



中华人民共和国国家标准

GB/T 3478.5—2008
代替 GB/T 3478.5—1995

圆柱直齿渐开线花键 (米制模数 齿侧配合) 第 5 部分: 检验

**Straight cylindrical involute splines—Metric module, side fit—
Part 5: Inspection**

(ISO 4156-3:2005, Straight cylindrical involute splines—
Metric module, side fit—Part 3: Inspection, MOD)

2008-09-22 发布

2009-05-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

前 言

GB/T 3478《圆柱直齿渐开线花键(米制模数 齿侧配合)》分为九个部分:

- 第1部分:总论;
- 第2部分:30°压力角尺寸表;
- 第3部分:37.5°压力角尺寸表;
- 第4部分:45°压力角尺寸表;
- 第5部分:检验;
- 第6部分:30°压力角 M 值和 W 值;
- 第7部分:37.5°压力角 M 值和 W 值;
- 第8部分:45°压力角 M 值和 W 值;
- 第9部分:量棒。

本部分为 GB/T 3478 的第5部分。

本部分修改采用 ISO 4156-3:2005《圆柱直齿渐开线花键(米制模数 齿侧配合) 第3部分:检验》,主要差异如下:

- 将 ISO 4156-3:2005 的 8.5 量棒直径 D_{H} 和 D_{R} 计算、8.6 棒间距 M_{H} 和跨棒距 M_{R} 的计算及第9章外花键公法线平均长度 W 的计算内容分别纳入 GB/T 3478 第6部分、第7部分和第8部分;
- 将 ISO 4156-3:2005 第10章的量规设计部分放入附录 A 中;
- 增加了单向检验法;
- 增加了分析性检验,并将 ISO 4156-3:2005 附录 分度误差分析内容纳入 5.4 中。

本部分是对 GB/T 3478.5—1995《圆柱直齿渐开线花键 检验方法》的修订。

本部分与 GB/T 3478.5—1995 相比主要差异如下:

- 修改了标准名称,由《圆柱直齿渐开线花键 检验方法》改为《圆柱直齿渐开线花键(米制模数 齿侧配合) 第5部分:检验》;
- 修改了原标准中的错误,并按 GB/T 1.1 做了编辑性的修改;
- 增添附录 A 量规设计内容,方便使用。

本部分的附录 A 为规范性附录。

本部分由全国机器轴与附件标准化技术委员会提出并归口。

本部分起草单位:中机生产力促进中心、哈尔滨东安发动机制造公司、石家庄齿轮总厂、中国第二重型机械集团公司、太原重工股份有限公司。

本部分主要起草人:明翠新、常宝印、许文江、谭仁万、王晓凌、邓高见。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 3478.5—1995。

圆柱直齿渐开线花键 (米制模数 齿侧配合) 第5部分:检验

1 范围

GB/T 3478 的本部分规定了圆柱直齿渐开线花键的检验方法。

本部分适用于按 GB/T 3478.1 制造的花键的检验,也可供圆柱直齿渐开线花键量规检验时参考。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 3478 的本部分的引用而成为本部分的条款。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部分,然而,鼓励根据本部分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部分。

GB/T 1957 光滑极限量规 技术条件

GB/T 3478.1 圆柱直齿渐开线花键(米制模数 齿侧配合) 第1部分:总论(GB/T 3478.1—2008,ISO 4156-1:2005,MOD)

GB/T 3478.6 圆柱直齿渐开线花键(米制模数 齿侧配合) 第6部分:30°压力角 M 值和 W 值

GB/T 3478.7 圆柱直齿渐开线花键(米制模数 齿侧配合) 第7部分:37.5°压力角 M 值和 W 值

GB/T 3478.8 圆柱直齿渐开线花键(米制模数 齿侧配合) 第8部分:45°压力角 M 值和 W 值

GB/T 3478.9 圆柱直齿渐开线花键(米制模数 齿侧配合) 第9部分:量棒

GB/T 13924 渐开线圆柱齿轮精度 检验细则

3 标准温度

测量的标准温度为 20 °C。

4 花键大径和小径的检验

4.1 内花键小径 D_i 的极限尺寸可用普通光滑塞规的通规和止规检验,也可用其他方法测量。

4.2 外花键大径 D_o 的极限尺寸可用普通光滑环规的通规和止规检验,也可用其他方法测量。

4.3 使用的普通光滑塞规和环规应符合 GB/T 1957 的规定。

4.4 内花键大径 D_i 、外花键小径 D_o 、齿根圆弧最小曲率半径可由工艺保证。必要时,应予检验。

5 内花键齿槽宽和外花键齿厚以及渐开线终止圆直径和渐开线起始圆直径的检验

在 GB/T 3478.1 中规定了三种综合检验法和一种单项检验法共四种检验方法,用来检验齿槽宽和齿厚的四个极限尺寸(见图 1),以及渐开线终止圆直径最小值 $D_{Fi\ min}$ 和起始圆直径最大值 $D_{Fe\ max}$ 。

检验齿槽宽和齿厚用的渐开线花键量规见附录 A。

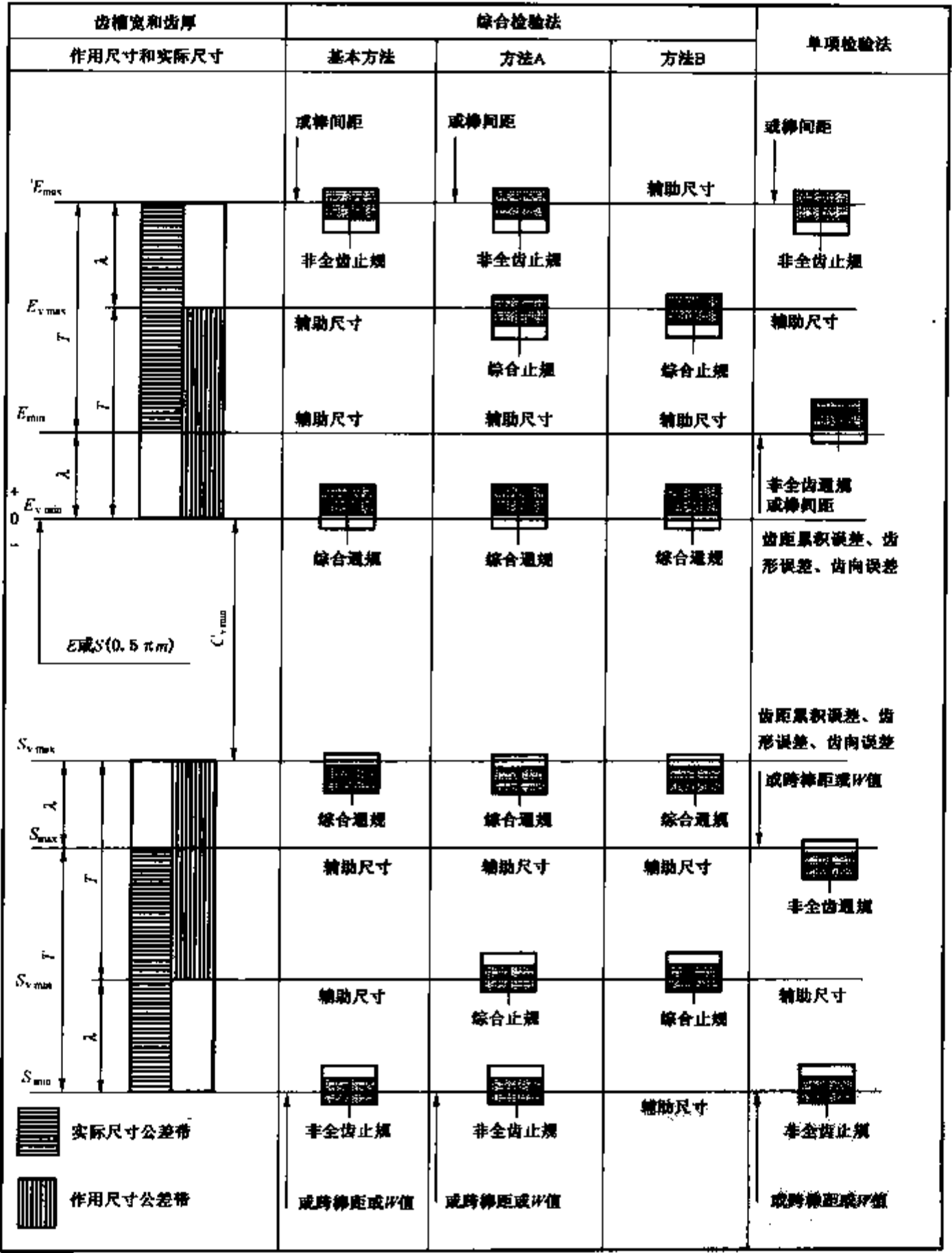


图 1 综合检验法和单项检验法

5.1 基本方法

用综合通端花键量规(塞规或环规)控制内花键作用齿槽宽最小值 $E_{\min}$ 或外花键作用齿厚最大值 $S_{v\max}$, 从而控制作用侧隙的最小值 $C_{\min}$ 。

