



石家莊鐵道大學
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

网络精品课程

材料成形工艺基础

铸造成形工艺理论基础

合金的收缩性

主讲：智小慧

目录

一、上节内容回顾 

二、合金的收缩性 

三、本讲小结 

一、内容回顾

- 影响充型能力的主要因素：
 - (1)合金的流动性
(化学成分、凝固方式)
 - (2)浇注条件
 - (3)铸型填充条件



二、合金的收缩性

1、合金收缩的概念



2. 收缩的分类



3、影响合金收缩的因素



4、铸件中的缩孔与缩松



5、小结



1、合金收缩的概念

- **定义：**合金在浇注、凝固直至冷却到室温的过程中**体积或尺寸缩减**的现象。
- **导致缺陷：**缩孔、缩松、
变形、裂纹。

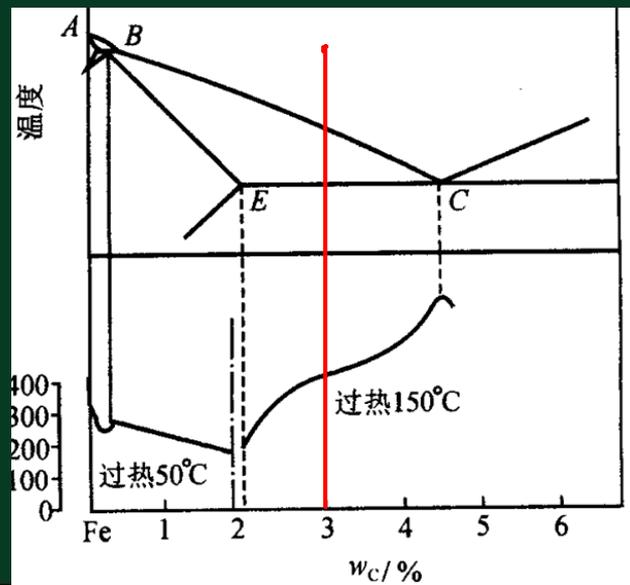


收缩的三个阶段:

液态收缩: $\epsilon_{液}$: $T_{浇} \sim T_{液}$ 之间

凝固收缩: $\epsilon_{凝}$: $T_{液} \sim T_{固}$ 之间

固态收缩: $\epsilon_{固}$: $T_{固} \sim T_{室}$ 之间



2. 收缩的分类

体积收缩：体收缩率，

液态、凝固收缩。

导致缩孔、缩松。

尺寸收缩：线收缩率（固态收缩）。

导致变形、内应力、裂纹。

铸钢收缩率 > 灰铸铁



3、影响合金收缩的因素

(1) 化学成分

(2) 浇注温度

(3) 铸件结构和铸型条件

(1) 化学成分(以灰铸铁为例)

形成石墨比形成 Fe_3C 使铸铁的
体积增大

- $c, si \uparrow$, 则收缩率 \downarrow 。

(利于石墨化)

- $s \uparrow$, 则收缩率 \uparrow 。

(阻碍石墨化)

