

ICS 21.120

CCS J19

团 体 标 准

T/CMIF 236—2023/T/TCMCA 0021—2023

工业机器人用精密减速器最小极限 寿命测试方法

Test method for minimum limit life of precision reducer by industrial
robots

2023-12-18 发布

2024-02-01 实施

中国机械工业联合会

发布

目 次

前言	III
引言	V
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 试验件	2
4.1 试验原理	2
4.2 试验件的确定	2
5 测试系统	2
5.1 测试系统构成	2
5.2 测试装置	3
5.3 数据采集装置	3
5.4 校准	4
5.5 安装要求	4
6 测试方法	5
6.1 概述	5
6.2 测试条件	5
6.3 测试前准备	6
6.4 测试方法及顺序	6
6.5 定位准确度误差计算方法	9
7 测试终止条件	9
8 终止后的验证	9
9 测试结果的处理	9
10 测试报告	9
10.1 测试报告	9
10.2 测试报告格式	9
附录 A (资料性) 第三方测试报告样式	11
附录 B (资料性) 制造方测试报告样式	12
附录 C (资料性) 用户方测试报告样式	13
参考文献	14
图 1 卧式测试系统	2
图 2 立式测试系统	3

T/CMIF 236-2023/T/CMCA 0021-2023

图 3 螺钉的锁紧顺序	5
图 4 定位准确性测试原理示意图	6
图 5 运行位置和时间关系图例	7
图 6 运行速度和时间关系图例	7
图 7 精密减速器定位准确性测试运行图例	8
表 1 螺钉的锁紧力矩	4
表 2 精密减速器输出轴往复旋转正/反向位置推荐表	6
表 A.1 第三方测试报告格式	11
表 B.1 制造方测试报告格式	12
表 C.1 用户方测试报告格式	13

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》和 GB/T 20001.4-2015《标准编写规则 第4部分：试验方法标准》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。

本文件由中国机械工业联合会提出并归口。

本文件起草单位：恒丰泰精密机械股份有限公司、许昌学院、中能（天津）智能传动设备有限公司、北京中技克美谐波传动股份有限公司、南通远辰测控设备有限公司、江苏泰隆减速机股份有限公司、广州机械科学研究院有限公司、浙江大学、杭州电子科技大学、温州大学、中机国际工程设计研究院有限责任公司、河南库睿机器人科技有限公司、湖南中机国际检测技术有限公司。

本文件主要起草人：郭晓军、邹晨、叶胜康、刘思厚、高明艳、周世才、许华智、何俊、闵新和、王坚、李妮妮、杨世锡、沈茂、胡小平、王正伟、许曦、蔡云龙、穆晓彪、向家伟、赵玉梅、冯贵新、金良华、李学文、杨荣刚。

本文件为首次发布。

全国团体标准信息平台

引 言

目前，在国内外的生产厂家公开的技术资料中，工业机器人用精密减速器主要采用滚动轴承的寿命来认定工业机器人用精密减速器的寿命，限定的是在平均输出转速、平均负载转矩、额定输出转速和额定转矩的条件下，通过计算来确定工业机器人用精密减速器的额定寿命，并没有相对应的测试方法。国内现有工业机器人相关的国家标准和行业标准，虽提及寿命的测试问题，但均不够详实，且额定寿命、设计寿命、疲劳寿命和等效寿命等多种关于寿命的名词术语并存，引起生产厂家与用户之间在沟通过程中产生歧义。由于测试方法的不统一，导致提供产品参数的一致，不仅产品质量参差不齐，影响使用，且容易带来贸易纠纷。

本文件是为了填补工业机器人用精密减速器最小极限寿命测试方法标准的空白，提供一个科学的、可操作的且生产厂家和用户共同认可的技术标准和评判依据，保证工业机器人用精密减速器产品寿命参数指标的一致性；对工业机器人用精密减速器最小极限寿命测试的装置性能、环境适应性、参数校准、测试内容、方式、步骤和过程中的数据采集、计算、分析、处理及结果报告提出了技术要求和测试试验指导，准确判定工业机器人用精密减速器最小极限寿命。

本文件是适应市场需求所提出的，通过充分论证和试验后编制而成；解决了通过计算轴承寿命来认定工业机器人用精密减速器寿命的不完全且不充分的现状问题，实现了数据的可复现性，统一了生产厂家和用户均认可的寿命参数指标，为工业机器人用精密减速器领域产品的质量提升和智能制造产业高质量发展提供了新型标准；是促进智能制造产业高质量、高性能和高可靠性发展的基础之一，亦可为开展工业机器人用精密减速器测试技术研究提供技术依据。

全国团体标准信息平台

工业机器人用精密减速器最小极限寿命测试方法

1 范围

本文件界定了工业机器人用精密减速器最小极限寿命测试方法的术语和定义,规定了试验件和测试系统,描述了测试方法,规定了测试终止条件、测试终止后的验证方法以及测试结果的处理,提供了测试报告的内容。

