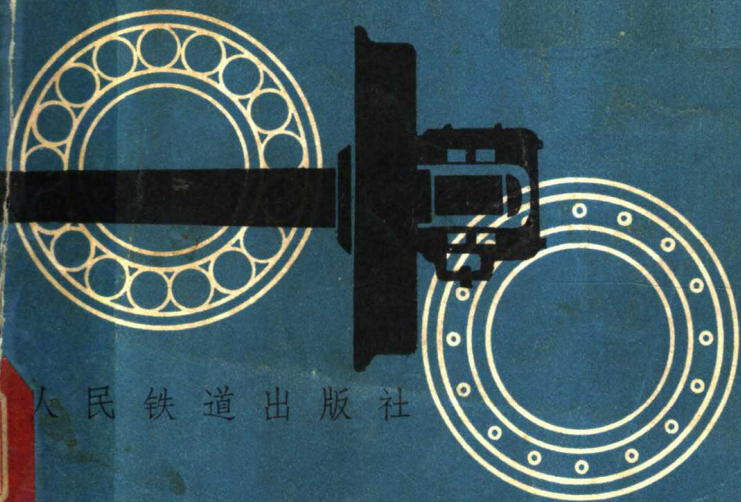


# 铁路车辆滚动轴承 构造与检修

薛 瑞 编著  
印 培 泉 审校



人民铁道出版社

# 铁路车辆滚动轴承 构造

参  
考  
表

人 民 铁 道 出 版 社

1980年·北京

## 内 容 简 介

本书概述了滚动轴承的基本知识，介绍了我国铁路客车采用的滚动轴承轴箱和货车采用的无轴箱轴承的结构，及其组装检修设备与工艺方法，阐述了车辆滚动轴承的游隙、配合和寿命的选择，计算方法以及轴承选用的润滑脂规格等。

本书可供铁路机车车辆部门从事滚动轴承和轴箱组装检修的工人、技术人员参考，也可供铁路中等技术学校教学参考。

### 铁路车辆滚动轴承构造与检修

薛 瑞 编著

印 培 泉 审校

人民铁道出版社出版

责任编辑 庄 大 忻

封面设计 赵 敬 字

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 $\frac{1}{2}$  印张：7.75 字数：161 千

1980年3月第1版 1980年3月第1次印刷

印数：0001—10,000 册 定价：0.63 元

## 前 言

随着我国铁路运输事业的发展，我国绝大部分客车已安装了滚动轴承，在新造货车上也将大量采用滚动轴承。

用滚动轴承代替滑动轴承是铁路车辆的一项重大技术改造。它可以减少列车的起动阻力和运行阻力，增加列车牵引吨位；减少燃轴事故（据一九七八年统计，每万辆车的滚动轴承事故数为滑动轴承事故数的1/18），保证行车安全；提高运行速度，加速车辆周转；节省油脂、白合金等材料的消耗，降低运营成本；延长车辆的检修周期，缩短检修时间。实践证明，用滚动轴承代替滑动轴承，具有优越的技术经济效果，采用滚动轴承所增加的投资，一般在三~四年即可收回。

由于我国铁路车辆部门使用滚动轴承的时间不长，有关这方面的技术资料较少，为满足广大车辆部门工作人员的学习和生产需要，一九七三年铁道部四方车辆研究所曾根据国内实践经验和有关资料，由编者执笔，编写了《铁路车辆滚动轴承》小册子，介绍轴承的一般知识、铁路车辆滚动轴承轴箱的结构、检修设备与检修工艺要求，供车辆制造和检修工厂或车辆段里从事滚动轴承组装和检修的工人及技术人员参考。现在这本书即是根据近几年来铁路车辆滚动轴承化的需要以及现场同志们的意见和要求，在《铁路车辆滚动轴承》的基础上加以修订与补充而成，着重补充了货车无轴箱轴承的结构和组装检修工艺，以及轴承游隙、配合、寿命、

