

“十一五”国家重点图书出版规划项目



航空热处理标准

应用手册

HANGKONG RECHULI BIAOZHUN
YINGYONG SHOUCHE

王广生 主编

- 热处理基础标准
- 质量控制与检验标准
- 材料热处理标准
 - 表面和化学热处理标准
 - 特种热处理标准
 - 工艺材料标准

航空工业出版社

“十一五”国家重点图书出版规划项目



航空热处理标准 应用手册

主 编 王广生
副主编 梁志凯 袁文明 刘 颖



航空工业出版社

北 京

内 容 提 要

《航空热处理标准应用手册》是航空热处理标准应用的指南,本手册对 2007 年底已发布实施的 61 项标准,分别论述了各项标准的重要性和必要性、国内外相关标准对比分析、标准条款的技术依据和使用指导以及标准的最新文本。《航空热处理标准应用手册》内容包括热处理基础标准、质量控制与检验标准、材料热处理标准、表面和化学热处理标准、特种热处理标准、工艺材料标准等 6 章 61 节以及国内外热处理标准目录等 6 个附录。本手册将推动航空热处理标准正确贯彻实施,对提高航空产品质量和发展国际合作具有重要作用。

本手册主要供航空热处理工作者使用,同时也是设计、工艺、质量和技术管理人员的重要参考。也可供其他国防工业各部门、民航等行业参考。

图书在版编目 (C I P) 数据

航空热处理标准应用手册 / 王广生主编. —北京: 航空工业出版社, 2008. 9

ISBN 978 - 7 - 80243 - 189 - 8

I. 航… II. 王… III. 航空材料—热处理—标准—手册
IV. V261.3 - 65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 118634 号

航空热处理标准应用手册 Hangkong Rechuli Biaozhun Yingyong Shouce

航空工业出版社出版发行

(北京市安定门外小关东里 14 号 100029)

发行部电话: 010 - 64815615 010 - 64978486

北京地质印刷厂印刷

全国各地新华书店经售

2008 年 9 月第 1 版

2008 年 9 月第 1 次印刷

开本: 787 × 1092 1/16

印张: 61.25

字数: 1564 千字

印数: 1—3000

定价: 198.00 元

前 言

标准化工作是重要的技术基础工作，是质量管理体系中的重要环节，对促进科学技术进步、保证产品质量和安全、发展国际合作、提高效益有着重要作用。热处理的质量特性是其结果不能通过其后的检验和试验得到完全的验证，所以在GB/T 19000（ISO 9000）质量管理体系中热处理被认定为“特种工艺”，要求对加工过程的各种参数及影响参数的各种因素进行严格控制。热处理标准是质量管理和控制的技术依据。

航空热处理是航空产品性能和质量的重要保证之一。航空产品高性能和安全可靠的特点，要求其热处理应严格、精确、稳定。为此，首要条件是建立完整的航空热处理标准体系和齐全的航空热处理标准，从而规范航空热处理生产，这是航空热处理标准特点之一。航空热处理标准另一个特点是适用性和可操作性强，热处理工艺参数、设备与工艺材料要求、质量控制和检验等方面都规定得很具体、细致，航空企业热处理生产、规划发展、技术改造都认真按标准进行。航空热处理为适应航空新材料和精密制造技术发展，大量采用了先进热处理技术，并以航空标准形式总结反映出来；同时，改革开放以来航空工业在国际合作中消化吸收了国外先进标准，所以航空热处理标准第三个特点是具有先进性。航空热处理标准共分6大类：热处理基础标准、质量控制与检验标准、材料热处理标准、表面和化学热处理标准、特种热处理标准、工艺材料标准。截至2007年底，已制定并发布实施的相关标准有61项，《航空热处理标准应用手册》均已收入。

为了保持航空热处理标准的先进性、科学性、适用性，航空工业跟踪相应的国际先进标准，不断制定新标准，修订老标准，充实完善标准体系。在航空热处理标准贯彻实施过程中，遇到两个困难，其一是很难及时收集到标准的最新版本和配备齐全的整套标准，其二是由于标准制修订时参加的单位 and 人员有限，特别是近年来随着热处理技术人员的年轻化，使得应用标准的人员对标准理解不够深入或不够准确，掌握不够全面，这对正确贯彻标准十分不利。为了使航空热处理标准在航空工业生产和国际合作中发挥更大作用，指导热处理工作者准确掌握和深入了解航空热处理标准的技术内容，并在航空热处理生产中正确实施，我们编写了《航空热处理标准应用手册》，内容包括各项标准的重要性和必要性、国内外相关标准情况分析、标准的技术依据和使用指南，以及标准的最新文本。

