

576213

船用柴油机轴承

楼良鸿 编著



人民交通出版社

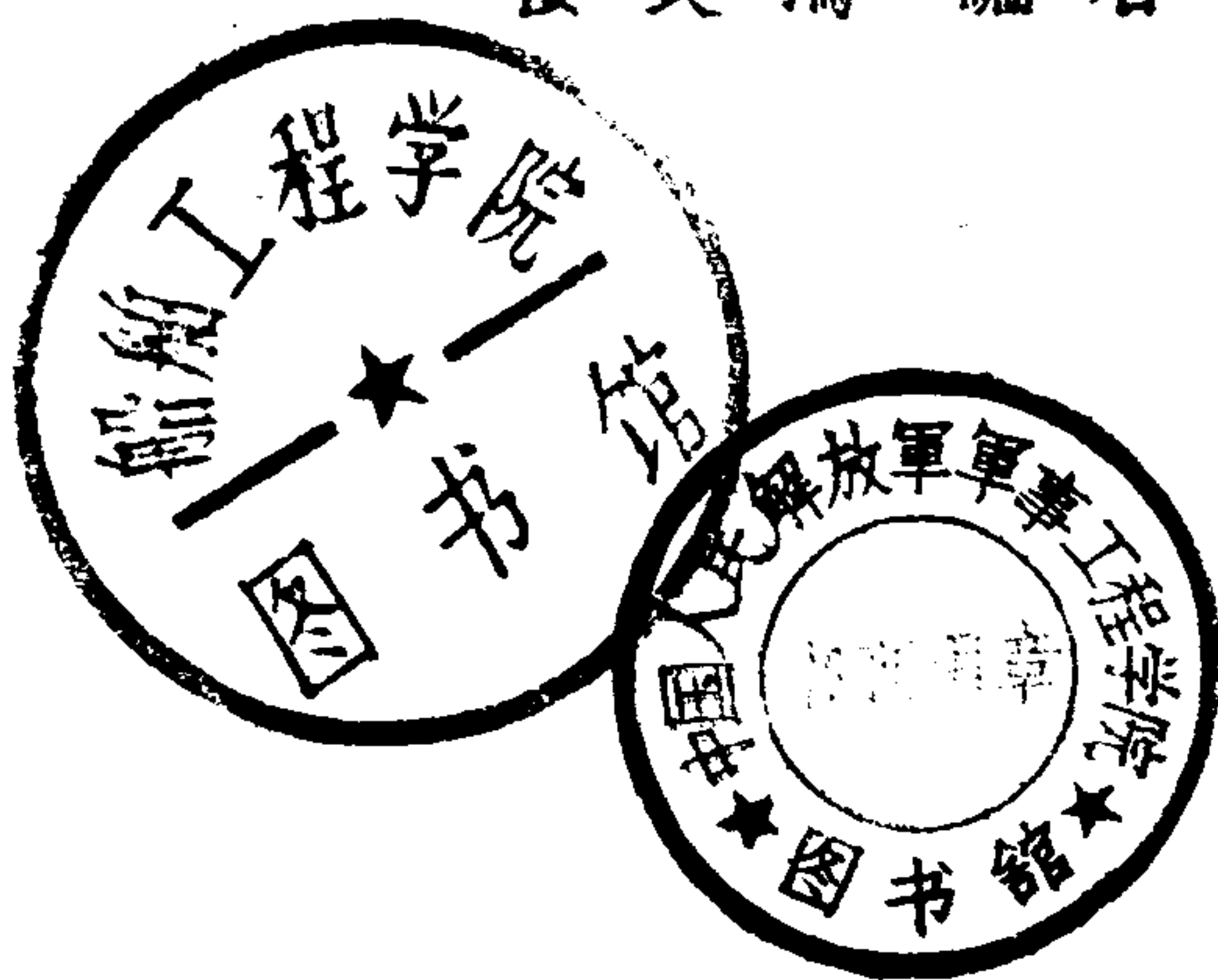
Y543.44 4933

376213

18669

船用柴油机轴承

楼良鸿 编著



人民交通出版社

这是一本专门讨论船用柴油机的主轴承与曲柄销轴承的书，除对船用柴油机常用的铜铅合金轴承与锡基白合金轴承的制造与修理工艺过程作了较详细的叙述外，对轴承的检验、安装、调整、维护以及轴承与曲轴等运动部件校中的关系也作了较详细的介绍。

本书可供轴承制造与修理工作者、修理船用柴油机的较高级钳工、初级技术人员、船舶轮机人员和大专学校船机修造专业的学生参考。

D/55/02

船用柴油机轴承

楼良鸿 编著

*

人民交通出版社出版

(北京安定门外和平里)

北京市书刊出版业营业许可证出字第〇〇六号

新华书店北京发行所发行 全国新华书店经售

人民交通出版社印刷厂印刷

*

1965年6月北京第一版 1965年6月北京第一次印刷

开本：787×1092 $\frac{1}{32}$ 印张：5 $\frac{1}{2}$ 张 插页2

全书：116,000字 印数：1—2,400册

统一书号：15044·6253

定价(科六)：0.80元

目 录

序言	2
第一章 船用柴油机轴承的基本知識	5
第一节 轴承的构造	6
第二节 轴承的潤滑、磨損与轴承材料	12
第三节 轴承的間隙	22
第二章 軸瓦的制造	27
第一节 銅鉛合金軸瓦的制造	27
第二节 巴氏合金軸瓦的制造	90
第三章 軸承磨損的測量与安装	135
第一节 軸承磨損的測量	135
第二节 軸承的安装	143
第四章 軸瓦的修复	159
第一节 軸瓦需要修复的一般情况	159
第二节 軸瓦的修复方法与修复实例	159
第三节 白合金的焊补	164
第五章 軸承的維護	167
第一节 軸承損坏原因的簡單分析	167
第二节 軸承的維護	172

序 言

軸承是柴油机最重要最基本的零件之一（指主軸承与曲柄銷軸承）。軸承制造与安装的质量，直接影响着柴油机的运转性能与各主要零件的使用寿命。随着柴油机制造事业的迅速发展，有关軸承的各项問題，已愈来愈为許多有关部门所重視。

軸承又是柴油机中技术性很高的零件。为了保证軸承的质量，在浇鑄和加工工艺上都需对每一种軸承配备必要的专用工艺装备。但对修造船厂來說，軸承的制造过程不可能像成批制造厂那样有极其細致的工艺分工，为此，如何改进軸承的制造工艺以适应修船厂单件生产的特点，則是一个需要解决的問題。另一方面，由于旧中国的工业异常落后，对軸承的研究与試制工作还是在解放后才开始的，这一方面积累的經驗还不够丰富，国内制造軸承的水平也較低，因此，积极交流軸承的制造經驗，探討出一种适合单件或小批生产特点的工艺方法，无疑是有十分重要的經濟意义的。

鉴于上述情况和目前缺少有关这方面的較有系統的参考书籍，作者根据工厂的实践，并汇集有关資料，編成本书，希能达到抛砖引玉之目的。

本书主要叙述了船用柴油机常用的两种軸承，即銅鉛合金軸承和錫基白合金軸承在单件或小批生产条件下的制造工艺过程。由于本书主要是供讀者在制造时作参考的，故叙述較为詳細，并举出較多的制造实例。书中的第三、四、五章是专为船厂的較高級鉗工、初級技術人員、船舶輪机人員而編写的，重

点介绍了轴承的测量、安装、调整、维护等，目的是使这方面人员能正确掌握柴油机在修理和管理中的关键。另外，为使读者对轴承获得全面了解，故在第一章中叙述了轴承的润滑、磨损以及轴承材料等方面的基本概念。

作者虽尽最大努力叙述有关问题，但由于水平所限，很可能不能满足读者的要求，错误也一定很多，盼望读者给予指正和批评。

作者在编写本书过程中，曾获得领导同志的鼓励和帮助。陈德祿工程师在百忙中对本书进行了审阅，邵桂生等同志对本书轴承制造部分提出不少意见和建議，廖云汉总工程师对本书进行了詳細評閱，特此一併表示感謝。

