

热处理知识问答 100 问 (CONO)

第一章热处理原理

1、什么是热处理

将固态金属或合金采取适当方式进行加热，保温一定的时间，以一定的冷却速度冷却以改变其组织，从而获得所需性能的一种工艺方法。

2、热处理的目的是什么

通过适当的热处理工艺改变钢的内部组织结构,来控制相变过程中组织转变的程度和转变产物的形态,从而改善钢的性能。

3、热处理的条件是什么

必须有固态相变转变的合金才可以进行热处理。

4、热处理的工艺过程是什么

1、加热：临界点+ ΔT 值

2、保温

3、冷却：临界点- ΔT 值 一定冷却速度

5、主要参数有哪些

1、加热温度 T

2、保温时间 t

3、冷却速度 v ，冷却介质决定冷却速度， 如：水、盐水、碱水、空气

6、按处理阶段及目的可分为哪几种

1、预处理

目的是消除偏析、内应力，为最终热处理或后续的加工获得平衡组织。

2、最终处理

作为工件处理的最后工序，获得最终组织。

7、按热处理工艺参数可分为哪几种

1、普通热处理

这是生产中最常用的热处理工艺，如退火、正火、淬火、回火等。

这类的热处理一般不会额外的加入其他元素，主要是通过自身组织转变来得到所需要的性能。

2、化学热处理

这类在热处理在齿轮、轴等耐磨件上会经常用到。工件进行化学热处理时，会在表面一层渗入其他的元素，而对心部的成分不会产生什么影响。一般渗入什么元素，我们就称为渗×处理，如表面渗 C、渗 N，C、N 共渗等。

3、表面热处理

综合了上述两类热处理的特点，即热处理时不加入其他元素，而且只是针对表面进行的热处理，不影响心部的组织，如表面淬火，但其要求工件的含碳量较高。

8、什么是退火

退火是将金属和合金加热到适当温度，保持一定时间，然后缓慢冷却的热处理工艺。退火后组织亚共析钢是铁素体加片状珠光体；共析钢或过共析钢则是粒状珠光体。总之退火组织是接近平衡状态的组织。

9、退火的目的是什么？

- 1、降低钢的硬度，提高塑性，以利于切削加工及冷变形加工。
- 2、细化晶粒，消除因铸、锻、焊引起的组织缺陷，均匀钢的组织成分，改善钢的性能或为以后的热处理作组织准备。
- 3、消除钢中的内应力，以防止变形和开裂。

本文摘自:洛阳科诺工业(<http://www.conoch.com>)

10、 退火工艺的种类有哪些

主要有均匀化退火,完全退火,不完全退火,等温退火,球化退火,再结晶退火, 去应力退火

11、 什么是均匀化退火

均匀化退火是为了减少金属铸锭、铸件或锻坯的化学成分的偏析和组织的不均匀性，将其加热到高温，长时间保持，然后进行缓慢冷却，以化学成分和组织均匀化为目的的退火工艺。

均匀化退火的加热温度一般为 $A_{c3}+(150\sim 200^{\circ}\text{C})$ ，即 $1050\sim 1150^{\circ}\text{C}$ ，保温时间一般为 $10\sim 15\text{h}$ ，以保证扩散充分进行，大度消除或减少成分或组织不均匀的目的。由于扩散退火的加热温度高，时间长，晶粒粗大，为此，扩散退火后再进行完全退火或正火，使组织重新细化。

12、 什么是完全退火

完全退火又称为重结晶退火，是将铁碳合金完全奥氏体化，随之缓慢冷却，获得接近平衡状态组织的退火工艺。

完全退火主要用于亚共析钢，一般是中碳钢及低、中碳合金结构钢锻件、铸件及热轧型材，有时也用于它们的焊接构件。完全退火不适用于过共析钢，因为过共析钢完全退火需加热到 A_{cm} 以上，在缓慢冷

却时，渗碳体会沿奥氏体晶界析出，呈网状分布，导致材料脆性增大，给最终热处理留下隐患。

完全退火的加热温度碳钢一般为 $Ac3+(30\sim 50^{\circ}C)$ ；合金钢为 $Ac3+(500\sim 70^{\circ}C)$ ；保温时间则要依据钢材的种类、工件的尺寸、装炉量、所选用的设备型号等多种因素确定。为了保证过冷奥氏体完全进行珠光体转变，完全退火的冷却必须是缓慢的，随炉冷却到 $500^{\circ}C$ 左右出炉空冷。

13、 什么是不完全退火

不完全退火是将铁碳合金加热到 $Ac1\sim Ac3$ 之间温度，达到不完全奥氏体化，随之缓慢冷却的退火工艺。

不完全退火主要适用于中、高碳钢和低合金钢锻轧件等，其目的是细化组织和降低硬度，加热温度为 $Ac1+(40\sim 60)^{\circ}C$ ，保温后缓慢冷却。

14、 什么是等温退火

等温退火是将钢件或毛坯件加热到高于 $Ac3$ （或 $Ac1$ ）温度，保持适当时间后，较快地冷却到珠光体温度区间地某一温度并等温保持，使奥氏体转变为珠光体型组织，然后在空气中冷却的退火工艺。

等温退火工艺应用于中碳合金钢和低合金钢，其目的是细化组织和降低硬度。亚共析钢加热温度为 $Ac3+(30\sim 50)^{\circ}C$ ，过共析钢加热温度为 $Ac3+(20\sim 40)^{\circ}C$ ，保持一定时间，随炉冷至稍低于 $Ar3$ 温度进行等温转变，然后出炉空冷。等温退火组织与硬度比完全退火更为均匀。

15、 什么是球化退火

球化退火是使钢中碳化物球化而进行的退火工艺。将钢加热到 $Ac1$ 以

上 $20\sim 30^{\circ}\text{C}$ ，保温一段时间，然后缓慢冷却，得到在铁素体基体上均匀分布的球状或颗粒状碳化物的组织。

球化退火主要适用于共析钢和过共析钢，如碳素工具钢、合金工具钢、轴承钢等。这些钢经轧制、锻造后空冷，所得组织是片层状珠光体与网状渗碳体，这种组织硬而脆，不仅难以切削加工，且在以后淬火过程中也容易变形和开裂。而经球化退火得到的是球状珠光体组织，其中的渗碳体呈球状颗粒，弥散分布在铁素体基体上，和片状珠光体相比，不但硬度低，便于切削加工，而且在淬火加热时，奥氏体晶粒不易长大，冷却时工件变形和开裂倾向小。另外对于一些需要改善冷塑性变形（如冲压、冷镦等）的亚共析钢有时也可采用球化退火。