润滑油膜厚度等计算方法。对于轴承修理限度和缺陷处理，也作了较多的补充。

在这本书的编写过程中，得到铁道部车辆局和有关厂、段的大力支持，在此表示感谢。由于编者水平有限，一定会有不少缺点和错误，希批评指正。

编者

1979年6月

## 目 录

第一章	滚动轴承的基本知识	1
一、	滚动轴承的基本类型	1
二、	滚动轴承的代号	2
三、	滚动轴承的主要性能	4
四、	滚动轴承的精度	5
五、	滚动轴承的游隙*	6
六、	滚动轴承的配合	8
七、	滚动轴承的材质	9
八、	滚动轴承的制造工艺	12
九、	滚动轴承的寿命与可靠性	16
第二章	铁路车辆滚动轴承概述	21
一、	铁路车辆轴箱应用的滚动轴承种类	21
二、	铁路车辆滚动轴承的结构特点	27
三、	铁路车辆滚动轴承的技术条件	39
四、	铁路车辆滚动轴承的游隙	41
五、	铁路车辆滚动轴承的配合	49
六、	铁路车辆滚动轴承的寿命	58
第三章	滚动轴承车轴及轴箱部件	61
一、	滚动轴承车轴的型式尺寸	61
二、	客车滚动轴承轴箱部件	72
三、	货车滚动轴承轴箱部件	85
第四章	滚动轴承和轴箱的维护保养	101
一、	滚动轴承轴箱的轴检	101

二、滚动轴承和轴箱在运用中的维护保养	102
三、轴箱发热故障	103
四、热轴警报装置	105
五、货车无轴箱轴承的维护保养	107
第五章 滚动轴承和轴箱的检修设备	111
一、滚动轴承和轴箱分解组装的设备	111
二、滚动轴承和轴箱清洗的设备	130
三、滚动轴承和轴箱检修的设备	137
四、货车无轴箱轴承用加油机和密封罩拆 装工具	143
五、检修用测量工具和仪器	145
第六章 滚动轴承和轴箱的组装	152
一、组装前的准备工作	152
二、圆柱滚子轴承的组装	157
三、球面滚子轴承的组装	162
四、RC可分式轴箱的组装	165
五、货车无轴箱轴承的组装	167
六、组装后试运	174
第七章 滚动轴承和轴箱的拆卸与检修	175
一、滚动轴承和轴箱的拆卸	175
二、滚动轴承和轴箱的清洗	178
三、滚动轴承的检修与缺陷	179
四、圆柱滚子轴承的修理	190
五、球面滚子轴承的修理	192
六、货车无轴箱轴承的修理	194
七、轴箱及其它零件的检修	204
八、滚动轴承轮对的检修	206
第八章 滚动轴承的润滑和保管	208

一、滚动轴承润滑的功用 .....	208
二、润滑油膜厚度及与寿命的关系 .....	208
三、滚动轴承的润滑脂 .....	212
四、滚动轴承的保管与防锈 .....	216
附录 .....	218
附录一 铁路车辆滚动轴承的精度 .....	218
附录二 向心滚子轴承额定动负荷的计算方法 .....	221
附录三 铁路车辆滚动轴承当量动负荷的计算 方法 .....	225
附表 1 车轴、轴箱和轴承检修的技术要求 .....	230
附表 2 车轴、轴箱和轴承的检修限度 .....	233
附表 3 滚动轴承轴箱拆卸记录簿 .....	237
附表 4 滚动轴承轴箱组装记录簿 .....	238
附表 5 货车无轴箱轴承组装记录簿 .....	239
附表 6 圆柱轴承保持架用铆钉规格 .....	240



