



钱学森科学技术思想研究丛书

# 地理建设与社会系统工程

马藹乃 著

 科学出版社



国家出版基金项目  
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

钱学森科学技术思想研究丛书

# 地理建设与社会系统工程

马蔼乃 著

科学出版社

北京

## 内 容 简 介

20世纪80年代,钱学森提出了社会主义建设总体设计部,包括政治文明建设、物质文明建设、精神文明建设和地理建设四大部分。前三个文明建设是社会系统工程建设,地理建设是社会系统的环境建设。社会主义建设总体设计部是钱学森从系统科学的系统工程角度提出来的开放的、特别复杂的、社会巨系统的典型实例。2005~2008年作者编著了《地理科学丛书》,2011年又编著了《地理科学与现代科学技术体系》,以此为基础,本书从人地系统工程的角度,进一步探索社会主义建设总体设计部,力图在广度与深度方面有所拓展。

本书可供国家各级领导、专家、学者及各区域的建设者参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

地理建设与社会系统工程 / 马蔼乃著. —北京:科学出版社,2012  
(钱学森科学技术思想研究丛书)

ISBN 978-7-03-036198-1

I. ①地… II. ①马… III. ①钱学森(1911~2009)-地理学-研究②钱学森(1911~2009)-社会工作-系统工程-研究 IV. ①K90②C916

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 300705 号

责任编辑:周 炜 魏英杰 / 责任校对:刘小梅  
责任印制:张 倩 / 封面设计:陈 敬

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号  
邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2012年11月第一版 开本:B5(720×1000)

2012年11月第一次印刷 印张:13 1/2

字数:257 000

定价:78.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

## 《钱学森科学技术思想研究丛书》编委会

主 编：余振苏

编 委：（按姓氏汉语拼音排序）

鲍世行（中国城市科学研究会）

龚建华（中国科学院遥感应用研究所）

巩献田（北京大学）

黄顺基（中国人民大学）

姜 璐（北京师范大学）

凌福根（第二炮兵装备研究院）

卢明森（北京联合大学）

马蔼乃（北京大学）

糜振玉（军事科学院）

苗东升（中国人民大学）

钱永刚（中国电子系统工程公司研究所）

余振苏（北京大学）

史贵全（上海交通大学）

宋孔智（北京航天医学工程研究所）

赵少奎（第二炮兵装备研究院）

## 《钱学森科学技术思想研究丛书》序

在现代科学技术革命、政治多极化、经济全球化与文化多元化的新形势下,人类面对越来越复杂的世界,我国社会主义现代化建设同样也面对各种各样的复杂性问题。突破还原论,发展整体论,在还原与整体辩证统一的系统论基础上构建现代科学技术体系,探索开放的复杂巨系统理论与方法,并付诸实践,已经成为现代科学技术发展进程中的重大时代课题。

早在19世纪末,恩格斯就曾经预言<sup>①</sup>,随着自然科学系统地研究自然界本身所发生的变化的时候,自然科学将成为关于过程,关于这些事物的发生和发展以及关于把这些自然过程结合为一个伟大的整体的联系的科学。1991年10月,钱学森根据现代科学技术发展的新形势,进一步明确指出<sup>②</sup>:“我认为今天的科学技术不仅仅是自然科学工程技术,而是人认识客观世界、改造客观世界整个的知识体系,这个体系的最高概括是马克思主义哲学。我们完全可以建立起一个科学体系,而且运用这个科学体系去解决我们中国社会主义建设中的问题。……我在今后的余生中就想促进这件事情。”

在东西方文化互补、融合的基础上,钱学森提出的探索宇宙五观世界观(张观、宇观、宏观、微观、渺观)、社会主义社会三个文明(物质、政治、精神)与地理建设(生态文明)的体系结构、现代科学技术体系五个层次、十一个大部门的总体思想、开放的复杂巨系统理论、从定性到定量综合集成研讨厅与大成智慧学等,构成了钱学森科学技术思想的核心内涵。可以说,钱学森科学技术思想的核心是对现时代科学技术发展趋势的总体把握,是依据现时代科学技术综合化、整体化的发展方向,对恩格斯关于自然科学正在发展为“一个伟大的整体联系的科学”这一预见的科学论证与深刻阐发,它必将大大推动科学技术的发展,必将成为中国社会主义现代化建设的强大思想武器。因此,深入学习、研究、解读、继承,并大力传播与发展钱学森的科学技术思想,是我们这一代科技工作者不可推卸的历史责任。

