

联轴器手册

李希诚 编著

《化工装备技术》编辑部

前 言

目前，我国有关联轴器的手册、译著等版本均已陈旧，且其内容局限于选用、设计方面，不能适应现代化建设需要。为此，编者特将多方搜集到的英、俄、德、日及国内的最新文献资料编成联轴器手册一书。其内容涉及联轴器结构原理、特性、选用、设计、安装、维修、故障处理及失效分析等，并附有实例和中、英、德、日、苏、法等国的联轴器标准。

本手册可供研究、设计、制造、使用、安装、修理及教学等方面的科技人员参考。

本手册因系初编，一部分有用资料未能编入；各章节篇幅不均衡，体例不一；公式、符号、术语、及单位未能统一，规范化。

限于编者的学识水平，错漏之处在所难免，敬请读者批评指正。

一九八八年五月十四日

目 录

第一章 联轴器的工作原理及型式分类	(1)
第一节 联轴器的工作原理.....	(1)
第二节 联轴器的型式分类.....	(1)
第三节 联轴器的结构.....	(3)
1. 固定式刚性联轴器的结构.....	(3)
2. 可移式刚性联轴器的结构.....	(6)
3. 金属弹性元件联轴器的结构.....	(14)
4. 非金属弹性元件联轴器的结构.....	(19)
5. 湿式液力联轴器的结构.....	(26)
6. 干式液力联轴器的结构.....	(26)
7. 安全联轴器的结构.....	(26)
第四节 联轴器的性能及应用.....	(28)
第二章 联轴器的选用	(32)
第一节 联轴器的主要尺寸及技术特性.....	(32)
1. 固定式刚性联轴器的主要尺寸及技术特性.....	(32)
2. 可移式刚性联轴器的主要尺寸及技术特性.....	(37)
3. 金属弹性元件联轴器的主要尺寸及技术特性.....	(52)
4. 非金属弹性元件联轴器的主要尺寸及技术特性.....	(57)
5. 湿式液力联轴器的主要尺寸及技术特性.....	(63)
6. 干式液力联轴器的主要尺寸及技术特性.....	(65)
7. 安全联轴器的主要尺寸及技术特性.....	(67)
第二节 联轴器选用的技术依据.....	(68)
第三节 联轴器的校核计算公式汇总表.....	(71)
第四节 联轴器的选择.....	(77)
一、联轴器的类型及规格选择.....	(77)
二、联轴器的选择实例.....	(80)
1. 非金属弹性元件联轴器的选择.....	(80)
2. 验算最大扭矩和联轴器的最大的交变扭矩.....	(80)
3. 万向联轴器的选择.....	(82)
4. 液力联轴器的选择.....	(85)

第三章 联轴器的设计	(86)
第一节 扭矩—转速曲线和联轴器的机械力学关系.....	(86)
第二节 高转速时离心力的影响.....	(87)
第三节 轴系(轴承)的影响.....	(88)
第四节 安全性的考虑.....	(89)
第五节 多功能设计.....	(90)
第六节 圆柱面过盈联接计算实例.....	(99)
第七节 液压装拆的圆锥面过盈联接设计.....	(93)
一、液压装拆的圆锥面过盈联接方法.....	(93)
二、液压装拆的圆锥面过盈联接设计.....	(94)
1. 结构设计.....	(94)
2. 设计计算要点及实例.....	(97)
第八节 联轴器平衡级别的选择和计算实例.....	(98)
第九节 联轴器设计及实例.....	(103)
一、套筒联轴器的设计及实例.....	(103)
二、凸缘联轴器的设计及实例.....	(105)
三、夹壳联轴器的设计及实例.....	(107)
四、齿式联轴器的设计及实例.....	(110)
五、十字轴万向联轴器的设计及实例.....	(124)
六、簧片联轴器的设计及实例.....	(126)
七、蛇形弹簧联轴器的设计及实例.....	(130)
八、钢丸联轴器的设计及实例.....	(134)
第四章 联轴器的安装	(143)
第一节 热膨胀预留量的确定.....	(143)
第二节 无应力检查.....	(143)
第三节 联轴器的对中.....	(144)
一、联轴器的对中方法.....	(144)
二、联轴器对中的准备工作.....	(146)
三、联轴器对中的操作.....	(146)
四、联轴器对中的调整计算.....	(148)
五、联轴器对中的技术要求.....	(149)
六、联轴器对中工作的改进.....	(150)
1. CZ3—1型磁性表座的采用.....	(150)
2. 电子计算机处理器的采用.....	(150)
3. 联轴器的激光对中方法.....	(151)
第四节 典型的联轴器安装实例.....	(152)
一、齿式联轴器的安装实例.....	(152)
二、蛇形弹簧联轴器的安装实例.....	(154)

