

闭合轮胎生产环路

Micro-Poise公司陈述有关轮胎制造的未来愿景，并概述其现有的测试测量技术

作者：Shaun M. Immel博士，美国Micro-Poise测量系统公司首席技术官

在生产过程中可以识别、追踪和回溯各个轮胎组件，包括生胶，聚合物配合剂及其他用于轮胎的材料。还可以采集、合并和跟踪关键制造数据和其他在线测试数据（例如轮胎成型的具体操作人员，具体轮胎成型机，组件拼接质量方面的信息，组件贮存方法等）。如果在半成品或成品中出现缺陷或不合格的特性，就可以对其进行标识和控制，立即减少由此产生的废品。

一些实力雄厚、技术先进的轮胎制造商拥有这种能力，但即使在这些厂家，也没有一个整合系统能将它们组合在一起。

可以设计一种用户友好的可视化工具，用该工具可以处理所收集的数据，以此来了解如何在整个工艺过程中改善轮胎质量，提高生产率。

在人们使用这些工具，由人工发现问题，找出改进方法的同时，高级计算机监控软件可以监控这些数据，找出变化趋势，预测出现故障的设备，并确定在制造过程中何时出现了问题。

现有轮胎制造知识可以植入这些软件监控工具中，从而使轮胎制造商可以将精力集中在生产率和产品设计上，而这些自动化软件工具会将资源分配到需要的地方，解决制造过程

下图：
Micro-Poise
的ATLIS平台
在一台机器中
融合了多种软
件辅助的扫描
和成像技术

中存在的问题。除了这些在整个工艺过程进行测量和检查质量，并将产品分类为合格和不合格的工具外，这些系统还能提供非常靠近其源头的量化监控数据，减少不符合验收条件的产品数量，从而减少质保方面的问题，提高质量。

Micro-Poise公司已描绘了这一蓝图，正在展开研发工作来拓展、融合Micro-Poise现有技术和新技术，将这一蓝图变为现实。

现有的有限跟踪和回溯能力仍然缺乏可实现巨大优势的众多特性和能力。当今的自动化系统中，人为干预依旧非常普遍。

例如，在轮胎交付客户之前，依然依靠最终的硫化轮胎检查来保证轮胎的质量。人类很容易发现、检查一个问题，但他们却很难量化该问题并将之记录下来。如果制造过程正在向不利的方向发展，几乎不会出现预示信号。人类的表现也不稳定，尤其是在进行这种

重复性的困难工作时。需要高度自动化来减少人类的这种影响，从而降低制造成本，提高稳定性和效率。

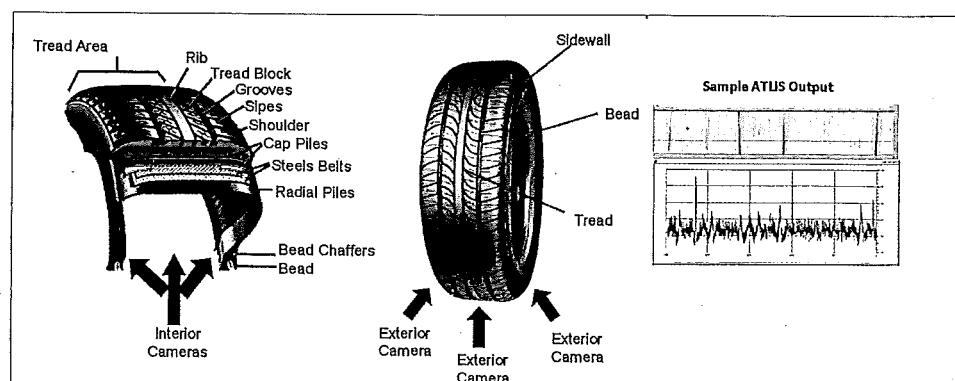
还需要将关键制造数据自动、快速地归纳在一起，以更快的速度获取新的轮胎制造知识。面对这些情况，Micro-Poise公司已开展了两个重大开发项目，旨在提供当今业界尚不具备的能力，以应对这些挑战：

- Micro-Poise测试、采集、上传、报告、可利用、统计(TAURUS)产品平台；
- Micro-Poise自动化轮胎生产线检查系统(ATLIS)产品平台。

下文详细介绍了这两种会引起重大变革的开发项目。

Micro-Poise TAURUS

Micro-Poise TAURUS系统旨在提供一种所有最终测试和在线测试数据和制造数据的统一平台，从而实现几种极具价值的功能。



该软件系统首先是由条形码标签或RFID标签独特地识别轮胎或轮胎构件，跟踪轮胎和原材料，同时全程收集和贮存关键测试和制造数据。所贮存信息的例子有，用哪个滑道上的橡胶生产的胎面构件，轮胎在哪个轮胎成型机上成型，轮胎在哪个模腔中硫化。生产线末端的最终产品质量数据也贮存下来。