球化退火加热温度为 $\text{Ac}1+(20\sim 40)^{\circ}\text{C}$ 或 $\text{Ac}m-(20\sim 30)^{\circ}\text{C}$ ，保温后等温冷却或直接缓慢冷却。在球化退火时奥氏体化是“不完全”的，只是片状珠光体转变成奥氏体，及少量过剩碳化物溶解。因此，它不可能消除网状碳化物，如过共析钢有网状碳化物存在，则在球化退火前须先进行正火，将其消除，才能保证球化退火正常进行。

16、什么是再结晶退火

再结晶退火是经冷变形后的金属加热到再结晶温度以上，保持适当时间，使变形晶粒重新结晶成均匀的等轴晶粒，以消除变形强化和残余应力的热处理工艺。

17、什么是去应力退火

去应力退火是为了消除由于塑性变形加工、焊接等而造成的以及铸件内存在的残余应力而进行的退火工艺。

锻造、铸造、焊接以及切削加工后的工件内部存在内应力，如不及时消除，将使工件在加工和使用过程中发生变形，影响工件精度。采用去应力退火消除加工过程中产生的内应力十分重要。

去应力退火的加热温度低于相变温度 A_1 ，因此，在整个热处理过程中不发生组织转变。内应力主要是通过工件在保温和缓冷过程中消除的。为了使工件内应力消除得更彻底，在加热时应控制加热温度。一般是低温进炉，然后以 $100^\circ\text{C}/\text{h}$ 左右的加热速度加热到规定温度。焊接件的加热温度应略高于 600°C 。保温时间视情况而定，通常为 $2\sim 4\text{h}$ 。铸件去应力退火的保温时间取上限，冷却速度控制在 $(20\sim 50)^\circ\text{C}/\text{h}$ ，冷至 300°C 以下才能出炉空冷。

18、什么是回火

将经过淬火的工件重新加热到低于下临界温度的适当温度，保温一段时间后在空气或水、油等介质中冷却的金属热处理。

19、回火的目的是什么

- 1、降低脆性，消除或减少内应力，钢件淬火后存在很大内应力和脆性，如不及时回火往往会使钢件发生变形甚至开裂。
- 2、获得工件所要求的机械性能，工件经淬火后硬度高而脆性大，为了满足各种工件的不同性能的要求，可以通过适当回火的配合来调整硬度，减小脆性，得到所需要的韧性，塑性。
- 3、稳定工件尺寸。
- 4、对于退火难以软化的某些合金钢，在淬火（或正火）后常采用高温回火，使钢中碳化物适当聚集，将硬度降低，以利切削加工。

20、 回火的种类有哪些

根据不同的要求可采用低温回火、中温回火或高温回火。通常随着回火温度的升高，硬度和强度降低，延性或韧性逐渐增高。

21、 低温回火得到的组织及目的是什么

低温回火（150—250 度）

低温回火所得组织为回火马氏体。其目的是在保持淬火钢的高硬度和高耐磨性的前提下，降低其淬火内应力和脆性，以免使用时崩裂或过早损坏。它主要用于各种高碳的切削刀具，量具，冷冲模具，滚动轴承以及渗碳件等，回火后硬度一般为 HRC58—64。

22、 中温回火得到的组织及目的是什么

中温回火（350—500 度）

中温回火所得组织为回火屈氏体。其目的是获得高的屈服强度，弹性极限和较高的韧性。因此，它主要用于各种弹簧和热作模具的处理，回火后硬度一般为 HRC35—50。

23、 高温回火得到的组织及目的是什么

高温回火（500—650 度）

高温回火所得组织为回火索氏体。习惯上将淬火加高温回火相结合的热处理称为调质处理，其目的是获得强度，硬度和塑性，韧性都较好的综合机械性能。因此，广泛用于汽车，拖拉机，机床等的重要结构零件，如连杆，螺栓，齿轮及轴类。回火后硬度一般为 HB200—330。

24、 什么是正火

指将钢材或钢件加热到或（钢的上临界点温度）以上，30~50℃保持

适当时间后，在静止的空气中冷却的热处理的工艺。

25、 正火的目的是什么

主要是提高低碳钢的力学性能，改善切削加工性，细化晶粒，消除组织缺陷，为后道热处理作好组织准备等。

对于中、低碳钢的铸、锻件正火的主要目的是细化组织。与退火相比，正火后珠光体片层较细、铁素体晶粒也比较细小，因而强度和硬度较高。

低碳钢由于退火后硬度太低，切削加工时产生粘刀的现象，切削性能差，通过正火提高硬度，可改善切削性能，某些中碳结构钢零件可用正火代替调质，简化热处理工艺。

过共析钢正火加热到 A_{cm} 以上，使原先呈网状的渗碳体全部溶入到奥氏体，然后用较快的速度冷却，抑制渗碳体在奥氏体晶界的析出，从而能消除网状碳化物，改善过共析钢的组织。

焊接件要求焊缝强度的零件用正火来改善焊缝组织，保证焊缝强度。在热处理过程中返修零件必须正火处理，要求力学性能指标的结构零件必须正火后进行调质才能满足力学性能要求。中、高合金钢和大型锻件正火后必须加高温回火来消除正火时产生的内应力。

本文摘自:洛阳科诺工业(<http://www.conoch.com>)

26、 什么是淬火

指将钢件加热到 A_{c3} 或 A_{c1} （钢的下临界点温度）以上某一温度，保持一定的时间，然后以适当的冷却速度，获得马氏体（或贝氏体）组织的热处理工艺。常见的淬火工艺有盐浴淬火，马氏体分级淬火，贝

氏体等温淬火，表面淬火和局部淬火等。

27、 淬火的目的是什么

淬火的目的是使过冷奥氏体进行马氏体或贝氏体转变，得到马氏体或贝氏体组织，然后配合以不同温度的回火，以大幅提高钢的强度、硬度、耐磨性、疲劳强度以及韧性等，从而满足各种机械零件和工具的不同使用要求。也可以通过淬火满足某些特种钢材的铁磁性、耐蚀性等特殊的物理、化学性能。

