



发动机后方最复杂及昂贵的部件：转向系统

测量

正确转向

全天候保持可靠的测量结果，这就是 TRW 汽车确保其转向部件质量保持在亚微米范围内的方法。在该汽车供应商的波兰工厂，转向系统生产中使用的三坐标测量机和表面轮廓测量仪必须精确和可靠。如果一个工件的数值超出公差要求，则整条生产线必须立即停工，而停工就意味着成本迅速升高。

“人们的生活依赖于我们的产品，为此，质量是我们的头等大事，同时亦是我们生产活动的重点，这也是我们为什么需要最佳的测量技术及工具的原因。” Jaroslav Muchajer 说，作为 TRW 质量经理，他负责该公司在波兰 Bielsko-Biala 工厂生产发动机后方最复杂及昂贵的部件：转向系统。

对于大型汽车及豪车，电子动力转向常使用皮带传输，其中的一个关键部件水平固定于前轮之间，依据转向实现左右移动，驱动由电机支承并装有球形螺母的皮带运行，该主轴通过螺纹连接到车架。TRW 需九道加工工序以将钢材加工成杆件：齿形及螺纹加工，通过压

力硬化拉直，最终与同经复杂工艺加工的球形螺母拧在一起。

生产与测量技术的融合

车架生产缺陷在转向时不仅引起噪声，如转向过松或紧，由于较强摩擦所导致的过度磨损及撕裂亦会增加事故风险。因此，Muchajer 与同事密切监控车架生产，除了常规硬度及疲劳测试，亦需对几何形状、表面轮廓及粗糙度进行持续监控。

车架允许圆度偏差不超过 $5\mu\text{m}$ ，直径公差 $10\mu\text{m}$ ，而表面粗糙度公差仅 $0.1\mu\text{m}$ ，除去满足汽车制造商必须获取特性的最低要求，质量管理者必须考虑安全因素并增加附加的检测参数。采取随机抽样方法对每件测量 110 个特性，在 Bielsko-Biala，每 40 s 即有钢杆下线，每班制需在实验室进行 2 ~ 3 次抽检量测。

任何参数的偏差都需停止整条产线以纠正并重复测量并确保一切符合公差要求，每分钟的停产皆会导致成本增加及由此产生较高的质量检测费用。负责 Bielsko-Biala 测量实验室的 Tomasz Wadon 解释道：“任何工序的异常将导致停产，因此，测量机的可靠性至关重要。”

树立标杆

当 Bielsko-Biala 工厂于 2012 年开业时，



图 1 Jaroslav Muchajer 是 TRW 质量经理

工厂管理者借鉴了离其 7km 外的 TRW Czechowice-Dziedzice 工厂的经验，选择使用三坐标测量机与表面轮廓测量仪。2001 年，该公司引进一台 ZEISS PRISMO。六年之后增加一台，Czechowice 工厂的计量实验室前主管 Maciej Kawiak 回忆道：“此机的高精准及可靠性口碑迅速传遍整个公司。Czechowice-Dziedzice 的测量结果很快成为 TRW 在世界各地其他工厂的标准，任何有疑虑的测量结果均可将工件发至此处来测量。”

今天，ZEISS PRISMO ultra 桥式测量机是 TRW 标准设备的一部分。在 2013 年和 2014 年，在 Bielsko-Biala 工厂又安装了两台这样的新设备，这两台高精度测量机，一台是升级版的 ZEISS ACCURA II 桥式测量机，还有一台是外形尺寸比一般三坐标测量机小得多的 ZEISS DuraMax，它们用于随机抽样检查、进货检验和样品部件的测量。PRISMO ultra 主要用于转向轮组件的定期随机抽样测量，像车架一样，必须符合特别精确的公差要求，检查工作的直径、圆度和形状，以及车架的同轴度，即旋转轴的合规性。ZEISS PRISMO，DuraMax 和 ACCURA II 的主要优点是与单点测量不同，接触传感器进行扫描并快速捕捉部件的整个几何形状。在 TRW 的波兰工厂，转台几乎被用在所有的三坐标测量机上，其卓越的性能已经证明了其对公司做出的贡献。进行测量时，该机使工件正向旋转至探针，无需操作人员干预，测量实验室经理 Wadon 解释说：“车架的几



