



中华人民共和国国家标准

GB/T 26091—2010

齿轮单面啮合整体误差测量仪

Gear single-flank meshing integrated error measuring instrument

2011-01-10 发布

2011-10-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

前 言

本标准的附录 A 为资料性附录。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国量具量仪标准化技术委员会(SAC/TC 132)归口。

本标准起草单位:成都工具研究所。

本标准主要起草人:孙文文、姜志刚、邓宁、梁军。

齿轮单面啮合整体误差测量仪

1 范围

本标准规定了齿轮单面啮合整体误差测量仪的术语和定义、型式与基本参数、要求、检验方法、检验规则、标志与包装等。

本标准适用于以标准啮合元件为基准的圆柱齿轮单面啮合整体误差测量仪(以下简称“整体误差测量仪”)。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 191—2008 包装储运图示标志(ISO 780:1997,MOD)

GB/T 4879—1999 防锈包装

GB/T 5048—1999 防潮包装

GB/T 6388—1986 运输包装收发货标志

GB/T 9969—2008 工业产品使用说明书 总则

GB/T 10095.1—2008 圆柱齿轮 精度制 第1部分:轮齿同侧齿面偏差的定义和允许值(ISO 1328-1:1995,IDT)

GB/T 14436—1993 工业产品保证文件 总则

GB/T 17163—2008 几何量测量器具术语 基本术语

GB/T 17164—2008 几何量测量器具术语 产品术语

3 术语和定义

GB/T 10095.1—2008、GB/T 17163—2008、GB/T 17164—2008 中确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

齿轮单面啮合整体误差测量仪 gear single-flank meshing integrated error measuring instrument

依据齿轮间齿啮合误差分离测量原理,以轴系、角位移传感器、齿轮同轴安装为基础,采用标准啮合元件与被测齿轮作单面啮合传动,融合现代电子信息技术,构成可测量圆柱齿轮的齿距偏差、切向综合偏差、齿廓偏差、基节偏差、螺旋线偏差等多类检验项目的测量仪器。

注:整体误差测量仪可检验齿轮误差项目说明见附录A。

3.2

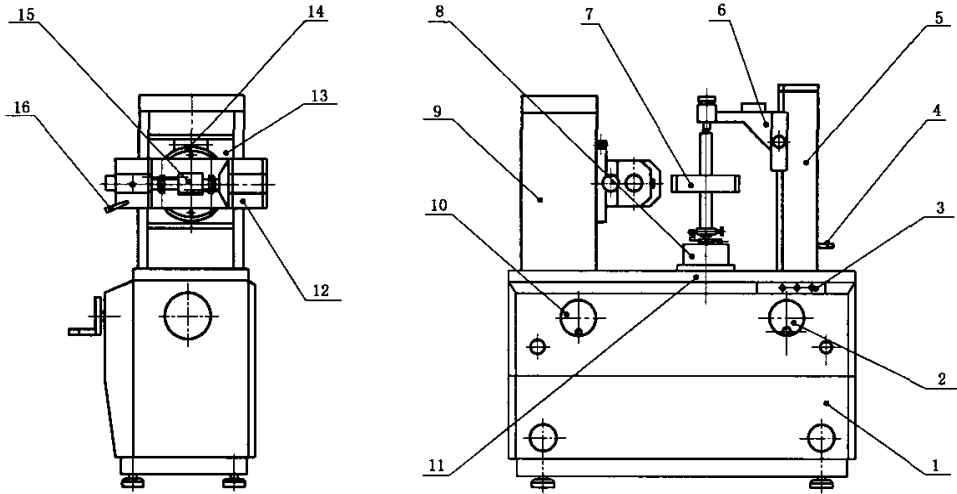
齿轮整体误差曲线 gear integrated error curve

将一个齿轮任一工作截面齿廓上的各点误差值以同一零位测出,并按齿廓上各点的实际啮合展开角顺序分布绘成与齿距偏差相关联的齿廓偏差曲线组图。在此曲线图上可以分检齿轮的综合偏差和多个单项偏差。

