



NDT-RAM 系统 选型手册

 **NDT** RESONANT ACOUSTIC METHOD
by The Modal Shop

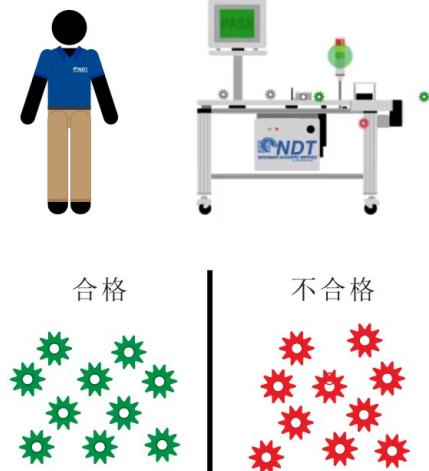


关于The Modal Shop

“通过智能传感方案优化人力、产品以及流程，进而简化日常工作。”

The Modal Shop 的音频共振无损检测系统的设计源于您对100%在线检测的需求。NDT-RAM团队十分理解夜不能寐，时刻担心半夜生产线故障的苦楚，正因为理解，我们向您推荐质量检测系统，以简化您的生活。近20年，我们已为遍布全球的客户解决了无数产品质量及流程问题。

当您遇到一个问题或需要技术支持时，您希望尽快得到答案。我们说到做到，这是我们承诺的基石。您可以通过pcbchina@pcb.com联系我们了解更多产品信息，也可以拨打我们各分公司电话。



访问WWW.NDT-RAM.COM

感谢您选择The Modal Shop和NDT-RAM作为您质量检测和过程监控的合作伙伴。我们诚邀您浏览以下网页及www.ndt-ram.com，了解更多我们的产品和服务信息。我们期望帮助您达到100%产品质量检查的目标。



视频库

我们相信无论您在哪里，都可以通过我们的视频库为您提供帮助。我们的网站www.modalshop.com/videos提供7天×24小时的视频教程，并在不断更新扩大。



信息和下载

从应用信息到下载目录、参数表或技术论文，您可以访问我们www.ndt-ram.com，轻松找到这些资源。



技术文档

在www.modalshop.com/NDT-RAM-Technical-Paper-Archive中，我们提供针对音频共振检测法的技术和应用的文献，并且还不断更新和增加。



常见问题

了解最适合你的100%在线监测系统，您也可以租赁一套适合您需求的设备。更多详情可访问www.ndt-ram.com

选型指南

NDT-RAM 总览

确保无缺陷	04
NDT-RAM 为您工作	04
检测差异	05
音频共振法的比较	05
音频共振检测法概述	06
为什么选择NDT-RAM	07
系统安装和培训	07

NDT-RAM系统

自动化解决方案	08
小型部件方案	10
多功能检测	12
集成嵌入式检测	14
现场检测	15

工作中的NDT-RAM

Capstan Atlantic 公司案例研究	16
NDT-RAM 动画	19

NDT-RAM 系统



NDT-AUTO 全自动系统
自动传送带和工控机



NDT-DTF 跌落测试系统
自动分拣缺陷零件的快速检测系统



NDT-TS1 测试平台
带有可调节平台的共振检测系统，
方便检测不同形状和尺寸的零件



NDT-SEMI 半自动系统
共振检测系统，非常适合集成到现有的生产处理流水线中



NDT-MAN 手动系统
便携系统，用于抽查，现场故障诊断
以及新产品的参数设置

确保无缺陷



这些零件是
好是坏?

当下全球的制造业，产品缺陷无论对您、您的客户或消费者来说都是灾难性的。NDT-RAM音频共振检测系统（ASTM E2001-08标准）应运而生，帮助您经济有效地全检零件，让您和客户对零件质量100%放心。无论处于什么环境，我们的一系列系统可以帮助您达成目标。

NDT-RAM的原理很简单。每个零件都有唯一的共振特性和模态来反映它的结构。任何与预期特征和模板的背离都表示产品有结构缺陷或变化存在。例如，一个有裂纹的钟不能发出清晰的响声，音色也完全变化。

无需零件的预处理，该技术能客观地依据谐振频率的变化来检测产品内部和外部缺陷，如裂缝，孔洞，材料密度，钎焊完整和遗漏加工，消除人工检测时误差。一个零件的检测过程仅需几秒，这使得整个质量监测流程效率非常高。

NDT-RAM 为您效劳

NDT-RAM团队理解品质的挑战。每个系统的设计都是为了实现客户所有零件100%全检的目标。



生产团队

清洁-无需清洗，磁化，染料或其他繁琐的零件预处理

简单实用-简易的技术让NDT-RAM容易学习，使用和执行

快速-最快可达到1秒一个零件的全检



工厂经理

节省时间-缩短检测时间

多功能-系统能测试不同的零件，从下拉菜单中选取标准然后开始测试

坚固-NEMA4外壳能适应各种工厂环境



品质经理

准确-计算机化的通过/失败，确保检测的准确性

智能-易生成统计分析报告

安全-提供系统密码保护，分为三级使用者：经理，技师以及检测者。



执行/所有者

建立信任-提供客户希望的高品质产品有信心提供100%全检

经济-测试快速，降低废品率，返工，耗材等等，投资回报率高

聪明安全的选择-免费零件测试以及我们100%客户满意承诺

检测差异

共振检测法是一种独特的共振超声谱（RUS），也被称作谐振检测（RI）。ASTM E-2001-8注明了共振检测。共振检测法（NDT-RAM™）提供了内部及外部缺陷的整体检测法。也可以用来检测加工过程，如遗漏处理或机加工工序。

