

# 超

# 技术革命

日 野中幸敏 著

超高温——二〇〇〇℃以上的世界・  
超高压——「高压腔」成为凶器的原理・  
失重——复杂的骨折也能在宇宙医院治疗・

超真空——尖端技术制造真空・  
超低温——超导现象的发现 超低温技术的诞生・  
超净——纳米级的天国「纳米」技术・  
超精密——超技术与微细技术进入革命时代・

电子工业出版社



# “超”技术革命

〔日〕 野中幸敏 著  
吴新仁 杨治安 译  
郑尚明 校

電子工業出版社

## 内 容 提 要

本书着重介绍了在新技术革命时代,面临的开发以极限技术为主要内容的超技术的概念、内容、实现的可能性和应用前景。全书除综合介绍极限技术一般情况的序论外,共分六章,分别详细介绍了“超净”、“超低温”、“超高真空”、“失重”、“超高压”、“超高温”等极限技术。这些远远超过当今实用技术的超技术,一旦得以实现,必将给整个工业、社会及我们的生活带来巨大的影响。

本书对广大科技研究人员、工程技术人员、科技管理人员及高等院校师生都有一定的参考价值。

### “超”技术革命

[日]野中幸敏 著

吴新仁 杨治安 译

郑尚明 校

责任编辑 京岩

\*

电子工业出版社出版(北京市万寿路)

山东电子工业印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

\*

开本: 787×1092 1/32 印张: 5.875 字数: 137千字

1987年6月第1版 1987年6月第1次印刷

印数: 1—5000册 定价: 1.15元

统一书号: 15290·477

## 译 者 的 话

“超技术革命”一书是根据日本作家野中幸敏1984年版的“超技术革命”翻译而成。我们现在正处在超技术群起多发的技术革命时代，在人类的历史上，每项新技术的出现，都为人类增添了新的生产手段，从而推动了社会生产力的飞跃发展。当前正在开发的超技术乃是一些极限技术，即能实现进入和应用极限环境的技术，如超净环境要求达到 $10^0$ 级、1级甚至零级；超低温技术致力于实用接近绝对零度的低温；超高真空技术旨在应用宇宙空间 $10^{-10}$ 帕的真空度；失重技术可实现深空才有的微重力状态；超高压技术可望实现并应用几十万个大气压的高压；而超高温技术则要实现 $2000^{\circ}\text{C}$ 以上高温的应用。如果把这些极限技术组合起来使用，则可发挥出史无前例的技术威力。

实践证明，实现以这些极限技术为主要内容的超技术，是当今世界上以美、苏、日等为代表的工业发达国家长期以来不惜巨资追求的目标，这些技术一旦出现，必将对新技术革命的进展产生重大而深远的影响。为了向大家介绍国外在这些技术方面的发展动态，我们翻译了此书，我们希望能对广大科研人员、工程技术人员、大专院校师生及有关部门的管理人员，都有一定的参考价值。由于这本书内容较新，涉及面广，而我们水平有限，译文中难免有不妥之处，请读者批评指正。

参加本书译校工作的还有陈金阁，叶中灵、陈家伟、沙静涵、黄北雁、王亚力等同志。

译 者 1986.7.

# 目 录

## 绪论——超技术与极限技术的革命时代

|                              |       |
|------------------------------|-------|
| 技术和超技术.....                  | ( 1 ) |
| 什么是超技术革命.....                | ( 3 ) |
| 相关技术——技术是互相支持而成立的.....       | ( 5 ) |
| 相关技术的进步和发展.....              | ( 9 ) |
| 没有极限技术就没有超技术.....            | (11)  |
| 极限技术包括那些内容.....              | (15)  |
| 极限技术和极限技术工业正在改变企业和生活的面貌..... | (24)  |
| 日本的超技术和极限技术的实力.....          | (28)  |
| 飞速发展的极限技术.....               | (31)  |

