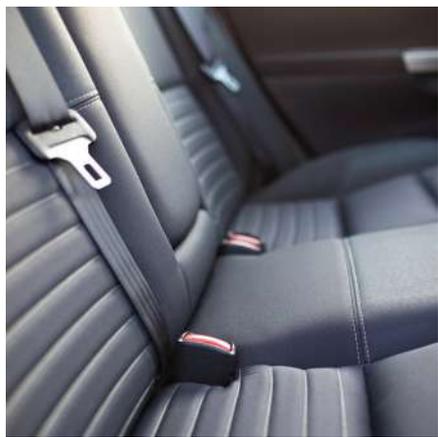


汽车行业试验机器和系统





1 ZwickRoell 集团

内容	页码
1.1 饱满的热情与精湛的专业知识	3
1.2 汽车行业试验领域值得信赖的合作伙伴	4
1.3 材料机械试验	6
1.4 汽车工程领域的连接技术	8

2 电机、驱动和电气系统

2.1 电动机和牵引电机试验	10
2.2 电能存储系统试验	10
2.3 燃料电池试验	10
2.4 发动机部件试验	11
2.5 发动机相关部件试验	13
2.6 传动系统试验	14

3 车身

3.1 金属薄板成型性能试验	15
3.2 断裂韧性试验	15
3.3 车身外部表面波纹度试验	16
3.4 高速拉伸试验	16
3.5 板弯曲试验	16
3.6 碰撞结构测试	17

4 底盘

4.1 弹簧试验	18
4.2 车轮、轮胎和轮毂试验	19
4.3 转向系统试验	20

5 电子控制和机电一体化系统

5.1 开关试验	21
5.2 电磁作动器的功能试验	21

6 座椅、内饰和安全部件

6.1 静态座椅试验	22
6.2 安全带试验	23
6.3 安全气囊纤维材料试验	23
6.4 密封传感器试验	23
6.5 安全气囊连接件试验	23

7 产品

7.1 准静态应用试验机	24
7.2 动态试验机	26
7.3 特定温度和高温下的试验	28
7.4 多轴应力状态试验机	29
7.5 特殊试验系统和仪器	30
7.6. testXpert III 测试软件	32
7.7 测量和控制电子系统	34
7.8 试验机现代化升级改造	36

8 服务

8.1 材料和部件测试实验室	37
8.2 应用技术	38
8.3 服务一览	38

1. ZwickRoell 集团

1.1 ZwickRoell——饱满的热情与精湛的专业知识

ZwickRoell 的公司理念是“激情倡导，客户优先”。我们兢兢业业，倾注三分之一的人力来提供服务和支持，以确保让客户感到满意。

作为一个拥有 160 年历史的家族企业，我们非常注重诚实和公平。多年来，我们逐渐与合作伙伴、供应商和客户达成了一种重要的共识，即在相互信任的基础上展开密切合作。



图 1: ZwickRoell 德国乌尔姆总部的创新中心

成功建立合作关系的基石：创新的员工以及新颖的产品



随时随地服务客户

ZwickRoell 德国乌尔姆总部共有超过 1,100 名员工，其中许多人都已经为公司服务了多年，甚至是几十年。他们具备精湛的专业知识与能力以及兢兢业业的工作态度，为 ZwickRoell 集团在全球范围内取得成功奠定了基础。

我们在全球超过 50 个国家和地区设立了分支机构。

提供合适的解决方案

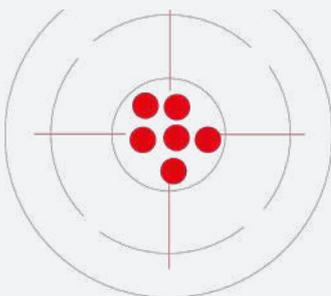
无论是针对静态材料试验，还是各种形式的疲劳试验，我们都能提供合适的解决方案。我们不但提供硬度试验用产品，还提供冲击试验仪器和用于测定熔融指数的仪器。

极少数情况下，如果缺少现成的合适解决方案，无论是需要进行细微调整，还是安装全自动试验系统或特殊用途试验台，我们的专家都将为您研发理想的定制方案。

1.2 ZwickRoell——汽车行业试验领域值得信赖的合作伙伴

研发、质量控制和生产过程中的可靠测试结果

准确可靠的测试结果为汽车整车和部件的所有开发阶段奠定了重要基础。ZwickRoell的试验解决方案能够生成准确、可重复、可再现且可追溯的试验结果。



质量管理

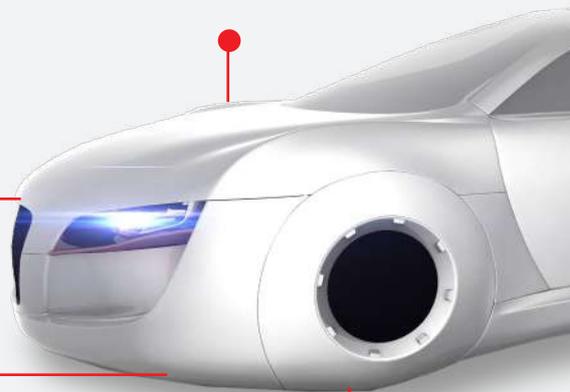
汽车行业的组织质量管理体系标准 IATF 16949 对于与汽车相关的各项流程至关重要。

ZwickRoell 的试验仪器能够支持供应商和汽车制造商满足该标准中的试验要求。



电动汽车和轻量化结构——我们助您迈向未来

汽车行业正在经历诸多变革，并且减少排放的需求带来了一些重大挑战，因此该行业必须推动电气化进程并持续改进轻量化结构。ZwickRoell 根据研究机构和行业组织之间的紧密合作成果，为客户打造创新且灵活的试验解决方案。



70 多年来一直是汽车制造商和供应商值得信赖的合作伙伴

ZwickRoell 从 20 世纪 50 年代开始为汽车行业提供试验系统，逐渐赢得了国际 OEM、供应商、研究机构、工程和试验服务提供商以及认证机构的信任。

从材料到完整部件的试验解决方案

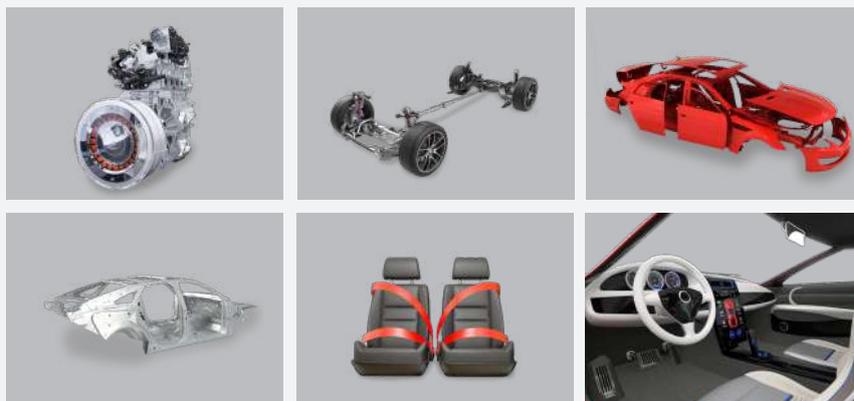
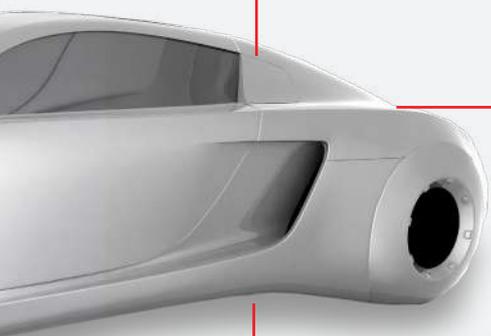
大多数汽车部件的设计必须可靠地满足相关部件要求，并保证汽车在使用期间的机械载荷承受能力。ZwickRoell 试验系统可用于材料性能的可靠测定、部件功能检查等，从而帮助实现上述目标。





智能化试验解决方案——为任何应用提供合适产品

ZwickRoell 拥有广泛的试验机产品, 这些产品采用模块化设计, 可根据试验要求调整至理想状态。从用于大量试验任务的万能试验机到全自动复杂试验系统, 我们针对符合标准的试验提供各种试验解决方案。所有 ZwickRoell 试验系统都能生成可靠的测试结果, 并且操作简单、可用性高。



从驱动系统到电子控制系统——用于所有领域的试验解决方案

我们不仅提供针对材料使用和连接技术等重大挑战的试验系统, 还提供以下所有相关汽车部件的综合试验解决方案: 从驱动到底盘、车身、内饰、安全装置和电子控制系统/机电一体化系统。我们与客户携手并肩, 共同开发电气驱动和蓄电池技术。

全球专家网络

我们为所有国家和地区的汽车整车及部件制造商提供支持。我们的专家团队能力出色, 并持续参加各类培训, 以便为全球客户提供令人满意的咨询和支持服务。





1.3 材料机械试验

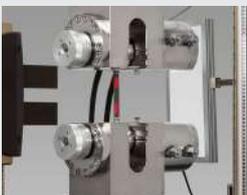
为了遵守日益严格的排放法规要求，汽车行业必须想方设法制造更加高效、环保的汽车，例如大幅减轻车身重量，改进燃油技术和废气处理功能，以及使用新能源发动机。尽管在安全性、效率和舒适性方面的要求变得更加苛刻，但制造商生产每一代新型汽车都远比以前容易。不过，这要求制造商使用新型或改进后的材料以及智能材料化合物，从而在材料适

用范围内减轻车身重量并提升性能。此外，汽车所有部件都要系统地进行减重，以便优化材料利用率。

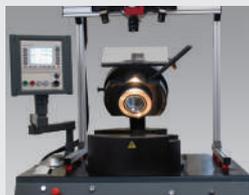
可靠地测定材料机械特性对于汽车行业至关重要。为了尽可能真实地测定各种材料性能，制造商需要采用丰富全面的试验方法。我们的万能试验系统通常可额外配备测量传感器、试样夹具、试验工装和环境模拟装置。因此，试验系统可以灵活调整，用于