同时, 用非全齿止端花键量规(塞规或环规)或用测量 M 值(棒间距 M_R 或跨棒距 M_{RS}), 对外花键可

用测量公法线平均长度 W 值),控制内花键实际齿槽宽最大值 $E_{\max}$ 或外花键实际齿厚最小值 $S_{\min}$,从而控制内、外花键的最小实体尺寸。

5.2 方法 A

在基本方法的基础上增加用综合止端花键量规(塞规或环规)控制内花键作用齿槽宽最大值 $E_{v\max}$ 或外花键作用齿厚最小值 $S_{v\min}$,从而控制作用侧隙的最大值 $C_{\max}$ 。

这种方法适用于双向转动并有回程要求的传动机构。

5.3 方法 B

用综合通端花键量规和综合止端花键量规(塞规或环规)分别控制内花键作用齿槽宽最小值 $E_{v\min}$ 和最大值 $E_{v\max}$ 或外花键作用齿厚的最大值 $S_{v\max}$ 和最小值 $S_{v\min}$,从而控制作用侧隙的最小值 $C_{v\min}$ 和最大值 $C_{v\max}$ 。

这种方法是须在采用方法 A 时,经过批量生产证明,工艺质量稳定后,方可采用。若工艺质量出现波动,可能影响产品质量时,还应采用方法 A。

5.4 单项检验法

用非全齿通规和非全齿止规,或测量棒间距 M_{Ri} ,控制内花键实际齿槽宽最大值 $E_{\max}$ 和最小值 $E_{\min}$;用非全齿通规和非全齿止规,或测量跨棒距 M_{Re} 或公法线平均长度 W 值,控制外花键实际齿厚最大值 $S_{\max}$ 和最小值 $S_{\min}$ 。

同时,用测量齿距累积误差、齿形误差和齿向误差,控制综合误差。

这种方法适用于单件或小批量生产、工艺分析、质量分析、无量规,以及因尺寸偏大和偏小而无法制造综合量规的花键。

5.4.1 用于零件的验收

这种方法适用于无综合量规或无法制造综合量规的花键产品(如单件生产、小批量生产、直径大的花键)。

5.4.2 用于分析性检验

5.4.2.1 分析性检验的目的

当一个零件被量规拒收或一对花键工作状态不良时,可用分析性检验找出零件拒收及工作状态不良的原因(见表 1),以便提高产品质量。

在进行分析性检验时,建议用分度误差代替齿距累积误差。

表 1 零件拒收及工作状态不良的原因

序号	现象	原因	检测项目
1	综合通端花键量规拒收	1) $E_v < E_{v\min}$; $S_v > S_{v\max}$ 2) 综合误差超差	$M_{Ri\min}$ 、 $M_{Re\min}$ 或 $W_{\max}$ 、齿距累积误差或分度误差、齿形误差、齿向误差
2	综合止端花键量规拒收	1) $E_v > E_{v\max}$; $S_v < S_{v\min}$ 2) 综合误差过小	$M_{Ri\max}$ 、 $M_{Re\min}$ 或 $W_{\min}$
3	非全齿止端花键量规拒收	实际齿槽宽大于 $E_{\max}$ 实际齿厚小于 $S_{\min}$	$M_{Ri\max}$ 、 $M_{Re\min}$ 或 $W_{\min}$
4	接触齿数少,各齿受力不均匀	齿距累积误差超差	齿距累积误差或分度误差
5	沿齿高接触不良	齿形误差超差	齿形误差
6	沿齿向接触不良	齿向误差超差	齿向误差
注:序号 5 不适用于内花键为直线齿形的花键。			

5.4.2.2 分度误差的确定

5.4.2.2.1 由于齿距累积误差包括了分度误差和花键实际轴线相对于加工基准或测量基准的偏心两部分,该偏心对齿侧配合的花键用综合量规检验时没有影响。因此,应将分度误差同花键的偏心分离开来。

5.4.2.2.2 分度误差可以用精确的分度装置测出齿距误差后,按下面方法分离出来。当花键的实际轴线偏离其理想轴线时,由于不同轴(径向偏心量)引起的附加误差为:

$$E_r \cos(i\epsilon_s + \beta)$$

式中:

E_r ——径向偏心量;

i ——被测量花键齿的齿序号,其数值为 $0, 1, \dots, z-1$;

ϵ_s ——理论齿距角, $\epsilon_s = 360^\circ / z$;

β ——与偏心量 E_r 的偏斜方向和第一个被测齿位置有关的相位角。

E_r 和 β 最大概率的值可由对被测花键的误差曲线进行谐波分析来确定。

这种分析将得出一个付立叶级数的一些系数的数值,该级数的一般形式可写成:

$$f_0(i) = A_0 + A_1 \cos(i\epsilon_s) + B_1 \sin(i\epsilon_s) + A_2 \cos(2i\epsilon_s) + B_2 \sin(2i\epsilon_s) + \dots$$

对于分离分度误差,只需 A_0, A_1, B_1 即可。

$$\tan \beta = -\frac{B_1}{A_1}$$

$$E_r = A_1 / \cos \beta = -B_1 / \sin \beta = \sqrt{A_1^2 + B_1^2}$$

(计算机谐波分析程序可直接给出 E_r 和 β)

A_0 ——测出的误差曲线的平均高度。

5.4.2.2.3 分度误差确定示例

示例 1: 12 齿花键在精密分度装置上的测量结果见图 2。 $\epsilon_s = 360^\circ / 12 = 30^\circ$

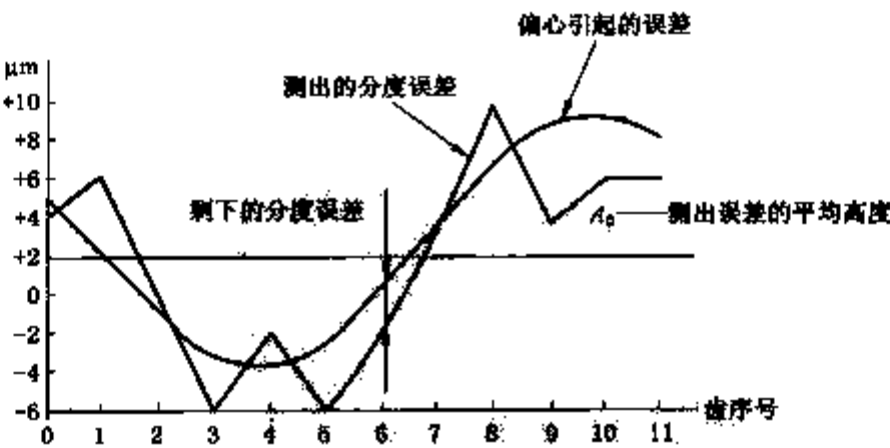


图 2

谐波分析的步骤见表 2 和表 3。

表 2 示例 1 的计算结果

单位为微米

① 齿序号	② 测出的分度误差 $f_p(i)$	③ $f_p(i)\cos(i\varepsilon_s)$	④ $f_p(i)\sin(i\varepsilon_s)$	⑤ 考虑偏心引起的 分度误差 $A_0 + E_r\cos(i\varepsilon_s + \beta)$	⑥ 剩下的分度误差 ② - ⑤
0	+4	+4	0	+4.854	-0.854
1	+6	+5.196	+3	+1.923	+4.077
2	0	0	0	-0.988	-0.988
3	-6	0	-6	-3.098	-2.902
4	-2	+1	-1.732	-3.842	+1.842
5	-6	+5.196	-3	-3.021	-2.979
6	-2	+2	0	-0.854	-1.146
7	+4	-3.464	-2	+2.077	+1.923
8	+10	-5	-8.66	+4.988	+5.012
9	+4	0	-4	+7.098	-3.098
10	+6	+3	-5.196	+7.842	-1.842
11	+6	+5.196	-3	+7.021	-1.021