三、托马斯联轴器的安装实例	(156)
四、M系列膜片联轴器的安装实例	(157)
五、爪形弹性联轴器的安装实例	(158)
六、橡胶夹壳齿式联轴器的安装实例	(159)
七、液力联轴器的安装实例	(161)
第五节 联轴器的解体与装配	(162)
第五章 联轴器的维护与修理	(164)
第一节 联轴器的检查	(164)
第二节 联轴器的监测和保护	(164)
第三节 联轴器的润滑	(165)
第四节 联轴器的修理	(166)
第六章 联轴器的故障原因及处理	(168)
第一节 联轴器的损坏型式及原因分析	(168)
第二节 联轴器的故障原因和处理	(169)
第三节 联轴器的失效分析实例	(170)

附 录

1. 单位换算系数	(174)
2. 联轴器轴孔和键槽型式及尺寸 (GB3852—83)	(178)
3. 机械式联轴器公称扭矩系列 (GB3507—83)	(182)
4. 列线图	(183)
1) 圆周速度	(183)
2) 圆柱体的 GD^2 值	(184)
3) 离心力与不平衡量	(185)
4) 功率、转速、扭矩之间的关系	(186)
5) 扭矩与轴径的关系	(187)
6) 凸缘联轴器螺栓的剪应力与传递扭矩	(188)
7) 凸缘联轴器根圆上的剪应力与传递扭矩	(189)
世界各主要工业国联轴器标准附后	(191)

第一章 联轴器的工作原理及型式分类

第一节 联轴器的工作原理

联轴器是联接两轴或联接轴和回转件，使其一同旋转以传递运动和扭矩而不脱开的一种装置。其工作原理是通过一公用的零（部）件，或直接与两轴端相联接，或通过两轴端上固定联接的零部件与轴相联接，以传递运动和扭矩，如图1—1所示。

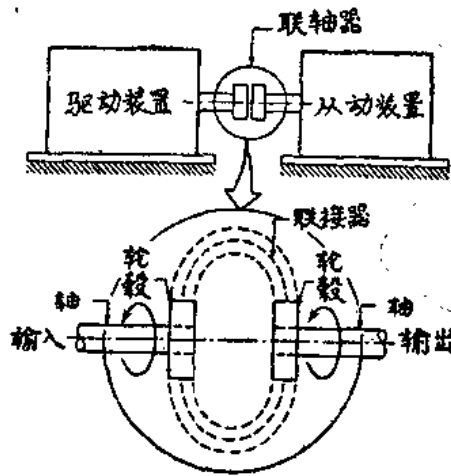


图1—1 联轴器工作原理

第二节 联轴器的型式分类

按照传动的工作原理，联轴器可分为机械式联轴器和液力式联轴器等。按照动力特性，联轴器可分为刚性联轴器和弹性联轴器。按照补偿性能，联轴器可分为固定式联轴器和可移式联轴器。

下面是按照上述原则对联轴器所进行的大致分类。联轴器视其中间插入零部件而具有一系列其他功能，例如：机器设备的过载保护等。

表 1—1 联轴器的型式及分类

联轴器	机械式联轴器	刚性联轴器	<ol style="list-style-type: none"> 1. 固定式刚性联轴器 <ul style="list-style-type: none"> 套筒联轴器 凸缘联轴器 夹壳联轴器 2. 可移式刚性联轴器 <ul style="list-style-type: none"> 齿式联轴器 滑块联轴器 链条联轴器 万向联轴器
		弹性联轴器	<ol style="list-style-type: none"> 3. 金属弹性元件联轴器 <ul style="list-style-type: none"> 簧片联轴器 蛇形弹簧联轴器 波纹管联轴器 膜片联轴器 4. 非金属弹性元件联轴器 <ul style="list-style-type: none"> 轮胎式联轴器 橡胶金属环联轴器 橡胶套筒联轴器 橡胶块联轴器 橡胶板联轴器 多角形橡胶联轴器 弹性套柱销联轴器 梅花形弹性联轴器 弹性柱销联轴器 弹性柱销齿式联轴器
		液力式联轴器	<ol style="list-style-type: none"> 5. 湿式液力联轴器 <ul style="list-style-type: none"> 液力联轴器 6. 干式液力联轴器 <ul style="list-style-type: none"> 钢丸联轴器
		安全联轴器	<ol style="list-style-type: none"> 7. 销钉安全联轴器 <ul style="list-style-type: none"> 扭矩限制型联轴器

第三节 联轴器的结构

刚性联轴器

刚性联轴器是由刚性传力件组成的联轴器，由于是完全非弹性的，因此它必须应用在确实是同轴线的两轴联接，其本身在运转中也不能移动。轴的微小位移甚至会在轴和轴承上产生显著的不可控制的应力、脉冲扭矩和不衰减的大振幅振动，导致轴承过热和磨损。为了减轻轴挠曲对联轴器的影响，应使联轴器和轴承尽量靠近。