《航空热处理标准应用手册》由航空材料标准化技术负责单位和航空热处理中心组织编写，王广生任主编，王广生、袁文明负责收集各项标准和具体组织实施编写工作，各章节分别由标准主要起草人或特邀专家编写，王广生、梁志凯负责修改和统稿，刘颖、梁志凯审定。在编写过程中，得到了各航空工厂、院、所和各章节编写人的大力支持，参加编写工作的有22个单位共47人，在手册各章节后均有署名。唐荣森、王志刚、于新年等提供了有关技术资料，孙枫、臧金鑫、董翠等参加了标准校对，在此一并表示感谢。

本手册参与编写人员众多，虽然都尽力做好编写工作，但由于各种主客观原因，难免有遗漏、错误和不妥之处，望读者批评指正。

编者
2008年5月

目 录

第一章 热处理基础标准	(1)
第一节 金属热处理工艺术语	(1)
第二节 热处理工艺材料术语	(26)
第三节 热处理设备术语	(35)
第四节 金属热处理生产过程安全卫生要求	(51)
第二章 热处理质量控制与检验	(115)
第一节 热处理工艺质量控制要求	(115)
第二节 热处理工艺质量控制	(126)
第三节 热处理制件检验类别	(138)
第四节 航空制件热处理炉有效加热区测定方法	(145)
第五节 热处理加热用中性盐浴	(156)
第六节 金属热处理盐浴化学分析方法	(164)
第七节 金属热处理盐浴化学分析用试样的取样规范	(181)
第八节 航空钢制件渗碳、碳氮共渗金相组织检验	(186)
第九节 航空钢制件渗碳、碳氮共渗层深度测定方法	(197)
第十节 航空钢制件渗氮、氮碳共渗金相组织检验标准	(215)
第十一节 航空钢制件渗氮、氮碳共渗层深度测定方法	(226)
第十二节 渗铝质量检验	(242)
第十三节 航空结构钢薄脱碳(含合金贫化)层和增碳(含增氮) 层深度测定方法	(245)
第十四节 黑色金属硬度及强度换算值	(255)
第十五节 铝合金硬度与强度换算值	(282)
第十六节 铝合金板材硬度与强度换算值	(310)
第十七节 铝合金电导率和硬度要求	(334)
第十八节 铜合金硬度与强度换算值	(346)

第三章 材料热处理	(390)
第一节 航空结构钢热处理工艺	(390)
第二节 航空用不锈钢和耐热钢热处理说明书	(413)
第三节 航空钢弹簧制件热处理	(429)
第四节 航空结构钢铸件热处理	(444)
第五节 3Cr3Mo3VNb 热作模具钢热处理	(457)
第六节 航空用高温合金热处理工艺	(469)
第七节 变形铝合金热处理规范	(502)
第八节 变形铝合金零件热处理	(524)
第九节 变形铝合金热处理	(544)
第十节 铸造铝合金热处理规范	(566)
第十一节 铸造铝合金热处理	(575)
第十二节 镁合金铸件热处理	(583)
第十三节 钛及钛合金热处理	(591)
第十四节 钛合金热处理工艺说明书	(615)
第十五节 铜及铜合金热处理工艺说明书	(622)
第十六节 航空用铍青铜热处理工艺说明书	(638)
第十七节 铸造铝镍钴永磁合金热处理	(650)
第十八节 软磁合金热处理工艺说明书	(659)
第十九节 电磁纯铁热处理工艺说明书	(677)
第二十节 硅钢片热处理工艺	(685)
第二十一节 磁滞合金热处理工艺说明书	(700)
第二十二节 弹性元件用精密合金热处理工艺说明书	(709)
第二十三节 膨胀合金热处理工艺说明书	(720)
第二十四节 轴尖合金热处理工艺	(733)
第四章 化学热处理和表面热处理	(742)
第一节 航空用钢渗碳、碳氮共渗工艺	(742)
第二节 航空结构钢及不锈钢渗氮工艺说明书	(759)
第三节 渗铝工艺	(773)
第四节 航空零件喷丸强化工艺通用说明书	(784)
第五节 航空金属零件孔挤压强化工艺	(804)

第五章 特种热处理	(819)
第一节 航空结构钢不锈钢真空热处理说明书	(819)
第二节 钛合金零件真空热处理	(844)
第三节 可控氮基保护气氛热处理	(856)
第四节 3号涂料保护热处理工艺	(867)
第五节 航空精密仪器仪表金属制件的尺寸稳定化处理	(871)
第六节 镀覆前消除应力和镀覆后除氢处理规范	(896)
第六章 热处理工艺材料	(911)
第一节 航空热处理用盐规范	(911)
第二节 热处理用氩气	(924)
第三节 热处理用氮气	(928)
第四节 热处理淬火用油	(932)
附录	(937)
附录1 中外标准代号	(937)
附录2 航空热处理标准体系表	(941)
附录3 国内外金属热处理标准目录	(945)
附录4 常用热处理状态代号	(954)
附录5 热处理设备代号	(956)
附录6 航空金属材料中外牌号对照表	(957)

