



电动车 电驱动系统 质量控制方案



MARPOSS





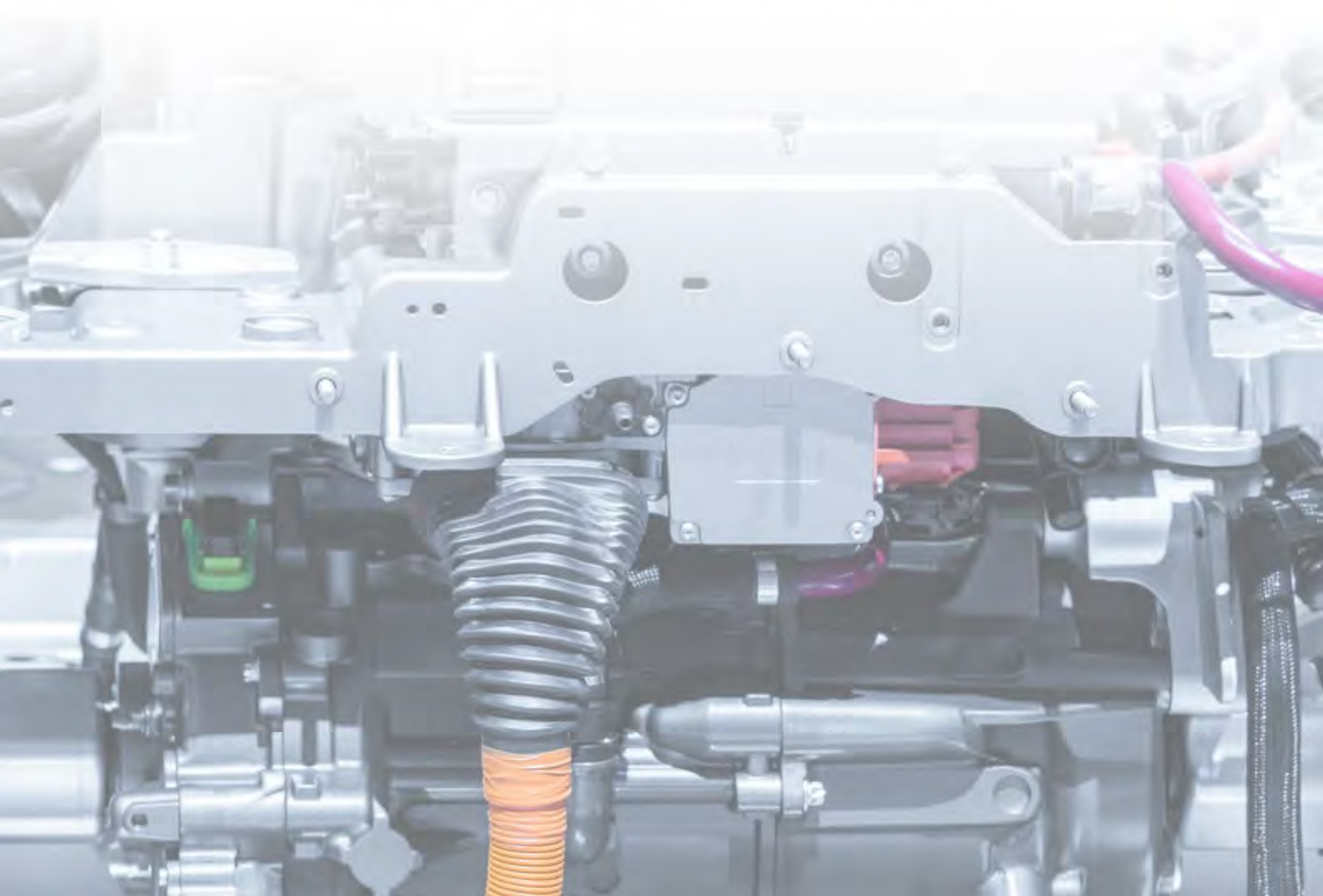
电动车动力系统 质量控制方案

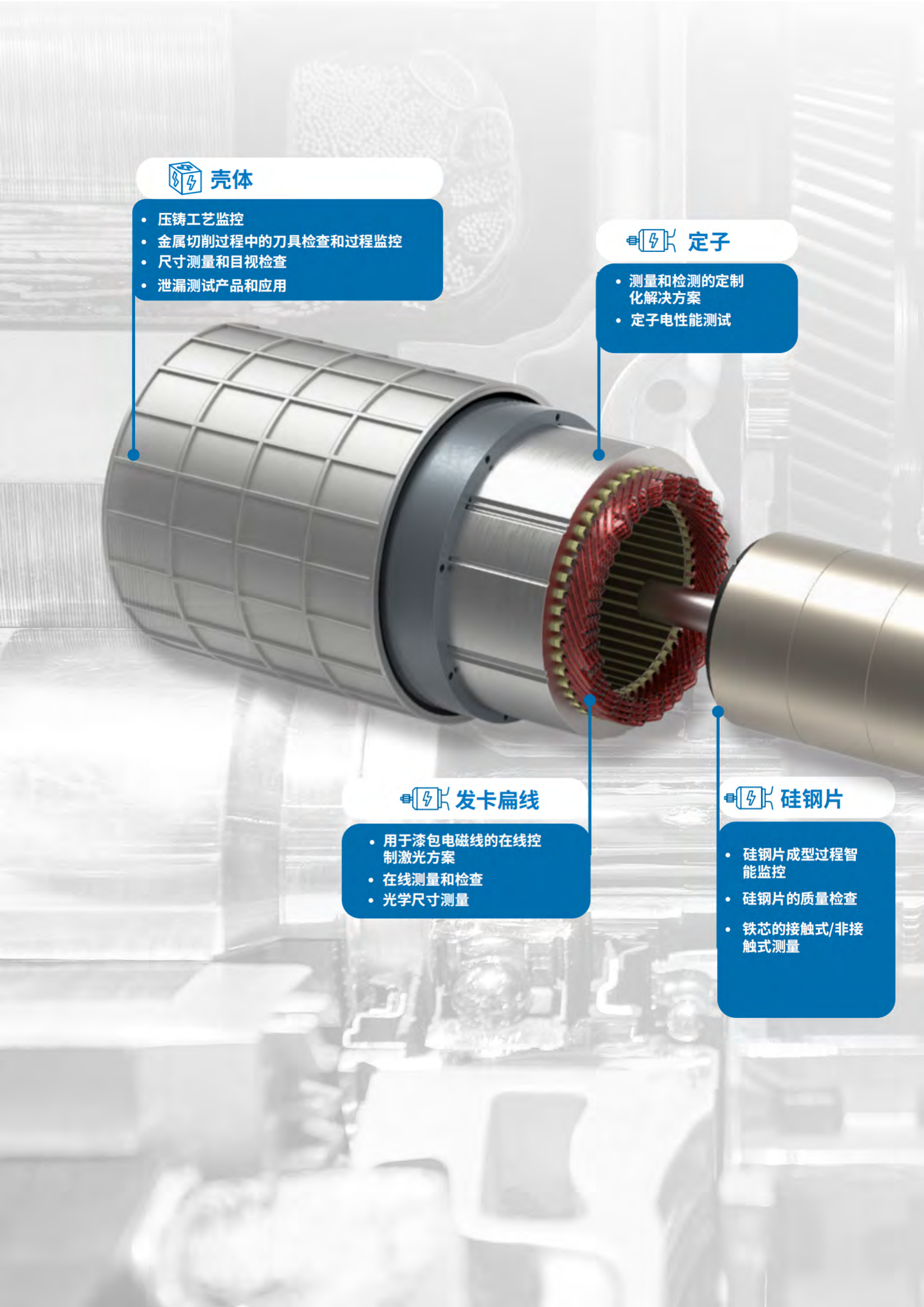
**MARPOSS：您一如既往的合作伙伴
迎接新的电动汽车挑战**

近70年来，Marposs一直致力于与客户并肩工作，以保证整个生产过程的质量控制。向全球客户提供各种技术和产品，使 Marposs 成为OEM、Tier 1 和Tier 2 以及汽车行业机床制造商的理想合作伙伴。

在行业大变革的时代，马波斯正在接受挑战，继续成为电动化时代汽车市场的高端合作伙伴。将传统产品线与新技术相结合，提供计量、检验和测试解决方案，确保对电动汽车主要部件的生产过程进行全面监控。

Marposs 为各种制造过程的控制和优化提供全方位的解决方案，从单个组件到装配制程的控制，以及整个装配方案的功能检查。



A detailed technical diagram of a motor assembly, showing the stator, rotor, and various internal components. The diagram is overlaid with a grid and various labels in Chinese, indicating different parts and their associated manufacturing processes. The background is a light gray with a subtle grid pattern.

