratory Scenarios prepared considering the Key Drivers 基于考虑关键推动者的探索情景 (方案)

Phase Three 第三阶段

- Success Scenario developed 发展成功的情景
- Role of ICSU identified 确立 ICSU 的角色

The foresight process has been led by ICSU's Committee on Scientific Planning and Review (CSPR), was started in October 2009 and will be completed by February 2012.

关于科学回顾和计划 (CSPR) 的这个远景过程由 ICSU 委员会领导 , 始于 2009 年 10 月 , 将在 2012 年 2 月完成。

On behalf of CSPR, a Task Team of seven advisors has overseen the development and implementation of the process by the ICSU Secretariat. This included expertise in the foresight process and scenario building.

一个由 7 位专家组成的工作组代表 CSPR 审阅了由 ICSU 秘书处对这个过程的执行进展 , 这包括预见过程和情景建设的专门技术。

(第九页)

Phase One 第一阶段

In Phase One, the Task Team identified the need for a description of the current international science landscape. Information from the *UNESCO Science Report 2010: The Current Status of Science Around the World* and the Royal Society's publication *Knowledge, Networks and Nations: Global Scientific Collaboration in the 21st Century* was the basis for this.

在第一段 , 工作组分析对国际科学格局描述的迫切需求。这些信息有两个来源 , 一个来自联合国教科文组织 (UNESCO) 2010 年的科学报告“关于现在世界的科学现状”, 另一个来源是英国皇家学会发表的报告“知识、网络和国家 : 21 世纪全球科学合作”。

Phase 1 also involved identifying potential drivers of international science over the next 20 years.

第一阶段也包括遴选未来 20 年国际科学的潜在驱动力

Three primary sources were used: insights from participants at ICSU-related meetings; a web consultation of ICSU Members, bodies, partners and early career scientists (who had participated in a meeting marking ICSU's 75th anniversary in 2006); and a literature scan.

三个主要来源是 : ICSU 相关会议参与者的见解 ; ICSU 成员的咨询 , 包括实体、伙伴和青年科学家 (他们参加了 2006 年 ICSU 75 周年庆祝活动) ; 以及文献调研。

The outcome of the web consultation was 174 separate ideas for drivers from 82 individuals in over 30 countries. The Task Team distilled these and the other submissions into a set of approximately 20 drivers and, after discussions with CSPR in February 2010, further refined this list to those drivers that were highly influential factors.

- megatrends - for which trends over the next 20 years are more or less clear, and;

大趋势 - 这个趋势在未来20年或者更长时间或多或少明确，和；

- key drivers - for which trends are more uncertain.

关键驱动力，其趋势更不确定

Phase Two 第二阶段

During Phase Two, the Task Team used the megatrends to develop a description, based on an analysis of the scientific literature, of what the world might look like in two decades' time if current trends continue – the General Context. This provided the background in which the influence of the more uncertain key drivers was explored.

在第二段期间，工作组在对科学文献分析的基础上通过分析大趋势勾勒了如果目前的趋势得以延续的话，未来20年的世界大格局。这提供了一个基本平台，用来分析那些更加不确定的驱动力的影响。

The Task Team then used the key drivers to prepare four quite different scenarios considering the ways the key drivers might evolve in the next two decades. These were framed within four distinct 'scenario spaces' defined by two axes:

工作组随后利用关键推动者提供了四个完全不同的方案，这四个方案考虑在未来20年关键驱动力如何演化。这些构成在2个主线上面的四个明确方案格局。

- whether countries would be more national or internationally oriented, and;

国家将更具民族性还是更加国际化，以及：

- whether science would act independently or be highly engaged with society.

科学是独立运作还是密切联系于社会

These scenarios were sent out to ICSU members for comment in January 2011. The comments, and input from CSPR in March 2011, were then used to refine the scenarios.

这些方案在2011年1月提交给ICSU委员们审阅，2011年3月由CSPR评审并提交，随后进一步修改提炼这些方案。

Phase Three (Report 2) 第三阶段 (报告2)

Phase three, which is the subject of a separate report, was the development of a 'Success Scenario', which is more normative and aspirational but also plausible. This process involved reflecting on the four Exploratory Scenarios and identifying desirable and less desirable aspects and how ICSU might positively influence these

第三阶段是另一个报告所涉及的工作，这个阶段侧重于成功方案的建立，这个方案更加规范和雄心但又是合理的。这个过程涉及反映在四个探索性方案和区分满意和不满意方面，也包括怎样体现 ICSU 对这些方案的积极作用。

(第十页)

The current international science landscape 现在的国际科学格局

The starting point for the ICSU foresight process was to consider how the international science landscape looks in 2011.

ICSU 将 2011 年时的国际科学格局作为其远景过程的起点

Key Actors 关键参与者

There are broad a range of actors that have important roles to play in organizing the international science landscape. The main areas in which they are operating include agenda setting, resourcing and coordinating the research. There is some overlap in the roles of these various actors across these different areas.

这里有众多的参与者，其重要的职责就是参加重构国际科学框架。主要的范围是设定议程，为提供资金和协调科学研究。不同领域的参与者的任务部分相互交叉。

Agenda setting is carried out by intergovernmental organizations (e.g. the United Nations), regional bodies (e.g. European Commission), funding agencies and foundations, industry and professional societies.

议程设定由政府间组织（如联合国）、区域组织（如欧共体）、资助机构、基金会、行业和专业团体。

Resourcing is done by regional funders (e.g. European Commission), some national funding agencies (e.g. major US agencies), private foundations and big international NGO's and multinational companies.

资金由区域资助者（如欧共体）、一些国家资助机构（如主要的美国机构）、私人基金会、大的非政府组织和跨国公司提供。

Coordinating the research is done by international science organizations (e.g. ICSU), international science programmes, national research institutes, universities and multinational companies.

协调研究由国际科学组织（如 ICSU）、国际科学计划、国家级研究所、大学和跨国公司来完成。

Ultimately it is individual scientists, policy-makers and other societal stakeholders who influence all of these actors and benefit from the outcomes of this international research effort.

最后，科学家个体、政策制定者和其它利益相关者影响了所有的参与者，并受益于这个国际科学研究的努力。

Landscape 格局

In 2010 UNESCO published the UNESCO Science Report 2010: The Current Status of Science around the World, and in 2011 the UK Royal Society issued Knowledge, networks and nations: Global scientific collaboration in the 21st Century. These two analyses give a comprehensive overview of the present international landscape for science and technology. Their main conclusions relevant to this foresight project are:

在 2010 年，UNESCO 发布了 UNESCO 2010 年科学报告：世界科学现状。在 2011 年，英国皇家学会发布报告“学科、网络和国家：21 世纪全球科学合作”。这两个文件把现在的国际科学和技术的格局进行了广泛总结。这 2 份报告中与远景计划相关的结论主要有：

Science is increasingly global: 科学日益国际化

This is reflected in the rise of China and rapid developments in India and Brazil. New nations are emerging in the Middle East and South East Asia, and the smaller European nations are strengthening their role. However, the big investors remain the USA, Western Europe and Japan and many less developed countries are struggling not to be marginalized.

