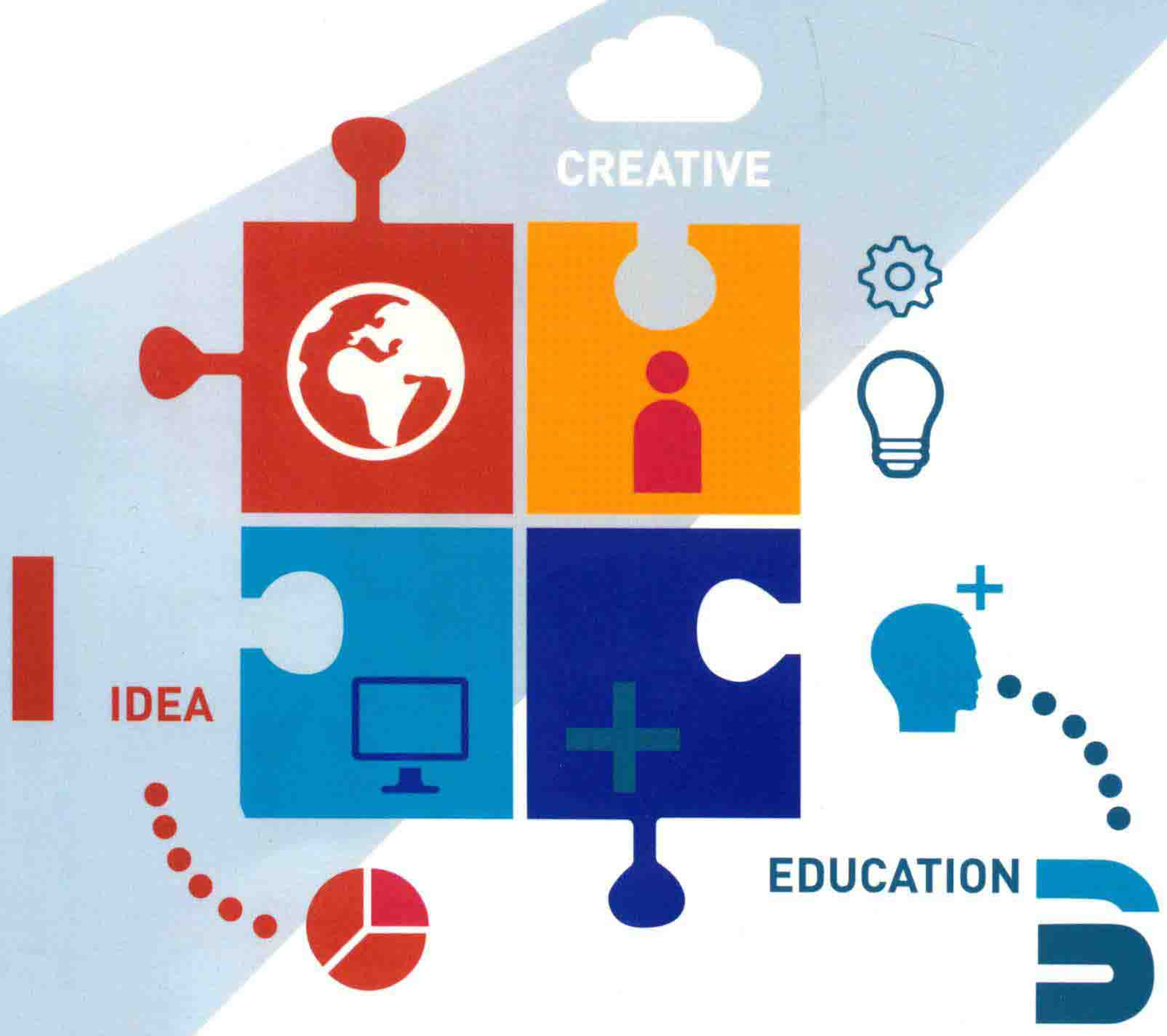


高等学校创新思维与应用规划教材

技术创新方法

JISHU CHUANGXIN FANGFA

主 编 周 苏
副主编 杨大鹏



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

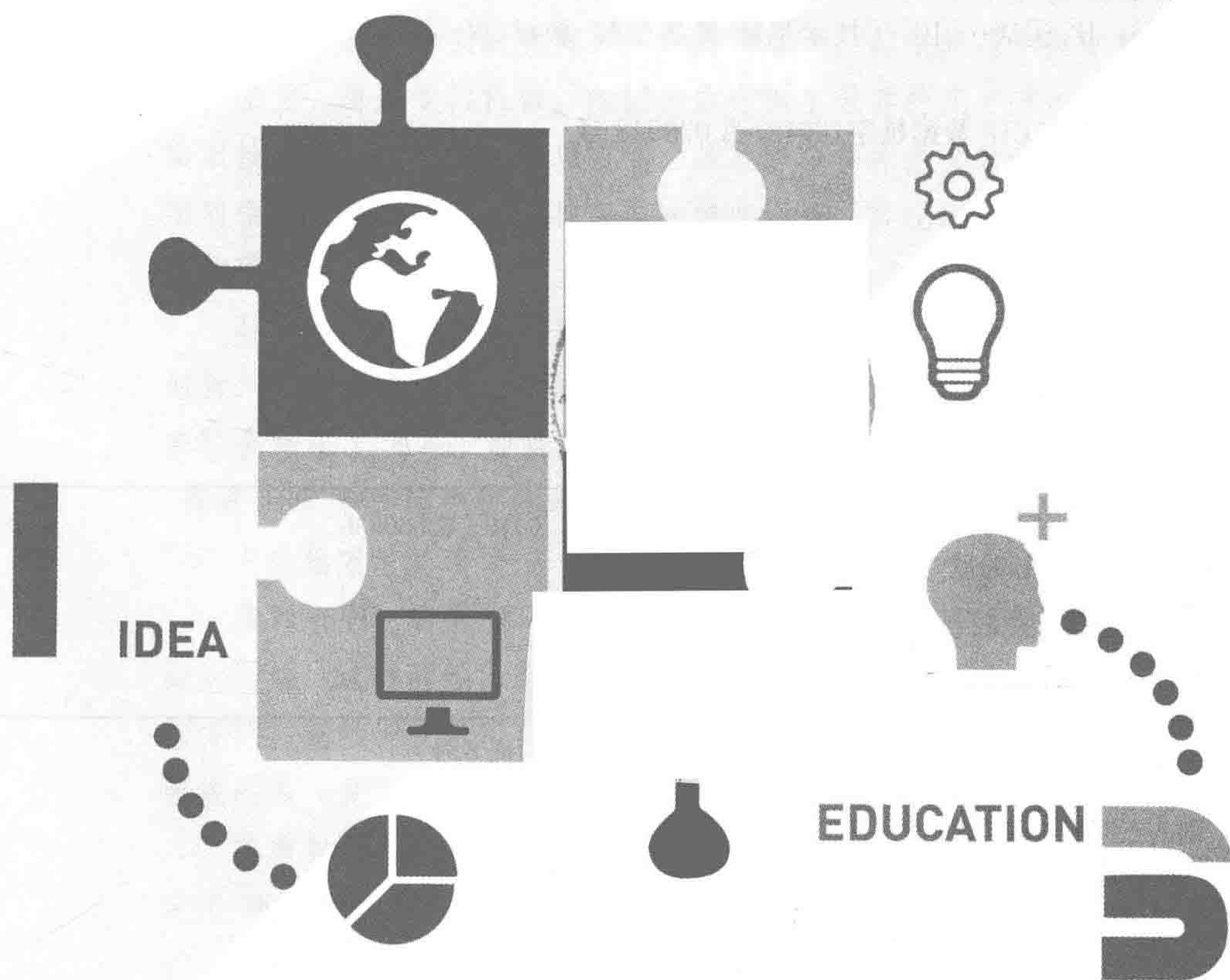
思维与应用规划教材

技术创新方法

JISHU CHUANGXIN FANGFA

主 编 周 苏

副主编 杨大鹏



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

本书从创新思维与 TRIZ 技术创新方法的教育与培训出发,所涉及的知识面广,编排系统充分考虑了教学与实践的特点,将 40 个发明原理贯穿于各章,教学内容涉及创新思维与方法的重要概念、发明问题传统方法、创新思维技法、系统分析方法、S 曲线与技术系统进化法则、技术矛盾与矛盾矩阵、物理矛盾与分离方法、物场分析与标准解、科学效应与知识库应用、用 TRIZ 解决发明问题以及破坏性创新与突破性创新,全书共 11 章和一个内容丰富又实用的附录,提供了部分习题与实验问题的参考答案。

本书面向创新方法推广应用中创新工程师 1 级培训的理论学习,适合作为高等院校各个专业开展创新教育、学习创新思维与技术创新方法的应用型教材,也可供科技工作者和工程技术人员参考或作为继续教育的教材。

图书在版编目(CIP)数据

技术创新方法/周苏主编. — 北京:中国铁道出版社, 2018.3

高等学校创新思维与应用规划教材

ISBN 978-7-113-24285-5

I. ①技… II. ①周… III. ①技术革新-高等学校-教材 IV. ①F062.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 028948 号