# 第一章 滚动轴承的基本知识

## 一、滚动轴承的基本类型

滚动轴承按其所能承受负荷的作用方向和滚动体的种类，可分为下列十类，每类简图示例见图 1。

1. 向心球轴承 (图1 a) ;
2. 向心球面球轴承 (图1 b) ;
3. 向心短圆柱滚子轴承 (图1 c) ;
4. 向心球面滚子轴承 (图1 d) ;
5. 长圆柱滚子轴承或滚针轴承 (图1 e) ;
6. 螺旋滚子轴承 (图1 f) ;
7. 向心推力球轴承 (图1 g) ;

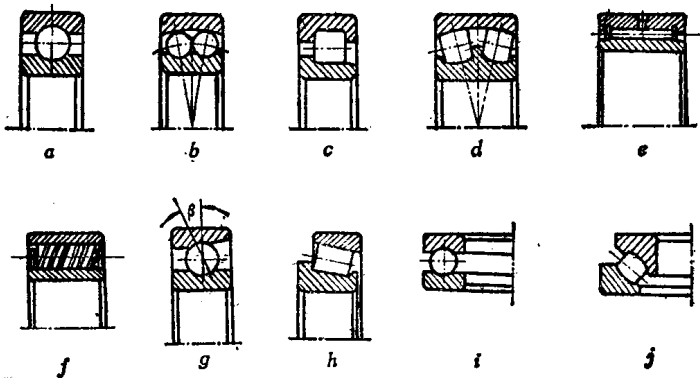


图 1 滚动轴承的基本类型示例

8. 圆锥滚子轴承 (图1 h) ;
9. 推力球轴承或推力向心球轴承 (图1 i) ;

10. 推力滚子轴承或推力向心滚子轴承 (图1 j)。

## 二、滚动轴承的代号

滚动轴承的种类及型号繁多，为了便于选择和使用，采用代号来表示轴承的各种规格。

轴承代号由汉语拼音字母和数字二部分组成。它分为前、中、后三段，见表1。前段表示游隙组别（用数字表示）和精度等级（用字母表示）；后段表示轴承的结构改变和特殊技术要求；中段表示轴承基本型号（用七位数字表示）。若为普通轴承，只标型号，前后段省去不写。

轴承代号表示法 表1

代号 项目	轴 承 代 号						
符号在代号	前 段		中 段				后 段
中的位置	游隙组别	精度等级	轴 承 型 号				补充代号
表示方式	数字表示	字母表示	用七位数字表示				字母和数字 表 示
			七	六五	四	三	
符号意义	基本组代号为0 辅助组代号为1-9	按C、D、E、G字母顺序排列	宽度系列	结构特点	轴承类型	直径系列	内径
							见 表 3

轴承型号中，右起第一、二位数字，表示轴承内径。对于内径从20到495毫米的轴承，此两位数字乘5，即为轴承的内径尺寸。

轴承型号中，内径等于或大于10毫米的轴承，其代号的右起第三位数字表示直径系列，右起第七位数字表示宽度系列。所谓直径系列，是指同一内径尺寸的轴承有不同的外径尺寸。重系列的外径大，中、轻系列的外径小，特轻系列更

小，超轻系列最小。宽度系列是指轴承内径尺寸相同，直径系列相同，但套圈宽度（高度）不同。以正常宽度系列为准，比正常系列窄的称为窄系列或特窄系列，比正常系列宽的称为宽系列或特宽系列。如内径为标准，而外径、宽度为非标准的轴承（称为不定系列轴承），在右起第三位上用数字“7”或“8”同时在右起第七位上用数字0（代号中不写出）表示。

内径小于10毫米的轴承，其代号的右起第一位数字直接表示内径尺寸，右起第二位数字代表直径系列，右起第七位数字代表宽度系列。

轴承型号中，右起第四位数字表示轴承类型，其表示方法见表2。右起第五、六位数字表示轴承的结构特点。如

轴 承 类 型 表 示 法 表 2

轴 承 类 型	类型代号	轴 承 类 型	类型代号
向心球轴承	0	螺旋滚子轴承	5
向心球面球轴承	1	向心推力球轴承	6
向心短圆柱滚子轴承	2	圆锥滚子轴承	7
向心球面滚子轴承	3	推力球或推力向心球轴承	8
长圆柱滚子轴承或滚针轴承	4	推力滚子或推力向心滚子轴承	9

