

热处理裂纹分析图谱

孙盛王 戴雅康 著

大连出版社

635
112
1

热处理裂纹分析图谱

孙盛玉 戴雅康 著

大连出版社

图书在版编目(CIP)数据

热处理裂纹分析图谱/孙盛玉等著. —大连:大连出版社, 2002.4

大连:大连出版社, 2002.4

ISBN 7-80612-901-4

I. 热… II. 孙… III. 淬火裂纹—分析—图谱

IV. TG156.35-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 015558 号

大连出版社出版发行

(大连市西岗区长白街 12 号 邮政编码 116011)

沈阳新华印刷厂印刷

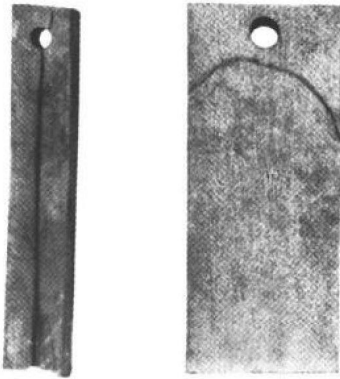
开本:787 毫米×1092 毫米 1/16 字数:200 千字 印张:8½ 插页:48

印数:1-1000 册

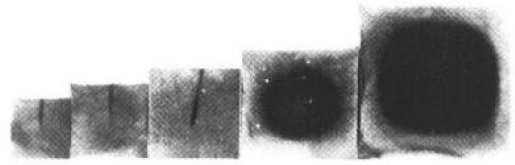
2002 年 4 月第 1 版 2002 年 4 月第 1 次印刷

责任编辑:胡孝纯 孙德彦 责任校对:王恒田 版式设计:孙德彦

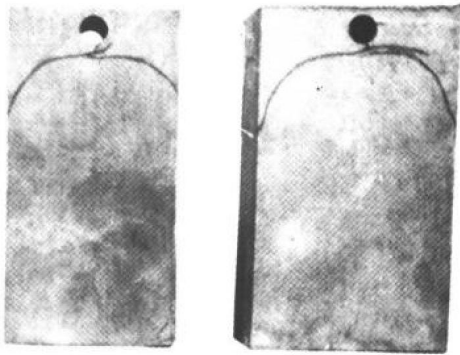
定价:80.00 元



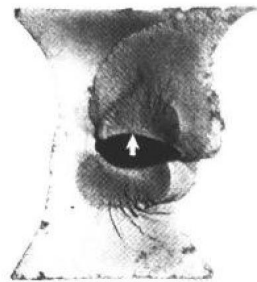
照片 2-1 T8 钢玛氏淬裂试样中淬火裂纹的类型及形态,与其几何尺寸的关系:左为淬透试样($10 \times 10 \times 60\text{mm}$)中的纵裂,右为非淬透试样($20 \times 20 \times 60\text{mm}$)中的弧裂
热处理:由淬火温度水(20°C)冷至室温



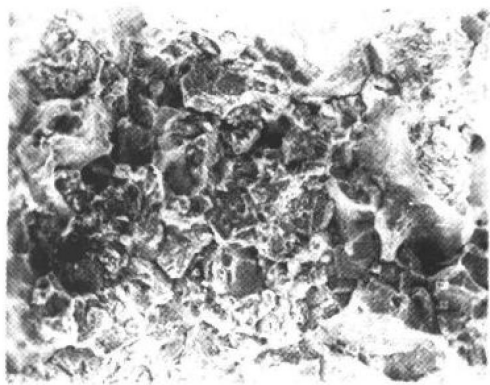
照片 2-2 玛氏淬裂试样(T8 钢)的裂纹类型及横向宏观组织与试样横截面尺寸的关系($1\times$):图中从左至右各试样的尺寸为 8^2mm 、 10^2mm 、 12^2mm 、 15^2mm 和 20^2mm ,有黑心的试样未淬透,其余试样完全淬透且都形成纵裂
热处理:由淬火温度水(20°C)冷至室温
腐蚀剂:50%盐酸水溶液热蚀



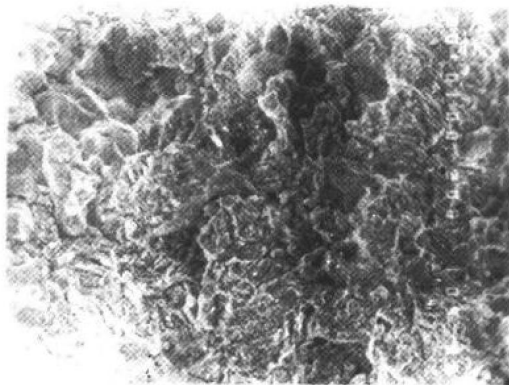
照片 2-3 只在未淬透的 T8 钢试样(左 $25 \times 25\text{mm}$,右 $30 \times 30\text{mm}$)的有孔端产生的弧裂形态, $1\times$ (热处理与腐蚀剂与照片 2-2 相同)



