

KISTLER

measure. analyze. innovate.

方便灵活
且效率最高的
测试系统



电机测试台

开发、生产和质量控制过程中电气传动系统和部件的测试台



关于奇石乐集团

奇石乐集团是动态压力、力、扭矩和加速度测量技术的全球市场领导者。作为共同开发的合作伙伴，我们的客户从奇石乐的经验中受益颇丰，我们独特的传感器技术使他们能够优化其产品和工艺，以确保可持续的竞争优势。奇石乐集团在全球61个地区拥有约1860名员工，2017年公司的销售额为4.22亿瑞士法郎。



奇石乐公司是在发动机监测、车辆安全和车辆动力学方面的领先技术代表。我们的产品所交付的数据在开发未来世界的高效车辆中发挥着重要作用。



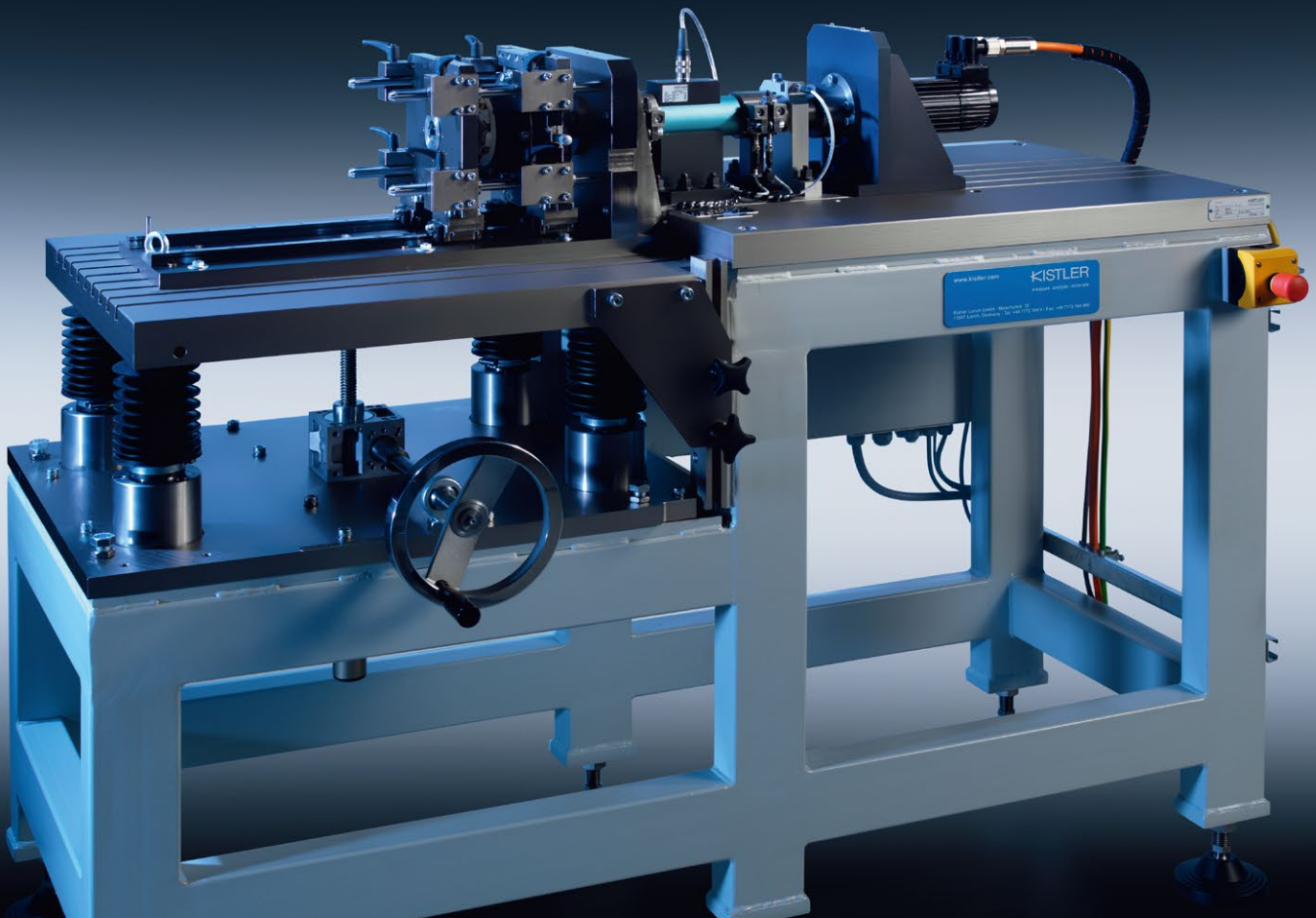
奇石乐公司的测量技术可以确保在运动诊断、交通数据采集、切削力分析和许多即使在极端条件下仍然需要绝对可靠测量的其他应用中获得最高性能。



通过在网络化、数字化生产的所有阶段中提供支持，奇石乐公司的系统最大限度地提高了下一代智能工厂的流程效率和成本效益。

目录

单一来源的定制试验台技术	4
精密的测量值：为性能和质量奠定基础	6
测试流程的单独要求	8
电迁移率	10
电动工具	12
最低能效标准（MEPS）	13
测量技术与电机测试台组件	14
满足广泛测试要求的模块化系统技术	16
奇石乐公司的系统组件—可以获得最佳的试品集成	16
服务：全套的定制解决方案	18
为全球客户提供服务	19



全部来自奇石乐的定制测试台技术

电驱动系统和应用要求测试和测量技术做到既灵活又可扩展。在奇石乐公司的自动电机测试台的帮助下，您可以显著提高测试流程的效率，从而为开发出性能卓越的高质量产品铺平道路。

奇石乐公司的电机测试台用于开发、质量控制和生产，其目标始终不变：优化测试设备的效率并确保继续创新。我们的系统根据每个客户的需求而量身定制。这些系统的测量链都经过校准，其测量结果是精准和可再现的。奇石乐公司的产品组合中包含有电动机、发电机和驱动系统的电机测试台。如果选择奇石乐公司的产品，您就可以从一个单一来源获得所需的一切：从单个组件到完整的解决方案。

