

10..德国 SINCOTEC -100KN 高频疲劳试验机技术说明



德国 SINCOTEC 高频疲劳试验机及参观人员

10.1 德国 Sincotec 高频疲劳试验机机器用途描述及工作环境

高频疲劳试验机被广泛用来测试各种金属材料及金属材料制品的抵抗疲劳断裂性能、S - N、 $da/dN - \Delta K$ 等曲线,测试 ΔK_{th} 和预制断裂韧性试样(如 ΔK_{IC} 、 J_{IC} 等)的疲劳裂纹等;选配不同的夹具或环境实验装置,被广泛用来测试各种材料和零部件(如板材、齿轮、曲轴、螺栓、链条、连杆、紧凑拉伸等等)的疲劳寿命,可完成对称疲劳试验、不对称疲劳试验、单向脉动疲劳试验、块谱疲劳试验、高低温疲劳试验、三点弯、四点弯、扭转等种类繁多的疲劳试验。

高频疲劳试验机在各种类型的疲劳试验机中,具有结构简单、没有维护的液压源及阀门、泵或冷却系统、使用操作方便、效率高、耗能低等特点,所以它被广泛的应用在科研、航空航天、高等院校和工业生产等部门。

10.2 德国 Sincotec 高频疲劳试验机执行以下标准:

ASTM E 467 轴向疲劳试验系统中等幅动态力的标定方

GB/T 6395-2000 金属材料疲劳裂纹扩展速率试验方法

ASTM E606 标准,ASTM E647 标准,ASTM E399 标准,

ISO 12737-2005 金属材料平面应变断裂韧度试验方法,

ISO 12135-2002 金属材料-准静态断裂韧性测试的方法 ,

10.3 德国 Sincotec 公司技术描述

德国 SINCOTEC 公司：公司位于德国中部工业区的 Clausthal 市。公司成立于上世纪六十年代，专注于共振疲劳试验系统的研发和试验工程技术咨询。SINCOTEC 公司目前是全球最大的共振疲劳试验机制造厂商，拥有 POWER SWING 品牌。德国 SINCOTEC 在共振试验系统领域是世界的领导者，不但在现有常规的电磁共振技术上优化改进控制和驱动技术，并且独创了领先的电动大位移（12 毫米动态行程）共振技术- Power Swing MOT。在控制技术 Sincotec 更是突破了常规高频疲劳试验机的力控模式，可提供更为灵活的位移和应变控制技术。

SINCOTEC 的试验机广泛的运用在材料试验、结构试验领域，从材料科研，到汽车零部件、航空航天应用。SINCOTEC 公司目前已在中國拥有众多的客户，为不断提出试验苛刻要求的中國市场提供坚实的技术保证。

德国 Sincotec 公司是一家提供材料和结构动态测试系统的供应商，在高效节能的机电和电磁激励试验系统领域，是无可争辩的领导者。

Sincotec 公司是疲劳特性和疲劳行为研究的专家。它的技术是为我们安全、可靠生产高疲劳强度的产品提供了强有力的保障。Sincotec 系统广泛的应用于个工业领域，包括航空、汽车、铁路、钢铁、紧固件等疲劳行为和安全性极为关注的产品；大学实验室或研究机构也大量使用 Sincotec 的系统研究新型材料的力学特性。

Sincotec 还结合丰富的测试经验和其研究中心近百套测试系统提供各种试验服务，包括复杂载荷、高低温、高压、腐蚀、震动等。

Sincotec 的测试中心满足 DIN EN ISO/IEC 17025 标准。

Sincotec 高频试验机动态标定满足 ISO4965 和 ASTM E467-98 标准。

Sincotec 的设备按驱动方式分为伺服马达驱动和电磁共振驱动。其以极低的能耗完成高达 300Hz 的常态或复杂环境状态各种疲劳试验，包括拉伸、压缩、弯曲、扭转、旋转及复杂应力状态等。

Sincotec 可提供包括温度、腐蚀、高压、燃气等各种环境模拟装置。

10.4 德国 Sincotec 高频疲劳试验机总体设计：

SINCOTEC 设备有足够的动静态高强度、高刚度、稳定性和高精度，采用先进技术，保证系统具有良好的动态性能，所选控制系统执行组件精度高，可靠性好，抗干扰能力强，响应速度快。

