

# 叠片联轴器在传动装置中的应用

洪成文 王昭甫

主题词：联轴器 传动装置 膜片 结构

## 一、序 言

叠片联轴器(叠层膜片式挠性联轴器的简称)是一种全金属的干式挠性联轴器。传动装置中使用它的目的是承受旋转轴系运行中的不对中。

由于叠片联轴器具有许多独特的优点,近二十年来,它已在飞机、舰船、石油化工、冶金、轧钢及机器制造业等各种功率传递领域得到了极其广泛的应用。

## 二、发 展 简 史

在近一个世纪内,从事于传动装置研究、设计、生产及使用部门的设计师们都渴望在两轴间找到一种正确、合适的连接方式。第二次世界大战的爆发刺激了军事工业的发展。随着高速大功率发动机的研制、生产和发展——特别是在舰船及飞机动力装置方面的发展、对联轴器提出了更高的要求,而对其重要性也有了更进一步的认识。联轴器不仅仅是传动装置中的一个重要部件,而且还直接关系到整个装置的成败。起初,专家们研制并生产了鼓型齿式(crown teeth)联轴器。这种联轴器在很大程度上满足了大多数场合动力传递的要求,在一定程度上解决了传动装置所遇到的困难,以至于这种联轴器在相当长的一段时间内在高速大功率传动场合里占据了主导地位(在中国至今仍占主导地位)。后来,随着认识的深入,人们发现鼓型齿联轴器存在着下述缺点:

1. 需要润滑,因而要有一套有效的润滑手段和设备;
2. 一旦润滑不足或失效,即会产生齿面的点蚀或划伤;
3. 轴向位移常引起过大的端部推力危及相邻设备的安全运行;
4. 由于不可避免的间隙,常常造成令人担心的磨损及噪音;
5. 齿的加工需要专用设备,造价昂贵。

根据这些情况,专家们进行了更新一代的联轴器的研制。这些实用新型大体上代表了近三十年来在联轴器研制方面的最新成就。

这些联轴器是:美国本迪克(Bendix)公司的膜盘联轴器、英国弗莱克斯博克斯(Flexibox)公司及特博弗莱克斯(Turboflex)公司的叠片联轴器、西德沃尔康(Vulkan)公司的橡胶高弹性联轴器、奥地利盖斯灵格(Geislinger)公司的扭振减振器(联轴器)及美国阿美利弗莱克斯(Ameriflex)公司的波状叠片联轴器等。这些联轴器在各自的领域内发挥着令人信赖的作用。

本文最感兴趣的是英国两家公司的叠片联轴器产品。从五十年代初,经过三十多年的努力,这两家公司走过了发明至系列化生产的全过程,其产品已达27个型号321种,用户遍及世界30多个国家和地区,已形成一种取代传统的齿型联轴器的趋势。目前,标准设计的叠片联轴器产品功率已达80500马力,转速29000转分,扭矩107.8吨·米。

鉴于叠片联轴器的综合性能比较优越,应用的市场又极其广泛,第七〇三研究所自七十年代末期开展了该型联轴器的研制工作。经过五年多的时间,对叠片及整个联轴器组件进行了一系列完整的试验,其中包括在静态试验台上所做静扭负荷下的应力测试及轴向负荷下的应力测试;在动态试验上进行的旋转应力测试;在压气机整机试车台上所做的实机试验(功率3500马力,转速12450转/分,角不对中 $1/4$ 度,轴向位移2.7毫米)以及实船装可传推力型叠片联轴器8000小时的实船试验,取得了大量的数据,积累了较丰富的实践经验。自从1982年7月13日,我国自行设计研制的首台高速大功率叠片联轴器在压气机试车台试验成功以来,该联轴器一直在进行压气机的特性试验。此项研制成果,填补了我国在联轴器方面的空白。而可传推力型叠片联轴器,不仅保留了原叠片联轴器的全部设计特点,而且把传递推力和承受轴系角变形融为一体。此型联轴器的研制和装船使用,不仅属首创,而且为内河船舶的轴系设计提供了一条新的途径。

我们深信,随着我国四个现代化事业的飞速发展,叠片联轴器的普及应用必将在我国的动力传递领域中发挥重要的作用。

### 三、结 构

叠片联轴器是一种通过极薄的一组或几组不锈钢膜片来传递扭矩的装置。输入与输出轴间的各种不对中靠膜片材料的挠性来吸收。

膜片的型式可归纳为以下几种:

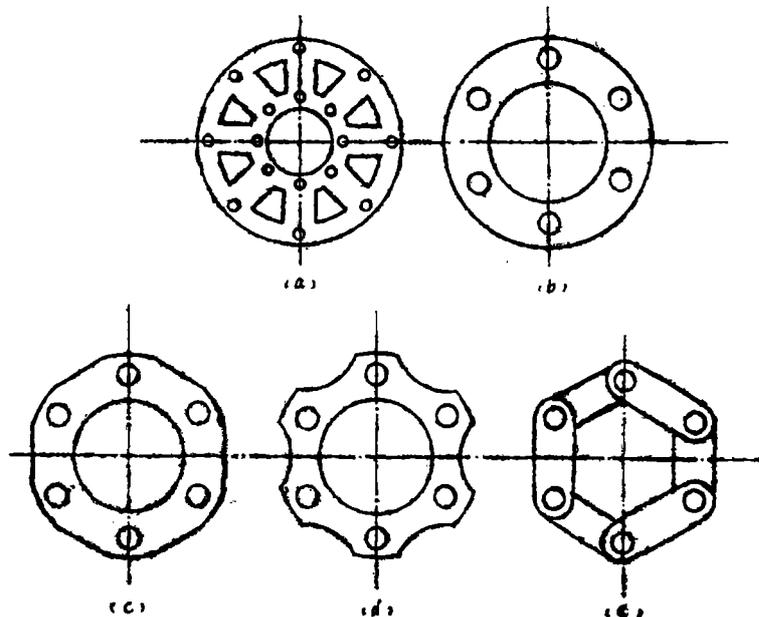


图 1 各种型式的膜片

a型称为轮幅型。扭矩由外缘输入内缘输出或反之，去掉的三角形部分是为了增加组件的挠性。b型为圆环型，C型为连续环型，D型为束腰型，E型为分离环行，对于b至E型，扭矩是通过螺栓间的一段曲梁传递，这n型膜片是把传递的扭矩和挠性结合得最好的膜片形式，具有很高的功率/重量比。而根据不同的使用要求，可以把膜片的孔数设计成具有4、6、8、10、12孔等形式。

膜片的孔数越少，其挠性越大，刚性变小，传扭能力变低。孔数增多则挠性变强，传扭能力也随之加大。

各种型式的膜片在实践应用中所取得的经验证明，用最少的材料，传递一给定扭矩的膜

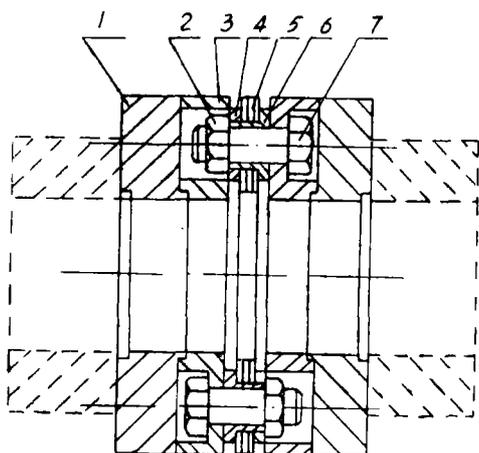


图2 单膜片组叠片联轴器

片组件将具有最大的刚性。设计者的指导思想应当是提供使用者所要求的特性最为接近的联轴器。这样，才有可能对特定的负载来选择尺寸、悬重、挠性和支反力(力矩)结合得最好的联轴器。

就整个的联轴器组件而言，可以分为单膜片组联轴器和双膜片组(或多膜片组)联轴器。除轮幅型膜片外，其基本结构型式如图2和图3所示。

图2及图3是此类联轴器最基本的结构型式，其中轮毂和法兰部分可根据用户的需要进行专门设计。

值得提及的是，在高速应用场合，为了避免由于意外使得膜片破坏后而引起透平飞车可以在联轴器内部专门设计超负荷保护套齿。一旦膜片破坏后，这种套齿能够在短时间内维持扭矩的持续传递。