书 名: 技术创新方法

作 者: 周 苏 主编

策 划: 汪 敏

读者热线: (010) 63550836

责任编辑: 秦绪好 徐盼欣

封面设计: 刘 颖

责任校对: 张玉华

责任印制: 郭向伟

出版发行: 中国铁道出版社(100054, 北京市西城区右安门西街 8 号)

网 址: <http://www.tdpress.com/51eds/>

印 刷: 三河市航远印刷有限公司

版 次: 2018 年 3 月第 1 版

2018 年 3 月第 1 次印刷

开 本: 787 mm×1092 mm 1/16 印张: 20.75 插页: 1 字数: 497 千

书 号: ISBN 978-7-113-24285-5

定 价: 59.80 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社教材图书营销部联系调换。电话:(010) 63550836

打击盗版举报电话:(010) 51873659

前言

PREFACE

研究表明,创新的先锋团队——众多的诺贝尔奖获得者的成功途径,一是科学发现,二是科学仪器,三是科学方法。其中,科学方法的核心是创新方法,几乎有 $1/3$ 的诺贝尔奖获得者是靠科学的创新方法实现了研究的突破性进展,可见创新方法对于科学研究的极端重要性。大众创业,万众创新,建设创新型国家,其核心是要增强自主创新的能力,创新引领,方法先行。

1946年,苏联科学家根里奇·阿奇舒勒(1926—1998)开始了“发明问题解决理论”(TRIZ)的研究工作。在以后的数十年中,这位发明家投入毕生精力,致力于创新研究。在他的带领下,苏联的几十家学校、研究部门和企业,组成专门机构。他们先后分析了世界的几十万份发明专利,总结出技术进化所遵循的普遍规律,以及解决各种技术矛盾和物理矛盾时采用的创新法则,创建了一种由解决技术问题、实现技术创新的各种方法组成的理论体系——TRIZ。

