



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



网络精品课程

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。

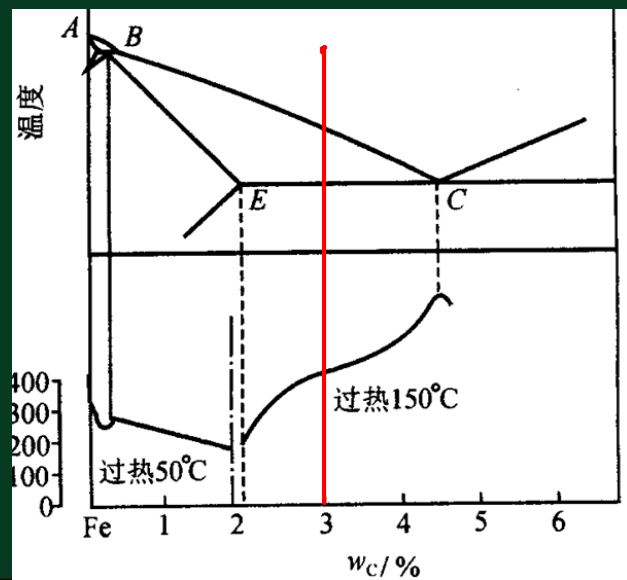


# 收缩的三个阶段:

**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 $\text{Fe}_3\text{C}$ 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

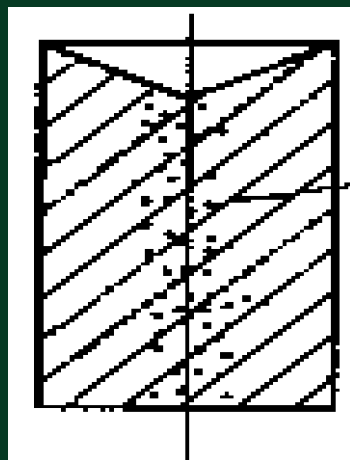
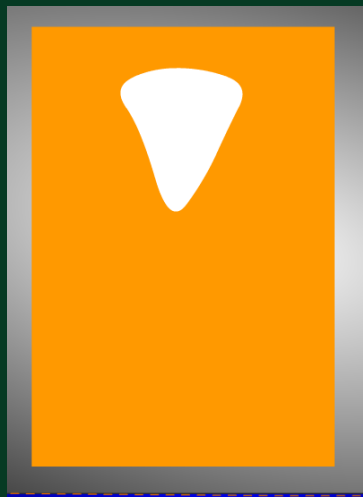
- 铸件结构复杂↑;
- 铸型硬度↑;
- 芯骨粗大↑;
- 则收缩阻力↑, 收缩率↓



# 4、铸件中的缩孔与缩松

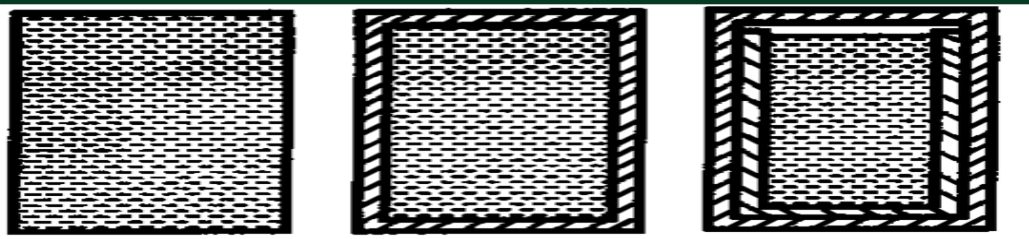
## (1) 缩孔与缩松的形成

液态收缩和凝固收缩、容积得不到补足。



# ① 缩孔的形成

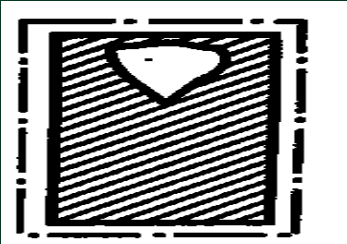
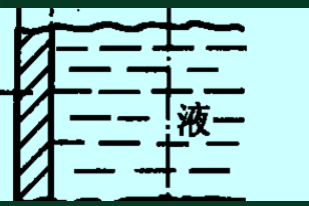
液态金属充满铸型 → 铸件外壳 → 液面下降



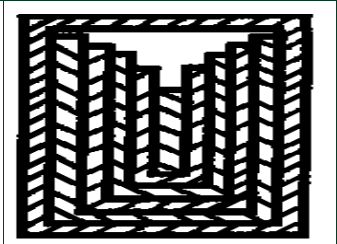
(a)