特定的或未来的测试任务。如需了解详细信息，请参阅我们的手册或访问官网。

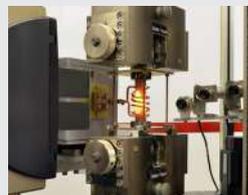
金属试验



拉伸试验



金属薄板成型试验



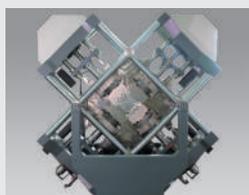
高温试验



硬度试验



简支梁冲击试验



双轴试验

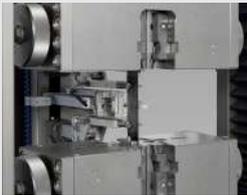


高速试验



断裂力学试验

塑料和部件试验



拉伸试验



3点弯曲试验



压缩试验



硬度试验



冲击试验



仪器化穿刺试验



熔融指数试验



疲劳试验

其他应用试验



软质泡沫试验



弹性体拉伸试验



橡胶磨损试验



线材拉伸试验



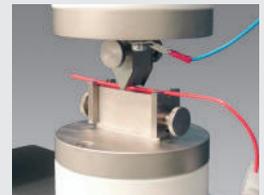
纺织物拉伸试验



玻璃试验



搭接木材拉伸剪切试验



电缆试验



1.4 汽车工程领域的连接技术

汽车上所使用的各种不同连接件都必须进行机械表征。

汽车制造过程中会广泛使用可拆卸的螺纹连接件，并且在影响安全性的关键领域，此类连接件也越来越受重视。拉伸试验和疲劳试验对于螺钉的质量要求也相应较高。

汽车底盘大量使用线性连接（焊接接头），并重点关注部件或接头的使用寿命。车身外壳则采用线性连接、点连接、平面连接以及融合各种连接结构的综合连接方式。

粘接法已成为可靠连接各种材料的常用方法，在汽车行业中也越来越受到青睐。现代粘合材料重量轻、连接质量高并且可灵活使用，因而能够有效满足轻量化结构的相关要求。

部件设计的重点在于确保其既能达到所需使用寿命，也能实现碰撞安全性。此外，刚度也是设计车身外壳和底盘部件的关键标准之一。



图 1: 螺钉静态拉伸试验



图 2: 使用 Vibrophore 进行螺纹连接件疲劳试验

连接件的机械特性必须在准静态载荷、疲劳载荷和动态冲击载荷下进行测定。

试验期间(准静态拉伸试验、疲劳强度试验和动态冲击试验)计算出的数据可用于进行质量保证以及模拟使用寿命和碰撞行为。

使用类似部件的试样时,也可借此验证使用寿命或构建碰撞模型。就轻量化结构而言,将各种材料进行组合变得越来越重要。制造商在连接金属材料与非金属材料时面临着诸多挑战,为此,必须使用多种不同的连接方法。这些连接方法应当确保复合材料在实际应用中的刚度和承载能力。



图 5: 铆接接头顶出试验



图 1: 点焊试样



图 3: 铆接接头剪切试验

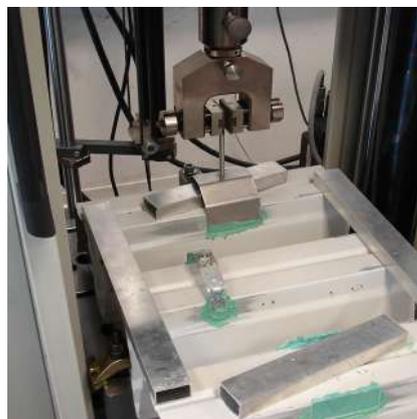


图 6: 粘合结构剥离试验



图 2: 用于粘合两种纤维复合材料的开槽试样剪切试验

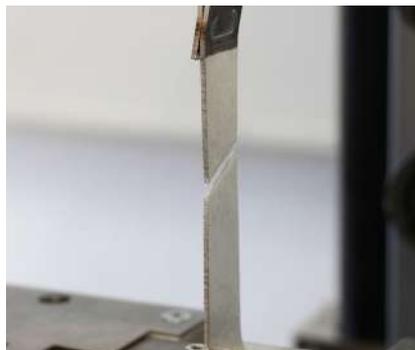


图 4: 经过拉伸试验的激光焊接金属薄板试样, 在焊接位置外失效



图 7: 胶带剥离试验



2 电机、驱动和电气系统

动力系统开发的核心目标是，在提高动力系统效率的同时降低排放。为了满足严格的全球监管要求，动力系统轻量化至关重要。内燃机一方面正在变得更小更轻，但另一方面也变得越来越精密复杂，因为需要关注的特性更多，例如增压、操作参数优化，并且内燃机日益频繁地与电动驱动器结合使用，导致对复合材料的要求有所提高。ZwickRoell 试验技术可以为开发过程提供可靠的测试结果。

2.1 电动驱动器试验

为了让电动牵引电机达到更高的效率，制造商采用了各种非传统方法：复杂的金属薄板冲压件、更薄的金属薄板以及高性能永磁体。ZwickRoell 试验机用于测量已粘合永磁体的推出力，以确保其安全固定。此外，机器还可测定电动电机部件的装配力和拆卸力，以便更精准地确定故障原因。

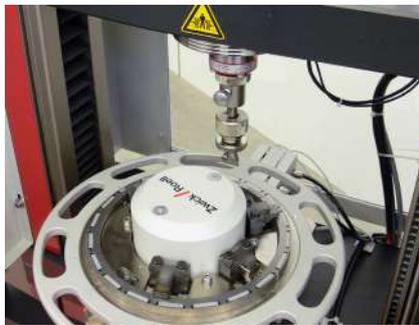


图 1: 牵引电机试验

2.2 电能存储系统试验

锂离子电池是目前汽车制造领域最为常用的电动驱动器储能装置。此类电池设计复杂，要求整个电池系统的制造和组装流程都具有很高的安全性。因此，电池、电池模块甚至整个电池系统都需要接受多种机械试验。由于电池具有高能量密度，因此必须能够承受机械载荷直至触发短路，以防对车内人员造成危害。此外，高能量存储系统必须遵守严格的试验标准，以满足相应运输规定。试验机控制功能、试验机加速度和数据采集率的设计都必须满足这些快速试验流程的要求。

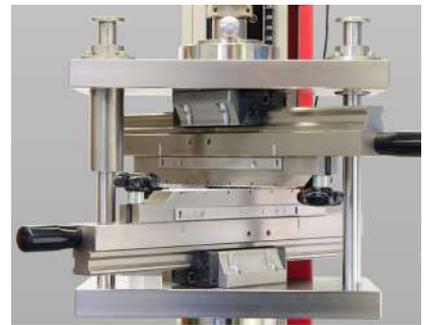


图 2: 锂离子电池电极层的粘合强度试验

2.3 燃料电池试验

燃料电池能够将氢气转化为电动驱动器所需的能量，是化石燃料和内燃机的一种有效替代品。用于加压氢气存储的材料不仅需要接受单个电池层的负载试验或单个燃料电池模块的可堆叠性测定，还必须承受高达 1,200 bar 的压力。此外，还应当检查氢气是否会对所用材料造成脆化等负面影响。

2.4 发动机部件试验

连接杆试验

连接杆的设计和材料都必须满足较高的总体载荷承受要求,例如疲劳极限约为 $N = 5 \times 10^6$ 次循环。连接杆可分为三种载荷范围,试验时必须在实际条件下(即在 90 至 120 °C 的温度范围内以油为介质)对两个孔进行测试。

ZwickRoell 的 Vibrophore 配备特殊叉型试样夹具,可实现高达 250 Hz 的试验频率和非常高的试样测试效率。由于其能耗相对较低,运行成本也相应较少。

曲轴试验

曲轴疲劳试验可以采用 Vibrophore 高频疲劳试验机或电液伺服疲劳试验机。为了测定 S-N 曲线,需要对曲轴的单个部分施加弯曲载荷致其疲劳,并妥善安装工作台和工具,以便通过重新夹持来测试曲轴的所有部分。一般假设疲劳极限为 $N = 3 \times 10^6$ 次循环。循环的正弦力控制是通过阶梯法得到的。同样的试验机还可以进行扭转疲劳试验。



图 1: 连接杆疲劳试验



图 2: 采用 Vibrophore 对曲轴部件施加动态载荷

凸轮轴总成试验

凸轮轴运行原理决定了其必须持续承受高扭转载荷。ZwickRoell 的扭转试验机可用于与生产相关的质量控制, 试验需要测定部件连接开始松动时作用在凸轮轴上的扭矩。试验期间, 凸轮轴部件被水平夹持在试验机中, 并持续承受最高可达 1,000 Nm 的递增扭转载荷。凸轮轴部件的弹性及塑性变形需要特别关注, ZwickRoell 的光学激光引伸计可以在不接触试样的情况下测量转角。

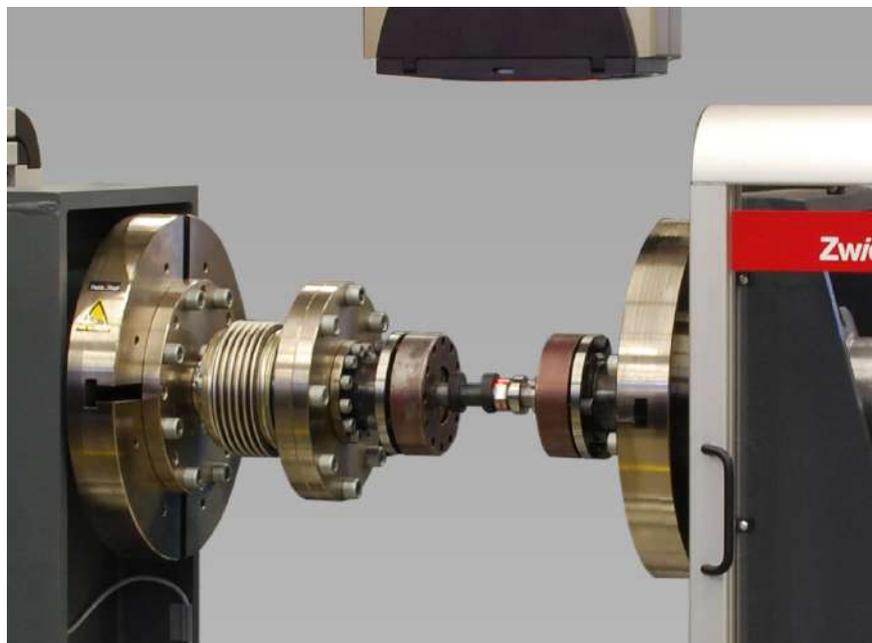


图 3: 凸轮轴扭转试验

其他发动机部件试验



图 1: 发动机缸体疲劳试验



图 4: 气门弹簧试验

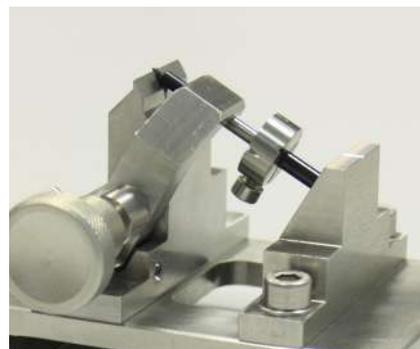


图 6: DLC 涂层喷油器摩擦系数试验



图 2: 发动机链条疲劳试验



图 5: 气门硬度试验

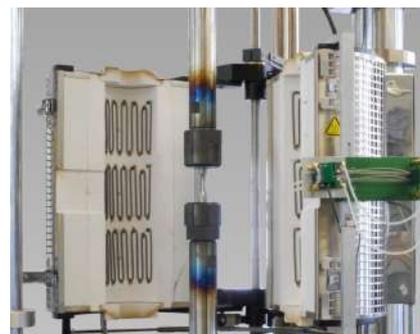


图 7: 发动机部件高温试验

2.5 发动机相关部件试验

由于位置特殊,这些部件经常会受到热载荷及振动的影响。如果未采用合适的设计,这些部件可能过早失效。为了充分保护部件,必须在实际负载情况下进行疲劳强度试验。

发动机安装件试验

弹性体安装件在发动机和底盘具有多种用途。其主要功能包括作为连接件、平衡件以及隔振和减振部件。有多种试验方法可用于测定主动和被动型安装件的各项性能。



图 1: 发动机安装件单轴疲劳试验

排气系统试验

排气系统是一种承受高应力、热载荷、颠簸、振动以及处于腐蚀介质中的复杂部件系统。此类系统包含大量的灵敏部件,例如催化转化器、测量传感器以及电子控制系统。这些部件都需要根据上述要求进行