^a 如果 $A_1 < 0$, 在计算表 2 中⑤时, 必须将 β 加 180° , 以便保证计算出的误差曲线的相位角与测出的误差曲线的相位角相一致。

由表 2 中①~④得:

$A_0 = \sum ② / z = +24 / 12 = +2$

$A_1 = 2 \sum ③ / z = 2 \times 17.124 / 12 = 2.854$

$B_1 = 2 \sum ④ / z = 2 \times (-30.588) / 12 = -5.098$

$E_r = \sqrt{A_1^2 + B_1^2} = 5.842$

$\beta = \tan^{-1}(-B_1 / A_1) = \tan^{-1}(5.098 / 2.854) = 60.7587^\circ$

即可求出表 2 中⑤和⑥。结果见图 3 和表 3。

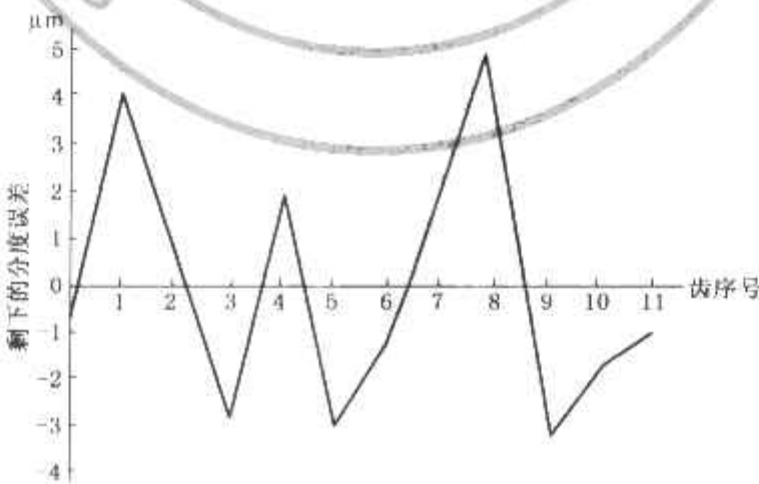


图 3

表 3 示例 1 的分度误差 单位为微米

偏 心 量		5.842
分度误差极值	正的(峰值)	5.012
	负的(谷值)	-3.098
分度误差		8.110

从示例 1 可以看出:该花键测出的齿距累积误差为 $+10-(-6)=16\text{ }\mu\text{m}$,而真正影响花键配合和可能导致综合通端花键量规拒收的分度误差只有 $8.11\text{ }\mu\text{m}$ 。

示例 2: 示例 1 的同一花键,将示例 1 的 4 号齿作为 0 号齿时,其误差测量结果见图 4,谐波分析的步骤见表 4。

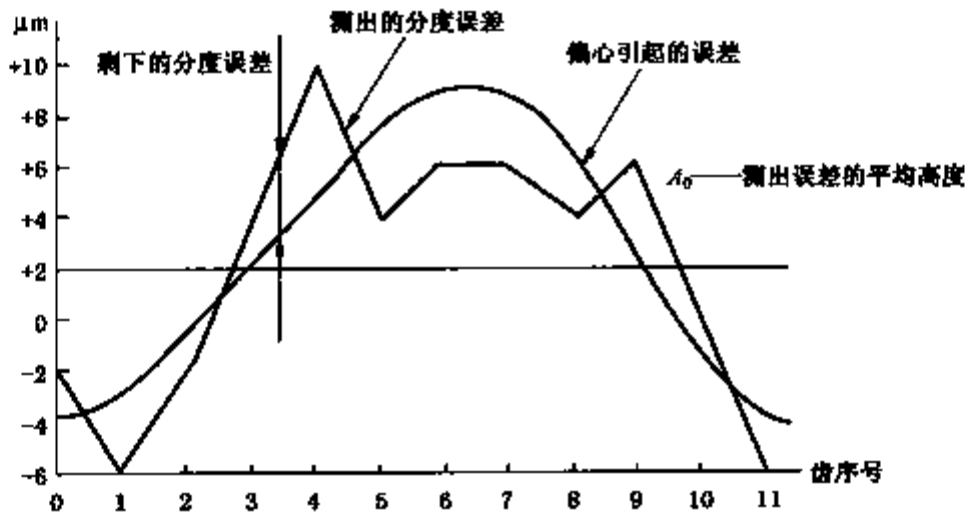


图 4

表 4 示例 2 的计算结果 单位为微米

① 齿序号	② 测出的分度误差 $f_n(i)$	③ $f_n(i)\cos(i\epsilon_s)$	④ $f_n(i)\sin(i\epsilon_s)$	⑤ 考虑偏心引起的 分度误差* $A_0 + E_s\cos(i\epsilon_s + \beta)$	⑥ 剩下的分度误差 ②-⑤
0	-2	-2	0	-3.842	+1.842
1	-6	-5.196	-3	-3.020	-2.980
2	-2	-1	-1.732	-0.854	-1.146
3	+4	0	+4	+2.077	+1.923
4	+10	-5	+8.660	+4.988	+5.012
5	+4	-3.464	+2	+7.098	-3.098
6	+6	-6	0	+7.842	-1.842
7	+6	-5.196	-3	+7.020	-1.020
8	+4	-2	-3.464	+4.854	-0.854
9	+6	0	-6	+1.923	+4.077
10	0	0	0	-0.988	+0.988
11	-6	-5.196	+3	-3.098	-2.902

* 同表 2。

由表 4 中①~④得：
 $A_0 = \sum ②/z = +24/12 = +2$
 $A_1 = 2\sum ③/z = 2 \times (-35.052)/12 = -5.842$
 $B_1 = 2\sum ④/z = 2 \times 0.464/12 = +0.077\ 3$
 $E_r = \sqrt{A_1^2 + B_1^2} = 5.842$
因 $A_1 < 0$ ，令 $\beta = \tan^{-1}(-B_1/A_1) + 180^\circ = 0.758\ 1^\circ + 180^\circ = 180.758\ 1^\circ$
即可求出表 4 中⑤和⑥。结果见图 5 和表 5。

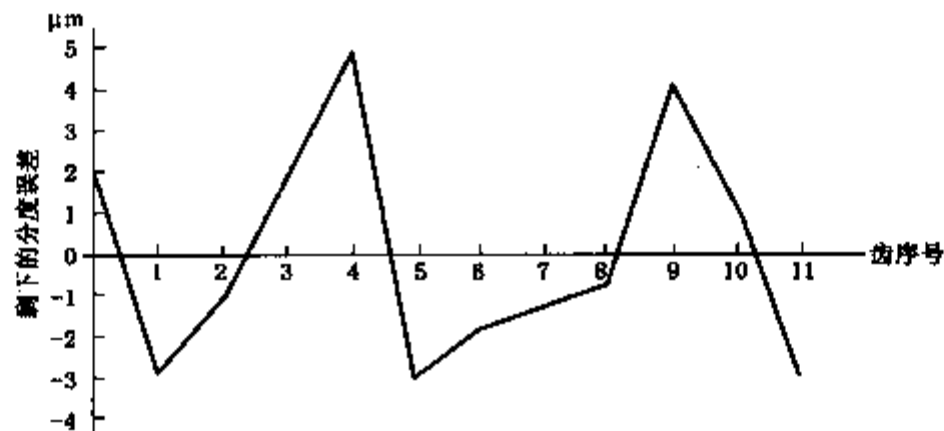


图 5

表 5 示例 2 的分度误差 单位为微米

偏 心 量		5.842
分度误差极值	正的(峰值)	5.012
	负的(谷值)	-3.098
分度误差		8.110

比较示例 1、示例 2 可以看出：无论齿序号如何改变，对谐波分析结果没有影响。

5.4.3 齿距累积误差、齿形误差、齿向误差和齿圈径向跳动的检验

齿距累积误差、齿形误差、齿向误差和齿圈径向跳动的检验方法与齿轮的检验方法相同，见 GB/T 13924。

5.4.3.1 齿距累积误差的检验

一般在分度圆附近、键长中部检验。

5.4.3.2 齿形误差的检验

在渐开线起始圆直径最大值 $D_{Fe\ max}$ 与大径之间或渐开线终止圆直径最小值 $D_{Fi\ min}$ 与小径之间(不包括齿棱)检验。

5.4.3.3 齿向误差的检验

在分度圆附近花键长度内的左右两齿面上检验。

5.4.4 量棒测量尺寸 M 值的检验

5.4.4.1 测量用量棒直径 (D_{Ri} 、 D_{Re}) 及量棒测量尺寸 M 值 ($M_{Ri\ min}$ 、 $M_{Ri\ max}$ 、 $M_{Re\ min}$ 、 $M_{Re\ max}$) 见 GB/T 3478.6~3478.8。

