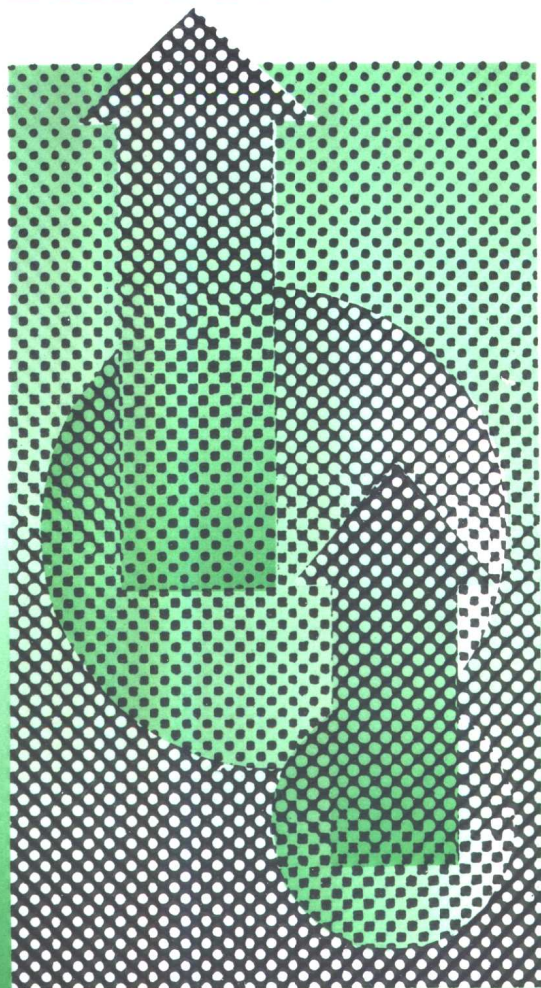


李令德著 上海人民出版社

XIANDAI GONGYI GUANLI



现代工艺管理

ISBN 7-208-02050-7



9 787208 020504 >

ISBN7-208-02050-7 / F·434



定价 15.00 元

现代工艺管理

李令德 著

上海人民出版社

(沪)新登字101号

责任编辑 徐永禄

特约编辑 顾家熊

封面装帧 杨德鸿

现代工艺管理

李令德 著

上海人民出版社出版、发行

(上海绍兴路54号 邮政编码200020)

新华书店上海发行所经销

常熟第四印刷厂印刷

开本 850×1156 1/32 印张 8.75 字数 228,000

1995年9月第1版 1995年9月第1次印刷

印数 1—3,000

ISBN 7-208-02050-7/F·434

定价: 15.00元

前 言

工业企业是一个制造产品或提供工业性劳务的系统。为了使这一系统能高效地运行，必须有一个强有力的技术保证的子系统。在这个子系统中，制造工艺作为一个核心部分，对于保证企业生产出高质量、低成本的产品，既满足消费者的需要，又获得较高的经济效益，有举足轻重的作用。

早在古代，灵巧的工匠们就能以卓绝的工艺技巧，制造出至今尚为人们叹服的美的产品。科学技术发展史证明，许多伟大的发明，只是当工艺达到一定水平之时，才能转变成为现实的工业产品，才能达到批量生产，也即转变为现实的生产力。

18 世纪 60 年代发生的第一次工业革命，是制造工艺发生革命性变革的起点。它推动了资本主义工业体系的形成和发展；反过来，这一体系的发展，也为制造工艺的发展提供了强大的动力。第二次世界大战之后，发达的资本主义国家无不对制造工艺的发展倾注全力，以促使其发挥出对工业经济发展的强大的能动作用。结果是，资本主义的科学技术成果迅速商品化、产业化，科技转化为生产力的进程大大加快。以日本为例，它在第二次世界大战后，仅用了 30 年时间，就从战争废墟上建立起一个工业强国，其中的原因固然很多，但重视制造工艺的改进和提高，是举世公认的一条主要原因。由于日本工业界大力发展数控机床、柔性制造系统(FMS)、工厂自动化(FA)、计算机集成制造系统(CIMS)等技术手段，大大提高了制造工艺水平，使工业制成品的质量迅速赶上和超过其它工业强国。近年来德国工业的迅速发展和出口贸易量的剧增，也和该国制造工艺的特别先进，有着密切的联系。