第一章 热处理基础标准

第一节 金属热处理工艺术语

一、概论

1. 本标准的重要性、必要性

科技术语的规范化和标准化是制定相关专业标准的前提。国内流行的金属热处理术语大多是来自不同国家的舶来品,由于翻译人员对专业理解不同,有的直译,有的意译,日积月累,使不少术语“一词多义”或“一义多词”。为按照既定体系制定金属热处理行业标准,必须首先制定金属热处理术语标准,其中包括金属热处理工艺术语。

词条数量适中、词名贴切、定义(含义)叙述准确、中外文对照恰当的术语标准,对推动国际交流也具有重大意义。以 20 世纪 60 年代从美国传来的“Thermo - mechanical treatment”为例,最初被直译为“热机械处理”,随后又意译为“形变热处理”并沿用至今。如果不追溯源头,把它直译为“deformation heat treatment”,必然会影响到国际间专业交流。

2. 有关本标准的国内外概况及制定原则

世界各国对于专业术语的标准化工作都很重视。就热处理专业来说,虽然有的国家对基本热处理工艺并未建立标准,而是附属在产品标准中,但工艺术语标准却首先建立。例如,原联邦德国并未建立热处理工艺的通用标准,对热处理术语却建立了统一的标准,有 DIN 17014 - 73《钢铁热处理专门术语》和 DIN 17014 - 75《钢铁热处理技术术语》。法国也只有热处理术语标准,如 NFA 02 - 010 - 66《热处理词汇、钢铁术语和用语》和 NFA 02 - 005 - 70《碳钢和合金钢热处理常用名词》。日本则有 JIS 201 (1939)《钢铁热处理用语》。国际材料热处理联合会制定了四国文字对照的《热处理术语》和十二国文字对照的术语。这些术语标准都是为了在制定工艺标准之前有一个统一的说法,使大家有共同语言而制定的。因而在制定热处理术语标准时必须同时注意其含义的准确性、名称的科学性和习惯性,而以科学性为主。既有科学性,又符合习惯用词的术语,应使用习惯措词;如果习惯措词不够贴切,则应以科学性为准。

经全国热处理标准化技术委员会(简称全国热标委)报批,1987 年国家标准局颁发了 GB 7232—1987《金属热处理工艺术语》,这是我国第一个金属热处理工艺标准,它为国内热处理标准体系的建立创造了必要的条件。为了使这个标准更加完善,1996 年全国热标委着手修订,并于 1998 年报批,成为国家质量技术监督局发布的 GB/T 7232—1999《金属热处理工艺术语》。修订中参考了德国 DIN EN10052—1994《钢铁热处理词汇》、日本 JIS B 6905—1995《金属制品热处理用语》及前苏联《金属学及热处理词典》(1998)。对原标准进行了如下修改:①删去了国外标准已不出现的词条、与热处理无关的词条、过细的组织类词条以及与国内相关标准(如热处理工艺材料标准)关系更直接的词条;②对自身重复定

义的词条进行归并；③增添了应用面日益扩大的新工艺词条及现代手段已能观察或已充分肯定、在文献中出现频率较高的词条。

二、标准应用说明

1. 本标准的条文规定依据或来源

(1) 术语收入范围

收入本标准的术语是在金属热处理工艺中常用或与之相关的名词，如显微组织等。至于其他专业的通用术语，例如，“力学性能”类未予收入。

(2) 术语的定义

本标准所列术语的定义（含义）一般采用国际材料热处理联合会（IFHT）《热处理术语》的定义（含义），必要时文字叙述更加具体。其中有些术语与我国原来流行的定义不完全相同，例如我国教科书曾将分级淬火定义为：“将铁基合金奥氏体化，随之浸入温度刚刚高于上马氏体点（ M_s ）的热浴中，并保持一段时间，使工件内部温度基本均匀后取出空冷，使之形成马氏体的淬火硬化工艺”。而在《热处理术语》中，这一工艺的定义则是，“……随之浸入温度稍高于或稍低于上马氏体点（ M_s ）的热浴中……”。本标准采用了后一种提法。因为目的是获得马氏体组织，所以明确称为“马氏体分级淬火”，以区别获得马氏体、贝氏体复相组织的分级淬火。

