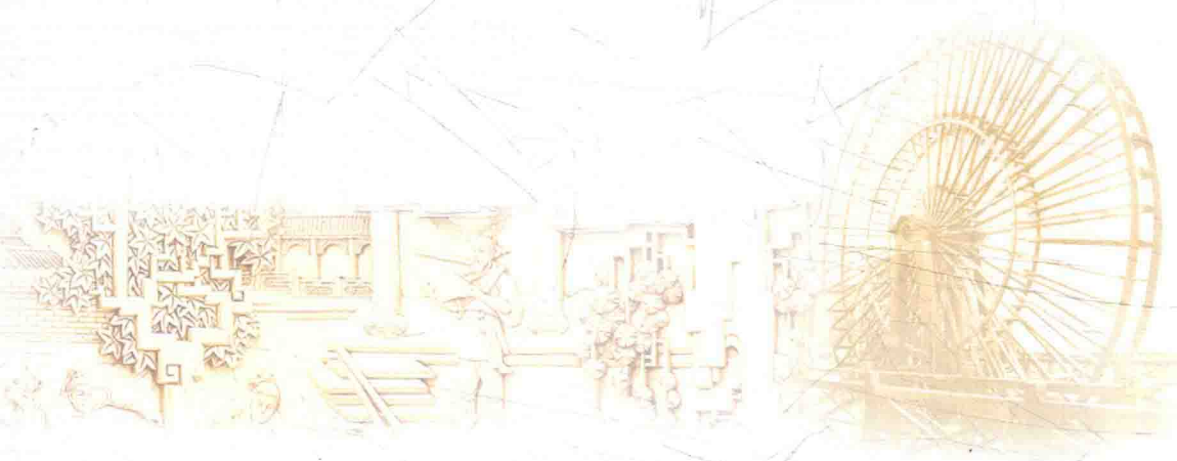


诚外无物 匠韵绝伦

工匠革新36技

李葆文 编著



冶金工业出版社

www.cnmp.com.cn

诚外无物 匠韵绝伦

工匠革新36技

李葆文 编著

北 京
冶金工业出版社
2017

内 容 提 要

本书结合古今中外创新案例及作者系统深入的研究,提出了工匠革新 36 个技法。每技均以四字成语命名,每个技法的结尾是“实战课堂”,将作者熟悉的设备管理和 TnPM 体系推进中遇到的管理革新案例编入其中,最后是“妙技锦囊”,进行“点睛”式总结。

本书是侧重于工匠革新方法和技巧的探索性研究书籍,也是通俗易懂的科普读物。无论是科技工作者还是企业基层员工都会通过阅读本书得到启迪和帮助,同时也可供大专院校和职业技术教育机构的广大师生阅读和参考。

图书在版编目(CIP)数据

诚外无物 匠韵绝伦:工匠革新 36 技 / 李葆文编著. —北京:冶金工业出版社, 2017. 5

ISBN 978-7-5024-7504-8

I. ①诚… II. ①李… III. ①工业技术—技术革新—世界—通俗读物 IV. ①F414-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 079488 号

出 版 人 谭学余

地 址 北京市东城区嵩祝院北巷 39 号 邮编 100009 电话 (010)64027926

网 址 www.cnmp.com.cn 电子信箱 yjcbbs@cnmp.com.cn

策划编辑 任静波 责任编辑 杜婷婷 任静波 美术编辑 彭子赫

版式设计 彭子赫 责任校对 卿文春 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-7504-8

冶金工业出版社出版发行;各地新华书店经销;北京博海升彩色印刷有限公司印刷
2017 年 5 月第 1 版, 2017 年 5 月第 1 次印刷

169mm×239mm; 16.5 印张; 321 千字; 256 页

88.00 元

冶金工业出版社 投稿电话 (010)64027932 投稿信箱 tougao@cnmp.com.cn

冶金工业出版社营销中心 电话 (010)64044283 传真 (010)64027893

冶金书店 地址 北京市东四西大街 46 号(100010) 电话 (010)65289081(兼传真)

冶金工业出版社天猫旗舰店 yjgycbs.tmall.com

(本书如有印装质量问题,本社营销中心负责退换)