SINCOTEC 高频机器较大的空间设计和超刚性设计,为装备工件试验和附加环境装置提供空间。

SINCOTEC 机器遵守 DIN EN ISO/IEC17025 标准和 JB/T 5488-1991 高频疲劳试验机机械行业标准。试样的测量，试验控制及数据存储、处理全部计算机化，并且数据具有安全性、可靠性和可移动性。

工作环境：

电压：220V/380V±10%，单相或三相； 频率：50Hz±3Hz；

环境温度：5℃~40℃； 相对湿度：≤90%。

10.5 德国 Sincotec 高频电磁激振式设备 Power Swing MAG 100KN 特点

POWER SWING MAG 共振测试设备是一个广泛应用的电磁激励的共振测试系统。振动系统的动态驱动由一个高性能的可控电磁系统来提供；静载荷由马达驱动一个滚珠丝杠来提供。静态驱动单元安装在试件安装台面的内部，它将提供可调的限位开关。在准备状态下，静态驱动单元可用手动控制。加载力的大小可在控制单元的显示器上显示出来。测试系统可以使用力控制、位移控制或应变控制。测试机器将会按照标准配置一个法兰型的载荷传感器。其他更多的传感器（位移，应变）也可选用。

1. 测试区域以及试件安装台较之前产品增大了 1.5 倍；
2. 频率范围至 35-300Hz；
3. 最新的实时处理的数字控制器，极高的精确度；可提供多种控制模式，力控、位移控制（可选）、应变控制（可选）等；优化的控制方式使得控制质量大大提高
4. 通过伺服驱动器对名义载荷的极高控制能力
5. 划分等级的用户权限（使用权限，或标定功能）
6. 优化的人体工学设计
7. 操作的时计表（可设置性，维保指示，可重置）
8. 种类繁多的软件-模块等应用于所有程序，例如
 - LabMOTION 软件 Woehler 测试方法，S/N 曲线，疲劳极限，
 - 预制疲劳裂纹等
 - da/dN 试验和疲劳裂纹扩展阈值，裂纹长度在线测量
 - 通用疲劳试验系统软件

10.6 德国高频疲劳试验机测控及采集系统主要功能描述

- 设备的测控及采集系统应具有完整的和功能齐备的相关软硬附件，具有载荷、应变控制方式；
- 横梁位置手动快、慢速调节功能；
- 横梁速度任意设定功能；
- 试验时横梁可适时锁紧，否则试验时应有相应的保护设置；
- 设备可通过计算机先进的应用软件自动和手动自动控制调节相应参数，如系统的增益、相位、反馈响应、激励等参数，以产生最佳的试验频响效果；
- 由计算机进行闭环数字化智能控制和采集，试验软件具有英文/德文界面，能基于 windows 2000/NT/XP 平台运行，所测曲线数据点可输出到 Excel, 在 Excel 中绘制出相应测试曲线，可自动生成 Word 和 PDF 格式测试报告。多种控制模式（载荷、位移、应变、函数）在线自动转换，带有单独的远端控制面板
- 达到预定条件或保护状态时，具有自动存储试验数据并安全停机等功能；
- 有各种试验方式断裂或失效判据的安全停止以及暂停功能；
- 测试数据及结果应采用国际单位，并可与其他工程单位自动转化；
- 试验数据存储、检索及统计分析功能；
- 支持用户自定义公式输入模式。

10.7 技术参数描述

10.7.1 Power Swing MAG 100KN 主机技术参数

| | |
|----------------------------|-----------|
| 名义载荷（由动态振幅和静态预紧力共同决定的最大力） | 100 kN |
| 静态力 | ± 100 kN |
| 动态力振幅 | ± 50 kN |
| 动态冲程(MOT-100KN 为 12 毫米) | +/-3mm |
| 机器同轴度精度 | 优于 5% |
| 高度 | 3100 mm |
| 宽度 | 1200 mm |
| 深度 | 1050 mm |
| 立柱间净空间 | 820 mm |
| 力传感器至固定台面的距离 | 750 mm |
| 重量 | 约 2300 kg |
| 测试频率(MOT-100KN 为 40-150Hz) | 40—300 Hz |
| 频率分辨率 | 0.01Hz |
| 静态精度 | 优于 0.5% |
| 动态精度 | 优于 1% |
| 设备噪音(一米处) | 68dBa |
| 传感器静态精度：载荷范围内不大于载荷示值的±0.5% | |
| 传感器动态精度：载荷范围内不大于载荷示值的±2% | |
| 横梁移动范围≥300 mm | |
| 下夹具与上夹具间最大距离应不小于 700mm | |