本文件适用于以重复定位精度和温度为考核指标的工业机器人用精密减速器最小极限寿命测试,其他用途精密减速器最小极限寿命的测试参照使用。

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 1184—1996 形状和位置公差 未注公差值

GB/T 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分:按接收质量限(AQL)检索的逐批检验抽样计划

GB/T 30574 机械安全 安全防护的实施准则

T/CMIF 191 机器人用精密减速器重复定位精度测试方法

3 术语和定义

T/CMIF 191界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

运行程序 **run a program**

工业机器人用精密减速器输出轴从停止状态加速到额定转速,保持额定转速,再从额定转速减速到停止状态,到达指定位置;再从停止状态加速到额定转速,保持额定转速,再从额定转速减速到停止,回到初始位置的过程。

3.2

最小极限寿命 **minimum limit life**

在环境条件下,工业机器人用精密减速器输出轴施加额定负载后,按照运行程序(3.1)反复到达指定位置和回到初始位置;当到达指定位置和初始位置测试的数据中出现超出工业机器人用精密减速器的重复定位精度或温度设定的阈值时的累积次数或时间。

3.3

空载传动过程误差 **error in no-load transmission process**

在无负载的条件下,工业机器人用精密减速器输出轴正向和反向分别旋转360°时,在输出轴旋转角度-角度传动误差关系坐标系上,把获得的旋转角度值和角度传递误差值形成的点依次连接,构成的图形所得到的最大纵向轮廓区间。

4 试验件

4.1 试验原理

依据工业机器人用精密减速器（以下简称精密减速器）最小极限寿命的定义和精密减速器定位准确度测试原理，采用在限定试验终止条件下，累计循环运行次数或时间和试验终止后验证的方法来确定精密减速器最小极限寿命。

4.2 试验件的确定

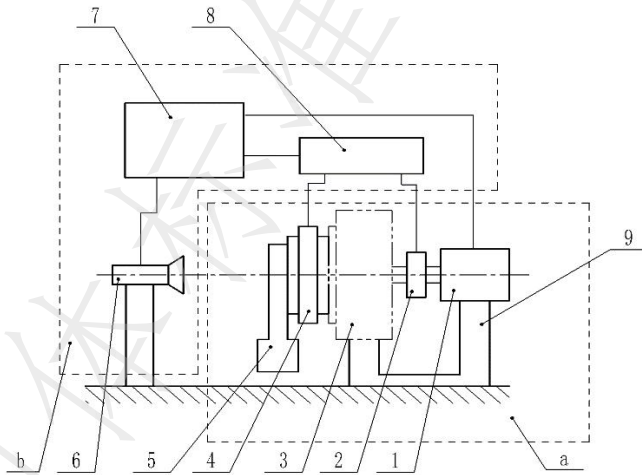
4.2.1 试验件为被测精密减速器产品或样机。

4.2.2 试验件的数量按照试验目的和要求确定。若为抽样检测，试验件数量应依据GB/T 2828.1的规定确定。

5 测试系统

5.1 测试系统构成

测试系统分为卧式测试系统（见图1）和立式测试系统（见图2），其结构组成包括测试装置和数据采集装置。



标引序号说明：

a—测试装置（见 5.2）；

b—数据采集装置（见 5.3）；

1—驱动装置；

2—输入端旋转角度测量圆光栅；

3—精密减速器；

4—输出端旋转角度测量圆光栅；

5—负载；

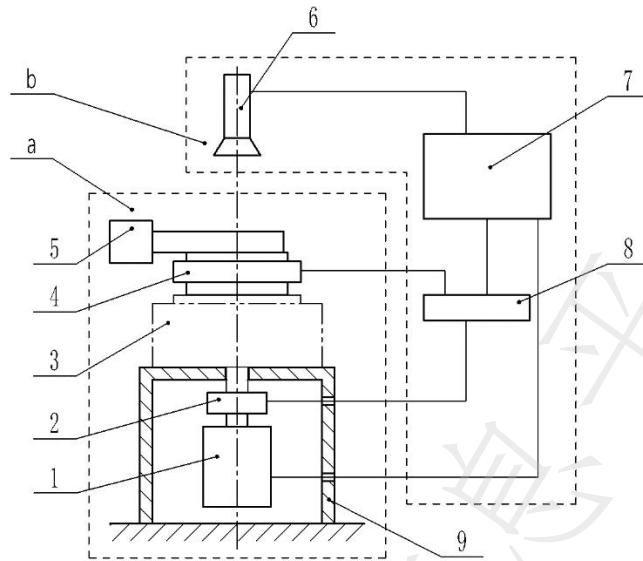
6—在线式红外热成像测温仪；

7—工业控制计算机；

8—旋转角度测量显示仪；

9—安装支撑架。

图 1 卧式测试系统



标引序号说明：

- a—测试装置（见 5.2）；
- b—数据采集装置（见 5.3）；
- 1—驱动装置；
- 2—输入端旋转角度测量圆光栅；
- 3—精密减速器；
- 4—输出端旋转角度测量圆光栅；
- 5—负载；
- 6—在线式红外热成像测温仪；
- 7—工业控制计算机；
- 8—旋转角度测量显示仪；
- 9—安装支撑架。