前言

作者通过对古今中外大量的工匠革新活动进行反复比较研究，并按照其革新的主导思路进行了归纳，提炼出了工匠革新36技。

其实，革新发明的当事者在当时并不一定是自觉地使用我们所划分的方式进行革新的，只是我们后人把这些革新方式进行了归类划分而已。这种划分的意义在于可以引导后来者利用这种划分来启发思路，朝着我们给出的不同划分方向思考、碰撞，有所突破。无疑这可以使革新者少走弯路，缩短迷茫和探路时间，尽快达到成功彼岸。正如门捷列夫元素周期表的作用，虽然我们在空白处尚未发现某个化学元素，但朝着这个方向研究探索是有希望的。

俗话说“三句话不离本行”。因为作者是从事设备管理研究的，提出的TnPM管理体系也算是一种管理上的革新。在本书的每节结尾之处，作者以“实战课堂”的形式，介绍一个设备管理案例，以呼应该节的主题。最后以“妙技锦囊”为题加以“点睛”，对本节的核心思想进行概括。

不排除后人会发现其他分类方法，突破36技所给出的范畴，也不排除全新的分类和界定方式诞生，我们拭目以待，这也正符合作者所给出革新的“渐进”历程。

作者期望本书在培育工匠大师的崎岖道路上，像是一个路标；在波涛汹涌的创新海洋上，像是一盏灯塔。

作者要感谢亲爱的夫人郑毅女士，是她在忙碌的生活琐碎间隙，与作者讨论工匠技能划分的合理性，帮助作者检索和提供了大量鲜活资料，给出十分有益的见解。感谢作者的儿子李云宁和儿媳郑欢，他们以其广博的古典文学基础，从革新与国学结合的角度，对本书的整体架构以及内容提炼等方面提出很多珍贵

的建议和修正。还要感谢作者的好友和亲密伙伴徐保强先生，是他启发作者进行工匠课题的研究，并不断地提醒和默默支持作者的研究和著述。作者也要感谢冶金工业出版社给本书的架构提出很多建设性的指导意见，并全力支持本书的出版发行。最后要感谢作者年轻的助手李小龙、姚志豪和裯俊良先生，他们不辞辛苦地帮助作者修改原稿、提出意见和校对书稿，给本书注入了更多青春活力；感谢学府集团策划团队的熊军经理以及他领导的团队成员马洪泽、苏彦祥先生和陆佩泳小姐，感谢他们出谋划策、修改图标，从美学角度提出的建议，并对本书出版付出汗水和辛苦。

李存文

2017年3月

目 录

大国新工匠 1

促进工匠成长的战略意义 1

工匠的成长环境建设 3

工匠革新36技概述 5

工匠革新36技 8

第1技 海纳百川 8

第2技 化整为零 13

第3技 周而复始 19

第4技 更新换代 25

第5技 重峦叠嶂 31

第6技 大道至简 36

第7技 纵横交错 41

第8技 层出不穷 46

第9技 四平八稳 50

第10技 东倒西歪 56

第11技 精雕细琢 61

第12技 伸缩自如 68

第13技 留有余地 73

第14技 草船借箭 78

第15技 五味俱全 84

第16技 须弥芥子 91

第17技 滴水成冰 98

第18技 偷梁换柱 105

第19技 上下左右 111

第20技 曹冲称象 117

第21技	五光十色	124
第22技	千形万态	134
第23技	五音六律	144
第24技	格物穷理	149
第25技	牵肠挂肚	158
第26技	接连不断	164
第27技	一反常态	173
第28技	跌宕起伏	181
第29技	虚虚实实	186
第30技	丢卒保车	193
第31技	否极泰来	199
第32技	含沙射影	206
第33技	前车之鉴	214
第34技	势不可挡	221
第35技	相互依存	230
第36技	天罗地网	236
组合应用实务		243
后记		253

促进工匠成长的战略意义

近代重视高效率、低成本、标准化的大生产模式，是对传统“如切如磋，如琢如磨”工匠精神的冲击，销蚀了“人”的创造性。老福特用生产线工人重复、机械式的劳动，提升了效率，把复杂多样化的工作，变成简单的工作，造就了汽车帝国。就像饭店把“大厨”赶出去，才让麦当劳、真功夫、海底捞等餐饮公司取得成功一样。

那么，我们要不要重拾工匠精神，要不要促进工匠的成长？

理性地分析，即使是注重大规模、高效率、低成本、标准化的生产，也要先以工匠的革新创造为基础和基因。

一个新汽车车型的诞生，包含着不少工匠的智慧，每个受人欢迎的车型，都应该是匠心荟萃；一餐美味，蕴藏大厨的精心设计和试验，每道大受食客欢迎的标准化美味佳肴，都蕴含着大师的丰富经验与技艺。

