

联 軸 节

夏順明、曾宪衢、王增德編



机 械 工 业 出 版 社

一 联軸节的基本概念

联軸节是在長度方向联結两个柱形零件的装置，也是机械中必不可少的零件，它主要是用来連接两根軸的端部以傳遞旋轉运动的。有了联軸节，机械設備的不同組成部分就可以連接起来而一同工作，例如它可以連接馬达与減速器；汽輪机与發電机；柴油机与水泵；还可以連接天軸等。使用联軸节，軸的旋轉运动就可以适当地延長。然而一根軸的長度却是有限的，一般長于五公尺的軸就很难見到了。有了联軸节，机件也就可以按照不同的性能和不同的要求連接起来，可以把它們連接成像一个零件一样；也可以使它們在連接之后保持有一定的相对移动，例如尺寸較長的軸，由于本身有撓度或机械的变形及磨損，往往会在軸承的地方發生別勁現象；如果采用几根短軸，在它們之間用撓性联軸节連接起来，就可以避免这一缺点。另外如果采用万能联軸节还可以傳遞不在一条軸綫上的旋轉运动。

联軸节跟离合器是有区别的。簡單的說，离合器是有一套操縱机构，当軸旋轉时可以任意操作接合或分离，使被动部分旋轉或停止，但联軸节就沒有这一套操縱机构。在这里，我們介紹的不是离合器而是联軸节。

联軸节在机械工业中占有極其重要的地位，几乎每一台机械設備至少也有一两个联軸节。由于它是必需的机械零件，所以它發展得也很快。近几年来，它的形状已有好几百种之多，而按它們的性質，大体上可分为三类：第一类是剛性联軸节；第二类是撓性联軸节；第三类是安全联軸节。現在分述于后。

二 剛性联轴节

将两根軸紧紧地牢固地連接在一起，轉动时这两根軸之間沒有任何相对移动，这样的联轴节叫做剛性联轴节。

剛性联轴节的优点是它的构造簡單，制造成本低，外型尺寸小，以及联轴节的装配和拆卸都比較方便。但是这种联轴节对于軸的制造、安装、定心等誤差的敏感性很强，也就是說軸在運轉时容易別勁，因此在近代机械設備中比較少用。但由于它具有上述的优点，所以在一般机械中当軸徑較小，轉速較低（小于 200~250 轉/分）时，使用还是比较廣泛的。

一般工厂中常用的剛性联轴节，有以下三种类型。

1 套筒式联轴节（如圖 1 所示）两軸的端部分別裝在套筒里面，用鍵連接起来。为了防止产生軸向滑动，套筒上有頂絲孔，用固定螺絲固定。这种联轴节通常用于 70 公厘以下的軸徑，亦有助于較大軸徑的（不超过 110 公厘）。联轴节的材料一般都是用鑄鋼，在不重要的地方可以使用鑄鐵。

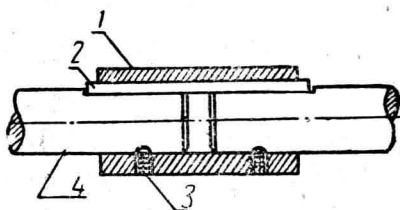


圖 1 套筒式联轴节：

1—套筒；2—鍵；3—固定螺絲；4—軸。

2 夹壳形联轴节 夹壳形联轴节的构造如圖 2 所示。它由 1 和 2 两半体組成。1 和 2 被六个或八个螺栓連接起来。联轴节内部开有鍵槽 3，外部罩有鋼套或薄鉄皮套 5。鋼套用螺絲固定在联轴节本体上，起安全保护的作用。

在鏜夹壳形联轴节的內孔时，必須在两半圓夹壳之間放置約 2 公厘厚的垫片，擰紧螺栓 4 后再鏜孔。这样作的目的是使联轴

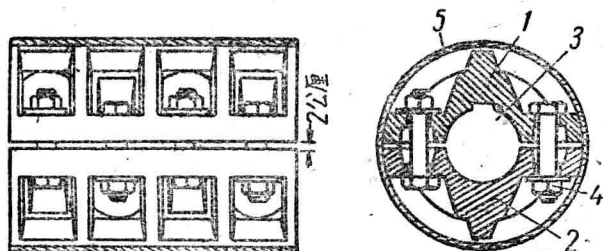


圖 2 夾壳形联轴节:

1 和 2 一兩半联轴节; 3—鍵槽; 4—螺栓; 5—鋼套。

节在装配时，擰紧螺栓 4 后，能保証联轴节內孔与軸配合表面产生强大的压力和足够的摩擦力以傳遞扭矩（此时，鍵連接起輔助作用。这种联轴节通常用于直径 d 小于 200 公厘的軸。它的优点是构造簡單，装卸方便。缺点是对准中心比較困难。在振动或反复載荷下，連接螺栓容易松动，联轴节內孔与軸接触面間的摩擦力也可能降低。因此不宜用在承受冲击載荷或反复旋轉的軸上。这种联轴节大多数都是用鑄鐵制成。

3 法兰盘联轴节 法兰盘联轴节又叫做圓盘或凸緣联轴节，这种联轴节又分为有中間环的和沒有中間环的两种（如圖 3）。

圖 3 甲表示沒有中間环的一种，其中一半圓盘 1 端面車有一圓形的凹面，而另一半圓盘 2 端面則車有一圓形凸面。凸面和凹面的直径相等，恰好能相互对准配合。在安裝时，利用凸面和

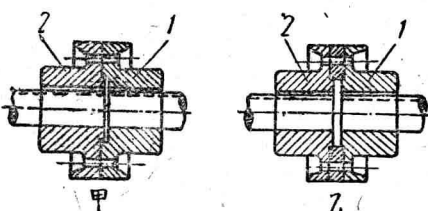


圖 3 法兰盘联轴节:

甲—沒有中間环的; 乙—有中間环的。

凹面配合使被連接的兩軸对中，再用螺栓把两个圓盘連接起来。这种构造的联轴节在安裝或拆卸时，必須將軸作軸向移动，使凸

面和凹面配合或分开才行，这是它的缺点。

圖 3 乙表示有中間环的一种，在两半圓盘端面都車有一圓形的凸面，圓盘間墊有剖分的圓环，在安装时，先利用圓环和圓盘的凸面对中，再用螺栓把圓盘連接起来。因此这种构造的联轴节在装拆时无須使軸作軸向移动。这种联轴节，通常用鍵或紧配合装配在軸上。圓盘的螺栓連接形式有两种：

一、粗制螺栓，这时栓杆与栓孔間具有間隙，扭矩的傳遞靠由拧紧螺栓后在圓盘接独面产生的摩擦力，而螺栓則受有很大的拉力，因此螺栓要拧得很紧才行。

二、精制螺栓，这时栓杆与栓孔間采用輕迫合座“H”或迫合座“T”的配合，扭矩的傳遞則靠栓杆的剪切和栓杆与栓孔的挤压。

这种联轴节的材料，一般用鑄鉄制成，当重载負荷及联轴节圓盘外表面的圓周速度 v 大于 30 公尺/秒时，則用鑄鋼或鍛鋼制成。这种联轴节应用比較广泛，适用的軸徑 $d = 10 \sim 400$ 公厘，它的优点是装配容易，圓盘还可以当作皮带輪用，缺点是圓盘端面須与联轴节的軸綫严格垂直，因此加工要求較高。

三 挠性联轴节

将两軸連接后，由于联轴节有特殊的性能，当軸运轉时，可以允許有一定程度的相对位移（包括徑向的、軸向的或角偏斜等），也就是不会髒勁，这样的联轴节叫做挠性联轴节。由于机械設備制造有誤差，安装也有誤差，另外还有机械的磨損、变形和基础不均匀的下沉等，它們均对机械装配的精确性有影响，因此这些誤差都需要进行补偿。使用挠性联轴节就可以弥补由于这些誤差所引起的髒勁现象，这是最大的优点。挠性联轴节的构造比較复杂，制造成本較貴，易于磨損，外形尺寸較大，维护費用

