

# 金属热解决原理

## 一、热解决作用

机床、汽车、摩托车、火车、矿山、石油、化工、航空、航天等用大量零部件需要通过热解决工艺改进其性能。据初步记录，在机床制造中，约 60%~70%零件要通过热解决，在汽车、拖拉机制造中，需要热解决零件多达 70%~80%，而工模具及滚动轴承，则要 100%进行热解决。总之，凡重要零件都必要进行恰当热解决才干使用。

材料热解决普通指是将材料加热到相变温度以上发生相变，再施以冷却再发生相变工艺过程。通过这个相变与再相变，材料内部组织发生了变化，因而性能变化。例如碳素工具钢 T8 在市面上购回经球化退火材料其硬度仅为 20HRC，作为工具需经淬火并低温回火使硬度提高到 60~63HRC，这是由于内部组织由淬火之前粒状珠光体转变为淬火加低温回火后回火马氏体。同一种材料热解决工艺不同其性能差别很大。表 6-1 列出 45 钢制直径为 F15mm 均匀园棒材料经退火、正火、淬火加低温回火以及淬火加高温回火不同热解决后机械性能，导致性能差别如此大因素是不同热解决后内部组织截然不同。同类型热解决（例如淬火）加热温度与冷却条件要由材料成分拟定。这些表白，热解决工艺（或制度）选取要依照材料成分，材料内部组织变化依赖于材料热解决及其他热加工工艺，材料性能变化又取决于材料内部组织变化，材料成分—加工工艺—组织构造—材料性能这四者互相依成关系贯穿在材料加工全过程之中。

## 二、热解决基本要素

热解决工艺中有三大基本要素：加热、保温、冷却。这三大基本要素决定了材料热解决后组织和性能。

加热是热解决第一道工序。不同材料，其加热工艺和加热温度都不同。加热分为两种，一种是在临界点 A1 如下加热，此时不发生组织变化。另一种是在 A1 以上加热，目的是为了获得均匀奥氏体组织，这一过程称为奥氏体化。

保温目是要保证工件烧透，防止脱碳、氧化等。保温时间和介质选取与工件尺寸和材质有直接关系。普通工件越大，导热性越差，保温时间就越长。

冷却是热解决最后工序，也是热解决最重要工序。钢在不同冷却速度下可以转变为不同组织。

## 三、热解决基本类型

依照加热、冷却方式不同及组织、性能变化特点不同，热解决可以分为下列几类：

1. 普通热解决 涉及退火、正火、淬火和回火等。
2. 表面热解决

# 金属热解决原理

## 一、热解决作用

机床、汽车、摩托车、火车、矿山、石油、化工、航空、航天等用大量零部件需要通过热解决工艺改进其性能。据初步记录，在机床制造中，约 60%~70%零件要通过热解决，在汽车、拖拉机制造中，需要热解决零件多达 70%~80%，而工模具及滚动轴承，则要 100%进行热解决。总之，凡重要零件都必要进行恰当热解决才干使用。

材料热解决普通指是将材料加热到相变温度以上发生相变，再施以冷却再发生相变工艺过程。通过这个相变与再相变，材料内部组织发生了变化，因而性能变化。例如碳素工具钢 T8 在市面上购回经球化退火材料其硬度仅为 20HRC，作为工具需经淬火并低温回火使硬度提高到 60~63HRC，这是由于内部组织由淬火之前粒状珠光体转变为淬火加低温回火后回火马氏体。同一种材料热解决工艺不同其性能差别很大。表 6-1 列出 45 钢制直径为 F15mm 均匀园棒材料经退火、正火、淬火加低温回火以及淬火加高温回火不同热解决后机械性能，导致性能差别如此大因素是不同热解决后内部组织截然不同。同类型热解决（例如淬火）加热温度与冷却条件要由材料成分拟定。这些表白，热解决工艺（或制度）选取要依照材料成分，材料内部组织变化依赖于材料热解决及其他热加工工艺，材料性能变化又取决于材料内部组织变化，材料成分—加工工艺—组织构造—材料性能这四者互相依成关系贯穿在材料加工全过程之中。

## 二、热解决基本要素

热解决工艺中有三大基本要素：加热、保温、冷却。这三大基本要素决定了材料热解决后组织和性能。

加热是热解决第一道工序。不同材料，其加热工艺和加热温度都不同。加热分为两种，一种是在临界点 A1 如下加热，此时不发生组织变化。另一种是在 A1 以上加热，目的是为了获得均匀奥氏体组织，这一过程称为奥氏体化。