(3) 术语的外文对照

考虑到我国热处理工作者经常参考的文献大都为英文、德文、法文、俄文、日文，故在标准制定时查阅了相关国家的标准及书籍，编制了五种外文对照。后因印刷困难，只保留了英文对照。如需其他四国的文字对照，可查阅机械工业出版社由程肃之编著的《金属学及热处理词典》。

(4) 关于同义语

对能表达某一定义，虽然不够贴切，但有一定的对照意义的习惯用语，列为同义语。如“软氮化”便是“氮碳共渗”的同义语。

2. 几个常用术语的说明

(1) 流态床热处理（2.15 条）

流态床借助于气体的流动，使固体颗粒悬浮于气流中。利用它优良的导热性能，可把热量传递给工件（用作加热介质）或把工件热量迅速传递出去（用作冷却介质）。我国对流态床的叫法很不一致，如流态化床、流化床炉、浮动粒子炉、流动粒子炉、沸腾层炉等。考虑到这种装置的特点是在一个槽子中固体颗粒形成流态，不一定达到沸腾状态，因而将使用这种装置进行的热处理称为“流态床热处理”。

(2) 真空热处理（2.9 条）

“真空”这个名称不够确切，因为绝对的“真空”状态是达不到的。习惯上所谓的“真空”是低于一个大气压的低压状态，真空热处理实际上是低压热处理，但既已成为习惯用名词，用起来不会引起误解。国际也是用“真空”这个词，所以依旧沿用。但在定义中说明是在低于一个大气压下进行的热处理。

(3) 可控气氛热处理（2.12 条）

可控气氛在国内有几种叫法：①控制气氛，②制备气氛，③可控气氛。根据英语（controlled atmosphere），我们认为这个词的关键在于“可控”，如果气氛是制备的，但成分

不能被控制,就失去意义。而用“控制气氛”,则不如“可控气氛”更能贴切地表示这种气氛的主要特征。因此本标准采用了“可控气氛”一词。

(4) 淬火与淬冷 (4.1 条、4.2 条)

淬火这个名称,国内外用得都比较混乱,有时整个淬火工艺叫做“淬火”(quenching),有时又只将淬火冷却这一部分称为“淬火”(quenching),有时还将合金从高温固溶体区急冷下来以免过饱和固溶体分解,使之保留到常温的冷却步骤也称为“淬火”。现在国际上对于这一问题,已有明确区分,IFHT 的《热处理术语》标准中已明确规定整个淬火工艺称为 quench hardening,淬火的冷却步骤称为 quenching,固溶处理中的冷却过程称为 rapid cooling,而我们依照习惯称整个过程为淬火,而不叫淬火硬化,称淬火冷却为淬冷,即淬火冷却的简称。固溶热处理的冷却被称为“快冷”。

(5) 贝氏体等温淬火 (4.15 条)

等温淬火顾名思义是泛指的名称,即将工件冷至某一温度保持一定时间后再冷却。如果以获得贝氏体为目的,名称中应明确指出这个目的,因此称为贝氏体等温淬火。

(6) 马氏体分级淬火 (4.16 条)

马氏体分级淬火这一名词在《金属热处理》杂志中曾被热烈讨论过。主要是针对英文名词 austempering, martempering, marquenching 三个名词的译名进行的。结论是认为 austemper 就是贝氏体等温淬火, martempering 和 austempering 分别译成“ M_s 点以上的分级淬火”和“ M_s 点以下的分级淬火”(《金属热处理》1978 年第 6 期 64 页)。根据英国 Ericn Simons 所著《A Dictionary of Metal Heat Treatment》, martempering 和 marquenching 是一回事, marquenching 仅是 martempering 的变种。我们根据获得的组织把此工艺定义为马氏体分级淬火。同时着重说明两点,一是分级温度在 M_s 点稍上或稍下,二是要获得马氏体组织。目前很多人研究要获得马氏体和少量贝氏体的复相组织以提高强韧度。这样马氏体分级淬火可能还有一些变种,但尚未定型。所以还是把目的为取得马氏体的分级淬火定名为马氏体分级淬火。

(7) 氮碳共渗 (10.6 条)

国外曾称为“软氮化”,我国也曾直译过。最初是单指在盐浴中进行的氮碳共渗。后来凡是氮碳共渗的工艺,无论介质是盐浴还是气体,都叫软氮化,但事实上这个工艺并不一定都是形成比一般渗氮软的表层。在 20 世纪 70 年代编写《热处理手册》第一版时,根据前苏联 Гуляев 的《钢的热处理》一书,译为“低温碳氮共渗”。但这个名称也不确切,一是什么叫“低温”,二是碳氮共渗究竟是以渗碳为主,还是以渗氮为主,容易混淆。因此,我们根据国际热处理联合会的定名原则,“以渗碳为主的碳和氮共渗称为碳氮共渗,以渗氮为主的碳和氮共渗称为氮碳共渗”,而把“软氮化”作为“氮碳共渗”的同义语。

