



“十二五”国家重点出版规划
精品项目

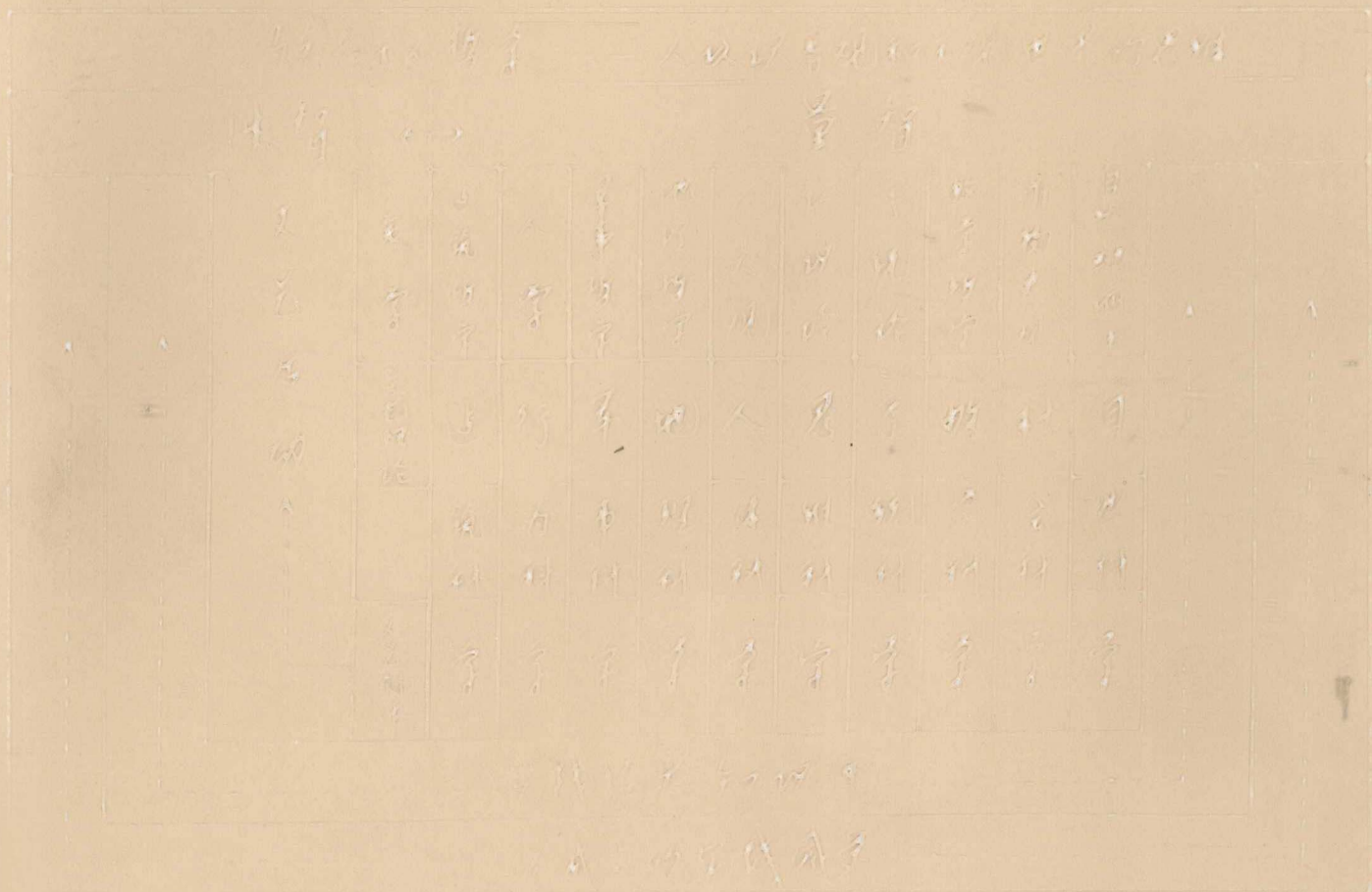
钱学森文集

卷四

顾吉环

李明 编

涂元季





“十二五”国家重点出版规划
精品项目

钱学森文集

卷四

顾吉环 李明 涂元季 编

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书收录钱学森的中文文章、报告、讲话、谈话、答记者问等各种形式的文稿377篇，时间跨度从1933年到2005年，涵盖了自然科学、社会科学、系统科学、思维科学、军事科学、地理科学、建筑科学、人体科学、数学科学、行为科学、文艺理论等各个领域，实践经验、工程技术、技术科学、基础科学以至马克思主义哲学等各个层次，是清晰展现钱学森系统思想形成发展的历史过程，全面体现钱学森科学思想体系和科学精神的综合性、多卷本钱学森著作集。

图书在版编目 (CIP) 数据

钱学森文集 / 顾吉环, 李明, 涂元季编. —北京: 国防工业出版社, 2012.1

ISBN 978-7-118-07863-3

I . ①钱… II . ①顾… ②李… ③涂… III . ①钱学森 (1911 ~ 2009) — 文集 IV . ① Z427

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 242934 号

出版发行 国防工业出版社

地 址 北京市海淀区紫竹院南路 23 号

邮 编 100048

电 话 (010) 88540777

网 址 <http://www.ndip.cn>

印 刷 北京雅昌彩色印刷有限公司

经 售 全国新华书店

版 次 2012 年 1 月第 1 版