电动化趋势

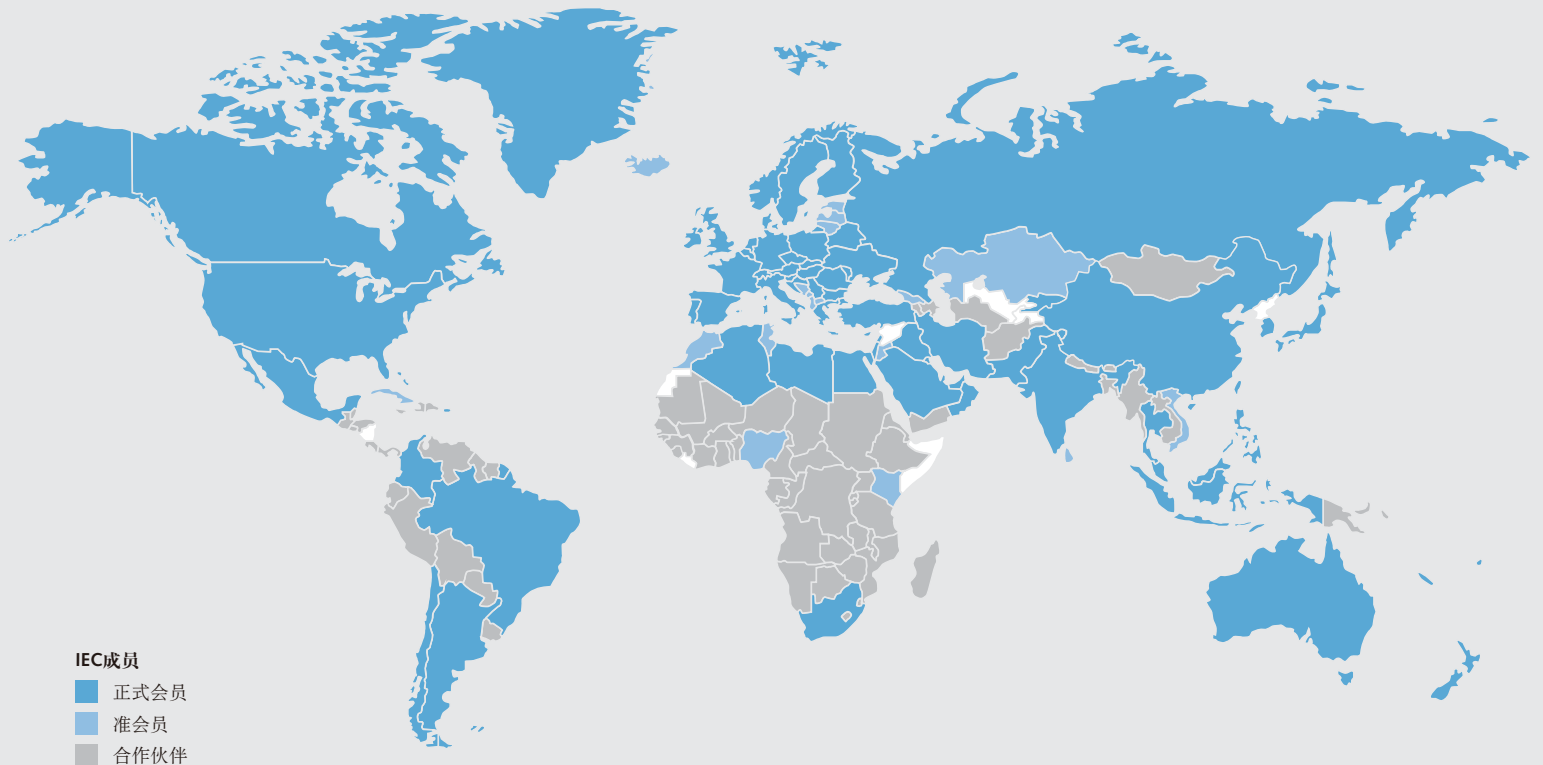
过去，测试对象主要局限于诸如发电机、起动机、辅助驱动器和变速器之类的单个电气部件。随着电动化趋势的不断增加，现在的重点越来越多地放在能够测试复杂驱动系统的技术上。奇石乐公司在多年前便已看准这一趋势。因此，今日我们的测量技术专家能够提供高效的自动化系统解决方案，为迎接未来挑战的产品解决方案开辟了道路。

汽车驱动系统和部件

从优化自动启动和停止的外部启动装置/发电机解决方案，到全电气化驱动系统，电动化趋势跨越了广阔的应用领域。奇石乐公司提供了满足所有这些需求的系统解决方案：为每种应用定制的，提供电驱动组件和相关电力电子器件高精度、高效率测试的产品。

最低能效标准 (MEPS)

为实现许多工业化国家设定的环境目标，电机必须满足某些最低效率要求。这些要求被定义在电机能效标准 (IEC 60034 30-1) 中，其规定了国际能效等级IE1至IE4。对于这种测试，奇石乐公司为IEC电机提供了从0.75到375千瓦的全自动测试标准化测试台解决方案。



成员国

电动工具

无刷直流电机 (BLDC)，而非通用电机现在正越来越多地应用到电动工具中。奇石乐公司在此领域中拥有多年的经验和众多知名的客户。作为您可靠、专业的合作伙伴，我们与您共同开发独立适应的测试台概念来测量、优化和持续发展您的无刷直流电机——我们的产品具有其他供应商无法覆盖的速度范围。

进一步应用

除上述核心领域之外，奇石乐公司还满足客户对于功率、速度和扭矩的各种不同要求。不仅在DUT（被测试设备）本身的适应性方面，而且在特定应用的测量和功能流程方面，我们的模块化测试台概念都是大量应用的理想选择。

奇石乐公司测试台系统的优点

- 有效的质量控制
- 工艺可靠性
- 开发高品质产品和提高生产力的基础
- 提高电气传动系统的效率和性能
- 降低测试成本
- 可以灵活选择和模块化的可定制组件，或来自一个单一来源的完整系统
- 广泛的服务范围
- 易于集成的产品



