

# 缩孔与缩孔残余的超声波探伤

西安冶金机械厂 牛俊民

## 前言

锻件通用技术条件中规定，缩孔残余与裂纹，白点一样，都属于不允许缺陷，因而超声波探伤时缩孔与缩孔残余的判定有很重要意义。本文从分析缺陷的低倍特点入手，介绍了缩孔与缩孔残余的波形特征，列举了实际探伤的例子，并提出了根据波形划分缩孔残余级别的设想。

## 一、缩孔与缩孔残余

铸件中的缩孔多出现在冒口端、热节处和铸造截面拐弯处。缩孔形状不规则，内壁一般都有比较发达的树枝晶（图一），缩孔附近常常伴有疏松和夹杂物。

锻件中的缩孔残余一般常由以下两种情况引起：一种情况是钢锭中的缩孔虽不太深，但由于锻件成材率较高，锻件中尚有一部分缩孔没有切除干净而残留在工件内部；另一种情况是锻件虽然按正常比例切除冒口，只是由于钢锭和缩孔过深或二次缩孔未被切除，从而形成了锻件中的缩孔残余。在横向酸浸的低倍试片上，缩孔残余的主要特征是呈被变形过的空洞或鸡爪形中心裂纹，它的周围同样伴随有大量夹渣、夹杂物和严重的疏松。缩孔残余在锻件上的纵向长度不等，有的较浅，超声波探伤确定深度后，经调整仍不影响零件的加工。有的则因一锭锻打多件，缩孔残余在锻件长度上所占比例较大，长的可有一米、两米，甚至贯穿整个锻件，这种情况在探伤中并不少见。缩孔残余的纵向断口特征表现为心部宽度不等的条带，图二是在淬火中沿纵向开裂的42CrMo辊子的缩孔残余实照，其长度2500毫米左右。缩孔残余的存在不但容易引起淬火开裂，而且破坏了钢的连续性，造成严重的应力集中，常使零件在使用中突然破断，因而，它的判定十分必要。

GB1979-80标准中将缩孔残余的轻重分为三级，其中一级最轻，三级最重。

## 二、缩孔及缩孔残余的波形特征

缩孔与缩孔残余的波形特征与它的分布规律和低倍特点相联系，它的波形特征之一是：伤波呈束状，波底宽大，波峰分枝，主伤波附近常伴有许多小伤波。这一波形特征主要是由于缩孔内壁凸凹不平，在大的缩孔附近一般都伴有小缩孔或夹杂物引起。缩孔的探伤波形圆周各方向都基本类似，锻件中的缩孔残余有的则由于初锻时缩孔被打扁而出现明显的方向性，即圆周各方向的反射波幅不完全相同。

缩孔及缩孔残余的第二个波形特征是：缺陷对底波及底波反射次数影响严重。用扫描电子显微镜对缩孔内壁观察说明，其表面存在大量的乳头状树枝晶的末梢（图三），这种杂乱分布的凸凹不平的表面造成了大量声波被漫反射，这是引起底波衰减的因素之一；引起底波衰减的原因之二是缩孔或缩孔残余的空隙中一般存有气体，其声压透射率几乎为零，又加缩孔及缩孔残余大都位于轴心附近，这就使超声波束很难射到底面，因而对底波影响较大。

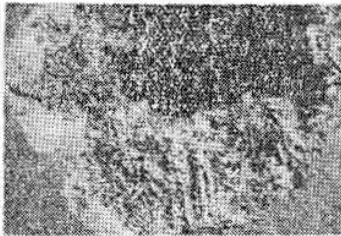
缩孔残余的第三个波形特征是：缺陷波出现在始波与底波的中间位置或稍微偏前，有时

会在底波前出现缺陷的二次回波（如图四所示）。由于轴类锻件中缩孔残余的反射脉冲较强，又加出现在中心附近，因而容易误判为第一次底波。

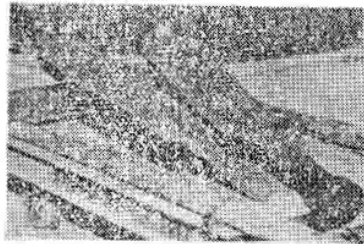
缩孔残余的第四个波形特征是：缺陷波具有连续特征。轴心部位也常常出现夹杂物，但在直探头纵向移动探伤时，夹杂物（或夹渣）的缺陷波一般不连续，常常出现波形切换；而缩孔残余的反射脉冲则纵向延伸一定长度，除二次缩孔外，往往延伸至轴的端头。在探头移动过程中，缺陷波的幅度有时高时低的变化，这是由于轴的各段初锻方向的不同，缩孔被打扁的方向不同引起的。（探伤实例本刊略）

