

(内部资料 注意保存)

青海铸造

铸件缺陷的原因分析和 防止方法(一)

青海省机械工程学会铸造学组编

青海省机械工业科技情报站

1979.12.

前 言

在铸造生产中, 往往因为原材料、操作工艺或其它种种原因, 使铸件产生了缺陷。这些缺陷有的可以焊补修复。但是有严重缺陷的铸件, 只得报废! 年产万吨铸件的工厂如果废品率是10%, 即一千吨。损失的材料、人工费用是相当可观的。如以铸件出厂价格为400元/吨计算(灰口铸铁)即达四十万元。如果废品率能降低1%即可节约四万元。因此如何提高铸件质量, 降低废品率, 在铸造行业中将是很重要的研究课题。

我铸造学组受青海机械工程学会的委托, 编写本书。内容包括: 铸件变形、裂纹、粘砂, 气孔等缺陷和预防办法三篇文章。其它铸件缺陷将陆续编写。

本书由“铸件缺陷编委会”负责编写。编委会由下列同志组成:

田家增、张闻博、苏启腾、庄良浩、樊养柏、梁义田、徐国维、唐留望、
陈维刚、

由于编者水平有限, 因此书中难免存在一些片面, 不妥之处, 深望读者予以批评指正。

“铸造缺陷”编委会 1979年11月

目 录

铸件的变形和裂纹

青海机床铸造厂

徐国维..... 1

铸件的粘砂及防止

青海工农学院

吕洪岭..... 21

铸件气孔及防止

青海汽车配件厂

庄良浩 林梅琛..... 39

铸件的变形和裂纹

青海机床铸造厂 徐国维

一、综 述

铸件变形和裂纹是铸造中较常见的铸造缺陷。铸件为什么会变形和产生裂纹呢？因为铸件内存在着应力，并且还会受外力的影响，这样就会使铸件容易出现变形和裂纹。

在浇注时，金属液与温度较低的型壁接触，接触层的金属冷却得比铸件内层要快。这样在铸件的截面上就会产生温度差，在一接触时温度差最大。而后，随着铸件的冷却，内外层温差逐渐减小，即使这样，它还能达到一个相当大的数值。

在温差的影响下，结果在已凝固的铸件内产生塑性和弹性变形。拉伸和压缩的弹性变形可能相互抵消，而在铸件完全冷却到同周围介质温度相同时，有些变形也不能消失。这样，在铸件内就会存在被称为温度应力的残余应力。

在铸件的冷却过程中，不仅由于铸件各部份冷却速度不同要产生变形和应力，而且由于铸件收缩受到铸型的阻碍也会使铸件产生变形和应力。这样的变形和应力，我们一般称为由外力引起的变形和应力。

除了上述两种应力外，铸件在冷却过程中还有相变应力。相变应力大小要看合金的相变温度是处于接近临界温度或低于临界温度。而相变应力的方向可能与温度应力相同或相反。若方向相同，相变应力亦会成为残余应力，从而加剧了铸件的变形。

一般的铸造过程中，铸型阻碍铸件的正常收缩几乎是常有的。因此外力引起成形铸件的变形，在不同程度上是不可避免的。同样，由铸件内部温度差引起的变形和应力也是无法避免的，因为要使铸件能均匀地同时冷却几乎是不可能的。

(一) 内力引起的变形

为了说明变形与温度间的主要关系，我们研究下列三种情况：（1）在仅发生弹性变形（即在外力作用除去后能完全消失的变形）的条件下，铸件中两层金属层的冷却；（2）在仅发生塑性变形（即外力作用除去后，消失不掉的变形，又称残余变形）的条件下，铸件中两层金属层的冷却；（3）在弹性及塑性变形条件下，自

