

马洁 编著

工程技术 创新导论



清华大学出版社

马洁 编著

工程技术 创新导论

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本教材是为高等学校开设创新理论类课程而编写的。全书共分8章,第1~3章分别介绍了工程技术与创新的基本概念、创新思维和创新的方法等;第4~6章详细阐述了TRIZ 40个创新原理、TRIZ创新工具和技术系统进化法则等;第7~8章介绍了专利制度和高校创新教育工程的基础内容。

本教材收集整理了2008年北京奥运会和2010年上海世博会上引人注目的创新案例,并配有大量的图片和习题,增加了趣味性和可读性。本教材可作为高职高专、本科生和研究生等层次大学生选修课的教材,还可作为指导大学生科技竞赛活动的辅导材料或培养大学生创新思维、创新能力的课外读物。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

工程技术创新导论/马洁编著.--北京:清华大学出版社,2012.3

ISBN 978-7-302-26872-7

I. ①工… II. ①马… III. ①工程技术—技术革新—高等学校—教材 IV. ①TB

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第191538号

责任编辑:王一玲

封面设计:常雪影

责任校对:白 蕾

责任印制:张雪娇

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址: 北京清华大学学研大厦A座 邮 编: 100084

社总机: 010-62770175 邮 购: 010-62786544

投稿与读者服务: 010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者: 北京世知印务有限公司

装 订 者: 三河市新茂装订有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 185mm×260mm 印 张: 13 插 页: 2 字 数: 317千字

版 次: 2012年3月第1版 印 次: 2012年3月第1次印刷

印 数: 1~3000

定 价: 29.00元

前言

人的创新能力是可以通过学习和训练提高的,为使大学生将来面对各种工程任务时,能够有正确的思想方法和解决问题的途径,“授人以鱼,不如授人以渔”。在创新能力培养方面,能够向学生传授并使之掌握一套相对系统科学的创新理论,对开阔学生的视野、提高学生的创新能力会大有裨益。

创新已经成为当今时代的重要特征且有规律可循。据统计,现有的创新技法有 360 多种。相对于传统的创新方法,当前欧美创新理论的研究热点是 TRIZ 理论。TRIZ 是俄语“发明问题解决理论”的首字母的缩写,其研究始于 1946 年,前苏联著名发明家阿奇舒勒领导的研究机构分析了全球近 250 万件高水平的发明专利,总结各种技术进化遵循的规律模式,以及解决各种技术矛盾和物理矛盾的创新原理和法则,形成了指导人们进行发明创新、解决工程问题的系统化的方法学体系。当时,美国、德国等西方国家惊异于前苏联在军事、工业等方面的创造能力,并将其称为创新的“点金术”。

国外多所大学为本科生和研究生开设了 TRIZ 理论的有关课程,创新教育非常普及。创新方法研究在中国还刚刚起步。目前,我国高校开展的 TRIZ 理论相关教育主要有两种形式:一是开设选修课或与高校开设的设计类课程相结合;另一种形式是指导大学生利用 TRIZ 计算机辅助创新 CAI 软件进行毕业设计或在大学生科技竞赛活动中辅助学生进行创新设计及申请专利。但目前国内专门出版介绍 TRIZ 理论的书籍还不多,而能够面向大学生的比较系统、全面地阐述 TRIZ 理论的教材更是凤毛麟角。

在创新教育的大背景下,近几年,作者尝试为本科生开设了“工程技术创新导论”选修课程,在自编讲义的基础上,结合作者对 TRIZ 理论的研究和教学实践经验,编写完成了本教材,建议学时为 32~36。

本教材内容主要包括以下几个方面:

(1) 工程技术和技术创新的基本概念

第 1 章为工程技术导论,概括地介绍了与工程技术和技术创新有关的基本概念,介绍了工程技术的历史阶段和发展趋势。通过第 1 章的讲授,使学生能够对未来职业生涯进行早期的思考,树立未来工程师应有的工程意识,消除内心对专业学习的迷茫与困惑,明确工科学生应努力的方向,为创新活动做好心理准备。

