



李跃滋
D.G. 杰恩森
E.G. 克拉瓦尔浩 著

陈允智 熊大章 译
贾申祥 朱慧芬
孙 震 审订

教育和工业中的技术创新

新 时 代 出 版 社

教育和工业中的技术创新

李跃滋

D.G.杰恩森 著

E.G.克拉瓦尔浩

陈允智 熊大章 贾申祥 朱慧芬 译

孙 震 审订

新时代出版社

内 容 提 要

本书根据现代社会的需要性和科学技术的可能性,对大学生进行技术创新教育。重点是如何培养创新才能和企业领导才能,更好地为新产品的开发服务。

本书结合工程技术中大量创新实例,阐明了培养创新能力的“参数分析方法学”、思维及精炼过程,并论述了成功经验及失败教训。本书还阐明了管理创新及技术创新互相协调的重要意义,故能很好地启发人们的创新思想。

本书对业务领导及管理干部、科研及工程技术人员、大专院校师生均有较高的参考价值。

TECHNOLOGICAL INNOVATION IN EDUCATION AND INDUSTRY

Yao Tzu Li

In Collaboration With

David G. Jansson

Ernest G. Cravalho

Van Nostrand Reinhold

Company 1980

*

教育和工业中的技术创新

李跃滋

D. G. 杰恩森 著

E. G. 克拉瓦尔浩

陈允智 熊大章 贾申祥 朱慧芬 译

孙 震 审订

新时代出版社出版 新华书店北京发行所发行

国防工业出版社印刷厂印刷

850×1168毫米 32开本 9.25印张 232千字

1982年8月第1版 1982年8月北京第1次印刷

印数: 0,001—4,600册

统一书号: 15241·10 定价: 1.15元

译 序

在1970年以前的半个世纪里,美国的各种新产品技术创新活动蓬勃发展,但是最近十年来却变得落后于日本和西德了。有人认为,这主要可能是因为美国近来把发展重点放到“空间技术”这类尖端技术上去的后果。

面对这一情况,美国政府、工业界、各大学,最近十年来对于“教育和工业中的技术创新”问题,经常进行讨论。讨论中,普遍认为,有必要鼓励创新活动、包括创新教育。这样,就导致了美国国家科学基金会(N. S. F.)决定给予资助,并在麻省理工学院等三个著名大学进行创新教育的试点。麻省理工学院为此,特别由其工学院和工商管理学院的教授们,组成了一个“创新中心”,负责创新课程的教学以及新产品的创新开发,已见成效。本书就是为这一目的,提供教学和讨论的材料。

技术创新教育是智力开发的一个重要新方面。本书内容主要是根据现代社会的需要性和科学技术的可能性,来对大学生进行技术创新教育。重点是如何培养创新才能和企业领导才能,更好地为新产品的开发服务。这对于我国尽快地实现党中央提出的四个现代化和高等理工科教育改革来说,都有很大参考价值。

作者提出了“参数分析方法学”,作为培养创新才能和企业领导才能的基本方法。列举了许多实际例子,来说明“参数分析”的有效性、必要性和可能性。同时生动地阐明了应该怎样进行“参数分析”,对成功的创新事例,作出正确的“参数分析”,从中抽出宝贵的“积木参数”,汇集起来,用做创新训练的教材。每个创新者不断积累并储备在自己“智囊”中的“积木参数”,是帮助他创新的力量源泉。

书中的专业内容,主要是结合机械工程的技术创新来叙述

的。但是也广泛地涉及了光学工程、电子工程、电机工程、能源工程、土建工程和化学工程等的技术创新内容。另外，也阐明了管理创新和技术创新的协调问题，这也是创新成功的重要条件。在所描述的创新实例中，既有成功经验，也有失败教训。

类似于本书这样的有关技术创新教育方面的专著，国内外迄今还没有另外见到过。至于在大学里进行技术创新教育、开设这方面的课程，在国内似乎还没有提到日程上来。因此，本书的翻译出版，可以说是填补这方面空白的开始。