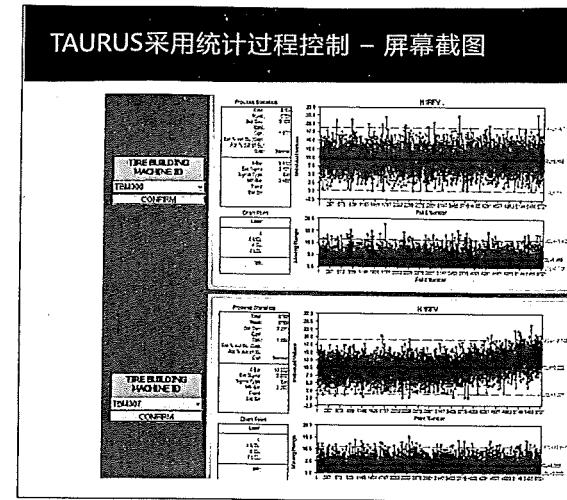
这样就为材料、机器和工艺数据的统一打下了基础。还可以贮存在线测试数据，如构件拼接质量测量值和构件尺寸控制信息。可以对所有数据进行监控，确定当前的工艺控制水平，挖掘能够改进工艺，提高合格率，减少废品率的有价值的信息。这些数据可输入统计过程控制(SPC)工具，广义数据挖掘工具和班次报告系统。

TAURUS系统还为轮胎生产设备和筛选设备提供一个关键轮胎配方数据和筛选指标信息的单一集中数据源。可以在一个地方改变配方或指标值，之后所有相关设备都自动同步进行变化。

这样就可以减少配方信息误差，从而大幅缩短保持配方一致所需的时间。当前的做法一般是由员工按照配方变化或新的指标值逐个调节每个机器。如果在制造车间有几台同类机器，每个机器都必须单独调节。这种新系统还可以与更高一级的商务系统（如EPR或SCM系统）交换信息，从而提供更高级的关键显示数据。

另一个极具价值的软件模块将数据可视化，以及简单地报告数据。这种使用方便的工具可以从测试结果贮存系统中提取数据使当前车间的情况可视化，或者供查看过去某个时间发生的情况。

一般在每个终检系统上都有一些工具，进行实时现场反



馈；但是，可采用一个中央系统更广泛地在全工厂范围内分析由几个机器或几种机器类型获取的综合数据。可按照目标人员进行定制。可以立即看到由输入数据滤波器定义的一组特定生产轮胎的一些特殊报告，如生产率和趋势、轮胎质量信息、轮胎均匀性波形研究，以及机器正常运行时间/利用率。

有多种有益的数据，包括（但不仅限于此）面向生产人员的质量信息和生产统计数据，面向维护/生产保障人员的系统利用率信息，面向质量人员的质量/合格率改进信息，以及面向工厂业务管理部門的管理显示信息。

利用该工具就具有了即时查看并处理易变因素导致的生产变化，并使相关人员了解应当从什么地方入手来改进生产工艺。像这样来处理变化对于消除工艺噪声（工艺变化）也非常重要，可以更加方便地找到长期、显著改进制造工艺的措施。

处于开发之中的其他在线测试/测量技术以及与现有技术的直接融合也在该产品平台的规划之中。现有组件测量和检查技术，以及轮胎成型以及半成品拼接控制系统将可以与该系统互动，提供最上游终检和试验设备有价值的工艺控制数

据。其他目前市场上没有的工具，如自动轮胎成型拼接优化和硫化机定位优化工具，在未来的开发中将设计到该产品中。

还规划了与现有轮胎分选和日常设备的多种接口。利用这种交互作用可与相关工艺质量数据即时连接在一起，从而会改变轮胎评价和分选的方式，以更经济的方式决策，并尽早使有问题的产品离开系统，减少废品产生的损失。

该产品平台提供一种极佳的数据采集系统，并为多种用于大幅提高制造效率的工具提供所需条件。

Micro-Poise公司还在努力通过其ATLIS产品平台改善轮胎检查工艺，提高其自动化程度，解决轮胎制造过程中存留的人为因素。由新设计的ATLIS测量和检查技术获取的数据会被发送到TAURUS高级数据贮存和工艺改进系统中。

Micro-Poise ATLIS

Micro-Poise ATLIS平台在一台机器中结合了几种共同使用的软件辅助扫描和成像设备，或者每种技术产品可以分散在整个制造工艺中，从而使轮胎和构件自动终检目标尽可能接近波动来源。

过去，硫化轮胎终检工艺是由生产人员快速肉眼检查硫化轮胎上的缺陷，判断轮胎是否符合客户的验收标准。对缺陷基本上没有量化处理，只是进行合格/不合格评估。因此，无法确立变化趋势或即将发生的缺陷形式。该产品平台可实现自动检查工艺，并可以量化缺陷，确定某些反常现象的变化趋势。