2008年,为了落实国家中长期科技规划纲要,从源头推进我国的自主创新,国家科学技术部、发展与改革委员会、教育部、科学技术协会四部委联合颁布了《关于加强创新方法工作的若干意见》,文件中明确指出要“推进TRIZ等国际先进技术创新方法与中国本土需求融合……特别是推动TRIZ中成熟方法的培训……”。

实践表明,运用TRIZ创新,能够帮助我们突破思维定式,从不同角度分析问题,进行理性的逻辑思维,揭示问题的本质,确定问题的进一步探索方向,能根据技术进化规律,预测未来发展趋势,最终抓住机会来彻底解决问题,并开发出富有竞争力的创新产品。

本教材的内容包括了创新思维的基本方法、TRIZ原理和工具的介绍和运用TRIZ原理来解决创新问题的一些实践案例,各章均精心安排了课前阅读“脑洞大开”和课后实践“实验与思考”等环节,实操性强,把创新思维、管理创新方法的概念、理论和技术知识融入实践中,帮助读者加深对学习的认识和理解。作为学习辅助,书后附录提供了部分习题与实验问题的参考答案。

本书是 2016 年杭州市高校精品课程项目“创新思维与创新方法”建设成果之一，2017 年 Google 高职大学生创新创业教育项目“以技术创新为导向的提升创新创业教育示范课程”建设成果之一。本书的编写工作得到 2016IM020600（国家科技部项目）新疆特色产业创新方法推广与应用示范的支持，得到新疆维吾尔自治区科学技术厅、浙江安防职业技术学院、浙江商业职业技术学院、浙江大学城市学院等单位的支持。

本书由周苏任主编，杨大鹏任副主编，参加编写的还有张丽娜、许鸿飞、王文、吴林华、张健、蔡锦锦等。

欢迎教师索取与本书配套的丰富教学资源并进行交流。E-mail: zhousu@qq.com, QQ: 81505050, 个人博客: <http://blog.sina.com.cn/zhousu58>。

周 苏

2018 年 1 月于杭州西湖

课程教学进度表

课程号： 课程名称： 创新思维与创新方法 学分： 3 周学时： 3
总学时： 48 （其中理论学时： 48 课外实践学时： 22 ）
主讲教师： 周 苏

序号	校历周次	章节（或实验、习题课等）名称与内容	学 时	教 学 方 法	课后作业布置
1	1	第 1 章 TRIZ 基础	3	课堂教学	
2	2	第 1 章 TRIZ 基础	2+1	课堂教学	习题、实验与思考
3	3	第 2 章 发明问题传统方法	2+1	课堂教学	习题、实验与思考
4	4	第 3 章 创新思维技法	2+1	课堂教学	习题、实验与思考
5	5	第 4 章 系统分析方法	3	课堂教学	
6	6	第 4 章 系统分析方法/习题课	2+1	课堂教学	习题、实验与思考
7	7	第 5 章 S 曲线与技术系统进化法则	3	课堂教学	
8	8	第 5 章 S 曲线与技术系统进化法则 习题课	2+1	课堂教学	习题、实验与思考
9	9	习题与实验指导课	3	课堂教学	
10	10	第 6 章 技术矛盾与矛盾矩阵	2+1	课堂教学	习题、实验与思考
11	11	第 7 章 物理矛盾与分离方法	2+1	课堂教学	习题、实验与思考
12	12	第 8 章 物场分析与标准解	2+1	课堂教学	
13	13	第 8 章 物场分析与标准解	2+1	课堂教学	习题、实验与思考
14	14	第 9 章 科学效应与知识库应用	2+1	课堂教学	习题、实验与思考
15	15	第 10 章 用 TRIZ 解决发明问题	2+1	课堂教学	习题、实验与思考
16	16	第 11 章 破坏性创新与突破性创新 课程学习与实验总结	2+1	课堂教学	课程学习与实验 总结

注：表中“学时”安排的“+1”，建议用于 40 条发明原理的教学活动。

第 1 章	TRIZ 基础	1
	【脑洞大开】习主席新年贺词中提到的科技创新和重大工程建设十大捷报	1
1.1	发明与创新的基本概念	5
1.1.1	科学与技术	5
1.1.2	发现与发明	5
1.1.3	创造与创新	7
1.1.4	典型问题与非典型问题	8
1.2	TRIZ 起源与发展	9
1.2.1	经典 TRIZ 的理论体系结构	9
1.2.2	TRIZ 的发展历程	10
1.3	发明的 5 个级别	11
1.3.1	发明的创新水平	11
1.3.2	发明级别的划分	12
1.3.3	发明级别划分的意义	14
1.4	认识发明原理	15
1.5	TRIZ 的核心思想	18
1.6	TRIZ 的未来发展	18
1.7	国家标准：创新方法应用能力等级规范	19
	【创意无限】发明原理 1 ~ 4	20
	原理 1：分割	20
	原理 2：抽取	21
	原理 3：局部质量	22
	原理 4：增加不对称性	23
	【习题】	24
	【实验与思考】在线学习创新方法	24
第 2 章	发明问题传统方法	28
	【脑洞大开】创新领袖共有的 5 个特点	28
2.1	什么是思维定式	31
2.1.1	4 种思维定式	31
2.1.2	泛化思维视角	32
2.1.3	将传统方法与创新方法相结合	33
2.2	试错法	34
2.3	头脑风暴法	35
2.3.1	基本规则	35
2.3.2	小组成员	36