較高，不過由於具有上述的特殊性能，這種聯軸節在近代機器設備中廣泛使用。

撓性聯軸節的種類很多，現把幾種較為常見的簡述如后。

1 歐氏聯軸節 歐氏聯軸節又叫做浮動盤聯軸節。如圖 4，它是由接手 1、2 和中間浮動盤 3 組合而成的。這種聯軸節的構造十分簡單，安裝、拆卸都很方便。中間浮動盤兩面的長方形牙嵌入 1、2 兩接手的槽中來傳遞扭矩，因此在安裝時，必須要求牙和槽接觸得良好，不許有局部的點接觸或互相別勁的現象。

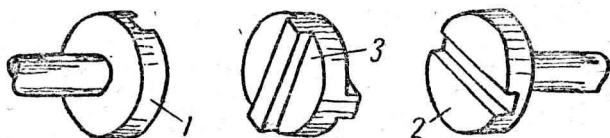


圖 4 歐氏聯軸節：

1 和 2 一兩半聯軸節；3—中間浮動盤。

如果所連接的兩軸有徑向位移（兩軸不在同一軸綫上），那麼當軸在運轉時，浮動盤的牙就在槽中滑動。為了減少滑動面的磨損，可由浮動盤的油孔中注入潤滑油，這種聯軸節對安裝誤差的補償說來可能性很少，因此在安裝時軸中心的最大徑向偏心一般要求不超過 0.20~0.30 公厘，運轉時不超過 $0.04D$ (D 為聯軸節外圓直徑)，最大偏斜角度應小於 $40'$ ；浮動盤的軸向半動間隙要求不大於 2.5 公厘，如圖 5。

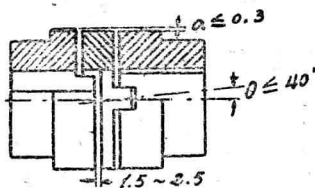


圖 5 歐氏聯軸節允許偏差尺寸。

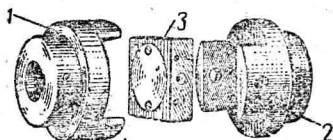


圖 6 滑塊聯軸節：

1 和 2 一兩半聯軸節；3—滑塊。

这种联轴节一般多用于直径较小（ d 小于 110 公厘），转速较低和很少冲击的传动装置中。联轴节内孔直径在 85 公厘以下者，1、2 和 3 的材料为 5 号钢，内孔直径在 85 公厘以上者则为 15-4021 号或 25-4518 号铸钢。

2 滑塊联轴节 这种联轴节是由两半联轴节 1、2 和中间方形滑塊 3 组合而成的，如图 6。滑塊跟 1 和 2 的凸出部分接触用来傳遞扭矩。滑塊 3 是用胶合纖維制成的，中间有圆形孔，但有的滑塊沒有圆形孔。这种联轴节用滑塊接触面之間間隙来补偿軸中心偏差。当軸中心偏差很大时，滑塊容易磨損。因此，也需要加以潤滑，通常潤滑油裝在滑塊里，运转时由于离心力自小孔甩出。一般要求在安装时两軸的徑向偏差不大于 0.2 公厘，运转时不大于 $0.01d + 0.25$ 公厘（ d 为軸的直径），最大偏斜角不大于 $40'$ （如图 7 所示）。

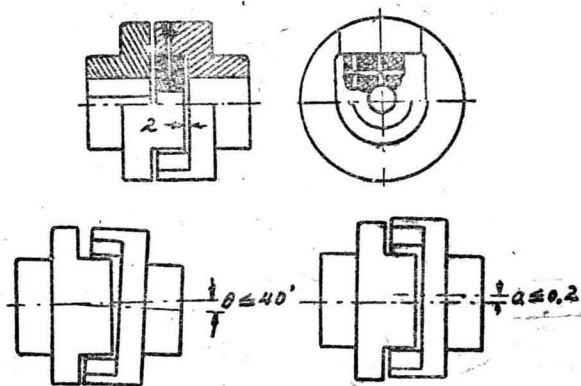


圖 7 滑塊联轴节允許偏斜尺寸。

这种联轴节主要用于直径小和转速高的轴上，例如用于马达与蜗杆軸的连接。当軸徑 d 小于 45 公厘时，这种联轴节的接手可

用3号鋼 (CT.3) 制造, 而当 d 大于45公厘时則可用鑄鉄 (例如 CЧ-12-28) 制造。

3 彈性联轴节 彈性联轴节主要特点是在两半联轴节之間用彈性体連接起来, 一方面允許連接的两軸有相对位移, 一方面彈性体可以把机器所产生的震动和冲击吸收或緩冲下来, 这对整个机器是特別有利的。它的主要缺点是制造复杂, 彈性体容易磨损及维护費用大。

