

## 复合材料 R 角相控阵检测系统 R 角探伤检测

### 产品详情



## MULTIX

为全平行系统，允许所有通道同时工作，M2M 的主流产品。实现高速信号多路平行处理，优化检测速度，让扫描法则更灵活。能对二维矩阵探头进行更好的操控。

通道配置:	32x32, 64x64, 128x128
适用领域:	研究机构及工业在离线检测
主要特点:	集成 SAUL 技术
	2x 并行数据处理
其他技术:	DDF, TCI, FMC, TOFT

# MultiX 全平行系列技术规格

<b>数据采集</b>	<p>4个电子闸门, 软件闸门, 闸门任意组合同步</p> <p>可选采集<b>激发条件</b>: 临界值, 回波, 时钟信号, 外接信号</p> <p>可选<b>存储条件</b>: 峰值, 虚拟探头A扫, 单元通道A扫</p> <p>采集中实时成像, 数据存储速度 <b>30MB/s</b>, 支持数据导出, 自定义报告生</p>
<b>相控阵技术规格</b>	<p>扫查类型: 线型B, 扇型S, 线型B+扇形S, 支持发射与接收分离设置, 3</p> <p>智能<b>参数化聚焦</b>: 点聚焦, 深度聚焦, 偏角, 多点聚焦, 多个深度聚焦</p> <p>发射法则 <math>\neq</math> 接收法则   动态孔径<b>DDF</b>   智能弹性探头<b>TCI</b>支持*   智能</p> <p>B, C, S扫<b>成像修正</b> (反映真实偏角, 反射角, 折射角与路径)</p>
<b>脉冲发生器</b>	<p>电压 (负方波): <b>30 V ~ 200 V</b> 可调, 分辨率 1V</p> <p>脉冲宽度: <b>30 ns ~ 1280 ns</b> 可调, 分辨率 <b>2.5 ns</b>   脉冲上升时间 <b>&lt; 10 ns</b></p> <p><b>最大脉冲率: 30 KHz</b></p>
<b>接收器</b>	<p>放大器带宽: <b>0.8 ~ 20 MHz</b>   增益控制 <b>0 ~ 80 dB</b>, 支持通道分别调节</p> <p>时间校正增益 <b>TDG</b>: <b>32</b>个可编程点, 最高斜率 <b>40 dB/<math>\mu</math>s</b>, 同步支持</p> <p>通道间串扰 <b>&gt; 50 dB</b>   最大输入信号幅值: <b>0.8 Vpp</b></p>
<b>数据处理</b>	<p><b>数字化频率: 100 MHz (10 bits)</b>, 从 <b>100 MHz</b> 到 <b>6.6 MHz</b> 可调节</p> <p>输入阻抗: <b>50 <math>\Omega</math></b>   整体采集延迟范围: <b>0 ~ 1.6 ms</b>, <b>10 ns</b> 增量</p> <p>发射/接收<b>延迟范围</b>: <b>0 ~ 20 ns</b>, <b>2,5 ns</b> 增量</p> <p><b>采样点数: 高达 65,000 点</b></p>
<b>嵌入处理器</b>	大型 <b>FPGA</b> 嵌入, 实时数据处理
<b>通道配置</b>	全平行结构: <b>32x32, 64x64, 128x128</b>
<b>软件支持</b>	集成无损检测模拟平台 <b>CIVA</b>   支持工件CAD信息导入   最全可参数化控相控阵设置面板   检测参数智能配置   声场模拟
<b>数据兼容</b>	CIVA, NDT kit / ULTIS
<b>运行平台</b>	通过 <b>USB2</b> 连接 Windows 系统电脑 (台式/便携式)
<b>外形尺寸/重量</b>	<p>(32, 64) 长 x 宽 x 高: <b>342 毫米 x 316 毫米 x 177 毫米 - 重量: ~8.8 公斤</b></p> <p>(128) 长 x 宽 x 高: <b>449 毫米 x 435 毫米 x 177 毫米 - 重量: ~13.7 公斤</b></p>
<b>输入/输出</b>	<p><b>Hypertronix 型相控阵探头</b>接口: 32x32 型 <b>1</b> 个, 64x64 和 128x128 型</p> <p><b>4</b> 个传统探头接口 <b>LEMO®00</b></p> <p><b>8</b> 个<b>编码器</b>输入接口   <b>2</b> 个<b>外部激发信号</b>输入接口</p> <p><b>16</b> 个<b>数字TTL</b>信号输入口 (用于<b>智能弹性探头TCI</b>信号交换)</p> <p><b>11</b>个可用<b>报警</b>信号输出口: <b>7</b> 个<b>模拟信号</b>输出   <b>4</b> 个<b>数字TTL</b>信号输出</p>