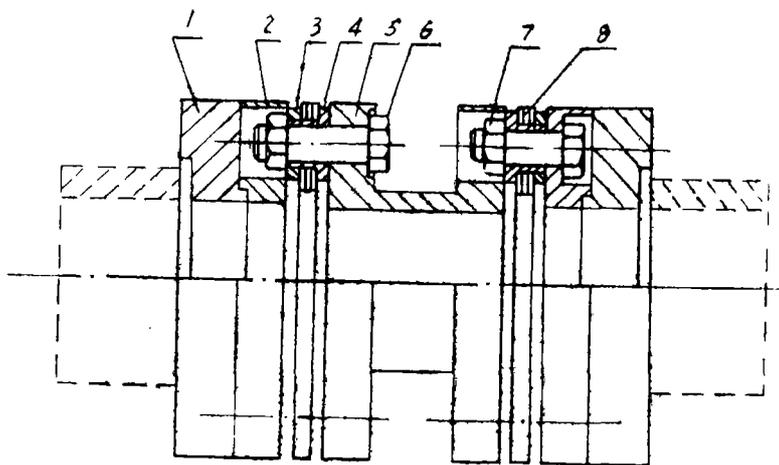


图3 双膜片组叠片联轴器

## 四、运行特点

### 1. 无需润滑

由于该联轴器在工作中没有相对摩擦运动及功率损失，所以不需要润滑，因此也就具备了下列优点：

- 1) 免去了维护保养问题；
- 2) 排除了高速应用场合下滑油系统的复杂性；
- 3) 不受滑油温度的限制，选用适当的材料便能在高温环境下工作；
- 4) 避免了积油的麻烦。

### 2. 很高的功率/重量比

由于叠片联轴器是以独特的方式传递扭矩，且膜片材料本身的强度非常高，因而具有很高的功率/重量比。这一特点使它特别适用于高速大功率的应用场合。

### 3. 承受不对中能力强

可以看出，在横向上偏斜4.4毫米/米至17.4毫米/米标准设计的角不对中能力显然已能满足绝大多数旋转装置运行中的不对中要求。再加上联轴器本身具有可进行变刚性设计和专门设计满足各种需要的特点，使得它能够适应各种特殊的需要。

### 4. 高的径向负荷能力

叠片联轴器在径向上可近似认为是刚性的。运用这一特点，可以把单组无中间轴的叠片联轴器用于二轴三支承系统。

### 5. 零游隙，持久不变的低不平衡量。

设计上的对称性可使联轴器自身平衡。由于不存在周向和径向间隙及不需润滑，一经平衡就能在整个的运行期间得以保持。

### 6. 可在较恶劣的环境下运行。

设计上能满足绝大多数环境条件，可在低于零度到零上300°C左右的环境下运行，也可在潮湿、腐蚀性大气条件下以及在受振动和冲击的条件下运行。

### 7. 可预测的低端部作用力和力矩。

采用叠片联轴器后可以改善系统支承上的负荷。由于位移是连续的，因而不仅可以预测，而且与其它挠性联轴器相比较，可以认为它是对与其相联的装置或元件施加最小作用力和力矩的挠性联轴器。

### 8. 良好的失效保护特性。

### 9. 事故预警能力强。

### 10. 易于加工，装拆方便。

利用联轴器轴向刚性非线性的特点，可以在不干扰主从动装置的情况下进行装拆。

上述的种种优点并不意味着叠片联轴器在应用上达到了尽善尽美的程度，它还存在着轴向位移有一定的限制及不能隔开或降低扭转振动的弱点。对于应用上的这些特殊要求，可以采用波纹状叠片联轴器与复合式叠片联轴器来加以解决。

## 五、传动装置轴系常见的不对中形式

传动装置的输入与输出轴间最基本的不对中形式如图4所示。

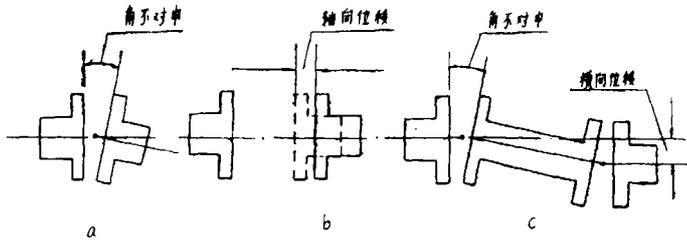


图4 最基本的不对中形式

图4 a示出的是纯角度不对中形式。在这种情况下，两轴中心线交于两轴端之间的中点，此种不对中通常只出现在三轴承系统中，可以用图2所示的单膜片组（当然亦可采用双膜片组结构）来补偿这种不对中。

