

钢 材 断 口 检 验 法

本标准适用于结构钢、滚珠钢、工具钢及弹簧钢的热轧、锻造、冷拉条钢和钢坯。其它钢类要求作断口检验时，可参考本标准。

一、试样制备及检验方法

1. 试样的数量及取样部位应按相应的技术条件或双方协议的规定执行。
2. 试样应用冷切、冷锯法截取。若用热切、热锯或气割时，刻槽必须离开变形区和热影响区。
3. 直径（或边长）不大于40毫米的钢材作横向断口。试样长度为100~140毫米，在试样中部的一边或两边刻槽，如图1所示。刻槽时，应保留断口截面不少于原截面的50%。

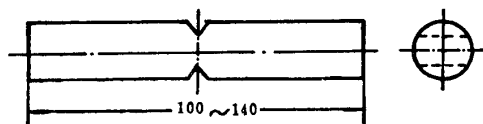


图 1

直径（或边长）大于40毫米的钢材作纵向断口，切取横向试样，试样的厚度为15~20毫米。在试样横截面的中心线上刻槽，一般采用V形槽，如图2所示。刻槽深度为试样厚度的1/3。当折断有困难时，可适当加深刻槽深度。

注：试样尺寸和刻槽深度如有特殊要求时，应按相应的技术条件或双方协议的规定执行。

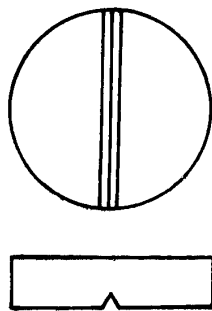


图 2

4. 折断前试样的状态，以能真实地显示缺陷为准。当技术条件或双方协议有特殊要求时，按规定执行。如规定须在油中淬火后折断试样，折断前应将油擦洗干净或在300°C以下烧去。
5. 在室温下，将有刻槽的试样折断。操作时，刻槽应向下放置，使刀口与刻槽中心线相吻合，然

后在冲击载荷下折断。折断试样时最好一次折断，严禁反复冲压。

6. 在折断试样时，应采取妥善方法避免断口表面损伤和沾污。

7. 用肉眼仔细检查断口，当识别不清时，可用10倍以下放大镜检查。

8. 各种断口缺陷是否允许存在及合废界限，应在相应的技术条件或双方协议中规定。

二、断 口 分 类

9. 纤维状断口

在断口上表现为，无光泽和无结晶颗粒的均匀组织。通常在这种断口的边缘有显著的塑性变形（见图3a、b、c）。

10. 瓷状断口

是一种具有绸缎光泽、致密、类似细瓷碎片的亮灰色断口（见图4）。

此种断口常出现在过共析钢和某些合金钢经淬火或淬火及低温回火后的钢材（坯）上，是一种正常断口。

11. 结晶状断口

是一种具有强烈的金属光泽、有明显的结晶颗粒、断面平齐的银灰色断口（见图5）。

此种断口常出现在热轧或退火的钢材（坯）上，是一种正常断口。

12. 台状断口

在纵向断口上，呈比基体颜色略浅、变形能力稍差、宽窄不同、较为平坦的片状（平台状）结构。多分布在偏析区内（见图6）。

台状一般产生在树枝晶发达的钢锭头部和中部。它是钢沿粗大树枝晶断裂的结果。此种缺陷对纵向机械性能无影响；对横向塑、韧性略有降低，当台状富集夹杂时，明显降低横向塑性。

13. 撕痕状断口

在纵向断口上，沿热加工方向呈灰白色的、变形能力较差的、致密而光滑的条带。其分布无一定规律，严重时布满整个断面（见图7a、b）。

撕痕状可产生在整个钢锭中，一般在钢锭尾部较重，头部较轻。尾部的条带多表现为细而密集，头部的则较宽。它是钢中残余铝过多，造成氧化铝沿铸造晶界析出，沿此断裂造成的。轻微的撕痕状对机械性能影响不明显，严重时，明显降低横向塑、韧性，也使纵向韧性有所降低。

14. 层状断口

在纵向断口上，沿热加工方向呈现出无金属光泽的、凸凹不平的、层次起伏的条带，条带中伴有白亮或灰色线条。此种缺陷类似显著的朽木状，一般均分布在偏析区内（见图8a、b）。