1. 固定式刚性联轴器

固定式刚性联轴器是不具有补偿两轴相对位移能力的刚性联轴器

1.1 套筒联轴器

套筒联轴器是利用公用套筒以某种方式联接两轴的联轴器。以键、销联接的套筒联轴器如图1—2所示。在键联接中为了防止轴向移动，采用紧定螺钉。

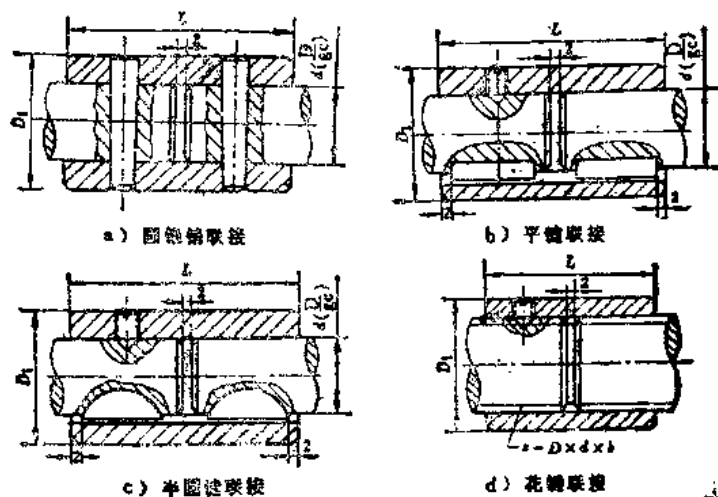


图1—2 键、销联接的套筒联轴器

图1—3 表示轴端切去一半的锥套筒联轴器

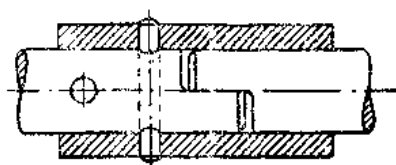


图1—3 半轴端锥套筒联轴器

以液压拆装的圆锥面过盈联接联轴器如图 1—4 所示。

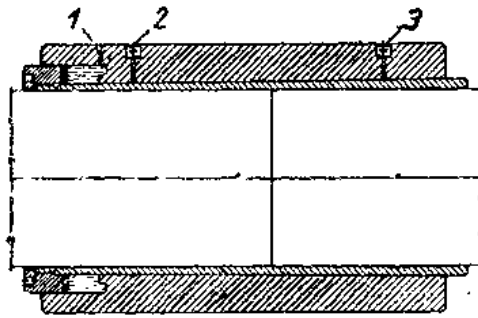


图1—4 圆锥面过盈联接联轴器

以螺纹联接的套筒联轴器如图 1—5 所示。

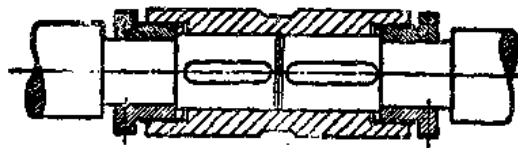


图1—5 螺纹套筒联轴器

1.2 凸缘联轴器

凸缘联轴器是利用螺栓联接两半联轴器的凸缘以实现两轴联接的联轴器。凸缘联轴器的结构主要有两种型式：I型和II型如图 1—6、图1—7所示。I型具有对中榫，一个半联轴器上有凸肩，可与另一个半联轴器上相应的凹槽配合，进行对中，拆装时轴需移动。I型凸缘联轴器采用普通螺栓联接，螺栓与孔间有间隙、依靠预紧螺栓在凸缘接触表面产生的摩擦力矩来传递扭矩。II型凸缘联轴器无对中榫，而是依靠半联轴器上铰制孔用螺栓对中。依靠螺栓受剪切和挤压来传递扭矩。当传递的扭矩不大时，为了便于制造和装配，可一半用铰制孔用螺栓，另一半用普通螺栓。

既不用对中榫，也不用对中铰制孔用螺栓，而采用两个半中间盘对中的联轴器，如图1—8所示，该联轴器拆装时无需轴向移动，但零件数目增加，重量增加，尺寸增大，制造较复杂。

