

JISHU CHUANGXIN JIAOCHENG

技术创新教程

曲继方 宜亚丽 曲志刚 编著

冶金工业出版社

技术创新教程

曲继方 宜亚丽 曲志刚 编著

北 京

冶金工业出版社

2005

内 容 提 要

本书共 12 章。第一章介绍技术与技术创新的概念、定义;分析技术革新与原始创新的区别及特点。第二章介绍技术创新过程中的创新思维。第三章介绍技术创新中机构的运动转换、运动副转换和构件形态转换三原理。第四、第五章介绍常用工具的技术创新和通用零部件滚动轴承的结构创新。第六至第十一章介绍技术创新实用技术:机构反求设计技术、同性异形转换技术、技术重组技术、机构的折叠与伸展技术、机构型模拟转换技术、机构变自由度转换技术。第十二章介绍技术创新课程设计,给出了课程设计实例与选题。另有附录介绍了技术创新课程的教学与考核模式及教学大纲。

本书可作为高等学校机械工程各专业的技术创新课程的教材,也可供机械工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

技术创新教程/曲继方等编著. —北京:冶金工业出版社, 2005. 2

ISBN 7-5024-3666-9

I. 技… II. 曲… III. 技术革新一教材
IV. F062. 4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 124806 号

出版人 曹胜利(北京沙滩嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009)

责任编辑 郭庚辰(13693126653) 美术编辑 李 心

责任校对 杨 力 李文彦 责任印制 牛晓波

北京百善印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

2005 年 2 月第 1 版, 2005 年 2 月第 1 次印刷

850mm×1168mm 1/32; 7.5 印张; 200 千字; 230 页; 1-4000 册

17.00 元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街 46 号(100711) 电话:(010)65289081

(本社图书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

前 言

近几年来国家教委组织进行的教学调查表明,我国高等学校的学生在校期间虽然学了很多知识,但可应用于创造性劳动的知识太少。据统计,我国近年来涌现出的发明家大多在45岁以上,而按科学技术发展史来看,创新能力发展的最佳年龄为25~45岁。一方面我们每年培养出上百万的大学生,另一方面,在年轻人中只出现为数很少的发明家。这种状况说明,我们的高等教育对技术创新能力的培养是非常薄弱的。究其原因,其中很重要的是:我国高等工程教育在计划经济体制下形成的那种单一僵化的、用一个统一的方法去“塑造”全体学生的培养模式仍然没有从根本上得到改变,已不适应我国改革开放的新形势和社会主义市场经济体制的新要求,也不适应世界科学技术发展的新趋势和新特点,难以培养出在我国社会主义市场经济建设和激烈的国际竞争中占据主导地位的人才。

随着国家创新体系的建立和高等教育改革的深入发展,技术创新教育引起我国各高等院校的广泛重视。清华大学、上海交通大学、哈尔滨工业大学和北京理工大学等都开出了自己的机械技术创新课程。燕山大学从1997年起,为本科生开出“机械创新设计”、“机构演化原理”等初级技术创新课。《技术创新教程》教材是在总结燕山大学技术创新课教学经验的基础上编著的。

《技术创新教程》的主要内容为:介绍技术与技术创新的概念、定义;分析技术革新与原始创新的区别及特点;介绍技术创新过程中的创新思维;介绍技术创新中机构的运动转换、运动副转换和构件形态转换三原理;作为技术创新的入门知识,介绍常用工具的技术创新和通用零部件滚动轴承的结构创新;介绍技术创新实用技术,包括机构反求设计技术、同性异形转换技术、技术重组技术、机

构的折叠与伸展技术、机构型模拟转换技术、机构变自由度转换技术等；介绍技术创新综合实践，主要是技术创新课程设计；推荐“技术创新”课程教学、考核模式等。

本书的主要特色为：

科学性——课程内容选自学科前沿，汇集了国内外有关技术创新领域的研究成果和作者的研究成果。

实用性——重视技术创新理论的建立与应用相结合。

灵活性和弹性——课程内容可以随着社会及市场变化，通过技术创新实例分析、课堂讨论、技术创新练习和技术创新课程设计等环节，实时进行调整。

另外，设置“课堂讨论课”，为大学生参与技术创新活动创造条件。课堂讨论题来源于社会生活和工程实践。

设置“技术创新练习”，技术创新练习是创新教材内容的延伸，是创新理论、技术和方法的应用。通过技术创新练习讲评与争鸣，深化课程内容，以利于确立大学生的主体地位，形成教与学互动。