2.3.3	方法实施	37
2.3.4	使用技巧	38
2.3.5	方法的优点与局限性	39
2.4	形态分析法	40
2.4.1	方法的特点	40
2.4.2	方法的实施	41
2.4.3	方法的优缺点	42
2.5	和田十二法	42
	【创意无限】发明原理 5 ~ 8	44
	原理 5: 组合 (合并)	44
	原理 6: 多功能性 (多用性、广泛性)	45
	原理 7: 嵌套 (套娃)	45
	原理 8: 重量补偿	47
	【习题】	47
	【实验与思考】头脑风暴法实践与嵌套原理应用	48
第 3 章	创新思维技法	52
	【脑洞大开】熊彼特的创新理论	52
3.1	创造性思维方式	56
3.1.1	发散思维与收敛思维	57
3.1.2	横向思维与纵向思维	59
3.1.3	正向思维与逆向思维	60
3.1.4	求同思维与求异思维	61
3.1.5	转换问题	62
3.2	创造性思维技法	63
3.2.1	整体思考法	63
3.2.2	多屏幕法	65
3.2.3	尺寸-时间-成本分析 (STC 算子)	69
3.2.4	资源-时间-成本分析 (RTC 算子)	70
3.2.5	金鱼法	71
3.3	最终理想解 (IFR) 方法	72
3.3.1	理想度	73
3.3.2	理想系统	74
3.3.3	最终理想解	74
3.3.4	理想化方法的应用	75
	【创意无限】发明原理 9 ~ 12	77
	原理 9: 预先反作用	77
	原理 10: 预先作用	78
	原理 11: 预补偿 (事先防范)	79
	原理 12: 等势	79
	【习题】	80

【实验与思考】创造性思维技法的实践	81
第 4 章 系统分析方法	89
【脑洞大开】以色列科技创新的奥秘	89
4.1 系统与系统思维	91
4.1.1 系统层级	92
4.1.2 系统思维	92
4.1.3 系统分析	93
4.2 功能分析	95
4.2.1 功能	95
4.2.2 功能分解与功能结构	96
4.2.3 功能模型分析	97
4.3 组件分析	99
4.3.1 建立组件列表	99
4.3.2 建立结构关系	100
4.3.3 建立组件模型	101
4.4 因果分析	102
4.4.1 五个“为什么”	102
4.4.2 鱼骨图分析	103
4.4.3 三轴分析法	105
4.5 资源分析	106
4.5.1 资源的特征	106
4.5.2 资源的分类	107
4.5.3 资源分析方法	108
4.5.4 使用资源的顺序	110
4.6 裁剪分析	111
4.6.1 裁剪原理和过程	112
4.6.2 裁剪对象选择	113
4.6.3 基于裁剪的产品创新设计过程模型	114
【创意无限】发明原理 13 ~ 16	114
原理 13: 反向作用	114
原理 14: 曲面化	116
原理 15: 动态特性	117
原理 16: 未达到或过度作用	118
【习题】	119
【实验与思考】关于眼镜的系统组件分析	120
第 5 章 S 曲线与技术系统进化法则	122
【脑洞大开】《新一代人工智能发展规划》(一)	122
5.1 技术系统的进化	126
5.1.1 技术系统的定义	127

5.1.2	技术系统进化规律的由来	127
5.2	S 曲线及其作用	128
5.2.1	S 曲线	128
5.2.2	技术预测	132
5.3	技术系统进化法则	133
5.3.1	3 条生存法则	133
5.3.2	5 条发展法则	137
5.3.3	技术系统进化法则的本质	142
5.3.4	技术系统进化法则的应用	143
	【创意无限】发明原理 17 ~ 19	144
	原理 17: 空间维数变化 (一维变多维)	144
	原理 18: 机械振动	146
	原理 19: 周期性作用	147
	【习题】	148
	【实验与思考】深入理解 S 曲线与技术系统进化法则	149
第 6 章	技术矛盾与矛盾矩阵	154
	【脑洞大开】《新一代人工智能发展规划》(二)	154
6.1	TRIZ 中的矛盾	162
6.2	技术矛盾	163
6.3	39 个通用工程参数	164
6.4	矛盾矩阵	167
6.5	利用矛盾矩阵求解技术矛盾	169
6.5.1	分析技术系统	169
6.5.2	定义技术矛盾	170
6.5.3	解决技术矛盾	170
6.5.4	48×48 矛盾矩阵	173
	【创意无限】发明原理 20 ~ 22	173
	原理 20: 有益 (效) 作用的连续性	173
	原理 21: 减少有害作用的时间 (快速通过)	175
	原理 22: 变害为利	175
	【习题】	176
	【实验与思考】应用矛盾矩阵获取问题解决方案	177
第 7 章	物理矛盾与分离方法	182
	【脑洞大开】《新一代人工智能发展规划》(三)	182
7.1	物理矛盾	186
7.1.1	定义物理矛盾	186
7.1.2	物理矛盾的定义步骤	187
7.1.3	技术矛盾与物理矛盾的关系	188
7.2	分离方法	188