(b)

(c)



(e)



(d)

最后凝固部位

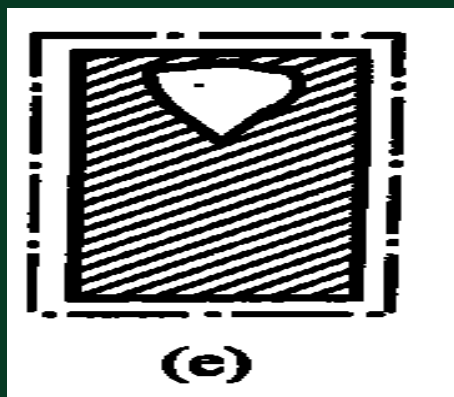
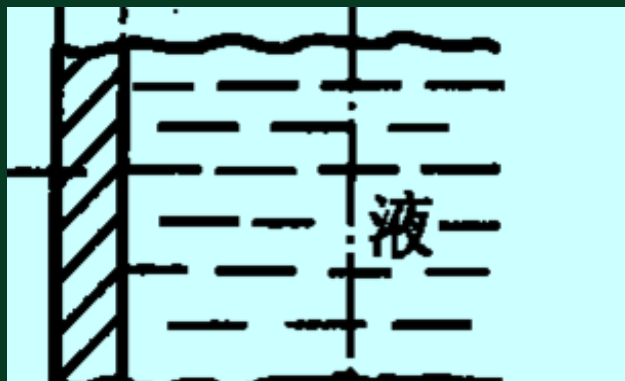


# ❖ 缩孔的特征:

❖ 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。

???

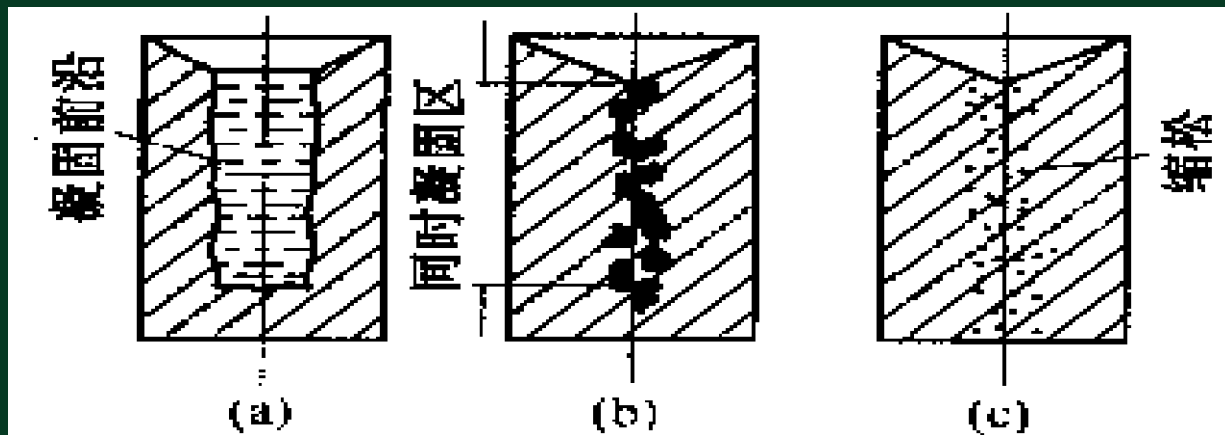


## ② 缩松的形成

凝固前沿凹凸不平

→ 数量众多小液体区

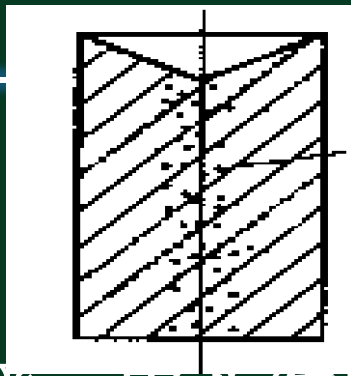
→ 缩松





## ❖ 缩松的特征:

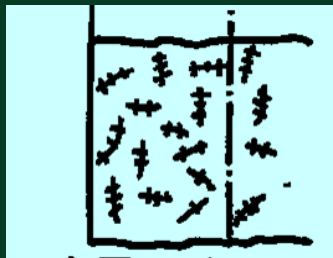
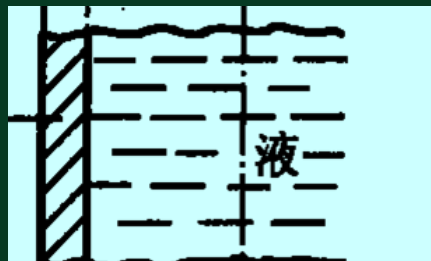
细小分散孔洞。