单膜片组可以承受一定的轴向位移，但当需要传递推力时，则必须采取在两法兰间加上推元件的办法来实现。内河船舶轴系的应用即是这种情况。

我国内河船舶的轴系设计均采用两轴四支承的刚性轴系结构。这种刚性轴系满足不了船体变形的需要，其后果是找中后的轴系在运行中受到破坏、轴瓦磨损严重及轴系振动、轴系再次找中时占用船舶的在航时间等等。当采用了可传推力型的单(双)组叠片联轴器后，刚性轴系的这些弊端便迎刃而解。从1982年起，松花江航运局，黑龙江航道局等在其所辖的客货及推拖两用轮的轴系上装用叠片联轴器，取得了良好的效果。自85年以来，哈尔滨船厂已在新船的轴系设计上直接采用了可传推力型叠片联轴器。

在轴系上安装叠片联轴器前后的结构图见图5。

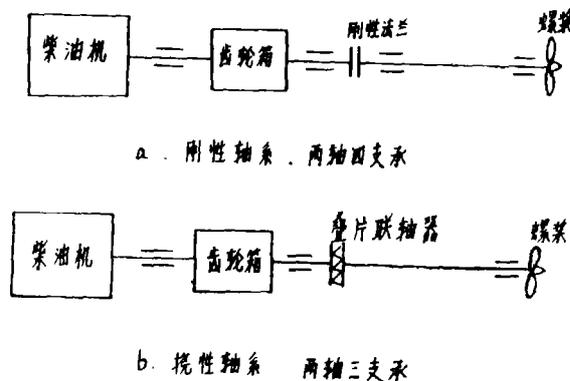


图5 内河船舶轴系示意图

图4 bc分别示出了轴向位移及横向位移的情况。对于双组膜片，其角不对中显然转化成横向位移，其大小和中间轴的长度有关。

在实用中，旋转轴系出现的不对中形式，既可能是三种情况中的任意一种，也可能(其中绝大多数)是三种情况的综合。

## 六、应用实例

随着叠片联轴器的优点逐渐为人们所认识，并在运行实践中取得极大的成功，数以千计的各型叠片联轴器产品已用于功率传递的各个领域。除英国的两家公司外，美国已把它列入API612标准，西德的REICH公司、TSCHAN公司，意大利的FIAT公司，日本的シンボ工業株式会社等均已进行了系列化生产。

表1示出了一些实用的例子。

表 1

序号	膜片型式	功率	转速 (转/分)	角不 对中 (吨)	传递 推力 (吨)	应用场合	设计生产单位	运行情况	备注
1	六孔束腰型	4500马力	13500	$\frac{1}{2}$	-	英“21”型舰太因燃气轮机与初级齿轮箱间	英国 Flexibox 公司	1972年投入运行	图6
2	轮幅型	19250马力	5600	$\frac{1}{3}$	-	英“黑木”级舰奥林普斯燃气轮机与主齿轮箱间	英国 Flexibox 公司	1968年投入运行	图7
3	六孔束腰型	204马力	375	$\frac{1}{2}$	5	推拖两用齿轮箱输出端	中船总公司七〇三研究所	1985年6月投入运行	图8
4	八孔束腰型	204马力	375	$\frac{1}{2}$	5	"	"	"	图9
5	六孔束腰型	4000马力	13000	$\frac{1}{4}$	-	压气机试验台燃气轮机与主齿轮箱间	"	1982年投入运行	-
6	四孔圆环型	18.6千瓦	2395	$\frac{1}{2}$	-	锅炉给水泵与电动机之间	美国	已运行	-
7	六孔束腰型	230千瓦	2950	$\frac{1}{2}$	-	化工用流程泵与电动机之间	中船总公司七〇三研究所	待装	图10
8	八孔束腰型	520马力	2850	$\frac{1}{2}$	-	履带车辆柴油机与齿轮箱之间	"	"	图11

在机械传动的历史上，曾有一段时间对联轴器的重要程度未予足够的重视，结果给一些传动装置造成了麻烦。随着动力装置研究的深入，人们对它的重要性有了新的认识。叠片联轴器就是这一新认识的具体成果。