印 次 2012 年 1 月北京第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-118-07863-3

开 本 890mm×1230mm 1/16

印 张 157.5 印张 (全套 6 卷)

字 数 2988 千字 (全套 6 卷)

印 数 1-3500 套 (全套 6 卷)

定 价 1880.00 元 (全套 6 卷)

版权所有, 违者必究, 如有印装错误, 请与出版社联系

编辑说明

《钱学森文集》(以下简称《文集》)收录了钱学森的中文文章、报告、讲话、谈话、答记者问等各种形式的文稿(有少数是和别人共同署名发表的),是继《钱学森文集》(英文版1938—1956)、《钱学森手稿(1938—1955)》、《钱学森书信》等之后又一部比较全面地体现钱学森科学思想体系和科学精神的综合性、多卷本钱学森著作集。《文集》的具体编辑工作从2009年底钱学森逝世后正式启动,至2011年全部完成,历时2年。《文集》共6卷,由国防工业出版社于2011年钱学森诞辰100周年之际出版。全部选稿377篇,以钱学森1933年发表在《空军》杂志第24期上的《美国大飞船失事及美国建筑飞船的原因》开篇,去世后公开发表的《最后一次系统谈话》终卷,时间跨度72年,全部按时间顺序编排。

作为编者,我们参加了《文集》编辑出版的全部工作过程。下面从总体情况,文稿的收集、整理、选稿,以及正文编辑等几个方面作一些介绍。

—

很多人知道钱老生前不同意出版他的个人传记,也不赞同在生前出版文集。一方面,钱老总是谦逊地说自己的很多科学思想还不成熟,还要不断学习和完善。另一方面,他认为“一个科学家的文集应该在他去世以后出版,功过是非任由后人评说”。我们这次在钱老逝世后编辑出版《钱学森文集》,正是按照这一精神办的。