## 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  $\rightarrow$  缩孔, 糊状凝固  $\rightarrow$  缩松。

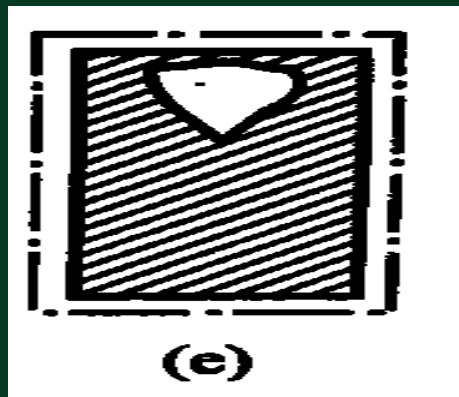
结晶区间 (凝固温度范围)  $\uparrow \rightarrow$  缩松?

## (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。

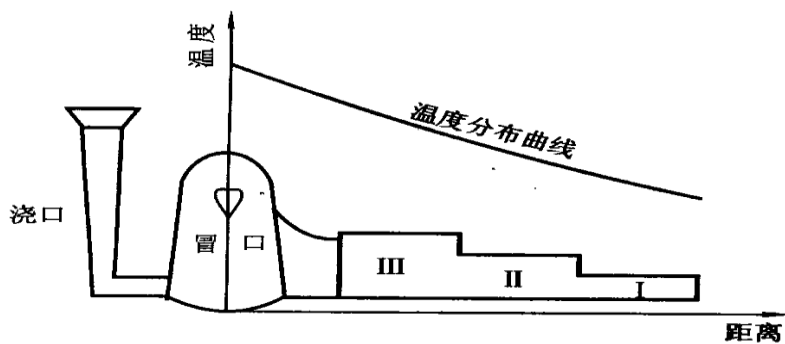


图 2-6 定向凝固

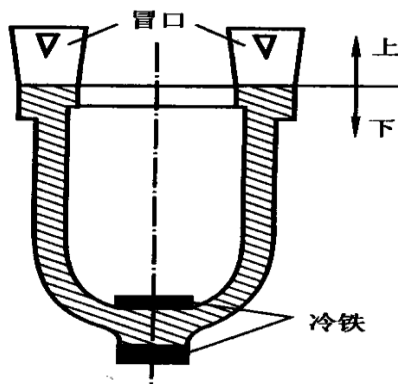
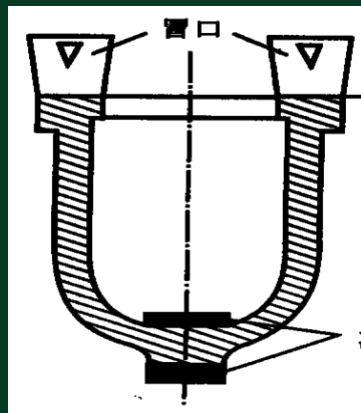
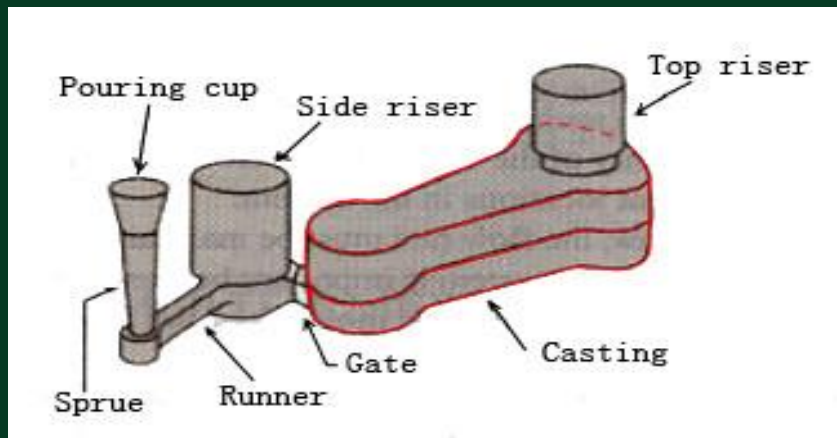