精密的测量值：为性能和质量奠定基础

来自奇石乐公司的测试系统提供可重复的、精确测量结果，以便支持能够应对未来挑战的高效、高性能产品的开发。

基础：机械和电特性、热设计、过载能力及其它特定应用的测量。我们的系统涵盖了广泛的领域：例如，带有扭矩传感器的驱动测量装置等的机械部件、带有扭矩/速度测量和手动或外部控制的小型测试台，以及用自动化软件来分析和记录电机电器状态的完整解决方案。针对所有这些应用场景，我们的系统都配备了连接DUT的可变接口——这也是在使用过程中使其具有最大灵活性的一个特色。

对产品进行有效的评估、优化和持续发展需要一种灵活、高性能的测试系统，它为研究、开发、质量控制和生产中大量测量任务的完成创造了可能。

优点：

- 广泛的高精度测量以满足最苛刻的测试要求
- 经过校准的测量链
- 模块化概念
- 可变接口连接
- 直观操作的测试系统
- 采用自动化测试流程带来的更低成本
- 采用专属软件解决方案来进行控制和分析
- 从单一来源获取的传感器技术和电机测试台

应用	功率 (典型值)*	扭矩 (典型值)*	速度范围*
汽车辅助传动装置 (用于泵、风扇、驱动器和挡风玻璃雨刷器、发电机、电动涡轮增压器的电动机)	最高40 kW	最高100 N·m	最高150 000转每分钟
电动车辆的主传动装置 (同步、异步和混合电机、传动电机组合)	最高500 kW	最高20 000 N·m	最高30 000转每分钟
标准电机 (1+3ph交流传动)	最高400 kW	最高40 000 N·m	最高3 600转每分钟
电动工具	10 W ... 25 kW	0.05 ... 150 N·m	0 ... 50 000转每分钟
电传动装置, 通用型	10 W ... 150 kW	0.05 ... 500 N·m	0 ... 150 000转每分钟
最大值	2 W ... 800 kW	0.01 ... 25 000 N·m	0 ... 150 000转每分钟

*对于不同型号的装置可能需要进行特殊适配

电参数的测量

- 采用具有所需通道数量的功率分析仪来测量:
 - 电流
 - 电压
 - 功率
 - 具有谐波瞬变选项
- 用微欧表来测量绕线电阻

机械参数的测量

- 采用带电源模块的奇石乐高精度扭矩传感器来进行扭矩测量
- 速度测量
- 通过测力计的编码器进行测量, 脉冲将被转发到测量系统
- 旋转角度测量

振动分析

采用 (符合ISO 10816的) 电子系统来检测轴承损坏、不平衡等系统误差, 以防止在测量过程中可能发生的后续损坏。

温度测量

多通道温度测量以确定热运行测量期间 (发动机/控制器/轴承区域等) DUT的温度, 用于可自由定义的负载循环或各种测试模块中。



测试流程的特殊要求

每个测试台解决方案都有其各自的要求和目标。最大灵活性对于挖掘测试系统的全部潜力至关重要。

凭借半个多世纪的测试台设计经验，奇石乐公司在很久以前就认识到，成功的测试系统开发依赖于从一开始就让客户参与到项目过程中来。得益于以模块化组件为基础，加上广泛的附加选项所带来的最大灵活性，我们的测试台系统可以处理大量的测量结果。了解客户的确切需求和目标是提供最佳个性化解决方案的基本先决条件。这正是奇石乐公司坚信开发解决方案概念的关键在于频繁与客户进行对话，从而确保最大灵活性和性能潜力的原因。

全面的项目管理是奇石乐公司着重优先考虑的另一个方面。从开发和生产到现场安装，我们的客户参与到整个过程之中。我们特别注意调试，并提供个性化的客户培训，以确保我们的系统能够高效运作。您还可以获得额外的好处，即，一旦您的设备调试成功，便可以随时享受到奇石乐公司提供的大量服务。

项目工作流：

1. 需求分析

第一步是确定需求是什么。我们与客户合作，协调技术要求（机械和电气限值、测试模块等）。这项工作可以在客户已经制定的性能规范的基础上进行，或者，我们可以一起开发新的性能规范。

2. 概念阶段

通过与客户紧密联系，我们根据可用的数据开发出一个合适的测试台概念。其中通常包括一个附带预算价格的技术说明和一个详细说明系统的框图。

3. 概念优化

在下一步中，我们将与客户密切合作，对这个测试台概念进行修改和微调。目标是对最终概念达成一致，为购买决策提供依据。



4. 下单

一旦最终概念获得批准并进行下单，我们便开始制定所有的细节。我们的客户也完全投入到流程的这个阶段中来，他们可以积极地介入开发过程。在这个阶段结束时，产生的所有文档都是由客户和我们一起共同批准的。

5. 采购阶段

一旦客户批准了系统规范，流程就进入实施阶段。这涉及订购相关组件并开始进行组装。

6. 初次启动

一旦测试台组装完成，我们就实施系统测试和内部预验收流程，对测试台就其技术性能进行测试。

7. 工厂验收

下一步是工厂验收测试。在这个阶段中，客户将来到奇石乐公司驻地，以便亲自确认测试台是否符合技术与合同规范。因此，工厂验收是由客户来认可的。随后双方将按照合同规定完成系统交付。

