

联轴器

不同凡响的高强聚酯材料弹性体联轴器

与传统的齿式联轴器相比，高强聚酯弹性体联轴器不仅在可预见性、润滑和更换等方面具有优势，而且其可以利用不同硬度的弹性块来满足用户对不同传递扭矩的要求，更利于实现联轴器解决方案的定制化，提升设备可靠性，同时降低总体运营成本（TCO）。

文 | Tyler Coffey, Matt Bamford, Justin Machel 美国铁姆肯公司

对于动力传动行业而言，弹性体联轴器并不是一个全新的产品类别，但深入了解其不同设计和材料特性的人并不多，甚至一些训练有素的维修人员对此也不能精准掌控。

作为挠性联轴器的一种，弹性体联轴器是与机械挠性联轴器（如齿式、蛇簧和链式）联轴器、金属弹性体（膜片式和膜盘式）以及其他类别（柱销式和弹簧式）等相对应的。而弹性体联轴器又根

据弹性体受力不同分为剪切式和压缩式，本文将重点介绍剪切式 Timken®Quick-Flex® 弹性体联轴器，创新性的通过弹性体材料升级和结构多样化设计为动力传动设备带来的全新选择。

要更好地理解弹性体联轴器的性能，首先要了解什么是“弹性体”。事实上，任何一种具有天然橡胶弹性属性的橡胶类产品和聚合物都可被称为“弹性体”。早在 19 世纪 30 年代前聚合物（一种化合物的混合物）的概念就已经存在。但直到 1922 年真正理解聚合物高分子特性时，该物质的潜能才开始初步发挥。二战后对橡胶和丝绸等天然材料替代品的迫切需求促使化学合成技术的商业化强势兴起（合成技术创造出的合成橡胶和尼龙是最突出的成果）。与此同时，强大的专业课程和研究机构的建立，进一步推动了这门新兴学科的进步。凯芙拉（Kevlar）（PTFE）和特氟龙（Teflon）等一些我们今天熟悉的产品也因此问世。