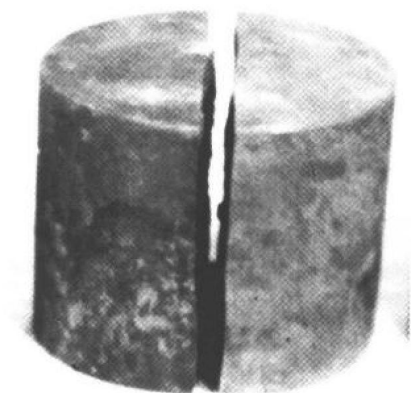
照片 2-4a 弧裂的瓷器状宏观断口形貌及其从端孔内表面起裂(箭头指处)的断裂花样特征, $1\times$
热处理:参看照片 2-1



照片 2-4b 弧裂裂源处的微观断裂形貌:准解理断裂花样,600×(SEM)



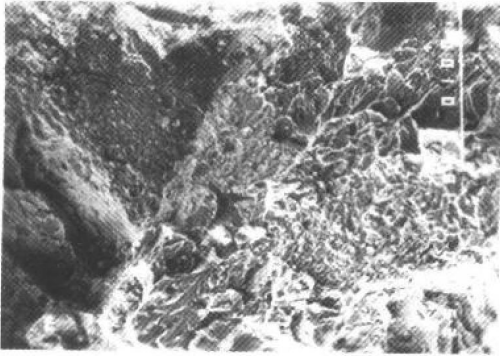
照片 2-4c 弧裂宏观断口(照片 2-4a)中部的微观准解理断裂花样,600×(SEM)



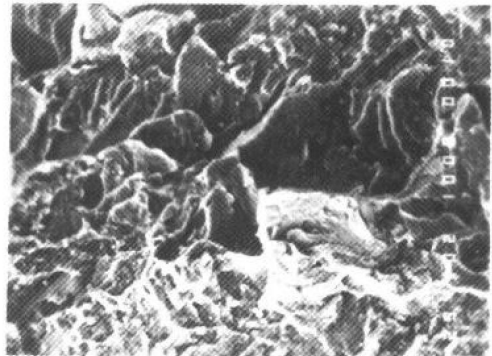
照片 2-5a T12 钢短圆柱试样($\phi 100 \times 85\text{mm}$)全纵劈淬裂的形态,0.5×
热处理:780℃±10℃加热,水冷至室温



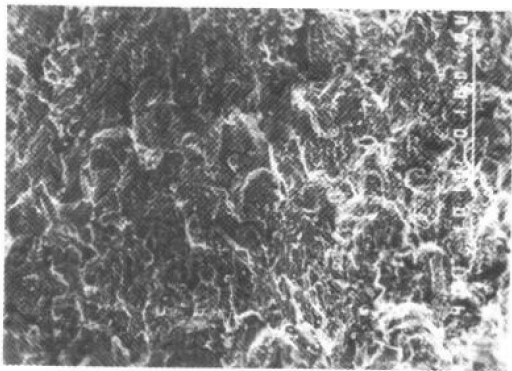
照片 2-5b T12 钢短圆柱试样纵劈的宏观断口形貌:中心辐射型花样,0.5×



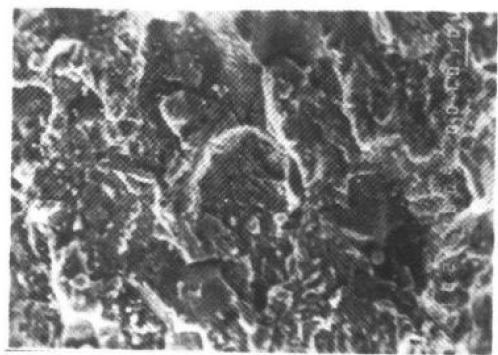
照片 2-5c T12 钢纵劈断口(照片 2-5b)
裂源处的微观形貌:准解理断裂花样,
400 × (SEM)



照片 2-5d 照片 2-5c 右上角处的局
部放大, 准解理断裂花样, 1000 ×
(SEM)



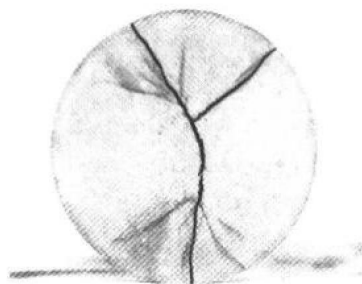
照片 2-5e 宏观断口(2-5b)淬硬层(具
有瓷器状断口形貌)的微观形貌:准解
理断裂花样, 400 × (SEM)



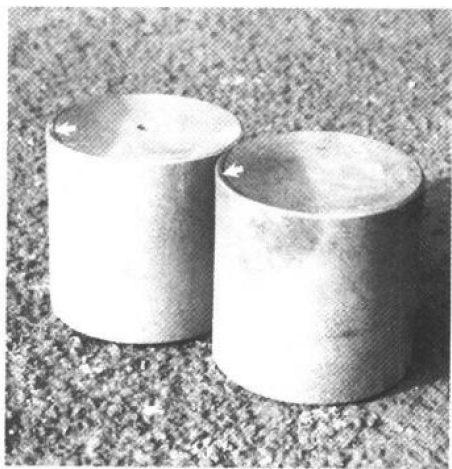
照片 2-5f 照片 2-5e 中部的局部放
大, 准解理断裂花样, 1000 × (SEM)



