

涡流探伤用于  
与安全相关的零部件



### 创新的竞争力和国际表现

CT事业部位于德国多特蒙德，致力于研发和生产对金属零部件作无损检测的涡流仪器。销售部门从多特蒙德通过各地子公司和办事处向超过50个国家的客户提供服务支持。



▲ FOERSTER集团位于德国多特蒙德的CT 事业部

### 使用涡流方法可以高效地检测汽车零部件存在的质量缺陷

今天的汽车制造业对其高度发展的生产技术提出了更高的要求：生产商和供应商必须使用稳定的全自动质量控制系统的实现对各个生产环节的管理和监测。其原因有：

- 对安全和效率的需求不断提高
- 越来越高的产品安全法规的要求
- 日益提高的文档记录管理的需求
- 质量管理体系的证书认证体系

合格的销售应用工程师与终端客户紧密联系，综合考虑技术和成本，推荐最合理的检测系统配置。



FOERSTER集团的子公司、办事处和代理商遍布全球。

[www.foerstergroup.de](http://www.foerstergroup.de)

FOERSTER集团网站介绍了CT部门的各种工业应用范例，同时介绍发展历史，并提供产品技术文档。



◀ 福斯特集团位于德国罗伊特林根的总公司

# 目录

## 概要

|                    |       |
|--------------------|-------|
| 涡流技术               | 4     |
| 裂纹检测               | 5     |
| 材料特性和组织结构检测        | 6     |
| 多频检测和高次谐波分析        | 7     |
| 裂纹探伤检测的电子仪器系统和探头系统 | 8/9   |
| 材料分选检测的电子仪器系统和探头系统 | 10/11 |
| 辅助分析软件和线性回归        | 12    |
| 检测原理               | 13    |
| 认证                 | 31    |



TS 事业部  
原材料检测



CT 事业  
零部件检测



DM 事业部  
金属探测和磁性检测



M 事业部  
便携式检测和测量仪器

## 应用实例

|           |                                                                                       |    |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 活塞杆/活塞销   |    | 14 |
| 轴承套圈      |    | 15 |
| 气门/气门挺杆   |    | 16 |
| 气门座圈      |    | 17 |
| 气缸内孔      |    | 18 |
| 凸轮轴       |    | 19 |
| 回转部件      |   | 20 |
| 车桥枢轴      |  | 21 |
| 等速连接器/外星轮 |  | 22 |
| 制动盘/制动鼓   |  | 23 |
| 齿轮箱轴      |  | 24 |
| 轮毂        |  | 25 |
| 球头销       |  | 26 |
| 齿条        |  | 27 |
| 轧辊        |  | 28 |
| 传动轴       |  | 29 |
| 气门座       |  | 30 |

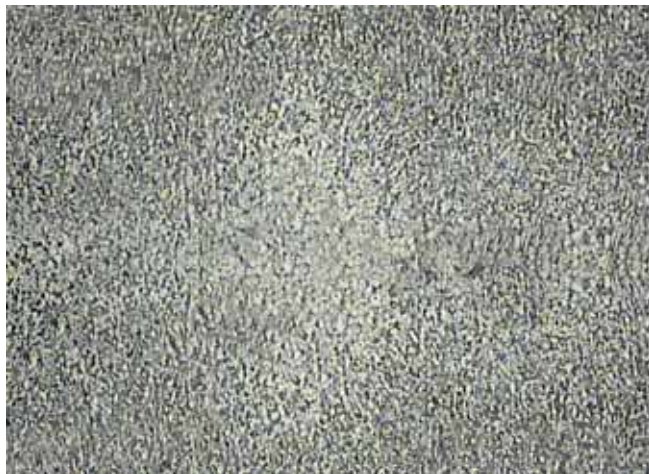
# 涡流技术

## 涡流技术

按照EN 12084标准，涡流技术不仅可以检测材料表面的裂纹、迭片、气孔等不连续性和不完整性的缺陷，还能识别如混料或者热处理状态不合格等类型的缺陷。典型的材质分选检测应用包括合金成分、表面硬度、硬化层深度、强度和微观组织结构特性等。涡流技术是非接触式的无损检测技术，不需要象耦合剂这样的额外介质，即使是脆弱的材料表面也可以轻松检测。



▲ 自动检测到的表面缺陷实例。



▲ 典型的微观组织结构。

## 涡流技术有别于其他无损检测技术的基本优势

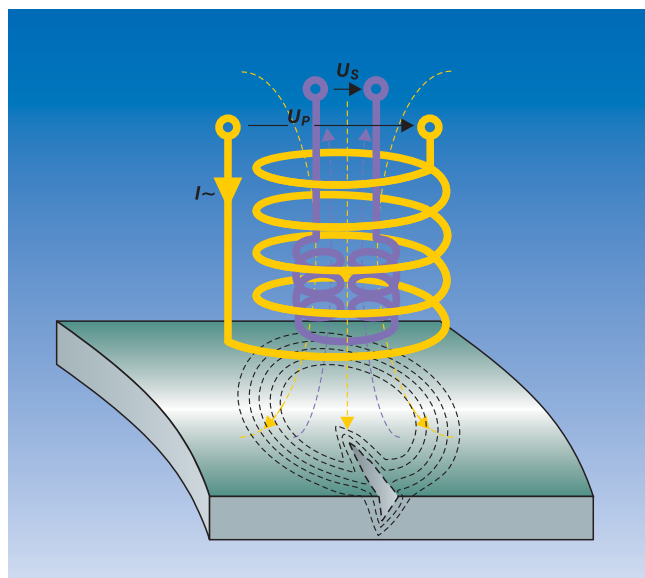
- 检测速度快
- 检测效率高
- 易于实现自动化
- 可以实现100%检测
- 检测结果评估客观（依靠仪器自动判定）
- 可重复性高
- 检测结果自动记录存档
- 无耦合剂污染

# 裂纹检测

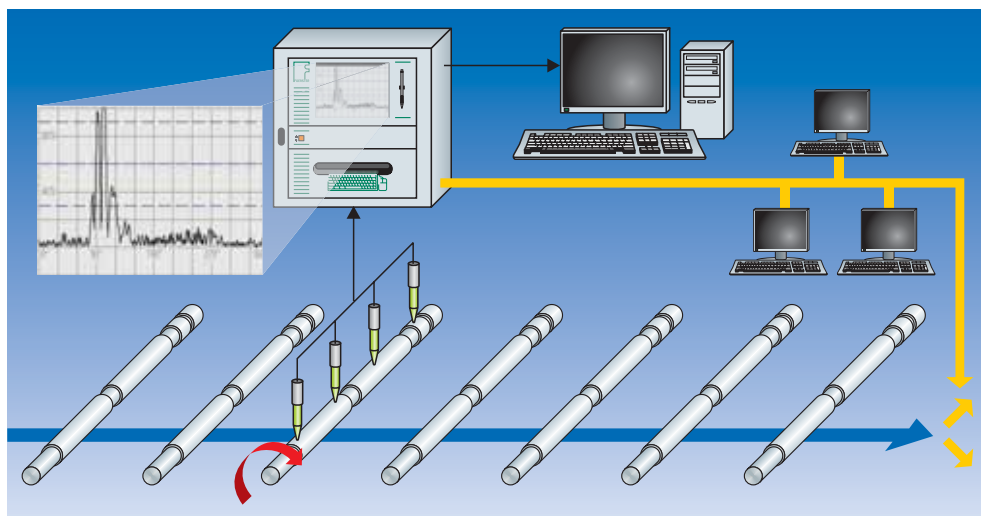
## 材料的裂纹

裂纹检测是由一个或多个涡流探头通过非接触方式对检测表面进行扫描。专门的机械装置可将工件进行旋转，用固定探头扫描。另外，旋转探头也可扫描固定工件。

检测系统可由一个探头沿圆周方向扫描形成一条检测轨迹，或者由并排的几个探头扫描出多条检测轨迹。另外，探头也可沿着旋转工件表面的轮廓进行扫描。探头类型和数量的选择取决于工件的几何尺寸，检测周期和所要检测的缺陷尺寸。