壳体

- 压铸工艺监控
- 金属切削过程中的刀具检查和过程监控
- 尺寸测量和目视检查
- 泄漏测试产品和应用

定子

- 测量和检测的定制化解决方案
- 定子电性能测试

发卡扁线

- 用于漆包电磁线的在线控制激光方案
- 在线测量和检查
- 光学尺寸测量

硅钢片

- 硅钢片成型过程智能监控
- 硅钢片的质量检查
- 铁芯的接触式/非接触式测量

电机及其组件的质量保证

最新一代电机面临的挑战是如何优化部件生产和组装的效率、质量和成本。

电机技术在全球范围内的空前增长，特别是在汽车领域，使制造商和终用户对组件可靠性产生了全新的认知。这一新趋势对生产链的质量控制和过程控制提出了新的要求。

因此，汽车行业越来越重视电机的可靠性，并开始转向生产更高质量的零部件和总成。

Marposs 开发一整套方案，**致力于电动车电机及其组件的过程控制、在线和离线质量检测。**



转子 & 轴

- 磨削工艺的在线测量
- 定制化接触式测量方案
- 柔性的光学测量方案
- 电性能测试



硅钢片成型过程的智能监控

影响硅钢片冲压过程的因素很多，因而对冷压工艺的实时监控至关重要。通过识别零件或刀具变化和潜在风险，以优化工艺，帮助提高零件质量、机器效率并限制计划外成本。

该X系列方案是一个高品质的过程监控系统，几乎适用于所有的金属成形过程，包括冲压工艺。该系统可以使用不同类型的监控模式监控各种机器和传感器。过程信号可以被监测并显示为峰值、包络曲线、趋势或过程质量进程。放置在机器或工装相应位置的传感器（如力、声发射、距离、温度）将过程信息转换为电信号，这些电信号被放大、过滤，然后用合适的监测方法进行评估。

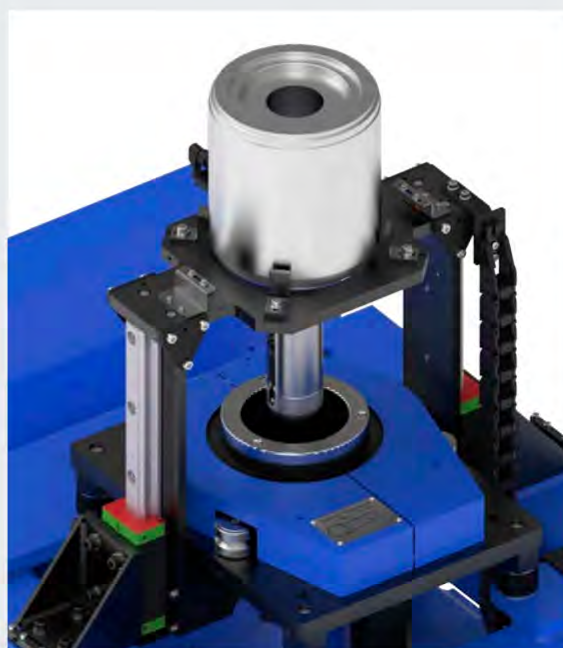
硅钢片质量检查

马波斯通过相机和共聚焦技术对硅钢片进行二维测量。

接触式 / 非接触式测量

硅钢片堆叠后（通过冲压、焊接或粘合技术），必须测量铁芯的高度和直径。此外，还需要测量发夹槽（用于定子铁芯）或磁铁插入孔和转子轴组件（用于转子铁芯）的几何形状和位置。

Marposs可提供一系列接触式和非接触式解决方案，以进行更精确的测量，提高质量保证。Marposs定制化动态测量工站可以测量转子铁芯在不同截面的内外径，并动态检查铁芯孔的圆柱度。





铁芯

叠片作为电机的重要部件，影响着电机的电、磁、机械性能。
每块叠片的几何形状对铁芯的尺寸都有影响；因此，为确保最终定子和转子的高质量水平，加工过程监控、测量和检查都是必不可少的。



“ 冲压过程监控：
铁芯加工过程中
产品质量和设备
高效的关键 ”



过程中测量

由于在高转速和高扭矩下工作，转子轴必须承受恒定的机械应力。

为了使这些部件达到最高质量，必须对某些方面（如轴承座）进行极其精确的磨削操作。成品质量和优化周期是整个工艺过程中最重要的。

Marposs在磨削过程监控方面具有丰富的经验。Marposs设计开发一整套传感器，这些传感器专门设计用于在不同磨削阶段控制所有的关键参数：过程中和过程后测量、动平衡、声发射、振动和功率。

定制化接触式测量解决方案

Marposs提供定制化动态测量工站对轴或转子组件进行自动加工后测量。在测量转子轴多个截面的外径的同时，还可以同时测量铁芯和花键齿轮相对于转子轴的跳动。

用激光扫描技术检查平衡孔的直径和深度是一个附加功能。

灵活的光学解决方案

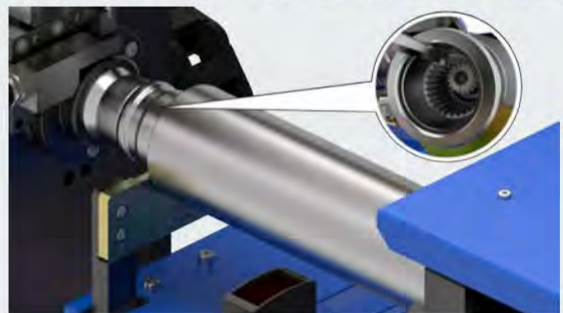
Marposs可以提供基于2D光学技术的高精度测量解决方案，用于在计量实验室和生产环境中对转子和转子轴进行快速和多样的质量控制。触觉感应和光学技术的结合（也能在转子磁场的影响下工作）使测量能力达到理想水平。