因此，规模化的生产是以工匠与大师的精湛劳动成果为基因的。没有这些，就无法标准化和批量化的生产，就无法给企业带来丰厚的利润。

在历史上，我们中国的四大发明对人类文明和进步促进作用很大。

我国历史上涌现出大批工匠人才，例如以木器制作闻名的鲁班、架起赵州桥的李春、发明地震仪的东汉天文学家张衡。始建于秦昭王末年(约公元前256~251年)的都江堰，是蜀郡太守李冰父子在前人鳖灵开凿的基础上组织修建的大型水利工程，由分水鱼嘴、飞沙堰、宝瓶口等部分组成。两千多年来一直发挥着防洪灌溉的作用，使成都平原成为水旱从人、沃野千里的“天府之国”，至今灌区已达30余县市，面积近千万亩，是全世界迄今为止，年代最久、唯一留存、仍在一直使用、以“无坝引水”为特征的宏大水利工程。李冰父子当之无愧应被称为大工匠。

《庄子·养生主》中讲：“庖丁为文惠君解牛，手之所触，肩之所倚，足之所履，膝之所踦，砉然向然，奏刀騞然，莫不中音。合于《桑林》之舞，乃中

《经首》之会。文惠君曰：‘嘻，善哉！技盖至此乎？’庖丁释刀对曰：‘臣之所好者道也，进乎技矣。始臣之解牛之时，所见无非牛者；三年之后，未尝见全牛也。方今之时，臣以神遇而不以目视，官知止而神欲行。’”我们可以用出神入化、道技合一来形容庖丁的宰牛技术，这里蕴含了深刻的工匠韵律。

我国古代“圆者中规，方者中矩”的编钟、“白如玉，明如镜，薄如纸，声如磬”的景德镇瓷器、“咫尺之内再造乾坤”的苏州园林无不凝结着大国工匠的技艺。

我国在古代还制定了《工律》《考工记》《营造法式》等工匠制度和技法，形成了师徒相传、物勒工名的工匠传承规则。

工匠于国家的重要作用，如同基石于高楼的作用一样。大国之所以强，强在经济力，经济力之所以强，强在产品，产品的价值是靠工匠精神打磨出来的。

当今的美国之所以强，在于不断涌现出像微软的创始人比尔·盖茨、苹果的创始人乔布斯、英特尔的联合创始人格罗夫、谷歌的联合创始人拉里·佩奇和谢尔盖·布林、脸书的创始人马克·扎克伯格、推特的联合创始人埃文·威廉姆斯、亚马逊的创始人杰夫·贝索斯、优步的联合创始人特拉维斯·卡拉尼克等著名的、性格各异的“工匠”人物。而这些工匠级人物，很多都是在车库里成长起来的。没有他们，就没有美国经济的繁荣，也就没有美国的强大。从这种意义上说，是工匠精神成就了强大的美国；从这种意义上说，也是工匠精神促进了一个国家的强大，德国如此、日本如此、瑞士如此、以色列也是如此。

综观近代历史，从康乾时代，我国就开始衰落下去。从英国的工业革命开始，经历过三次工业变革，让西方世界发展强大起来。细想一想，无论是汽车、火车、飞机、大炮、电灯、电话、电视、冰箱、电脑、手机等代表现代文明的标志性发明都不是中国人创造的。我国曾经以工匠闻名，如今却要面对优秀工匠匮乏的窘境。

日益规模化、效率化的生产，又让中国的不少企业忽略了其背后的工匠创新和发明，简单的重复性操作还让企业忽略了手口相传的师徒制度。

大规模、高效率的生产，无论其产品的原型设计还是工艺的实现都离不开道技合一、精益求精的工匠精神。前者是显性的，而后者是隐性的，往往是被忽略的。德国的现代化道路，从表面看是技术兴国、制造强国之路，从深层次看，是德国人对技术工艺“宗教般”的狂热追求。德国人常说：物美就不会价廉！这也是为什么德国一把菜刀的价格都要比我国的贵上好几倍。因为他们对技术的追求远远超过急功近利的利润追求，这反而让他们的产品附加上更高的价值。

无论是德国还是日本，从教育制度、社会习俗都形成了崇尚工匠的文化和机制。而远在西半球的美国，车库、校园和政府公共机构到处都有“极客”“创客”的孵化器，无人汽车、六轴无人机、机器驮驴等都是这样创造出来的。