5.4.4.2 测量用量棒按 GB/T 3478.9 的规定。

5.4.4.3 当实际选用的量棒直径与 GB/T 3478.9 中所列直径不同时，其 M 值应按实际选用的量棒直径计算。

5.4.4.4 在同一外花键上实际测得的 M 值(最大值和最小值)，应在规定的极限范围内。

5.4.5 公法线平均长度 W 值的检验

5.4.5.1 外花键用公法线平均长度 W 值和跨齿数 K 见 GB/T 3478.6~3478.8。

5.4.5.2 在同一外花键上实际测得的公法线长度取平均值，应在规定的极限范围内。

6 检验方法的选择与标注

6.1 花键齿槽宽和齿厚的检验方法的选择,由产品设计人员根据产品的结构特点、功能要求确定,或由供方工艺条件或双方检验手段等情况确定。

6.2 对花键零件进行逐件检验、首件检验、抽查检验或定期检验等规定,应根据花键零件的重要程度和工艺质量稳定情况确定并纳入工艺文件中。

6.3 检验方法选定后,应在花键零件图上或供需双方的协议上相应地标注下列项目,可采用表格形式与花键其他参数一起标注,也可直接写入技术要求中。

6.3.1 采用基本方法检验时,应标注:

内花键:

- a) 作用齿槽宽最小值 $E_{v\min}$;
- b) 实际齿槽宽最大值 $E_{\max}$ 。

外花键:

- a) 作用齿厚最大值 $S_{v\max}$;
- b) 实际齿厚最小值 $S_{\min}$ 。

6.3.2 采用方法 A 检验时,应标注:

内花键:

- a) 作用齿槽宽最小值 $E_{v\min}$;
- b) 作用齿槽宽最大值 $E_{v\max}$;
- c) 实际齿槽宽最大值 $E_{\max}$ 。

外花键:

- a) 作用齿厚最大值 $S_{v\max}$;
- b) 作用齿厚最小值 $S_{v\min}$;
- c) 实际齿厚最小值 $S_{\min}$ 。

6.3.3 采用方法 B 检验时,应标注:

内花键:

- a) 作用齿槽宽最小值 $E_{v\min}$;
- b) 作用齿槽宽最大值 $E_{v\max}$;
- c) 实际齿槽宽最大值 $E_{\max}$ (工艺保证)。

外花键:

- a) 作用齿厚最大值 $S_{v\max}$;
- b) 作用齿厚最小值 $S_{v\min}$;
- c) 实际齿厚最小值 $S_{\min}$ (工艺保证)。

6.3.4 采用单项检验法时,应标注:

内花键:

- a) 实际齿槽宽最小值 $E_{\min}$;
- b) 实际齿槽宽最大值 $E_{\max}$;
- c) 齿距累积公差 F_p ;
- d) 齿形公差 F_α ;
- e) 齿向公差 F_β 。

外花键:

- a) 实际齿厚最小值 $S_{\min}$;
- b) 实际齿厚最大值 $S_{\max}$;

- c) 齿距累积公差 F_p ;
- d) 齿形公差 F_a ;
- e) 齿向公差 $F_{\beta a}$ 。

6.3.5 对于某些花键副,为了保证齿侧面有足够的接触面积,除采用上述三种综合检验法之一外,可同时选用单项公差的检验项目(F_p 、 F_a 、 F_{β})。此时,应在花键产品图样上标注出来。

6.3.6 对于花键副的侧隙,通常不必标注。但有作用侧隙极限值($C_{v\min}$ 、 $C_{v\max}$)要求时,应在其装配图上或相应技术文件中予以标注。



附录 A
(规范性附录)
量 规

A.1 总论

A.1.1 量规使用条件

A.1.1.1 通规

综合通规和环规应该进入并完全通过整个花键长度。综合花键通规应该被用在对量规件不产生任何外力破坏的情况下。在有争论的情况下,无论赞同方,还是拒绝方,综合通规应是双方优先一致接受的。如果有两个有效的量规或者在两个量规公差里,那么适合所有情况的量规应该被优先接受。

如果被综合通规拒绝的,量规本身不能提供这个被拒绝的理由。这个原因可能仅通过用量棒或者球来测量实际齿厚或者齿槽宽或者对齿距累积误差、齿形误差、齿向误差的分析观察来确认。

A.1.1.2 非全齿通规

非全齿通规应该进入并完全通过整个花键长度的任何规定的位置。检测应该至少分布在三个尽可能等分的位置。

A.1.1.3 综合止规

综合止规不应进入被测花键。

A.1.2 量规使用的尺寸制约

量规使用的方便性,受量规的质量和尺寸制约。

当分度圆直径 $D \leq 180\text{ mm}$ 时,可以用量规来检测。

量规的分度圆直径 $D > 180\text{ mm}$ 。如果经供需双方商定同意后,双方可采用量规。

A.1.3 花键塞规的结构

分度圆直径 $D < 50\text{ mm}$ 的塞规,可以是整体的。

A.1.4 非全齿通规的齿数选择

表 A.1 给出了非全齿通规的齿数选择。

表 A.1 非全齿通规的齿数选择

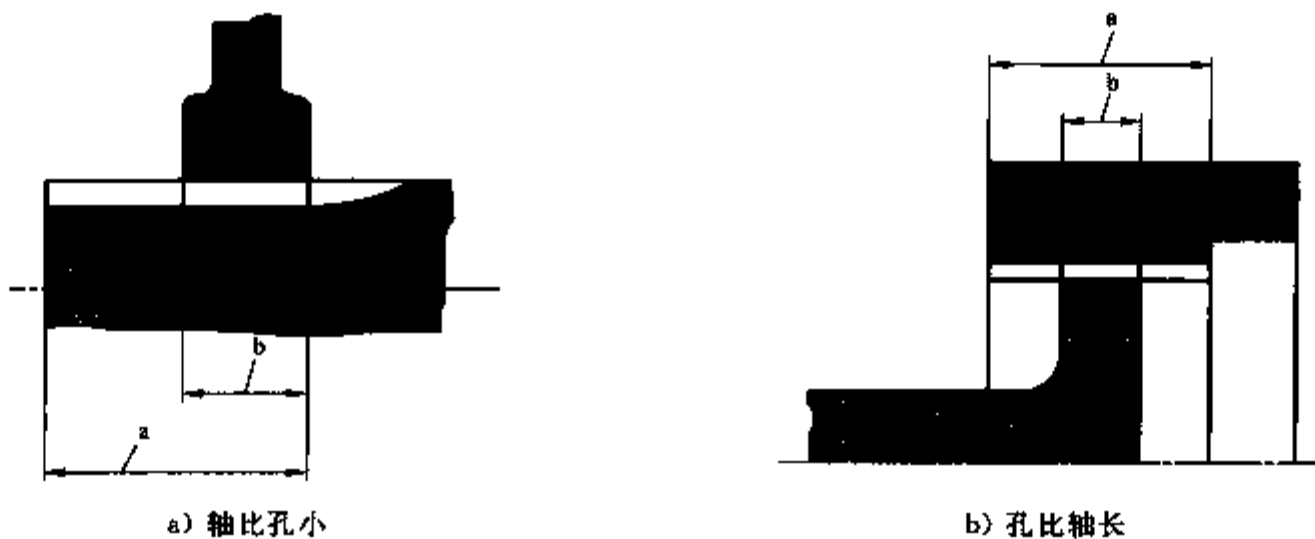
产品的 总齿数	$6 \leq z \leq 30$	$30 < z \leq 44$	$44 < z \leq 58$	$58 < z \leq 72$	$72 < z \leq 86$	$86 < z \leq 100$	$z > 100$
每个扇区 的齿数	2	3	4	5	6	7	$0.075z$

