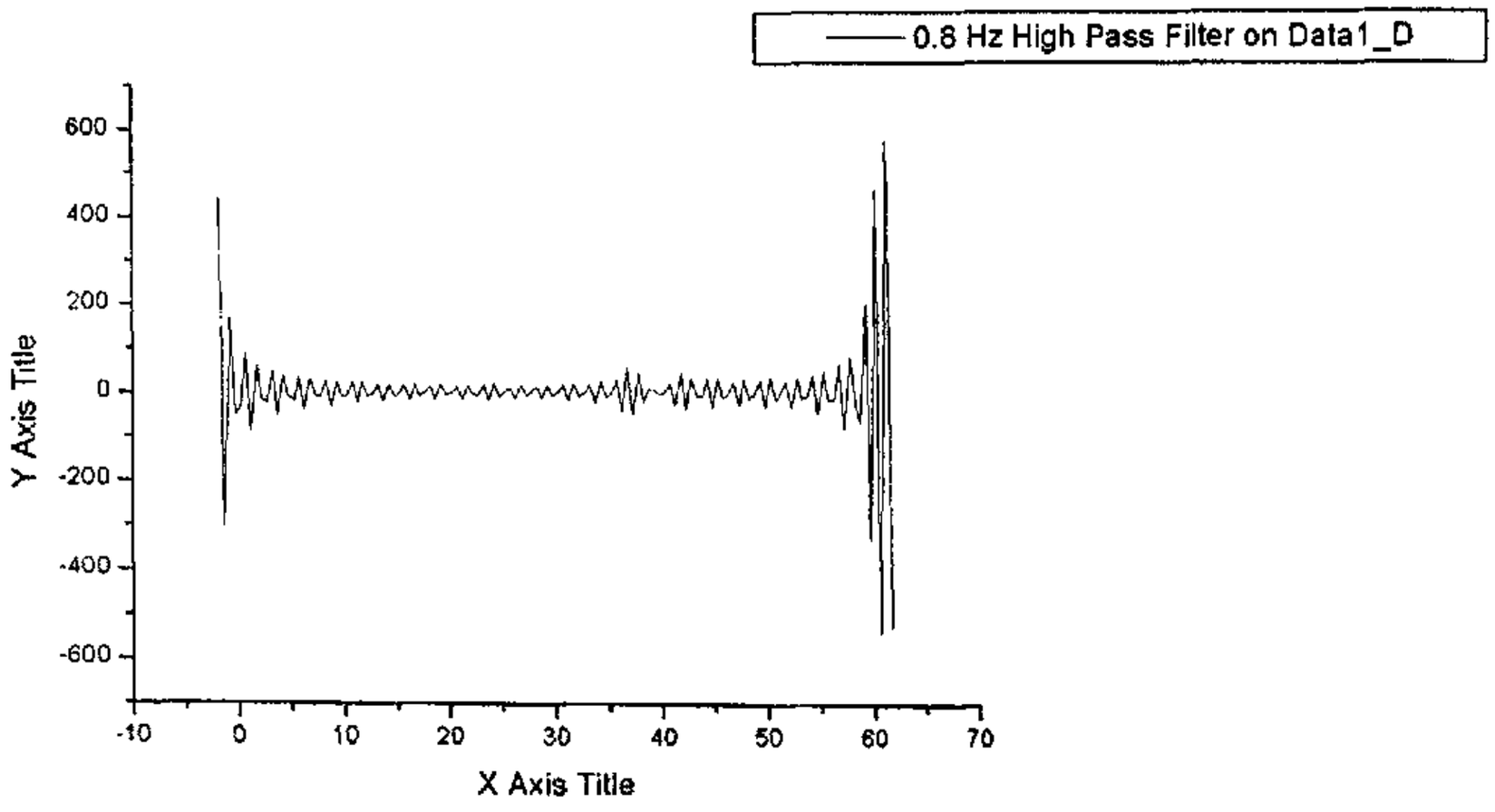


图 4- 9　经过 0.8Hz 高通滤波器的图

从以上四个图中可以看出图 4-4 声速曲线弯曲不是缺陷引起的，而是检测管弯斜引起的。四个图中两边变化比较剧烈，是由于 IIR 滤波器的作用，当极点比较靠近圆点时产生的。也可以从处理中看出这种方法影响的因素比较多，选择高通频段也比较复杂，不利于推广。