(2) 创新思维的方法

第 2 章结合大量的案例向大学生介绍了最常见的几种创新思维的方法。

(3) TRIZ 创新理论

第3~6章为核心内容。重点并系统地阐述了 TRIZ 理论支持创新活动的基本原理以及 TRIZ 创新工具。主要内容包括:40 个创新原理、39 个工程参数、矛盾矩阵、物理矛盾及其分离方法和技术系统进化法则等。

(4) 知识产权与发明专利制度概述

第7章概括地介绍了与创新活动关系密切、不可缺少的知识产权保护的基础知识,讲授利用包括专利、著作权、商标、防止不正当竞争等知识产权法律法规有效保护创新成果的各种方法。

(5) 高校创新教育工程

第8章介绍了我国高校创新教育工程的内涵与目标和实施途径等。

本教材作为介绍创新思维和创新原理的教材,为增加趣味性和可读性,还收集整理了2008年北京奥运会和2010年上海世博会上引人注目的创新案例,并配有大量的图片、图表、人物照片、绘图等。

本教材在编写过程中,参考了大量的 IRIZ 专题网站和书籍上的资料,并部分引用了其中的一些内容,在此对有关作者表示衷心的感谢。由于编者水平有限,书中难免出现疏漏和不足之处,恳请批评指正。

编者于北京

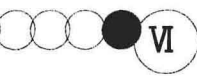
目录

第 1 章 工程技术创新导论	1
1.1 工程技术概述	1
1.1.1 工程技术发展的历史阶段	1
1.1.2 工程技术未来发展趋势	8
1.1.3 工程技术的定义与特点	10
1.1.4 工程技术的分类	13
1.1.5 工程技术活动的全过程	15
1.2 技术创新的概念	17
1.2.1 创新的定义	17
1.2.2 创新能力的构成	17
本章小结	19
习题	19
第 2 章 创新思维	21
2.1 思维	21
2.1.1 什么是思维	21
2.1.2 常规思维及其特点	21
2.1.3 创新思维及其特点	23
2.2 常用创新思维方法	25
2.2.1 逻辑思维	25
2.2.2 形象思维	27
2.2.3 灵感思维	27
2.2.4 发散思维	29
2.2.5 联想思维	30
2.2.6 逆向思维	32
2.2.7 系统思维的多屏幕法	33
本章小结	35
习题	36
第 3 章 创新的方法	38
3.1 传统的创新方法	38
3.1.1 试错法	38
3.1.2 头脑风暴法	40



3.2 发明问题解决理论 TRIZ	42
3.2.1 TRIZ 理论概述	42
3.2.2 TRIZ 理论的发展历史和现状	44
3.2.3 TRIZ 的理论体系	45
3.2.4 创新的五个等级	47
3.2.5 TRIZ 理论的应用	48
本章小结	50
习题	50
第 4 章 TRIZ 创新原理	51
4.1 TRIZ 创新原理的由来	51
4.2 40 个创新原理	51
4.2.1 分割原理	51
4.2.2 抽取原理	53
4.2.3 局部质量原理	54
4.2.4 非对称原理	55
4.2.5 合并原理	56
4.2.6 多用性原理	57
4.2.7 嵌套原理	58
4.2.8 重量补偿原理	60
4.2.9 预先反作用原理	60
4.2.10 预先作用原理	61
4.2.11 事先防范原理	62
4.2.12 等势原理	63
4.2.13 反向作用原理	63
4.2.14 曲面化原理	64
4.2.15 动态特性原理	65
4.2.16 未达到或超过的作用	66
4.2.17 空间维数变化原理	66
4.2.18 机械振动原理	67
4.2.19 周期性作用原理	68
4.2.20 有效作用的连续性	69
4.2.21 减少有害作用的时间	69
4.2.22 变害为利原理	70
4.2.23 反馈原理	71
4.2.24 借助中介物	73
4.2.25 自服务原理	74
4.2.26 复制原理	75
4.2.27 廉价替代品	76