工艺	典型缺陷	工艺	典型缺陷
粉末冶金	裂纹，碎片，孔隙，硬度/密度，夹杂，热处理，脱碳，钎焊，总体尺寸，原料杂质，遗漏工序/操作	铸造	裂纹，冷隔，缩松，硬度/密度，夹杂，热处理，参与应力，球化率，总体尺寸，原料杂质，遗漏工序/操作
锻造	裂纹，遗漏或双击，缩松，夹杂，热处理，淬火问题，褶皱，总体尺寸，原料杂质，遗漏工序/操作	焊接	焊接质量，遗漏焊接，焊缝冷焊，夹杂，不均匀焊缝，不对称，孔隙，总体尺寸，原料杂质，遗漏工序/操作
冲压	裂纹，分层，撕裂，壁厚，夹杂，热处理，不对称，褶皱，总体尺寸，原料杂质，遗漏工序/操作	钎焊	钎焊质量，遗漏钎焊，二次钎焊，不正确的钎焊，夹杂，不均匀焊缝，不对称，孔隙，总体尺寸，原料杂质，遗漏工序/操作

测试 讨论

NDT方法比较

音频共振检测法提供了无需预处理的100%全检的良好方法。以下是音频共振检测法与其他方法的比较。

缺陷类型	电涡流	磁粉探伤	超声波	射线法	音频共振
裂纹，碎片，缩松，孔隙	●	●	●	● / ●	●
遗漏工序/操作	● / ●	●	● / ●	● / ●	●
材料性能	● / ●	●	●	●	●
结构特征	●	●	●	●	●
缺陷位置					
表面（外部）	●	●	●	●	●
内部	●	●	●	●	●
钎焊/粘合/焊接	●	●	● / ●	● / ●	●
速度，培训，成本					
零件吞吐量	○	●	●	●	●
培训	●	●	○	●	●
整体检测成本	○	○	●	●	●
自动化产线能力					
定量结果	● / ●	●	● / ●	●	●
自动化需求	○	N/A	●	●	●
	○	N/A	●	●	● / ○

*NDT-RAM does not detect cosmetic flaws

音频共振法概述

为了更好地解释音频共振法（NDT-RAM），
让我们想下人们是如何通过声音分辨一个好铃  和坏铃 



激励

通过摆动，激励让铃声产生声音。

测量

耳朵听到声音并将其转为大脑需要的电信号。

处理

大脑将信号处理为音调和音符，就是所谓的频率。

量化

通过比较确定铃是“好的”还是“坏的”。

NDT-RAM系统运用的完全相同的方法，能更客观地辨识复杂部件的微小区别。测量范围远高于人耳。



激励

用工业力锤敲每一个零件，产生声音。

测量

用传声器（人耳可听和不可听）测量声音，转化为电信号。

处理

智能的数字控制器通过快速傅立叶变换甄别频率特征。

量化

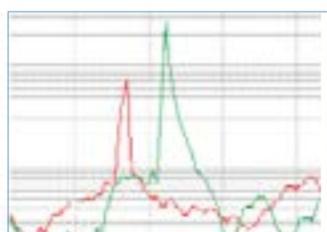
NDT-RAM 软件对结果进行比较，建立相应的合格和不合格的结果区。

测试 讨论

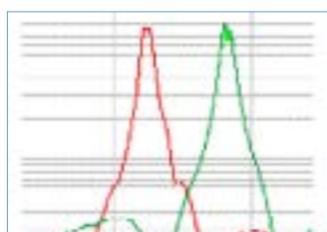
合格/不合格技术

结构的共振由它的质量、刚度和阻尼定义。这些谐振频率可以测量大多数刚性材料，包括金属，陶瓷和复合材料。NDT-RAM系统检测的频率变化是由缺陷如裂纹引起的，包括缩松和孔隙以及球化率差异，尺寸、几何、重量、密度和制造工艺。

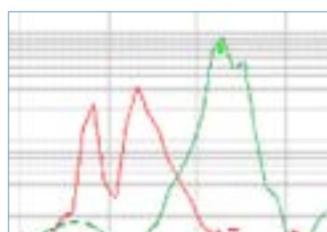
某些缺陷引起的质量、刚度和阻尼变化.....