设置“技术创新课程设计”，技术创新课程设计是技术创新综合实践环节，是提高创新设计能力的重要途径。

推荐技术创新课程全程多方位成绩考核模式，准确评价大学生的创新能力。

本书的这些特色显示出技术创新课程的灵活性和弹性，可以较好地适应科学技术、社会突飞猛进的发展和大学生对技术创新的持续追求。

本书由曲继方（第一、第六、第七、第十二章及附录）、宜亚丽（第二、第五、第八、第十章）、曲志刚（第三、第四、第九、第十一章）合作撰写。全书由曲继方统稿。

限于作者的水平和技术创新课程的开拓性，教材中若有疏误之处，恳请读者不吝指正。

作者

2004年8月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 技术及其本质、形态与特点	1
第二节 技术创新的概念及定义	7
第三节 技术的革新与原理突破	11
第四节 《技术创新教程》的内容及特色	15
课堂讨论:企业获得高新技术产品的途径	17
技术创新练习(一):技术的局部改进与原理突破	17
第二章 创新思维	19
第一节 创新思维概述	19
第二节 思维类型分类	22
第三节 创新思维的形成和方法	25
第四节 创新思维与创新能力	30
课堂讨论:折叠风帆自行车的发明	34
技术创新练习(二):手动核桃破壳器	35
第三章 机构创新三原理	36
第一节 机构运动转换原理	36
第二节 机构运动副转换原理	41
第三节 机构构件形态转换原理	48
课堂讨论:影响机构构件形态、功能变化的因素	51
技术创新练习(三):分析孔销式和浮动盘式平动 发生器的形成原理	52
第四章 滚动轴承结构的技术创新	53
第一节 传统轴承的结构创新	53
第二节 柔性轴承	55
第三节 组合轴承	55

第四节 轴承结构创新应用实例:单向转动轴承·····	59
第五节 滚动轴承减速器 ·····	60
课堂讨论:磁悬浮轴承的概念及发展前景·····	66
技术创新练习(四):转臂轴承结构创新·····	67
第五章 常用工具的技术创新 ·····	69
第一节 传统螺丝刀的技术改进 ·····	69
第二节 传统扳手的技术改进 ·····	72
第三节 起重器的技术创新 ·····	74
课堂讨论:瓶盖开启器的技术创新·····	76
技术创新练习(五):快速装夹虎钳·····	76
第六章 机构反求设计转换技术 ·····	78
第一节 已知实物的反求技术 ·····	79
第二节 已知技术资料的反求技术 ·····	81
第三节 反求技术的应用:滚柱双摆线传动·····	84
课堂讨论:反求技术在科技进步中的作用·····	86
技术创新练习(六):游梁式抽油机反求创新·····	87
第七章 机构同性异形转换技术 ·····	89
第一节 同轨迹机构 ·····	89
第二节 同运动规律机构·····	100
第三节 传递函数二重复演·····	102
课堂讨论:同性异形机构的概念、功能和应用·····	107
技术创新练习(七):平动齿轮传动技术创新途径 ·····	108
第八章 技术重组 ·····	109
第一节 技术重组的概念·····	109
第二节 技术重组分类·····	112
第三节 技术重组应用实例——电动自行车·····	120
课堂讨论:普通自行车改装电动自行车 ·····	121
技术创新练习(八):技术重组原理的应用——飞碟(UFO) 玩具 ·····	123
第九章 机构的折叠与伸展技术 ·····	125