10.7.2 控制单元 EXCITING MAG 及软件系统



驱动系统EXCITING MAG是一个数字控制的电磁驱动系统，包括最新的电子部件和软件包E-MOTION。控制系统以低能耗和对多种测试机器的高适用性为特点。EXCITING MAG不需要维保，并能提供超高精度的控制。

通用疲劳软件 E-MOTION 是用于操作机器进行实验的通用疲劳软件系统。它运行于 WINDOWS XP 平台。标准版本提供了准备实验所有功能，包括测量及控制信道，还有两个外部限位开关的输入通道（动态与静态）。

所有部件都安装在控制架内，以满足IP54的防护等级。

控制系统是以力控制为标准工作方式。当安装了可选项的软件模块后，可以使用位移或应变控制。如果有需要，也可以提供给用户必要的新增硬件。并且控制器中已经预留了扩展槽。连接箱也在控制系

统的背面。

控制单元是一个集成的模拟—数字控制电路。测试时，由力传感器或别的传感器传来的数据通过一个 5kHz 载波频率的放大器放大后进入控制器。数字分析器识别出信号的频率和振幅，然后将它转变为模拟信号。数字相位调节器将调节相位的实际值与设定值之间的差。数字前置放大器将调节振幅。这样，被编辑过的数据再由一个功率放大器放大用来驱动电磁驱动系统。

控制单元 EXCITING MAG 装在一个防尘的控制柜中，保护等级为 IP54，并装有散热风扇，包括：

工业用 PC，奔 4 3GHz，装于 19 寸机箱，配置为：

- 电脑配置 P4 3GHz 双核，2G 内存，硬盘 1T，独立显卡，16: 9，1920×1080 分辨率的 21 寸液晶彩显，可读写 DVD 光驱带刻录×16，罗技键鼠套装；
- 激光打印机，高速网卡；
- 有通讯端口，满足 LIMS 网络传输数据的功能；
- EXCITING MAG 并行控制卡
- 数/模-模/数转换器用于测量及控制

EXCITING MAG 系统装在 19 寸控制架里的控制卡电路。

EXCITING MAG 的动态驱动电源模块。

按照 VDE 标准设计，控制单元满足 CE 标准。

数据采集速率满足试验时的最大试验频率要求。

软件应具有：自动标定试验机准确度，自动调零、可显示力值与变形量动态信号并可调节 PID 使实际波形接近波形、自动查找起振共振频率（也可用鼠标拖拉 PID 滑杆快速寻找或微调共振频率）、达到预定条件或保护状态时，自动调整空气间隙，自动存储试验数据并安全停机。

软件应具有自动标定试验机精度、自动调零、实时显示力值（应力）、变形量、应变和计算量等动态信息。

试验软件可进行闭环数字化智能控制和采集。

用户可根据测试要求，在软件中方便设定测试的应力比，平均载荷，循环次数、测试频率、应变等多个参数，用图或数字结果动态显示在计算机屏幕上，试验结束后显示 S-N、da/dN 等曲线功能。测试软件可以自动产生测试结果，统计分析的测试报告（可编辑）。