“中国制造”靠大国工匠的努力，这已经成为不可避免的历史性选择。营造工匠成长环境，培育工匠文化，设计工匠培育成长机制将是中国制造强国的必由之路。

将工匠精神赋予“互联网”思维，我们称之为“新工匠精神”。在当代中国，我们不仅应该提倡工匠精神，还要与时俱进地植入“网络”元素，植入时代进步的基因，以“新工匠”代替传统的工匠，善用网络，以网络为工具，同时契合互联网的发展脉络，加互联网或者互联网加，踩在互联网上创新和发明，达到事半功倍的效果。

让祖国成就无数工匠，让工匠成就强大中国。

工匠的成长环境建设

作曲家勃拉姆斯说：“没有工匠，灵感只是风中一支摇曳的芦苇。”看来，工匠是让灵感落地的人物。

工匠精神的内涵就是精益求精、严谨、一丝不苟、耐心、专注、坚持、专业、敬业。

德国哲学家尼采说：“一个民族，需要两种精神：一个是酒神精神，一个是日神精神。”酒神精神是冲动的、叛逆的、不循规蹈矩的、颠覆性的；而日神精神强调的是秩序、理性、技术、流程。这两者结合起来，才能形成一个民族的创造力，才是真正意义上的工匠精神。

我们呼吁制造业回归匠心，回归本质，把工匠精神植入制造行业。至真至善，恪守唯美，让制造成为社会文明的福祉。

工匠的成长往往是自发的，天赋加后天的勤奋、百折不挠的韧性等，都是造就工匠的前提条件。

然而，营造一个大环境和大气候，对于更多工匠大师的成长就如同阳光、甘露和土壤。

在“工具理性”占主导地位的当今社会，人们崇尚的是机器和设备的巨大功能，但往往忘记这些“工具”背后的“巧匠”沉淀。适当回归并提倡“人本理性”的工匠精神尤为重要，这是阴阳互补的一种平衡。

野生植物固然很好，但人工栽培让人类更加富裕。天生的工匠我们不容忽视，优秀的后天环境也会让工匠成长更迅速，队伍更壮大。

工匠、大师是人，工匠成长就是要讲究人的成长和培养环境。

无论从社会层面还是企业层面，首先要建立起工匠、大师潜质发现机制。从遴选机构的建立，到工匠发现遴选标准的设计，再到工匠苗子的发现、选择以及后续的培养都要逐渐完善起来。

工匠苗子的遴选要不拘一格，不能求全责备，要注重专业特长，也要注意考察其工作毅力和韧性。

工匠革新精神的培养十分重要，要完成从小农意识的小富即安，到猎人意识的永不满足；从农夫意识的重复守旧，到猎人意识的充满好奇；从小农意识的固执己见，到猎人意识的敢于突破；从小农意识的信命靠天、不越雷池，到猎人意识的跌倒重来这一“里程碑”式的转变。工匠既需要学习吸收，又需要冒险坚韧；既需要多元包容，又需要探究解惑。

匠心的培养最艰难，也最重要。所谓的匠心就是要有强质疑精神，擅长跨界思维，追求完美而不失实用。他们兴趣广泛而有侧重，从不惧怕失败，敢冒风险却又管控风险。

遴选出的工匠苗子，要给予理论上、技能上和创新技巧上的强化培养。既有理论，又有实践；既有基础，又有拔高。不能光撒种子，还要施肥、除草和浇水。

为了让这些工匠专心致志、不受干扰地进行研究革新，还要为其创造良好的工作环境，也就是大师工作室的建设。工匠的创新需要有相关的仪器、设施、工具和辅助人员配合。大师工作室的建设要本着自力更生、因陋就简、就地取材、靠近现场、方便钻研的原则进行。

不食人间烟火，出于兴趣爱好的“纯粹”或者“野生”工匠肯定存在，但毕竟数量有限。“人工栽培”有利于大量复制。一般而言，工匠既有梦和对愿景的追求，也会有物质欲望。对他们的激励也是需要精心设计，包括荣誉激励、信任激励、冠名激励、长远激励、即时物质激励等，要激发他们的持续革新激情。