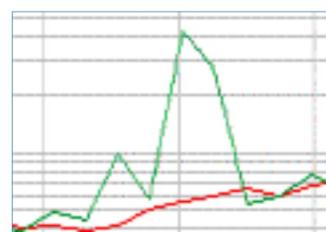
共振频率的峰值和频率都变化



共振频率的频率变化，峰值不变



单个峰值分裂为双峰值



峰值消失

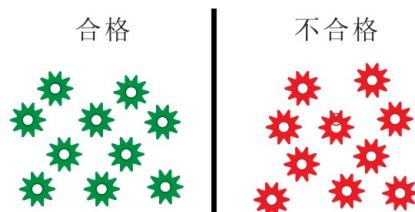
为什么选择NDT-RAM

The Modal Shop, Inc.(TMS)提供了一个简单的过程来评估您使用NDT-RAM系统的收益。谐振检测系统是一种有效的解决组件质量过程监测的方法。人性化地使用NDT-RAM系统可以让你的团队的每一个成员都能受益。

免费零件实验

你的零件适合共振声波法吗？找出一个没有风险的评估手段！

- 送一套已知“好”和“坏”的零件到TMS
- TMS试验确定NDT-RAM对零件是否可用
- 一组检验结果和可行报告，发还给客户



投资回报率研究

你不明白NDT-RAM财务价值？让TMS帮助您做出明智的投资决策。

- 和你的团队合作，在每个项目的基础上编写一份完整的报告
- 评估质量故障、安装和劳动的费用
- 报告包括投资回报率、内部收益和投资回收期



无损检测系统的租赁

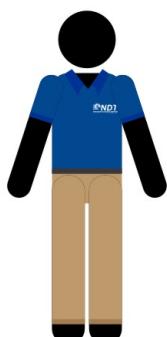
租赁服务包括试用和客户正常的检测需求。

- 租赁范围从手动系统、跌落系统至全自动测试系统
- 在您的生产环境中体验100%全检验的益处
- 现场和后续培训解除您的后顾之忧
- 您已经试用或者购买？第一个月的租赁费用将全部转化为购买款项



系统安装和培训

每个NDT-RAM系统包括现场安装和培训。我们对您的承诺是100%客户满意-我们与您密切合作，使您的质量检查过程简单和有效。The Modal Shop的无损检测工程团队一对一与工厂管理、工艺工程师、测试技师和现场检查员合作确保NDT-RAM成功开始使用。我们的现场培训包括以下内容：



- 分析仪设置和自动化
- 理解显示界面
- 建立标准
- 设定限制
- 生成和分析报告
- 补充更多零件
- 硬件和自动化概要
- 故障诊断和常见问题解答
- 特殊需求及更多

The Modal Shop的NDT-RAM工程师和客户服务团队继续在安装和现场培训结束后对您服务。我们全身心致力于为您提供最佳的测试方案。

自动化检测方案

自动检测系统 型号 NDT-AUTO

无损检测NDT-AUTO系统是一款易集成的在线检测方案，以确保生产质量。

- 自动传送带的吞吐量是几秒一个零件
- 对高产量生产线合格或不合格的快速检定
- 对粉末冶金和铸造以及类似部件的理想测试方案
- 适用于各种零件和几何外形

应用

- 粉末冶金
- 铸铁件
- 锻件
- 韧性金属
- 金属冲压件
- 铝铸造厂
- 陶瓷
- 复合材料

换头控制测试出发

坚固的工控机

简易 可视
显示合格/不合格

支持各种零件的传送带和导轨

能灵活移动

100% 在线测试



主要指标

零件测试速率	1~3秒一件，典型的
零件类型	金属，陶瓷，高硬度组件
最大标准数量	20个
需要供电/气	AC 7 amps/压缩空气4-6 bar
总体尺寸	15 cm x 10 cm x 16 cm, 典型的

NDT-AUTO系统是寻求高效且可靠质量控制测试的大批量生产线的理想解决方案，例如粉末金属件、铸件及类似零件。该系统是独立成套的，可以直接移动到任何生产线。NDT-AUTO系统自动分选每一个零件，无需用户干预。

每个NDT-AUTO系统的核心是一个24位，50KHz的智能数字控制器，配工业冲击力锤和坚固耐用的传声器。此外，该系统还包括一个生产线传送带、光电开关、可编控制器、编码器和工控机集成的平板显示器，整体可提供一个完整的交钥匙包，用于检测。

测试 讨论

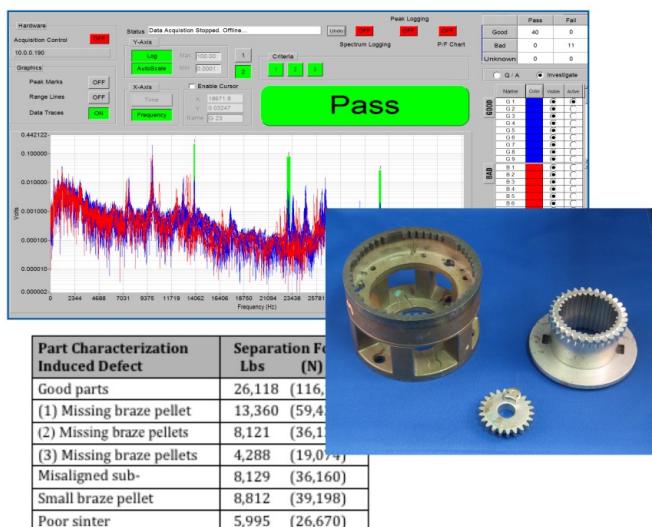
烧结钎焊

测试通过烧结、钎焊连接的复杂粉末冶金零件的结构稳定性是保证设计有效的关键步骤。不完整的钎焊钎料浸润，不适当的钎焊合金，损坏甚至遗漏钎焊步骤通过传统的无损检测方法很难识别。