28、 加热及保温时间如何确定

实际生产中，加热温度的选择要根据具体情况加以调整。如亚共析钢中碳含量为下限，当装炉量较多，欲增加零件淬硬层深度等时可选用温度上限；若工件形状复杂，变形要求严格等要采用温度下限。

保温时间由设备加热方式、零件尺寸、钢的成分、装炉量和设备功率等多种因素确定。对整体淬火而言，保温的目的是使工件内部温度均匀趋于一致。对各类淬火，其保温时间最终取决于在要求淬火的区域获得良好的淬火加热组织。

加热与保温是影响淬火质量的重要环节，奥氏体化获得的组织状态直接影响淬火后的性能。一般钢件奥氏体晶粒控制在 5~8 级。

29、 怎样控制冷却速度

要使钢中高温相——奥氏体在冷却过程中转变成低温亚稳相——马氏体，冷却速度必须大于钢的临界冷却速度。工件在冷却过程中，表面与心部的冷却速度有一定差异，如果这种差异足够大，则可能造成大于临界冷却速度部分转变成马氏体，而小于临界冷却速度的心部不

能转变成马氏体的情况。为保证整个截面上都转变为马氏体需要选用冷却能力足够强的淬火介质，以保证工件心部有足够高的冷却速度。但是冷却速度大，工件内部由于热胀冷缩不均匀造成内应力，可能使工件变形或开裂。因而要考虑上述两种矛盾因素，合理选择淬火介质和冷却方式。

冷却阶段不仅零件获得合理的组织，达到所需要的性能，而且要保持零件的尺寸和形状精度，是淬火工艺过程的关键环节。

第二章缺陷及影响

30、 淬火裂纹的影响因素有哪些

影响钢件淬火裂纹形成的因素众多，主要包括冶金因素、结构因素、工艺因素等。掌握各种因素作用，各因素对淬火裂纹影响的规律，对防止淬火裂纹的发生，提高成品率有重要的意义。

31、 钢件的冶金质量对淬火裂纹有何影响

钢件可用锻件、铸件、冷拉钢材、热轧钢材等加工而成，各种毛坯或材料生产过程中均可能产生冶金缺陷，或者将原料的冶金缺陷遗留给下道工序，最后这些缺陷在淬火时可扩展成淬火裂纹，或导致裂纹的发生。如铸钢件在热加工工艺过程中因加工工艺不当，在内部或表面可能形成气孔、疏松、砂眼、偏析、裂痕等缺陷；在锻件毛坯中，有可能形成缩孔、偏析、白点、夹杂物、裂纹等。这些缺陷对钢的淬火裂纹有很大的影响。一般说来，原始缺陷越严重，其淬火裂纹的倾向性越大。

32、 钢的含碳量和合金元素对钢的淬裂倾向有何影响

钢的含碳量和合金元素对钢的淬裂倾向有重要影响。一般说来，随着马氏体中含碳量的增加，增大了马氏体的脆性，降低了钢的脆断强度，增大了淬火裂纹倾向。在含碳量增加时，热应力影响减弱，组织应力影响增强。水中淬火时，工件的表面压应力变小，而中间的拉应力极大值向表面靠近。油中淬火时，表面拉应力变大。所有这些都增加了淬火开裂倾向。而合金元素对淬裂的影响是复杂的，合金元素增多时，钢的导热性降低，增大了相变的不同步性；同时合金含量增大，又强化了奥氏体，难以通过塑性变形来松弛应力，因而增大热处理内应力，有增加淬裂的倾向。然而合金元素含量增加，提高了钢的淬透性，可用较缓和的淬火介质淬火，可以减少淬裂倾向。此外有些合金元素如钒、铌、钛等有细化奥氏体晶粒的作用，减少钢的过热倾向，因而减少了淬裂倾向。

33、 原始组织对淬裂性有何影响

淬火前钢件的原始组织状态和原始组织对淬裂的影响很大。片状珠光体，在加热温度偏高时易引起奥氏体晶粒长大，容易过热，所以对原始组织为片状珠光体的钢件，必须严格控制淬火加热温度和保温时间。否则，将因钢件过热导致淬火开裂。具有球状珠光体原始组织的钢件，在淬火加热时，因为球状碳化物比较稳定，在向奥氏体转变的过程中，碳化物的溶解，往往残留少量的碳化物，这些残留碳化物阻碍了奥氏体晶粒长大，与片状珠光体相比，淬火可以获得较细的马氏体，因此原始组织为均匀球状珠光体的钢对减少裂纹来说，是淬火前较理想的

组织状态。

34、 为何会发生重复淬火开裂现象

在生产中，常常产生重复淬火开裂现象，这是由于二次淬火前未进行中间正火或中间退火所致，未经退火而直接二次淬火，组织中没有阻碍奥氏体晶粒长大的碳化物存在，奥氏体晶粒极易显著长大，引起过热。因此在二次淬火中进行一次中间退火，同时也可通过退火来达到完全消除内应力的目的。

35、 零件尺寸和结构对淬裂性有何影响

零件的截面尺寸过小和过大都不易淬裂。截面尺寸小的工件淬火时，心部很易淬硬，而且心部和表面的马氏体形成在时间上几乎是同时进行的,组织应力小，不容易淬裂。截面尺寸过大的零件，特别是用淬透性较低的钢制造时，淬火时不仅心部不能硬化，甚至连表层也得不到马氏体，其内应力主要是热应力，不易出现淬火裂纹。因此，对于每一种钢制的零件，在一定的淬火介质下，存在着一个临界淬裂直径，也就是说在临界直径的零件具有较大的淬裂倾向性。出现淬裂的危险尺寸可能因钢的化学成分而波动、加热温度和方法不同而发生变化，不可千篇一律。零件的尖角、棱角、等几何形状因素，使工件局部冷却速度的急剧变化，增大了淬火的残余应力，从而增大了淬火的开裂倾向。零件截面不均匀性的增加，淬裂倾向也加大，零件薄的部位在淬火时先发生马氏体转变，随后，当厚的部位发生马氏体转变时，体积膨胀，使薄的部位承受拉应力，同时在薄厚交界处产生应力集中，因而常出现淬火裂纹。

36、 工艺因素对淬火裂纹有何影响

工艺因素（主要是淬火加热温度，保温时间，冷却方式等因素）对淬火裂纹倾向影响较大。热处理包括加热、保温、冷却等过程。热处理不仅在冷却（淬火）时可以产生裂纹，加热时如果加热不当也可能形成裂纹。

