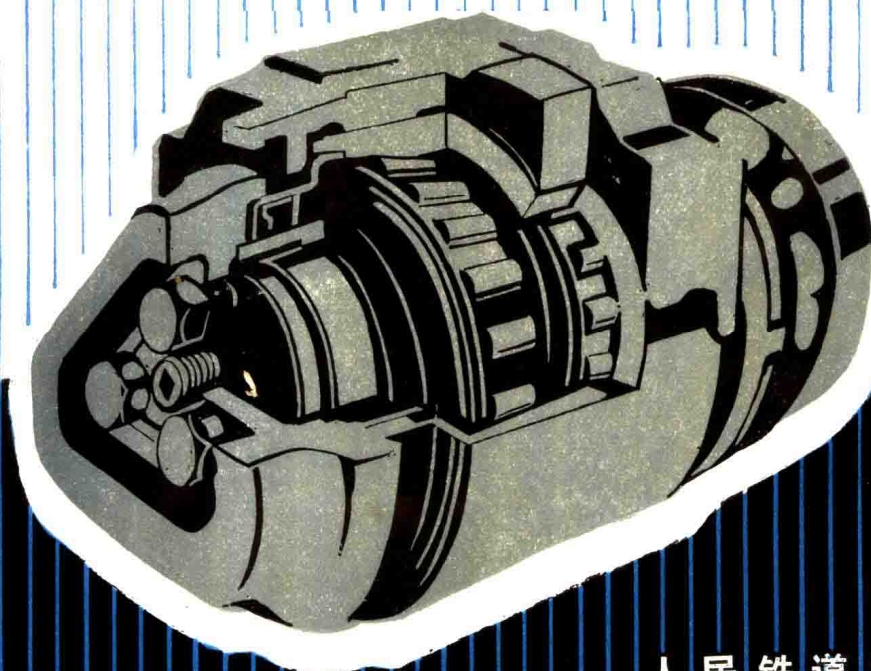


国外铁路货车 滚动轴承

铁道部四方车辆研究所编译



人民铁道出版社

国外铁路货车滚动轴承

铁道部四方车辆研究所编译

人 民 铁 道 出 版 社

1977年·北京

内 容 提 要

本书介绍了国外铁路货车采用的轴承结构、设计与维修工艺方法,同时还针对我国铁路货车上装用滚动轴承的情况,重点介绍了无轴箱密封式滚子轴承的结构和装修工艺。

本书供从事铁路货车设计制造和检修运用工作的工人和技术人员参考。也可供司机学校、职工学校及段办学习班教学参考。

国外铁路货车滚动轴承

铁道部四方车辆研究所编译

人民铁道出版社出版

(北京市东单三条14号)

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民铁道出版社印刷厂印

开本: 787×1092 1/16 印张: 9 字数: 211 千

1977年6月 第1版

1977年6月 第1版 第1次印刷

印数: 0001—5,000册 定价(科二): 0.65 元

毛主席语录

阶级斗争是纲，其余都是目。

列宁为什么说对资产阶级专政，这个问题要搞清楚。这个问题不搞清楚，就会变修正主义。要使全国知道。

抓革命，促生产，促工作，促战备。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

对于外国文化，排外主义的方针是错误的，应当尽量吸收进步的外国文化，以为发展中国新文化的借镜；盲目搬用的方针也是错误的，应当以中国人民的实际需要为基础，批判地吸收外国文化。

古为今用，洋为中用。

前 言

在毛主席革命路线指引下，在欢庆粉碎王张江姚反党集团的伟大历史性胜利的时刻，我国铁路运输战线上的广大职工以阶级斗争为纲，坚持党的基本路线，认真学习无产阶级专政的理论，抓革命，促生产，掀起了“工业学大庆”群众运动的新高潮，整个铁路运输战线形势很好。随着我国铁路运输事业的发展，我国新造货车和部分运用中的货车将装用滚动轴承。在铁路货车上装用滚动轴承是一项重大的技术革新，它可以大大减少燃轴事故，提高货车运行速度，延长维护检修期限，具有优越的技术经济效果。

为了适应货车滚动轴承化的需要，我们遵照毛主席关于“古为今用，洋为中用。”的教导，选译了国外的有关资料，组编成这本书。在本书中，介绍了国外货车采用的轴承结构、设计与维修工艺方法，同时还针对我国货车上装用滚动轴承的情况，重点介绍了无轴箱密封式滚子轴承的结构和装修工艺，供从事这项工作的工人和技术人员参考。