樓良鴻 1964年1月于上海

第一章 船用柴油机轴承的基本知識

內燃机中所用的轴承不外乎两种，一种是滚动轴承，另一种是滑动轴承。滚动轴承一般仅用在少数小型高速发动机上，当磨損时不能修理，只能換新；而滑动轴承則允許修复数次，在各种发动机中使用极为普遍。

滑动轴承作为发动机的主轴承、曲柄銷轴承、推力主轴承、活塞銷轴承、十字头銷轴承、搖臂轴承等时，按照軸与轴承相对运动的不同規律，可有迴轉轴承（如主轴承）与搖摆轴承（如活塞鎖轴承）之分。

近年来，随着內燃机制造工业的迅速发展，对內燃机的每个零件相应提出了更高的机械負荷与热負荷的要求，作为发动机最重要、最基本組成部分的主轴承与曲柄銷轴承尤其如此，因为它们直接影响到发动机的運轉性能，而且发动机所产生的故障以及主要零件的加剧磨損，在很大程度上都是由于这种轴承的疵病所引起。如一般常見的由于轴承的損坏和不均匀磨損，造成气缸套、活塞、活塞环迅速剧烈的磨損、燃油消耗量增加、严重的敲缸、曲軸挠曲变形甚至折断等情况。

若使发动机經常保持良好的運轉状态，延长发动机的检修周期，就可相应获得更大的經濟效果。从这点出发，提高轴承的使用寿命，尤其是大型船舶內燃机轴承的寿命，可获得显著的經濟效果。但是轴承寿命的提高，除涉及构造設計与修造工艺的技术水平外，还必须充分注意到轴承的安装、检修、調整以及日常的維護保养工作。

第一节 轴承的构造

1. 主轴承的构造

主轴承是支承曲轴的径向力的。

主轴承由轴承座、轴瓦、轴承盖和螺柱等零件组成。在船用柴油机中，主轴承一般有正置式和倒挂式两种。一般都采用正置式主轴承，而倒挂式主轴承差不多都用在轻型或中型高速发动机中。图1-1所示是大功率低速柴油机的主轴承，是一种正

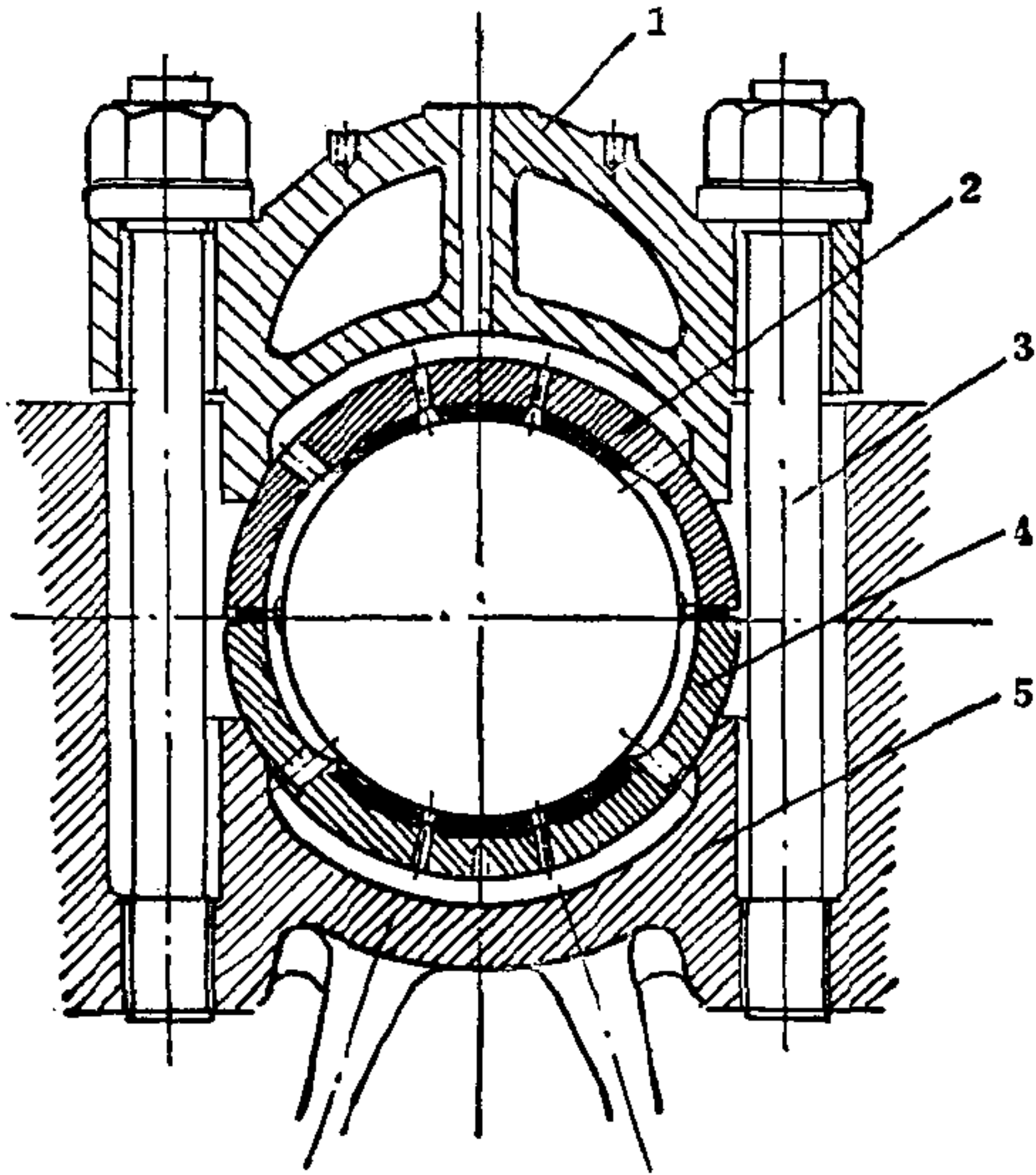


图1-1 正置式主轴承的构造

1-轴承盖；2-上轴瓦；3-螺柱；4-下轴瓦；5-轴瓦座（机座）

置式主轴承的典型结构。从图中可看出，轴承座就是机座的一部分。下半块轴瓦置放在轴承座上，其上装有上半块轴瓦和轴承盖，并用两根螺柱紧固。主轴承盖的材料采用铸钢，也有用铸

铁的。为了更好地把主轴承所承受的侧压力传给机座，并可在安装时作定位之用，轴承盖的两侧面是和轴瓦座两内侧面精密配合的，并和机座用螺柱旋紧后一起镗出轴瓦座孔。由于镗轴瓦座孔是按加工后的机座平面作基准的，故轴瓦座孔的中心线是与机座平面平行的，故一般在修整轴瓦座孔时都是以机座平面为基准。