图 3 ZEISS PRISMO 桥式三坐标测量机

何形状非常复杂，必须从多个角度进行测量，因此转台是一个很好的解决办法。”

小于 0.1 μm

除了三坐标测量机，TRW 在 Bielsko-Biala 还使用了三台 ZEISS SURFCOM 1500 和 SURFCOM 5000 表面轮廓测量仪。“没有这些测量机，某些工件的生产就不可能完成。”Wadon 如是说。表面轮廓和粗糙度是与功能相关的因素，特别对于车架之类的部件尤其如此，自从几个月前引进了 SURFCOM 5000，公司终于具备了测量 $< 0.1 \mu\text{m}$ 的粗糙度的能力。

在表面轮廓测量仪上进行的大多数随机抽样测量都不是由测量技术人员完成的，而是由加工操作人员完成，加工操作人员使用专用的夹具，将工件夹紧带到测试实验室的测量机上，然后他们使用由测量技术人员准备的程序开始进行相关测

量。在三坐标测量机上测量车架的 110 个特性需要 30 min，表面轮廓测量仪还需要 5 min 来检查所有指定的特性。

软件和服务

对于测量机的选择来说，与精度和速度同样重要的还有软件和服务，这对于质量管理人员和技术人员来说，也是对所使用测量机的重要评判标准。TRW 在其所有的三坐标测量机上都使用 CALYPSO 测量软件，该软件可以使测量技术人员直接使用 CAD 数据工作，高度专业化的软件选项，如滚珠丝杠或传动装置的测量，也是非常关键的组成部分。ZEISS 提供的售后服务支持，也是 TRW 成功采用 ZEISS 测量机的重要因素：和公司的正常生产一样，测量实验室每天 24h 运转，测量机如果出现任何问题，测量技术服务人员必须保证能够随时联系到熟悉测量机的服务人员。对于测量实验室经理 Wadon 而言，随时可获得距离 Bielsko-Biala 工厂 50km 外的 ZEISS 测量机技术服务人员的支持也是 ZEISS 产品的一大优势，如测量机出现故障，他们可以迅速赶到现场，而且 TRW 使用的系统可以获得 ZEISS 一年两次的常规检测服务，往往可以在问题出现之前就能排除。当几个月后第二条生产线上线时，测量机的投入运行将变得更为重要，它将使动力转向架的数量增加至 100 万，这也意味着必须为测量实验室增添新的设备，现在第三台 ZEISS PRISMO ultra 三坐标测量机已经订购。[MM]

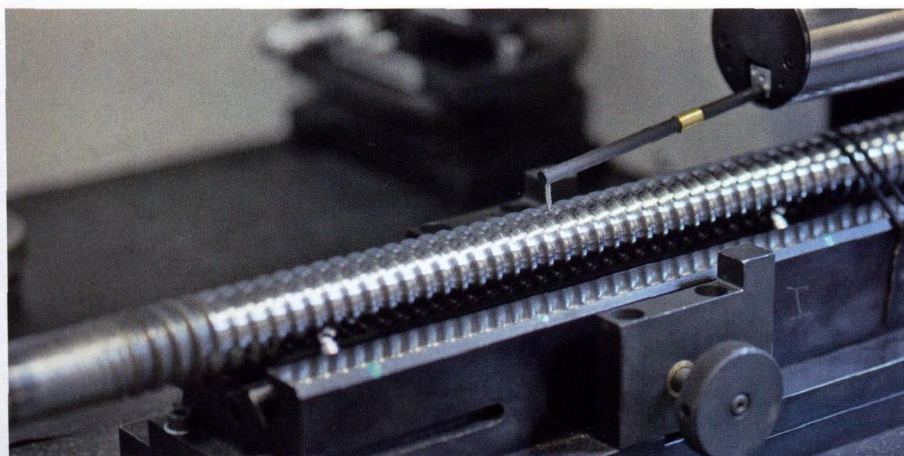


图 2 TRW 用九道加工工序将钢材加工成杆件