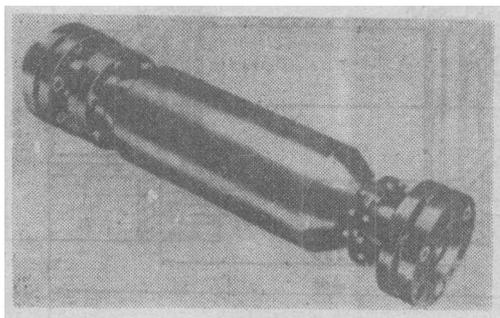


图 6

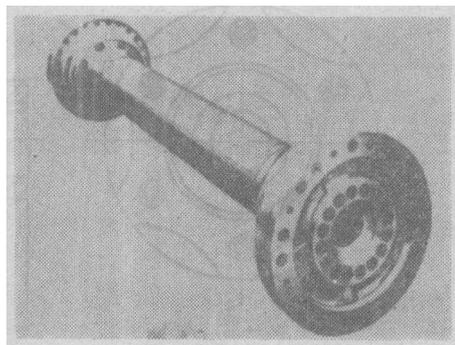


图 7

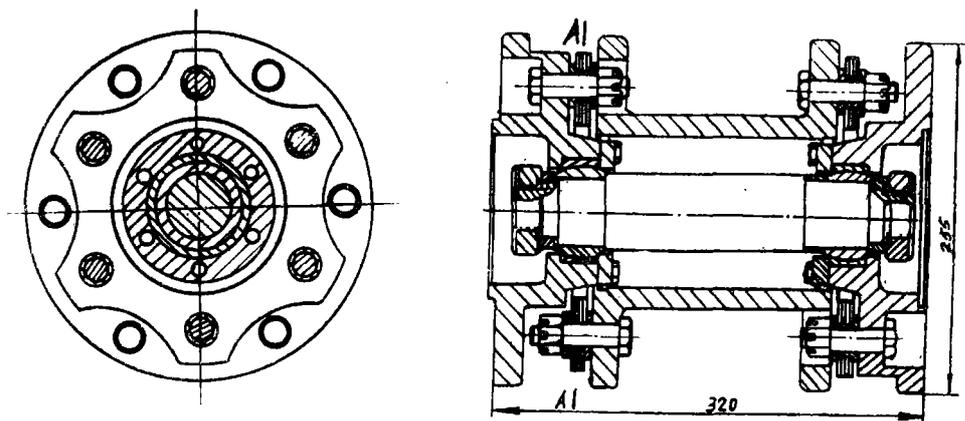


图 8

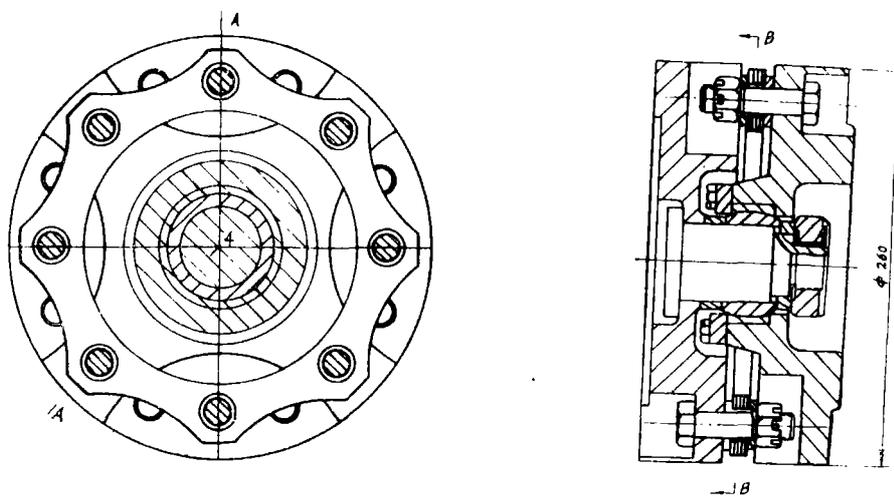


图 9

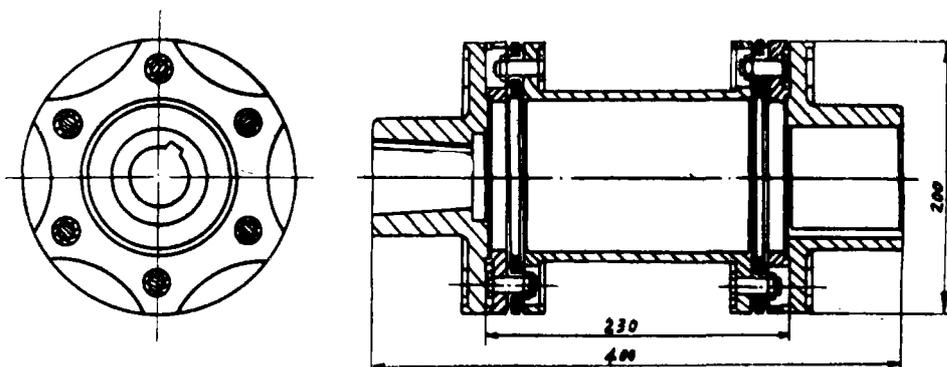


图 10

# 弹头壳体爆炸成形

姜 要 武

主题词：爆炸成形工艺