钱学森在美国的二十年,潜心研究应用力学、工程控制论和物理力学,参与开拓美国现代火箭技术,成就为世界著名的技术科学家和火箭技术专家;回国后的前二十五年,专心致志地领导、开拓我国导弹、航天事业,成为世界级的航天发展战略家、系统工程理论与实践的开拓者和国家功臣;晚年的钱学森,在马克思主义哲学

<sup>①</sup> 马克思恩格斯选集(4卷).2版.北京:人民出版社,1995:245.

<sup>②</sup> 钱学森.感谢、怀念与心愿.人民日报,1991-10-17.

的指导下,在科学技术的广阔领域里不懈地探索着,从工程技术走向了科学论,成为具有大识、大德和大功的大成智慧者,具有深厚马克思主义哲学功底科学大师和思想家。钱学森提出的科学技术思想具有非同寻常的前瞻性和战略意识,对于我国科学技术的发展与社会主义现代化建设是一座无价的思想宝库。我们这些来自不同学术领域的后来者,研究、解读他的创新科学技术思想,是有难度的,在知识域上也是有局限性的。现在呈现在读者面前的《钱学森科学技术思想研究丛书》只是我们学习、研究钱学森科学技术思想的初步成果。我们把本丛书奉献给读者,目的是希望尽我们的微薄之力,进一步推动钱学森科学技术思想的研究工作,诚恳地欢迎社会各界提出不同的意见,并进行广泛的学术交流。

在《钱学森科学技术思想研究丛书》陆续与读者见面的时候,我们衷心地感谢国内相关领域的学者、专家积极主动地参与研讨,尽心尽力地出谋划策,无私地贡献自己的知识和智慧;特别要感谢谢光选、郑哲敏院士和新闻出版总署、科学出版社的领导和同志们,正是他们的大力支持和鼓励,才使本丛书得以在钱学森百年诞辰之际问世。

《钱学森科学技术思想研究丛书》编委会

2010年12月11日

## 前 言

2005~2008年高等教育出版社出版了作者编写的一套《地理科学丛书》，即《地理科学导论》、《地理信息科学》、《地理系统工程》、《理论地理科学与哲学》、《动力地貌学概论》；2011年，科学出版社出版了作者的《地理科学与现代科学技术体系》一书。作者在研究与写作过程中，逐步靠近钱学森的科学思想，发现地理科学与系统科学之间有许多交集，特别是地理建设与社会系统工程建设是社会主义建设总体设计部中的社会系统与环境的两个方面，值得进一步探讨。

历史上，在奴隶社会转向封建社会时，有一次世界性的思想“大爆发”。2500多年前，中国古代春秋时期，孔子（公元前551~公元前479年）创立儒家，老子（公元前571~公元前471年）创立道家，涉及古代中国整个的知识体系（偏重悟性，思辨的方法）；2300多年前，西方的亚里士多德（Aristotle，公元前384~公元前322年）梳理了古希腊的“知识体系”，研究了哲学、科学、政治，提出理论科学、实践科学与创造科学（偏重理性，逻辑的方法）。实际上东西方思想文化的大爆发是为封建社会“鸣锣开道”的文化奠基。恩格斯称亚里士多德为“古代的黑格尔”。

13世纪末，欧洲开始了一场大规模的思想文化运动，即文艺复兴，出现了大批人才，伽利略（Galileo，1564~1642年）发明天文望远镜，证实了哥白尼（Kopernik，1473~1543年）的日心学说。期间最具代表性的人物是多才多艺的达·芬奇（da Vinci，1452~1519年），达·芬奇精通科学与艺术，以艺术为主。最值得提出的人物是莱布尼茨（Leibniz，1646~1716年），莱布尼茨对数学、自然哲学、社会哲学、历史进行广泛研究，除了西方的科学之外，也研究了中国的“易”，从而奠定了二进制的基础，可以说莱布尼茨梳理了17~18世纪人类的知识体系。恩格斯将欧洲的文艺复兴看成为资本主义社会“鸣锣开道”的文化奠基。

