

火树鹏 编著
机械工业出版社

热处理工艺 编制方法

TC

5

热处理工艺编制方法

火树鹏 编著



机械工业出版社

本书系统地介绍了机械产品零部件及工具热处理工艺的编制方法。从编制工艺的准备工作和制订工艺规程、热处理工艺装备的申请和设计一直到工艺的审批和修改全过程。各项工作的内容、依据，应遵循的原则，工作程序、注意事项等。与工艺编制有关的知识，如工艺技术文件、工艺试验、工艺协作、质量检查等，也作了简要阐述。本书适合机械工厂的热处理工艺员、施工员以及工科院校金属材料热处理专业学生阅读，也可供其它工艺人员参考。

热处理工艺编制方法

火树鹏 编著

机械工业出版社出版 (北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业登记证出字第 117 号)

北京新村印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ · 印张 4 · 字数 82 千字

1985 年 4 月北京第一版·1985 年 4 月北京第一次印刷

印数 00,001—00,000 · 定价 0.70 元

统一书号: 15033·5949

前 言

热处理工艺，广义而言是指热处理工艺工作的全部，如热处理工艺管理、工艺制订、工艺装备、工艺试验等；狭义而言，则往往只是指热处理工艺规程。显然工艺规程是工艺工作中最主要和最基本的内容。正确而合理的热处理工艺规程，是保证热处理零件质量、降低成本、生产安全的前提。但是在我国关于如何编制热处理工艺，或如何制订热处理工艺规程的参考资料较少，只有一些零星的资料，大多是50年代的一套办法，急待改进。建国30多年来，我国机械工业有了很大的发展，机械制造工艺工作经历了一个相当迅速而曲折的发展过程。一方面，广大技术人员根据我国的实际情况，突破了50年代的老框框，发展了具有我国自己特点的工艺工作；另一方面，由于众所周知的原因，生产管理、技术管理、质量管理工作受到很大的破坏，至今还成为企业整顿的主要内容之一。在热处理方面也是这样，目前还没有一套完整的工艺参考资料。在这种情况下，热处理工艺工作者的工作相当困难，妨碍了热处理工艺水平的提高。因此，为热处理工作者（尤其是初参加工作的）提供一册如何编制热处理工艺的书，在客观上是很需要的。此外，总结我们自己的工艺工作经验，这也是一个很值得探讨的课题。

本书是作者在工厂从事热处理工艺工作的经验总结，也有学习兄弟工厂先进经验的心得。内容主要讨论如何编制热处理工艺，重点是制订热处理工艺规程的方法，按热处理工

艺规程制订的程序进行阐述。

考虑到本书的读者已经具备了热处理的基本知识，所以关于这方面的内容以及国内常见的数据、资料就尽量简略，以减少本书的篇幅。

由于我国热处理工艺的名词术语尚未完全统一，为便于读者理解本书所用名词术语，择其重要者作简单介绍，可能有不妥之处，不能认为就是定义。

作者水平有限，谬误之处难免，欢迎读者批评指正。

本书能与读者见面，得到机械工业部机电研究所高级工程师陈洵的宝贵帮助，在此表示衷心感谢。

目 录

前言

第一章 概论	1
一、热处理工艺在机械制造工艺中的地位	1
二、热处理生产的特点	2
三、热处理工艺分类	4
四、热处理生产组织与工艺编制	6
五、热处理工艺术语的基本概念	8
六、热处理工艺技术文件	15
1. 热处理产品零件明细表	15
2. 热处理工艺卡	19
3. 工艺守则和工艺说明书	27
4. 热处理工艺装备设计任务书	28
5. 工艺装备施工图	29
6. 工艺装备明细表	29
第二章 热处理工艺编制前的准备工作	31
一、质量保证体系	31
二、热处理工艺性审查	33
1. 热处理工艺性审查的内容	33
(1) 审查零件所选用的材料	33
(2) 审查热处理技术要求	38
(3) 审查零件的热处理工艺性	44
(4) 审查热处理工艺的先进性和经济性	46
(5) 审查热处理零件的成组加工性	47
(6) 审查热处理工艺	48
2. 工艺性审查的程序	49