保温目是要保证工件烧透，防止脱碳、氧化等。保温时间和介质选取与工件尺寸和材质有直接关系。普通工件越大，导热性越差，保温时间就越长。

冷却是热解决最后工序，也是热解决最重要工序。钢在不同冷却速度下可以转变为不同组织。

## 三、热解决基本类型

依照加热、冷却方式不同及组织、性能变化特点不同，热解决可以分为下列几类：

1. 普通热解决 涉及退火、正火、淬火和回火等。
2. 表面热解决

涉及感应加热表面淬火、火焰加热表面淬火、电接触加热表面淬火、渗碳、氮化和碳氮共渗等。

3. 其他热解决 涉及可控氛围热解决、真空热解决和形变热解决等。

按照热解决在零件生产过程中位置和作用不同，热解决工艺还可分为预备热解决和最后热解决。预备热解决是零件加工过程中一道中间工序（也称为中间热解决），其目的是改进锻、铸毛坯件组织、消除应力，为后续机加工或进一步热解决作准备。最后热解决是零件加工最后工序，其目的是使通过成型工艺达到规定形状和尺寸后零件性能达到所需要使用性能

## 金属热解决工艺

金属热解决是将金属工件放在一定介质中加热、保温、冷却，通过变化金属材料表面或内部组织构造来控制其性能工艺办法。

### 1. 金属组织

**金属：**具备不透明、金属光泽良好导热和导电性并且其导电能力随温度增高而减小，富有延性和展性等特性物质。金属内部原子具备规律性排列固体（即晶体）。

**合金：**一种金属元素与此外一种或几种元素，通过熔化或其他办法结合而成具备金属特性物质。

**相：**合金中同一化学成分、同一汇集状态，并以界面互相分开各个均匀构成某些。

**固溶体：**是一种（或几种）组元原子（化合物）溶入另一种组元晶格中，而仍保持另一组元晶格类型固态金属晶体，固溶体分间隙固溶体和置换固溶体两种。

**固溶强化：**由于溶质原子进入溶剂晶格间隙或结点，使晶格发生畸变，使固溶体硬度和强度升高，这种现象叫固溶强化现象。

**金属化合物：**合金组元间以一定比例发生互相作用儿生成一种新相，普通能以化学式表达其构成。

**机械混合物：**由两种相或两种以上相机械混合在一起而得到多相集合体。

**铁素体：**碳在  $\alpha$ -Fe（体心立方构造铁）中间隙固溶体。

**奥氏体：**碳在  $\gamma$ -Fe（面心立方构造铁）中间隙固溶体。

**渗碳体：**碳和铁形成稳定化合物（ $\text{Fe}_3\text{C}$ ）。

**珠光体：**铁素体和渗碳体构成机械混合物（ $\text{F}+\text{Fe}_3\text{C}$  含碳 0.77%）

高温莱氏体：渗碳体和奥氏体构成机械混合物（含碳 4.3%）

金属热解决是机械制造中重要工艺之一，与其他加工工艺相比，热解决普通不变化工件形状和整体化学成分，而是通过变化工件内部显微组织，或变化工件表面化学成分，赋予或改进工件使用性能。其特点是改进工件内在质量，而这普通不是肉眼所能看到。

为使金属工件具备所需要力学性能、物理性能和化学性能，除合理选用材料和各种成形工艺外，热解决工艺往往是必不可少。钢铁是机械工业中应用最广材料，钢铁显微组织复杂，可以通过热解决予以控制，因此钢铁热解决是金属热解决重要内容。此外，铝、铜、镁、钛等及其合金也都可以通过热解决变化其力学、物理和化学性能，以获得不同使用性能。

热解决工艺普通涉及加热、保温、冷却三个过程，有时只有加热和冷却两个过程。这些过程互相衔接，不可间断。加热是热解决重要工序之一。金属热解决加热办法诸多，最早是采用木炭和煤作为热源，进而应用液体和气体燃料。电应用使加热易于控制，且无环境污染。运用这些热源可以直接加热，也可以通过熔融盐或金属，以至浮动粒子进行间接加热。

金属加热时，工件暴露在空气中，经常发生氧化、脱碳(即钢铁零件表面碳含量减少)，这对于热解决后零件表面性能有很不利影响。因而金属普通应在可控氛围或保护氛围中、熔融盐中和真空中加热，也可用涂料或包装办法进行保护加热。

加热温度是热解决工艺重要工艺参数之一，选取和控制加热温度，是保证热解决质量重要问题。加热温度随被解决金属材料和热解决目不同而异，但普通都是加热到相变温度以上，以获得高温组织。此外转变需要一定期间，因而当金属工件表面达到规定加热温度时，还须在此温度保持一定期间，使内外温度一致，使显微组织转变完全，这段时间称为保温时间。采用高能密度加热和表面热解决时，加热速度极快，普通就没有保温时间，而化学热解决保温时间往往较长。

冷却也是热解决工艺过程中不可缺少环节，冷却办法因工艺不同而不同，重要是控制冷却速度。普通退火冷却速度最慢，正火冷却速度较快，淬火冷却速度更快。但还因钢种不同而有不同规定，例如空硬钢就可以用正火同样冷却速度进行淬硬。