根据多年对缩孔残余解剖的实践，我们提出如下根据波形划分缩孔残余级别的设想，供大家讨论。以下方法适用于直径200mm~400mm锻件，热处理状态为正火或调质（或者不存在晶粒粗大缺陷），探伤灵敏度以工件底面处 $\phi_2$ 反射波高80%。缩孔残余划分级别如下：

缩孔处底波次数	缩孔残余级别
无底波或底波一次	3级
底波2~3次	2级
底波4次以上	1级



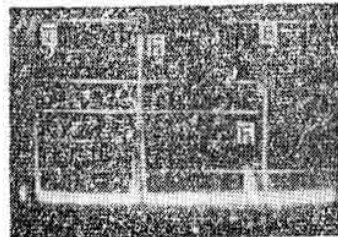
图一 缩孔内壁上发达的树枝晶



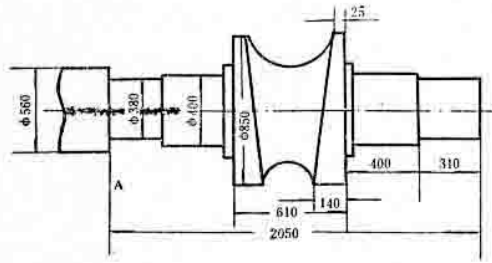
图二 42CrMo 辊子淬火时沿缩孔残余纵向开裂



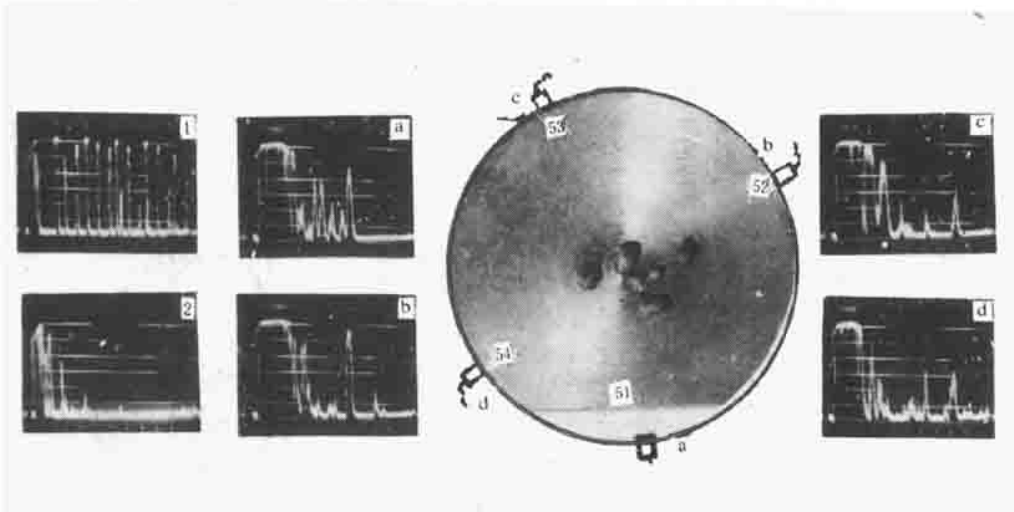