照片 2-6 T12 钢短圆柱试样的
四瓣全纵劈淬裂的形态, $0.5\times$
热处理: $820^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 加热, 水
冷至室温



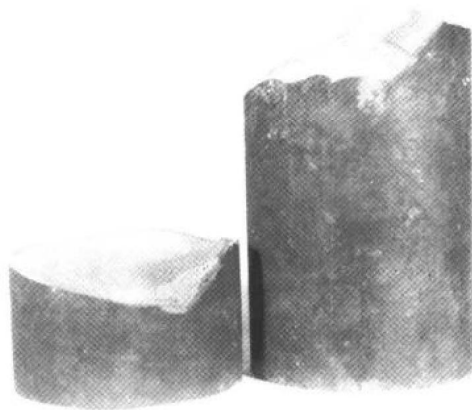
照片 2-7 T12 钢短圆柱试
样($\phi 70 \times 70\text{mm}$)的 X 形内
裂(试样横剖面), $0.5\times$
热处理: $860^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 加热,
水冷至室温, 放置 3 昼夜



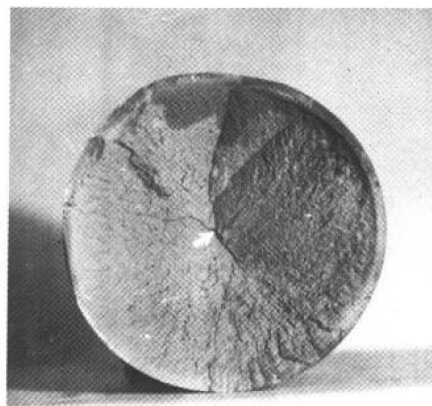
照片 2-8 40Cr 钢短圆柱试样($\phi 140$
 $\times 140\text{mm}$)的脱肩式淬裂(箭头指
处)的形态, $0.2\times$
热处理: $860^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 加热, 水冷至室
温



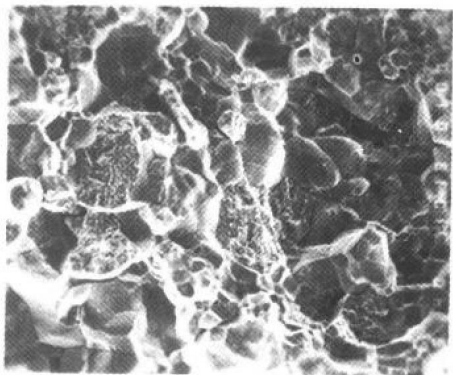
照片 2-9 T12 钢长圆柱试样($\phi 100 \times$
 185mm)的纵劈开裂及其断口宏观形貌
热处理: $820^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 加热, 水冷至室温



照片 2-10a T12 钢长圆柱试样($\phi 100 \times 185\text{mm}$)的横断型淬裂的形态
热处理:与照片 2-9 相同

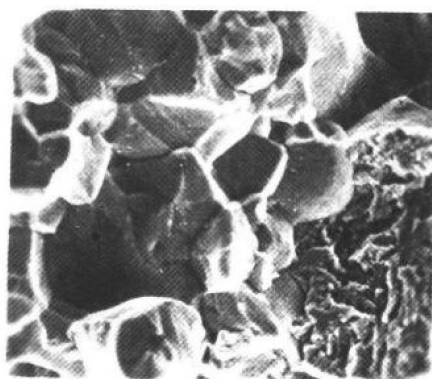


照片 2-10b T12 钢长圆柱试样横断型淬裂的断口宏观形貌及 X 形内裂(纵劈,箭头指处)的形态, $0.4\times$

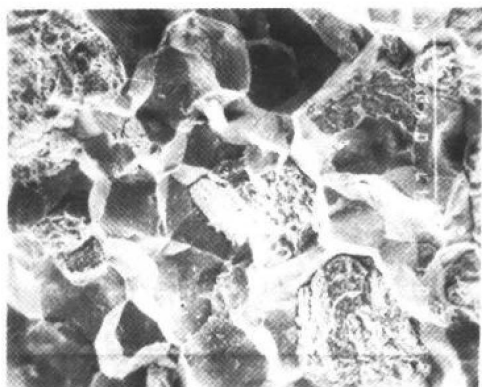


照片 2-11a T8 钢纵裂断口(宏观为瓷器状)的微观形貌:穿晶准解理断裂(为主) + 少量沿晶脆断, $400\times$ (SEM)