钱老是一位学识渊博的大科学家,他一生都在与时俱进,不断扩充自己的知识面。从应用力学到工程控制论,从工程控制论到系统工程、系统科学,

直至现代科学技术体系及其中的各个学科，他几乎都有自己的学术见解和论述。钱老是一位科学思想家。他在早年从事应用力学研究时就提出了工程科学（后称技术科学）这种一般性的概念，在工程技术和基础学科之间架起了一座桥梁。回国后，他在导弹、卫星的研制工作中又提炼出航天系统工程理论。改革开放以后，他将航天系统工程理论加以普遍化，推广到国民经济建设的各个领域。在系统工程得到普遍应用以后，他又致力于创建系统工程的最一般化理论，即系统学。钱学森的系统思想体现在他晚年的许多学术观点之中。他在20世纪末和21世纪初，站在现代科学技术之巅，将人类有史以来的知识用系统的观点加以梳理，构建出一个现代科学技术体系。在他看来，今天人类的全部科学技术知识，从直接从事客观实践的工程技术，到技术科学，再到基础科学，直到代表人类智慧结晶的马克思主义哲学，已经构成一个有着内在紧密联系的完整系统。尽管现代科学技术发展很快，门类纷繁，但钱老却用他的系统观点给我们理出了清晰的科学技术结构图。

钱老是一位战略科学家。他致力于构建现代科学技术体系绝不仅仅是为了追求学术上的成就，更重要的是现实的需要。他认为社会主义建设中的复杂系统问题必须从总体上加以认识和解决，这就需要多学科的知识，甚至需要把现代科学技术体系的知识统统用上。钱老是一位人民科学家。为了构建现代科学技术体系，他与不同领域、不同层次的专家、学者、教授，平等地讨论问题，其范围涉及自然科学、社会科学、系统科学、思维科学、军事科学、地理科学、建筑科学、人体科学、数学科学、行为科学、文艺理论等各个领域，以及实践经验、工程技术、技术科学、基础科学以至马克思主义哲学等各个层次。他这么做，目的只有一个，就是如何科学地建设社会主义，让全国人民都能过上幸福和谐的生活，按今天的话说，就是坚持科学发展观。钱老的这些思想和精神在《钱学森手稿（1938—1955）》、《钱学森书信（10卷本）》和《钱学森书信补编》中都有体现。毫无疑问，在钱老一生的文稿中则体现得更为全面、系统和充分。

然而，迄今为止，尚没有一部全面系统反映作为学识渊博的大科学家、科学思想家、战略科学家、人民科学家的钱学森文集。现有的著作大都是某一领域的“专集”，比如《论系统工程》、《论地理科学》和《关于思维科学》

等，而且为促进学术交流，提携年轻人，钱老经常在其中收录这些领域其他专家的论文，因而这些书大多署名为“钱学森等著”，甚至“钱学森编”。我们这次编辑出版《钱学森文集》，与以往和现今出版的钱老著作最大的不同之处在于：这是迄今为止收录钱老中文文稿最为系统、全面的个人文集。编辑出版这部《文集》，最主要的目的就是全面系统地反映钱老一生丰富多彩的科学思想和令人崇敬的科学精神，为大家提供一个研究学习钱老的权威性平台，以更好地传承这笔“中华民族宝贵的精神财富”。

二

《文集》按照什么顺序分卷编排？这是编辑工作面临的首要问题。我们最终决定按照时间顺序编排是经过慎重考虑的。钱老将现代科学技术体系划分为十一个大部门，事实上，钱老的文稿也涵盖了全部十一个大部门。我们首先设想按照这十一个科学部门分卷编排，这样可以清晰地展现钱老现代科学技术体系的结构。但是，我们很快发现，一篇文稿往往跨越几个大的部门，对文稿进行分类事实上是对钱老科学思想的研究工作。另外，系统科学、思维科学、文艺理论、建筑科学、地理科学等几个方面的文稿已经结集出版，分卷编排势必造成重复出版。更为重要的是，钱老一生的科学思想最为显著的特点就是“系统思想”，而其“系统思想的形成和发展”有着明显的时间线索，可以划分为从工程控制论到系统工程理论，再到系统科学三个阶段。按照时间顺序编排，既可以清晰地展现钱老系统思想形成发展的历史过程，同时又回避了对每篇文稿进行分类的“研究性”工作，更好地将时间和精力集中在文稿的收集、整理、编辑和出版工作上。

