驱动装置

对数螺旋线取代渐开线

齿轮是所有机械传动装置的基础装置。然而在一种全新的驱动装置种类中将不再需要齿轮装置。新的驱动装置展示出，几乎在所有的机械体系中运用全新的方案将优于过去的所有形式。

文 | Stefanie Michel

Wittenstein 公司从两年多前就开始在主要客户中使用名为“银河“的新型驱动装置。通过这一装置的使用，发现可以提高生产力和质量 100%，甚至更多。当然，这只有当人们抛开以往的思维模式和方案时，才能得以实施。但是也面临的一些基本问题：至今驱动方案中都是运用齿轮或者它的变形体，啮合的仅仅只是大部分齿轮牙中的一小部分。再者，由于传输力矩的较大赫兹压力，渐开线形式的啮合限制了线接触。然而 Wittenstein 公司通过 Tritz 发明理论解决了这个问题，并研发了新型驱动类型。公司设计项目领导、发明人，Thomas Bayer 表示：“与现有的行星的 -、圈状的 -、偏心轮 -、和和声驱动 - 驱动原理不同，新类型被证明能拥有更好的机械系统。”

设计人员提供了小于 50 传动比的可能性

新的驱动原理在结构方面也有别与其他的驱动方式。内齿轮属于壳的一部分，输入轴由多边形连接，传动凸缘则由齿牙皮带连接。多边形通过一个被分割的轴承外圈滚针轴承，移动单齿到内啮合内。通过关注单一齿牙，人们能了解到，齿牙径向的移动到内啮合的齿面（侧面），它的齿牙皮带做着与多边形方向相反旋转。驱动的传动比是指内齿轮上齿牙数和多边形边数的比例关系。当内齿轮的齿牙数为 50、多边形边数为 2 时，传动比为 24，当多边形为 3 边形、内齿轮齿数为 51 时，传动比为 16。结合在预备阶段选择 i=3 至 10，可以得到传动比从 16 至 240。机械设计人员特别提供了小于 50 的传动比的新选择，因此，在这一领域还未发现能比它更精密的传动装置结构形式了。

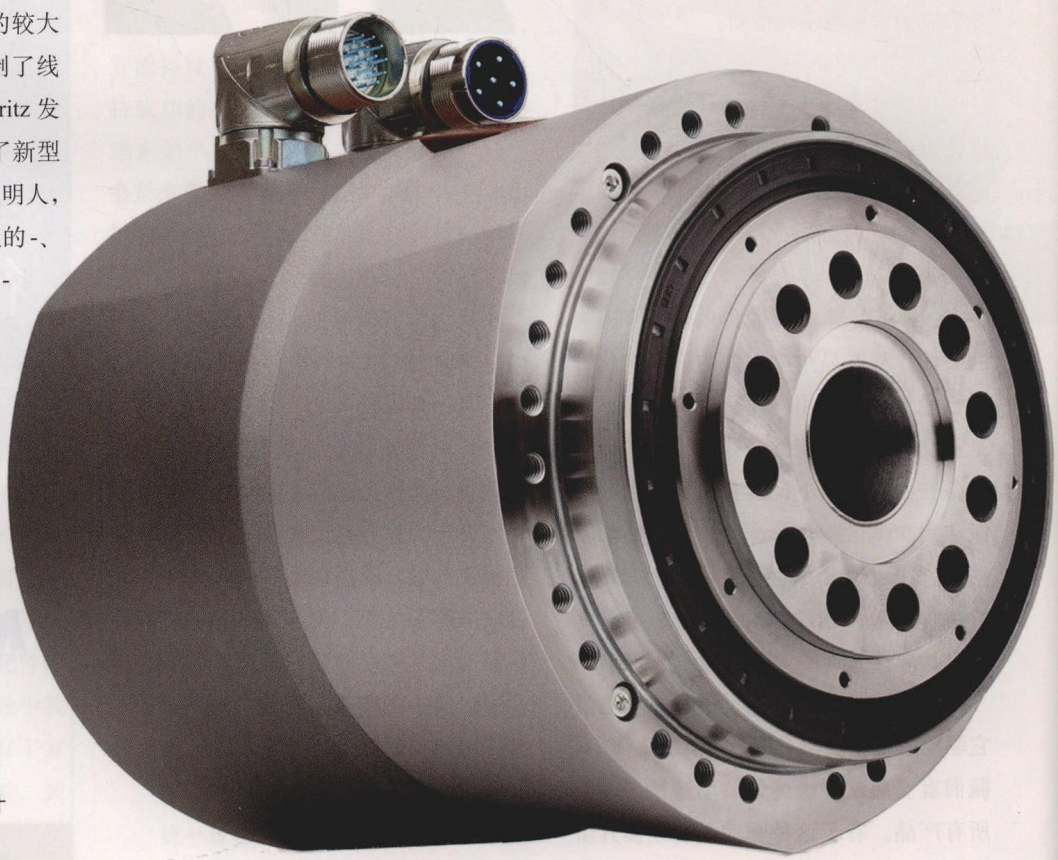

图 1 设计人员以全新的思维模式来设计银河驱动的可行性

真正面接触的啮合

通过结构形式的改变，载重能力与以往传动装置相比提高了 3 倍。而基于摆线和渐开线结构的传动装置不是通过线就是通过点进行齿牙接触。由于负载形成了一个小的压力椭圆，此时人们已经远离了真正的表面。银河驱动最主要的特点就是，抛弃节点啮合，而是选择真正的面接触。齿牙面振荡的在内啮合上滑动。