7.2.1	时间分离	189
7.2.2	空间分离	190
7.2.3	条件分离	191
7.2.4	系统级别上的分离	192
7.3	利用分离方法求解物理矛盾	193
7.3.1	分析技术系统	193
7.3.2	定义物理矛盾	194
7.3.3	解决物理矛盾	195
7.4	将技术矛盾转化为物理矛盾	195
7.5	用发明原理解决物理矛盾	196
	【创意无限】发明原理 23 ~ 25	197
	原理 23: 反馈	197
	原理 24: 借助中介物	198
	原理 25: 自服务	199
	【习题】	200
	【实验与思考】用分离方法解决物理矛盾	200
第 8 章	物场分析与标准解	203
	【脑洞大开】融合推进创新创业教育与专业教育	203
8.1	物场分析的概念	205
8.1.1	物场分析的由来	205
8.1.2	物质	205
8.1.3	场	206
8.1.4	物场模型	206
8.2	物场分析方法	207
8.3	物场模型类型	209
8.4	物场分析的一般解法	210
8.5	物场模型分析的应用	213
8.6	标准解系统	216
8.6.1	建立标准解	216
8.6.2	76 个标准解	217
8.6.3	应用标准解的步骤	226
8.7	标准解的应用案例	227
8.7.1	厢式烘干机设计	227
8.7.2	飞机发动机整流罩改进设计	228
	【创意无限】发明原理 26 ~ 28	229
	原理 26: 复制	229
	原理 27: 廉价替代品	230
	原理 28: 机械系统替代	230
	【习题】	231
	【实验与思考】物场分析与标准解系统应用	232

第 9 章 科学效应与知识库应用	238
【脑洞大开】全球超级计算机 500 强中国双第一	238
9.1 科学效应的作用	241
9.1.1 什么是效应	241
9.1.2 技术过程之间的纽带	242
9.2 TRIZ 理论中的科学效应	243
9.2.1 专利与科学效应	243
9.2.2 科学效应库	252
9.2.3 应用科学效应解决创新问题	253
9.3 创新的知识资源	254
9.3.1 产品创新设计中的知识资源	254
9.3.2 产品创新设计中的知识类型	255
9.4 支持产品创新设计的知识库	256
9.4.1 发明原理实例库	256
9.4.2 专利知识库	257
9.4.3 领域知识库	257
9.4.4 专题知识库	257
【创意无限】发明原理 29 ~ 32	258
原理 29: 气动与液压结构	258
原理 30: 柔性壳体或薄膜	258
原理 31: 多孔材料	259
原理 32: 颜色改变 (拟态)	259
【习题】	260
【实验与思考】科学效应应用实践	260
第 10 章 用 TRIZ 解决发明问题	264
【脑洞大开】真正的创新都归于对人性的探索	264
10.1 TRIZ 是最好的创新发动机	267
10.2 航空燃气涡轮发动机的技术进化	267
10.3 飞机机翼的进化	268
10.3.1 问题描述	269
10.3.2 问题分析	269
10.3.3 设计思路	270
10.3.4 最终方案	270
10.4 提高智能吸尘器的清洁效果	271
10.4.1 初始问题情境	271
10.4.2 定义问题模型	271
10.4.3 研究理想解决方案	272
10.4.4 具体解决方案	272
10.5 宝马汽车的外形设计	273

10.5.1	问题描述	273
10.5.2	问题分析	273
10.5.3	问题解决	273
10.6	油漆灌装系统的裁剪	274
10.6.1	功能分析	275
10.6.2	裁剪	275
10.6.3	利用 TRIZ 工具得到创新解	276
10.7	发明问题解决算法 ARIZ	277
10.7.1	ARIZ 解题模块	277
10.7.2	ARIZ 解题过程	278
【创意无限】	发明原理 33 ~ 36	278
	原理 33: 同质(均质)性	278
	原理 34: 抛弃和再生	279
	原理 35: 物理或化学参数改变	279
	原理 36: 相变	280
【习题】		281
【实验与思考】	TRIZ 创新方法应用实践	281
第 11 章	破坏性创新与突破性创新	284
【脑洞大开】	演讲: 破坏性创新技术最初都是个笑话	284
11.1	破坏性技术创新	289
11.1.1	破坏性创新的定义	290
11.1.2	科技创新的三大层次	291
11.1.3	破坏性创新的类型	291
11.1.4	破坏性创新的特征	292
11.2	破坏性创新的运用	295
11.2.1	破坏性创新是大公司的黑洞	295
11.2.2	产品破坏性创新	296
11.2.3	市场破坏性创新	297
11.3	突破性创新	298
11.3.1	突破性创新是基于突破性技术的创新	298
11.3.2	突破性创新与破坏性创新的关系	299
【创意无限】	发明原理 37 ~ 40	300
	原理 37: 热膨胀	300
	原理 38: 加速氧化(使用强力氧化剂)	300
	原理 39: 惰性环境	301
	原理 40: 复合材料	301
【习题】		302
【课程学习与实验总结】		303

附录 307

 附录 A 物理效应.....307

 附录 B 化学效应.....309

 附录 C 几何效应.....310

 附录 D 部分习题与实验参考答案.....311

 附录 E 39×39 矛盾矩阵.....（见书末插页）

参考文献 318

第①章

TRIZ基础

【脑洞大开】习主席新年贺词中提到的科技创新和 重大工程建设十大捷报

科技创新、重大工程建设捷报频传。“慧眼”卫星遨游太空，C919 大型客机飞上蓝天，量子计算机研制成功，海水稻进行测产，首艘国产航母下水，“海翼”号深海滑翔机完成深海观测，首次海域可燃冰试采成功，洋山四期自动化码头正式开港，港珠澳大桥主体工程全线贯通，复兴号奔驰在祖国广袤的大地上……我为中国人民迸发出来的创造伟力喝彩！

——国家主席习近平《二〇一八年新年贺词》

1. “慧眼”卫星遨游太空

2017 年 6 月 15 日 11 时 0 分，我国在酒泉卫星发射中心采用长征四号乙运载火箭，成功发射首颗 X 射线空间天文卫星“慧眼”（见图 1-1）。硬 X 射线调制望远镜卫星（Hard X-ray Modulation Telescope, HXMT）是我国首颗大型 X 射线天文卫星，由国家民用航天科研和中国科学院空间科学先导专项共同支持，是空间科学先导专项发射的第四颗卫星。