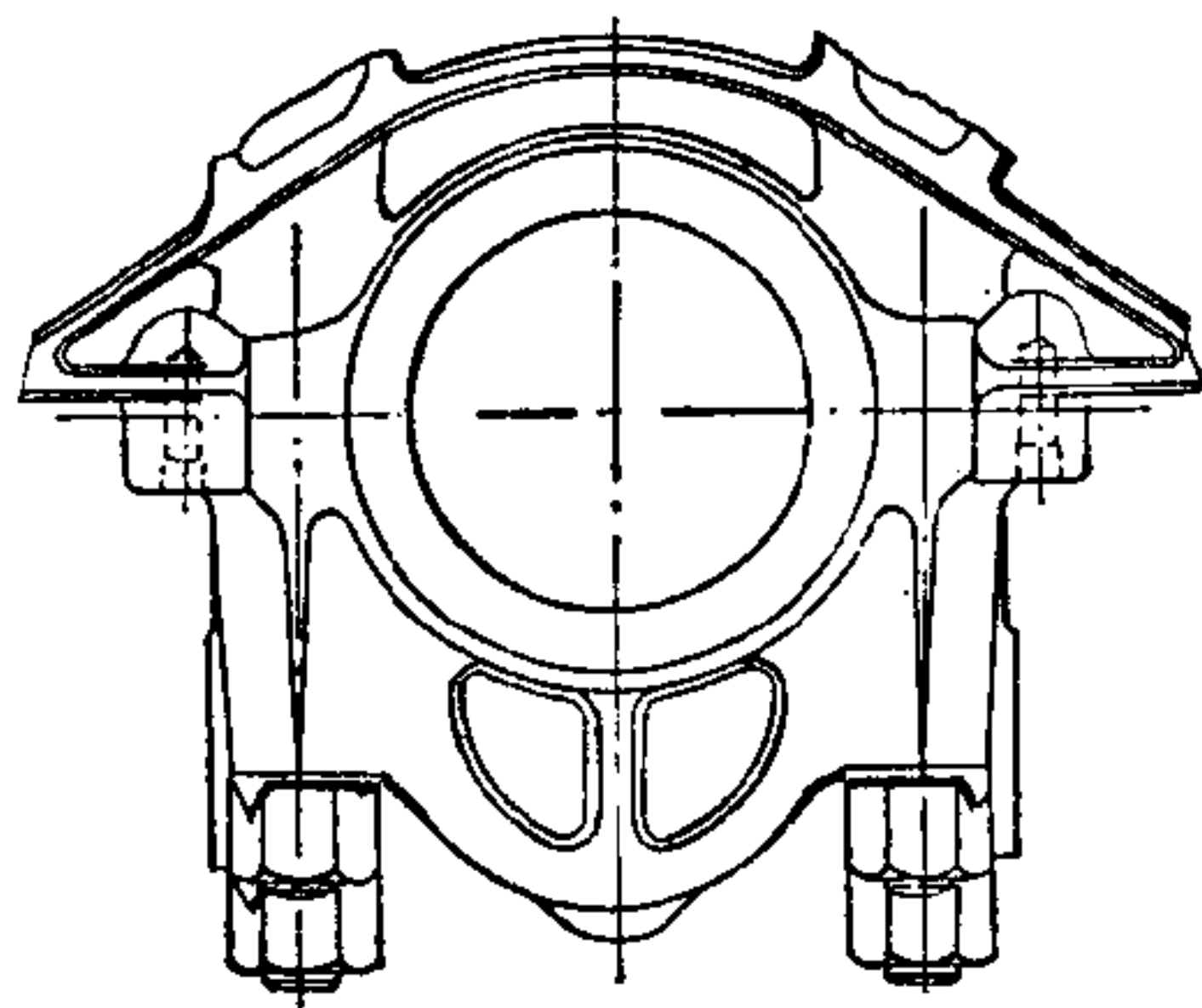


图1-2 倒挂式主轴承的构造

图1-2所示是一种船用倒挂式主轴承的典型构造。从图

中可看出，它的轴承盖是支承曲轴的，故轴承盖与轴承螺柱上的受力很大。由于这种结构的刚性不强，故对轴瓦磨损有很大影响。但它的最大优点是在修理曲轴或轴承时不需拆除很多部件，只要拆下重量较轻的油底壳就可进行工作。另一方面，如上所述，采用倒挂式结构的一般都是轻型高速发动机，故在修理曲轴或轴承时，常将整台发动机倒置，检修尤觉方便。

主轴承的轴瓦一般都用铸铁、铸钢、锻钢或铸铜作为瓦底，在瓦底内表面浇敷一层减磨合金，减磨合金与瓦底须有很高的粘合强度。由于轴瓦都制成半圆形，故在修理或检查时一般可不必将曲轴吊起即能将轴瓦借用特殊工具从轴瓦座中转出来。

通常我们把轴瓦分为两种：一种称为厚壁轴瓦，这种轴瓦单是浇敷在瓦底的减磨合金就有5~8毫米左右，轴瓦总厚度在20~50毫米之间，大多用在低速大型发动机上；另一种称为薄壁轴瓦，其轴瓦壁厚一般有3~6毫米和0.8~3毫米两种，而其减磨合金的浇敷层分别为0.5~1.5和0.25~0.7毫米，薄壁

环形油槽后，軸瓦的承压面积减少，即軸瓦单位面积承受的負荷增大，故很多类型发动机在下軸瓦都不开环形油槽，而仅在上軸瓦开环形油槽，其理由当然是下軸瓦所受的負荷要比上軸瓦大得多。

2. 曲柄銷軸承的构造

曲柄銷軸承也称連杆大端軸承，根据結構形式可分为两种，一种是軸瓦式，即将軸瓦安装在連杆大端孔中，另一种不用軸瓦，而是将減磨合金直接浇敷在連杆大端孔中。图1-4所示是一种无軸瓦式結構形式（直接浇敷式）。

有軸瓦式結構有許多优点，主要是当軸瓦磨損、損坏或需进行检修时調換方便，且可携带备件。現代新型高速柴油机几乎都采用一种薄壁式的軸瓦結構形式。由于薄壁式軸瓦本身的精度很高，也由于連杆大端孔和曲柄銷頸的精确加工，故当軸瓦装妥在連杆大端孔中后，軸瓦不需进行修刮，就能与曲柄銷頸很好配合，并能符合互换性要求，故大大