凝固时起，铸件金属层的冷却。

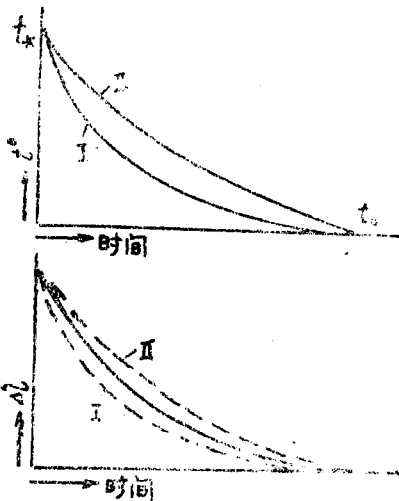
铸件凝固时，当铸件形成了具有足够强度的外壳时，就开始产生内力及由之引起的应力。

(1) 在仅有弹性变形条件下，铸件的冷却：这情况相当于将一物体均匀加热到一定温度，在这温度下，弹性占优势。

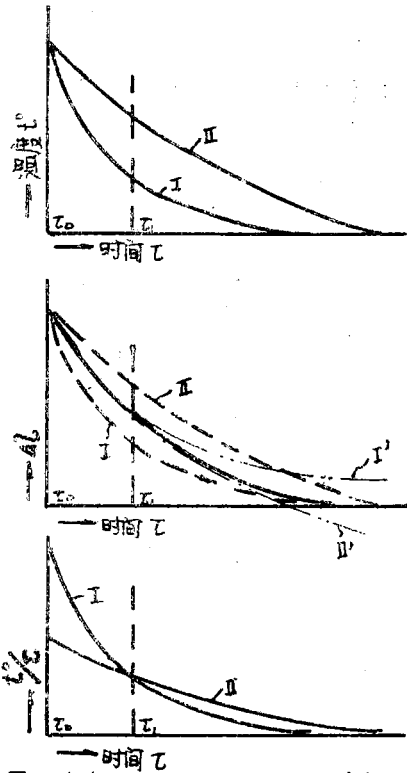
假设铸件中有两层金属，这两层金属冷却速度不一致。若两层已加热到同一温度，由此以不同的冷却速度开始冷却（这情况可认为一层是铸件的表面，另一层则在铸件内部）。

冷却时，长度变化与温度改变的关系可按下式：

$$L_{II} - L_I = L_0 \cdot (1 + \alpha t_{II}) - L_0 \cdot (1 + \alpha t_I) = L_0 \cdot \alpha (t_{II} - t_I)$$



图(1)在金属弹性变形条件下两种不同冷却速度的金属层变形，



图(2)在塑性变形条件下，两种不同冷却速度的金属层的变形。

式中： L_{II} ——起始温度 t_{II} 时最初长度；

L_I ——温度 t_I 时的长度；

L_0 —— 0°C 时的长度；

α ——温度膨胀系数。一般设 α 不随温度改变。

冷却速度图与金属长度的变化速度图如图 1 所示。

如果两金属层的冷却彼此不受制约，则相应于温度随时间的变化的长度变化 ΔL 如图 1 下部虚线所示。

但是，各金属层的变化不可能不受制约。这样，较低温度层 I 将阻碍较热的金属层 II 获得它较长的长度，而将该较热层压缩。同样，较热金属层力求增加其长度，而将温度较低层拉伸。结果，两层取一中间值，如图 1 下部实线所示。

按上述情况，两金属层是弹性的，由弹性变形，呈现应力状态。

所以在上述情况下，假定只有弹性变形，则所发生的应力状态并不会成为铸件内的残余变形，而且当所有金属层达到同一温度时，应力就会消失。

(2) 在仅有塑性变形条件下铸件的冷却：同上面一样，研究铸件中两层金属的冷却情况。这两层金属由 t_0 加热到 t_K ，然后冷却。假设 I 层比 II 层要冷却得快，其冷却速度，当随着温度改变时，能使变形来得及完成，如图 2 所示。与 (1) 不同的是此处是塑性变形，所以各层只能发生相互变形而不能在铸件内产生应力。与上面所述相似，在各金属层互相作用下，随温度变化，它们将得到某一中间长度，这时有一层被拉伸，另一层则受压缩。这样冷却得较快的金属层，收缩也快，要加压于冷却得较慢的金属层，而本身则被拉伸到中间长度。

从图 2 上图中看到，从 τ_0 到 τ_1 时，温差增加。 τ_1 以后，温差逐渐减小，直到为零。这就说明，在不同时刻，各层的相对冷却速度是不一样的。最初 I 层单位时间的温度降 t/τ ，要大于冷得较慢得 II 层；以后，当 I 层接近周围介质温度时，

II 层在单位时间内的温度降就要大于 I 层。这可从图 2 的下图中看出。图 2 的中图表明，在 τ_1 以前，层 I 被拉伸，层 II 则受压缩；在 τ_1 以后，由于 II 层冷却速度大于 I 层，其自由收缩曲线分别如图中 II'、I' 曲线所示。这样情况就改变了，层 II 受拉伸，层 I 受压缩了。

这样，在我们假设的条件下，金属各层均发生拉伸及压缩的塑性变形，变形仅发生在有温差存在时，并与温差的变化有关，而在两层达到同一温度后，变形得到了补偿。

上面 (1) 和 (2) 是完全弹性或完全塑性状态的变形情况。事实上金属或合金同时具备此两种性质，在高温下以塑性为主，低温时以弹性为主。并且弹性仅呈现在相应于弹性极限的一定应力之内。如果当载荷加大到很大时，即使在低温时，也会呈现塑性变形。

(3) 在塑性变形及弹性变形条件下铸件凝固后的冷却：铸件凝固后冷却的特点，不同于 (1) 和 (2)，因为铸件不仅具有弹性及塑性变形，而且在凝固期间

铸件各层间有最大的温度差，当铸件表面层以较快的冷却速度冷却时，而铸件内部还保持在临界温度。

两金属层的冷却图及变形图见图3。

图中层I已凝固，层II则凝固较迟。另外假设高于 t_1 温度是以塑性为主，而低于此温度是以弹性为主（这与实际情况有出入，因为实际上由塑性变为弹性阶段是在一个温度范围内完成的，但它的基本结论不受假设的影响）。