世界范围内日益高涨的新技术革命和技术进步的浪潮，更加

显示出制造工艺在经济发展中的巨大作用。放眼今日世界，新材料、新技术、新产品的出现和发展，逐步占领世界市场，无不与制造工艺的完善、发展和提高密切相关。人类科学技术发展史和工业发展史都已经证明，并将继续证明，在科学技术、生产力、国民经济乃至人类社会的发展中，工艺的进一步完善、发展和提高，将是一个重要的因素，并将发挥出越来越关键的作用。

制造工艺是技术子系统中的—个组成部分，它属于技术科学的范畴。工艺管理包括工艺经济学和工艺管理学，它研究在工业企业中设计、贯彻和改进工艺的一系列计划、组织和控制方面的活动，通过有条不紊地开展这些活动，才能花费较少的费用，取得较高的经济效益。在本书中，力求将当前国际国内工艺管理的主要理论及实践经验反映出来，为进一步提高我国工业企业的工艺管理水平作出些微的贡献。

作 者
1994.9.

目 录

1 工艺在企业制造系统中的地位与作用	1
1.1 工艺的概念与内涵	1
1.2 工艺发展简史	6
1.3 工艺在企业系统中的地位和作用	25
2 工艺工作的内容、管理和原则	35
2.1 工艺工作的主要内容	35
2.2 工艺工作的管理	44
2.3 工艺工作的原则	54
3 工艺性审查与工艺验证工作	59
3.1 产品设计的工艺性审查	59
3.2 工艺验证	68
3.3 试验设计方法	70
4 工艺方案的编制及经济评价	82
4.1 工艺方案的概念及主要内容	82
4.2 工艺路线及工艺过程的设计	85
4.3 工艺方案的编制	88
4.4 工艺方案的经济评价	94
4.5 工艺及工艺方案的标准化及其管理	103
5 工艺文件与工艺规程	110
5.1 工艺文件的概念与内容	110

5.2	工艺规程	115
5.3	工艺文件的管理	130
6	工艺装备	133
6.1	工艺装备的概念与作用	133
6.2	工艺装备的设计和制造	136
6.3	工艺装备的管理	139
6.4	工艺装备标准化	140
7	材料和工时消耗定额	148
7.1	材料消耗工艺定额	148
7.2	工时消耗技术定额(简称工时定额)	157
8	生产现场的工艺管理	169
8.1	生产现场工艺管理的内容及意义	169
8.2	作业管理	171
8.3	工序能力的分析和调查	176
8.4	工序控制	183
8.5	工序诊断调节法	190
9	成组技术中的工艺工作	196
9.1	成组技术的概念和发展概况	196
9.2	成组技术的基本原理	200
9.3	成组技术中的工艺工作	213
9.4	成组加工的基本生产组织形式	220
10	柔性制造系统中的工艺工作	224
10.1	柔性制造系统的概念及作用	224
10.2	柔性制造系统的组成	228
10.3	FMS中的工艺工作	233

11 计算机在工艺准备工作中的应用	240
11.1 计算机在生产技术准备工作中的应用.....	240
11.2 计算机辅助工艺规程编制的原理和方法.....	245
11.3 计算机辅助设计工艺装备和专用设备.....	257
附表一 ××厂工艺纪律检查内容及标准	258
附表二 F 检验分布表	264
参考书目	268

1 工艺在企业制造系统中的地位与作用

1.1 工艺的概念与内涵

1.1.1 技术的三要素

在工业企业中,工艺是技术子系统中的一个核心组成部分。工业企业的技术子系统,是由三方面要素组成的:

(1) 技术的主体要素,主要指劳动者的经验、技能和知识。这一部分的要素,在生产力发展的较低层次时,主要表现为劳动者的经验;而在技术进步不断推进的情况下,科学知识在技术的主体要素中的作用就越益加重。至于劳动者的技能,则在科学技术发展的各个阶段上,都显示出其重要性。