金属热解决工艺大体可分为整体热解决、表面热解决和化学热解决三大类。依照加热介质、加热温度和冷却办法不同，每一大类又可区别为若干不同热解决工艺。同一种金属采用不同热解决工艺，可获得不同组织，从而具备不同性能。钢铁是工业上应用最广金属，并且钢铁显微组织也最为复杂，因而钢铁热解决工艺种类繁多。

整体热解决是对工件整体加热，然后以恰当速度冷却，以变化其整体力学性能金属热解决工艺。钢铁整体热解决大体有退火、正火、淬火和回火四种基本工艺。

退火是将工件加热到恰当温度，依照材料和工件尺寸采用不同保温时间，然后进行缓慢冷却，目的是使金属内部组织达到或接近平衡状态，获得良好工艺性能和使用性能，或者为进一步淬火作组织准备。正火是将工件加热到适当温度后在空气中冷却，正火效果同退火相似，只是得到组织更细，惯用于改进低碳材料切削性能，也有时用于对某些规定不高零件作为最后热解决。

淬火是将工件加热保温后，在水、油或其他无机盐、有机水溶液等淬冷介质中迅速冷却。淬火后钢件变硬，但同步变脆。为了减少钢件脆性，将淬火后钢件在高于室温而低于  $650^{\circ}\text{C}$  某一恰当温度进行长时间保温，再进行冷却，这种工艺称为回火。退火、正火、淬火、回火是整体热解决中“四把火”，其中淬火与回火关系密切，经常配合使用，缺一不可。

“四把火”随着加热温度和冷却方式不同，又演变出不同热解决工艺。为了获得一定强度和韧性，把淬火和高温回火结合起来工艺，称为调质。某些合金淬火形成过饱和固溶体后，将其置于室温或稍高恰当温度下保持较长时间，以提高合金硬度、强度或电性磁性等。这样热解决工艺称为时效解决。

把压力加工形变与热解决有效而紧密地结合起来进行，使工件获得较好强度、韧性配合办法称为形变热解决；在负压氛围或真空中进行热解决称为真空热解决，它不但能使工件不氧化，不脱碳，保持解决后工件表面光洁，提高工件性能，还可以通入渗剂进行化学热解决。

表面热解决是只加热工件表层，以变化其表层力学性能金属热解决工艺。为了只加热工件表层而不使过多热量传入工件内部，使用热源须具备高能量密度，即在单位面积工件上予以较大热能，使工件表层或局部能短时或瞬时达到高温。表面热解决重要办法有火焰淬火和感应加热热解决，惯用热源有氧乙炔或氧丙烷等火焰、感应电流、激光和电子束等。

化学热解决是通过变化工件表层化学成分、组织和性能金属热解决工艺。化学热解决与表面热解决不同之处是后者变化了工件表层化学成分。化学热解决是将工件放在含碳、氮或其他合金元素介质(气体、液体、固体)中加热，保温较长时间，从而使工件表层渗入碳、氮、硼和铬等元素。渗入元素后，有时还要进行其他热解决工艺如淬火及回火。化学热解决重要办法有渗碳、渗氮、渗金属。

热解决是机械零件和工模具制造过程中重要工序之一。它可以控制工件各种性能，如耐磨、耐腐蚀、磁性能等。还可以改进毛坯组织和应力状态，以利于进行各种冷、热加工。

例如白口铸铁通过长时间退火解决可以获得可锻铸铁，提高塑性；齿轮采用对的热解决工艺，使用寿命可以比不经热解决齿轮成倍或几十倍地提高；此外，价廉碳钢通过渗入某些合金元素就具备某些价昂合金钢性能，可以代替某些耐热钢、不锈钢；工模具则几乎所有需要通过热解决方可使用。

## 热解决工艺学-钢分类

[编辑本段回目录](#)

钢是以铁、碳为重要成分合金，它含碳量普通不大于 2.11%

。钢是经济建设中极为重要金属材料。钢按化学成分分为碳素钢（简称碳钢）与合金钢两大类。碳钢是由生铁冶炼获得合金，除铁、碳为其重要成分外，还具有少量锰、硅、硫、磷等杂质。碳钢具备一定机械性能，又有良好工艺性能，且价格低廉。因而，碳钢获得了广泛应用。但随着当代工业与科学技术迅速发展，碳钢性能已不能完全满足需要，于是人们研制了各种合金钢。合金钢是在碳钢基本上，有目的地加入某些元素（称为合金元素）而得到多元合金。与碳钢比，合金钢性能有明显提高，故应用日益广泛。