4.2.28	机械系统替代	77
4.2.29	气压和液压结构原理	78
4.2.30	柔性壳体或薄膜原理	79
4.2.31	多孔材料原理	80
4.2.32	颜色改变原理	81
4.2.33	同质性原理	82
4.2.34	抛弃或再生原理	83
4.2.35	物理或化学的参数变化原理	84
4.2.36	相变原理	84
4.2.37	热胀冷缩原理	85
4.2.38	加速氧化原理	86
4.2.39	惰性环境原理	88
4.2.40	复合材料原理	89
4.3	创新原理的分类	90
4.3.1	有关创新原理几点说明	90
4.3.2	40 个创新原理的分类	91
	本章小结	91
	习题	91
第 5 章	TRIZ 创新工具	94
5.1	技术矛盾及其创新工具	94
5.1.1	技术矛盾的定义及特点	94
5.1.2	工程参数和矛盾矩阵	95
5.1.3	应用实例	99
5.2	物理矛盾及其创新工具	103
5.2.1	物理矛盾	103
5.2.2	分离方法	104
5.2.3	应用实例	106
5.3	TRIZ 创新工具解决问题的模式	107
5.4	综合应用案例	108
5.5	计算机辅助创新工具 CAI	111
5.5.1	CAI 概述	111
5.5.2	CAI 的主要功能	112
5.5.3	CAI 技术推广与应用	114
	本章小结	115
	习题	116
第 6 章	TRIZ 技术系统进化法则	117
6.1	技术系统的定义	117



6.2 技术系统进化八大法则	117
6.2.1 完备性法则	118
6.2.2 能量传递法则	119
6.2.3 提高理想度法则	119
6.2.4 子系统不均衡进化法则	120
6.2.5 向超系统进化法则	121
6.2.6 向微观级进化法则	121
6.2.7 协调性法则	123
6.2.8 动态性进化法则	123
6.3 产品预测的 S 曲线	125
6.4 技术系统进化法则的应用	127
6.4.1 产生市场需求	127
6.4.2 技术预测	128
6.4.3 产品设计创新	129
本章小结	129
习题	129
第 7 章 专利制度	131
7.1 创新的制度保障	131
7.2 知识产权的概念	132
7.2.1 什么是知识产权	132
7.2.2 知识产权的特性	134
7.3 专利的概念	134
7.3.1 什么是专利	134
7.3.2 专利的种类	134
7.3.3 授予专利权的条件	135
7.4 专利的申请	137
7.4.1 专利申请文件的内容	137
7.4.2 受理专利申请的部门	137
7.4.3 如何办理专利申请	137
7.4.4 专利审批程序及维持	138
本章小结	138
习题	139
第 8 章 高校创新教育工程	140
8.1 创新战略,教育先行	140
8.2 高校创新教育的内涵与目标	141
8.2.1 创新教育的内涵	141
8.2.2 创新教育与传统教育的关系	142

8.3 高校实施创新教育的途径	144
8.3.1 高校实施创新教育的基本条件	144
8.3.2 创新教育的实施途径	145
8.3.3 创新教育具体实施步骤	147
本章小结	148
附录 A 历届世博会标志性创新成果汇总	149
附录 B 1901—2011 年历届诺贝尔奖获奖情况	159
附录 C 著名的尤金·劳德塞创造能力测试题	187
附录 D 全国性大学生科技竞赛活动汇总	190
附录 E TRIZ 矛盾矩阵表	193
参考文献	194

第1章

工程技术创新导论

1.1 工程技术概述

1.1.1

工程技术发展的历史阶段

工程技术的一般含义就是“造物”。工程技术是一种将自然的材料和特质,通过创造性的思想和技术性的行为,形成具有独创性和有用性的器具的活动。因此,工程技术活动就是使用工具、制造工具和制造器物的活动。

工程技术的历史与人类的历史一样长久。工程技术和人类有着“合二为一”的起源。目前,考古发现最早的琢石工具的化石被检测距今已有 200~250 万年,据此可以说工程技术和人类是在 250 万年前同时诞生的。