(2) 技术的客体要素,主要指企业中的劳动手段,包括工具和机器设备。这部分要素,既是技术的物质载体,又是实现技术要求的必要手段。在企业的劳动手段中,为实现工艺目的所必需的工具,即工艺装备,在技术的客体要素中具有其特殊重要的作用,这些工具,主要是模具、夹具、刀具、刃具、量具等。

(3) 技术的联结要素。在企业的技术子系统中,将主体要素和客体要素联结起来,组成各种生产技术活动的要素,即技术的联结要素,其中的核心部分是工艺。

工艺是利用生产工具对各种原材料、半成品进行加工或处理(如量测、切削、热处理等),使之成为产品的方法和过程。也可以更加具体地将工艺定义为:利用劳动工具改变劳动对象的形状、尺寸、成分、性质、位置或表面状况,使其变成预期产品的一种方法或劳动过程。

在工业生产中,实现同一加工目的,通常存在着多种不同的方

法和程序。而且随着科学技术的进步,可供生产技术系统选择的方法和程序必然会越来越多。因此,在确定加工方法和程序时,必然要有所选择。选择的原则,从技术方面来讲,是要使加工工艺符合设计所要求的性能指标,把加工可能产生的对未来产品性能的不良影响限制在允许的范围之内;而从经济方面来讲,则要求工艺方案的成本较低。当然,对工艺选择的技术方面与经济方面的要求,应该也完全可能统一起来加以考虑。

对工艺有狭义和广义的两种理解。狭义的理解是把工艺等同于加工方法;广义的理解则把工艺理解为工艺技术,或者泛指制造技术。本书采用广义的理解。作者认为,把工艺的范围划得宽泛一些,加强对其各方面内容的研究,加强各项管理工作,对提高企业的技术水平是非常必要的。

在企业的制造系统中,技术的各个组成因素是密切相关的。主体要素和客体要素通过工艺作为联结要素,并通过工艺的协调作用,才能生产出符合设计所要求的性能的产品,并且在质量、成本等方面符合经营决策的要求,为企业在市场上的成功奠定基础。

1.1.2 工艺是技术的核心要素

对于工业生产来说,技术装备是生产合格产品的重要物质基础,不具备必要的装备,不可能生产出高产优质低消耗的工业产品,这是毫无疑义的。同时,具有一定知识和技能的劳动者,也是生产合格产品的必要技术条件。具有一定技术素质的劳动者,与具有一定技术水平的装备相结合,是任何一种工业产品生产的前提条件。但是,具备了上述前提条件,工业生产还必须依靠先进的工艺,才能达到质量好、消耗低、产量大、效益高的要求。缺少了必要的工艺条件,工业生产的正常进行是无法保证的,更不必奢谈生产出具有先进技术水平的产品了。生产工具是一定科学技术发展的结晶,是工艺的载体。在机械化大生产出现以前,由于制品的生产过程较简单,工匠根据他自己的构思、经验和技巧,就可能生产出产品。由于生产规模小,对产品的质量和性能的一致性,要求也

很低,工匠常常既是产品的设计者,又是工具和产品的制造者,工艺方法的选择和优化问题往往并不突出,没有得到人们普遍的重视。

随着工业产品,特别是装备类产品的加工精度和生产率的不断提高,对复杂运动配合关系、高互换性和动力强度等方面的要求都不断提高,原有的小作坊式的加工制作过程已远远不能满足生产的要求。技术革命的深入发展,不仅对制造设备的性能要求,对劳动者的知识和技能方面的要求提高了,而且对于工艺方法的要求也突出来了。有一些工具机发明出来之后,但由于缺乏必要的工艺方法,因而无法制造出来,从而使人们逐步认识到工艺方法在技术体系中具有不可缺少的核心地位,及其在工业生产体系中所起的重要作用。

