

## 全系列欧式超声波探头目录



# 目录

探头特性	3
选择探头的标准	4
接触法探头	7
带可替换保护膜의直探头	8
- 带硬质陶瓷接触表面或可替换延迟块的直探头	10
- 带集成延迟块的TR-直探头	14
- 带塑料楔块的斜探头	16
- 带塑料楔块的TR斜探头	20
水浸法探头	23
- 直探头	24
- 带聚合探头单元的高频直探头	27
特殊探头	
- 测厚探头	28
- 横波直探头	29
- 低频直探头	29
- 用于点焊接测试的探头	29
- 用于高温下进行测试的探头	29
- 系统检测的探头	30
- 特殊探头	31
一般附件	
- 电缆	32
- 探头合	34
- 探头数据表和证明书	34
- DGS标尺	35
- 耦合剂	36
- 校验试块	36
声波束形状	37

# 探头特性

## 美好的幻想

超声探头这类产品是属于这样的产品——好的外表可能会掩盖内在的技术品质上的不足。

对于探头的可靠性来说，看不见的特性才是最关键的因素。

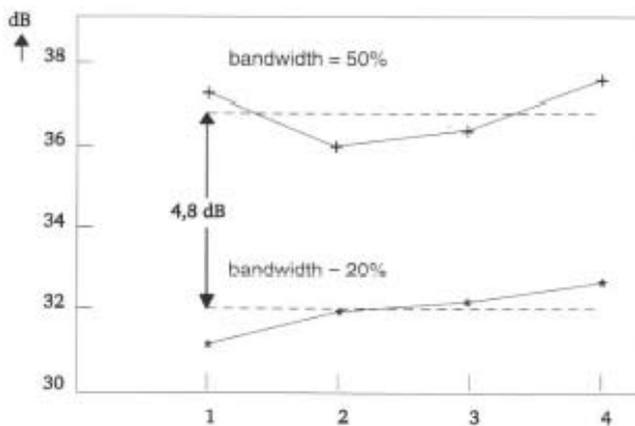
所以我们要在这里简要明了地阐述我们如何考虑我们的探头使得它们和用户对它们的要求是一样的。

## 有害的影响

对于在给定极限范围内的缺陷，除了精确定位，还需要给出一个可靠的尺寸大小。为了对缺陷进行评估，要采用探头所接收到的最高的回波。

这个回波不仅与缺陷结构有关，也和探头的某些技术数据之间有着密不可分的关系：

频率、带宽、有效单元直径和阻抗必须保持在一个较窄的公差带内，这样由两个相同类型的探头所生成的来自同一个反射目标的信号才会对称。



由4个操作员完成的对相同特性的缺陷的测量，采用相同类型的探头，但带宽不同，分别是50%带宽和20%带宽。结果是：带宽从35%+15%变化到35%-15%，导致信号相差4.8dB。

## 过硬的指标

为了确定我们的探头满足超声测试的高要求。每个探头的所有相关数据都会详细而精确地列出来，这些给出的数据有极小的公差，并且是利用昂贵的测量系统和自动评估的方法确定下来的。

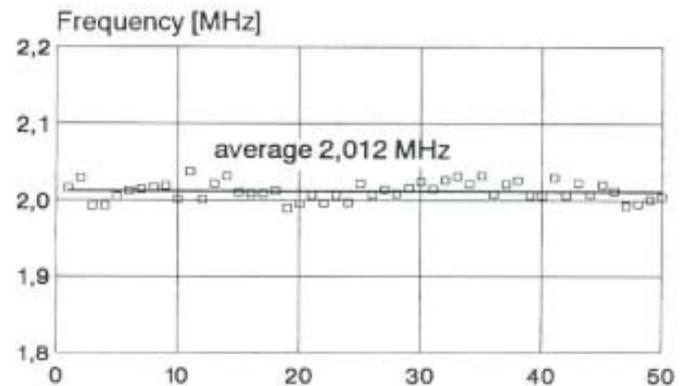
被保存下来的结果，可作为产品的基本数据表和探头证明书。

证明书包括每个探头的所有重要数据，根据特别的探头号码随时都可以获得。

## 基本选项

Krautkramer所生产的每一个探头都要经过一定的测量和评估过程。

只有那些被测数据在预先确定的很窄的公差范围内、符合我们的验收规范、通过测试的探头才能被允许销售。



一个产品批次中回波频率的统计分布。结果：所有探头的频率都很靠近公称频率2MHz，就是说每个探头从反射器生成的信号都是一样。

## 预知的优点

对产品详尽的测量和自动的评估产生了更多的优点：在大的产品批量时数据表现出一定的趋势。如果进行元件数据控制的话，则产品公差将持续缩小。

## 结果：

Krautkramer的探头是精密的工具！

# 选择探头的标准

## 主类和子类的区分：

本目录中的探头可以分为以下几大主要类别可供进行初步选择：

### 1. 直接接触探头

使用耦合剂，探头被直接放置在被测物体的表面。

### 2. 浸入式探头

在探头和被测物体之间的声波传输是通过液体延迟通道进行的。

### 3. 特殊探头

更多特性上的差别来自于探头的子类（包括主要特性和主要应用）。通过对典型应用实例的阐述来描述其特性。更详细的特性差别详见表格。

## 根据表格进行选择的标准：

在上面的表格中，所涉及的特性是关于下面探头的。在相应的类别中，更常用的探头的脉冲形状和频谱将为用户提供更多的信息，特别是为专家。

带宽特性是非常重要的指标，甚至是在日益增多的选择标准的情形下。这项指标针对每一个探头子类都很重要。

表格中的数值最终给出关于每一个探头的特性的精确信息。

表格中的所有描述都在下面进行了描述。请特别注意所有表示标准数值的数据。这个表格的选择可以使有经验的人在处理问题变得更容易。

描述	解释
单元尺寸 D or a × b	换能器单元的直径D或长度 × 宽度a × b。它的尺寸大小对传输的声波场形状有极大的影响。轻微的偏差，如形状的偏差,或由于不良粘接的位置偏差而产生的辐射的减弱，即使是利用参考缺陷进行标定,都将导致严重的评估误差。
标称频率 f	所有相同类型探头的均值频率。频率对反射物的评定有极大的影响。甚至声波场的形状和有角度反射物的反射特性都极大地依赖于频率。随着频率的增加，非垂直位置的反射物对声束的反射回波高度在减小。这就是为什么每一个探头都要由我们的质量控制部门根据鉴定标签来进行检查，以确定其频率是否与标称频率相一致，并保持在在一个很窄的公差带内。这个数值被输入到探头的数据表中。
带宽B	回波脉冲的幅值比最高幅值下降6 dB之间的频率范围。 $B = \frac{f_o - f_u}{f} \times 100\%$ fo=幅值最高的上限频率，fu=幅值降低了6 dB的下限频率。 例如，当B=100%，一个4 MHz的探头的fo为6 MHz，而fu为2 MHz。 大的带宽意味着更短的回波脉冲，也就意味着高的分辨率和好的穿透能力，因为低频脉冲比公称频率的脉冲的衰减慢。在高衰减情形下，与公称频率相比，随着距离的增加，反射信号的频率在减小。这一点在进行缺陷评估时必须加以考虑。因此每一个探头的带宽都要进行检查，并且与所有探头的平均值相一致，处于一个很窄的公差带内。

描述	解释
工作量程 AB 和 AB6/1	AB: 具有低的声波衰减的铁质材料中,2毫米直径的平底孔的回波能够被清楚地探测到的距离范围。 AB6/1: 浸入法中, 直径1毫米的平底孔, 回波降低到最大指示高度的一半时的距离范围。
焦距F 近场长度N	F: 产生最大可能回波的探头到小型反射物的距离。探头要进行聚焦以便探测小型反射物并生成最高的回波幅值。只有在探头的近场才可能聚焦。 近场长度N是非聚焦探头的焦距长度, 在这个长度上, 在最远距离处探头建立起声波压力的最大值。N的大小由D、c和f来决定。由于 $D \gg \lambda$ , 所以: $N = \frac{D_{\text{eff}}^2}{4\lambda} = \frac{D_{\text{eff}}^2 \cdot f}{4c}$ 其中 $\lambda$ 为波长, c为声速, D <sub>eff</sub> 是单元有效直径 焦点和近场长度是最佳的声波集中和反射物的识别距离。因此当选择探头用于一项严格的测试时, 缺陷的预期量程必须在焦距或近场长度范围内。表中的数据所指的是以钢材为参考, 不包括在水中的浸入法测试。
回波宽度EB	探头的远场分辨率的实际量度。EB是在近场长度或焦距处, 后壁回波的宽度达到屏高80%时,在20%回波高度的宽度。
焦点直径FD <sub>6</sub>	在焦距或近场长度处, 回波幅值下降了6dB的声场的直径。由于 $D \gg \lambda$ , 所以有: $FD_6 = \frac{F \cdot c}{f \cdot D_{\text{eff}}} = \frac{1}{4} k \cdot D_{\text{eff}}$ 其中 $k = \frac{F}{N}$
近场分辨率 FBB和ZYB	在表面下一定距离处 (in...mm) 的一定直径 (...Φ) 的横穿孔 (ZYB) 或平底圆孔 (FBB) 的探测能力。浸入法中, 被测物体的表面定位在近场长度或焦点处。例如, FBB 0.4Φ in 1.0意味着0.4 mm的平底圆孔其探测深度是1 mm。
声束形状	当回波高度下降6dB时的探头声波场的形状。表中相应编号的声束形状在第37到39页中有所描述。
脉冲形状	当信号作为来自于平面反射物的仪器输入时, 关于信号的表述。
频谱	回波脉冲中所有频率的显示。频率幅值在频率上显示。
声束角度 β	主声束与被测表面法线之间的角度
增益储备Vr	在近场范围内, 后壁回波的可能增益增加直到在系统仪器/探头内产生的噪声。增益储备越高, 声波的穿透深度越大, 可探测的反射物越小。

# 接触法探头

# 接触法探头

# 接触法探头

# 接触法探头

# 接触法探头

接触探头主要用于手动测试。要实现它，操作员要将探头直接放置在被测物体的表面。但是，在做这些工作之前，需要在测量区域或多个测量区域涂上薄薄的一层耦合剂。

耦合剂（一种特殊的膏状物，用于传输过程，由油或甘油等制成）添加在探头和被测物体之间的空气间隙中，将被传输的声波传导进入被测物体中。

测试过程是通过将探头分别放置在各测量点上然后这样逐点进行的，或者通过在被测物体的表面连续移动探头来完成的。

大的表面是要以某种网状模式进行扫描来完成测量，网格的宽度依赖于被搜寻的缺陷的程度或者测试规范。

如果不能使用耦合剂，那么我们就在某些探头上使用耦合帽，它是用软塑料制成的。

有两种类型的探头可供测试选用：单探头（图1）和TR探头（图2）。两种探头都是在垂直于被测物体表面的方向上发射和接收脉冲（直探头），或者是在与被测物体表面成一定角度的方向上发射和接收脉冲（斜探头，图3）。

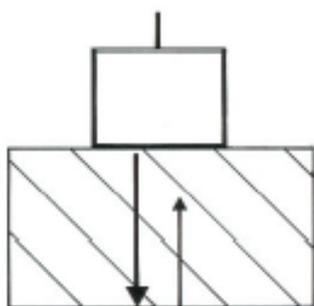


Fig. 1

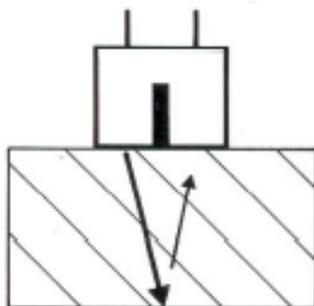


Fig. 2

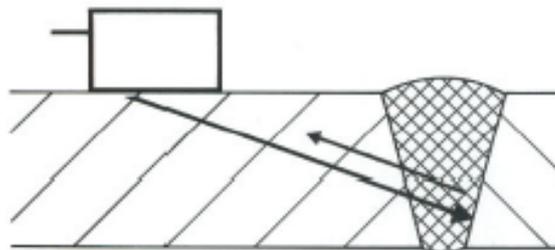


Fig. 3

## 接触式探头的选择标准

如果没有关于合适的探头的确定的概念，那么下面可以推荐一些标准以便考虑：

首先，要决定选用单探头还是TR探头。如果要探测近表面的缺陷，那么TR探头更合适些。

其次，就是根据预期的缺陷位置决定使用直探头还是斜探头。

由于大反射物的镜面声波反射现象，声波束应该垂直入射到反射物表面。当频率增加时，这一点必须要特别加以注意。

第三，就是考虑远场分辨率（回波宽度）。

最后，借助于表中给出的数值和给出的探头类别选择，可以依据尺寸、频率、波谱和工作量程等选择最合适的探头。



探头 B0.5SL  
形状与粗晶探头  
K0.5S和K1S相同



探头 B2S  
设计上与K..SC探头相同



探头 MB4S  
设计上与MK..S探头相同



探头 B2S-0  
形状与 K 0.5 S M 和  
K1SM探头相同

**主要特性：**

- 单晶探头进行声波脉冲的发射和接收
- 纵波的垂直传输
- 由于柔性的抗磨损保护膜而具有稳定的耦合特性，即使是在粗糙或轻微弯曲的表面上
- 如果及时地更换保护膜，则探头的磨损可以达到最小
- 特殊的粗晶探头，在测试高的声波衰减材料时，利用短的声波脉冲可以达到高信噪比
- 由于采用印模压铸成型，因此实际形状具有很高的稳定性

**主要应用领域**

通常：用于容积形或者平行于表面的缺陷的探测和评估。可互换的抗磨损的保护膜可以使得探头在粗糙或轻微弯曲的表面也达到尽可能好的耦合，并防止探头受损。

**B..SL:**

用于测试这样一类中等尺寸和大尺寸物体，它们由于具有长的声程（例如大的锻件或球墨铸铁）而会导致大的声波衰减。它们也适合用于测试具有强的声波吸收特性的塑料（例如尼龙、特氟龙、聚丙烯），为增加灵敏度和分辨率，可以将保护膜去掉。