这反映在中国的崛起和印度与巴西的快速发展。新兴国家出现在中东和东南亚，较小的欧洲国家正不断增强他们的角色。然而，重要的投资者仍然是美国、西欧和日本，许多欠发达国家正在努力争取不被忽视。

A multipolar science world is developing: 多元化的科学世界正在形成

The continued strength of the traditional centres and the emergence of new players such as the BRIC countries point toward an increasingly multipolar scientific world.

传统的力量中心和类似金砖国家（BRIC）这样的新兴力量构成了一个正在强化的多元化科学世界。

The scientific world is becoming increasingly connected: 科学世界联系越来越紧密

New digital technologies have accelerated the organization of science, making it easier than ever before for researchers to work together. This has been further supported by more extensive and cheaper air travel.

新的数字技术加速了科学的组织协调，使得科学家比从前更容易在一起工作。更广泛和更廉价的航空旅行也支持了科学世界之间的联系。

Skilled migration is occurring: 技术移民正在发生

Recent decades have seen significant increase in the global completion for talent. Understanding whether this is brain gain, drain or circulation is difficult as there few data on the factors that influence individuals' choice of location, how long they intend to stay and how they connect back to their home countries. However, brain drain remains a challenge for developing countries, particularly those in Africa.

最近几十年，我们看到对全球人才争夺的日益加剧。很难真正理解人才流动的诱因，因为几乎没有可靠的数据来显示是什么原因让一个人选择不同的工作地点、他打算滞留多长时间和他们如何联系自己的国家。然而，人才流失一直是发展中国家所面临的挑战，尤其在非洲。

The primary driver of most collaboration is still the scientists themselves: 大多数科学合作的推动者还是科学家本人

However, little is understood about the dynamics of networking and mobility of scientists, how these affect global science and how best to harness these networks to catalyse international collaboration.

然而，我们几乎完全不了解科学家的流动性和交流的动力，以及这些因素怎样影响全球科学，从而很好地利用这些人才流动网络去促进国际合作。

Many global assessment and research programmes are managed separately: 许多全球性的

评估和研究项目是各自为战

This despite the reality that many global challenges are interdependent. This often reflects a lack of co-ordination in the policy sphere.

这忽视了许多全球性的挑战是相互依赖的这一基本事实。这常常反映了在管理领域协调这个环节的缺失。

The role of business in science is growing and transnational: 科学中商业的作用日益增长且呈现跨国特征

Spending on research and development by industry in the OECD countries increased from 52% in 1981 to 65% in 2008. From 1993 to 2002 R&D spending by foreign investors in countries grew from an estimated US\$30 billion to US\$67 billion. At the same time, only 2% of patent applications are from outside of North America, Asia and Europe This pattern is driven by global competition for talent, the result of companies looking outward for new knowledge, and the influence of policies by countries to attract foreign investment. Increasingly multinational companies are decentralizing their research activities, with very significant investment in BRIC countries.

经济合作与发展组织(OECD)产业界用于研发的费用从 1981 年的 52% 增加到 2008 年的 65%。从 1993 年到 2002 年，由外国投资者投资世界各国的研发 (R&D) 费用从 300 亿美元增加到 670 亿美元。同时，仅仅 2% 的专利申请来自北美、亚洲和欧洲以外的地区。这种状况是因为人才的全球竞争、企业对新知识和吸引外资政策影响的结果。不断增加的跨国企业分散了研发活动资金，大量的研发投资流向在金砖国家 (BRIC)。

Science is an important part of international diplomacy: 科学是国际外交的重要组成部分

Science increasingly contributes to international diplomacy since the significant issues that societies face are seen as global and science is seen as a key source of information to explain them and suggest solutions. Science is also an important part of national diplomacy for many countries.

由于社会所面临的重要问题都是全球性的，科学对于国际外交的贡献日益增长，科学已经成为解释社会问题和提供解决办法的重要来源。

How was this information used in the foresight process? 这些信息怎样用在远景过程？

This picture of the current landscape was the starting point for considering what factors might impact on the international science landscape in the coming 20 years. The next chapter identifies the megatrends - those factors for which the main trends are more or less clear over the next two decades.

考虑什么因素可能在未来 20 年影响国际科学格局的起点是现在格局的基本图像。下一章分析大趋势——这些影响因素在未来 20 年的走向或多或少是确定的。

总体背景

全球人口不断增加，预计未来 20 年里会增加到 80 多亿。人口增长将会集中在欠发达地区，这些地区目前正处于养活现有人口的挣扎之中。急速上升的世界人口将会进一步增加水、食物和能源这些已经匮乏的资源的压力，可能导致贫困和冲突的升级。新技术进步将有助于克服粮食产量不足的限制，提供可持续的能源资源，满足日益增加并老龄化的人口的医疗需求。但是尽管有医疗进步和预防接种活动，传染性疾病和全球范围传播的疾病仍可能是一个严重的威胁，同时伴随老龄化和久坐不动的生活方式产生的慢性病将会更普遍。气候变化减排和适应，污染防治以及自然栖息地和生物多样性的保护需要迫切而统一的行动。乐观地说，科学的进步帮助人类社会在过去应对了许多挑战，在未来数十年科技有望起到同样的作用。但在本身难以预料的经济政治环境中如何把愿望变为现实仍需拭目以待。

我们可以很好地预测未来 20 年的人口增长和城市化趋势。到 2030 年，世界人口预计会超过 83 亿¹。大部分的人口增长主要在欠发达地区。撒哈拉南部包含了世界上多数最穷的国家，预计会有超过 50% 的人口增长。与之相对照的是发达国家的人口预期变化很小，这样进一步拉大了穷国和富国的差距。

2030 年的城市人口将超过以往。尽管全球城市化水平有了很大的变化，2010 年全球只有一半的人口居住在城市里²，很多发达地区主要是城市，世界上欠发达地区的大部分地方，特别是非洲和亚洲，很大程度仍然是农村。在未来二十年，城市人口将稳定增长到世界人口的 60%，主要的增长在欠发达地区。总体来说，城市地区预期会承受全球所有的人口增长，并会引入部分农村人口。快速城市化，特别是快速增加的大城市和伴随的贫民窟，造成了特殊的问题，包括交通、失业、贫穷、清洁水饮用和卫生设施、安全可供给食物的提供、环境退化和污染以及相关的健康问题。

全球而言，岁数在 60 及以上的人口增长最快¹，而且与年龄有关的健康问题正在普遍增多。在多数发达地区，60 以上的人口未来二十年预期会增加 40%，从 2009 年大约世界人口的 21% 差不多上升到 2030 年的 29%。欠发达地区的老人数量预计会翻倍，从 2009 年人口的 8% 增加到 2030 年的 14%。尽管所有国家的人口都在老龄化，高生育率的国家人口仍然相对年轻。最年轻的人口将会出现在最不发达的国家，大部分位于撒哈拉南部的国家。快速的人口增长加上年轻的年龄结构给教育、就业、以及卫生和社会安全服务的提供带来了很大挑战。然而，年轻的人口也是经济增长的发动机，因为大部分都是精力充沛的劳动力。