▲ 上图描述金属材料上的裂纹是如何影响涡流特征的。

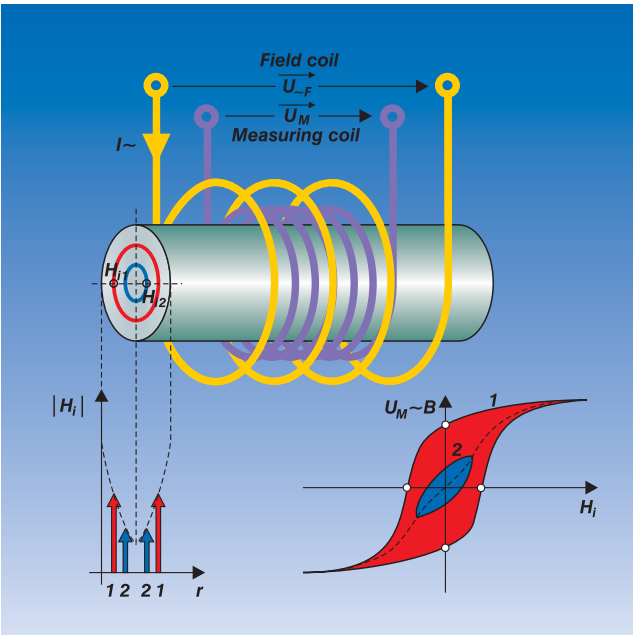


▲ 涡流裂纹检测也可集成于复杂的生产环节中，实现在线检测。上图描述了零部件进行100%在线自动检测，检测结果数据的传输和存档，以及不合格零件的剔除。

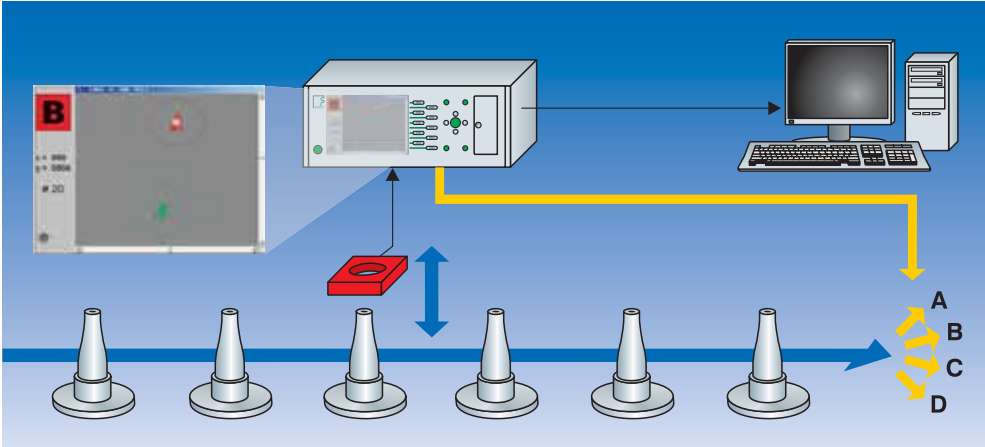
# 材料特性 和微观组织结构检测

## 检测材料特性

材料特性检测是通过把样件穿过一个圆形检测线圈的方式来完成的。像检测局部表面硬度或者淬硬层深度这样的特殊应用，可采用与样件匹配的特制探头进行检测。每个样件的涡流信号在仪器屏幕上显示为一个测量点。在校调过程中，仪器会根据多个样件测量点的统计分析结果自动形成分选界限。在连续生产检测中，所有被检工件的测量点与分选界限进行比较。根据各个检测结果，进行工件的分选（合格/不合格）。



▲ 铁磁零件的主要电磁特性由磁感应检测确定



▲ 在现代化生产线上，采用磁感应检测方式全自动检测材料特性。

# 多频检测 和高次谐波分析



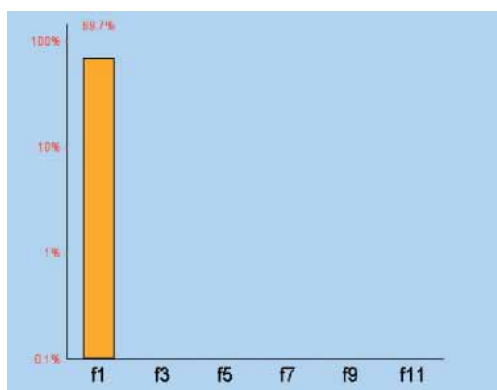
▲ 多频测试最多可选择24个不同的频率，可以综合显示相关的分选指数。

## 多频检测

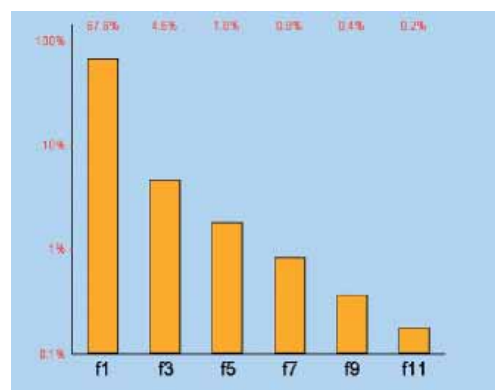
通过依次使用若干不同的检测频率对同一工件实现连续的多频检测。每个频率的检测信息都可以自动单独给出。多个不同检测频率和磁化强度的组合可依次检测不同的材料特性并且有选择地抑制干扰变量。由于检测连续进行，总检测时间取决于所用的频数。

## 高次谐波分析

MAGNATEST仪器强大的线性功率放大器是高次谐波分析的基础。使用高次谐波分析技术可以有效消除其他干扰因素（如环境影响导致的零件温度变化、零件的尺寸公差、零件在检测线圈中的机械定位精度等）对检测结果的影响，保证检测的可靠性和稳定性。



▲ 未使用高次谐波分析的接收信号频谱图。



▲ 使用高能高次谐波分析的接收信号频谱图

# 裂纹探伤检测 的涡流电子仪器系统和探头系统

## STATOGRAPH ECM

模块化设计的涡流探伤仪器，用于简单的标准应用。检测结果分为“合格”和“不合格”。经济型检测仪器，拥有现代微控技术和PC接口，能扩展成多通道检测系统。可选配可视化辅助操作软件eddyAssist。STATOGRAPH ECM CE就是将STATOGRAPH ECM 和辅助操作软件eddyAssist以及PC集成在一起的仪器。



## STATOGRAPH CI

涡流检测系统STATOGRAPH CI 配备一个或两个检测频率最高达3MHz的独立检测通道。基本型号中已经集成间隙补偿功能。允许在线自动调整由于涡流探头和零件表面之间距离的波动而导致的灵敏度差异。“参数辅助设定”菜单自动设定检测应用参数。使用者选定一组预先设置并保存好的参数后，仪器自动进行参数设定。

## STATOGRAPH DS

由电脑控制的全自动多通道涡流探伤系统，可实现多区域同步检测。详细的检测结果记录。拥有连接质量管理体系主机的接口。自动化、高分辨率、多通道在线缺陷检测的数字化仪器。具备间隙补偿和分选功能，每个检测通道可以独立设置。基于WINDOWS的操作，简单易学。



# 各种不同的探头系统

## 裂纹检测探头

使用固定和旋转式涡流探头对零部件进行裂纹检测。种类繁多的标准探头适用于大多数检测任务。因此，针对不同的检测任务可以设计高性价比的成套检测方案。



## 特殊探头

如果检测任务要求特殊解决方案，福斯特可为客户设计和生产量身定制的探头。产品种类覆盖从标准探头到特殊尺寸的探头。左图是为特定任务设计的各种带角度的探头，右图是为极窄部位或者像凸轮片和凸轮轴这样的零部件而专门设计的探头。