(8) 索氏体化处理 (4.45 条)

自 20 世纪 50 年代以来,我国所谓“铅淬火”的定义是将钢丝加热奥氏体化,随之浸入该钢的奥氏体等温转变图中靠近“鼻尖”温度的铅浴中,等温保持后,取出在空气中冷却,获得全部或大部分索氏体组织。这个工艺现在已几乎被盐浴等温代替。所以在标准中有索氏体化处理的总称,又有铅浴索氏体化处理,盐浴索氏体化处理,风冷索氏体化处理等术语。

(9) 冷处理与深冷处理 (4.32 条、4.33 条)

将工件在远低于室温的温度进行处理的工艺,我国统称为“冷处理”。但是“冷”字的含义不明确。“热处理”中的“冷处理”有时是在远低于室温的温度下处理,一般在 -78°C 左右,有些甚至达到 -196°C (液氮的汽化温度)。因此,GB/T 7232—1999 分为“冷处理”和“深冷处理”两类。

(10) 形变淬火 (4.29 条)

这种工艺是利用热变形操作(如轧制,锻压等)终止后的余热进行淬冷,它和高温形变热处理不同,不是在某一恒温进行形变后淬冷,而是在变温形变成形后淬冷,即利用余热淬冷。这种操作包括锻造余热淬火,轧制余热淬火以及控制轧制。

(11) 自热回火与自发回火 (5.4 条、5.5 条)

过去有“自回火”这个总称,是指在表层淬火后,由于心部还有热量向外传导,对已淬火部分进行加热回火。但是自从对低碳马氏体深入研究后,发现由于低碳钢的 M_s 点温度较高,淬火时,会自发形成回火组织,因而称为自发回火。而前面所说的由心部的热量传到表面受到加热而回火,称为自热回火。

(12) 天然稳定化处理 (6.8 条)

铸件在露天长期放置,形成铸造应力的松弛,从而使铸件形状和尺寸稳定,这样的处理在我国通常称为“时效”。这种处理英文叫做“seasoning”,日文称为“シーズニング”。虽然直译亦可译为“时效”,但在金属学及热处理专业中“时效”(即 ageing)已有其明确定义,即“合金经固溶处理或冷塑性形变后,在室温放置或在稍高温保持时,其性能随时间而变化的现象”。合金经时效后发生的性能变化,是由于脱溶析出而引起的,并不涉及内应力的松弛或消除。为了避免混淆,采用“天然稳定化处理”的叫法,而不称“时效”。

(13) 淬火冷却畸变 (14.6 条)

“工件热处理时发生的形状和尺寸的变化”通常称之为热处理变形。近年来国外热处理文章和书籍中都称“distortion”,而不叫“deformation”。“distortion”译为“畸变”较妥,用“畸变”一词可避免与加工成形的变形混淆。

(14) 索氏体、托氏体 (13.27 条、13.28 条)

“索氏体”、“托氏体”的名称国内使用得非常广泛。但由于与“珠光体”只有粗细之别,所以英、美、德、法等国已经开始废弃这两个名称,日本也在废弃使用过程中。我们考虑这两个名称在我国使用得极为普遍,故在标准中仍旧列入。有时称“屈氏体”,是因发现这个组织的学者是叫 L. Troost 的法国人,法语读音为“托斯特”而不按英语读为“屈斯特”,所以本标准中定名为“托氏体”。

(太原理工大学 侯增寿,北京机电所 朱沅浦 供稿)

三、标准文本 (GB/T 7232—1999)