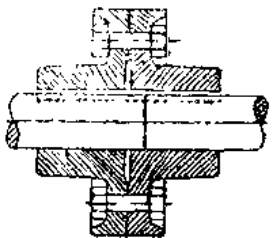


图1—6 I型凸缘联轴器图

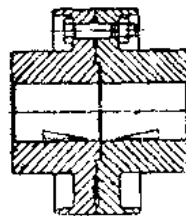


图1—7 II型凸缘联轴器

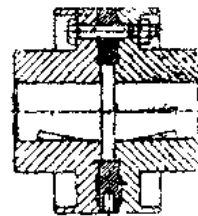


图1—8带中间盘凸缘联轴器

用于垂直结构，如搅拌轴的带轴向压缩盘的凸缘联轴器如图 1—9 所示。

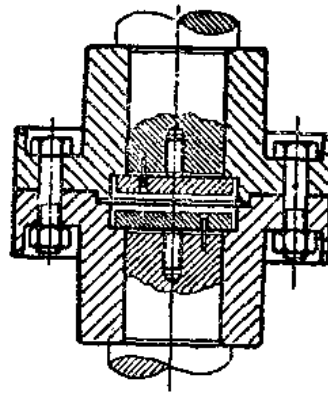


图1—9 垂直传动用凸缘联轴器

为了适合传递大的冲击和交变扭矩，除了使用钢制和铸钢的凸缘联轴器外，其结构上应增加联接螺栓数目，如图 1—10 所示。

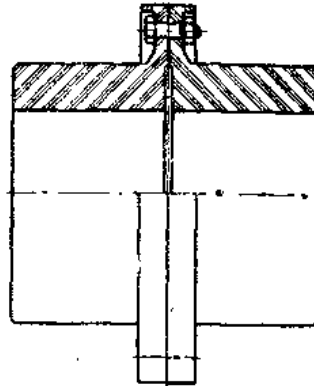


图1—10 高载用联轴器

凸缘联轴器与轴联接除了通常采用的键联接外，对于轻型或中型载荷可以采用由锥孔凸缘和有槽锥形套筒组成的压缩式凸缘联轴器，或采用由锥孔凸缘和摩擦锥形衬套组成的锥套联轴器，如图 1—11，图 1—12 所示，图 1—13 表示的油压—凸缘联轴器，装配时是凸缘被电加热到约 250°C 收缩在轴上与轴联接。拆卸时是通过油压泵于凸缘与轴之间通入压力油，使凸缘与轴脱开。

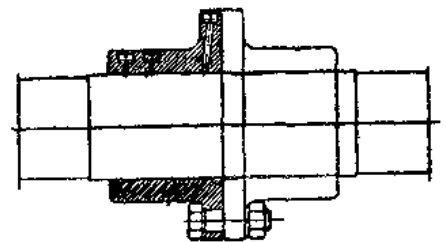
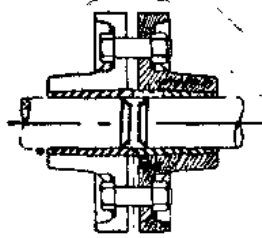
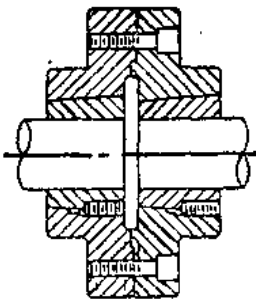


图1—11 压缩式凸缘联轴器

图1—12 锥套凸缘联轴器

图1—13 油压凸缘联轴器

1.3 夹壳联轴器

夹壳联轴器是利用两个沿轴向剖分的夹壳以某种方式夹紧实现两轴联接的联轴器。直接以螺栓锁紧两个半圆筒形的夹壳的两夹凸缘之间必须留有适当的间隙，以保证两个夹壳能紧紧地压在轴上，从而在轴和夹壳之间的接触面产生足够的摩擦力矩传动扭矩。为了可靠起见，夹壳与轴之间还设有平键，如图 1—14 所示。

