

轴承生产工业面临问题以及趋势

磨削，是轴承生产工业的核心手段。它占据了主要的生产时间与成本。磨削的质量以及生产率关系到轴承企业的成功与否。

浮动夹持臂型无心研磨（通常称为“Microcentric”）是生产轴承环最常见的技术。它是如此普遍，因为三个主要优点：

- 非常快速的工件装卸。
- 轴承环是在无应力状态下磨削。加工后，它几乎没有变形。
- 完全有可能达到超出加工机床本身主轴的更好的精度/圆度。

同时，Microcentric 术有几个重要的根本弱点：

克服上述技术缺陷是至关重要的。目前全球轴承市场竞争非常激烈，市场要求更高的精度和更多的客户特定轴承，但价格却要适中。

许多轴承在小批量的生产中。在这样的条件下，要赚钱，则技术灵活性是关键。缺乏技术的非熟练工业劳动力打击了所有的经济体。漫长而复杂的机器设置变成一个真正的问题。

此外，因为新钢材料应用和先进的设计，使得现代轴承变得越来越轻，这意味着轴承环变得越来越薄，则轴承工件系统的刚度越来越低。

RON-Centric

RON-Centric 技术，是最新一代的“浮动夹持臂”无心研磨技术。它保持了所有的传统技术优势，并消除了传统技术的主要缺点。

RON-Centric 技术可以在同时实现很高的柔性，精度以及生产效率

RON-Centric 是一新的工装系统，它取代了传统的Microcentric 夹具。这项技术是基于独特的“多点聚焦中心”的概念。侧“浮动夹持臂”的设计，用数学优化纠正工件的圆度误差。叠层的精密的“浮点”由高强度钛合金制成的，内部有无摩擦的柔性铰链提供的六个自由度。

RON-Centric 独特的设计，确保控制了任何圆度偏差从2至500谐波。

由于最佳的内部结构，RON-Centric系统不需要任何优化的 $\alpha - \beta$ 的角度。侧面“浮动夹持点”始终是固定的通过主轴中心（从研磨点为180度的位置）。底部的“浮点”位置不是很重要而且相应的有不同的变化。

其结果，RON-Centric提供了许多不可替代的优点，这些对于提高总效率至关重要：

1. 非常稳定的研磨加工过程。由RON-Centric的内部参数所决定的很高的几何稳定性，不依赖于 $\alpha - \beta$ 的优化。通过最优化的“浮动夹持点”的位置和多点机械接触提供了更高的动态稳定性。

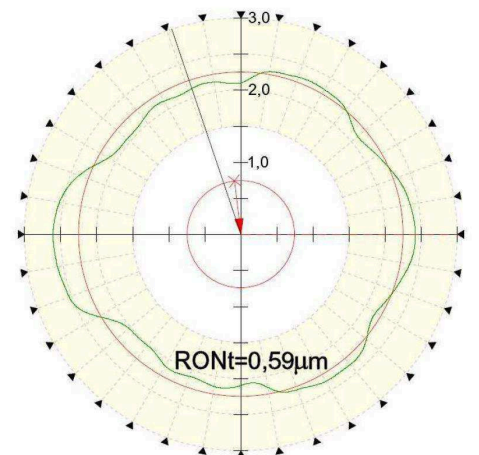
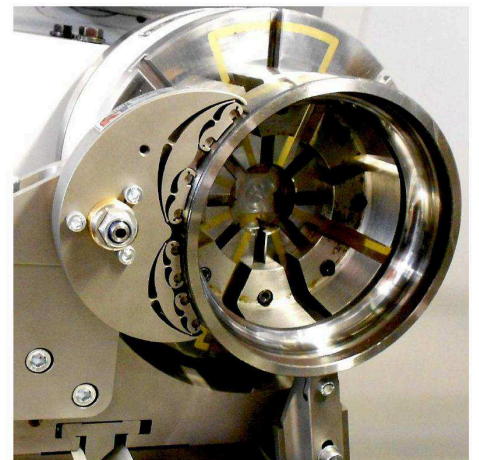
2. 无论工件的初始形态，在一次操作中达到最终的圆度 <0.001 毫米，是可以实现的。所有的磨削谐波均被消除。下图显示了典型的圆度图谱。