(2) 浇注温度

$T_{\text{浇}} \uparrow,$

过热度($T_{\text{浇}} - T_{\text{液}}$) $\uparrow,$

$\varepsilon_{\text{液}}$ (液态收缩) $\uparrow,$ 收缩率 \uparrow

(3) 铸件结构和铸型条件

- 自由收缩、受阻收缩（收缩率较小）

受阻的原因：

(1) 铸件各部分冷却速度不同 →

收缩不一致 → 相互约束、产生阻力；

(2) 铸型、型芯 → 机械阻力



(3) 铸件结构和铸型条件

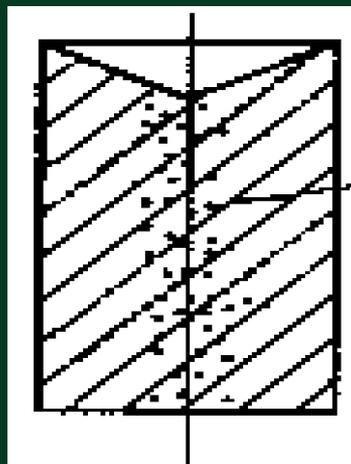
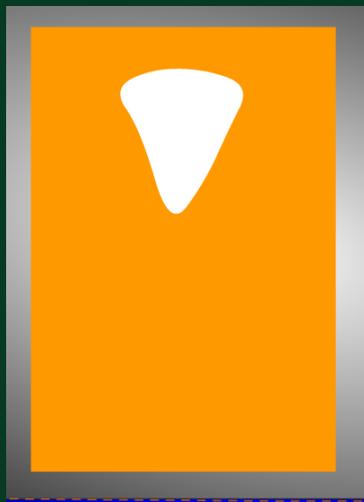
- 铸件结构复杂↑;
- 铸型硬度↑;
- 芯骨粗大↑;
- 则收缩阻力↑, 收缩率↓



4、铸件中的缩孔与缩松

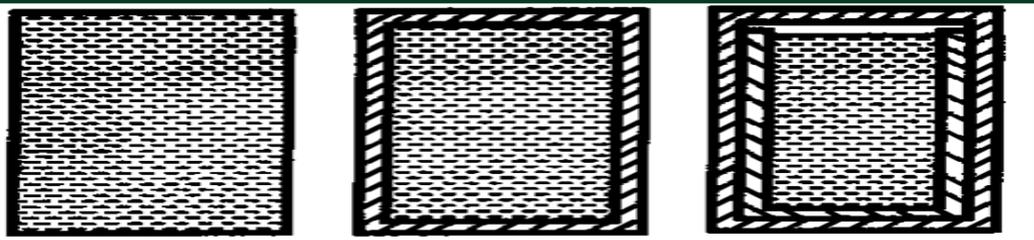
(1) 缩孔与缩松的形成

液态收缩和凝固收缩、容积得不到补足。



① 缩孔的形成

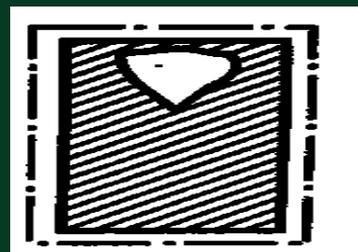
液态金属充满铸型 → 铸件外壳 → 液面下降



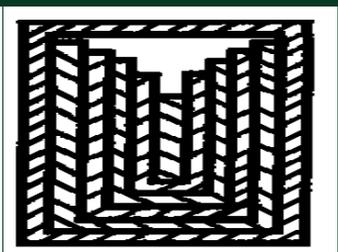
(a)

(b)

(c)



(e)



(d)

最后凝固部位

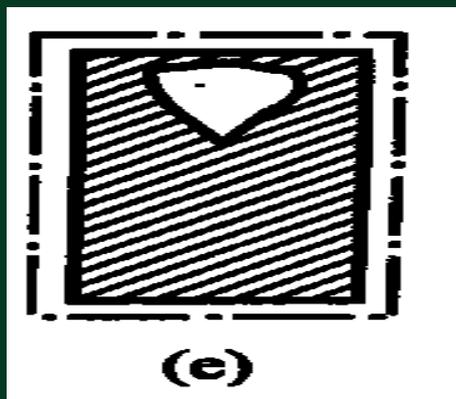
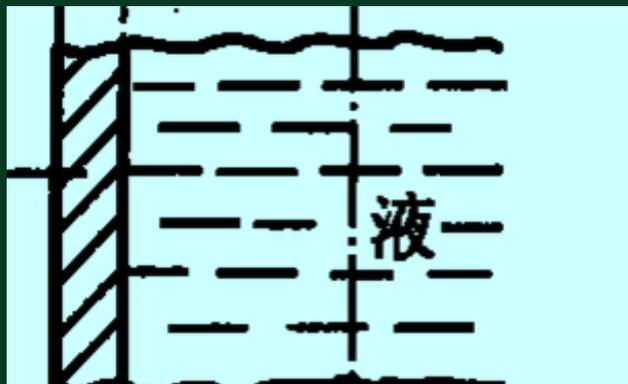


❖ 缩孔的特征:

❖ 集中孔洞，呈倒锥形，内表面粗糙。

纯金属、共晶成分合金易形成缩孔。

???