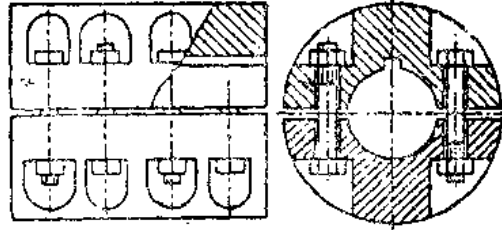


图1—14 夹壳联轴器

如果夹壳不带凸缘并将外廓做成两侧呈锥形的，并配以紧箍和拉紧螺栓，则组成紧箍夹壳联轴器如图 1—15 所示。

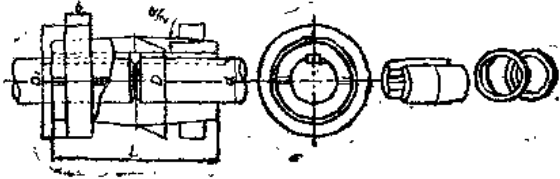


图1—15 紧箍夹壳联轴器

2. 可移式刚性联轴器

可移式刚性联轴器是具有补偿两轴相对位移能力的刚性联轴器。

2.1 齿式联轴器

齿式联轴器是利用内外齿啮合以实现两半联轴器联接的联轴器。该联轴器又称为齿轮联轴器，齿形联轴器。

齿式联轴器的型式很多，下面图例举的分别为标准型齿式联轴器，重型齿式联轴器和立式齿式联轴器。

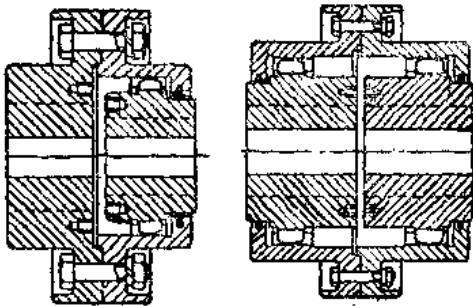


图1—16 标准型齿式联轴器

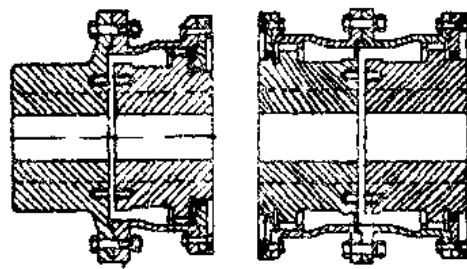
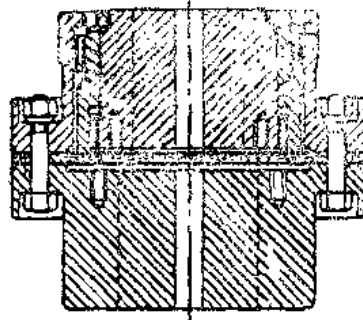


图1—17 重型齿式联轴器



a 重型立式齿式联轴器 b 标准型立式齿式联轴器

图1-18 立式齿式联轴器

如上图所示，齿式联轴器，基本由以下两个部件所组成：

装于两轴端头齿轮，或装于一轴端齿轮和装于另一轴端头的凸缘；联接两个齿轮、或联接一个齿轮，一个凸缘的浮动轴。

齿轮与浮动轴之间是以齿数相同的内外齿啮合。装于轴上的齿轮可以是内齿亦可以是外齿，浮动轴相应的齿是外齿或内齿。装于轴上的齿轮可以是整体的或是组合的，如图1-19所示。整体的与组合的相比，具有体积小、刚性好、对中精度高等优点。

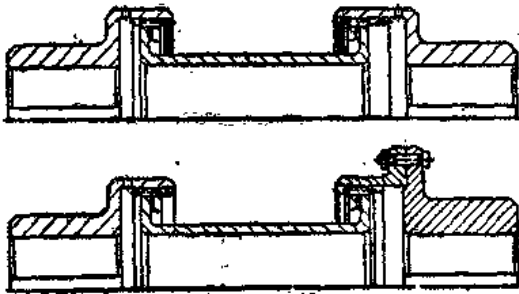


图1-19 齿式联轴器内齿圈结构

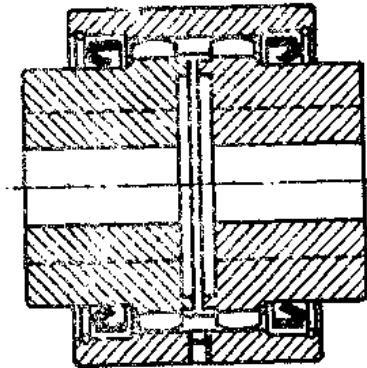


图1-20 套筒型齿式联轴器

浮动轴的整体结构是套筒型式，如图1-20所示。浮动轴的组合结构是以凸缘相联接，特别适合于联接轴端距离长或较长的两根轴，有时用一对凸缘联接还不行，需要用两对凸缘联接，如图1-21，图1-22所示。