图 2 立式测试系统

5.2 测试装置

5.2.1 测试装置的组成

5.2.1.1 测试装置由精密减速器、驱动装置、输入端旋转角度测量圆光栅、输出端旋转角度测量圆光栅和负载组成。

5.2.1.2 通过键和螺钉刚性连接，实现测试装置以轴线为中心进行旋转运动，见图1和图2。

5.2.2 测试装置精度及要求

5.2.2.1 驱动装置的额定转矩应大于或等于精密减速器的额定输入转矩。

5.2.2.2 角度测量圆光栅或其他角度测量仪器的不确定度不应低于 0.5 ″。

5.2.2.3 测试装置的测温精度在测温范围-20℃~+200℃内不确定度不应低于 2℃。

5.2.2.4 负载物体在运行过程中产生的最大转矩应为被测精密减速器的额定转矩，允许偏差±3%。

5.3 数据采集装置

5.3.1 数据采集装置组成

5.3.1.1 数据采集装置由旋转角度测量显示仪、在线式红外热成像测温仪和工业控制计算机组成。

5.3.1.2 通过导线及信号线连接测试装置，实现对测试装置的运动控制、传感器的数据采集和数据处理，见图1和图2。

5.3.2 精度等级及要求

5.3.2.1 角度测量显示仪的分辨力不应低于 0.5 "。

5.3.2.2 在线式红外热成像测温仪的温度采集分辨力在测温范围-20℃~+200℃内不应低于2℃。

5.4 校准

5.4.1 在线式红外热成像测温仪和角度测量圆光栅应定期检定或校准合格并在检定或校准周期内。

5.4.2 在线式红外热成像测温仪和角度测量显示仪的数据采集系统应准确、稳定，且与在线式红外热成像测温仪和角度测量圆光栅的校准数据相对应，在数据处理时应在其测量数据段参考校准证书给出的偏差范围内予以修正。

5.4.3 测试系统在进行测试前，应使用精密减速器模型（或假轴）针对多通道同步角度测量显示仪与输入端的角度传感器和输出端的角度传感器数据采集的同步性进行校准，输入端的角度传感器与输出端的角度传感器的同步数据误差不应大于 3"。

5.5 安装要求

5.5.1 被测样机及测试系统所必须的所有测试设备应固定在相应基础或平台上；基础或平台应满足同时承载 3 倍测试装置的重量和承受 2 倍的试验最大扭转力矩且不发生形变的要求。

5.5.2 轴和连接法兰安装面的平面度、垂直度和同轴度的制造精度不应低于 GB/T 1184-1996 中 5 级的规定。

5.5.3 测试装置安装后轴线的同轴度不应大于 0.03mm。各活动部分或运动部件应平稳、灵活和灵敏，无阻滞现象。连接部分应无相对转动和窜动。

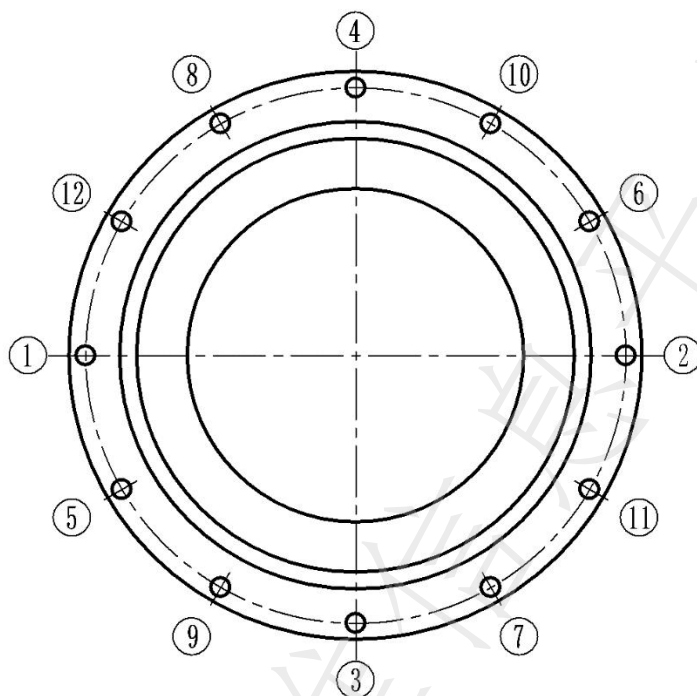
5.5.4 精密减速器安装前应加注符合说明书要求的润滑油脂。

5.5.5 精密减速器输出轴应保证与测试装置轴线的同轴度误差小于等于 0.03mm。精密减速器安装后螺钉宜选用 12.9 级的螺钉，其锁紧力矩应符合表 1 规定，允许偏差±5%。