第一节 机构折叠与伸展的概念·····	125
第二节 折叠与伸展机构的类型·····	128
第三节 折叠伸展机构的功能与应用·····	131
课堂讨论:飞机起落架的折叠与伸展 ·····	134
技术创新练习(九):四、五杆机构的折叠与伸展·····	135
第十章 机构型模拟变换技术 ·····	138
第一节 封闭式 2K-H 型行星传动技术·····	138
第二节 钢球行星传动的型模拟变换·····	144
第三节 活齿传动的型模拟变换·····	150
课堂讨论:大行程凸轮机构 ·····	152
技术创新练习(十):分体自平衡二联行星轮技术 ·····	154
第十一章 机构变自由度转换技术 ·····	156
第一节 运动副的约束变换及变约束运动副·····	156
第二节 变自由度机构的形成及功能·····	162
第三节 机构变自由度技术的应用:基于可靠性 的破碎机创新设计·····	167
课堂讨论:机构变自由度技术的现状及发展 ·····	168
技术创新练习(十一):机械式爬行车 ·····	168
第十二章 技术创新课程设计 ·····	172
技术创新课程设计 A:自行车的技术创新 ·····	173
技术创新课程设计 B:移动式抽油机 ·····	178
技术创新课程设计 C:应用稳定死点位置设计夹紧机构 ···	181
技术创新课程设计 D:杠杆原理的应用——简易 爬楼小车 ·····	183
技术创新课程设计 E:少齿差行星齿轮的技术改进 ·····	184
技术创新课程设计 F:变速传动轴承 ·····	186
技术创新课程设计 G:内收式雨伞设计 ·····	188
技术创新课程设计 H:基于运动副约束变换的钢材 自动夹紧切断机构 ·····	193
技术创新课程设计 I:导杆减速装置 ·····	194

技术创新课程设计 J: 自动启闭雨伞	197
附录	201
附录 A:《技术创新》课程的教学与考核模式	201
附录 B:《技术创新》课程的教学大纲	211
附录 C:大学生创新能力的培养途径	214
参考文献	229

第一章 绪 论

第一节 技术及其本质、形态与特点

一、技术的含义

技术作为一种历史现象,和人类一样长久。但是,对技术现象的理性认识,特别是把技术作为特定的对象来加以研究,却是较晚近的事。因此,时至今日,人们对究竟什么是技术,仍然众说纷纭,难以统一。

“技术”一词来源于希腊文,最初是指技能、技巧。古希腊著名哲学家亚里士多德认为科学是知识,而技术则是和人们的实际活动相联系并在活动中体现出来的技能。把技术看作是与活动相联系的技能、技巧,是技术的最基本的含义,也是对技术的传统理解。

随着社会的不断发展与进步,技术的含义也在不断变换与更新。人们把在改造自然的活动中逐渐积累起来的能加强活动效果的经验、技能和技巧看作技术。

机器的出现,使近代技术概念的含义除了仍包括个人的技能、技巧外,还包含能强化或提高人的技能、技巧的各种机器和工具等物资手段。

随着机器种类的增加和功能专门化的提高,人们发现对各种不同功能的机器的合理配置和加工次序的恰当组合同样可以强化和补充人的技能,所以把工艺、程序、规则等也包含在技术概念中去了。

19世纪以后,对于复杂机器设备的设计、制造和大机器生产工艺的制定、实施,则在更大程度上依赖于自然科学的参与。那些能直接满足技术发展需要,能在机器设备、工艺程序、工程项目的设计、研制或实施中起指导作用的科学知识便成了技术发展的关键。所以在现代的技术概念中,那些以科学为基础且与技术直接

相关的理论知识也包含到技术概念中来了。

综上所述,应该把技术看作是多种要素构成的复杂的社会系统或现象,它也是技术活动、技术成果和技术成果的社会应用三者的统一体。

技术的广义定义:技术是一种复杂的社会现象,又是人类的一种特殊的实践活动方式;它是人类为提高社会实践活动效率和效果而积累创造并在实践中运用的各种物质手段、工艺程序、操作方法、技能技巧和相应知识的总和。

技术的狭义定义:仅反映一定时间、特定领域或特指内容的技术概念。从狭义技术来看,最早出现的技术是与物质生产活动相联系的生产技术,它所处理的是人和自然的关系,从属于劳动过程,是人类用来把自己的目的和意志传导到劳动对象上去,使之发生人们所期望的变化的重复手段和联系媒介。

二、技术的特点

广义技术作为一切技术的总和,它区别于其他事物的一些基本特征有:

(一) 技术具有人创性

技术的人创性是指任何技术都是人类按照自己的愿望和需要而有目的地创造出来的,不存在天然的技术。技术是人为的,即技术产生于人的活动之中,并随人类活动的发展而发展,依人的存在而存在。没有人,没有人的活动,技术既不能产生也不能发展,甚至不能存在。技术又是为人的,即它是为人的需要服务,受人的利用、选择 and 控制的,不能单独地就技术论技术。

(二) 技术具有合规律性

技术的合规律性是指任何技术都是人在活动中合乎客观规律的结果和体现,不存在违背客观规律的技术。应主动地利用客观规律去从事技术创造和技术开发,加速技术发展的进程。

(三) 技术具有中介性

技术具有中介性是指任何技术都存在于活动主体和活动客体

中间,它是把两者联系起来并使之发生相互作用的中介和桥梁。技术的这一特点是科学、技术、生产形成一体化的内在根据,认识技术的中介性,对于我们制定合理的科技发展战略和科技方针具有重要意义。

(四) 技术具有实用性

技术的实用性是指任何技术都是人类根据实用目的创造出来的,它本身具有直接可用性的品质,并且只有在实际应用中才能体现自己。

技术实用性目的是技术行为的动因,它是为了取得能在实际活动中加以具体运用的手段,技术属于具体的直接的生产力。认识技术实用性特征,对于科技成果向现实生产力转化具有指导意义。科技成果如果仅仅满足于提出样品、样机或仅限于对原理的揭示,而不能或没有及时加以实际应用,即作为现实手段加入到实际生产过程之中,那么它们就不能纳入到技术的范畴之中,当然也就不能体现其技术价值。

(五) 技术具有增效性

技术的增效性是指任何技术都能提高相应活动的效率和效果,不存在无效和减效的技术。技术之所以可贵也就在这里。哪里有高效率或好效果,哪里就存在技术。增效性是判断技术存在、技术优劣的最基本指标。

三、技术与科学的区别

技术与科学,作为活动,二者在所属范畴、活动目的以及所解决的任务方面是不同的。

(1) 活动的目的和任务 科学的直接目的在于发现、阐明、预见自然界已经存在,但尚不为人所知的自然现象和规律,增进人类对它们的认识和理解,属于认识世界的范畴。科学活动的任务是要回答“是什么”、“为什么”和“怎么样”的问题,着重对自然现象和事物的特征、本质、发生发展的条件、限度、趋势和规律性联系加以详尽描述和精确确定。

技术的直接目的在于发明、设计研制自然界本不存在,但却为人类所需要的技术装置、产物和手段,以便更有效地利用自然,控制自然,改造自然,从而改善人类生存的环境,提高生活质量。技术活动则是要回答“做什么”和“怎么做”的问题,着重探讨如何最经济、最合理和最大限度地设法满足规律发生的具体条件,以及如何按照自然事物与现象的属性和规律使之发生人们所期望的改变。

(2) 活动方式和管理要求 科学活动面对的是未知世界,科研人员预先难以断定研究的结果是什么,也难以预料一定在何时会取得结果。因此,科学的目的相对来说是不确定的。科学活动的自由度较大,计划的可控性较差,科研人员可以自由选题并确定其研究范围,问题较为单一,并常在理想的或极端条件下从事实验,失败率较高,要求科研人员具备深刻的、专门的理论修养,对科研的管理一般不太严格。

技术活动一般都有明确的实用目的,定向性强。技术研究或研制人员事先就明确其活动的结果是什么。技术的自由度相对较小,因为一方面要受到技术性能要求的制约,并且只能在现实条件下工作;另一方面也要受到技术使用环境和社会条件的约束,技术活动所面临的多是较复杂、综合的问题,因而其活动强调集体性和有效配合,计划性较强,管理严格。对技术人员的要求,除具备相应的理论知识外,还要有较强的动手能力和广泛的实践经验。

(3) 成果的性质、表达方式、社会价值和影响力 科学的成果是概念、理论、方法、科学假说等知识形态的东西,一般比较抽象;多以论文、专著、研究报告等为表达方式。对科学成果,一般重视其学术价值评价,其经济价值具有潜在性;科学成果一般不保密,而是公开发表,供他人无偿共享;对人们的观念影响较大,可对技术、生产的发展和社会变革发生持久、广泛而深远的影响。