V

三、标准化	49
1. 统一工艺名词术语	50
2. 制定规章制度	50
3. 热处理质量标准	51
四、产品工艺方案和零件加工工艺流程	51
五、了解热处理生产能力	55
第三章 热处理工艺规程的制订	57
一、零件热处理工艺规程制订的依据	57
二、工艺规程制订的原则	57
三、工艺规程的基本内容	59
四、工艺规程制订的程序	60
五、设备选择	61
六、工艺参数的选定	66
1. 加热温度	67
2. 加热时间	68
(1) 零件材料及结构特征	69
(2) 热处理工艺特性	69
(3) 加热方式	69
(4) 设备特性	70
(5) 加热时间计算	70
3. 间接工艺参数	73
4. 工艺参数之间的关系	74
七、辅助工序的安排	75
1. 清理	75
2. 校正	76
3. 装夹	77
4. 预防性质量检查	77
八、零件简图的绘制	78
九、热处理工艺材料	80

十、热处理技术要求和质量检查	80
1. 硬度	81
(1) 硬度值	81
(2) 工序间的硬度要求	82
(3) 硬度值的允许偏差	83
(4) 硬度的测定	83
(5) 零件检查硬度的部位	84
(6) 测定试样的硬度	85
(7) 零件的表面硬度和心部硬度	85
2. 变形	85
3. 其它质量要求	91
十一、填写热处理工艺卡片	91
1. 操作工人技术等级	92
2. 热处理劳动定额	92
十二、热处理工艺曲线	93
第四章 热处理工艺装备	98
一、工艺装备的作用	98
二、工艺装备的分类、编号和管理	99
1. 分类	99
2. 编号	100
3. 管理	102
三、工艺装备设计	102
1. 选用工装的原则和要求	103
2. 工装设计的依据	103
3. 工装设计程序	104
四、工艺用附件	104
第五章 工艺试验和工艺协作	105
一、工艺试验	105

二、热处理算法及其应用	105
三、工艺协作	109
第六章 热处理工艺的会签、审批和修改	111
一、热处理工艺的会签和审批	111
二、热处理工艺的修改	113

第一章 概 论

一、热处理工艺在机械制造工艺中的地位

机械制造工艺是机械产品生产的科学方法，是工人和技术人员在长期生产实践中不断创新提高的系统生产技术。工艺既是进行工具及材料准备、生产计划调度、加工操作、定额计算以及技术检查的依据；又是保证产品质量，生产安全、提高劳动生产率、降低生产成本的重要手段。所以机械制造工艺就是机械产品制造过程中机械科学技术的实践与应用。在机械制造企业的整个生产中，始终遵循着一定的工艺程序和方法进行活动。

机械制造工艺包括各种冷热加工工艺，其中有铸造、锻造、焊接、机械加工（切削加工）、热处理、表面处理、装配等。

热处理是机械制造工艺中重要的组成部分，虽然机械产品中不是所有的零部件都要经过热处理，然而重要的零件及工具几乎都要经过热处理，热处理对提高机械产品内在质量起到极为显著和关键的作用。

热处理的作用，概括起来，有如下四点：

a. 热处理能够充分发挥金属材料的机械性能潜力，赋予零件或工具在服役条件下工作的各种性能，延长其使用寿命，提高产品质量；

b. 改善金属内部组织和零件的应力状态，使精密零件和工具保持长期的精度稳定性；

c. 热处理工艺还可以改善零件的被加工性和工具的加

工性能。因此，热处理往往可改变零件生产的工艺流程和零件材料及加工工具的选择；

d. 热处理工艺的重要意义还表现在经济方面，因为热处理工艺费用，生产时间和能源消耗占机械产品总的生产成本，工艺周期和能耗相当大的比重。

由此可见，搞好热处理工艺工作，提高热处理工艺水平，对机械产品的制造和质量具有十分重要的意义。

二、热处理生产的特点

与机械制造工艺的其它工艺相比较，热处理工艺有如下一些特点：

a. 机械制造中的其它工艺，如铸、锻、焊、机械加工等，主要是成形，就是使零件达到设计要求的几何形状和尺寸精度，而热处理工艺主要是达到要求的内在质量，即给予零件各种使用性能，同时又要满足其它工艺提出的要求。例如成形性能，被切削加工性和磨削加工性，消除内应力，保持一定的形状和精度的稳定性（即零件变形的限制）。热处理不仅有内在的质量要求，还有外观（表面）的质量要求；有宏观的质量要求，还有微观的质量要求。可见，对热处理后的质量要求是多方面的，也是很高的。