3. 非常快捷方便的工件设置过程。RON-Centric的“浮动夹持点”是可变的，但“浮点”的角度是永远固定的。即使是初学者也可以在几分钟之内学会并加工出高精度的工件。需要无迭代，不浪费额外的轴承环来找到最佳的机床设置点。

1. 磨削过程中的几何和动态稳定性较低。最后的轴承环的圆度对于“浮动夹持臂”的最佳位置，环的初始圆度，进给率和其他条件，等等，是非常敏感的。由于上述因素的影响，各次谐波可能会再次产生，越来越多。

2. 大量的时间用在修改机床的设置，只有训练有素的人可以做这个工作。操作者必须找到“浮动夹持臂”的最佳位置（浮动夹持臂与磨削点之间的 α 和 β 夹角）。最佳 $\alpha - \beta$ 角是实现最好的精度与最高的效率之间的平衡点。通常需要多次的反复尝试。此外，这项技术要求做定期的精度监测和定期机床调整。

3. 工件加工系统的刚度不足——薄壁轴承——它已经成为薄壁轴承加工的巨大的问题。

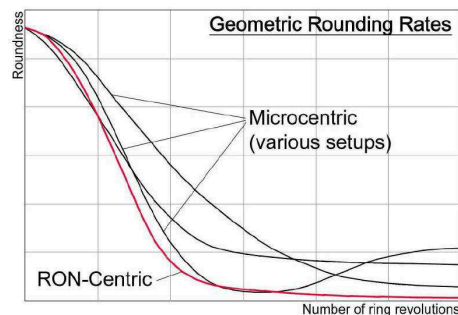


4. 很高的圆度率（工件每转一圈其圆度都在提高中）。如图所示，圆度率比较。

5. 工件-加工系统的刚性大幅提高。

6. 同样一次设置，可以实现内圆/外圆研磨加工（传统的Microcentric则需要不同的 $\alpha-\beta$ 参数设置）。可以实现一次装夹下完成轴承环全部研磨加工。这是小规模生产高精度轴承最有效的技术。四步磨削循环，可实现最佳的精度：OD-ID的粗加工 - OD-ID的精加工。

7. 这项技术同时适用于最新一代磨床和古老的磨床。



- 总之，RON-Centric的最大优势就是，大幅增加总的生产率和大幅提高质量。
- 研磨加工变得更加有效率，尤其是 - 小规模的高端产品。
- 许多市场的领先者和小公司已经在最困扰的情况下成功地采用RON-Centric技术。

RON-Centric-T

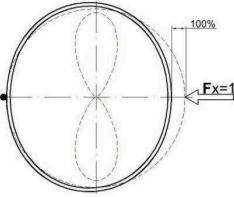
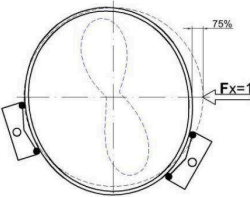
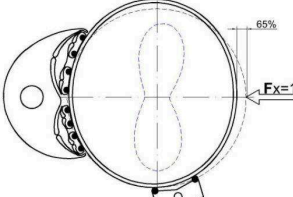
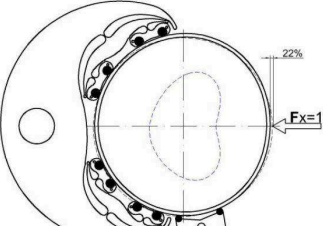
如今，超轻特薄截面轴承在许多成长的产业中更加需要 - 航空航天，机器人，高速机床，等等。现代轴承可以比30年前要轻得多，同时能够保持同样的承载能力和耐久性。钢铁行业的进步和最新的计算方法使得这种可能变为现实。但是，这种轴承的生产面临着很多问题。