平均而言，世界人口会更健康，人也会比以往活得更长³。未来数十年，提高健康水平的总体趋势会持续。然而，健康水平的显著进步过去是分布不均的，将来也会分布不均。在健康条件和预期寿命在多数国家提高的同时，不同的社会种族的差距在拉大，并且不少的国家远远落在了后面。总体来说，健康问题的特点将会改变。

在低收入的国家，将会继续与大量广泛传播的致命传染病作斗争³，包括急性的呼吸道感染、腹泻、肺结核、疟疾、麻疹和艾滋病。在未来的二十年，生育死亡率预期会大幅下降，如果营养改善，以及所有主要的传染性疾病预防得到持续的医疗救治，死亡人数预期也会减少。比如 2008 年全球估计有三千三百四十万艾滋病病毒感染者，造成了与艾滋病有关的大约两百万人的死亡⁴，多数死亡人数主要集中在最不发达的地区。只要持续增加抗逆转录病毒疗法，与艾滋病有关的死亡预估在 2030 年能降到一百二十万人⁵。然而广泛传播的流行性疾病和全球性的传染病仍然是一个威胁。

老龄化和管理不善的城市化效应将会加重慢性疾病成本。人口老化将会导致很多非传

染性疾病的明显增加，特别是癌症。到 2030 年全球(包括低收入国家)导致死亡的前四位原因预计是缺血性心脏病、脑血管疾病(中风)、慢性阻塞性肺疾病以及下呼吸道感染疾病⁵。

人口增加和土地利用变化将会加大**生态系统**的压力。许多我们依赖的**生态系统服务功能**已经在退化或者使用方式是不可持续的，包括鱼类资源和水资源⁶。就今天而言，自从上一次的全球大灭绝事件以来物种正在快速灭绝^{6,7}。**土地转变为农田**仍然是威胁到**生物多样性**的主要因子，但是其他因子正变得越来越重要，比如河流和沿岸淡水的**氮聚集**、**海洋酸化**和**气候变化**的潜在影响。大部分环境变化情景的正式出版物估计了物种持续的高水平的**灭绝和栖息地丧失**，伴随而来的是对人类福利很重要的生态系统服务功能的退化^{6,7}。如果生态系统被迫超过某个**阈值或临界点**，就有很高的风险导致明显的生物多样性消失以及伴随而来的大范围生态系统服务功能的退化^{7,8}。政策的变化可以消除许多负面的结果，但是需要更强硬的介入来逆转这种退化。

从数量上看，1960 年以来**粮食总产量**增加了大约 2.5 倍。然而，这在某种程度上是以其他生态系统服务功能消失为代价的。尽管粮食增产，我们仍然在为供养全球人口而挣扎。2009 年，全球还有十亿多一点的人口营养不良⁹。要供给不断增长的人口，到 2030 年安全而有营养的食物的生产需要增加 40%¹⁰，并且收割前和收割后的粮食损失要通过改进食品加工、存储和运送系统降到最低。这是未来数十年的一个巨大挑战。在一个城市日益增加的世界里，需要新技术从更少的土地上种出更多的粮食，并且用更少的人力¹¹和更少的资源投入以及产生更少的废品。同时，气候变化¹²以及从种植粮食的土地上增加生物质燃料是食品长期安全的主要威胁。

水源的缺乏和污染仍然是紧迫的问题，特别是在欠发达地区。今天，世界上 13%的人口没有安全饮用水，并且 39%的人口没有足够的医疗卫生条件¹³。如果缺乏新的环境政策举措，预计到 2030 年几乎全球一半的人口会居住在缺水压力很大的地区¹⁴。农业是最大的淡水消耗者，70%的所有淡水都流到了灌溉农业。在未来数十年食物需求会进一步增加，需要改进水的使用效率来保证足够的食品生产和供应。

全球人口增加与城市化，加上新兴经济体和大范围采用一些新技术的需要，可以预见对于**采矿业和金属业**产品的需求会增加。举个例子来说，到 2030 年用于新技术比如薄膜光伏电池中的镓的需求预计会上升到目前的 20 倍，也就是从目前的大约 30 吨增加到约 600 吨¹⁵。钕是一种用于最有名的永磁材料的地球稀有元素，其需求预计会上升 7 倍，从目前使用量的 4000 吨到 2030 年增加到 28000 吨。在未来二十年，地质上的缺乏并不是一个关键问题，探矿、开采和加工矿物质材料的技术研发将会是针对需求来维持供给的关键¹⁵。资源的地质分布使这种情况更加复杂。例如，全世界用于手机和诸如太阳能板和合成燃料这样的新技术的许多关键原料产量目前仅仅集中在四个国家：巴西、中国、刚果民主共和国和俄罗斯。其他原料的主要存储位于政治环境不稳定的发展中国家，并且这些地方基础设施的缺乏给提炼、加工和运输带来了挑战¹⁶。这些原料的供给特别容易受到地缘政治经济体制变化的影响。毫不奇怪，极地地区自然资源的开发是一个经济、政治和科学兴趣日益增加并且极具有重要性的话题。

目前，全球大约有 24 亿人口缺乏天然气、丙烷或其他现代燃料的使用，而主要依赖生物质燃料来满足基本的煮饭、取暖和冷藏食物的能量需求。在未来的二十年里，保障全球能量安全、满足发展中国家经济增长下不断增加的能量需求、以及面对气候变化和其他环境问题将会是能源领域主要关注的事情。由于缺乏政策变化和能源供给限制，世界能源需求预计到 2030 年会上升 40%，其中非经合组织成员国占据了 90%以上。单独中国和印度就大约占需求增加量的一半¹⁸。多数工业化和过渡经济体国家当前的能源系统主要依赖化石燃料(超过 80%)，核能和可再生能源(如风能和水电、生物质燃料与太阳能光伏电池)只占总能源消耗的很小一部分。在局部地区有一些例外，但对于未来二十年化石燃料预计仍然是全球占据主

导地位的能源。然而，使用当代技术，持续依赖化石燃料很可能造成气候变化、土壤和水酸化以及人类健康的严重后果。现在普遍认为未来长期可持续的能源需要提高能源效率并且依靠清洁的可再生能源，以及新的低碳化石燃料技术。但是这些能源可能产生的转化速率非常不确定。

未来二十年人口增长会产生大量的**交通**新需求。目前，航空是交通增长最快的方式¹⁹。在未来二十年，客运和货物运输会被发展中国家新兴经济体经济的快速增长驱动而快速增加。必要的交通基础设施的发展总是落后于经济发展，造成了交通拥堵、污染和高发的事故率。道路交通事故预期从 2004 年全球导致死亡原因的 9 位上升到 2030 年的第 5 位⁵。如果政策不变化，轻型轿车的总量预估会从 2005 年的 6.5 亿辆增加到 2030 年的大约 140 亿辆¹⁹。大部分增加的车辆来自于非经合组织成员国，单独中国就几乎占了全球汽车增加量的三分之一。当前，交通占了全球与二氧化碳排放有关的能源的近四分之一。假定按目前的趋势，交通能源的使用和二氧化碳排放预计到 2030 年会增加几乎 50%。为避免不良后果，更清洁的能源和更高效的汽车对于转向可持续发展的交通将会很关键。