中华人民共和国国家标准

GB/T 7232—1999

金属热处理工艺术语

代替 GB 7232—1987

Terminology of metal heat treatment

1 范围

本标准规定了金属热处理工艺主要术语的定义及英文对照。

本标准适用于金属热处理工艺技术标准及技术文件等。

2 总类

2.1 热处理 heat treatment

采用适当的方式对金属材料或工件（以下简称工件）进行加热、保温和冷却以获得预期的组织结构与性能的工艺。

2.2 整体热处理 bulk heat treatment

对工件整体进行穿透加热的处理。

2.3 化学热处理 thermo-chemical treatment

将工件置于适当的活性介质中加热、保温，使一种或几种元素渗入它的表层，以改变其化学成分、组织和性能的热处理。

2.4 化合物层 compound layer

化学热处理、物理气相沉积和化学气相沉积时在工件表面形成的化合物层。

2.5 扩散层 diffusion zone

化学热处理时工件化合物层之下的渗层和化学气相沉积时化合物溶解并进行扩散的内层，统称扩散层。

2.6 表面热处理 surface heat treatment

为改变工件表面的组织和性能，仅对其表面进行热处理的工艺。

2.7 局部热处理 local heat treatment, partial heat treatment

仅对工件的某一部位或几个部位进行热处理的工艺。

2.8 预备热处理 conditioning treatment

为调整原始组织，以保证工件最终热处理或（和）切削加工质量，预先进行热处理的

工艺。

2.9 真空热处理 vacuum heat treatment, low pressure heat treatment

在低于 $1 \times 10^5 \text{ Pa}$ (通常是 $10^{-1} \sim 10^{-3} \text{ Pa}$) 的环境中加热的热处理工艺。

2.10 光亮热处理 bright heat treatment

工件在热处理过程中基本不氧化, 表面保持光亮的热处理。

2.11 磁场热处理 heat treatment in magnetic field, thermomagnetic treatment

为改善某些铁磁性材料的磁性能而在磁场中进行的热处理。

2.12 可控气氛热处理 heat treatment in controlled atmosphere

为达到无氧化、无脱碳或按要求增碳, 在成分可控的炉气中进行的热处理。

2.13 保护气氛热处理 heat treatment in protective gases

在工作表面不氧化的气氛或惰性气体中进行的热处理。

2.14 离子轰击热处理 plasma heat treatment, ion bombardment heat treatment, glow discharge heat treatment

在低于 $1 \times 10^5 \text{ Pa}$ (通常是 $10^{-1} \sim 10^{-3} \text{ Pa}$) 的特定气氛中利用工件(阴极)和阳极之间等离子体辉光放电进行的热处理。

2.15 流态床热处理 heat treatment in fluidized beds

工件在由气流和悬浮其中的固体粉粒构成的流态层中进行的热处理。

2.16 高能束热处理 high energy heat treatment

利用激光、电子束、等离子弧、感应涡流或火焰等高功率密度能源加热工件的热处理工艺总称。

2.17 稳定化处理 stabilizing treatment, stabilizing

为使工件在长期服役的条件下形状和尺寸变化能够保持在规定范围内的热处理。

2.18 形变热处理 thermomechanical treatment

将塑性变形和热处理结合, 以提高工件力学性能的复合工艺。

2.19 复合热处理 duplex heat treatment

将多种热处理工艺合理组合, 以便更有效地改善工件使用性能的复合工艺。

2.20 修复热处理 restoration heat treatment

指对长期运行后的热处理件(工件)在尚未发生不可恢复的损伤之前, 通过一定的热处理工艺, 使其组织结构得以改善, 使用性能或(和)几何尺寸得以恢复, 服役寿命得以延长的热处理技术。

2.21 清洁热处理 clean production in heat treatment

作为一种可持续发展的生产方式之一的清洁热处理主要包括少、无污染, 少、无氧化与节能的热处理技术。它反映了经济效益、社会效益与环境效益的统一。

2.22 热处理工艺周期 thermal cycle, time temperature cycle, heat treatment cycle

通过加热、保温、冷却, 完成一种热处理工艺过程的周期。

2.23 加热制度 heating schedule

对一个工艺周期内工件或加热介质在加热阶段温度变化的规定。

2.24 预热 preheating

为减少畸变, 避免开裂, 在工件加热至最终温度前进行的一次或数次阶段性保温的

过程。

2.25 加热速度 heating rate, rate of heating

在给定温度区间单位时间内工件或介质温度的平均增值。

2.26 差温加热 differential heating

有目的地在工件中产生温度梯度的加热。

2.27 纵向移动加热 scanning heating

工件在热源内纵向连续移动或热源沿工件纵向连续移动进行的加热。

2.28 旋转加热 spin heating

工件在热源内（外）旋转进行的加热。

2.29 保温 holding, soaking

工件或加热介质在工艺规定温度下恒温保持一定时间的操作。恒温保持的时间和温度分别称保温时间和保温温度。

2.30 有效厚度 effective thickness

工件各部位壁厚不同时，如按某处壁厚确定加热时间即或保证热处理质量，则该处的壁厚称为工件的有效厚度。

2.31 奥氏体化 austenitizing

工件加热至 A_{c3} 或 A_{c1} 以上，以全部或部分获得奥氏体组织的操作称为奥氏体化。工件进行奥氏体化的保温温度和保温时间分别称为奥氏体化温度和奥氏体化时间。