书中有些论点，应该说是尚待商榷的。例如，作者提到，汽车大王老亨利·福特采用的政策（即推行大规模生产方式并且给工人足够高的工资，使工人能成为自己产品的消费者），改变了资本主义的概念。作者认为，以前资本家确实象马克思所说的，是剥削阶级的成员，而福特的政策则使资本家成了代理人或者叫做经理（第一章第4节）。又如，…美国一直号称是创新者的天堂（第二章11节）等。我们这个中译本是完全按照原文翻译过来的，这一点想向读者说明一下。

本书主要作者是麻省理工学院著名教授李跃滋先生，李先生对祖国的四个现代化，甚为关怀和支持，1975及1981年曾先后访问过祖国。

本书第五、六、十一、十二章，由陈允智翻译；第八、九、十章，由熊大章翻译；第二、四章，由贾申祥翻译；第一、三、七章，由朱慧芬翻译。全稿由熊大章、陈允智校对。最后，全书由孙震审订。本书原按麻省理工学院1978年的讲义译出。1980年，本书在美国公开出版。按新书修改原稿的译、校工作，由朱慧芬、熊大章完成。

本书的翻译出版，得到周一萍同志、武强同志的鼓励和支持，特此申谢。

译者

1981年7月于长春光机学院

前 言

李跃滋、D. G. 杰恩森和E. G. 克拉瓦尔浩合著的“教育和工业中的技术创新”一书，是他们多年来作为创新家、企业家的经验结晶，也是他们从事麻省理工学院创新中心的组织、管理工作的成果。麻省理工学院创新中心，是美国国家科学基金会于1973年创办的三个创新中心之一。另外两个，分别设在卡纳吉——梅隆大学和俄勒冈大学。1978年，又在犹他大学建立了第四个创新中心。

创新中心出现于二十世纪七十年代初期。当时，美国的创新活动日趋落后，曾在五十年代、六十年代一度盛行的创新气氛及其带来的利益逐渐消失。人们越来越清楚地看到，虽然美国、曾站在世界创新活动的前列，但对于创新过程以及创新成败的原因却没有很好地理解。既然创新对经济发展和国民生活如此重要，而我们却没能很好地理解创新，由此也没能为更多的年青人提供必要的创新教育，这确是件憾事。传统大学把创新的各种因素，分设在不同的院系进行传授。从某一院系毕业的企业家，把创新的各种因素，根据自己的现实需要来加以综合，事后却很难解释清楚他们的活动过程。看来大学还应担负起一个任务，即不仅为某一学科打基础，还应把创新的各种因素在各院系之间有机地结合起来，从而提供崭新的洞察力和理解。正是这种想法，促使美国国家科学基金会请求议会拨款，在1973年创建了三个创新中心。

在本书中，李跃滋先生和他的合著者，阐述了他们对创新过程的见解、创新的方法学以及一种可行的创新教育方案。各大学可用此来教育未来的创新家和企业家，同时训练创新家和企业

家，为冒险投资公司和整个工业界提供服务。这是一本有见识的好书，内容非常接近1973年美国国家科学基金会规定的目标。本书对各领域的广泛读者，均有极好的参考价值。

美国国家科学委员会委员

R. L. 比斯普林霍夫

目 录

序言	1
第一章 创新的必要性	9
1-1 有关创新的历史情况	9
1-2 最近这次衰退的原因	10
1-3 对美国创新落后的几种观点	12
1-4 “消费者为中心”的社会发展情况	14
1-5 “消费者为中心”的社会中创新的必要性	16
1-6 各种等级的创新	18
1-7 在能源限制条件下所需要的创新	19
1-8 不考虑能源消耗的创新实例分析	20
1-9 建立在时间分配基础上的现代社会结构	21
1-10 在能源限制和时间分配的社会中创新的必要性	26
1-11 政府在发展创新中的作用	27
1-12 创新如何适应工业各部门	28
1-13 “参数分析”用作技术创新训练的方法学	29
第二章 培养技术创新的参数分析方法学	33
2-1 技术创新活动的范围与结构	33
2-2 传统的工程教育方法	35
2-3 企业管理学院的传统教学方法	37
2-4 技术创新的参数分析方法学	38
2-5 参数分析在简单聚会竞赛中的应用：一种训练	42
2-6 创新中参数分析效果的简单描述	43
2-7 积木参数的共性	44
2-8 确定日常遇到的新颖器件的关键参数来 获得积木参数	47
2-9 应用参数分析作为创新方法学的可行训练计划	49
2-10 参数分析与产品开发	51
2-11 刺激与鼓动的诸方面	51
第三章 计算机化轴向层析 X 射线摄影机	