在图中可以看到在 τ_1 时，I层开始凝固，而II层仍处于液态。从 τ_1 起到 τ_2 时，尺寸改变仅在第I层。

从 τ_2 起，II层亦开始凝固，尺寸亦要发生变化。因II层的温度大大超过I层的温度，而I层的强度比II层大，因此在 τ_2 以前主要是II层发生变形。从 τ_2 起I层进入弹性为主阶段，这时只要对I层有一残余应力则变形就能保持下来。这时对I层作用的仅有II层，而II层仍处于塑性状态，II层的尺寸变形是塑性的，所以I层内没有发生残余应力。这样的情况一直继续到 τ_3 （即II层进入弹性状态）为止。

从 τ_3 起两层均为弹性状态。发生的变形均为弹性变形即一层的应力可以引起另一层应力。

因为是一整体，所以两层各自自由改变其长度是不可能的。在所有的时间内，两层保持其相同长度（其变化如图3下图所示）。从上述可知，I层受压，II层则受拉。这样在两层中会产生应力，当II层冷却到 t_0 时（即 τ_3 时），应力最大，此后应力不再改变，铸件亦就处于应力状态。

从上面分析的情形，我们可以看到：

1、在所有情况下，铸件在铸型中冷却时，最大的温度差是当金属与未加热的型壁接触，而结晶层还处于临界温度时。而后随着冷却，温差会很快地减小。

2、在凝固过程中，热的金属层由于不能自由收缩而受到拉力，而冷的金属层受到压力。

3、从凝固时起到两层完全进入弹性状态前，铸件的变形主要是由于热金属层的拉伸而引起。而当两层均进入弹性状态，铸件就会有残余应力存在，其残余应力

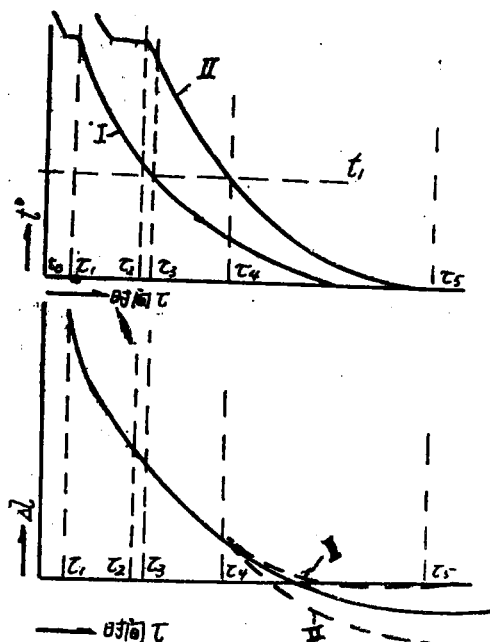


图3. 铸件冷却时变形图。

量由热金属层进入弹性变形状态时，两层间的温度差来决定。温差越小，则残余应力就越小。

4、金属层中发生的应力与其长度无关。应力值与合金的性质有关。

5、铸件缓慢冷却，会使铸件各部份的温度更趋于均匀，故在凝固后缓慢冷却能减少铸件的变形及残余应力。

(二) 外力引起的变形

铸件在铸型中冷却，其线尺寸要减小。但由于型和芯的阻碍，铸件不能适应湿度的降低而缩小。若铸型退让性差，则铸件要产生变形。这变形由于铸型的阻力而会使铸件受拉力。

由收缩受到阻碍而引起的变形，是由于铸型、芯对铸件的反作用力而产生的，故当铸件自铸型中取出后，仅塑性变形才保留下来，而弹性变形随即消失。

根据现有资料得出：在铸件最初冷却时，由收缩受到阻碍而使铸件内发生的变形急剧增加。当温度处于液相线与固相线之间，开始发生线收缩，变形就产生了，而当铸型与铸件温度接近时，变形达到最大值。此后变形就不再增加或者增加得很少（由于不同的温度膨胀系数）。用金属型铸造时，变形特别大；砂型铸造时，变形就小得多。

无论是内力或外力引起的变形，常常能达到这样的程度，以致使铸件翘曲变形、甚至在应力大到一定程度时、会使铸件产生裂纹，严重的时候会使铸件断裂而报废。

铸件的变形和内在应力，会使铸件产生翘曲和裂纹类铸造缺陷。这两种缺陷形成的机理十分相似，不同之处仅在于铸件在冷却过程中所产生的应力是不同的。

翘曲与热裂之间的差别（表面现象除外）除了应力大小程度不一，还在于各种不同金属合金对热裂的倾向不一样。例如，在一定应力状态下，对于热裂倾向性大的合金（如铸钢、可锻铸铁）铸件可能会产生热裂，而对于灰铸铁或球铁铸件仅可能产生翘曲。

二 铸件的翘曲

铸件的翘曲是指铸件在凝固过程中或凝固以后产生的不符合设计要求的变形。这一类问题在灰铸铁和白口铸铁（或脆性铸造合金）中最为突出。

铸件在冷却收缩过程中会受到铸件内力和外力（铸型的阻碍）的作用、而使铸件内部产生应力，以致铸件产生变形。变形程度的大小取决于铸件内部应力的的大小。

若铸件变形程度小，则铸件仅产生翘曲。若铸件变形严重，会使铸件产生裂纹，甚至使铸件全部报废。

缺陷产生的原因及防止方法

1、铸件和模型的设计:

铸件有较大的平板状平面特别容易形成翘曲。因为平板状断面容易凝固,而且它的四周棱边冷却得特别快,这样会使平板部份产生翘曲缺陷。

图4所示是铸件设计不合理,而使铸件更倾向于产生翘曲的实例。

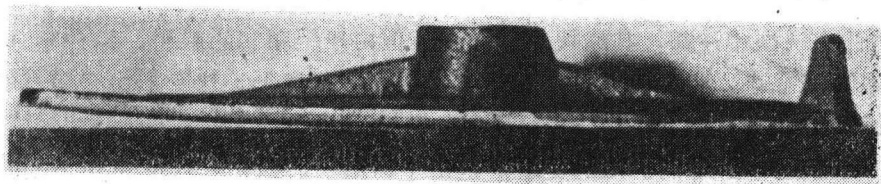


图4 铸件的翘曲

因而在铸件设计时尽量避免大的平板,若不可避免、则必须合理地设置加强筋,并且要使筋和连接面的断面尽可能相等,使铸件能均匀冷却。这样可以减少翘曲的倾向。

在模型设计时,可用模型的反变形来弥补铸件的翘曲变形。例如,大的机床床身导轨部份可用挠度来弥补铸件的变形,使铸件浇注后,获得合格的导轨面。根据经验,一般卧式车床的导轨每增加1米用1.5~2毫米挠度来弥补它的变形。

有大平板面的铸件、可在不影响铸件使用效能的情况下,将大平面分割成许多小块来铸造,以防止铸件翘曲。例如、大平台铸件,在一面用许多筋片把平面分成许多小部分来铸造,防止铸件翘曲变形。

2、砂箱及合箱装置方面:

由于工装结构不合理,会阻碍铸件的收缩,这样会引起铸件的翘曲。例如、箱挡离模型太近,使铸型吃砂量太小;箱挡太靠近浇冒系统等等情况均为引起铸件的翘曲。

砂箱太小,铸型四周的吃砂量太小,会使铸件的端部和边缘冷却速度过大而形成铸件冷却速度的差异,使铸件产生较大的内应力,而有可能形成铸件的翘曲。砂箱的刚度不够,使铸型型壁产生位移,而使铸件产生翘曲变形。

3、浇冒系统的影响:

浇冒系统设计不合理,往往会严重地阻碍铸件的收缩。例如,连贯在一起的横浇道或多路浇道,这样的浇注系统会对铸件产生约束力,阻碍铸件的收缩、而导致铸件的翘曲。

浇冒系统布置不合理,位置不适当会引起铸件的冷却速度差异过大、不符合要求,而导致铸件发生翘曲。

因此工艺装备的设计要合理。砂箱的吃砂量要足够,刚度要符合要求。这样可

以减少铸件的翘曲。

浇注系统的设计和安置要合理、要尽量减少冷却速度的差异，尽量不妨碍铸件的冷却收缩，以减少铸件的内应力。这样能防止铸件发生翘曲。

4、型砂的原因：

型砂湿强度太低；型砂的流动性或成型性太差；型砂的高温强度过低或者过高，都有可能使铸件发生翘曲变形缺陷。

5、型芯和铸型的原因：

型芯和铸型的退让性太差，会严重地阻碍铸件的冷却收缩，而容易使铸件产生翘曲。

型芯中芯铁使用不合适、严重影响到型芯的退让性、这样也会引起铸件的翘曲。

上、下铸型的紧实度相互配合不恰当，亦会引起铸件的翘曲。

所以制芯和造型上要注意减少阻碍铸件冷却收缩的因素。如型（芯）砂的干强度不宜过高；芯铁要合理，保持一定的吃砂量；型（芯）砂的退让性要有一定保证，以减少铸件冷却收缩时的阻力，从而减小铸件的翘曲。

铸型的紧实度要根据铸件翘曲的倾向、作出特殊的要求。如铸件易向上翘曲，则上型应该紧实度大些；若铸件易向下弯曲变形，则下型应硬些。这样可以减少铸件翘曲的倾向。

6、金属成份的影响

若铸造合金中含化合碳的量过高、阻碍石墨化元素含量过多等等因素会使合金的收缩率增大。这样，会使铸件内应力增大，会引起铸件的翘曲。

7、熔炼浇注方面的原因：

若熔炼温度太低，这样会影响到金属的浇注温度偏低，这样也有可能引起铸件的翘曲。

因此在合金的熔炼与浇注上要避免铸造合金温度太低；并且阻碍石墨化元素要有一定的控制，来减少铸件翘曲缺陷的发生。

8、其它原因：

当高温铸件在搬运或铸件的热处理不恰当也会造成铸件的翘曲。例如、铸件在热处理时，垫放不当，缺少支撑而引起铸件的变形翘曲。

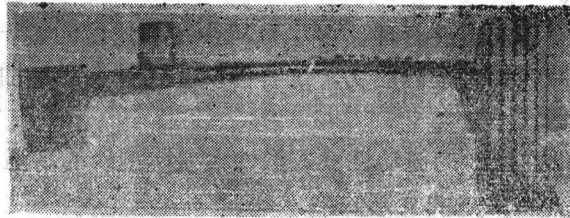
如果铸件中的局部内应力在机加工时释放出来，这样铸件在机加工过程或加工后会发生变形和翘曲。