三

文稿的收集、整理以及选稿工作是在一个非常好的基础上进行的，这主要得益于钱老严谨的科学作风。钱老对自己一生所写的文章（主要是已公开发表

的)，从早年在美国发表的第一篇学术论文开始，一直到1992年底他81岁时的最后一篇文章，有一个较为详细的亲笔登记目录，同时按时间顺序编有序号，大多数文章都留有原件或复印件，并由工作人员装订成册。1992年以后钱老由于年纪大了，精力不及，不能再亲自做这些事情，但是长年担任钱老秘书和学术助手的涂元季同志则接着按此办理，直到钱老去世。正是因为有了这样一个详尽的目录，我们才能在这么短的时间内收集到钱老绝大部分的中文文稿，确保了《文集》的选稿不会有重大遗漏，也保证了《文集》的全面性、系统性，以及由钱老本人亲自统计登录的目录为依据的权威性，这是目前以任何形式出版钱老的那些“文集”都无法比拟的。不仅如此，我们还收集到7篇钱学森1935年出国以前发表的中文文章，都是没有登记在册的，这可以说是对钱老早年文章的重大发现。其中有6篇是有关航空和火箭技术的，分别是《美国大飞船失事及美国建筑飞船的原因》、《航空用蒸汽发动机》、《飞行的印刷所——世界最大陆上飞机“马克辛·高尔基”号》、《最近飞机炮之发展》、《气船与飞机之比较及气船将来发展之途径》、《火箭》，这些是钱老从事航空、火箭研究最早的论文，从中可以看出他在大学读书期间就有了从事航空航天事业的远大志向。还有一篇是《音乐和音乐的内容》，从这篇文章中可以看出钱老早年就对音乐的内涵有着深刻的理解，其一贯坚持的科学和艺术相结合的思想有着深厚的历史渊源。

关于《文集》选稿，有以下两点需要向读者说明：

第一，《文集》原则上只收录钱老本人写的文稿。根据这个原则，以下两种情况不在收录之列。一是由工作人员代写的工作报告和讲话稿不收录。一般说来，钱老的文稿极少让别人代笔，从来都是亲历亲为。唯一的例外是钱老担任科协主席期间的少数工作报告和讲话稿，有些是由当时科协办公厅的工作人员代拟的，从文体风格上很容易就能鉴别出来。这些文稿不收入《文集》。二是有些文章是由他人根据钱老的报告、讲话、文章等进行编辑、加工后，以钱老名义公开发表的。经过认真鉴别，如果确认并未经过钱老认可，不收入《文集》。钱老本人对这类文章的态度也是非常明确的。例如，1984年6月8日华南农学院《农村经济统计调查与专题研究》编辑组魏双凤同志给钱老写信，希

望在该书中收录《内部参考》1984年4月13日刊载的《建设高度知识密集高效能的大农业体系》一文。钱老于6月18日回信：“《内部参考》那篇东西不是我写的，是记者的报道，版权和责任都在记者同志。所以能否在《农村经济统计调查与专题研究》上录用，您应该问他。我也有个请求，将来如果在贵刊上录用，千万不要署我的名字，因为不是我写的。”这些未经过钱老本人认可的文章难免有不准确之处，不在此次收录之列。好在这些文章一般都有其原始出处，我们收录的是由钱老本人原创并认可的文稿。这样做，既是对历史负责，也是对钱老本人负责。只有这样，才能使读者真正全面、系统地认识和理解钱老的科学思想。