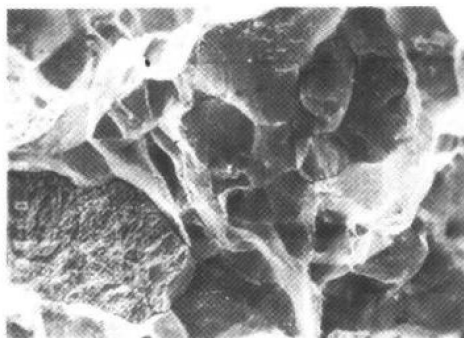
热处理: $810^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 加热, 水冷



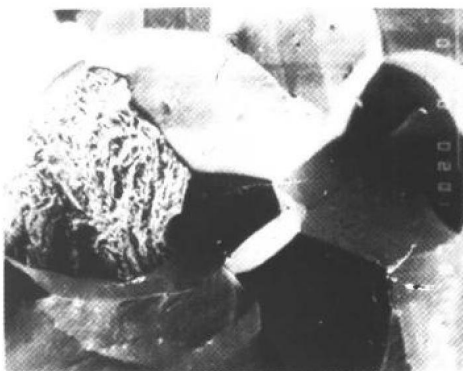
照片 2-11b 照片 2-11a 左的局部放大:准解理断裂 + 沿晶断裂, $1000\times$ (SEM)



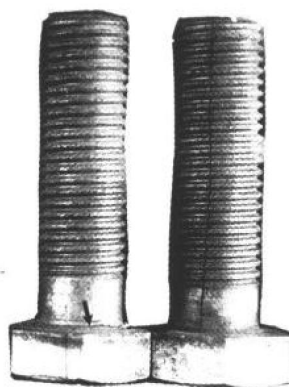
照片 2-12 T8 钢纵裂断口的微观形貌:穿晶准解理断裂 + 沿晶脆性断裂,400×(SEM)
热处理:900℃ ± 10℃加热,水冷



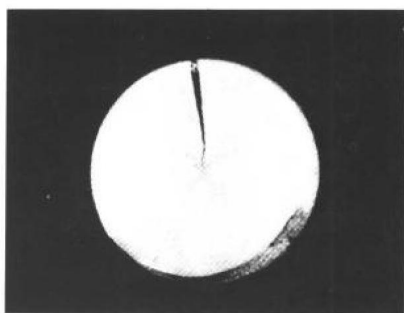
照片 2-13 T8 钢纵裂断口的微观形貌:沿晶脆性断裂(为主) + 少量准解理断裂,400×(SEM)
热处理:1000℃ ± 10℃加热,水冷



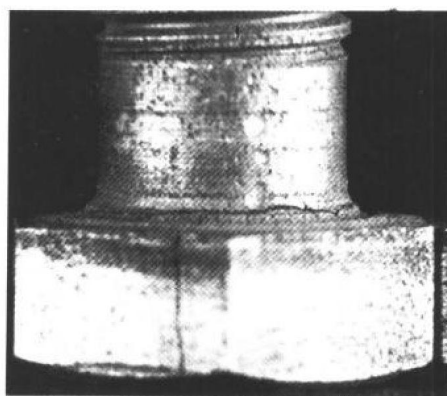
照片 2-14 T8 钢纵裂断口的微观形貌:沿晶脆断(典型冰糖状断口)为主 + 少量准解理断裂,200×(SEM)
热处理:1200℃ ± 10℃加热,水冷



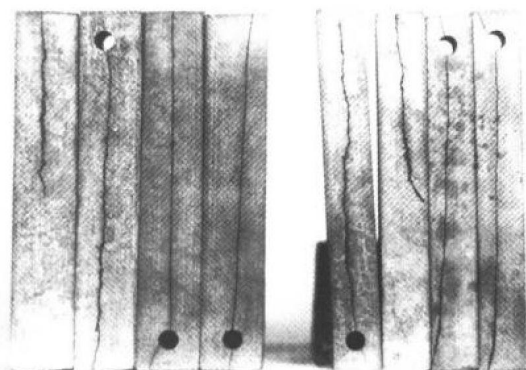
照片 4-1a M16 高强度螺栓(45 钢 8.8 级)杆部的纵裂(右)和截面拐角处的横裂(照片左箭头指处),0.7×
热处理:830℃ ± 10℃加热,水冷,回火
腐蚀剂:50% 盐酸水溶液热蚀



照片 4-1b M16 45 钢螺栓纵裂
的横截面形态:楔形裂口,1.8×
热处理与腐蚀剂同 4-1a



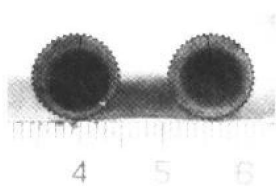
照片 4-1c M16 45 钢螺栓截面拐
角处纵裂性质的横裂(4-1a 左箭头
指处的局部放大),2×