## 旋转式探头系统

根据检测任务需要，可以采用探头旋转和样件固定的方式进行检测。各种旋转头和旋转探头能实现这种检测任务。旋转式探头系统可以提高检测能力，降低人工。



# 材料分选检测的 涡流电子仪器系统和探头系统

## MAGNATEST® ECM

模块化设计的涡流材质分选检测仪器，用于如硬度分选检测或材料识别等简单的标准应用。采用群组分析的单频检测技术，含PC接口，可选配可视化操作软件eddyAssist。MAGNATEST ECM CE是将MAGNATEST ECM 和辅助操作软件eddyAssist以及PC集成在一起的仪器。尤其是对检测结果的可视化有要求时，MAGNATEST ECM CE是一个不错的选择。MAGNATEST ECM和MAGNATEST ECM CE都可以扩展连接外部功率放大器，以提高检测的灵敏度。



▲ MAGNATEST ECM是可以集成在生产线上进行简单检测工作的基本模块。

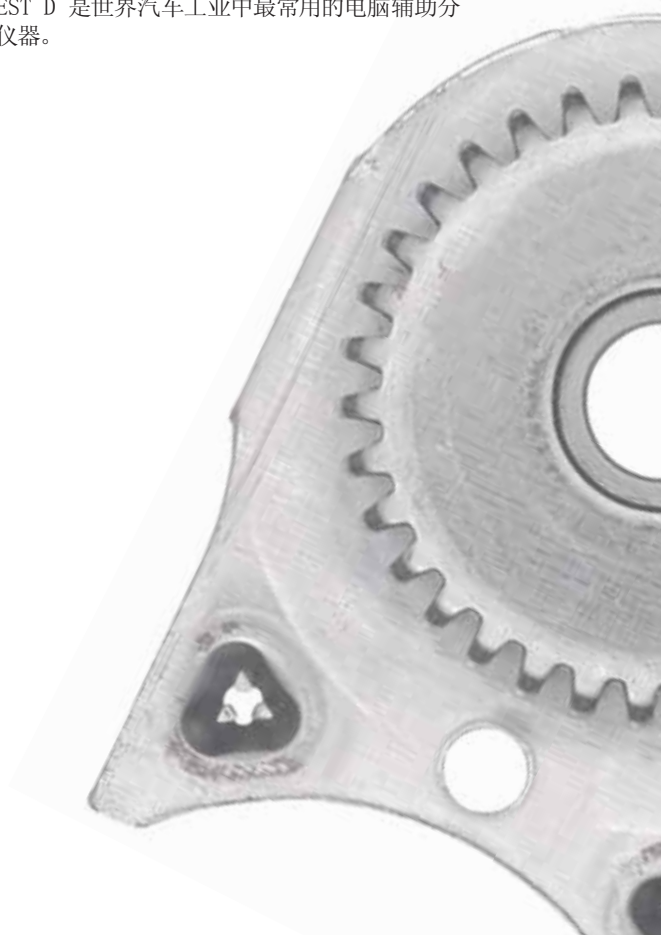
## MAGNATEST D

电脑控制紧凑型磁感应涡流检测仪器，专为单个线圈绝对模式下全自动检测材料特性而设计。除了基波之外，也能使用检测信号中的谐波成分。检测评估采用群组分析技术，最多可同时设置6组不同的分选大类（门限），每组不同门限偏差范围的形状和尺寸可以分别单独调整。在连续生产检测时，可以同时使用最多24组单独定义并存储在仪器中的不同参数组进行检测。菜单导向参数设定助手功能集成在程序结构中。

MAGNATEST D可连接多路转换器实现电子切换，额外支持一个或多个频率，用于多线圈同时检测的应用。检测结果采用多种文件综合记录保存，如检测项目统计、柱状视图和检测数据导出等。连接质量管理体系主机的接口可提供联网和各种数据综合统计功能。



▲ MAGNATEST D 是世界汽车工业中最常用的电脑辅助分析检测仪器。



# 探头系统

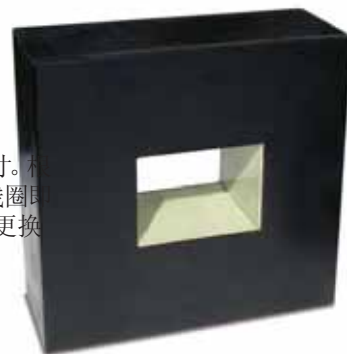
## 用于材料特性分选检测的探头

根据不同的检测任务，检测材料特性的探头可以设计成线圈式或者探针式。不同型号的MAGNATEST检测仪器都可以配备各种标准圆形或矩形截面线圈，以及各类探针式探头。



## 线圈式探头

穿过式线圈的开口间隙取决于被检测工件的形状和尺寸。根据被检工件的形状和截面大小，只需更换不同型号的线圈即可。因此，不同检测功能之间的转换变得很简单（只需更换合适的探头和重新设置检测参数）。



## 探针式探头

在无法使用线圈式探头的情况下，可以选用与检测任务相匹配的探针式探头，对难以接近或到达的位置，以及局部微观组织结构进行检测。

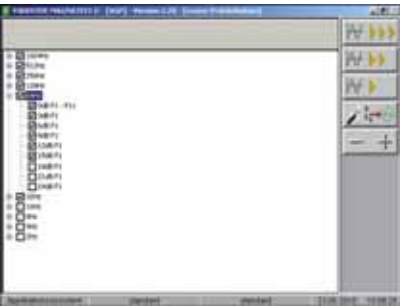


# 辅助软件和线性回归分析

## 磁感应检测分选

磁感应检测分选能力取决于检测参数，尤其是检测频率和磁场强度。辅助应用工具支持在预选参数的基础上得出全体检测参数的最佳优化组合，大大降低参数设置的工作量。

- 对于检测参数优化过程的循序渐进的操作指导
- 收集至少5个以上的合格工件后才能进行分选计算
- 检测应该被分选出的工件以后，显示最佳检测参数设置组合
- 针对定期例行检测，可以由操作人员来激活确定的检测参数



MAGNATEST D和MAGNATEST ECM CE仪器上显示出的可能的各种参数组合。

| Frequenz | Abtast... | Haupt... | Elap... | Err... | Reich... | Beleg... |
|----------|-----------|----------|---------|--------|----------|----------|
| 120Hz    | 0.00      | F1       | 0.58    | 2.52   | 4.12     | 43.77    |
| 120Hz    | 0.00      | F1       | 2.05    | 1.34   | 3.09     | 39.07    |
| 64Hz     | 0.00      | F1       | 26.27   | 4.79   | 26.43    | 33.94    |
| 32Hz     | 0.00      | F1       | 25.13   | 4.53   | 33.15    | 33.15    |
| 250Hz    | 0.00      | F1       | 2.85    | 1.42   | 2.10     | 32.13    |
| 32Hz     | 3.00      | F1       | 28.94   | 3.39   | 29.05    | 29.05    |
| 250Hz    | 3.00      | F1       | 4.17    | 1.45   | 3.40     | 26.06    |
| 120Hz    | 0.00      | F3       | 5.75    | 1.73   | 48.75    | 16.75    |
| 32Hz     | 0.00      | F3       | 13.00   | 3.54   | 10.63    | 16.62    |
| 64Hz     | 0.00      | F3       | 5.00    | 3.03   | 5.79     | 14.34    |
| 1024Hz   | 0.00      | F3       | 5.71    | 0.70   | 5.01     | 9.34     |
| 1024Hz   | 0.00      | F5       | 2.34    | 0.80   | 2.27     | 4.71     |
| 250Hz    | 0.00      | F3       | ---     | ---    | ---      | ---      |
| 1024Hz   | 0.00      | F7       | ---     | ---    | ---      | ---      |
| 1024Hz   | 0.00      | F9       | ---     | ---    | ---      | ---      |
| 1024Hz   | 0.00      | F11      | ---     | ---    | ---      | ---      |

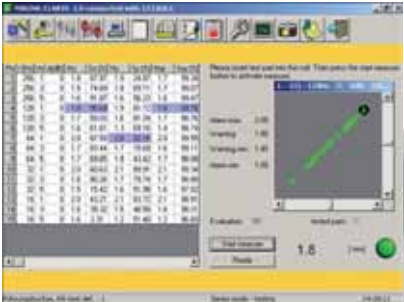
- 如果多种不同的参数组合都可以实现分选，仪器将标示出分选能力最佳的那组参数设置。分选能力还取决于分选门限的具体形状类型，所以全部可能的参数组合都会显示。