18~19世纪的黑格尔（Hegel，1770~1831年）研究了自然哲学、美学、宗教、逻辑学、政治、历史哲学、形而上学、辩证法等，涉及了18~19世纪的知识体系；19世纪的马克思（Marx，1818~1883年）与恩格斯（Engels，1820~1895年）共同研究并提出了辩证唯物主义的自然科学与科学社会学的体系。恩格斯强调自然科学是一个整体，将黑格尔的自然哲学改造为自然科学，在哲学层次上提出了自然辩证法；马克思研究资本论和社会发展史，熟知黑格尔的历史哲学，摒弃了黑格尔的唯心主义思想，提出了历史唯物主义的科学社会学。马克思与恩格斯

共同梳理了 19 世纪的人类知识体系。

1948 年以来,控制论、系统论、信息论、耗散结构、协同学、突变论、运筹学、博弈论、人工智能、模糊数学、灰色系统、隐秩序、神经网络、小小世界、分形理论等复杂性科学的研究大爆发。尤其是人类面临着信息社会的到来,由于信息具有共享的特点,突破了物质、能量不能共有的局限性,信息社会是社会主义的社会形态,在资本主义社会转向社会主义社会的历史时期,必定产生大批专才与全才相结合的人才,推动第二次文艺复兴的兴起。可以将第二次文艺复兴看成为社会主义社会“鸣锣开道”的文化奠基。可以将此理解为钱学森极力推动第二次文艺复兴的原因。

钱学森(1911~2009年)是在退休之后开始专心研究现代科学技术体系与社会主义建设总体设计部的。钱学森研究现代科学技术体系是非常自觉的,他继承与发展了马克思主义哲学,从自然科学与社会科学两个门类扩展到自然科学、社会科学、数学科学、系统科学、思维科学、人体科学、军事科学、行为科学、地理科学、建筑科学和美学艺术 11 个门类,自觉地梳理了 20 世纪已有的科学技术成就,并且展望了 21 世纪的科学技术体系,提出了整个人类的知识体系。由此,钱学森亲自开启了第二次文艺复兴的历程。钱学森研究社会主义总体设计部也是非常自觉的,他将马克思主义的社会学发展到社会系统工程。

作者研究地理科学,尤其是“人地系统工程”,其中,“人”是指人类社会系统工程,“地”是指地理系统工程,与钱学森的社会主义建设总体设计部不谋而合,有许多相似之处,因此,有必要对地理建设与社会系统工程建设结合起来研究,希望对社会主义建设总体设计部有更加深入的探讨与研究。

在撰写本书的过程中得到了“钱学森科学思想研究组”同志的严格审视,感谢《钱学森科学技术思想研究丛书》编委会的同志为本书出版所付出的辛勤劳动。真诚地欢迎社会各界读者批评指正。



# 目 录

《钱学森科学技术思想研究丛书》序

前言

<b>第 1 章 社会工程中的地理建设</b> .....	1
1.1 社会工程与地理建设 .....	1
1.2 地理系统与建筑系统 .....	4
1.3 现代科学技术体系中的地理建设 .....	9
1.4 天地人机信息一体化的网络系统.....	12
1.5 从定性到定量的地理数学模型.....	14
1.6 综合集成的地理建设工程研讨厅.....	15
1.7 本章小结.....	19
<b>第 2 章 地理建设中的地理科学与建筑科学</b> .....	20
2.1 自然环境与人工环境.....	20
2.2 地理科学与建筑科学.....	23
2.3 地理科学的体系.....	28
2.4 建筑科学的体系.....	30
2.5 生态文明建设与科技文明建设.....	34
2.6 本章小结.....	36
<b>第 3 章 社会系统工程建设</b> .....	37
3.1 社会系统工程.....	37
3.2 物质文明建设.....	40
3.3 政治文明建设.....	46
3.4 精神文明建设.....	52
3.5 本章小结.....	57
<b>第 4 章 地理建设与地理数学</b> .....	58
4.1 地理建设中的定性定量问题.....	58
4.2 地理复杂性数学模型.....	62
4.3 地理数学在地理建设中的应用.....	71
4.4 本章小结.....	72
<b>第 5 章 地理建设是开放的复杂网络系统</b> .....	73
5.1 地理建设的系统性.....	73
5.2 地理建设的开放性.....	81