4 型式与基本参数

4.1 型式

整体误差测量仪的型式及主要部分的名称见图 1。型式图仅做图解说明,不表示详细结构。



- 1——机座(或箱体);
- 2——左右移动手轮;
- 3——操作面板;
- 4——上、下移动手轮;
- 5——右立柱;
- 6——上顶尖座;
- 7——被测齿轮及芯轴;
- 8——齿轮光栅轴系;
- 9——左立柱;
- 10——蜗杆滑架上下移动手轮;
- 11——横向导轨;
- 12——蜗杆光栅轴系;
- 13——蜗杆滑架;
- 14——蜗杆架倾角圆标尺;
- 15——测量蜗杆;
- 16——蜗杆顶尖伸缩压杆。

图 1 齿轮单面啮合整体误差测量仪

4.2 基本参数

整体误差测量仪的基本参数值参见表 1。

表 1 基本参数

可测齿轮						上下顶尖的 最大距离/ mm
顶圆直径≤	模数 m_n	最大齿宽	最多齿数/个	螺旋角/ (°)	最大质量/kg	
	mm		≥		≥	
150	0.2~4	120	255	-40~40	10	200
320	0.5~6	160	255	-38~38	30	250
450	0.5~10	200	255	-43~43	150	400
560	0.5~10	200	255	-43~43	200	400

5 要求

5.1 环境条件

5.1.1 整体误差测量仪可在常温(5~28)℃范围内工作;工作期间 2 h,温度波动不应超过±3℃。

5.1.2 整体误差测量仪应在 $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于 65% 的条件下检定；可测螺旋线偏差的该类整体误差测量仪应在 $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于 60% 的条件下检定。

5.1.3 整体误差测量仪应放置于防潮、抗振和清洁的环境中。

5.2 外观

5.2.1 整体误差测量仪电镀表面不应有毛刺和镀层脱落现象。

5.2.2 整体误差测量仪油漆面不应有脱漆、碰伤及颜色不均现象。

5.2.3 整体误差测量仪金属表面不应有影响测量精度的碰伤和划痕，工作面不应有锈蚀和斑痕。

5.3 相互作用

5.3.1 整体误差测量仪各运动部件保持灵活、平稳，不应有卡滞或突跳现象。

5.3.2 整体误差测量仪各紧固部件应可靠。

5.4 精度

5.4.1 单项几何精度

a) 纵向标尺的定位偏差绝对值不应大于 0.05 mm。

b) 蜗杆架升降对上、下顶尖连线的平行度不应大于表 2 的规定值。

表 2 蜗杆架升降对上、下顶尖连线的平行度

检验长度/mm	平行度/ μm			
	正侧母线(纵向)		旁侧母线(横向)	
	不可测螺旋线	可测螺旋线	不可测螺旋线	可测螺旋线
100	20	4	20	2.0
160	25	5	25	2.5
200	27	6	25	2.8

c) 圆标尺的零位偏差绝对值不应大于 $2'$ ，其定位偏差绝对值不应大于 $5'$ 。

d) 蜗杆尾顶尖锥面相对于蜗杆轴系回转轴线的斜向圆跳动不应大于 0.02 mm。

e) 上、下顶尖轴线的同轴度误差：在顶尖距小于 150 mm 时，同轴度不应大于 $\phi 0.01\text{ mm}$ ；在顶尖距大于 150 mm 时，同轴度不应大于 $\phi 0.02\text{ mm}$ 。

f) 下顶尖锥面相对于齿轮轴系回转轴线的斜向圆跳动不应大于 0.0015 mm。

5.4.2 综合几何精度

a) 齿轮轴系的转位误差不应大于表 3 的规定值。

表 3 切向综合偏差精度

分度圆直径 d	法向模数 m_n	齿轮轴系转位误差	示值误差	示值变动量
mm		μm		
$5 \leq d \leq 125$	$0.2 \leq m_n \leq 3.5$	1.5	± 2.8	1.6
	$3.5 < m_n \leq 6.3$	2.0	± 3.3	1.8
$125 < d \leq 450$	$0.2 \leq m_n \leq 3.5$	2.0	± 3.5	1.8
	$3.5 < m_n \leq 10$	3.0	± 4.5	2.0
$450 < d \leq 560$	$3.5 < m_n \leq 6.3$	3.3	± 4.8	2.3
	$6.3 < m_n \leq 10$	4.8	± 6.3	3.5

