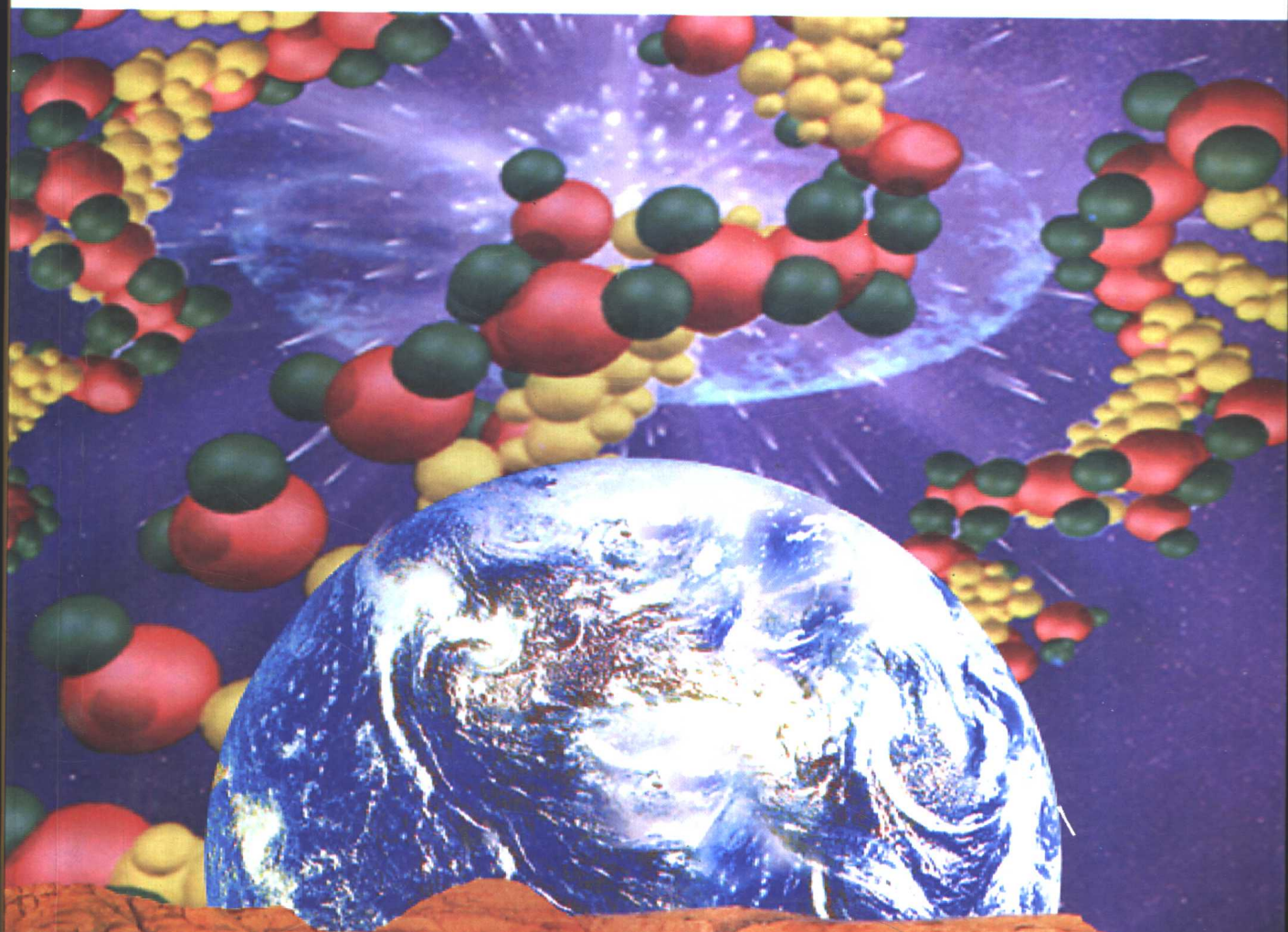


科研系统工程的理论与实践

Theory and Practice For System
Engineering of Science Research

刘波 刘德权 等著



中国大地出版社

科研系统工程的理论与实践

国家重大科技攻关项目
管理创新特色与系统管理模式研究
——以新疆地质矿产国家科技攻关 305 项目为例

刘 波 刘德权 王宝林 曹 阳 刘劲杨 合著

中国大地出版社

2002 年·北京

图书在版编目(CIP)数据

科研系统工程的理论与实践/刘波等著. - 北京:中国大地出版社,2002.4

ISBN 7-80097-499-5

I. 科… II. 刘… III. 科研管理-研究 IV. G311

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 015690 号

责任编辑: 祝 方

出版发行: 中国大地出版社

社址邮编: 北京市海淀区大柳树路 19 号 100081

电 话: (010)-62183493 (发行部)