5.3	地理建设的复杂性	84
5.4	本章小结	87
<b>第6章</b>	<b>地理建设的总体设计部</b>	<b>89</b>
6.1	总体设计部在地理建设中的作用	89
6.2	地理建设的设计理论	93
6.3	地理建设的信息系统	97
6.4	地理建设的系统工程	99
6.5	本章小结	108
<b>第7章</b>	<b>地理建设的综合集成研讨厅</b>	<b>109</b>
7.1	地理建设综合集成研讨厅及总师	109
7.2	地理建设综合集成研讨厅的专家	112
7.3	地理建设综合集成研讨厅的信息网络	114
7.4	地理建设中人机结合的决策	118
7.5	本章小结	121
<b>第8章</b>	<b>地理建设的大成智慧教育</b>	<b>122</b>
8.1	地理建设与现代科学技术体系	122
8.2	地理建设与哲学	125
8.3	地理建设与理、工、文、艺	127
8.4	地理建设与计算机信息技术	129
8.5	地理建设中的大成智慧者	131
8.6	本章小结	132
<b>第9章</b>	<b>中国的地理建设</b>	<b>133</b>
9.1	中国的地理区位	133
9.2	中国社会发展阶段	138
9.3	中国地理建设的复杂性	144
9.4	创新型的中国地理建设工程	145
9.5	中国的宗教信仰	150
9.6	本章小结	161
<b>第10章</b>	<b>世界的地理建设</b>	<b>162</b>
10.1	世界不同区位的地理建设	162
10.2	世界地理建设的相似性	166
10.3	世界地理建设的特殊性	181
10.4	本章小结	192
	参考文献	194
	附录:地理建设中的大成智慧教育方案	196
	后记	204

# 第 1 章 社会工程中的地理建设

钱学森从系统科学的角度研究社会科学,提出了社会主义建设总体设计部的构想。从系统科学方面来看,系统科学分理论层次上的系统学,技术层次上的博弈论、运筹学、人工智能、控制论、信息论等,工程科学层次上的系统工程,社会主义建设总体设计部处于系统工程的层次上;从社会科学方面来看,社会科学分理论层次上的社会学,技术层次上的社会信息科学,工程科学层次上的社会工程,社会主义建设总体设计部处于社会工程的层次上。因此,钱学森在阐述社会主义建设总体设计部时,有时用社会系统工程,有时用社会工程。在强调研究社会的系统性时,用社会系统工程;在强调研究社会的社会性时,用社会工程。并且说社会系统工程简称社会工程。实际上,社会主义建设总体设计部是系统科学与社会科学交叉研究的成果。需要特别指明的是,钱学森的社会主义建设总体设计部,不仅是理论上的概念,还是实实在在的工程。该项工程必须建立在计算机网络平台上,它能够为社会主义建设的各级政府,乃至中央人民政府所使用,是开放的、复杂巨信息系统工程,是管理与组织方面可实践、可操作的信息技术工程。

本书在对社会主义建设总体设计部解读的基础上,定义社会工程包括社会系统工程与地理系统工程两部分,定义社会系统工程包括政治文明建设、物质文明建设和精神文明建设三部分,地理系统工程包括生态文明建设和科技文明建设两部分,共五部分。从系统与系统的环境来看,地理系统工程是社会系统工程的环境,或者说社会系统工程与地理系统工程互为环境。由于钱学森对地理建设中的文明建设没有展开,因此,本书首先阐述钱学森的科学思想,在后续的章节中增加作者的研究成果。

社会系统工程和地理系统工程都是工程技术层面上的内容,本书不是对社会科学和地理科学的全面展开,只是在社会科学与地理科学中的工程技术层次上深入研究,必要时对理论层次与技术层次做适当的阐述。