例如,集成电路(IC)的发明,促成了微电子工业突飞猛进地发展。三十年来 IC 的晶体密度平均每 2 年增加 3 倍,近年来更有年年倍增的趋势。生产 IC 的投资也越来越惊人。一条高量生产线的造价已达 5 亿美元;预计到本世纪末,线宽做到 0.1 微米时,高量生产线的造价将达 20 亿美元。这样巨额的投资,显然是工业界所无法承受的。关键在哪里呢?关键是现有的 IC 制造仍以光刻石印工艺为主,无法适应 IC 制作的低成本要求。科学技术界认为,如果改用 X 光石印工艺,将使 IC 的线宽发展到 0.1 微米的境界时,能保证较低的成本,而且制造也方便。有关的纳米(即千分之一微米)技术,已经申请了专利。这一事实充分说明,在科学技术迅速发展的今日,工艺确实是技术的核心要素。

在我国的工业生产实践中,比较重视技术工作中的设计和材料问题,而在一定程度上却忽视工艺方法的发展和提高。在不少工业企业中,仍然采用着落后的工艺方法。比如,复杂壳体用整块材料挖空而成;头盔用手工一层一层地粘贴而成;电机绕线仍用手摇;人手一把刷子去除毛刺;电装工艺还是原始的手工划线、制板,一口大锅腐蚀,一把大烙铁焊接等典型的落后工艺到处可见。在这种工艺条件下要使产品质量得到保证和生产率得到提高是完全

不可能的。由于工艺的落后，因而极大地影响了我国工业产品在国际市场上的竞争能力。近年来，在新技术革命浪潮的冲击下，一大批企业家开始注意到这个问题，并在改进和提高工艺水平，发展新工艺等方面花费了大量的人力、物力和财力，从而在提高产品质量，降低物质消耗，提高劳动生产率方面取得了显著的成绩，加速了我国产品的更新换代，增强了我国工业产品在国际市场上的竞争能力。

1.1.3 制造工艺举例

人类文明的发展表现在文化、艺术、自然科学、社会科学方面，同样，也凝结在一系列工业制造技术和工艺之中。简单地举一些制造工艺方面的例子，将有助于我们加深对工艺的概念和内涵的了解和认识。

(1) 炼铁：炼铁主要是把铁从铁矿石中分离出来，以获得一定成分的生铁。炼铁工艺主要是对铁矿石加热，使之达到一定温度，通过还原剂(CO)使铁从铁矿石的氧化物中还原出来。矿石中存在的其它元素的氧化物，如氧化硫、氧化铝、氧化锰等称为脉石。通过向矿石中加入石灰石、白云石等熔剂，形成熔点低、比重小的熔渣，使铁从矿石中分离出来。

(2) 炼钢：炼钢的工艺目的是将生铁中的大部分碳去除，使之达到所炼钢种规定的范围，其它杂质元素也应根据需要减少。炼钢工艺就是将生铁(或加上废钢)加热至 1700°C 左右使之熔化后，通过不同来源的氧(空气中的氧、工业纯氧等)去除氧化铁水中的碳、锰、硅、磷等元素。炼钢的基本工艺过程是：原料熔化→杂质元素氧化→造渣→除硫→脱氧。

(3) 铸锭：冶炼好的钢，绝大多数要铸成钢锭，然后再在轧钢车间内轧制成钢材。通常铸锭采用钢锭模，钢液可从上部浇入或从下部注入，铸成钢锭。连铸技术是70年代以来世界各国普遍采用的一项新技术。采用连续铸钢时，钢液可通过连续铸钢机不断铸成一定断面形状和尺寸的钢坯，从而省掉钢锭模及初轧设备，而

且钢坯还可不用切头,因而材料利用率高。

(4) 钢的热处理: 钢的热处理是钢在固态下通过加热、保温、冷却,以改变其内部的组织结构,从而达到改变钢的性能的一种工艺方法。机械零件和量、刃、模具进行热处理的工艺目的是要充分发挥材料内在的优良特性,大大提高其使用寿命。任何一种热处理工艺过程都包括加热、保温、冷却三个阶段,并可在温度—时间坐标图上通过热处理工艺曲线来表达。加热温度、保温时间、冷却速度三者是热处理的主要工艺参数。

(5) 铸造: 即将熔化的金属浇入已经制好的铸型中,经冷却凝固后,获得所需形状和尺寸的零件或毛坯的方法。根据金属材料的不同,铸造生产可分为铸钢、铸铁、有色金属铸造。

