

现象

一次要因

二次要因

主探伤面探伤时出现严重草状波，无底波或无二次底波，在锻件上中心区取样，晶粒度为2~4级，金相组织检查发现晶界钝化、局部严重粗化，结论：粗晶

作业  
温度  
太高

- 加热温度过高（ $\geq 1240^{\circ}\text{C}$ ），
- 保温时间长，（易使  $\text{MnS}$  析出），靠炉子高温区可能已有过热倾向。
- 始锻温度高（料温 $\geq 1220^{\circ}\text{C}$ ）
- 中间加热火次多（中间停锻时终锻温度高，锻坯无过冷，长时间处于奥氏体高温区）
- 终锻温度高（轴类件目测：端头斩刀处中心部 $\geq 850^{\circ}\text{C}$ ，锻件内部中心温度 $\geq 950^{\circ}\text{C}$ ，空心件目测：端头壁厚中线 $\geq 850^{\circ}\text{C}$ ，锻件中心温度 $\geq 900^{\circ}\text{C}$ ）
- 高温下进行某一个方向的大变形时，中心区产生严重热效应（温度远高于  $1200^{\circ}\text{C}$ ）

元素  
粗化  
作用

- $\text{C}$ 、 $\text{Mn}$ 、 $\text{Si}$  都易粗化晶粒。
- $\text{Mn}$  会少量扩大  $\gamma$  相区，使奥氏体转变点（ $A_3$ ）下降。
- $16\text{Mn}$  过热敏感性强于其它常用钢。
- 提高淬透性（降低马氏体形成温度  $M_s$  点）。
- 硫（ $\text{S}$ ）高（如 $\geq 0.025\%$ 的话，易形成  $\text{MnS}$  夹杂。目前锻压的钢锭含硫量仅  $0.002\sim 0.008\%$ ，极低）。

加工  
方法  
欠当

- 锻比不够或锻比不均匀，（如某方向探伤可以，换一方向即不行）。
- 开坯前无镦粗，原始柱状晶未打碎。（如后道工序亦无压实工序，如直接开坯后镦粗剥边成形的管板，剥边后只在近表面得到细晶，中心夹层状均为粗晶，且原柱状晶变扁圆状粗晶、层状叠布）
- 超过宽高比（ $>2.5$ ）变形区只发生在近砧面区，中心部分未动（如管板滚圆、剥边），得不到改善。
- 最后一火未达到均匀的临界变形度（如  $16\text{Mn}$  必须： $1200^{\circ}\text{C}$ 下  $\geq 40\%$ ， $1100^{\circ}\text{C}$ 下  $\geq 30\%$ ， $1000^{\circ}\text{C}$ 下  $\geq 25\%$ 。）
- 完工锻件长期保温在热处理待料温度  $600\sim 650^{\circ}\text{C}$  下时会使不良组织析出。
- 热处理正火时加热速度无法太快，使锻造时随变形而形成的方向性组织得不到改变（若升温能达到  $350^{\circ}\text{C/h}$  时可使晶粒度提高  $1\sim 3$  级）
- 正火温度低于（或稍高于）终锻温度（如终锻  $900^{\circ}\text{C}$ ，正火加热至  $950^{\circ}\text{C}$ ），不可能使锻件充分重结晶，组织转变很不完善，稍后一次过冷与正火等等均无法克服其组织遗传。

冶炼  
问题

- 铝终脱氧工艺执行不当（含铝量小于  $0.010\%$  易发生粗晶。）
- 本质粗晶钢（目前已基本绝迹）
- 浇注温度低等原因造成夹杂物大量分布在钢锭中，而未及时上浮，夹杂物密集区域的物化参数与本质材料有异，使后道热加工作用大大减弱。