b) 蜗杆轴系的转位误差不应大于表 4 的规定值。

表 4 齿廓偏差精度

分度圆直径 d	法向模数 m_n	蜗杆轴系转位误差	示值误差	示值变动量
mm		μm		
$5 \leq d \leq 125$	$0.2 \leq m_n \leq 3.5$	1.0	± 2.5	1.2
	$3.5 < m_n \leq 6.3$	2.0	± 3.0	1.4
$125 < d \leq 450$	$0.2 \leq m_n \leq 3.5$	2.0	± 3.0	1.4
	$3.5 < m_n \leq 10$	2.5	± 3.5	1.6
$450 < d \leq 560$	$1.75 \leq m_n \leq 4.5$	3.0	± 3.5	1.8
	$4.5 < m_n \leq 10$	3.5	± 4.0	2.0

5.5 示值误差

5.5.1 测量齿距累积偏差时,其示值误差不应超过表 5 的规定范围。

表 5 齿距偏差精度

分度圆直径 d/mm	示值误差	示值变动量
	μm	
$5 \leq d \leq 50$	± 2.0	1.0
$50 < d \leq 125$	± 2.5	1.2
$125 < d \leq 280$	± 3.5	1.6
$280 < d \leq 450$	± 4.5	2.0
$450 < d \leq 560$	± 5.3	2.5

5.5.2 测量齿廓偏差时,其示值误差不应超过表 4 的规定范围。

5.5.3 测量螺旋线偏差时,其示值误差不应超过表 6 的规定范围。

表 6 螺旋线偏差精度

齿宽 b/mm	示值误差/ μm			示值变动量/ μm		
	顶圆直径/ mm			顶圆直径/ mm		
	150	320	450	150	320	450
$5 \leq b \leq 40$	± 1.8	± 2.0	± 2.0	0.8	0.8	1.0
$40 < b \leq 100$	± 2.5	± 2.8	± 3.0	1.1	1.2	1.4
$100 < b \leq 200$	± 3.0	± 3.2	± 3.5	1.4	1.4	1.6