十万年前,钻木取火使人类迈出了从野蛮走向文明的第一步;5000 年前,文字的发明使人类文明得以传承与发展;300 年前,蒸汽机的出现将人类带入了工业时代;100 年前,飞机的发明实现了人类飞翔的梦想;50 年前,载人宇宙飞船把人类送入了太空。

回望人类历史,工程技术活动经历了一个漫长、曲折、复杂的发展历程。工程技术的历史可分为:原始工程、古代工程、近代工程和现代工程时期。

1. 原始工程时期(人类起源~1 万年前)

从人类的诞生,尤其是从可以制造石器工具时算起,到 1 万年前农业出现,这段时期通常被称为人类历史上的原始时代或史前时代,它对应于技术史分期中的旧石器时代。

在这个时期,人类已经学会了人工取火,这是石器时代的一个划时代的成就,从此人类结束了“茹毛饮血”的时代,是人类从野蛮走向文明的第一步。

从工程技术造物活动上看,这个时期人类开始收集石头,砸制石器,用于特殊的目的,中期出现了骨器和木器,甚至还包括少量的牛角、鹿角和象牙等。随着人类逐渐缓慢地变成工具的制造者,人类已经可以制造简单的组合工具,例如,弓箭、投矛器等。那时,有一些工程技术活动的“工序”也是相当复杂的,例如在中国广西百色发现的 80 万年前打制的石器:一件手斧,甚至需要 50 多道制作工序才能完成。

在这个时期,采集、狩猎和捕鱼是人类食物的全部来源。由于植物的四季不同和动物的迁移,原始人最早居无定所,后来逐渐出现了粗糙简陋的人造居所、村庄和城市的雏形。

制造工具、用火、建筑居所、迁移是这个时代的主要工程技术内容,其特征是技术简单,不够精致,也没有什么大的发展。

例 1-1 人工取火。

古书有记载,1 万年前,“燧人氏教民钻木取火,以化腥臊。”如图 1-1 所示。人们很早就观察到,当加工燧石时,会偶尔有火花溅出;当钻木、锯木时,木头会发热,甚至产生烟花。在这些启示下,人们经过长期的摸索和经验积累,才最终发明了人工取火。人工取火是人类最早的技术革命。



图 1-1 原始人类钻木取火

2. 古代工程时期(1 万年前~15 世纪)

大约距今 5000 多年至 2000 多年间,人类进入新石器时代。这个时期人类开始饲养家畜,农业与畜牧的经营使人类定居下来,有时间和精力制作陶器及纺织。

陶器的出现标志着新石器时代的开端。陶器制作的工程技术过程包括使用黏土、纤维等工程技术原料,通过混合、成型、用火加热等工程技术活动,制成陶器、砖等人造物。人们逐渐掌握了高温加工技术,导致人类进入融化铜和铁的金属时代。

金属时代使得工程技术形式和内容更加复杂和丰富,它以石头、金属、木、黏土、火为自然原料,需要进行探矿、采矿、冶炼、铸造和锻造等工程技术活动,并且还需要直觉、技艺、独创等思维活动,最后制成工具、武器等人造物。其中的技术成分也导致最先成为从事产业生产的金属工匠(专业人员)的出现。

公元前 4000—公元前 3000 年,人们从铜矿石中提炼铜,然后是铜和锡的合金,制造青铜工具、武器、生活用具、货币、装饰品等器物,由此标志人类进入青铜时代。

继青铜时代之后来临的是铁器时代,铁的普遍使用将人类的工程技术活动提高到一个新的水平。因为铁的分布广泛且容易获得,铁制工具比青铜工具更为便宜有效,这使得大规模地砍伐森林、沼泽排水以及耕作水平都得到提高。