设计和检验。ZwickRoell 提供广泛的试验解决方案。下述示例中采用 ZwickRoell 电液伺服疲劳试验机对整个排气系统进行双轴疲劳试验。

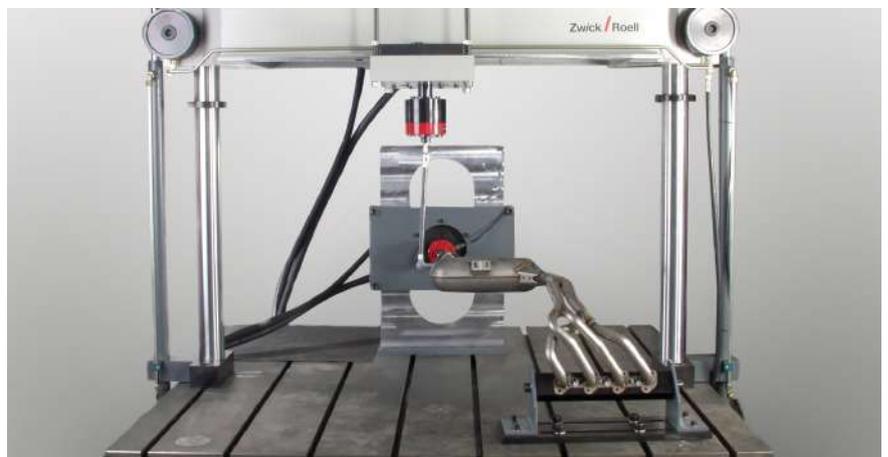


图 2: 排气系统疲劳试验

催化转化器衬垫试验

脆性的陶瓷催化转化器在整个使用寿命期间必须安全地存放在排气系统中。测定所用轴承垫在指定温度下的刚度和摩擦系数极为重要。为此,试验机配备压板,可加热至 1,050°C 并施加垂直方向的试验载荷。此外,通过使用光学位移传感器,试验机能够高度精确地控制压板距离。

附加的水平试验轴则可用于测定指定温度下的摩擦系数。

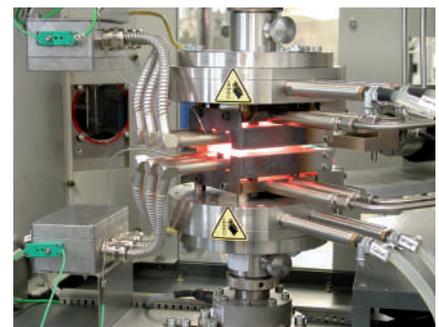


图 3: 催化转化器衬垫试验

2.6 传动系统试验

传动系统负责转换并传递发动机的动力，而试验可确保系统所有部件的可靠性。ZwickRoell 在测试发动机及传动系统方面具有超过 50 年的经验。早期试验中，试验方法都非常简单；但如今，需要测量记录的参数越来越丰富、具体，试验也要求在高速、扭转以及实际操作温度等真实条件下进行。

离合器试验

在离合器的开发以及质量控制环节，接触力-行程特性曲线以及释放力-行程特性曲线扮演着非常重要的角色。在试验中还可以测定离合器压板的分离行程，以及压板与离合器片的平行度。特性曲线的测定不仅是为了使驾驶更为舒适连贯，更是为了确保离合器能安全地传输扭力。试验均在全新条件和已应用过的既定条件下执行。

离合器片的轴向及扭转试验

干式摩擦离合器可用于执行和中断扭矩施加。因此，除上述轴向特性曲线之外，扭转特性曲线也至关重要，例如拖曳扭矩、预减振和主减振特性曲线或过零。



图 1: 测定摩擦离合器的接触力和位移以及推出力和位移

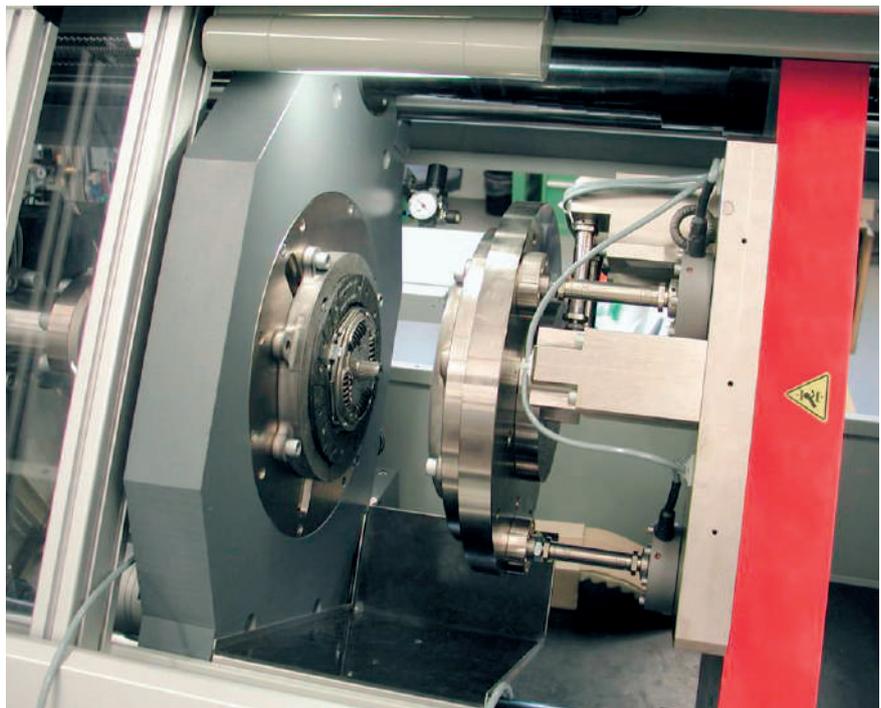


图 2: 离合器片的轴向及扭转试验



3 车身

为了满足日益增长的乘员保护、轻量化结构、舒适性以及功能性要求，现代化承载式车身的混合结构正在变得越来越复杂。正因如此，目前除了普通钢材，高/超高强度钢、铝、纤维增强塑料在汽车行业也得到了越来越广泛的应用。ZwickRoell 的高精度试验技术能够为制造商设计这种复杂的多材料复合物提供有力支持。

3.1 检测金属薄板成型性能

出色的延展性对于车身薄板极为重要。深拉伸和拉伸成型等常规成型工艺需要通过标准试验方法接受检验。ZwickRoell 的 BUP 系列金属薄板试验机可在高达 1,000 kN 的试验力下测得所需参数。

另一项非常重要且复杂的试验是成型极限曲线的测定，工程师可以根据该曲线来推导出成型过程中应变的上限。ZwickRoell 与高度专业化的合作伙伴深入合作，开发出了可用于记录深拉过程中试样应变的光学测量技术。



图 1: 金属薄板成型试验

3.2 断裂韧性试验

断裂韧性 K_{Ic} 是将金属材料应用于飞机制造、发电厂建设、汽车工程等安全相关领域时所需关注的一个重要特性。测定断裂韧性时，首先对试样进行人工预制裂纹，然后施加载荷直至其断裂。断裂韧性 K_{Ic} 可通过载荷-变形曲线以及裂纹长度来确定。



图 2: 测定断裂韧性 K_{Ic}

3.3 车身外部表面波纹度试验

成型薄板的表面质量对于特定涂层方法至关重要。为了实现理想的涂层质量，必须确定薄板表面的波纹度参数。令金属薄板试样发生变形，直至达到规定的塑性应变，然后使用波纹度试验仪器测定试样的波纹度。

3.4 高速拉伸试验

材料在承受高应变速率时的特性对汽车行业非常重要。在汽车设计中，最重要的考虑因素之一就是材料的高速变形，因为交通事故中材料变形非常快。ZwickRoell 的 HTM 系列高速拉伸材料试验机就可以测定该情况下必要的材料性能。这些试验机对试样的测试速率最高可以达到 20 m/s，试验力高达 500 kN。



图 1: 配备 videoXtens 的金属薄板试验机

3.5 板弯曲试验

此类试验用于测定车身面板材料的弯曲角度，从而确定变形行为以及金属材料在主要弯曲元件变形流程（如操作）或冲击载荷施加期间的失效风险。试验采用特殊的 3 点弯曲装置，以便通过光学设备测量弯曲角度（施加载荷与卸载条件下，弹性恢复）以及内外半径。



图 2: 试验速度高达 20 m/s 的高速拉伸试验



图 3: 符合 VDA 238-100 标准的板弯曲试验

3.6 碰撞结构试验

发生事故时, 车身部件的能量吸收和变形对于保障乘员安全至关重要。因此, 在进行常规高速试验之前, 厂商会对车身部件以及整车结构进行低速碰撞试验。厂商可以将低速试验中收集到的相关信息反馈给建模和设计部门, 以供改进。同时, 为了定义碰撞试验中所需的参数, 需要对部件进行大载荷静态压缩试验, 测定失效起因及进程。



图 2: 用于测试各种车身和结构部件的灵活夹持区域



图 1: 配备有两个试验区域的 AllroundLine 材料试验机, 用于对车身部件进行拉伸和压缩试验





4 底盘

作为车体与路面的直接过渡部件，底盘决定了汽车的动力、安全性、舒适度以及燃油消耗等性能。鉴于部件安全关键设计的要求，在新材料以及新制造工艺的研发过程中必须采用可靠性检查。

4.1 弹簧试验

多分量弹簧试验

多分量测量平台可用于测定底盘螺旋弹簧的力矢量。标准试验系统配备用于此类试验的六分量或九分量测力平台，以便在螺旋弹簧承受压缩力时，具体测定弹簧穿透点、施加的扭矩以及力分量产生的力。这些特性值对于评估摩擦、磨损和使用寿命等质量属性非常重要。

不同温度下的空气弹簧试验

该试验系统能够在 -80 至 $+250^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内测定空气弹簧的黏弹性能和疲劳性能。特殊的压缩装置可用于固定不同形状和尺寸的空气弹簧。整个试样工装能够插入可移动的环境试验箱。

空气弹簧多轴施加载荷

该试验系统主要用于空气弹簧质量保证和开发。装置包括一台 $F_{\text{max}} 250 \text{ kN}$ 的立式电子万能材料试验机，配备一个附加的水平机电驱动器以及带五个力传感器（3 个垂直力传感器以及 2 个水平力传感器）的力测量平台。为了测定空气弹簧的轴向和水平刚度特性，试验系统会对试样加载垂直、水平以及复合载荷。