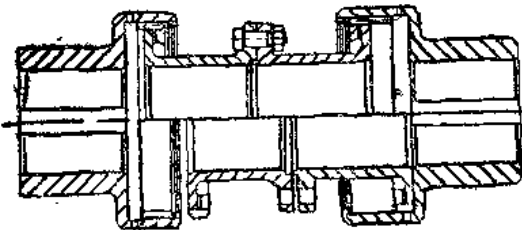


图1-21 单凸缘式齿式联轴器

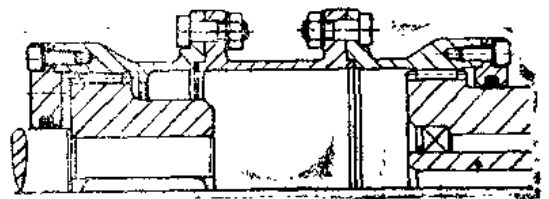


图1-22 双凸缘式齿式联轴器

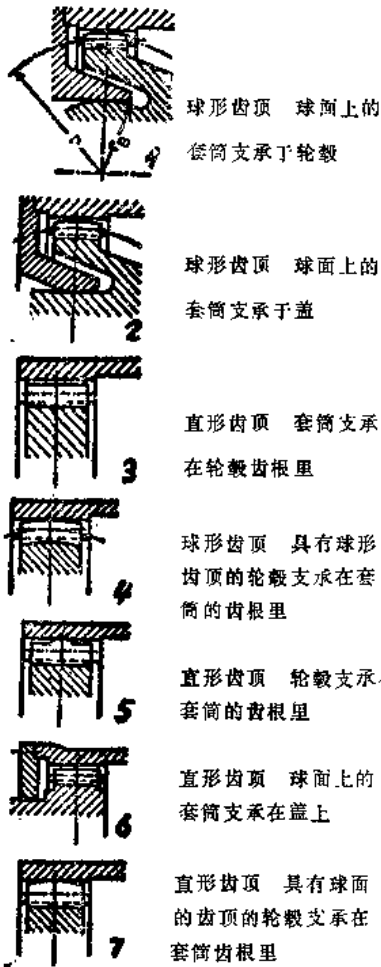
齿式联轴器采用键与轴联接时，其轴孔作成圆柱形；采用无键联接时，其轴孔作成圆锥形。

为了对中方便准确，当用直尺方法对中时要求装于轴的轴套留有相当宽度的平直部分、相匹配的两平直部分最好由配车而成。用百分表法对中时，对于内齿圈要求最好是整体结构的，可以其外圆为对中的基准面。

为了便于装拆，外齿轴套上常对称地设有螺栓孔供装拆时固定螺栓用，采用组合结构以凸缘相联接；在一侧的内齿圈内留有空位槽，供装拆时外齿套一端移动，使外齿套另一端脱离另一内齿圈，如图 1—21 下部所示。

齿式联轴器轴套上的套筒的支承可能性如图 1—23 所示。

对于标准型齿式联轴器的结构改进见图 1—24



a 无轮缘 b 带止口 c 带端板

图1—24 标准齿式联轴器的结构改进

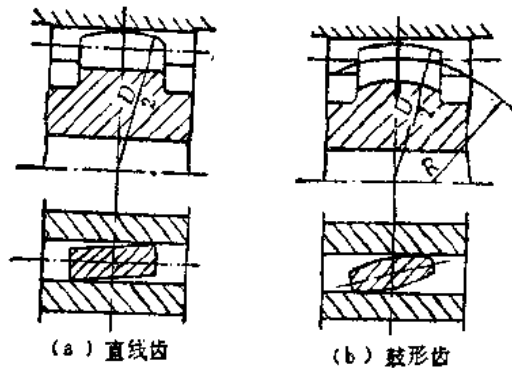


图1—25 齿式联轴器的内形

图1—23 齿式联轴器套筒的支承可能性

齿式联轴器的轮齿齿廓为渐开线，其压力角通常为 20° （也有采用 25° ， 30° ），齿数一般为 $30\sim 90$ 。内外齿齿形通常均为渐开线直齿形，称直齿联轴器。另一种外齿齿形为鼓形齿，内齿齿形为渐开线直齿形，称鼓形齿联轴器。鼓形齿联轴器虽然较复杂一些，但改善了齿的接触条件，提高了联轴器传递扭矩的能力，可允许较大的角位移，适用于高速重载场合。齿轮联轴器外齿齿顶加工成半径为 R 的球面，球面的中心在齿轮轴线上，由于其齿侧间隙较一般齿轮大，因此允许两轴有适当的角位移和径向位移。齿式联轴器的齿形见图 1—25。

如图 1—19 所示内齿圈齿的长度大于外齿轮套上齿的长度，这是齿式联轴器齿轮副结构上的一个特点，这样除可保证内外齿能总是啮合着，还可使两个轴能各自作独立的轴向位移，从而避免产生轴向力。著者认为为了保证联轴器能长期正常运转，尚需使内齿的硬度大于外齿的硬度，这样不致于在承受高载和冲击时，内齿上形成压痕等缺陷。

齿式联轴器的润滑，如图 1—26 所示有三种方式：

1) 贮油式润滑

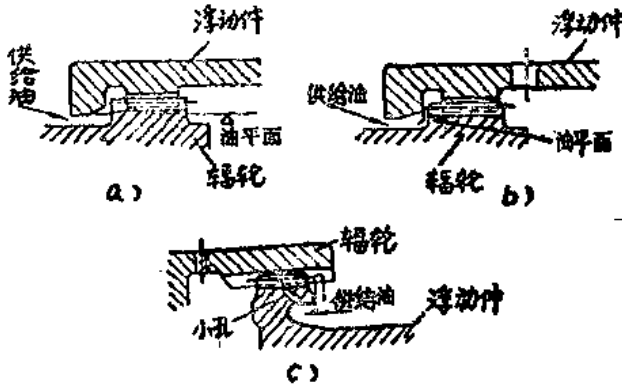
润滑油由喷嘴射入，润滑油由于转动时受离心力作用而在齿轮外圆保持一定的润滑油层。这样将使杂质残留在齿间，而且油流的散热效果也较差，因此仅适用于功率小，速度低的场合。将润滑脂注入内部后密封，定期清洗更换，实际上也属于这种方式。

