

实践经验

浅议磁粉探伤中裂纹和发纹 缺陷的磁痕特征

吴成芸

(成都飞机工业公司无损检测中心, 成都 610092)

A DISCUSSION ON INDICATIONS OF CRACKS AND CAPILLARY CRACKS IN MAGNETIC PARTICLE INSPECTION

Wu Chengyun

(NDT Center, Chengdu Aircraft Corporation)

在实际工作中,经常会遇到有人提问:发纹是不是细小裂纹,为何有的工件中可允许发纹存在,发纹对工件有无危害,是否会影响工件的使用。要回答这一系列问题,首先我们应该知道,裂纹类缺陷有两种,一种是危害性最大的面状缺陷,另一种是线状缺陷,其危害性仅次于面状缺陷。发纹是磁粉探伤中经常遇到的一种原材料缺陷,它属于线状缺陷。

1 发纹的定义、成因和对钢材强度的影响

在磁粉探伤中,我们常常会在工件上检测出发纹,发纹是一种原材料缺陷,钢中的非金属夹杂物(包括硅酸盐硫化物的塑性夹杂物和氧化物、氮化物的脆性夹杂物)或气孔在轧制和拉拔过程中随着金属的变形伸长而形成了发纹。

发纹的长度一般不太长,多在20mm以下,但有少数可达100mm左右,有的甚至可贯通整个工件,呈细而直连续状或呈断续、螺旋形分布,发纹的深度较浅,起算长度航空部门定为0.6mm,因为它是线状缺陷,所以宽度一般都 $\leq 0.06 \sim 0.1\text{mm}$ 。

2 正确识别发纹与各工艺裂纹的磁痕特征

2.1 裂纹的磁痕特征

裂纹与发纹相比,形成原因不同。少数是材料本身的皮下气泡、夹杂物以及冷拔变形量选择不当或设计方面等原因形成的;而绝大多数则是在工件加工或使用中产生的。按照工件不同的加工工艺,各种裂纹的产生和磁痕特征,一般分为以下几种情况:

(1) 工件在磨削加工过程中,由于所选用的磨削工艺不当,磨削量过大,磨削速度过快引起表面过

热或过冷不足,砂轮不平及砂粒不锋利等形成裂纹,这种裂纹出现在工件不易散热的部位。其磁痕特征是一般与磨削方向垂直,磁痕呈网状、鱼鳞状、放射状或平行线状分布;由热处理不当产生的,有的与磨削方向平行;在渗碳表面产生的常为龟裂状。其裂纹显示的磁痕分布比较浅,轮廓清晰、均匀但不浓密。

(2) 锻造工艺不当,如加热不当、操作不正确、终锻温度太低、冷却速度太快、尺寸凹凸及折叠处有明显的沟状等原因产生裂纹,这种裂纹一般比较严重,具有尖锐的根部或边缘,磁痕浓密清晰,呈折线或弯曲线状。

(3) 在焊接过程中由于工艺、材料、焊条和内部冷却速度不当,母材金属的含碳量或硫、磷含量过高时,焊条、焊剂等焊接材料中的合金元素和硫、磷含量高等诸因素引起裂纹,其大小不一,长度由几毫米至数百毫米,深度较小者为几毫米,较大者可穿过整个焊缝厚度。显示的磁痕浓密且清晰可见,有的呈直线状,有的较弯曲,也有的呈树枝状。

(4) 金属液在铸型内凝固收缩中,表面和内部冷却速度不同产生的铸造应力超过金属强度极限时产生裂纹,这种裂纹一般穿晶或沿晶向扩展,有一定深度,呈断续或连续的线条,有时还呈很浅的网状分布,两端有尖角,磁痕浓密清晰。

(5) 工件在电镀和酸洗等表面处理过程中,酸与金属发生反应,所析出的氢原子致使钢中渗氢,使钢脆化产生裂纹,这种裂纹的磁痕特征是裂纹不单出现,而是大面积成群出现;裂纹走向纵横交错,形成近似于梯形或矩形的小方框,一般呈折线状发展,网纹粗大,磁粉堆积浓密。

(6) 工件长期使用,承受交变负荷作用时产生疲劳开裂。磁痕特征是裂纹中间粗,两头细,中部磁粉聚集较多,而两端逐渐减少,显示清晰。有时成群出现,并在主裂纹的旁边还有一些平行的小裂纹。