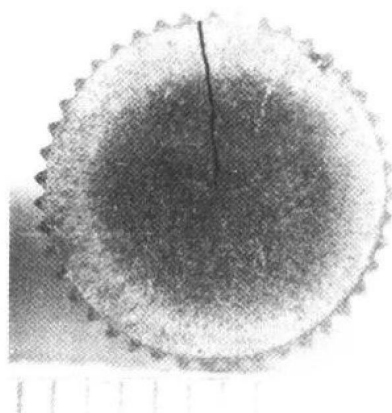
照片 4-2 淬火加热温度对 T8 钢件纵裂形
态的影响:显著过热可使纵裂由直向锯齿
形改变,0.8×
热处理:直裂纹的试样 800℃加热,呈锯齿状
裂纹的试样 960℃加热,然后水冷至室温
腐蚀剂:50%盐酸水溶液热蚀



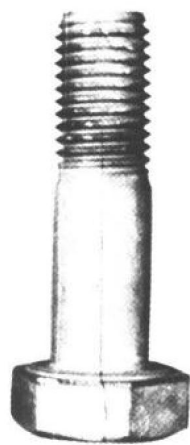
照片 4-3a 45
钢 M6 螺栓上的
纵裂形态
热处理:滚花螺
帽部高频感应
加热,盐水冷却



照片 4-3b 由滚花头的端部观察,纵裂沿压花沟槽的底部形成的情形



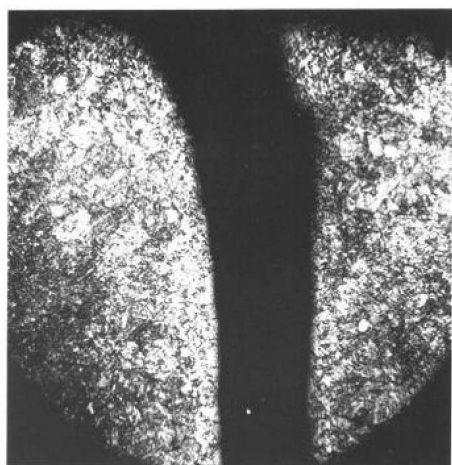
照片 4-3c 4-3b 右之滚花螺帽的放大及开裂沿压花槽底部形成的情形,5×



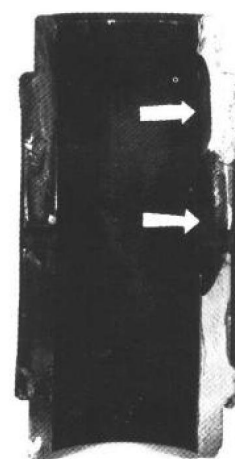
照片 4-4a 40Cr 螺栓中,由钢材表面缺陷(折叠)诱发形成的纵裂形态,0.8×
热处理:850℃ ± 10℃ 加热后,水中冷却
腐蚀剂:50% 盐酸水溶液热蚀



照片 4-3d 4-3a 所示淬裂的螺栓,由头杆截面过渡处的尖角上产生的横裂(纵裂性质的)在纵剖面上的形态,20×



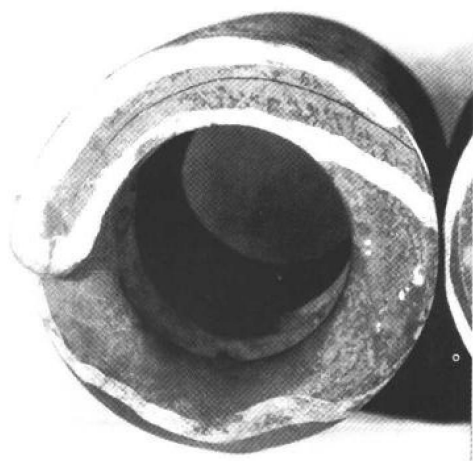
照片 4-4b 4-4a 所示螺栓纵裂的横截面浅表层内,裂纹两侧的脱碳层和其中的全铁素体层,80×
热处理:与 4-4a 相同
腐蚀剂:4%硝酸酒精试剂



照片 4-5 淬透的 45 钢薄壁套筒件内孔表面上的纵裂(箭头指处),0.6×
热处理:830℃ ± 10℃ 加热,水冷至室温



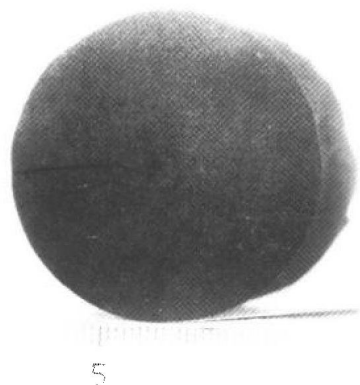
照片 4-6a 60Si2Mn 螺旋弹簧(φ30mm)上,沿弹簧外径螺旋线形成扩展的淬火裂纹(纵裂),0.5×
热处理:870℃ ± 10℃ 加热后,40℃ ~ 80℃ 热水冷却,480℃ ± 10℃ 回火
腐蚀剂:50%盐酸水溶液热浸蚀



照片 4-6b 螺旋弹簧($\phi 30\text{mm}60\text{Si}2\text{Mn}$ 钢)无效圈上的纵裂形态, $0.5\times$
(热处理与腐蚀剂与照片 4-6a 相同)