通过烧结钎焊结构薄弱点的共振频率变化，无损检声振法（NDT-RAM）可以非常迅速完成所有部件钎焊结构完整性的检测。此外，该系统作为一个过程监视器，如果次品率超出了正常值。整个流程将终止并快速找出报废产品问题根源，将节省大量时间和金钱。

通过对谐振频率的变化对视觉和破坏性的分离拉力评价，NDT-RAM可以轻松、客观、可靠地检测低烧结钎焊接头。

自动化NDT-RAM使得它优于主观视觉或低效的分离力测试。



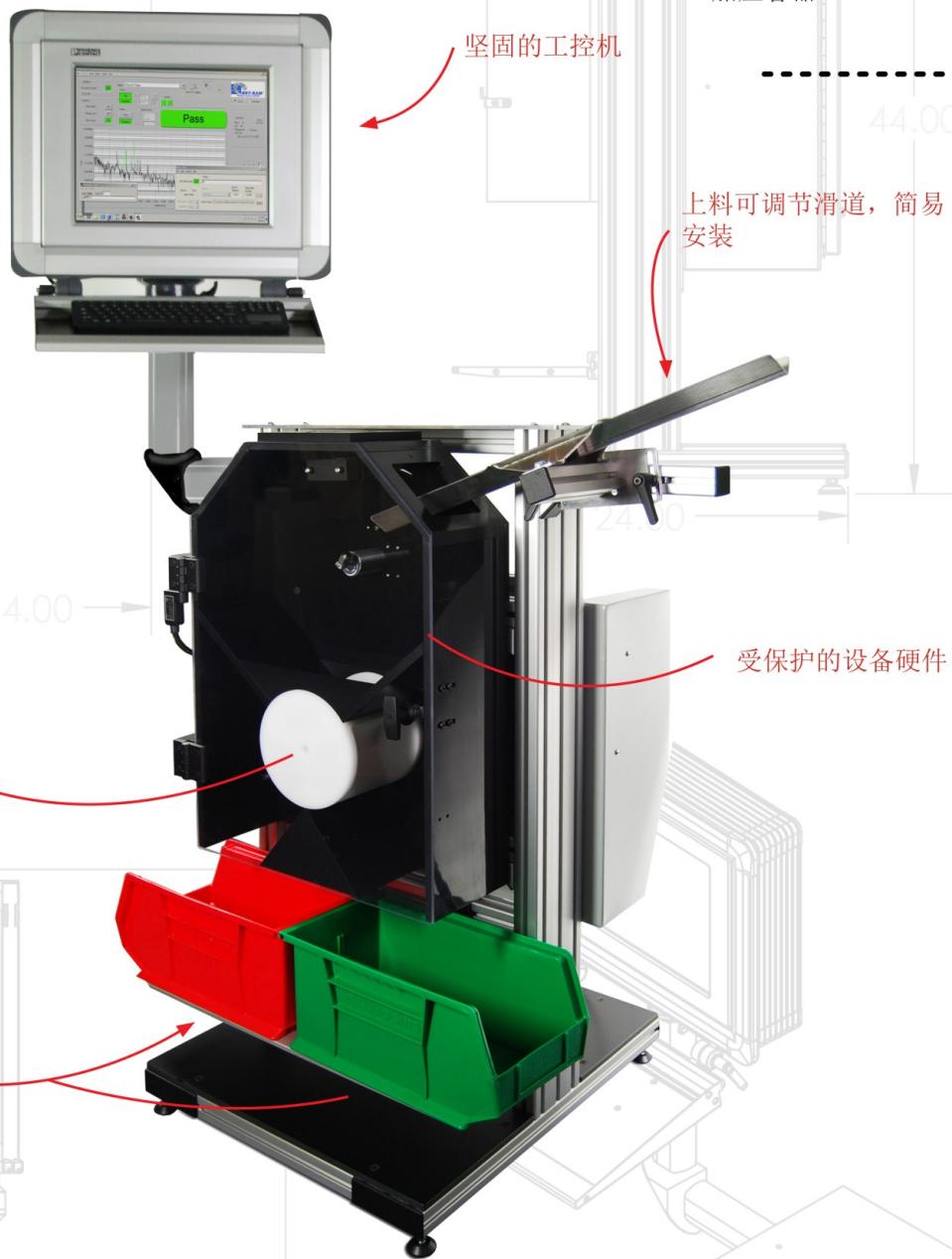
小型零件质量检测

跌落实验装置

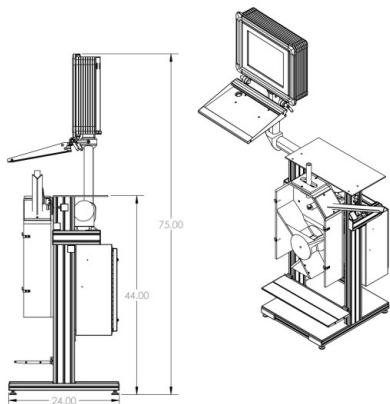
Model NDT-DTF

使小零件自动分拣更容易

- 金属注射成形 (MIM) , 粉末注射成型 (PIM) 零件和更多
- 小型自动化零部件如自动进料机或振动筛分选更容易
- 适合生产线环境的坚固耐用实验室的仪器



100% 自动化检测



主要指标

零件测试速率	1-3秒一件，典型的
零件类型	金属, 陶瓷, 高硬度组件
最大标准数量	20个
总体尺寸	610 x 610 x 1178 mm, 典型的
重量	36 kg

The Modal Shop的NDT-DTF,是一个小零件100%检查的理想选择。NDT-DTF系统提供了自动分拣和金属注射成型(MIM)，粉末注射成型(PIM) 和其它小零件的质量检测。整个测试快速、高效，周期约为每三秒一个零件。NDT-DTF客观排序不需要人为干预，由NDT-RAM系统给出一个简单的通过或不通过结果，并且控制伺服电机自动分选零件。

配有工控机，独立的跌落测试夹具、智能数字控制器，力传感器和传声器，这台交钥匙系统满足车间环境中的连续运行要求。此外，这种易于使用的系统可以检测产品的缺陷，如裂纹，缺少的功能和混合部件，也可以检测遗漏工序，如加工或热处理操作。