M2M 研发出的 SAUL 技术通过对脉冲延迟的实时控制, 能够使其发射的入射波阵面与待检工件的复杂表面 (内外弯角) 平行。这样以来我们能够工件表面几何形状对检测的结果的影响降到\*\*\*低。利用此技术, 我们能够使用同一个相控阵探头对一个表面复杂的工件的平面部分, 内外弯角部分进

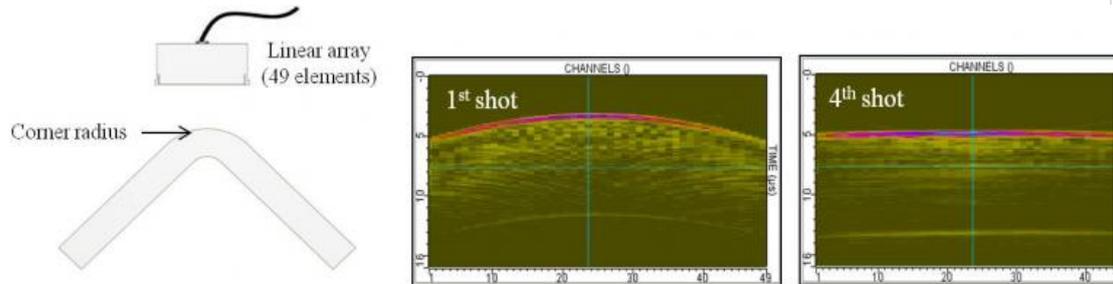
行无盲区检测。结合全自动化扫查装置，此技术大大的提高复杂工件的检测效率。

此技术基于对表面波波型的迭代处理技术，系统自动计算出工件当前表面几何形状，然后根据此结果对延迟法则进行实时的计算。如此以来，检测时我们无需预先知道工件表面的几何状况便能发出自动与此面契合的波阵面。此技术在航空复合材料的检测中优势体现的尤为突出。

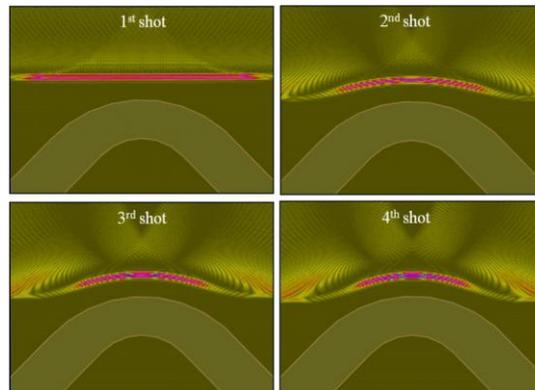
我们通过下图来对 SAUL 技术的一般原理做一个简单的介绍。如下图左所示，一个平面线型相控阵探头被设置于一个复合材料工件 R 角区域的上方。

目的是使用水浸法对 R 角区域进行有效的检测。

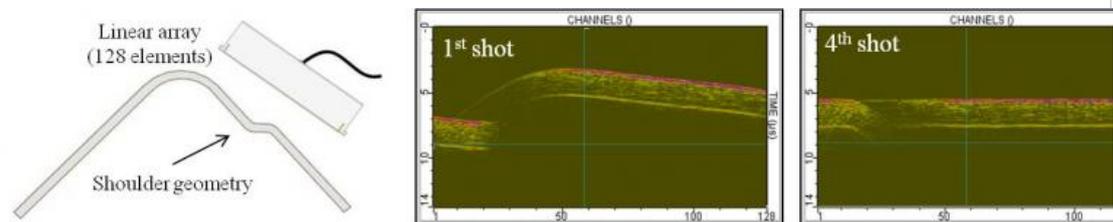
步，探头发出一与探头表面平行的平面波。每个单元晶片将同时对表面反射波进行接收，获得的 B 扫图如下图中。我们可以观察到受结构弧形表面的影响声波的能量从中间向两边逐次降低，信号之间的相应时间差也真实的反映了结构的几何外形。但是由于受表面外形影响，此平面波在大部分区域声波相对于工件表面是斜入射，能渗透进工件内部的能量相对较少，底面波响应很弱。我们很难对工件内部的缺陷进行有效的检测。