绝大多数问题与薄壁环相关联。这样的薄壁环在热处理后比厚重环的变形要大得多。因此，他们最初在磨削前的圆度是非常低的。同时，单靠磨削来修正圆度是非常困难的，因为这种环刚性比较低。许多制造商不得不用长时间和多步磨削循环来解决这个问题。某些的更薄的轴承环，薄的几乎不可能用传统的Microcentric技术来研磨，它们只能被固定在作为工装的芯轴上来研磨——该技术的生产效率很低——此外，轴承环从芯棒上取下后，还会有圆度变形。

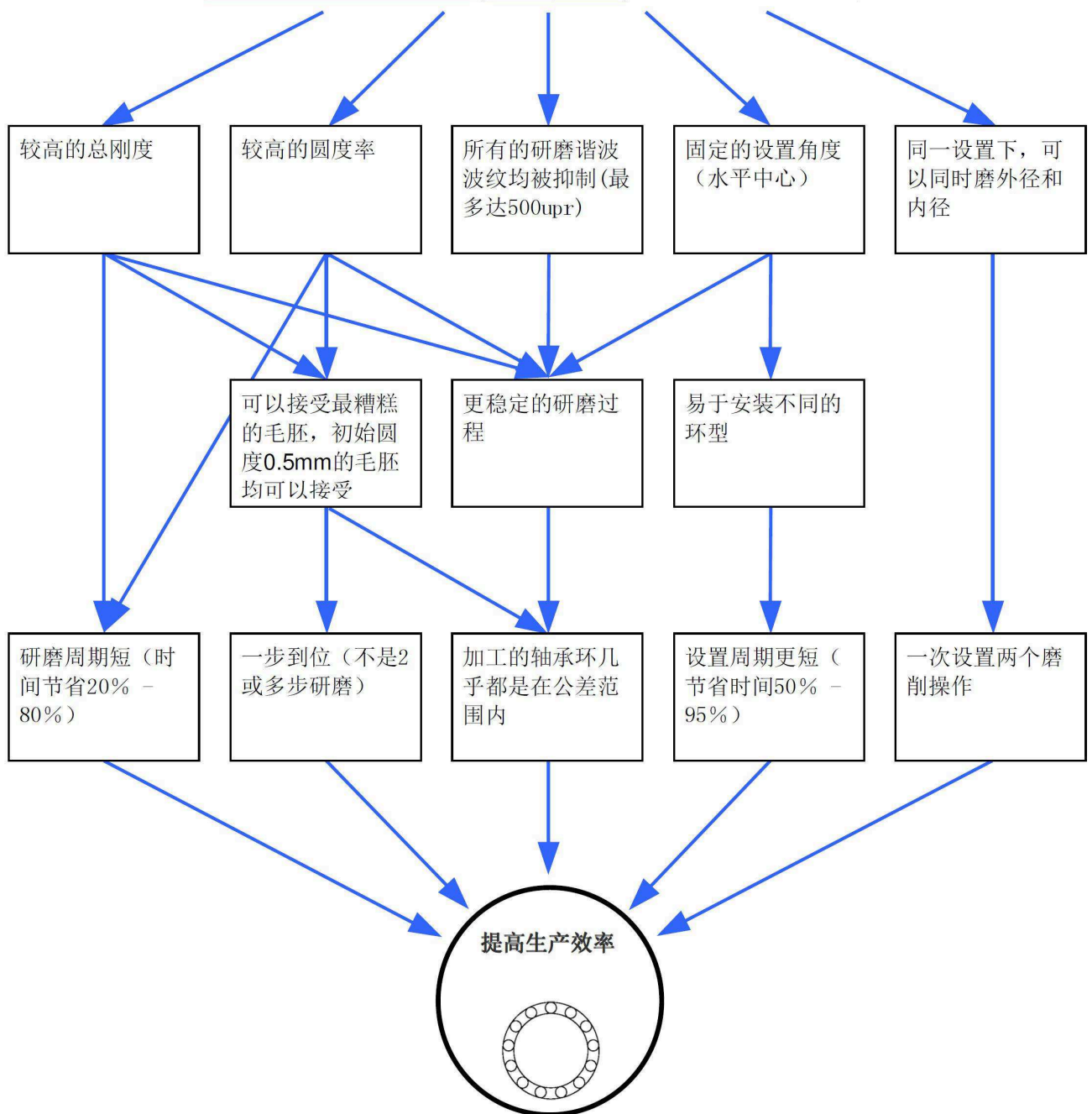
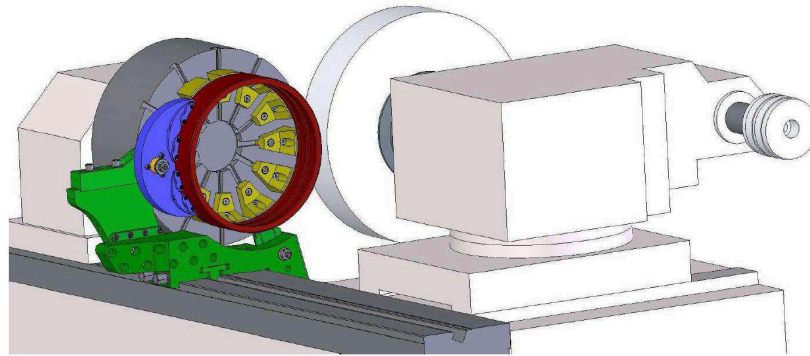
RON-Centric-T在此领域是一场真正的革命。这款“浮点夹持”系统是基于 RON-Centric相同的想法和数学模型的版本。它使所有主的RON为中心的优势。但它的参数进行了优化，增加了总的刚度首先。RON为中心的-T的鞋有较长的接触与支持的环比一个标准的鞋。由于这一事实，它抑制了圆度偏差为2至只有150叶。但它增加了总刚度的3倍！下表比较在各种鞋子系统的环刚度和变形，在同等的力量。