传 真: (010)-62183493

印 刷: 西南冶金地质印刷厂

开 本: 1/16

印 张: 19 插页 4

字 数: 460 千字

版 次: 2002 年 4 月第 1 版

印 次: 2002 年 4 月第 1 次印刷

印 数: 0001-2000 册

书 号: ISBN 7-80097-499-5/P·13

定 价: 38.00 元

(凡购买中国大地出版社的图书,如发现印装质量问题,本社发行部负责调换)



◀ 1984年8月，中共中央政治局委员、国务委员兼国家科委主任方毅同志(前排左一)视察新疆，自治区宋汉良副主席陪同参观《新疆地质矿产陈列馆》内富蕴县喀拉通克富铜镍矿岩芯。



▶ 1994年8月，国务委员兼国家科委主任宋健同志(左一)来新疆视察，自治区宋汉良书记、张良臣总工向宋健同志汇报国家科技攻关305项目的攻关情况和成果。

▶ 国家计委、国家科委和财政部联合组成国家验收委员会，于1991年4月10日在北京对75-56项科技攻关项目进行验收，程裕淇院士(左二)主持会议，新疆自治区宋汉良书记、铁木尔主席和地质矿产部夏国治副部长等出席。



▶ 国家计委、国家科委和新疆维吾尔自治区人民政府联合组成国家验收委员会，于1995年12月1日在北京对85-902项科技攻关项目进行验收，中国科学院地学部副主任孙枢院士主持会议。



▶ 1999年4月，“九五”期国家科技攻关96-915项目在北京召开课题和专题组长会，汇报与交流研究成果，305项目办公室马映军主任主持会议。





▲ 1994年9月，我国著名地质学家黄汲清院士到新疆出席“首次新疆天山学术讨论会”，自治区铁木尔主席、宋汉良副主席陪同到会，黄汲清院士(中)对加强新疆地质勘查和矿业开发发表重要讲话。



▲ 1995年冬，我国著名矿床地质学家、中国科学院地学部主任涂光炽院士在国家305项目“九五”科技攻关立项论证会上发表重要讲话。



▲ 1990年7月，在国家305项目工作会议上，首届项目技术委员会主任张良臣总工在会上汇报“七五”攻关成果，提出“八五”攻关设想。

▶ 1998年7月，我国著名矿床地质学家、中国地质科学院院长陈毓川院士(右一)在国家科技攻关96-915项目中期检查评估会上发表重要讲话。自治区毛德华副主席(左一)到会听取意见。





◀ 1995年冬，在国家305项目“九五”科技攻关论证会上，中国科学院孙枢院士(右)与我国著名大地构造学家、北京大学教授何国琦(左)亲切讨论开展科技攻关问题。



▶ 1998年7月，我国著名大地构造学家肖序常院士(前排中)在新疆西天山进行野外地质考察，并指导中、青年研究人员观察地质构造形迹。

▶“八五”期国家305项目与哈萨克斯坦合作开展《中哈阿尔泰多金属成矿带地质成矿对比研究》，中哈地质专家共同探讨地质矿产问题。



▶“九五”期国家305项目与澳大利亚西澳矿业公司合作开展新疆阿希地区金矿风险勘查，图为2000年合作项目汇报会。



▶“九五”期国家305项目与日本金属事业团(MMAJ)合作开展“新疆阿尔泰地区矿产资源开发调查”项目，图为2000年6月在乌鲁木齐市签订合同。

内容简介

《科研系统工程的理论与实践》一书在纵观当代国内外重大科技攻关活动及其系统管理的历史和现状、阐明高新技术时代实施科研系统工程和系统管理的共性特征、对国内外七大项目实施科研系统工程展开典型范例分析的基础上,重点、详尽地剖析了国家 305 项目推行科研系统工程、科技经济一体化系统工程的决策管理创新特色和系统管理模式。书中蕴含着一系列创新观点,首先是对科研系统工程理论与方法的创新(包括新建科研系统工程“六部曲”与“四维结构”,首倡定性—定量—定时—定位相结合的“四定分析综合集成法”);同时建构了具有一定普适性的国家 305 项目全面创新模式和系统管理模式;最后,从战略高度上提出了对未来科技项目管理创新的建议。本项成果已被同行专家评价为国内领先水平,拟在科技界推广应用,潜在的社会经济效益巨大。

