

挠性膜片联接在船舶功率分支传动系统中的应用

戴培明

(哈尔滨船舶锅炉轮机研究所)

〔提要〕国内船舶推进装置中,某些功率分支传动系统经常发生一级推力轴承烧损事故。本文对该传动系统的结构及其在运行中出现的问题进行了分析,并提出用新型的挠性联接代替目前使用的联接型式。还论证了采用挠性联接的可行性。

主题词 膜片 联轴节 挠性传动装置

一 前 言

为了满足大功率大扭矩的要求,传动系统由单点啮合向多点啮合方向发展。功率分

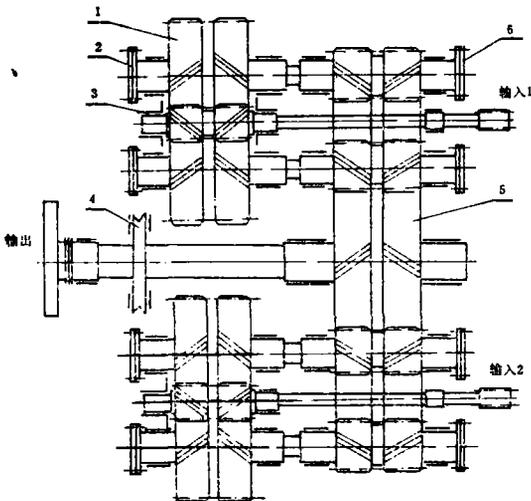


图1 功率分支传动系统

1. 一级大齿轮 2. 联动轴 3. 一级小齿轮径向止推轴承
4. 主推力轴承 5. 二级大齿轮 6. 齿形联轴节

二、船舶功率分支传动系统结构及其故障产生的原因

功率分支传动系统可以最大限度地减少齿轮的模数,使减速箱的体积和重量大为减少。图示轮齿为人字齿,为保证各齿轮负载的均匀性,在一级大齿轮与二级小齿轮间采

用形式是应用比较普遍和成功的传动形式。图1是简化了的典型的功率分支系统。一级小齿轮支持轴承具有止推面,二级大齿轮与主推力轴承的推力盘联在一起。在使用过程中,多发生一级轴承推力面烧损事故。检查联轴节(齿形联轴节)齿面,发现链轮齿面有严重擦伤及胶合现象,从而影响了在航率。为此本文进行了分析并提出解决问题的办法。

本文收到日期:1987年4月2日,改稿1987年8月7日

用联轴轴及齿形联轴节与其相连，联轴节的齿面润滑为飞溅润滑。

由图1可以看出，二级大齿轮主推力轴承承受桨轴的全部推力，而一级小齿轮的支持轴承推力面主要起限制小齿轮轴向位移的作用。由于主推力轴承选用可倾瓦块式推力轴承，因此轴承的推力面与推力盘的间隙取得较大。小齿轮的推力轴承，承受由于船舶的变速及船体的纵倾而产生的轴向力，推力面间隙取得较小。当二级大齿轮被桨轴推动时，可在其允许的轴向范围内串动，同时通过二级小齿轮带动一级大齿轮与一级小齿轮作轴向串动。当一级小齿轮的端面靠紧轴承推力面时，二级大齿轮仍在继续作轴向移动。原设计意图是一、二级齿轮轴向的相对位移应由齿形联轴节补偿。以我国某船为