铁制工具的使用一方面提高了社会生产力,导致食物生产以外的更多剩余劳动力的出现,另一方面大量的铁制工具还为大规模的、艰巨的施工提供了最重要的手段,使得大型水利工程开始出现。例如,始建于公元前 214 年的万里长城,迄今仍是世界历史上最伟大的工程之一;公元前 3 世纪中叶建成的都江堰作为中国最古老的水利工程,至今仍在发挥灌溉效益,造福社会;此外,还有大运河、宏伟的历代皇城建筑等,这些都体现了中国古代工程技术的非凡成就。

生产力的发展使得社会的需求更加多元化,服务于宗教目的或政治目的的大型建筑结构开始出现,这个时代建筑工程从一般的居所发展到礼仪建筑、露天剧场、青铜雕塑、公共广场等,使工程技术造物的社会内涵更加丰富。例如公元前 2500 年埃及的金字塔工程。

这个时代的主要工程技术内容和活动方式已演变为在农业、金属和城市建设等领域的工程技术活动。

例 1-2 中国人修建万里长城。

长城是中国古代用于军事防御的城墙,长城东西绵延上万华里,因此又称做万里长城。长城始建于春秋战国时期,秦朝统一中国之后建成万里长城。据记载,秦始皇使用了近百万劳动力修筑长城,占全国人口的二十分之一。当时没有任何机械,全部劳动都得靠人力,而工作环境又是崇山峻岭、峭壁深壑,十分艰难。以后历代君王大都加固增修。现存的长城遗

迹主要为始建于14世纪的明长城,西起嘉峪关,东至辽东虎山,全长8851.8千米,平均高6~7米、宽4~5米。

中国的万里长城是人类文明史上最伟大的建筑工程,是中国古代劳动人民创造的伟大奇迹,是中国悠久历史的见证。如图1-2所示。



图1-2 2000多年前,中国人修建的万里长城

3. 近代工程时期(15世纪~19世纪末)

人们将文艺复兴时期(15世纪)视为近代工程时期,瓦特发明的蒸汽机被认为是点燃第一次工业革命的导火索。蒸汽机为工业生产提供了强大的动力,使得人类社会的生产力得到突飞猛进的发展。蒸汽机的广泛使用将人类社会带入了“蒸汽时代”。

蒸汽机成为工程技术和社会乃至整个世界产生重要变化的催化剂,并陆续导致以下工程技术的出现和发展。

(1) 机械工程(1650年起)

18世纪的蒸汽机、19世纪的水轮机、内燃机和汽轮机、20世纪的燃气轮机被称为五大新的原动力机,机器的出现和使用标志着第一次工业革命的开始。

以机器为代表的机械工程的出现,使得用生产能力大和产品质量高的大机器取代了人和牲畜的肌肉动力;用大型的集中的工厂生产系统取代了分散的手工作坊。在此期间,机械工程理论也获得了飞速的发展。

(2) 采矿工程(1700年起)

由于采用机器抽水,采矿规模不断地扩大,相应的岩石机械、煤炭运输等工程技术得以推动。

(3) 纺织工程(1730年起)

蒸汽机的使用使整个纺织工业发生了革命性的变化,导致纺织工程的出现。

(4) 结构工程(1770年起)

结构材料从古代的木、砖、泥发展到现代的铁,使得工程师用它来设计新的结构物,例如,60米跨度的桥梁于1779年在英国建成,成为后来钢铁结构的先驱,并且至今仍在使

(5) 海洋工程(1830年起)

蒸汽机用于交通运输,出现了蒸汽机车、蒸汽轮船等,汽轮机、内燃机和各种机床也都相

继出现。

文艺复兴时代是冒险的时代,好奇心引发人们去航海探险,进行海上扩张,由此,在1830年左右兴起了海洋工程。

例 1-3 瓦特发明蒸汽机的故事。

瓦特(1736—1819),英国著名的发明家,生于英国造船中心格拉斯哥附近的格林诺克小镇。他的父亲当过造船工人,祖父、叔父都是机械工人,由于家庭的影响,瓦特从小就熟悉了许多机械制作技术。