第二，一篇文稿被多家报纸、杂志转载或摘编的，一般情况下采用最原始出处的文稿。以钱老1984年12月23日在中国农业科学院第二届学术年会上所作的题为《第六次产业革命和农业科学技术》的报告为例，这是钱老系统论述知识密集型大农业问题的一篇重要报告，我们掌握的原始文稿是农科院学术委员会办公室根据录音整理的打印件。最先公开发表该报告的是《科技进步与对策》杂志1985年第1期，之后《农业经济问题》杂志1985年第3期又进行了转载。到1985年5月，《农业技术经济》杂志给钱老写信，表示希望再次转载，钱老认为该文尚有待完善之处，因此对其进行了修改，同意由《农业技术经济》杂志于1985年第5期发表修改稿。这样，这篇文稿共有四个出处，因农科院学术委员会办公室整理的打印稿是最原始出处的稿件，我们即收录此篇文章。有时我们也会优先选择内容上最为系统全面、最具权威性、最能准确体现钱老科学思想的文稿。

当然，对于文稿的收集、整理以及选稿，我们虽尽可能努力细致，但仍有部分文稿未能收集到，或由于种种原因即使收集到也没有收入此次《文集》。

四

《文集》的具体编辑加工工作繁杂琐细，难以全面详细说明，下面仅从文稿注释、正文编辑以及参考文献修订等三个方面加以简要介绍。

1. 关于文稿注释。采取简化原则，以便读者将重点放在对钱老科学思想的认识和理解上。具体而言有以下三点：第一，保留文稿中作者的原有说明注释内容，并在标识和序号上做规范处理。第二，对正文中的词语，除少量必须加以说明的用括号形式做随文注外，原则上不做注释。第三，本次编辑工作文稿注释的重点是题注。

题注是对每篇文稿的背景以及发表情况所做的简要说明，因文稿情况的不同而略有差异。最简单的是钱老本人直接向某个报纸或杂志投稿的文章，只说明该篇文章发表的日期和报纸或杂志的名称。对于报告、讲话、谈话记录或答记者问等形式的文稿，重要的则是在题注中交待清楚背景情况，尽量说明时间、地点以及会议名称等。有些公开发表的文章其实来源于钱老在某次会议上的报告、讲话，或是其中的一部分，在做题注时则需要仔细甄别，既说明背景情况，同时又要注明发表情况。当然，有些文章、报告、讲话等我们虽尽力查找有关档案资料，或请教相关单位和个人，但由于时间已经比较久远，某些背景情况仍一时难以核实，我们在题注中也只能实事求是加以说明。另外，原文稿中的编者按语一般都是对文稿背景情况所做的说明，其内容已涵盖于题注中，因此原则上不予保留。

2. 关于正文编辑。正文编辑工作的根本指导思想是尊重历史，尊重钱老本人的思想。《文集》既是钱老个人科学思想的全面展现，在某种意义上也可以说是中国科学技术史的组成部分。因此，我们对于可能影响文稿内容的编辑工作是极其慎重的，尽量不轻易改动钱老的原文。一些属于钱老个性的语言，只要不妨碍读者的理解，原则上也不进行改动。事实上，钱老有着极强的驾驭语言能力，他总是能把一个复杂的科学技术问题用通俗易懂的语言描述出来，让这个领域之外的人也能豁然开朗。因此，正文编辑工作主要是在不改变或影响对内容理解的前提下，对个别文字、标点符号的调整以及对数量、单位、术语等用法进行规范。

3. 关于参考文献。作为一名科学家，钱老非常重视和尊重别人的研究成果，只要在文中引用了别人的观点，哪怕是一篇未曾公开发表的内部会议论文，甚至是别人与他通信中谈到的观点，以及向他请教问题的论文初稿，也一

定列入参考文献注明出处。因此，《文集》中有着大量的参考文献，需要加以统一规范。主要有以下三种情况。一是要素不全，最常见的是缺少题名。虽然根据作者名、期刊名和时间等其他要素已经可以满足文献检索的要求，我们还是尽力将缺少的要素补充完整。二是有些参考文献今天已经起不到文献检索的作用，像未发表的论文初稿、通信等，这些我们只能将其从参考文献中删除。三是不同时期文稿的参考文献形式不统一，我们这次按照现代出版物标准与规范的要求，对整个《文集》参考文献进行了统一规范。