发射不久，就参与了引力波“大事件”。

2017 年 8 月 17 日，LIGO 和 Virgo（欧洲“室女座”引力波探测器）共同探测到的不同以往的新型引力波事件 GW 170817，是人类首次直接探测到由两颗中子星并合产生的引力波。我国第一颗空间 X 射线天文卫星——慧眼 HXMT 望远镜——在引力波事件发生时成功监测了引力波源所在的天区，对其伽马射线电磁对应体（简称引力波闪）在高能区（MeV，百万电子伏）的辐射性质给出了严格的限制，为全面理解该引力波事件和引力波闪的物理机制做出了重要贡献。

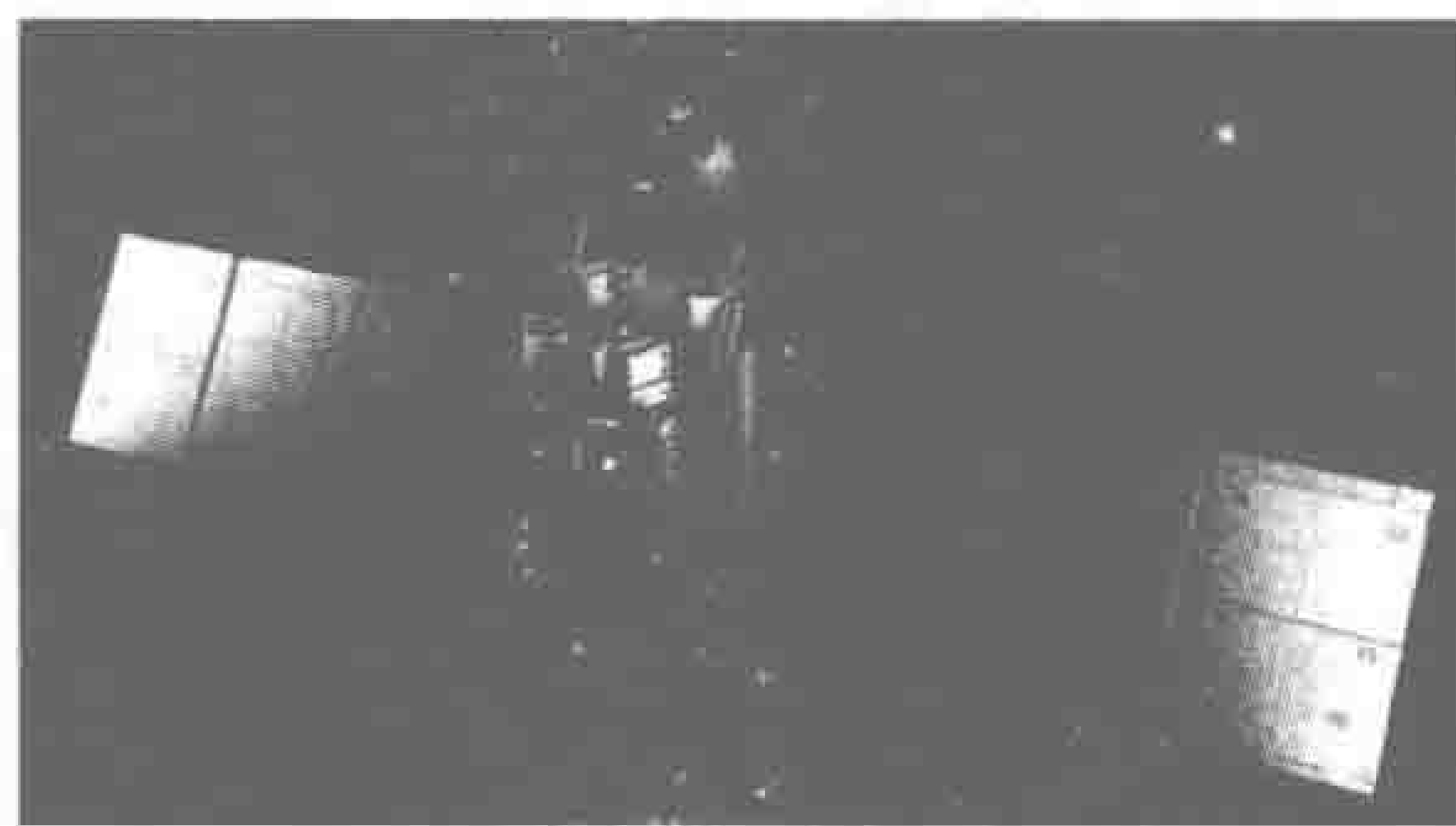


图 1-1 “慧眼”卫星

2. C919 大型客机飞上蓝天

2017 年 5 月 5 日,在 4 000 多名现场观众的欢呼声中和全世界目光的注视下,C919 一飞冲天(见图 1-2)。这是我国完全按照国际主流适航标准和国际主流市场运营标准研制的干线飞机。12 月 17 日,第二架 C919 大型客机在上海浦东国际机场完成首次飞行。

2017 年,中国大飞机“三兄弟”运 20、C919、AG600 终于蓝天聚首,中国这个航空大国正向航空强国全力冲刺。

3. 量子计算机研制成功

2017 年 5 月 3 日,中国科学院在上海召开新闻发布会,宣布世界首台超越早期经典计算机的光量子计算机(见图 1-3)在我国诞生。中科院院士、中国科学技术大学教授潘建伟及其同事陆朝阳、朱晓波等,联合浙江大学教授王浩华研究组,近期在基于光子和超导体体系的量子计算机研究方面取得了系列突破性进展。