- RON-Centric-T分几次降低加工周期，一般来讲，从缩短几分钟到几小时。
- 它可以为非常薄的环提供极高的圆度（其他技术所无法实现的）。
- 对于新型超薄环，可以很容易地利用RON-Centric-T技术，在不使用任何心轴的情况下，实现研磨目标。

自由環	Microcentric	RON-Centric	RON-Centric-T
刚度=100%	刚度=130%	刚度=150%	刚度=450%
			

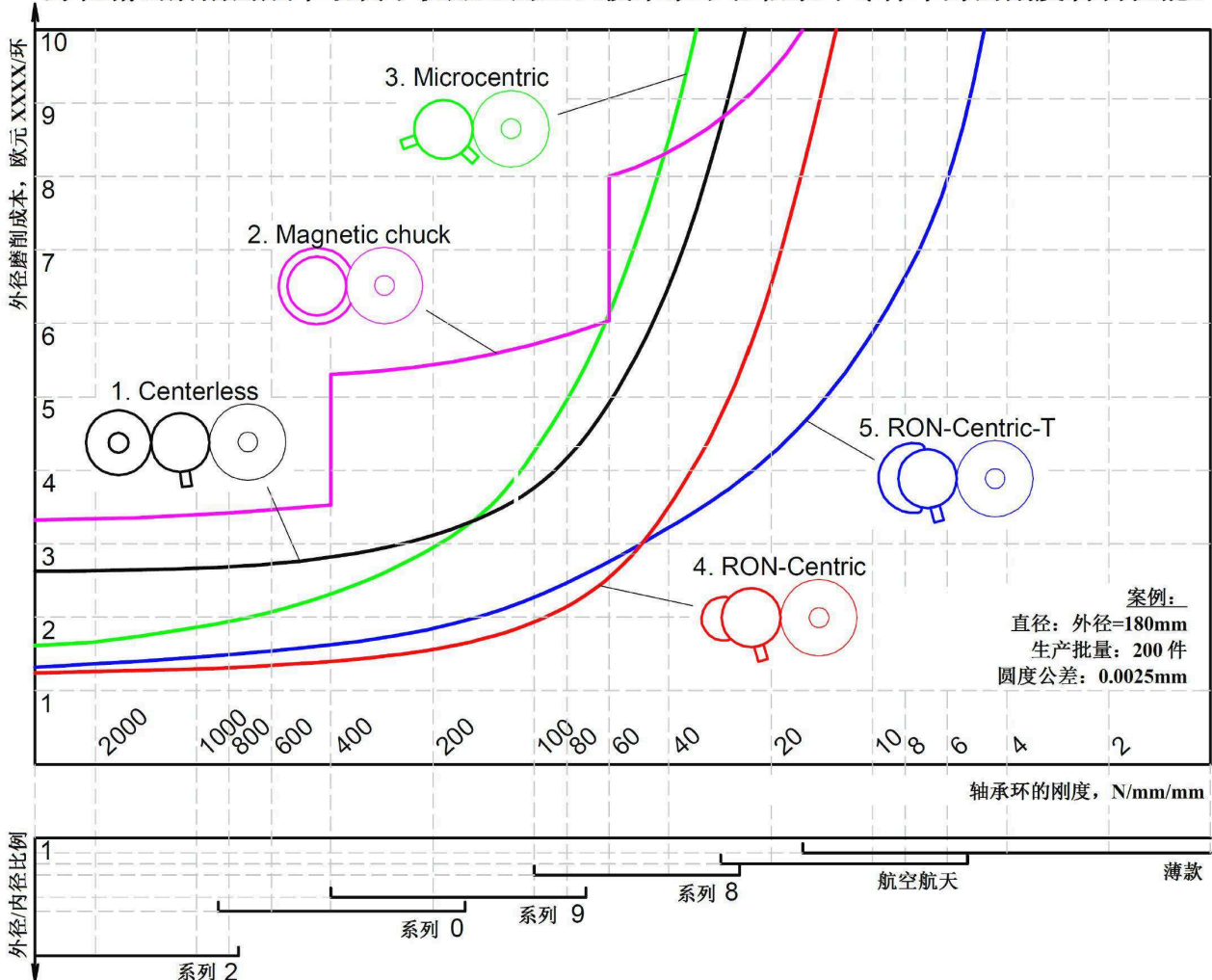
- RON-Centric技术是适用于直径100mm以上的轴承环，而RON-Centric-T 可以实现70毫米以上的环。
- “浮动夹持点”可以单独使用，或结合在一台机床上实现一个完整的“浮动夹持臂”系统。
- 正确的选择取决于，每磨削宽度C / W的环比刚度：RON-Centric 环比： $C / W > 30N/mm^2$ ，而RON-Centric-T 环比： $C / W < 60N/mm^2$ 。需要选择这两个之间范围内的任何值。



在节约生产成本的基础上，每一个制造商宁愿选择合理的生产工艺；但这常常是比较困难的。在相对比较知名的批量生产过程中，现代化轴承制造的经济性是灵活和复杂的。如数以百计的不同种类精密配件小批量生产的话，制造成本是不稳定的。