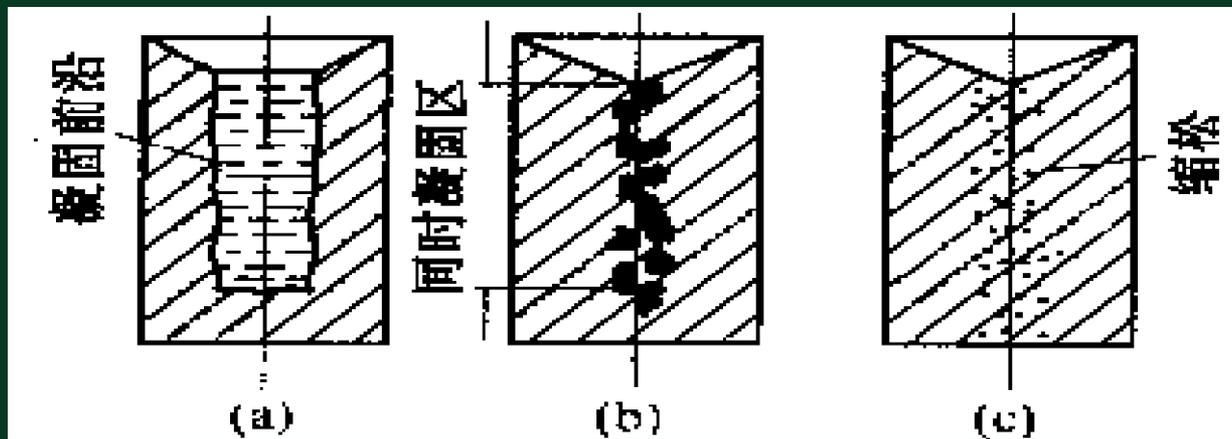
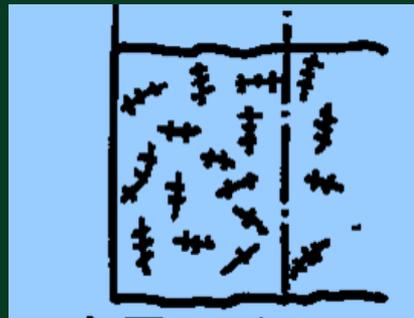


② 缩松的形成

凝固前沿凹凸不平

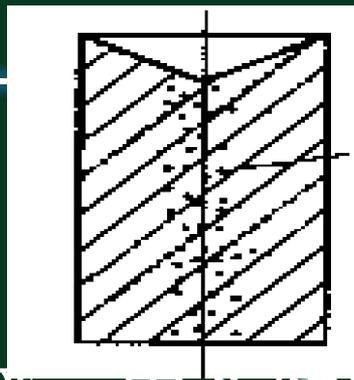
→ 数量众多小液体区

→ 缩松



❖ 缩松的特征:

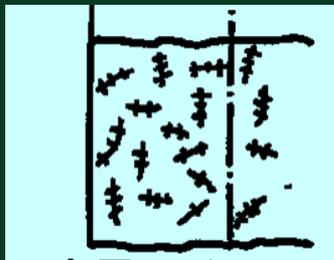
细小分散孔洞。



分类:

宏观缩松: 肉眼或放大镜, 中心线附近。

显微缩松: 显微镜, 晶粒间, 分布广泛。



❖ 结论:

逐层凝固 → 缩孔, 糊状凝固 → 缩松。

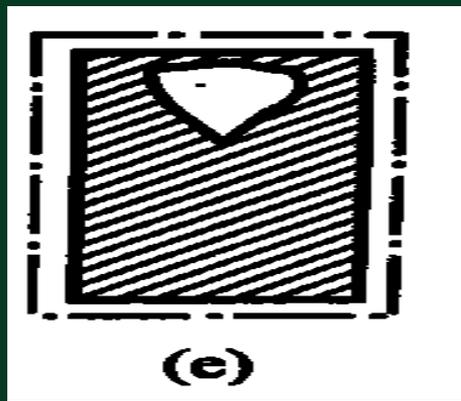
结晶区间 (凝固温度范围) ↑ → 缩松?