由于钢材品种繁多，为了便于生产、保管、选用与研究，必要对钢材加以分类。按钢材用途、化学成分、质量不同，可将钢分为许多类：

#### （一）． 按用途分类

按钢材用途可分为构造钢、工具钢、特殊性能钢三大类。

##### 1. 构造钢：

（1）．用作各种机器零件钢。它涉及渗碳钢、调质钢、弹簧钢及滚动轴承钢。

（2）．用作工程构造钢。它涉及碳素钢中甲、乙、特类钢及普通低合金钢。

2. 工具钢：用来制造各种工具钢。依照工具用途不同可分为刃具钢、模具钢与量具钢。

3. 特殊性能钢：是具备特殊物理化学性能钢。可分为不锈钢、耐热钢、耐磨钢、磁钢等。

#### （二）． 按化学成分分类

按钢材化学成分可分为碳素钢和合金钢两大类。



碳素钢：按含碳量又可分为低碳钢（含碳量 $\leq 0.25\%$ ）；中碳钢（ $0.25\% < \text{含碳量} < 0.6\%$ ）；高碳钢（含碳量 $\geq 0.6\%$ ）。

合金钢：按合金元素含量又可分为低合金钢（合金元素总含量 $\leq$

5%)；中合金钢（合金元素总含量=5%--10%）；高合金钢（合金元素总含量>10%）。此外，依照钢中所含重要合金元素种类不同，也可分为锰钢、铬钢、铬镍钢、铬锰钛钢等。

### （三）. 按质量分类

按钢材中有害杂质磷、硫含量可分为普通钢（含磷量 $\leq 0.045\%$ 、含硫量 $\leq 0.055\%$ ；或磷、硫含量均 $\leq 0.050\%$ ）；优质钢（磷、硫含量含硫量 $\leq 0.030\%$ ）。

此外，尚有按冶炼炉种类，将钢分为平炉钢（酸性平炉、碱性平炉），空气转炉钢（酸性转炉、碱性转炉、氧气顶吹转炉钢）与电炉钢。按冶炼时脱氧限度，将钢分为沸腾钢（脱氧不完全），镇定钢（脱氧比较完全）及半镇定钢。

钢厂在给钢产品命名时，往往将用途、成分、质量这三种分类办法结合起来。如将钢称为普通碳素构造钢、优质碳素构造钢、碳素工具钢、高档优质碳素工具钢、合金构造钢、合金工具钢等。均 $\leq 0.040\%$ ）；高档优质钢（含磷量 $\leq 0.035\%$ 、

## 热解决工艺学-金属材料机械性能

[编辑本段回目录](#)

金属材料性能普通分为工艺性能和使用性能两类。所谓工艺性能是指机械零件在加工制造过程中，金属材料在所定冷、热加工条件下体现出来性能。金属材料工艺性能好坏，决定了它在制造过程中加工成形适应能力。由于加工条件不同，规定工艺性能也就不同，如锻造性能、可焊性、可锻性、热解决性能、切削加工性等。所谓使用性能是指机械零件在使用条件下，金属材料体现出来性能，它涉及机械性能、物理性能、化学性能等。金属材料使用性能好坏，决定了它使用范畴与使用寿命。

在机械制造业中，普通机械零件都是在常温、常压和非强烈腐蚀性介质中使用，且在使用过程中各机械零件都将承受不同载荷作用。金属材料在载荷作用下抵抗破坏性能，称为机械性能（或称为力学性能）。金属材料机械性能是零件设计和选材时重要根据。外加载荷性质不同（例如拉伸、压缩、扭转、冲击、循环载荷等），对金属材料规定机械性能也将不同。惯用机械性能涉及：强度、塑性、硬度、韧性、多次冲击抗力和疲劳极限等。下面将分别讨论各种机械性能。

### 1. 强度

强度是指金属材料在静荷作用下抵抗破坏（过量塑性变形或断裂）性能。由于载荷作用方式有拉伸、压缩、弯曲、剪切等形式，因此强度也分为抗拉强度、抗压强度、抗弯强度、抗剪强度等。各种强度间常有一定联系，使用中普通较多以抗拉强度作为最基本强度指标。

### 2. 塑性

塑性是指金属材料在载荷作用下，产生塑性变形（永久变形）而不破坏能力。

### 3. 硬度

硬度是衡量金属材料软硬程度指标。当前生产中测定硬度办法最惯用是压入硬度法，它是用一定几何形状压头在一定载荷下压入被测试金属材料表面，依照被压入限度来测定其硬度值。

惯用办法有布氏硬度（HB）、洛氏硬度（HRA、HRB、HRC）和维氏硬度（HV）等办法。

#### 4. 疲劳

前面所讨论强度、塑性、硬度都是金属在静载荷作用下机械性能指标。事实上，许多机器零件都是在循环载荷下工作，在这种条件下零件会产生疲劳。

#### 5.

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。

如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/907004044124006114>