b. 热处理一般是中间工序，受到前后工序的制约。热处理工艺过程在零件制造过程中往往分成几次完成，如预先热处理和最终热处理。热处理工艺还受到毛坯生产的方式和品种以及原材料原始热处理质量的影响。总之，热处理工艺既受前工序的影响，又影响后工序的加工和质量。因此，热处理工艺在整个工艺流程中安排的位置、次数和先后次序对零件加工工艺流程的设计关系很大。

c. 热处理工艺与零件所选用的材料关系非常密切。零件材料的成分，组织和性能，是决定热处理工艺参数的重要因素。不仅如此，即使是同一牌号的材料，由于零件尺寸大小，成分的波动，冶金质量的差异，都可能影响热处理工艺及质量，这就是所谓热处理质量效应或热处理的尺寸效应。

d. 在我国热处理生产，基本上还是“集体生产”和“手工业方式生产”。所谓“集体生产”，就是成批或多件一起加工为主或几个工人一起加工为主；所谓“手工业方式生产”是指手工操作为主，机械化自动化程度较低。在这种情况下，热处理质量的同一性比较差，工人的技术操作水平对质量影响极大。有时，同一工人操作一批零件，处理结果也不能保证质量一样。

e. 热处理废品分析比较困难，有些疵病不易在生产过程中察觉。因此，在制定热处理工艺时要有一定的质量储备，使热处理工艺质量控制在稳定状态，质量储备不同于质量过剩或质量浪费。在理论上，没有质量过剩是最经济、最理想的。实际上这是很难做到的，尤其是热处理，所以合理的质量过剩是允许的，合理的质量过剩就算质量储备。

f. 热处理赋予零件必要的各种性能，但是检测零件真正的使用性能比较困难。有的质量指标目前还不可能进行检测，一般常用概括或代表性性能指标。例如，在热处理中常采用硬度作为代用特性指标，硬度在一定程度上反映了强度，耐磨性，被加工性……等，但是他们的关系是较复杂的。制定工艺时，必须掌握代用特性指标和真正使用性能之间的关系，不能仅以达到图纸上提出的热处理技术要求为满足，必要时，在制定工艺时应补充提出更全面的技术要求。

g. 热处理生产中，经常伴随着高温、高压；使用易燃

易爆、有毒有害的物质；接触有毒有害的气体、烟雾、尘灰等。容易引起火灾、触电、发生人身伤害事故或损害工人健康，因此，热处理生产安全较之其它工艺尤应重视。

在编制热处理工艺时，必须考虑以上这些特点。

三、热处理工艺分类

热处理工艺分类。因分类的依据、方法和目的不同而有多种，分别应用于不同场合。由于热处理新工艺发展很快，现行各种分类方法都不是十分完善的。下面介绍的是常见的热处理工艺分类。

1. 按热处理工艺在机械制造工艺过程中的位置和作用分类：

- a. 预先热处理；
- b. 最终热处理；
- c. 补充热处理。

2. 按零件热处理部位不同分类：

- a. 整体热处理；
- b. 局部热处理；
- c. 表面热处理。

3. 按零件化学成分变化分类：

- a. 一般热处理（指零件在热处理过程中材料成分不发生或不要求变化）；
- b. 化学热处理（渗碳、复碳、穿透渗碳、氮化、碳氮共渗等）。

4. 按加热介质分类：

- a. 气体热处理（控制气氛热处理、真空热处理）；
- b. 液体热处理；

- c. 固体热处理;
- d. 等离子体热处理。
- 5. 按热处理温度高低分类:
 - a. 高温热处理;
 - b. 中温热处理;
 - c. 低温热处理。
- 6. 按热处理操作的连续和间断分类:
 - a. 连续式热处理;
 - b. 间断式热处理(周期式)。
- 7. 按热处理过程中组织转变、性能变化和工艺特点分类。这是应用最广泛的分类, 见表 1。

表 1 热处理工艺分类表

热处理 工 艺	基本热处 理 工 艺	退火 (扩散退火, 等温退火, 球化退火, 完全退火, 再结晶退火, 消除应力退火等)
		正火
		淬火 (双液淬火, 等温淬火, 分级淬火, 喷液淬火, 延迟淬火等)
		回火 (压力定形回火, 快速回火等)
		时效
		固溶处理
		冷处理
		电感应加热淬火 (高频, 中频, 工频, 双频, 超音频淬火等)
	表面淬火 工 艺	火焰表面淬火
		电接触表面淬火
		电解液表面淬火
		浸液淬火
		激光淬火
		电子束表面淬火