最后还需说明一点的是，对于《钱学森文集》的编辑工作，由于我们的学识水平有限和工作中的某些疏漏，编辑工作一定会存在着某些差错，希望读者给予批评指正。

编者

2011年10月30日

目 录

第六次产业革命和农业科学技术·····	001
在《中国大百科全书》第3卷编委会上的发言·····	024
马克思列宁主义教学怎样面向现代化面向世界面向未来·····	026
在航天医学工程研究所第14届学术年会上的讲话·····	030
我国国防经济学所面临的任务·····	037
新技术革命与系统工程——从系统科学看我国今后60年的社会革命·····	048
关于“第五代计算机”的问题·····	063
在北京科技发展战略讨论会上的讲话·····	079
自然科学与社会科学的结合·····	088
面向未来 研究未来·····	091
关于长远规划编制方法和方法理论的几个问题·····	095
作战模拟是一门重要科学技术·····	101
关于现代领导科学与艺术的几个问题·····	109
把系统工程运用到我国对外贸易领域·····	121
谈谈科学研究的方法·····	127
统计工作的作用、地位和现代化·····	129
现代科学技术与法学研究和法制建设·····	132
关于法学现代化的谈话·····	143
交叉科学：理论和研究的展望·····	146
我国智能机的发展战略问题·····	149
科学的人道主义·····	158
中国的草业产业·····	163

科普工作及科普史研究·····	166
谈行为科学的体系·····	172
关于马克思主义哲学和文艺学美学方法论的几个问题·····	179
社会主义现代化建设和领导决策的科学化·····	192
放眼21世纪·····	203
我对系统学认识的历程·····	205
大系统理论要创新·····	218
在关肇直同志纪念会上的讲话·····	220
现代科学技术的体系与知识·····	225
关于中医现代化的战略·····	243
养花是民族文化的一部分，发展花卉生产要走改革联合之路·····	248
要用系统科学的方法来研究人体科学·····	250
答香港记者问·····	254
美学、社会主义文艺学和社会主义文化建设·····	261
用系统科学方法使历史科学量化·····	273
“稳妥可靠，万无一失”——周恩来总理关怀和领导“两弹”研究、 制造和试验的情况·····	283
科学技术是现代文化的重要组成部分·····	290
要创造最优环境·····	292
科协要改革，要开展宏观学术交流·····	295
答外国记者问·····	297
《关于思维科学》后记·····	302
对科普工作的一点思考·····	304
电子计算机软件与新时期语言文字工作·····	306
在中国科协三届二次常委会上的讲话·····	309
我国今后二三十年战役理论要考虑的几个宏观问题·····	319
软科学是新兴的科学技术·····	342
从世界经济发展的总特点看当前我国的改革·····	349

谈教育改革·····	361
自然科学工程技术能为哲学社会发展提供的一点信息·····	367
军事技术装备与战役理论的关系·····	375
科学革命、技术革命、社会革命与改革·····	379
在航天医学工程研究所学术活动上的讲话·····	395
在航天高技术讨论会上的讲话·····	401

第六次产业革命和农业科学技术*

同志们，我接到金善宝教授、卢良恕教授写来的信，要我到中国农业科学院第二届学术委员会的会议上来讲一讲。我确实觉得我对农业科学技术是外行，作为一个外行到这靠近被摄体么一个农业科学院的学术委员会会议上发言，很不妥当。但是，他们两位要我来。我看了看会议的日程安排，今天是最后一天了，我想会议的主要议程都完成了，要我来讲一讲呢，那就是给大家提供一些茶余饭后的话，这样就减轻了我的一点责任。因为不是正式节目，我这个外行来讲茶余饭后的话，所以我还可以鼓起勇气讲一讲。