工匠的后勤保障也十分重要。不要让大师疲于奔命于一些细微小事，而浪费宝贵的革新时间。这些后勤保障包括资金、材料、人员、设备、环境以及时间等要素。条件允许，尽量通过创新简洁的机制和辅助人员协调解决上述相关问题，保障工匠创新的流畅工作流程。反过来，工匠并不是娇惯出来的，也需要困难的磨炼，自身要有面对困难、迎难而上、克服困难、解决问题的韧性。

工匠的初期成果一开始往往是实验室里的，是缺乏批量化检验的，也是需要专利保护的。促进这些成果的价值转化不但是企业和社会的使命，也是保护工匠革新积极性的重要因素。

工匠的成长不容易，要充分发挥这些工匠、大师的带动作用。通过标杆的树立、宣传造势、大师工作室参观、经验介绍、师带徒等形式，扩大这些工匠大师

的影响。以点带面，带动一片，让更多人羡慕工匠、模仿工匠、学习工匠，走上工匠成长之路。当然，这种“虚”的活动不宜太多，不要让工匠整天沉浸在频繁的“荣誉展示”和“社会活动”之中而忘记本源。保证工匠的创新时间和工作重心同样十分重要，这需要做好平衡。

工匠一大师的绩效评价与鉴定是保障大师持续涌现的长效机制。

一般工匠的成长可以划分为孕育阶段、成熟阶段、巩固阶段和推广阶段。在孕育阶段，重点在于培养工匠的精益求精、执着钻研的精神；在成熟阶段，侧重于培养其难题攻关和解决能力；在巩固阶段，侧重培养其创新专利、成果转化能力；在推广阶段，则是培养其经验分享和带动能力，以扩大工匠的社会影响作用。

我们也可以把这四个阶段再细分，将大师划分为八个级别水平。

在工匠成长环境营造中，我们也要注意不要急于求成、揠苗助长；不要搞形式主义，人为塑造；更不可铺张浪费、过分投入，违背“自然天成”的客观规律。

我国是十几亿人口的泱泱大国，这可是十分宝贵的人力资源。从电视节目里的星光大道、最强大脑比赛、各种才艺表演中，我们会发现各式各样的奇才。应该说，散布在中国大地上的工匠人才之多甚至可以超过某些小国家的全国人口数。关键是如何把他们发掘和培养起来。这块资源的开发和潜能发挥，就可以打破任何国际上的技术垄断和封锁，仅靠自力更生就能够让我们研究、创造、发明和制造出世界上任何种类最先进的产品。这就是人口众多的大国优势！

工匠大师成长环境的建设，对于工匠大国塑造，无疑是具有战略意义的举措。

工匠革新36技概述

我们喜欢用工匠大师“革新”来概括其创造活动。所谓的“革新”是破旧立新，是继承发扬的意思，并不是一切从头开始和空穴来风的创造。

作者曾经研究过俄国学者根里奇·阿奇舒勒（G. S. Altshuller）所创建的TRIZ理论，他对创新的总结和提炼具有划时代意义。

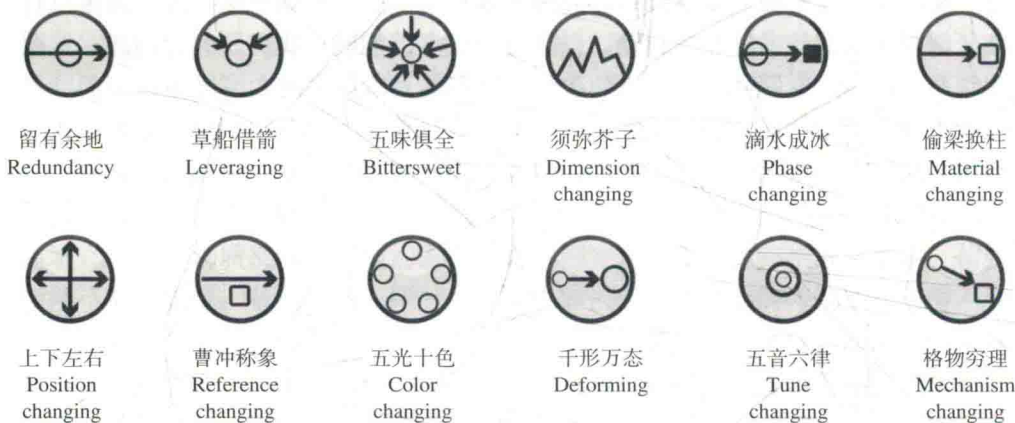
结合工匠大师的革新这一主题，笔者换一个角度，提出全新的分类方式，我们用“36技”来称呼。这“36技”，既与中国孙子兵法的“36计”谐音，又界定