(6) 金属压力加工: 金属压力加工是利用外力的作用,使金属材料产生塑性变形,从而获得具有一定形状、尺寸和机械性能的原材料、毛坯或零部件的加工方法。材料的塑性是进行加工的基础。压力加工的主要优点是: 金属产生塑性变形后,能获得较细密的结晶组织,并使金属的机械性能提高。压力加工的生产率高,并节省金属。与铸造生产相比,它不能制造形状较为复杂的零件。

(7) 焊接: 焊接是将两块分离的金属,通过加压等方法,借助于金属内部原子的结合或扩散作用,使之牢固地连接起来。焊接与其它金属连接方式(如铆接、螺栓连接等)相比较,结构简单,节省金属材料 and 工时,接头机械强度高,气密性好,生产效率高,成本较低。由于焊接是一个不均匀加热和冷却的过程,焊后易产生变形及焊接应力,而且影响焊接质量的因素较多,易产生焊接缺陷。

(8) 金属切削加工: 金属切削加工是依靠刀具和工件的相对运动,从毛坯上切去多余的金属,从而获得具有一定的几何形状、尺寸精密度和表面光洁度的零件的加工方法。金属切削加工的主要形式有车、刨、铣、磨、钻、镗、齿轮加工和钳工加工等。

(9) 激光技术: 从60年代初期发展起来的激光技术,是现代科学技术中最为活跃的领域之一。激光技术已广泛应用于国民经济各部门及科研、军事等方面。如激光加工主要是利用激光能量在时

间和空间上的高度集中来进行打孔、焊接、切割等。激光打孔是将激光能量聚焦到很小的范围内以烧穿工件,它适用于熔点高、硬度大的材料的打孔,尤其适用于孔径要求极小而又较深的情况。激光热处理可以提高金属材料的硬度、耐磨能力和抗蚀能力,效果比热处理好得多。展望本世纪末,激光技术的突破将会对工业发展产生深刻的影响。目前,激光热核聚变、激光同位素分离、激光计算机等的研究与应用前景最为引人注目。激光受控热核聚变是将激光射到氢的同位素氘氚热核靶丸上,产生高压和高温,促使两种原子核聚变为氦和中子,同时放出巨大能量。由于氘氚混合物的质量及激光的能量可被控制,就使聚变能量得以缓慢地释放出来,用于发电,从而实现和平利用原子核聚变能。

科学技术的发展为工艺技术的发展提供了取之不尽、用之不竭的源泉,从而为人类提供了把设计的蓝图逐一地转变为现实的强有力的手段。可以预见,在本世纪的最后数年及未来的 21 世纪中,人类将创造出更有效的工艺方法,将人类物质文明推向更高的阶段。

1.2 工艺发展简史

1.2.1 工艺发展的三个阶段

工艺随着人类的生产实践的产生而产生,并随着人类生产实践由低级向高级的发展而发展。生产实践是工艺发展的强大动力;同时,工艺的发展又极大地促进了人类改造自然的生产实践的发展进程。

马克思主义的唯物史观告诉我们,社会生产力与生产关系的矛盾是推动人类社会发展的根本原因,而生产力的变革和发展则是人类社会发展的第一推动力。人类社会三百万年发展的历史,是一部认识自然并改造自然的历史。人类为了改造自然,就必须制造工具,也就必然要研究和发展制造工具所必需的工艺方法。总之,自从有了人类,就有了生产劳动,就需要工具,也就揭开了工艺