“动态的齿牙“在它自己的轴上提供了一个额外的自由度。它们总是可以在理想的位置、在灵活的模塑下转动，这意味着能找到使力平衡的适合位置，并且齿牙接触有着最为理想化的压力分布。

银河系统的运动学是这样研发的，24 个单个齿牙几乎都参与扭矩的传动 和刚度形成。齿牙皮带和内齿轮的内啮合之间有一个小于十分之一毫米的最小化间隙。通过这个极小的间离，面的齿轮啮合在实践中几乎不会再出现以往人们在传统齿轮中有存在的弯曲长度。通过 FEM 斜齿行星齿轮传动的承载面和银河系统作对比，在相同的齿圈直径下，新的传动装置的承载齿牙面是以往的 6.5 倍，然而接触面压力减小了 4 倍！由于更多的承载齿牙数量和理想的几何学结构，使得它的扭转刚度是目前市面上传动装置的 5.8 倍。

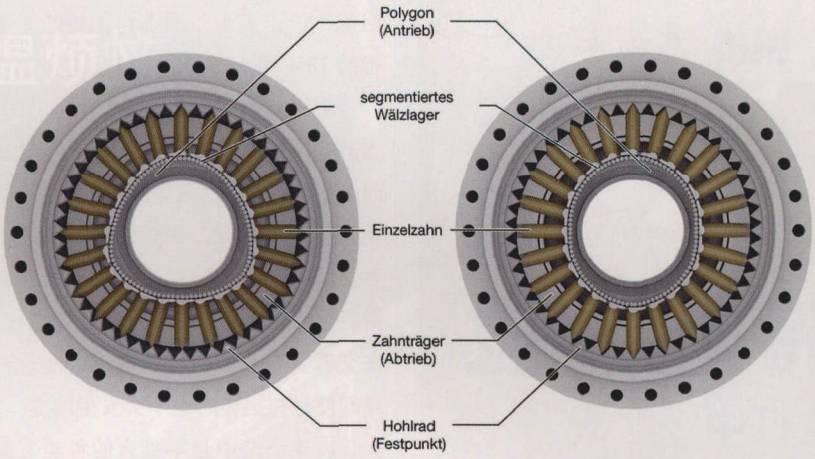

图 2 新的传动原理：动态的单一齿牙，和流体动力学的、全面的齿轮啮合

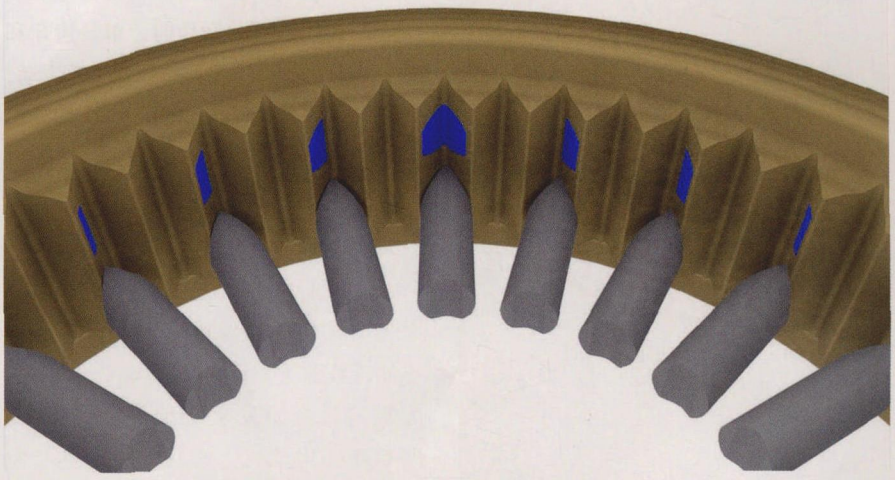

图 3 面的齿轮啮合：驱动系统的承载面提供了 6.5 倍的扭矩。符合流体动力学的齿牙接触减少了摩擦提高了有效工作系数

比摆线传动装置的超负荷能力高 3 倍

由于齿牙力和单一齿牙的反作用力的间离极短，所以几乎所有的齿牙不会再产生弯曲形变，从而完全的投入到剪切工作上去。由此，银河系统的超负荷能力比摆线传动装置要高 3 倍。

这种传动装置的另一优点是：在它的运转过程中几乎不存在磨损。在两年半的实践投入中，人们丝毫没有察觉到机器运作的间隙增加，原因是，在齿牙接触面上有着符合流体动力学的润滑油膜的构建结构。这样人们很容易看清出方式和方法，如，齿侧以一个相对速度在对应接触面运作，这与一个自然分割滑动轴承相类似：在接触面上建立一个稳固的压力垫。由于承载齿牙的数量很多，所以接触面上的表面压力就很小，所以，在符合流体动力学的润滑下，即便是很小的转速也能获取到很大的力矩负载。同样，在符合流体动力学润滑的作用下，几乎监测不到圆形齿牙身和齿牙承载钻孔间的磨损。因此，起调整作用的扭转间隙是完全稳定的。