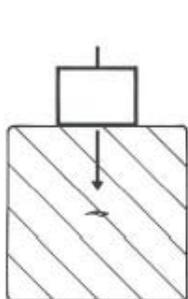
**K..S, K..SM, K..SC和MK..S（粗晶探头）：**

用于测试这样一类的中等尺寸和大尺寸物体，他们的材料会通过声波的散射作用（例如灰口铸铁、非铁金属材料或者塑料合成材料等制成的物体）而导致高的声波衰减。

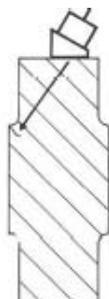
它们也可以用于测试材料的物理特性（例如建筑材料、岩芯和半导体材料的特性）。

**B..S和MB..S:**

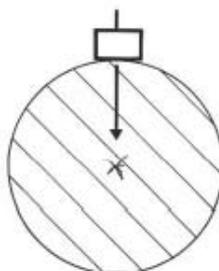
这类探头的公差分布范围窄，对目前大多数的测试任务来说（例如平板物、条状物和方形轮廓物体的测试，以及容器和螺钉、螺孔和外壳等的测试），可以达到最高的精度要求。对于由多种材料（例如所有的金属材料、玻璃、瓷器、陶瓷和塑料）构成的形状简单的部件的测试也可以达到高精度要求。



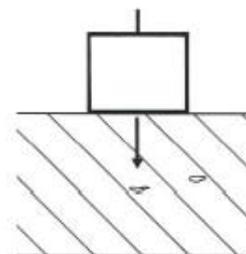
探头B4S测试方形轮廓



用探头MB4S和塑料楔测试轮对轴裂缝



探头B1SL测试大的塑料棒上的生产缺陷

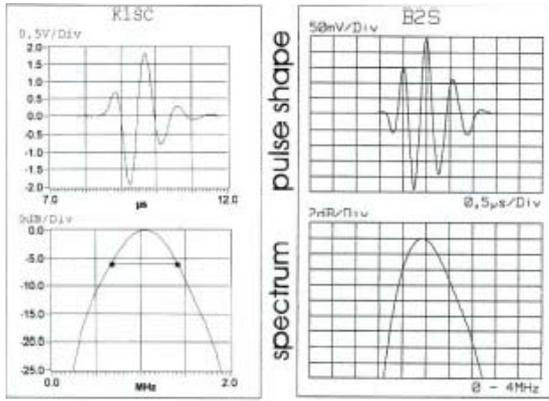


探头K0.5S测试熔化器外壳中的空洞

# 带可更换保护膜的直探头

# 接触法

特性：在粗糙表面上具有稳定的耦合性



注释：

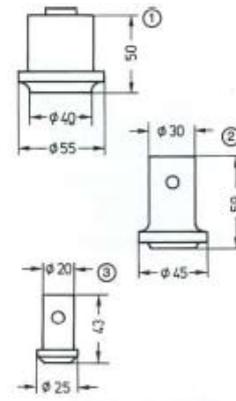
**粗体**=首选探头，带简短注释说明

○ = 提供探头数据表

∇ = 提供DGS标尺

关于表中数据的解释，见第4页中选择标准。

关于声束形状见第37页中声束形状编号。



类型 [订购号码]	D [mm]	f [MHz]	AB [mm]	N [mm]	EB [mm]	声束形状 编号	备注	草图
特性带宽：25%								
<b>B0.5SL</b>	34	0.5	175-480	23	10	0.5-34		类型1
<b>B1SL</b>	34	1	80-1600	46	8	1-34		
<b>B2SL</b>	30	2	40-3100	71	5	2-30		
<b>B1S</b>	24	1	70-1200	23	6	1-24	○	类型2
<b>B2S</b>	24	2	23-3000	45	5	2-24	○ 提供连接器	
<b>B4S</b>	24	4	15-3000	88	3	4-24	○ 顶端类型B.S-O	
<b>B5S</b>	24	5	15-6000	110	3	5-24	○	
<b>MB2S</b>	10	2	30-800	8	4	2-10	○ 提供连接器	类型3
<b>MB4S</b>	10	4	15-1500	16	3	4-10	○ 顶端类型MBS-O	
<b>MB5S</b>	10	5	10-2000	20	3	5-10	○	
特性带宽：60%								
<b>K0.5S</b>	34	0.5	100-250	23	10	0.5-34	具有强声波衰减的材料测试的粗粒探头	类型1
<b>K1S</b>	34	1	50-1350	46	6	1-34		类型1
<b>K0.5SM</b>	28	0.5	80-145	15	8	0.5-28		类型2
<b>K1SM</b>	28	1	40-780	31	6	1-28		类型2
合成单元，特性带宽：80%								
<b>K1SC</b>	24	1	35-1200	23	6	1-24	粗粒探头，特别适合于拉链技术中塑料的测试	类型2
<b>K2SC</b>	24	2	18-3000	45	3	2-24		
<b>MK1S</b>	10	1	30-350	4	6	1-10		
<b>MK2S</b>	10	2	15-700	8	3	2-10		类型3
<b>MK4S</b>	10	4	10-1300	16	2	4-10		

可按用户需求提供其它衰减值（带宽）、连接插座、频率或单元尺寸的探头。



探头电缆PKLL2，保护膜ES57和ES45

附件描述	类型	备注
保护膜 (1组=10片)	ES57 ES45 ES24	用于B..SL;K..S 用于B..S;K..SM;K..SC 用于MB..S;MK..S
延迟线或延迟楔	承索	如用于高温下的测试
探头电缆 (2米)	PKLL2 MPKL2	用于B..和K.. 用于MB..S; MK..S
耦合剂	ZG-F	见36页
DGS标尺		见35页



探头电缆MPKL2，DGS标尺NBN122(USK7)和探头MB2S



探头K2G, 与探头G..N 相同



探头K4N, 与探头G..KB相同



探头 K 5 K, 与 探头 G..K 和 G10MN相同



指尖探头B2F和MB4F

**主要特性:**

- 单晶体探头, 用于超声脉冲的发射和接收
- 纵波的垂直扫描
- 光滑表面上具有高的增益储备和非常好的分辨率
- 陶瓷接触表面的探头有高的抗磨损性
- 特殊的平指尖式探头
- 带可互换延迟线的探头具有极好的近场分辨率

**主要应用:**

通常: 对所有类型零件体内或沿表面分布的缺陷的探测和评估。可以用于有保护膜的探头不适合的有锋利边缘的物体的测试。

**K..G和K..N:**

通常用作由不同材料(如钢、金属、玻璃、瓷、陶瓷)制成的小、中和大尺寸的物体的测试。由于具有好的分辨率, 加上非常好的增益储备, 所以具有普遍的应用特性。

**G..N, G..K, G..KB和G..MN:**

是具有相当高的衰减和宽带冲击波的探头, 可以产生非常短的声波脉冲。它们可以很好地区分简单的单个缺陷和缺陷区域,

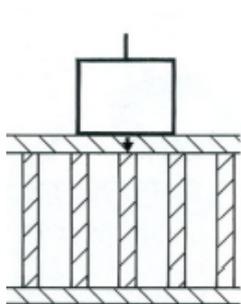
而且在非均匀材料(铸造组织、合成材料)中具有很好的穿透能力。

**K..K:**

小型探头, 用于探测小型物体上的非常小的反射物, 或者大的物体上不容易接近的地方。所提供的频率范围可以使在选择探头时得到最为有利的声束形状(将近场长度定位在缺陷的预期区域)。

**指尖探头B..F和MB..F:**

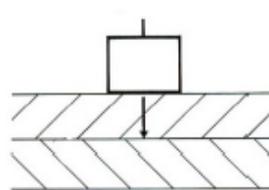
可以与探头K..G和K..N相比较, 但是由于扁平设计, 它们非常适合于那些不容易接近的位置的测试。经常被称作“搜索探头”。



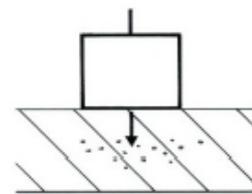
探头G1N和G2N测试蜂巢结构(合成材料)和外壳之间的胶接



探头K4N测试阀上的摩擦焊接点



探头K2K和K5K进行白合金和钢之间的焊接测试

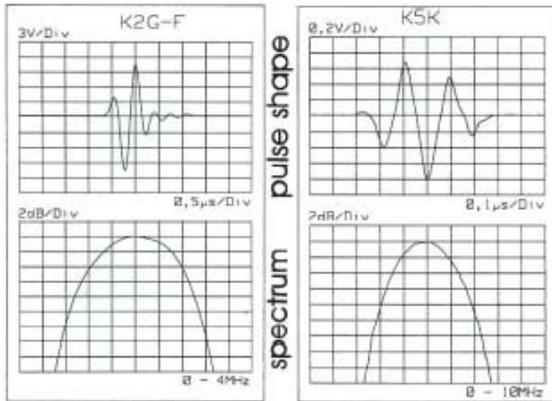


探头MB4F用于陶瓷盘中气孔的探测

# 带硬质陶瓷接触表面的直探头

# 接触法

特性: 非常好的穿透性 / 高的远场分辨率 / 高的抗磨损性



注释:

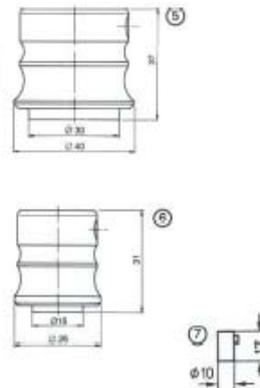
粗体=首选探头, 带简短注  
释说明

○ = 提供探头数据表

∇ = 提供DGS标尺

关于表中数据的解释, 见  
第4页中选择标准。

关于声束形状见第37页中  
声束形状编号。



类型 [订购号码]	D [mm]	f* [MHz]	AB* [mm]	N [mm]	EB [mm]	声束形状 编号	备注	草图
特性带宽: 70%								
<b>K1G</b>	24	1	15-2300	23	7	1-24	○	类型5
<b>K2G</b>	24	2	10-4000	45	3.5	2-24	○	
<b>K4G</b>	24	4	7-8000	88	1.8	4-24	○	
特性带宽: 70%								
<b>K1N</b>	10	1	15-420	4	8	1-10		类型6
<b>K2N</b>	10	2	7-2500	8	3.5	2-10	○∇	
<b>K4N</b>	10	4	5-5000	16	1.8	4-10	○∇	
<b>K5N</b>	10	5	4-6300	20	1.5	5-10	○∇	
<b>K6N</b>	10	6	3-7600	23	1.2	6-10	○	
特性带宽: 60%								
<b>K2K</b>	5	2	7-300	2.0	2.5	2-5		类型7
<b>K5K</b>	5	5	5-2100	5.0	1.5	5-5		
<b>K10K</b>	5	10	2-3000	10	1	10-5		
<b>K15K</b>	5	15	2-3800	15	0.7	15-5		

\*) 用于无衰减材料时规定的操作量程上限。实际上, 如果频率增加, 则上限急剧降低。

提供其它频率、单元直径、带宽或设计的探头。



附件描述	类型	备注
探头电缆 (2米)	MPKL2	用于K..G, K..N
	MPKM2	用于K..K
耦合剂	ZG-F	见36页



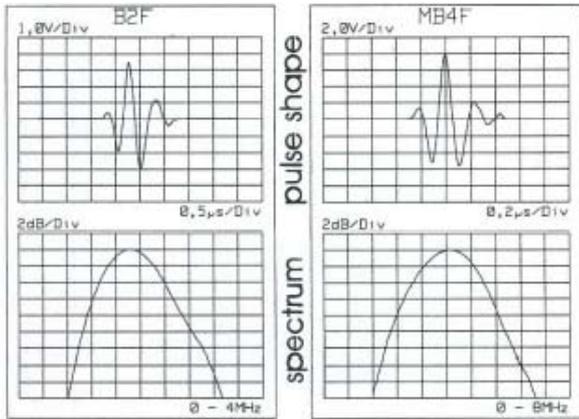
带有两个Lemo1插头的探头电  
缆PKLL2, 和带有Lemo1插头和  
Microdot连接器的探头MPKM2

带有Lemo1插头和Lemo00连  
接器的探头MPKL2

# 带硬质陶瓷接触表面的指尖式直探头

# 接触法

特性：非常好的穿透性 / 高的抗磨损性 / 扁平设计



注释：

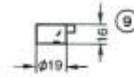
粗体=首选探头，带简短注释说明

○ = 提供探头数据表

∇ = 提供DGS标尺

关于表中数据的解释，见第4页中选择标准。

关于声束形状见第37页中声束形状编号。

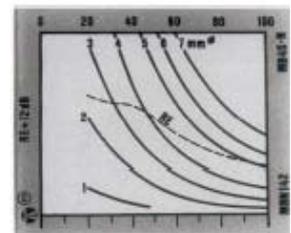


类型 [订购号码]	D [mm]	f [MHz]	AB* [mm]	N [mm]	EB [mm]	声束形状 编号	备注	草图
特性带宽：70%								
<b>B1F</b>	20	1	20-1300	16	8	1-20	○	类型8
<b>B2F</b>	20	2	10-4000	31	1	2-20	○	
<b>B4F</b>	20	4	6-7500	62	3	4-20	○	
<b>B5F</b>	20	5	6-10000	76	2.5	5-20	○	
特性带宽：60%								
<b>MB2F</b>	10	2	13-2500	8	4	2-10	○	类型9
<b>MB4F</b>	10	4	6-5000	16	3	4-10	○ 与MB2S相同	
<b>MB5F</b>	10	5	5-6200	19	2.5	5-10	○ 与MB4S相同	
<b>MB10F</b>	10	6	3-12000	36	2	10-10	○	

\*) 用于无衰减材料时规定的工作范围上限。实际上，如果频率增加，则上限急剧降低。  
提供其它频率、单元直径、带宽或设计的探头。



附件描述	类型	备注
探头电缆 (2米)	MPK2L	用于B..F和MB..F
DGS标尺		见35页
耦合剂	ZG-F	见36页



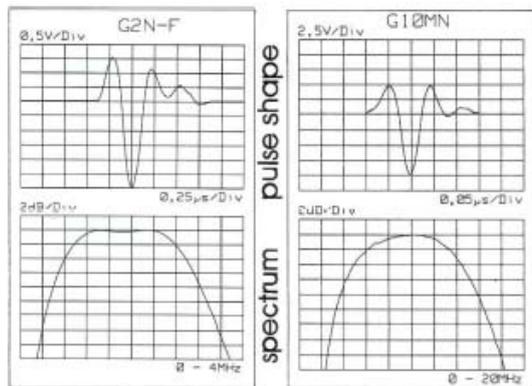
带有 Lemo 1 插头和 Lemo 00 连接器的探头 MPKL2

用于探头MB4F和超声缺陷探测器USK7的DGS标尺

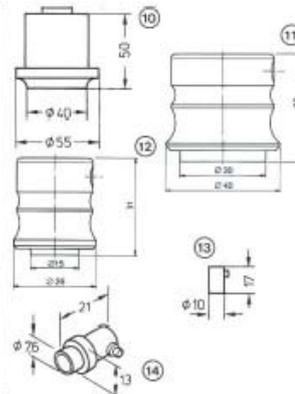
# 带硬质陶瓷接触表面或延迟线的直探头

# 接触法

特性：可生成非常短的声波脉冲的冲击波探头



注释：  
粗体=首选探头，带简短  
注释说明  
○ = 提供探头数据表  
▮ = 提供DGS标尺  
关于表中数据的解释，  
见第4页中选择标准。  
关于声束形状见第37页  
中声束形状编号。