42724T和152724T型轴承，右起第一、二位数字24表示轴承内径为 $24 \times 5 = 120$ 毫米，右起第三位数字7表示该轴承为非标准系列，右起第四位数字2表示该轴承为单列向心短圆柱滚子轴承，右起第五、六位数字4和15表示第一个轴承内圈有单挡边，第二个轴承内圈有平挡圈，代号中的T字表示该轴承的回火温度为 $200^{\circ}\text{C}$ （参见表3）。

轴承的精度等级，在轴承代号的前段用汉语拼音字母C、D、E、G表示。精度按字母顺序排列，C级最高，G级

最低。G级精度的轴承，如采用基本组游隙，在代号中不标注精度等级。

对于一些非标准的铁路专用轴承，如42724T和152724T、42726T和152726T轴承，因游隙范围是特殊的，在轴承代号前段的游隙与精度符号通常不标注。

轴承若有结构改变和特殊技术要求，在型号右边加注补充代号，其意义见表3。

滚动轴承补充代号 表3

名称 项目	补充代号表示的意义	
材 料 改 变	套圈、滚动体和保持架或仅是套圈和滚动体用不锈钢制造	X
	套圈和滚动体或仅是套圈用渗碳钢制造	S
	实体保持架用黑色金属制造 (W—石墨钢; W <sub>1</sub> —碳钢; W <sub>2</sub> —球墨铸铁; W <sub>3</sub> —粉末冶金)	W
	实体保持架用青铜制造	Q
	实体保持架用铝合金制造	L
	实体保持架用黄铜制造	H
特殊 技术 要求	零件的回火温度有特殊要求: (T—回火温度200℃; T <sub>1</sub> —225℃; T <sub>2</sub> —250℃; T <sub>3</sub> —300℃; T <sub>4</sub> —350℃; T <sub>5</sub> —400℃; T <sub>6</sub> —450℃)	T
	轴承的游隙与现行标准不同	U
结构改变	零件的形状或尺寸改变	K

### 三、滚动轴承的主要性能

滚动轴承通常由外圈、内圈、滚动体和保持架四种零件组成。内圈通常装配在轴上，并与轴一起旋转。外圈通常装配在轴箱或轴承座内，起支承作用。但是，有的轴承是外圈旋转、内圈固定，如汽车车轮轮毂轴承等。

滚动体（钢球或滚子）在内圈和外圈之间滚动，它的大小与数量决定轴承的承载能力。保持架把轴承中一组滚动体均等地相互隔开。

滚动体为钢球的向心球轴承（滚珠轴承），常在负荷较小，转数很高的工况下应用，滚动体为滚子（滚柱）的向心滚子轴承，常在负荷较大、转数不太高的工况下应用。

向心球面球轴承和向心球面滚子轴承，为自动调心型，其内圈相对于外圈允许有稍微的倾斜，向心球面球轴承允许的角度误差为 $3^\circ$ ，向心球面滚子轴承允许的角度误差为 $2^\circ$ 。向心短圆柱滚子轴承主要用来承受径向负荷，若套圈无挡边则不能承受轴向负荷，若套圈带挡边则可承受较小的轴向负荷。承受的轴向负荷一般不得超过径向负荷的0.3倍。这类轴承允许内圈与外圈的轴线倾斜度很小（ $2' \sim 4'$ ），两轴线有倾斜时，滚子与套圈滚道的接触不良，将会降低轴承的使用寿命。向心推力球轴承和圆锥滚子轴承，可同时承受径向和轴向负荷。滚针轴承的外径尺寸最小，它仅能承受径向负荷。螺旋滚子轴承用于经常有较大冲击负荷的地方。推力球轴承（止推轴承）用来承受轴向负荷。