图5所示是指可锻铸铁铸件在可锻化处理，造成，造成铸件的翘曲。

对于易发生翘曲的铸件在热态搬运或热处理时，一定要谨慎仔细，要放平垫好，支撑得当，以减少翘曲的倾向。

铸件作必要的时效处理（人工时效或天然时效）来消除铸件内的应力，这样可

以避免铸件在机加工后出现翘曲变形。



翘曲
图5可锻铸铁件的

三、铸件的裂纹

铸件在冷却过程中，受到内力和外力的作用，因而会产生内应力。当此应力大于凝固金属的强度时，会撕裂金属，使铸件产生裂纹缺陷。

在通常情况下，铸件不会裂成碎片，故裂纹一般是不容易察觉的。由于机械作用或搬运不慎亦会造成铸件的裂纹或断裂。

铸件的裂纹一般可分为“热裂纹”和“冷裂纹”。铸件在高温具有塑性的情况下，出现的裂纹称之为“热裂纹”；在低温具有弹性时，所出现的裂纹称之为“冷裂纹”。这两类裂纹均是由于铸件变形而产生的。但从外观和形成的本质来看还是有区别的。

(一) 冷裂纹

铸件冷却初期，在收缩不受阻碍的条件下，其变形不大。而随着铸件的冷却，变形会增大，至铸件完全冷却时，其值达到最大。所以在仅有温度变形的条件下，铸件有可能产生冷裂纹。这类缺陷通常产生在铸件受拉应力部位，也就是铸件最后凝固区。

图6为具有冷裂纹的铸铁圈。

冷裂纹有一种光亮的表面，好象金属的一般断面一样，不同程度地、清晰地呈现出晶体结构。这是由低温时的应力所产生的。

一般来讲，这种裂纹有时会有尖锐的轮廓，裂纹有可能扩展到整个断面。在整个冷却过程中，铸件表面结构有断裂的形状。

在可锻铸铁件中，裂缝常常在厚壁到薄壁的过渡区内出现。并且可能在可锻化

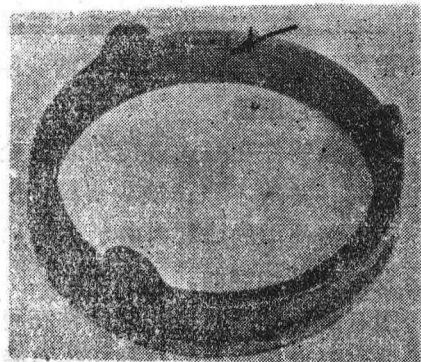


图6冷裂纹

热处理前就有了，但不易发现，在热处理过程中，裂缝表面被氧化而发生变形，所以常常被误认为“热裂纹”。

缺陷产生的原因及防止方法

(1) 铸件和模型设计方面：

铸件断面设计不规则，造成各部份冷却时间差别较大，容易造成温度变形。

铸件的圆角要有一定大小，圆角太小，在圆角处容易产生内应力，也就容易产生裂纹。

因此，在铸件设计时，要保证铸件在冷却过程中不会因受阻而使其形成裂纹。并且，尽量使铸件各部分的冷却速度差异减小。

铸件的圆角和工艺拉筋要合适，尽量使铸件在冷却过程中，应力不易集中，以减少产生裂纹的可能性。

(2) 浇冒口的设计和安置

浇冒口设计和安置不合理，会造成铸件的冷却速度差异较大，亦容易使铸件产生裂纹。浇冒口的圆角不合适，在敲打浇冒系统时，有可能使裂口深入铸件本体而造成铸件裂纹。

另外，工艺拉筋要适当、合理，否则也会由于工艺筋拉不易除掉而形裂纹。

浇冒口与砂箱箱挡靠得太近，会阻碍铸件的正常收缩，从而使铸件内部产生应力若这应力没有引起铸件的热裂，则在搬运或其它操作时，有可能引起铸件的冷裂。

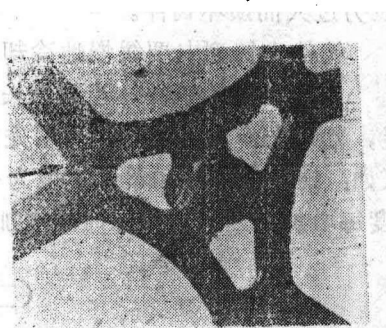
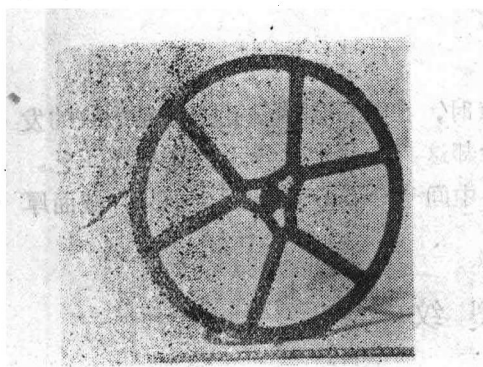