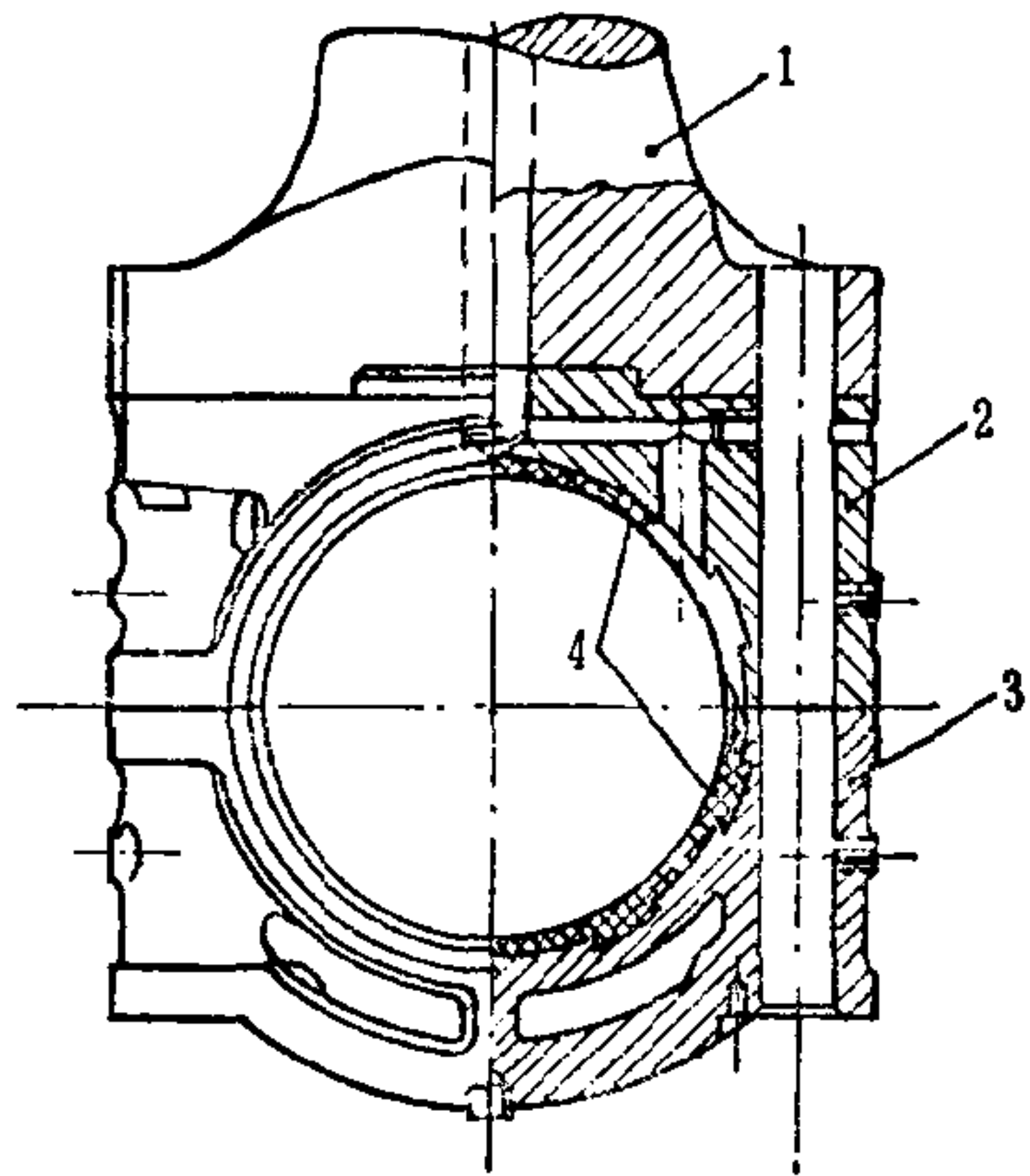
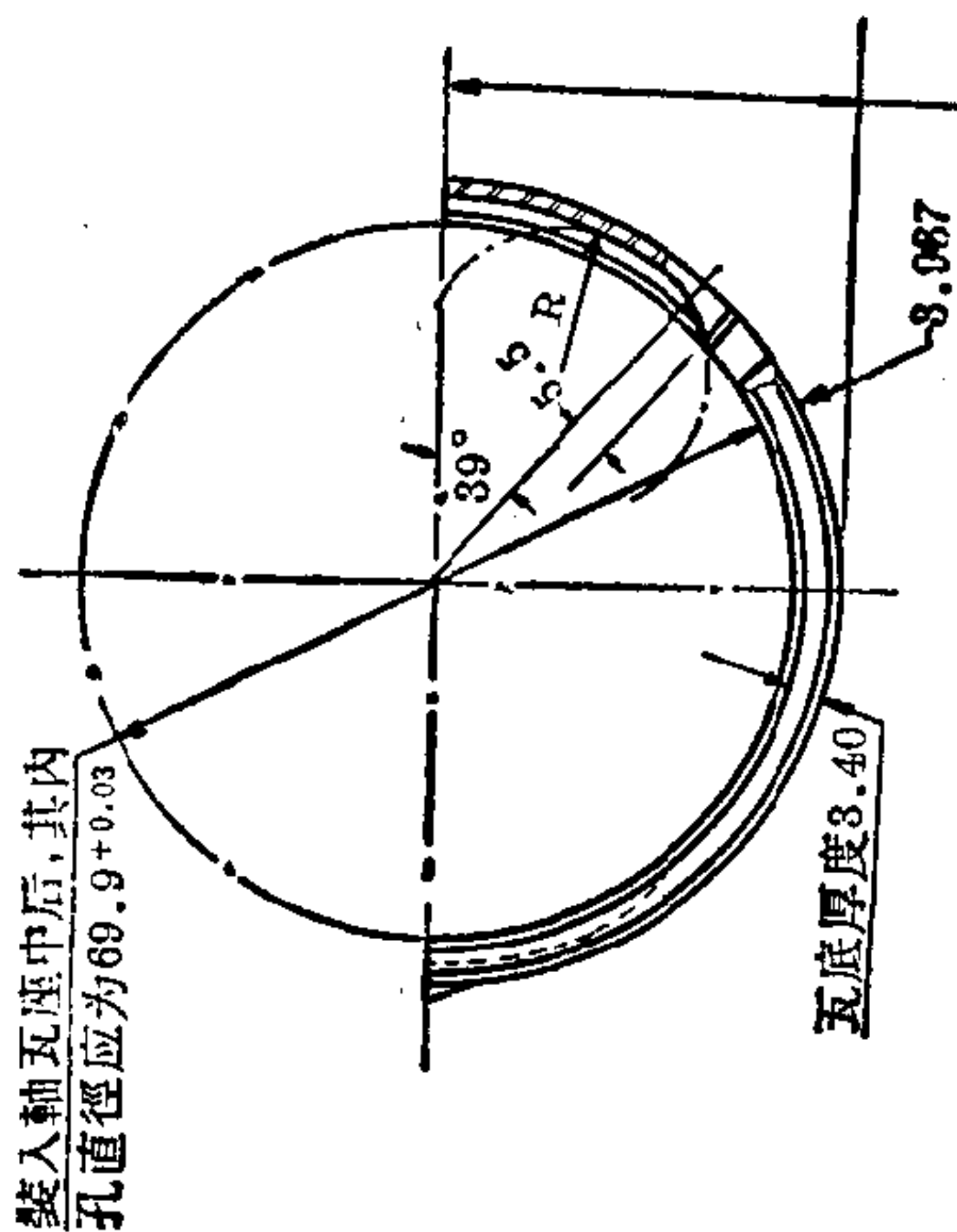
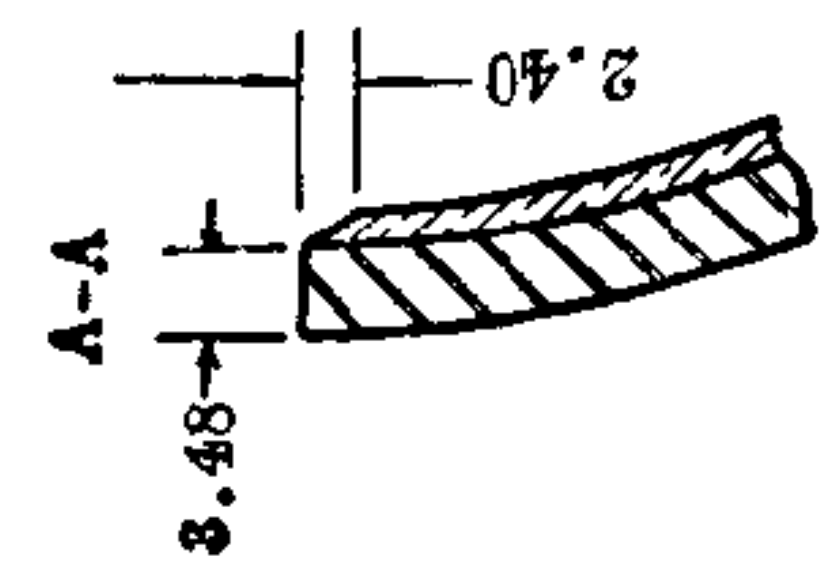