图 1: 多分量避震弹簧试验



图 2: 空气弹簧试验

4.2 车轮、轮毂和轮胎试验

车轮试验

在汽车行业，轮毂一般由钢、轻金属或复合材料制成，再与轮胎组合成为车轮。轮胎由具有各种物理性质的材料做成的复合材料制成。作为车辆与路面的连接，车轮被用于传输所有产生的力与扭矩。ZwickRoell 试验系统可用于测定车轮与轮胎的准静态以及动态性能，包括对橡胶、纺织品和线材的单独标准试验，以及对整个车轮/轮胎系统的整体测试。

轮毂法兰盘轴向变形试验

为了测量轮毂的刚性，需要使用特殊压力轴对轮毂法兰盘进行压缩试验。该试验采用立式试验机，试验机横梁向前突出，并带有高度可调的 T 型槽，如此，轮毂在该试验机上可以被放置并固定在符合人体工程学高度的舒适的测试空间。即使因轮毂几何形状的原因而产生横向力时，力传感器也能对轴向力进行精确测量。

刹车盘试验

刹车盘是车轮刹车系统中最重要的部件之一，为了评估刹车盘的质量，需要对刹车盘摩擦面施加法向压力，并测定其变形量。ZwickRoell 材料试验机可以安装集成了测量系统的压缩试验工装，用以进行该项试验。试验装置采用三个互成特定角度的测量传感器来精确测量变形量，并使用经过改装的活塞替代压头施加均匀试验力。

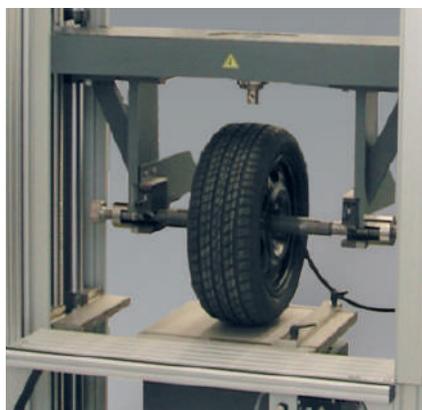


图 1: 用于测量轮胎横向刚度的试验台



图 3: 轮毂法兰盘轴向变形试验



图 5: 刹车盘压缩试验



图 2: 通过 testControl 控制轴向力、水平力和胎压



图 4: 测量 CFRP 轮辋的全表面变形

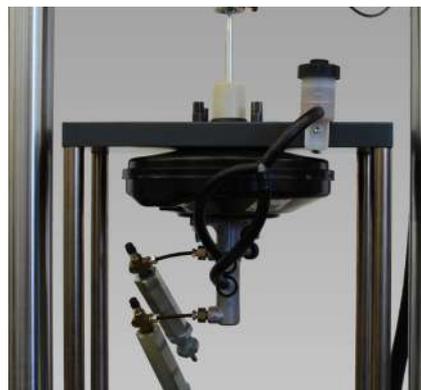


图 6: 对制动助力器施加载荷

4.3 转向系统试验

转向连杆试验

此类试验系统用于测定转向连杆在安装位置时试验轴内外的摩擦力和扭矩 (包括静摩擦), 为此需要用到一台试验载荷可达 20 kN 的水平多轴试验机。三个可调节的试验轴可用于有效测试各种转向连杆设计。三个独立控制的驱动轴 (轴向、横向和扭转) 可支持使用多个试验序列。

转向轴试验

为了提高卡车伸缩转向轴的生产自动化程度, 可将 ZwickRoell 材料试验机集成到其全自动装配线中。使用配备 laserXtens 的 ZwickRoell 材料试验机测定生产线中间位置的最大扭转角度, 以便对之前的装配步骤进行流程导向分析。在生产线末使用第二台 ZwickRoell 材料试验机, 用于测定转向轴的位移力。

橡胶金属减震器试验

在标准材料试验机的基础上, ZwickRoell 开发了一套用于测试橡胶金属轴承的静态和动态刚度、损耗角以及损失因子的试验系统。

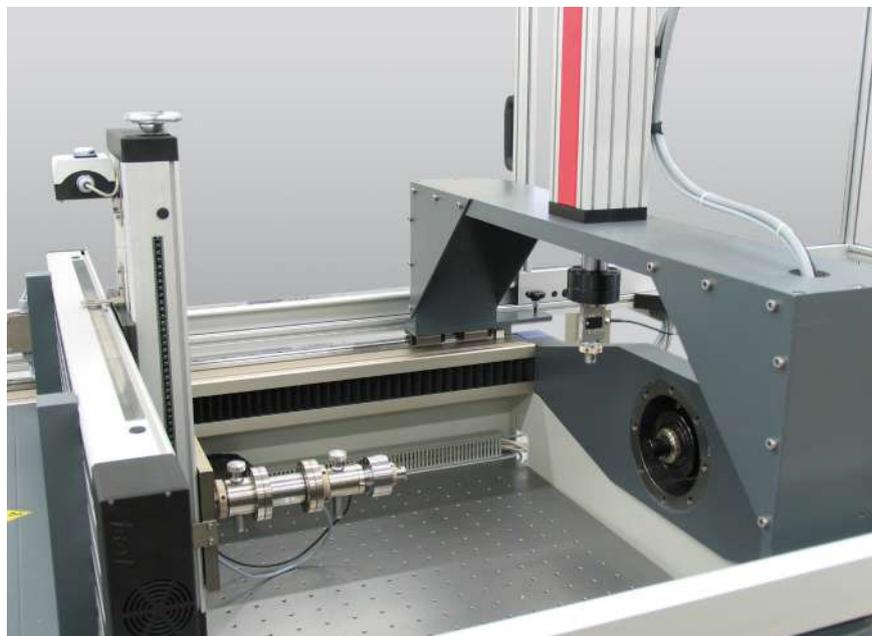


图 1: 用于固定转向连杆的试验装置

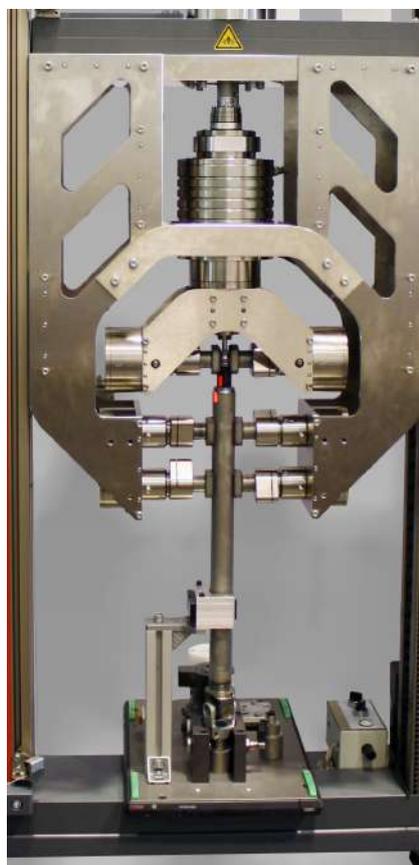


图 2: 卡车转向轴试验



图 3: 橡胶金属减震器试验



5 电子控制和机电一体化系统 信息。

5.1 开关试验

为了测定电子开关和元件的开关特性，装配件试样的电信号会与相应的力和位移信号进行同步。迟滞试验（开启和关闭）中会测定并显示机械力或扭矩以及电气开关触发点。试验机还可配备扭转驱动装置，用于测量旋转开关的扭矩。

5.1 电磁作动器的功能试验

比例电磁和开关电磁可用于多种汽车应用。在电磁作动器功能试验中，力-行程特性曲线需要在最终测试中确定。作动器的基本功能特性可通过特征曲线进行分析。

迟滞现象还揭示了机械部件的摩擦

此外，就比例电磁而言，力-电流特性曲线显示了特定电流范围内，作动器在规定电枢位置上所施加的力。理想的特性曲线是力与电流在工作点周围呈线性关系。



图 2: 车窗升降开关元件功能试验

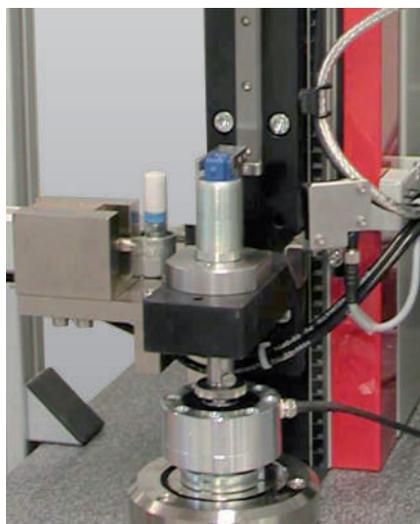


图 1: 电磁作动器试验

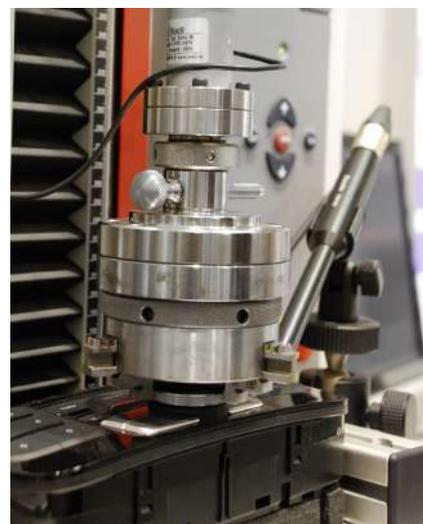


图 3: 多功能旋转开关的声学 and 触觉试验



6. 座椅、内饰和安全部件

6.1 静态座椅试验

我们针对各种座椅和座椅部件测试提供一系列试验解决方案。图中所示的试验系统设计用于测定汽车座椅的质量。载荷施加工作台符合人体工程学，便于操作人员轻松对座椅进行水平定位。系统可将力传感器同时横向移动至座椅表面的指定位置，从而确定座椅表面所有区域的轴向刚度。系统还可以测试座椅所采用的传感器技术，例如座椅占位检测。



图 2: 用于测试座椅特性的灵活试验台



图 1: 测定预成型柔性泡沫的压痕硬度

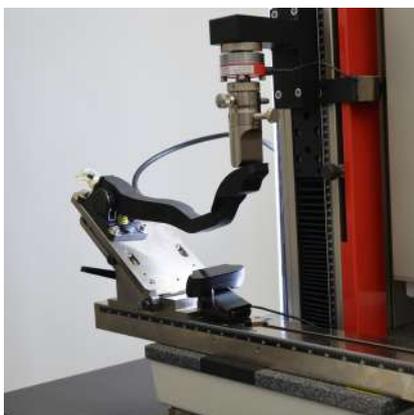


图 3: 测定油门踏板的作动力



图 4: 紧急制动杆疲劳试验

6.2 安全带试验

长久以来,安全带一直是最重要的汽车乘员约束系统,必须符合多项严格的要求,例如,UN/ECE-R16 法规中定义了测试范围。除了需要考虑安全带使用的各种前提条件(如位置、湿度、温度、光照、车辆驾驶速度等)之外,试验还必须按照非常严格的规范标准在材料试验机上执行。除了最大断裂力,安全带在载荷作用下产生的横向应变也需要计算。ZwickRoell 试验机还可用于测定其他安全带部件(例如搭扣或皮带张紧装置)的强度。