Micro-Poise ATLIS将采用几种自动传感器测量技术，可用于量化某些缺陷和趋势数据。早期探测和预测这些问题就可

以在工厂尽早采取预防措施。利用该技术中的自动化装置可以将人们从无聊的重复性肉眼轮胎检查工作中解放出来，而去从事有利于增加效益的促进生产率提高以及改进生产的工作。

如此带来的效益是巨大的。重新安排这些人员从事更能增值的工作，同时又大幅提高了检查工艺的质量和稳定性，因而可以大幅降低成本。我们的财务模型显示，估计轮胎检查成本可以从每条轮胎0.19美元降低到0.05美元。除了监控产生缺陷的趋势外，还可以观察轮胎，提供预防性维护信息，如需要清洁模具，或需要替换硫化胶囊，从而改进轮胎制造厂的运行过程。

该平台的核心主要是两种Micro-Poise现有技术的扩展技术，包括几何表面形貌扫描（TGIS几何扫描技术）和具有自动缺陷识别（ADR）功能的X射线图像处理技术。过去的轮胎检查方法是由检查人员检查轮胎的内侧和外侧是否存在多种可能出现的缺陷。由于肉眼检查在发现一些轮胎性能的小波动时存在局限性，目前采用触摸检查（触感检查）方法来检查一些缺陷。

ATLIS开发平台采用大量的不同传感器阵列和传感器技术（如表面形貌测绘，可见光或红外图像处理等）自动检测硫化轮胎，并利用新开发的Micro-Poise异常探测算法的扩展技术探测预期的缺陷。在许多情况下，由于这些传感器灵敏度极高，所以现在可以量化缺陷，并确定其变化趋势，这是人工检查不具备的能力。这样就具有了极具价值的早期检查和预测的能力，而当今大多数先进轮胎制造厂还不具备这种能力。

构成ATLIS的两种主要支撑技

术（即几何表面形貌分析和图像分析）拥有诸多优点。利用这些技术可以进行量化和测量，并尽可能接近波动和问题的源头，从而可以减少生产过程中半成品废品和成品轮胎废品的数量。由这些技术还可以实现一些预防性维护监控，使停机维护更多地在计划内地行，减少意外停机维护，从而提高工厂的工作效率。利用这种ATLIS检查技术获取的知识可以开发工厂内某些问题的纠正方法。ATLIS技术，不断发展的新型在线传感技术，轮胎制造过程中所有现有监控/测试设备的新接口，以及TAURUS平台的不断扩展，所有这些因素相结合，几年内会使该平台增加越来越多的功能，使其具有更高的价值。

未来的发展

上述产品系列的长期发展变化会形成基础技术能力，在此基础上，先进的高级软件系统可以集成到工艺质量问题自动探测和校正系统中。Micro-Poise公司正在开发的前文所讨论的产品系列可以独立使用，在人工控制下可以大幅改进工艺。可以进行用户发起的试验，试验结果可立即在系统中可视化。可以方便地获取生产数据和机器利用率数据，特定区域的其他员工也可以使用，解决当前的问题。

但是，如果在这种情况下不需要由员工来发现问题，采取行动或获取知识呢？如果可以采用高级软件系统自动监控数据变化根源，并进行引导，报警，在有些情况下开始纠正所识别的问题呢？一些例子如下（但不仅限于此）：

- 自动比较不同成型机上成型的轮胎，指出统计显著的差别，表明造成这种差别的可能原因；

- 自动比较不同硫化机模腔中硫化的轮胎，指出统计显著的差别，表明造成这种差别的可能原因；

- 检查测量值表明某个模腔中的硫化胶囊快损坏了，应当计划替换；

- 由某一卷挤出橡胶成型的所有轮胎都具有极高的均匀性，预测出现这种情况的原因。

更完善、完全自动化系统的主要优点得益于独立的自动化操作以及内置的轮胎加工知识和专家系统。现今存在的类似系统可用来处理这些数据，进行人工改进活动，但Micro-Poise公司是在不断扩展本文所述的平台，开发有助于探测和纠正整个轮胎制造工艺中质量问题的自动化工具。从而就可实现这类轮胎制造厂的“生产环路闭合”。这种新技术将采取先进的软件模块来实现，软件模块可以增添到TAURUS产品中，从而实现新功能。

这种系统，无论是独立使用（开环）还是利用自动化软件模块引导改进活动（闭环），都可为典型轮胎制造厂带来巨大的价值。如果这类自动化工具可用来提高生产厂合格率，一年就可以节省成本350万美元以上。

典型的轮胎制造厂每天可生产2.5万条轮胎，或每年近900万条轮胎。如果假定生产一条轮胎的标准成本为40美元，在市场上售价假定可达到80美元，则合格率提高1%就可以节省350万美元的废品成本，同时由这些轮胎可以获得700万美元的年收入。不难看出，即使花费较高的成本安装这样的系统，轮胎制造商也可以很快收回投资。如果这些改进大多是自动实现，没有在工厂增加额外的熟练人力资源，则投资回报会更大。●