未来会**更暖**。接下来的二十年，不同的排放情景预估大约每十年有 0.2°C 的增温(全球平均)²⁰。超过 2030 年，温度预估越来越依赖于特定的排放情景^{20,21}。预计变暖在北半球陆地高纬度最大，南半球海洋和北大西洋北部最小，新的趋势会持续。变暖将会使每个大陆的冰川进一步缩小，导致海平面上升，加大水和食物资源的压力，减小许多生态系统的弹性，增加物种灭绝的风险一并且可能增加极端天气类型的数量和强度。欠发达地区特别脆弱，并且非洲可能是最脆弱的大陆，一定程度上是因为非洲由于资源有限和管理脆弱因而适应能力相对较低，加上冲突加剧了这种情形。在中高纬度地区粮食产量可能增加的同时，较低纬度特别是季节性干旱和热带地区，作物产量预期会下降。在未来二十年，在某些非洲国家，雨养农业的产量可能会减少达 50%²⁰。这一情况加上在这些能源和食物已经无保障的地区的人口快速增长，可能导致灾难性的后果，产生许多与气候变化有关的冲突和难民。急需减排和适应的政策来减少长期的气候变化的风险、影响和危害。

自然灾害在世界许多地方仍然是人类健康、福利和经济发展的威胁。当这种威胁被环境变化的效果放大时，这些灾害在未来二十年可能会带来更大的威胁。水文气象灾害可能会更极端，森林砍伐和海平面上升会增加某些种群的脆弱性。这些灾害变为灾难的程度难以预测，但是在很大程度上依赖于预测、减排和响应策略的效果。

技术进步可能曾经是当代社会变化最重要的推动力。这些变化多数是循序渐进的，但是有时重要的临时性突破会发生。尽管我们不能预先得知这种突破的本质和内涵，但是可以确定的是这些突破会在接下来的二十年里在几个领域发生。潜在的技术突破领域包括环境和能源技术、材料科学、医药、遗传工程、地球工程、机器人技术、人工智能、纳米计算、空间探索、复杂系统科学和军事应用^{22,23}。纳米技术、生物技术、信息技术和认知科学的结合在未来数十年预计会很快加速^{24,25}。这些**合成技术**将使得人类能力的大幅提高成为可能。纳米科学有能力引起医药、材料和制造、电子和信息技术、环境改善应用、水净化、能源产品、以及其他 21 世纪日常生活必需品的革新²⁶。到 2030 年，生命科学对工程的普遍影响将会是一个主要特色，比如合成生物学和分子马达。并且在未来数十年，**全球可持续性研究**将会是一个集成研究的集中程度日益增加的领域，自然和社会科学放在一起发展新技术的(和**社会的**)革新来响应迫切的可持续性**问题**。

在接下来的二十年，获取、产生、储藏、交换和保护信息的工具会进一步改进，并且日益增加的分布式数据库和处理技术将会提高处理大而复杂任务的能力。特别是**高速并行运算**会对社会各个方面产生深远影响，包括科学行为。随着存储数据的介质和交换信息的高速网络的发展，**数据挖掘**已经开启了新方法，这些方法的假设就来自于数据本身。某些科学领域预见会有从假设驱动到数据驱动研究的显著转变。

新的**信息与通信技术(ICT)**的效果将会成倍而普遍增长。例如从 2005 年以来发展中国家蜂窝通讯数量已经翻倍，在 2009 年底估计达到人口数的 57%²⁷。通讯连接预期会有进一步的快速增加。由于信息与通信技术和**互联网快速增长**，社会性网络被带到了另一个高度。这些变化极大地影响了科学实践。例如，互联网已经引起了学术期刊发行和访问的革新。在 20 年里，纸质出版物可能会消亡。就像已经在诸如天文学领域实施的那样，通过互联网远程操作基础设施使得在某个位置成为可能，而用其他方式不容易实现。在未来 20 年，通过使用经济的虚拟出席能力技术，国际会议、教育和合作方式总体上会根本改变。**远程教育**和**电子协作**的机会将会增加，可能特别对发展中国家有益。同时部分缺乏信息与通信技术基础设施的欠发达国家变得孤立的危险会增加，并且在这些国家实施尖端科学将会变得很困难。其他地区越来越依赖信息与通信技术可能会有其意想不到的结果...保证**计算机安全**提出了一个巨大的挑战。

未来二十年的经济、政治和社会发展是一个主要的不确定领域，然而它们为世界科学设定一个舞台。正当世界努力克服全球经济危机的影响时，一个多极系统正在出现。力量的天平正向东方倾斜，但是我们不能确切知道这会怎么样或者在什么时间尺度上影响已经建立的世界秩序。不同的国际角色作用的演变，包括那些非国家的参与者，仍然一个未知数。未来的方向在很大程度上会由高度不确定的经济发展所决定。快速全球化和社会各方面相互依赖性的增加进一步使得这种前景复杂化。但是可以理性地认为科技进步继续会是一个塑造社会和经济发展的主要力量。

这个总体背景如何与这些描述性情景联系？

上面所描绘的总体背景代表了一个假定当前的趋势会继续下去的“正常的”世界。然而，这个世界长期来说是不可持续的，因此可以预料到将会采取措施来避免和(或)应对不利的结果。

这就是这些描述性情景设定的背景，它考虑到了这些大趋势将会如何与许多关键驱动因子相互作用，而这些因子的未来方向是不确定的。

参考文献

United Nations Department of Economic and Social Affairs/Population Division World Population Prospects: The 2008 Revision Note: If fertility were to remain constant at the present-day levels, the total world population would increase to approximately 8.8 billion by 2030. The future population growth is highly dependent on the path that future fertility takes; the projected population ageing mainly results from the decline in fertility.

United Nations Department of Economic and Social Affairs/Population Division World Urbanization Prospects: The 2009 Revision

Note: There are major disparities in the levels of urbanization between regions. Currently, in more developed regions the urbanization level is 75 percent, as compared to 45 percent in the less developed regions. Major differences occur also between countries. For example, in 2009, Burundi, the least urban country in Sub-Saharan Africa, was only about 11 percent urban.

World Health Organization World Health Statistics 2010

World Health Organization AIDS epidemic update 2009

Note: Sub-Saharan Africa has remained the region most heavily affected by the HIV virus, accounting for two-thirds of an estimated 33.4 million of worldwide HIV infections.

World Health Organization The global burden of disease: 2004 update

Millennium Ecosystem Assessment

Note: According to the Millennium Ecosystem Assessment, 15 out of 24 ecosystem services

examined are already being degraded or used unsustainably.