37、 加热不当可引起哪些裂纹

升温速度过快引起的裂纹，表面增碳或脱碳引起的裂纹，过热或过烧引起的裂纹，在含氢气氛中加热引起的氢致裂纹

38、 升温速度过快为何会引起裂纹

一些材料在铸造时由于结晶过程的不同步性必然形成成分不均匀，组织不均匀，铸态材料的非金属夹杂物。如铸态高锰钢中硬而脆的碳化物相、高合金铸钢中成分偏析和疏松等缺陷的存在等因素，在大型工件快速加热时，可能形成较大的应力，从而出现开裂。

39、 表面增碳或脱碳为何会引起裂纹

合金钢零件在以碳氢化合物为气源的保护气氛炉（或可控气氛炉）中进行加热时，由于操作不当或失控，炉内碳势增高，可使得加热的工件表面碳含量超过工件的原始碳含量。在随后的热处理时，操作者仍按原钢件的工艺规程进行淬火，从而产生淬火裂纹。

在对高锰钢的铸件进行热处理时，表层如发生脱碳、脱锰，工件表面将出现裂纹；低合金工具钢、高速钢在热处理加热时，如表面产生脱碳，也有可能产生裂纹。

40、 过热或过烧为何会引起裂纹

高速钢、不锈钢工件，因淬火加热温度较高，一旦加热温度失控，很容易造成过热或过烧，从而引起热处理裂纹。

41、 在含氢气氛中加热为何会引起裂纹

氢有很大的易动性，易被钢中的所谓“陷阱”捕捉。钢中夹杂物、疏松等内部缺陷可能成为“陷阱”。夹杂物等缺陷受载时的应力集中与氢含量高这两个条件的叠加易使氢致裂纹优先产生。产生氢脆一般必须具有三个基本条件：

- 1) 有足够的氢。
- 2) 有对氢敏感的金相组织。
- 3) 有足够的三向应力存在。如气体渗碳，碳氮共渗的工件产生装配断裂、放置开裂和使用过程断裂等现象。

42、 淬火加热温度和热处理应力有何关系

一般来说淬火加热温度升高，热处理应力增大，淬火马氏体组织粗化、脆化，断裂强度降低，淬裂倾向增大。从防止淬裂的观点看，应尽量选用较低的淬火加热温度。

43、 晶粒大小同淬火加热温度有何关系

一般而言，晶粒越细小，断裂抗力越高，淬裂倾向越小，相反晶粒粗化，断裂抗力下降，断裂倾向增大。晶粒大小同淬火加热温度和淬火保温时间有直接关系。加热温度升高或保温时间增长，均能使晶粒粗化，因而增加淬裂倾向。

44、 冷却为何会引起裂纹

钢件在冷却到马氏体开始相变温度的过程中，由于组织未变，仅仅产

生热应力，所以钢件一般不会产生裂纹。当钢件冷却到 M_S 点以下，钢发生马氏体相变时，体积膨胀，产生第二类畸变、第二类应力及宏观的组织应力和热应力，因而易于产生淬火裂纹。因此，在 M_S 点以下缓冷可以获得碳浓度较低的马氏体，从而减少马氏体的正方度和组织应力，提高断裂抗力。另一方面，在马氏体区间内缓慢冷却，还能提高冷却后的钢的破断抗力，从而降低钢件的淬裂。

45、 加热过程有哪些缺陷

主要有过热现象, 过烧现象, 脱碳和氧化。

46、 什么是过热现象

加热温度过高或在高温下保温时间过长, 引起奥氏体晶粒粗化称为过热。热处理过程中加热过热最易导致奥氏体晶粒的粗大, 使零件的机械性能下降。

47、 什么是一般过热

粗大的奥氏体晶粒会导致钢的强韧性降低, 脆性转变温度升高, 增加淬火时的变形开裂倾向。而导致过热的原因是炉温仪表失控或混料。过热组织可经退火、正火或多次高温回火后, 在正常情况下重新奥氏体化使晶粒细化。

48、 产生断口遗传的原因是什么

有过热组织的钢材, 重新加热淬火后, 虽能使奥氏体晶粒细化, 但有时仍出现粗大颗粒状断口。产生断口遗传的理论争议较多, 一般认为曾因加热温度过高而使 MnS 之类的杂物溶入奥氏体并富集于晶接口, 而冷却时这些夹杂物又会沿晶接口析出, 受冲击时易沿粗大奥氏体晶

界断裂。

49、什么是粗大组织的遗传现象

有粗大马氏体、贝氏体、魏氏体组织的钢件重新奥氏化时，以慢速加热到常规的淬火温度，甚至再低一些，其奥氏体晶粒仍然是粗大的，这种现象称为组织遗传性。要消除粗大组织的遗传性，可采用中间退火或多次高温回火处理。

50、什么是过烧现象

加热温度过高，不仅引起奥氏体晶粒粗大，而且晶界局部出现氧化或熔化，导致晶界弱化，称为过烧。钢过烧后性能严重恶化，淬火时形成龟裂。过烧组织无法恢复，只能报废。因此在工作中要避免过烧的发生。

本文摘自:洛阳科诺工业(<http://www.conoch.com>)

51、什么是脱碳和氧化

钢在加热时，表层的碳与介质（或气氛）中的氧、氢、二氧化碳及水蒸气等发生反应，降低了表层碳浓度称为脱碳，脱碳钢淬火后表面硬度、疲劳强度及耐磨性降低，而且表面形成残余拉应力易形成表面网状裂纹。

加热时，钢表层的铁及合金元素与介质（或气氛）中的氧、二氧化碳、水蒸气等发生反应生成氧化物膜的现象称为氧化。高温（一般570度以上）工件氧化后尺寸精度和表面光亮度恶化，具有氧化膜的淬透性差的钢件易出现淬火软点。

52、防止氧化和减少脱碳的措施有哪些

防止氧化和减少脱碳的措施有：工件表面涂料，用不锈钢箔包装密封加热、采用盐浴炉加热、采用保护气氛加热（如净化后的惰性气体、控制炉内碳势）、火焰燃烧炉（使炉气呈还原性）。