功能测试

根据转子类型的不同，客户可使用定制的手动或自动方案进行不同的测试操作：

- 通过反电动势分析检查永磁转子的磁场均匀性
- 检查感应电机鼠笼转子条的局部缺陷
- 绕线转子的绝缘测试，包括局部放电测量

光学测量 - 为转子轴和转子测量提供高精度和灵活性





转子 & 轴

作为电机的核心元件，轴和转子必须承受电机传递给下游部件的高速度和大转矩。因此，所有部件必须精确配合（公差小）。

必须对每一个产品进行检查，以确保最高水平的质量。

根据电机的类型，使用不同的转子型号：

- 永磁转子用于无刷同步电机
- 绕线转子用于外部励磁同步电机
- 鼠笼转子用于异步电机

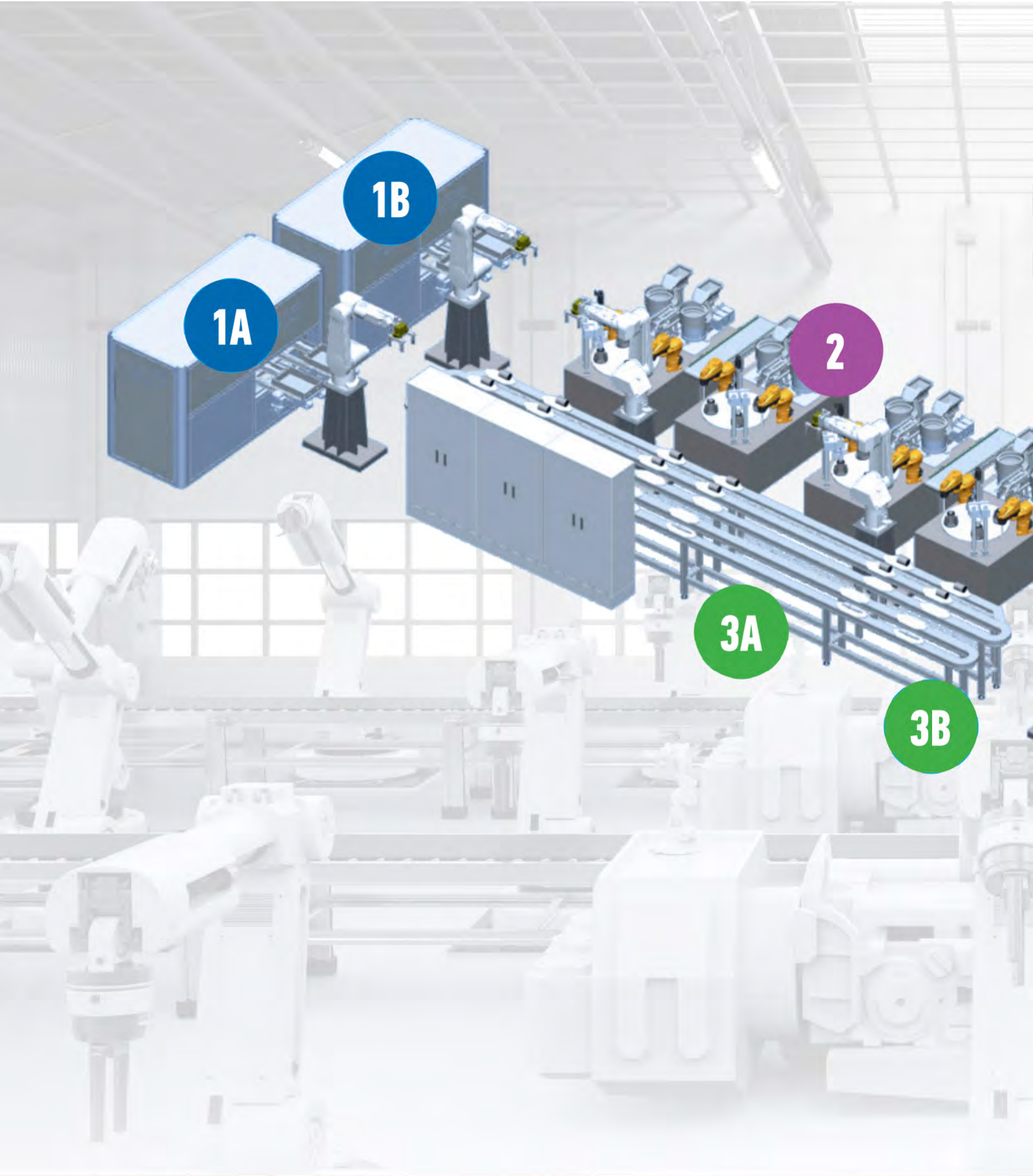
Marposs在整个制造环节提供各种产品相应用以进行过程控制。Marposs还提供各种方案和设备以进行质量检查、功能测试和转子成品装配。



“ 反电动势测试
(BEMF)

--
永磁转子 EOL 功能测试可靠的
解决方案 ”





● **1A** BASKET FEEDER：自动送料系统将铁芯存放至料篮

● **1B** BASKET FEEDER：自动送料系统将轴存放至料篮

● **2** 自动化装配：磁铁（来磁化）进料并装入铁芯内（四站并联以满足节拍）

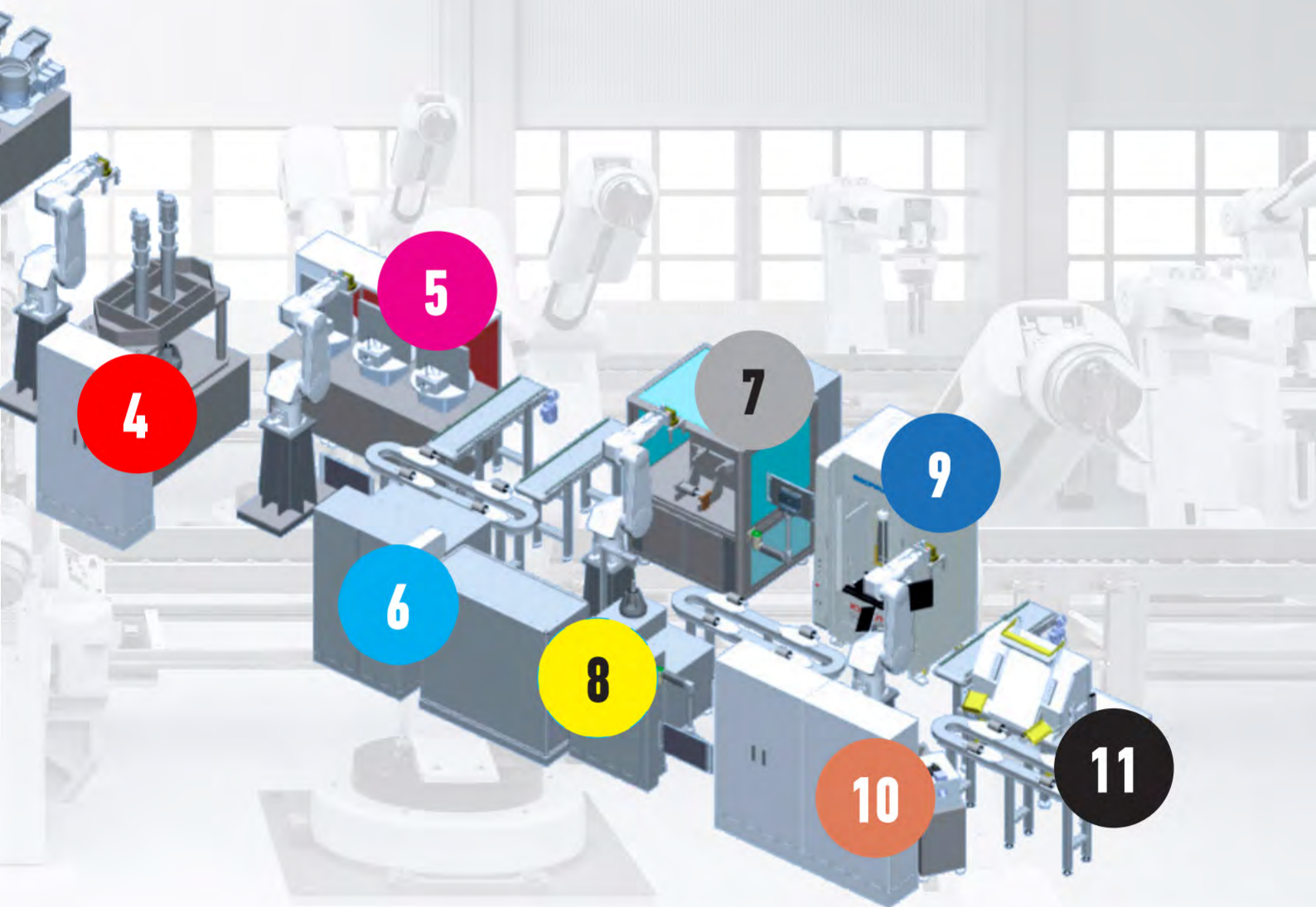
● **3A** 用传送托盘将轴移动至压铸机

● **3B** 用传送托盘将组装好的铁芯送至压铸机

● **4** 轴/铁芯/框架装配成转子（两站并联以满足节拍）



转子装配线



5 Rear & drive plates 上料

6 OVERSPEED超速试验：确认磁铁的分布均匀性，调整转子的质量分布

7 BALANCING：转子动平衡

8 MAGNETIZATION：磁化

9 OPTOQUICK：轮廓尺寸测量

10 激光打标

11 BACK EMF：电性能EOL测量

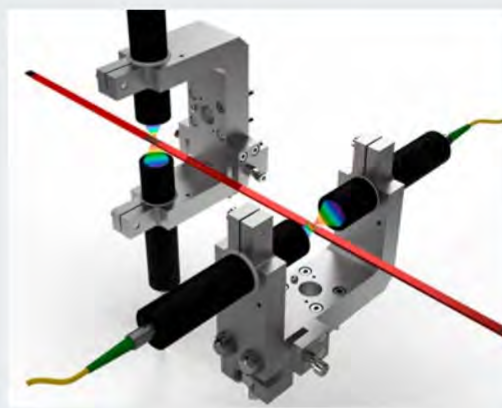
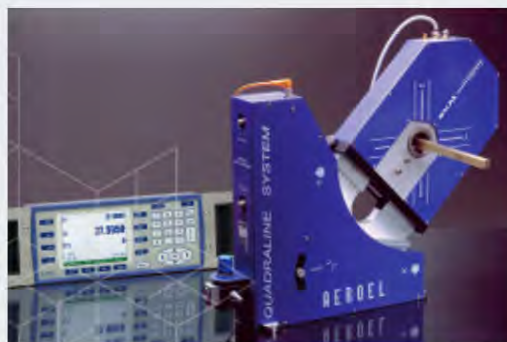