A.2 量规的测量长度

A.2.1 花键有效长度和配合长度的影响

花键有效长度和配合长度见图 A.1。如果配合长度小于或等于分度圆半径,并且有效长度等于配合长度,除特殊情况外,花键分度误差被包含在总公差 $(T+\lambda)$ 里,被量规同步检测。

如果配合长度大于分度圆半径,并且有效长度是大于或等于配合长度,则有必要独立在总公差 $(T+\lambda)$ 外,独立描述花键分度误差,通过分析观察,这些误差应该被独立检查。



a 有效花键长度。
b 配合长度。

图 A.1 有效长度和配合长度

A.2.2 如果花键副配合长度大于表 A.2 中给出值的 1.5 倍,花键综合通规(塞规或环规)的长度应增加。通常量规的长度为配合长度的 75%,具体长度由用户与制造厂协商。

表 A.2 花键量规的最小长度 单位为毫米

花键分度圆直径 <i>D</i>	量规测量部分的最小长度			
	通端塞规	止端塞规	通端环规	止端环规
≤7	6	4	8	6
>7~12	8	6	10	8
>12~17	12	8	10	8
>17~22	16	10	16	12
>22~30	20	12	16	12
>30~40	25	15	20	15
>40~50	30	18	20	15
>50~70	30	20	25	20
>70~120	35	25	26	20
>120~150	40	25	30	25
>150~180	40	25	30	25

A.2.3 校对塞规检测部分长度的确定

确定校对塞规检测部分长度时,应考虑以下因素:

- a) 应有一个引导长度,以便于使用;
- b) 校对塞规锥形齿面部分的检测长度应大于其最小测量长度(检测环规制造公差与磨损公差之和的长度);
- c) 校对塞规齿面锥度和磨损公差取决于环规磨损公差。

A.2.4 分度圆直径大于 180 mm 的量规

分度圆直径大于 180 mm 的量规检测长度,可选择如下数值:

- a) 通规为分度圆直径的 30%;
- b) 止规为分度圆直径的 20%。

A.3 花键量规的制造公差

花键量规的制造公差见表 A.3~表 A.5。

表 A.3 量规的位置和公差 单位为毫米

量 规	位 置	公 差	磨损极限
非全齿止端塞规	$E_{\max}$	$\pm H/2$	$E_{\max} - W$
综合止端塞规	$E_{v\max}$	$\pm H/2$	$E_{v\max} - W$
综合通端塞规	$E_{v\min} + Z$	$\pm H/2$	$E_{v\min} - Y$
综合通端环规	$S_{v\max} - Z$	$\pm H/2$	$S_{v\max} + Y$
综合止端环规	$S_{v\min}$	$\pm H/2$	$S_{v\min} + W$
非全齿止端环规	$S_{\min}$	$\pm H/2$	$S_{\min} + W$

表 A.4 量规公差值 单位为微米

分度圆直径 D/mm	位置要素	塞规基本齿厚 S/mm				环规基本齿槽宽 E/mm			
		~ 3	$>3\sim 6$	$>6\sim 10$	$>10\sim 18$	~ 3	$>3\sim 6$	$>6\sim 10$	$>10\sim 18$
~ 3	H	2				2			
	Z	4				4			
	Y	1	—	—	—	1.5	—	—	—
	W	3				3			
$>3\sim 10$	H	2.5				2.5			
	Z	4				4			
	Y	1.25	—	—	—	2	—	—	—
	W	3				3			
$>10\sim 18$	H	3	3			3	3		
	Z	4	5			4	5		
	Y	1.5	1.5	—	—	2.5	2.5	—	—
	W	4	4			4	5		
$>18\sim 30$	H	4	4	4		4	4	4	
	Z	4	5	5		4	5	5	
	Y	2	2	2	—	3	3	3	—
	W	4	5	6		5	5	6	
$>30\sim 50$	H	4	4	4	4	4	4	4	4
	Z	4	5	6	8	4	5	6	8
	Y	2	2	2	2	3.5	3.5	3.5	3.5
	W	4	5	5	6	5	5	6	7
$>50\sim 80$	H	5	5	5	5	5	5	5	5
	Z	4	5	6	8	4	5	6	8
	Y	2.5	2.5	2.5	2.5	4	4	4	4
	W	4	5	6	7	5	6	6	7
$>80\sim 120$	H	6	6	6	6	6	6	6	6
	Z	4	5	6	8	4	6	6	6
	Y	3	3	3	3	5	5	5	5
	W	5	6	6	7	6	7	7	8
$>120\sim 180$	H	8	8	8	8	8	8	8	8
	Z	4	5	6	8	4	5	6	8
	Y	4	4	4	4	6	6	6	6
	W	6	7	7	8	7	8	8	9

A.4 花键量规允许的公差值

花键量规检测如下相应的部分,其公差值见表 A.6。例如:

- 齿距累积公差;
- 齿形公差;
- 齿向公差。

表 A.6 量规的公差 单位为微米

分度圆直径 D/mm	齿形公差 F_α	齿距累积公差 F_p	齿向公差 F_β	
			量规测量部分长度 $\leq 25\text{ mm}$	量规测量部分长度 $> 25\text{ mm}$
1~100	5	5	3	5
>100~150	5	8	3	5
>150~180	5	10	—	5

A.5 量规检测

A.5.1 锻损

检测方法:目测所有花键侧面和重要的直径。锻损和生锈是不允许的。

A.5.2 标记

检测方法:目测。标记应该是持久、完全和耐用的。

A.5.3 塞规的大径和环规小径

检测方法:偶数齿两点测量,奇数齿半径测量,如图 A.2 所示。

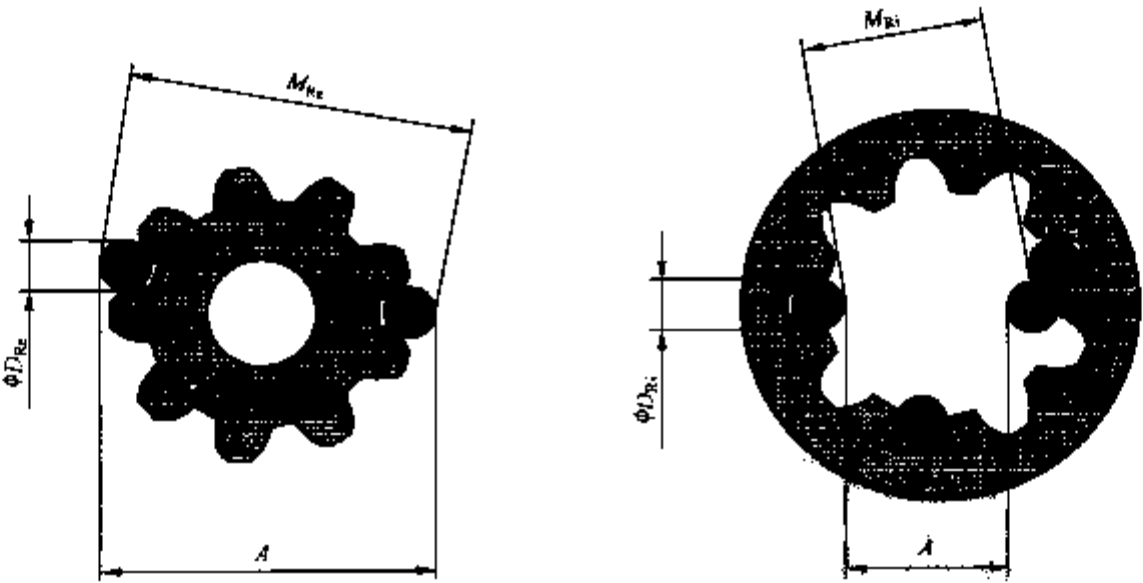


图 A.2 大径和小径的检测

大径:

$$D_{ex} = 2 \left\{ A - \left[\frac{0.5(M_{Re} - D_{Re})}{\cos \frac{90^\circ}{z}} + \frac{D_{Re}}{2} \right] \right\}$$

小径:

$$D_{ii} = 2 \left\{ A + D_{Ri} - \left[\frac{0.5(M_{Ri} + D_{Ri})}{\cos \frac{90^\circ}{z}} - \frac{D_{Ri}}{2} \right] \right\}$$