53、 热处理应力对材料性能有何影响

热处理残余力是指工件经热处理后最终残存下来的应力，对工件的形状，尺寸和性能都有极为重要的影响。当它超过材料的屈服强度时，便引起工件的变形，超过材料的强度极限时就会使工件开裂，这是它有害的一面,应当减少和消除。但在一定条件下控制应力使之合理分布，就可以提高零件的机械性能和使用寿命，变有害为有利。分析钢在热处理过程中应力的分布和变化规律,使之合理分布对提高产品质量有着深远的实际意义。例如关于表层残余压应力的合理分布对零件使用寿命的影响问题已经引起了人们的广泛重视。

54、 为何会产生热处理应力

工件在加热和冷却过程中，由于表层和心部的冷却速度和时间的不一致,形成温差，就会导致体积膨胀和收缩不均而产生应力，即热应力。在热应力的作用下,由于表层开始温度低于心部,收缩也大于心部而使心部受拉,当冷却结束时，由于心部最后冷却体积收缩不能自由进行而使表层受压心部受拉。即在热应力的作用下最终使工件表层受压而心部受拉。这种现象受到冷却速度，材料成分和热处理工艺等因素的影响。当冷却速度愈快，含碳量和合金成分愈高，冷却过程中在热应力作用下产生的不均匀塑性变形愈大，最后形成的残余应力就愈大。另一方面钢在热处理过程中由于组织的变化即奥氏体向马氏体转变

时,因比容的增大会伴随工件体积的膨胀,工件各部位先后相变,造成体积长大不一致而产生组织应力。组织应力变化的最终结果是表层受拉应力,心部受压应力,恰好与热应力相反。组织应力的大小与工件在马氏体相变区的冷却速度,形状,材料的化学成分等因素有关。

55、热应力与组织应力综合作用会导致什么结果

实践证明,任何工件在热处理过程中,只要有相变,热应力和组织应力都会发生。只不过热应力在组织转变以前就已经产生了,而组织应力则是在组织转变过程中产生的,在整个冷却过程中,热应力与组织应力综合作用的结果,就是工件中实际存在的应力。这两种应力综合作用的结果是十分复杂的,受着许多因素的影响,如成分、形状、热处理工艺等。就其发展过程来说只有两种类型,即热应力和组织应力,作用方向相反时二者抵消,作用方向相同时二者相互迭加。不管是相互抵消还是相互迭加,两个应力应有一个占主导因素,热应力占主导地位时的作用结果是工件心部受拉,表面受压。组织应力占主导地位时的作用结果是工件心部受压表面受拉。

第三章质量异常及处理

56、热处理线有哪三种基本工艺流程

主要有淬火+回火热处理工艺,正火+回火热处理工艺,正火热处理工艺。

57、表面质量缺陷产生的原因及如何控制

表面质量缺陷主要为划伤,碰伤,原因有以下几点:

- 1、 辊道、步进梁粘钢
- 2、 水淬斯惠顿碰伤
- 3、 水淬压紧轮碰伤
- 4、 水淬旋转轮碰伤

解决措施：

- 1、 炉内辊道、步进梁表面完好，若有棱角、毛刺应及时修磨
- 2、 斯惠顿杠杆表面无棱角、毛刺，速度正常
- 3、 压紧轮压下功能完好、压轮表面无棱角、毛刺
- 4、 旋转轮表面应光滑，无棱角、毛刺
- 5、 对水淬后的管料表面质量进行抽检

58、 钢管弯曲产生的原因及如何避免

钢管弯曲主要发生在水淬工序，是由于淬火时马氏体比容比奥氏体大，钢管内部产生组织应力，并且冷却时组织转变不均匀产生热应力，在这两种应力的综合作用下，钢管发生弯曲变形。具体有以下几点：

- 1、 炉内定位不当
- 2、 来料壁厚不均
- 3、 内外喷水不均匀
- 4、 管料旋转速度不当
- 5、 水淬旋转轮中心偏移
- 6、 来料长度短

解决及预防措施：

- 1、 入料前应认真检查来料，如发现不合格品应退回

- 2、 按工艺要求对管料在炉内合理定位
- 3、 外喷水管、补水管无堵塞，内喷嘴无明显泄漏
- 4、 水淬旋转轮中心偏差 $\leq 3\text{mm}$
- 5、 按工艺要求设定喷水量和旋转轮转速，严禁擅自改动工艺参数
当来料长度短造成管料尾端无法接触上旋转轮时，使用加长喷嘴和加长定位挡板