表 1 螺钉的锁紧力矩

螺钉规格	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24
锁紧力矩 ($T_{锁紧}$) Nm	2	4	9	14	30	70	120	200	390	530

5.5.6 精密减速器安装螺钉的锁紧顺序按十字交叉法锁紧，见图3。



注：①~⑫为螺钉锁紧顺序号。

图 3 螺钉的锁紧顺序

6 测试方法

6.1 概述

精密减速器最小极限寿命测试包括额定负载条件下的定位准确性、温度和累计运行次数（或时间）测试。

6.2 测试条件

6.2.1 环境温度

测试环境温度范围应为 $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 。

6.2.2 环境相对湿度

测试环境相对湿度不应大于80%RH。

6.2.3 环境电磁干扰

测试系统应具有一定的抗干扰能力，在不影响仪器和仪表正常工作的电磁环境中能正常测量和显示数据。

6.2.4 环境振动要求

测试系统在测试过程中应无影响正常工作的稳态振动、无规则振动和冲击振动。

6.2.5 安全防护

测试系统应符合GB/T 30574的规定，制定其安全防护操作规程。

6.3 测试前准备

在测试前，精密减速器应按T/CMIF 191规定的方法进行重复定位精度测试，并进行空载传动过程误差（见3.3）测试。

6.4 测试方法及顺序

6.4.1 精密减速器定位准确性测试方法

6.4.1.1 定位准确性测试的测试原理

定位准确性测试原理为精密减速器带动载荷物体由A点旋转角度 θ 到达B点，再由B点反向旋转角度 $-\theta$ 到达A点，测试精密减速器在到达A点和到达B点时允许偏离的公差为重复定位精度 $\pm 3\sigma$ ，见图4。

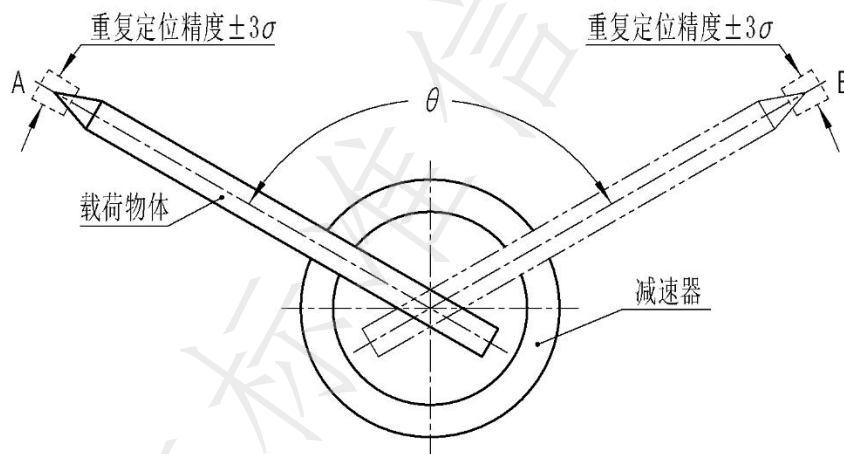


图 4 定位准确性测试原理示意图

6.4.1.2 设定精密减速器运行位置和周期方法

6.4.1.2.1 精密减速器输出轴往复旋转的正/反向位置和周期的设定

精密减速器输出轴往复旋转的正/反向位置可根据需要设定，宜按表2选取；当采用卧式测试系统进行测试时，不宜采用载荷物体重力方向的位置作为测试点。

表 2 精密减速器输出轴往复旋转正/反向位置推荐表

单位为度 (°)

正/反向位置	角度 (θ)							
正向位置	45	90	135	180	225	270	315	360
反向位置	-45	-90	-135	-180	-225	-270	-315	-360

6.4.1.2.2 运行位置和时间关系

运行位置和时间关系见图5。以输出轴由 0° 正向旋转 180° 停止，反向旋转到 0° 停止，反向旋转到 -180° 停止，再正向旋转到 0° 停止为一个运行周期示例。