图 1: 安全带拉伸试验

6.3 安全气囊纤维材料试验

另一个非常重要的汽车安全部件是安全气囊,目前安全气囊会安装在乘客区域的多个位置。除了对安全气囊织物进行试验,其接缝以及胶黏剂连接强度也需要通过拉伸试验进行测试。其他试验还涉及传感器、开关元件以及预定断裂点。



图 2: 安全气囊织物试验

6.4 密封传感器试验

该试验系统用于测试具有防夹系统的车门窗,防夹系统会在检测到门窗受到特定载荷时(如乘员的手指或头被夹住)关闭车窗或天窗电机。试验系统用来测定触发防夹系统的载荷大小。试验过程中,各种电子信号都会被实时测量并显示。该试验系统还集成了读码器用于识别试样,并配备水平定位装置,可以一次加载多个试样。

6.5 安全气囊连接件试验

在安装安全气囊时,其连接器卡入到位后会发出明显的声音(声音反馈)。ZwickLine 试验机通过机械、电气和光学同步测试,确保插头连接器实现安全的电气连接。



图 3: 安全气囊连接件试验



图 4: 密封传感器试验

7 产品和附件

7.1 准静态应用试验机

ZwickRoell 集团是全球知名的静态材料试验机供应商,通过集结专家智慧,研发出支持苛刻试验条件且应用广泛的多种试验系统。我们的静态试验机专门设计用于拉伸、压缩和弯曲试验,也可用于剪切和扭转试验,因此非常适合在苛刻的材料和部件测试环境中使用。我们的设备支持

从200 N 到 2,500 kN 的试验力,为试验行程和试验速度提供了广泛的选择,并且试验机还配备坚固的机架以及智能驱动系统。所有试验系统都能简单、灵活地集成功力传感器、试样夹具和引伸计。如需了解材料和部件的可靠特性值,静态试验机可谓理想之选。

zwickiLine

单立柱 zwickiLine 是我们的材料试验机系列之一,最高支持 5 kN 的载荷,可为各种材料部件提供强大且灵活的试验解决方案。该试验机不仅适用于研发目的,也同样适用于常规质量保证测试。zwickiLine 可配备多种设备选件,以便用于测试塑料、弹性体、金属、复合材料、纸张、纸板、纺织品、泡沫或零部件。



zwickiLine 和 ProLine 万能材料试验机

AllroundLine 万能材料试验机

配有两个试

ProLine

ProLine 材料试验机主要用于对材料和部件进行标准化试验, 试验力可达 100 kN。ProLine 材料试验机与我们直观的 testXpert III 测试软件结合使用, 可使操作更加快速简单。

AllroundLine

新型 AllroundLine 适用于所有领域的应用。无论是用于质量控制中的

测试任务, 还是要求严苛的研究项目, AllroundLine 都是理想的解决方案。我们的试验机最高支持 5 kN 的试验力。客户可根据具体需求和力范围选择框架式或立柱式试验机。

大载荷试验机

大载荷试验机专用于需要高试验载荷的材料和部件测试, 也可轻松进行改装, 配置适用于较低试验载荷的测

试工具, 以扩大应用范围。

标准产品范围中包含 330 kN 至 2,500 kN 力范围内的多种试验机机架及配件。载荷通过机电或液压方式施加。如果力范围较大, 可选择定制液压大载荷试验机解决方案。大载荷试验机的特点在于刚度高、坚固耐用且灵活可靠。



试验区域的 AllroundLine 试验机

大载荷试验机

7.2 动态试验机

数十年来, ZwickRoell 集团成功打造了适用于疲劳试验系统的多种解决方案。我们的测试专家与客户密切合作, 确保为每个行业提供理想的解决方案。从紧凑型台式电液伺服疲劳试验机到试验力高达 MN 级的多轴试验平台, 我们可助您应对任何挑战。

ZwickRoell 的动态试验机采用各种不同的物理驱动原理, 每种原理都具备独特的优势和应用领域, 因此我们可以根据客户要求, 针对实际测试环境寻找理想的解决方案。无论是简单还是复杂的试验任务, testControl II 电子控制系统都能提供强大的解决方案。

此外, 专为多轴应用和现代化需求而设计的 Control Cube 能够为客户提供灵活且可扩展的控制电子系统。

电子-机械伺服试验作动器

电子-机械伺服试验作动器可广泛应用于拉伸和压缩试验, 并以不同方式集成到试验工装、生产线或特殊组件中。试验力范围为 1 至 100 kN, 非常适合测试频率高达 1 Hz 的试验。



电子-机械试验作动器

LTM 电子动态疲劳试验机

HA 系列电液伺服疲劳试验机

HB 系列电液伺

Vibrophore

Vibrophores 采用电磁共振驱动,因此测试频率高、测试时间短且能耗小。Vibrophore 共振试验机的试验载荷最高可达 1,000 kN,目前还支持执行符合标准的静态试验。

电子动态疲劳试验机

电子动态疲劳试验机配备维护需求小的线性驱动器,尤其适用于试验力不超过 10 kN 的低载荷应用。LTM 采用 ZwickRoell 最新研发的专利驱动概念,可用于动态和静态材料及部件

试验。驱动装置的移动质量低,为疲劳试验提供了理想的条件。

电液伺服疲劳试验机

电液伺服疲劳试验机的用途非常广泛,既支持静态载荷,也支持振荡载荷,试验速度最高可达 20 m/s。其模块化设计包括高达 2,500 kN 的试验系统,定制型号甚至还能支持更高的载荷。除试验系统外,ZwickRoell 产品组合还包括试样夹具、测量和控制电子系统、测试软件和液压部件。从液压泵和液压管路到单轴试验作动

器,我们可提供多种解决方案,满足客户的个性化试验需求。



电液伺服疲劳试验机



Vibrophore



多轴电液伺服试验台

7.3 特定温度和高温下的试验系统

汽车广泛应用于全球各种不同的环境条件,因此必须在低温和高温条件下测定其机械特性。

环境试验箱

此类试验箱支持 $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 到 $+250\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度范围,因此能够满足大部分材料和部件试验需求。试验箱可根据要求拓宽温度范围、加装空调、施加介质影响或配备防火装置。

高温炉

高温试验用于测定材料的热弹性、耐热性和再结晶温度。ZwickRoell 提供从 $+200\text{ }^{\circ}\text{C}$ 至 $+1,600\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度范围内的一系列解决方案。这些解决方案能充分配合高温炉(包括温度控制器)、合适的拉伸及弯曲试样夹具以及合适的引伸计。

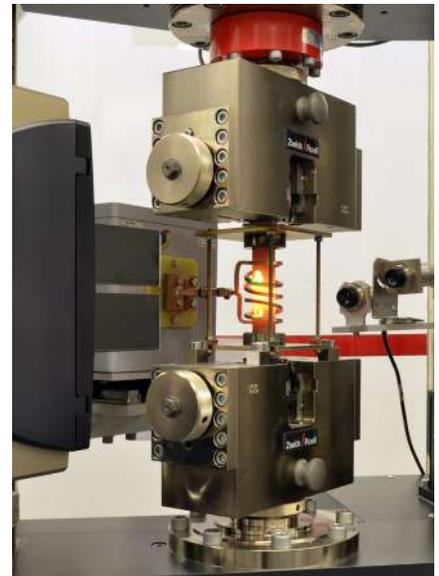


图 2: 利用光学应变测量装置 (laserXtens) 进行高温拉伸试验



图 1: ZwickRoell 为 $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 至 $+1,600\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度范围内的测试提供标准试验解决方案。

7.4 用于多轴应力条件的试验机

为了更好地模拟部件的实际多维负载状态,需要采集大量多轴载荷试验数据。

各种试验装置已在实际应用中久经检验,能够更准确地描述由正应力和剪切应力构成的三维负载状态。

与此同时,试验采用的许多不同方法都会多个轴上叠加应力和扭力。



图 2: 叠加扭转双轴试验机



图 4: 30 kN 双轴试验机



图 1: 配备光学应变测量装置的拉伸-扭转试验机

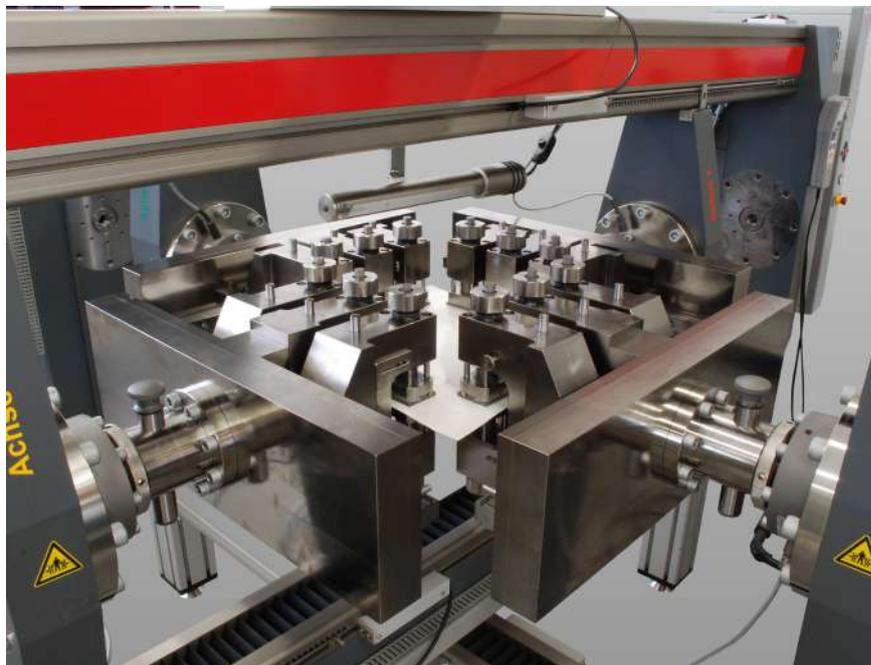


图 3: 水平双轴试验机

7.5 特殊试验系统和仪器

除了传统试验机外,我们还提供其他用于汽车应用的一系列试验解决方案。薄板需要具有出色的延展性。深拉伸和拉伸成型等常规成型工艺需要通过标准试验方法接受检验。

金属薄板成型试验机

ZwickRoell 的 BUP 系列金属薄板试验机可在高达 1,000 kN 的试验力下测得所需参数。另一项非常重要且复杂的试验是成型极限曲线的测定,设计人员可以根据该曲线来推导出成型过程中应变的上限。ZwickRoell 与高度专业化的合作伙伴深入合作,开发出了可用于记录深拉过程中试样应变的光学测量技术。

硬度试验机

我们基于自身多年来在全球供应各种设备的经验以及与使用设备的操作人员之间的沟通交流,设计研发出一系列硬度试验机和仪器。ZwickRoell 的试验系统配备了采用前沿技术的机械部件、强大的电子控制系统以及方便易用的软件,因此功能丰富且十分“智能化”。