8. 最终验收

安装、调试和培训任务是由经验丰富的奇石乐公司员工在客户现场完成的。经过“最终验收测试”这一明确的测试阶段之后，我们的技术人员将该项目正式移交给客户。

9. 售后服务

一旦项目成功移交，如果您有任何技术问题，奇石乐公司的工作人员随时待命准备提供售后服务，对此您大可放心：我们将实施各种部件的升级、扩展您的测试台功能，并进行维修。

优点：

- 单一来源的交钥匙解决方案
- 与客户协调来实施开发流程
- 可测量的质量
- 一站式的沟通协调机制
- 对安全性进行规划
- 响应时间短



电动化趋势

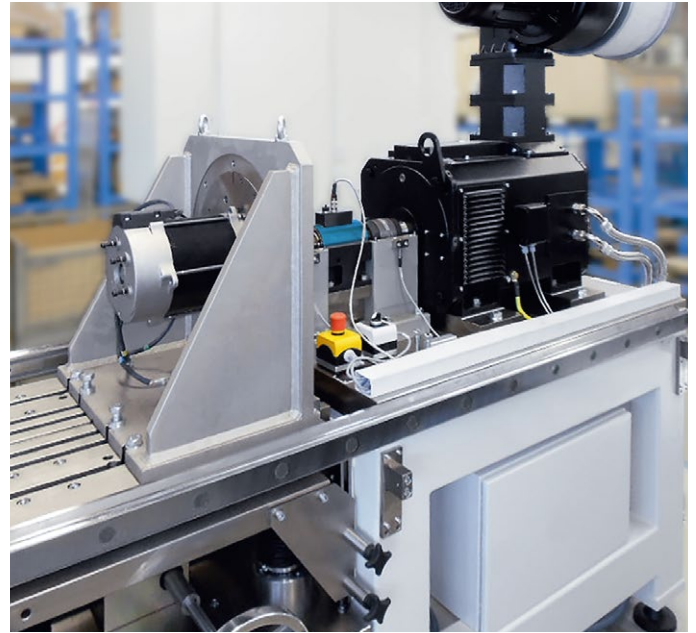
过去，测试对象仅限于发电机、起动器和变速器等单独的电气部件。随着电动汽车在汽车领域的普及和电动汽车市场份额的增加，越来越多的辅助传动装置被加入到汽车设计中来：现在，仅举几个例子来说，座椅高度调节器、电动车窗调节器和电动尾门开启器都需要进行测试。作为车辆重要组成部分的这些辅助驱动器设置了各种要求。因此，对这些外围和附属设备的审查和测试也必须满足日益严格的标准。

从几年前开始，奇石乐公司便通过开发可以处理各种不同应用的系统解决方案来应对这一挑战。这些驱动器经常暴露于不同的环境条件下，例如，模拟环境必须覆盖极低和极高的温度。这一要求是通过每个测试台均可以进行单独调节，特殊适配的温度和气候室来满足的。此外，还必须根据驱动器的不同功能，通常是硬度测试的形式来模拟轴向力和径向力。对于这样的情况，奇石乐公司可以提供在测试电机上施加相关力的机械调整能力。

如果对噪声和降噪有特殊的要求，奇石乐公司可以借鉴其过去涉及到不同噪声保护概念并取得成功结果的各项项目的经验。

越来越多的注意力集中在车辆的主电力传动装置上。主电力传动装置也是政府新能源政策导向的关键特征：例如，纯电动汽车（BEV）、插电式混合动力汽车（PHEV）、增程电动汽车（REEV）以及燃料电池汽车。在效率和局部排放方面，电发动机远远优于纯内燃机，它们被认为是未来的发展模式。

车辆的开发周期变得越来越短，对其中涉及到的每个人都提出了苛刻的要求。因此，拥有易于适配的灵活测试环境成为一个基本要求。奇石乐公司利用其几十年来测试电动机的经验应对电动化趋势所带来的新挑战。我们已经满足了高速（高达50 000转每分钟）或扭矩在几千牛顿米范围内的要求。测试台的基础设施，包括媒介供应和环境模拟，都可以根据客户的意愿来建立。例如，DUT的电源选项包括电池模拟器、低压（LV）馈电和冷却剂调节。