Abstract

The book of *Theory and Practice for System Engineering of Science Research* has reviewed modern great both domestic and international scientific research projects and their historic and actual systematic management. It has expounded the mutual characters of systematic engineering and systematic management in scientific research programs in the era of great science and hi-tech. Based on analyzing 7 domestic and international great systematic projects, the book has focused on analyzing the characteristics of decision management innovation and the systematic management of the National 305 Scientific Research Projects. A series of new viewpoints have been presented in this book. The first is the theoretical and methodological innovation in scientific research systematic engineering (including the new 6 steps, 4 dimension structure of research systematic engineering and qualitative-quantify-time-orientation comprehensive analyse advanced for the first time). At the same time, universal applicable models of entire innovation and systematic management of the National 305 Scientific Research Projects have been created. At last, suggestions for the future management innovation of scientific research projects have been made at the level of the new century stratagem. This accomplishment, with great latent economic and social benefits, has been appraised as leading achievement in China and will be applied in science and technology.

在科技管理实践中创造性运用 与发展科研系统工程

(代序言)

当今世界,科技、经济与管理的关系日益密切。国内外众多学者早已公认,科技、经济与管理在现代文明社会已成三足鼎立之势。这三大支柱相辅相成、互促联动,乃是促进各国国民经济大系统持续、高效、协调和健康发展的关键。大量事实证明:不仅现代科技是“第一生产力”,而且现代管理也是重要生产力;科技生产力和管理生产力在现代社会中都具有举足轻重的重要地位与作用,它们大大推动了科技进步、经济繁荣和整个社会生产力的突飞猛进;现代化科学管理是促进当代科技创新的催化剂,是驱动经济建设和社会发展的加速器。

在现代化科学管理理论与实践探索的推动下,在不断演进的当代系统科学和系统哲学的先进理论指引下,源于 20 世纪中期伊始的大科学、高技术、大工程时代诸种项目管理实践而逐步兴起的系统工程(尤其是科研系统工程),现已日趋成熟并在各行各业遍地开花,业已成为当代最先进的组织管理技术和方法。国家组织、规划和管理重大科技攻关活动是现今大科学、高技术、大工程时代和 21 世纪知识经济时代实施“科教兴国”战略与可持续发展战略的重要举措之一。坚持对国家和跨国重大科技攻关项目实施科研系统工程(即开展科学化、系统化管理)乃是推进大科学、高技术、大工程和知识经济发展的客观需求。

基于现代化科学管理的极端重要性、管理科学发展的新形势,以及未来人们创造性运用与发展科研系统工程的新需求,我认为由刘波教授、刘德权教授及高工等同志新近撰写的《科研系统工程的理论与实践》一书,既非常及时又意义重大,值得我国科技界的同仁们(尤其是科技决策管理者)认真一读并加以借鉴。这本专著是他们近两年多来完成《国家重大科技攻关项目管理创新特色与系统管理模式研究——以新疆地质矿产国家科技攻关 305 项目为例》这一重要软科学项目研究成果的综合集成和全面阐述。作为长期从事地学科研和高层次地质科技管理的科技工作者,特别是作为亲身参与国家 305 项目申报、立项和科技攻关全过程的科技骨干人员,我为新疆维吾尔自治区党政领导者在主持国家 305 项目中展现的杰出决策管理才能深表赞赏,为原地质矿产部、中国科学院、有色金属工业总

公司和国家教委作为主要合作部门所充分发挥的各路主力军作用深感自豪；同时，我对本项立论深刻、内容丰富、资料翔实、图文并茂、学风严谨、创新特色突出的软科学成果倍感亲切和深受启迪。