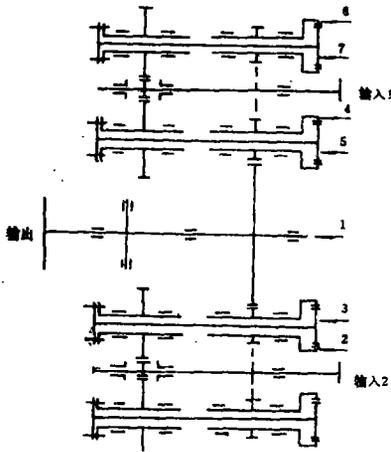


图2 轴向串动量测点布置图

例，在功率分支传动系统中采用齿形联轴节把联轴轴与二级小齿轮联接在一起，齿面润滑不充分，齿面的摩擦性质多为半干摩擦，由于齿面的摩擦而传递的轴向力作用到一级轴承推力面最大压强为294.2—392.3kPa (3—4 kgf/cm²)，此值远远小于轴承合金的许用压强。由此可见，选择此种结构型式是合理的设计。这种联接型式在陆用机械传动中常见，比如大功率低转速的水泥磨机主减速齿轮箱及蔗糖轧机减速箱中的联轴齿形联轴节。但船用功率分支传动系统中使用齿形联轴节，曾发生多起一级轴承推力面烧毁现象。为了分析损坏的原因，对某船的传动系统作了大量的静态及动态测试，试验测点见图2，各齿轮轴的轴向串动量测试结果见图3(a、b)

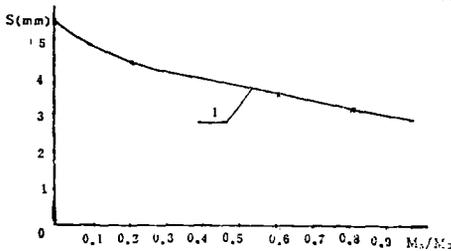


图3 (a) 二级大齿轮轴向位移(测点1)

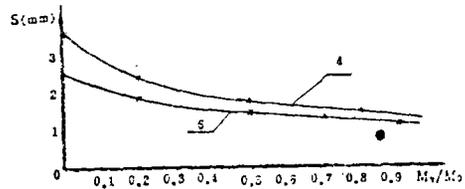


图3 (b) 联轴节内外齿轴向位移(测点4、5)

由图3(b)可以看出，随着扭矩的增加，内外齿的相对滑移量减少，当负载为额定值一半左右时，内外齿相对滑移量接近零，因而螺旋桨的推力可以通过卡滞的内外齿面传至一级轴承上，从而引起一级轴承推力面烧毁。为了减少齿面卡滞的影响，可采用各种措施，如提高轴承推力面的承载能力，或者改善联轴节中相对滑动表面的金属物理性能，减少摩擦系数，使之有利于相对滑动。但这些方法都不能从根本上解决轴承推力面烧损问题。

根据故障产生原因的分析，首先应在一级轴瓦上消除螺旋桨的推力，即利用中间环节吸收二级齿轮的轴向串动量。

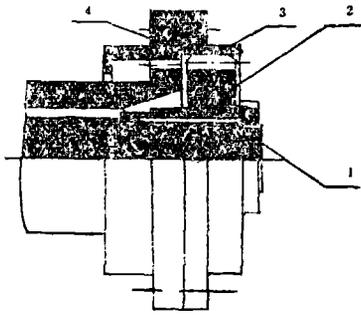


图 4 齿形联轴节

三、膜片联轴节用于船舶动力装置功率分支系统的可行性分析

船舶动力装置功率分支传动系统一级与二级传动的联接一般都采用齿形联轴节。齿形联轴节是联轴节中性能较好的一种联接件，它适用于高转速并能传递较大的扭矩。在功率分支传动系统中选用齿形联轴节，主要是用其可轴向位移补偿的功能。在该系统中使用单套齿结构，结构形式见图4，其中链轮固定在联动轴上，而联动轴的另一端通过法兰与一级大齿轮相联接，正常情况下，齿环与链轮轴向无约束。从前面试验分析可知，在大扭矩时联轴节内外齿面常常发生卡滞现象，失去了补偿轴向位移的功能。如果用挠性膜片联轴节代换齿形联轴节，将能克服以上缺点。

膜片联轴节是一种发展较晚的新型联轴节，在联轴节中各零件相对静止，无摩擦无噪音。传扭元件是数片薄的金属片叠合而成的膜片组，具有小的轴向刚度和大的扭转刚度，适用于各种旋转机械的联接。