2) 自流式润滑

润滑油由喷嘴射入，经齿轮侧面间隙流过，从套筒小孔中流出，这样主要起冷却作用，较难形成油膜，齿面磨损比下述强力润滑要快。

3) 强力润滑

润滑油从轮齿底部各个小孔喷入，油受转动时离心力的作用进入啮合面，起较好的润滑与冷却作用。油经啮合面后由齿的两侧流出，这样油流循环不断，杂质随之流出。强力润滑适用于高速重载。



1—26 润滑方式

2.2 滑块联轴器

滑块联轴器是利用中间滑块在其两侧半联轴器端面的相应槽内滑动以实现两半联轴器联接的联轴器，又称欣氏联轴器。

十字滑块联轴器是由两个带有径向通槽的半联轴器和两侧带凸榫相互成垂直的圆盘形滑块组成，如图 1—27 的示。



图 1—27 十字滑块联轴器

周向爪型联轴器是由如图 1—28 所示的两个周向带有爪的半联轴器和周向开槽的滑动圆盘组成。

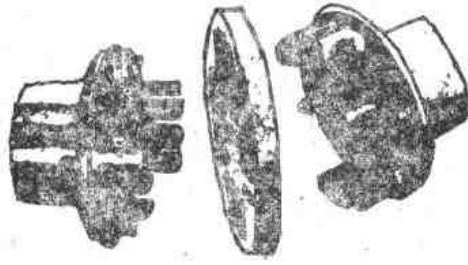


图1—28 周向爪联轴器

NZ挠性爪型联轴器是由两个带C型颧夹凸缘和一方形滑块组成

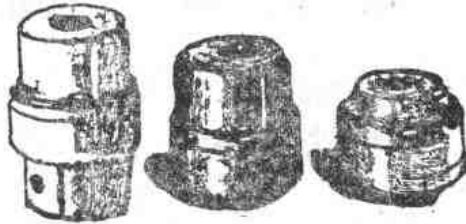


图1—29 NZ挠性联轴器

2.3 链条联轴器

链条联轴器是利用公用的链条同时与两个齿数相同的并列链轮啮合以实现两半联轴器联接的联轴器。

单排链链条联轴器是由单排套筒滚子链或齿形链联接一对链轮而组成的,如图1-30所示。

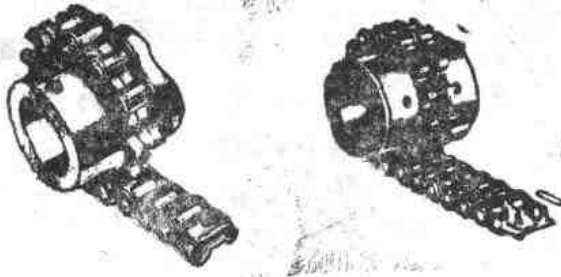


图1—30 单排链链条联轴器 图1—31 双排链链条联轴器

双排链链条联轴器是由双排套筒滚子链联接两链条组成的,如图1—31所示。

无声链链条联轴器是由无声链联接两特宽的链轮组成的,如图1—32所示。



图1—32 无声链链条联轴器

2.4 万向联轴器

万向联轴器是利用可容许有较大角位移的中间件以实现不同轴线间两轴联接的联轴器，又称铰链联轴器、万向节。

万向联轴器按尺寸大小可分为小型和大型两种。

小型万向联轴器又称十字轴式万向联轴器，是利用十字轴式的中间件以实现不同轴线间两轴联接的联轴器，如图1—33所示。两半联轴器1的一端以柱销2与主从动轴联接，另一端为叉形，在叉的中间有十字块6用塞销5、套筒3、销杆4联成一体。下面b图为采用中间轴的双联万向联轴器。