## CLARIS

磁感应检测的结果取决于被检工件的电磁特性，这与材料的技术性能有着密切的关系。如果MAGNATEST D的检测数据和被检工件材质的技术特性之间存在着近似的线性相关，就可以在校准之后用线性回归计算的方式得出相关材料特性的技术值。除了二维涡流值以外，计算得出的技术值也被储存起来，下一步软件再计算回归线。这种相关度的测量被定义为相关因子，通常是数值或百分比。数值越大，参数确定就越精确。相应地，不明工件的技术数值可以通过涡流值来计算。无论如何，这方面的应用还需要检验和确认。



- 辅助应用工具的功能也可在 STATOGRAPH ECM CE和STATOGRAPH CI仪器中使用。除了动态决定最佳检测参数组合外，也可使用菜单导航的辅助功能对间隙补偿设置进行优化。



MagnaClariss 软件显示出的检测结果

# 检测理念

## 适用于多班次连续运转的检测工作站

FOERSTER检测工作站不仅坚固耐用，同时精度也很高。这些特点可以确保：即使是在多班制连续运行期间，检测设备仍然具有很高的运转可靠性。FOERSTER检测工作站具有高度的灵活性，既可以作为完整的检测系统使用，也可以根据客户不同的需求，在不同的工艺阶段使用。根据每个具体检测任务，在设计阶段就已考虑到客户所要求的自动化程度。检测系统既可以直接集成在生产线上不同的工艺步骤之间；也可以布置在典型的工艺阶段，如最终产品检测，或是产品收集输出等。



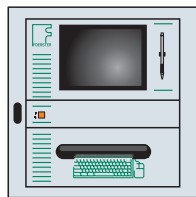
▲ 三通道全自动涡流裂纹探伤检测系统 (ROTO-SCAN)，工件手动上料，或者集成在生产线上。



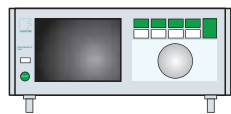
▲ 用于工件微观组织结构检测的手动检测系统，含有自动启动功能 (内部触发) 和检测结果双向分选装置。

含有输送带的全自动涡流裂纹探伤系统。(ROTO-PUSH)

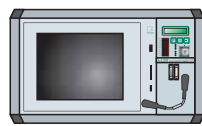




STATOGRAPH DS



STATOGRAPH CI



STATOGRAPH ECM CE

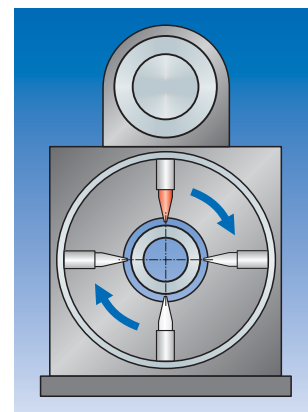


MAGNATEST D

- 在连续运行状态下, 进行100%全自动裂纹检测
- 因为工件不需要被分开, 所以具有极高的检测能力(效率)
- 根据检测结果自动进行两级分选(合格/不合格)
- 检测直径范围从8mm到65mm的圆柱型工件
- 被检工件的长度和直径之比必须大于5
- 检测结果存档



▲ 包含传输系统的旋转头详图。在实际使用旋转头的现代的检测方案中, 圆柱形工件批次连续快速地通过装有涡流探头的旋转装置, 这些探头完成对圆柱形工件外表面的100%扫查。



▲ 旋转探头检测系统非常高的检测能力(效率)是源于旋转头的高速旋转和工件的连续进料。



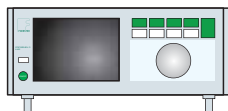
◀ 制造集成用于检测圆柱形工件外表面裂纹的探伤工作站, 具有极高的检测效率。



# 轴承 R O T O - S C A N



STATOGRAPH DS



STATOGRAPH CI

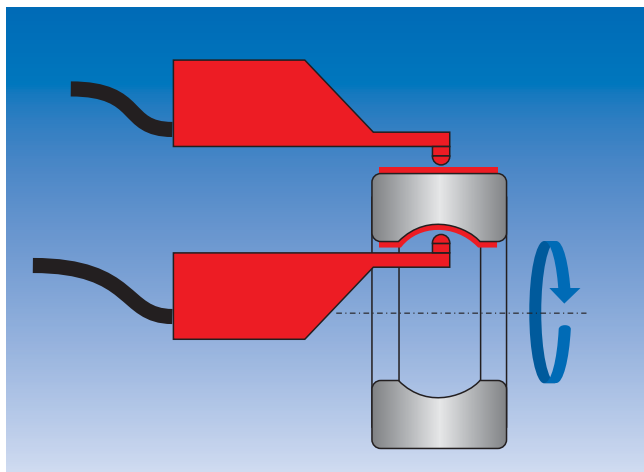


STATOGRAPH ECM CE

- 全自动100%裂纹检测
- 使用两个线性移动的涡流点探头连续地进行内外表面扫查检测
- 检测能力(效率)约1000件/小时
- 大量避免了更换部件, 系统设置时间极短
- 对于特定的被检工件, 可以提供相应的检测程序
- 根据检测结果自动进行两级分选(合格/不合格)
- 预留接口用于和质量管理系统主机联接
- 检测结果存档



- ▲ 该检测机械系统设计极其紧凑, 并且易于维护, 所有操作都可通过集成终端进行。



- ▲ 该检测机械系统设计成极其柔和处理被检工件, 在被检工件自转的同时, 内外两个检测探头同步对工件的内外表面进行100%扫查。



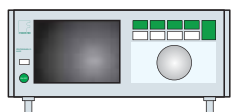
一个四通道的涡流检测系统, 用于轴承套圈内外直径表面和两个端面的检测。



## 气门 / 气门挺杆



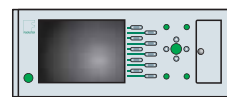
STATOGRAPH DS



STATOGRAPH CI



STATOGRAPH ECM CE

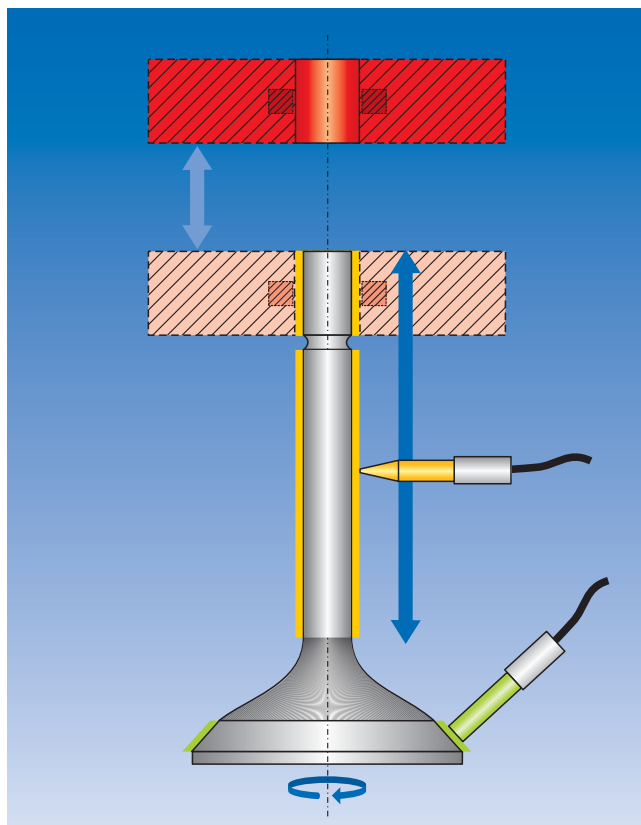


MAGNATEST D

- 全自动裂纹探伤及硬度分选联合检测。
- 100%检测
- 采用固定探头和线性移动涡流探头，对重要区域进行表面裂纹检测
- 使用MAGNATEST穿过式线圈，进行硬化深度检测
- 检测能力（效率）大约2000个/小时，取决于气门的形状及尺寸
- 被检气门可以被自动分选为合格、有裂纹和硬度缺陷三种
- 检测结果存档