铁路机车车辆轴箱用轴承承受的径向负荷较大，且有轴向负荷，一般均采用短圆柱、球面或圆锥滚子轴承。

#### 四、滚动轴承的精度

我国生产的滚动轴承共分四个精度等级：

精度等级代号	G	E	D	C
精度等级名称	普通级	高级	精密级	超精密级

轴承的精度是指基本尺寸精度和旋转精度。轴承的基本尺寸是指：内径（ $d$ ）；外径（ $D$ ）；套圈宽度（ $B$ ）。轴承的旋转精度是指：内圈端面侧摆；内圈和外圈的径向摆动；内圈和外圈的滚道侧摆；内圈两端面平行差等。

轴承的精度等级不同，对轴承零件的表面光洁度和工艺过程均有不同的要求。D级以上的轴承，都用在机床主轴，精密机械仪表以及高速运动的重要机构的部位上，如内燃机车液力变速箱第二轴和增压器等处的轴承。铁路机车车辆轴箱用的轴承采用普通级精度。精度高的轴承寿命较长，极限转数也可提高，但制造成本也比较高。

轴承各项精度的允差可由国家标准—滚动轴承技术条件（GB307—77）中查得。

### 五、滚动轴承的游隙\*

轴承的游隙是指套圈和滚动体间的内部间隙，它分为两类，即径向游隙和轴向游隙。其意义为，如将一个套圈固定，另一个套圈沿径向或轴向的最大移动量。根据轴承所处的状态，径向游隙分为原始游隙、配合游隙和工作游隙三种。

“原始游隙”是指轴承未安装到轴和轴箱内以前自由状态下的游隙，即规范上的游隙。“配合游隙”是指轴承安装到轴和轴箱内以后的游隙。由于轴承内圈与轴一般是过盈配合的，故配合游隙小于原始游隙，其差值即为内圈安装在轴上以后，其外径的膨胀量，一般为名义过盈量的65%至80%。

“工作游隙”系指轴承在工作状态下的游隙。轴承工作时因内、外圈的温度差而减小配合游隙，又因工作负荷的作用，使滚动体与套圈产生弹性变形而增大游隙。

\* “游隙”在习惯上常称“间隙”，本书各轴承名词均按国家标准称呼。

正确选择轴承的游隙应保证以下几点：

1. 作用于轴承上的负荷能合理地分布于滚动体之间；
2. 减少轴承工作时的振动和噪音；
3. 轴承应转动灵活；
4. 轴和外壳在径向和轴向的活动量应限制在游隙范围以内。

为了保证轴承正常地工作，最小原始游隙 $g_{min}$ 应按 下式计算确定：

$$g_{min} \geq \Delta_{di} + \Delta_{g1} + \Delta_{g0} - \Delta_{g\delta} \quad (1)$$

式中  $\Delta_{di}$ ——由于配合过盈而使游隙减小的量，即内圈外径膨胀量；

$\Delta_{g1}$ ——由于内外圈温度差而使游隙减小的量；

$\Delta_{g0}$ ——由于内外圈滚道椭圆度等因素而使游隙减小的量；

$\Delta_{g\delta}$ ——轴承在工作负荷下滚子与套圈产生弹性变形而使游隙增大的量。

由上式计算，车辆轴箱用42724T和152724T型轴承的最小原始游隙应大于0.10毫米。如游隙过小，轴承工作时的轴温就高，甚至有滚子卡住的危险。但游隙过大，也将会缩短轴承的寿命。

由于轴承的游隙对轴承的寿命、温升、振动和噪音都有很大的影响，因此，选择适合的游隙是非常重要的。对于一般工作条件下的轴承，通常选用基本组径向游隙，而对特殊工作条件下的轴承，可采用辅助组径向游隙。例如要求精密旋转或限制轴在轴向窜动，一般采用辅助组游隙（小游隙）的轴承。又如要求轴承与轴配合比正常配合更紧以及轴承内圈与外圈温差较大时，常采用较基本组游隙大的辅助组游隙。