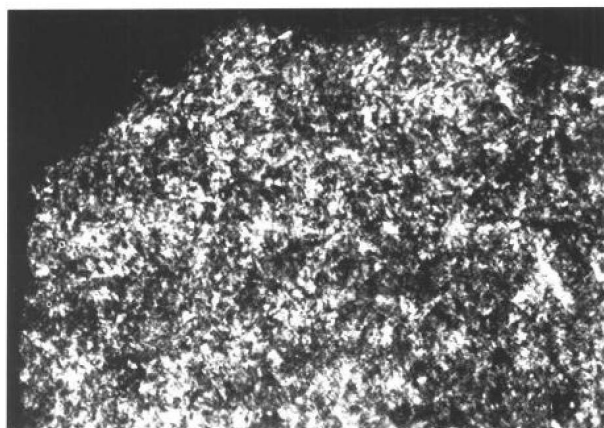
照片 4-7a 以冲裁下料法制造的 45 链板,
为淬火裂纹(纵裂)完全一分为二的情形
热处理: $820^{\circ}\text{C} \sim 840^{\circ}\text{C}$ 加热, 水冷至室温



照片 4-8a 50CrV 钢螺旋弹簧($\phi 40\text{mm}$)纵
裂的横截面形态
热处理: $850^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 加热, 水 ($40^{\circ}\text{C} \sim$
 50°C) 中冷却, $480^{\circ}\text{C} \sim 490^{\circ}\text{C}$ 回火
腐蚀剂: 50% 盐酸水溶液热蚀

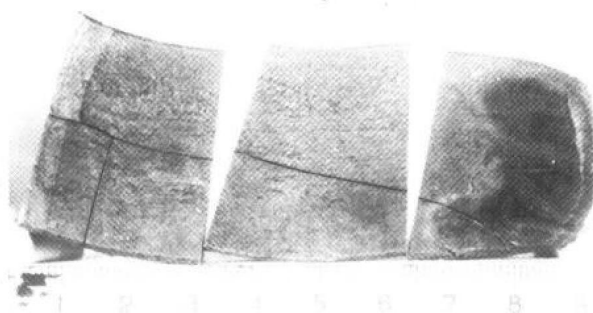


照片 4-7b 图 4-7a 链板纵裂的断口宏观形
貌(断口上没有宏观缺陷, 也无其他异常)

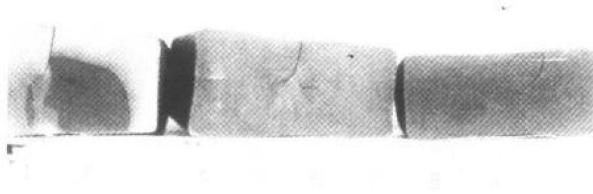


照片 4-8b 4-8a 所示裂纹,浅表层内,裂纹两侧的组织状态:无氧化脱碳迹象(400×)

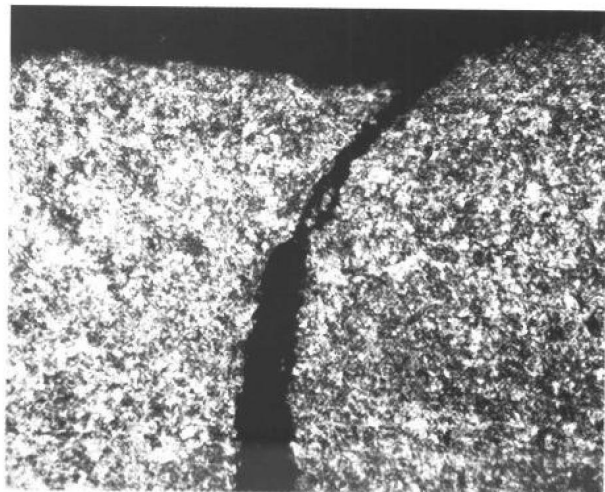
浸蚀剂:4%硝酸酒精试剂



照片 4-8c 50CrV 螺旋弹簧无效圈上的纵裂形态

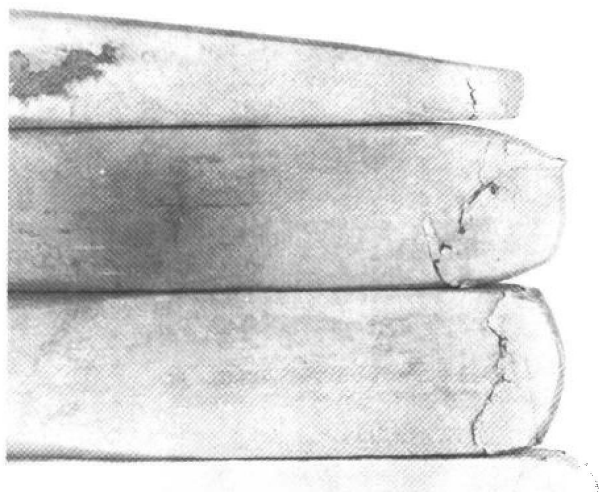


照片 4-8d 50CrV 螺旋弹簧无效圈开裂的截面形态(照片自右至左各截面,与照片 4-8c 上自右至左的各截面对应):无效圈上的纵裂,非垂直向内扩展(图左截面中部的暗色区域为火焰切割的热影响区未去除)