由于钱学森的社会主义建设总体设计部共有四个方面,其中一个方面是地理建设,因此首先研究钱学森社会工程中的地理建设。

## 1.1 社会工程与地理建设

20 世纪 80 年代,钱学森从系统科学的角度研究了社会科学中的社会工程,提出了社会主义建设总体设计部的构想。社会主义建设总体设计部可以简称为社会工程。

钱学森的社会主义建设总体设计部的内容共分四个方面，即政治文明建设、物质文明建设、精神文明建设和地理建设。地理建设与前三个文明建设用双线隔开，表示“系统”与“环境”的关系。四个方面共分十个部分，即政治文明建设中的体制建设、民主建设、法制建设；物质文明建设中的经济建设、人体体质建设；精神文明建设中的思想建设、文明建设；地理建设中的生态建设、环境建设和基础设施建设。

从社会主义建设总体设计部来看，可以认为是整个社会工程的建设；从政治文明、物质文明、精神文明建设来看，可以认为是社会系统工程的建设，因此，可以认为地理建设是社会系统的环境建设，如图 1.1 所示。

社会主义建设总体设计部			
政治文明建设	物质文明建设	精神文明建设	地理建设
体制建设(1)	经济建设(4)	思想建设(6)	生态建设(8)
民主建设(2)	人体体质建设(5)	文明建设(7)	环境建设(9)
法制建设(3)			基础设施建设(10)

图 1.1 社会工程

社会形态包括三个方面，即经济形态、政治形态和意识形态；或者说社会系统包括三个子系统，即经济子系统、政治子系统和意识子系统。社会系统的环境就是地理建设。因此，社会文明建设就有经济形态的物质文明建设、政治形态的政治文明建设、意识形态的精神文明建设和

社会系统环境的地理建设。四个建设之间的关系十分密切，是一个四面体的四个顶点，两两之间都有关联，如图 1.2 所示。

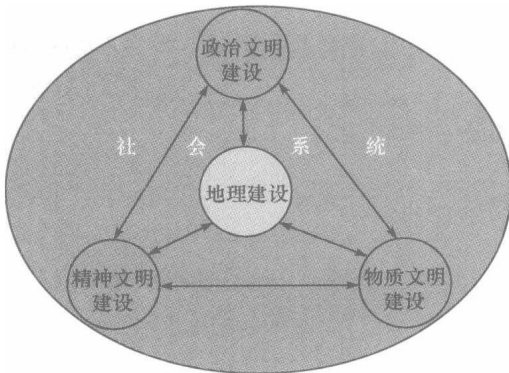


图 1.2 四个建设之间的关系

政治文明与物质文明互相关联，政治文明指导物质文明的建设，只有正确的政治文明，物质文明的建设才能健康的发展；物质文明的建设反过来又促进政治文明的建设。

物质文明与精神文明互相关联，

物质文明是精神文明的基础,没有高度发展的物质基础,精神文明就不可能长期稳固地高度发展;反之,没有精神文明高屋建瓴的引导,物质文明建设就会走入歧途。

精神文明与政治文明互相关联,精神文明影响了政治文明建设,高度的精神文明必然产生健全的民主法制体制;政治文明是精神文明建设的保障,从法制体制上保证精神文明的建设。

地理建设是社会系统工程中物质文明建设、精神文明建设、政治文明建设的环境建设。整体环境建设的优劣影响到整个社会工程系统的物质文明、精神文明、政治文明建设的条件;反之,社会系统工程建设的优劣也会影响地理建设的好坏。

因此,四个文明建设是相辅相成的,两两之间互相影响,这是四要素社会工程的特点。

图 1.2 中深色部分为社会系统,包括政治文明建设、物质文明建设、精神文明建设三部分;地理建设是独立于社会系统之外的环境建设。

### 1. 政治文明建设

社会主义的社会系统中,政治文明建设是物质文明建设、精神文明建设和地理建设的“统帅”,政治文明建设也为物质文明建设、精神文明建设和地理建设保驾护航。政治的社会形态是指社会的政治制度、社会的人际关系,包括国家政权的性质、政党制度、管理体制、人事制度、军事体制、外交制度、法律制度等,是社会的“上层建筑”,所以政治文明是社会形态的“灵魂”。政治文明建设又是物质文明建设、精神文明建设与地理建设之间的“纽带”,政治制度优越,能够促进经济繁荣发展,精神文明素质提高,生态、环境友好;反之,政治腐败就会严重地破坏经济、腐蚀思想、恶化环境。由此可见,政治文明建设非常重要,而且与其他三个文明建设的关系又非常密切。