- ▲ 在检测工作站1的高性能核心机械中，线性探头扫描汽车发动机挺杆外表面，一个固定探头（隐藏）同时扫描斜面。在检测工作站2（未显示）中，一个旋转探头扫描端面。



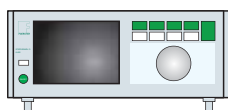
- ▲ 在裂纹探伤和硬度分选联合检测时，裂纹检测探头对气门的关键部位进行扫描。为此，这些探头可以被分别调整到各自的检测区域，或是来回移动，或是固定不动。对于气门杆部热处理状态的无损检测，则需要另外布置一个穿过式涡流材质分选线圈来完成。



# 气门座圈



STATOGRAPH DS

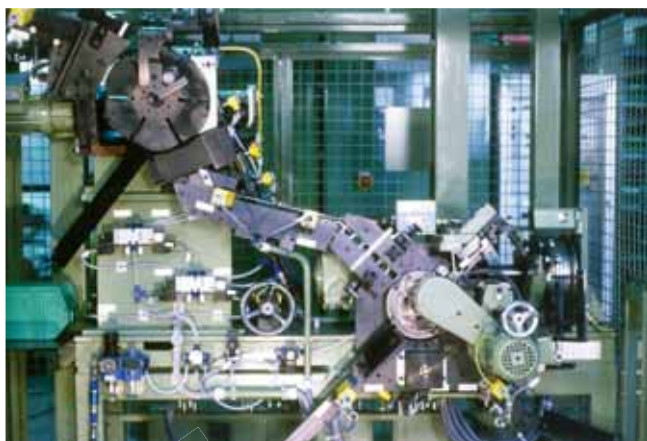


STATOGRAPH CI

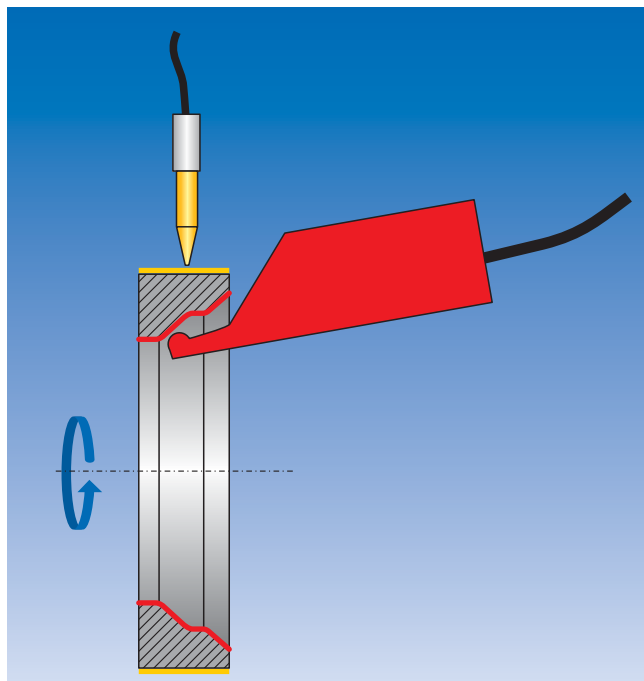


STATOGRAPH ECM CE

- 100%全自动裂纹检测
- 气门座圈自转，两个线性涡流探头同时检测内外表面缺陷
- 检测能力（效率）最高可达 1500件/小时
- 一套检测设备可以用于多个不同型号座圈的检测
- 对于复杂几何形状，可以选用数控方式进行检测
- 根据检测结果进行两级自动分选（合格/不合格）
- 检测结果存档



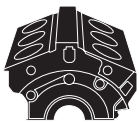
- ▲ 气门座圈通过上料系统、分离机械、位置控制和回动装置进入裂纹检测站。



- ▲ 同时检测内外表面缺陷的探头布置。  
涡流探伤仪器内部的间隙补偿系统将自动消除由于探头和零件表面之间距离的波动而导致的检测灵敏度差异，因此在整个零件表面所有检测区域的缺陷检测灵敏度是保持一致的。



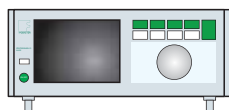
- ◀ 在零件稳定旋转下，同时检测内外表面缺陷的检测单元。



## 气缸内孔



STATOGRAPH DS



STATOGRAPH CI

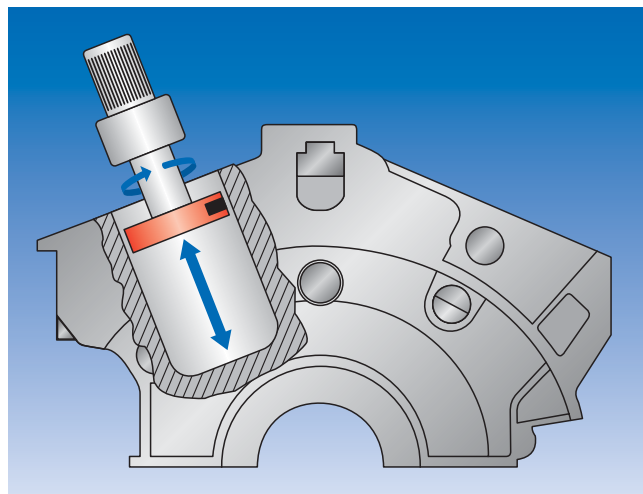


STATOGRAPH ECM CE

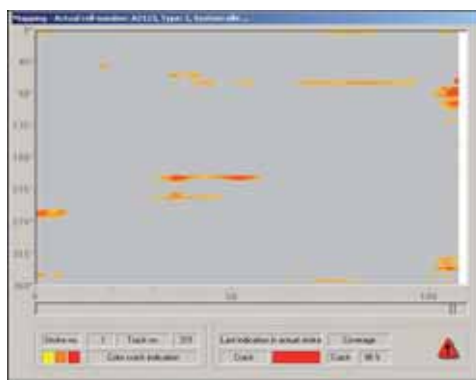
- 自动化检测铝合金发动机壳体的气缸内孔
- 涡流探头一边旋转一边进行纵向移动，扫描内孔表面
- 检测表面开口裂纹和点状缺陷，以及材料亚表面的不完整性
- 检测能力（效率）可达大约 120个孔/小时
- 分析评估软件针对每个特定检测任务进行优化
- 检测结果自动进行两组分类（合格/不合格）
- 检测结果存档



- ▲ 在Nicasil气缸套上，必须检测气缸套表面60到80微米厚度的涂层是否充分粘结到母材之上。使用特制的旋转涡流探头，通过螺旋扫描接触面，可以可靠地对裂纹、毛孔和粘结缺陷进行跟踪检测。



- ▲ 使用专为不同客户量身定制的机械处理系统，自动检测发动机壳体的气缸内孔表面缺陷。由于其极高的分辨率，采用专门的旋转涡流探头进行涡流探伤也可以揭示隐藏在铝合金壳体表面材料以下的（除了直接暴露在表面的缺陷）不完整性。



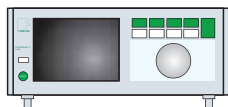
- ▲ 含有多重不连续材料特性和位置变化的被检气缸套的图像显示。



# 凸轮轴



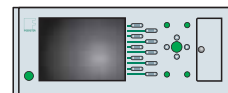
STATOGRAPH DS



STATOGRAPH CI



STATOGRAPH ECM CE



MAGNATEST D

## 凸轮

- 对锻造或烧结凸轮的微观组织结构、几何形状、轮廓特征和表面裂缝进行100%全自动无损检测
- 凸轮检测能力（效率）高达900件/小时
- 根据凸轮几何形状尺寸优化的特殊探头结构，可保证裂纹检测过程的高灵敏度和一致性
- 分成多个检测区域同时进行缺陷检测
- 更换不同凸轮规格耗时很短
- 检测结果均可存档