图 2-7 冷铁的应用

# • 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

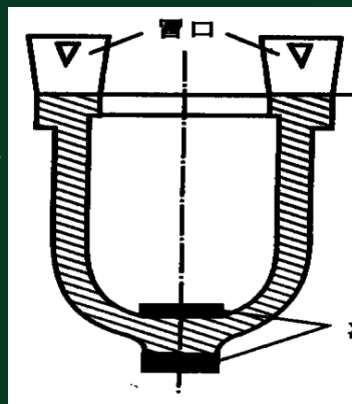
**作用：**

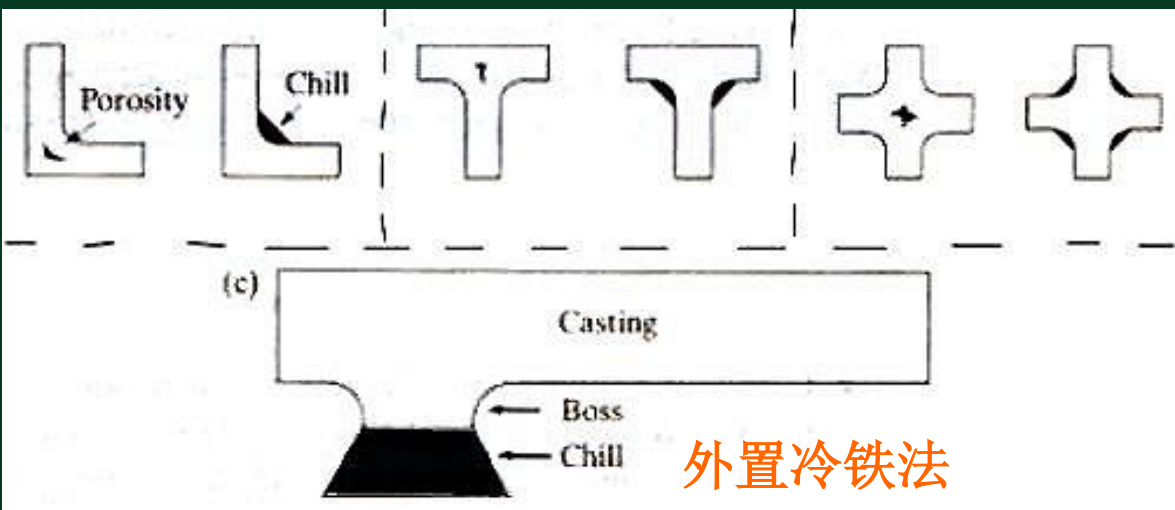
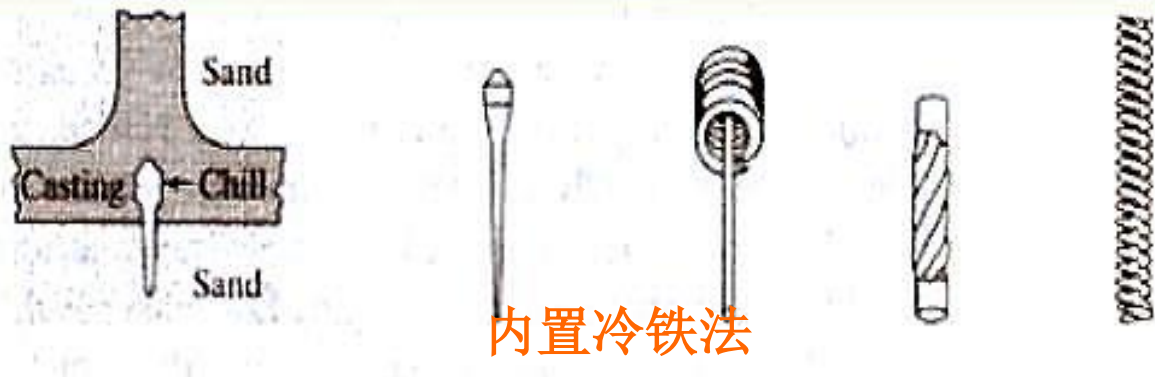
加速铸件局部冷却，控制凝固方向，**不补缩。**