(7) 热处理不当,如加热温度过高或冷却过于激烈,由应力引起裂纹(这种裂纹极易在开槽、键孔和截面尺寸突变部位产生)产生。磁痕特征是呈细直的线状,尾端尖细,棱角较多。渗碳淬火的裂纹边缘还呈锯齿形,处于工件锐角处的裂纹呈弧形。

上述七种工艺裂纹是磁粉探伤中经常遇到的。

2.2 发纹的磁痕特征

发纹的磁痕特征一般与金属轧延方向一致,沿金属纤维方向分布,呈细而直或微曲线状分布,发纹因深度较浅,磁痕一般均较细而淡,具有粗细均匀、不浓密、尾部不尖的特征,磁粉堆积多少,随发纹距零件表面的深度和位置而异。

工件中一旦产生贯通零件的发纹,将影响钢材的强度,因为在产生发纹的部位,工件局部晶格扭曲引起较大的应力,钢中成分及组织产生不均匀,强度将显著降低,极易成为疲劳源。

2.3 发纹和裂纹的比较

上述各种工艺裂纹所显示的磁痕的共同特征是两端尖细,中间较粗,形状不规则,磁痕清晰,浓密可见,有的呈直线状,有的较弯曲,也有的呈蜘蛛网状或树枝形状,边缘为锯齿形。

日常磁粉探伤中如要进一步证实是发纹,可用放大镜来查看,发纹边缘内壁光滑、清洁,两端呈圆角,擦去磁痕后,缝隙肉眼不可见,不象裂纹边缘呈锯齿状,两端呈鱼尾形的严重裂纹其磁痕较宽,擦去后仍有肉眼可见的缝隙,这是区别发纹和裂纹缺陷的特征之一。

(上接第 31 页)

与管接头角焊缝匹配的环形暗盒也要配套系列化。

(5) 有关管接头角焊缝射线透检方法和验收条件,国外已有 BS 7257-89^[3]和 DIN54111-88^[4]等标准可借鉴。我们应尽快订出自己的国标。

参 考 文 献

- 1 李 衍. 熔化焊锅炉接管角焊缝的射线透照技术探讨. 无损探伤, 1995(2):1-7

实际工作中,如果我们能够根据发纹的形成原因及其磁痕特征来判定发纹,并且知道发纹是裂纹类缺陷的第二种,那么它的存在对工件的危害程度以及能否使用等问题,除需根据工件的材料、加工工艺、使用要求、受力状况以及服役条件等来判断外,还需从工件受力方向与发纹的取向和大小加以全面考虑。

3 航空部门对发纹的处理

在航空工业中,军工产品一般是按飞机零件磁力探伤发纹标准的规定来检查,其允许发纹总条数不超过航空用结构钢棒技术条件的 60%,零件表面允许发纹的最大长度为 6mm,其具体应用如附表。

附表 不同直径 ϕ 和不同长度 L 的工件表面

所允许的裂纹数 ¹⁾						条
$\phi \leq 60$			$\phi > 60$			
$L \leq 50$	$50 < L \leq 150$	$L > 150$	$L \leq 50$	$50 < L \leq 150$	$L > 150$	
2	3	$0.02L$	2	5	$0.032L$	
—	$\leq 2^{2)}$	$\leq 2^{2)}$	—	$\leq 2^{2)}$	$\leq 2^{2)}$	
—	—	$\leq 3^{3)}$	—	—	$\leq 3^{3)}$	

注:1) ϕ, L 的单位为 mm。2) 50mm 长度内。3) 150mm 长度内

当工件表面上发纹条数超过上述规定时,工件就须打磨。打磨时应保证工件外形几何尺寸以及表面光洁度对工件的使用无影响,发纹处用细锉磨削后的尺寸不应超过图样的规定,这样经过磨削的工件仍可使用。但对某些工件,如磨床主轴这类高速旋转并受扭转、弯曲载荷的工件,其轴颈处是不允许存在发纹的。

收稿日期:1998-06-18

- 2 Li Yan. Optimizing radiographic NDT techniques for welds. NDT & E International, 1994, 27(1):15-20
- 3 BS 7257-89 British Standard Methods for Radiographic Examination of Fusion Welded Branch and Nozzle Joints in Steel
- 4 DIN 54111-88 Prüfung metallischer werkstoffe mit Röntgen-und Gammastrahlen. Aufnahme von Durchstrahlungsbildern von Schmelzschweiß verbindungen

收稿日期:1996-01-08



本刊启事
邮局已开始办理 1999 年度报刊收订,请新老读者尽快到就近邮局办理订阅手续,本刊订刊代号:4-237。