层状主要是由于多条相互平行的非金属夹杂物的存在造成的。此种缺陷对纵向机械性能影响不大，对横向塑、韧性有显著降低。

15. 缩孔残余断口

在纵向断口的轴心区，呈非结晶构造的条带或疏松区，有时有非金属夹杂物或夹渣存在，沿着条带往往有氧化色（见图9）。

缩孔残余一般都产生在钢锭头部的轴心区。主要是钢锭补缩不足或切头不够等原因造成的。它属于破坏金属连续性的缺陷。

16. 白点断口

在断口上，多呈圆形或椭圆形的银白色的斑点，斑点内的组织为颗粒状。个别的呈鸭嘴形裂口。白点的尺寸变化较大，一般多分布在偏析区内（见图10）。

白点主要是钢中含氢量过多和内应力共同作用造成的。它属于破坏金属连续性的缺陷。

17. 气泡断口

在纵向断口上，沿热加工方向呈内壁光滑、非结晶的细长条带。多分布在皮下（见图11a），有时

也出现在内部(见图11b)。

气泡主要是钢液气体过多,浇注系统潮湿,锭模有锈等原因造成的。它属于破坏金属连续性的缺陷。

18. 内裂断口

常见的内裂分为“锻裂”与“冷裂”两种。

“锻裂”的特征是光滑的平面或裂缝,由热加工过程滑动磨擦的结果(见图12a)。

“冷裂”的特征是与基体有明显分界的、颜色稍浅的平面与裂缝。每个平面较为平整,清晰可见平行于加工方向的条带(见图12b)。经过热处理或酸洗的试样可能有氧化色。

内裂断口产生于轴心附近部位的居多。

“锻裂”产生的原因是热加工温度过低,内外温差过大,热加工压力过大,变形不合理造成的;“冷裂”是由于锻轧后冷却速度太快,组织应力与热应力迭加造成的。它属于严重地破坏金属连续性的缺陷。

19. 非金属夹杂(肉眼可见)及夹渣断口

在纵向断口上,呈颜色不同的(灰白、浅黄、黄绿色等)、非结晶的细条带或块状缺陷。其分布无一定规律,整个断口均可出现(见图13a、b)。

此种缺陷是钢液在浇注过程中混入的渣子与耐火材料等杂质造成的。它属于破坏金属连续性的缺陷。

20. 异金属夹杂断口

在纵向断口上,表现为与基体金属有明显的边界、不同的变形能力、不同的金属光泽和组织的条带,条带边界有时有氧化现象(见图14)。

此种缺陷是异金属掉入,合金料未完全熔化等原因造成的。它属于破坏金属的组织均匀性或连续性的缺陷。

21. 黑脆断口

在断口上,呈现出局部或全部的黑灰色,严重时可见到石墨炭颗粒(见图15)。

此种缺陷多出现在退火后的共析和过共析工具钢,以及含硅的弹簧钢的断口上。它是由于钢的石墨化造成的。石墨(石墨化钢除外)破坏了钢的化学成分和组织的均匀性,使淬火硬度降低,性能变坏。

22. 石状断口

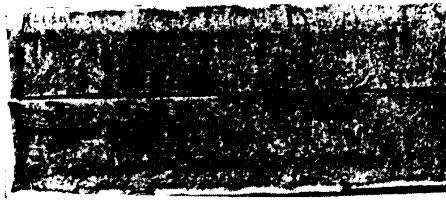
在断口上,表现为无金属光泽、颜色浅灰、有棱角、类似碎石块状。轻微时只有少数几个,严重时布满整个断面。是一种粗晶晶间断口(见图16)。

此种缺陷是由于严重过热或过烧造成的。使钢的塑、韧性降低,特别是韧性。

23. 萁状断口

在断口上,呈弱金属光泽的亮点或小平面,用掠射光线照射时,由于各个晶面位向不同,这些亮点或小平面闪耀着萁晶体般的光泽。是一种粗晶的穿晶断口(见图17)。

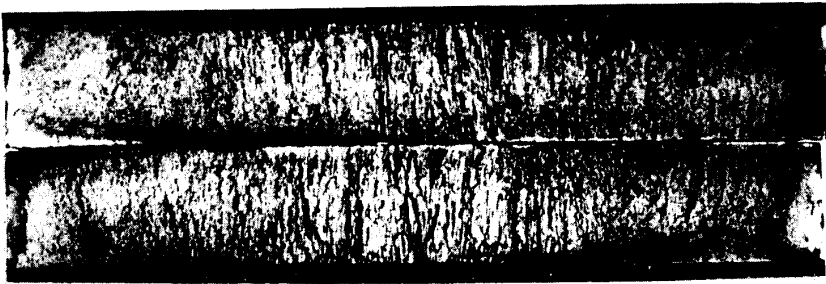
此种缺陷一般认为合金钢是过热造成的;高速工具钢是重复淬火造成的。一般降低韧性。



a



b



c

图 3 纤维状断口

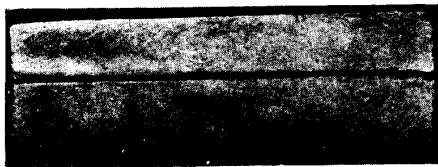


图 4 瓷状断口

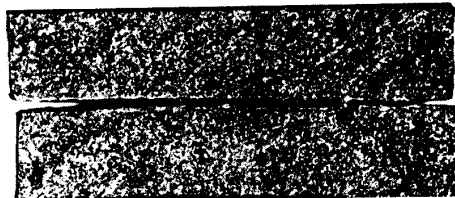
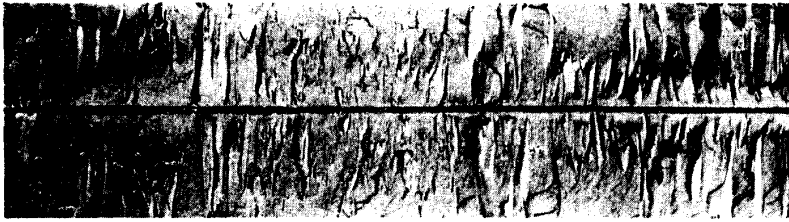