图三 缩孔内壁上的自由表面—树枝晶（SEI）



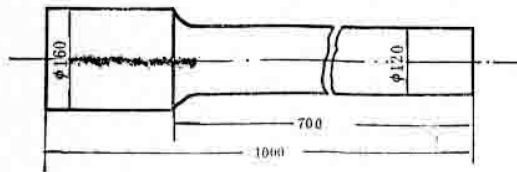
图四 缩孔残余在底波前出现的缺陷二次反射



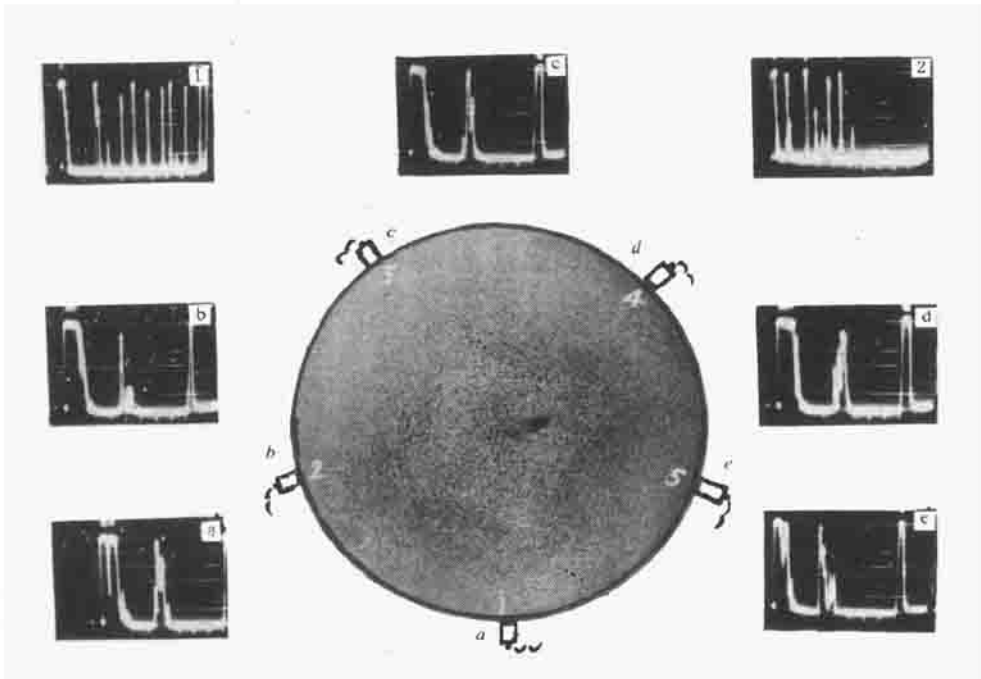
图五 皮尔格轧辊粗车尺寸及缺陷位置示意图



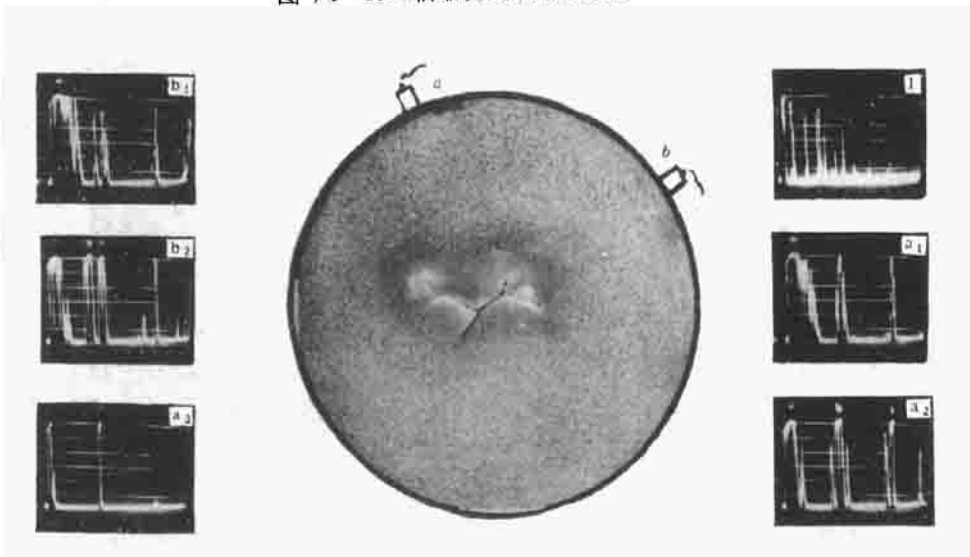
图六 ZG80CrMo缩孔探伤波形



图七 40Cr轴粗加工尺寸及缺陷位置示意图



图八 40Cr轴缩孔残余探伤波形



图九 42CrMo轴缩孔残余探伤波形



↑  
访问我们的官方网站了解更多内容

← 扫描二维码关注