由于我们政治思想和业务水平所限，在翻译和编写工作中的错误和缺点一定不少，希予批评指正。

毛主席语录

阶级斗争是纲，其余都是目。

列宁为什么说对资产阶级专政，这个问题要搞清楚。这个问题不搞清楚，就会变修正主义。要使全国知道。

抓革命，促生产，促工作，促战备。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

对于外国文化，排外主义的方针是错误的，应当尽量吸收进步的外国文化，以为发展中国新文化的借镜；盲目搬用的方针也是错误的，应当以中国人民的实际需要为基础，批判地吸收外国文化。

古为今用，洋为中用。

前 言

在毛主席革命路线指引下，在欢庆粉碎王张江姚反党集团的伟大历史性胜利的时刻，我国铁路运输战线上的广大职工以阶级斗争为纲，坚持党的基本路线，认真学习无产阶级专政的理论，抓革命，促生产，掀起了“工业学大庆”群众运动的新高潮，整个铁路运输战线形势很好。随着我国铁路运输事业的发展，我国新造货车和部分运用中的货车将装用滚动轴承。在铁路货车上装用滚动轴承是一项重大的技术革新，它可以大大减少燃轴事故，提高货车运行速度，延长维护检修期限，具有优越的技术经济效益。

为了适应货车滚动轴承化的需要，我们遵照毛主席关于“古为今用，洋为中用。”的教导，选译了国外的有关资料，组编成这本书。在本书中，介绍了国外货车采用的轴承结构、设计与维修工艺方法，同时还针对我国货车上装用滚动轴承的情况，重点介绍了无轴箱密封式滚子轴承的结构和装修工艺，供从事这项工作的工人和技术人员参考。

由于我们政治思想和业务水平所限，在翻译和编写工作中的错误和缺点一定不少，希予批评指正。

目 录

一、国外货车滚子轴承概况.....	1
二、滚动轴承在日本铁道车辆上的应用.....	3
三、日本光洋 (Koyo) 公司生产的ABU轴承.....	8
四、SKF公司生产的RBU轴承	11
五、国际铁路联盟UIC的货车轴承.....	14
六、西德铁路ET403高速动车组轴箱.....	16
七、驮背运输的低平车车轴滚子轴承.....	19
八、供欧洲铁路用的新AP型滚子轴承	21
九、苏联车辆滚动轴承轴箱结构.....	22
十、滚动轴承轴箱的设计.....	25
十一、轴承寿命计算新方法.....	38
十二、滚动轴承配合的计算.....	41
十三、车轴用圆柱轴承的轴向承载能力.....	44
十四、圆柱轴承的轴向承载能力.....	49
十五、光洋 (Koyo) 公司ABU型车轴轴承在试验台上的运转试验	52
十六、滚动轴承材料.....	59
十七、RCT密封式圆锥轴承的使用说明	68
十八、ABU轴承的装卸和检修.....	101
十九、装SKF双排圆柱轴承轴箱的安装和维修.....	110
二十、RBU 轴承的装拆和润滑.....	118
二十一、日本不二越 (Nachi) 公司内圈感应加热器	120
二十二、FAG 感应加热器	124
二十三、轴承内圈的松动原因及其防止方法	130

一、国外货车滚子轴承概况

货车上装用滚子轴承比在客车、机车和有轨电车上的发展慢得多。很早以前，大多数铁路局都害怕由滚子轴承货车和滑动轴承货车组成的混合列车在转辙时会发生麻烦。这种恐惧后来被证明是毫无根据的，但却是直到30年代末期滚子轴承还未普遍用于货车的主要原因。

第二次世界大战后，滚子轴承愈来愈多地用在欧洲的货车上。1972年一些国家装用滚子轴承的货车占其货车总数的百分比如下：

瑞典	100	意大利	50
荷兰	100	美国	42
比利时	90	英国	20
西德	88	西班牙	12
法国	75		

到50年代末期，美国铁路才开始在货车上大量使用滚子轴承。原因之一是，滚子轴承成本高，而美国铁路货运列车的速度低，因此热轴次数少，经济上的要求不迫切。另一原因可能是，美国铁路货车的股份是分别由许多独立的铁路和运输组织所拥有，因此从采用滚子轴承而得到的经济收益，并不会令股份拥有者获得很大好处。尽管如此，美国还是决定在1968年（后延期至1973年）以后生产的货车都不得不装上滚子轴承了，而且数字迅速地上升。