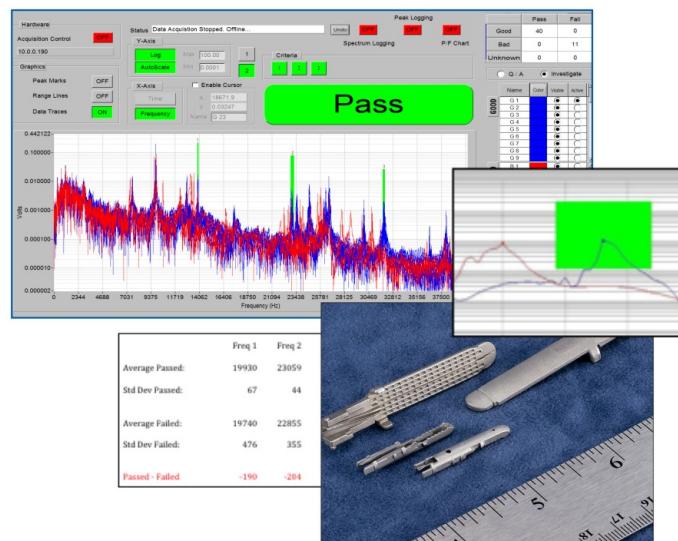
测试 讨论

金属注塑成型

确保金属注塑模具的结构完整性是质量管理系统中很关键的一环，尤其是在医疗器械应用中。通过视觉检测很难发现其中的裂纹，缺失及孔隙，而传统的无损扫描检测方法更是成本高昂。

NDT-RAM检测方法能确保零件生产过程中结构完整性的快速、整体指示。由裂纹，特征缺失或误操作引起的固有频率改变很容易被检测出。此外，该系统可当作过程监控器，假如固有频率的改变超过了标准值，生产程序将会停止，并能分析出原因，为您节约时间成本。

同X射线检测结果相比，NDT-RAM能更容易更客观地检测到有缺陷的零件，金属注塑成型零件的100%检测降低了不利因素，提升客户满意度，增强零缺陷发货的信心，捍卫您的声誉。



多功能检测台

无损检测试验台

型号：NDT-TS1

具有可调平台的自动工作站，适合各种零件尺寸和形状的简单测试。

适用于以下情况：

- 复杂几何形状的大型的零件
- 加工车间或任何小订单的制造
- 小吞吐率的检查
- 在检验情况下消除人工分类

应用

- 车轮轮毂
- 刹车盘和卡钳
- 控制臂
- 转向节
- 专业部件
- 质量检验的零部件
- 品质实验室

用工业力锤进行可重复检查

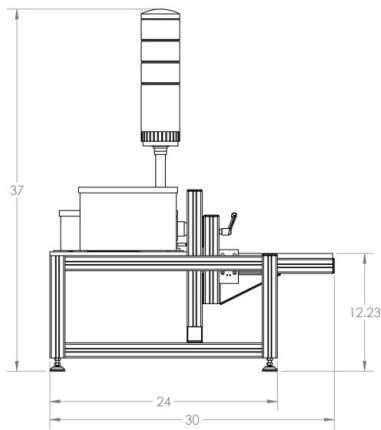
适合工业环境的坚固设计

简易，可视
显示合格/不合格

定位上料的双探头

简易可调测试台面

可重复的手动检测



主要指标

零件测试速率	手动, 5-10秒一件, 典型的
零件类型	金属, 陶瓷, 高硬度组件
最大标准数量	20个
总体尺寸	610 x 762 x 1016 mm
重量	41 kg