类型 [订购号码]	D [mm]	f [MHz]	AB** [mm]	N [mm]	EB [mm]	声束形状 编号	备注	草图
抗磨损陶瓷保护贴面；特性带宽：100%								
<b>G1N</b>	G1N	2	12-2300	23	5	1-24	○	类型11
<b>G2N</b>	G2N	4	10-2500	45	2.5	2-24	○	
<b>G3N</b>	G3N	5	7-5000	88	1.2	4-24	○	
抗磨损陶瓷保护贴面；特性带宽：100%								
<b>G2KB</b>	10	2	7-1300	8	2.5	2-10	○	类型12
<b>G5KB</b>	10	5	3-3400	20	1.0	5-10	○	类型13
<b>G5K</b>	5	5	2-130	5	1.5	5-5		
<b>G10K</b>	5	10	1.2-200	10	0.8	10-5		
可互换的50MHz塑料或石英延迟线；特性带宽：100%								
<b>G5MN</b>	5	5	2-20	5	1.5	5-5 ★		类型14
<b>G10MN</b>	5	10	1-30	10	0.2	10-5 ★		
<b>G15MN</b>	5	15	0.6-40	15	0.5	15-5 ★		
<b>ND23</b>	5	23	0.4-30	23	0.4	固定延迟，		
<b>ND50</b>	3	50	0.2-10	17	0.2	带宽50%		

\*) 用于无衰减材料时规定的工作范围上限。实际上，如果频率增加，则上限急剧降低。  
提供其它频率、单元直径、带宽或设计的探头。



带有Lemo1连接器的探头电缆PKLL2，以及带有Lemo1和Lemo00连接器的探头电缆MPKL2

附件描述	类型	备注
探头电缆 (2米)	MPKL2	用于G..N和G..KB
	MPKM2	用于G..K, G..MN和ND 23, ND50
延迟线 (可互换)	CLFV1	9.5mm用于G..MN
	CLFV3	12.5mm用于G..MN也提供其它长度
耦合剂	ZG-F	见36页



带有Lemo1和Microdots连接器的探头电缆MPKM2，以及用于G..MN探头的延迟线CLFV1



探头SEB4，与探头DA0.8G和SEK2C相似



TR 探 头 M SEB 4，形 状 与 M SEK 4 相 同



TR探头SEB4KF8



TR指尖探头SEZ5M5

**主要特性:**

- 独立的发射器和接收器单元
- 纵波垂直扫描
- 小焦距探头具有非常好的近场分辨率
- 由于可研磨的塑料延迟线，即使在粗糙或弯曲的表面也有好的耦合性
- 延迟线由一个金属环保护以防磨损
- 特别适合于聚焦区域内剩余壁厚的测量
- 加上特殊的延迟线（特殊产品）适合于在热的表面上的测量

**主要应用:**

通常：近表面的小缺陷的探测和评估。聚焦区域内较大缺陷以及平行于表面分布的缺陷的扫描。剩余壁厚的测量（即使在提高温度的情况下）。

所有类型小零件（如螺杆、螺钉、螺母、销钉、轴承环、轴承和装配材料）的评估的常用探头。

它们也可用于壁厚和剩余厚度的测量（如被腐蚀和侵蚀的管子、容器和机械零件）。

**SEB..和SEB..0° :**

棒材、坯块、轴、杆等的中心缺陷的探测的标准探头。经常用在中等和大尺寸物体（如锻造或铸造的物体）中的限定的缺陷预期区域内进行小缺陷的探测（如气孔、微孔和热裂缝）。更适合于用作与物体平行的平面上有缺陷区域的精确范围确定（如层状结构缺陷、渣孔以及厚钢板中的分隔线）。

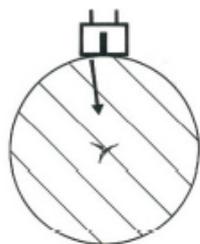
**SEB..KF和SEZ5M5:**

具有小的高度和小的单元尺寸的特殊探头，用于近表面的小的和最小的缺陷的探测。简洁的形状使这种类型的探头可以用于一些临界位置或者不易接近的位置。

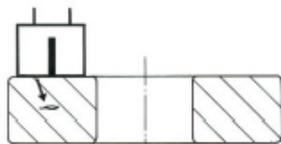
**MSEB..和MSEB..0° :**

**注释:**

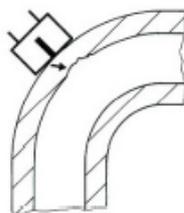
关于高温下的测量，请见28和29页。



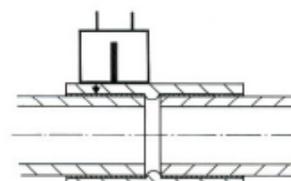
用探头SEB1和SEB2-0°测试黄铜棒中心缺陷



用探头MSEB4测试烧结合属环的同心裂缝

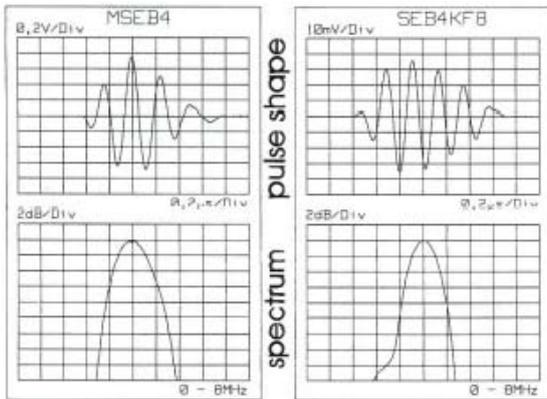


用探头MSEB5在管子弯曲处测量剩余壁厚

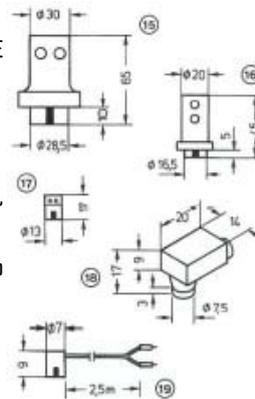


用探头SEB10KF3测试塞子和管子间的焊接点

特性: 非常好的近场分辨率



注释:  
粗体=首选探头, 带筒短注释说明  
○ = 提供探头数据表  
▮ = 提供DGS标尺  
关于表中数据的解释, 见第4页中选择标准。  
关于声束形状见第37页中声束形状编号。



类型 [订购号码]	a × b [mm]	f [MHz]	AB* [mm]	N [mm]	EB [mm]	声束形状 编号	备注	草图
特性带宽: 65%								
DA0.8G	20∅	0.8	3-400	35	8	0.8-20/2	用于高衰减材料	类型15
特性带宽: 40%								
SEB1	21∅	1	3-400	20	10	1-21/2	○ 0° 意味着 ○ 两个单元的 ○ 公共角度是 ○ 0° ○ ○ 带宽100%	类型15
SEB2	7×18	2	2-1000	15	5	2-7 × 18		
SEB2-0°	7×18	2	4.5-2000	30	5	2-7 × 18-0		
SEB4	6×20	4	1.5-2000	12	2.5	4-6 × 20		
SEB4-0°	6×20	4	4-4000	25	2.5	4-6 × 20-0		
MSEB2	11∅	2	2-400	8	5	2-11/2		类型16
MSEB4	3.5×10	4	1-1500	10	2.5	4-3.5 × 10		
MSEB4-0°	3.5×10	4	1.5-2000	18	2.5	4-3.5 × 10-0		
MSEB5	9∅	5	0.5-200	10	1	5-9/2		
SEB2KF5	8 ∅	2	1.5-350	6	4	2-8/2		
SEB4KF8	8 ∅	4	0.8-400	6	2	4-8/2		
SEB5KF3	8 ∅	5	0.5-80	3	1	5-8/2		
SEB10KF3	5 ∅	10	0.3-140	3	0.5	10-5/2	○	类型18
SEZ5M5	3 ∅	5	0.6-50	3	1	5-3/2	固定电缆(2m)	类型19
合成单元, 特性带宽70%								
SEK2C	7 × 18	2	1.5-1500	15	4	2-7 × 18		类型15
MSEK2	11 ∅	2	1.5-450	8	4	2-11/2		类型16
MSEK4	3.5×10	4	1-2000	10	2	4-3.5×10		

\*用于无衰减材料时规定的工作范围上限。实际上, 如果频率增加, 则上限急剧降低。  
提供其它频率、单元直径、带宽或设计的探头。  
我们还有大量的特殊探头可以用于在热表面上的测量 (请见28和29页)



带两个Lemo1连接器和Lemo00双连接器的探头电缆SEKG2

附件描述	类型	备注
探头电缆 (2米)	SEKG2	用于SEB..., SEK..., MSEB..., MSEK..., DA0.8G
耦合剂	SEKM2	用于SEB.KF.
	ZG-F	见36页



带两个Lemo1连接器和两个Microdot连接器的探头电缆SEKM2



斜探头SWB60-5、MWB60-2和WB60-4



微型斜探头MWB45-4、MWB45-04、带QC-X的MSWQC和SMWB70-6



带KSY45、WRY45和WSY70的粗晶斜探头K0.5S



单元尺寸为20x30mm<sup>2</sup>，频率为1、2和4MHz的通用斜探头UWB.和MUWB.

**主要特性:**

- 单晶体斜探头，用于超声脉冲的发射和接收
- 用于横波斜扫描的标准探头
- 特殊的粗晶探头，为了在强衰减材料中获得理想的信噪比，可以用非常短的声波脉冲实现纵波的斜扫描
- 带有可更换斜楔的非常小的探头（更换斜楔以根据需要改变入射角度或防止异常磨损）
- 可以调节入射角度的通用探头
- 对大多数类型，有备用件以便在磨损的情况下更换接触面
- 特殊探头，可以用于热表面上的测量（见29页）

**主要应用:**

通常：直探头不能到达的或者与表面成一定角度或垂直方向分布的缺陷的探测和评估。

特别是螺杆、螺钉和高应力机械零件的裂缝探测。其它应用：腐蚀探测（如气瓶内部）和管道上装配焊缝的测试。

**WB..和WK..:**

用于由非合金或低合金钢制成的大物体的测试（如厚壁容器、转轴、所有厚的焊接件）。WK..探头产生非常短的回波脉冲。

**MSW-QC:**

用于复杂形状零件中小缺陷的探测（如泵和阀套、齿轮、铰子和滚珠轴承、涡轮叶片）。

**SWB...:**

由于具有好的近场分辨力和窄的声束发散，这些探头是多功能的测试工具。除了大的物体外，它们也可以测试小零件。壳体尺寸很适合进行手动测试。

**WRY..、WSY..和K..S+KSY...:**

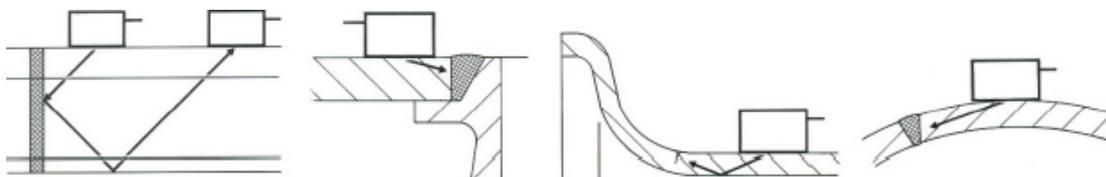
对具有强的声波散射的材料进行测试（如奥氏体焊接点和球墨铸铁）。70°入射角度的探头适合用于在低碳钢中激发爬波。

**MWB...:**

用于小物体的测试。经常用于容器或锅炉部分的焊接测试，特

**MUWB和UWB:**

用于合适的入射角度的经验判断和生成Lamb兰姆波。



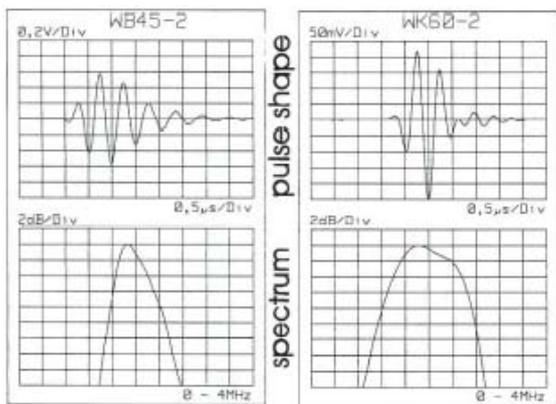
用一组探头WB45-1在铁轨上测试热焊接

斜探头MWB80-4测试12毫米厚凸缘的焊缝

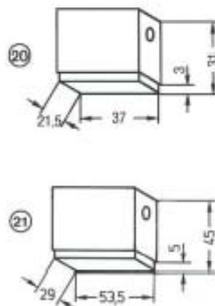
斜探头MSW-QC5和QC-X45测试铝轮缘裂缝

探头WRY70进行镍管道的焊接测试

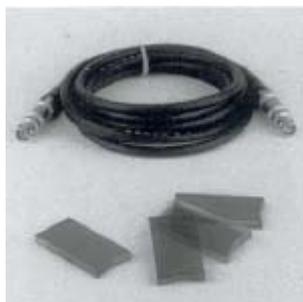
特性：大的外形、大的深度时具有窄的声波场



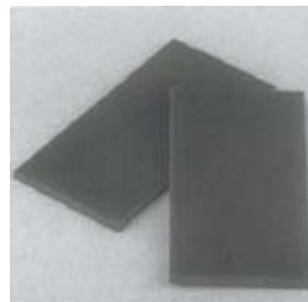
注释：  
粗体=首选探头，带简短注释说明  
○ = 提供探头数据表  
▧ = 提供DGS标尺  
关于表中数据的解释，见第4页中选择标准。  
关于声束形状见第37页中声束形状编号。



类型 [订购号码]	a × b [mm]	f [MHz]	B 1) [Grad]	AB* [mm]	N [mm]	EB [mm]	声束形状 编号	备注	草图
特性带宽：40%									
WB45-1	20 × 22	1	45	20-1300	45	6	1-20 × 22	○ ○ 1) 3255m/s ○ 提供连接器 ○ ○ ▧ 顶端:Wb..-01 ○ ▧ -02 ○ ▧ -04 生成表面波 ○ *)用于无衰减 ○ 材料时规定的 ○ 工作范围上限 ○	类型21
WB60-1									
WB70-1									
WB35-2									
WB45-2									
WB60-2									
WB70-2									
WB80-2									
WB90-2									
WB35-4									
WB45-4									
WB60-4									
WB70-4									
合成单元，特性带宽：70%									
WK45-1	20 × 22	1	45	10-1500	45	5	1-20 × 22		类型21
WK60-1									
WK70-1									
WK45-2									
WK60-2									
WK70-2									
SWK45-2	14×14	2	45	4-3500	39	3	2-14 × 14		类型20
SWK60-2									
SWK70-2									