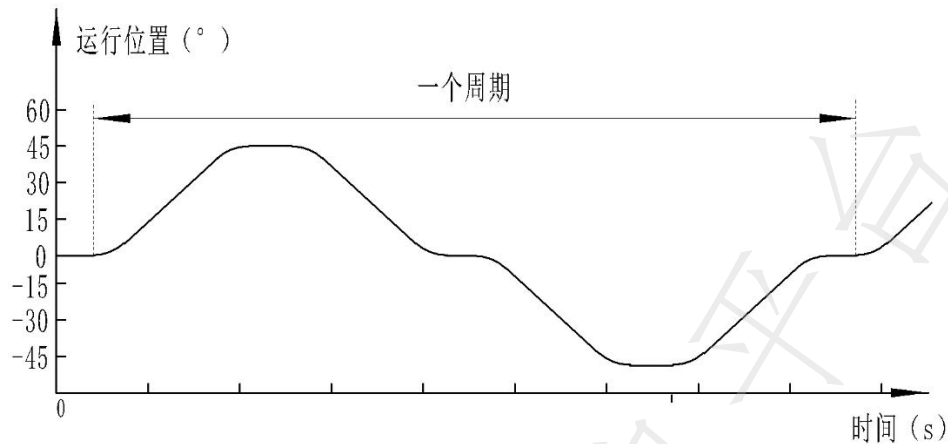


图 5 运行位置和时间关系图例

6.4.1.3 设定精密减速器运行速度变化周期程序方法

6.4.1.3.1 设定精密减速器输出轴往复旋转正/反向速度变化运行程序

正向启动→正向加速→正向匀速→正向减速→停止→反向启动→反向加速→反向匀速→反向减速→停止→反向启动→反向加速→反向匀速→反向减速→停止→正向启动→正向加速→正向匀速→正向减速→停止。

6.4.1.3.2 运行速度和时间关系

运行速度和时间关系见图6。

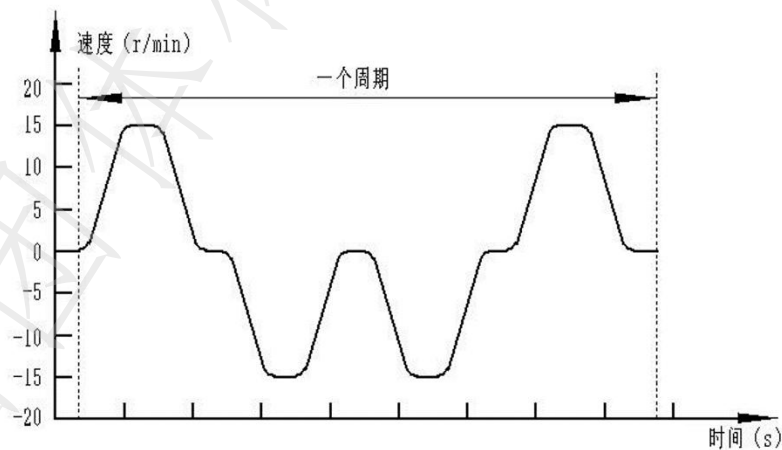


图 6 运行速度和时间关系图例

6.4.1.4 齿隙消除方法

根据载荷物体重力方向和运行方向，在6.4.1.2规定的过程中补偿齿隙，以消除齿隙对测试结果的影响。

6.4.1.5 设定精密减速器定位准确度阈值

在精密减速器运行到达的理论位置点设定定位准确度阈值，阈值为重复定位精度 $\pm 3\sigma$ 。

6.4.1.6 设定精密减速器温度阈值

在精密减速器运行过程中，设定精密减速器壳体外表面允许达到温度值为温度阈值。

6.4.1.7 精密减速器定位准确性测试

6.4.1.7.1 按6.4.1.1至6.4.1.6设置测试系统运行程序、运行位置、准确度阈值、温度阈值和运行次数（或时间）。

6.4.1.7.2 精密减速器输出轴旋转一个6.4.1.1规定的过程为一个周期。

6.4.1.7.3 启动驱动装置连续反复按照运行程序驱动精密减速器，数据采集装置采集正向和反向速度为0位置的角度值，绘制精密减速器定位准确性测试运行图例，见图7。