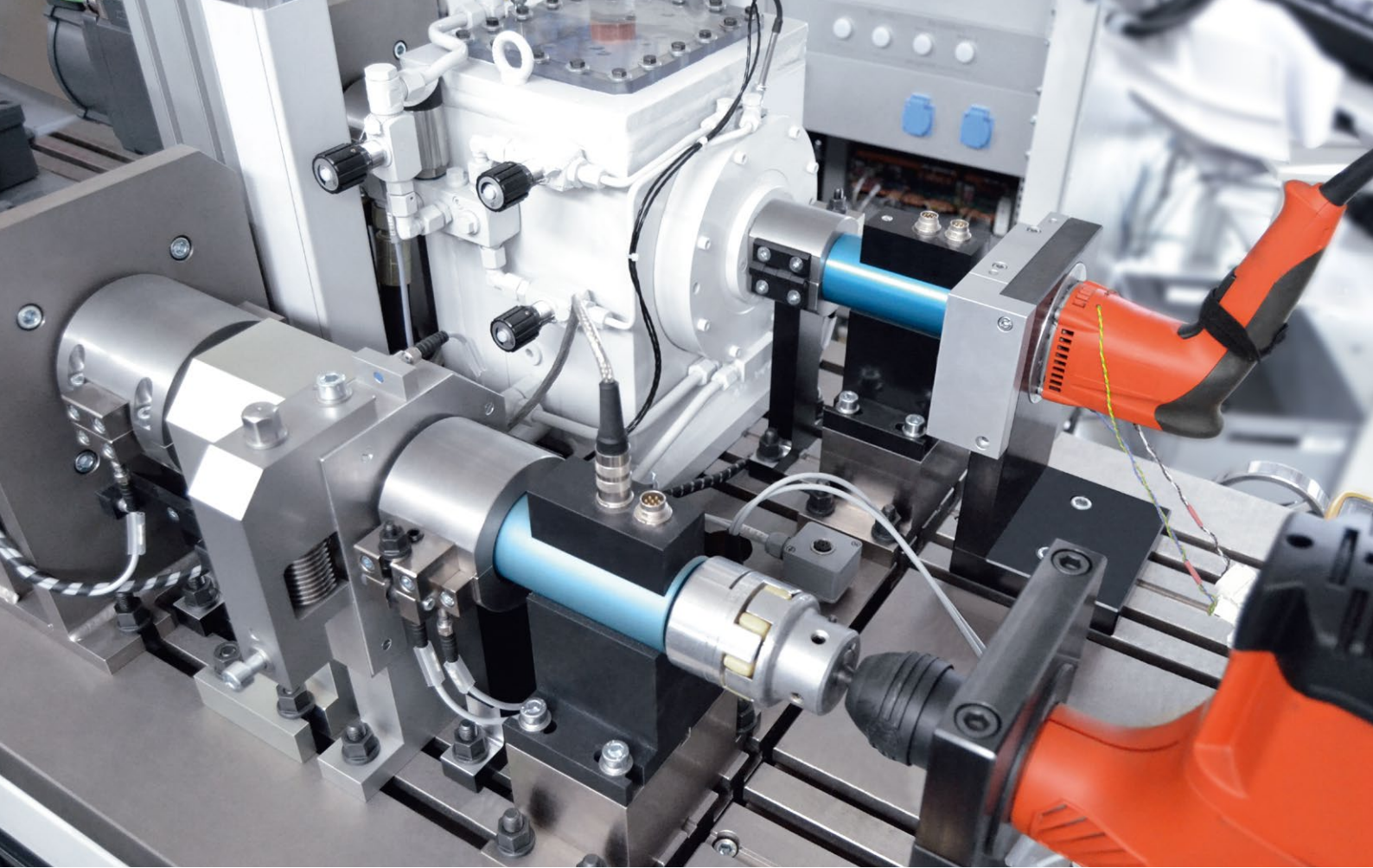


可以将温度试验箱添加到测试台中来模拟不同的环境条件。奇石乐公司的测试台已经成功应用于研究和开发目的，以及主电动传动装置的审核。

电池仿真：

- 在典型的功率范围从50到500千瓦的模块化可扩展性
- 在典型的电流范围内从+/- 100到1 200A的模块化可扩展性
- 可适配到特定应用的2个电压范围（10至680V或10至1 000V）
- 快速电压控制（通常为450 μ s）
- 快速电流控制（通常为2 μ s）
- 快速负载瞬态响应（通常为100 μ s，负载电流为输出电流的10%~90%）
- 高精度控制—通常为电流和电压的0.3%
- 通过C代码或MATLAB® Simulink® 进行实时仿真
- 短路保护
- 绝缘隔离电偶
- 独立存在或集成在中间电路（DC）上

电池模拟可以作为独立的解决方案来提供，或者在交付之前集成到测试系统中。



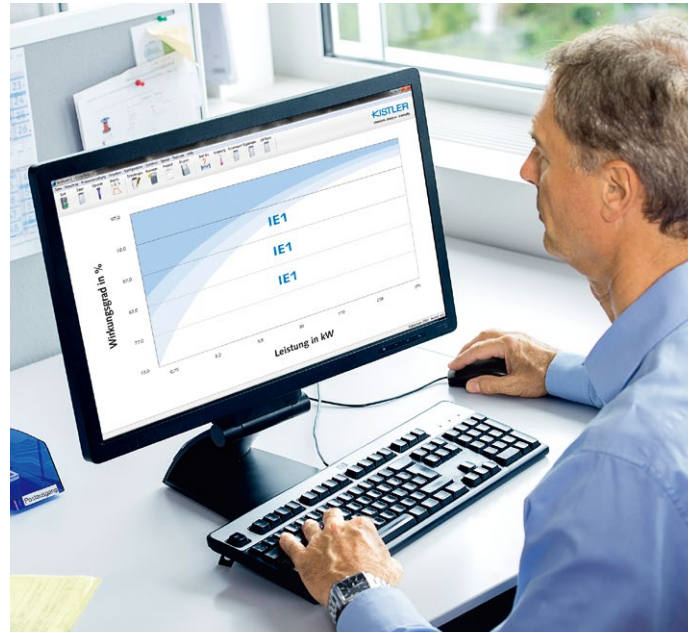
电动工具

电动工具行业的开发工作从未停止过。无论电力钻机、角磨机和电动锯，还是其他的电动工具应用在哪里，行业焦点总是指向相同的目标：持续发展、质量改进，以及开发出具有增强性能和效率的工具。

如果目标是延长电池寿命则需要测试新的电机概念—奇石乐公司恰恰可以提供合适的解决方案。具有四象限模式的主动功率计的测试台技术支持在众多的测试场景中进行调整 and 跟踪。因为除了扭矩调节之外，质量惯性也可获得补偿，使得微小或重要的试品（如带有集成电子器件的部件）可以从零开始在整个速度范围内进行优化测试。旋转方向可以自由选择。

通过采用负载机驱动方式可以进行拖动测量，以确定电动势；其他可能测试的内容包括同步和过同步模式以及滑橇试验。还可以使用温度试验箱来主动影响环境条件。

在被测试的驱动器之间经常存在着巨大的差异，因此对它们进行适配的要求也是各不相同。为了应对这些挑战，奇石乐公司提供了一系列与您的具体应用相匹配的试品装置器和设备。



最低能效标准 (MEPS)

为了实现已经确定的环境目标，许多国家已经承诺通过使用更高效的电机来减少工业能源的消耗。IEC 60034-30-1、NEMA MG1 等全球能源标准定义了**在0.75至375千瓦功率范围内的电动机**的效率等级和最低要求。

在许多工业化国家中，全部电能消耗的大约70%用于电力驱动，这一方面的效率具有很大的提升潜力。近30年来，奇石乐公司一直在为帮助实现这一目标提供测试台解决方案。这些模块化系统满足了精确度方面的法律要求。客户获得了完整的交钥匙解决方案。

奇石乐公司的自动测试台软件能够根据IEC 60034-2-1标准，仅消耗极少量的工时便可确定电机的能量效率。

流程列举如下：根据上述测试序列自动确定S1热运行的测量数据、负载特性和空载特性，并以Excel表格的形式给出测试结果。利用预先保存的公式进行自动计算。基于确定的效率因子（以百分比来表示），发动机可被归类为国际效能等级IE-1、IE-2、IE-3或IE-4。