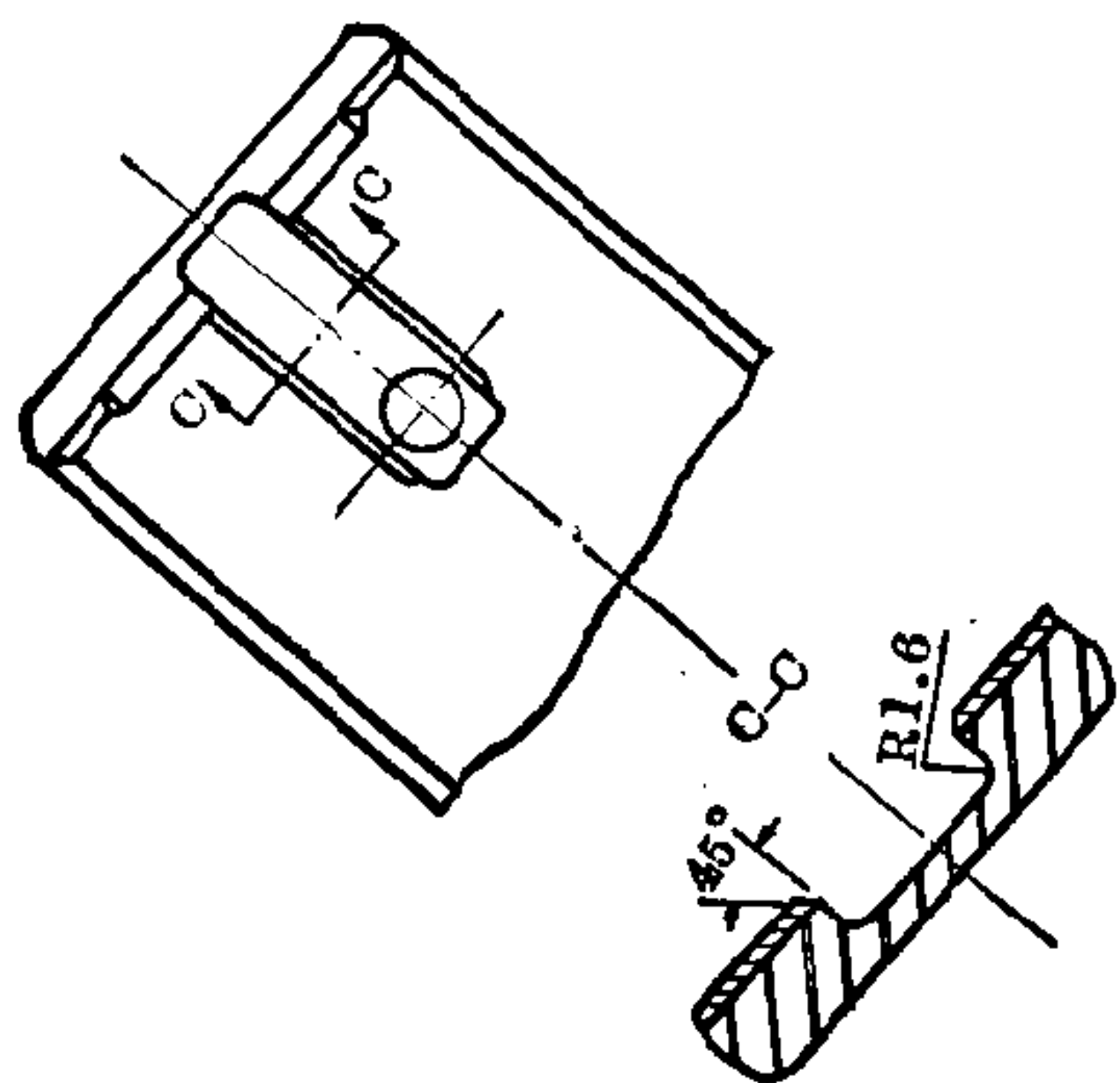
图1-4 无軸瓦式曲柄銷軸承

1-連杆；2-上軸承；3-下軸承；4-白合金浇鑄層

減少了修刮軸瓦的輔助時間。但是要使大型发动机的曲柄銷頸和連杆大端孔达到很高精度是較为困难的，故互换性的薄壁軸瓦絕大多数用在中小型高速发动机上，而大型低速船用发动机一般采用直接浇敷式結構，它和軸瓦式結構比較，虽不能达到軸瓦式結構的优越性，但也有其一定的优点，主要是把減磨合



装入 $\phi 77.80$ 的轴瓦座中,以1130公斤之力
压在轴瓦一边,对边紧靠定位肩,轴瓦接合
平面应比轴瓦座平面高出 $0.025 \sim 0.05$ 毫米



B-B冲定位唇前

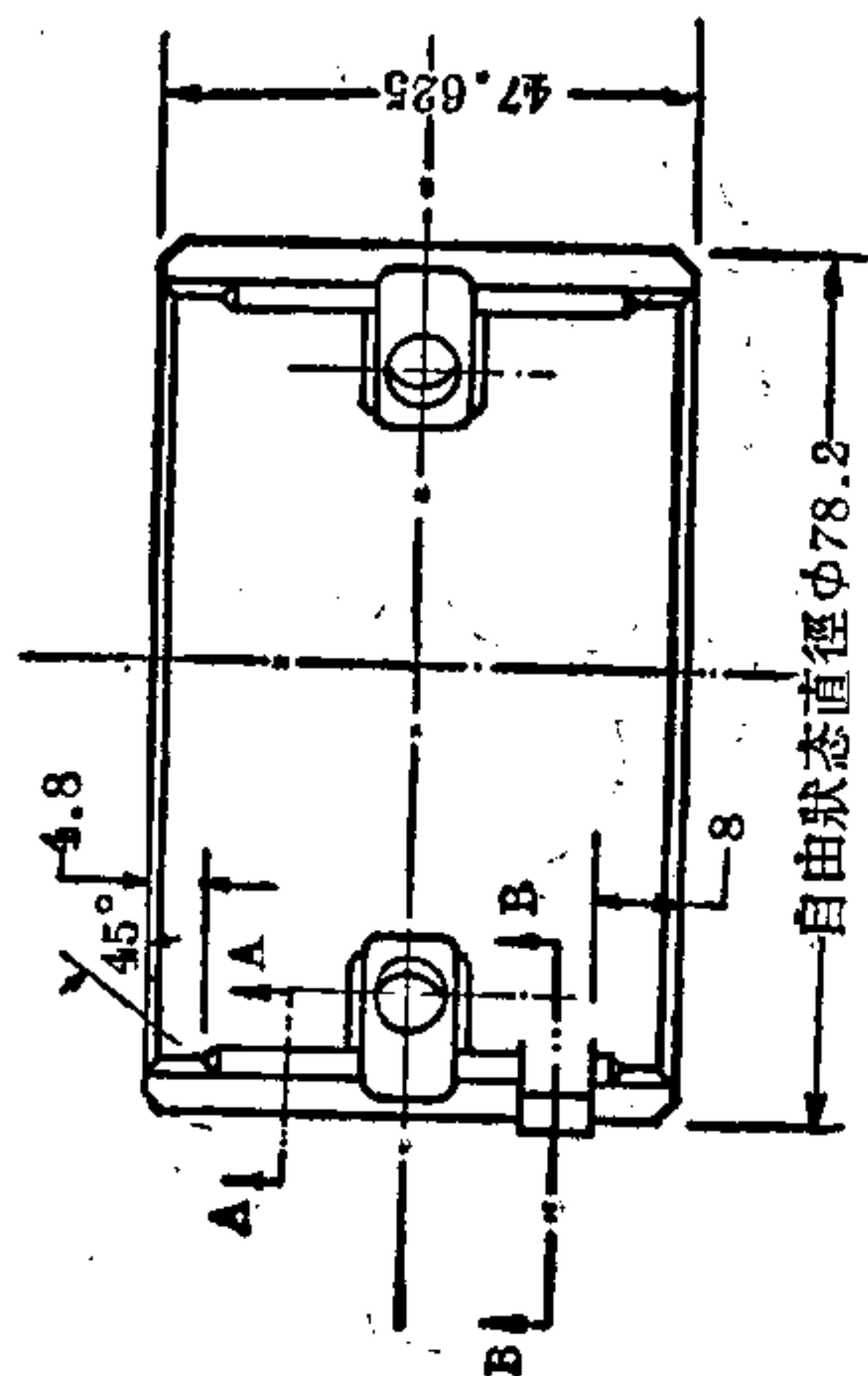
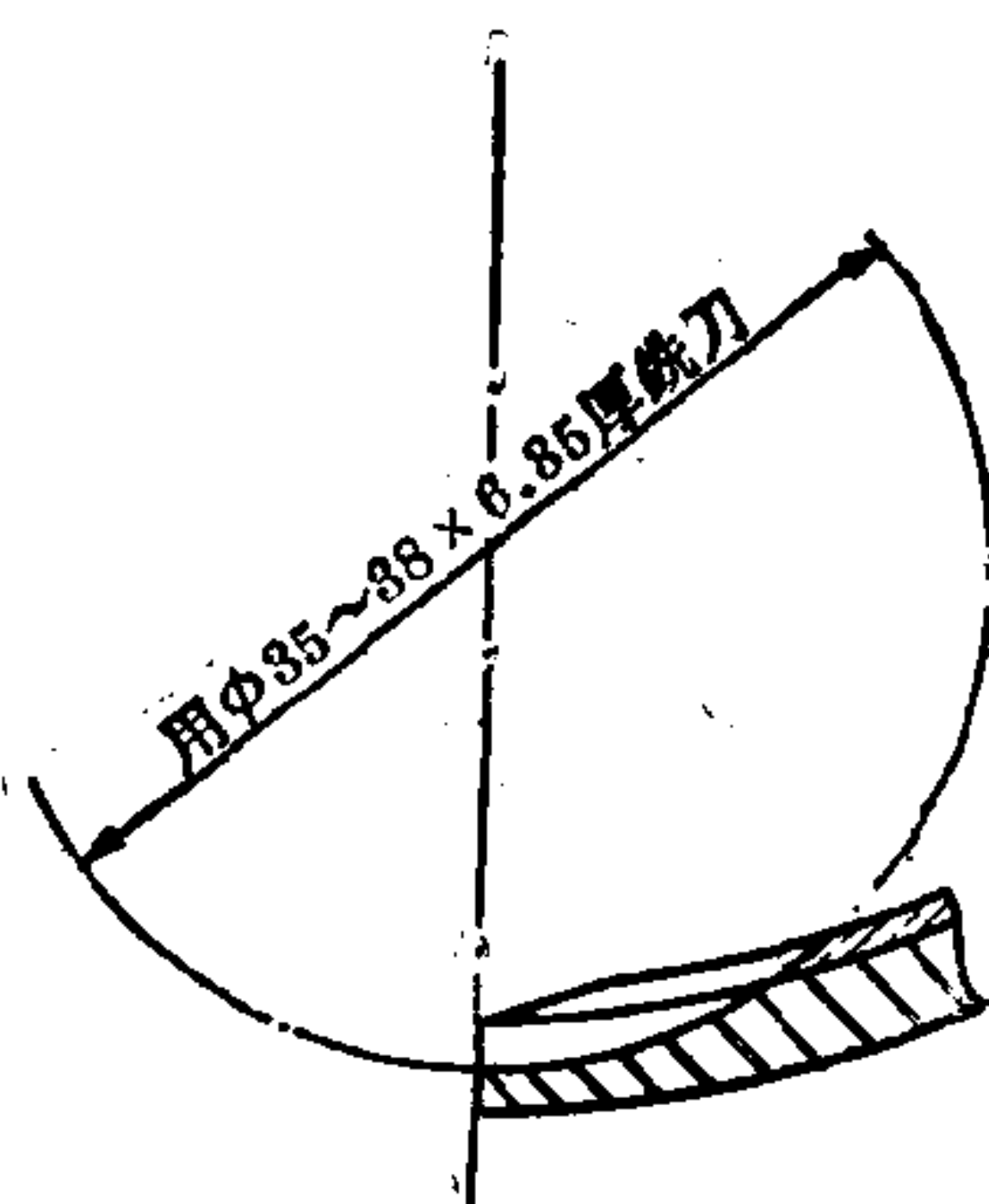