析象器的创新过程	55
3-1 背景	55
3-2 和 B. 戈登的第一次谈话	57
3-3 和 B. 戈登的第二次谈话	59
3-4 对横断面投影系统进行创新的最初尝试	64
3-5 对横断面投影系统的修改	67
3-6 分辨率的研究	70
3-7 对层析摄影机析象器的参数分析	73
3-8 关于象增强的方法	77
3-9 企业家、教师和学生	81
第四章 工业管理与技术创新的协同性	83
4-1 技术创新的开拓者	83
4-2 用反馈控制理论阐述专业管理系统的特性	86
4-3 专业管理的情报流程图	89
4-4 专业管理程序	94
4-5 管理创新的开发	97
4-6 通过联合企业获得技术创新	98
4-7 大公司失败的创新管理现象	99
4-8 创新开发的基本要素	102
4-9 大创新开发项目要素的前提	103
4-10 技术创新情报流程图与创新管理的关键问题	105
4-11 创新开发项目失败事例的研究	108
4-12 过分热心的倡办者事例的研究	110
4-13 技术创新管理事例的研究——模拟器件公司	113
4-14 技术创新管理事例的研究——王氏实验室	117
第五章 对需要性的识别	121
5-1 引言	121
5-2 创新构思的形成	123
5-3 识别某种“需要”的实质	124
5-4 工业生产体系的“用户”所发现的需要	126
5-5 厂方提出的发明过程	129
5-6 由专业发明家将“需要”发展为成品	131
5-7 创办公司的关键时刻——确定新市场	134

5-8 发明家希望第一个设想出一项简单而流行的设计	136
5-9 产品开发的多面性	138
第六章 新设想的产生	140
6-1 引言	140
6-2 发明方法学	140
6-3 技术上的观察	141
6-4 对需要的分析	145
6-5 参数分析	149
6-6 完成阶段	152
第七章 摆动传动和热量、质量、动量传输相结合的创新过程	160
7-1 引言	160
7-2 从热量、质量、动量传输技术开始	162
7-3 摆动传动原理概述	164
7-4 气态核动力火箭的旋转传动装置	164
7-5 摆动传动装置的分析	167
7-6 用于咸水淡化和其它过程的快速蒸发器	172
7-7 连续蒸馏塔的理论研究	179
7-8 连续蒸馏过程的参数分析: 第一部分: 平衡状态和不平衡状态	182
7-9 连续蒸馏过程的参数分析: 第二部分: 最佳设计原理	183
7-10 作者的看法	191
第八章 非刚性结构与几何结构形式的关系	192
8-1 引言	192
8-2 比萨塔的复位问题	192
8-3 钢缆风车	201
8-4 一种经过创新的弓	207
第九章 创新中的热力学	216
9-1 创新的热力学	216
9-2 单纯守恒机械系统元素	218