漆包线激光在线测量系统

Marposs提供了一系列超精密高速激光测量仪，用于非接触式在线测量，漆包线截面为矩形或圆形均可测量。

四轴激光方案用于测量具有方形截面的挤出或轧制产品的二维尺寸（高度和宽度），比如定子内的发卡电磁线。该方案可配置一个特殊的可摆动夹具（最大 $\pm 5^\circ$ ）以确保可以始终检测与截面尺寸相对应的两个最小值，无论电磁线的方向如何。

当定子的绕结为圆线时，Marposs 建议使用 Xploreline XY。该方案可以测量导线的直径和椭圆度，并包括Blistbuster（绝缘漆气泡检测）功能，用于识别电磁线的缺陷（气泡等）。



在线测量和检查

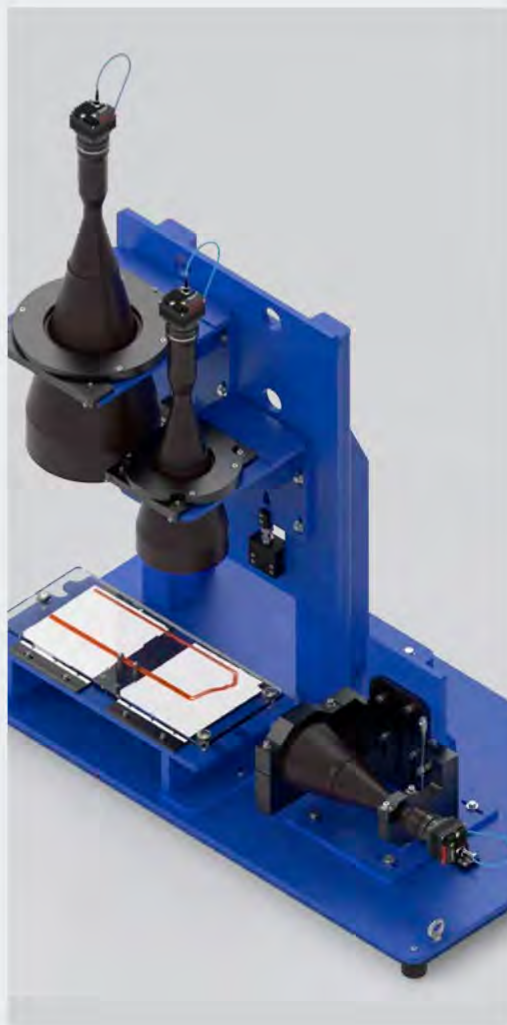
定子内的Hairpin上涂有一层薄的聚合物绝缘层。在定子绕组形成过程中，为了确保hairpin的焊接质量，需要彻底去除 hairpin端子上的绝缘漆。

Marposs共聚焦技术可以连续在结测量绝缘层4个表面的绝缘层的厚度。测量数据也可以指导机械去漆或激光去漆工艺，以优化去漆质量。在某些场景下，可以采用干涉测量技术来测量去漆位置，寻找来去除的绝缘物残留。

光学测量方案用于尺寸检查

专用离结高性能光学解决方案实时检查2D几何尺寸来控制 hairpin成型过程。同时，光学柔性非接触式方案的高节拍也能满足与量产线一致的节奏。

软件工具用于分析统计数据，并将其与计量实验室结果相关联，以实现真正的质量保证。

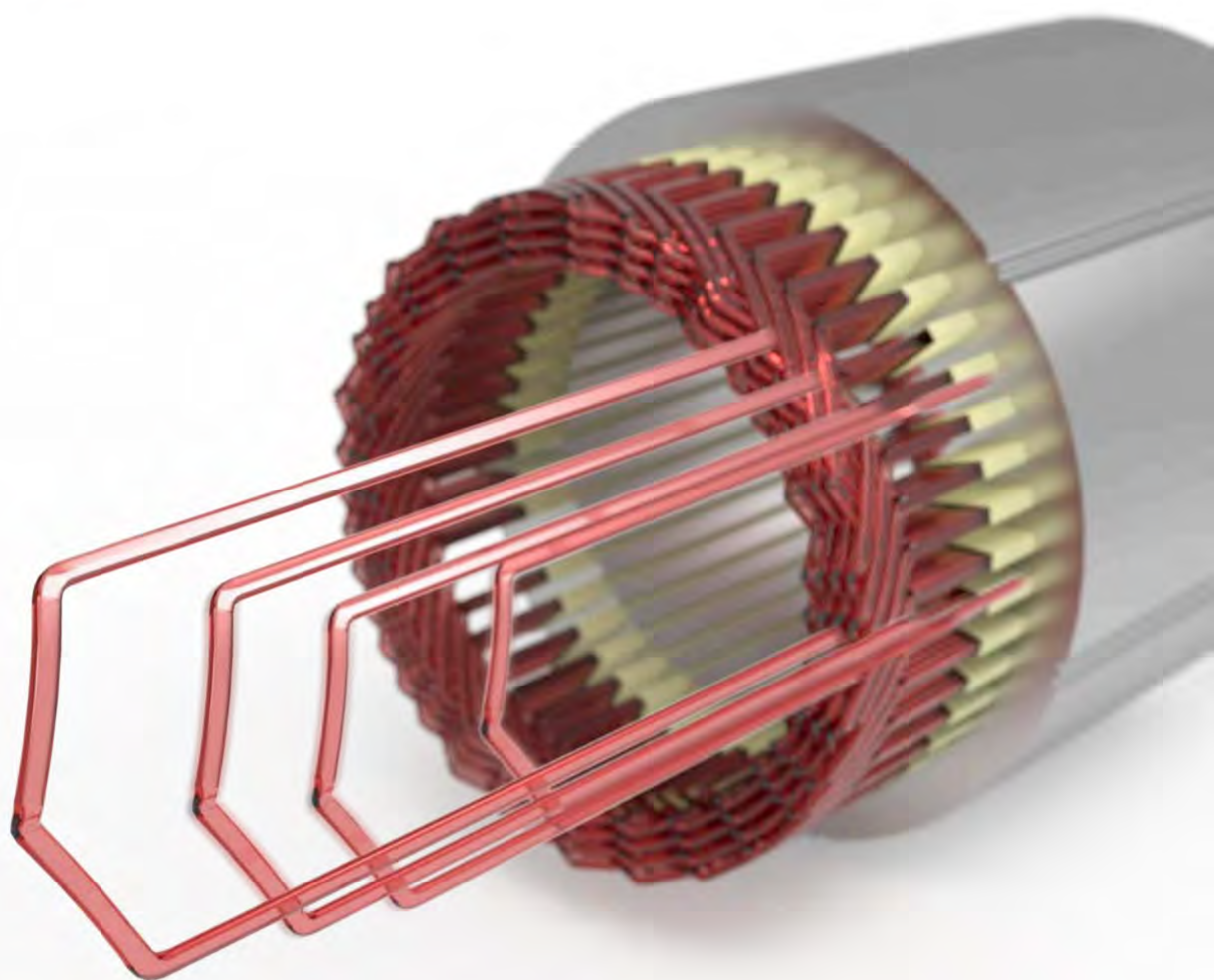




HAIRPINS

研究表明，在某类电机中使用hairpin扁线绕组具有明显的优点。更高的铜槽填充系数减少了热量，提高转矩和功率密度，从而减小电动汽车电机的尺寸。

Hairpin有灵活的结构和独特的形状：尺寸、角度和截面等均有不同。这就是为什么每一个hairpin的几何尺寸和质量都有必要检查，以确保质量稳定。



非接触式测量：
Hairpin 尺寸
柔性测量的
最佳方案



测量和检查的定制化方案

冷却套与定子装配时产生的外径形状偏差会影响组件的密封性。同心度偏差则会影响转子和定子之间的气隙。

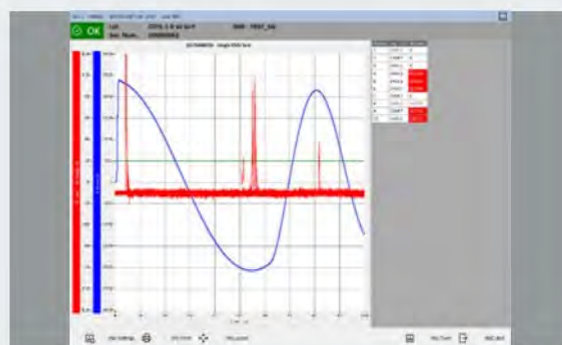
Marposs可提供专用测量工站，用于测量定子的内外径，以及动态测量外径相对于内轴线的同心度。光学测量方案可集成用于hairpin端子的测量和检查，hairpin焊接工艺之前或之后皆适用。