测量技术与电机测试台组件

得益于他们的机械和电气部件的完美协调，奇石乐公司的电机测试台能够提供可重复和有意义的精确测量结果。

从单一来源获得所需的一切：奇石乐公司始终专注于每个客户的具体需求，开发出满足专业标准的整套交钥匙解决方案。其获得成功的基础是模块化且可扩展的测试台概念。

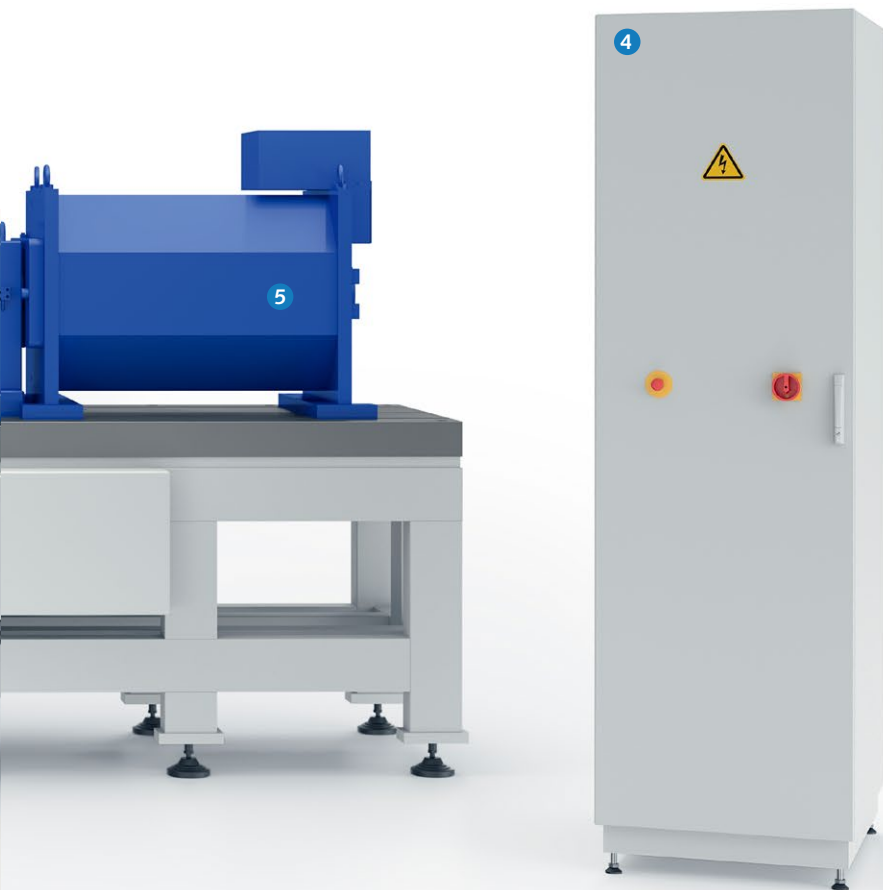
测量技术

我们的解决方案针对每项测试任务分别裁定所使用的测量技术，以捕获诸如电压、电流和功率等的电参数。同时，采用微欧姆计来测量绕线电阻和定制类型的探针来记录温度。通过机械装置获得的参数包括扭矩和速度。所有数据集中存储以备进一步处理。



电机测试台组件

除了具有四象限模式的主动功率计的再生驱动系统和为试品供应的可变电源（AC，DC），奇石乐公司为客户提供将试品电机精确连接到传动轴的可能。这是通过可调节的升降台、灵活的试品座或线性导轨来实现的。



电机测试台组件

- 1 测试台控制和测量设备
- 2 灵活的PC操作工作站
- 3 多量程扭矩传感器
- 4 变流器柜与变压电源
- 5 精密校准的平衡功率计
- 6 传动轴高度快速和精确调节的升降台

测量技术（设置实例）

- A 记录冷却曲线和绕线电阻的电阻测量装置
- B 用于电压、电流、功率、相位角等高精度测量的功率分析仪
- C 具备控制功能的19英寸工控PC，采用自动化软件来进行评估
- D 电源开关和紧急停止电路
- E 用于电压通路、温度传感器、模拟信号输出，以及为试品提供的受控三相交流和直流电源的连接面板

满足广泛测试要求的模块化系统技术

每个测试过程都设定了各自独特的需求，奇石乐公司提供了范围广泛的组件和详细的解决方案来完善您的测试台，以确保每一个需求都得到满足。由此带来的好处是用户可以扩展他们的测试范围并提高测试流程的有效性。

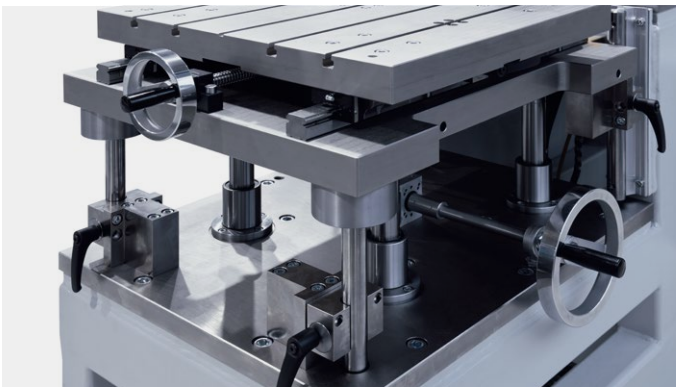
我们的模块化组件概念是使测试系统精确适配每个客户需求的理想方法。模块化组件保证了解决方案的最大灵活性，使用户能够在更长的时间段内应对不断变化的需求。