轴箱使用的主要滚子轴承类型是：圆柱滚子轴承、球面滚子轴承和圆锥滚子轴承。欧洲常用的三种轴承类型的地理分区，可以看到：差不多所有西欧国家的货车上都使用球面轴承，中欧国家——西德、瑞士和奥地利以及东欧国家，则采用圆柱轴承为标准。在欧洲，货车上使用圆锥轴承的国家只有英国和意大利。在英国也不是唯一使用圆锥轴承，因为球面轴承的使用，也差不多达到同等程度。在美国货车上装的则是圆锥轴承。

几年以前，国际铁路联盟的试验研究所ORE进行了一项关于欧洲各铁路使用各类轴承数目的调查。ORE发给欧洲各铁路一份查询表格，在回件中，它得到了关于用于货车轴箱的每一类轴承的数据，共计450万个轴承（不包括苏联和波兰），其百分比为：

圆柱轴承	62.7%
球面轴承	31.8%
圆锥轴承	5.5%

除上述欧洲的情况外，美国和日本货车上都采用圆锥轴承，苏联货车上采用圆柱轴承。

由于球面轴承拆装不方便，目前发展的货车滚子轴承不是圆柱的，便是圆锥的。圆柱轴承承载能力大，使用寿命长，垂直载荷与横向载荷分别传递于滚道于挡边（或挡圈），横向游隙与径向游隙可以分别地调整，故组装调整比较简单。这种轴承在欧洲用得很多，特别是西德、苏联将客货车用圆柱轴承取同一轴承作为标准。美国在货车上迟迟才装用滚子轴承，部分原因是要在原有的铸钢一体轴箱内装进滚子轴承有困难。所以当时采用圆锥轴承（他们称为小尺寸轴承）与承载鞍的结构，是与考虑兼顾旧车改造的问题有关系。

现在各国装用在货车上的滚子轴承，有轴箱的与无轴箱的型式都在使用。苏联、东欧、西德、法国等国家的货车上都是或大多数是有轴箱的轴承，美国装的都是无轴箱轴承，日本多数也是无轴箱的。

国际上一些著名轴承厂商生产的无轴箱滚子轴承有以下几种：

1. 美国铁姆肯Timken公司生产的AP牌号轴承，为双列圆锥轴承。
2. 瑞典SKF公司生产的RBU牌号轴承，照原文 Railway Bearing Unit 译名为铁路轴承组件，为双列圆柱轴承，其特点是滚子滚动面与端面都稍呈鼓形，具有提高止推能力与减小不调心受力的影响。
3. 日本光洋Koyo公司生产的ABU牌号轴承，照原文 Axle Bearing Unit 译名为车轴轴承组件，为双列圆锥轴承。
4. 日本精工NSK和东洋NTN公司生产的RCT牌号轴承，照原文Rotating Cap Tapered Roller Bearing 的译名为旋转端盖圆锥滚子轴承，亦为双列圆锥轴承，与AP、ABU轴承差不多。
5. 西德FAG公司生产的TAROL牌号的圆锥轴承，与上面几个圆锥型的轴承也基本相同。

上述各公司生产的无轴箱轴承外形尺寸均相同，符合美国铁路协会标准。

二、滚动轴承在日本铁道车辆上的应用

日本从1932年开始在铁道车辆的车轴上装用滚动轴承。

车辆上用的车轴滚动轴承有圆锥滚子轴承（以下简称圆锥轴承）、自动调心球面滚子轴承（以下简称自动调心球面轴承）、圆柱滚子轴承（以下简称圆柱轴承）等，各有各的特点。第二次世界大战后，日本在车辆上正式采用滚动轴承前，曾试验过圆锥轴承、自动调心球面轴承等，以后统一为带楔套配合的圆锥轴承。后来认识到，容许轮轴有限横动量的构造对于振动和防止轮缘磨耗等有利，所以，自1956年起又采用了圆柱轴承。