(2) 缩孔和缩松的防止

① 缩孔的防止

- 缩孔的危害：

减小铸件承载面积，降低**承载能力**。



缩孔的防止方法:

冒口+冷铁→定向凝固。

定向凝固:

厚大部位安放冒口，远离冒口的部位最先凝固，靠近冒口部位后凝固，冒口本身最后凝固。

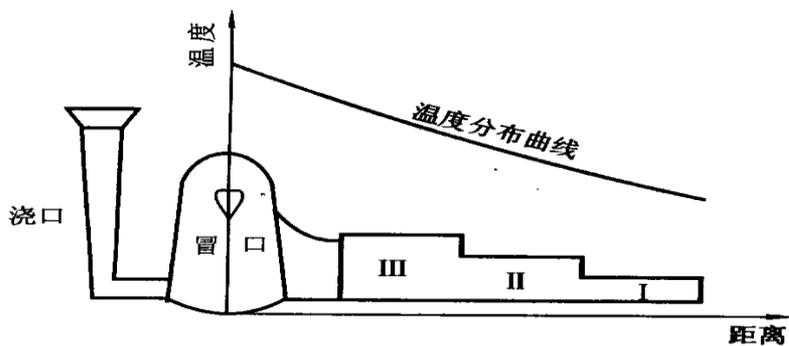


图 2-6 定向凝固

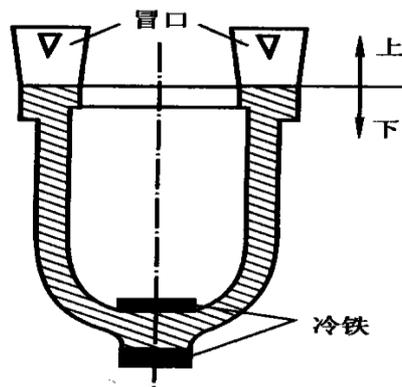
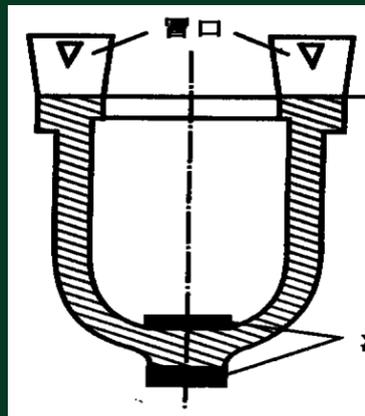
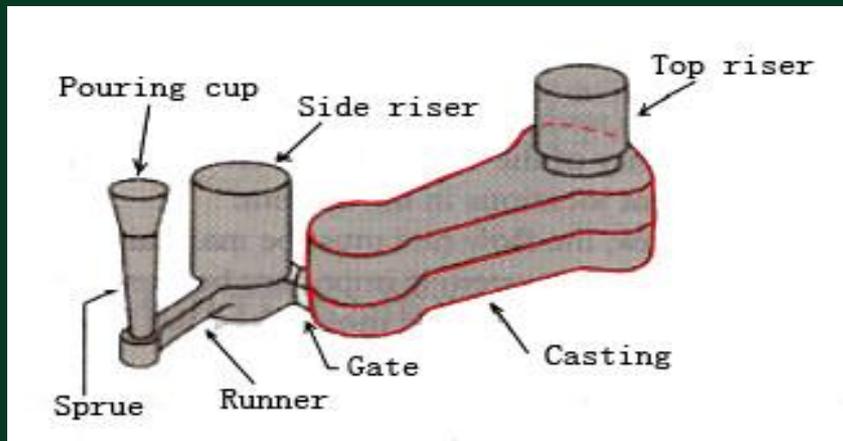