根据彈性体的材料不同可分为两类, 茲分述如下。

一、非金屬彈性体:

1) 插銷皮环联轴节 如圖8所示, 联轴节由两半接手1和2組成。插銷3的圓錐形部分紧紧地固定在1上, 它的圓柱形部分套着橡皮环或皮革环4, 这一部分插在2的圓柱形孔眼內, 就靠这些插銷来傳遞扭矩。为了防止插銷在运轉时松动, 在螺帽下加有銷紧垫圈5。联轴节外緣圓周加工比較精細, 便于安装时檢查定心偏差。联轴节必須紧紧地裝在軸上, 連接的方式有三种: 如果軸端是圓柱形U的, 則用平鍵或花鍵; 如果軸端是圓錐形K的,

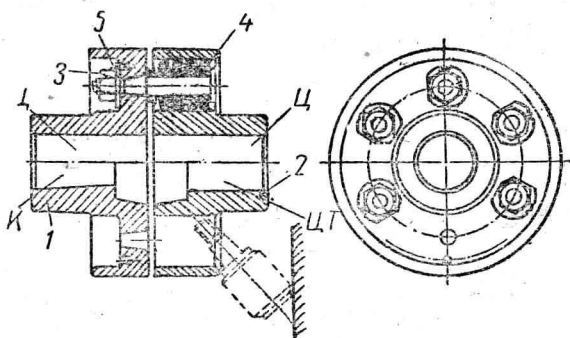


圖8 插銷皮环联轴节:

1和2—两半接手; 3—插銷; 4—皮革环; 5—垫圈。

則利用擰緊軸端螺帽後圓錐面間的摩擦力；另外一種則是軸端為圓柱形但帶有螺帽的 IIT。與這三種連結方式相應聯軸節的內孔也有三種不同的形狀，參看圖 8。

這種聯軸節的應用很廣泛，如鼓風機、水泵、吊車、空氣壓縮機等。它適用在較高的轉數之下工作，在 $n_{\text{最大}} = 750 \sim 6300$ 轉/分範圍內均可正常運轉（其中高轉速用於尺寸較小的聯軸節）。這種聯軸節的結構有較大的撓性，但在轉速較高的情況下，聯軸節的定心偏差容易引起振動；彈性體也容易磨損，所以要求還是比較嚴格的。外形尺寸大（特別是在低轉速時）是它的一個缺點。它的適用軸徑為 $d = 12 \sim 220$ 公厘。這種聯軸節的兩半接手常用標號不低於 C421-40 的鑄鐵製造，插銷則常用 45 號鋼製造。