测试 讨论

球墨铸铁球化率检测

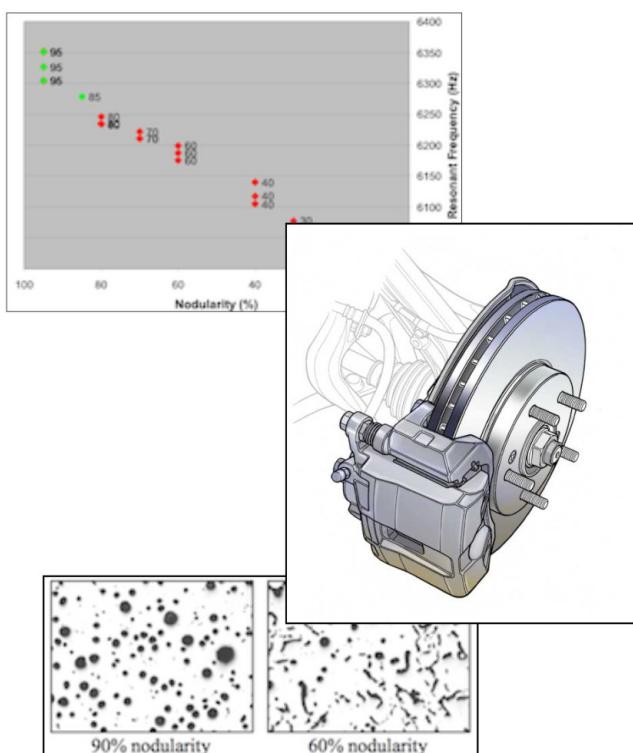
球墨铸铁的球化率是一个旷日持久的主观性检测项目，可借助视觉分割法和超声波浸入法。零部件在侵入之后需要重新复位，以防止生锈和氧化，这会增加额外的步骤和花费。

NDT-RAM提供快速的零件全身指示，无需零件浸入或准备。通过敲击零件并设定临界的谐振频率，系统屏幕即可显示出该临界规范下的球化率。

NDT-RAM计算机化的测试方法确保了简单，可靠，经济实惠的球化率检测，避免了浸入引起的各种弊端，此外，共振法检测所提供的球化率全身指示法不仅仅是为了应付本地抽查。

The Modal Shop的NDT-RAM 测试台，NDT-TS1，是理想的手动检查选择。NDT-TS1提供零件精确定位的一个可调桌子，高达15.24 cm的高度变化。当一个零件处于合适位置时，光电开关触发冲击力锤。

当零件受到敲击时，目标零件不需要人为进行判断，运行NDT-RAM软件的笔记本电脑会根据所获取的数据判断零件合格或不合格，然后指示灯会提示一个清晰可视信号，指示零件的测试状态。



集成式嵌入测试系统

无损检测半自动化系统

型号：NDT-SEMI

- 无缝整合到现有的生产线
- NDT-RAM软件易于实现自动化测试
- 敲击锤可与工业冲击锤互换
- 可灵活使用，同一条检测线可以适用于多种装配和零件



The Modal Shop的NDT-RAM半自动化系统易于集成到现有的生产线。该系统包括所有的NDT-RAM核心部件，包括智能数字控制器、工业冲击器、传声器、软件和工控机的系统可以直接和可编程逻辑控制器（PLC）相连接，可以成为您现有的质量检测系统的一部分。

主要指标	
最大标准数量	20 个
工业力锤尺寸/重量	40.64 x 17.78 x 11.43 cm/ 7.7044 kg
工控机尺寸和重量	56 x 15 x 48 cm/18 kg

测试 讨论

汽车NVH

汽车工程师试图降低发动机及变速器的噪声，制动尖叫，嘎吱声及其他相关问题，这正是越来越多的购车者所恼怒的东西。汽车OEM厂商制订了刹车部件的第一阶固有频率，他们希望供应商可以测试并满足要求。