定子电性能测试

电机的绝缘性能对高压电机的可靠性起着至关重要的作用，绝缘失效将导致电机故障，无法使用。由于高压电机的绝缘系统非常复杂，只有采取多种措施才能确保电机的高可靠性。定子的绝缘质量评估是一个重要的事情，尤其是当定子动力来自于逆变器时，产品暴露在可能的热/电跳变状态下。

Marposs可以提供广泛的测试方案，用于在线或离线的定子绝缘质量检测。这包括浸渍工艺前的生产中测试和浸渍工艺后的下线测试，用标准的电性能测试方法，如绝缘电阻，耐压测试，浪涌测试等。最重要的是，该方案集成了局部放电测试法。该测试方法是唯一能识别潜在绝缘缺陷的方法，潜在的绝缘缺陷会使产品运行短时间后产生故障。

局部放电绝缘测试：
潜在的绝缘风险检查
方案 – 当常规绝缘测试无法识别电动车电机定子绝缘缺陷时

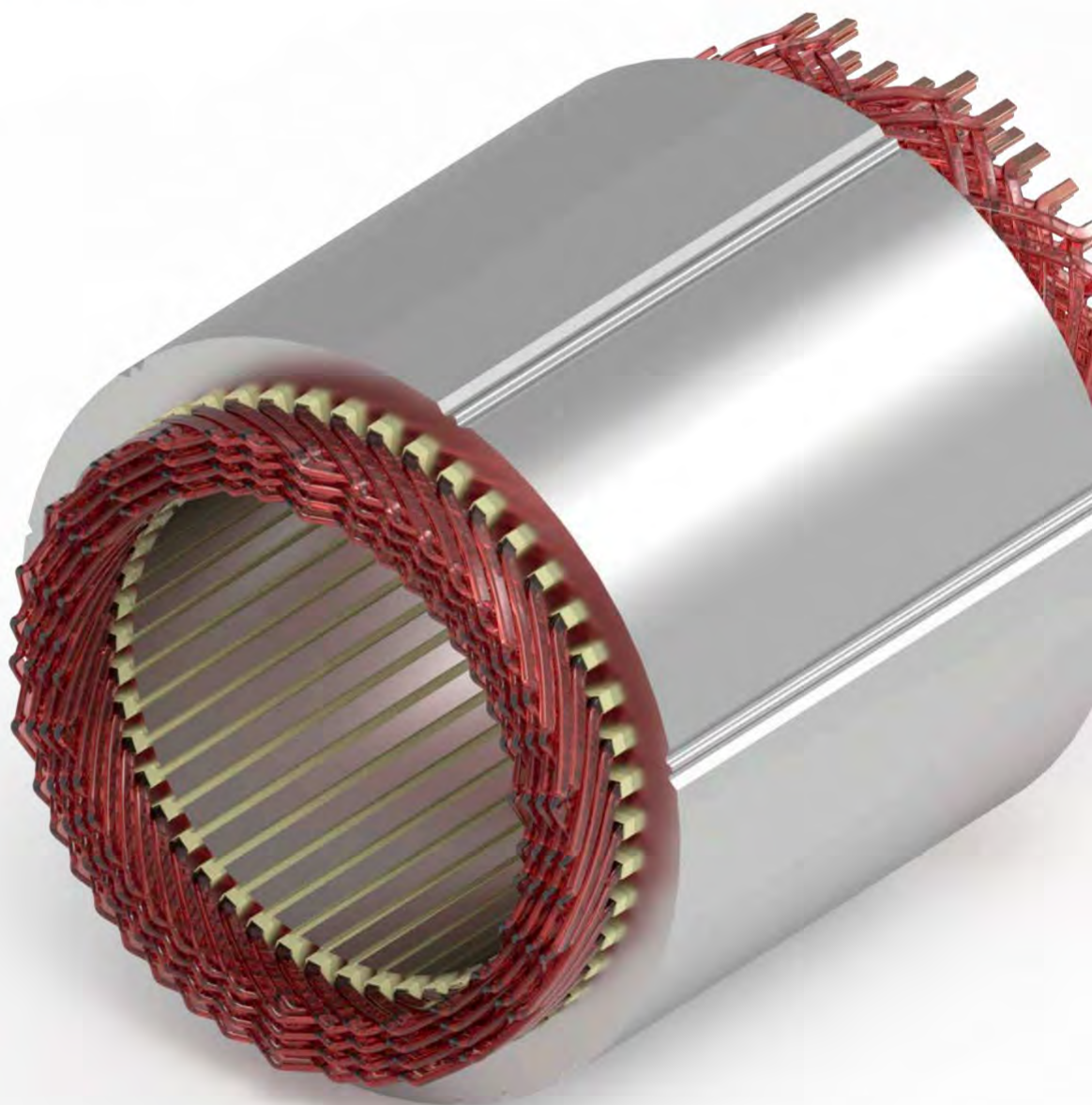




定子

电机在功率和效率方面的性能很大程度上取决于定子的质量。这也是为什么定子生产的所有工序都需要检查，以确保量产过程的安全性和可靠性。

无论定子是哪种型号，Marposs 都可以提供多种产品 and 应用，以满足整个制造链的过程控制；提供设备和方案，以满足产品的质量检查，绝缘性和功能性的测试。



压铸工艺监控 TTV

压铸工艺中的大部分缺陷，如剥落、气孔、收缩、沉积，都可能是由于模具温度分布不理想造成的。TTV 是一种创新的红外视觉监测系统，用于在轻合金高压、低压或重力压铸工艺中监测模具表面的温度。热力图由安装在设备上的热成像照相机检测获得。图像总是在相同的工艺条件下捕获数据，不会中断测试过程，从而帮助了解整个压铸过程，并提供过程参数优化指引。

金属切削加工的过程监控

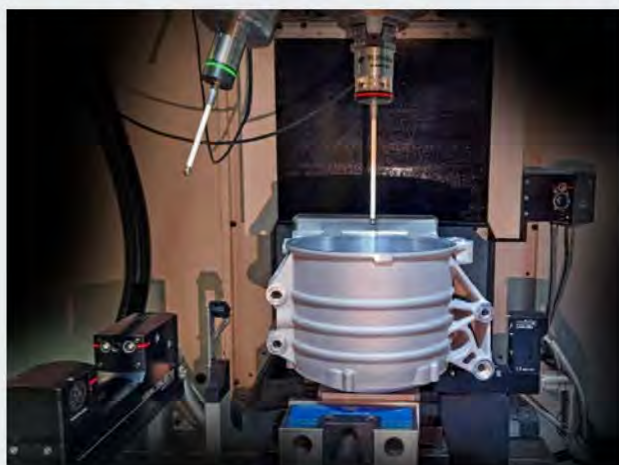
金属零件的加工可通过 Marposs 智能 GENIOR MODULAR 系统进行监控和记录，包括加工过程中机床与刀具的状态。这使得当前的加工状态和进程可见且透明，并使得监控在设定的规格限内进行。传感器捕获的数据将为加工的持续改善进行分析和预测。

金属切削加工中的探测与刀具检查

Marposs 高精度探头已成功应用于电动汽车行业的机械部件。为了满足精密加工部件日益严格的机械公差，Marposs 探头配置传感器，在确定工件位置方面可达到亚微米级的精度。通过开发定制化测量软件，可以在待加工工件曲面上取多个点以定义虚拟work-offset（虚拟加工中心点）。此外，一套完整的测量周期有助于操作员在切削操作后检查部件。

为实现最佳工艺，Marposs提供了基于 CCD相机的对刀仪，保证了整套刀具的高精度和相关性。机床上安装的刀具设置自动补偿应对不可避免的主轴热漂移，从而避免对部件尺寸产生影响。