本书的首要创新特色是开创了对国家重大科技攻关项目管理进行详尽深入的典型范例分析的先河。作者正确地指出：近 20 年来国内外管理学家强调应用于法学领域的“案例分析”法（实则尚未深入开展），拟确切地改称为“管理事例分析”法，对成功的管理事例应重点进行深化的“典型范例分析”，据以为今后优化项目组织管理提供参照，促进当代管理科学理论与方法的新发展。为此，他们从我国杰出科学家钱学森院士首倡的“科研系统工程”视角出发，首先对取得巨大成功的国内外经典和最新的七大科技项目，即美国“曼哈顿计划”、“阿波罗登月计划”、中国“两弹一星”工程、国际“人类基因组计划”、“中国载人航天计划”、中国科学院“国家知识创新工程试点”、国土资源部“新一轮国土资源大调查”工程等进行了相当全面而系统的典型范例分析，总结了这些科研系统工程及其系统管理的共性特征和管理模式。进而，运用科研系统工程方法，着重瞄准全国地学固体矿产领域历来规模最大、人财物投入最多、持续时间最长、多学科联合攻关、新技术方法优化组合、科技成果高水平、快速高效高产出的重大科技攻关项目——国家 305 项目及其组织管理，进行了详尽、深入的范例分析，重点阐明了该项科研系统工程的立项、启动和实施效果（特别是社会经济效益分析），总结出项目决策管理系统结构、功能等创新特色，使其组织管理从经验层次上升到理论高度，概括出一整套具有普适性的科研系统工程的管理思想、管理模式和管理方法，撰写出数十万字的研究报告和系列论文。如此详尽而深刻的项目管理范例分析研究成果在中外现有管理文献中是未见先例的。

本书创新特色之二是对科研系统工程理论与方法的创新和发展，主要表现为：在国内外流行的系统工程“霍尔三维结构”的基础上，首倡“技术维”构想和创建科研系统工程“四维结构”的新观点；将复杂巨系统研究采用的从定性到定量的综合集成法发展为定性—定量—定时—定位相结合的“四定分析综合集成法”和“质—量—时—空四维思考范式”；把一般系统工程通用的“三环节”扩展为“系统分析—系统综合—系统评价—系统设计—系统决策—系统运行”六环节的科研系统工程“六部曲”等。

其三是作者对国家 305 项目全面创新模式的建构：他们不仅对 305 项目决策者在全国率先提出的“地质科研—普查勘探—矿业开发一体化”的地矿科技经济

一体化模式和 305 项目管理者实现科技攻关成果产业化的成功经验进行了深刻的理论分析,而且从 305 项目管理实践中概括和阐明了“基础研究—应用研究—开发研究一体化”的网络化科技创新体系。

其四是作者对国家 305 项目系统管理模式的建构:虽然国内外有关分别开展目标管理、动态管理、过程管理、滚动计划、质量管理等方面报导较多,但在同一个重大科技攻关项目管理中既把合同制目标管理与动态化过程管理相结合,又把滚动计划管理与全面质量管理相结合而创建的一种紧密型、机动型项目管理模式,使之成为国家 305 项目系统管理模式的主体,则属国内外科技项目管理的先例;同时,坚持项目经费管理与成果管理挂钩,以完善法规制度管理为保障,追求最佳综合效益。

其五是作者站在新世纪的时代需求和管理战略高度上,高屋建瓴地提出了对今后开展国家重大科技攻关项目管理创新五项建议;其中,特别强调要瞄准管理现代化新目标并奔向管理现代化新高峰,要从管理理念创新上推动科技管理实现从“物本”——“人本”——到“能本”管理的转变,要大力培育和造就出一批科技、管理领域的“帅才”和“将才”,要进一步构建科技攻关全面创新体系,以利加速提高科技成果实现产业化的转化能力等,这都反映了作者敏锐的战略眼光和独到见解。