59、 水淬设备常见故障有哪些

主要有红外光栅，斯维顿杠杆，移动门，旋转装置，压紧装置，钢管到位，翻板，液压故障等。

60、 如何解决水淬上料装置热金属检测器故障

无信号输出，影响下一工位：

红外光栅的位置偏差，没有照射到到位的钢管，需要调正红外光栅的位置。

红外光栅的镜头玻璃上有脏物，如水点、灰尘等，要用镜头纸将其擦洗干净。

若无上述二种情况，则电器故障，要找点检检修。

61、 斯维顿杠杆故障产生的原因是什么

斯维顿杠杆错位，七个斯维顿杠杆不在同一个水平面，使钢管不能平稳地送到淬火旋转台架，容易碰、擦伤钢管外表。

抱闸故障：斯维顿杠杆无法在规定的时间内完成一个工位。

电器故障：出炉辊道钢管已到位，斯维顿杠杆在原位，手动、自动均无动作，而且操作面板杠杆原位灯也不亮，说明斯维顿杠杆接行开关

故障，上述三种情况发生都要找点检检修。

62、 移动门故障产生的原因是什么

移动门变形，移动门底部划槽变形，使移动门无法在规定的时间内完成一个工位。

操作面板移动门开和关带灯按钮无灯显示，说明移动门接行开关故障。

上述二种情况发生，要找点检检修。

63、 淬火旋转装置故障产生的原因是什么

旋转轮拗死或带动淬火旋转台架的铁链条卡死，使变频电机瞬间电流负荷过大，引起电器跳闸，从而造成淬火旋转台架停止转动。

带动淬火旋转台架的铁链条脱落几根，使一组淬火旋转台架转速不一致。上述二种情况发生，都会造成钢管冷却不均匀，使水淬后钢管严重弯曲。

64、 压紧装置故障产生的原因是什么

压紧轮磨损严重，会造成钢管外表被碰、划伤，应及时更换压紧轮。

淬火旋转台架钢管到位灯亮，压紧轮无动作，说明压紧装置接近开关故障，要找点检检修。

65、 钢管到位装置故障产生的原因是什么

杠杆变形、脱落，无法检测到淬火旋转台架已有钢管，下一工位无动作，要及时更换杠杆。

淬火旋转台架已有钢管，但操作面板淬火台钢管到位灯灭。说明接近开关故障，要找点检检修。

66、 出料翻板故障产生的原因是什么

出料翻板连接轴变形、脱落，钢管无法从淬火旋转台架正常拨出。

操作面板淬火台翻板抬起和下降带灯按钮灯都不亮，说明接近开关故障，要找点检检修。

67、 外喷水挡块接行开关故障产生的原因是什么

操作面板挡水板抬起和落下带灯按钮灯都不亮，手动操作也无动作，说明接近开关故障，要找点检检修。

68、 步进梁装置故障产生的原因是什么

淬火后钢管已到排水斜台架，但没堆满；步进梁在原位，手动、自动操作均无动作；且操作面板步进梁原位灯灭，说明接近开关故障，要找点检检修。

69、 出口翻板故障产生的原因是什么

出口翻板连接轴变形、脱落，无法将斜臂条上的钢管送到回火炉前辊道上。

操作面板出口翻板抬起和下降带灯按钮灯都不亮，说明接近开关故障，要找点检检修。

如果回火炉前辊道上两个料位传感器信号发生故障，使钢管无法送到回火炉内。另外会发生出口翻板连续翻动，造成回火炉前辊道上堆积二根以上的钢管的现象。

70、 什么原因会导致液压站故障

油温高、油温低；油位低、缺油；过滤器污染等现象，都会造成液压站故障。

71、 什么原因会导致干油泵故障

缺油、压力低等现象，都会造成干油泵故障，要及时加干油。

72、变频器故障的后果是什么

会造成上料装置的斯惠顿杠杆电机及淬火旋转台架无低、高速旋转切换。

73、什么原因会导致水处理故障

内、外喷进水量与回水量不平衡，会造成淬火自动无法进行，要通知能源部门及时调整进、回水量的平衡。

74、高压水除鳞有何故障

喷水环损坏，循环管道内有杂物堵塞。

如发现上述设备故障应及时报点检维修。

75、热处理炉常见的故障有哪些

主要有烧嘴熄灭，烧嘴无法点燃，电流、煤气、空气流量不足，烧嘴熄灭后无法复位，液压泵自动关闭等。

本文摘自:洛阳科诺工业(<http://www.conoch.com>)

76、如何解决烧嘴熄灭

人工复位烧嘴。点火时熄火应立即关闭烧嘴前天然气手阀，打开空气手阀吹扫 15 分钟后再次进行点火。如果烧嘴一次点不着,应立即关闭烧嘴前天然气手阀,并且要用空气吹扫炉膛至少 15 分钟后再点。

77、如何解决烧嘴无法点燃

- 1、检查点火装置是否故障。
- 2、检查火空、天然气压力是否正常。
- 3、找电气及仪表工处理。

78、 如何处理电流、煤气、空气流量不足现象

- 1、当电流中断、煤气压力不足、空气压力不足时，安全旋转滑阀便会自动关闭,切断煤气主阀供气，防止煤气继续进入炉内避免产生危险。
- 2、故障信号灯和警报器会自动启动，此时操作工应尽快着手处理。
- 3、如果是回火炉电流中断，应立即把紧急电源供上，使再循环风机保持运转。
- 4、立即关闭烧嘴前的煤气手阀。
- 5、将煤气压力控制器，燃烧空气控制器，温度调节器，比例控制器都打到“手动”位置。
- 6、手控方式全开炉压控制阀门。
- 7、处理完故障后再按点火程序重操作。

79、 怎样解决烧嘴熄灭后无法复位现象

在确认烧嘴无法点燃的情况下，原因可能是火焰观测器灰尘太多，无法观测到火焰，电磁阀自动切断导致烧嘴熄灭，此时只要将烧嘴前火焰观测器上灰尘擦除干净在点一次火即可。

80、 液压泵自动关闭后怎样解决

当步进梁或水淬装置，翻板等由液压控制的设备无法动作时我们可以打开炉温控制画面上的液压画面，查看液压是否自动关闭，液位是否处于低液位，如果是这种情况，就需要到炉底液压站找到相应的液压泵，上面有液位尺，液位尺上面有刻度和最高液位，最低液位的限位开关，当液位不在最低与最高液位之间的时候液压泵会自动关闭，若

发现液位过低可以将最低液位限位开关往下放一放，只要不低于液压泵工作的最低要求就可。

81、 控温时的注意哪些事项

1、回火炉温度控制要精确。如果温度跳动很大就需要将煤气流量控制在一定值，打到手动。

2、空炉时要注意温度动向。因为打手动后无论温度升到多高，煤气都只保持设定的流量不变，会导致温度急剧升高。

3、控温时将煤气打手动调节煤气量时空气也会随之动，反过来调节空气的流量，煤气流量也会波动。要想固定煤气空气的流量只能将空气煤气都打手动。

4、计算机画面煤气管道压力控制，不禁关按钮点下后变成禁关将不能对该项任何地方进行更改。

5、在控温时如果煤气开到最大仍然无法升高炉温，那就将煤气压力调大，来增大煤气流量而达到需要值。

6、炉温曲线大至程波浪形，我们要做的就是将这条曲线最低点和最高点数值控制在温度允许偏差内。

7、关炉时首先要将控温画面全部打手动再进行其他操作。

8、每个热电偶都有 AB 两根画面显示的温度是热电偶两根热电偶的平均温度，当两个热电偶温差相差 3 度时就会报警。如果有一根热电偶坏了可以切换另一根并报修。

82、 热风放散阀有什么作用

淬火炉热风放散阀一个作用是起到防喘阀的作用，防止气流喘震伤害

助燃风机。另一个作用是可以降低炉温，在空炉时可以开打热风放散阀。放散热风来维持炉温不至于因空炉而升高产生温度波动。回火炉有炉压阀均和炉压阀加，分别在加热段与均热段，可以调节炉膛压力进而来调节温度。为了保护换热器不致温度过高而烧坏，烟道排出废气设有热电偶测温，温度超过 800℃，其调节器输出用以控制稀释风机出口阀的开度，温度上升过高则开度增大，掺入冷风增多以保护换热器。温度低于 800℃，由于风机能力较大，根据经验输出某固定开度以防喘振。