瓦特是一个智慧非凡的孩子,他勤奋好学,勇于探索,对发明创造最感兴趣。有一次,家里人全都出去了,只留下瓦特一个人看门。他呆呆地看着炉子上烧水的茶壶。水快烧开了,壶盖被蒸汽顶起来,一上一下地掀动着。他想:这蒸汽的力量真大啊。如果能制造一个更大的炉子,再用大锅炉烧开水,那产生的水蒸汽肯定会比这个大几十倍、几百倍。用它来做各种机械的动力,不是可以代替许多人力吗?这就是后来人们传说中的“瓦特发明蒸汽机”的故事。

1757年,瓦特到格拉斯哥大学当教学仪器修理工。那里既有完备的实验设施和各种仪器,又有许多著名学者和专家,这些都给瓦特提供了极其有利的条件。学校还专门为他创办了实验车间。1769年,瓦特在大量试验的基础上,经过了无数次失败,终于制成了一台单动式蒸汽机,并且获得了第一台蒸汽机的专利权;1782年,瓦特又研制成功一种新式双向蒸汽机,被广泛地应用在各种机器上。蒸汽机的发明使英国的纺织品产量在20年内(1766—1789)增长了5倍,引领英国最早进入了蒸汽时代。如图1-3所示。

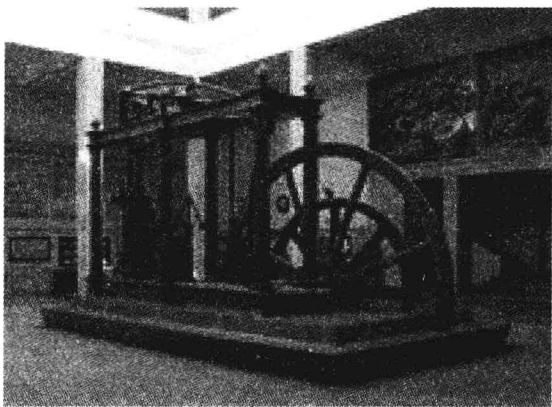


图 1-3 瓦特发明的蒸汽机

4. 现代工程时期(19世纪末至今)

工程技术的迅速扩展促进了科学的发展,而科学的发展又导致新的工程技术时代的出现。基于电学理论而引发的电力革命使人类在19世纪末20世纪初迎来了“电气时代”,电力的广泛应用是第二次工业革命的基本标志。

(1) 19世纪末20世纪初阶段

炼钢技术由转炉、平炉再到电炉的演进,以冶金工程为代表的“重工业”得到了较大的发展,导致更多的工业产物,出现了铁路、军事、工具制造和机器等,它还导致结构工程中出现

了大屋顶、大跨度桥梁、地铁和隧道工程、大坝、集装箱货轮、输油管等。一些标志性的结构工程,例如,苏伊士运河、巴拿马运河、埃菲尔铁塔和帝国大厦等。飞机制造和空中运输业也在这个时代涌现出来。

例 1-4 发电机的发明与“电气时代”到来。

西门子(1816—1892),德国工程学家、企业家、电动机、发电机、有轨电车和指南针式电报机的发明人,改进过海底电缆,发明了平炉炼钢法,革新了炼钢工艺等,他是西门子公司创始人。

早在 1821 年,英国科学家法拉第提出了电磁感应定律,即“当磁场的磁力线发生变化时,在其周围的导线中就会产生感应电流。”按照这个定律,人们制造出了发电机的雏形。直到 1866 年,德国人西门子制成发电机,才真正实现了发电机从实验到应用的转折,成为现代电力工业的基石。

这一时期,能把电能转化为机械能的电动机也被发明出来,电力开始用于带动机器,成为补充和取代蒸汽动力的新能源。随后,电灯、电车、电钻、电焊等电气产品如雨后春笋般地涌现出来。电力是一种优良而价廉的新能源。它的广泛应用,推动了电力工业和电器制造业等一系列新兴工业的迅速发展。发电机的发明直接推动人类从“蒸汽时代”跨入“电气时代”。如图 1-4 所示。