Convention on Biological Diversity Global Biodiversity Outlook 3 (2010)

Convention on Biological Diversity Technical Series No. 50 Biodiversity Scenarios: Projections of 21st Century Change in Biodiversity and Associated Ecosystem Services; A Technical Report for the Global Biodiversity Outlook 3

Note: This work focuses on synthesizing information from a broad range of models and scenarios.

8 J. Rockström et al. (2009), A safe operating space for humanity, *Nature* 461, 472-475.

9 Food and Agriculture Organization of the United Nations The State of Food Insecurity in the World 2009: Economic crises – impacts and lessons learned

Note: This is the highest number estimated since 1970, the earliest year for which comparable statistics are available. The recent increase in food insecurity is not a result of decreased food production but because high food prices and lower incomes have reduced access to food.

10 Food and Agriculture Organization of the United Nations World agriculture: towards 2030/2050– Interim report

Note: Growth rates are based on 2005/07 average historical data.

11 Food and Agriculture Organization of the United Nations How to Feed the World in 2050, Discussion paper 2009

12 D. B. Lobell et al. (2008), Prioritizing Climate Change Adaptation Needs for Food Security in 2030, *Science* 319, 607-610.

13 World Health Organization Progress on sanitation and drinking-water 2010 update

Note: Improved drinking water sources and sanitation facilities are defined in terms of the types of technology and levels of services that are more likely to provide safe water and to be sanitary than unimproved technologies.

14 Organisation for Economic Co-operation and Development Environmental Outlook to 2030 (2008)

15 European Commission Report of the Ad-hoc Working Group on defining critical raw materials (2010)

16 World Economic Forum Mining & Metals Scenarios to 2030 (2010)

17 International Institute for Applied Systems Analysis Global Energy Assessment Report in preparation

Note: Some other sources (UNDP and WHO) estimate that more than 3 billion people lack access to modern fuels.

18 International Energy Agency World Energy Outlook 2009

Note: Reference year 2007. The World Energy Outlook presents two projections. One is their “Reference Scenario” (used here) which simply continues current trends in the absence of policy changes. The other one is their recommendations for policy and technology use changes that target a 450 parts per million of CO₂ equivalent in the atmosphere.

19 International Energy Association Transport, Energy and CO₂: Moving towards Sustainability 2009

Note: The Baseline scenario (used here) follows the IEA World Energy Outlook 2008 Reference Case to 2030, and then extends it to 2050.

20 International Panel on Climate Change Fourth Assessment Report: Climate Change 2007

Note: The report links increases in global average air and ocean temperatures, widespread

melting of snow and ice and rising global average sea level to anthropogenic greenhouse gas emissions (CO₂ is the most important anthropogenic greenhouse gas). Here the emissions scenarios refer to the SRES scenarios described in the IPCC Special Report on Emissions Scenarios (SRES, 2000). The SRES scenarios explore alternative development pathways, covering a wide range of demographic, economic and technological driving forces and resulting greenhouse gas emissions. These scenarios do not include additional climate policies above current ones. The emissions projections are widely used in the assessments of future climate change, and their underlying assumptions with respect to socio-economic, demographic and technological change serve as inputs to many recent climate change vulnerability and impact assessments. Baseline emissions scenarios published since the IPCC Special Report on Emissions Scenarios (SRES, 2000) are comparable in range to those presented in SRES.

21 R. H. Moss et al. (2010), The next generation of scenarios for climate change research and assessment, *Nature* 463, 747-756.

22 George Washington University TechCast

23 UK's Horizon Scanning Centre Sigma Scan

24 US National Science Foundation (NSF) and Department of Commerce Converging Technologies for Improving Human Performance NANOTECHNOLOGY, BIOTECHNOLOGY, INFORMATION TECHNOLOGY AND COGNITIVE SCIENCE

25 European Commission Converging Technologies – Shaping the Future of European Societies

26 The Royal Society and the Royal Academy of Engineering Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties (2004)

27 International Telecommunication Union Measuring the Information Society 2010

Note: While in the developing countries mobile cellular connections reach an estimated 57 percent of the population, in the more developed regions mobile cellular penetration exceeds 100 percent. Internet use has also continued to rise, but at a slower pace. In 2009, four out of five people in the developing world still did not have access to the Internet, and China alone accounted for one-third of the Internet users in the developing world. By comparison, 64 percent of the population in the more developed regions were using the Internet.

未来二十年影响世界科学的关键驱动因子

除了可以合理预测未来二十年方向的这些大趋势之外，还有许多因子将会对世界科学产生重要的影响，但是它们的方向很不确定。这些不确定因子已被视为关键驱动因子。

关键驱动因子

国家和市场

各个国家关于社会经济发展未来的偏好将会影响到世界科学。当前的选择范围从基于自由市场的方法到国家强烈干预方式都有，但是也可以构想新的社会经济模型，这些模型相对于经济增长更关注可持续性和人类福利。

全球议程和舞台

由于非国家角色影响国际政治和政策议程，所以国际关系范围扩大并且越来越复杂。这会影响到已有的和新的国际政治论坛的发展，对于世界科学如何有效地吸引和鼓动政策制定者具有重要的意义。

国家主权、地区政策和全球政策

用来决定并最终执行政策(比如关于环境的政策)的标准并不清楚。全球政策机构例如联合国的未来是不确定的。国家主权模式可能被地区集团所挑战,或者强大的成员国可能形成一个多极世界。

科学和社会

科学和社会的关系很有可能对世界科学的未来产生显著的影响。这包括科学如何从社会征求意见以及如何把知识成果回报给社会。科学教育和读写能力在决定科学鉴赏和科学信念如何发展方面很重要。

保密部门/军事科学

世界科学将会根据在多大比例上科学在非科学的背景中进行而调整,这些背景中市场经济或国家军事或战略优势是主导的驱动力。科学数据和信息访问与谁主导研究有联系,也是科学发展一个很重要的决定性因素,特别是在国际层面上。

科学信誉和自我调节

保证科学信誉对科学信心和信念的产生将会很重要。科学家有很多压力,并且最近许多国家的一些不端行为个例引起了很大的关注。科学系统如何适应公众问责的需要以及是否自我调节就足以处理不端行为是一个仁者见仁智者见智的问题。

空间组织/科学行为

科学的空间组织形式正在变化。新兴科学国家的影响和新的合作伙伴关系将会改变国际科学前景。这些变化可能对科学方法以及国家和国际科学的平衡产生影响。科学“重心”的转变也可能对那些科学能力有限的国家产生重要影响。

合作研究的基础结构

国际合作研究基础结构的特点和地点将会对世界科学产生重要影响—假定这种基础结构有正在履行的义务。它们如何获得支持和谁有权访问是决定科学未来前景的关键因素。

认知组织/科学行为

科学研究发生的地点可能会改变。大学和公共研究机构是目前的主力军,但是研究团体、公司或新的组合机构正在出现。在这些不同的机构里,科学的组织方式可能会不同。例如传统大学基于学科分界的科系机构可能演化为鼓励更多的交叉学科方法。