83、 淬火炉空气预热器的作用是什么

- 1、在空气预热器前的烟道上设有进风管，并设有切断阀。当烟气超过 850 °C（可调）后，调节阀自动打开，靠烟囱抽力吸释冷风，降低烟气温度。
- 2、在空气预热器后的热风管道上设有热风自动放散阀，当空气温度超过 500 °C（可调）后，自动打开放散阀，降低空气温度。

84、 生产过程中如何控制炉温

在正常生产的过程中炉温是不断变化的，因为影响炉温的因素有很多。例如，步进梁的动作，步进梁的上升下降都会改变炉膛内的压力，从而改变炉温。淬火炉是利用烟道闸板的开度调节炉膛压力的，回火炉是采用两个炉压调节阀控制炉压的。还有炉底水封槽，如果进水管停止进水后，水封槽内的水温会不断上升，水温过高后水会蒸发，从而影响炉内温度及钢管质量。

淬回火炉每段采用两个热电偶测温，选择一个作为输出信号，而另一

个热电偶的作用有两点：1，为另一热电偶损坏后做预备。2。当两只热电偶温度相差 3 度时炉温控制画面上会自动报警。

85、 焖炉时怎样进行炉温控制

回火炉闷炉时间小于 30 分钟的，需降低炉温 10 摄氏度，等结束闷炉后要通知矫定班对这批管料单独组批取样，当时间大于 30 分钟时，回火炉炉温降低 20 度，并重新组织生产。淬火炉闷炉时间小于 15 分钟不做异常处理，大于 15 分钟的话可直接将炉内的管子出空到二号冷床，等排除故障后将冷床上的管子收集到淬火炉上料台架上重新处理。因为随着闷炉时间的延长，炉内的管子吸热能力越来越小，炉子温度会明显上升，这时候提前将炉内温度降下来，不要等炉温涨上去再想去降下来就不容易了，另外我们可以降低炉内压力，加大热风放散开度，来获得降低炉温的效果。

86、 控温时要注意那些方面

平时在控制炉温时需注意两点：一是观察炉温变化的趋势，目的是提前踩刹车。二是当发现炉温有异常时我们要观察一下炉内的管子进炉情况。如果由于上料台架的翻板信号不好管子没有及时进炉，与前面的管子空出了三四尺的空隙，这个时候炉温有上升趋势时，若不处理温度反而会降下来，如果我们提前将温度降下来的话，有可能会降过头，还得再升温，得不偿失。所以在正常生产过程中需将以上两点结合起来综合考虑。

换规格后，炉温需升高四五十度，这时是炉温控制的关键时刻，不能升温过快，若原煤气阀位在 30%，为了加快升温速度，将阀位打到

100%，这样会造成煤气压力直线下降，最终可能会造成安全阀自动落下，造成生产事故。还有一点就是由于空气阀位的突然变化会造成风机喘震。通过调节设定温度来升高温度时一次提升不得大于十度，等温度稳定后再次提升，煤气阀位尽量不要超过 60%。

温度提升到工艺要求的温度时不能停止升温，因为刚开始仪表显示的温度并不是炉膛内的实际温度，而是热电偶的温度，而且步进梁的温度也没有达到。所以我们需要继续将温度升到高于要求温度七八度，甚至十度让整个炉膛内的温度都能够均匀稳定为止。

如果连续生产外径规格较大的钢管，由于吸热较大，温度会急剧下降，尤其是加热段的温度不易控制，即使将煤气阀位打到 100%，空气 80%（炉子提升温度的最高极限），也不能控制住炉温，此时应停止进料，等步进梁空出四五尺后，温度有所上升后再次进料。

87、 升温速度为何不能过快

如果升温速度过快的话，煤气压力会迅速下降而造成安全阀落下，另外，升温速度过快的话对耐火材料影响也不好，降低寿命，严重的会造成耐材开裂。

88、 降温方法有哪几种

1、 调节设定值

若温度稍高于设定值，只需降低设定值等温度接近工艺值时再恢复到原来的设定值即可。

2、 降低煤气流量

若炉温下降很快就要手动开大煤气流量。当温度上升后逐步降低

煤气流量，使温度到达设定值时正好有适合的流量，等炉温稳定后打自动。

3、调节炉压

若炉温升得很高且煤气输出已经为 0，为尽快降下炉温就要开打炉压阀输出散热，等温度恢复后再调回原位

4、调大空气流量

若炉温急剧升高，可将煤气与空气都打手动，加大空气流量。若由于空气太大冲灭烧嘴，可暂时先不点烧嘴等温度降下来后再去点烧嘴。

89、水淬斯惠顿停在半空不动的原因是什么及解决方法

1、水淬接近开关金属感应信号灵敏度太高，水淬斯维顿杠杆旋转一周的时间控制在 10 秒以内，而此时时间不够。

2、此时斯维顿刚接到有料信号，在升起到一半时，金属感应器离开了原来位置，导致接近开关提前收到信号。

3、当斯维顿杠杆停在基位时，接近开关是正相对着金属感应器，只有正对着的时候斯维顿杠杆才会停。

解决方法：

1、斯维顿杠杆每次旋转一周，将辊道上钢管抬起，放到水淬淬火轮上，然后回到初始位置。旋转一周的时间控制在 10 秒以内。

2、需要调整金属感应器的位置，把它调整到基位。

3、如果这种故障频繁出现就报设备维修，可以将金属感应固定住不让它移位。

90、水淬时管子卡在淬火轮与移动门之间后怎样解决

产生原因：

- 1、管子太弯，压紧轮压不住，水淬内外喷时，管子在淬火轮上晃动太大，导致管子滚出了原来位置，滚进了淬火轮和移动门之间。
- 2、水淬过程中管子被甩出淬火轮，从而卡在移动门和淬火轮之间，导致管子弯曲。

处理方法：

发生这种故障时，要把淬火炉出炉辊道打手动，上料台架进炉辊道停止进料。然后通知行车把管子吊出来，挂吊时要把钢丝绳交叉挂吊，这样在起吊时，钢丝绳不容易挂到设备，同时提高了处理故障的效率。