图7 灰铸铁缝纫机轮铸件的冷裂纹

图7是由于浇冒口系统设计和安置不合理引起的冷裂纹。铸件在轮缘处浇注，若加大轮缘的横截面，则冷裂纹更为严重。若浇口设置在中间轮毂处，可以减少或消除裂纹。

所以铸件浇冒口设计是很重要的，一定要合适，在清理时不至于裂口深入铸件本体。浇冒口的安置要尽量减少铸件的温度变形，以减少或避免裂纹的产生。

(3) 合金的原因：

由于合金的抗拉强度和延展性太差也会造成铸件的裂纹。

在合金中加入少量的铬（小于0.5%）可以提高灰铸铁的抗拉强度和抗弯强度。

根据有关资料介绍，合金中含有铜、锰会使铸铁的抗拉强度增加。而合金中含磷在0.9%左右不会严重影响它的抗拉强度，若含磷量大于0.9%会有损于合金的强度。合金中硫的含量在小于0.76%时，对合金的抗拉强度没有显著的影响，（注，该数据出于《合金铸铁》P79）但会剧烈增加热裂倾向。所以综合考虑铸件中的含硫量要低得多。

(4) 其它方面的原因：

铸件的断裂与铸件的受力不当和操作不慎有很大关系。不少铸件断裂是由于管理不善，操作人员粗心大意或缺乏训练而造成的。

铸件在落砂、清理或搬运过程中，操作人员不小心，使铸件受到外力或者冲击，促使铸件产生了较大的拉应力，而造成铸件损伤。

在铸件的清理和机加工过程中，造成拉应力过大，如过高的切削速度，较大的进刀量，太大的切削深度，过大的夹紧力等等都会造成铸件的冷裂。

因此，铸件在落砂、清理或运输等各项操作中要仔细谨慎，使用软的锤头（铝的、铜的或硬橡皮等）。铸件的管理要妥善，不要造成不必要的损失。

铸件在机加工过程中，也要注意作出合适的机加工工艺，以免造成加工过程中应力过大而损坏铸件。

铸件在铸型内要缓慢地冷却。

对于已裂的铸件，当裂纹长度小于允许值时，在裂纹两端钻孔来控制裂纹的发展，然后在作热处理时，可用先加热再缓慢冷却这种有稳定化作用的热处理工艺。

（如：铸铁件加热和冷却速度为50℃%时，中间于550℃保温2小时，截面厚度每增加1厘米，保温时间增加1个小时。）

(二) 热 裂 纹

热裂又叫做高温裂纹和热态裂纹，是指铸件在凝固过程中刚凝固不久，处在以塑性为主的温度时产生的裂纹。

热裂对于大多数常用的碳钢来说是处于平衡图固相线以下发生，但对于二元系有色金属的热裂则可能发生在液——固相线之间，形成于结晶末期，此时的残余液体大约有10%左右。

铸件在凝固过程中，由于冷却速度的差异会使铸件产生热应力。应当指出，铸件线收缩的开始是热裂的必要条件，但这还不是其充分条件。当铸件收缩受到铸型或砂芯的机械阻碍，或者铸件本身结构造成了阻力，这种阻力达到一定程度后会使铸件最薄弱部位开裂，形成热裂纹。

热裂纹的特征是断面宏观组织粗糙，断口或深或浅地沿晶粒边界通过，有时裂纹呈枝状结构，具有不规则的外形。因为铸件的热裂是发生在合金的凝固态和半凝固态（即当合金达到和接近固相线以上的温度，凝固合金受到阻碍发生变形而形成的），所以断口有一层严重的氧化表面，有时盖有一层氧化皮，有时盖以有氧化色的氧化膜薄层。锌合金和铝合金铸件的裂纹表面呈暗灰色表面。

裂纹断面是否氧化变色显然是作为鉴别热裂纹的一个重要线索，但一定要有足够的温度，才能使断口呈典型的氧化色。有时铸件因补缩不足会造成铸件缩裂，其断面也会呈现同样的氧化色。这样热裂和缩裂在外观上颇为相似较难鉴别。只有采用了某种措施，缺陷被消除后，才能知道是属何种缺陷。

有一部份热裂是在铸件中心部份而不是在铸件表面形成的，即开始时细小、不连贯的裂口一般在金属壳下面的固液相穿插部份形成的，然后延伸到铸件表面也可能不延伸到铸件表面成为铸件中的隐患。热裂之所以最容易从中心部份开始，主要是该处的温度较高，而金属的强度和塑性都偏低的缘故。所以在实际生产中要解决热裂的问题往往是很复杂的。