ZwickRoell 集团拥有符合 ISO 17025 UKAS 标准的 DAkkS-认证计量实验室,实验室遵循国家计量基准,以保证 ZwickRoell 硬度计、硬度标块和压头具有溯源证书。



图 1: BUP 600 金属薄板试验机



图 2: ZHU250CL 硬度试验机

摆锤冲击试验机

我们的 HIT 摆锤冲击试验机是塑料制造商和生产商的基准仪器,冲击能量最高可达 50 J。此类仪器具有精确、可靠和采用人体工程学设计等特点,主要用于简支梁、悬臂梁、拉伸冲击和 Dynstat 试验。

此外,我们的 RKP ($\leq 450\text{J}$) 和 PSW ($\leq 750\text{J}$) 系列金属摆锤冲击试验机也在世界各地得到了广泛应用。这些摆锤冲击试验机可用于安全、可靠地按照国际应用标准来执行简支梁、悬臂梁、拉伸冲击和布鲁格试验。



图 1: 配备自动试样上样装置的 HIT50 P 摆锤冲击试验机

落锤冲击试验机

落锤冲击试验需求促使冲击试验机变得越来越重要。因此，我们打造了

HIT 系列落锤冲击试验机，既可用于执行标准材料试验，也可用于测试非标部件。

由于塑料在汽车制造领域的应用日渐广泛，此类试验的重要性也不断提高。

高速试验机

加载速度是决定许多材料断裂行为的重要因素之一。为了正确计算碰撞安全性，需要使用相关数据和本构方程。ZwickRoell 的 HTM 电液伺服高速试验机系列可在很宽的试验速度范围内测定应变速率特性值。

C 型机架试验机

cLine 材料试验机系列具有三面开放的试验区域，适用于部件试验和柔性泡沫材料试验。部件试验的主要对象是模塑泡沫产品，例如汽车座椅和坐垫。材料试验中则会使用柔性泡沫管材或片材。cLine 试验机还可以执行压缩试验、循环压痕试验和脉冲压缩强度试验（交变载荷试验）。cLine 材料试验机与我们直观的 testXpert III 测试软件结合使用，可使操作变得非常简单。



图 2: HIT 230F 落锤冲击试验机



图 3: HTM 高速试验机



图 4: C 型机架试验机



图 1: 从具有全部权限的管理员界面查看基于用户实验室流程的工作流 - 详情请访问 www.testXpert.com

7.6. testXpert III 测试软件

使用直观且基于工作流的测试软件开始测试!

为了打造 testXpert III 测试软件, ZwickRoell 与材料测试行业的软件使用者紧密合作, 并积累了超过 30,000 份成功安装经验。用户可以轻松直观地使用 testXpert III 开始测试。明确的按钮图标以及清晰的连接标识可以帮助用户减少鼠标点击次数。

基于用户实验室流程的工作流

软件可以引导用户完成各个试验步骤, 包括进行试验准备、运行测试、分析结果等。

- 设置试验系统——针对特定试验应用配置所有试验机相关设置。
- 试验配置——设置所有试验相关参数, 例如通过智能导航程序选择结果。

- 运行测试——轻松快速地浏览整个试验序列。
- 查看结果——在安全模式下验证所有试验数据。

凭借智能化用户管理功能, 您可以定义不同的用户身份, 或者通过 LDAP 采用 Windows 账户中已经存在的用户身份。用户可以从一开始就专注于手边的任务并避免输入错误。testXpert III 软件以工作流程为基础, 能够尽可能缩短培训时间, 并确保测试高效可靠。

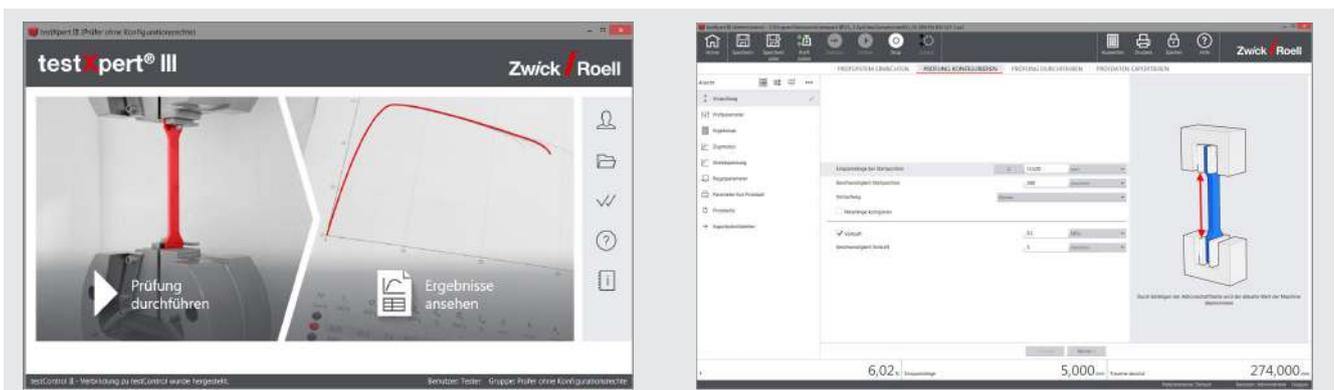


图 2: 经过优化的试验机界面(左), 试验配置智能导航程序(右)

系统配置生成器——独特的软件概念

您可以通过系统配置生成器预设并保存所有相关的试验系统和安全设置，例如横梁位置、工装间距或传感器配置。保存的系统配置会检查连接的传感器。只有当参数符合要求时才能开始测试，以确保测试条件可再现。

防篡改的测试结果

testXpert III 会记录所有试验系统和系统设置，确保结果可追溯。testXpert III 的这种可追溯性可以帮助您随时了解“谁在什么时间因为什么原因做了什么，以及负责人是谁”。

testXpert III 能生成可靠的测试结果，并保障用户和试验系统的安全。

可靠的导入和导出功能

testXpert III 可以与任何 IT 系统直接通信。所有试验相关数据都能直接从 ERP 系统、数据库或外部设备快速导入。数据可导出至常用评估分析平台。

符合标准的试验

testXpert III 提供超过 600 个预设的标准试验程序，均已按照测试要求预先进行配置，并集成了结果表和统计数据。用户可以立即执行符合标准的测试，剩下的就交给testXpert III吧！

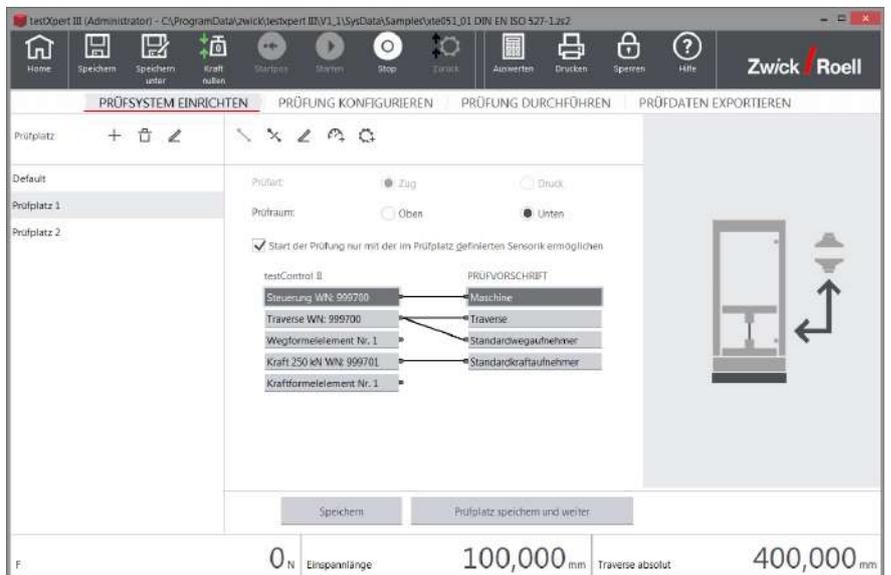


图 1: 试验装置更换后可以重新调用已保存的测试环境，从而使用相同的设置进行测试。

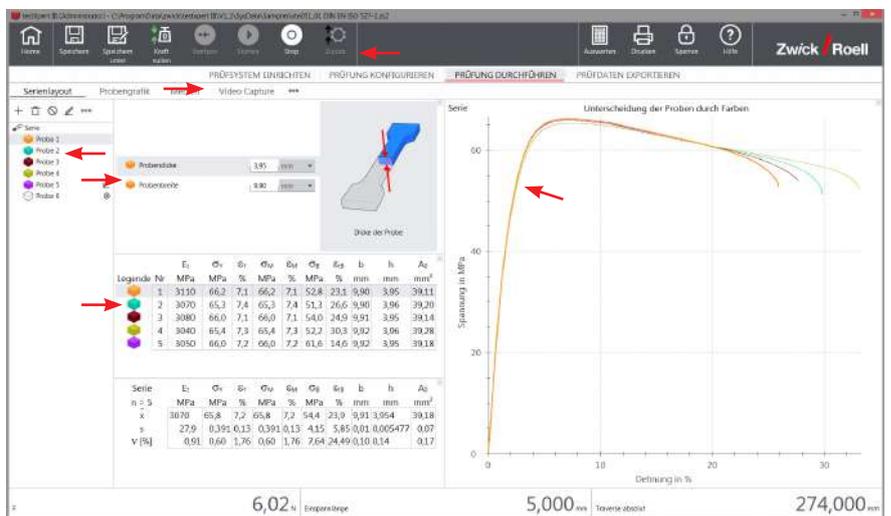


图 2: 工作流程结构化，相关内容一目了然

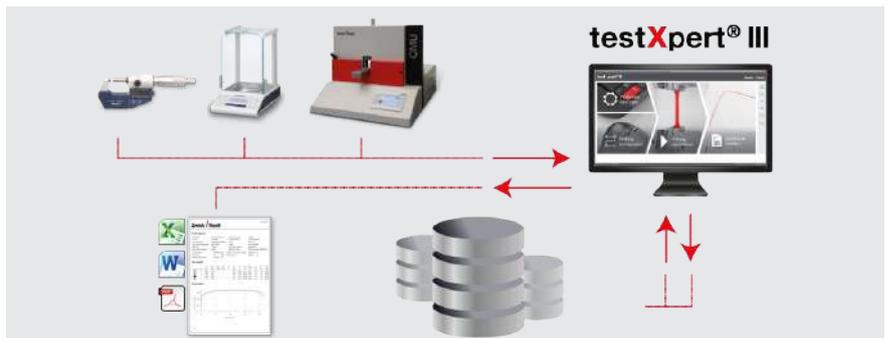


图 3: 通过简单可靠的接口共享测试结果

7.7 测量和控制电子系统

testControl II 控制电子系统和 testXpert® R 测试软件

标准单轴应用的首选

基于设计原理, 电液伺服疲劳试验机和高频疲劳试验机 Vibrophore 过去一直用作动态材料试验机, 用于测定材料和部件的疲劳强度, 包括拉伸、压缩、脉动载荷以及交变载荷范围内的疲劳寿命和疲劳极限。

