

ICS 39.020

CCS J28

# 团 体 标 准

T/ZJAA 002—2022

---

## 轻载自动导引运输车用回转式蜗轮蜗杆传动装置技术要求及试验方法

Technical requirements and test methods of worm and wheel reducers for light load automated guided vehicles

2022 - 08 - 20 发布

2022 - 09 - 20 实施

---

浙江省自动化学会 发布



# 目 次

目次.....	I
前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 技术要求.....	1
4.1 一般要求.....	1
4.2 性能要求.....	2
4.3 耐久性.....	4
4.4 耐候性.....	5
4.5 温升测试.....	5
5 试验方法.....	5
5.1 试验条件.....	5
5.2 测试.....	5
5.3 性能检验.....	6
5.4 耐久性测试.....	7
5.5 耐候性检测.....	7

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由浙江省自动化学会提出并归口。

本文件负责起草单位：浙江台玖精密机械有限公司。

本文件参加起草单位：浙江新吉奥汽车有限公司、杭州诠世传动有限公司、浙江科力车辆控制系统有限公司、杭州职业技术学院吉利汽车学院、浙江科技学院、温州职业技术学院、浙江方圆检测集团股份有限公司。

本文件主要起草人：朱泉泉、郭晓伟、赵云、寿炳炎、张方明、邵立东、江健、张新闻、李强、李武朝、张林海、陈锋。

# 轻载自动导引运输车用回转式蜗轮蜗杆传动装置 技术要求及试验方法

## 1 范围

本文件规定了700Kg以下轻载自动导引运输车用回转式蜗轮蜗杆传动装置的技术要求及试验方法。本文件适用于700Kg以下轻载自动导引运输车用回转式蜗轮蜗杆传动装置。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 1173	铸造铝合金
GB/T 3077	合金结构钢
GB/T 8539	齿轮材料及热处理质量检验的一般规定 齿轮材料及热处理质量检验要求
GB/T 9450	钢件渗碳淬火硬化层深度的测定和校核
GB/T 10125	人造气氛腐蚀试验、盐雾试验
GB/T 15729	手用扭力扳手通用技术条件
GB/T 25752	压式气密性检测仪
GB/T 30030	自动导引车（AGV）术语
JB/T 5558	减(增)速器试验方法

## 3 术语和定义

GB/T 30030 界定的术语和定义皆适用于本标准。

## 4 技术要求

### 4.1 一般要求

#### 4.1.1 工作温度

回转装置应在-20℃~50℃温度范围内能正常工作。

#### 4.1.2 伺服电机功率

伺服电机功率宜在400W~600W之间。

#### 4.1.3 皮带初始张力

皮带应与同步带轮配套使用，皮带初始张力的振荡频率宜为160Hz~200Hz。

#### 4.1.4 噪音

回转装置在运转过程中噪音应不大于75dB。

#### 4.1.5 材料

蜗轮蜗杆宜采用合金结构钢,不应低于 GB/T 3077中的规定,材料热处理后宜抗拉强度大于1080 MPa,允许采用力学性能相当或较高的其他材料。传动装置壳体宜采用铝合金,不应低于GB/T 1173中的规定,宜采用压力铸造。

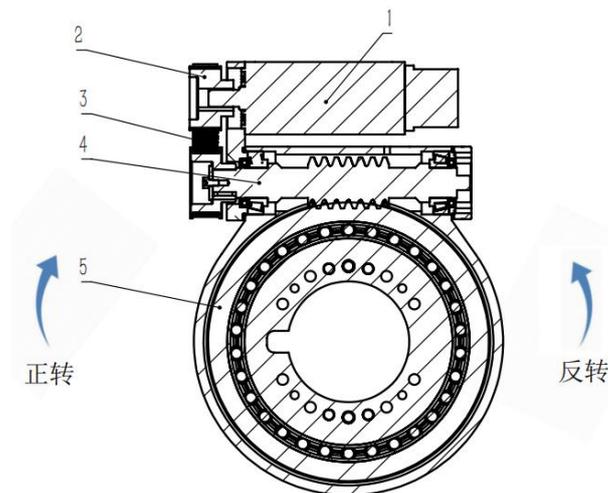
#### 4.1.6 热处理

蜗轮蜗杆应采用热处理工艺以提升表面硬度和耐磨性。蜗杆宜采用渗碳淬火,热处理后表面硬度宜56~62 HRC,蜗轮宜采用调质+表面氮化热处理,热处理后表面硬度宜大于550  $Hv_{0.3}$ 。