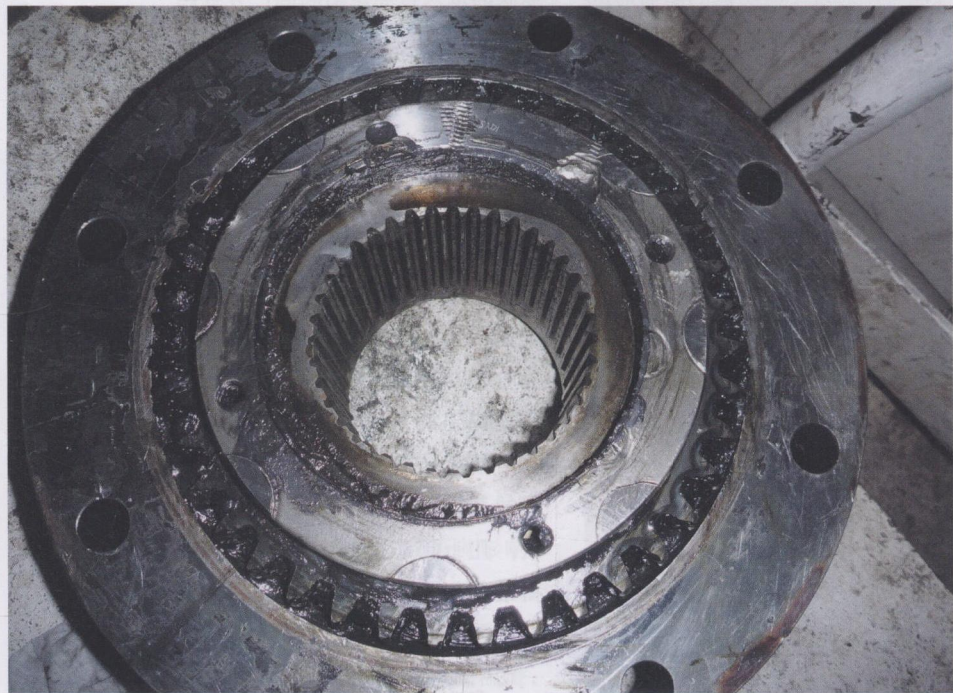


图 1 轮齿损坏的齿式联轴器

全新的技术加上巧妙的设计不仅为联轴器在材料方面带来了新的选择，而且为动力传动性能和效率的提升创造了条件。使用聚合物元件连接驱动轴和从动轴之间的两个联轴器轴毂具有与生俱来的优势。对比目前沿用已久的行业标准产品——碳钢齿式联轴器，弹性体联轴器的优势尤为突出：不仅适用于不同设备，且能满足多种要求。由于货源充足和长期以来的使用习惯，使得传统碳钢齿式联轴器仍活跃在市场上，制造商众多，但是产品设计却基本雷同，缺乏创新。

齿式联轴器与弹性体联轴器的对比

今天，齿式联轴器已经成为动力传输最可接受的解决方案。保守地说，在很多加工工业中，油脂润滑的齿式联轴器都随处可见。齿式联轴器确实行之有效且原理易懂，但面对具体应用需求，在选择采用何种联轴器时还需考虑以下几个因素，包括可预见性、润滑和更换。

首先是可预见性。齿式联轴器齿圈上的很多齿会因长时间运行产生的磨损导致故障（图1）。根据应用条件不同（如轴偏心或者冲击负荷），磨损的时间也有所不同。齿啮合时钢-钢接触也会通过联轴器传递冲击和振动，可能会对相连设备造成影响。通过拆解油腻的联轴器来确定剩余寿命并非易事，耗时较长，直接影响停机时间。

而对于弹性体联轴器来说，在可预见性方面，无疑更具优势。由于弹性体联轴器无需钢-钢接触：轮齿之间通过高强弹性体啮合，弹性体是唯一承受磨损的部位，而且还能缓冲可能出现的冲击和振动。此外，由于没有轴毂

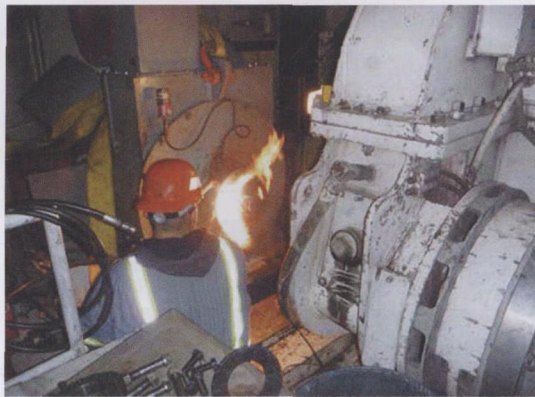


图2该齿式联轴器发生了故障后在拆卸时不得不采用火焰切割的方式，大幅增加了联轴器更换过程的时间和费用

间啮合，联轴器会在受到超过额定值（超过额定扭矩一倍的扭矩是能够被间歇处理的常见峰值）的超高扭矩时自动切断，从而保护齿轮箱不受损坏。弹性体联轴器还配备了多种不同的护罩选择，将弹性体固定在联轴器中。所有护罩都能被迅速拆卸，以便快速检查弹性体的磨损情况。

其次是润滑。如果齿式联轴器没有润滑，它会过早损坏。这是因为必须向齿式联轴器填充润滑脂以容许轴偏心。若操作正确，这不是问题。但在需要长时间运行的应用中，润滑脂的成本却不容忽视。不仅润滑成本会日积月累的增加，而且补充润滑脂必须暂停联轴器的工作，增加停机时间。此外，面对全球热议的“绿色环保”话题，人们也已经开始质疑齿式联轴器在动力传动领域的应用价值。如果投入一美元的润滑脂，就需要花费5美元用于保护环境。而齿式联轴器的这些问题在短期内是难以缓解或消除。