此外，奇石乐公司还为现有的测试系统提供升级和扩展服务。因此，已经到位的系统经过调整便可以处理新添加和发生改变的测试任务。

奇石乐电机测试台的好处

- 广泛的附加选项
- 更加高效的测试流程
- 适配和附加选项所带来的灵活性
- 模块化组件

奇石乐公司的系统组件 – 可以获得最佳的试品集成



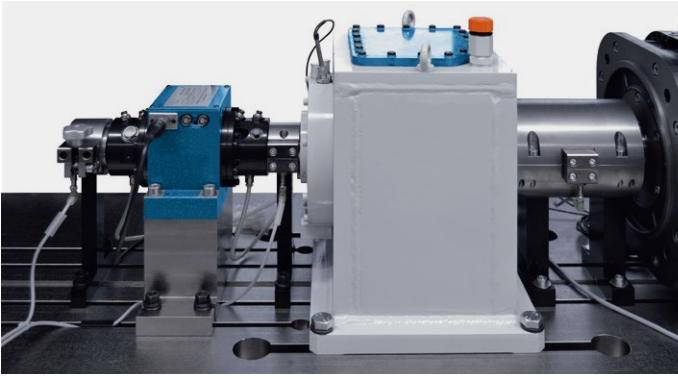
高度调整

带有电机驱动或(使用手轮进行)机械调整选项的升降台使得每个试品的轴高都可以精确地调整。在凹槽夹板的帮助下，试品的最佳轴向排列也得到了保证。



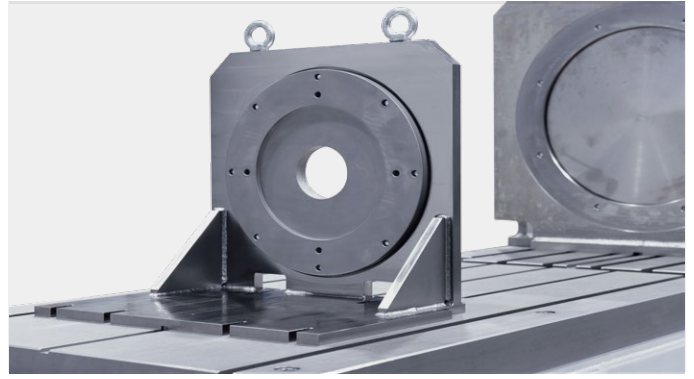
试品的调节

外部冷却和温度调节装置保证了试品精确调节参数的有效性。这些装置可以改变试品的温度，如果需要，还可以集成到测试流程之中。



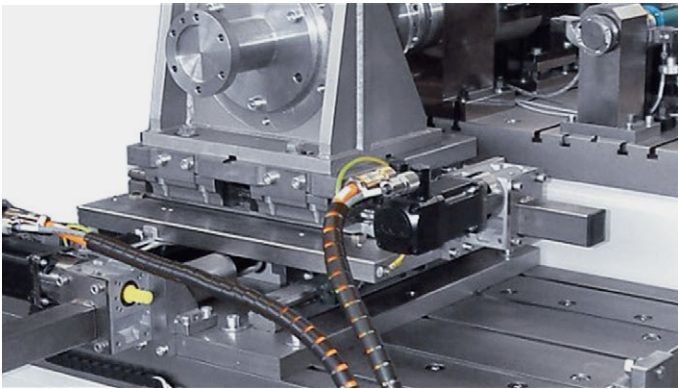
高速度和高扭矩要求

将适当的传动装置集成到动力系统中，实现低速度高扭矩或低扭矩高速度。



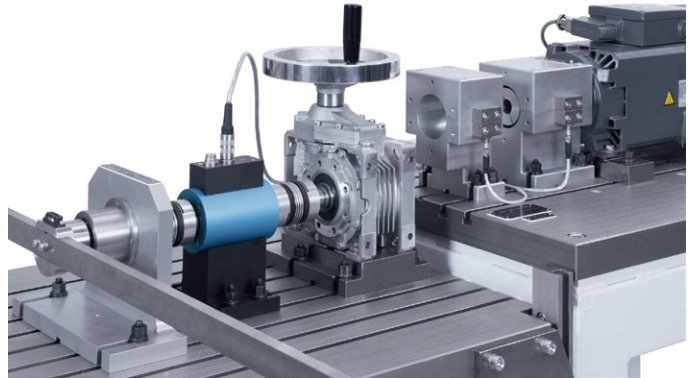
可变试品安装托架

该款两段式试品安装支架由一个用于将试品固定在测试台上的焊接支架和一个法兰环组成。这种灵活的夹具可以轻松适配不同形状的试品。仅需很少的适配时间就可以迅速更换试品。



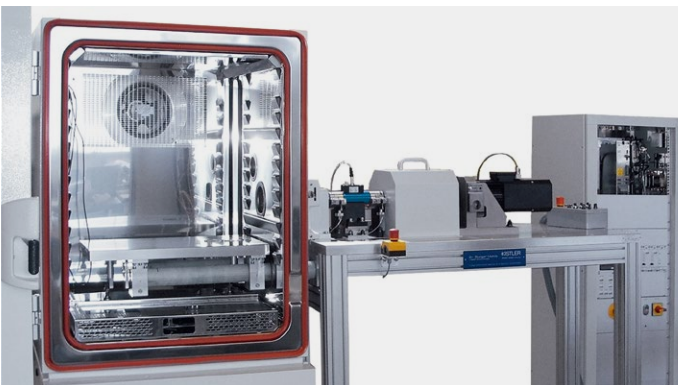
轴承受力

XY轴十字工作台可用于固定试品的快速和精确对准。这种工作台还允许采用机械（使用手轮）或是电机驱动的方式从轴向和径向对试品施加外力。



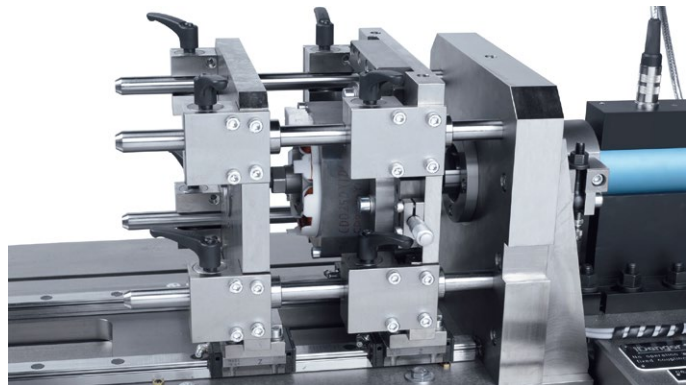
设备校准

客户利用我们的校准设备，无需奇石乐公司的协助，便可自行完成扭矩传感器的校准。此外，奇石乐公司还将提供杠杆臂和测试砝码的校准证书，以保证精确校准。



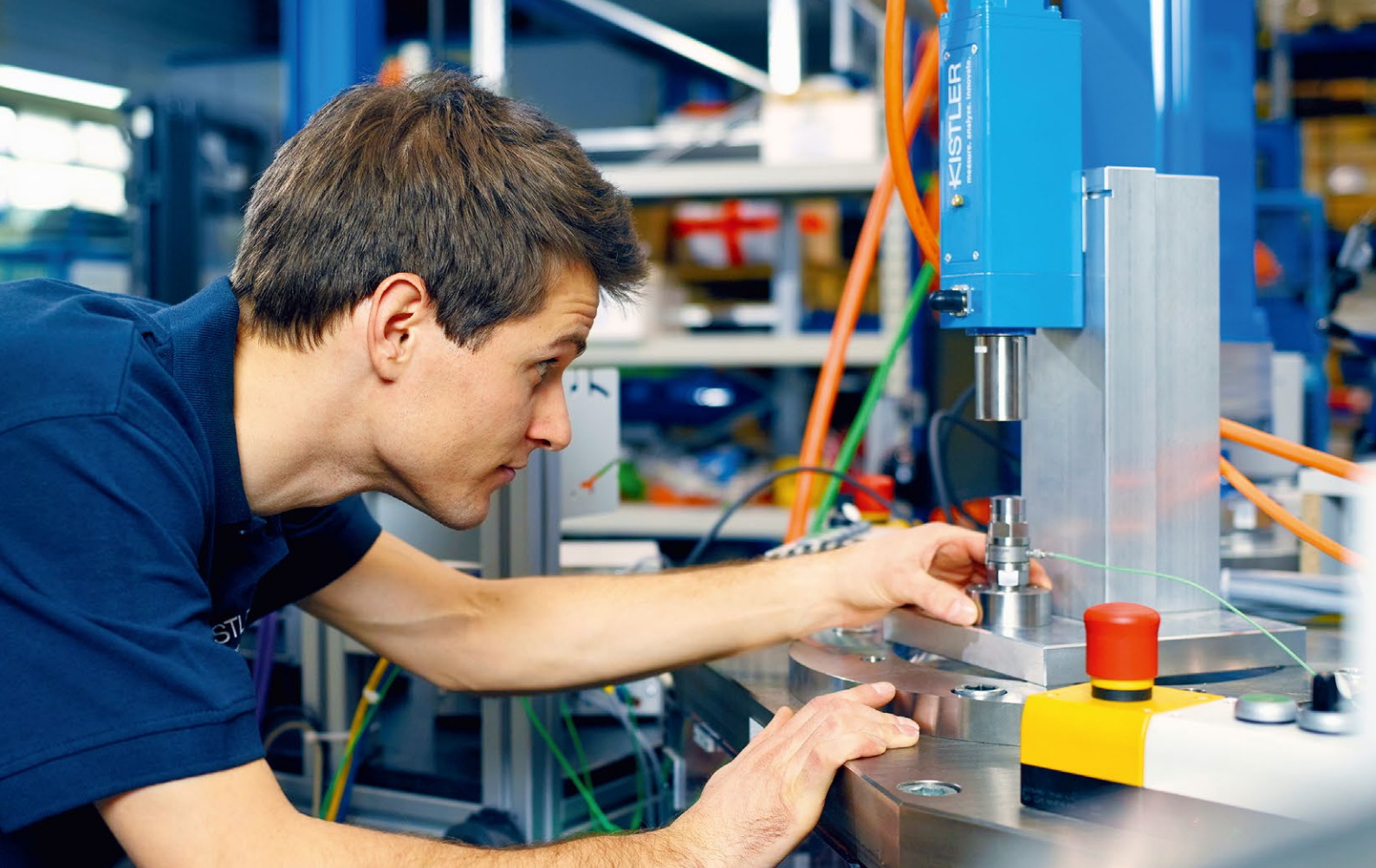
环境模拟

将温度试验箱集成到传动系中以便进行不同气候条件下的测试。如此，可以根据要求模拟从-70°C到+180°C的温度，以及（相对湿度）从10%到95%的湿度范围。



无轴承的试品电机

对于无外壳的转子-定子组合，奇石乐公司的产品套件中包含有合适的试品夹持器，以便采用各种可更换部件对不同的转子和定子进行夹紧和测试。



从专业的安装建议到备件快速交付，奇石乐公司的全面服务和培训在全球范围内供您使用。

服务：全套的定制解决方案