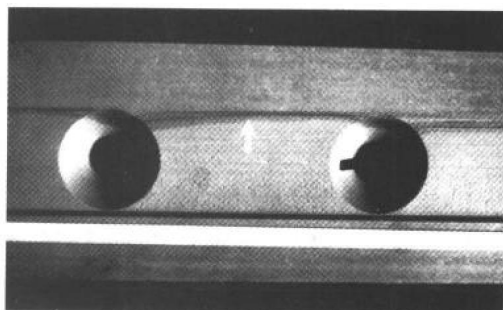
照片 4-8e 50CrV 螺旋弹簧无效圈纵裂(横截面),浅表层内裂纹两侧的组织状态:无氧化脱碳迹象(100×)

浸蚀剂:4%硝酸酒精试剂



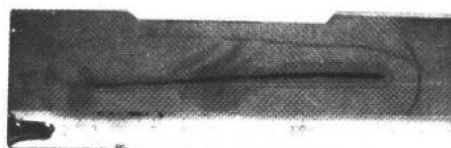
照片 4-9 在 60Si2Mn 等弹簧钢种锻造碾尖过程中产生的折叠一皱折型缺陷(它们似与纵裂的形成扩展无直接关系)的形态, $0.7\times$

腐蚀剂: 50% 盐酸水溶液热浸蚀

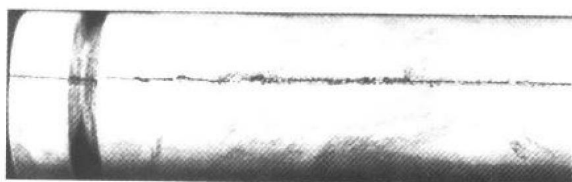


照片 4-10a 6CrW2Si 剪刀上淬火裂纹(纵裂性质)的形态及产生部位(之一)

热处理: $860^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 加热, 硝酸盐等温淬火(220°C), 开裂率 23.3%; 后改为热油淬火, 开裂率 57%。



照片 4-10b 6CrW2Si 剪刀上淬火裂纹(纵裂性质)的形态及产生部位(之二)



照片 4-11a 20CrMnTi 渗碳试棒($\phi 25 \times 150\text{mm}$, 供测量有效硬化层用)在淬火后产生的反常纵裂形态, $1\times$

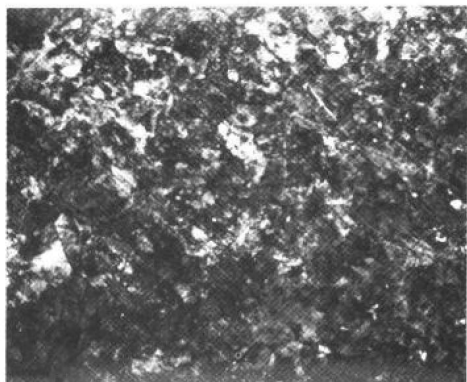
热处理: 930°C 渗碳后直接淬火(油冷)

腐蚀剂: 50% 盐酸水溶液热浸蚀

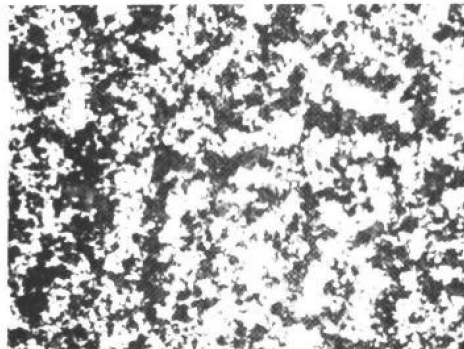


照片 4-11b 4-11a 所示纵裂的横截面形态及试棒中心区域的碳偏析(黑色区域), $1\times$

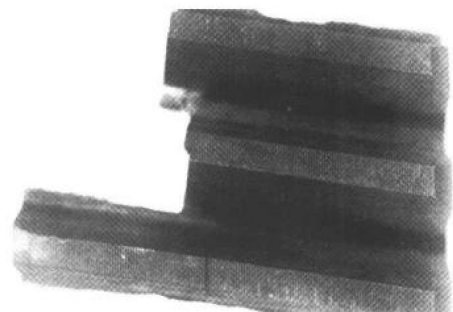
(热处理与腐蚀剂与 4-11a 相同)



照片 4-11c 20CrMnTi 渗碳试棒,退火后的中心碳偏析区的显微组织(100 $\times$)珠光体
浸蚀剂:2%硝酸酒精试剂



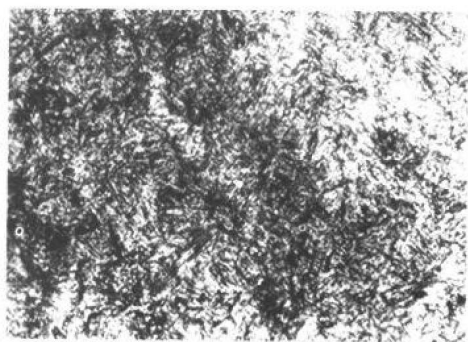
照片 4-11d 20CrMnTi 渗碳试棒,退火后的外围区(横截面)的正常显微组织(100 $\times$):铁素体+珠光体
浸蚀剂:4%硝酸酒精试剂