5.5.4 测量切向综合偏差时,其示值误差不应超过表 3 的规定范围。

5.6 示值变动量

5.6.1 测量齿距累积偏差时,其示值变动量不应大于表 5 的规定值。

5.6.2 测量齿廓偏差时,其示值变动量不应大于表 4 的规定值。

5.6.3 测量螺旋线偏差时,其示值变动量不应大于表 6 的规定值。

5.6.4 测量切向综合偏差时,其示值变动量不应大于表 3 的规定值。

5.7 电源

外电源交流电压在 198 V~242 V 范围,工作频率 50 Hz。

5.8 稳定度

整体误差测量仪示值稳定度不应大于表 3 中示值变动量的规定值。

6 检验方法

6.1 检验条件

6.1.1 整体误差测量仪在 5.1 规定的环境条件下进行检验。检验工具和被检验单啮仪在检验室内等温不应低于 6 h。

6.1.2 电源电压应保证在 198 V~242 V 范围内。

6.2 检验项目、检验方法和检验工具

整体误差测量仪的检验项目、检验方法和检验工具见表 7。

表 7 检验项目、检验方法和检验工具

序号	检验项目	检验方法	检验工具
1	外观	目测	
2	相互作用	手感	
3	纵向标尺的定位偏差	在蜗杆顶尖间和上下顶尖间,分别装上精密芯轴并使两精密芯轴接触,取纵向标尺的读数与两精密芯轴实际半径值之和的差值作为零位。然后在两芯轴中央夹持不同尺寸的量块进行检验	精密芯轴;5等量块
4	蜗杆架升降对上、下顶尖连线的平行度	将装有指示表的磁力表架固定在横架上,精密芯轴安装于上下顶尖间,使指示表测头分别按仪器纵横两个方向与精密芯轴的母线接触并使在沿其母线移动时,取指示表读数的最大值与最小值之差。 该检验方法应在右立柱位于 40 mm, 80 mm, 120 mm 三个位置上进行	分辨力不低于 0.001 mm 的指示表类测量器具;磁力表架;长度分别为 100 mm、250 mm 精密芯轴(其母线直线度不大于 0.003 mm,对可测螺旋线偏差的整体误差测量仪,芯轴母线直线度不大于 0.001 mm)
5	圆标尺的零位偏差及定位偏差	将圆标尺调到零位,精密芯轴顶于蜗杆顶尖间,将装有指示表的万能表架置于与导轨平行的平面上,以横向导轨为基准,测量精密芯轴两端高度差;再将圆标尺调到 $20^{\circ} \pm 5^{\circ}$ 和 $40^{\circ} \pm 5^{\circ}$ 的位置,测量精密芯轴两端高度差。 量值转换: $\delta = \Delta h L / 200$ 其中: δ 为对应圆标尺的量值(s); Δh 为实检高差(μm); L 为测量芯轴长度(mm)	精密芯轴(不同截面内的直径相差不大于 0.005 mm)、分辨力不低于 0.001 mm 的指示表类测量器具、万能表架
6	蜗杆尾顶尖锥面对蜗杆轴系回转轴线的斜向圆跳动	将装有指示表的专用表架固定在蜗杆轴系的回转轴套上,使指示表测头与蜗杆尾顶尖锥面接触,转动专用表架一周,取指示表读数的最大值与最小值之差	分辨力不低于 0.002 mm 的指示表类测量器具、专用表架
7	上、下顶尖轴线的同轴度误差	将精密芯轴顶于上下顶尖间,装有指示表的专用表架固定在回转的下顶尖上,使指示表测头与靠近上顶尖的精密芯轴外圆接触,专用表架与芯轴同步转动一周,取指示表读数的最大值与最小值之差	分辨力不低于 0.002 mm 的指示表类测量器具、专用表架、精密芯轴(长度分别为 100 mm、200 mm,径向跳动不大于 0.003 mm)
8	下顶尖锥面的斜向圆跳动	将装有指示表的磁力表架固定在导轨上,使指示表的测头与下顶尖锥面接触,并使齿轮轴系连续转动一周,取指示表读数的最大值与最小值之差	分辨力不低于 0.5 μm 的指示表类测量器具;磁力表架

表 7 (续)

序号	检验项目	检验方法	检验工具
9	蜗杆轴系的转位误差	将测量蜗杆和被测齿轮进行单面啮合测量,在测完一条曲线停机后,测量蜗杆相对蜗杆光栅传感器转位 90° 再测下一次误差曲线,相继测4次,取其测量曲线中最大值与最小值之差的1/2	不低于5级精度的直齿圆柱测量齿轮;测量蜗杆
10	齿轮轴系的转位误差	使测量蜗杆和被测齿轮单面啮合,测量并分检出切向综合偏差曲线。停机后,使齿轮光栅传感器相对于测量齿轮每 45° 转位一次,分检出8条切向综合偏差,取其中最大值与最小值之差的1/2	不低于5级精度的直齿圆柱测量齿轮;测量蜗杆
11	示值误差	用测量蜗杆(测头)对已检定齿轮做比较测量,取齿距累积偏差、齿廓偏差、切向综合偏差及螺旋线偏差的测得值与实际值之差	不低于5级精度的圆柱齿轮(其检定不确定度不大于0.001 mm);测量蜗杆(模数 m_n 在0.5 mm~3.5 mm内,其啮合线误差不大于0.002 mm;模数 m_n 在3.5 mm~6.3 mm内,其啮合线误差不大于0.002 8 mm;模数 m_n 在6.3 mm~10 mm内,其啮合线误差不大于0.003 5 mm)
12	示值变动量	测量齿轮和测量蜗杆(测头)在同一次安装下,连续测量,画出5条误差曲线,分别取切向综合偏差、齿距偏差、齿廓偏差及螺旋线偏差的最大差异值	不低于5级精度的直齿圆柱测量齿轮;测量蜗杆
13	外电源电压变化	用调压器调外电压,分别在198 V、220 V、242 V时测得定标曲线(或误差曲线),取其最大变化量	调压器;220 V交流电源
14	稳定度	仪器连续开机4 h,被测齿轮和测量蜗杆在同一次安装下,每0.5 h测量一次切向综合偏差曲线,取其最大差异值	不低于5级精度的直齿圆柱测量齿轮;测量蜗杆