## 第一章 超净——向尘埃的天国“地球”挑战

|                            |      |
|----------------------------|------|
| 地球充满着尘埃.....               | (41) |
| 尘埃和灰尘妨碍了当今技术的进一步发展.....    | (43) |
| 半导体随超净技术而发展.....           | (45) |
| 何谓技术关联.....                | (46) |
| 技术的进步与制造设备的进步是不可分割的整体..... | (49) |
| “理想的音响盘”也要在超净环境中产生.....    | (49) |
| 超大规模集成电路和洁净室.....          | (51) |
| 半导体厂商的贡献.....              | (53) |
| 以超 LSI 为目标.....            | (55) |
| 生物技术的实用化元年.....            | (58) |
| 在洁净室内进行植物新品种开发和癌症研究.....   | (60) |
| 洁净室以外的洁净环境.....            | (63) |
| 当今生活离不开洁净室.....            | (65) |

|                      |        |
|----------------------|--------|
| 朴树蘑和大福年糕也需要洁净环境..... | ( 67 ) |
|----------------------|--------|

## 第二章 超低温——超导现象的发现就是新技术的诞生

|                      |        |
|----------------------|--------|
| 低温技术是一种新技术.....      | ( 71 ) |
| 从物质中取走热量所产生的效果.....  | ( 73 ) |
| 迅速扩大的低温应用.....       | ( 75 ) |
| 价格猛降的液氮.....         | ( 76 ) |
| 冷冻食品工业的发展.....       | ( 78 ) |
| 海水淡化和废物处理.....       | ( 80 ) |
| 炸药处理中撒上液氮.....       | ( 82 ) |
| “超”产生“超”.....        | ( 83 ) |
| 超导的主要应用范围.....       | ( 84 ) |
| 约瑟夫逊结器件开创电子学新时代..... | ( 92 ) |
| 围绕食品的低温技术.....       | ( 97 ) |
| 划时代的冻结干燥法.....       | ( 99 ) |
| 生物机体也保存在超低温下.....    | (100)  |
| 不长褥疮的超导床.....        | (102)  |

## 第三章 超高真空——尖端技术讨厌空气

|                        |       |
|------------------------|-------|
| 真空的产业利用史.....          | (103) |
| 电子管的诞生和变迁.....         | (105) |
| 真空的四个阶段.....           | (108) |
| 宇宙空间处处是超高真空.....       | (113) |
| 半导体、电子学产业与超高真空的关系..... | (117) |
| 世界注目的“垂直磁畴法”.....      | (120) |
| 真空也用在这些地方.....         | (122) |
| 真空用于食品加工.....          | (123) |
| 活泼的真空产业.....           | (126) |
| 在所有产业利用真空.....         | (130) |

## 第四章 失重——复杂的骨折也能在宇宙医院治疗

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| 什么是失重环境.....          | (133) |
| 和元素结合起来就能生成优良的合金..... | (136) |
| 重力对工业生产的影响.....       | (138) |
| 适于空间工厂的产品.....        | (139) |
| 在生物学方面应用范围也很广.....    | (142) |
| “宇宙制造”的第一号产品.....     | (144) |
| 宇宙工厂建设计划.....         | (145) |
| 受到注目的空间机器产业.....      | (148) |

## 第五章 超高压——“高跟鞋”成为凶器的原理

|                     |       |
|---------------------|-------|
| 由超高压引起物质性质的变化.....  | (150) |
| 温冰.....             | (153) |
| 利用高压创造革新材料.....     | (154) |
| 用“石头”制造超高性能发动机..... | (155) |
| 今后将增长的超高压产业.....    | (157) |
| 用炸药制造金刚石.....       | (160) |
| 用爆炸的超高压治疗疑难病.....   | (162) |

## 第六章 超高温——2000℃ 以上的世界

|                  |       |
|------------------|-------|
| 低温源、热能.....      | (165) |
| 超高温的必要性.....     | (167) |
| 煤碳化学将重新大显身手..... | (169) |
| 要求“干净”的高温.....   | (172) |
| 新的高温利用系统.....    | (174) |

## 后 记 超技术、极限技术的彼岸

## 绪 论

### ——超技术与极限技术的革命时代

#### 技术和超技术

一切生物都是自然的产物，在自然的约束下生活。

唯独人虽然是自然的产物，是自然的一部分，但不任凭自然摆布，多少想按自己的意愿生活，当自然紧紧地束缚人们，变得对人们不利时，人们总想把它排除掉，并且一直在努力改造自然，使它多少对自己有利。