## 六、滚动轴承的配合

轴承的配合与一般机械零件所采用的公差配合制度不同，轴承内圈的内径与外圈的外径均为负公差（少数由国外引进的轴承外径为正公差），轴承与轴的配合采用基孔制，而与轴承座孔的配合则采用基轴制。

轴承配合的选择系根据轴承的类型、精度（一般 D、C 级采用 1 级精度的配合，E、G 级则采用 2 级精度的配合）、尺寸、使用条件等，但主要决定于所承受负荷的大小、方向和性质。

轴承与轴配合的过盈量取决于负荷的大小，较重的负荷需要较大的过盈量，较轻的负荷则采用较小的过盈量。一般径向负荷  $R \leq 0.07C$  时称为轻负荷， $0.07C < R \leq 0.15C$  时称为正常负荷， $R > 0.15C$  时称为重负荷。这里  $C$  为轴承的额定动负荷。机车车辆轴箱轴承所承受的负荷均为重负荷。

根据工作条件，轴承套圈所承受的负荷可分为：局部负荷、循环负荷、摆动负荷三种。

1. 局部负荷：系指作用于套圈上的合成负荷（径向负荷与轴向负荷合成的负荷）仅为套圈滚道的局部区域所承受。如不旋转的外圈则承受局部负荷。受这种负荷的套圈应选较松的配合，如采用 D、D<sub>3</sub>、D<sub>6</sub> 等动配合或 G<sub>4</sub> 过渡配合。这样可使配合面间存在间隙或不大的过盈，在冲击或振动的作用下，套圈可能产生缓慢的转动，以免套圈局部磨损。

2. 循环负荷：系指作用于套圈上的合成负荷向量沿着滚道圆周方向旋转，顺次地为滚道的各个部位所承受。如旋转的内圈则承受循环负荷。受这种负荷的套圈应采用过盈配合，如 g<sub>6</sub>、g<sub>6</sub>、p<sub>6</sub>、r<sub>6</sub>、r<sub>7</sub>（后三种为 ISA 配合）等。如果



配合不紧或配合面存在间隙，就会在配合面滑动而产生磨损发热，导致轴承损坏。倘若过盈过大，又会影响轴承套圈与滚动体间的游隙。

3. 摆动负荷：系指作用于套圈上的合成负荷向量在套圈的一定区域上摆动，为套圈滚道的一定区域所承受。摆动负荷一般采用与循环负荷相同的配合。

轴和轴承座（或轴箱）与轴承配合的表面光洁度是根据轴承精度等级和轴承尺寸决定的，一般不得低于 $\nabla 6$ ，轴颈和轴箱孔表面的椭圆度和锥度安装G、E级轴承时，应小于配合面直径公差的二分之一，安装D、C级轴承时，应小于配合面直径公差的四分之一。

各种轴承根据其工作条件选定的配合允差值，可由轴承产品样本或有关设计手册中查得。

## 七、滚动轴承的材质

滚动轴承零件是在多次循环的交变压缩应力条件下工作的，滚动体和滚道为点接触或线接触，其接触应力高达150~500公斤/毫米<sup>2</sup>。因此，轴承套圈和滚动体均采用专用的轴承钢制造，并且要求轴承钢具有较高的抗压强度和抗接触疲劳强度以及较高的弹性极限；同时还要求有较高的硬度和良好的耐磨性能。对于机车车辆用的轴承钢，尚应具有较高的抗冲击韧性。此外轴承钢还应具有较好的热、冷加工工艺性能和抗锈性能。

轴承的寿命在很大程度上决定于轴承材料的质量。为得到上述轴承钢的一般性能，要求轴承钢具有：适当的化学成分；较为均匀的金相组织；较高的纯洁度。

几十年来，国内外轴承上最广泛采用的钢种为高碳铬轴承钢，其基本成分各国都是一样，我国轴承钢的钢种有