一般說來安裝插銷皮環聯軸節應注意下列各項：

(1) 兩半聯軸節的孔眼必須對正，其中心偏差不應超過 0.2 公厘（如圖 9）。

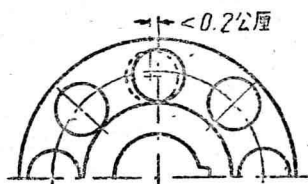


圖 9 兩半聯軸節允許中心偏差。

(2) 插銷的圓錐形部分應與聯軸節上的圓錐形孔眼配合得很緊，並用螺帽和鎖緊墊圈固定住，不得鬆動。

(3) 皮環必需緊緊地套在插銷上，可是皮環的外緣跟聯軸節的圓柱形孔眼之間應有少許間隙，約為孔徑的 $1.2 \sim 2\%$ ，但不得大於 2 公厘。

(4) 聯軸節裝配完畢之後，兩半聯軸節不能咬得太緊，相互之間應能稍為活動，也就是兩半聯軸節之間應留一定的間隙，以便允許軸偏斜。

(5) 每個插銷的重量應該相等，要避免因重量不平衡而產

生离心力，致使联轴节發生振動。

2) 彈性插銷联轴节 这种联轴节的构造如圖10所示。它是由1和2两半联轴节組成的，有一圈或兩圈孔眼，把它們用插銷3連接起来。插銷有用胶合纖維或者樺木制的，也有用金屬棒作心外套橡皮圈的。組合時銷子由一半联轴节2的孔中放入，在环形槽中嵌入彈簧环4，以防止插銷脫落。这种联轴节的工作原理与插銷皮环联轴节相似，不过构造簡單些，在軋鋼机主軸与馬達的連接上常有应用。

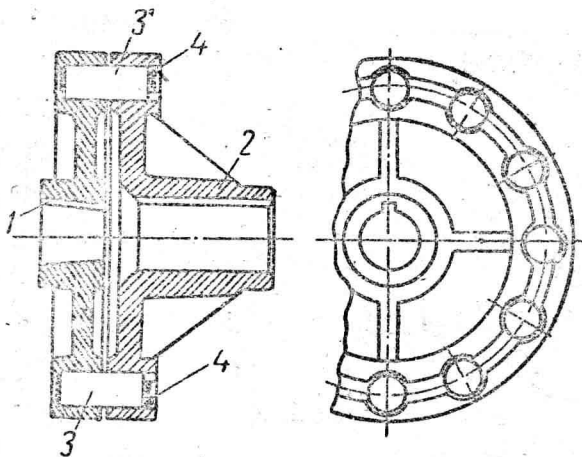


圖10 彈性插銷联轴节：

1和2—兩半联轴节；3—插銷；4—彈簧环。

3) 皮帶联轴节 如圖11所示联轴节由1及2两半联轴节所組成。特制的圓环3是用螺釘4固定在圓盘1上，圓盘2上的橢圓形凸台6及圓环3的橢圓形凸台5之間用皮帶7交互圍繞連接起来。扭矩是靠皮帶的拉力傳遞的。

这种联轴节的挠性效果很好，对定心偏差要求不太严格，但

是它的严重缺点是皮带磨损很快，因此不宜供正反转轉的机械使用。这种联轴节的适用軸徑一般为 $d = 50 \sim 120$ 公厘。

二、金屬彈性体：

1) 幅射状鋼片联轴节

如圖12所示，这种联轴节是由1及2組成。在1上有很多圓銷3，在2上沿幅射

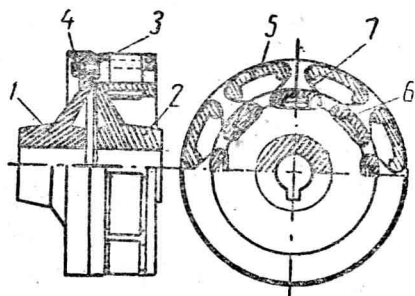


圖11 皮带联轴节：

1和2—两半联轴节（圆盘）；3—圆环；4—螺釘；5和6—椭圆形凸台；7—皮带。

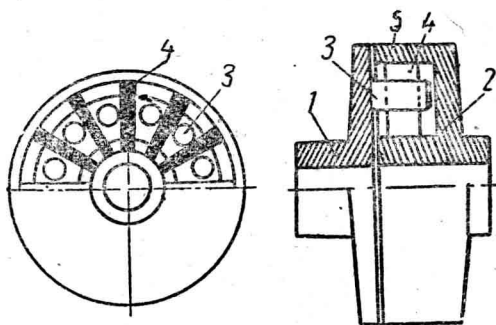


圖12 幅射状鋼片联轴节：

1和2—两半联轴节；3—圓銷；4—薄鋼片；5—外罩。

它能够允許軸的徑向与軸向移动和角偏斜等。

这种联轴节的彈性很好，对于吸收及緩和冲击負荷的能力也比较强，能够在較高的轉速下工作。通常用于 $d = 25 \sim 150$ 公厘的軸上。它的主要缺点是制造复杂，鋼片容易损坏。