### 4.2 性能要求

#### 4.2.1 功能

回转式蜗轮蜗杆传动装置的整体功能应为伺服电机驱动和装置带动物品做回转运动。如图1所示。伺服电机连接同步带轮,同步带轮通过同步带驱动蜗杆运转,蜗杆与蜗轮啮合传动并承受物品负载做回转运动,由伺服电机的正反转控制传动装置的正反转。



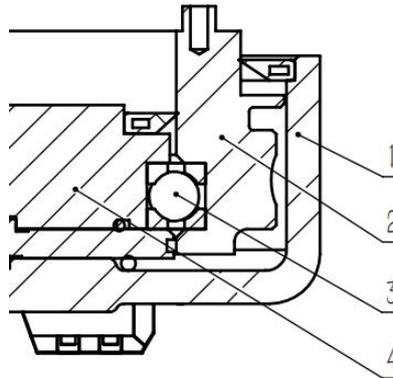
其中: 1-伺服电机, 2-同步带轮, 3-同步带, 4-蜗杆, 5-蜗轮  
图1 回转式蜗轮蜗杆传动装置功能示意图

#### 4.2.2 蜗杆输入端启动扭矩

传动装置空载时应确定蜗杆输入端启动扭矩,蜗轮蜗杆传动装置经跑合测试后使用扭矩扳手检测正反转启动扭矩,设计时宜取启动扭矩值为 $0.8\sim 1.5\text{ N}\cdot\text{m}$ ,在此范围内,传动装置的工作状态最优;超出上述范围时,宜调整,以保证启动扭矩符合要求。

#### 4.2.3 回转预紧力矩

预紧力矩宜根据回转功能设定。如图2所示,蜗轮与内圈作用和连接在钢丝轨道轴承上,运转蜗轮所需要的扭力为整个回转的预紧力矩,预紧力矩宜在 $10\text{ N}\cdot\text{m}\sim 15\text{ N}\cdot\text{m}$ 范围内。



其中：1-壳体，2-蜗轮，3-钢丝轨道轴承，4-内圈  
图2 回转机构局部截面图

#### 4.2.4 钢丝轨道安全系数计算公式

- (a) 当钢丝轨道球节距的圆周速度小于0.1 m/s时，计算其安全系数。  
静载荷计算公式 (1)：

$$P_0 = X \times F_r + Y \times F_a + \frac{2 \times M_k}{KK_\varphi} \quad (1)$$

公式中：

$P_0$ ——静载荷，单位为牛 (N)

$X$ ——径向系数，圆周速度小于0.1 m/s时， $X=1$

$F_r$ ——径向力，单位为牛 (N)

$Y$ ——轴向系数，圆周速度小于0.1 m/s时， $Y=0.47$

$F_a$ ——轴向力，单位为牛 (N)

$M_k$ ——倾覆力矩，单位为牛顿米 (N·m)

$KK_\varphi$ ——轴承球节距直径，单位为米 (m)

安全系数计算公式 (2)：

$$S_{st} = \frac{C_0}{P_0} \quad (2)$$

公式中：

$S_{st}$ ——安全系数

$C_0$ ——静态额定载荷，单位为牛 (N)

安全系数应符合表1的规定。

表1 运行工况与安全系数

运行工况	安全系数 ( $S_{st}$ )
平稳运行，无振动	>1.8
正常运行时有轻微振动	>2.5
在显著的冲击载荷和有关运行精度的高要求下	>8

- (b) 当钢丝轨道球节距的圆周速度大于0.1 m/s时，计算其轴向载荷与轴承寿命。

轴向载荷计算公式：

$$P = Y \times F_a + Z \times \frac{M_k}{KK\varphi} \quad (3)$$

轴承寿命计算公式:

$$L_h = \left(\frac{C}{P}\right)^3 \times \frac{10^6}{60 \times n} \quad (4)$$

式中:

$L_h$ ——轴承寿命, 单位为小时 (h)

$C$ ——额定动载荷, 单位为牛 (N)

$P$ ——动载荷, 单位为牛 (N)

$n$ ——平均运行转速, 单位为转/每分钟 (r/min)