2.32 可控气氛 controlled atmosphere

成分可按氧化—还原、增碳—脱碳效果控制的炉中气体混合物。其中包括放热式气氛、吸热式气氛、放热—吸热式气氛、有机液体裂解气氛、氨基气氛、氨制备气氛、木炭制备气氛和氢气等。

2.33 吸热式气氛 endothermic atmosphere

将气体燃料和空气以一定比例混合，在一定的温度于催化剂作用下通过吸热反应裂解生成的气氛。可燃，易爆，具有还原性。一般用作工件的无脱碳加热介质或渗碳时的载气。

2.34 放热式气氛 exothermic atmosphere

将气体燃料和空气以接近完全燃烧的比例混合，通过燃烧、冷却、除尘等过程而制备的气氛。根据 H_2 、 CO 的含量可分为浓型和淡型两种。浓型可燃，易爆，可作为退火、正火和淬火的无氧化，微脱碳加热保护气氛。淡型不可燃，不易爆，可作为无氧化加热保护气氛和使用吸热式气氛时的排除炉中空气的置换气氛。

2.35 放热—吸热式气氛 exo-endothermic atmosphere

用吸热式气氛发生器原理制备，吸热式气氛的热源是放热式的燃烧。燃烧产物添加少量燃料即可进行吸热式反应。这种气氛兼有吸热和放热两种气氛的用途，且制备成本低和具有节能效果。

2.36 滴注式气氛 drip feed atmosphere

把含碳有机液体（一般用甲醇）定量滴入加热到一定温度、密封良好的炉内，在炉内裂解形成的气氛。甲醇裂解气可用作渗碳载气，添加乙酸乙酯、丙酮、异丙醇、煤油等可提高碳势，作为渗碳气氛。

2.37 氮基气氛 nitrogen-base atmosphere

一般指含氮在 90% 以上的混合气体、精净化放热式气氛、氨燃烧净化气氛、空气液化分馏氮气,用碳分子筛常温空气分离制氮和薄膜空分制氮的气氛都属此类。当前,后两种气氛使用较多。氮基气氛,即使是高纯氮也含微量氧,直接使用不能保护使工件获得无氧化加热效果,一般需添加少量甲醇。氮基气氛可用作工件无氧化加热保护气氛,也可用作渗碳载气。

2.38 合成气氛 artificial atmosphere

把纯氮和甲醇裂解气按一定比例混合可视作吸热式气氛作为渗碳载气,此即合成气氛。碳分子筛和薄膜空分制氮法问世后,配制合成气氛被认为是一种便宜和节能的可控气氛制备方法。尤其在我国,采用合成气氛是解决制备可控气氛气源的一条主要出路。

2.39 直生式气氛 direct prepared atmosphere

将气体燃料和空气按吸热式气氛的比例配好,直接通入渗碳炉中,在炉内裂解成所需成分的气氛。利用氧探头和微处理机以及碳势控制系统,可以实现这种气氛的碳势精确控制。采用直生式气氛省略了气体发生炉,可以节约能耗。

2.40 中性气氛 neutral atmosphere

在给定温度下不与被加热工件发生化学反应的气氛。

2.41 氧化气氛 oxidizing atmosphere

在给定温度下与被加热工件发生氧化反应的气氛。

2.42 还原气氛 reducing atmosphere

在给定条件下可使金属氧化物还原的气氛。

2.43 冷却制度 cooling schedule

对工件热处理冷却条件(冷却介质、冷却速度)所作的规定。

2.44 冷却速度 cooling rate

热处理冷却过程中在某一指定温度区间或某一温度下,工件温度随时间下降的速率。前者称为平均冷却速度,后者称为瞬时冷却速度。

2.45 马氏体临界冷却速度 critical cooling rate

工件淬火时可抑制非马氏体转变的冷却速度下限。

2.46 冷却曲线 cooling curve

显示热处理冷却过程中工件温度随时间变化的曲线。

2.47 特性冷却曲线 characteristic cooling curve

规定试样的心部冷却速度随温度变化的特性曲线,它反映了液态介质对试样在不同温度下的冷却速度。

2.48 炉冷 furnace cooling

工件在热处理炉中加热保温后,切断炉子能源,使工件随炉冷却的方式。

2.49 淬冷烈度 quenching intensity

表征淬火介质从热工件中吸取热量的能力的指标,以 H 值来表示。几种介质的淬火冷却烈度见表 1。

表 1 淬火冷却烈度 H

搅动情况	空气	油	水	盐水
静止	0.02	0.25 ~ 0.30	0.9 ~ 1.0	2.0
中等	—	0.35 ~ 0.40	1.1 ~ 1.2	—
强	—	0.50 ~ 0.80	1.6 ~ 2.0	—
强烈	0.08	0.80 ~ 1.10	4.0	5.0