图1-5 薄壁式轴瓦的构造 (亚斯204柴油机连杆上轴瓦)

金直接浇敷在连杆大端时，散热情况要比轴瓦式的好，且可增大曲柄销颈的尺寸，以利于提高强度。

图 1-5 所示是薄壁轴瓦的一种典型构造，它是用强度高的低碳钢做瓦底，在瓦底内圆浇敷有一层很薄的减磨合金。从图中可看到它在自由状态下的外径大于装入轴瓦座时的外径（或连杆孔径），且装入后的外径也要比连杆孔直径大一微小公盈，故把轴瓦装入并旋紧螺柱后，轴瓦背面与连杆孔表面能很好贴附，这样既能保证轴瓦有良好的散热，又能达到与轴颈高精度的配合。

从图中可看到在瓦口平面压出一凸齿，称定位唇。它与连杆孔内的一凹槽相配后起定位和防止轴瓦旋转的作用。在一般

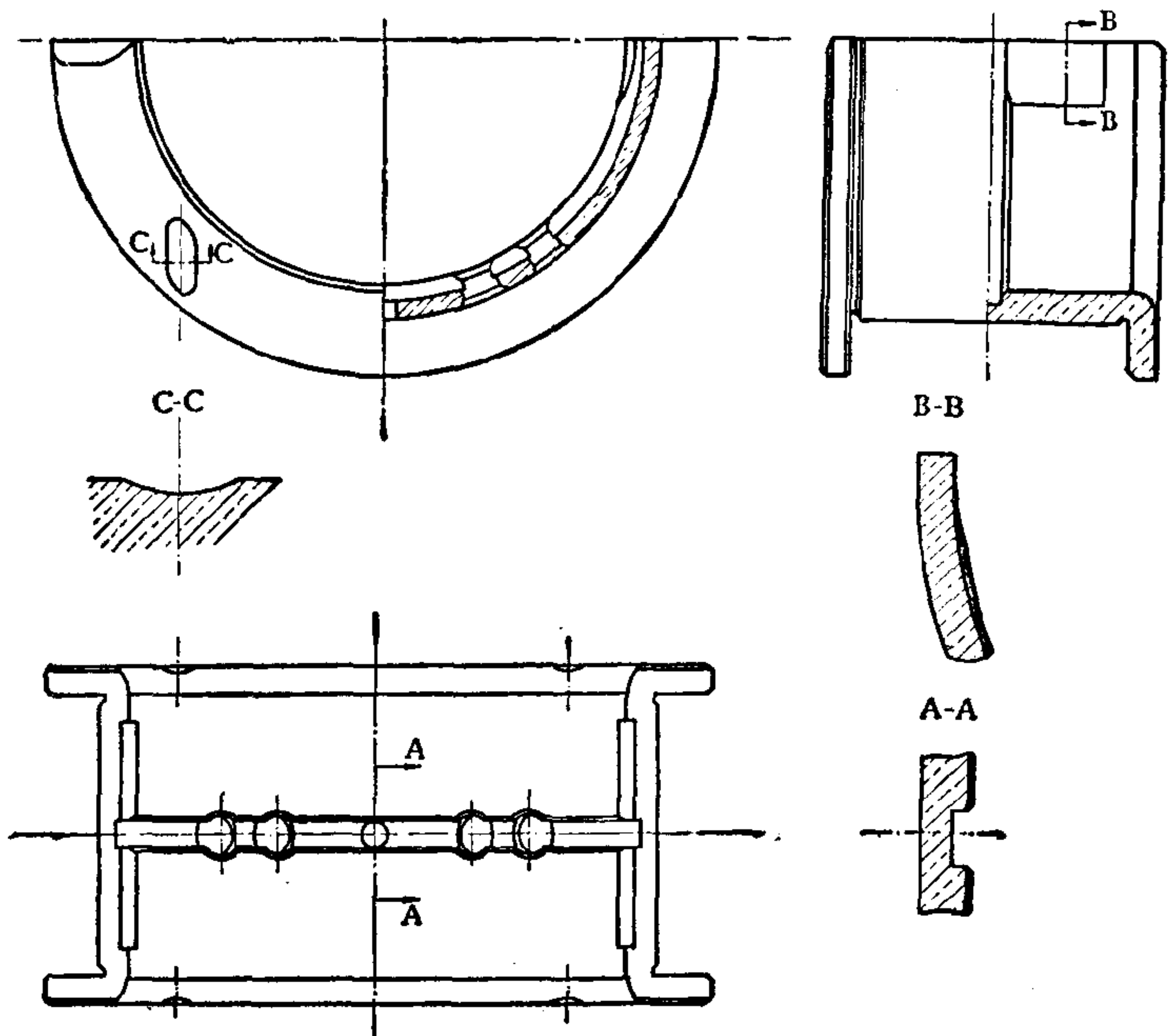


图1-6 薄壁推力主轴承的构造 (G.D.B-8柴油机主轴承翻边轴瓦)