当然，自然的力量是巨大的，人的力量与之相比弱得多。因此，人类能够把自然改造成有利于自己的范围是很狭小的，但人类还是一直在努力不断地扩大这一范围。

据说北欧有一种小动物叫旅鼠。每四、五年内当自然条件(主要是食料)非常有利时，旅鼠数目即爆发性地增长一次。在食物变得不足时，旅鼠群为了寻求食料而到处迁移，同时，又不断地增加头数，终于出现食料绝对不足，结果便有那么一天，大群旅鼠开始狂跑，跳到湖里和海里“集体自杀”，大部分丧生。留下的极少数旅鼠再一次重复这样的繁殖过程……。

人和猿猴虽然出自共同的祖先，但人类不听凭自然的摆布，而是在某一特定范围内利用自然，人以火、工具和语言为武器与自然作斗争，从而与猿猴分离而变成了人类。

火、工具和语言(音节语言)是技术的开始。

人类保存了火而在严寒中活过来，而且可吓退比自己强大的动物。用火对食物加工和烹调，学会做出所谓美味的食物，奠定了人类文化的基础。人类不仅能保存火，而且学会碰撞坚硬物体，或者使其相互摩擦来生火，扩大了生存和活动的范围。

人类在无意中坚硬的石块和削尖了的木棒，知道了在尖端集中较大的力量就能产生更大的压力。利用这些东西，人就可以与比自己强大得多的动物格斗，并可以把猎获物切割成小块。人们运用有意义的语言相互呼唤，便能够和更大、更有力的野兽(例如长毛象)搏斗，获得胜利。以后，通过组合这样的不同手段，不仅学会了捕获出没不定的自然产物——野兽，而且也学会了栽培植物和饲养动物。

而超技术即大大超过已经达到的水平，又向前迈出了一大步的技术。超技术自古即有，它不仅大大超过那个时代一般水平的技术，而且给予那个时代的经济、社会以很大的影响。大幅度提高了人的弱小体力，具有压力的锐利石刀和石矛，便是原始时代的超技术。利用树枝、竹子的弹力和锋利的石箭镞，来打击远处动物的弓和箭等，就是了不起的超技术。在以陶土、石器作为一般器材的时代里出现的铜器和青铜器、和以青铜器作为一般工具的时代出现的铁器，它们就都是超技术，给相应各时代的经济、社会以革命性的影响。

在人类社会极小局部中产生和应用的超技术，随着它广泛地普及，迅速地一般化，便不再是超技术。而在这期间又会产生新的超技术。超技术虽从上古就有，但超技术在一个时代里并不是频繁出现的，可以说它是一种很少出现的稀罕物。

对于技术，人类必须不断地试验和验证其有用性。技术在不断利用中，达到熟练应用和改进。技术长期重复地改进又改进，便会到达极限，没有再作改进的可能性。过不久，就又会出现了大大超过上述极限的超技术。这样，大量的技术和少量的超技术，虽然缓慢地，但却稳步地得到了发展。

技术是一种手段，也是工具。技术必须服务于人类各种各样的目的。人类的技术，经济、文明、文化达到一定水平时，就产生了科学。科学是人类想把自然尽可能统一、尽可能没有矛盾地理解、解释和体系化的一种活动。科学未必是为人类每个具体的、实际有益的目的而创造出来的。虽然也有过象几何学和土地测量、天文学和历法编制、农业耕作、算术和商业交易、税金计算等等，是与具体的、实际的目的关系很深的科学，但技术和科学未必是密切结合发展的。技术是技术，科学是科学，它们各自独立，这样分别发展的时代延续了很久。但大约从中世纪末开始，技术和科学结合的趋势逐渐增加。那个时候，人类社会已有了多种多样的技术，从这些技术中，陆续出现了使学者深感兴趣的理论问题，学者们也加强了使用各种技术手段进行实验的活动。