↑图8 铸钢件的热裂纹，裂纹断口呈现枝状结构

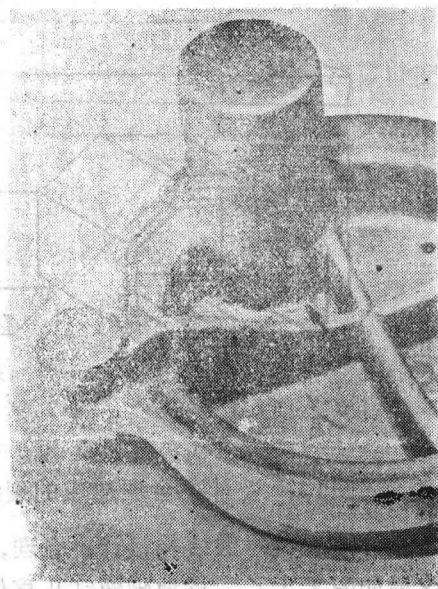


图9 铜合金铸件直径50毫米的脖子严重收缩引起的缩裂

缺陷产生的原因及防止方法

(1) 铸件和模型的设计:

铸件结构的设计对热裂形成的倾向有着十分重要的影响。设计得合理与否,会关系到铸件在铸型中的凝固、收缩时的机械阻碍、热应力等等问题。结构设计不合理,就会形成热裂。

铸件的圆角太小是产生热裂的较普遍原因之一。因为铸件在冷却时,尖角处最先冷却,会形成应力集中区,这样容易形成热裂纹。

铸件截面设计有太多的分支连接或具有 T 形连接点的 U 形或 I 形断面。这样砂型会阻碍合金的正常凝固收缩,而造成铸件内部产生很大的内应力,也容易产生热裂纹。

图 10 是可锻铸铁齿轮。由于铸件结构不合理,严重阻碍铸件的收缩而形成热裂纹。图 11 甲是某重型车床床身。

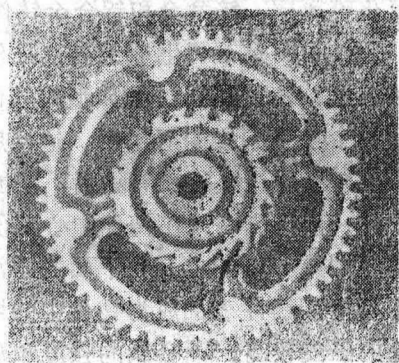


图 10 可锻铸铁齿轮

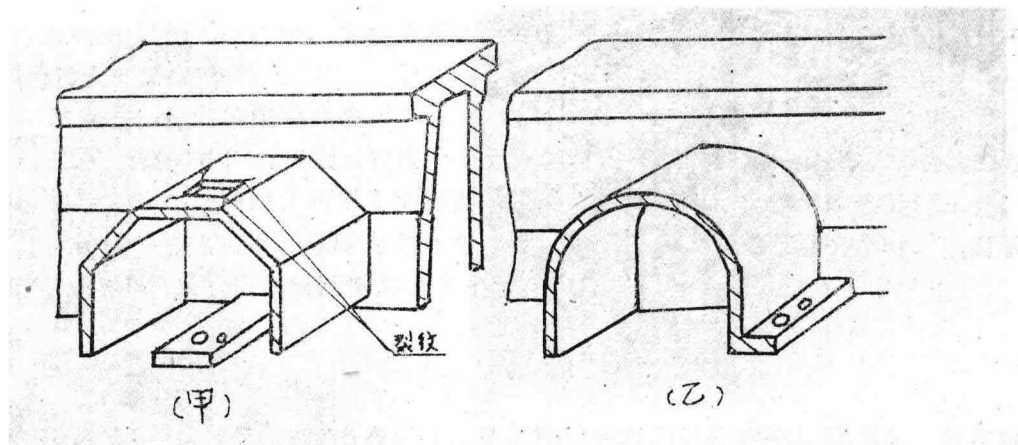


图 11 设计不合理造成的裂纹 (甲) 改进后的设计消除了裂纹 (乙)

原设计的断面,因结构设计不合理,方口处因收缩严重受阻而形成裂纹。经工艺修改后如图 11 乙,将地脚螺钉孔移位,取消方门,采用弧型断面。这样消除了裂纹,提高了铸件质量。

模型设计和制作时，铸造园角考虑不周，在箱形断面的铸件中，若内角呈园角而外角呈尖角，也容易产生热裂纹。

不合适的拔模斜度也会妨碍铸件的收缩，从而增加了热裂的可能性。

因此，铸件设计时，在铸壁相接处应做成园角，一般可根据各厂的经验来选择园角的数值；要尽量避免薄壁向厚壁的突然过渡，要使其逐渐过渡。

在铸件受张力的部位用内冷铁或防裂工艺筋。如某厂的大卧车床头箱盖，原来园角是 $R = 25 \text{ mm}$ ，铸件经常在拐角处裂开。后经加大园角 $R = 60 \text{ mm}$ ，并且在园角处挂有卡子（作冷铁用），再改进浇注系统，消除了铸件裂纹。