第二步，将是对步采集到的数据进行实时的处理，通过分析表面波相应的时间来计算出工件的几何外形，此计算结果可用来算出新的发射与接收的延迟法则，依此法则探头进行新一次信号发射，产生出能更接近平行与工件表面的波阵面。通过三到四次迭代，我们便可得到非常理想的结果。如上图右所示，通过四次迭代之后，我们得到的 B 扫图表面波响应已接近一条直线，说明声波是平行与工件表面入射的。而且相对图中次响应，表面波响应能量更高，分布更均匀；底面波也比次相应更明显。下次在实施 SAUL 迭代过程中，探头发射的声场的模拟。我们可以观察到得到的波阵面一次次的更加接近工件的几何外形。



此法对其他类型的曲面也同样适用，如下图：

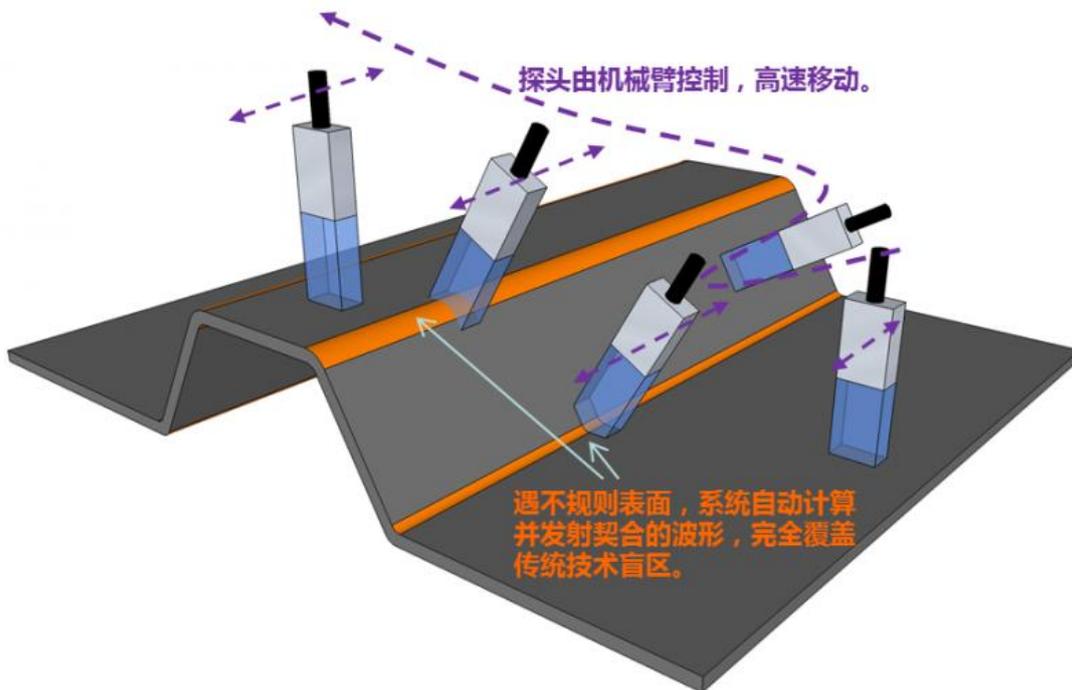


SAUL 算法已被成功植入 M2M 的 MultiX 系列系统，所有的迭代计算都在电子芯片中实时完成，在完成 100% 无盲区检测的同时也保障了工业检测的高效率。通过与加拿大自动化检测集成商 Mecnov 的合作此技术已经成功被运用到 EADS 的复合材料生产基地的工业检测中。在未来此技术还有望扩展到其他领域的无损检测中，比如涡轮机的叶片或其他有不规则表面的金属工件。



## SAUL 应用

通过实施 SAUL 表面契合法，使平面探头能够实时产生与工件局部曲面相对平行的波阵面。一个拥有平面及内外弯角的工件 (如下图) 能完全被一个平面线型相控阵探头完全检测。我们无需去关心工件的几何尺寸，通过一系列高速实时的迭代计算，SAUL 可以智能地学习工件外表面尺寸。通过对表面的学习，让系统能够对晶片施加准确的延迟法则，从而产生能完全契合工件表面的波阵面。如下图所示，SAUL 技术与自动化机械设备的搭配，让大量拥有复杂外形的航空复合材料检测更加可靠，更加高效。同时由于 SAUL 技术能够自我补偿契合的不足，所以此法对机械设备的精度要求也随之降低，从而更进一步降低了工业成本。