**位置：**不易放冒口的**热节**处。

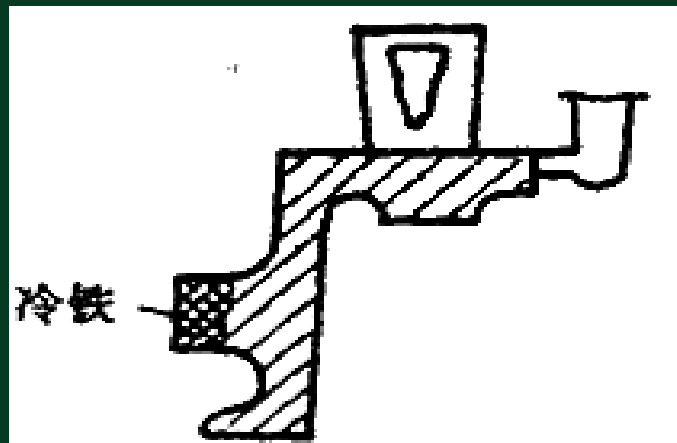
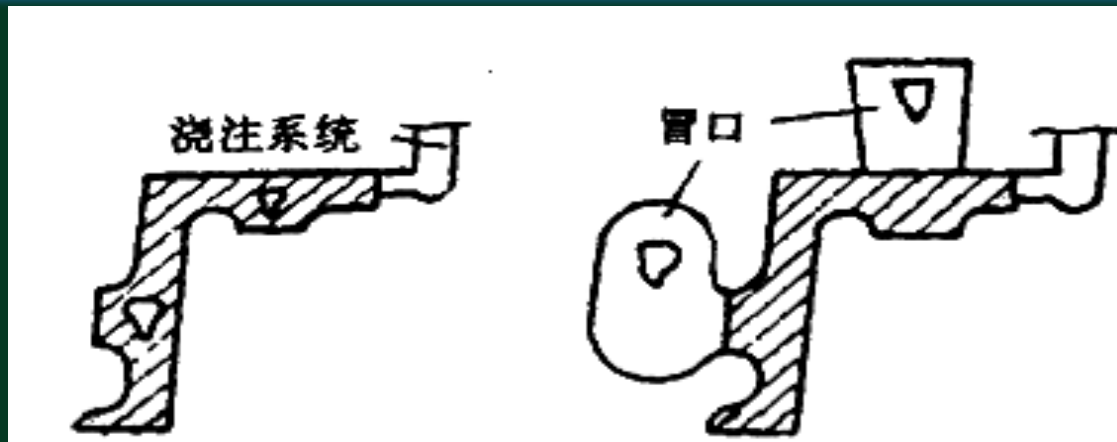
**外冷铁：**可重复使用，安放在砂型中。  
应用多。

**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。

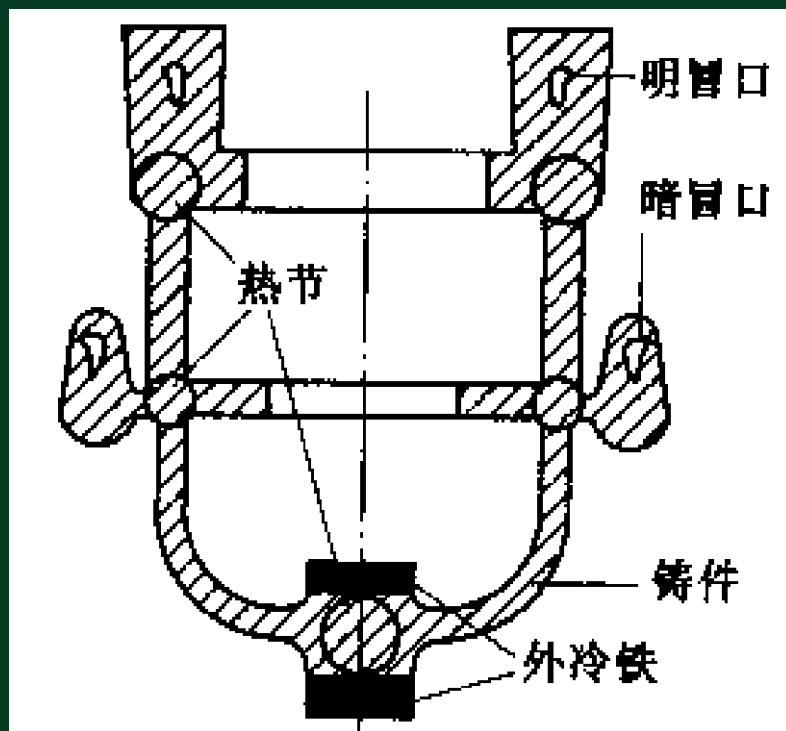


图1-8 阀体铸件的定向凝固



## ②缩松的防止

- 缩松的危害：

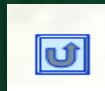
影响铸件的气密性。

- 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)