与同类系统相比有效工作系数提升了

Wittenstein 公司的工程师求得，在齿牙接触面符合流体动力学的构造下，在首次尝试时，有效工作系数便提高到了 91%。这是由于没有估计到许多运动的单个配件和单个齿牙上的滑动摩擦，

$$r(\varphi) = C \cdot e^{\alpha \cdot \varphi}$$

$$\alpha = \frac{1}{\tan \alpha}$$

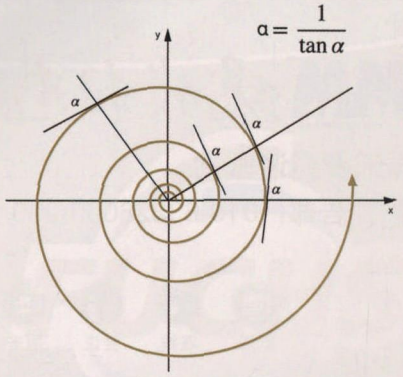

图 4 除了渐开线和摆线，对数螺线在传动构造中提供了新功能

MM 现代制造
2016年
特殊版位
抢订中…
稀缺资源
彰显品质
关注MM《现代制造》微信，
关注有礼！
MM 现代制造
详细资料请垂询
广告部：010-63326090-230
纸媒 在线 会议 服务
Vogel 弗戈工业媒体 MM创刊于1894年

但这个值已高于市面上可比较的同类系统的 18% 到 29%。

银河系统提供从 1 到 2 角分的间隙，当然也能通过相应的组件分类设立没有间隙的结构形态，- 这样最大可承载扭矩将不会被弱化。积极的、流体运动学方面的特征在无间隙构建时也被完全保留。无间隙银河驱动的一个显著特征是，在交零交变载荷时有着极高的刚性，而且即便是在运转时也不会发生改变。

齿轮制造中基本啮合的种类有渐开线的、摆线的和它们的一些衍生种类。Wittenstein 公司发现和研制了运用对数螺旋线，这一使用能增加新的基本啮合功能。当多边驱动运作时，单一齿牙和内齿轮相互啮合并沿着对数螺旋线滑动，这样就产生了一个精确的同步并行。而现存的同步并行摆动会对生产精确性产生影响。这也是有别于的驱动系统，能成为行业内最佳的原因。

当人们想要发挥驱动的完全使用潜力时，传统的伺服电动机必须已经不能再胜任了。因此 Wittenstein 公司为银河系统研发了一种激发电动机，即 Cyber 电动机，它独特的特性与驱动相协调。电动机和驱动是机电一化构建的，它们的直径和长度一致。所以这能使驱动能达到一个无人能及的扭矩密度。另外为了使传动装置的大功率电动机嵌入完整的空心轴内 - 驱动必须一体化构建，这也是满足工业 4.0 时代连通性的要求，同样，传感器的也将被一同集成。

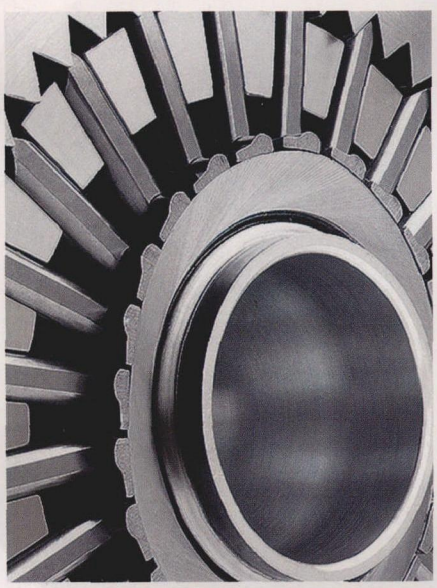

图 5 单一齿牙替代了齿轮在传动中进行力的传递

图 6 Thomas Bayer 表示：“银河驱动系统的重要特性优于同类产品好多倍。”

在运用银河驱动后能设计出新型的机械产品

还有许多的银河系统的特性在驱动技术领域内迄今是未知的，工程师们只能以全新的思维模式来研发新产品。例如：在刀具机器中使用银河系统，通过持久的无间隙性、极高的刚性和精准性提高了刀具耐用度，由此，切削速度和给进也提升了，加工质量同样也提高了。当同时要求高精准度和扭矩密度时，设计人员不必再接受折衷的解决方案。直接驱动可以被替代。银河驱动在机械中简便的集成，甚至不需要安置减速装置。同样有着复杂操作的牵引驱动也可以被替换。与空心轴驱动相比：在相同扭矩操作时，空心轴驱动的构件大小至少大了两倍，而且也不能达到新型驱动同样的有效功率。Wittenstein 公司将新驱动定位成，启动大功率机械制造的新一代驱动装置。MM