要求轴承的计算寿命，客车上为200~250万走行公里，货车上为100~200万走行公里。

轴承的大小，其内径是根据轴颈强度而定的，现在以110~130毫米为最多，其厚度一般采用2~3类直径系列。轴承材质，除壁厚很薄的、对耐冲击性有特别要求的外，一般均采用轴承钢。

（一）圆锥轴承

每组圆锥轴承有两列滚子。有以下两种组合方式：

1. *DF*组合（图2-1）为整体内圈的双列圆锥滚子轴承。
2. *DB*组合（图2-2）由两个单列圆锥轴承组成，大多数中间有隔圈。最近无轴箱密封式的双列圆锥轴承（*RCT*型）采用整体外圈结构。

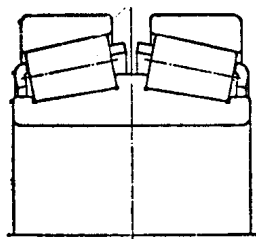


图2-1 *DF*组合圆锥轴承

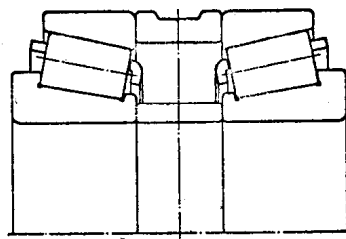


图2-2 *DB*组合圆锥轴承

圆锥轴承可同时承受径向与轴向负荷，故结构紧凑。因为内外圈是可分离的，故检查滚道面方便。缺点是调整轴承游隙不方便。

最初，由于加工技术不过关，轴颈精度不够理想，采用了用楔套固定内圈的方法，如图2-3及图2-4所示。图2-3是日本早期用的车轴轴承，需要在车辆工厂组装时在轴箱体和前盖之间加垫来调整游隙，调整比较困难，需要有熟练的技术，故经常因此而发生事故。这种楔套装配的方法因有轴颈精度要求不严、轴承装卸方便等优点而被采用，但经实践证明有以下的问题：

1. 这种楔套比标准轴承用的楔套长，配合面也长，对规定的过盈量需要相当大的压力，而用当时的作业方法，经常出现紧余量不足的问题。

2. 由于楔套和轴承内径锥度不一致和轴颈加工不良（轴端边部有毛刺）等原因，导致压装力加大，而不能达到规定的紧余量。

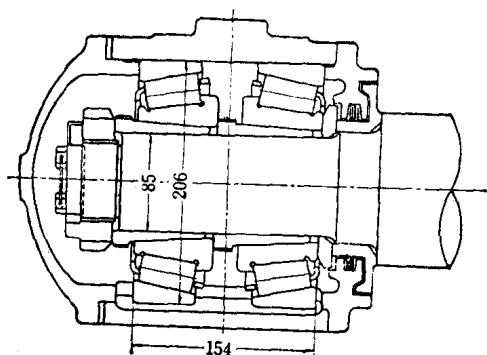


图 2—3 1932年日本国铁最初采用的圆锥轴承

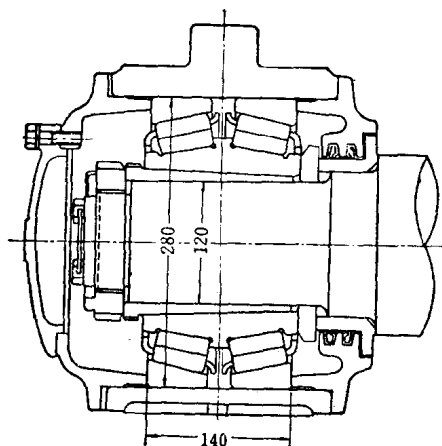


图 2—4 日本国铁电动车用带楔套的圆锥轴承

因而在运用中发生：楔套松动，轴承游隙增大，轴承一侧接触，内径面上产生蠕动等损伤轴承的情况。为此，在外圈之间增加了隔圈，便于在车辆工厂调整游隙，并将轴承改为直接压装于轴颈的方式，从而逐一地解决了上述各种问题。图 2—5 是 1954 年新制 EH10 型电力机车上用的车轴轴承，是 50 年代初期的主型车轴用轴承，约有 4000 辆车，以后由于高速的要求，而逐渐让位于圆柱轴承。