除了传感器和测量系统之外，奇石乐公司还提供从专业的安装建议到全球范围内的快速备件交付等大量的服务。欲了解我们所提供服务的概要情况，请访问网站：www.kistler.com。有关我们培训课程的详细信息，请联系我们在当地的分销伙伴（见第19页）。

奇石乐公司服务概览

- 咨询
- 系统调试支持
- 工艺优化
- 对用户所在地使用的传感器进行定期现场校准
- 教育培训活动
- 开发服务

为全球客户提供服务

得益于我们遍布全球的销售和服务网络，无论客户身处何方，奇石乐公司都在您的身边。我们在全世界61处设施的约1860名员工积极致力于开发新的测量解决方案，并在当地为客户提供其特定的应用支持。



联系人

无论您需要我们的建议还是安装支持，您都可以从我们的网站上找到在您当地联系人的详细信息。



数据表单和文件

您可以使用我们的搜索引擎来下载数据表单、情况介绍手册或CAD数据。



教育培训活动

以奇石乐公司经验丰富的培训老师讲解我们的传感器和测量系统为内容的教育和培训课程是您获得所需专业知识的最有效途径。

奇石乐中国有限公司

上海

地址：上海市徐汇区宜山路 1398 号
1 号楼 102 室
邮编：201103
电话：021 - 2351 6000

北京

地址：北京市西城区裕民路 18 号
北环中心 A 座 1702 室
邮编：100029
电话：010 - 8220 8400

西安

地址：西安市高新区科技路 37 号
海星城市广场 A 座 1307 室
邮编：710075
电话：029 - 8834 8096

武汉

地址：武汉市武昌区临江大道96号
武汉万达中心3206室
邮编：430060
电话：027 - 8777 7753

深圳

地址：深圳市福田区深南中路竹子林
求是大厦东座 711 室
邮编：518000

苏州

地址：苏州工业园区星海街 188 号
恒宇广场 702 室
邮编：215000

长春

地址：长春市净月开发区生态大街 2188 号
环球贸易中心 2 栋 1219 室
邮编：130022
电话：0431 - 8860 9656

Kistler Group

Eulachstrasse 22
8408 Winterthur
Switzerland
Tel. +41 52 224 11 11

奇石乐集团产品受不同知识产权保护。如需了解相关信息，
则请访问网站：www.kistler.com。

奇石乐集团包括奇石乐控股有限责任公司，以及该公司在
欧洲、亚洲、美国和澳大利亚设立的所有子公司。

如需了解本地联系人信息，请访问网站
www.kistler.com

KISTLER
measure. analyze. innovate.