轴承环的精密外径磨削是工艺程序中特别反复无常的部分。磨削的周期时间和机床启动准备时间高度取决于轴承环的刚度和圆度公差的要求。另外一个重要因素是报废零件的数量（包含用来检测机床设备的工作状态合格试件）。所有这些情况以致做出详细的成本预算分析十分繁杂和昂贵。

为使客户加工成本预算变得简单易行，我们提供个别典型零件外径磨削加工成本计算特例作为参照。进行其它的零件生产时候，按照不同的工况情况，选取不同的比例系数进行计算即可。

外径精密磨削的成本取决于机加工的工艺技术水平 and 轴承环零件本身的刚度材料性能。



以上图表明用各种外径磨削技术磨削每一个轴承环的成本取决于每个轴承环的具体刚度（磨削宽度范围内刚度）和相关的尺寸系列（外径/内径比率）。成本分析要考虑到磨削的周期时间，准备时间与工件的装卸时间。成本计算结果是以磨削180mm外径为例、0.0025mm圆度公差为加工技术要求、生产200件规模条件下进行。

当然，那绝对数值会因不同的企业和不同的国家发生变化。但是用于100mm<外径<400mm磨削加工的计算的数值实际上保持一致的。各方面的分析证实了无定心磨削对超过1000件产量是有效的。如果轴承环的刚度能够使用电磁卡盘夹紧，那么少于50件产量的生产也可以接受。

RON-Centric (RON-Centric-T) 是生产50件至1000件的批量时最有效的成本预算方案。