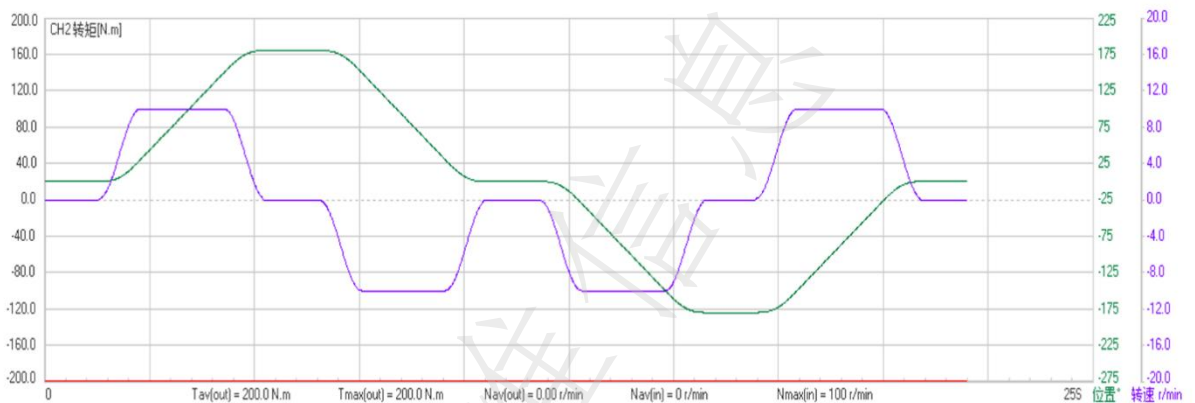


图 7 精密减速器定位准确性测试运行图例

6.4.2 温度测试方法

6.4.2.1 在线式红外热成像测温仪安装在视场角覆盖精密减速器输出端面的位置，必要时采用两个或两个以上在线式红外热成像测温仪对精密减速器进行温度测试。

6.4.2.2 当采用两个或两个以上在线式红外热成像测温仪对精密减速器进行温度测试时，以测量到的最高温度作为温度测试结果。

6.4.2.3 在测试终止条件出现之前，精密减速器壳体连续30min内的热平衡温度为精密减速器的试验温度。

6.4.2.4 在6.4.2.3条件下，热平衡温度30min内允许的误差宜为 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ；当精密减速器附有温度监控装置时，允许试验时使用。

6.4.3 累计运行次数（或时间）方法

按精密减速器输出轴旋转一个6.4.1.3规定的过程为一个周期，从第一个周期开始运行的时点累计记录周期次数（或时间），直至测试终止条件出现的时点停止记录。

6.4.4 数据采集方法

6.4.4.1 选取设定精密减速器启动前的位置点、正向旋转角度 θ 和反向旋转角度为 $-\theta$ 的位置点为输入端的角度传感器和输出端的角度传感器数据采集点。

6.4.4.2 启动驱动装置连续反复按照运行程序驱动精密减速器输出轴旋转，当精密减速器输出轴到达位置点停止后，角度测量显示仪实时同步采集输入端的角度传感器和输出端的角度传感器的角度值，储存到工业控制计算机。

6.4.4.3 启动驱动装置连续反复按照运行程序驱动精密减速器输出轴旋转，在线式红外热成像测温仪实时采集精密减速器的温度值和图像，也可设定间隔一段时间采集一次，但间隔时长不宜超过30min，储存到工业控制计算机。

6.5 定位准确度误差计算方法

精密减速器定位准确度误差的计算见公式（1）。

$$\delta = \theta_l - \theta_L \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- δ —精密减速器定位准确度误差，单位为度（°）；
- θ_l —输出端的测量角度值，单位为度（°）；
- θ_L —输出端的理论角度值，单位为度（°）。

7 测试终止条件

满足以下任一条应终止测试：

- a) 被测试位置点中的一个位置点的定位准确度误差 δ 连续5次超出阈值 $\pm 3\sigma$ 范围；
- b) 精密减速器外壳温度达到或超过允许温度的阈值。

8 终止后的验证

8.1 测试终止后，应再次进行精密减速器的空载传动过程误差测试，验证传动过程误差是否发生变化。如果发生变化，则累计记录周期次数或时间即为测试结果。

8.2 如果无变化，需排除影响精密减速器定位准确度测试和温度测试的因素，继续测试试验，达到测试终止条件。

9 测试结果的处理

9.1 最小极限寿命按累计记录周期次数报告时，最小极限寿命为测试累计记录周期次数的二倍，单位为次。

9.2 最小极限寿命按累计记录时间报告时，最小极限寿命为测试时长，单位为小时（h）。

9.3 精密减速器最高温度报告时，测试终止条件出现之前，精密减速器壳体连续30min的热平衡温度为精密减速器的最高温度，单位为摄氏度（℃）。

10 测试报告

10.1 测试报告

测试报告内容应包括但不限于：

- a) 产品名称、规格型号、报告编号、润滑油、送检单位、测试环境温度、额定输出转速、额定输出转矩、速比、扭转刚度、齿隙、重复定位精度、空程、最小极限寿命、外壳最高温度和测试结果图等；
- b) 日期、测试单位和人员。