情况下，环形油槽尽可能不开在上轴瓦而开在下轴瓦，因为上轴瓦所受的负荷大大超过下轴瓦。与曲柄销轴瓦相同，主轴瓦采用薄壁式结构也有其很大的优越性，且已广泛地使用着。

3. 推力主轴承的构造

在一般情况下，发动机主轴承的数目常比曲轴曲柄多一个，而最后一道主轴承的两边制有翻边，在翻边的平面上也浇敷有减磨合金，由于翻边的作用，可限制曲轴沿轴向移动，故称推力主轴承。

图 1-6 示出推力主轴承的结构形式。由于翻边的存在，无论浇铸减磨合金或进行机械加工，都比普通主轴承困难得多。

第二节 轴承的润滑、磨损和轴承材料

1. 润滑与磨损

轴承的润滑与磨损理论是研究有关轴承各项问题的基础。目前解决各项有关轴承的实际问题是以流体动力学的理论为依据的。

如图 1-7 所示，设有一固定物体 1 和一可移动物体 2。当具有稜状边缘的物体 2 在固定体 1 的表面移动时，其稜状边缘能将涂在固定体表面上的一层润滑油刮掉，使固定体表面与移动体表面发生直接接触摩擦，亦即达成半干摩擦或干摩擦程度。但当具有斜形边缘的物体移动时，由于斜势与润滑油相接触，因此在润滑油层中形成一定的压力，此种压