综上所述,本书作者确实提出了一系列尚未见诸中外管理文献报导的创新见解,因而此项成果被同行专家鉴定评价为“国内领先水平”乃是当之无愧的。作者能够提出一系列创新见解、实现预期研究目标的主要原因有:一是本项研究始终贯穿了以现代辩证唯物主义的系统辩证法为指导思想。它坚持以管理系统观导向,以科研系统工程为主线,灵活运用了系统—信息—控制三位一体的系统辩证思维方式和系统科学方法论,综合集成了各种管理流派的思想精华,将各种管理调控手段融为一体,因而建构了独具特色的国家 305 项目系统管理模式,进而运用将“硬系统工程”与“软系统方法”有机结合的系统思维范式,促进了科研系统工程理论与方法的创新和发展。二是充分发挥了众多学科大交叉、软硬科技相结合的知识集成优势和综合创新特色。本项研究成果涉猎的学科类别众多,分别涉及并广泛运用了现代决策管理科学(含科学学、科技管理学、科学决策理论、现代管理原理、技术经济学、系统管理理论、战略管理理论)、系统科学与系统工程(特别是复杂巨系统理论、科研系统工程学、系统动力学)、信息经济学、科技人才学、现代科学技术史、国家创新系统理论等软科学、交叉科学的先进理论和新技术方法,

以及当代地学、核科学与高能物理、生命科学(人类基因组学)、航天科技等现代自然科学、工程技术的相关知识;简言之,本书总计涉及并运用了以软科学、交叉科学为主,并囊括人文社会科学、自然科学与工程技术等多门类共约 20 个分支学科的新知识,因而得以实现这一难度很大的软科学项目的预期研究目标。三是采用了正确的总体研究思路和先进的研究方法与技术方。通过多种信息渠道对国内外重大科技项目管理历史、现状和发展趋势的调研,以及对国家 305 项目从申报立项到实施全过程组织管理的系统考察,他们确定了本项目的总体研究思路和研究方法是:坚持从剖析个瘡→一般→特殊→再一般的科学实践—认识法则,遵循归纳—演绎—归纳、分析—综合—分析相结合的逻辑程序,狠抓国内外重大科技攻关项目和国家 305 项目管理实践经验总结(范例分析)+理论分析+实证分析+应用实效分析,逐步从科技管理经验层次升华为理论层次的探索,再由理论层次的综合延伸为应用层次的演绎;依据这一总体思路和研究方法,他们又确定了具体可行的技术方案(可操作的技术路线与技术措施),因而本书作者能深刻阐明系统管理模式与管理创新特色的普适性。

总之,本书以鲜明论点和充分论据证明:只有投身持续不断的科技管理实践,并创造性运用现代科学化、系统化管理原理和方法,才能加速推进科研系统工程的创新与发展。我愿与我国科技管理界的同仁们为此而共同努力。



2001.12.24.

* 陈毓川研究员,现为中国工程院院士,曾任中国地质科学院院长和原地质矿产部总工程师。

主要作者简介



刘波 1937年7月生，教授、教授级咨询师。1960年毕业于北京地质学院。曾从事陆海油气能源地质勘查研究20年。1980年至今从事管理科学、科技哲学、系统科学等交叉科学教学与科研工作22年。现任成都理工大学教授兼中国管理科学研究院教授、四川东华综合科学院副院长兼科技经济系统工程研究所所长、中国自然辩证法研究会地学哲学委员会理事等职。自著、主编、合著专著与教材17本，发表学术论文120余篇。先后获国部省市（政府与科协）科技成果1、2、3等奖共24项（次）。



刘德权 1935年11月生，教授级高工。1958年毕业于北京矿业学院。长期在新疆从事矿业勘查、科技管理和科学研究。现任新疆地质矿产勘查开发局高级科技咨询组委员，曾任该局副总工程师兼地科处处长和国家305项目技术委员会委员。已出版学术专著3部和专集2本、发表学术论文35篇。已获国家级科技进步二等奖1项、省部级二、三等奖各3项，并获国家民委、劳动人事部和中國科协联合授予“为少数民族地区科技事业做出显著贡献的科学工作者”称号。