2) 蛇形彈簧联轴节 如圖13所示，两半联轴节上制有特殊形状的齿（圖14），在齿間的凹处嵌入蛇形彈簧6。扭矩是靠齿和

的方向插有用彈簧鋼制成的薄鋼片4。为了防止鋼片脫落，在2上裝有外罩5，用螺釘固定。当1轉动时，圓銷3压向鋼片4而帶動2旋轉。由于圓銷和薄鋼片之間能有相对移动，

彈簧傳遞的。彈簧上面用罩3及4蓋着，罩子用螺栓5緊緊地連在一起，1或2是借平鍵和壓配合裝在軸上的。

罩里面裝有潤滑脂以供彈簧沿齒的表面發生滑動時使用。

圖14所示的齒，一端窄一端寬，呈圓弧形。隨着負荷的增大，齒面與彈簧的接觸也逐漸改變，圖14a表示無負荷時彈簧與齒表面的接觸情況，b表示正常負荷時的接觸情況，c表示滿負荷時的情況，d表示超負荷時的情況。

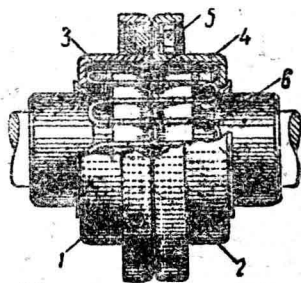


圖13 蛇形彈簧聯軸節：
1和2—兩半聯軸節；3和4—罩；5—螺栓；6—彈簧。

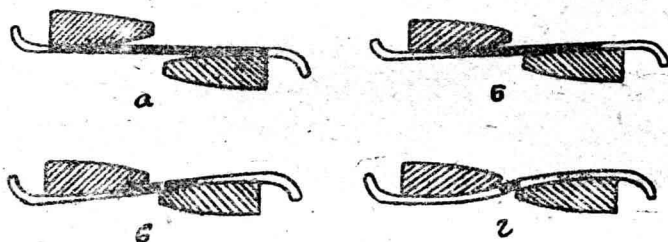


圖14 蛇形彈簧聯軸節的工作。

這種聯軸節是金屬彈性體聯軸節中最新的形式之一，它可以用于任何的速率之下，例如在 $n_{\text{最大}} = 400 \sim 2400$ 轉/分的範圍內均可正常運轉，也可在正反運轉條件下使用，工作都很可靠；它的外型尺寸和重量都不太大；不過製造比較困難。它允許的軸向移動為 $4 \sim 20$ 公厘，徑向偏差為 $0.5 \sim 0.3$ 公厘，角偏斜可達 $1^\circ 15'$ 。適用的軸徑一般為 $d = 15 \sim 305$ 公厘，最大可達 600 公厘。

4 齒形聯軸節 齒形聯軸節又叫做齒輪軸接手，這種聯軸節通過法蘭套的內齒與軸套的外齒的咬合來傳遞扭矩；如圖15所示。

这种联轴节由于它具有特殊的性能，很适于一般机械設備的工作条件，尤其是适合于軋鋼机械設備，因此在近代軋鋼工厂中应用極為广泛，它能在正反運轉条件或高速度下工作，承载能力也很高。

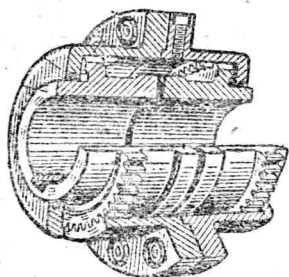


圖15 齿形联轴节。



圖16 呈球面形的齿形。

齿形联轴节的主要特征是它的齿形呈球面形，如圖 16 所示。由于齿形呈球面，能在咬合下摆动，因而撓性也就較大，可以允許有較大的定心偏差，其大小視联轴节的类型和尺寸而定。

齿形联轴节運轉时，齿面間經常在磨損；故齿要用較好的鋼制造，而且它的表面必須进行淬火处理，淬火后的硬度一般在 $H_b = 200 \sim 250$ 左右。此外还必須在齿面間加以潤滑油，才能保証齿形联轴节有較長的使用寿命。一般常用的潤滑油是粘度很大的黑色糊状的里格魯Л油。为了防止漏油，常采用毡垫或彈簧胶皮圈做密封。当齿咬合处的圓周速度不大时，也有使用油脂作潤滑的。