▲ 在凸轮的圆周面上上下布置两个随动探头（随动滚轮与凸轮表面接触，探头并不接触），在凸轮的上下端面各布置一个带90度角的探针式探头，用于单个凸轮片的裂纹检测。



▲ 在单独工位上使用MAGNATEST穿过式检测线圈对凸轮进行微观组织结构的分选检测。

## 凸轮轴

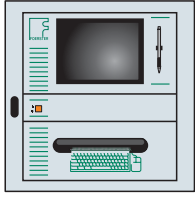
- 对硬化裂纹进行100%全自动检测
- 凸轮轴旋转，探头扫描整个凸轮接触面和所有轴承座表面
- 对凸轮接触面和轴承座的整个圆周表面进行可靠的裂纹检测
- 可使用8个MECA-PROBE探头进行同步检测
- 可扩展配置微观组织结构检测，并可对检测结果进行区分
- 在检测硬化裂纹时，自动编列缺陷件
- 检测结果存档



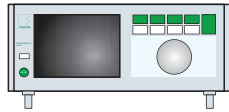
▲ MECA-PROBE用于有尖锐变形或平缓表面的偏心工件（如凸轮或凸轮轴）的裂纹检测



## 回转部件



STATOGRAPH DS

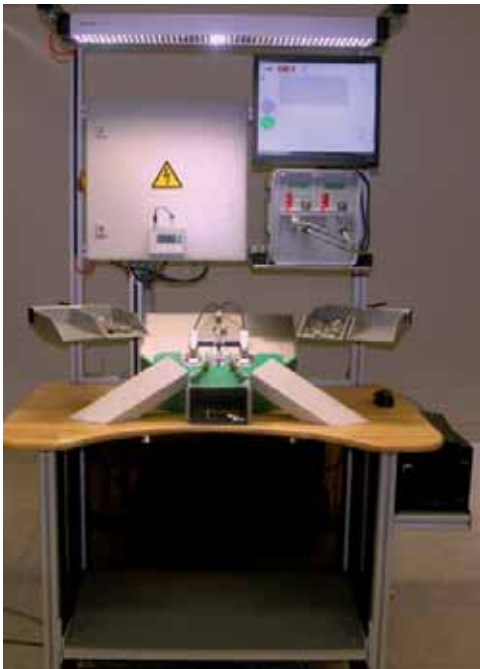


STATOGRAPH CI



STATOGRAPH ECM CE

- 回转体部件的半自动缺陷检测
- 操作人员需手动将工件人工放入夹具中
- 检测过程和结果分选自动进行
- 两通道技术方案可以同时并行检测两个工件
- 可以在选择的区域进行缺陷检测
- 检测工件直径7-20毫米
- 检测能力（效率）最高可达 1500件/小时
- 通过EddyAssist辅助探伤分析软件可以看到检测结果
- 快速更换不同夹具，方便操作
- 根据工作环境改造设计的手工作业场所



- ▲ 集成在一个根据工作环境改造设计的手工作业场所的检测机械。

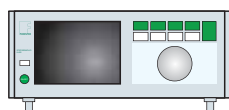


- ▲ 回转体工件上的自然缺陷。

# 车桥枢轴



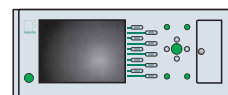
STATOGRAPH DS



STATOGRAPH CI



STATOGRAPH ECM CE

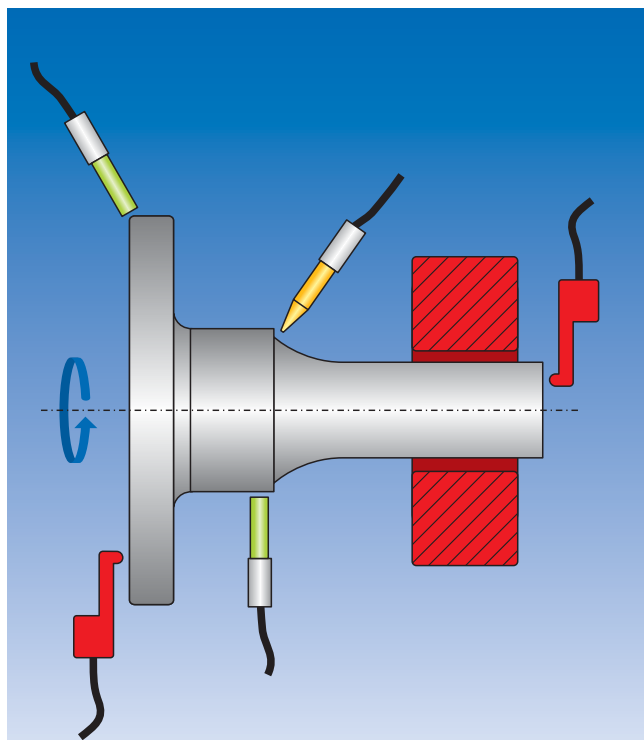


MAGNATEST D

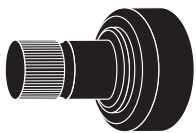
- 全自动材料识别和热处理状态检测
- 使用圆型MAGNATEST穿过式材质分选线圈进行100%检测
- 检测能力(效率)大约 360件/小时
- 根据检测结果进行两级自动分选(合格/不合格)
- 可以选择在整个表面或选定区域进行裂纹检测
- 裂纹检测采用模块化的检测电子仪器和机械处理装置
- 可以连接到质量管理体系主机
- 检测结果存档



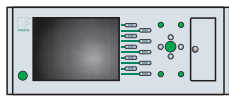
在连续的几个检测工位中，每个枢轴零件都会采用涡流检测的方法依次进行不同区域的表面缺陷探伤和热处理状态检测。



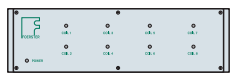
车桥枢轴裂纹探伤和微观组织结构检测的实例。工件首先旋转，使用静止固定的涡流探头在零件危险区域的整个圆周面上进行裂纹探伤。另外有一个MAGNATEST穿过式涡流材质分选线圈布置在枢轴区域，对工件进行热处理状态的检测。



## 等速连接器 / 外星轮



MAGNATEST D



Multiplexer

- 在生产线上进行100%全自动硬度检测
- 使用特别设计的有三个检测层的穿过式线圈和电子切换器，依次检测三个不同部位
- 每个部位的检测结果独立评估
- 检测能力（效率）大约 240件/小时
- 检测到硬度不足的工件时系统自动停止
- 预留可以连接到质量管理体系主机的接口
- 检测结果存档



MAGNATEST D



- ▲ 使用MAGNATEST D电子切换器能够可靠检测出有硬化缺陷的外星轮，可以找出缺陷产生的源头，比如在热处理工艺过程中，并及时做出改正。



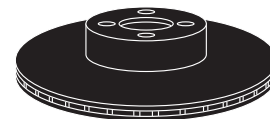
- ▲ 按照检测工件的直径优化设计的圆形内部检测探头，可以使用高次谐波分析技术进行重复性检测。



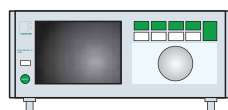
- ▲ 按照检测工件的轮廓优化设计的仿形内部检测探头，可以使用高次谐波分析技术进行重复性检测。



# 刹车盘



STATOGRAPH DS

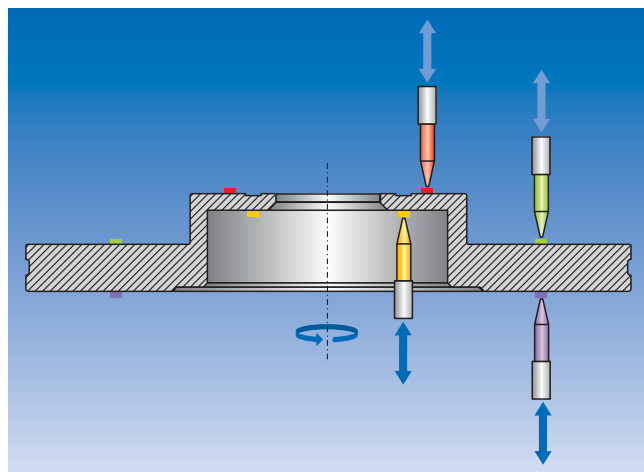


STATOGRAPH CI



STATOGRAPH ECM CE

- 在生产线上进行100%全自动裂纹检测
- 同步检测刹车盘内外表面上指定的制动面和螺栓面区域
- 在刹车盘自转的同时，涡流探头往返移动进行裂纹检测
- 检测能力（效率）约240件/小时
- 工作站可以用于检测不同型号的刹车盘
- 根据检测结果，被检工件自动分选为“合格”和“不合格”
- 检测结果文档化