了一个可以区别出差异的创新分类方法。

值得指出的是，某些革新内容也许可以同时归类为不同的革新分类范畴，这是因为我们归类的视角不同，或者因为革新内容本身就具有多质性。例如，某些革新既属于“音变”的革新，又属于“渐进”的革新，另外一些革新既属于“聚合”的革新，也属于“缩放”的革新。这“36技”无疑可以帮助工匠们打开思路，找出革新规律，由自发、自然的革新变成自觉、有序、有效的革新，会让工匠的创新快速突破，成果倍增。工匠革新的36技如下图所示。



工匠革新前12技



工匠革新中12技



牵肠挂肚
Linking



接连不断
Joining



一反常态
Reversing



跌宕起伏
Pulsing



虚虚实实
Intermedia



丢卒保车
Gaining
from losing



否极泰来
Counteracting



含沙射影
Reflecting



前车之鉴
Lessoning



势不可挡
Overwhelming



相互依存
Interdepending



天罗地网
Netting

工匠革新后12技



工匠革新 36 技

第1技 海纳百川

释义：“海纳百川”就是将不同的子系统和个体集聚在一起，形成合力，或者铸成更加强大的功能，其应用的手段包括聚合、融合、整合、组合、凝聚、合成等。

标识符号：



我们的祖先很早就懂得“海纳百川”和“聚合”变革。在武侠小说中，我们经常看到英雄人物手中的宝剑锋利无比，甚至可以“削铁如泥”，这是纯属夸张，还是有一定的道理呢？1965年，我国的考古工作者在湖北江陵发掘出战国时期的一柄古剑。这柄古剑已经长埋地下两千多年，依然光芒四射、锋利无比，令人惊叹。据考证，这柄古剑是越王勾践用过的，具有很高的文物价值。科学家们运用先进的检测方法对这柄剑进行了检测，结果发现剑所含的元素达9种之多，有的还是稀有元素，这把宝剑是古代多种金属元素的“聚合”。

欧冶子，战国时期的越国人，为中国古代铸剑鼻祖。他几十年专注铸剑，用心冶炼，精雕细琢，他为越王勾践铸出的五把剑，名为湛卢、纯钩、胜邪、鱼肠、巨阙，每一把都为名剑。

再看现代广为人知的合金，同样也是物理化学“聚合”的很好例子。就拿不锈钢的发明为例，布诺顿受命于英国政府研究武器，他研制了很多合金，发现都不好用，把它们全都丢进了垃圾堆，一场暴雨过后，他发现垃圾堆里所有的合金都生锈了，只有一种合金却熠熠生辉，他带着疑问将它带进实验室，发现这种合金含有数量很多的金属铬，也就是说含有一定比例铬的钢不会生锈。为了进一步证实自己的观点，他又把这块合金放在水里，还有酸、碱溶液里，进行观察，却没有发现丝毫的被腐蚀现象。不锈钢就这样诞生了。

将难溶金属如钨、钼、钛、钼等的碳化物硬质微粒与一种或几种铁族元素

(铁、钴、镍等)的粉末混合,然后压制成型,再经烧结即可制成硬质合金。制造这种硬质合金的碳化物原料非常坚硬,其硬度与金刚石难分伯仲。这种“聚合”革新,才产生“削铁如泥”的效果。

再说清代的剪刀师张思家,以铸造锻打剪刀为业。他首创镶钢锻打工艺,即将不同的钢材镶嵌在一起,锻打成型,再淬火变硬,打磨成锋。其子张小泉在康熙二年,即1663年创立“张小泉”品牌。乾隆四十六年,就是1781年,“张小泉”剪刀被乾隆帝钦定为贡品,并由乾隆亲自题字“张小泉”。“张小泉”剪刀先后在1915年的巴拿马博览会、1926年的费城世博会和1929年的首届西湖博览会获得大奖。其剪刀以镶钢均匀、磨工精细、锋利异常、式样精美、开合和顺、刻花精巧、经久耐用而名扬海内外。在一次剪刀评比会上,人们把40层白布叠在一起,用各种剪刀试剪,唯有张小泉剪刀张开锋口,咔嚓一声,一次剪断,连剪数次,次次成功,检查刀口,锋利如故,令其他剪刀望尘莫及。“张小泉”剪刀可以做到剪断70层白布不缺口,再剪丝绸而不带丝,其质量之高,不言而喻。“张小泉”剪刀传承下来的“良钢精作”,总结出来制剪的72道工序,其中以镶钢锻打和手工刻花等技艺最为精湛独特。