科学记录的类型

过去十年见证了科学记录类型的显著变化。公开出版物的发行具有很强的动力,但是期刊和同行评议过程未来会如何演变仍然不确定。随着新的信息通信技术的发展,科学的通讯肯定会改变,但是如何改变?保证长期访问日益增大的世界科学关键的数据量将会是一个主要的挑战。

价值、信仰、道德规范

基于知识社会和基于信仰的社会的关系会对世界科学有重要的影响。科学如何着手处理道德问题和处理公众高度关注的领域中有争议的新技术开发将有助于决定科学和社会的关系。

科学教育和技能

科学教育的传统途径可能会受到新组织、商业和通信技术的作用的挑战。学生学习内容的特点、学科和交叉学科课程之间的平衡以及理论和实践经验的重要性都可能发生变化。

科学职业

“科学职业”的本质可能会改变。这可能会受到科学认知组织变化的影响,受到科学教育过程和行为以及科学焦点的影响。学术生涯的传统模式可能会演变,会有评估科学家和评价研究的新方式。

2031 年的描述性情景

描述性情景的结构

下面四种描述性情景设定于大趋势的背景中,但是考虑了某些关键驱动因素可能采取的潜在方向。

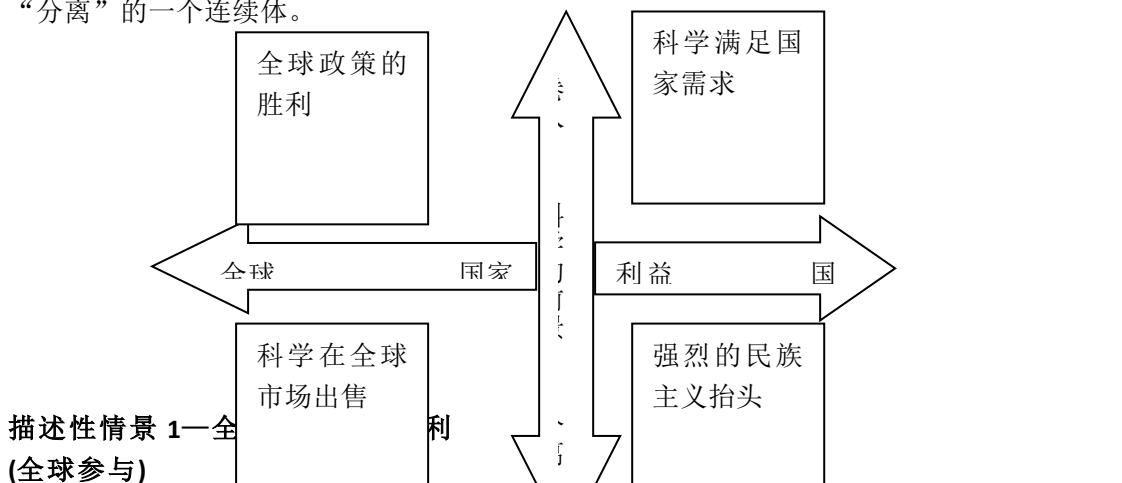
为了发展可信而有用的描述性情景,在两个坐标轴定义的四个不同的“情景空间”中来形成这些情景。这两个坐标轴是从关键驱动因子列表中选出的。

在选择坐标轴的驱动因子中,进行了如下考虑:

- 影响力如何;
- 是否有可信的较大的不确定性范围;
- 保证相互之间尽可能相互独立;
- 关于世界科学的未来这些因子如何产生清楚并让人感兴趣的、有用的和适当的情景空间;
- 合成的情景空间是否能够包括正面和负面的特征,因而能以一种平衡的方式出现。

通过使用这些标准,第一个所选的情景坐标轴就基于以下关键驱动因子:主权、地区政策和全球政策。在这个坐标轴的一端,国家拥有国内导向的展望并且倾向于从内在看问题和单方向处理问题。在另一端,国家有全球视野并且赞成国际合作与问题解决。这个坐标轴有一个从全球到国家视野的连续体。

第二个所选的坐标轴基于关键因子中的“科学和社会”。在这个坐标轴的一端,科学独立于社会产生公正的作用。在另一端,科学高度卷入到社会中。这个坐标轴代表了从“卷入”到“分离”的一个连续体。



社会经济挑战中科学界不是最好合作解决,是一个积极。全球管理在世界传统力量和新兴工业化国家的完全支持下融入了新的活力。尽管国家在建立新的全球秩序中起领导作用,一个积极的全球公民的出现,加上一个新兴活力的联合国系统,在新的问题集中系统的信息中扮演了重要角色,这个系统要应对许多紧迫的关于能源、食品、环境、健康和贫穷的大挑战

在这个新的全球秩序中科学扮演了一个全球稳定剂,是一个行使全球社会职责的应有部分并且有助于驱动全球政治议程。它与政策有关并在全球和国家级别上为政策制定提供了有影响力的输入信息。“科学家积极分子”在形成全球见解和提高科学的实质作用中扮演了重要的角色。科学在更加流畅得多的认知配置中进行,这种配置快速变化并且不太可能形成一个长寿命的学科结构。

全球和国家的资助都可以获得,并且科学投资在社会高度关心和关注的领域不断提高。国际交流已变成引导科学的主导模式。研究越来越多地使用更小的分散设备的大尺度网络来进行,这些设备为全球统一处理紧迫的全球性挑战在战略上进行组织。合作的国家障

碍减少，

研究人员有更大的灵活性以及信息通信技术发挥越来越重要的作用，这使得发展中国家在世界科学中能够更全面地合作。**国际认可的数据标准**是科学新组织的一个重要元素，而且全球数据采集和监测系统，比如全球综合地球观测系统(GEOSS)，形成了国际研究的强大动力。

自然和社会科学的综合是对于社会问题适当构想和回答的关键。**新的报酬结构和在线交叉学科期刊**(比如自然交叉学科)为交叉学科的繁荣提供了动机。

合作精神和全球团结一致情况也在非政府的级别上反映出来，学术团体和资助机构推动一个单独的强大的组织来代表世界科学的独立的声音。一个由每个国家分拨的公共研究基金的2%组成的全球战略科学资助团体已经启动来在全球尺度上应对大挑战。

描述性情景 2—科学满足国家需求

(国家参与)

经过过去二十年一系列重大的全球经济危机后，**公众有了清醒的全球化认识**并且有了一个努力推动新的地区增长模式，这种模式在其核心有可持续性。目标是更加自给自足，增加内部地区市场的**当地产量**，并且提高生活质量和社会满足感，而不仅是增长本身。同时，试图建立有效的**全球管理结构**的努力在很大程度上已经失败了，相反，复杂的**国家和超国家的地区联盟**在州、行业和城市团体中形成来处理紧迫的挑战。**不同的国家和地区解决方案**在一个广泛实验的社会中获得成功。