NDT-RAM提供了一个快速，整体的NVH测试方案，通过敲击零件并测量该零件的多阶固有频率，能够100%测试刹车部件的声品质，以满足供应商的规范要求。

在美国，刹车NVH每年的质保期内维修花费都超过一亿美元，NDT-RAM可以给客户提供一个经济省钱的共振检测方式，确保车辆NVH能达到供应商要求，降低保修索赔。



TEST ON-SITE

无损检测手动系统

型号：NDT-MAN

- 是产品设计阶段、故障排除和隔离情况的理想选择
- 可在生产现场或周围使用
- 质量部门可在不中断生产线生产的情况下检测



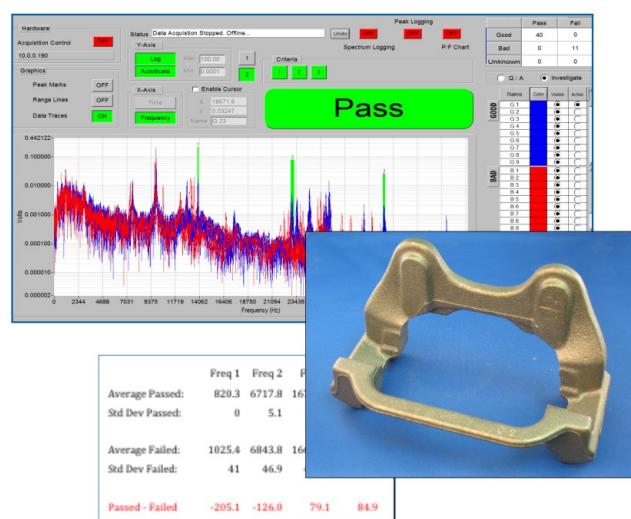
The Modal Shop的无损检测手动系统拥有共振检测的所有核心部件，包括一个小型智能数字控制器，冲击锤，传声器，软件和坚固的旅行箱。该系统提供了一个完整的便携式质检解决方案，适用于大多数零件，并且是现场测试、零件检测和故障排除的理想选择。

测试 讨论

金属铸造

一个刹车锚栓的汽车零配件供应商，当其发现成品零件有裂痕时，将会面临着来自客户的极大压力，这使得他们必须通过磁粉技术和冗长的200%视觉检测方法来对零部件进行成批检测。

NDT-RAM确保100%零部件质量检测，可靠的设计提供快速而高效的7天×24小时的高通过率操作，相对于磁粉技术和视觉检测法，NDT-RAM更加省时省钱。



产品检测的有用方法

为了理解NDT-RAM是怎样工作的，考虑钟或者音叉的操作，当你敲击乐器时，乐器振动，并发出声音，并且始终发出同样的声音。这种声音的一致性其实就是乐器的一致性的体现，这就是NDT-RAM技术的原理。当敲击一个小铁毡时，它的部件如齿轮会发出一个固有频率，作为结构响应的一部分，这种唯一的且可测量的特征通过对比分析，即可知道产品的好坏。正如一个有裂纹的钟，其发出的声音就没有结构完好的钟发出的声音听起来真实，部件也可以通过同样的方法来进行测试。假如一个齿轮有裂纹，其密度必然不正常，与合格产品比起来，结构特征也会有变化，所以瑕疵就能被检测出来。

NDT-RAM测试整个零件的外部和内部瑕疵，客观性定量分析能消除主观判断的误差，一个动态传感器采集声音信号，然后一个高速的AD转换器将信号转换成可测量数据，有缺陷的零件其结构谐振也会相应改变，将这种改变与预设的数据进行对比。本质上，NDT-RAM采集零件的结构响应，然后根据所设定的合格部件的数据来评估该响应是否达标。

将标准零件定义为模板，同时采集合格和不合格产品的数据是为了提供一个客观的，可测量的对比。

一旦这个模板被写入程序，NDT-RAM系统能进行自我调节，所以不需要太多维护，也无需专业的操作人员。



“和NDT-RAM合作对我们的装配线来说真是一个正确的事”，Mr.Slattery说，“这不会影响我们的生产率，部件包装之前先通过系统测试，而没有通过检测的部件将会被自动移除，齿轮通过检测后迅速包装并运输”。

制造商无需担心该系统的耐久性，NDT-RAM配备了坚固的传声器、工业敲击锤和NEMA智能数字控制器，专为工业应用环境设计，持久耐用，其机械结构能完美应用于大容量工厂需求。



NDT-RAM给您带来的效益



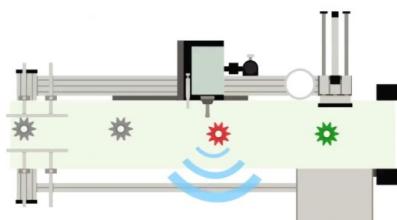
对于Capstan Atlantic公司来说，NDT-RAM不只是省心，而且也节省成本，据Mr.Slattery介绍，“相较于之前的检测方法，目前使用NDT-RAM每个齿轮节省33美分”，该公司每天装货5000个齿轮，算下来每天就能节省1,660美元。此外，由于NDT无需专业人员操作，因此又节省了人员开支。

但是更重要的是该公司获得了最高水平的品质保证。“每当我下班后回到家，我不需要整晚担忧我的产品是否漏过质检并交付给了客户，因为我知道生产线上的每一个齿轮都通过了彻底的检测，这种体验很难用价格来衡量”，Mr.Slattery如是说，“但是当出现故障时，你很容易就知道损失了多少，这是每个工厂的噩梦。”

对CapstanAtlantic来说，一个有缺陷的零部件对于驱动系统意味着客户“走路回家”。换句话说，当汽车发生故障，乘客被困，在这种情况下拆除的费用和消费者的赔偿很容易就超过购买NDT-RAM的花费了。但如果这只是个案的话，只会产生很小的影响，否则将会导致召回——这将可能导致一个公司的破产。