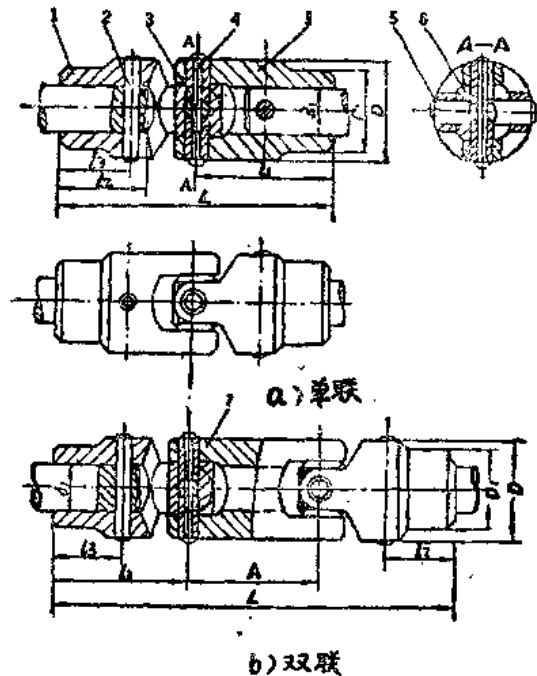


图1—33 小型万向联轴器

1—半联轴器 2—柱销 3—套筒 4—销杆 5—塞销 6—十字块 7—中间轴

大型双联万向联轴器如图1—34所示。其中间轴长度超过1.5米，采用焊接套筒以减轻重量。

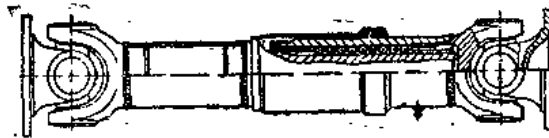


图1—34 大型双联万向联轴器

万向联轴器按其传动特性 同步（与主、从动轴转动角速度相等）与否，可分为单联（图1—33a）、双联（图1—34）和球笼式万向联轴器（图1—35、图1—36）。后两者为同步联轴器。

球笼式万向联轴器是利用若干钢球置于分别与两轴联接的内外星轮槽内以实现所联两轴转速同步的联轴器。

球笼式万向联轴器如图1—35所示，主要由内、外星轮、钢球和球笼组成。钢球在横向

起着键的作用，传递扭矩。由于内外星轮上的钢球滚道的圆弧中心以相同偏距分别移到对称线两侧，因此当两轴轴线相对角位移的等分角线上而保持两轴转速同步。该联轴器又称尔洋帕万向联轴器。

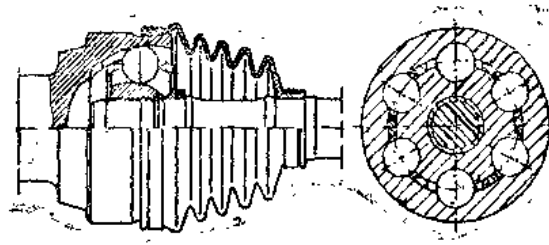


图1—35 球笼式万向联轴器

球笼式万向联轴器的另一结构型式如图1—36所示。传递扭矩元件仍旧是置于内外星轮滚道内的钢球。通过分配机构来保证同步。图中分配销9的两端以球铰链分别与内、外星轮1、3联接，在分配销中部以铰链与过桥联接，过桥又与保持钢球6的球笼7相联，因此当两轴轴线有相对角位移时，即可通过分配销带动过桥与球笼使钢球平面转角为两轴轴线相对角位移的一半。

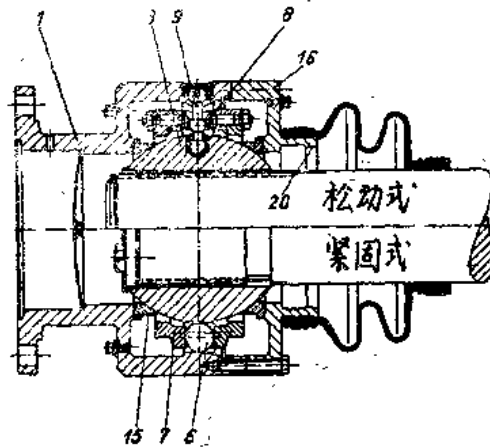


图1—36 带有分配机构的球笼式万向联轴器

球笼式万向联轴器的又一种结构型式如图1—37所示。扭矩是由一个球架通过钢球传递到另一个球架；同步是利用左、右球架1、4上的内外曲线槽使钢球2位置总是在两轴轴线相对角位移的等分角线上来保证的。该万向联轴器又称魏斯万向联轴器或曲线槽万向联轴器。

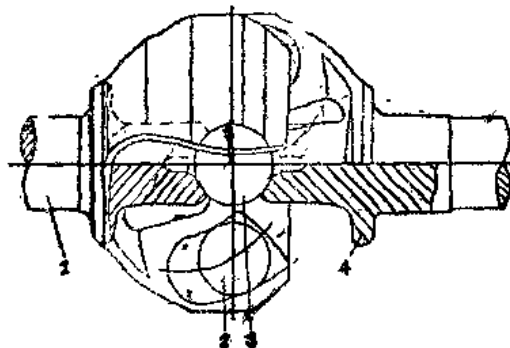


图1—37 球槽式同步万向联轴器

1、4—左、右球架 2—钢球 3—定心钢球