▲ 在此例中，根据检测任务的要求，配置了4个独立涡流探头来扫描刹车盘的相关检测区域。采用多个通道同时检测的技术方案可以提高检测速度。



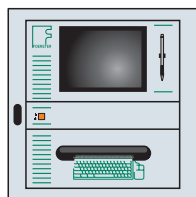
▲ 由于操作面板可以转动，所以紧凑的刹车盘裂纹检测站是非常用户友好型的。



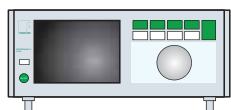
▲ 装有探头支架和涡流探头的往复移动单元，检测刹车盘外表面上的制动面和螺栓面区域。



## 齿轮箱轴



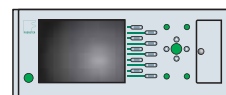
STATOGRAPH DS



STATOGRAPH CI

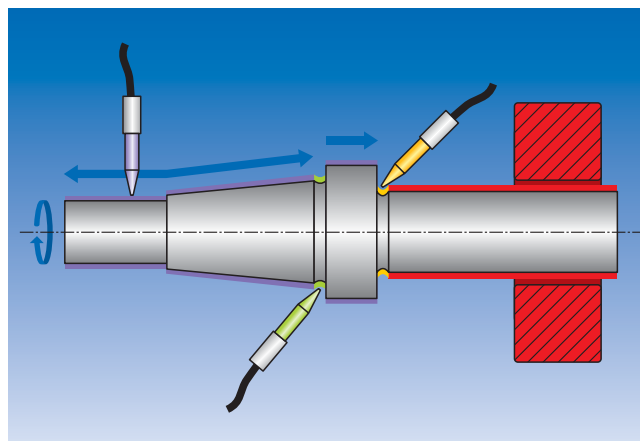


STATOGRAPH ECM CE

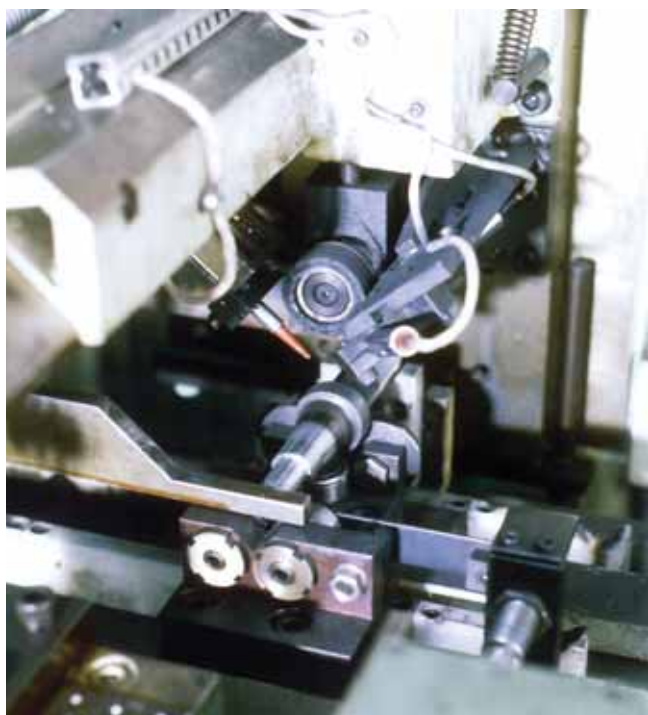


MAGNATEST D

- 100%全自动裂纹检测及热处理状态检测
- 使用MAGNATEST线圈检测热处理状态
- 检测能力（效率）约360根/小时
- 对于关键部位采用一个轮廓跟踪探头和两个固定涡流探头同步进行缺陷检测
- 根据检测结果，被检工件自动分选为“合格”和“不合格”
- 检测结果文档化



▲ 对于关键部位如轴承座和直径过渡区域可实现100%涡流裂纹检测



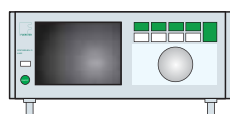
▲ 一个涡流探头扫描工件表面以检测缺陷，另有两个涡流探头检测零件关键横截面过渡部分的切口。在轴的端部，另外布置一个MAGNATEST线圈以检测热处理状态。



# 轮 毂



STATOGRAPH DS

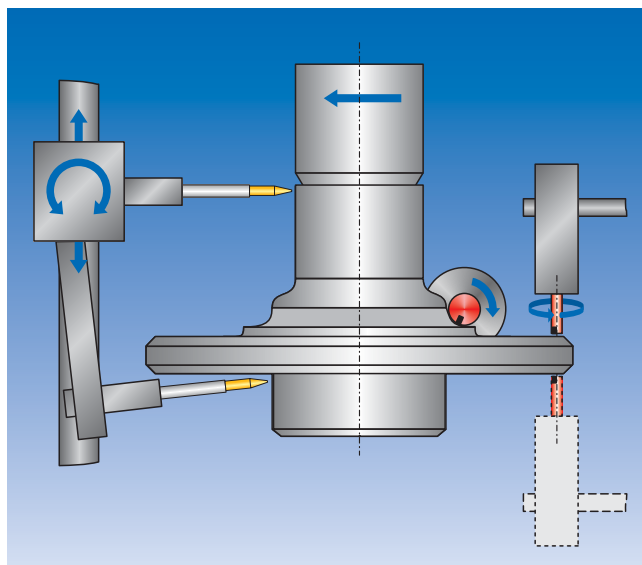


STATOGRAPH CI



STATOGRAPH ECM CE

- 100%全自动裂纹检测
- 采用数控涡流探头，检测全部外轮廓面
- 组合使用平移式和旋转式两种涡流探头
- 两个并列布置的检测台组成一前一后的连续检测装置
- 轮毂检测能力（效率）约240件/小时
- 根据缺陷检测结果，自动分拣成两组（合格和不合格）
- 检测结果存档



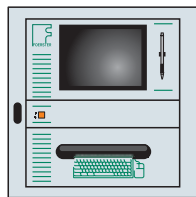
▲ 像轮毂这样复杂形状的零件也能通过对涡流探头的数控编程扫描以实现高效检测



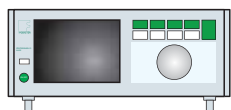
缩短检测周期，100%涡流探伤直接集成在轮毂生产线上。检测台是由两个并列工位组成的，当轮毂在其中一个工位上进行裂纹检测时，另外一个工位同时负责上料和下料。



## 球头销



STATOGRAPH DS

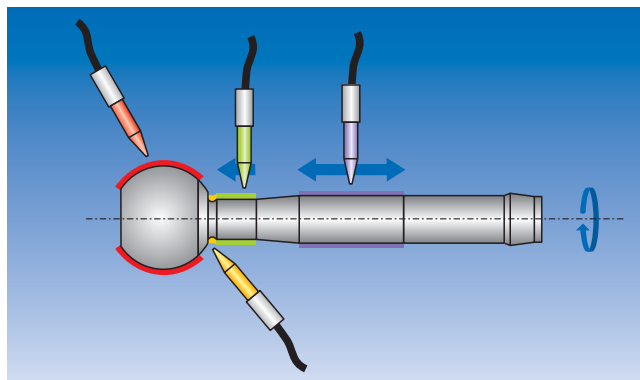


STATOGRAPH CI



STATOGRAPH ECM CE

- 100% 球头销/拉杆裂纹检测
- 一个或多个涡流探头同步检测多个不同区域
- 检测能力(效率)高达约600件/小时
- 可以根据不同检测要求自动进行优化调整的模块化系统
- 根据缺陷检测结果,自动分拣成两组(合格和不合格)
- 系统显示器上可提供选配的检测结果图像显示
- 检测结果存档