NDT-RAM客户评价



采用的标准

"NDT-RAM，符合ASTM E2001-08规范，是一种可以同时适用于金属和非金属的超声共振检测方法。"

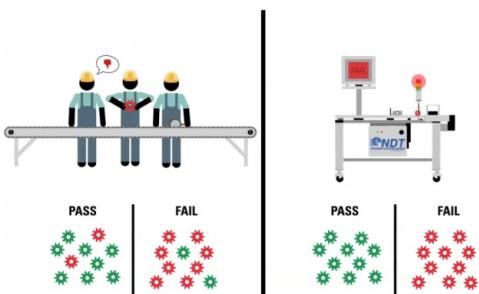
坚固耐用

"我们用NDT-RAM检测了超过两百万个零件，产品从未遭到客户拒绝。"



行业认可度

"主要的汽车零部件供应商都接受了声共振法，并将这种方法当成了测试规范。"

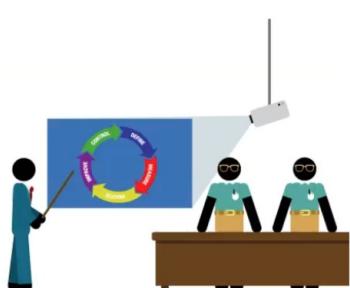


精确

"我们认为，手工检测方式不太适合我们，NDT-RAM的强大功能让我们感到放心。"

建立信任

"在一条关键的生产线上，没有100%质量检测是非常令人担忧的，NDT-RAM让您远离这种不安全感。"



改进工艺的经济型投资

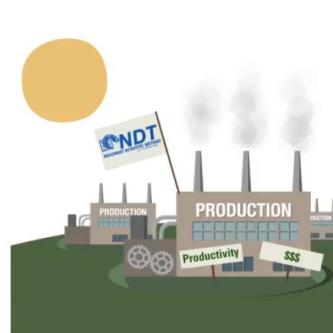
"NDT-RAM让我们意识到过程控制的不足并自下而上做出整改，这减少了过程异常，提高了产量。"



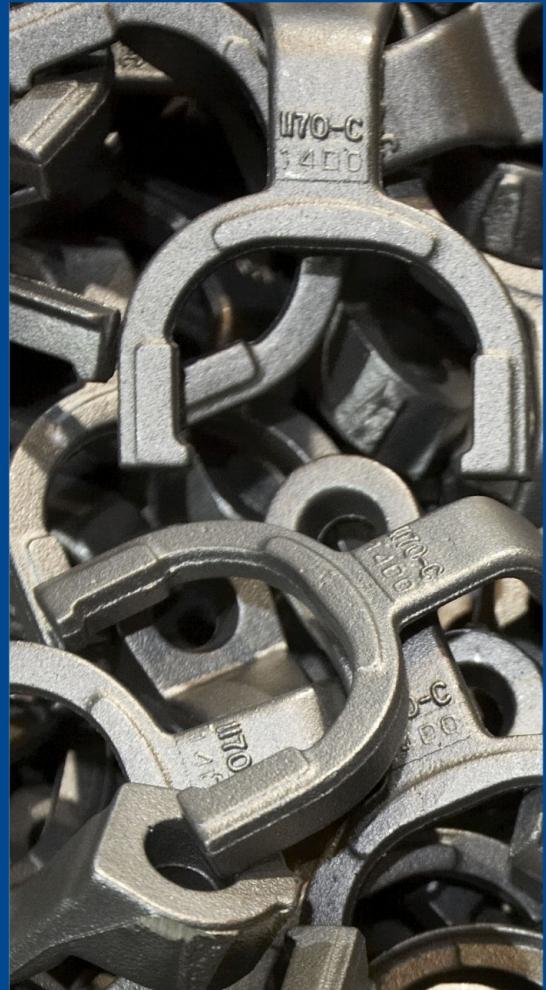
NDT-RAM团队让您的100%质量检测成为现实

一个明智的选择

"简单地说，NDT-RAM让我们很放心，晚上可以睡个舒心的觉。"



更多详情请访问：WWW.NDT-RAM.COM



NDT RESONANT ACOUSTIC METHOD by The Modal Shop

北京：北京市东城区东中街9号东环广场A座4N

邮编：100027 电话：010-84477840

上海：上海市肇嘉浜路789号均瑶国际广场23FC3

邮编：200032 电话：021-63741517

深圳：深圳市南山区科园路1002号A8音乐大厦1563室

邮编 518057 电话：0755-2876 5909

成都：028-8582 6229 西安：029-8956 7618

E-mail:pcbchina@pcb.com

 **TMS** THE MODAL SHOP, INC.
A PCB GROUP CO.

© 2014 The Modal Shop. In the interest of constant product improvement, specifications are subject to change without notice. NDT-RAM and LanSharc are trademarks of The Modal Shop. All other trademarks are properties of their respective owners.

MD - 0181 rev A