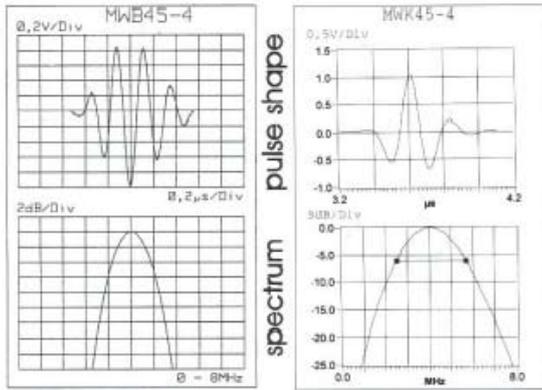
附件描述	类型	备注
探头电缆 (2米)	PKLL2 MPKI2	用于WB.., WK.. 用于SWB.., SWK..
备用件 (1件=10片)	WP(E) SWP	用于WB.., WK.. 用于SWB.., SWK..
耦合剂 DGS标尺	ZG-F	见36页 见35页



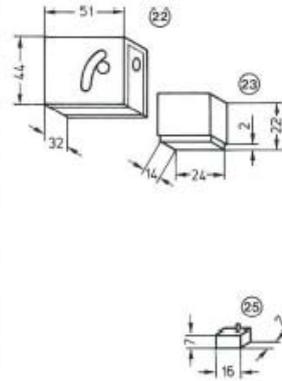
探头电缆PKLL2，与SWP形状相同的备用件WP(E)

用于UWB的备用件WP93和WT93

特性: 小外形, 小深度到中等深度时有窄的声场

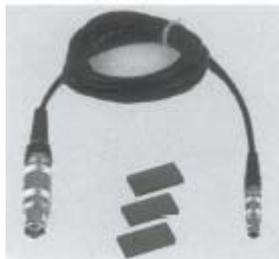


注释:  
粗体=首选探头, 带简短注释说明  
○ = 提供探头数据表  
▭ = 提供DGS标尺  
关于表中数据的解释, 见第4页中选择标准。  
关于声束形状见第37页中声束形状编号。



类型 [订购号码]	a × b [mm]	f [MHz]	B 1 [Grad]	AB* [mm]	N [mm]	EB [mm]	声束形状 编号	备注	草图
特性带宽: 40%									
MUWB2N MUWB4N	8 × 9	2 4	0-90 0-90	与角度 有关	15 30	4 2	2-8 × 9 4-8 × 9	对纵波和横波, 也有 20 × 30mm	类型22
MWB35-2 MWB45-2 MWB60-2 MWB70-2 MWB80-2 MWB90-2	8 × 9	2 2 2 2 2 2	35 45 60 70 80 90	10-3300 5-3300 4-2900 4-2400 9-2200 -	15 15 15 15 15 16	4 4 4 4 4 4	2-8 × 9 2-8 × 9 2-8 × 9 2-8 × 9 2-8 × 9 -	提供连接器 顶端: ○ MWB..-04 ▭ ○ ▭ 表面波	类型23
MWB35-4 MWB45-4 MWB60-4 MWB70-4 MWB80-4 MWB90-4	8 × 9	4 4 4 4 4 4	35 45 60 70 80 90	7-5000 3-4600 3-4600 3-4200 5-1700 -	30 30 30 30 30 32	2 2 2 2 2 2	4-8 × 9 4-8 × 9 4-8 × 9 4-8 × 9 4-8 × 9 -	提供连接器 顶端: ○ MWB..-04 ▭ ○ ▭ 表面波	类型23
合成单元, 特性带宽: 70%									
MWK45-2 MWK60-2 MWK70-2 MWK45-4 MWK60-4 MWK70-4	8 × 9	2 2 2 4 4 4	45 60 70 45 60 70	4-3500 4-3100 4-2600 3-5000 3-5000 3-4700	15 15 15 30 30 40	3 3 3 2 2 2	2-8 × 9 2-8 × 9 2-8 × 9 4-8 × 9 4-8 × 9 4-8 × 9		类型23
SMWK45-5 SMWK60-5 SMWK70-5	3 × 4	5 5 5	45 60 70	4-1500 4-1500 4-1500	7 7 7	1.5 1.5 1.5	- - -		类型25

- 1) 速率3255 m/s  
\*) 用于无衰减材料时规定的工作范围上限。实际上, 如果频率增加, 则上限急剧降低。  
我们还有大量的特殊探头可以用于在热表面上的测量 (请见29页)



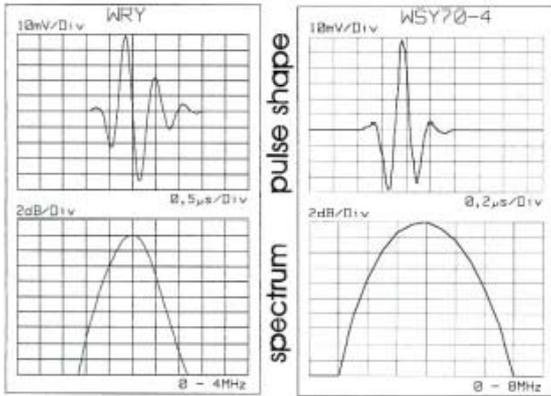
探头电缆 MPKL2 和备用件 MWPE)

附件描述	类型	备注
探头电缆 (2米)	PKLL2 MPKI2	用于MWB.., MWK.. 用于SMWK..
斜楔 备用件(1件=10片)	WP(E) SWP	用于MWB.., MWK.. 用于MUWB..
耦合剂	ZG-F	见36页
DGS标尺		见35页

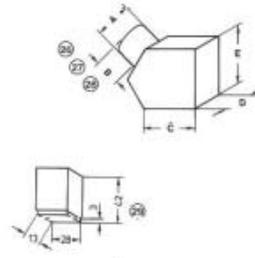


探头电缆 MPKM2 和斜楔 QC-X45

特性: 特别适合于测试粗晶材料



注释:  
粗体=首选探头, 带简短注释说明  
○ = 提供探头数据表  
□ = 提供DGS标尺  
关于表中数据的解释, 见第4页中选择标准。  
关于声束形状见第37页中声束形状编号。



Typ	A B	C D	E
26	40 50	60 50	80
27	30 59	55 45	70
28	30 22	46 25	52

类型 [订购号码]	D [mm]	f [MHz]	B 1 [Grad]	AB* [mm]	N [mm]	EB [mm]	声束形状 编号	备注	草图
特殊斜楔的应用; 特性带宽: 60%									
K0.5S *) +KSY45	34	0.5	45	50-200	22	8	0.5-34	延迟块必须单独订购, 请见附件	类型26
K1S *) +KSY45	34	1	45	30-800	46	5	1-34		类型27
K1SM *) +K3MY45	28	1	45	25-500	31	5	1-28		
K1SC *) +KSMY45	24	1	45	20-700	23	5	1-24	有合成单元	
K2SC *) +KSMY45	24	2	45	12-1400	45	3	1-24	有合成单元	
有合成单元和集成斜楔, 特性带宽: 70%									
WRY45 WRY60 WRY70	24	1.5	45 60 70	10-140 10-120 25-80	34 34 34	4 4 4	1.5-24 1.5-24 1.5-24	包含可互换延迟块 WRY70适于在低碳钢中激发蠕变波	类型28
WSY45-2 WSY60-2 WSY70-2 WSY45-4 WSY60-4 WSY70-4	10	2	45 60 70 45 60 70	8-200 8-150 8-100 4-800 6-500 6-350	8 8 8 16 16 16	3 3 3 1.5 1.5 1.5	2-10 2-10 2-10 4-10 4-10 4-10	有集成固定斜楔 WRY70适于在低碳钢中激发蠕变波	类型29

1) 速率5750 m/s

\*) 这些探头与名字相同的直探头是一样的。所以用于纵波的斜楔KSY..和KSMY.., 与用于横波的斜楔KS..和KSM..必须要分别订购。



带两个Lemo1连接器的探头电缆PKLL2, 以及带一个Lemo1和一个Lemo00连接器的电缆MPKL2

附件描述	类型	备注
探头电缆 (2米)	PKLL2	用于K..S, K..SM, K..SC
斜楔 (单独订购)	MPKI2	用于WRY.., WSY..
备用斜楔耦合剂	KSY45	用于K..S (纵波)
	KSMY45	用于K..SM(纵波)
	KS45	用于K..S (横波)
	KSM45	用于K..SM(横波)
	54885	用于WRY45
	54886	用于WRY60
54887	用于WRY70	
	ZG-F	见36页



斜楔KSY45、KSMY45和54885

## 带塑料楔的TR斜探头

特性：特别适合于测试粗晶材料



TR斜探头VS45



TR斜探头VRY45



TR斜探头VSY45



TR斜探头VSY45, 接触面视图

### 主要特性：

- 分离的发射器和接收器相倾斜，因此产生一个高缺陷探测性的聚焦区域
- VS..类型探头进行横波的斜扫描
- 粗晶探头VRY..和VSY..进行纵波的斜扫描
- 当测试强声波散射特性的材料时，用短声波脉冲的粗晶探头可以获得高的信噪比
- 坚固实用的外形

### 主要用途：

通常：正好发生在被测物体表面下的或者某些确定区域的小缺陷的探测和评估，这些位置是TR探头不能靠近的区域，还有那些与表面垂直或成一定角度的缺陷。

#### VS..:

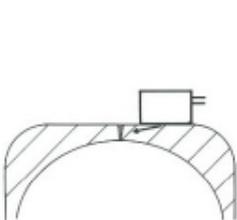
光滑或轻微粗糙表面的小型或大物体的测试，其材料对横波没有多大的声波衰减效应（如非合金或低合金细晶粒钢）。例如，它们用于探测小支架上的径向裂缝、薄壁容器内部的腐蚀性裂缝，还有以直接扫描模式热交换管道中的横向裂缝。这意味着从被测物体的后壁没有声波束的反射。

#### VRY..:

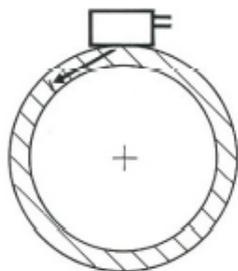
用于测试那些由于具有高的声波散射特性而不能用横波进行测试的中大型尺寸的厚壁物体（如奥氏体钢制成的容器、化工和能源厂的奥氏体焊接件）。低碳钢中蠕变波Creeping的激发是利用70° 探头实现的。

#### VSY..:

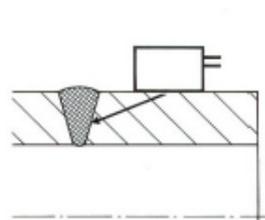
用于那些不能用横波测试以及其形状需要小型探头的中小型尺寸物体的测试。例如，它们被证明可以很好地利用在具有复杂形状的零件的各中焊接点的粘接缺陷的探测。低碳钢中蠕变波的激发是利用70° 探头实现的。



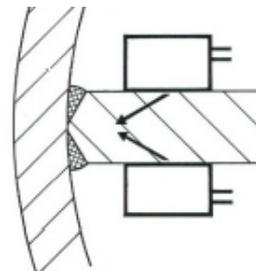
用TR斜探头VS45测试焊点的贯通性



用TR斜探头VS60测试铝环内部的纵向裂缝



用斜探头VRY60测试管道上奥氏焊接体

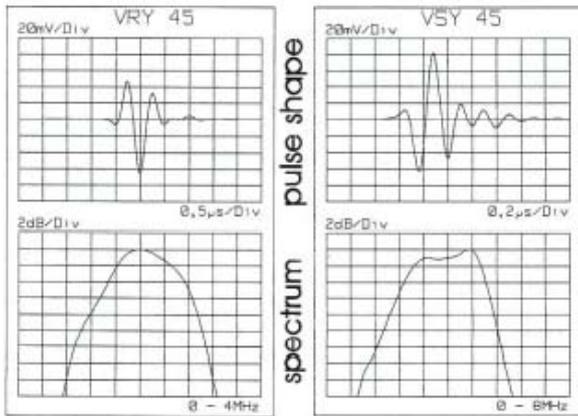


用斜探头VSY45和VSY70进行泵架的焊接测试

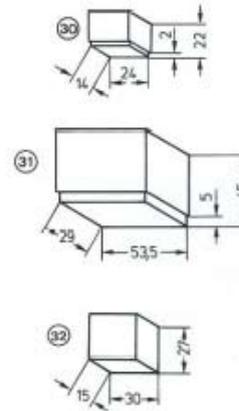
# 用于纵波或横波的带组合塑料楔的TR斜探头

# 接触法

特性: 非常好的近场分辨率



注释:  
粗体=首选探头, 带简短注释说明  
○ = 提供探头数据表  
▭ = 提供DGS标尺  
关于表中数据的解释, 见第4页中选择标准。  
关于声束形状见第37页中声束形状编号。



类型 [订购号码]	a x b [mm]	f [MHz]	B 1 [Grad]	AB* [mm]	N [mm]	EB [mm]	声束形状 编号	备注	草图
横波, 特性带宽: 40%									
VS45	3.5 x 10	4	45	1.5-800	10	2	4-3.5 x 10		类型30
VS60		4	60	1.5-560	10	2	4-3.5 x 10	○	
VS70		4	70	1.5-560	10	2	4-3.5 x 10	○	
纵波, 有合成单元和集成斜楔, 特性带宽: 80%									
VR45	10 x 22	1.8	45	21-150	40	3	1.8-10 x 22	测试粗粒材料	类型31
VR60		1.8	60	20-120	35	3	1.8-10 x 22	○ VRY70适于在低碳	
VR70		1.8	70	15-100	35	3	1.8-10 x 22	○ 钢中激发蠕变波	
VS45-2	5x10	2	45	4-30	16	3	2-5 x 10	测试粗粒材料 VRY70和VS70合 适于在低碳钢中激 发蠕变波	类型32
VS60-2		2	60	4-30	16	3	2-5 x 10		
VS70-2		2	70	5-25	16	3	2-5 x 10		
VS45		4	45	3-40	20	2	4-5 x 10		
VS60		4	60	3-40	20	2	4-5 x 10		
VS70		4	70	4-35	20	2	4-5 x 10		