9-3 单纯热力系统元素	220
9-4 非联接热力学系统	222
9-5 单纯损耗系统元素	222
9-6 联接热力学系统	226
9-7 循环系统	230
9-8 结论	246
9-9 李跃滋的注释	246
第十章 创新概念的评价、投资和开发	249
10-1 创新开发中的基本投资和风险因数	249
10-2 趋近成熟的新公司的高风险因数例子	252
10-3 创新评价过程	253
10-4 为 XYZ 公司重新筹集资金的条件分析	256
10-5 能源创新评价和发展计划	260
10-6 能源创新评价计划中的关键问题	261
10-7 对于能源创新的财务支持评价	264
第十一章 参数分析和学生反应	266
11-1 引言	266
11-2 参加“位能大竞赛”	267
11-3 竞赛指导	267
11-4 “位能大竞赛”的参数分析	270
第十二章 讲授技术创新为工业服务	276
12-1 背景	276
12-2 培训技术创新家的特点和条件	277
12-3 推荐一种讲授技术创新的机构	279
12-4 有限公司的特点	283
12-5 创新协会的各种作用	283
后记	285

序 言

“教育和工业中的技术创新”的原稿，是在1978年5月麻省理工学院举办创新和创新中心报告会前赶写出来，供大会讨论的。因为既要筹备会议，又要赶写稿子，所以当时作者和同事们没有时间考虑这篇稿子应达到的有效程度。但是五个月之后，我们有了足够的信心，要正式出版这本书。李跃滋先生除了在美国许多场合，还在荷兰和中国多次介绍过此书，并就技术创新问题进行了讨论。E. G. 克拉瓦尔浩在日本介绍了此书。D. G. 杰恩森还在加拿大一次创新讨论会上，就此问题作了报告。从所遇到的人们的热情，可以看出，人们尽管有不同的文化、政治和经济背景，但对于寻求某种刺激，以促进技术创新这种人类基本本能的兴趣是共同的。

本书概述了一种方法学，用它可以达到上述的目标，还能配合美国全国性的运动，在美国造成一种生气勃勃的技术创新气氛。卡特总统为了促成这一运动，曾经组织了以商业部长 J. M. 克莱普斯为首的专门班子，为他提供这方面的建议。

如何利用本书介绍的方法学来促进创新，并配合卡特总统发起的全国性运动的问题，在讨论了克莱普斯部长专门班子的目标和创新开发的基本理论后，就能得到更有效的探讨。为此，让我们先引用总统科学顾问（专门班子组织者 F. 蒲瑞斯博士）在创新和创新中心报告会上重点发言●中的一段话。蒲瑞斯博士在阐述了创新的必要性后，提出了以下建议：

● “The Importance of American Industrial Innovation”. Proceedings of the Symposium of Innovation and Innovation Centers. MIT Innovation Center.

1. 改进政府资助的长期研究工作

第二次世界大战以来，美国存在着一种“研究——开发——商品化”的模式。这对于政府资助的大学和政府实验室进行的基础研究来说，是成功的。在工业实验室中，在小一些规模上，也是成功的。基础研究的成果为应用研究和开发打下了基础，并导致了应用研究和开发。然后再通过私人企业使其商品化。虽然这种模式工作良好，并且许多人士（其中还包括一些国外观察者）都认为这就是美国能在科技方面领先的原因，但是，我们还是有必要对此重新加以评价，并研究如何进行改进。根据目前存在的情况（例如不断变化的条件和需求、竞争以及其它国家的成功经验），我们应该对此重新进行深刻的考虑。

2. 税收刺激

通过修改政府政策，来鼓励更多的工业投资，从而导致创新的办法有很多。财政部长 M. 布罗门塞谈到的一种方法，涉及到新的税收刺激。通过新的税收刺激，我们可以鼓励工业部门增加投资。其中一部分可用作扩大资本（用来建造新厂房、购置高级设备），以产生直接的经济效益。另一部分，如我们所希望的，可用作研究和开发经费，用来产生长远的影响。我们政府机构要执行这种政策。

克莱普斯专门班子建立以来，随着美元贬值，美国经济状况不断恶化。“1978年上半年，美国商品贸易逆差为 149 亿美元。而西德和日本商品贸易顺差，分别为 490 亿美元和 630 亿美元●。”“时代”杂志登载的这些倒退情况和蒲瑞斯报告中所说的情况是一致的。其实，这种情况早在七十年代初就为人所知了。因此，美国国家科学基金会制定了研究和开发促进计划。在1973年，为麻省理工学院、卡纳吉——梅隆大学和俄勒冈大学提供资金，创建

● “The Innovation Recession,” Time, October 2, 1978.