2.50 等温转变 isothermal transformation

工件奥氏体化后，冷却到临界点 (Ar_1 或 Ar_3) 以下等温保持时过冷奥氏体发生的转变。

2.51 连续冷却转变 continuous cooling transformation

工件奥氏体化后以不同冷却速度连续冷却时过冷奥氏体发生的转变。

2.52 等温转变图；奥氏体等温转变图 isothermal transformation diagram (TTT curve)

过冷奥氏体在不同温度等温保持时，温度、时间与转变产物所占百分数（转变开始及转变终止）的关系曲线图。

2.53 连续冷却转变图；奥氏体连续冷却转变图 continuous cooling transformation diagram (CCT curve)

工件奥氏体化后连续冷却时，过冷奥氏体开始转变及转变终止的时间、温度及转变产物与冷却速度之间的关系曲线图。

2.54 孕育期 incubation period

工件的不平衡组织在给定温度恒温保持时，从到达该温度至开始发生组织转变所经历的时间。

3 退火类

3.1 退火 annealing

工件加热到适当温度，保持一定时间，然后缓慢冷却的热处理工艺。

3.2 再结晶退火 recrystallization annealing

经冷却塑性变形加工的工件加热到再结晶温度以上，保持适当时间，通过再结晶使冷变形过程中产生的晶体学缺陷基本消失，重新形成均匀的等轴晶粒，以消除形变强化效应和残余应力的退火。

3.3 等温退火 isothermal annealing

工件加热到高于 Ac_3 （或 Ac_1 ）的温度，保持适当时间后，较快地冷却到珠光体转变温度区间的适当温度并等温保持，使奥氏体转变为珠光体类组织后在空气中冷却的退火。

3.4 球化退火 spheroidizing annealing, spheroidizing

为使工件中的碳化物球状化而进行的退火。

3.5 预防白点退火 hydrogen relief annealing

为防止工件在热形变加工后的冷却过程中因氢呈气态析出而形成发裂（白点），在形变加工完后直接进行的退火。其目的是使氢扩散到工件之外。

3.6 脱氢处理 baking, dehydrogenation

在工件组织不发生变化的条件下,通过低温加热、保温,使工件内的氢向外扩散进入大气中的退火。

3.7 光亮退火 bright annealing

工件在热处理过程中基本不氧化,表面保持光亮的退火。

3.8 中间退火 process annealing, intermediate annealing, interstage annealing

为消除工件形变强化效应,改善塑性,便于实施后继工序而进行的工序间退火。

3.9 均匀退火 homogenizing, diffusion annealing

以减少工件化学成分和组织的不均匀程度为主要目的,将其加热到高温并长时间保温,然后缓慢冷却的退火。

3.10 稳定化退火 stabilizing annealing

为使工件中微细的显微组成物沉淀或球化的退火。例如某些奥氏体不锈钢在 850℃ 附近进行稳定化退火,沉淀出 TiC、NbC、TaC,防止耐晶间腐蚀性能降低。

3.11 去应力退火 stress relieving, stress relief annealing

为去除工件塑性变形加工、切削加工或焊接造成的内应力及铸件内存在的残余应力而进行的退火。

3.12 完全退火 full annealing

将工件完全奥氏体化后缓慢冷却,获得接近平衡组织的退火。

3.13 不完全退火 partial annealing, incomplete annealing

将工件部分奥氏体化后缓慢冷却的退火。

3.14 晶粒粗化退火 coarse-grained annealing

将工件加热至比正常退火较高的温度,保持较长时间,使晶粒粗化以改善材料被切削加工性能的退火。

3.15 双联退火 double annealing

中间不冷至室温,前后接续的两次退火。

3.16 快速退火 rapid annealing

采用高能束或其他能源将工件加热至比正常退火较高的温度并短暂保温的退火。

3.17 亚相变点退火 subcritical annealing

工件在低于 A_{c1} 的温度进行的退火工艺的总称。其中包括亚相变点球化退火、再结晶退火、去应力退火等。

3.18 连续退火 continuous annealing

用连续作业炉实施的退火。

3.19 可锻化退火 malleablizing

使成分适宜的白口铸铁中的碳化物分解并形成团絮状石墨的退火。

3.20 石墨化退火 graphitizing treatment

为使铸铁内莱氏体中的渗碳体或(和)游离渗碳体分解而进行的退火。

3.21 装箱退火 box annealing, close annealing, pot annealing, coffin annealing, pack annealing

将工件装入有保护介质的密封容器中加热的退火。