而弹性体联轴器却无需润滑，因为它采用高强聚酯弹性块。由于无需润滑，弹性体联轴器非常环保，因此不产生与润滑脂或润滑脂清理相关的成本。工作区域能保持清洁无油脂，无需专人定期加注润滑脂。

第三是更换。尽管有维修和保养，齿式联轴器还是会随着轮齿的磨损而最终损坏。最突出的问题是，齿式联轴器磨损后就无法正常工作，而齿圈也不能部分更换，必须换上一个全新的齿式联轴器。第二个问题是更换过程本身成本高昂。更换联轴器轴毂时，相关的马达和/或变速箱以及附近其他设备需要拆离原地并为转轴预留足够的空间，然后才能拆卸联轴器轴毂。新联轴器部件安装就位后，需要将所有设备装回原位，精确对准。这一过程至少花费8~10 h。在此期间负责维修人员的工时成本和生产停机损失均不容忽视。

弹性体联轴器的更换更加简单和方便。弹性体联轴器初次安装后，轴毂就无需更换，因为两者不接触。马达和/或齿轮箱及相关设备也不用因联轴器更换进行二次移动。只有在马达或变速箱本身需要更换时，才需更换或拆卸衬套。为了进一步节省时间，通常预先在新的马达和齿轮箱上安装新的联轴器轴毂。在正常操作中，需要更换的只有高强聚酯弹性块，更换时只需拆掉护罩，将弹性块从两个轴毂中取出，换上新弹性块，然后按相反步骤安装，即可快速轻松地完成更换。上述操作可以在很短时间内完成，相比更换齿式联轴器的时间和成本来说具有很大优势。

综上所述，合成技术的发展已经让弹性体联轴器变成一种广受欢迎的联轴器选择。除上述对等比较列出的特性和优点外，弹性联轴器还有哪些更为关键的性能指标呢？相同尺寸下的扭矩传递能力是衡量联轴器性能的一个重要指标。弹性体联轴器可选择不同硬度的弹性块。硬度计是测量材料硬度的诸多方法之一，通常用于合成材料、弹性体和橡胶。

表 齿式联轴器和 Timken® Quick-Flex® 弹性体联轴器最大扭矩的对比

齿式联轴器			弹性体联轴器 1			扭矩提升
尺寸	In.-lb	Nm	尺寸	In.-lb	Nm	QF 对比齿式的提升
1	9360	1058	QF25	12 449	1407	33%
1.5	18 748	2118	QF50	26 479	2992	41%
2	33 094	3739	QF100	53 642	6061	62%
2.5	59 270	6697	QF175	88 257	9973	49%
3	98 152	11,091	QF250	118 930	13 438	21%
3.5	153 316	17,324	QF500	219 329	24 794	43%
4	246 537	27,857	QF1000	310 466	35 081	26%
4.5	337 794	38,169	QF1890	553 982	62 597	64%
5	468 322	52,918	QF1890	553 982	62 597	18%
5.5	613 125	69,280	QF3150	871 139	98 434	42%
6	770 471	87,059	QF3150	871 139	98 434	13%
7	1 183 950	133,780	QF10260	1 670 826	188 710	41%

1. 该数据基于采用高扭矩黑色弹性块和剖分式护罩的 Timken®Quick-Flex® 联轴器。

以某种尺寸的齿式联轴器为例，根据轮齿数量，该齿式联轴器具有唯一的最大扭矩值。但是，对相同尺寸的弹性体联轴器而言，根据内部所用弹性块的硬度不同，可有不同级别的最大扭矩值。对于不同的扭矩要求，只需选择不同等级的弹性块即可。这会带来更大的灵活性：可以根据弹性体联轴器尺寸的取值范围为某个设备和应用工况