立了三个创新中心（1978年又增加了犹他大学的创新中心）。这些创新中心的目的是，要在大学里，把学生培养成未来的企业家和创新家。这一“试验”的结果，在创新和创新中心报告会上，作了汇报。这里就不详述了。

李跃滋先生根据他在麻省理工学院创新中心工作的经验，认识到创新过程的以下四大方面：

1. 社会中工业活动的发展，是研究和开发活动以及创新活动这两种作用，相互再生过程的结果。被证实了的创新，是应用研究和开发成果最有效的形式；而研究和开发的新发现，又常常对创新活动起到促进作用。在这个问题上，传统的“小鸡和鸡蛋”的概念非常适用。

虽然，促进创新最有效的办法还有待进一步探讨，但是，我们有充分理由可以说，单凭研究和开发的金钱投资，不足以保证产生有价值的创新，也不能保证创新对研究和开发的反作用，使循环持续进行。那个“用于国家需要的研究计划”，花了几亿美元之后宣告收场，就是一个典型的例子。

2. 普通的大学教育，是传授和积累知识的良好方式。研究和开发工作能很好地提高已被证实的创新的性能（如1.中所述）。这对积累知识同样也是很有效的。在大学中，把学生培养成出色的研究人员和教授，从而发展并传授新知识的过程，构成了与1.中所述不同的另一种再生循环。目前这两种循环之间联系很少。因此，虽然在大学里增加研究开发基金，能有助于教育循环，但不一定对创新循环有帮助。

3. 由于上述原因，导致了要找到一种培养创新技巧方法学的愿望。这种方法学可用于传统的大学课程中，教授那些立志当企业家或创新家的学生们。大多数人认为创新家是天生的，不是造就的。可是，既然运动员的技巧可以通过训练来提高，那末创新家同样也能训练出来。的确，训练创新家使其在世界市场的竞争中取胜，和训练奥林匹克运动会的选手非常相似。

4. 运动项目的优胜者,在竞赛和训练中,需要的是技巧和毅力。对于创新家来说,相对应的是一种“动力”。这比运动需要的毅力复杂得多。为了在工业中取胜,领导者不仅自己要有动力,来进行创新开发活动,还得调动所有的工作人员跟自己一起干。在新企业的创业阶段,这种鼓动工作有时比技巧和知识更为重要。因此,即使有了培养创新家的方法学(如3.中所述),如果学生和教师没有调动起来,那末这种方法学仍然毫无用处。

创新过程的这四大方面,是“教育和工业中的创新”一书的纲要。针对蒲瑞斯讲话中提出的解决办法,和以上描述的四大方面,来分析一下各章的内容,可以帮助读者更好地理解本书的目的。

第一章概述了创新的必需性,并呼吁政府给予支持。这一章区别了直接市场对创新的支持,和发展旨在提高集体创新能力的方法学对创新的支持。前者通常被认为是短期目标,一般可从私人方面得到支持。而后者是为了社会的长远利益,因此需要得到政府的支持。

在发展创新方法学中,重点应该放在不断提高满足当前社会需求的能力上。蒲瑞斯博士建议的、值得进行的全国性目标,即“重要的工业创新”,或“创新中的跃进”,在观察创新历史时,只是一种统计现象。一般说来,人们只看到各个重大创新的累积成果。但是,事实上,创新开发的进展是递增的,是创新者和资助者连续奋斗的结果。创新方法学可以提高创新开发的效率,提高创新者与资助者对话的效益。这种方法学还能鼓励大企业领导,放心地走虽冒风险但却是创新的道路,这就是普莱斯提到的另一个问题。

第二章论述了创新可以训练和符合逻辑的理由。它的基础是传统的工程教育。为了便于教学,传统的工程教育把知识划分成各个学科和其它有系统的形式。但是这对于创新来说却太呆板了。相反,每个创新者需要扩大建立在基本物理结构和系统性能基础