$Z$ ——力矩系数

其中,  $Y$ 和 $Z$ 按表2中的方式进行取值。

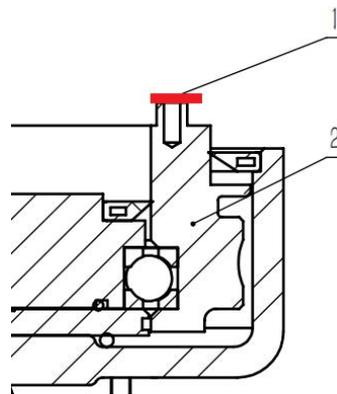
表2  $Y$ 值与 $Z$ 值的取值方式

前提条件	$Y$ 值	$Z$ 值
$0 < \frac{M_k}{F_a \times KK\varphi} < 0.5$	$Y=0.86$	$Z=1.72$
$\frac{M_k}{F_a \times KK\varphi} > 0.5$	$Y=0.45$	$Z=2.54$

以上公式参照德国Franke的轨道轴承的选型计算内容。

#### 4.2.5 传动装置额定负载功能

传动装置运转时, 壳体固定在物流车上, 蜗轮上端面为传动装置的承载面。如图3所示为传动装置局部截面图, 此承载面应承受额定物品重量且运转时无异常磨损、噪音、温升问题。



其中: 1-传动装置的承载面; 2-蜗轮  
图3 传动装置局部截面图

### 4.3 耐久性要求

#### 4.3.1 使用寿命

回转式蜗轮蜗杆传动装置在产品额定负载条件下运转时, 寿命不应小于2年, 正转反转为1次, 共计运转20万次, 运转时应无异常磨损、噪音、温升问题, 寿命测试后检测啮合侧隙, 侧隙不应大于0.4 mm。

#### 4.3.2 磨损

在蜗轮上方增加力臂杆，用千分表测量蜗轮分度圆位置处跳动，为啮合侧隙。传动装置初始蜗轮蜗杆啮合侧隙宜在0.06 mm~0.15 mm范围内；传动装置寿命到达极限，其啮合侧隙总磨损量不应大于0.35 mm。

#### 4.4 耐候性要求

##### 4.4.1 抗盐雾能力

传动装置在中性盐雾测试应达到60小时以上。

##### 4.4.2 防护等级

防护等级应符合GB/T 4208规定的IP 65级。

##### 4.4.3 气密性

宜使用密封装置密封影响传动装置内部升压的通气口，然后向传动装置内平缓加入50~70 KPa已滤水的压缩空气，关闭送气阀保持60秒后，内部压力下降不大于10 KPa为合格。

#### 4.5 温升测试

传动装置在测试台架（如图6）上负载700 kg运转24小时，使用接触式温度测量仪分别测量壳体、内圈、油封、蜗轮、蜗杆及靠近轴承处的温度，温度不应大于50℃。

### 5 试验方法

#### 5.1 试验条件

##### 5.1.1 试验高低温度运转

- (a) 装置在-20℃的低温箱中做运转测试，运行时间不应小于2小时，观察是否正常运行；
- (b) 装置在50℃的高温箱中做运转测试，运行时间不应小于2小时，观察是否正常运行。
- (c) 试验方法中温度偏差宜为±3℃，宜参考JB/T 5558执行，另客户有明确要求除外。

#### 5.2 测试

##### 5.2.1 皮带初始张力

在已安装好传动装置上，使用皮带张力电子测量仪测量其中的皮带，将测量仪的传感器测量头对准皮带，敲击皮带后测量皮带的振荡频率，振荡频率宜在160 Hz~200 Hz范围内。

##### 5.2.2 噪音

- (a) 噪音测试时，应在环境噪音不大于35 dB的室内测试。
- (b) 蜗轮蜗杆传动装置在运转时，将分贝检测仪放置在距离传动装置1米处记录每次正反转的噪音值。
- (c) 其余参照JB/T 5558中噪音测试要求。

##### 5.2.3 材料

力学性能、化学成分应按GB/T 3077的要求执行。

##### 5.2.4 热处理

- (a) 蜗杆渗碳淬火热处理后，参照GB/T 8539热处理质量检验要求执行，渗碳层深度应按GB/T 9450执行。
- (b) 蜗轮真空调质后做表面氮化处理，参照GB/T 8539热处理质量检验要求执行
- (c) 调质后工件表面硬度宜使用布氏硬度计检测，表面氮化后宜使用维氏硬度计检测。