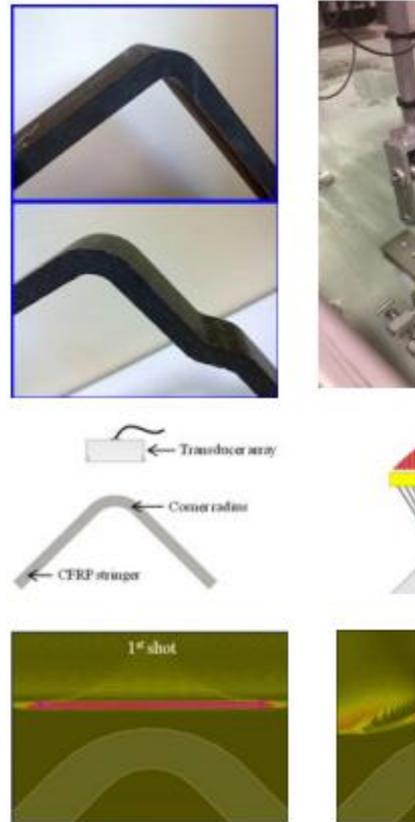


航空复合材料复杂几何外形及 SAUL 扫查方案

**M**2M 在航空无损检测领域有着丰富的经验，用户包括空客、达索航空、波音、及中行工业等航空巨头。其中法国空客与 M2M 已经合作多年，有着多个合作研发项目。这种合作模式让我们能更了解用户的需求，并以用户的实际问题出发研制更具突破性的产品方案。

复合材料 R 角的检测一直是困扰航空无损检测行业的难题。M2M 革命性的提出了使用平面相控阵探头检测 R 角的超声自适应法 (SAUL: Self-Adaptive-Ultrason)。超声自适应法 SAUL 以水为耦合介质，设备通过表面回波自动识别工件表面轮廓，并实时计算聚焦最佳焦法则使探头发射出平行于 R 角轮廓的弧形波阵面，从而达到覆盖 R 角盲区的效果。MultiX 全平行系列能同时激发探头所有晶片，在此法的应用上起到了决定性的作用。

采用 SAUL 法，对于大量不同类型的 R 角工件均可采用一个平探头解决。同时配备自动化机械扫查装置，将大大提升检测效率。



## 案例演示

我们以下的例子展示 SAUL 法对 R 角区域的检测能力。复合板 R 角内侧有  $\phi 3$  的人工平底孔预留，平 PA 探头由机械臂带动沿 R 角纵向方向移动，我们通过记录 B 扫描图像来观测表面波、底波及人工缺陷的成像情况。SAUL 和未启用的 B 扫结果对比，我们可以发现启用了 SAUL 之后，整体增益增加（回波能量提高），对内层自然缺陷均得到理想结果。

此应用方案已成功装备于欧洲宇航防务集团 (EADS) 阿基坦复合材料生产基地。

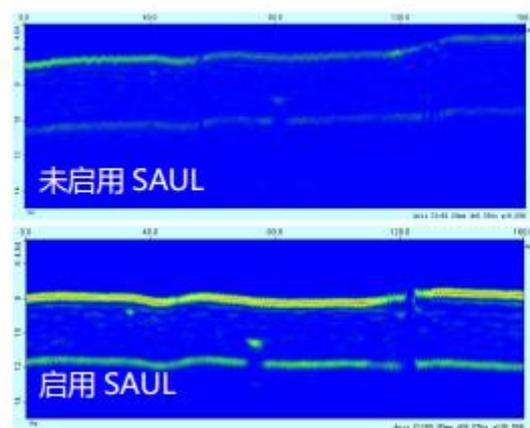
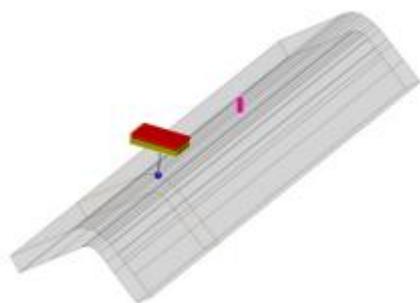


表  
底

表  
底