技术的成果则是对自然物、自然力的调节、控制,利用的手段(如工具、机器、设备、工艺等)比较具体而形象;多以物化形态的样品、样机以及信息态的图纸、设计说明书等技术资料为表达方式;

对技术成果的评价一般以有效性为标准,看其是否具有可行性、可靠性、安全性、成熟性、配套性、经济合理性等,以经济价值为主;技术成果一般是保密的,一旦成功,可申请享有专利权,并可作为特殊商品进入技术市场交易,具有直接的经济效益;技术成果的影响一般仅限于特定生产领域。但重大的技术发明也可能引起生产力的巨大飞跃,并进而影响生产关系的调整和社会变革。

总之,科学和技术是人与自然关系中的两个不同阶段,各自有许多不同特点,因而它们的发展也各自具有相对独立性,当然,这仅是问题的一个方面。另一方面,二者之间也有许多共同的特点和联系,特别是随着现代技术的发展,科学技术化和技术科学化日趋明显,使得二者之间的区别和界限越来越模糊,以致在今天当我们谈到科学时不能不涉及技术,而在谈到技术时不能撇开科学。这一点甚至在日常用语方面也体现出来,例如人们常把科学与技术称为“科学技术”,或者缩略为“科技”一词就是很好的证明。不过,这种称谓虽然简洁,但容易引起混乱,因为毕竟科学和技术是不同的。既要注意二者的联系,又不忽视二者的区别,这无论是对研究工作,还是对科技管理工作,或者科技政策的制定都是完全必要的。

四、技术的分类

技术和活动是密不可分的,有活动必有与之相应的技术,因而从原则上来说,有多少种人类活动就有多少种技术。但从总体上来说,人类的活动按领域不外乎三大类,即认识和改造自然界的活动、认识和改造社会的活动、认识和控制人类思维本身的活动。与此相应,所有的技术都可以归结为三大类:自然技术、社会技术和思维技术。

(1) 自然技术 自然技术是人类在同自然界相互作用中产生的一类技术的总称。自然技术的活动对象是客观的自然界,其本质是人与自然的能动关系,其内容是人类认识、利用、控制和改造自然的各种技能、手段与方法的集合。它们存在于人与自然的联

系之中,是人类作用于自然界(认识并改造)的媒介和中间环节。自然技术形成的基础是人在认识自然和改造自然的活动中所积累起来的各种经验和对自然规律的理论认识。

(2) 社会技术 社会技术所反映的是人与社会的能动关系,是人用来认识并控制改造社会以使之按照人们的目的发生相应变化的各种手段的集合。社会技术以反映社会发展规律的社会科学为基础,它要获得成功,必须符合社会发展规律。

(3) 思维技术 思维技术是人们在从事思维活动中逐渐积累起来的、能提高思维效能的各种思维技巧、创造方法、计算技术和逻辑技术等总称。思维技术以思维科学、逻辑学、创造学、心理学、脑科学、计算数学等为理论基础,体现在人们解决问题时的思考过程中。

自然技术主要以处理人与自然的关系为对象,包括两个主要内容:人对自然的认识活动和人对自然的改造活动。所以自然技术可分为认识自然的技术和改造自然的技术。

自然认识技术是直接为人类认识自然活动服务的,它是在认识自然的过程中积累和创造的各种物质手段、活动方式和相应知识的总和。自然认识技术的典型表现为实验技术。

自然改造技术主要是在人类直接改造自然界的现存状态、创造人所需要的各种人工自然物的活动过程中所形成的技术。其典型表现是生产技术。

自然认识技术和自然改造技术并非孤立存在,还有兼具二者特征的过渡技术,例如专业技术和工程技术。

(1) 实验技术 实验技术是人们为了认识自然现象的性质和物质运动的基本规律而创造和使用的各种物质手段、经验技巧和相应知识的总和。它的基本目的在于为科学认识(研究)提供特定的、人工可以控制的典型环境和保障条件。它的基本内容体现在实验设计和科学实验工具(包括仪器、仪表、实验装置和设备等)的安装、调试和操作中。实验技术活动的直接产物是数据或样品,是人们获取、加工、变换自然信息、检测科学假说和理论的直接手段。