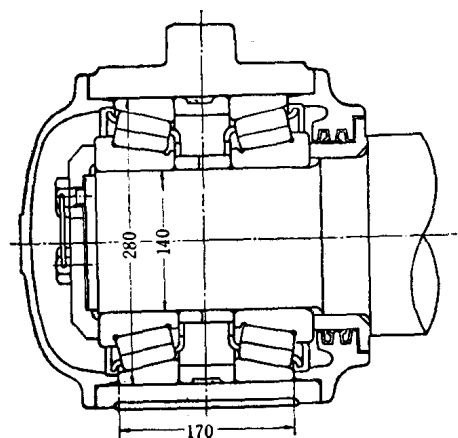


图 2—5 EH10型电力机车的轴用圆锥轴承

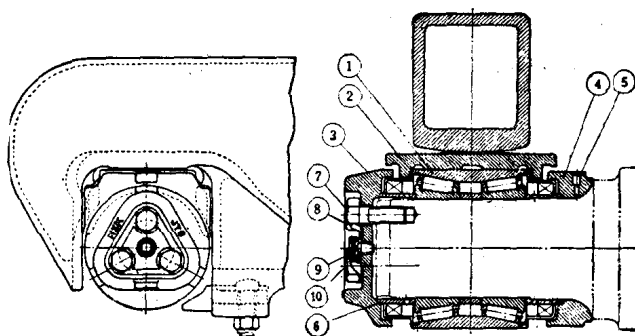


图 2—6 通用货车用 RCT 型无轴箱圆锥轴承
1——JT9 轴承；2——承载鞍；3——前盖；
4——后盖；5——排气堵；6——防尘座；
7——螺栓；8——垫圈；9——加油堵；
10——加油堵盖。

但是，这种小型化的设计，应用于最近的货车用轴承上，确引起了各国对采用无轴箱密封式滚子轴承的重视。过去货车都用滑动轴承，燃轴事故多，须经常检查、维修，近来各国均趋向于在货车上装用滚动轴承。1958 年日本试制高速集装箱货车时，开始采用带挡圈的圆柱轴承，以后又采用了密封式圆锥轴承（RCT 型轴承，见图 2—6）。这种轴承是美国改造货车转向架滑动轴承时研制的，由于具有下列优点，最近在美国全部新造货车上采用。1966 年日本在新造敞车上采用此 RCT 型轴承，以后由于使用效果良好，故目前已采用为新造货车转向架的标准轴承。

这种轴承的特点是：

1. 无轴箱，仅用鞍座座在轴承上，轻而小，便于装卸，并减轻了转向架的自重。
2. 轴承为成套组装件，装卸方便。将轴承装上轴颈时，不需再向轴承加润滑脂和调整游隙。
3. 因为是密封式的轴承，能防止水分、灰尘侵入，故补充润滑脂后即可长期使用。
4. 旋削车轮时，不必拆下轴承。

这种轴承的6种尺寸等级（B、C、D、E、F、G）均由美国铁路协会（AAR）标准化了，故每种轴承可以整体互换，使用方便，适于大量生产，保养方便，故为许多国家采用。

（二）自动调心球面轴承

这种球面轴承的最大优点是能自动调心。外圈滚道面的中心是在轴承的回转轴线上，当内外圈围绕轴中心相对移动，即使呈倾斜状态转动时，轴承也能合理地分配受力。另外，还具有承载能力大、能同时承受轴向力作用等优点。

日本采用车轴滚动轴承的初期，就同时使用这种球面轴承和圆锥轴承。特别是根据转向架型式不同，当轴承内必须具有轴箱相对于车轴中心线倾斜的自由度时，便使用一个自动调心的球面轴承。

图2—7是东京近郊特快电动车组上的车轴轴承，装在Schlieren型转向架上，1958年时，曾成功地进行了当时窄轨车辆最高速度145公里/时的试验。

但是，随着对轴承寿命的要求提高，用一个轴承时，如不加大外径，则承载能力不足，如加大外径，则不但设计困难，而且价格高昂。所以现在通常是用双列自动调心球面轴承，中间加装隔圈。可是这样就失去了自动调心的性能，并增加了轴颈长度和轴承重量。