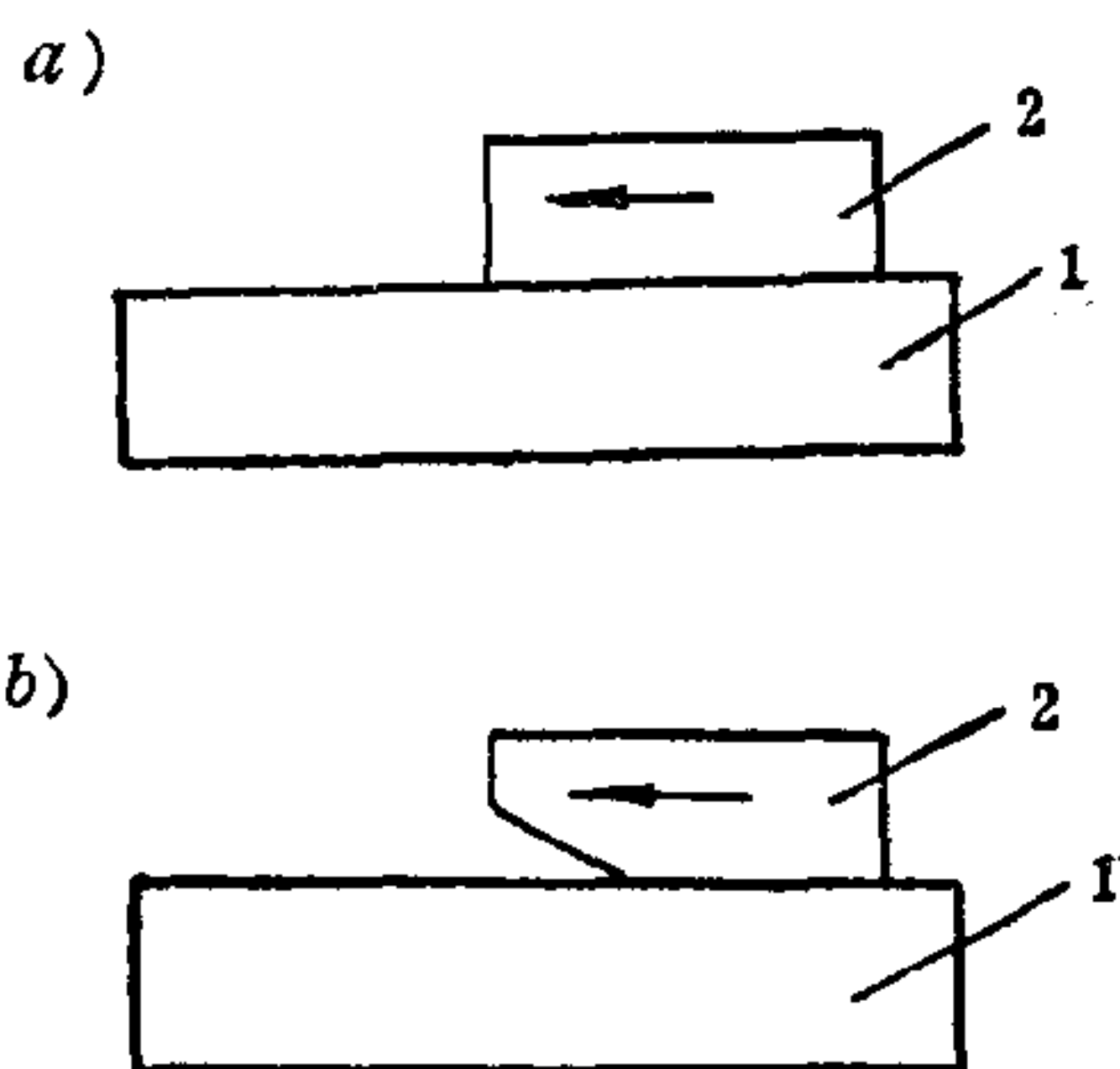


图1-7 固定物体与移动物体间的油楔作用

a) 移动物体具有稜状边缘；b) 移动物体具有斜形边缘

力将迫使潤滑油从固定物体与移动物体之間通过。显然，这种摩擦力由于潤滑油将二物体隔开而大大小于二物体直接接触时的摩擦力。

根据上述情况，可认为在移动物体与固定物体間隙中潤滑油流所产生的效应是移动物体的斜边和固定体之間的油楔作用。油楔作用是了解軸承各項問題的最基本概念。

当曲軸軸頸在軸承中旋轉时，同样能得到类似的現象。

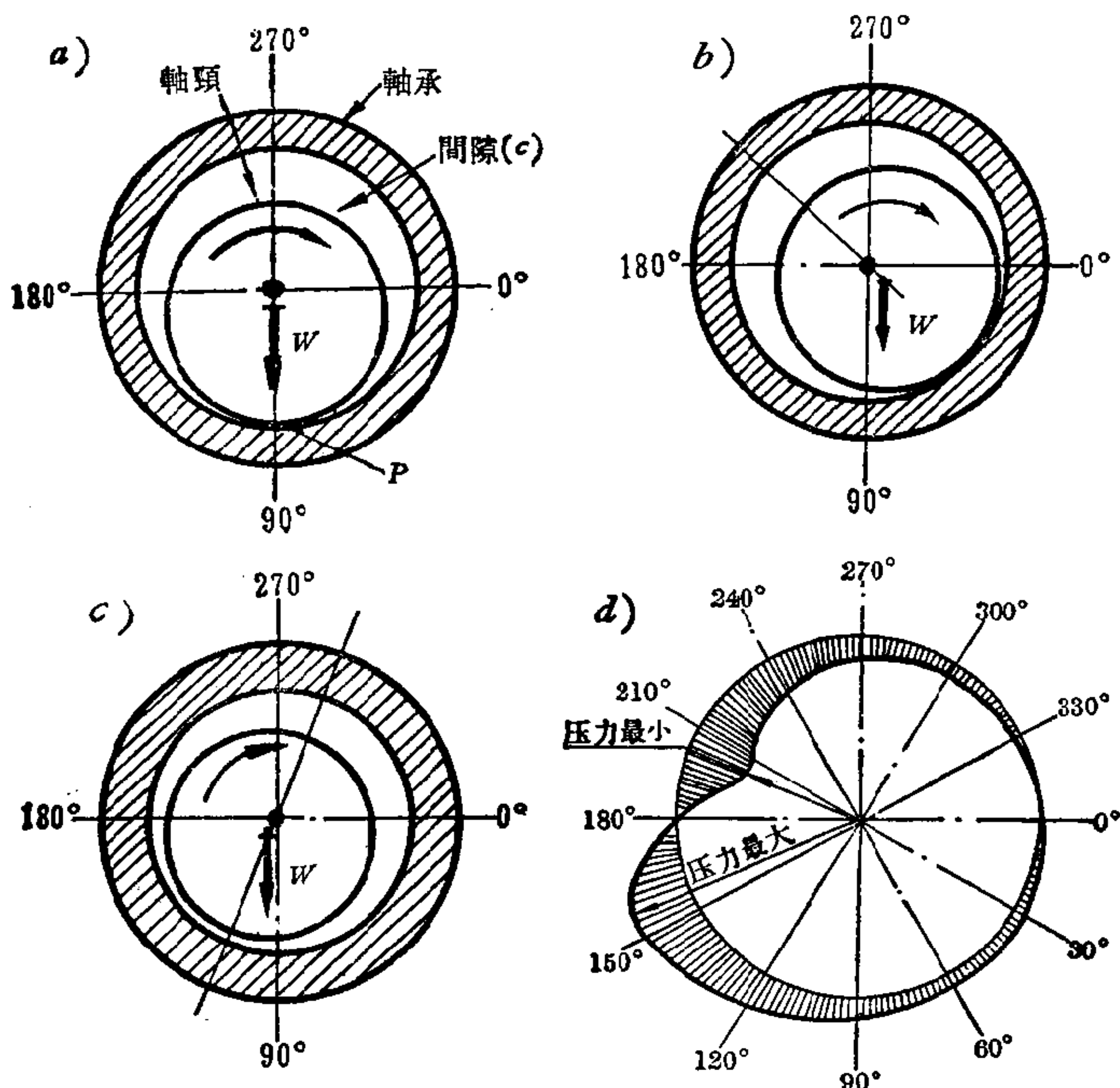


图1-8 軸在軸承中轉动时的油楔作用

图 1-8 a 所示是軸处在靜止的位置，其正常間隙为 C ，軸頸擱在軸承上，其接触点为 P 。当軸沿箭头方向旋轉时，軸頸右下方的軸頸与軸承的間隙便形成油楔（图 1-8 b）。由于潤

滑油有粘性，粘在軸頸表面上的潤滑油被軸帶着一起旋轉，并被迫从右面的間隙流入左面的間隙。由于軸頸不断旋轉，潤滑油遂源源不断地从右面流入左面，即形成油流。由于油流的影响，軸的右边的压力将大于左边的压力，在这二边压力不相等的情况下，軸頸势必要向上抬高并向左面移动，于是，軸頸中心与軸承中心的相对位置要发生变化，即軸頸是处于向上并向左傾斜的位置，此时，軸頸二边潤滑油的总压力互相平衡，而潤滑油向上的总压力（将軸頸抬高）与外部負荷 W 趋于平衡（图 1-8 c）。但潤滑油的压力是沿着軸頸变化的，如图 1-8d 所示，在最小間隙时压力最大。显然，在運轉情況下，軸頸与軸承不直接接触，故軸頸与軸承都不会磨損，其摩擦力的大小与軸頸和軸承的材料无关，只与潤滑油的粘度有关，即一般称为液体摩擦。如能获得純粹的液体摩擦，軸承即可无損地工作。当然，液体摩擦在实际運轉中几乎是不可能获得的，这是由于軸和軸承虽然經過很高的光洁度加工，但經仔細或放大来观察其表面，还能看到許多高低不平的現象，如图 1-9 所示，故当潤滑油膜很薄时，尤其是刚起动或停車时，这样薄的油膜

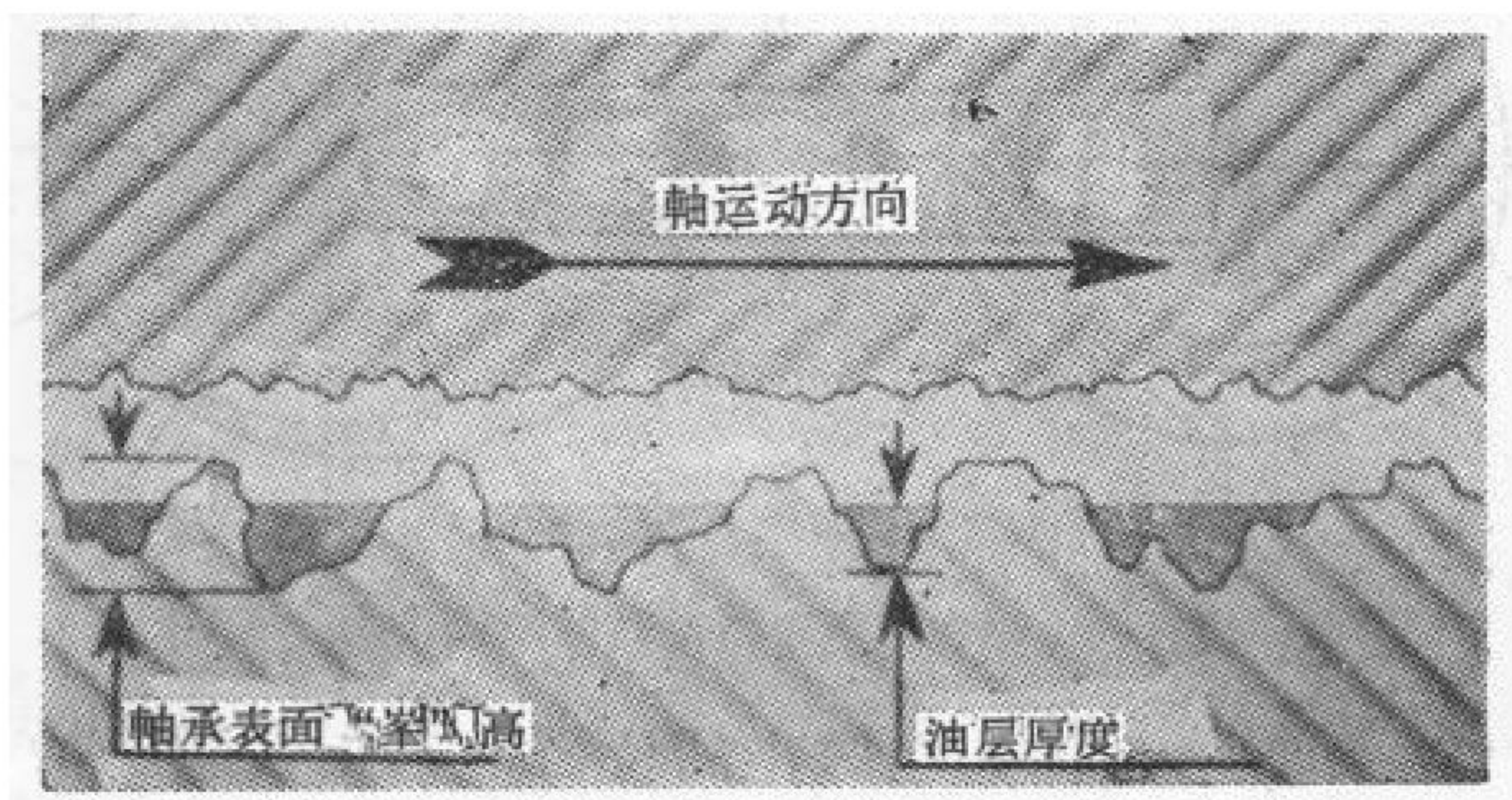


图1-9 軸承表面的“峯”常穿破油膜