- 1) 速率3255 m/s (横波) 和5750m/s (纵波)  
根据用户提供其它频率、单元尺寸或设计的探头
- \* 用于无衰减材料时规定的工作范围上限。实际上, 如果频率增加, 则上限急剧降低。



带两个Lemo1和两个Lemo00连接器(靠近探头端)的探头电缆SEKL2

附件描述	类型	备注
探头电缆 (2米)	SEKL2	用于VRY..
	SEKM2 SEKN2	用于VS.. 用于VSY..
耦合剂	ZG-F	见36页



带两个Lemo1和一大一小两个Microdot连接器(靠近探头端)的电缆SEKN2

# 浸入法探头

## 浸入法探头

## 浸入法探头

## 浸入法探头

## 浸入法探头

浸入法探头主要是用于机械化或自动化超声测试：原则上它们与接触法探头工作原理是相同的。

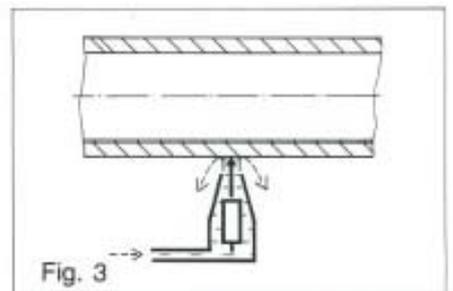
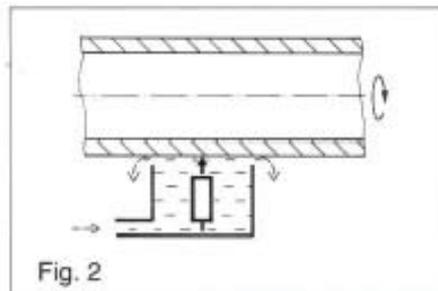
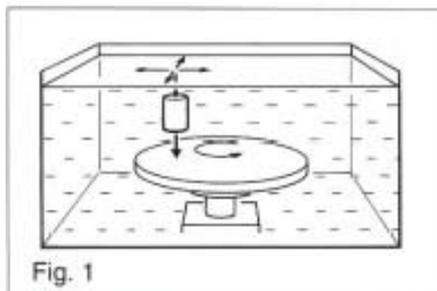
测试的主要部分是在一个充满水的浸液池中进行的（图1）。大多数情况下，被测物体被完全浸入液体中，并被牢牢地固定或者根据形状和测试任务被安置在一个可以旋转或滚动的滑块上，持续地通过探头。

浸入法探头是沿被测物体排列或引导的，以便其发射的超声脉冲能够通过水传播并进入到被测物体，然后又从被测物体的边界或不均匀性位置反射回探头。

这种耦合方法可以为稳定的耦合提供最好的条件，并得到具有精确可复现性的测试结果。

通常，由于尺寸的关系，大的被测物体不能完全浸入浸液中。在这种情况下，需要有特殊的固定器来完成浸入法探头的耦合，如通过充满在容器中的水从下方进行耦合（喷泉口方法，图2），或者通过一个自由流动的喷水流从下方进行耦合（喷射口方法，图3）。

要实现斜向扫描，则探头的安装要与被测物体的表面成一定角度。



与相应的直接接触法探头不同的是，当选择浸入法探头时有很多的因素需要加以考虑：

除了浸入法近场分辨率以外，所有涉及声波场的参数（工作范围、近场长度、焦距）都与声波在水中的传播有关。

只有非聚焦探头才显示其声波束的形状，因为采用聚焦探头的测试是在聚焦区的附近进行的。与非聚焦探头不同的是，在选择聚焦探头时，需要遵守以下的改变：

- a) 只有在近场长度附近聚焦才是可能的。
- b) 在聚焦区，由于较小的声波束尺寸，因此缺陷识别能力有所提高，与此相反的是，工作范围减小。
- c) 行聚焦可以用较小的聚焦宽度获得更大的侧向声束，而点聚焦则使声波束在垂直于波束方向的两个轴尺寸减小，所以也能给出可能最好的缺陷探测能力。



设计上与H..N相同的浸入式探头Z4N



设计上与H..K相同的浸入式探头Z4K



设计上与H..M相同的浸入式探头Z10M



带UHF或Microdot连接器的浸入式探头IA5.8、IAP-F80.2.1和IAP-FM25.2.1

主要特性:

- 单晶探头用于超声脉冲的发射和接收
- 通过水延迟通道进行纵波或横波的垂直或斜向扫描（非接触测试）
- 完全不漏水的版本设计，或者带有固定的连接电缆，或者带有水密封的连接插座（除Microdot外）
- 牢固的金属盒
- 用通常采用的线聚焦和点聚焦方式增加了缺陷识别的能力
- 使用具有较高频率的聚合物探头，从而对非常小的非均匀性具有非常高的探测能力

主要用途:

通常：通过一个水延迟通道，以可能最好的测试结果复现性，实现流水线或大批量生产零件的小缺陷和最小缺陷以及有缺陷材料组织的半自动和全自动测试。

非均匀性，例如焊接点的所有类型粘接缺陷、薄弱焊接点的缺陷、裂缝、高质量的铸造和烧结金属中的空洞和气孔、黄铜和青铜装置中的裂缝。

Z..N、Z..K和Z..M:

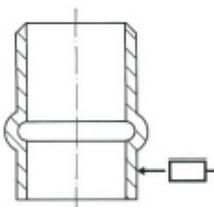
有高增益储备的探头，用于测试具有增强的声波衰减特性而对分辨率没有过高要求的中小型尺寸物体。主要的应用领域是塑料合成材料（如蜂巢和多层结构）、锻件（如轴、盘和杆），还有焊接结构（如齿轮和离合器部件）和轧制的钢制品（如棒、铁轨、金属板）。

IA-...和IAP-...:

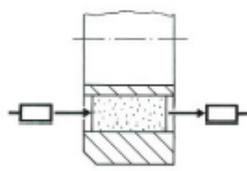
用于由金属和非金属材料制成的零部件中最小缺陷的探测，有非常高的分辨率，这些缺陷在零部件表面下分布展开：例如半导体基体、电气插头和表面保护层中的材料分离、气孔和杂质等。同样地，它还可以应用于扩散焊接、电阻焊接和粘合焊接等的测试，以及由陶瓷、粉末金属、钛和其它合金制成的预制成型零部件的测试。

H..N、H..K和H..M:

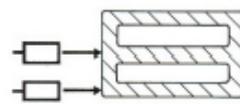
特别适合于壁厚测量。也可以用于测试小型零部件的小缺陷和



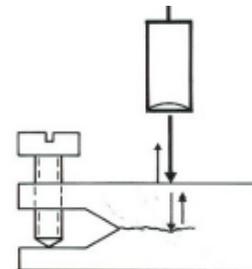
探头H5M探测黄铜装配在终端区的多孔性



探头H2K探测减震器中的橡胶的气孔和灰尘

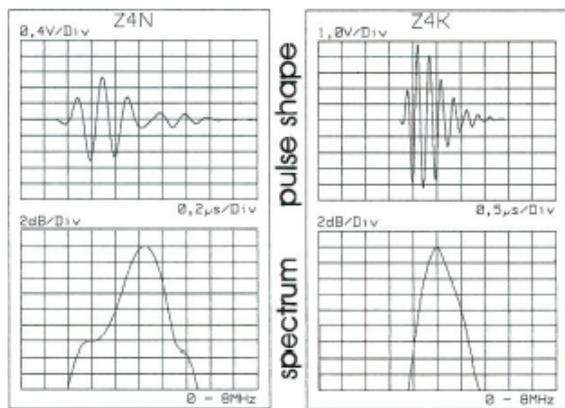


探头H10M探测SIC剖面内网的裂缝和外壁的密度变化



探头IAP50.3.2进行铝材上压力裂缝腐蚀扩张的测量

特性：高的增益储备



注释：

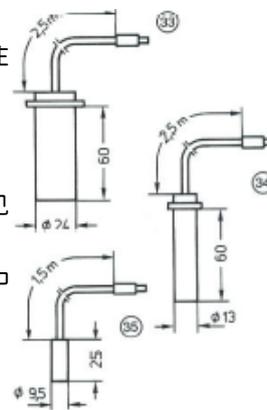
粗体=首选探头，带简短注释说明

○ = 提供探头数据表

∇ = 提供DGS标尺

关于表中数据的解释，见第4页中选择标准。

关于声束形状见第37页中声束形状编号。



类型 [订购号码]	D [mm]	f [MHz]	AB6/1 <sup>1)</sup> [mm]	N [mm]	F [mm]	近场分辨率 FBH [mm]	声束形状 编号	备注	草图	
<b>带固定电缆的大壳体；特性带宽：40%</b>										
Z1N	20	1	28-156	64		5Ø in28	1-20	可拆卸环	类型33	
Z2N		2	50-267	127		2Ø in19	2-20			
Z4N		4	100-534	254		2Ø in9.6	4-20			
Z5N		5	127-668	318		2Ø in8	5-20			
<b>带固定电缆的中等尺寸壳体；特性带宽：40%</b>										
Z2K	10	2	14-77	32		2Ø in9	2-10	可拆卸环	类型34	
Z4K		4	28-154	64		2Ø in6.5	4-10			
Z4KP20		4	15-32		20	2Ø in6.0	-			点聚焦 线聚焦
Z4KL20		4	15-32		20	2Ø in6.0	-			
Z5K		5	34-190	80		2Ø in5	5-10			
Z10K		10	68-380	160		2Ø in4	10-10			
<b>带固定电缆的小尺寸壳体；特性带宽：40%</b>										
Z5M	5	5	8-52	20		2Ø in3	5-5	线聚焦点聚焦	类型35	
Z10M		10	16-104	40		2Ø in2	10-5			
Z10ML15		10	10-23		15	2Ø in2	-			
Z10MP15		10	10-23		15	2Ø in2	-			
Z15M		15	24-156	60		2Ø in1.6	15-5			

根据用户需要提供其它频率、单元尺寸或设计的探头

1) 请见第5页中的定义。



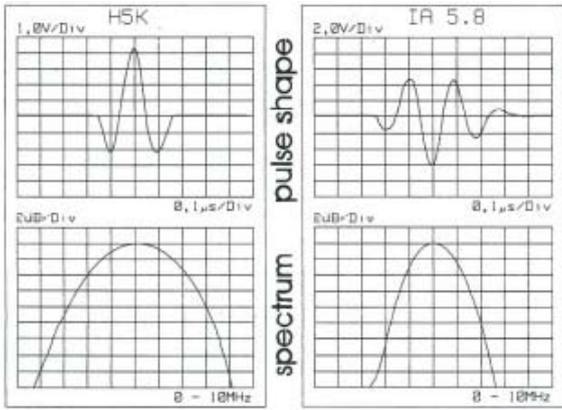
延迟线和为Z..K探头安装延迟线的适配器ZKQ2

附件描述	类型	备注
探头Z..K进行接触测试的延迟线		承索
耦合帽	承索	对于干耦合见36页

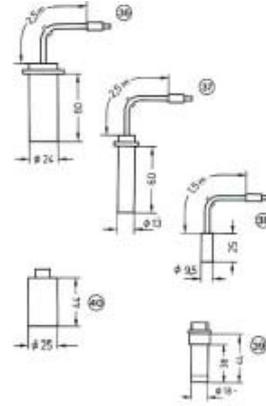


聚焦透镜LKL和LKP，以及为Z..K探头安装聚焦透镜的适配器ZKQ2

特性：极好的分辨率和非常好的缺陷探测性



注释：  
粗体=首选探头，带筒短  
注释说明  
○ = 提供探头数据表  
∇ = 提供DGS标尺  
关于表中数据的解释，见第4页中选择标准。  
关于声束形状见第37页中声束形状编号。



类型 [订购号码]	D [mm]	f [MHz]	AB [mm]	N / F [mm]	近场分辨率 <sup>1)</sup> [mm]	声束形状 编号	备注	草图
缺陷探测的高分辨率探头，UHF插座，特性带宽：80%								
<b>IA5.8</b>	12.7	5	60-190	130	ZYB 0.5Ø in 3	5-12.7		类型39
<b>IAP5.12.6</b>	19	5	115-225	150	ZYB 0.5Ø in 1.5	-	点聚焦	类型40
<b>IAP10.6.3</b>	9.5	10	55-130	75	FBB 0.4Ø in 1.3	-	点聚焦	类型39
<b>IAP15.6.2</b>	9.5	15	40-65	50	FBB 0.4Ø in 1.0	-	点聚焦	类型39
带固定电缆的冲击波探头，特性带宽：100%								
<b>H1N</b>	20	1	28-156	64	FBB 5Ø in19	1-20		类型36
<b>H2N</b>	20	2	50-267	127	FBB 2Ø in13	2-20		
<b>H2K</b>	10	2	14-77	32	FBB 2Ø in6.5	2-10		类型37
<b>H5K</b>		5	34-190	80	FBB 2Ø in4	5-10		
<b>H10K</b>		10	68-380	160	FBB 2Ø in2	10-10		
<b>H5M</b>	5	5	8-52	20	FBB 2Ø in3	5-5		类型38
<b>H10M</b>		10	16-104	40	FBB 2Ø in1.5	10-5		
<b>H10MP15</b>		10	10-23	15	FBB 2Ø in1.5	-	点聚焦	
<b>H10ML15</b>		10	10-23	15	FBB 2Ø in1.5	-	线聚焦	
带固定电缆的宽带探头，特性带宽：80%								
<b>L1N</b>	20	1	28-156	63	FBB 2Ø in24	1-20		类型36
<b>L2N</b>	20	2	50-264	127	FBB 2Ø in12	2-20		类型36
<b>L2K</b>	10	2	14-77	32	FBB 2Ø in6	2-10		类型37
<b>L4K</b>	10	4	28-154	64	FBB 2Ø in5	4-10		
<b>L5K</b>	10	5	34-190	80	FBB 2Ø in3.5	5-10		类型38
<b>L5M</b>	5	5	8-52	20	FBB 2Ø in2.5	5-5		