### 2. 物质文明建设

经济是社会的物质基础,经济的社会形态是指经济制度和社会经济关系,主要是社会的生产方式,包括生产、分配、交换、消费等微观经济方式,也包括金融、证券、股票、期货等宏观经济方式,是社会形态的基础。经济的社会形态决定了政治的社会形态与意识的社会形态。换句话说,物质文明建设决定了政治文明建设与精神文明建设。但是,由于人的一切行为都是在意识的能动作用下进行的,所以精神文明对物质文明具有反作用力。意识作用于经济的条件是政治、法律与法规等政治文明。由此可以看出,物质文明不可能脱离政治文明与精神文明独立存在。经济活动是靠人来进行的;经济活动依赖于自然资源、环境和生态;经济活动又创造了城镇、基建、产业;经济活动必然要与自然灾害作斗争,因此,物质文明建设也不可能脱离地理建设而独立存在。从物质文明建设也可以看到四个文明建设之间的关联。

### 3. 精神文明建设

意识的社会形态是指人们的理想、信仰、道德和价值观等,意识的社会形态主要表现在社会的舆论导向,包括政党、团体等的社会目标、行动指南等,也包括社会知名人士道德与行为的影响。如果物质文明是社会形态的基础,政治文明是社会形态的上层建筑,那么精神文明则是上层建筑的顶峰。社会系统的环境是由地理建设构成的,因此精神文明建设与地理建设也有着密切的关联。社会只有在精神文明高度发展的条件下才会关注生态、环境的建设,从精神文明建设又一次看到四个文明建设的关联。

### 4. 地理建设

地理建设包括人口建设、生态建设、环境建设、资源建设、城乡建设、基础设施建设、产业建设、防灾建设等。一方面高度的精神文明,高度的道德标准,必然对自然环境、生态系统具有极大的爱心,地理建设必然成为社会关注的重要组成部分。另一方面,物质文明为地理建设提供了资源基础。地理建设水平的提高进一步促进了政治文明的建设,因为地理建设要求政府出台新的政策与法规。由此可见,从地理建设再一次看到四个文明建设之间的关联性。

以上阐述的四个建设,物质文明建设与精神文明建设是长期以来得到公认的,政治文明建设与地理建设(生态文明建设),已经被列入中共中央第16届(增加政治文明)、17届(增加生态文明)代表大会的政治报告,为全国人民所熟知。四个建设与四个文明在钱学森提出的社会主义建设总体设计部中体现得十分清楚,逻辑性很强,符合现代科学的思想。

## 1.2 地理系统与建筑系统

地理建设实际上需要地理科学与人工(钱学森称其为建筑)科学共同完成,地理科学是认识客观世界的科学,人工(建筑)科学是改造客观世界的科学。从规划设计到建设施工,无论是设计还是施工都需要贯彻地理系统的思想和人工(建筑)系统的实践。

### 1. 地理系统

地理系统是一个开放的复杂巨系统。随着社会环境建设水平的提高,地理系统不是一成不变的,而是在总体框架的原则下与时俱进,随着科技的进步不断发展的。当前社会主义建设的条件下,地理系统工程具有8个子系统,即人口调控系统、城镇建设系统、基础设施系统、产业结构系统、资源开发系统、环境保护系统、生态建设系统和灾害防治系统,如图1.3所示。