(2) 专业技术 专业技术是专门领域通用技术的总称。它既

是技术科学的研究对象,又是技术科学的技术基础。专业技术形成的主要前提是科学而不是经验。

(3) 工程技术 工程技术就是针对具体工程项目,保证其顺利实施的各种物质手段和方法的集合。与专业技术相比,工程技术的经验知识成分更多。

(4) 生产技术 生产技术是直接改造自然的一类技术,它直接体现在生产劳动过程中。生产技术和工程技术在生产中的进一步具体化。

第二节 技术创新的概念及定义

一、国外关于技术创新概念及定义的观点

熊彼特(J. A. Schumpeter)在 1939 年比较全面地提出了创新的概念和理论。但熊彼特本人并没有直接对技术创新下狭义的严格定义。12 年后,索罗(S. C. Solo)提出技术创新成立的两个条件,即新思想来源和以后阶段的实现发展。这一“两步论”被认为是技术创新概念界定研究上的里程碑。

1962 年,伊诺斯(J. L. Enos)首次直接明确地对技术创新下定义,“技术创新是几种行为综合的结果。这些行为包括发明的选择、资本投入保证、组织建立、制定计划、招用员工和开辟市场等”。而林恩(G. Lynn)则认为技术创新是“始于对技术的商业潜力的认识而终于将其完全转化为商业化产品的整个行为过程”。

曼斯费尔尔德(M. Mansfield)对技术创新的定义只限定在产品创新上,他认为,产品创新是从企业对新产品的构思开始,以新产品的销售和交货为终结的探索性活动。

弗里曼(C. Freeman)在 1973 年提出“技术创新是一技术的、工艺的和商业化的全过程,并导致新产品的市场实现和新技术工艺与装备的商业化应用”。在 1982 年明确指出,技术创新就是指新产品、新过程、新系统和新服务的首次商业性转化。

美国国家科学基金会(NSF)提出的技术创新定义为“技术创

新是将新的或改进的产品、过程或服务引入市场”。明确地将模仿和不需要引入新技术知识的改进作为最低层次上的两类创新而划入技术创新定义范畴中。

80年代中期,缪塞尔(R. Mueser)对几十年来关于技术创新的概念和定义的多种表述进行了综合:当一种新思想和非连续性的技术活动,经过一段时间后,发展到实际和成功应用的程序,就是技术创新。在此基础上,将技术创新重新定义为:技术创新是以其构思新颖性和成功实现为特征的有意义的非连续性事件。这一定义突出了技术创新在两个方面的特殊涵义:一是活动的非常规性,包括新颖性和非连续性;二是活动必须获得最终的成功实现。这一定义比较简练地反映了技术创新的本质和特征。但至今国外仍未形成严格统一的技术创新定义。

二、国内关于技术创新概念的界定

技术创新中的“技术”,泛指人类在科学实验和生产活动过程中认识和改造自然所积累起来的认识、经验和技能的总和。这里包含三个层次:一是根据自然科学原理和生产实践经验而发展形成的各种工艺流程、加工方法、劳动技能和诀窍等;二是将这些流程、方法、技能和诀窍等付诸实践的相应的生产工具和其他物质装备;三是适应现代劳动分工和生产规模等要求的对生产系统中所有资源(包括人、财、物)进行有效组织与管理的知识、经验与方法。这3个层次构成了技术创新中所涉及技术的全部内容。

从技术的发展来看,自然存在突然的强劲变动,也存在渐进的微小的弱变化。技术创新的效益高低不能直接仅用技术变动的强弱和大小来衡量,它还与市场的销售量及市场份额、单件产品或单项服务的效益率有关。因此不能忽视小的技术变动在技术创新中的应用。

技术创新的成功主要反映在三个方面:一是当前经济效益的增长,主要是超额商业盈利;二是市场状态的改善,包括抢先独占新市场和原有市场份额的扩大;三是创新主体素质的提高,主要是指其技术竞争力的增强和创新管理经验的有效积累。