从 testXpert R 切换到 testXpert III 后, ZwickRoell 电液伺服标准疲劳试验机和新一代 Vibrophore 既可用于动态应用, 也可用于静态应用。

因此, Vibrophores 也被称为“二合一”试验机。这带来的一大关键优势是, 这两类机器都可以用作静态

和动态材料试验机, 从而充分利用 ZwickRoell 久经检验的 testXpert III 测试软件和面向特定应用的 testXpert R 动态测试软件。

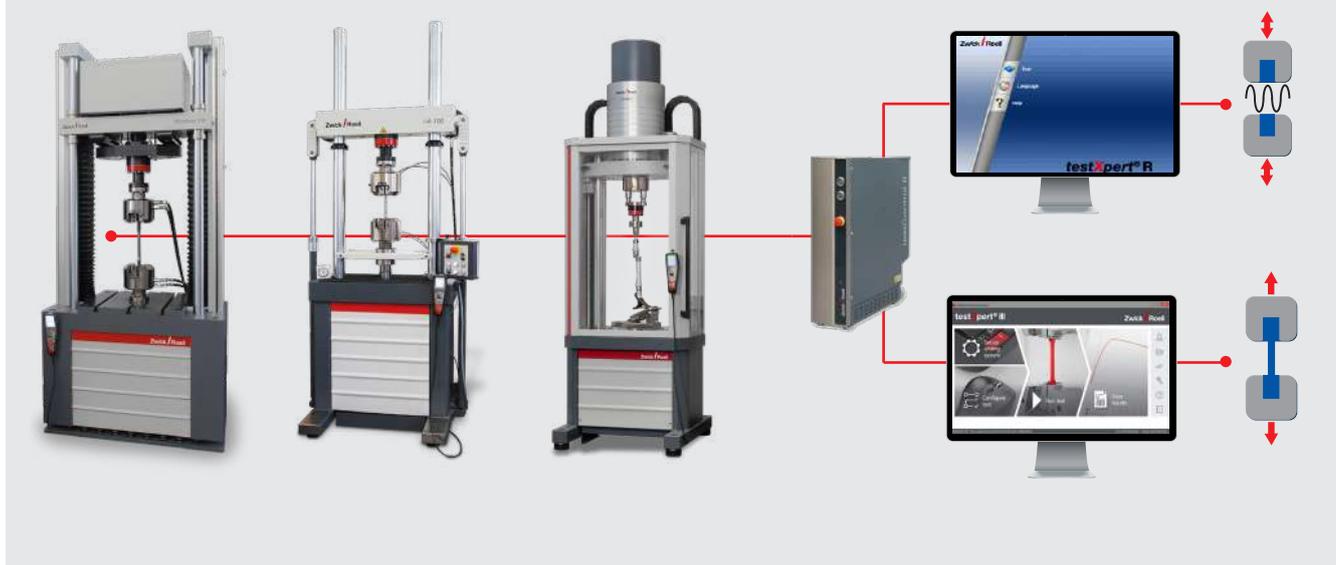
testControl II 测量和控制电子系统

testControl II 是 ZwickRoell 自主研发的第一款用于动态试验机的测量和控制电子系统, 为所有 ZwickRoell 试验机提供了全新的硬件和软件平台。用户现在可以访问统一的测试环境, 该环境既适用于静态试验机, 也适用于动态试验机。智能 testControl II 测量和控制电子系统具有 10kHz 的控制频率, 配合较高的测量值采样频率, 可在试验期间对各项活动进行快速反应。结合 24 位分辨率, 系统可以精确地完成测量。

testXpert® R 测试软件

testXpert R 智能测试软件适用于疲劳试验和部件试验, 并且从传感器标定、PID 参数设置、既定值规定一直到评估和报告阶段, 均遵循统一的操作原理。软件采用模块化设计, 可以根据 ISO/DIN 或 ASTM 标准为定制试验或标准化试验序列轻松添加测试程序。

只需单个试验系统即可同时满足动态和准静态试验需求



ControlCube 控制电子系统和 Cubus 测试软件

Control Cube 伺服控制器和 Cubus 测试软件适用于多通道和/或复杂的试验系统。在需要频繁更换试验装置的情况下, Control Cube 伺服控制器也同样是理想的解决方案。除了既定标准试验外, Control Cube 还可用于部件和装配件试验。该系统模块化程度高, 十分灵活, 非常适合多通道应用和模拟试验。

此外, 该系统还具备丰富实用的功能, 可以让试验系统日常操作更加简便。例如, 控制参数自动优化和自适应控制功能可以在测试过程中根据不断变化的要求自动调整控制参数。在数据采集、测量值显示和数据

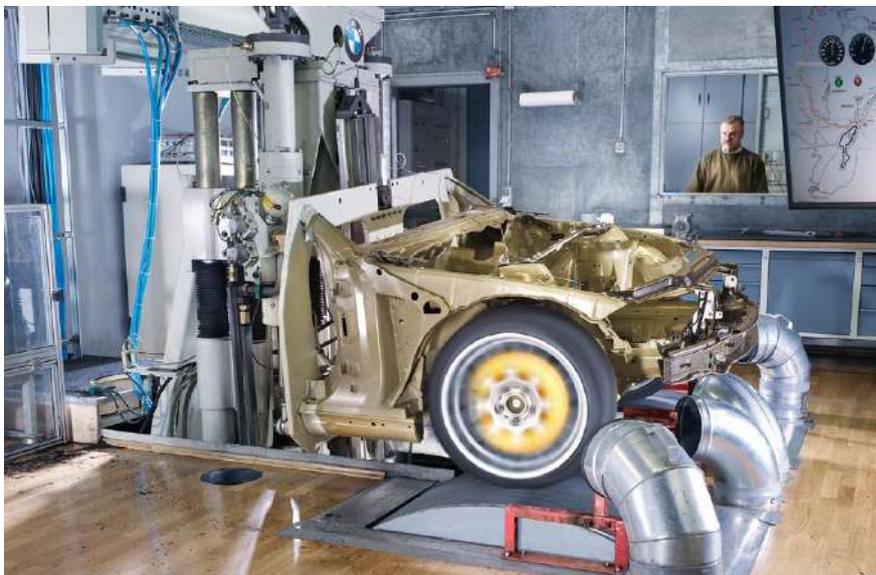


图 2: 用于后续试验的多轴试验台 (图像: © IABG)

导出方面, 用户也可以选择多种实用功能。为了集成各种测试环境, 系统还设有伺服阀、液压供应源、遥控器和紧急停止等接口, 并配备通用测量放大器以及模拟式和数字式输入输

出装置。此外, 这些设备还可以进行升级改造。

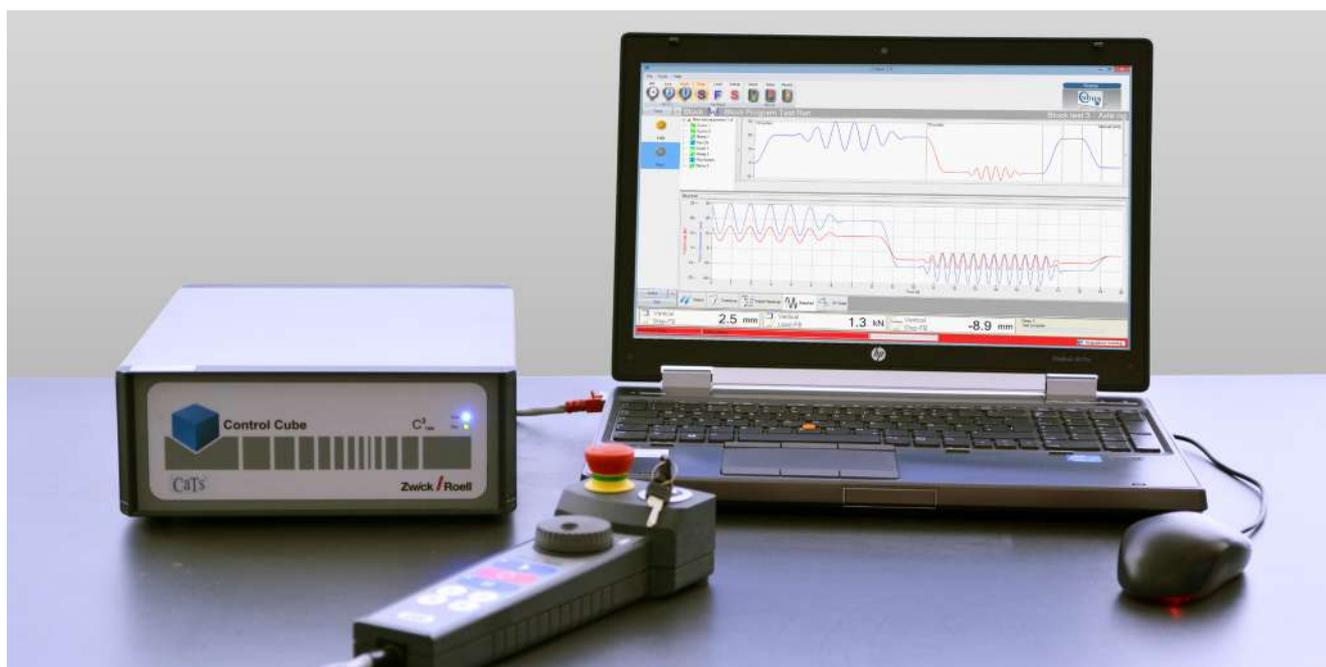


图 1: Control Cube 伺服控制器和 Cubus 测试软件适用于多通道应用和后续试验。

7.8 试验机现代化升级改造

RetroLine 现代化升级改造方案适用于来自任何制造商的材料试验机

ZwickRoell 采用前沿技术,对来自 40 多个不同制造商的数千台材料试验机进行了现代化升级改造,为其加装久经检验的现代化部件,例如测量和控制电子设备、驱动技术以及测试软件。现代化升级改造方案可支持的机器类型包括机电试验机、电液伺服疲劳试验机、共振试验机和硬度试验仪器。

实际改造过程可根据要求在客户现场完成,或者选择在 ZwickRoell 德国乌尔姆总部对试验机进行全面检修、喷漆和 CE 认证。

现代化升级改造的好处包括:

- 备件供应至少长达 10 年
- 使用经过改进的安全部件
- 可升级新型传感器和试验工具,以满足多种测试要求
- 测试软件与最新版 Windows 操作系统兼容

升级改造

每年都有超过 3,500 位客户使用 ZwickRoell 久经检验的试验机升级方案:

- 力传感器——坚固灵敏,精度等级高
- 试样夹具和试验工具。采用模块化设计,便于简单灵活地进行升级改造
- 引伸计——测量精度高,符合 ISO 9513 标准的要求

- 操作人员和试验机保护装置。在当前试验系统上加装安全门等安全技术装置
- testXpert III——及时采用最新技术。测试软件持续更新和升级,确保始终具备最新功能
- 环境试验箱和高温炉。通过升级改造,环境试验箱和高温炉最高可以支持 1600°C 的温度



图 1: 配备 testControl II 的静态试验机现代化升级改造



图 2: Xforce 力传感器

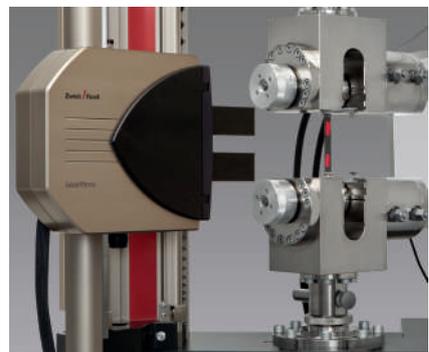


图 3: 试样夹具和引伸计可随时加装



图 4: 加装高温炉

8 ZwickRoell 服务

8.1 材料和部件测试实验室

如果您缺少可满足特定测试要求的理想试验方案,我们的材料及部件测试实验室将随时为您提供专业支持。

我们还可以在您的测试能力达到瓶颈时助您一臂之力,或为您执行交叉验证测试。无论是单次试验还是整个试验序列,我们的实验室均能满足相关需求。实验室采用最新技术和现代化试验设备,确保按照标准快速执行测试。当然,我们也支持应用工厂标准。

合同测试实验室可使用各种静态和动态材料试验机来提供广泛的测试服务,并且还能开展硬度试验、熔融指数试验、扭转试验以及特定温度条件下的试验。

无论您希望测试金属、塑料、复合材料、橡胶还是其他材质的部件和材料,我们都能为您提供量身定制的服务!