再说我国古代火药的“聚合”革新。西汉武帝刘彻晚年惧怕死亡,下令全国的术士为他炼长生不老丹。一天傍晚,有个炼丹术士因疲劳过度,就靠在炼丹炉旁睡着了,突然一声巨响把他惊醒,他发现火光冲天,禁不住大叫一声:“不好了,火药爆炸了!”于是,“火药”一词便传开了。原来,炼丹主要是用硫黄、硝石、朱砂混合,再加上蜂蜜来燃烧炼制的,其中含有毒性很强的水银。因此,在炼丹过程中,如果稍不注意,就会引起爆炸。后来,火药引起了军事家浓厚的兴趣,他们进行了深入的研究,将硝石、硫黄和木炭控制在75%、10%、15%的比例进行炼制,制成了世界上最早的火药。于是,火药就成为我国古代的四大发明之一。火药的发明是古代的“聚合”革新典型。与火药的发明类似,其实很多革新成果往往是偶然或者不经意中得到的。从前德国汉堡一位叫布朗特的商人,偶尔听人说,用强热来蒸发人尿能制造出黄金。于是他大干起来,有一次,他将尿液、沙子和木炭放在火中加热,然后用水冷却。结果,这次他虽然没有得到黄金,却意外地得到一种像白蜡一样的物质,这种物质在黑暗的小屋里还一闪一闪地发着亮光,其实这种能发出荧光的白色柔软的物质就是白磷,又称黄磷。白磷是呈淡黄色、接近无色半透明的固体,不溶于水,有剧毒。白磷的化学性质活泼,自然界中不能以游离态存在,在空气中易氧化成三氧化二磷和五氧化二磷,呈白色烟雾,白磷是制造炸药、燃烧弹、灭鼠剂、肥料等制品的基本成分,是石油化工缩合催化剂、表面活性剂必不可少的原料。这是化学“合成”变革的一个例子。

火柴的发明也属偶然,但仍可看到“聚合”革新的功效。约翰·霍尔克喜欢

打猎，有一次为了试制猎枪上的火药，他费了好大工夫找了一根小木棍，然后他把金属锑和钾混在一起，用小棍子进行搅拌。拌好后，他想把小棍子上粘的东西弄干净，以便以后可以再使用。于是，他就把小棍子在地上不停地蹭来蹭去，突然“啪”的一声，冒出一股火苗，木棍也跟着燃烧起来。受这一事件的启发，他研制了火柴。火柴头上粘有氯酸钾、二氧化锰、硫黄和玻璃粉等，火柴杆上涂有少量的石蜡。火柴盒侧面由红磷、三硫化二锑、黏合剂组成。火柴头在火柴盒上划动时，产生的热量使磷燃烧；磷燃烧放出的热量使氯酸钾分解，氯酸钾在催化剂二氧化锰的作用下分解放出的氧气与硫反应；硫与氧气反应放出的热量引燃石蜡，最终使火柴杆着火。这是一个典型的化学功能“聚合”革新之案例。

古代的火药发明创造、西方的白磷火柴，虽然都有偶然的成分，但同样也是不断试验的过程，作者认为现代的“海纳百川”和“聚合”变革应该关注不断试验聚合本身的科学性，采用物理实验常用的控制变量法、等效替代法、理想推理法等，不断推陈出新，海纳百川，直至成功“聚合”。

智能手机是最典型的“海纳百川”革新例子。因为智能手机聚合着多种功能，从图1-1中可以看出，手机聚合的功能包括通话、写信、娱乐、计算、购物、打车、阅读、办公、导航、检索、录像、手电、摄影、炒股、理财、气象、订餐、支付等，而且新的功能还通过一个个App的诞生在不断增加，这样的“聚合”革新在不断进行之中。



图 1-1 智能手机的聚合功能

提起智能手机的“聚合”功能，最神奇的应该算是手机的拍照功能了。这里面还有个有趣的故事。有个叫菲利普·卡恩（Philippe Kahn）的硅谷工程师，因为临产的妻子住进加利福尼亚州圣克鲁兹市的产院，他也赶到医院去照护。正在阵痛的妻子忍受不了他的毫无意义的安慰话语，叫他“你去一边安安静静地待