日本较早地着重采用了圆柱轴承，故现在采用球面轴承的车辆不多。这是由于这种轴承除不具备原来的自动调心性能外，尚有因内外圈不可分离，不便装卸维修等原因。

但是，欧洲使用这种轴承非常多。随着承载能力大的球面轴承的产生，今后最高速度为120公里/小时的一般车辆可能大多用这种轴承。

图2—8为欧洲国际铁路联盟（UIC）标准化的货车轴箱结构。两个自动调心的球面轴

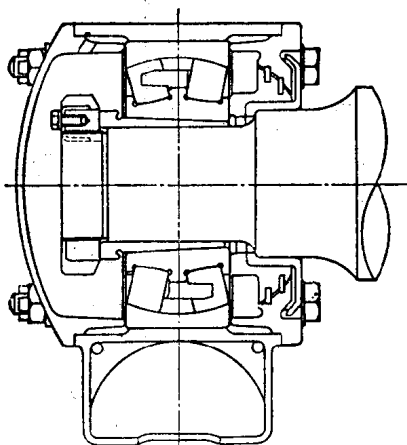


图2—7 东京近郊特快电动车组
车轴用自动调心球面轴承

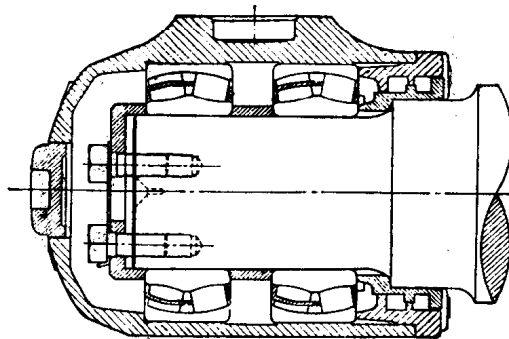


图2—8 使用自动调心球面
轴承的UIC标准轴箱

承中间用内隔圈隔开，并直接安装在车轴轴颈上。轴箱是用球墨铸铁制造的，构造简单，价格低廉，二轴货车上也大量使用。

(三) 圆柱轴承

不论是高速车辆还是一般车辆的车轴轴承，世界各国采用圆柱轴承的很多。

由于圆柱轴承的优点多，故经实践后，得到广泛的推广应用。圆柱轴承的优点有：

1. 滚子与车轴中心平行，滚子的大小可任意选用。与其他型式的滚动轴承相比，断面尺寸可以缩小，容易获得必要的承载能力，即可缩小外径，包括轴箱在内的重量可以减轻。

2. 轴承的径向游隙和轴向游隙是相互独立的。通常带挡圈的圆柱轴承，在轴向具有1~2毫米的游隙，以适应转向架和车轴的尺寸公差。

3. 装卸方便，能详细检查轴承内部，组装时也不用调整游隙，内圈与外圈都是可互换的，检修方便。

4. 如果能将轴向力分离开，则可设计成仅承受径向负荷的轴承。这样，可使轴承内的滑动面最小，最适于高速运转。

圆柱轴承的缺点是：滚道面壁薄，对轴颈的尺寸精度要求高。特别是为防止滚子歪斜而造成边缘承载，必须有高水平的设计和制造工艺。

目前，圆柱轴承承受轴向力有两种方式，分述如下。

1. 前盖端装有向心推力球轴承

图2—9所示为1956年以后日本国铁电动车组和内燃动车组上采用的标准型式。圆柱轴承内圈无挡边，轴向是自由的，仅承受径向负荷。承受轴向力的球轴承为向心推力球轴承，并用橡胶缓冲轴向力。东海道新干线的车轴轴承就是这种型式的发展，被认为是高速车辆最好的轴承布置。它的构造如图2—10所示：2个NU型圆柱轴承，中间有隔圈，内圈为一整圈，保持架用高强度黄铜无铆钉结构，沿外圈挡边导向。滚子采用真空熔炼轴承钢制造，以防止受大的冲击力而破损。使用深槽型球轴承在轴向预压来承受轴向力。这种轴承采用稀油润滑，轴箱后部的密封装置，为了防止泄漏，经多次试验改进，才成为现在这种形式。