A.5.4 齿形直径

检测方法：渐开线检测仪器。

A.5.5 塞规齿厚

检测方法：两个以上量棒测量。测量应在 0°到 90°的范围里，在量棒的中间和末端。为了避免磨损和小污垢，量棒应擦干净。检测用的量棒，可能会存在影响测量的公差。为了满足要求，应使用被校准过的准确直径的量棒。

A.5.6 环规的齿槽宽

检测方法与 A.5.5 相同。环规用量棒和块规来检测。如果块规能没有阻碍的轴向移动并且没有径向移动，则环规是合格的。

锥形校对塞规也可以用来检测环规的尺寸。

A.5.7 形状公差

检测方法：齿轮测量机。齿形误差和齿向误差至少应在左边或右边侧面三个等分角度位置测量。对于综合量规，齿距累积误差和分度误差也应该被检测。

A.5.8 量规磨损检测

一个检测周期里，应该保证量规仍然在磨损极限范围里。当花键量规的齿槽宽和齿厚超过特定的磨损极限或形状误差超过 1.5 倍允许的误差时，则花键量规应该考虑废弃。

A.6 量规的结构、尺寸参数和标记

A.6.1 综合通端环规

综合通端环规的结构、尺寸参数和公差，见图 A.3 和表 A.7。

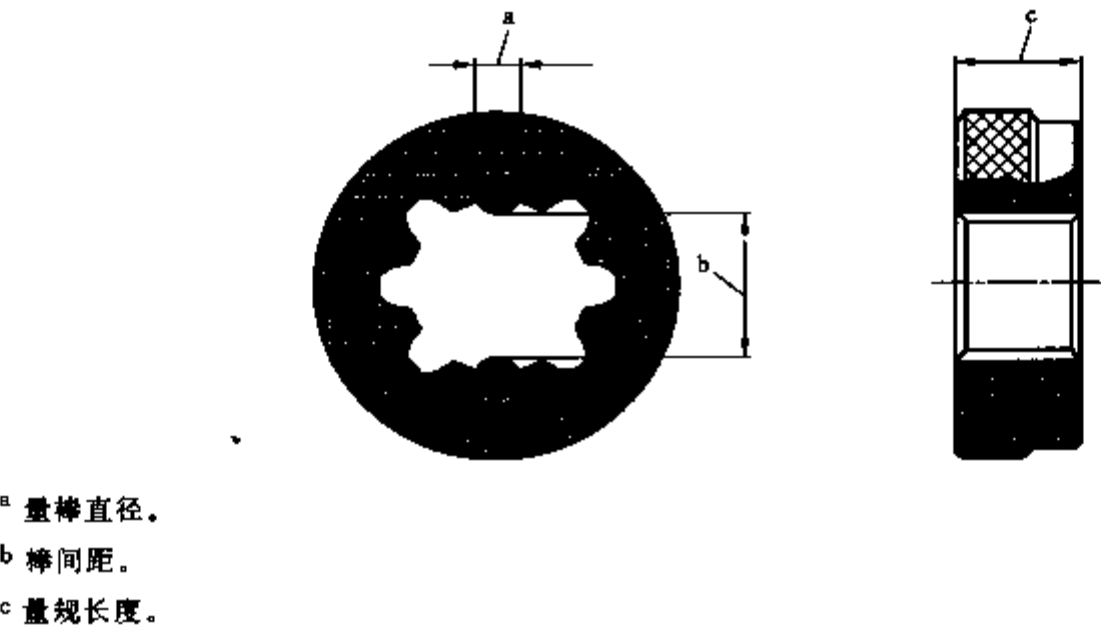


图 A.3 综合通端环规

表 A.7 综合通端环规的尺寸参数和公差

量规尺寸参数	计算公式或代号	公差	相配合的锥形校对塞规
齿数	z		
模数	m		
压力角	α_D		
分度圆直径	mz		
基圆直径	$mz\cos\alpha_D$		
大径	$D_{ce\max}+0.3m$	min	

表 A.7 (续)

量规尺寸参数	计算公式或代号	公差	相配合的锥形校对塞规
渐开线终止圆直径	$D_{re\ max}+0.2m$	min	
小径	$D_{Fe\ max}$	K7	
齿槽宽	$S_{v\ max}-Z$	$\pm H/2$	刻线 A 处齿厚 $S_{v\ max}-Z-H/2$ 刻线 B 处齿厚 $S_{v\ max}-Z+H/2$
齿槽宽磨损极限	$S_{v\ max}+Y$		刻线 C 处齿厚 $S_{v\ max}+Y$
单项公差	见表 A.6		

标记示例：
检验 EXT 24z×2.5m×30R×5f GB/T 3478.1 工件外花键的综合通端环规的标记为：
T_b 24z×2.5m×30R×5H GB/T 3478.5—2008

A.6.2 综合通端环规用校对塞规

综合通端环规用校对塞规的结构、尺寸参数、公差和标记,见图 A.4 和表 A.8。

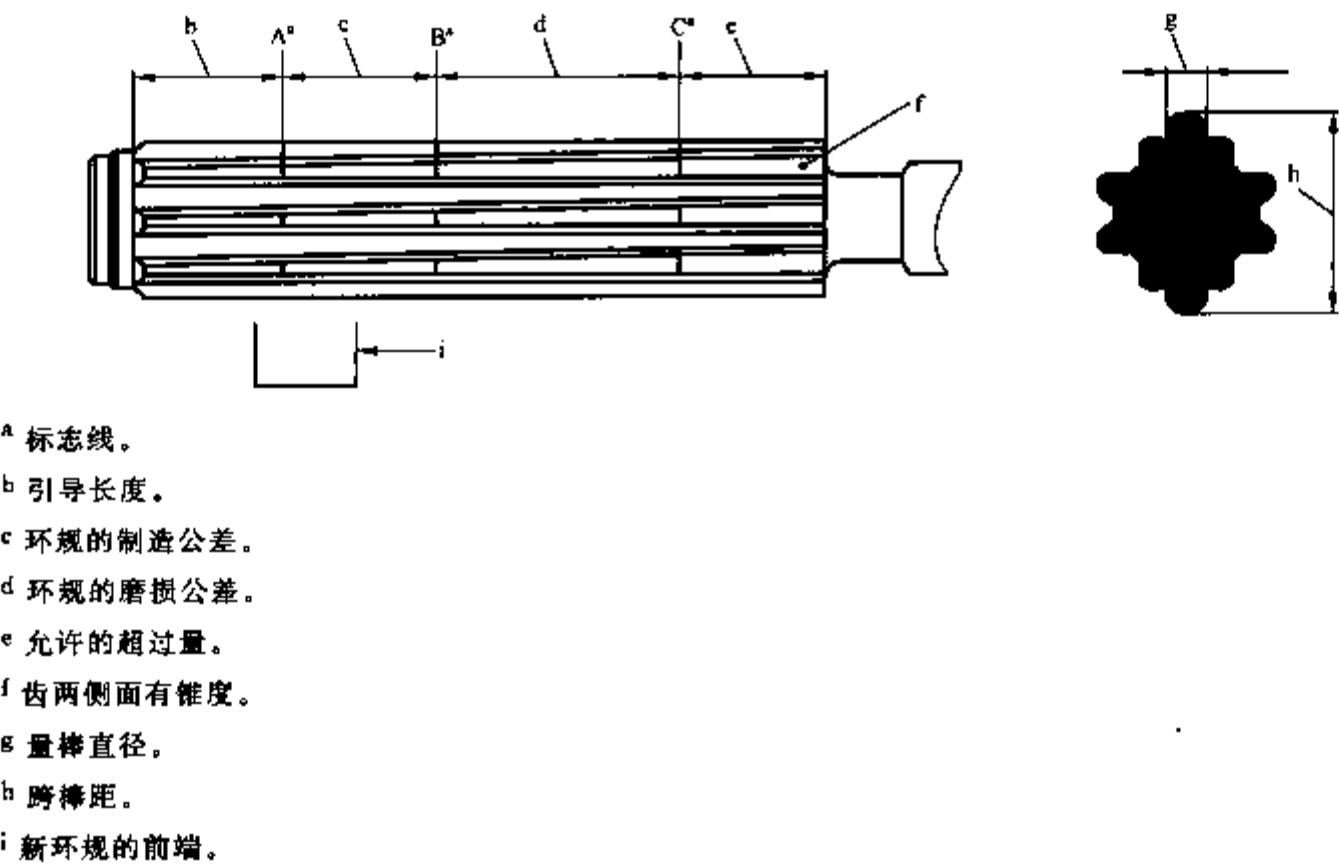


图 A.4 综合通端环规用校对塞规

表 A.8 综合通端环规用校对塞规的尺寸参数和公差

量规尺寸参数	计算公式或代号	公差
齿数	z	
模数	m	
压力角	α_D	
分度圆直径	mz	
基圆直径	$mz\cos\alpha_D$	
大径	$D_{Fe\ min}+0.2m$	h8
渐开线起始圆直径	$D_{Fe\ max}-0.1m$	max

