应力的产生和分类

（1）热应力

铸件各部分的薄厚是不一样的，如机床床身导轨部分很厚，侧壁.筋板部分较薄，其横向端面如图一所示。铸后，薄壁部分冷却速度快收缩大，而厚壁部分，冷却速度慢，收缩的小。薄壁部分的收缩受到厚壁部分的阻碍，所以薄壁部分受拉力，厚壁部分受压力。因纵向收缩差大，因而产生的拉压也大。这时铸件的温度高，薄厚壁都处于塑性状态，其压应力使厚壁部分变粗，拉应力使薄壁部分变薄，拉压应力 ，随塑性变形而消失。

铸件逐渐冷却，当薄壁部分进入弹性状态而厚壁部分仍处于塑性时，压应力使厚壁部分产生塑性变形，继续变粗，而薄壁部分只是弹性拉长，这时拉压应力随厚壁部分变粗而消失。铸件仍继续冷却，当薄厚壁部分进入弹性区时，由于厚壁部分温度高，收缩量大。但薄壁部分阻止厚壁部分收缩，故薄壁受压应力，厚壁受拉应力。应力方向发生了变化。这种作用一直持续到室温，结果在常温下厚壁部分受拉应力，薄壁部分受压应力。这个应力是由于各部分薄厚不同。冷却速度不同，塑性变形不均匀而产生的，叫热应力。

在导轨或侧壁的同一个截面内，表层与内心部，由于冷却快慢不同，也产生相互平衡拉压的应力，用类似与上述方法分析，可知在室温下表层受压应力，心部受拉应力，并且截面越大，应力越大，此应力也叫热应力。

(2)相变应力

常用的铸铁含碳量在2.8-3.5%，属于亚共晶铸铁，由结晶过程可知①：厚壁部分在1153℃共晶结晶时，析出共晶石墨，产生体积 膨胀，薄壁部分阻碍 其膨张，厚壁部分受压应力，薄壁部分受拉应力，薄辟部分受拉应力。厚壁部分因温度高，降温速度快，收缩快，所以厚壁逐渐变为受拉应力。而薄壁与其相反。在共析（738℃）前的收缩中，薄厚壁均处于朔形状态，应力虽然不段产生?但又不断被塑性变性所松弛，应力并不大。当降到738℃时，铸铁发生共析转变，由面心立方，变为体心立方结构(既γ-Fe变为a-Fe），比容由0.124cm3/g增大到0.127cm3/g2。同时有共析石墨析出，使厚壁部分伸入，产生压应力。上述的两种应力，是在1153℃ 和738℃两次相变而产生的，叫相变应力。相变应力与冷却过程中产生的热应力方向相反?相变应力被热应力抵消。在共析转变以后，不在产生相变些力，因此铸件由与薄厚冷却速度不同所形成的热应力起去起主要作用。

(3)收缩应力（亦叫机械阻碍应力）：

铸件在固态收缩时，因受到铸型型芯浇冒口等的阻碍作用而产生的应力叫收缩应力。由于各部分由塑性到弹性状态转变有先有后，型芯等对收缩的阻力将在铸件内造成不均匀的的塑性变形，产生残余应力。收缩应力一般不大，多在打箱后消失。

(4)残余应力的分类残余应力的分类有许多种③，如：

a)按应力产生的原因，有热应力.相变应力.收缩应力。详细内容如上所述。

b)按应力方向分有拉应力（力的方向向背的应力），压应力（力的方向相同的应力）。

c)按影响区域的大小分有：

第一类应力，亦叫宏观应力。它是存在与整个体积或较大尺寸范围内并保持平衡的应力?如沿机床床身导轨纵向分布的拉应力和沿侧臂分布的压应力等。

第二类应力，亦叫微观应力。它是存在与一个晶粒或几个晶粒内，并保持平衡的应力。例如：晶粒1.2.3.4.5同处拉应力的应力场中，应力大小为σ。从金属物理④可知：各个晶粒所受的切应力与取向因子成正比。假设晶粒1的取向因子最大，则晶粒1切应力最大? 若此切应力略大于临界内应力，则晶粒1产生塑性变性。其与个晶粒处于弹性状态。 当应力σ除掉后，晶粒2.3.4.5均为回复到原状态，但晶粒1产生塑性伸长，不能恢复到原状态，阻碍2.3.4.5晶粒回复，结果晶粒1受拉应力。其余各晶粒受拉应力。这种在几 个晶粒间存在并保持平衡的应力，称为第二类残余应力。

第三类应力，亦叫超微观应力。它是存在与几个原子或几千个原子内并保持平衡的应力。 例如，间隙原子与溶剂原子间存在的应力。

d)按应力在工件中存在和作用的时间长短可分为：

临时应力，所产生应力的条件消失后，应力也随之消失。

残余应力，亦叫残留应力或内应力。产生应力的条件消失后，应力依然存在于工件不同 部位的应力叫残余应力。如热应力.相变内力收缩应力等，都是残余应力。

上述分类法，亦适用于焊接件锻件等。

2.焊接应力的产生：

焊接中焊缝处温度迅速升高，体积膨胀。热影响区温度低，阻碍焊 缝膨胀，结果焊缝处产生压应力，热影响区产生拉应力。热影响区产生拉应力。但此 时焊缝处于塑性状态，焊缝被压应力墩粗，松弛了此应力。

焊后冷却后，热影响区冷却速度快，很快进入弹性状态，焊缝处温度高，处于塑性状态。这是焊缝收缩，较热影响区收缩慢，焊缝阻碍热影响区收缩，焊缝仍受压应力，影响区

受拉应力。但焊缝处于塑性状态，焊缝的塑性墩粗，松弛了此应力。

热影响区温度不断降低，冷却速度也变慢，当焊缝的冷却速度高于热影响区时，焊 缝收缩较快，焊缝的收缩受到热影响区阻碍，应力方向发生了转变：焊缝受拉应力，热 影响区受压应力。当焊缝和热影响区都进入弹性状态时，因焊缝温度高，冷却速度快，收缩量大，热影响温度低，冷却速度低，收缩量小，焊缝收缩受到热影响区阻碍，结果 焊缝受拉应力，热影响区受压应力。此时没有塑性变形，这一对压应力，随着温度的降 低，焊缝收缩受阻碍越来越大，拉应力也越来越大，直至室温，拉应力可近似于屈服极限。

上海庆助振动时效设备制造厂

电话：18616954973