我今天讲的东西，还是我最近想的一些问题，就是第六次产业革命与农业科学技术。刚才卢院长已经讲了，第六次产业革命这个概念，我不久前发表的一篇文章中已经说了。所以今天我要讲的内容，恐怕一半就不是新鲜的东西了，有点老话了，但老东西也得讲一讲，要不然不成为一个题目。所以，今天我要讲的，一半是老的，一半是从老的有点发展。

* 钱学森 1984 年 12 月 23 日在中国农业科学院第 2 届学术委员会会议上的报告。刊载于《科技进步与对策》1985 年第 1 期。

一、科学革命、技术革命、社会革命

要讲产业革命，必然联系到我们常常听到的其他的革命。革命是马克思主义哲学里一个非常重要的概念。什么叫革命呢？革命就是事物发展过程中出现的飞跃。马克思主义哲学辩证唯物主义的观点认为，任何事物的发展总是不平稳的，总是有曲折的，有时候前进，有时候停滞，有时候又会出现大幅度的变革，形成飞跃，这种飞跃就是革命。

社会现象中出现这种飞跃的可能性是较多的，我们常说的科学革命，就是人认识客观世界的飞跃；技术革命是人改造客观世界的飞跃；大家熟悉的社会革命，则是人类社会的制度，特别是所有制方面大的变化。今天，我还要提出来的叫产业革命。这几种革命，光说一个名词，恐怕还不行，还得举一些例子，以便大家可以比较形象地认识。

先讲科学革命，这是借用美国科学哲学家托马斯·库恩用的一个词。库恩在《科学革命的结构》一书中提出科学革命，他认为人认识客观世界并不是平稳的，有时会出现革命。库恩的书里有一些唯心主义的观点，是我们不能接受的，但是科学革命这个概念是符合马克思主义哲学的。

那么，在科学史上有些什么科学革命？有哪些是人认识客观世界的飞跃呢？这里可以举一些例子。比如说，古代人根据直观的观察，总认为太阳是围绕地球转的，形成地心说。后来在欧洲文艺复兴时期，就是16世纪中叶，哥白尼发现这不对，认为是地球绕着太阳转，推翻了地心说，建立起日心说。这是人认识客观世界的一次飞跃，是一次科学革命。这样就开始了对物体的运动有进一步的研究，使得在17世纪下半叶，创立了牛顿力学，打破了一直从古希腊时期延续下来的关于运动的看法。从前，认为物体的运动，必须有一个力在推动，没有推动力物体就不运动了。牛顿推翻了这种看法，认为物体只有在加速时才需要力去推动，如果物体保持原来的速度，则不需要力去推动。这在对运动的认识上，推翻了过去错误的概念，建立了新的、正确的结论，也是人认识客观世界的一次飞跃。所以牛顿力学的建立，也是一次科学革命。再往后就多了，从前西方人认为物体能燃烧是因为有“燃素”。后来，拉瓦锡证明了是因

为空气中有氧气，燃烧是一种剧烈的氧化反应，从而推翻了“燃素说”，建立了“氧化说”。他的实验是很能说服人的，这在当时是惊天动地的，所以氧的发现也是一次科学革命。到了19世纪以后，科学革命的事例就更多了。比如，恩格斯就特别指出，在19世纪中叶就有三项划时代的科学发现，第一是细胞的发现，第二是能量的转化，第三是生物进化，即生物的演化。现在我们用科学革命的概念，这三大发现都是人认识客观世界的飞跃，都是科学革命。科学是人认识客观世界规律的认识，所以，不仅是自然科学，社会科学也有科学革命。19世纪中叶，就有两次社会方面的科学革命，都是马克思创立发展的。一次是提出了并建立了历史唯物主义，再一次是提出了剩余价值学说，这两次都是人认识社会的飞跃。再往后，就有电磁场的理论，把电和磁结合起来，这也是人认识客观世界的飞跃。到了20世纪初就更多了，比如巴甫洛夫的心理学，把人的心理作用和大脑的活动直接联系起来，这也是了不起的事，当时得到了列宁的很高评价。还有像相对论、量子力学的出现，都是人认识客观世界的飞跃。从前，牛顿力学是解释宏观的现象，量子力学的出现，增加了我们认识到宇宙的层次，可以使我们的工具深入到微观。相对论的出现，特别是广义相对论，为我们认识客观世界，如大到10万光年的银河星系等大系统，提供了认识工具。所以量子力学和相对论都是人认识客观世界的飞跃。