7 检验规则

整体误差测量仪的检验分出厂检验和型式检验两种。

7.1 出厂检验

7.1.1 出厂检验项目见表7中规定的全部内容,检验数量为100%。

7.1.2 出厂检验有一项不合格时,则视产品为不合格。

7.2 型式检验

7.2.1 整体误差测量仪的型式检验项目应包括第5章中规定的全部内容。

7.2.2 整体误差测量仪在下述情况之一时,应进行型式检验:

- 新产品定型鉴定或产品在转厂生产的试制定型鉴定时;
- 定型产品在设计、工艺、材料有重大改变时;
- 定型产品停产一年以上再生产时;
- 定型产品连续生产3年以上时,每3年至少一次;
- 国家质量监督部门提出要求时。

7.2.3 型式检验有一项不合格时,应加倍抽样,仍不合格时,型式检验不予通过。

8 标志与包装

8.1 标志

8.1.1 整体误差测量仪上应标志：

- a) 制造商名或注册商标；
- b) 产品名称和型号(或标记)；
- c) 产品制造日期及产品序号。

8.1.2 整体误差测量仪外包装的标志应符合 GB/T 191—2008 和 GB/T 6388—1986 的规定。

8.2 包装

8.2.1 整体误差测量仪的包装应符合 GB/T 4879—1999 和 GB/T 5048—1999 的规定。

8.2.2 整体误差测量仪经检查符合本标准要求的应具有符合 GB/T 14436—1993 规定的产品合格证；产品合格证上应标有本标准的标准号、产品序号、出厂日期、符合 GB/T 9969—2008 规定的使用说明书以及装箱单。

附 录 A
(资料性附录)

整体误差测量仪可检验齿轮误差项目说明

A.1 总述

齿轮整体误差作为一个概念、理论在中国齿轮业界、学术界有着系统全面的研究和论述,其由此制造的整体误差测量仪在齿轮制造、质量监督、检验方面也有了长足的发展和广泛运用。

对齿轮采用啮合式测量检验,仅综合性检验这一点来讲它已是很早就有选用的一种方法,但自从引入啮合误差分离技术以来,该测量仪在中国有了全新的应用,尽管在一些检验项目上,基于标准啮合元件的原因和采用测量头点接触扫描的方式有某些区别,但仍不失为一对齿轮全面测量、质量评定的有效方法。

A.2 基本检验项目说明

A.2.1 基本检验项目

切向综合偏差、齿距偏差、齿廓偏差、螺旋线偏差、基节偏差。

A.2.2 检验项目说明

切向综合偏差是基于齿轮单截面意义下测量项目,它和齿轮标准列入的全齿宽意义下测量的有所不同。单截面切向综合偏差在齿轮制造系统的工艺特征较强,而全齿宽切向综合偏差在产品综合检验上要强于前者。同时,鉴于切向综合偏差仅在 GB/T 10095.1—2008 附录 A 中给予叙述,并说明其测量不是必须的。所以,作为啮合测量的基础项目本仪器在该项目上的差异,只要在供需双方同意时,必然可作为控制齿轮质量的一种手段应用。

齿距偏差的测量,由于实现方法是以标准啮合元件上的同一几何像点和一齿轮不同牙齿廓分度圆上点啮合产生的相对偏差来获得。因此它和标准啮合元件制造精度几乎没有关联,项目测量可以达到较高精度。

齿廓偏差的测量,依据 GB/T 10095.1—2008 可以用啮合法测得法面齿廓的量值除以 $\cos(\beta_b)$,将其换算到端面齿廓法线上。

螺旋线偏差的测量,在整体误差测量仪通常采用测头在齿螺旋面滑动扫描获得。其原理、测量结果与较普遍采用的测量螺旋线的方法相同。

基节偏差也是该啮合测量的一特色误差项目,尽管该项没列入 GB/T 10095.1—2008 齿轮偏差项目组,但作为全面反映齿轮相邻齿交替啮合传动特性,在很多情形下它所揭示的齿轮传动质量更真实。

A.3 扩展检验项目说明

整体误差测量仪除基本检验项目外,部分型号的整体误差测量仪,还提供了测量圆柱渐开线齿轮的径向跳动、齿厚变动量、公法线变动量及 K 齿距累积偏差等扩展项目,这些项目对于齿轮制造系统的工艺特征分析和齿轮质量控制是有效的,同样只要在供需双方同意时,使用者可经测量、比对依此建立用本扩展检验项目控制齿轮质量的评定方法。