所有探头都有点聚焦或线聚焦形式（请注明焦距）。其它设计根据要求确定。

1) 注意第5页的说明



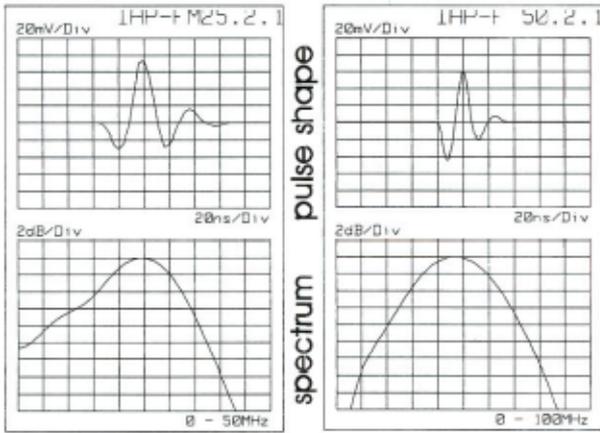
带UHF和Lemo1插头的探头电缆PKI2

附件描述	类型	备注
探头电缆（2米）	PKI2	用于IA..和IAP..
H..K进行接触测试的延迟线		承索
耦合帽	承索	对于干耦合见36页

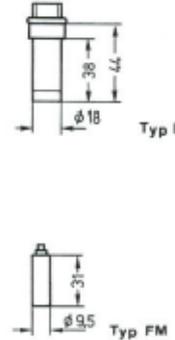


用于探头H..K的适配器ZKQ2和延迟线

特性：非常高的分辨率，聚焦区非常小的声束宽度



注释：  
 粗体=首选探头，带简短注释说明  
 ○ = 提供探头数据表  
 ▮ = 提供DGS标尺  
 关于表中数据的解释，见第4页中选择标准。  
 关于声束形状见第37页中声束形状编号。



类型 [订购号码]	D [mm]	f [MHz]	AB6/1 [mm]	N / F [mm]	FD6 <sup>1)</sup> [mm]	声束形状编号	草图
点聚焦，带UHF或Microdot连接器 *); 特性带宽: 100%							
IAP-...25.2.0.5	3	25	9.4-20.6	12.5	0.25	-	类型F 或 类型FM
IAP-...25.2.1	3	25	16-60	25	0.49	-	
IAP-...25.3.1	5	25	20-35	25	0.30	-	
IAP-...25.3.2	5	25	34.5-100	50	0.59	-	
IAP-...50.2.0.3	3	50	6.6-8.4	7.5	0.07	-	
IAP-...50.2.0.5	3	50	10.6-15.8	12.5	0.12	-	
IAP-...50.2.1	3	50	18.5-41	25	0.25	-	
IAP-...50.3.1	5	50	21.5-29	25	0.15	-	
IAP-...50.3.2	5	50	40-71	50	0.30	-	
非聚焦，带UHF或Microdot连接器 *); 特性带宽: 100%							
IA-...25.2	3	25	17-86	36	0.7	25-3	类型F 或 类型FM
IA-...25.3	5	25	45-227	99	1.2	25-5	
IA-...50.2	3	50	33-170	71	0.7	50-3	
IA-...50.3	5	50	89-455	198	1.2	50-5	

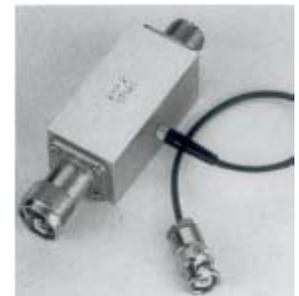
\*) 订购号码中的“..”是用于根据需要进行的设计，填入下面的字符：F表示是带UHF连接器的牢固的壳体；FM表示是带Microdot连接器的轻便的壳体。

1) 请注意第5页上的定义。



带BNC和UHF连接器的探头电缆PKIB0.18

附件描述	类型	备注
探头电缆： Microdot / BNC	PKI-S0.75	用于 IA(P)-FM 25/50
适配器： BNC插座/ Lemo插头	PKLB1	用于PKIS..和PKIB..
探头电缆： UHF/BNC适配器	PKIB0.75 ANP21	用于带UHF和 BNC的IA(P)- F25/50伸缩管



适配器ANP21

## 测厚探头

## 特殊用途

用于壁厚测量的探头，特别地与我们的数字测厚仪相匹配。

测厚仪	量程 [mm]	订购号码	接触面积 $\varnothing$ [mm]	f [MHz]	备注
CL304 / CL3DL	0.13-5	Alpha 2A Mini DFR	5	20	可更换的延迟线118-440-043
	0.18-25	CLF4	7.5	15	可更换的延迟线CLFV1
	1.6-250	CLF5	9.5	10	
	1.6-380	CA211A	19	5	在塑料上测量，延迟线DFR-PV1
	1.6-25	CA215	13	5	
	0.125-...	Alpha DFR-P	7.5	22	
CL304	3-500	CA214	15	5	对于表现强声波衰减性的材料，根据要求配置可互换保护膜和延迟线

在高于60°C温度下测量时，有特殊的延迟线。



探头CA211、Alpha2A、MiniDFR、CLF4和CLF5



探头DA305、DA301、DA317和DA312

测厚仪	量程 [mm]	短号码 [订购号码]	接触面积 $\varnothing$ [mm]	f [MHz]	温度 [°C]	电缆	备注	
DM4..	1.2-200	DA301	12.5	5	-20 +60	DA231		
	0.6-50	DA312	7.5	10	-20 +60	DA235		
	5-300	DA303	17	2	-20 +60	DA231		
	7-60	DA0.8G	29	0.8	-10 +60	DA231		
	2-80	DA317	12.5	5	25 +300	DA233	短时间接触	
	1.0-15	DA319	7.5	10	25 +300	DA233		
	5-150	DA315	17	2	25 +300	DA233		
	4-60	DA305	16	5	10 +600	DA235		
	1-50	HT400	13	5	-10 +540	KBA535		
	0.6-20	DA312B11	4	10	-20 +60	固定 1.5 米 电缆		
	0.7-12	DA312B16	3	10	-20 +60			
	对话技术							
	DM4..	1.2-200	DA401	12.5	5	-10 +60	DA231	
		0.6-50	DA412	7.5	10	-10 +60	DA235	
DM4..	5-300	DA403	17	2	-10 +60	DA231		
	7-60	DA408	29	0.8	-10 +60	DA231		

## 横波直探头

这些探头将横波垂直地发射到被测物体中。需要一种高粘性的耦合剂。这种探头主要用于确定材料的弹性特性（如弹性模量）。

类型	f [MHz]	a × b [mm]	EB [mm]	探头电缆
B1Y	1	18 × 18	10	PKLL2
B2Y	2	18 × 18	6	PKLL2
MB2Y	2	9 × 9	6	MPKL2
MB4Y	4	9 × 9	4	MPKL2
K2NY	2	18∅	4	MPKM2
K4NY	4	9 ∅	3	MPKM2



## 低频直探头

这些频率低于0.5 MHz的探头用于测试具有强声波吸收特性的材料如陶瓷、斗斗插头、天然石、烤炉石、木材、橡胶和水泥等，在低于0.1MHz的频率下利用发射器探头和接收器探头进行信号传输。USD10NF特别适合于这类任务。

类型	f [MHz]	接触面积	探头电缆
K0.25G	0.25	45 mm ∅	PKTL2
K0.1G	0.1	45 mm ∅	PKTL2
B0.05N	0.05	30 mm ∅	PKTL2
B0.05NN	0.05	5 mm ∅	PKTL2
G0.2R1	0.2	60 mm ∅	PKTL2
B0.05US	0.05	56 mm ∅	PKTL2
B0.05UE	0.05	56 mm ∅	PKTL2



## 用于点焊接测试的探头

15MHz和20MHz的直探头，带有一个水延迟通道和软保护膜以获得与点焊接表面最佳的耦合。根据焊接块的直径来选择某个单元的直径大小。探头的号码是G15MNx.x和G20MNx.x。（x.x代表单元的直径）。更多的详细信息请见宣传单GK39。



## 用于高温下进行测试的探头

除了在第28页所描述的壁厚探头以外，还有一种探头可以用于高温下的超声测试。TR直探头SEB.KV，可以经受200°C的恒温作用，如果间歇使用，在短暂地接触热的表面后进行冷却的话，温度可以高达600°C。斜探头W.B.GV可以经受200°C的恒温作用，如果中断式地操作，则使用温度可以高达350°C。

类型	f [MHz]	β [度]	a × b [mm]	F / N [mm]	探头电缆
SEB2KV	2	0	10	15	3-250
SEB4KV	4	0	10	18	2-750
W45B2GV	2	45	10 × 14	35	7-300
W60B2GV	2	60	10 × 14	35	7-280
W70B2GV	2	70	10 × 14	35	7-260
W45B4GV	4	45	10 × 14	70	5-450
W60B4GV	4	60	10 × 14	70	5-425
W70B4GV	4	70	10 × 14	70	5-400



用于机器测试的探头必须在变化的温度和牢固度的情况下满足水密性的要求。为了获得高的测试速度和测试可靠性，通常在一个探头组包含有很多的探头单元。

在用于汽车和航空工业的测试中，主要采用的是浸入式探头。其描述请见第22到27页。

下面的这些探头在其它的应用中得到了非常好的证明1)：

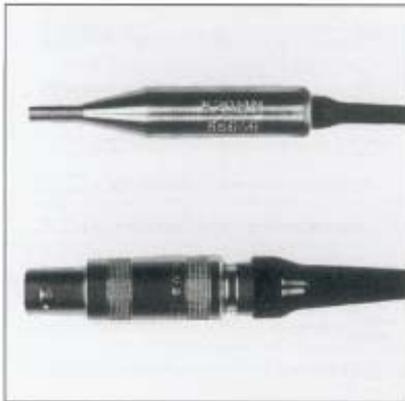
类型	技术数据	应用	
SEB2T, SEB2T0° SEB4T, SEB4T0° MSEB4T, MSEB4T0° SEZ4R10R SEZ2R20R0°T2 SEZ5R40R	TR探头, 2MHz, 24 mm Ø TR探头, 4MHz, 24 mm Ø TR探头, 4MHz, 13 mm Ø TR宽声波束, 4MHz TR宽声波束, 2MHz TR宽声波束, 5MHz	测试平板、坯块  重金属板测试 坯块测试	
W45Z2N W45Z4N W70Z2N W70Z4N RB45-N	斜探头45°, 2MHz, 8×9 mm 同上, 4MHz 斜探头70°, 2MHz, 8×9 mm 同上, 4MHz 斜探头45°, 4MHz, 双换能器单元	焊接测试, 如管道或容器上  管道测试	
Z2N12×12 / 12× Z4RM10×10 / 6× W45Z4RM20×18 / 6×	浸入式探头, 2MHz, 12单元12×12 mm 浸入式探头, 4MHz, 6单元10×10 mm 浸入式探头, 4MHz, 6单元20×18 mm, 声波束角度45°	用多单元探头进行管子测试	
H10MP15 H5KP.. NPK6	浸入式探头, 4MHz, 直径5, 点焦距15 mm 浸入式探头, 5MHz, 直径10, -40°C到+125°C, 水压60巴 狭槽式探头, 6MHz	弧焊测试  从内部进行管道壁厚测量  活塞测试	
IAL-FG10.4×22.7, 5	宽声波束探头, 10MHz, 4×22聚合物单元, 线聚焦	用宽声波束进行轮廓测试、迭片结构测试	
H5KF H10MP15F Z4KF Z4NF	带有水连接器的浸入式探头 5MHz单元, 10 mm Ø 10MHz单元, 5 mm Ø, 点焦距15 mm 4MHz单元, 10 mm Ø 4MHz单元, 20 mm Ø	用喷泉式或喷射式方法测试大零部件 请见宣传单GK45	

1) 这些探头有很多的类型可供选择。请与我们联系，一定还有一种探头可以满足你的应用。



← B1K/S+B1K/E, SEB4NW: 滚筒式探头, 用于干耦合 (不用耦合剂), 特别使用在具有高声波衰减性的多孔和合成材料的穿过式检测或作为TR探头使用。

RB45N4Q: 双单元斜探头, 测试直径在60-400mm的管子两个圆周方向上的横向缺陷。2MHz, 单元尺寸8×9mm, 入射角度45°。也提供其它频率和尺寸的。接触面与管子曲面配合。也提供TR探头 (SEB4RB)。



← K20MN: 带延迟线直探头, 用于薄型零件点对点壁厚测量, 量程大约0.3-7mm, 也适合于复杂零件中扫描来自探头的声波散射 (探测干扰回波)。频率20MHz, 单元直径2.5mm。

Z4NB5: 带有塑料延迟线安装螺纹的直探头, 从轴或杆的前面以垂直方向或斜向传输声波从而探测其疲劳裂缝。频率4MHz, 单元直径20 mm。



← K5KV-B4: 有耐热延迟线的直探头, 用于在吹气工艺中对吹气模具进行壁厚测量。频率和单元尺寸可以根据测试条件进行选择。

W70B2GT: 有特殊塑料斜楔的直探头, 实现聚乙烯中的斜向传输, 用于焊接体中的缺陷探测。频率2MHz, 单元直径10mm, 入射角度70°或65°。还有测试其它材料的探头。



← W75/75K5G22: 双单元斜探头, 采用串联方法测试金属, 如铝制冷热器上焊接穿透深度的确定。频率5MHz, 单元尺寸8×9mm, 入射角度75°。有其它尺寸结构。

IW40B4: 测试陶瓷绝缘体的探头。频率4MHz, 其设计贴合相应的陶瓷被测物体的形状。用于在安装的零部件中盘状裂缝的探测。



本特殊探头列表只有非常有限的选择。我们非常有兴趣为你的应用设计特殊探头——可能基于我们的应用实验室所进行的应用研究。更详细的信息请参考我们的特殊探头目录GP87。

探头电缆类型 [订购号码]	长度 [m]	阻抗 [欧姆]	插头类型		注释	
			探头	仪器		
CL331	2	50	Microdot	Lemo00		
DA231	1.5	50	Lemo00双插头	Lemo00双插头		
DA232	1.5	50	Lemo00双插头	Lemo00双插头	带衰减器	
DA233	1.5	50	2 × Lemo00	Lemo00双插头		
DA235	1.5	50	1 × Microdot 1 × Microdo, 大	Lemo00双插头		
DA336	1.5	50	1 × Microdot 1 × Microdo, 大	Lemo00双插头	带衰减器	
KBA535	1.5	50	2 × Mini-Lemo	Lemo00双插头	带金属护套	
KBA536	1.5	50	2 × Mini-Lemo	Lemo00双插头		
MPKL2	2	50	Lemo00	Lemo1		
MPKM2	2	50	Microdot	Lemo1		
PKBM0.5	0.5	50	Microdot	BNC		
PKP2	2	75	Lemo03	Lemo1	密封水压60巴	
PKI2	2	75	UHF	Lemo1		
PKLL2	2	75	Lemo1	Lemo1		
PKTL2	2	50	Lemo1水密封	Lemo1	密封水压60巴	
SEKG2	2	50	Lemo00双插头	2 × Lemo1		
SEKL2	2	50	2 × Lemo00	2 × Lemo1		
SEKM2	2	50	2 × Microdot	2 × Lemo1		
SEKN2	2	50	1 × Microdot 1 × Microdot, 大	2 × Lemo1		
VKLL5	5	75	Lemo1联接	Lemo1		