图 2-7 冷铁的应用

• 冒口

作用：控制凝固方向，补缩（补缩通道）。

位置：厚大部位（热节处）



设置冒口法（冒口形状的选择、

大小的计算补缩通道、补贴、补缩距离）

• 冷铁

作用：

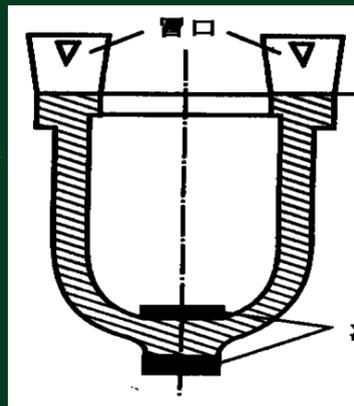
加速铸件局部冷却，控制凝固方向，**不补缩。**

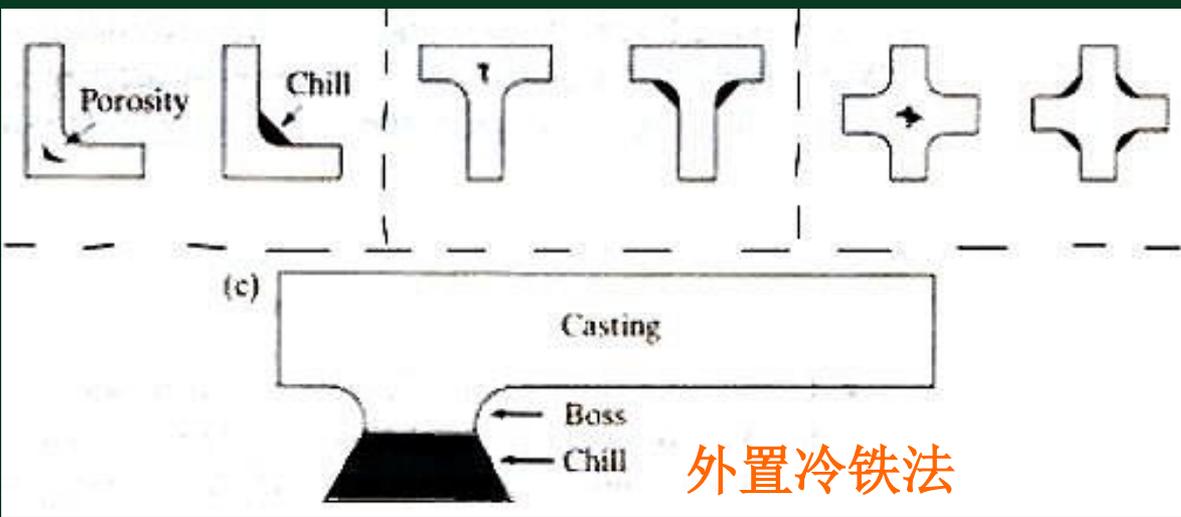
位置：不易放冒口的**热节**处。

外冷铁：可重复使用，安放在砂型中。

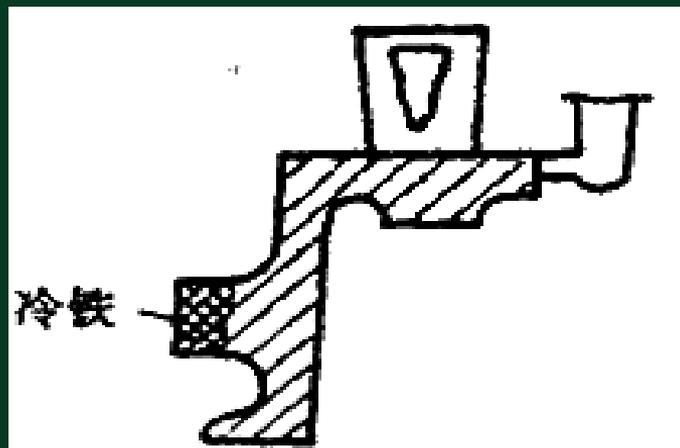
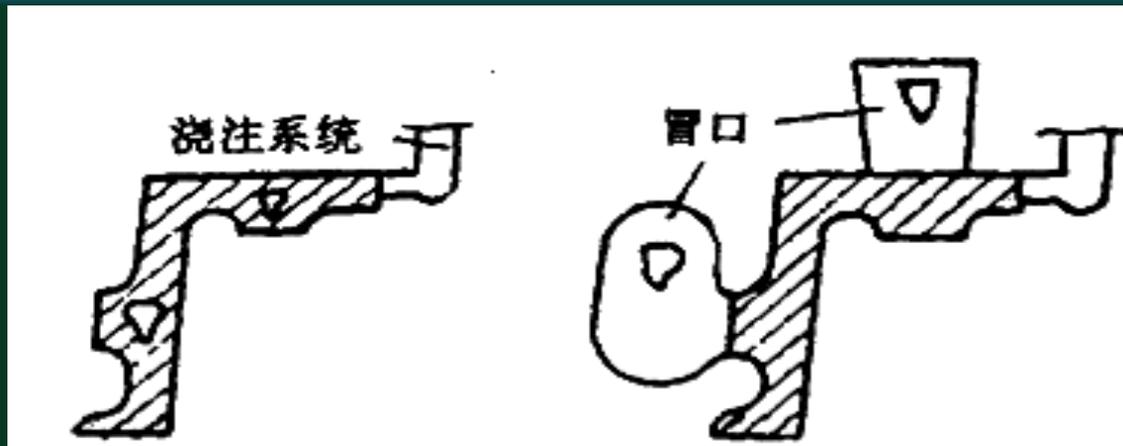
应用多。