联系信息:

+49 (0)7305 1011440

auftragspruefung@zwickroell.
com



图 1: ZwickRoell 测试实验室中的静态试验机和试验仪器



图 2: 材料和部件测试实验室中的部分动态试验机

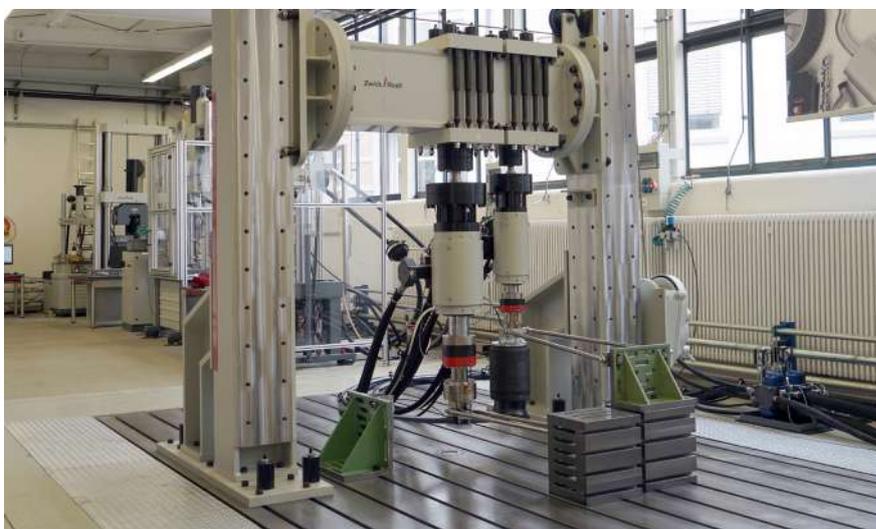


图 3: 用于大型部件疲劳试验的电液伺服门框式试验台

8.2 应用技术

现场技术顾问和经验丰富的应用工程师随时为您提供专业咨询服务。我们的工程师具备出色的能力和深厚的专业知识,可帮助您解决测试应用规划及实施过程中的各种难题。

ZwickRoell 应用测试实验室始终配备各种材料试验机和仪器,包括试样夹具、试验工装、传感器和环境试验箱等全套附件。

8.3 服务一览

从安装到初始标定,再到各种培训指导,我们的维修技术员始终一丝不苟,确保您能够简单、成功地完成设备调试。



图 2:经验丰富的应用工程师将为您推荐量身定制的试验解决方案

客户支持

ZwickRoell 热线随时协助客户进行硬件和软件故障排除。

检查和标定

当然, ZwickRoell 也会按照要求进行年度检查和标定,按照清单逐一完成所有相关工作,为获取可靠的测试结果奠定坚实的基础。这样做还能够延长材料试验机和试验仪器的使用寿命,节省长期运营成本。

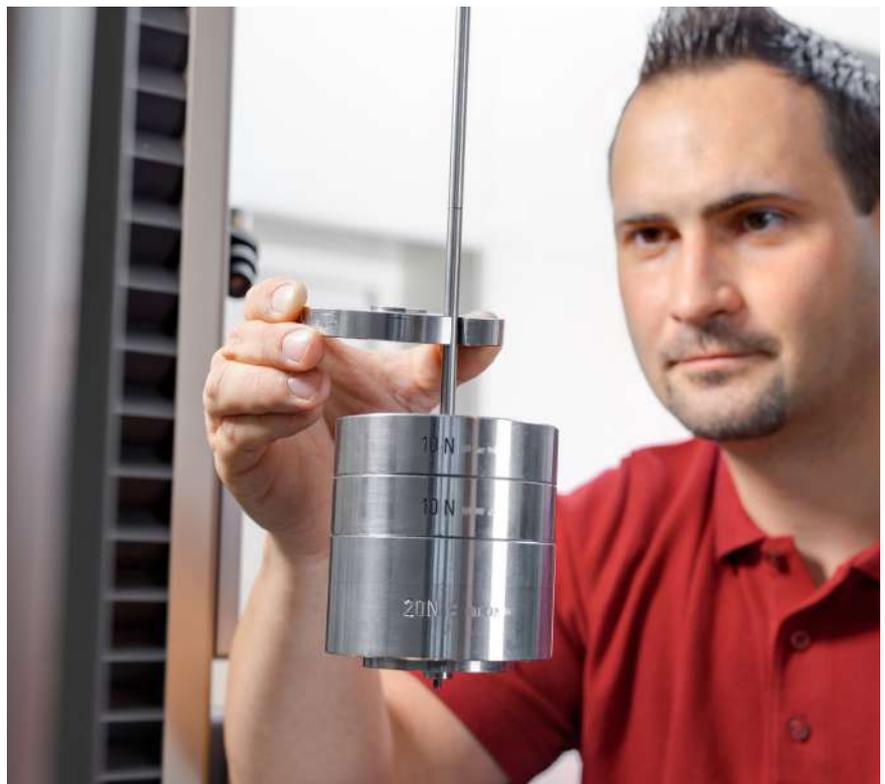


图 1:ZwickRoell 拥有 DAkkS 认证的标定实验室。该实验室每年执行超过 10,000 次标定任务,是德国规模最大的标定实验室。



软件服务

此外, 在您购买测试软件后, 我们还可以根据您的需求提供额外的软件服务, 例如软件试用、更新、定制升级或培训等, 应有尽有!

ZwickRoell 学院的培训课程

ZwickRoell 学院提供全面的模块化培训课程, 您可以前往 ZwickRoell 总部乌尔姆、您附近的 ZwickRoell 办公场所或者直接在本地进行学习。培训内容包括测试软件课程、应用课程和研讨会, 以及根据您的具体需求量身定制的课程。



图 2: ZwickRoell 学院为新学员和进阶学员提供有趣且丰富的培训课程!

其他服务

如果您需要将材料试验机搬运至另一地点, 可以使用 ZwickRoell 的拆卸和搬移服务产品组合, 具体服务项目包括: 协助您进行技术和组织规划, 运输和全面重新调试设备, 以及

提供专业验证文档用于记录试验机使用标准化对中传感器 (简称对中测量) 进行对中的情况。此外, 我们还能记录试验机的测量系统分析结果, 并确定相应的特性能力值。

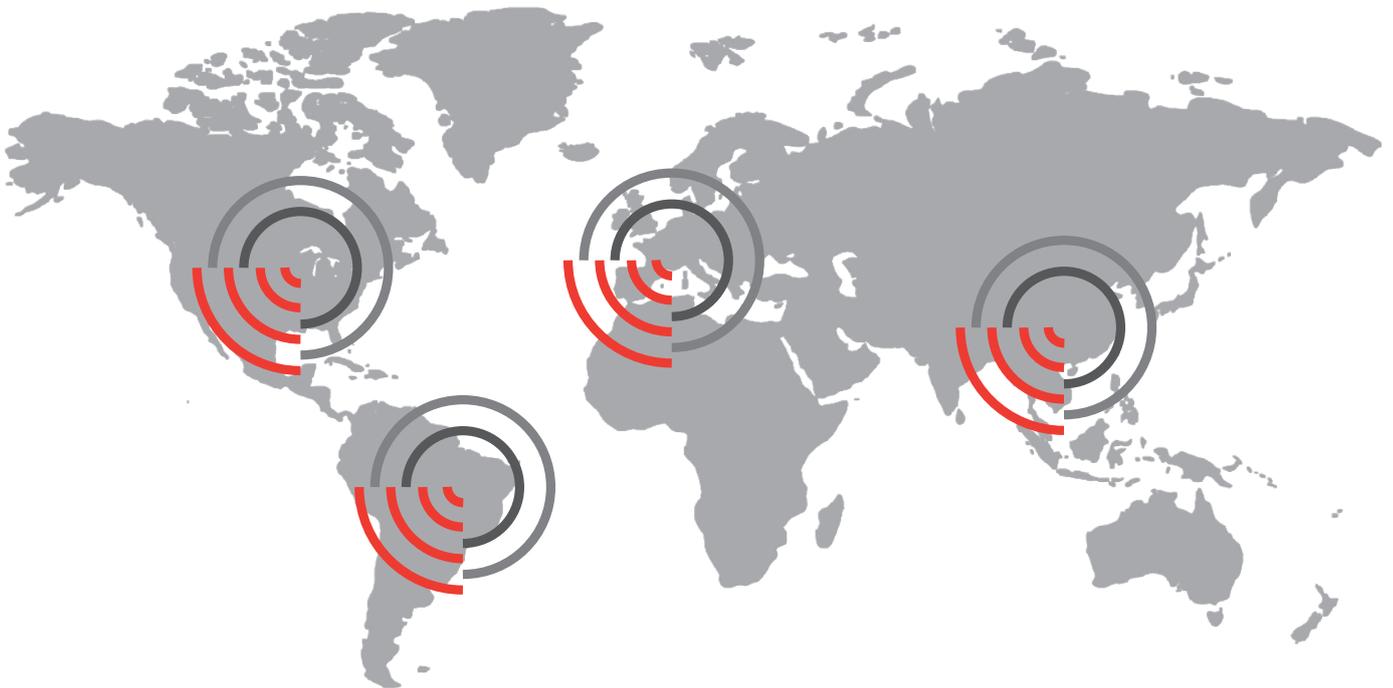


图 1: ZwickRoell 在材料试验系统的整个生命周期内持续为客户提供支持

Zwick / Roell

ZwickRoell

August-Nagel-Str. 11
D-89079 Ulm
Phone +49 7305 10 - 0
Fax +49 7305 10 - 11200
info@zwickroell.com
www.zwickroell.com



Find your local company – worldwide
www.zwickroell.com