适配器类型 [订购号码]	长度 [m]	阻抗 [欧姆]	插头类型		注释
			探头	仪器	
PKLB1	0.03	75	BNC插座	Lemo1插头	
PKBL1	0.03	75	Lemo1插座	BNC插头	

注释: 列举的电缆和适配器只是一种选择。我们很乐意根据你的要求量身定制, 为你进行专门设计。

电缆连接器

LEMO-1



LEMO-1水密封



LEMO-00



LEMO-00双插头



LEMO-03



2 × Mini-LEMO



Microdot, 大



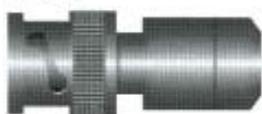
Microdot, 小



UHF

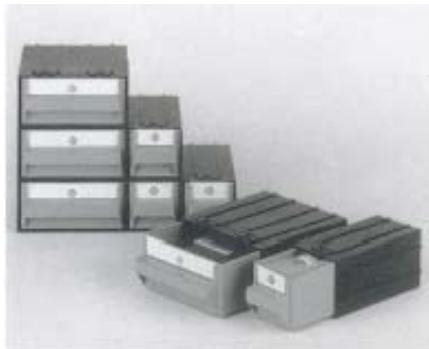


PKBL1



PKLB1





探头包装



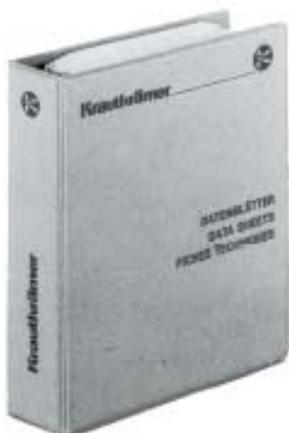
焊接的探头集合PKS4



探头箱子PSK

有经验的制图员所提交的大多数的探头都可以插入到陈列橱中。特殊用途的探头组合或仅仅箱子PSK是其它类型的保存和实际分类的工具。

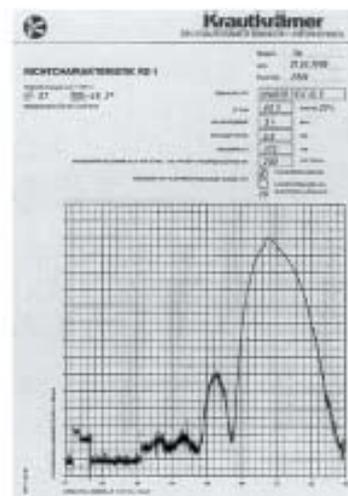
类型	描述	探头内容
PKS1	粗晶探头组合	K0.5S; K1SM; WRY45; WRY70; WB45-1; WSY45-4; WSY70-4
PKS2	飞机探头组合	B4S; K4G; G5KB; MSEB4; K5K; CLF4; SEB10KF3; 2 × MWB45-4; MWB70-4; MWB90-4
PKS3	测钢探头组合	B4S; SEB2; G5KB; MSEB4; MB4F; WK45-2; WK70-2; 2 × MWB45-4; MWB70-4
PKS4	焊缝探头组合	B4S; SEB4; WB45-2; WB70-2; MWB45-2; 2 × MWB45-4; MWB60-4; 2 × MWB70-4
PKS5	铸件探头组合	B2S; SEB2; K1S; MB2S; SEB4KF8; G5KB; WB45-1; WB70-1; MWB45-2
PKS6	锻件探头组合	B4S; B2S; SEB2; MB4S; K2N; SEB4KF8; MB4F; WB45-2; MWB45-4; MWB70-4



探头数据集



探头证明书PZ(E)



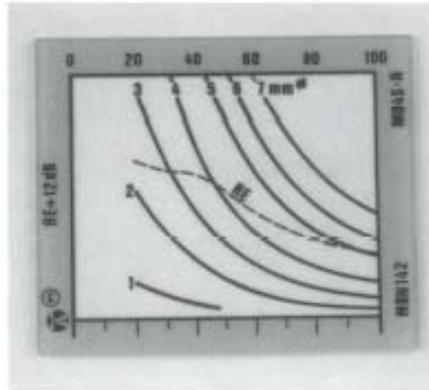
声束轮廓RD1

每一个交付的探头都经过了非常严格的质量测试，这种测试是确定同样类型的所有探头对缺陷的评估都是一样的。相应的探头数据表包含数据可靠性的证明。我们将每个编了号的探头的数据保存很多年，这样在以后的时间里也可以生成探头的证明书（PZ）。声束轮廓给出有关探头声场的信息。

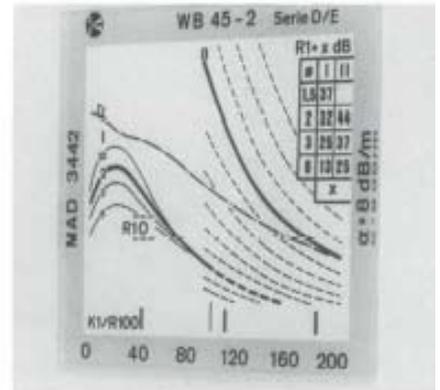
PZ(E)	探头证明书	用于E-系列或F-系列，用每个探头号码作标记
PZ1	探头证明书	用于除了E-系列或F-系列以外的任何探头
RD1	声束轮廓	用于钢中测量的斜探头
RD2	声束轮廓	用于水中测量的直探头



文件夹中的DGS标尺



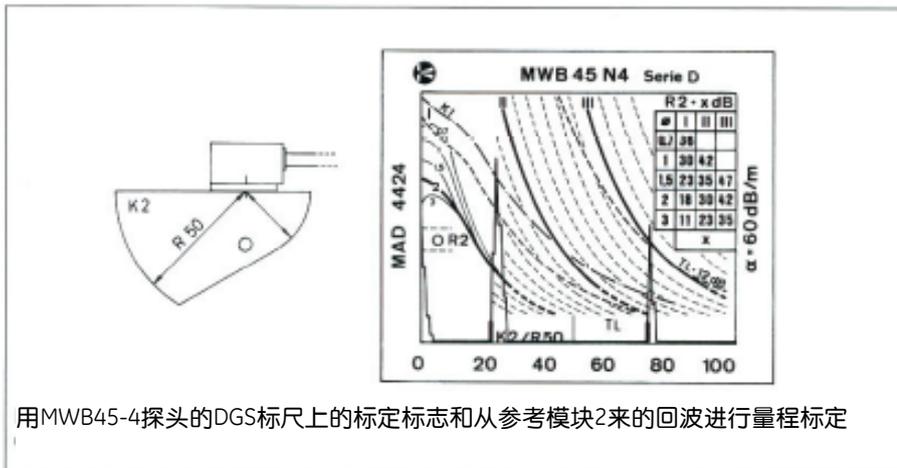
用于MB4S和USK7的DGS标尺



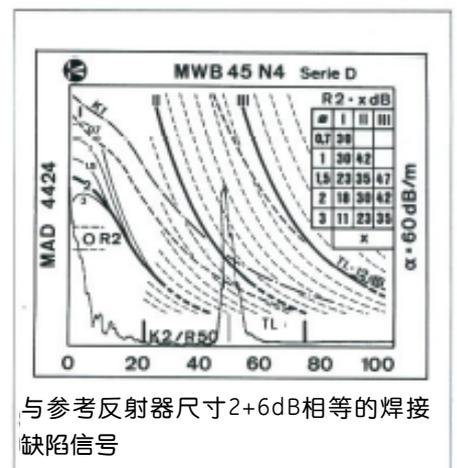
用于WB45-2和USK7的DGS标尺

探头类型	f [MHz]	量程 [mm]	标尺系列类型	备注
B2S	2	500/1000/2000	MAN 22	适合于下列仪器： USK6/USK7/USK7D USL31/USL32/USL48
B4S	4	250/500/1000/2000	MAN 24	
MB2S/MB4S	2/4	100/200	MBN 14	
B2S/B4S	2/4	250/500/1000/2000	UM 100	适合于下列仪器： USM3/USM3S
MB2S/MB4S	2/4	100/200		
WB**-2	2	200/500	MAD 32	适合于下列仪器： USK6/USK7/USK7D USL31/USL32/USL48
MWB**-2	2	100/200	MAD 42	
MWB**-4	4	100/200	MAD 44	
WB**-2	2	200/500	UM 320 + UM 321 ++	适合于下列仪器： USM3/USM3S  + 没有声波衰减 ++ 有声波衰减
MWB**-2	2	100/200	UM 320 + UM 321 ++	
MWB**-4	4	100/200	UM 440 + UM 441 ++	

\*\*：代表角度45°、60°和70°。



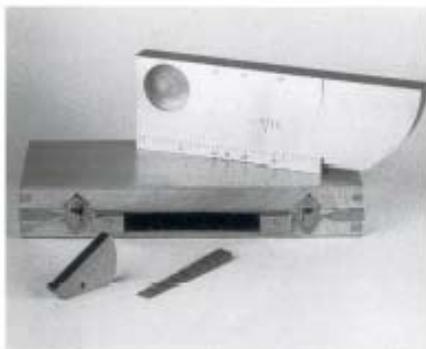
用MWB45-4探头的DGS标尺上的标定标志和从参考模块2来的回波进行量程标定



与参考反射器尺寸2+6dB相等的焊接缺陷信号



耦合剂ZG-F、ZGT和ZGM



标定块V1、V2和VW



标准N23

**耦合剂**用于将探头直接耦合到被测物体的表面。为了避免在探头和被测物体之间产生的气隙阻碍声波脉冲的传输，耦合剂的使用是非常必要的。基本上，所有的流体和膏体都可以作为耦合剂。然而，实践证明只有特殊的耦合剂才具有明显的优点。高温检测时必须使用特殊的膏体。

如果耦合剂不合适或者被禁止使用，在某些情况下可以考虑采用干耦合的方法。为实现这个目的，要在标准探头上采用耦合帽——也可以使用浸入式探头——或者是采用滚筒式探头，靠轮子滚过被测物体。

**标定块**生成回波用来进行仪器的量程标定和增益调整。它们也经常被用做评估来自可能缺陷的回波标志的参考。

类型	描述	探头内容
ZG-F (2.5 kg)	通用的耦合剂	触变胶，不滴落，可洗，不腐蚀，化学反应呈中性；温度范围：-20°C到+100°C；箱子重2.5 kg。 有依照91/155/EEC的安全数据表。
ZG-F (5瓶)	通用的耦合剂	与上面相同，只是一批有5瓶，每瓶容量200 cm <sup>3</sup> 。可以进行补充。 有依照91/155/EEC的安全数据表。
ZGT	稠化的耦合剂	具有中等粘性的软膏，不腐蚀，具有通用性；温度范围：-30°C到+250°C；100 g管装。 有依照91/155/EEC的安全数据表。
ZGM	高温耦合剂	具有高度粘性的软膏，有固态填充物，特别用于在热零部件上测量壁厚时；温度范围：+200°C到+600°C；100 g管装。
K1	标定块 No. 1 (DIN EN 12223)	细晶粒钢做成大标定块与斜探头一起用于量程调整，也用于检查入射角度。
K2	标定块 No. 2 (DIN EN ISO 27963)	细晶粒钢做成小标定块与小的斜探头一起用于量程调整，也用于检查入射角度。
VW	分级标定块	细晶粒钢做成的分级标定块。用来对从1mm到 8 mm的范围进行分级标定。用于与TR探头一起进行量程标定。
N23 N30	标准	与超声缺陷探测器直接连接。在钢材中的50 mm距离内产生多个回波；也可以在一段比较长的时间内进行仪器增益的检查。

## 声波波束形状

频率、单元形状、声波速度和声波衰减性等都将决定探头声束的形状。靠近探头单元的声波场几乎与单元具有同样的大小。在近场距离处有最小的尺寸，并随着距离的增加，其尺寸也随之相应变大。

更多的细节在我们的声波束轮廓中有描述，同时数据表中也有描述。

为了帮助你们尽快地选择想要的探头，接下来，我们将会来看看在钢材中当回波幅值下降6dB时，声波束的极限（直探头CL=5920 m/s；斜探头CT=3255 m/s）。

图中的零点是和声波从探头的接触面上射出的点有关的。

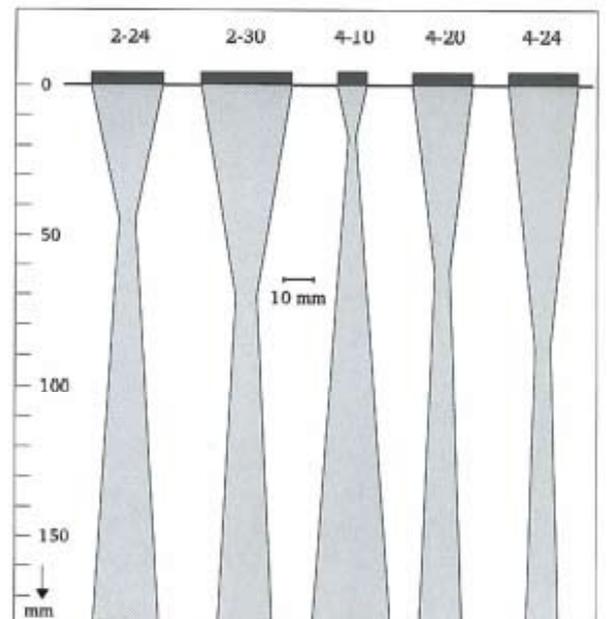
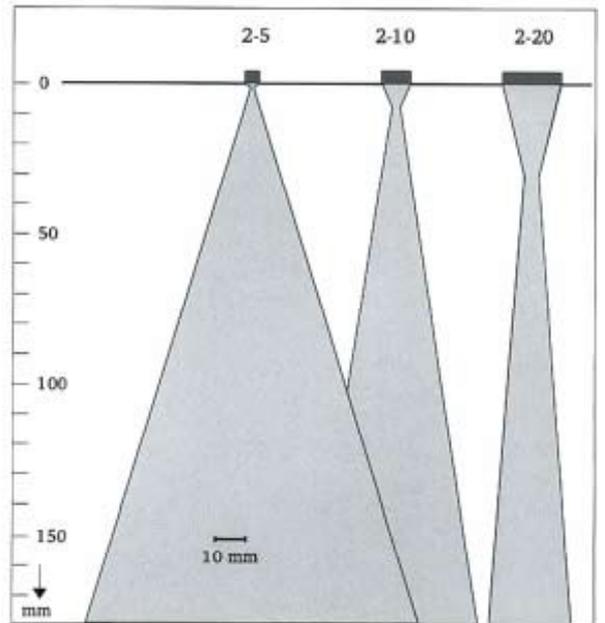
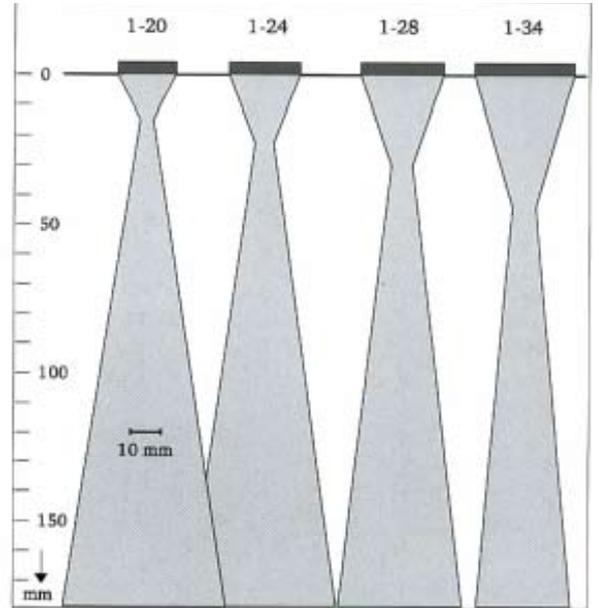
对于浸入式探头，则假定被测物体的表面是在水中近场长度距离附近的位置。