上的知识。创新是相互作用的成果，涉及到如何使结构适应所观察到的需求。本书称为“参数分析”的传授创新的方法学，介绍了创新者如何下意识地进行思考，如何组织自己头脑中的“积木参数”，从而产生出可传授的知识。

第三章对计算机化轴向层析X射线摄影机析象器的创新活动，作了实例分析。这一章阐述了参数分析的含义，并揭示了最佳创新者，如何在解决问题中运用勇气的推理过程。

第四章介绍了以管理者为中心的工业过程和以创新者为中心的过程的动态特性。后者的长期不稳定性，解释了许多大公司不敢进行创新的原因。参数分析方法学可以认为是弥补这种困难的办法。在这一章中，还提出了创新开发的情报流动图，可用来帮助管理者激励创新集体的积极性。

从第五章到第九章，介绍了发展创新方法学来传授创新的初步尝试。这种尝试把知识划分成新的结构形式。作者和同事们认为，通过平衡各技术学科，可以组成另一套独立的知识，其重点放在实际的或原理的结构积木参数上。例如，“频率反响”、“阻抗匹配”和“涡流卷”是有关几种学科的三个积木参数。在作为工程科学来教授这些学科时，重点放在如何通过数学模式，例如富里叶变换、位流理论，把它们和学科的基本原理联系起来。但是，在创新者头脑中，考虑的只是积木参数中的关键参数，而很少考虑到那些数学模式。

通过参数分析来教授创新方法学，和教授工程科学大为不同。后者结构严密，逻辑推导连续，因而很容易吸引学生的注意力。与此相反，参数分析的目的在于培养人们在一系列参数中选择关键参数的能力。应该鼓励学生在课堂内外参加这种练习。虽然人们认为，可能组成与参数分析有关的庞大知识整体，但是，在传授时，学生必须积极参加活动，让学生首先提出自己的观点。当教师和学生共同证明新任务被解决时，会出现最激动人心的场面。

“参数分析”作为一种方法学，是作者和同事们在麻省理工学

院首创的。创新和创新中心报告会上，对此展开了辩论。争论中心是“人们是怎样进行思考的？”虽然参数分析方法学阐述了一种思考过程，但是它能不能代表大多数创新者的思考过程，并发展成一种方法学呢？还是每个人的思考方式都不同，因而不存在这种概括的必要性呢？

在确定创新者倒底有没有统一的思维过程前，人们也许都会同意，由于本性或者通过训练，可以使一些人分析地进行思考。这些人一般接受理工科教育很容易。但另一方面，有些人认为自己是直觉地进行思考，因此不太愿意上工程学科的常规课程。什么是直觉思考呢？我们能否从中提取精华，经研究后来加强并推动它呢？因此，不管创新者是否有统一的思考方式，创新者的需求总是存在的。而参数分析方法学正是满足这种需求的一个途径。令人鼓舞的是，在麻省理工学院，这种方法学得到了资助，可能进一步发展。作者的许多同事们，对这种方法学的有效性，表达了日益增强的信念。

第十章介绍了一种能调动学生踊跃参加的有趣活动。但与此相反，对于产品开发却只有少数学生愿意参加，尽管大多数人希望以后某一天将成为企业家或创新家。在少量参加产品开发的学生中，主要困难是缺乏经验，需要很长时间才能使开发成果变为现实。因此，需要不断地花费时间和精力，这与学习任务是有矛盾的。

第十章还介绍了一种有效地运用参数分析来改进创新的方法，尽管在这项活动中，并没考虑投入市场的问题。

第十一章介绍了创新家和企业家如何作出不懈努力，利用初始资本来证明产品经营的冒险因素不大，从而获得倡办人的认可。如何具备创新能力、如何能获得资本以及如何能完成计划，是企业管理的必要训练内容。在这些方面，参数分析被认为是非常有益的。因为它能帮助创新者提出令人信服的观点，作出有效的发展计划，帮助投资者更好地理解面临的创新项目。