## 什么是超技术革命

超技术虽然在各个时代都产生过，但它也并不是频繁产生的，不过，处于二十世纪后半叶的当今时代，却是超技术接连不断，群生多发的时代。

二十世纪前半叶，以电子管为中心的电子技术有了急速的发展。为了提高电子设备的性能，在有限的体积内，使它具有尽量多的功能，需要使电子管尽量小型化，并提高其性能。为使日益复杂的电子管的内部构造尽量做小，需要超精

密加工和组装。在机械工业、电机工业等许多领域也日益强烈地需要超精密加工。为了使各种热力机和发电机的输出增大，效率提高，必须精密地加工它们的零部件。

特别是飞机用的发动机，这种要求更为强烈。照相机、物理实验等科学测试仪器、轰炸机用瞄准器、显微镜等光学仪器、各种量规等机械工业用计量测量工具，等等，对超精密加工、组装的要求都很高。基本粒子物理实验中首次使用的粒子加速器，它的零部件加工和组装，即使在目前也必须认为是超高精度的。

对于机械零部件等材料质量的要求，在这一时期也变得十分严格起来，要求耐热材料、耐腐蚀材料、热膨胀率一定或者温度变化时尺寸也几乎没有变化的材料等。制作这类材料，在当时来说都需要超高纯度材料或成分能精确控制的材料。

二十世纪中叶，对超技术的要求更加严格和多样化。

二十世纪后半叶，对超技术的要求又进一步提高。原子能发电站的开发，特别是其实用化进一步的发展，核燃料和主要设备的材料都要做成超高纯度，进行超精密加工。

飞机的发动机从活塞式发展为喷气式发动机，对材料的质量和加工、组装精度的要求大幅度提高。在美、苏间激烈展开的宇宙开发竞争中，超技术也发挥了很大的作用。大型火箭发动机，在比较小的容积中具有比超大型火力发电厂更大的输出功率，在短时间内使大量的燃料燃烧。其涡轮、泵、阀、喷嘴等零部件，都是用超高级材料，通过超高精度和超微细加工制成的。

半导体器件在需要超高纯材料、超高精度、超微细加工方面占居划时代的地位。二十世纪中叶开始，有关电子现象

的固体物理学急剧发展，随着对半导体现象研究和了解的加深，发明了半导体器件，产生了半导体技术。开始使用高纯度锗，而后又开发了性能更好的高纯度硅来制造晶体管和二极管。

晶体管和二极管比起具有同等功能的电子管来，不但体积小得多，而且可靠性也高得多。进入六十年代，七十年代以后，开发出了集成电路技术。所谓集成电路技术是将许多的晶体管、二极管等有源器件，电阻、电容等无源元件和布线等组成的电子电路，集成在1平方厘米或几平方毫米的极小基片上的技术。

在超高纯度、超微细加工技术的基础上发展起来的集成电路高集成技术，在短时间内就获得了显著的进展。现正开发在一边不到1厘米的小基片上，集成几百万个器件的1兆位超超大规模集成电路，今后还将提高到4M、10M的集成度。

为了制造超高纯度的物质，进行超高精度加工，所使用的制造设备和机床等也必须用冠有“超”字的高技术来制造。这样，机械工业、电子和半导体工业以及为这类工业提供材料和制造、加工机械设备的各主要工业部门，都要求远远超过以往技术水平的超技术，从而产生了许多超技术。二十世纪后半叶，特别是六十年代、七十年代以后的时期，作为在各种各样的领域里产生超技术群的时代，可以说是“超技术革命”的时代。

### **相关技术——技术是互相支持而成立的**

不管是什么技术，都不能孤立地单独存在。它必然是和其它各种各样的技术相互结合，相互依存而成立的。例如机

器是按用什么材料，用什么加工方法制成零部件，怎样组装，使用的动力，使用的目的等来决定其应有的机械技术水平。

直到工业革命初期，机器几乎都以木材为主要的结构材料。只有重要的部分用青铜和黄铜制作，特别重要的部分才用铁和钢制作。磨粉机械等一般工业机器的动力，用的是牛和马等家畜，过了很久才开始使用水车。加工金属的机床等需要更加精密运行的机械，人则是主要的动力。纺纱机和织布机，是用人的手和脚来操作这类机械而使其工作，机床常以徒工作为动力。