模具温度监控
- 控制压铸过程防止缺陷





外壳

电机、逆变器和减速机越来越多地一体化安装在壳体内（三合一），该壳体通常由铝材压铸，并通过铣削工艺制成。

用于压铸工艺过程控制的Marposs热成像分析方案与传统感应、探测和在线测量方案相结合，用于机加工、车削和铣削操作的过程控制。机器视觉技术基于 marposs 2D Mpixel 高分辨率摄像机，能够检测出机加工密封表面上的缺陷和气孔，这对于确保外壳零件之间的密封质量至关重要。



产品密封表面的目视检查与其功能性、密封性息息相关，该检查可确保装配成品的完美密封性。

尺寸测量

Marposs 为尺寸测量提供全套手动-自动解决方案。这些测量方案是根据每一位客户的需求和要求定制的，包括离结样品尺寸测量或者集成自动化生产线的质量控制。

检测与机器视觉

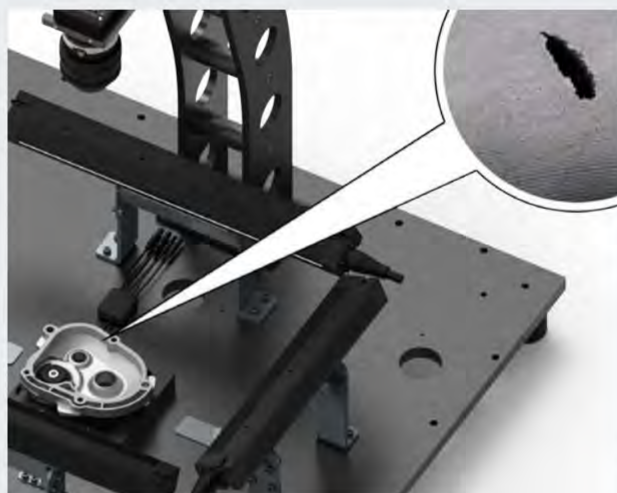
机器视觉技术基于Marposs 20 Mpixel高分辨率相机，结合光度立体算法，可以检测压铸铝外壳的机加工密封表面上的气孔、划痕或凸起等各种缺陷。

泄漏测试

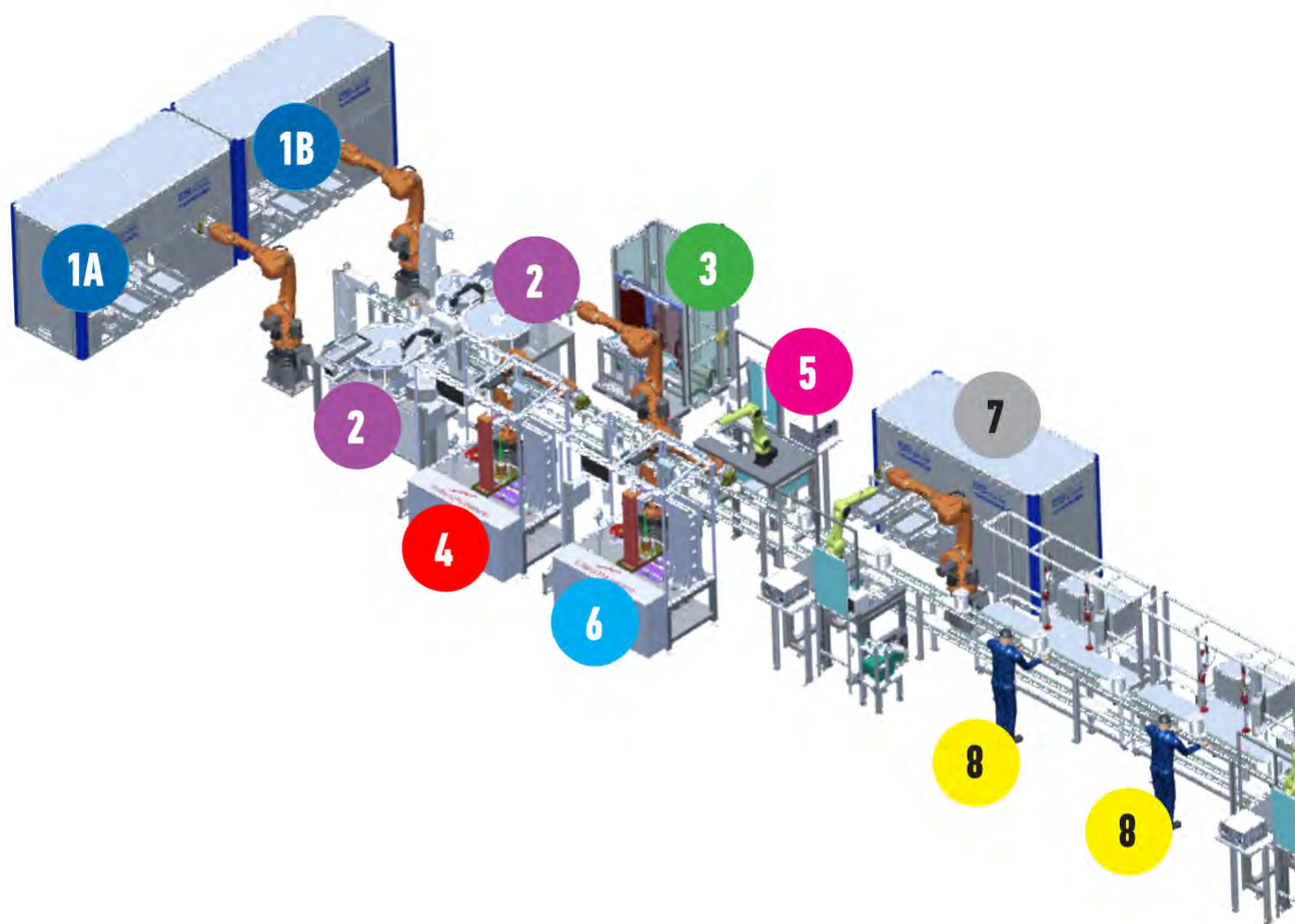
泄漏测试确定材料缺陷造成的潜在泄漏（孔隙、气孔、裂纹），以及机加工过程或装配过程相关的问题，从而识别零件缺陷或缺失、定位错误或组装等原因造成的泄漏。

泄漏的存在可能损坏部件的正常功能或其使用寿命，也可能对环境及其用户的安全造成潜在危险。

Marposs 提供标准泄漏测试产品或定制化解决方案，用于对压铸外壳和护套、冷却回路和完整的电机组件进行泄漏测试和泄漏点探测。不同的泄漏测试方法可供选择，包括直压法或质量流量法、嗅探氦检法、累积室氦检法或真空室氦检法。







电机测台：

产品开发阶段整体特性
检测的实验室解决方案

产品量产阶段
质量过程控制的EOL测试

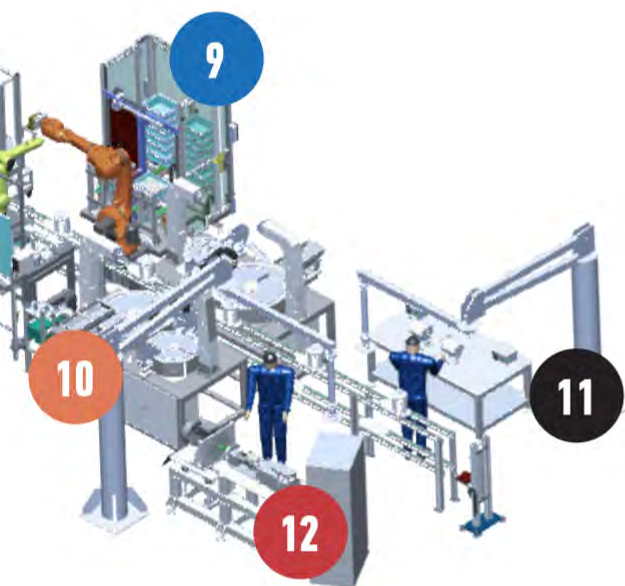
- | | | | |
|-------------|----------------------------|------------|-------------------------------|
| ● 1A | BASKET FEEDER：自动方案将定子存放在篮内 | ● 4 | PRESS：转子/定子装配 |
| ● 1B | BASKET FEEDER：自动方案将转子存放在篮内 | ● 5 | 电机螺钉安装 |
| ● 2 | FLEXIFEED：批量O型圈上料 | ● 6 | PRESS：机座与电机主体装配 |
| ● 3 | TRAY FEEDER：自动方案后端盖上料 | ● 7 | BASKET FEEDER：自动方案将旋转变压器存放在篮内 |
| | | ● 8 | 手动接线 |



