

# 现代有轨电车铰接轴承安装工艺

邹新苗

湖南省长沙市岳麓区望岳街道杜鹃路奥克斯缔壹城 12 栋, 湖南 长沙 410000

**[摘要]** 本文主要介绍了一种 100%低地板现代有轨电车铰接轴承安装工艺方法, 结合铰接轴承生产厂家的设计参数和设计内外结构, 以及 100%低地板现代有轨电车车体轴承孔设计的结构特点及参数, 并通过产品工装、工位器具、工艺方法对铰接轴承安装进行试验验证并应运到 100%低地板现代有轨电车车体安装中, 以此提高铰接轴承安装作业工作效率、达到铰接轴承安装产品质量标准, 满足 100%低地板现代有轨电车运行安全质量性能要求。

**[关键词]** 100%低地板有轨电车; 铰接轴承; 工位器具; 工艺方法

DOI: 10.33142/ec.v7i3.11429

中图分类号: U271.9

文献标识码: A

## Installation Process of Articulated Bearings for Modern Trams

ZOU Xinmiao

Building 12, Aokesidi Yicheng, Dujuan Road, Wangyue Street, Yuelu District, Changsha City, Hu'nan Province, Changsha, Hu'nan, 410000, China

**Abstract:** This article mainly introduces a 100% low floor modern tram hinge bearing installation process method, combined with the design parameters and internal and external structures of hinge bearing manufacturers, as well as the structural characteristics and parameters of the 100% low floor modern tram body bearing hole design. Through product tooling, workstation equipment The process method is to conduct experimental verification on the installation of articulated bearings and apply it to the installation of 100% low floor modern tram bodies, in order to improve the efficiency of articulated bearing installation work, meet the quality standards of articulated bearing installation products, and meet the safety and performance requirements of 100% low floor modern tram operation.

**Keywords:** 100% low floor tram; articulated bearings; workstation equipment; process methods

### 引言

铰接轴承是 100%低地板有轨电车整体运行安全、可靠质量的重要部件, 铰接轴承主要是将每节车体进行连接一起, 使其形成整车车辆编组, 并满足车辆在行使过程中车辆拐弯、车辆上下坡、车辆行驶等性能要求。由于铰接轴承与铰接孔为过盈配合 0-0.04mm 配合尺寸, 其在铰接轴承安装过程中可采用冷装或热装方法进行安装, 均能满足铰接轴承安装要求; 但整个安装操作过程中必须保证铰接轴承性能, 不能改变铰接轴承耐磨层材质以及轴承内部结构等, 以及对铰接轴承安装孔不能有不可逆的破坏性; 通过对铰接轴承采用冷装或热装工艺只是临时改变铰接轴承或轴承安装孔的物理尺寸, 以下针对冷装工艺和热装工艺安装试验进行论证。

### 1 设计结构形式

在设计结构形式方面, 铰接轴承的安装是在车体铰接座和车体连接板之间进行的, 三者之间采用过盈配合安装。在实施安装之前, 需要进行详细的尺寸检测, 并记录相关数据以进行登记存档。同时, 为了确保安装的质量, 需要对铰接轴承的表面以及车体铰接座孔和车体连接板孔进行擦拭, 采用无纺布进行清洁处理。具体的安装过程采用冷装的方法, 此时会使用不锈钢内六角 M10 螺栓, 并涂抹高强度紧固胶进行安装。螺栓的紧固力矩被设定为 55N·m, 以确保安装的牢固性和稳定性。具体设计结构如下图示所示:

a、铰接轴承安装:

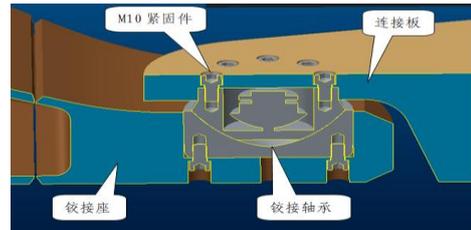


图 1 铰接轴承安装示意图

b、铰接轴承尺寸:

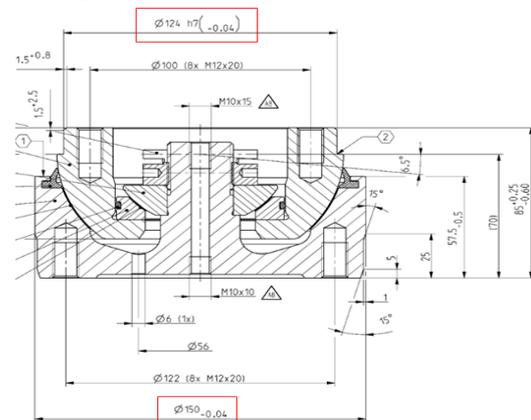


图 2 铰接轴承外形尺寸示意图

c、连接板设计尺寸:

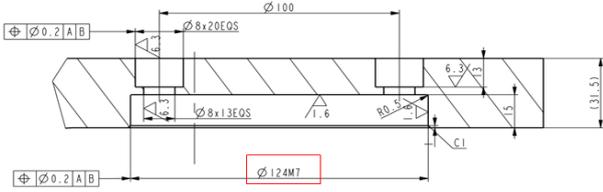


图3 连接板设计尺寸示意图

d、铰接座设计尺寸:

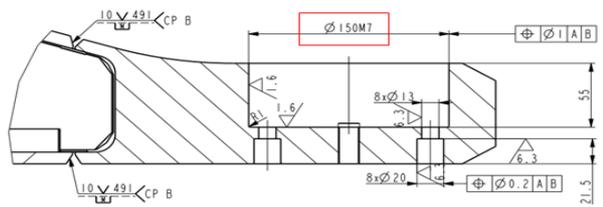


图4 铰接座设计尺寸示意图

## 2 铰接轴承冷装工艺验证

采用4个铰接轴承进行冷冻对比试验,其整个试验过程中,通过人、机、料、法、环进行工艺验证,具体要求如下:

a、人员需求:在工艺验证阶段,操作装配钳工和装配质检员的培训尤为关键。通过专业的培训,这两类人员能够熟练掌握试验流程和相关技能。操作装配钳工负责实际的轴承安装,而装配质检员则进行质量检测和验证。他们将全程监控试验过程,确保每一步都按照规定操作,并详细记录相关数据,为后续的分析提供依据。

b、设备需求:为了确保试验的顺利进行,工业冰箱是不可或缺的设备。冰箱提供了适宜的冷冻环境,确保轴承在冻结状态下保持稳定。千分尺用于对轴承尺寸进行精确测量,确保符合设计要求。温度计则用于监测冰箱内的温度,保障冷冻环境的稳定性。毛刷用于清理轴承表面,为后续涂抹仪表油做好准备。

c、材料需求:试验所需的铰接轴承数量为4个,确保对试验过程进行全面验证。仪表油则用于涂抹在轴承表面,有助于减小结霜现象,确保试验的稳定性。选择合适的轴承和使用适量的仪表油是保障试验质量的基础。

d、文件需求:设计技术资料和装配作业指导书是试验过程中不可或缺的文件。设计技术资料提供了轴承的详细信息,而装配作业指导书指导了试验的具体步骤。这两类文件的合理运用有助于规范试验流程,确保操作的一致性和准确性。

e、环境需求:作业环境监测是确保试验稳定进行的关键因素。通过监测环境参数,如温度和湿度,可以及时调整工艺参数,确保试验环境符合要求。合适的作业环境是保障试验可靠性和结果准确性的前提。

(1)由专人装配质检员通过千分尺对铰接轴承实际尺寸进行测量,并在每个铰接轴承上做好标记,测量数据如下表1所示:

表1 铰接轴承实际测量数据

铰接轴承	1#	2#	3#	4#
铰接座端轴尺寸	$\phi 150-0.04$	$\phi 150-0.03$	$\phi 150-0.04$	$\phi 150-0.04$
连接板端轴尺寸	$\phi 124-0.04$	$\phi 124-0.03$	$\phi 124-0.035$	$\phi 124-0.04$

(2)铰接轴承冷冻试验,将检测并做好标记的铰接轴承,通过专人装配钳工将4个铰接轴承平稳地摆放在 $-24^{\circ}\text{C}$ 冷冻冰箱内连续冷冻6小时,测量数据如下表2所示:

表2 铰接轴承冷冻后测量数据

铰接轴承	1#	2#	3#	4#
铰接座端轴尺寸	$\phi 150-0.08$	$\phi 150-0.09$	$\phi 150-0.08$	$\phi 150-0.09$
连接板端轴尺寸	$\phi 124-0.09$	$\phi 124-0.09$	$\phi 124-0.09$	$\phi 124-0.08$

经过冷冻试验测试,由专人装配质检员测量每个冷冻后的铰接轴承数据,发现其铰接轴承均出现 $0.04-0.055\text{mm}$ 收缩量。

(3)由专人操作装配钳工将做好标记的3#铰接轴承,在其表面用毛刷均匀的涂抹一层仪表油,再将3#铰接轴承平稳地摆放在 $-24^{\circ}\text{C}$ 冷冻冰箱内,连续冷冻6小时后,由装配质检员检测对比数据如下表3所示:

表3 铰接轴承冷冻对比测量数据

铰接轴承	3#(未冷冻数据)	3#(未涂抹仪表油冷冻数据)	3#(涂抹仪表油冷冻数据)	备注
铰接座端轴尺寸	$\phi 150-0.04$	$\phi 150-0.08$	$\phi 150-0.1$	涂抹仪表油冷冻后收缩 $0.06\text{mm}$
连接板端轴尺寸	$\phi 124-0.035$	$\phi 124-0.09$	$\phi 124-0.1$	涂抹仪表油冷冻后收缩 $0.065\text{mm}$

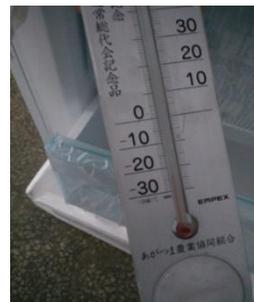


图5 实际冰箱检测温度



图6 表面未涂抹仪表油状态



图7 表面涂抹仪表油状态

经试验结果判定:铰接轴承两种不同状态表面冷冻后

均出现结霜现象,但表面未涂抹仪表油铰接轴承结霜明显且呈现粉末状,表面涂抹仪表油结霜略有且呈现一层均匀薄膜状;通过测量数据统计判定,表面涂抹仪表油铰接轴承收缩量稍大于未涂抹仪表油铰接轴承;

铰接轴承冷装安装试验:

(1)铰接座轴承孔尺寸测量,测量数据如下表4所示:

**表4 铰接座轴承孔检测数据**

轴承座	TP 1#	TP 2#	MC1	MC2
检测尺寸	$\phi 150(-0.01, -0.04)$	$\phi 150(-0.02, -0.04)$	$\phi 150(-0.01, -0.03)$	$\phi 150(-0.01, -0.04)$

(2)连接板轴承孔尺寸测量,测量数据如下表5所示:

**表5 连接板轴承孔检测数据**

轴承座	F 1与TP端铰接	F 1与MC1端铰接	F2与TP端铰接	F2与MC2端铰接
检测尺寸	$\phi 124-0.03$	$\phi 124-0.015$	$\phi 124(-0.01, -0.02)$	$\phi 124(-0.02, -0.03)$

(3)由专人操作装配钳工将表面涂抹仪表油的3#铰接轴承从冰箱取出,快速的安装4个导向杆,平稳摆放在移动保温箱内,再将铰接轴承快速传送至铰接座安装处,并将铰接座轴承平稳地放置在TP 1#铰接座孔内,操作如下图5、图6所示:



图5 导向杆安装

图6 铰接轴承安装

### 3 经试验结果判定

a、经冷冻后铰接轴承能顺畅、快速的安装至铰接座、连接板轴承孔内;

在试验的首个方面,经过冷冻处理后的铰接轴承呈现出了良好的安装性能。这意味着冷冻过程并未对轴承的外形和尺寸产生负面影响,保持了其与铰接座、连接板轴承孔的过盈配合。铰接轴承的顺畅、快速安装为整个有轨电车系统的运行提供了基础支持,确保了各个部件之间的紧密连接。

b、铰接轴承从冰箱取出后必须在3分钟内安装到铰接座轴承孔内,否则轴承无法安装;