图 1-2 C919 大型客机

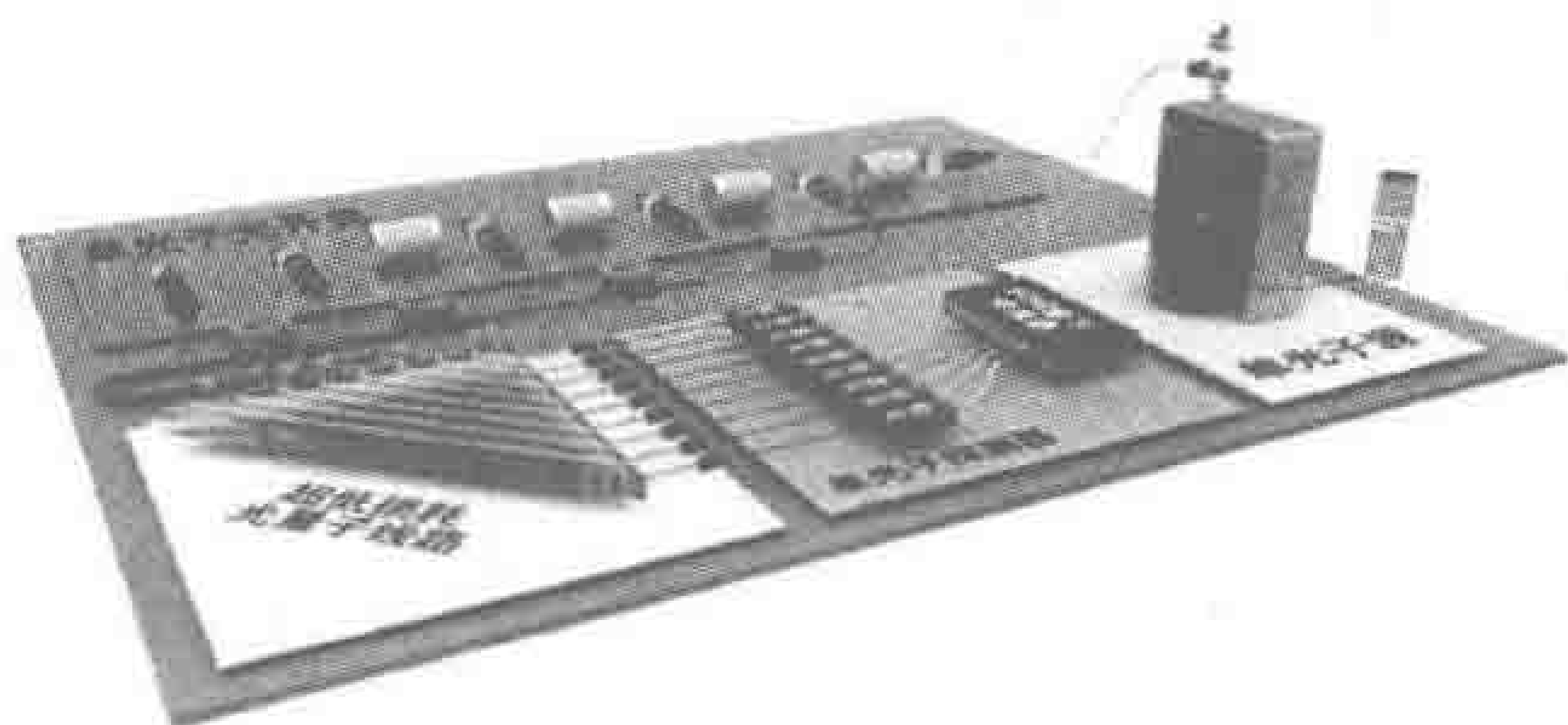


图 1-3 光量子计算机

量子计算利用量子相干叠加原理,在理论上具有超快的并行计算和模拟能力,计算能力随可操纵的粒子数呈指数增长,可为经典计算机无法解决的大规模计算难题提供有效解决方案。一台操纵 50 个微观粒子的量子计算机,对特定问题的处理能力可超过超级计算机。

4. 海水稻进行测产

我国的耕地面积有限,守住 18 亿亩(1 亩=1/15 公顷)耕地红线的压力很大。但是,我国的盐碱地却很多,总数约 15 亿亩,其中有约 3 亿亩具有改造的潜力。“海水稻”是在现有自然存活的高耐盐碱性野生稻的基础上,利用遗传工程技术,选育出可供产业化推广的、利用初级淡化(1%盐度)海水灌溉条件下、能正常生长且产量能达到 200 kg/亩的水稻品种(见图 1-4)。

2017 年 9 月 28 日,由青岛海水稻研究发展中心研发的高抗盐碱特性的优质水稻材料通过测产,理论产量最高达到 620 kg/亩,远超预期产量。海水稻的种植成功为保障粮食安全,加速农业产业升级具有积极意义。

5. 首艘国产航母下水

2017 年 4 月 26 日,由我国自行研制的 002 型航空母舰(见图 1-5)下水仪式在中国船舶重工集团公司大连造船厂举行,标志着我国自主设计建造航空母舰取得重大阶段性成果。



图 1-4 海水稻



图 1-5 首艘国产航母

6. “海翼”号深海滑翔机完成深海观测

“海翼”(Sea-wing, 见图 1-6)是中国科学院沈阳自动化研究所的科学家自主研制的系列水下滑翔机的统称,包括工作深度 300 m 级、1 000 m 级和 7 000 m 级等多种不同作业深度的水下滑翔机,分别承担不同的任务,拥有完全自主知识产权。2017 年 3 月,马里亚纳海沟传来喜讯:“海翼”号 7 000 m 级水下滑翔机成功下潜至 6 329 m,打破了由美国科学家创造的水下滑翔机最大下潜深度 6 003 m 的世界纪录。