测试软件应具有多用户管理功能，可进行不同权限的设置，让不同权限的用户进行不同设置级别的界面菜单，以便于设备和人员安全的管理。

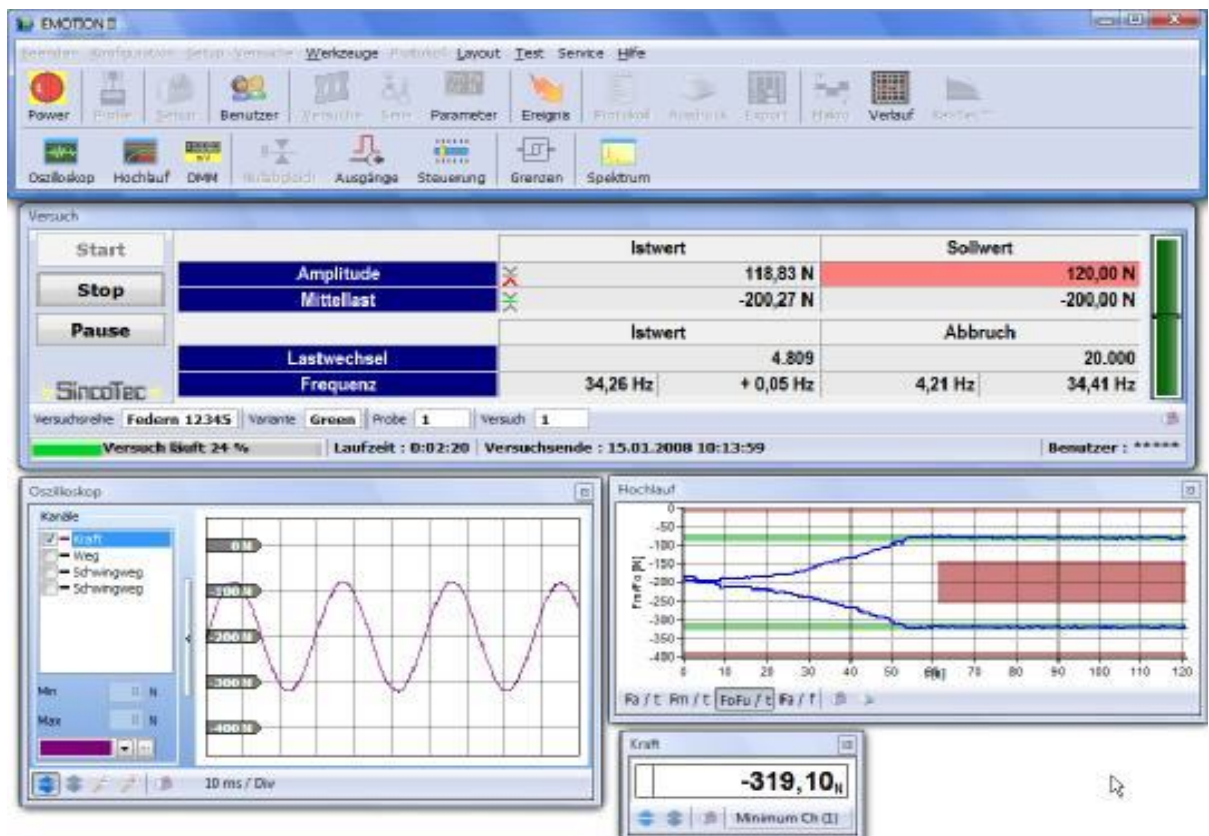
控制单元的技术参数：

| | |
|-------------|----------------------|
| 尺寸 | 1900 x 1420 x 800 mm |
| 桌面高度 | 1080 mm |
| 重量 | 210 kg |
| 输入电源 | 4 kW , 16A / 400V |
| 能耗（与硬件配置有关） | 0,5...4 kW |

| | |
|--------|-----------------|
| 保护等级 | IP 54 (IEC 529) |
| 环境温度要求 | +10°C...+35°C |

10.7.3 疲劳软件 EmotionII

与 WINDOWS 7 相配合，标配的 E-MOTION 软件包提供所有操作共振设备的功能，例如测量通道和两个用于限位开关的外部输入口（动静态各一个）。可有更多选项适用先进的试验。



软件可以显示频率预设值，实时显示当前频率，自动实时计算频率变化的差值。

软件自动计算预设次数结束的时间。

自动记录试验过程中的各种事件，及相应的频率，时间，载荷循环次数。

10.7.4 分析软件 LabMOTION

台阶法分析方式的评估需要很长时间才能完成，因而使用评估软件 LabMOTION 就变的非常有效及有意义。由于与 EMOTION 软件关联，这个程序可以非常轻松地评估测试结果。评估结果可以

显示出来并可打印。有了输出功能的 LabMOTION，用户可以将数据结果导出为 PDF, WORD 或者 EXCEL 格式的文件。利用软件工具 LabMOTION，我们可以用台阶法分析方式或 S/N 曲线方式对疲劳测试的结果进行评估。它将计算疲劳极限的净值以及标准偏离。计算的结果可以直接显示于显示器上。

10.7.5 预制裂纹工具软件 Pre-Crack per ASTM E399

应变控制疲劳试验方法

10.7.6 裂纹扩展工具软件按 da/dN

根据 ASTM E647 的标准，该软件工具提供 CT 试样和三点弯曲的裂纹扩展速率测定。

用柔度法测量和显示裂纹扩展速率,裂纹长度和相应的应力幅值。

通过实时的高精度测量和控制，选择裂纹扩展长度的级别，逐渐减小应力幅来，测定和控制疲劳裂纹扩展阈值 ΔK_{th} 。

测试中控制恒定 K_{max} ，, 恒定 da/dN 和 ΔK ，恒定 R 关系