91、多根管子翻到淬火炉入炉辊道前的原因是什么

原因：

- 1、放料时造成管子堆叠
- 2、管子弯辊道上感应不到钢管,翻板继续翻管子
- 3、入炉辊道信号不好

解决方法：

- 1、手动进炉，使钢管分离
- 2、现场调整信号、擦拭信号器

92、如何解决钢管进炉后步进梁不动作

原因：

- 1、红外光栅位置偏差照不到到位的管子
- 2、光栅反光镜被灰尘盖住

3、管子弯，光栅照不到

4、液压泵跳掉、液压缸坏掉（平移缸螺丝、提升缸密封圈）

解决方法：

1、需要调整光栅位置（轻微动作）

2、擦拭进炉光栅

3、炉底光栅的话要用“伸缩式”擦拭器擦拭

4、控温画面上开泵、通知设备方更换维修

93、回火炉入炉前会发生哪些异常

1、管子翻斜掉进炉时候掉落

2、翻板信号下降不到位

3、管子弯信号感应不到

4、翻板磨损引起钢管表面质量异常

5、拖链条断掉或电机坏掉

如有上述情况应立即报点检维修。

94、混钢有哪些预防措施

1、检验班矫定收料筐，员工在收料时必须严格认真的按标签上的支数进行确认核对后再收料，同时分清炉号试批号，特别是在生产两个钢级的同规格管料时，必须要有间隔；在管捆入库后要及时做好信息维护。另外对 DNT 探伤上料与收料的操作也同上；

2、在收料打印标签时，必须确保每个管捆标签上的支数与实际支数相同；由于管子报废等情况导致标签上支数与实际支数不同时，必须将管料信息收回并重新打印，严禁通过在标签上手写更正的方法进行

解决；

3、每月必须对管料的投入与产出进行核对与说明，并对库存的再制品进行说明。因此每个炉号结束时各班必须核对投入与产出是否准确，每月最后一天的中班必须核对当月的投料量与产出量，已投料但中班不能生产出来的管料必须进行投料回收；

4、炉子班（宝钢是矫直机收料工）负责在矫直机后冷床上对每个炉号的前三根管子端部（西端）做好标识，以方便收料人员按标识区分前后炉号的管料；

5、只有当矫直机前的冷床上无前一炉号管料时，回火炉才允许出料，并在新炉号管料出炉前 10 分钟通知矫定班；

6、矫定班在打印标签后要及时查看电文是否成功发送到 MES 上，如未发送成功，应及时补发电文；

7、生产同规格同材质不同炉号的管料间隔时间不得少于 10 分钟；

第四章热处理岗位质量职责

95、 为何要设备巡检

生产前必须对现场设备进行确认，有异常及时通知点检处理，严禁设备带病工作。在生产过程中，交接班后也需对上述项目进行检查，如有异常，影响到最终产品质量的情况必须暂停生产，并及时通知作业长及工程师。待问题解决后再进行生产。

96、 水淬设备都检查哪些项目

1、外喷水挡板、斯维顿、旋转托轮、移动门、压轮动作是否正常

- 2、内喷嘴规格、压轮规格是否安装正确
- 3、内外喷水量是否满足要求，外喷水是否均匀，有无阻塞现象，如有阻塞现象必须在清理干净确保水流通畅后方可组织生产。

- 4、各光栅及有无料信号是否工作正常

97、 热处理炉都检查哪些项目

- 1、炉内外各机械设备是否动作正常
- 2、各光栅及有无料信号是否工作正常
- 3、炉温是否正常（每次生产前使用测温仪对炉内温度进行测量，与设定温度超差大于 15℃及时通知工程师）

98、 怎样做到质量控制

- 1、当班人员在生产前首先通过 MES 系统查询待生产合同的质量工艺参数，并按要求对相关设备进行设定，如 MES 系统发生故障，可参见附件一(热处理工艺参数)要求进行设定，并及时通知主管工程师。
- 2、在出现设备故障导致停机时，要及时在 L3 上完成单机设备及整线停机记录的输入工作。
- 3、对换规格后生产的前十根钢管要加强检查，有异常及时上报作业长或主管工程师并在岗位记录上做好登记。
- 4、在生产过程中要对产品外观质量进行巡检，如有异常情况要在岗位记录上做好记录并上报作业长或主管工程师。
- 5、要对淬、回火炉温进行监控，确保炉温控制在要求的范围内。如短期超差（少于 15 分钟）且温度超差不超过 10℃，要及时通知矫定班人员对该批管料进行单独组批，并在岗位记录上做好登记；如设备

故障短期内无法解决，温度超差时间超过 15 分钟对于该批管料要进行有效隔离并重新组织生产，并在岗位记录上做好登记。

6、当班人员要认真登记岗位记录，确保登记信息准确且清晰可辨，如有涂改必须由涂改人签字确认。

7、在生产完一个炉号后，要对该炉号料流信息进行核查，核查无误后再投下个炉号。

8、班长在下班前要对入中间库台账进行核对并签字确认。如发生实物与台账或计算机信息不符必须及时处理或注明原因后方可离开岗位。

9、性能不合格管料要与正常生产管料隔离，单独组批重新进行热处理。

99、料流控制的原则是什么

1、负责对生产过程中的每个炉号的管料进行跟踪，确认投料支数、产出支数及 MES 实际支数进行核对，并对不符合情况进行追查，确定不符合原因。

2、负责对套管、探伤投料进行监督，绝对禁止将试批性能不能确认的管料投给套管线。

3、负责对中间库信息进行维护，对负责中间库操作的人员进行监督，严禁无来料信息的管料入库，当班结束后对中间库入库台帐进行确认。

100、热处理工有哪些具体职责

1、炉子投料时，必须按炉号进行投料，一个炉号投完方可投另一个炉号。每个炉号间的时间间隔至少为 10 分钟，更换规格时淬火炉至

少空半炉。

2、炉子班应在每个炉号的前三根钢管上做好标识，并在新炉号钢管出回火炉前 10 分钟通知矫定班。矫定班应根据管子上的标识，将前后炉号隔开空档，同样也应在管子上做好明显标识，以便收料人员按标识区分前后炉号进行收料。

3、为确保每个炉号实际投料支数同投料信息一致，炉子班上料人员应对上到炉子上料台架的每吊管料的实际支数进行清单，如果发现实际支数同标签支数不一致，应在标签上注明实际支数；炉子班操作人员应在上一炉号出淬火炉后及时将出炉口计数器清零，截至本炉号最后一根管料出炉后，核对计数器支数同本炉号投料信息是否一致，不一致当班应将信息填写在岗位记录上，并及时通知矫定班。