图 5 结晶状断口



图 6 台状断口

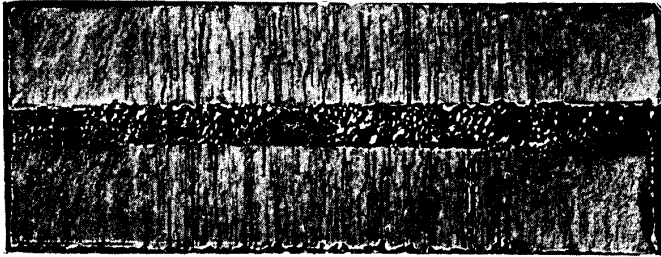


a 淬火状态

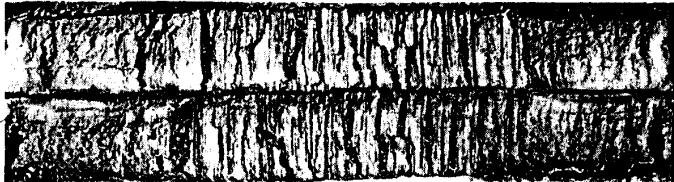


b 调质状态

图 7 撕痕状断口



a 淬火状态



b 调质状态

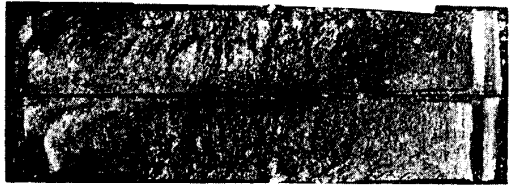
图 8 层状断口



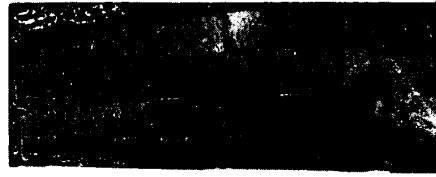
图 9 缩孔残余断口



图 10 白点断口

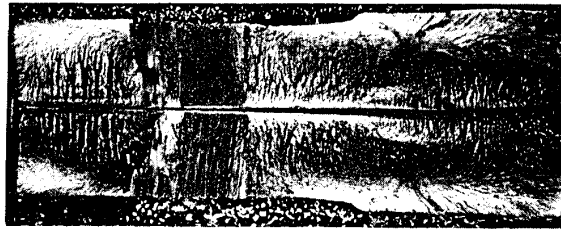


a 皮下气泡

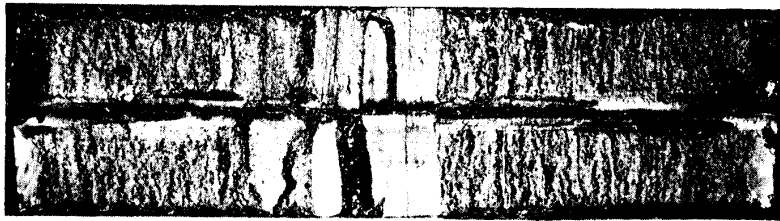


b 内部气泡

图 11 气泡断口



a “锻裂”



b “冷裂”

图 12 内裂断口



a 非金属夹杂 (肉眼可见)



b 夹渣

图 13 非金属夹杂 (肉眼可见) 及夹渣断口

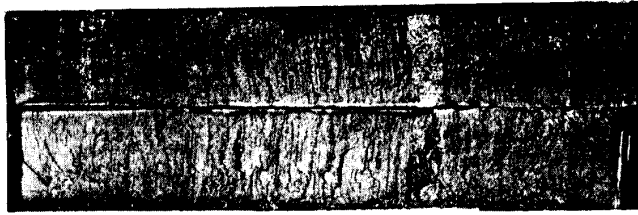


图 14 异金属夹杂断口



图 15 黑脆断口



图 16 石状断口

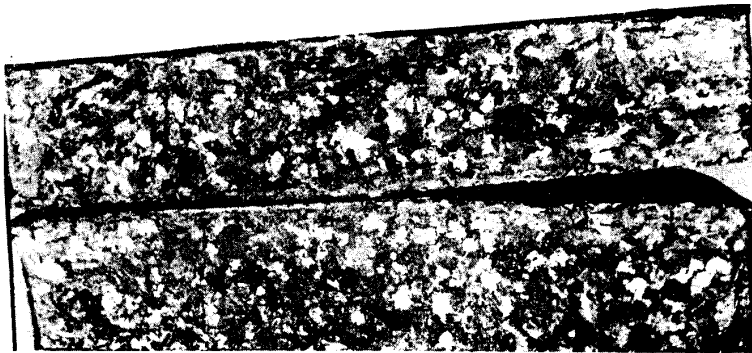


图 17 纤维状断口

注：本标准所附图片均为典型图片，并非界限图片。

注：自本标准实施之日起，原部标准YB 46--64作废。