量身定制联轴器方案；也可以提供更小的等效联轴器方案，从而节省成本。

此前，弹性体联轴器通常作为较小尺寸轴联接的普遍选择。这虽然没有错，但现在有了更多用途。如表所示，对比了应用于重工业中的大尺寸普通齿式联轴器的最大扭矩值和 Timken®Quick-Flex® 高强聚酯弹性体联轴器的最大扭矩值。弹性体联轴器的应用范围逐渐扩大，已经在很多应用中代替了齿式联轴器，包括破碎机驱动、输送机驱动、锤式粉碎机、分离器和其他加工行业的多种设备应用等。

弹性体联轴器助力用户价值提升

在选择联轴器时，可能被忽略的一个应用环境是露天采矿中常见的电铲提升驱动系统。这些矿用电铲是可移动的大型设备，带有一个电动铲斗用于挖掘和取料。这种概念和设备出现于 20 世纪 50 年代，现已应用于世界各地矿场。联轴器

的具体应用是在重型电动马达和提升机齿轮箱之间的直接驱动轴上，操纵吊杆柱将铲斗举上举下。这需要近 3000 kW 的峰值功率。在弹性体联轴器创新使用出现之前，由于产生的扭矩非常大，电铲总是配备齿式联轴器。

某露天采矿厂时常出现齿式联轴器在严苛条件下发生故障的情况（图 1、2）。检查轮齿、添加润滑剂和更换电铲时因偏心导致的联轴器故障增加了停机时间，导致生产进度总是落后。

为了解决这一困扰，客户向当地的铁姆肯公司经销商寻求解决方案，铁姆肯公司的工程师建议将易发生故障的联轴器全部用弹性体联轴器代替。起初客户有些怀疑，因为人们通常误认为弹性体联轴器不会比齿式联轴器更好。铁姆肯公司凭借良好的信誉和技术，最终争得用户同意，根据客户需要的扭矩定制了一个 Timken®Quick-Flex® 联轴器（图 3）。

铁姆肯公司当地工程师在该新产品初次安装时提供了现场协助并帮助其解决了更换联轴器过程中出现的其他问题。安装过程快速而高效，客户对整个过程十分满意。弹性体联轴器安装于 2012 年 3 月，至今运转正常。值得一提的是 2012 年 9 月，电铲的齿轮箱体曾发生故障，但联轴器轴毂和弹性块并没有发生损坏，联轴器仍在正常工作。维修经理表示，如果这种情况发生在齿式联轴器上，就必须更换整个联轴器。初见成效之后，该矿已经计划更换其他在用电铲中的齿式联轴器。

目前，随着弹性体联轴器逐渐广泛的应用，其优势正不断被发掘出来：改善性能、降低成本以及增加设备正常运行时间等特性将征服更多用户。MM

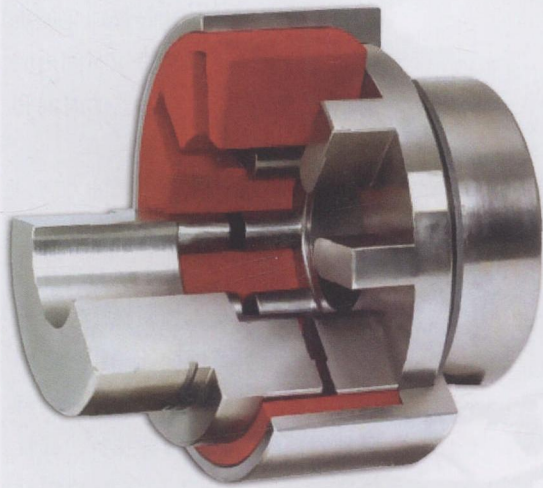


图 3 以 Timken®Quick-Flex® 联轴器为代表的弹性体联轴器无需润滑，可以提供不同弹性体满足特定应用工况对扭矩和速度的要求