表 A.8 (续)

量规尺寸参数	计算公式或代号	公差
小径	$D_{Fe\max} - 0.2m$	max
刻线 A 处齿厚	$S_{\min} - Z - H/2$	
刻线 B 处齿厚	$S_{\min} - Z + H/2$	
刻线 C 处齿厚	$S_{\min} + Y$	
齿单侧面锥度	0.02%	min
单项公差	见表 A.6	

标记示例：
检验 EXT 24z×2.5m×30R×5f GB/T 3478.1 工件外花键的综合通端环规校对规的标记为：
J_T 24z×2.5m×30R×5f GB/T 3478.5—2008

A.6.3 非全齿止端环规

非全齿止端环规的结构、尺寸参数、公差和标记,见图 A.5 和表 A.9。

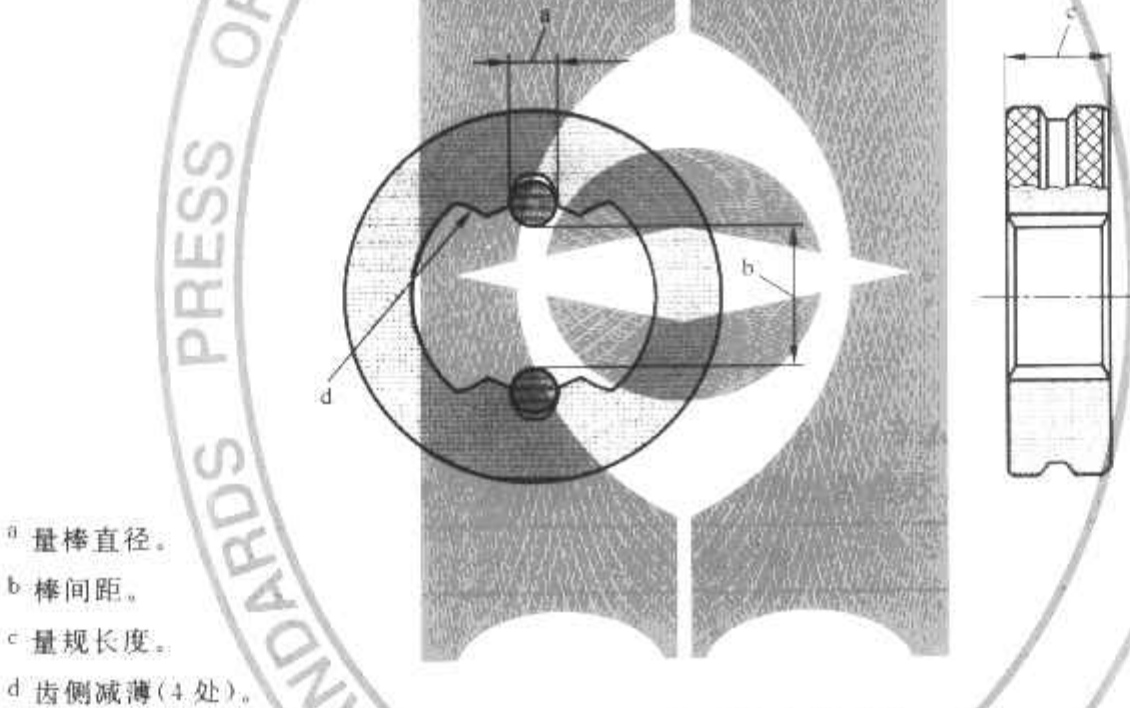


图 A.5 非全齿止端环规

表 A.9 非全齿止端环规的尺寸参数和公差

量规尺寸参数	计算公式或代号	公差	相配合的锥形校对塞规
齿数	z		
模数	m		
压力角	α_D		
分度圆直径	mz		
基圆直径	$mz\cos\alpha_D$		
大径	$D_{Fe\max} + 0.3m$	min	
渐开线终止圆直径	$D_{Fe\max} - 0.2m$	min	
小径	$(D + 2D_{Fe\max})/3$	JS8	
齿槽宽	$S_{\min}$	$\pm H/2$	刻线 A 处齿厚 $S_{\min} - H/2$ 刻线 B 处齿厚 $S_{\min} + H/2$
齿槽宽磨损极限	$S_{\min} + W$		刻线 C 处齿厚 $S_{\min} - W$
单项公差	见表 A.5		

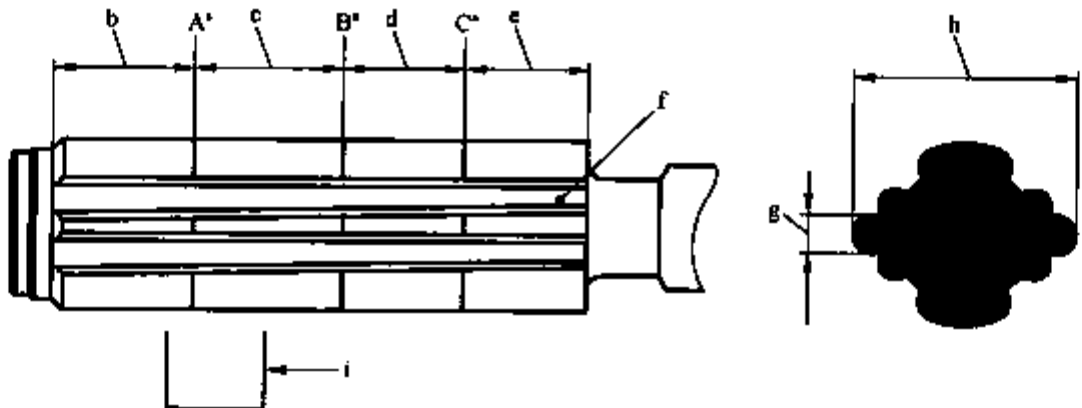
标记示例：

检验 EXT 24z×2.5m×30R×5f GB/T 3478.1 工件外花键的非全齿止端环规的标记为：

Z_{Fn} 24z×2.5m×30R×5H GB/T 3478.5—2008

A.6.4 非全齿止端环规用校对塞规

非全齿止端环规用校对塞规的结构、尺寸参数和公差,见图 A.6 和表 A.10。



- a 标志线。
- b 引导长度。
- c 环规的制造公差。
- d 环规的磨损公差。
- e 允许的超过量。
- f 齿两侧面有锥度。
- g 量棒直径。
- h 跨棒距。
- i 新环规的前端。

图 A.6 非全齿止端环规用校对塞规

表 A.10 非全齿止端环规用校对塞规尺寸和公差

量规尺寸参数	计算公式或代号	公差
齿数	z	
模数	m	
压力角	α_D	
分度圆直径	mz	
基圆直径	$mz\cos\alpha_D$	
大径	$D_{Fe\max}+0.2m$	h8
渐开线起始圆直径	$(D+2D_{Fe\max})/3-0.1m$	max
小径	$(D+2D_{Fe\max})/3-0.2m$	max
刻线 A 处齿厚	$S_{\min}-H/2$	
刻线 B 处齿厚	$S_{\min}+H/2$	
刻线 C 处齿厚	$S_{\min}+W$	
齿单侧面锥度	0.02%	min
单项公差	见表 A.6	