我们回顾历史上，人认识客观世界一次又一次地有突破，有大的突破，改变了以前错误的认识，这些都是科学革命。我举这些例子是想说明：科学革命就是人认识客观世界的飞跃。当然，我不是讲科学史，真正要研究的话，利用这个观点去研究科学史，那还可以更仔细地推敲一下我讲的这些是否都很合适，是不是份量都对，这还可以进一步研究。但是，科学革命是人认识客观世界的飞跃，这个观点我想是可以成立的。

第二是技术革命。人认识客观世界是为了改造客观世界，人改造客观世界的飞跃，就是技术革命。技术革命这个词，毛泽东同志很早就用过，特别是在他的晚年，把这个概念更明确地定义了一下。当时是1969年，为了区别技术革新和技术革命，他在一个文件的批示上讲，一般的小的技术改进，可以叫做技术革新；而在技术上带根本性的、有广泛影响的大的变化，叫做技术革命。毛

泽东同志还举了三个例子。一个是蒸汽机的出现，一个是电力的出现，另一个是原子能（现在我们叫核能），都可以称为技术革命。这样，就把技术革命的涵义很精确地定义下来了，我认为也就是人改造客观的技术的飞跃，这种飞跃的影响不是光局限于局部的某一方面，而是对生产力的发展有普遍的、有很大的推动作用。

从这个涵义考虑，我们还可以追溯历史上出现的其他技术革命。在远古时期，人开始学会使用石器，即石器的制造。这在当时对于人改造客观世界是件了不起的大事情，也是人改造客观世界的技术的飞跃。所以石器的制造，在历史上是一次技术革命。火的利用在当时也是了不起的变革，也是一次技术革命。后来，由于科学技术带了头，科学研究带了头，把科学认识客观世界的规律掌握了，进而改革客观世界的发现创造就更多了。到了近代，蒸汽机的出现，内燃机的出现，化学用到生产上，即化学工程技术的出现，电力的出现，无线电的出现，通信技术的出现，航空技术的出现，这些都是人改造客观世界科学技术的飞跃，都是当时的技术革命。到了20世纪中叶，技术革命就越来越频繁，可以说是成群地出现的。到了现在，大家谈得很多的新的技术革命，像电子计算机、遗传工程（或叫生物工程）、激光技术、核能、核技术、航空技术、海洋工程等等，这些都是技术革命，我们常常把它们统称为“新的技术革命”，就是20世纪中叶以来的技术革命。所以我们说，新的技术革命不是单数的，而是复数的，是一个新的技术革命群。

另外我觉得，这些新的技术革命群，仅仅包括这些内容恐怕不够，还应该增加一项。这里需要强调一下，就是我们常说的新的技术革命里没有包括的，但是我认为非常重要的一个技术革命，这就是系统工程。其实，系统工程并没有什么奥秘的地方，就是把我們天天在做的工作、办事科学化了。从前我们不认为事务是一个科学，没有把它上升到科学的高度。在本世纪一开始，由于大规模工业的出现，导致了科学管理如泰勒制的出现，开始用一些计量的科学方法。第二次世界大战期间，由于军事活动的复杂性，不得不运用一些数学的计量方法，所以就很快发展起来了。所谓系统工程（也叫系统分析、运筹学或运用研究，等等），就是现代科学技术用到事务管理方面，用一套科学方法总