的发展史。人类从石器时代发展到铜器时代,再发展到铁器时代,再发展到蒸汽及电气时代,在生产工具不断发展的背后,有一根红线贯串始终,即工艺的改进和发展。

工艺的发展史可以划分为三个阶段:(1)从人类社会出现到第一次工业革命兴起之前。这一阶段的工具顺次为石器、铜器和铁器。与此相适应的工艺方法,从总体上看比较简单,层次较低。(2)从第一次工业革命兴起至本世纪 50 年代的 200 年间。这一阶段的特点是工具机的出现和发展。由简单机械发展为复杂机械,对工艺亦提出了一系列的要求,不仅要正确确定产品的加工方法和程序,而且要提供一系列工艺装备,以保证生产的正常进行,保证产品的质量和降低物质的消耗,促进劳动生产率的提高。(3)从本世纪 50 年代以后的第三阶段。进入 50 年代以来,特别是 1970 年以后,由于微电子技术的产生和发展,计算机技术与传统制造技术相结合,使制造技术发生了革命性的变革,制造技术不再是以单一形式存在,而是以系统的综合形式出现,从而对工艺的变革与发展提出了一系列的要求,促使工艺向高层次、综合性、复杂化的方向发展。

1.2.2 中国古代工艺的辉煌成果

在工艺发展的第一阶段中,我国古代人民为世界提供了一系列光辉的例证,充分证明人类的伟大的工艺创造能力。

石制工具是人类创造的早期产品,它的发展体现着人类最初的技术水平和工艺水平。中国的“元谋人”(170 万年前)已能制造石器,到了“长阳人”和“河套人”(一、二十万年前)石制工具开始趋向相对稳定。旧石器晚期石制工具的制造技术有了很大发展。下川文化时期(二、三万年前)的石制工具,种类繁多且有不同的使用功能。其中许多尖状器大多经过了修整,两边薄、中间厚,具有整齐、对称、均衡、平滑的外观形式。

出现于新石器时代的陶器,是当时人们的主要生活器具。陶器的发展充分显示了古代人类的技术水平和工艺水平。陶器制作在龙山文化(约为公元前 2800 年——前 2300 年)的黑陶中得到重

大发展。这时采用了轮制技术，使黑陶在使用功能和外观造型上都得到了提高。陶器色黑有光泽，厚薄均匀，造型规整，式样丰富。这一时期还出现了“蛋壳陶”，这种陶器最薄处仅0.3 mm。

又如现代奉为工艺珍品的紫砂陶器，据有关研究部门的考古发掘，可追溯到5千年前的新石器时代。而紫砂工艺陶器的创始人，可追溯到北宋时代。这种陶器的工艺要求十分严格，胚胎在手工成型过程中要求有良好的可塑性，较小的干燥收缩，高的生坯强度。在烧成时，要求烧成温度范围宽，烧成收缩小，矿物组成中玻璃相少，以保证器物外形方圆完整。即线条要挺直，弧度要浑圆，并有较高的机械强度和抗热震性。正是由于紫砂陶的制作技术精湛，造型雅朴大方，品种繁多，形制完美，并具有很高的实用价值，因而驰名中外。

古代瓷器的生产，也反映出中国古代人民的高度和工艺水平。瓷器的正式产生以魏晋南北朝“青瓷”的出现为标志^①，到唐宋时代，窑场已遍布全国各地。宋代景德镇的“影青瓷器”，质地细腻，造型秀美典雅，古韵丰盈，釉色湿润莹洁。

青铜时代，标志着中国古代的技术和工艺水平进入了一个新的历史时期。商末周初，我国的青铜冶铸技术发展到一个高峰，不仅兵器、乐器多用青铜制造，而且祭祀、饮宴的用具也主要以青铜制成。在生活用品方面，有鼎、方彝、尊、卣、爵、斚等。这些器物在造型和外表纹饰上，都经过精心设计，没有很高的青铜冶铸技术和工艺，是无法制作出来的。中国古代铜镜的制作，也反映了中国古代工匠的高度和工艺水平。从出土文物上看，铜镜在4千年前的齐家文化时期即已存在。铜镜的制作不仅要求镜面光亮性能好，而且背面常饰以精美的图案。唐代铜镜制作非常出色，由于合金中锡的比例增大，因而镜面光亮平滑，质量大大提高，增强了实用性能。

^① 1933年从南京一座三国晚期墓葬中出土了一件以釉下彩绘为主要装饰的青釉褐彩瓷壶。有关专家认为：这件瓷壶表明，中国瓷器釉下彩装饰早在1700多年以前的三国时期就已出现，从而改写了中国瓷器装饰工艺历史。