许多国家科学和创新系统已经发展来响应特定的关心问题，涵盖就业、能源和食品安全、老龄化和卫生保健成本。但是国家之间一个共同的特色就是国内社会经济需求显著地影响科学议程，并且通常科学在本质上是更趋向于**问题导向**。**本地工程解决方案**繁荣发展以响应迫切的社会挑战(包括降低气候变化、健康老龄化等的影响)，在这些特定地点的解决方案中**传统知识**也会被加以评估。

随着这种社会参与的增加，科学变成一个更加分散得多并且是**社会嵌入型**的活动，在传统的国家研究系统的学院之外的实践日益增加。这一定程度上**损害了一些科学制度**，包括同行评议和出版惯例。科学**信誉**的概念扩展以封装更广泛的科学家期望承担的社会作用。在很多国家，通过使用**预防的方法和规则**生命科学前沿的研究和创新正在被延缓。大学的“社会”作用和“知识自由的产生”之间的平衡已经显著地远离了后者。“**蓝色天空**”(科学兴趣驱动)**的研究正在被挤压**，从经费上和有组织的社会压力的原因两方面都存在这种现象。

如果缺乏大范围的全球合作，**双边和区域联盟**在国际科学舞台上则是强硬的参与者。尽管许多非政府组织努力把不同的国家和地区的成果联系在一起，在政府间级别上科学的全球管理就会中断。

探索方案 1- 全球化的胜利（全球参与）

社会经济的挑战不分国界，最好的解决方式是合作。在传统世界强国和新兴工业化国家的全力支持下，全球化管理获得新生。尽管国家实体在建立这一新的全球秩序中处于领导地位，积极的全球公民与充满活力的联合国在新重点议题的形成中都发挥了重要作用。这些新议题包括如何应对能源、食品、环境、健康和贫困等带来的紧迫且巨大的挑战。

科学作为全球新秩序的稳定剂，是全球社会运作中不可缺少的一部分，并有助于推动全球政治议程。它与政策相关，并在全球和国家级决策中产生重要的影

响。“积极的科学家”在改变国际社会对科学的认知及提高科学的必要性中发挥着重要的作用。科学的结构配置是变化的，其学科结构也是瞬息万变而非长久不变。

国际和国家的资金来源都是可以利用的，在社会兴趣和关注度高的领域，科学方面的投入正在增加。国际交流已成为科学研究的主要模式。越来越多的研究采用大范围的组合和小而分散的研究设备，来实现全球一体化，从而应对那些紧迫的全球性挑战。国家间合作中的障碍已经减少。随着科研人员的流动性以及信息通信技术日益突出的作用，发展中国家更广泛地参与到全球科学研究中来。国际统一的数据标准是新科学组织形式的关键要素，全球数据采集和监测系统，如全球综合地球观测系统（GEOSS）为国际研究提供了有效的动力。自然和社会科学的结合是合理制定和回答社会问题的关键。新的奖励机构和在线跨学科的期刊（如自然杂志）促进了跨学科科学的蓬勃发展。

合作和全球团结的精神同样反映在非政府层面，学术和资金资助机构，形成了一个强大的组织，代表了全球化科学的一个独立的声音。一个全球性的战略科学基金机构已经开设，它收取每个国家公共科研经费的2%，用以解决全球范围内的一些重大问题。

探索方案 2 - 科学满足国家的需求（国家参与）

在近二十年一系列的全球经济危机后，大众对全球化失去幻想，强大推动了以可持续发展为核心的新的本地化的增长发展模式。模式的目标是自给自足，提高和增加本地生产力，以满足内部和本区域的市场，提高人民生活水平和社会满足感，而并不只是单纯的提高增长率。与此同时，建立有效的全球控制体系的努力已经失败，相反的，复杂的国家和超国家区域联盟已经在国家、企业和民间团体中建立，以应对急迫的挑战。国家及地区级的各类解决方案在这个实验性的社会中得到蓬勃发展。

在应对就业，能源和食品安全，老龄化和医疗保健支出等特殊问题上，多样化的国家科技创新体系得以建立发展。一个共同的特点是各国内部社会经济的需求强烈影响着他们的科学议程，使得科学问题的提出具有导向性。为了解决急迫的社会挑战（包括减轻气候变化和老龄化等问题带来的影响），本土化的解决方案大行其道，当地的传统知识也被运用其中。

随着越来越多社会力量的参与，科学研究变成更加分散的，社会化的活动，并且越来越多的存在于传统机构和国家研究体系之外。这在某种程度上削弱了一些常规科学研究体系，如同行评审和出版程序。科学整合的理念要求科学家扮演着更为广泛的社会角色。在许多国家，由于采用了谨慎措施和规则，生命科学的前沿研究和创新正在减缓。大学的社会角色和追求知识自由之间的平衡已经打破，明显倾向于前者。由于经济上有社会组织的压力，纯理论性的研究被不断压缩。没有清晰的短期社会效益，单纯凭“好奇心”进行的研究机会越来越少。

由于缺乏规模较大的全球合作，双边和区域性组织在国际科学舞台上起到重要作用。虽然很多非政府机构组织力求将不同国家和地区的研究成果联合起来，但是政府间层面的全球科学管理还是支离破碎的。

探索方案 3 - 全球化市场上科学的商业价值（全球独立）

全球自由市场经济盛行和频繁的互动史无前例地发生在跨国界的经济主体之间。成千上万的跨国公司组成强大的联盟，驱动了发达国家和新兴国家经济发

展。新的科学发现和技术的发展创造了全新的产业，如电力和能源经济的迅速发展。对于某些商品，各国向全球市场的供应越来越多，但对于自由的资本投资，竞争仍然很激烈。这些投资包括研发设施和资金，与过去相比，更为广泛的分布在发达和新兴的经济体中。

同商品市场类似，各国都在自己擅长的研究研究。比如说，没有严格规定管理制度的新兴工业国家已经在融合技术领域取得了领先地位，而欧盟国家已经在医药科学的某些领域，如老龄化，取得了领先地位。各国也在研究的领域上逐步专业化。科技大国将大笔经费投资在由好奇心驱使的研究上，这种研究最终会有利于以高科技为核心的公司。此研究类型，并不是由公司亲自主导，但往往引领着新知识的诞生。形成鲜明对比的是，在很多科技发达的国家，跨国公司大都促使其政府提供科研设施和人力，以满足公司科研实验的需要。

然而，社会老龄化和跨国公司避税所造成的税收收入的减少，各国支持科研系统的能力也在不断下降。事实上，公共科研系统在资金供应上十分依赖私人企业和基金。这对国际科学合作的直接影响是导致了企业界和私人基金的紧密合作，决定全球科研进程。因此，目前全球性科研最紧密联系于工商企业界，而非政府。

在发达国家的经济社会中，主要存在的是一种“超消费主义”，即其大多数消费都与生活质量、身体健康的改善相关。在这些方面，科学有着重要的贡献。从这个角度出发，科学与科学的联系是来自于消费者的行为。然而，有这样支付能力的消费者是有限的，随着全球贫富的日益拉大，很多人无法享受科技进步带来的成果。造成的部分后果就是，很多组织严密的、激进的反全球化活动开始涌现，他们中的部分人来自于宗教主义和民族主义的极端分子。他们对科学有敌意，并视其为全球资本市场的包袱。