用这类机械设备制造的产品精度和生产率自然受到很大的限制。而且，机械的耐久性能也很有限。工业革命开始后不久，金属逐渐广泛地用作机械材料，零部件加工也变得更加精密。使用铁等金属材料制作的大型水车，可以用同时带动几台机械设备，使生产率急剧提高。

从此，钢铁日益广泛用作机械材料，动力设备也改为蒸汽机，机器的精密度和生产能力得到大幅度提高。十九世纪在动力方面开发了叫做电的超技术，电在某种程度上达到廉价可用动力之后，机器的精度、性能、生产率都进一步提高。在把水车作为动力的时期，安装机器的地点曾限于水源丰富的地方，而使用蒸汽机之后，工厂选址就大为自由，开始用电之后，就更加自由了。

用纱作为原料的纺织或对金属材料的钻孔切削，它们所用的各类机械设备的基本功能虽然大体相同，但是，根据机器用什么材料，采用哪种加工方法以及使用什么动力和传动装置等情况，这类工作机械的水平状态又有很大的变化。铣床和仿型金属切削加工机床等工作机械中，其相当高级的

机种原型，在文艺复兴时期都已使用颇多，基本结构和现在的机器没有多大差别。

然而，那时的材料、工具和零部件的加工方法、动力设备等和现在的有很大差异，它的生产率等性能非常低下。当时工作机械的主要用途，是为王公贵族制作金、银奖章，因此也就够用的了。

人们说，现在是继青铜器时代以后的铁器时代。所有建筑物和机器使用的材料，钢铁占压倒多数。钢铁性质坚硬，自古以来就作为利器和武器的材料而受到珍重。铁的资源丰富，性能优良，但与金、银、铜等相比，提炼要困难得多。因而大量使用较晚。铁是从硫化物与氧化物状态的铁矿石中，使用具有碳元素成分的物质作为燃料兼还原剂，把硫黄及氧逸出，成为金属。铁比金、银、铜等熔点高得多，因而难于精炼。

铁具有在比熔点低得多温度下还原的特殊性质，在用一次，拆一次的粘土造的小高炉内，装填进铁矿石和木炭等燃料进行加热，生成铁和杂质的混合物，再用锤等打击的办法将杂质挤压出去。这种生产方式只能一次一次进行，而不能连续进行许多次，生产率极低。后来设计了不散失热量的大型高炉，用吹风机吹入空气，在高温下对溶铁进行精炼而后出铁。

木炭高炉逐渐向着大型发展，生产率也提高了。但是，这种方法要不断从上面多装填矿石，结果木炭因承受不住重量而被压塌，炉子堵死，因此炉子不能建得太高，无法大型化。

此外，接近工业革命的年代，铁的需求增大，不用说英国，就是其后成为英国铁的供应基地的德、俄两国，由于大

量生产木炭，各处的森林都被大片砍伐，这样，为了探求比木炭强度高、资源丰富的燃料——还原材料，英国的达比父子发明了煤——焦炭法，创造了在更大型的高炉中冶炼廉价铁的方法。

生铁容易进行铸造加工，但具有脆性。生铁是铁和碳的合金，再次精炼，进一步去除碳元素而得到钢，其强度高、柔韧性能好，是机器和建筑物优良的结构材料。大量廉价的炼钢设备的开发，比焦炭式高炉的开发晚得多。直至十九世纪中叶，终于从当时的玻璃熔炉得到启发，马丁和西门子等开发了平炉和转炉。现在作为价格便宜、强度高、易于使用的结构材料——钢，就是从那以后才开始广泛应用的，在此以前，钢曾是价格极高的贵重金属。

大约在四千年前从中东某地开始炼铁到今天，铁和钢由于冶炼设备、燃料——还原材料、砌炉砖耐火材料等各种相关技术的发展，而一步一步地前进。目前，通过向高炉中鼓吹氧和天然气，使用耐热、耐腐蚀、耐久性能都非常高的耐火材料，在冶炼过程中又使用各种传感器(温度、气体成分等的敏感元件)、计量测试仪器、计算机等进行精密控制，从而生产出价格低、性能高的铁和钢。而且，也有了各种各样形状和尺寸的钢材，钢铁种类也增加了，如特种钢、合金钢、表面处理钢等。