▲ 图示为4个涡流探头正在对球头和杆部的重点区域进行100%扫描,以检测工件表面的裂纹。采用多个探头同时检测,可以有效提高检测速度。

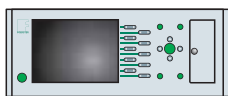


使用数控涡流探头对球销轮廓表面进行扫描的紧凑型检测系统。双工作舱的独特设计,实际涡流检测过程是与上下料过程分开的,大大提高了涡流探伤系统的检测效率。



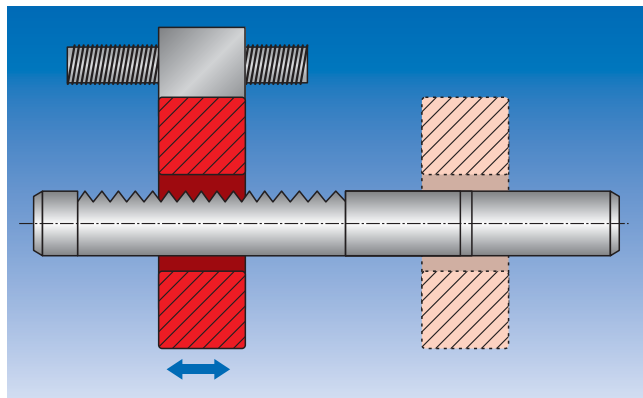
详图: 装有涡流探头的数控往复移动单元。





MAGNATEST D

- 对局部硬化层深度进行自动化检测
- 使用MAGNATEST穿过式线圈进行检测
- 电子监控检测部位，当探头线圈到达相应的检测位置后自动进行检测
- 不同检测位置的硬化层深度分别单独显示
- 可以通过更换刻度辊来设置检测位置
- 提供与质量管理体系主机联机通信接口
- 检测结果文档化



▲ 使用MAGNATEST穿过式线圈在轴类或类似部件上的多个不同检测位置进行硬度检测的过程原理。



▲ 对传动轴，齿条等长型零件进行手动涡流检测，检测时需手动装夹被检零件。探头移动到预先设定的检测位置，自动实施涡流检测。准确检测位置由电子装置监控，检测结果可根据客户需求进行处理与显示。

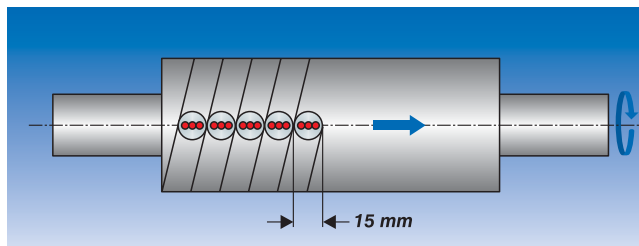


## 轧 辊



STATOGRAPH DS

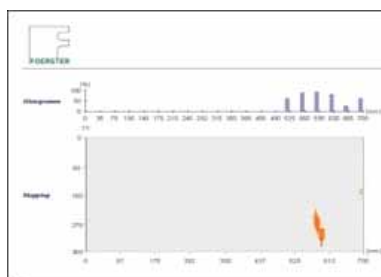
- 在磨削时或磨削后对轧辊表面进行100%全自动涡流检测
- 可集成到现有的轧辊磨床上
- 可以同时检测表面缺陷和硬度
- 可以检测工作辊和支承辊
- 检测结果图像化处理并存档
- 提供与质量管理体系主机联机通信接口
- 形成轧辊档案文件



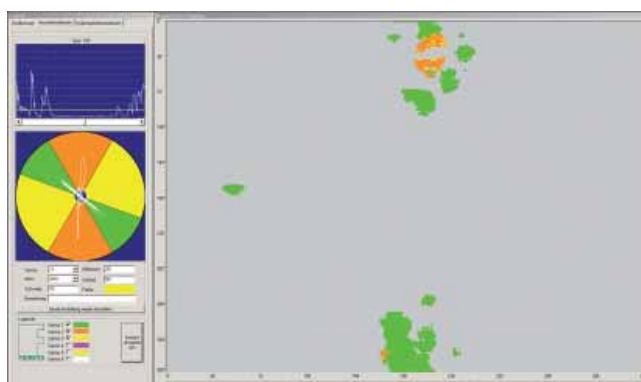
- ▲ 带有间隙控制功能的特殊探头螺旋扫描轧辊表面。



- ▲ 涡流探伤集成于轧辊车间内的轧辊磨床上。



- ▲ 包含缺陷位置和缺陷大小信息的检测报告。

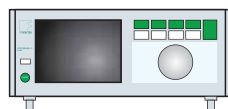


- ▲ 使用过的工作辊和支承辊上一些典型缺陷检测结果的图形化处理。

# 传动轴



STATOGRAPH DS

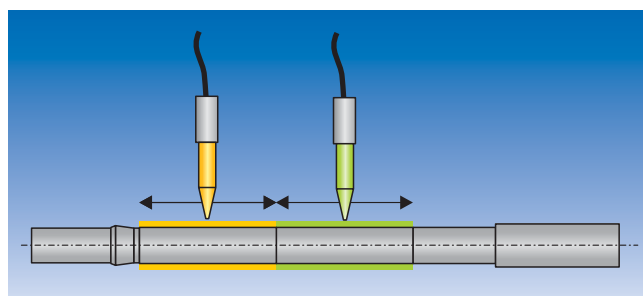


STATOGRAPH CI



STATOGRAPH ECM CE

- 对传动轴的全部外轮廓面进行100%全自动裂纹检测
- 数控移动 (X, Y轴) 移动涡流探头进行轮廓跟踪
- 检测能力 (效率) 大约为500件/小时 (旋转三圈)
- 最高转速可达2000转/分
- 提供的检测程序可以确保最短的转换时间
- 根据检测结果, 被检工件自动分选为“合格”和“不合格”
- 检测结果文档包括检测件统计



▲ 检测过程原理图。探头沿传动轴整个长度方向跟踪扫描, 同时与轴的表面保持一个恒定的间隙。



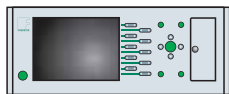
◀ 三个包含涡流探头的检测头同步扫描检测三根传动轴。

含手动上料和下料的紧凑型检测装置。提供检测程序, 使得操作简单, 一目了然。



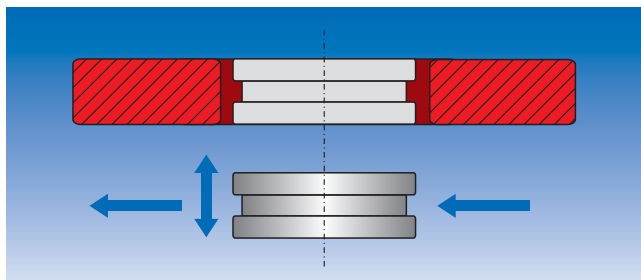


## 气门座



MAGNATEST D

- 100%全自动硬度检测
- 使用MAGNATEST穿过式线圈检测不同热处理状态
- 检测能力（效率）约480件/小时
- 紧凑型检查站还可进一步检测几何尺寸精度
- 根据检测结果，被检工件自动分选为“合格”和“不合格”
- 检测结果文档化



▲ 图示为气门座硬度检测工艺流程：气门座离开传送系统，放置到检测线圈内，涡流检测完成后放回传送系统。



▲ 图示为MAGNATEST线圈检测气门座硬度，通过塑料心轴确保气门座在线圈中精确进料及定位，提高检测速度。



# 证书

## 掌握现代涡流检测技术，助力提升竞争优势

FOERSTER集团秉承六十多年的涡流探伤系统研发能力、专有技术和生产经验，是您在汽车制造领域内无损探伤检测和质量管理的可靠保证。不间断地对生产环节及产品质量进行监控，以确保每个部件和每项服务的最佳品质。我们可以提供各项切实可信的建议、全方位的技术服务、各种涡流探伤技术研讨会，以及巩固运用实践技能的工作坊等。