试验的第二个方面强调了取出后的铰接轴承的时间敏感性。规定了3分钟的安装时间窗口,突显了试验中对迅速安装的要求。这一规定反映了实际运营中的需求,要求维修或更换轴承时,必须在极短的时间内完成,以减少

有轨电车的停运时间。

c、整个安装过程必须由经过培训的操作装配钳工进行安装,保证快速、高质量,一气呵成完成所有工序;

在试验的第三个方面,强调了操作装配钳工的专业性和培训的必要性。试验规定了只有经过专业培训的操作人员才能参与整个安装过程,确保了操作的迅速性和高质量性。操作装配钳工在保证整个过程的技术要求的同时,通过一气呵成地完成所有工序,提高了安装效率。

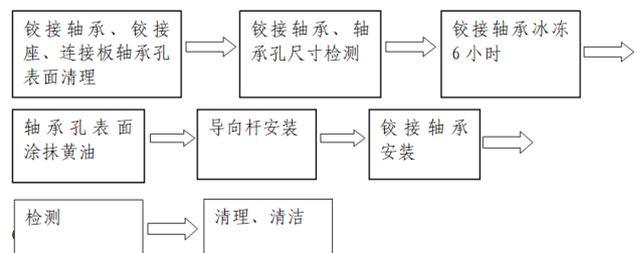
### 4 铰接轴承拆装试验:

铰接轴承与轴承座咬合约3-4mm,用4个M8x60六角螺栓均布在铰接座轴承孔的工艺孔内,均匀平衡交叉缓慢上顶,在整个轴承顶出过程中所用时间约20min;其整个过程中操作难度较大且耗时,需制作专用工装进行拆装保证,操作如下图7所示:



图7 铰接轴承拆卸

### 5 铰接轴承安装工艺流程



### 6 结论

#### 6.1 工艺流程优化

工艺流程优化是确保100%低地板现代有轨电车铰接轴承安装高效稳定的关键。通过实验数据的详细分析,我们可以得出以下几点关于工艺流程的优化建议:首先,冷冻工艺在铰接轴承安装中表现出色。实验结果显示,经过冷冻处理后的铰接轴承能够在安装过程中顺畅、快速地安装至铰接座和连接板轴承孔内。这证实了冷冻处理对轴承尺寸和形状的稳定性的负面影响,而且保持了与孔配合的过盈要求。其次,为确保轴承在极短的时间内完成从冰箱到铰接座轴承孔的安装,我们建议在实际操作中设立严格的时间限制。试验规定了3分钟的时间窗口,这强调了

迅速安装的要求。在实际运营中,这种要求非常合理,可以最大程度地减少有轨电车的停运时间,提高系统的可用性。此外,为确保整个安装过程的质量和一致性,必须由经过专业培训的操作装配钳工进行操作,不仅包括了技术上的熟练,还强调了对整个安装流程的熟悉程度。只有经过培训的操作人员才能够迅速而高质量地完成所有工序,确保了安装的可靠性。综合考虑,为了优化工艺流程,我们建议继续采用冷装工艺,并在实际操作中强调时间敏感性和专业人员的培训要求,不仅有助于保持轴承的优良性能,还能够在保证质量的前提下提高整个生产过程的效率。

## 6.2 全面检测与记录

全面的检测与记录在确保 100%低地板现代有轨电车铰接轴承安装过程中的关键作用不可忽视。通过实验数据的详细记录和分析,我们能够得出以下几点关于全面检测与记录的重要性:首先,在安装前对所有涉及的轴孔进行精确的尺寸检测是确保安装顺利进行的关键一步。实验中的检测数据表明,在安装前对铰接轴承、车体铰接座孔、车体连接板孔进行详细测量,并记录相关数据登记存档,是确保轴承与孔配合尺寸符合设计要求的基础。其次,实验中强调了对铰接轴承尺寸的详细记录。通过使用千分尺等精密工具,测量并标记每个铰接轴承的端轴尺寸和连接板端轴尺寸,不仅在安装前提供了有效的数据,还为后续的检测和验证提供了基础。此外,记录涂抹仪表油后的铰接轴承的结霜情况也是实验中的关键一环。通过对比未涂抹和涂抹仪表油两种状态下的结霜情况,我们不仅可以了解到涂抹仪表油对于减少结霜的影响,还能够在实际操作中采取更有针对性的防霜措施。在综合考虑上述实验数据的基础上,我们强调了全面检测与记录在确保产品质量和安全性方面的不可替代性。只有通过精确的尺寸检测和详细的记录,我们才能够更好地了解轴承的状态和性能,为后续的安装和维护提供更为可靠的依据。