装配及EOL测试

电机的效率取决于铁芯和绕组材料的选择、它们的设计布局以及装配精度。在电机装配过程中，磁钢中应力可使铁损增加50%。定子和转子之间的偏心会产生谐波通量，从而导致更高的损耗。通过提高传送和装配技术，损耗可以减少到忽略不计的程度。

Marposs 是开发电动汽车全自动装配解决方案的战略合作伙伴，并可在产品协同设计阶段为客户提供支持，以确保在线生产的高稳定性。



EOL 测试

电机EOL定制化测台通常基于某个客户的规格：可以是自动量产线测试方案或手动方案，可以是集成一体式方案或独立式方案。EOL 测试可提供完整的功能测试，包括满足市场标准的NVH分析。还可提供实验室环境下，用于电机整体性能评估的定制化测功机试验台。

● 9 TRAY FEEDER: 自动方案机壳上料

● 10 电机螺钉安装

● 11 EOL 泄漏测试

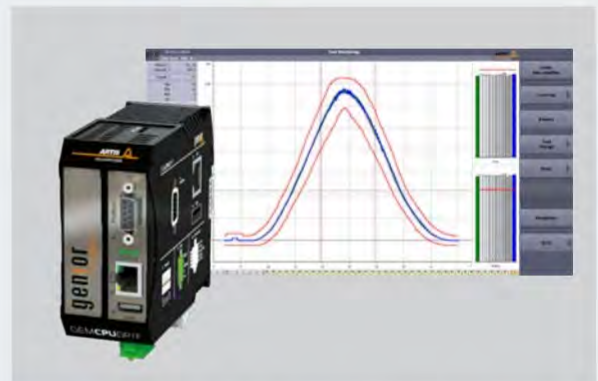
● 12 EOL 电性能检测



“ 先进的检测/测量技术：尺寸检测，NVH 分析 变速箱总成装配 ”

齿轮切削滚齿过程监控

齿轮零件的机加工对滚齿刀具和滚齿工艺提出了很高的要求。GENIOR MODULAR 系统可以在早期就监测到异常和工艺变化。这可以避免故障零件流入到装配段或检查段。



齿轮磨削与砂轮动平衡

能源使用效率在各个领域都很重要，尤其在电动汽车领域，真对扩大汽车的行驶里程至关重要。

齿轮和机械部件的外表面和几何尺寸质量是这一技术变革成功的关键。

借助Marposs 砂轮动平衡和消空程技术，磨削工艺始终能以最佳方式进行，最大限度地提高量产质量。



齿轮尺寸的在线和离线测量

轮齿的工作表面通常需要经过多次机加工。机加工过程中产生的表面纹理会影响齿轮的许多功能特性。

因此，在重要的机加工操作（如滚齿或磨齿）后，用高质量的测量仪器来测量齿轮参数是很高必要的。

M62 Flex是一种柔性量规，适用于测量外齿轮的DOB (MdK)、齿根直径和大径等尺寸。





变速箱

考虑到电动汽车在低转速下具有高转矩而在高转速下具有恒定功率的特点，电动汽车的传动系统相对简单。通常，这只需要在输入和输出之间配置一个或两个速比。

在设计变速箱时，由于电机的高转速（高达20,000 rpm）特点，需要对其进行特殊设计以减少功率损耗，确保高运转效率的同时控制噪音。噪音是电动汽车变速箱设计过程中的一个主要考虑因素，因为没有内燃机那样的发动机噪音来抵消传动系统的噪音。

电动汽车变速箱的公差必须非常严格。在装配和制造过程中，应特别注意轮齿几何尺寸和机械设计，以确保产品的高质量和高性能。



“
NHV齿轮测试仪：
及时识别齿轮故障和噪音的最佳测试方案
”

单个齿轮的 NVH 检测

噪声-振动-平顺性（NVH）是研究单个零件或总成件的振动-声学特性的一种方法。通常，这种分析方法用于客观评估机械组件的振动现象，特别是在机械功率传输的场景下。

在零件层级评估NVH比在装配层级评估更有利。因其可在装配前及时识别零件的缺陷（如几何尺寸偏差），避免装配完成后想要改善零件质量可能为时已晚。考虑到变速箱和减速机的高精度要求，在产品装配前检查各零件的尺寸、外观显然是明智之举。



本质上NVH检测的原理是通过施加与实际工况相似（甚至更高）的转速和扭矩值来对齿轮进行检测。

由于机器的底座结构由花岗岩制成，Marposs设备坚固耐用，不会受到外界干扰和噪音的影响。

待测齿轮（工件）与标准齿轮啮合，其啮合状态可参考单啮工况（中心距固定）。

输出测试参数是零件（或标准件）的角加速度，使用编码器（TE检查）和扭矩加速计（TAC检查）进行即时评估和长期评估。



单啮和变速箱（减速机）偏差分析

2速或1速变速箱（减速机）零件加工必须满足高精度要求，以确保零件装配后不会对车辆造成额外的噪音。SF测试是齿轮加工后的啮合旋转测试。测试时，标准齿轮至于适当的安装位置：其有待测齿轮齿隙适当，且单面啮台。然后光学编码器测量其相对于标准齿轮的角位移。Marposs M62 SF测试结果包括变速箱（减速机）偏差数据的采集和噪音分析。

Marposs还开发了一种特殊的单啮测试方案，用于在实验室测试原型零件，以改善齿轮设计过程。该方案通过测试待测齿轮与标准齿轮，或待测齿轮与共轭齿轮来模拟实际变速箱（减速机）的运行状态。操作员甚至能够通过调整轴的中心距和倾斜角度，以获得噪声最小的装配状态。

齿轮功能测试

M62双啮测台适用于检查内/外齿轮的综合偏差，并能在无齿隙（双啮滚动）的情况下测量更多的功能参数。测试时待测齿轮与更高质量等级的标准件啮合。

齿轮的NCG检测

电驱动产品内的高精度齿轮往往需要采用非接触技术对某些参数进行检测。

Marposs非接触式检测方案，使用激光扫描传感器或共焦技术来测量产品的各种外观特征，如倒角尺寸和侧面轮廓等。

变速箱垫片选择与装配（选垫机）

高速变速箱的装配过程通常需要确定和验证装配用的垫片适用与否，以防止变速箱运转过程中可能导致的噪音或工作异常。垫片选择及装配的工艺主要用于调整锥形轴承之间的预紧力或调整啮合齿轮之间的齿隙。