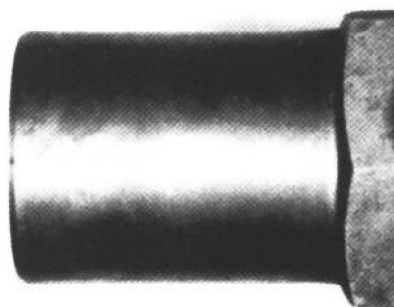
照片 4-12a 在 ZG42CrMo 齿轮(模数 6)齿顶面上,沿机加工刀痕形成扩展的反常纵裂形态,1 $\times$
热处理:中频感应加热后,0.2%聚乙烯醇水溶液中整体淬火
腐蚀剂:50%盐酸水溶液热浸蚀



照片 4-12b ZG42CrMo 齿轮轮齿淬硬层的宏观分布(轮齿沿齿高基本淬透),1.2 $\times$

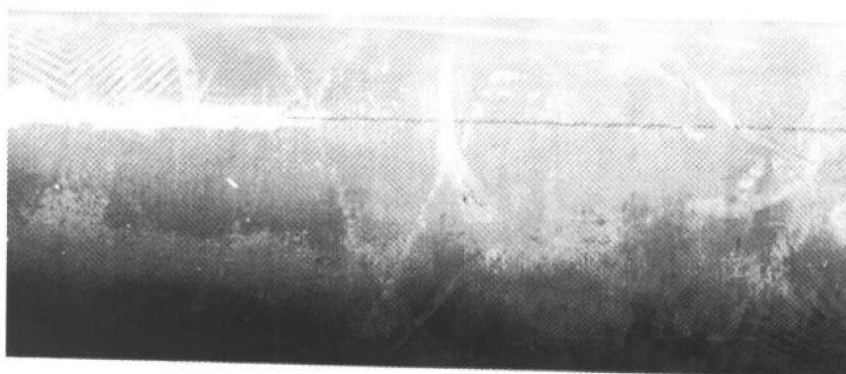
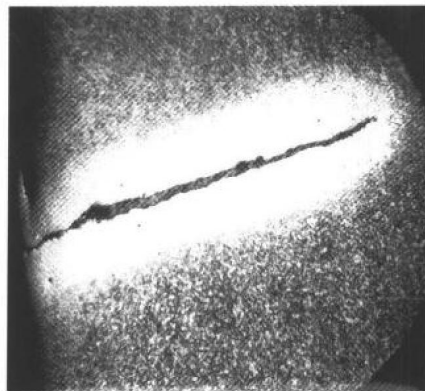


照片 4-12c 正常的淬火马氏体组织,400 $\times$
浸蚀剂:4%硝酸酒精试剂浸蚀

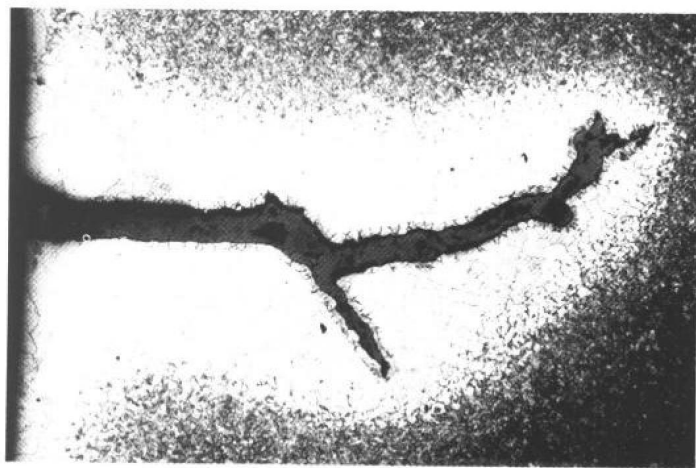


照片 4-13a 45 钢拉杆螺丝(φ80mm),在机加工时于外圆表面发现的纵向裂纹(0.4 $\times$)
热处理:调质处理

照片 4-13b 照片 4-13a 所示纵向裂纹的显微形态(横截面):裂纹两侧的完全脱碳层,及其在淬火过程中丝毫未继续扩展的状态,20×
浸蚀剂:4%硝酸酒精试剂浸蚀



照片 4-14a 热处理后机加工时,在 45 钢转轴($\phi 120\text{mm}$)外圆表面上发现的纵向裂纹 热处理:调质



照片 4-14b 45 钢转轴纵向裂纹的显微形态:裂纹两侧的完全脱碳层,及其在淬火过程中丝毫未继续扩展的状态,60×
浸蚀剂:4%硝酸酒精试剂浸蚀