化学热处理 工 艺	{	渗碳（固体，液体，气体，离子渗碳等）
		氮化（气体氮化，液体氮化，离子氮化等）
		碳氮共渗，氮碳共渗（软氮化等）
		渗硼
		渗硅
		渗金属
形变热处理 工 艺	{	多元共渗
		高温形变热处理
		低温形变热处理
		预先形变热处理
表面处理 工 艺	{	发蓝
		磷化
		蒸汽处理
		表面涂覆（化学蒸镀法，气相沉积法等）

四、热处理生产组织与工艺编制

热处理车间或工段的类型、生产组织形式以及工艺管理制度，随着机械制造厂的生产规模、产品对象和特点的不同而异。有独立的车间或工段；也有与其它工艺合并在一起的综合性车间；也有附属于其它车间的小组或流水线。车间组织形式影响热处理工艺的编制。我国目前存在的多种多样的热处理生产组织形式，并不是根据生产关系与生产力相适应的科学原则设置的，也就是说，目前我们的生产体制有必要进行改革。

机械制造工厂的热处理部门，按其生产规模来分，大致可分成三种类型：

a. 大批量生产；

b. 成批生产

c. 单件多品种、小批量生产。

按热处理专业化生产的工厂，可分成三种类型：

a. 按零件专门化生产工厂的热处理部门，例如齿轮厂、标准件厂、轴承厂、弹簧厂等。这种热处理部门产品零件种类少、批量大，类似于大批量生产的类型；

b. 在机械工业调整改组中，按行业或地区并转的联合企业或协作厂点，这类热处理专业厂实际上是各厂的联合热处理车间（或分厂），生产品种比较复杂，但又有一定的批量。批量大时，其特点相当于成批生产类型；批量小时又近似多品种小批量生产类型；

c. 具有特色的热处理专业厂，这种专业化的热处理工厂，带有一定的科研性质，技术水平较高，主要出售技术及技术咨询，专门接受技术难度较大的热处理零件，或专门从事某一种工艺的研究和生产。某些新组成的热处理中心，从事热处理设备研制，新工艺研究，并接受热处理生产任务。这是比较先进的组织形式。这类工厂是单件小批生产的类型。

不同类型的热处理生产厂或车间，有其不同的生产组织形式，随之就有相应的热处理工艺管理制度以及采用不同的热处理工艺。工艺是在一定生产条件下的加工方法。脱离了具体生产条件，孤立地来评论工艺的优劣是没有意义的。在某一生产条件下的最佳工艺，放到另一种生产条件下，就不一定是最佳工艺，甚至变得不适用。即使是在同一个企业中，新产品试验时的工艺和发展到批量生产时的工艺，也可能有所区别。因此在制定工艺时，必须非常明确，是在什么生产条件下使用的。

热处理生产类型及其工艺特征见表2。

表 2 各种热处理生产类型的工艺特征

生产类型 工艺特征	大 量 生 产	成批生产	单件多品种、小批生产
1. 工艺过程的重复程度	重复性很大	周期性重复	不经常重复或很少重复
2. 工艺变换的适应性	低	中等	高
3. 工艺管理	简单	中等或复杂	复杂
4. 工艺特征	工艺规程详细而具体, 要求热处理质量均匀、热处理后不希望再有大量的加工修整, 广泛采用流水作业和机械化自动化生产	介于大量生产和单件小批生产之间	工艺较简单, 用工艺守则、工艺说明书等技术文件来指导生产, 工人技术水平高, 质量公差大, 热处理缺陷(如变形等)用辅助手段解决 辅助工序多
5. 设备及工艺装备	多采用高生产率的专用设备、连续式炉及流水式联合机采用工艺装备多	兼有大批和单件小批量生产的特征	多用途通用设备多, 往往有特殊的生产手段, 工艺装备少, 通用工具多, 手工操作多
6. 投资费用	高	中	低
7. 工人技术水平要求	低	中	高

五、热处理工艺术语的基本概念

热处理工艺工作的范围很广泛, 有热处理工艺性审查, 工艺管理, 工艺技术文件的编制、工艺装备设计、工艺定额、工艺试验、工艺协作, 技术革新等等。它们都有非常密切的