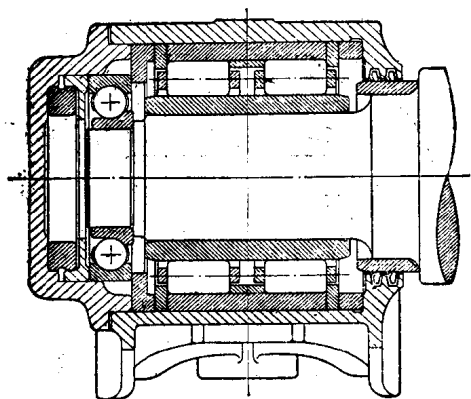


图2—9 7080型电动车
车轴用圆柱轴承

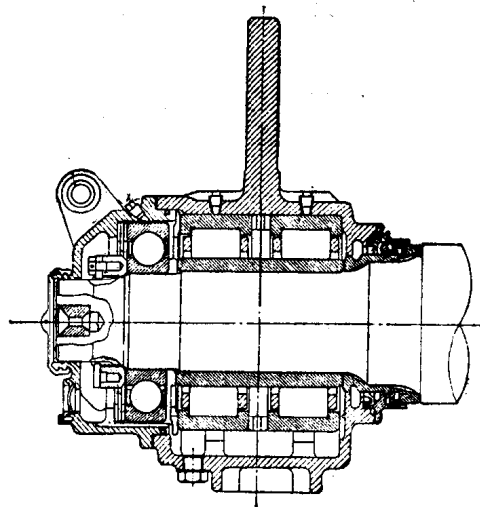


图2—10 东海道新干线
车轴用轴承

根据东海道新干线的经验，以250公里/时为目标的山阳新干线以及新干线网的试制电动车，都将采用与此大致相同型式的轴承。

2. 圆柱轴承利用挡边承受轴向力

这种型式在欧洲（UIC标准轴承）、苏联都已标准化了。1957年日本开始采用，图2—11为日本国铁集装箱专用货车车轴轴承的构造图。这种型式构造简单，故障少，不需调整，装卸方便，便于检修，而且体积小，价格便宜，因此在货车、电动车上采用的很多。

关于挡边对轴向力的承载能力，在高速运行时的问題，仍是有待考虑研究的。正在研究此类轴承的内部设计和加工精度问题。

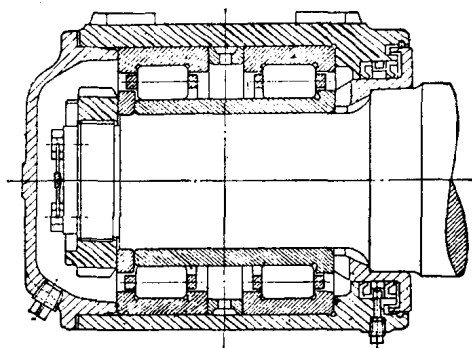


图2—11 日本国铁集装箱专用货车用
带挡边的圆柱滚柱轴承

摘译自NSK Bearing Journal 632 コロガリ軸受工学特集4 1~6页

三、日本光洋(Koyo)公司生产的ABU轴承

日本光洋(Koyo)公司根据美国铁路协会AAR在1956年所制订的轴承和润滑脂的规范,设计制造了ABU(注)型密封式圆锥轴承,用于货车、工矿车和其他各种车辆,并进行了试验。ABU轴承具有以下特点:

1. 整套轴承符合标准化的要求

轴承的主要尺寸采用了AAR规定的标准,故具有广泛的互换性。

2. 重量轻而便于装卸

由于取消了原有的轴箱,因此重量较轻,便于轴承的搬运和装卸。

这种轴承在组装成整套组件时,已准确地调整到规定的游隙,并装好适量的车辆用优质润滑脂。因此,在将轴承装上车轴时,不需再加润滑脂和调整游隙,操作非常简单。

3. 维修简单

由于采用的润滑脂密封,可防止漏油以及灰尘、铁屑和水分等的侵入,因此三年内不需补给润滑脂,可长期不须检修,安全运用。

密封好的润滑脂符合AAR的标准,是经过试验的优质润滑脂。这种润滑脂中掺有防氧化、防轴承生锈的添加剂,故能经久耐用。

4. 寿命长,成本低

AAR规定的标准,要求在80%负荷作用下的B-10寿命(译注: B-10要求可靠性达90%)为80万公里。ABU圆锥轴承的设计、制造完全达到这个标准。同时,密封圈等部件也具有充分的耐久性。