按苏联国家标准 ГОСТ 5006-49，齿形联轴节有下面四种主要的形式：

1) 标准型。这是一般連接情況下使用的。如圖17所示。

2) 加長型。这种型式的两軸套間的距离比H型的大些，可以允許所連接的两軸有較大的軸向移动，使用它是为了在装配时有可能作軸向移动及抵消两軸之間的溫度变形。

3) 錐孔型。这种型式的一个軸套有圓錐形孔，可用來連接馬達的圓錐形軸端。孔的錐度一般為 $1:10$ ，如圖18所示。

4) 中間軸式。这种聯軸節由三部分組成，如圖19所示。中間的一部分是一根中間軸，它的兩端各有一半聯軸節，其餘的兩部分是裝在軸上的法蘭套，這三部連在一起就稱為中間軸式齒形聯軸節。它用于由于环境或由于机器构造的限制而用其它齒形聯軸節不能使兩軸直接連接的場合。这种聯軸節在工厂中用得很多，如軋鋼機主傳動部分的馬達與齒輪減速器之間，橋式吊車的大車行動裝置都是采用这种聯軸節。

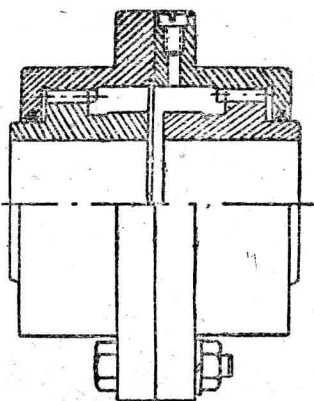


圖17 標準型（H型）齒形聯軸節。

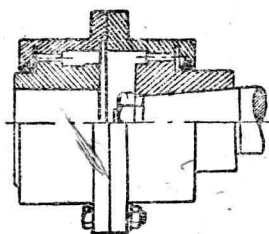


圖18 錐孔型（Θ型）齒形聯軸節。

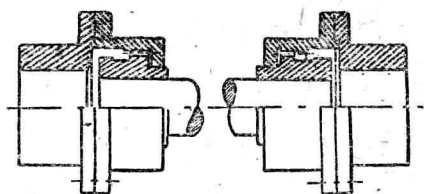


圖19 中間軸或（Π型）齒形輪聯軸節。

裝配齒形聯軸節應注意事項：

（1）齒與齒咬合面之間要有適當的頂間隙和側間隙，這種間隙對於定心偏差有好处。如果沒有間隙則聯軸節運轉時，就要發生振動或彎勁等不良現象。

(2) 联轴节軸套端面之間要有一定的距离，按标准規定安裝，不得过小也不得太大，否則就影响齿与齿咬合的位置。

(3) 連接螺栓必須擰紧。

(4) 为了防止漏油，有时在两法兰套的接触面間加一層紙墊，但紙墊不应太厚。

(5) 装配完畢之后，軸套在法兰套內要能稍微自由活动，否則就表示齿与齿咬合沒有間隙或其他处齧勁，必須再次檢查。

(6) 装配完畢之后，在法兰套內須加注一定量的潤滑剂。

5 万能联轴节 万能联轴节又叫十字形联轴节，因为它的形状像十字。万能联轴节的构造形式很簡單，但是它的傳动原理却比較复杂，主动軸与被动軸有一定的速度差，它們的轉速并不是完全相等的。万能联轴节的构造形式如圖20所示，是一“十”字形的絞鏈。这种联轴节的特点是两軸可以不在一条直綫上，允許有很大的交叉角 θ 。另一特点是两軸的旋轉速度不一致，两軸的速度差与交叉角 θ 有关系，只有当交叉角 θ 等于零的时候两軸的轉速才相等。为了避免主动軸与被动軸之間的速度差，常常是两个联轴节联合使用，可以相互抵消其間的速度差。如圖21中主动軸与被动軸的速度就完全相同。