全球化已经延伸到大学中，电子教学越来越成为欠发达国家一种重要的、低成本的教学方式。虽然被誉为一种进步，但这种全球资源的共享也阻碍了当地教育和科研能力的发展，并且导致了人才向经济发达国家的外流。

全球科学的管理结构被商业和经济利益所统治。这不仅体现在政府内部，也体现在非政府科学管理结构中。在公共基金缺乏和私人充裕的条件下，这些管理机构很难保持它们的独立性而不受商业和经济利益影响。

探索方案 4 – 极端民族主义的崛起（国家意识）

随着新兴经济体的崛起，围绕着国际领导权和资源的权力斗争造成了许多国际上的不稳定性和不确定性。未解决的可持续发展问题和对有限资源的竞争成为可能触发战争的潜在因素。在不确定的地缘政治环境中，国家起到至关重要的作用。经济强国，包括美国，德国和一些新兴的工业化国家，作为领导者主导着国际决策的制定。随着国际局势日渐紧张，经济体的领导力主要由国家的军事工业所决定。

经济强国在科学和技术的投资在不断增加，但其他国家却远远落后。欠发达的国家在科学上的努力常常被孤立，面对科学家追求自由和人才流失的威胁，保持科学的普及性是欠发达国家面临的主要挑战。国际合作和全球资金来源匮乏，使得他们加入应对全球气候变化和可持续发展的挑战的意愿逐步消失。

保密文化、缺乏透明度和公开性，影响着生活方方面面，科学也不能幸免。那些在国际交流上设置重重障碍的国家，造成国内大量平行重复的研究工作。科学在社会的特定阶层中传播，人民群众仍然远离科学。这使得科学议程变的简单，主要是由国家的政治需要决定。在地缘政治局势的推动下，军事部门是一个特别

强大的科研中心。令人担忧的是，竞争中的国家大力发展的行星探索和生物经济技术，同样被用于制造新的更致命的武器。

在紧张和激烈的竞争氛围下，大的国家如中国，法语区和西班牙语区已开始推荐使用民族语言进行学术交流，英语能力已经不具有之前的优势，不再是全球科学交流的唯一语言。研究人员和学生的流动性有所下降，国家主要依靠自己的教育资源培养下一代。

国际科学管理结构被经济最强大的国家所控制。大量不同的全球性非政府科学组织得以发展，但是这些组织中大多数都不是完全独立的，而是成为某些国家实现其全球野心的工具。

方案的应用：

这些探索方案为未来 20 年的“世界秩序”和国际科学合作提供了四个不同而又合理的未来情景。这些探索性的方案本身并不能用作对未来的预测，但却能为未来的行动提供创新性的思路。

设计探索性方案的过程已为国际科学协会理事会制定战略规划提供了有用的信息。但这些方案最直接的影响还是在于从长远的角度发展科研领域间的国际合作以及发挥国际科学协会理事会的作用。如果通过一个“成功方案”大约需要 20 年的发展，到 2031 年国际间科研领域合作达到了我们的预期的状态，国际科学协会理事会也就获得了成功。

本文中所提到的四条探索性方案为预期的“成功方案”提供了极有创新性的意见，我们希望得到一个更为严格的、足以影响将来的格局，成为国际间科学交流合作导向的关键驱动力。

这些方案的提出，是对未来科学发展道路的倡导，而不是为了满足国际科学协会理事会当前规划的需求，希望这些方案对各成员国制定未来发展规划和设计活动有所帮助。这些方案的目的是使一些关键问题得到关注，为未来可能采取的行动提供一个起点，以激发创造性思维。国际科学理事会的成员和其它组织必须根据他们各自的需求制定和评估方案。

这里应当指出，设计这些方案的方法并不适用于分析重大性事件和极端性事件。这些问题在制定战略规划特别是在商业领域会经常遇到。有关极端事件的解决一般是通过大家的集思广益，以及将来自于世界各地的信息从不同角度进行分析来完成。每个极端事件的影响则可以通过将其分别放到四个方案中逐个分析得到。

致谢：

本篇中有关科学规划和审查的工作是在国际科学理事会委员会的指导下完成的。

- *Kari Raivio (主席) (芬兰)
- Irasema Alcántara-Ayala (墨西哥)
- Juan A. Asenjo (智利)
- *Roberta Balstad (美国)
- *Lidia Brito (莫桑比克)
- Catherine Cesarsky (法国)

Cheryl de la Rey (南非)
Harsh Gupta (印度)
Christopher Leaver (英国)
吕永龙 (中国)
*Nebojsa Nakicenovic (澳大利亚)
Johan Rockström (瑞士)
Boshra Bakr Salem (埃及)
*Hebe Vessuri (委内瑞拉)
*Anne Whyte (加拿大)
Deliang Chen (法国)
Maurice Tchuente (法国)
Yuan Tseh Lee (中国台北)

工作组

科学规划和审查工作组（包括以上名单中带星号的成员），负责与国际科学理事会秘书处共同管理和制定前瞻性的工作。John Marks（荷兰）主持了工作团队，Michael Keenan（英国）在前瞻性过程中贡献了他的宝贵经验和知识。

特别感谢

特别要感谢 Barend van der Meulen（荷兰），他和 Michael Keenan 于 2010 年 4 月组织讲习班，以发展初步的探索性方案。

秘书处的支持

Paul Cutler (2010年8月之前)
Emilia Koivisto (芬兰科学院, 2010年9月-10月)
Richard Meylan (新西兰皇家科学学院, 2011年3月-12月)
Carthage Smith

提供帮助的个人、委员会和国际科学协会理事会的成员

本次活动得到了很多人的帮助，在网上公开征集信息的过程大约有 80 人为本次活动提出了建议。此外还有约 100 位来自国际科学协会理事会以及地方委员会的科学家参加了 2010-2011 年度的方案制定会议。

截止到2011年初，为方案草案提供帮助的国际科学协会理事会成员有

澳大利亚科学院

中国科学技术协会

中国台北，中央研究院

芬兰文理研究院

匈牙利科学院

印度国家科学院Indian National Science Academy
国际数学联盟International Mathematical Union (IMU)
国际食品科学技术联盟International Union of Food Science and Technology (IUFoST)
国际森林研究组织联盟International Union of Forest Research Organizations (IUFRO)
国际大地测量和地球物理联盟International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG)
国际历史和哲学联盟International Union of History and Philosophy of Science (IUHPS)
美国科学院National Academy of Sciences, USA
英国皇家科学院Royal Society, UK
新西兰皇家科学院Royal Society of New Zealand
国际科学联盟非洲区域办公室ICSU Regional Office for Africa
国际科学联盟拉丁美洲和加勒比海区域办公室ICSU Regional Office for Latin America and the Caribbean
海洋研究科学委员会 (SCOR)

(完)