7. 首次海域可燃冰试采成功

2017 年 5 月 18 日,由国土资源部中国地质调查局组织实施的我国海域天然气水合物(可燃冰)试采在南海神狐海域实现连续 8 天稳定产气。我国由此在该领域走在了世界前列,这也是我国海域可燃冰首次试采成功(见图 1-7)。



图 1-6 “海翼”号深海滑翔机



图 1-7 首次海域可燃冰试采成功

8. 洋山四期自动化码头正式开港

2017 年 12 月 10 日,上海洋山深水港四期自动化码头(见图 1-8)33 箱区,第 121 号桥吊轻舒巨臂,稳稳抓起第一个集装箱,标志着全世界规模最大、技术最先进的全自动化码头开港试生产。

港区内车流不息,作业繁忙,却不见一人,所有操作都在中控塔内远程操控完成。不远处,高高耸立、形似火炬的中控塔十分显眼,是整个港区的标志性建筑和运行中枢。中国港口在运营模式和技术应用上实现里程碑式跨越升级。

9. 港珠澳大桥主体工程全线贯通

2017 年 12 月 31 日 18 时 38 分,港珠澳大桥东人工岛上,建设者代表共同点亮大桥全线灯光,绚丽的烟花竞相绽放,以璀璨的新面貌迎接 2018 年的到来。

被英国《卫报》称为“现代世界七大奇迹”之一的港珠澳大桥(见图 1-9),全长 55 km,自 2012 年 7 月施工单位进场以来,建设历时 4 年多,产生了一系列新技术、新材料和新装备,在多个领域填补了空白,形成了走向世界的“中国标准”,是中国造桥技术的最高体现。



图 1-8 洋山四期自动化码头

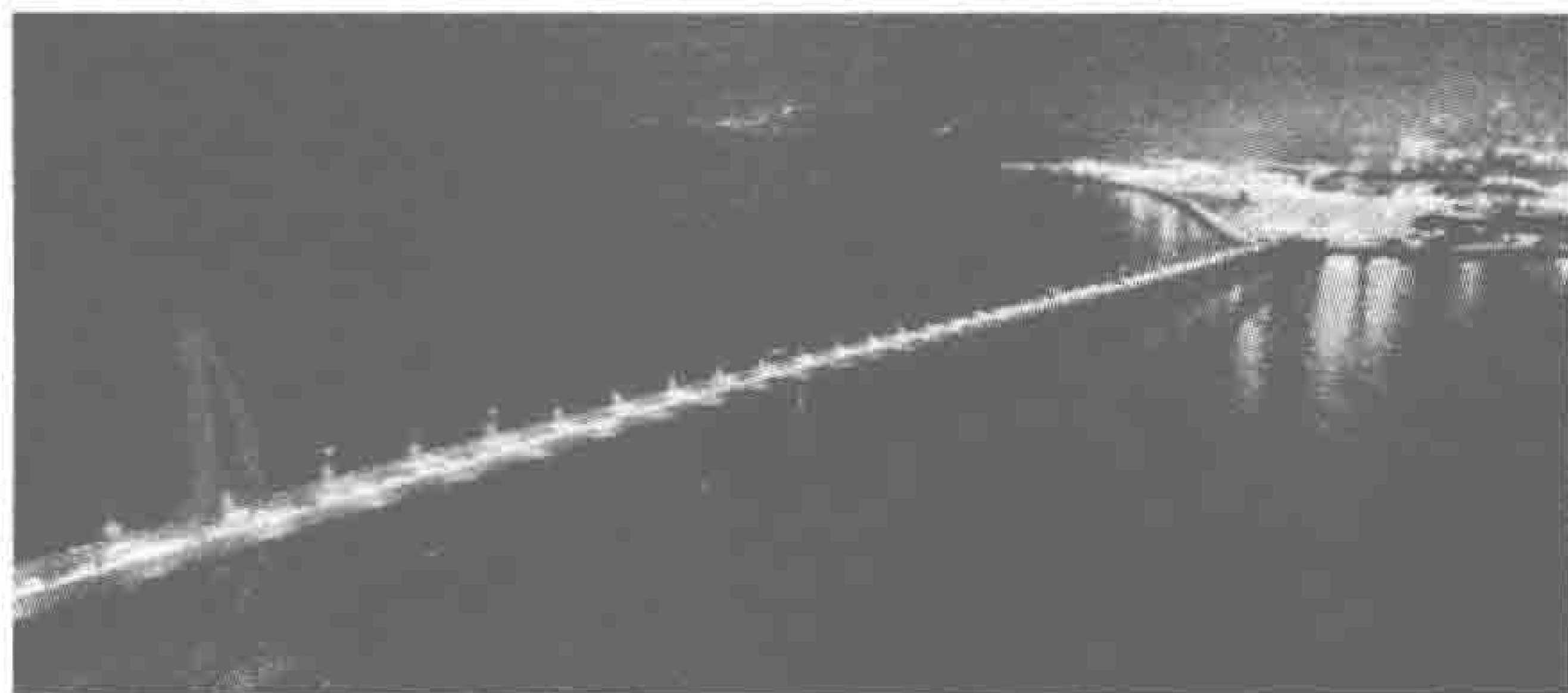


图 1-9 港珠澳大桥