## 6.3 提高生产质量和效率

提高生产质量和效率是 100%低地板现代有轨电车铰接轴承安装过程中的核心目标。通过上文的实验数据分析,我们可以得出以下几点关于如何实现这一目标:首先,冷装工艺的采用是提高生产效率的关键步骤。实验结果表明,冷冻处理后的铰接轴承在安装过程中表现出色,不仅保持了稳定的尺寸,还确保了轴承与孔的过盈配合,为在短时间内完成铰接轴承的安装提供了有力的支持,降低了生产过程中的停运时间,从而有效提高了系统的可用性。其次,实验中对安装过程中的时间要求进行了强调。通过规定在 3 分钟内完成铰接轴承从冰箱到铰接座轴承孔的安装,有效缩短了整个安装周期。此外,强调由经过专业培训的操作装配钳工进行安装,是保证生产质量的另一重要因素。只有熟练掌握操作技能的人员,才能够在短时间内完成高

质量的安装工作。总之,通过采用冷装工艺、强调时间效率、并由专业人员进行操作,我们可以在不牺牲产品质量的前提下,实现生产效率的提升,不仅有助于满足现代有轨电车运营的高效性要求,还在保障安全性的同时提高了生产的整体效益。

## 6.4 工艺方法的灵活性

工艺方法的灵活性在确保 100%低地板现代有轨电车铰接轴承安装过程中扮演着关键角色。通过上文实验数据的分析,我们可以得出以下几点关于工艺方法灵活性的几点见解:首先,实验中的冷装工艺展现了其在安装过程中的高度灵活性。通过在不改变轴承性能的前提下采用冷冻方法,成功地实现了轴承与孔的过盈配合,确保了安装的顺利进行。这种方法既保留了轴承的优越性能,又在工艺上实现了灵活应用,为不同条件下的安装提供了可行的选择。其次,实验数据中的时间要求和培训要求也反映了工艺方法的灵活性。通过规定 3 分钟内完成铰接轴承的安装,并强调由专业培训的操作装配钳工进行操作,实际上也为工艺方法的应用提供了一定的灵活性。这种要求并非僵化地限定了工艺的步骤,而是在实践中充分考虑了操作的可行性,为灵活性的体现提供了操作层面的支持。此外,实验中的不同涂抹状态对比也提示了工艺方法在特殊条件下的可调性。通过涂抹仪表油,成功降低了铰接轴承的结霜现象,减缓了结霜的速度。这种对工艺方法的微调使得在不同环境条件下能够更好地适应,保证了安装过程的顺利进行。总之,工艺方法的灵活性是确保 100%低地板现代有轨电车铰接轴承安装成功的关键。在保证产品质量的前提下,通过对不同因素的合理调整和考虑,灵活性的体现将更好地适应不同的操作场景,确保了工艺的稳定性 and 可持续性。

### [参考文献]

- [1]曾献智,奚强,刘璇,等.有轨电车轮对轴承失效原因的分析及优化改进[J].轴承,2020(11):6.
  - [2]李熠.轴承试验径向加载结构设计及优化[J].现代制造技术与装备,2019(8):4.
  - [3]安琪,秦勇,姚德臣.城市轨道交通车辆轴承故障诊断方法研究[J].中国铁路,2014(11):1.
  - [4]窦锋,寇鹏,王斌.轴承的游隙及游隙的选择[J].机械设计与制造,2009(4):6.
  - [5]马志颖,黎荣,蔡子一.高速列车轮对多目标选配方法研究[J].机械设计与制造,2020(12):3.
  - [6]郑志坚,乐汉琴.厂修货车轮对组装智能选配工艺设计[J].铁道车辆,2012(8):3.
- 作者简介:邹新苗(1986.10—),男,毕业学校:湖南农业大学,专业:机械制造及其自动化,职务:生产经理,职务年限:5年,职称级别:中级工程师。