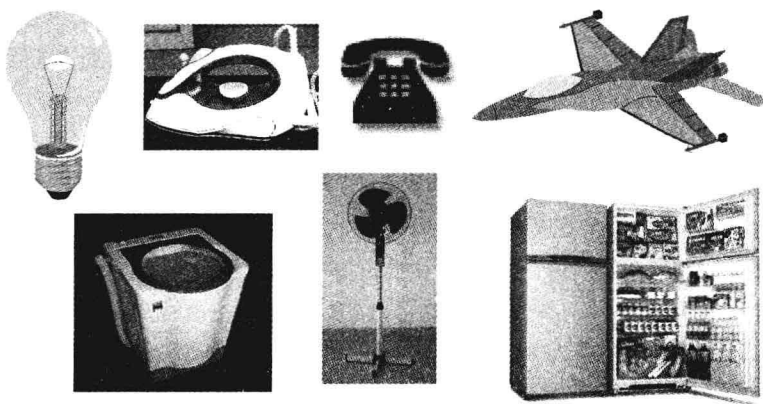


图 1-4 电气时代与第二次工业革命

(2) 20 世纪中叶阶段

第三次工业革命的标志是电子计算机的发明和使用。随着电子计算机的发明与普及彻底改变了人类的生活方式,人类也因此跨入了“信息时代”。

在这个时代,先后出现了核能的释放和利用(1945—1955);人造地球卫星的成功发射(1955—1965);第一艘载人宇宙飞船“东方”号在前苏联发射升空(1961);重组脱氧核糖核酸实验的成功(1965—1975);微处理器的大量生产和广泛使用(1975—1985);软件开发和大规模产业化(1985—1995)等。由此形成了当代社会以高科技为支撑的核工程、航天工程、生物工程、微电子工程、软件工程、新材料工程等。

例 1-5 世界上第一台电子计算机 ENIAC。

第一部真正意义上的计算机,诞生于第二次世界大战期间,当时美国军方为了解决大量军用数据的计算难题,成立了由宾夕法尼亚大学莫奇莱和爱克特领导的研究小组,研制电

子计算机。三年后,第一台电子计算机终于在 1946 年 2 月 14 日问世,取名为 ENIAC。如图 1-5 所示。

这部计算机使用的是电子管来处理信号,所以占地面积非常大,达到了 160 平方米;但它的记忆容量却非常低,只有 100 多个字。ENIAC 的发明是人类科技史上的一座丰碑,标志着现代计算机的诞生。

根据计算机采用的物理器件,一般将计算机的发展分为以下四个时代:第一代(1946—1958)电子管计算机时代;第二代(1958—1964)晶体管计算机时代;第三代(1965—1970)集成电路计算机时代;第四代(1970 年以后)超大规模集成电路计算机时代。

(3) 第四次工业革命

“绿色工业革命”是人类历史上的第四次工业革命,人们将以新能源为首的绿色产业从现阶段开始到未来的崛起,称为“第四次工业革命”。

第一次工业革命,煤炭的大量使用替代了木材。第二次工业革命,石油、电力等开始大批量使用。第三次工业革命是 IT 革命,典型能源代表是核能,但核能始终没有成为世界主力能源。现在的第四次工业革命,目标直指新能源,目的就是要大量使用风能、太阳能、水资源这些取不尽用不竭的可再生能源。

例 1-6 绿色工业革命与上海世博会。

上海世博会是第一个提出“低碳世博”理念的世博会,在“低碳、和谐、可持续发展城市”三大主题下,上海世博会大量应用新能源及相关高新技术成果。例如,世博园区内实施了太阳能、新能源汽车、LED 照明、物联网工程等示范应用项目。

① 太阳能光伏发电

上海世博会应用太阳能发电技术堪称历史之最。在中国馆、主题馆、世博中心、演艺中心等屋顶和玻璃幕墙上安装了总装机容量超过 4.68 兆瓦的太阳能发电设施,每年能减排二氧化碳 4000 吨,特别是主题馆屋面太阳能板面积达 3 万多平方米,是目前世界最大单体面积太阳能屋面。如图 1-6 所示。