在国外，膜片联轴节应用很普遍，并已经形成系列化标准化，在军舰中多用于主机与减速器的外部联接，如英国的“州”级导弹驱逐舰及“黑木”级舰等。

膜片联轴节在我国首先用于石油化工系统的传动装置中，七十年代末用于内河船舶尾轴联接中。八十年代初在大功率的船用燃气轮机后传动装置中开始选用了膜片联轴节。经过部件及整机试验和应用，性能均已达到设计指标。实践证明，膜片联轴节是高转速大功率传动装置理想的联接元件。

目前在泵、风机及齿轮箱与原动机的联接中都采用双膜片组结构。在功率分支传动系统中，由于联动轴与齿轮同轴转动，传动轴一端采用刚性法兰与一级大齿轮联接，而另一端只采用单膜片组联轴节与二级小齿轮联接就能满足使用要求。以膜片联轴节代替齿形联轴节之后，各齿轮的负荷分配规律基本不变，即功率分支均载特性不变。由联轴节联接的传动系统中，由于二级小齿轮的轴向位移而引起膜片组弹性变形很小，膜片在小变形时，其轴向刚度按下式计算^[1]，

$$C_a = \frac{8Z \cdot n \cdot E \cdot l}{L^3} \cdot \frac{u^3}{u - \operatorname{tgh} \cdot u}$$

膜片的角偏斜的最大刚度按下式计算^[1]，

$$C_{\alpha \max} = \frac{2p_1' H' \cos \alpha}{\alpha} \cdot Z$$

轴向位移及角位移量根据安装部位不同而有所要求，如“某船”选用膜片联轴节代

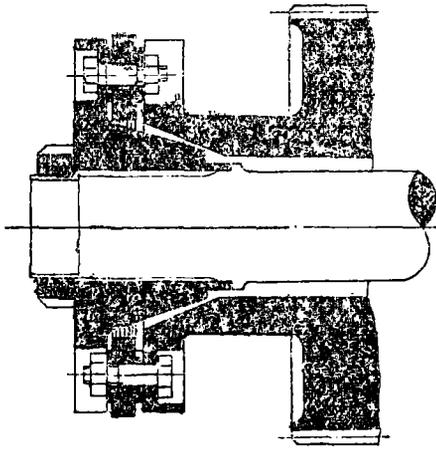


图 5 功率分支系统膜片联轴节结构

齿形联轴节后(膜片联轴节的结构见图5), 轴向位移及角位移分别取 $\pm 2\text{mm}$ 及 $\frac{1}{2}^\circ$ 即可满足使用要求, 其中由于膜片变形力作用到一级推力轴承时, 产生的压强小于 196.13 kPa (2kgf/cm^2), 从而保护了一级推力轴承使其使用寿命延长。

四、结 束 语

随着越来越多的膜片联轴节被装机使用, 其优点被不断地认识。目前齿形联轴节仍然是使用最多的联结型式之一, 但在船体变形, 特别在齿面光洁度欠佳的情况下, 经常会发生齿面卡滞擦伤现象, 而失去了良好的轴向位移补偿作用。对于高转速大功率的船用齿轮箱, 选用膜片联轴节作为联接元件, 就能克服这些弱点而取得令人满意的效果。

参 考 文 献

- [1] 洪成文: 膜片联轴器挠性元件刚度计算 《热能动力工程》1986.6 P32-39

Application of Flexible Diaphragm Coupling in Dual Power Distribution Marine Gear Systems

Dai Peiming

(Harbin Marine Boiler & Turbine Research Institute)

Abstract

In view of the fact that there have been frequent burnout failures of primary thrust bearings in power distribution gearing systems of marine propulsion installations, the author made an analysis of the structure of this type of gearing with some problems encountered during operation being discussed. A new type of flexible coupling in place of those presently used is proposed, and the feasibility of using flexible couplings studied in detail.

KeyWords: Diaphragm Coupling Flexible Transmission gear