4.3.3、异常特征推理消除法：本方法的核心就是抓住测管弯斜异常与桩身缺陷异常最本质的差异——前者是渐变型 、声时梯度小，一般无明显的声幅变化；后者是突变性变化、声时梯度大、声幅变化明显。——做为依据去消除测管弯斜的影响，实现保留和纯化桩身缺陷异常的目的。其具体做法是：首先对整条声时曲线进行分析,若有较大范围的逐渐变化的弧形或单斜异常，这就表明有测管弯斜的影响，则对整条曲线的数据进行统计，求得其声时、声幅平均值、标准离差。然后从中删除大于平均值大于二倍标准离差的数据，再进行第二次统计，算出其平均值、标准离差、离差系数。在测管弯斜不太严重的情况下，后一平均值比较接近混凝土的正常值，可以以此值作为混凝土的声时、声幅标准值（TB、AB）。由于声幅对各类缺陷异常都有明显的反映，声时对蜂窝类缺陷不敏感，所以，应以声幅的缺陷下限值来区分正常测点与有桩身缺陷的测点。当声幅离差的绝对值大于 6 分贝或相邻两点的声时增量大于其两倍标准离差时，即可判为缺陷点，并根据它对前一点的声时增量以及前一点经过测管弯斜影响校正后的声时值 T2(I-1),计算出该点的校正后值 T2(I)值。

当测管弯斜较为严重时，第二次得到的声时 、声幅平均值已与正常混凝土的声时 、声幅值相差较大，因而不能用此平均值做为正常混凝土的标准值 TB;同样其声幅也明显地受到测管弯斜的影响，因而亦不能用声幅平均值减 6 分贝作为判定缺陷的临界值。因此，必须对上述方法加以改进。

由于我们是在桩顶量取各测管对的距离做为它们的间距，所以当桩头处的混凝土为正常时，在此处测的声时、声幅值就是各对测管的声时 、声幅的标准值TB、声幅值 AB。若桩头处的混凝土有缺陷，则可在桩顶下 2-4 米以范围内选取声幅离差的绝对值小于 6 分贝的几个测点的声时、声幅的平均值做为 TB、AB。当缺陷出现在测管有严重弯斜的部位，即使混凝土正常其声幅值，也会高于或低于 AB 值。所以也不能以 AB 减 6 分贝做为该处的缺陷临界值；而应以该处缺陷体前一点的声幅值做为相对标准声幅 AC，并以它减 6 分贝做为缺陷临界值去搜索缺陷点。因此，在测管严重弯斜的管对中用 A(I)-AB>=6 或以及 T(I)-T(I-1)>=2*ST 做为判定缺陷点的条件。

此外，在测管弯斜影响校正时，还必须考虑在缺陷处测管的进一步靠近或远离产生的声时减小或增大所引起异常幅度的降低或增高，并设法加以消除，以恢复桩身缺陷原有异常值。

以上各点，我们均在所编的测管弯斜影响的自动校正程序中采取了有效措施，做到了既消除了测管弯斜的影响，就保留了桩身缺陷异常原始有用数据，确保缺陷体定性、定量推断的正确无误。

4.4 桩身各类缺陷的判别式

4.4.1 桩身缺陷的定性 、定量推断程序的作用与编写思路

桩身缺陷一般可分蜂窝 、孔洞 、离析（低强度 、低速度 、疏松）、断裂层等四类。这四类缺陷对超声波能量的吸收、散射都很明显，所以都能满足声幅偏差大于 6 分贝的缺陷临界值条件，而它们引起的声时增大则有显著的差异，所以，应以声时的偏差值的大小去具体区分它们。

4.4.1.1、蜂窝类缺陷的判别式

这类缺陷包括混凝土中含有分散的泥砂小团块；含有分散的充水小孔隙；含有分散的浮渣（浆）小团块。概括而言，就是混凝土中含有分散的小体积的低密度、低强度的异物。其基本特点是正常混凝土占砼的绝大部分，因而有部分超声波可以沿直线或者只需少许绕射就可以达到对面的接受换能器。所以，蜂窝类缺陷的声速可以达到正常砼声速的 85%以上,而且其缺陷体一般为等轴形。我们假设缺陷体的纵向尺寸为 D_H, 声时离差为 $D_T(f)$,正常砼的波速为 V_b,声幅离差为 $D_A(f)$,此类缺陷的判别式为：

$$D_T(f) < D_H \frac{1/0.85 - 1}{V_b} \tag{4-2}$$

$$D_T(f) < 0.176 * D_H / V_b \tag{4-3}$$