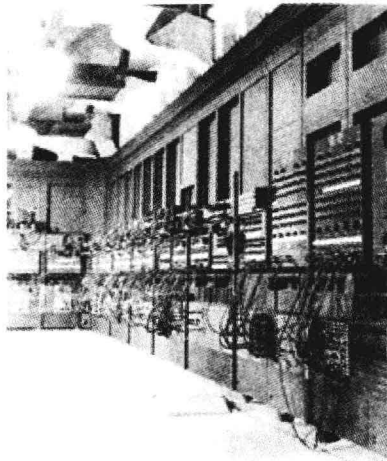


图 1-5 世界上第一台电子计算机 ENIAC



图 1-6 上海世博会太阳能屋面

② 新能源汽车

为实现世博会园区内的零排放,园区内和周边安排了 200 辆燃料电池汽车、380 辆纯电动汽车、500 辆混合动力汽车等,达到总量 1080 辆新能源汽车的大规模示范运行。这是目前世界上最大规模的新能源汽车的商业运行。如图 1-7 所示。

③ 半导体照明

在中国馆、世博轴、演艺中心和城市最佳实践区等场馆区域均使用了半导体照明 LED。整个园区 80% 以上的夜景采用 LED。这里是全球最大的 LED 示范区。而 LED 灯的节能率超过 60%。充分体现低碳世博、绿色世博的理念。这样大规模的集中示范,也表明我国现在已经成为 LED 产量最多和市场最大的国家。如图 1-8 所示。



图 1-7 上海世博会新能源汽车

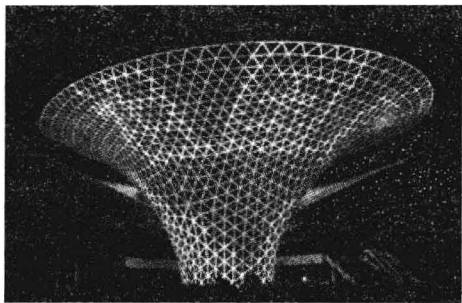


图 1-8 半导体照明装扮上海世博园

④ 物联网示范运行

物联网是新一代信息技术的重要组成部分。物联网的英文名称叫“The Internet of things”。顾名思义,物联网就是“物物相连的互联网”。因此,物联网的定义是:通过射频识别(RFID)、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等信息传感设备,按约定的协议,把任何物品与互联网连接起来,进行信息交换和通信,以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络。如图 1-9 所示。

在上海世博园内,物联网技术的使用随处可见。世博会参观者手持的纸质门票,采用无线射频识别技术,轻松一刷便可快速验票通关。除此之外,世博会的物流配送、展馆预约、证件管理、电子车牌、电子围栏、智能电网等都包含物联网技术,食品来源可追溯、进园车辆可监控,也依赖于物联网的应用。

在上海世博会瑞典馆二楼展区,爱立信公司则用树诠释了“物联时代”。一棵能够说话的观赏树让游客兴致盎然。当你靠近它时,它会用英文说,“你好”,“很高兴认识你”;当你把手放到它的叶子上,它身边的落地灯就会亮起;当你周围人很多时,它会说,“太挤了”。据介绍,在观赏树盆景的下面,加装了一个盒子,里面安装着传感器,连通盆景的土壤,传感器能够接收树上电磁波的微弱变化,并且与计算机内预先制作好的“说话”系统相联系,树也就能“说话”了。

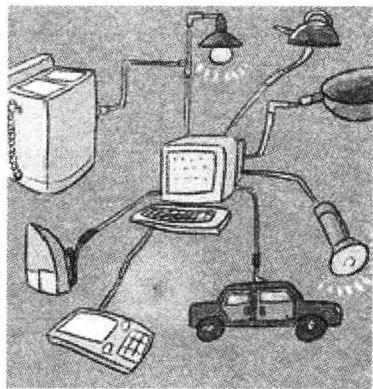


图 1-9 物联网图示