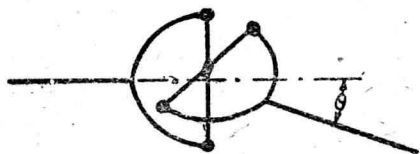


圖20 万能联轴节的构造。



圖21 两个联轴节联合使用。

万能联轴节的形式很多，最簡單的一种如圖22所示（上圖是單式的，下圖是复式的）。它用得普遍。另一种如圖23所示，使用于軋鋼机，它可以傳遞很大的扭矩。但这种形式的联轴节，其交叉角 θ 最大不得超过 $8^{\circ}\sim 10^{\circ}$ ，如果交叉角太大，对運轉有妨害而且磨損很巨裂。

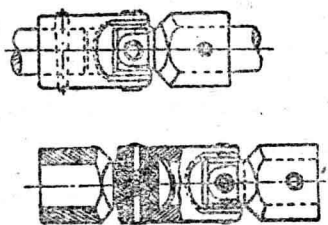


圖22 万能联轴节之一。

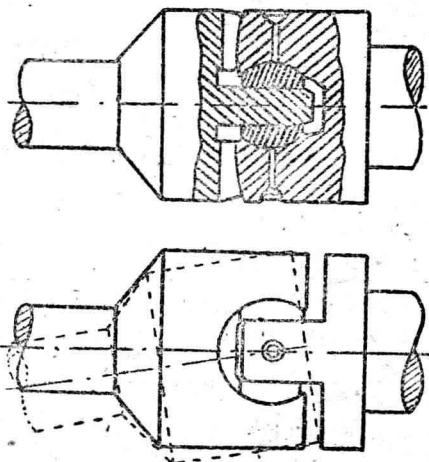


圖23 万能联轴节之二。

6 液压联轴节 液压联轴节是一种比較新型的联轴节，由于它具有很多优越性能，所以它的使用范围也逐漸地扩大。它的外形构造如圖24。液压联轴节的傳动原理也很簡單，如圖25所示，整个联轴节分成两个部分：一部分是主动輪叶1，另一部分是被动輪叶2。两种輪叶的形状完全一样（見圖26）。在輪叶的空間貯有一定量的液体，当主动輪叶1旋轉时，液体受离心力的作用，往輪叶边缘流动，流动的液体为叶輪的形状所控制，从被动輪叶2的边缘流向中心，当液体流到輪叶1的中心时，再受离心力的作用，又流向边缘。如此液体在輪叶中循环地流动。由于主动輪在不断地旋轉，这循环流动的液体便形成了一个液体环（見圖27）。这循环流动的液体

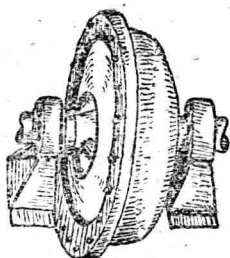


圖24 液压联轴节的构造。

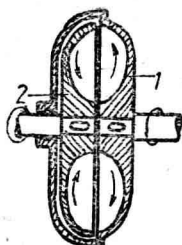


圖25 液压联轴节的傳動原理。

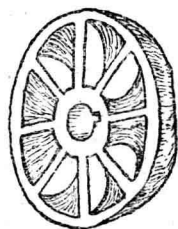


圖26 液压联轴节的輪叶。

环具有很大的能量（动能），因此被动輪叶 2 就被带动旋轉。

液压联轴节的主动部分必須具有較高的轉速，否則就不能生成循环流动的液体环，也就是不能带动被动部分，这是液体联轴节的主要特性，它不能使用于低轉速的机构。液压联轴节必須要有一定量的液体，一般常用的是油或水。为了防止渗漏，液压联轴节須有良好的密封裝置，这就增加了它的成本。



圖27 液体环。

液压联轴节的优点很多，起动时循环流动的液体环尚未形成，被动部分也不旋轉，所以馬达的起动电流很小。起动之后負荷才能慢慢地增加。液压联轴节的最大优点是能够变换被动部分的旋轉速度。它是一种良好的变速机构，速度变化范围很广泛，有无穷多級。它的速度变化是由循环流动液体环的液体量的多少来控制。液体量多則所具有的动能就大，傳遞的能量也大，而被动軸的轉速就高。反之，如果液体量少則被动部分的轉速就低。为了要增加或减少液压联轴节內的液体量，还需要另設一套机构。