当涉及到电气化变速箱（减速机）时，选垫机方案将面对新的挑战和要求。此时集成化/定制化的测量方案将变得至关重要。

泄漏测试

Marposs 为齿轮箱变速箱壳体提供量身定制的泄漏测试解决方案，其满足行业及客户的各种需求，支持手动或全自动方案。

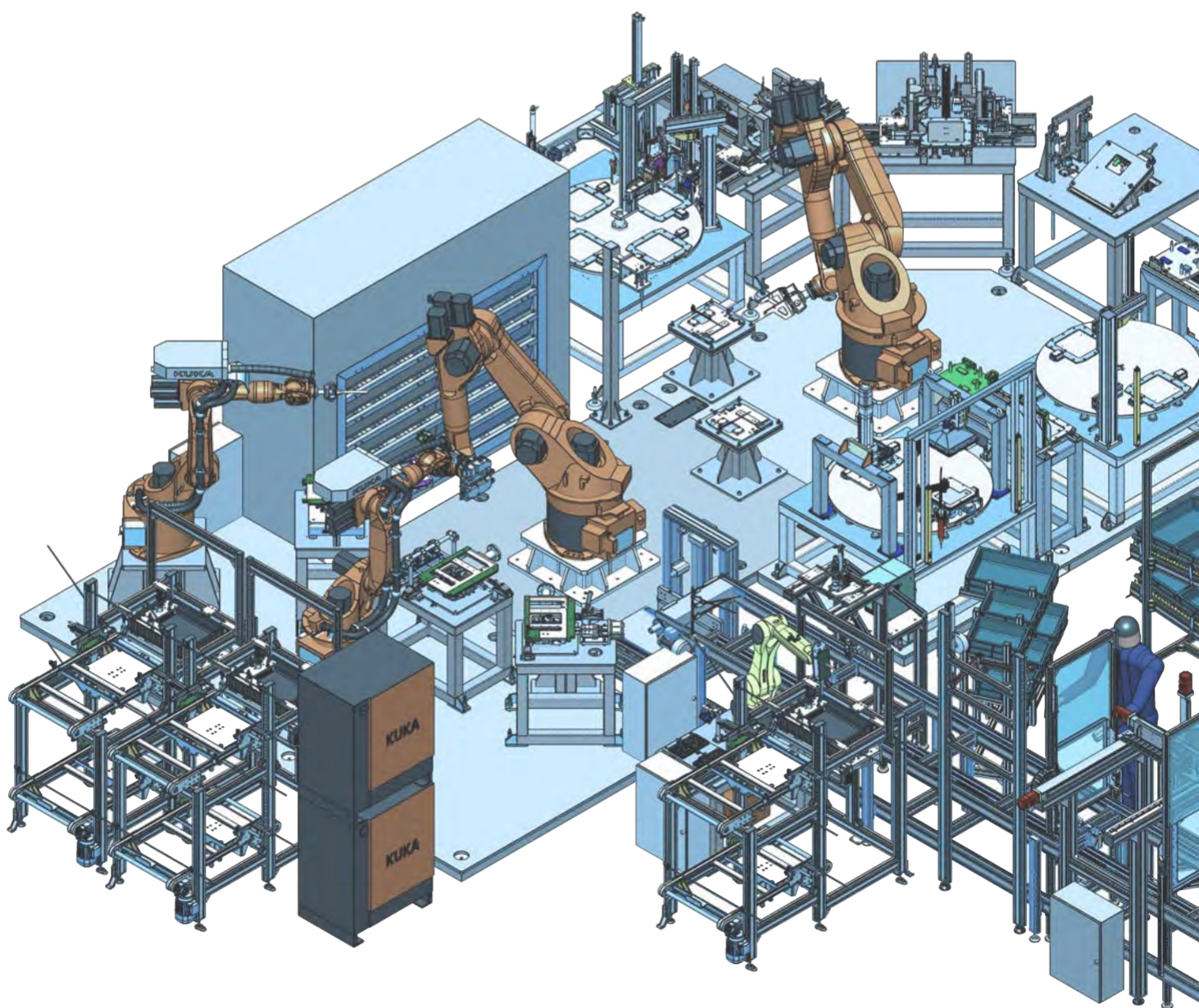


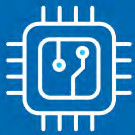
泄漏测试

Marposs在泄漏测试方案领域拥有丰富的经验，方案可集成不同技术，确保可以为整个电驱动产品组件提供最佳的解决方案，如电机、电力电子单元和相应的冷却回路。定制化解决方案可以满足不同客户的需求，从简单的手动测量工站到量产线集成自动化方案。

机电组件装配

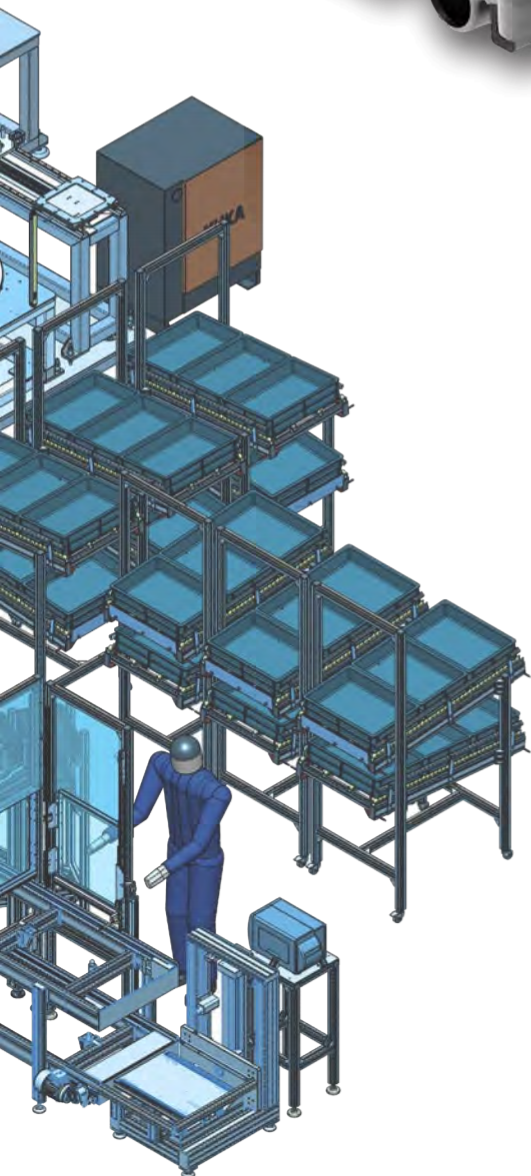
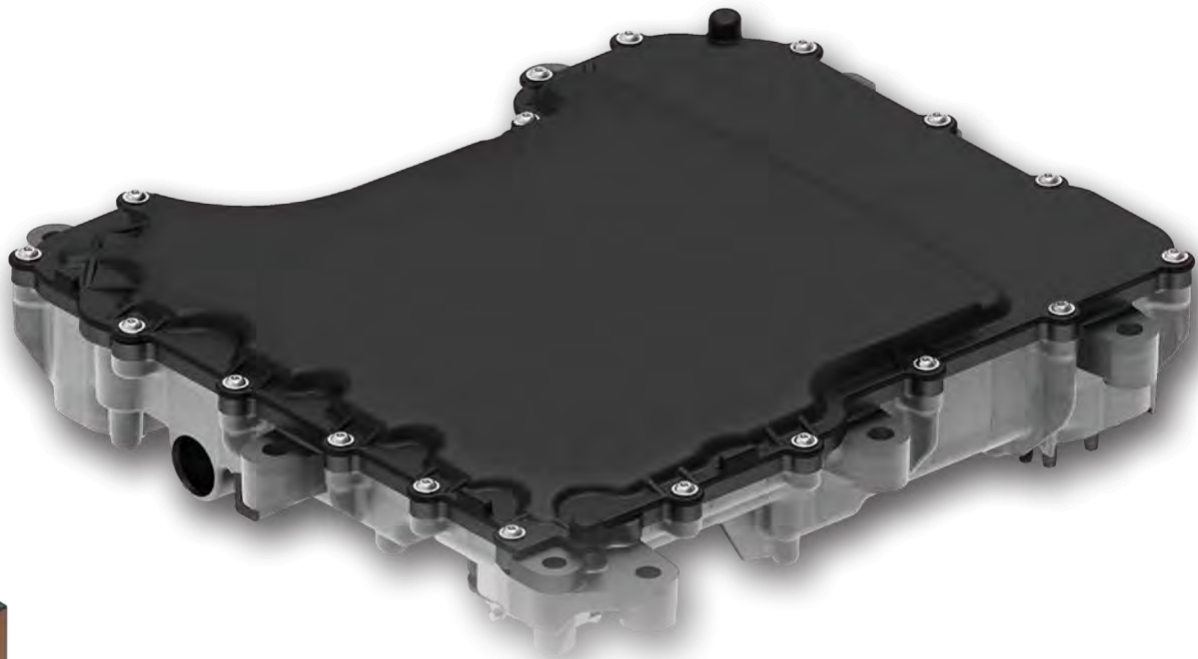
Marposs可为机电组件的整体装配提供灵活的解决方案，如逆变器和电池充电器等。根据客户的规格不同，提供定制化装配解决方案 - 手动或全自动方案 - 与测量和测试应用相结合，包括完整的EOL功能测试。





电力电子单元

在汽车工业中，电力电子单元包括逆变器和电池充电器等，它们控制固态电子元件的电力转换。





MARPOSS

如需所有详细的地址信息，请登录Marposs官方网站

07/2021版- 技术参数可能会修改

MARPOSS S.p.A. (意大利) 2021版权所有

本文中所示MARPOSS 和Marposs产品名称和标识均属于Marposs公司在美国以及其他国家注册的商标。
本文件中所出现的第三方商标和注册商标均归属其各自的所有者。

Marposs拥有一套管理公司质量、环境和安全性的综合一体化的制度系统，该系统已获得ISO 9001 ISO, 14001和OHSAS 18001认证。



马波斯微官网



马波斯微信公众号