必须注意的是，对于TR探头，当声场垂直于指示平面时，其声束是另外一种形状。

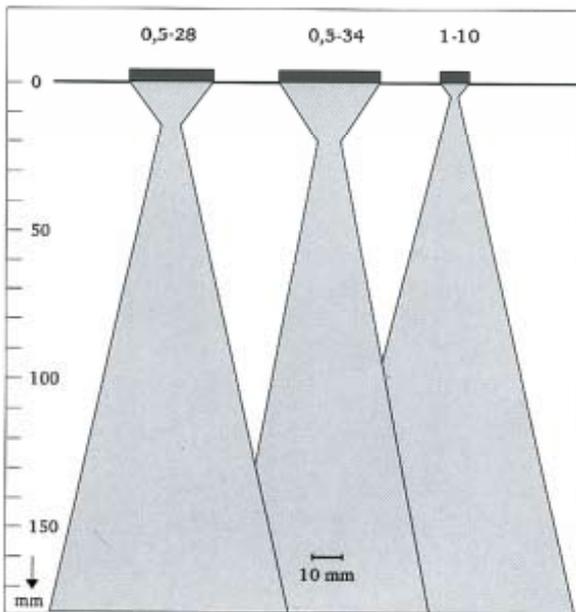
对于所有的声波场数据，声波衰减的作用都没有考虑进去。

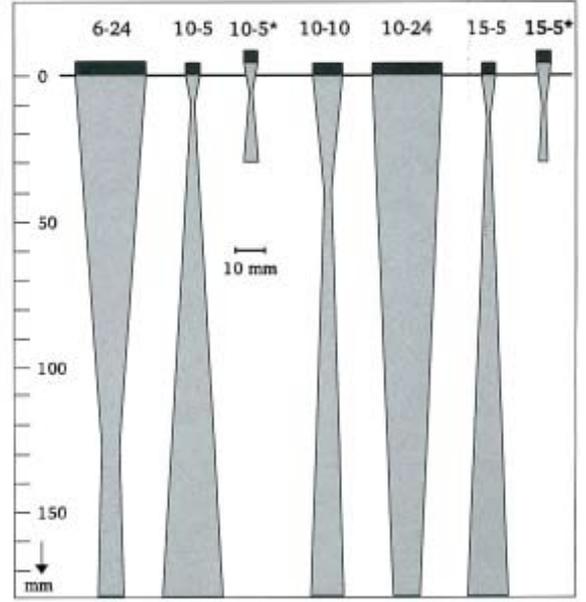
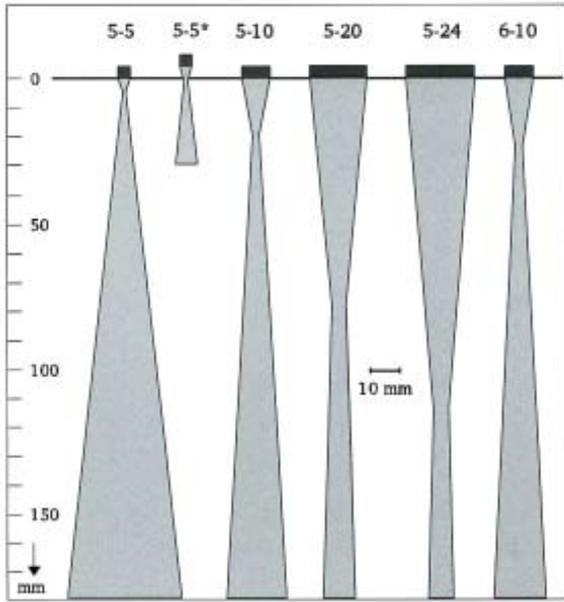
由于探头类型非常多，这里只给出了最常用的探头的声束形状。但是，我们将很乐意为你提供某个特殊探头的声束轮廓。

声波束形状号码与探头表中声束形状编码一致。

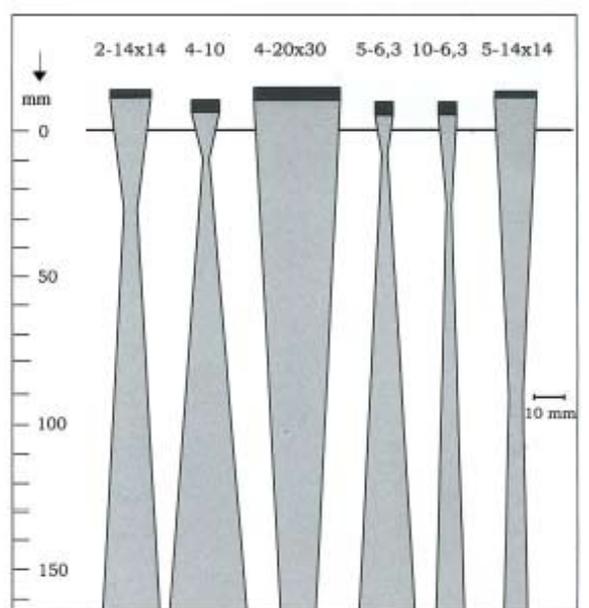
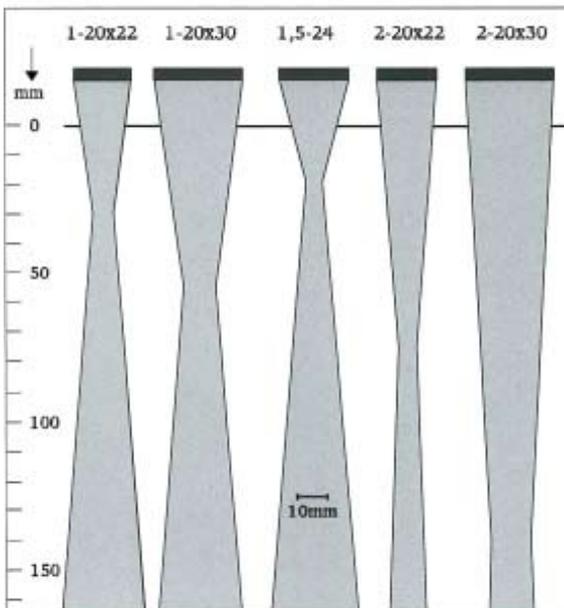
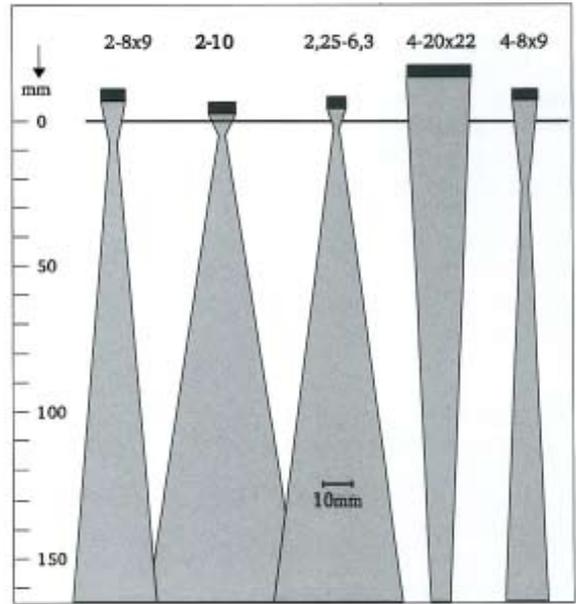
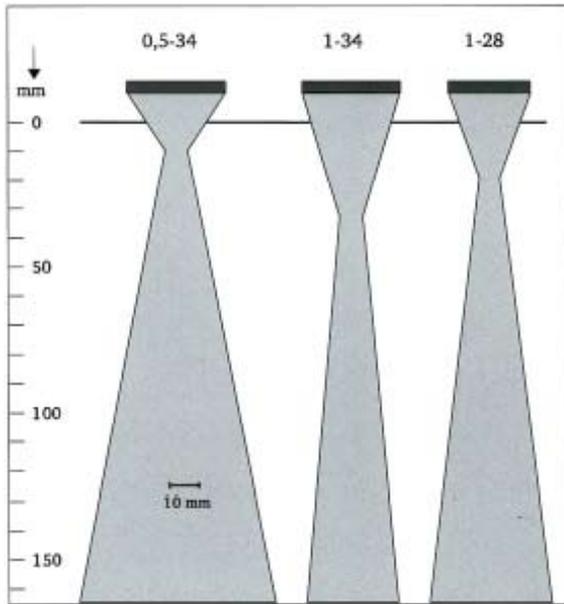


## 直探头

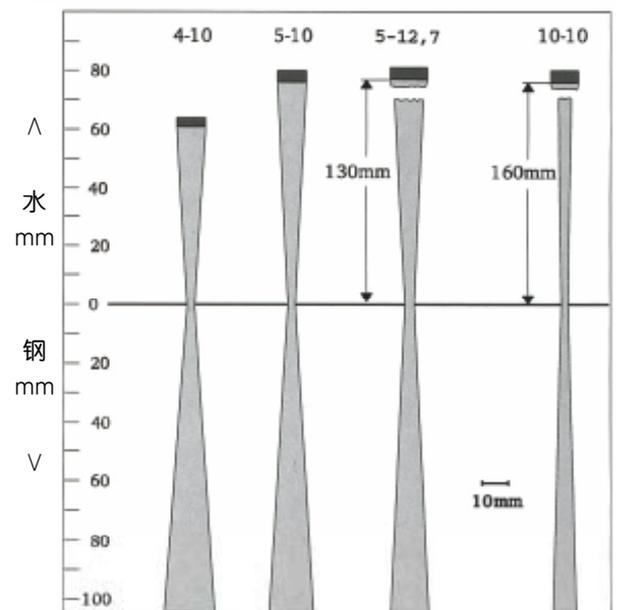
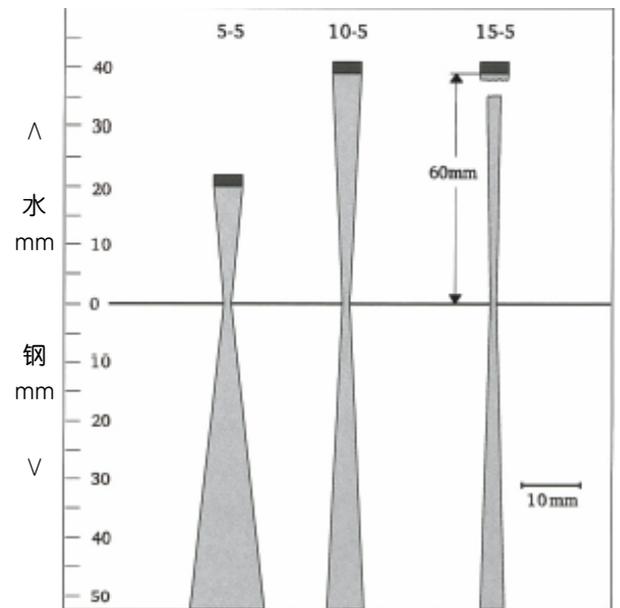
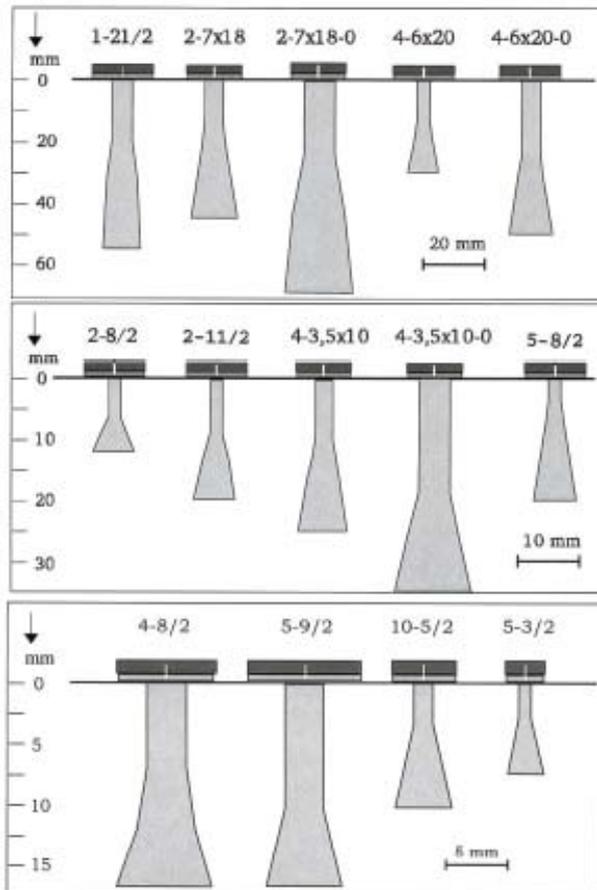




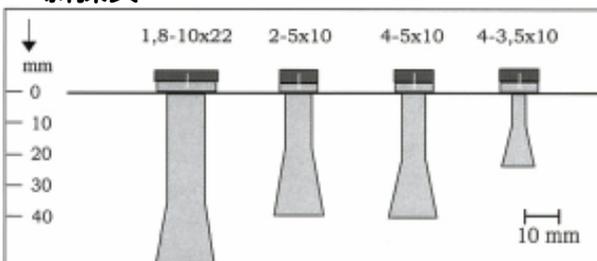
**斜探头** (单探头: 关于TR斜探头请见下面的TR探头部分)



### TR探头



### TR斜探头



### 浸入法探头