这种轴承比滑动轴承的起动阻力小,比原来带轴箱的滚动轴承重量轻,成本低。

ABU型轴承是双列圆锥轴承,有一个整体双列外圈、两个单列内圈和一个内隔圈,轴承两端各装有密封圈,以防止润滑脂漏泄和灰尘、水分及其他杂物的侵入。

1. 外圈

外圈是双列的整个套圈,其两端带有密封罩安装座。外径面暴露在外,为防止生锈,表面经过磷化处理。

2. 内圈

与普通的单列圆锥轴承的内圈相同。内、外圈和滚子的材质均为表面渗碳钢。

3. 密封圈

采用耐油性好的特殊合成橡胶制造密封圈,具有双密封唇,密封圈装在钢板压制的密封罩上。该密封罩固定在外圈上,保护密封圈不受外部导致的损害。

4. 密封座

采用淬火钢制成,表面施以磷酸盐被膜处理,具有耐腐蚀、耐磨耗性能。

内径与车轴为静配合,四周有几个小孔,为从轴承盖侧补给润滑脂用的注油孔,同时其

译注: ABU为Axle Bearing Unit之缩写,照原文译名为车轴轴承组件,为一种无轴箱轴承。

另一侧还起排出空气和多余润滑脂的排出孔的作用。

5. 内隔圈

两个内圈之间的内隔圈已预先调整好尺寸，使轴承的轴向游隙适当，安装时不须任何调整。

6. 后挡

后挡的作用是为轴承定位和防止外面灰尘、水分以及杂质的侵入。

拆卸轴承时，用工具抓住后挡向外拉，将整套轴承从轴颈上拔下来。

7. 前盖

以三个螺栓固定于轴端，中间带有补给润滑脂用的螺堵。前盖螺栓以防松板防止转动。

美国铁路协会AAR根据负荷大小将车轴尺寸分为B~G六个等级。光洋公司按此级制造各种轴承，此外，考虑到日本铁路的情况，还设计了 $\phi 110$ 毫米级尺寸的轴承。

图3-1为组装在车轴上的轴承结构，表3-1为各部尺寸。

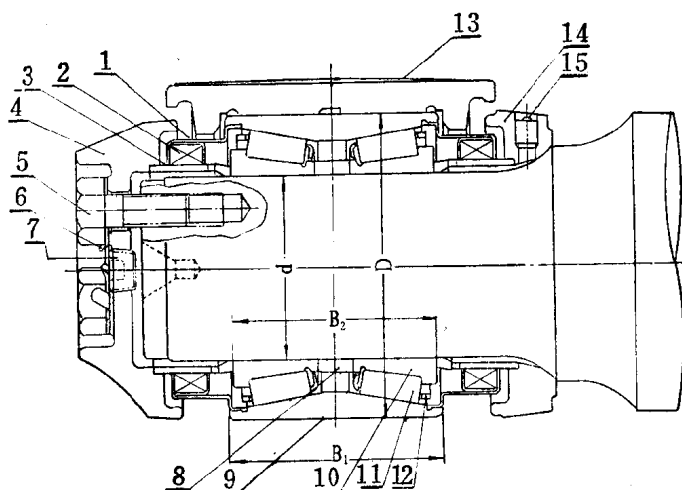


图3-1 组装在车轴上的轴承结构

- 1——密封罩；2——密封圈；3——密封座；4——前盖；
5——前盖螺栓；6——防松板；7——螺堵；8——内隔圈；
9——外圈；10——内圈；11——滚子；12——保持架；
13——承载鞍；14——后挡；15——排气孔。

ABU型圆锥轴承的主要尺寸和额定负荷

表3-1

光洋轴承整套代号	轴 级	车轴尺寸 (吋)	内 径 d (毫米)	外 径 D (毫米)	外圈宽 B ₁ (毫米)	内圈组宽 B ₂ (毫米)	额定动负荷 (公斤)	整套轴承 重 (公斤)
JB701N	B	$4\frac{1}{4} \times 8$	101.600	165.100	114.300	106.362	34000	20.2
JB558	—	110毫米	110.000	175.000	130.000	125.000	38500	26.0
JB702N	C	5×9	119.062	195.262	142.875	136.525	54000	30.3
JB703N	D	$5\frac{1}{2} \times 10$	131.762	207.962	152.400	146.050	55800	38.4
JB704N	E	6×11	144.462	220.662	163.512	155.575	59900	44.0
JB705N	F	$6\frac{1}{2} \times 12$	157.162	252.412	184.150	177.800	78900	63.1
JB706N	G	7×12	177.800	276.225	185.738	180.975	96200	85.0