爆炸成形是以炸药为能源的一种高速高压的新成形工艺。多年来，我厂（七〇三所三〇工厂）先后爆炸成功了燃气轮机机组的火焰筒、燃气导管、整流罩和扩压机匣等复杂尺寸形状的零部件，对不锈钢和高温合金零件的爆炸胀形积累了一定的经验。

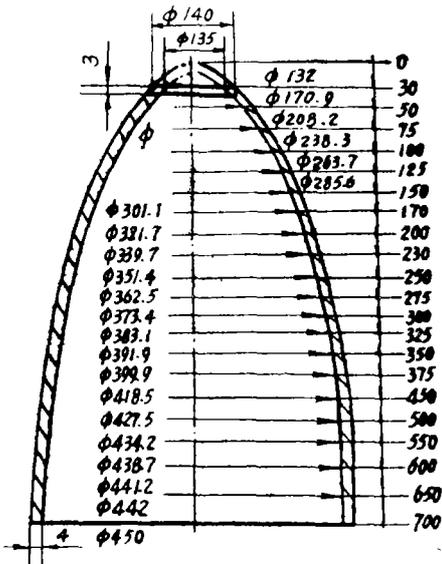


图 1 弹头壳体

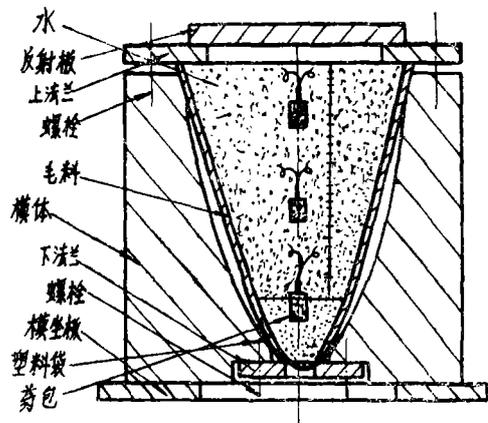


图 2 弹头壳体爆炸成形工装

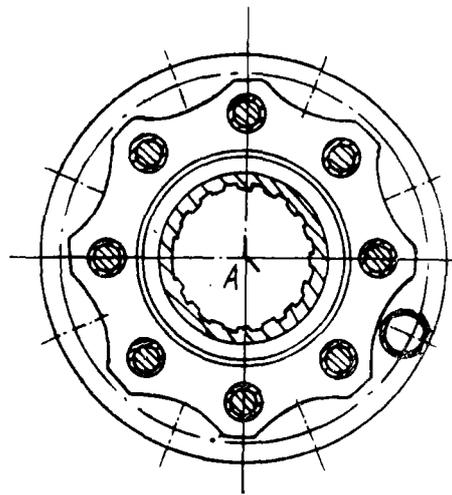
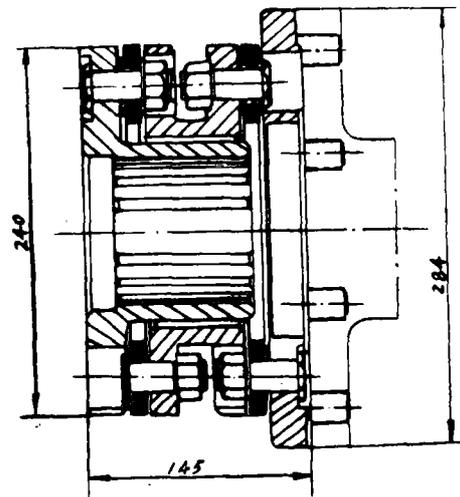


图 11