10.2 测试报告格式

测试报告格式宜包括：

T/CMIF 236-2023/T/CMCA 0021-2023

- a) 第三方测试报告（见附录 A）；
- b) 制造方测试报告（见附录 B）；
- c) 用户方测试报告（见附录 C）。

附 录 A
(资料性)
第三方测试报告样式

第三方测试报告样式见表 A.1，表中的测试结果图及数值为示例。

表 A.1 第三方测试报告样式

精密减速器最小极限寿命测试报告（第三方）			
产品名称：		报告编号：	
生产单位		出厂日期	年 月 日
委托单位			
规格型号		测试日期	年 月 日
产品编号			
额定输出转速 (r/min)	15	速比 (i)	81
额定输出转矩 (Nm)	170	润滑油 (牌号)	
扭转刚度 (Nm/')	55.16	齿隙 (')	0.72
环境温度 (°C)	18	空程 (')	0.37
重复定位精度±3σ (")	±21.2		
最小极限寿命测试结果图			
 <p>The screenshot shows a software window titled '最小极限寿命试验' (Minimum Limit Life Test). On the left, there are five large digital displays showing: 45.82 (旋转角度 [°]), 15.00 (输出转速 [r/min]), 170.00 (输出转矩 [N.m]), 45.6 (温度 [°C]), and 260310 (循环次数). Below these is a red '超差停止指示' (Out-of-tolerance stop indicator) button. On the right, there is a data table with columns: 循环次数, 起点定位误差", 中间点定位误差", 终点定位误差", 温度°C, and 超差. The table contains 18 rows of test data.</p>			
最小极限寿命 (次)	520620		
最小极限寿命 (h)	6053.72		
外壳最高温度 (°C)	45.6		
测试人员：	校核人员：	日期：	单位（章）

附录 B
(资料性)
制造方测试报告样式

制造方测试报告样式见表 B.1，表中的测试结果图及数值为示例。

表 B.1 制造方测试报告样式

精密减速器最小极限寿命测试报告（制造方）			
产品名称：		报告编号：	
规格型号		生产日期	年 月 日
产品编号		测试日期	年 月 日
额定输出转速 (r/min)	15	速比 (i)	81
额定输出转矩 (Nm)	170	润滑油 (牌号)	
扭转刚度 (Nm/')	67.139	齿隙 (')	2.42
环境温度 (°C)	18	空程 (')	0.91
重复定位精度±3σ (")	±77.5		
最小极限寿命测试结果图			
最小极限寿命 (次)	435082		
最小极限寿命 (h)	5059.21		
外壳最高温度 (°C)	51.7		
测试人员：	校核人员：	日期：	单位（章）