在钢铁技术历史上，就有数不清的新技术(其中也有应属于所谓超技术的)，它们各自都是通过相关技术、冶炼炉、耐火材料、燃料——还原材料、各种辅助材料、吹风技术、各种合金的设计、开发、压延技术及其他技术的配合来实现的，如果缺少某种要素技术，其技术就不能够成立。

这样，象钢铁技术那样的材料技术也好，机械技术也

好，任何一项技术都是由于与周围的许多技术组合、系统化，才能成立，这就是相关技术。

## 相关技术的进步和发展

由于以上原因，所有技术，都具有各自的相关技术。普通平凡的技术是与相应的许多普通基础技术相联系而实现的，而划时代的超技术则是靠开发与以前的技术常识大不相同的几种基础技术而成立的。

中世纪以前的技术，其相关技术是简单而明确的。对主要的商品都规定了什么样的原料、什么工具，按什么样的工序制作，工具又是用什么材料，以什么方式做的等等。在手工业的同行业协会里这些事情都有严格规定。因此，要采用具有相关技术的另一种新技术是困难的。父子相传的技术很多，经过一定的时间，徒弟积累了经验，学徒结束，准许他参加同行协会，授与他一整套软件和硬件技术。这样的事例也并不罕见。

文艺复兴以后，相关技术开始复杂化，产业革命以后又进一步加速发展，到了十九世纪发展速度更快，二十世纪后半期就越来越复杂化和多样化。这也是必然的。中世纪，人口、经济、技术的发展变化都很缓慢。此后，这种变化立即加快。技术和相关技术的信息逐渐大量地积累起来，虽然其中也有被淘汰的，但可以利用的技术绝对数量增加了。相关技术是技术与技术的结合，它反映相互间的关系。因此，与技术本身的增加相比，相关技术量的增加占更大的比率。

以前，技术是技术，科学是科学，二者是分开发展的，文艺复兴以后，科学和技术开始结合。从十九世纪起，这种结合开始迅速增强，因而也大大促进了相关技术的进步和发

展。科学受技术发展的影响，增强了实验科学的色彩，在技术方面，对开发产业技术的要求越来越高，不能局限于改进原来的技术，而是要开始注意科研成果的实用化。

美国发明家爱迪生的最大发明是重视“科学研究所”。从十九世纪末到二十世纪初，美国许多大企业都在积极创办研究所，目的在于使科研成果实用化，提高实际效益。科学、科学工作者追求合乎逻辑的、普遍的可能性，创造出一种理想，其结果乍一看好象是空想，超越了人们的常识，而事实上是给我们带来了巨大的成果。也可以说，产业界和技术界已发展到了能够吸收科研成果的地步。

因而，相关技术越来越丰富，成了潜在利用价值很高的技术。十九世纪中期，德国有机化学得到了发展，以苯胺为代表的有机物质合成化学工业诞生了，进入二十世纪，允许自由进行基础领域研究的美国杜邦公司的卡罗查斯，开辟了以尼龙为首的多种高分子化学的全盛时代。1939年由德国的汉及舒特拉斯曼发现铀的原子核在中子照射下产生核分裂现象，而仅仅六年之后就制造出了第一颗原子弹，后来，就成了原子能开发时代的起点。这些事实都象征性地显示出在科学和技术关系的新时代，产业和技术得到了大量的相关技术资源。

二十世纪前期的产业技术没有遭到多大问题，但科学工作者对超高压下的一些现象及物理特性极为关心。第二次世界大战中，美国和德国非常需要用作切削的超硬度金刚石，但缺乏这种资源。因此，他们有效地利用超高压物理的研究成果，组织了金刚石的合成研究。虽然在大战中未能成功，但一进入六十年代，瑞典的阿塞阿公司和美国的通用电气公司就研究成功了金刚石的工业生产技术，目前，大部分