（2）砂箱和浇冒口的原因：

浇冒口的安置太靠近砂箱箱挡时，易产生热裂。因为铸件冷却时，箱挡和其它障碍物阻碍了浇冒口的正常位移，使铸件内部产生内应力。如果铸件收缩时，浇冒口不能相应地产生位移，则浇冒口在铸件不同截面上将作用一个杠杆力，而使铸件容易产生裂纹。

浇注系统设计得不合理，过多的分支浇注系统，浇冒口和横浇道会阻碍铸件的正常收缩，从而使铸件产生内应力，就有可能使铸件在锐角处或断面变化处产生裂纹。

所以浇注系统的设计要合理，单个内浇口截面不宜太大，要尽量采用分散多道浇口引入铁水，避免内浇口进入处形成过热区，造成热节。因为如果内浇口处过热，则当铸件收缩时内浇口处的强度太低而会形成热裂。上面所说的床头箱盖，原浇口为单边引入铁水，再加上园角小，经常出现裂纹。后来改为三边引入铁水，增加内浇口数量，加大园角，使裂纹消失，保证了铸件质量。

另外，在浇冒口与铸件接触处应做出适当的园角。浇注系统的形状和浇冒口安放的位置都不应妨碍铸件的收缩。

（3）型砂的原因：

铸铁件产生热裂（尤其是白口铸铁件）受型砂的影响较大。根据实验可以看出，流动性好的型砂在外力作用下颗粒容易相互滑动容易被紧实，制得的铸型和砂芯硬度大，则热裂的倾向也增加；砂粒形状近似于园形，热裂的倾向要小，多角形砂粒的热裂倾向要大，因为后者制得的铸型和砂芯对于铸件收缩的阻力要增大；型砂中的原砂 SiO_2 ，含量高，则容易产生热裂，因为原砂中含 SiO_2 高则相变膨胀量较大，对铸件产生的外力亦大容易产生热裂。

型砂的退让性太差，易产生热裂。由于某种型砂的高温强度和干强度太高，当铸件冷却时，型砂会严重阻碍铸件的正常收缩变形。由收缩变形受到阻碍而产生的应力，在冷却初期是最危险的。这样，这种型砂就会促使铸件产生热裂。图 1 2 就是一个实例。

型砂中耐火度低的材料较多，在铁水浇入后会先烧成玻璃体，也使铸铁容易产

生热裂。

型砂中水份过高，也是产生热裂的一个原因。因为型砂中水份过高，往往会使型砂的高温强度和干拉强度偏高，妨碍铸件的正常收缩而产生热裂纹。

所以在型砂的配比上要充分考虑其高温强度和退让性。型砂的选择应使它在低温时有足够的强度，而在加热到一定温度时，有一定的高温强度，当铸件凝固收缩时，应失去它的强度，这样不妨碍铸件的正常收缩。通常在型砂中加入某些有机物（油、糖浆、合脂等）或锯末等附加物来增加它的退让性。型砂原材料的耐火度不应太低，这样对于防止热裂有一定好处。

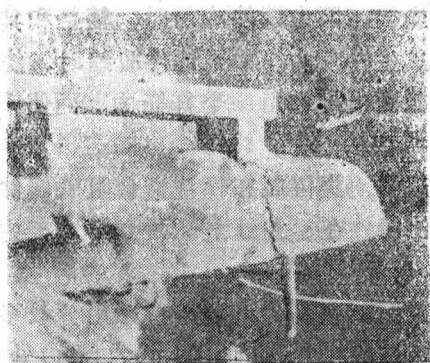


图 1 2 由于芯砂干拉强度过高，而造成的铸件热裂纹。 ↑



图 1 3 镁合金铸件。由于芯子的溃散性太差而造成的裂纹。 →

（4）制芯和造型方面的原因：

铸型或芯子的退让性太差，会造成铸件的热裂纹。这是由于型、芯的高温强度和干强度太高而造成铸型或芯子的退让性太差。这样就妨碍铸件的正常收缩，使铸件内部产生过大的内应力，容易使铸件产生热裂纹。

铸型和砂芯的紧实度太高，造成型、芯的退让性差，也会增加铸件的热裂倾向。

芯骨、芯铁不合适，或者安放太靠近型、芯的表面。这样也会增加铸件的收缩阻力，使铸件产生较大的应力，从而使铸件增加了热裂的倾向。

在造型过程中，没有遵守工艺操作规程，将防止热裂的冷铁和防裂筋遗漏，而致使铸件裂纹。在造型过程中刷水（喷水）过多，会使铸型的水份增加，随之增加了铸件的热裂倾向。

对于金属型和压力铸造来讲，型腔表面粗糙，有碍铸件的收缩而造成热裂纹。由于不准确的定位销和抽芯不当也会造成铸件裂纹。

在造型、制芯的操作中，要注意适当的紧实度。不宜舂得过紧。