### 5.3 性能检验

#### 5.3.1 跑合测试台架

如图4所示,传动装置锁固在底座台上,加装负载后运行,要求运行时间不应小于4 h,符合JB/T 5558相关要求。

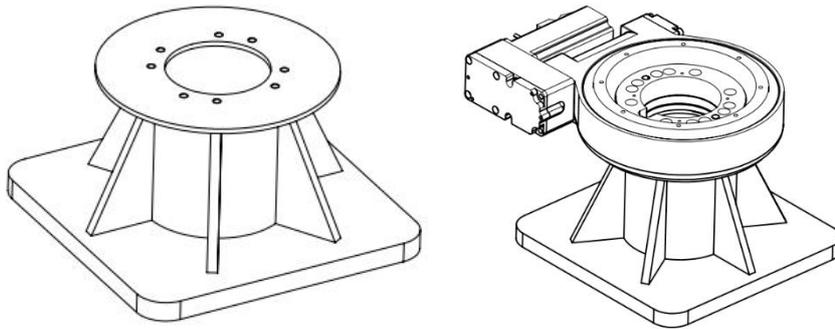


图4 固定蜗轮蜗杆传动装置的底座台

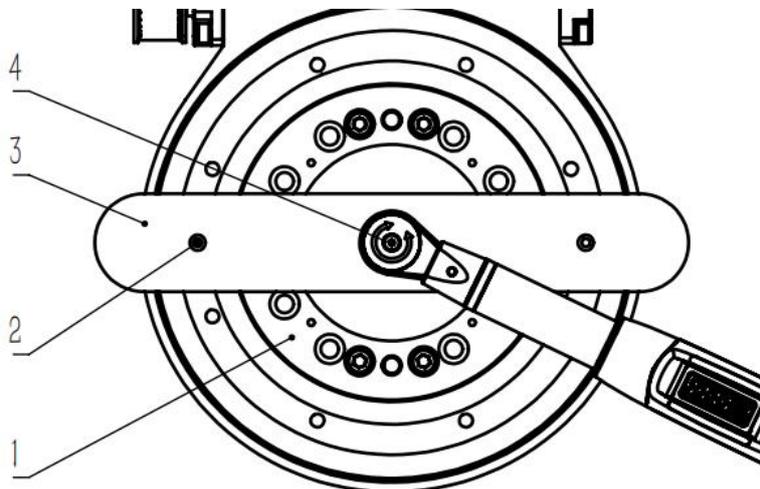
#### 5.3.2 蜗杆输入端启动扭矩

启动扭矩应按GB/T 15729 执行检测。

#### 5.3.3 回转预紧力矩

在不组蜗杆的条件下:固定内圈1,将扭力测试板3利用圆柱销固定在销孔2处,扭力扳手4插入3的孔中并带动蜗轮正转和反转,如图5。

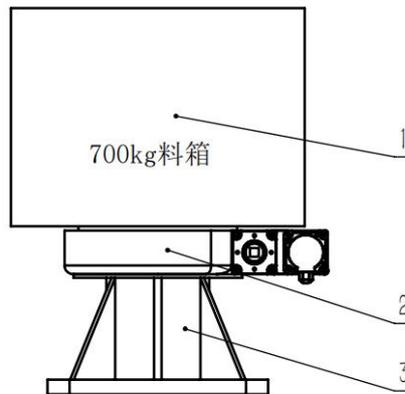
扭力扳手测得的正转及反转扭力即蜗轮正转及反转的预紧力矩,宜参考GB/T 15729执行。



其中: 1-内圈, 2-销孔, 3-扭力测试板, 4-扭力计  
图5 检测蜗轮预紧力简图

#### 5.3.4 回转额定负载的检验方法

测试额定负载台架如图6所示,蜗轮蜗杆回转装置锁固在座台上并带动700 kg负载料箱。正转反转为1次,共1000次。运转时无异常磨损、噪音、温升等情况。



其中：1-700 kg料箱，2-回转式蜗轮蜗杆传动装置，3-底座台  
图6 测试台架

#### 5.4 耐久性测试

##### 5.4.1 使用寿命

按额定负载测试传动装置寿命，应按 JB/T 5558执行测试。

##### 5.4.2 磨损量

啮合侧隙应按 GB/Z 18620.2执行。

#### 5.5 耐候性检测

##### 5.5.1 抗盐雾能力

盐雾测试应按 GB/T 10125 执行。

##### 5.5.2 气密性

气密检测应按 GB/T 25752 执行。

##### 5.5.3 防护等级

防护等级检测应按 GB/T 4208 执行。

##### 5.5.4 温升

温升应按JB/T 5558执行。