目 录

·研究成果报告·

第一章 绪 论	(1)
§ 1 本项软科学研究的目的是、意义与选题依据	(1)
§ 2 本项软科学研究的总体目标、任务与主要内容	(2)
2.1 大科学和高技术时代的国内外重大科技攻关活动 与科研系统工程研究	(2)
2.2 新疆地质矿产国家科技攻关 305 项目管理创新特色 与系统管理模式研究	(3)
§ 3 本项软科学研究方法和技术路线	(3)
3.1 本项软科学研究思路与研究方法	(3)
3.2 本项软科学研究的技术路线	(4)
§ 4 本项软科学研究任务完成情况	(4)
4.1 从申报立项到完成科研专著的情况	(4)
4.2 本项成果应用前景的预测分析	(6)
第二章 大科学和高技术时代的重大科技攻关活动与科研系统工程	(12)
§ 1 当代国内外重大科技攻关活动及其系统管理的历史和现状	(12)
1.1 大科学和高技术时代的国内外重大科技攻关活动	(12)
一、大科学和高技术时代及其基本特征	(12)
二、当代国内外大科学和高技术项目的重大科技攻关活动	(13)
1.2 当代科研系统工程和系统管理的异军突起及其共性特征	(26)
一、当代系统工程学形成发展的主轨迹和基本特征	(26)
二、当代科研系统工程理论与方法发展的主轨迹	(27)
三、当代科研系统工程与系统管理的发展趋向和共性特征	(29)
§ 2 当代国内外重大科技攻关项目实施科研系统工程的典型范例分析	(32)
2.1 范例分析一——美国“曼哈顿计划”科研系统工程	(32)
2.2 范例分析二——美国“阿波罗登月计划”科研系统工程	(33)
2.3 范例分析三——国际“人类基因组计划”科研系统工程	(35)
一、整个国际“人类基因组计划”(HGP)的正确制订与成功实施	(35)
二、中国参与 IHGP 的自主科技攻关与自组织管理模式	(36)
三、塞莱拉基因技术公司的科研系统工程结构模式	(37)
2.4 范例分析四——中国“两弹一星”国防科技系统工程	(38)
一、开展“两弹一星”工程的英明决策及其时代背景	(38)
二、中国“两弹一星”工程取得辉煌胜利的主要因素和成功经验	(39)

2.5	范例分析五——“中国载人航天计划”科研系统工程	(41)
2.6	范例分析六——“国家知识创新工程试点”系统工程	(44)
	一、正确的决策依据与决策过程	(44)
	二、战略布局、战役部署及其成效分析	(44)
2.7	范例分析七——“新一轮国土资源大调查”系统工程	(48)
	一、正确的决策依据和主要特色	(48)
	二、对国内外资源调查和地学研究现状的系统分析	(49)
	三、重在系统综合创新的指导思想和部署原则	(50)
	四、基本任务和目标体系的系统设计	(50)
	五、具有系统创新特色与可操作性的实施方案和保证措施	(52)
	六、大调查系统工程初步实施的成效分析	(54)
第三章	国家 305 项目科研系统工程的启动与实施效果	(56)
§ 1	国家 305 项目的立项背景与立项过程	(56)
1.1	立项背景:天时、地利、人和的协同效应	(56)
	一、天时——党中央关于“开发新疆、开发大西北”的战略决策	(56)
	二、地利——新疆是矿产资源蕴藏丰富的一块待开发的宝地	(57)
	三、人和——中央与地方党政领导、地学界与地勘部门协力支持	(59)
1.2	立项过程:严格遵循科研立项的基本原则和科学程序	(61)
	一、立项酝酿阶段(1983.9 - 1984.8)	(61)
	二、立项申报与批准阶段(1984.9 - 1985.3)	(62)
	三、开题准备工作阶段(1985.3 - 1986.3)	(62)
§ 2	国家 305 项目科技攻关的总目标与总任务	(63)
2.1	“七五”期科技攻关计划(项目编号 75 - 56)	(63)
	一、总目标和总任务	(63)
	二、具体任务与定量考核指标	(69)
2.2	“八五”期科技攻关计划(项目编号 85 - 902)	(69)
	一、总目标与总任务	(69)
	二、定量考核指标	(69)
2.3	“九五”期科技攻关计划(项目编号 96 - 915)	(69)
	一、总目标与总任务	(69)
	二、具体任务与定量考核指标	(69)
§ 3	国家 305 项目实施概况和取得的主要成果	(70)
3.1	第一大战役——实施 75 - 56 项目计划	(70)
	一、工作部署	(70)
	二、攻关成果	(70)
	三、验收结论	(71)
3.2	第二大战役——实施 85 - 902 项目计划	(72)
	一、工作部署	(72)
	二、攻关成果	(72)
	三、验收结论	(72)