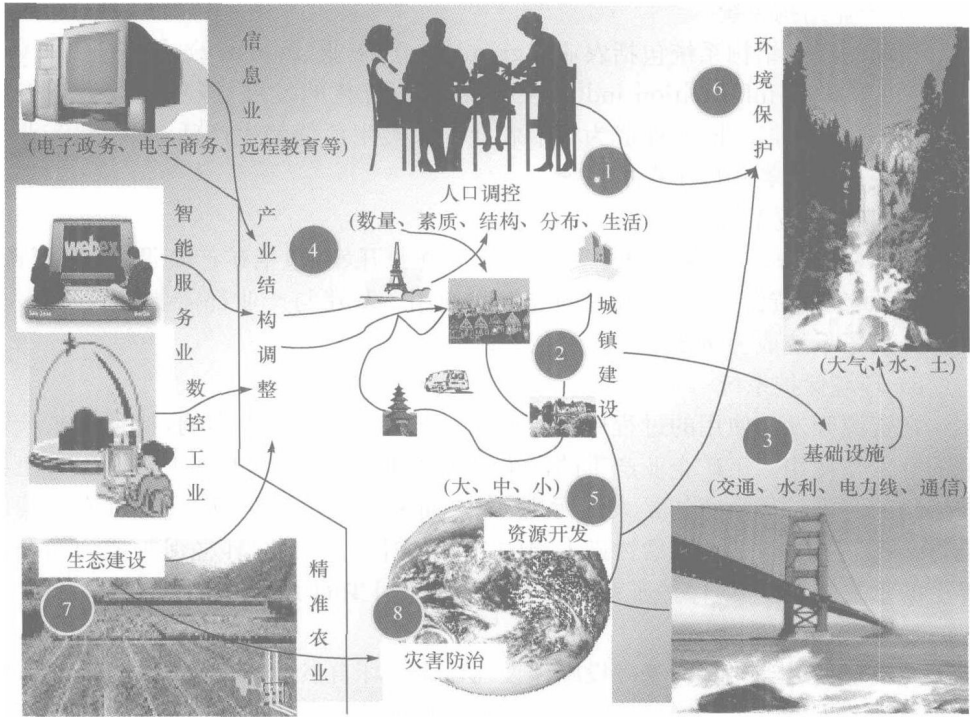


图 1.3 地理系统的 8 个子系统

按照图中的排序,人口是核心问题,人口的居住地为城镇,城镇内部与城镇之间需要有基础设施连接,人民的生产与生活需要各种产业,城镇建设、基础设施建设、各种产业需要原材料,就必须进行资源开发,在资源开发过程中必须保护环境,同时进行生态建设,还要防治自然灾害。因此,地理系统工程的 8 个子系统依次阐述如下。

### 1) 人口调控系统

人口(population)调控系统,包括人口数量、人口素质、人口结构、人们的生产(包括个人收入)与生活(包括消费支出)、人口分布等。

### 2) 城镇建设系统

人口分布在城市与农村,城镇(cities and towns)建设子系统包括居住区、商业区、重工业区、轻工业区、农业区、蔬菜区、瓜果区、森林区、草地区、花卉区等,城市与乡村将以社区建设为主,人居系统就是城镇系统。

### 3) 基础设施系统

无论是城市还是农村,现代化建设都需要通水、通电、通路、通信等基础设施(infrastructure)。在网络时代,物流、能流、信息流都以网络的形式联系着千家万户,方便生产与生活。因此,必须建立基础设施子系统。

#### 4) 产业结构系统

当前的产业结构系统包括农业 (agriculture)、工业 (industry)、服务业 (service trades)、信息业 (information industry)。随着信息化的发展,服务业成为智能服务、工业成为数控工业、农业成为精准农业。人类生活依赖生产活动,因此产业结构子系统成为人类赖以生存的系统。

#### 5) 资源开发系统

资源 (resource) 开发系统主要是指自然资源开发,包括矿产资源、土壤资源、淡水资源、大气资源、生物资源等的开发与使用。基建与产业都需要资源的开发,资源开发子系统成为重要的社会组成系统。

#### 6) 环境保护系统

在资源开发与使用的过程中,对环境 (environment) 产生影响,特别是矿产资源的开发与使用。工矿企业产生的污染是最严重的,往往影响到大气、淡水、土壤与生物体的污染。最敏感的是大气污染,随之而来的是水污染,进一步造成土壤污染,接着是生物被污染,最后污染人类的“衣食住行”。因此,环境保护成为当今世界上的重要问题,环境保护子系统也就成为必不可少的了。

#### 7) 生态建设系统

城镇建设、工矿建设、基础设施建设往往会破坏自然生态系统 (ecosystem),因此在进行人工建设时,需要注意生态建设,防止生态系统被破坏所带来的自然环境的不可逆恶化。生态建设子系统的建设必须与所有的人工建设同步进行。

#### 8) 灾害防治系统

自然灾害 (disaster) 包括暴雨、洪水、地震、风沙、海啸、风暴潮、暴风雪、冰雹、寒冻、高温等对人类有威胁的自然现象。灾害与灾害之间是有相关关系的,应该研究各种灾害之间的关系,将灾害链联系起来,作为灾害防治子系统研究。