附 录 C
(资料性)
用户方测试报告样式

用户方测试报告样式见表 C.1，表中的测试结果图及数值为示例。

表 C.1 用户方测试报告样式

精密减速器最小极限寿命测试报告（用户方）																																																																																																																					
产品名称：		报告编号：																																																																																																																			
生产单位		出厂日期	年 月 日																																																																																																																		
使用单位																																																																																																																					
规格型号		测试日期	年 月 日																																																																																																																		
产品编号																																																																																																																					
额定输出转速 (r/min)	15	速比 (i)	81																																																																																																																		
额定输出转矩 (Nm)	170	润滑油 (牌号)																																																																																																																			
扭转刚度 (Nm/')	67.139	齿隙 (')	2.42																																																																																																																		
环境温度 (°C)	18	空程 (')	0.91																																																																																																																		
重复定位精度±3σ (")	±77.5																																																																																																																				
最小极限寿命测试结果图																																																																																																																					
 <p>The screenshot shows a software window titled '最小极限寿命试验' (Minimum Limit Life Test). On the left, there are five large digital displays for: 旋转角度 [°] (45.82), 输出转速 [r/min] (15.00), 输出转矩 [N.m] (170.00), 温度 [°C] (45.6), and 循环次数 (260310). Below these is a red '超差停止指示' (Out-of-tolerance stop indicator) button. On the right, there is a table with 6 columns: 循环次数, 起点定位误差, 中间点定位误差, 终点定位误差, 温度°C, and 超差. The table contains 18 rows of test data.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>循环次数</th> <th>起点定位误差 *</th> <th>中间点定位误差 *</th> <th>终点定位误差 *</th> <th>温度°C</th> <th>超差</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>260293</td><td>1.33</td><td>1.54</td><td>7.51</td><td>42.3</td><td>No</td></tr> <tr><td>260294</td><td>2.15</td><td>3.19</td><td>8.57</td><td>42.3</td><td>No</td></tr> <tr><td>260295</td><td>1.03</td><td>0.00</td><td>5.23</td><td>42.3</td><td>No</td></tr> <tr><td>260296</td><td>1.01</td><td>0.44</td><td>5.35</td><td>42.3</td><td>No</td></tr> <tr><td>260297</td><td>8.99</td><td>2.09</td><td>7.12</td><td>43.4</td><td>No</td></tr> <tr><td>260298</td><td>16.88</td><td>3.19</td><td>8.78</td><td>43.5</td><td>No</td></tr> <tr><td>260299</td><td>-29.78</td><td>-0.11</td><td>22.78</td><td>44.0</td><td>No</td></tr> <tr><td>260300</td><td>18.65</td><td>1.54</td><td>6.99</td><td>44.1</td><td>No</td></tr> <tr><td>260301</td><td>35.24</td><td>0.99</td><td>6.45</td><td>44.6</td><td>No</td></tr> <tr><td>260302</td><td>55.65</td><td>3.19</td><td>43.67</td><td>44.5</td><td>No</td></tr> <tr><td>260303</td><td>102.1</td><td>-9.89</td><td>-89.1</td><td>44.8</td><td>Yes</td></tr> <tr><td>260304</td><td>65.98</td><td>5.78</td><td>25.7</td><td>45.6</td><td>Yes</td></tr> <tr><td>260305</td><td>45.67</td><td>-3.89</td><td>35.76</td><td>44.8</td><td>No</td></tr> <tr><td>260306</td><td>93.45</td><td>-11.0</td><td>68.70</td><td>45.6</td><td>Yes</td></tr> <tr><td>260307</td><td>107.67</td><td>0.67</td><td>72.43</td><td>45</td><td>Yes</td></tr> <tr><td>260308</td><td>-87.54</td><td>12.78</td><td>-65.89</td><td>45.6</td><td>Yes</td></tr> <tr><td>260309</td><td>111.21</td><td>10.8</td><td>102.1</td><td>45.6</td><td>Yes</td></tr> <tr><td>260310</td><td>120.65</td><td>0.89</td><td>89.67</td><td>45.6</td><td>Yes</td></tr> </tbody> </table>				循环次数	起点定位误差 *	中间点定位误差 *	终点定位误差 *	温度°C	超差	260293	1.33	1.54	7.51	42.3	No	260294	2.15	3.19	8.57	42.3	No	260295	1.03	0.00	5.23	42.3	No	260296	1.01	0.44	5.35	42.3	No	260297	8.99	2.09	7.12	43.4	No	260298	16.88	3.19	8.78	43.5	No	260299	-29.78	-0.11	22.78	44.0	No	260300	18.65	1.54	6.99	44.1	No	260301	35.24	0.99	6.45	44.6	No	260302	55.65	3.19	43.67	44.5	No	260303	102.1	-9.89	-89.1	44.8	Yes	260304	65.98	5.78	25.7	45.6	Yes	260305	45.67	-3.89	35.76	44.8	No	260306	93.45	-11.0	68.70	45.6	Yes	260307	107.67	0.67	72.43	45	Yes	260308	-87.54	12.78	-65.89	45.6	Yes	260309	111.21	10.8	102.1	45.6	Yes	260310	120.65	0.89	89.67	45.6	Yes
循环次数	起点定位误差 *	中间点定位误差 *	终点定位误差 *	温度°C	超差																																																																																																																
260293	1.33	1.54	7.51	42.3	No																																																																																																																
260294	2.15	3.19	8.57	42.3	No																																																																																																																
260295	1.03	0.00	5.23	42.3	No																																																																																																																
260296	1.01	0.44	5.35	42.3	No																																																																																																																
260297	8.99	2.09	7.12	43.4	No																																																																																																																
260298	16.88	3.19	8.78	43.5	No																																																																																																																
260299	-29.78	-0.11	22.78	44.0	No																																																																																																																
260300	18.65	1.54	6.99	44.1	No																																																																																																																
260301	35.24	0.99	6.45	44.6	No																																																																																																																
260302	55.65	3.19	43.67	44.5	No																																																																																																																
260303	102.1	-9.89	-89.1	44.8	Yes																																																																																																																
260304	65.98	5.78	25.7	45.6	Yes																																																																																																																
260305	45.67	-3.89	35.76	44.8	No																																																																																																																
260306	93.45	-11.0	68.70	45.6	Yes																																																																																																																
260307	107.67	0.67	72.43	45	Yes																																																																																																																
260308	-87.54	12.78	-65.89	45.6	Yes																																																																																																																
260309	111.21	10.8	102.1	45.6	Yes																																																																																																																
260310	120.65	0.89	89.67	45.6	Yes																																																																																																																
最小极限寿命 (次)	435082																																																																																																																				
最小极限寿命 (h)	5059.21																																																																																																																				
外壳最高温度 (°C)	51.7																																																																																																																				
测试人员：	校核人员：	日期：	单位 (章)																																																																																																																		

参 考 文 献

- [1] GB/T 30819-2014 机器人用谐波齿轮减速器
 - [2] GB/T 35089-2018 机器人用精密齿轮传动装置 试验方法
 - [3] GB/T 36491-2018 机器人用摆线针轮行星齿轮传动装置 通用技术条件
 - [4] GB/T 37165-2018 机器人用精密摆线针轮减速器
 - [5] GB/T 37718-2019 机器人用精密行星摆线减速器
 - [6] GB/T 40731-2021 精密减速器回差测试与评价方法
 - [7] JB/T 13757-2020 摆线针轮精密传动减速器
-