内冷铁：不可重复使用，材质与铸件相同，熔合在铸件内。
用于不重要的铸件中。





- 形状复杂的铸件可设置多个冒口、冷铁。



- 形状复杂的铸件可设置多个冒口、冷铁。

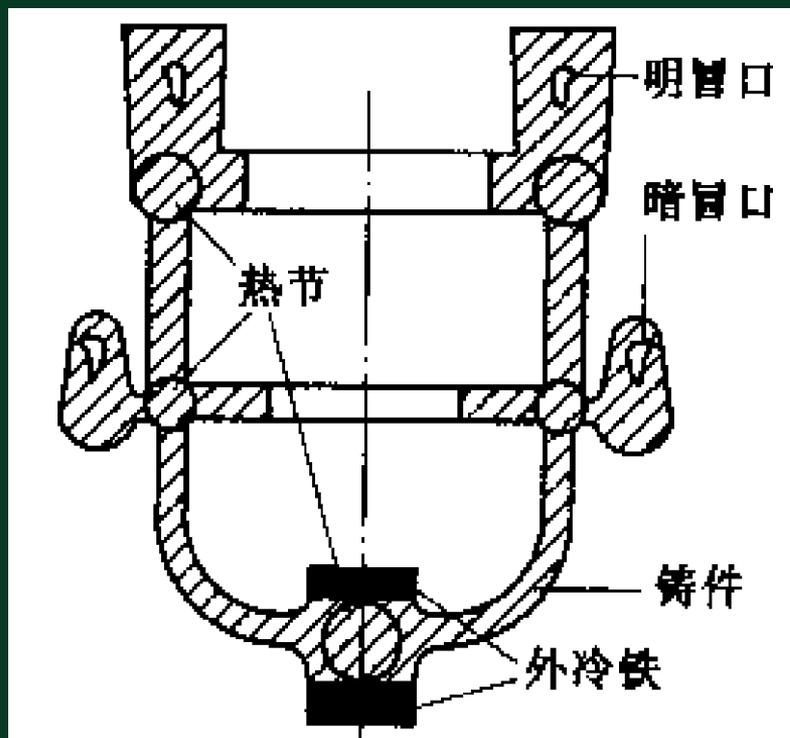


图1-8 阀体铸件的定向凝固

②缩松的防止

- 缩松的危害：

影响铸件的气密性。

- 防止方法：

加大冷却速度：热节处安放冷铁，
砂型局部表面涂敷激冷涂料。

加大结晶压力——破碎枝晶，减少流动阻力。

- 只可部分防止缩松。



5 小结

合金的收缩：

- (1) 分类、阶段
- (2) 缩孔、缩松、形成原因
- (3) 冷铁、冒口的作用和放置位置。

• 作业：

P 15 (5) , (6)