### 2. 人工(建筑)系统

人工系统也是一个开放的复杂巨系统。随着科学技术的发展,人工系统也是与时俱进的,目前人工系统具有 8 个子系统,即材料系统、能源系统、机械系统、电机系统、数控系统、建筑系统、种植系统和养殖系统,如图 1.4 所示。

#### 1) 材料系统

材料 (material) 是人类用于制造物品、器件、构件、机器等各种产品的物质,是人类赖以生存的基础之一。材料是物质的,但不是所有物质都可以称为材料,如燃料和化学原料、工业化学品、食物和药物等,一般都不称为材料。但是这个定义并不那么严格,如炸药、固体火箭推进剂,又称为“含能材料”,因为它属于火炮或火箭的组成部分。所以材料的概念是模糊的,材料是物质的,但是不能等同于物质,可以说物质中的一部分是材料。从物理化学属性来分,可分为金属材料、无机非金属



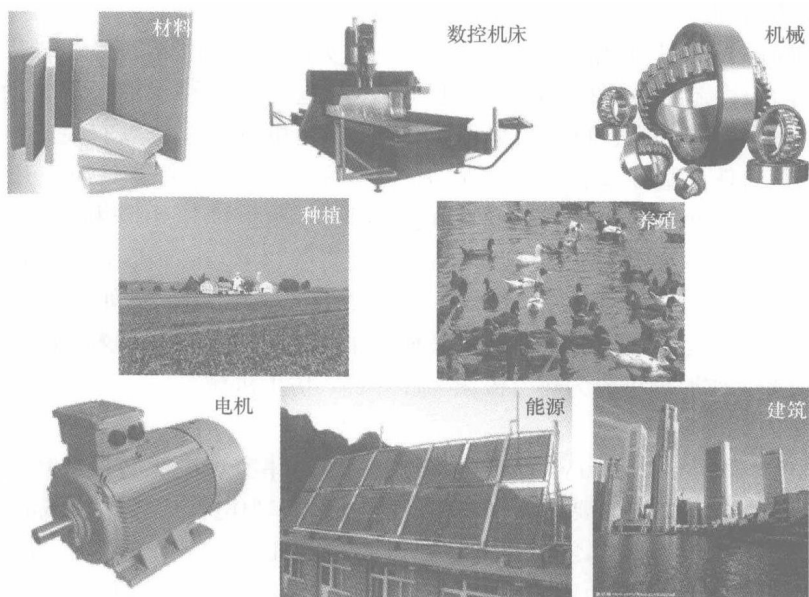


图 1.4 人工系统的 8 个子系统

材料、有机高分子材料和不同类型材料所组成的复合材料；从用途来分，可分为电子材料、航空航天材料、核材料、建筑材料、生物材料等；更常见的两种分类方法则是分为结构材料与功能材料或传统材料与新型材料。

## 2) 能源系统

能源(energy)是整个世界发展和经济增长的基本驱动力,是人类赖以生存的基础之一。能源分燃料型能源(煤炭、石油、天然气)和非燃料型能源(太阳能、风能、水能、地热能、海洋能、潮汐能)。未来的新型能源有铀、钍等。上述都是一次能源,经过人工转化的能源称为二次能源,如电能、核能等。电能可以是太阳能发电,煤炭发电,石油、天然气发电,风能发电,水力发电,地热发电等。转化为电能之后的能量,通过输电电缆,可以输送到任何需要的地方去。燃料型能源一般都需要运输和燃烧,运输消耗能源,燃烧产生污染,两者都会造成环境问题。而太阳能、风能、水能、地热能、海洋能、潮汐能是没有运输和污染问题的,但也需要就地转化成电能才能输送到各地去。煤炭、石油、天然气等是非再生能源,地球上这类能源有限,况且煤炭、石油、天然气还是许多化工的原料,燃烧掉了十分可惜。尤其是石油的匮乏,全球的石油储量远不足以维持需要。开发新能源是当前重要的研究方向,如核能的应用,太阳能的进一步应用,风能、地热能的应用,海洋能的应用,氢气能的应用,生物质能的应用等。当前耗能的设备亟须改造,一方面能源紧缺,另一方面能源浪费严重,解决能源的问题必须从节能与开发新能源两方面进行。