标记示例：

检验 EXT 24z×2.5m×30R×5f GB/T 3478.1 工件外花键非全齿止端环规校对塞规的标记为：

J_{ZF} 24z×2.5m×30R×5f GB/T 3478.5—2008

A.6.5 综合止端环规

综合止端环规的结构、尺寸参数、公差和标记，见图 A.7 和表 A.11。

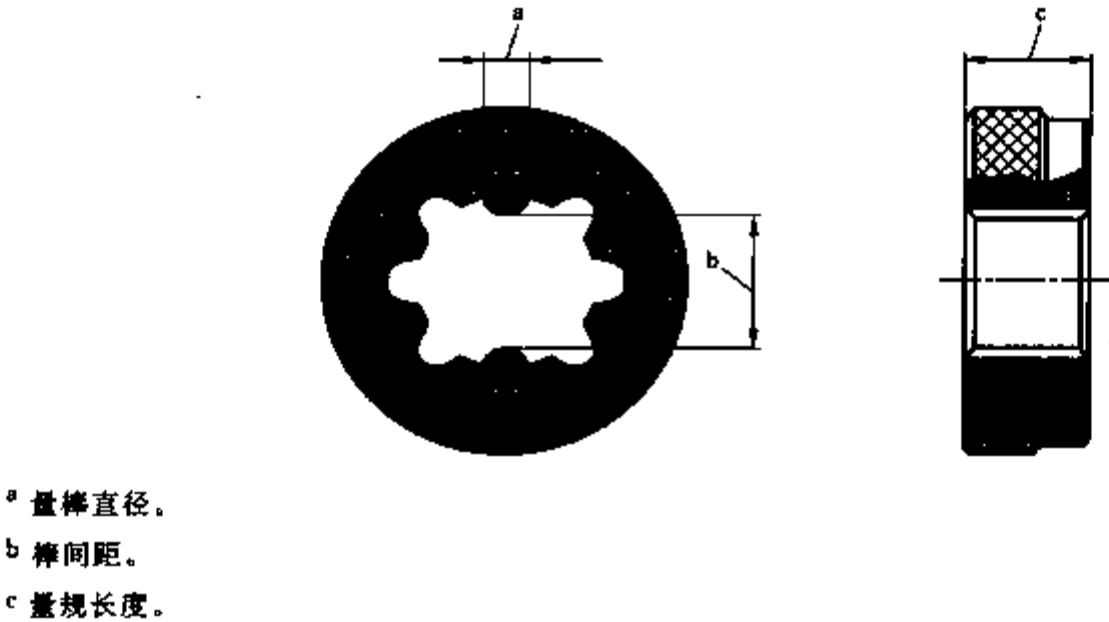


图 A.7 综合止端环规

表 A.11 综合止端环规的尺寸参数和公差

量规尺寸参数	计算公式或代号	公差	相配合的锥形校对塞规
齿数	z		
模数	m		
压力角	α_D		
分度圆直径	mz		
基圆直径	$mz\cos\alpha_D$		
大径	$D_{\text{ve max}} + 0.3m$	min	
渐开线终止圆直径	$D_{\text{ve max}} + 0.2m$	min	
小径	$(D + 2D_{\text{fe max}})/3$	JS8	
齿槽宽	$S_{\text{v min}}$	$\pm H/2$	刻线 A 处齿厚 $S_{\text{min}} - H/2$ 刻线 B 处齿厚 $S_{\text{min}} + H/2$
齿槽宽磨损极限	$S_{\text{v min}} + W$		刻线 C 处齿厚 $S_{\text{min}} + W$
单项公差	见表 A.6		

标记示例：

检验 EXT 24z×2.5m×30R×5f GB/T 3478.1 工件外花键的综合止端环规的标记为：

Z_b 24z×2.5m×30R×5H GB/T 3478.5—2008

A.6.6 综合止端环规用校对塞规

综合止端环规用齿侧面带锥度的校对塞规的结构、尺寸参数、公差和标记,见图 A.8 和表 A.12。

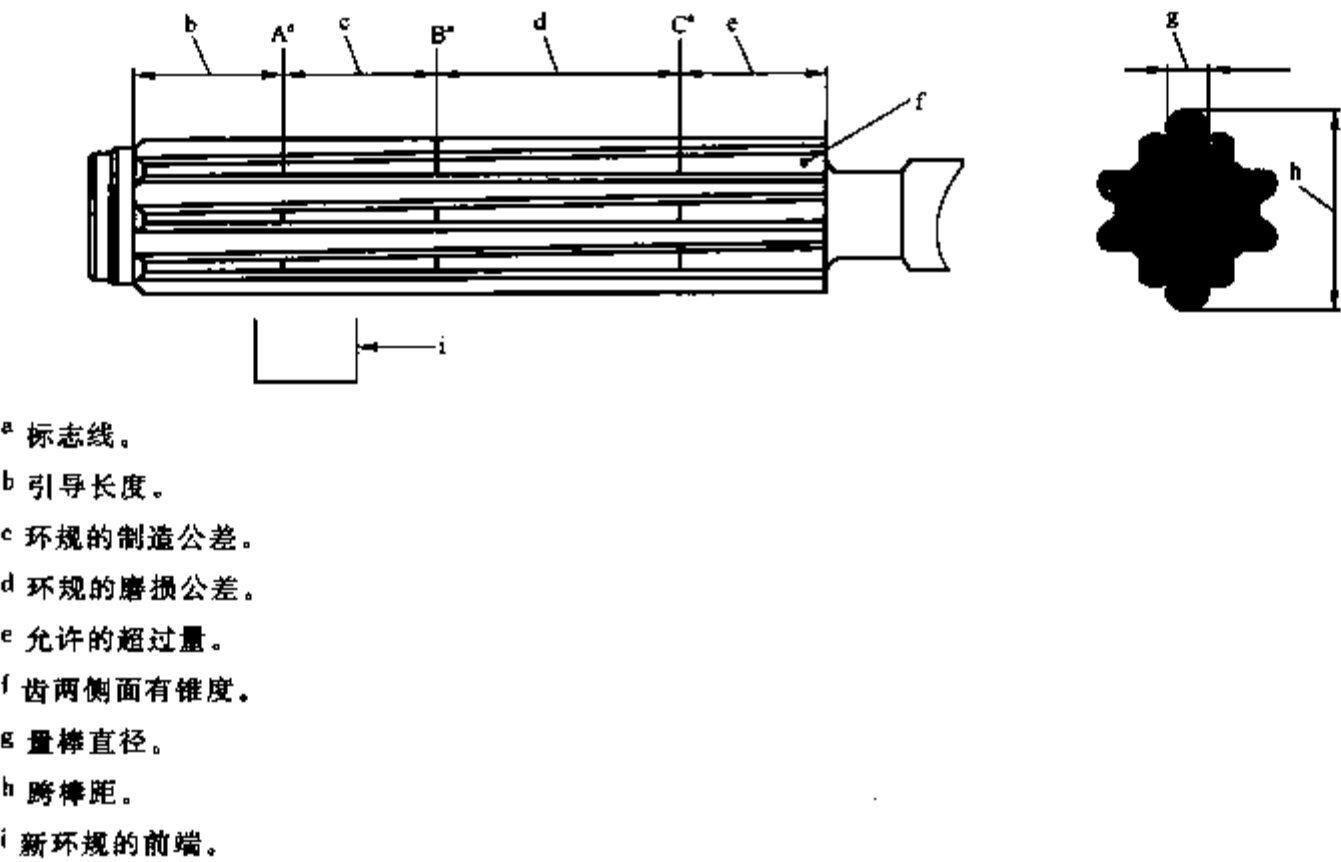


图 A.8 综合止端环规用校对塞规

表 A.12 综合止端环规用校对塞规的尺寸参数和公差

量规尺寸参数	计算公式或代号	公差
齿数	z	
模数	m	
压力角	α_D	
分度圆直径	mz	
基圆直径	$mz\cos\alpha_D$	
大径	$D_{oc\max}+0.2m$	$h8$
渐开线起始圆直径	$(D+2D_{Fe\max})/3-0.1m$	$\max$
小径	$(D+2D_{Fe\max})/3-0.2m$	$\max$
刻线 A 处齿厚	$S_{v\min}-H/2$	
刻线 B 处齿厚	$S_{v\min}+H/2$	
刻线 C 处齿厚	$S_{v\min}+W$	
齿单侧面锥度	0.02%	$\min$
单项公差	见表 A.6	

标记示例:

检验 EXT 24z×2.5m×30R×5f GB/T 3478.1 工件外花键的综合止端环规用校对塞规的标记为:

I_z 24z×2.5m×30R×5f GB/T 3478.5—2008

A.6.7 综合通端塞规

综合通端塞规结构、尺寸参数、公差和标记,见图 A.9 和表 A.13。

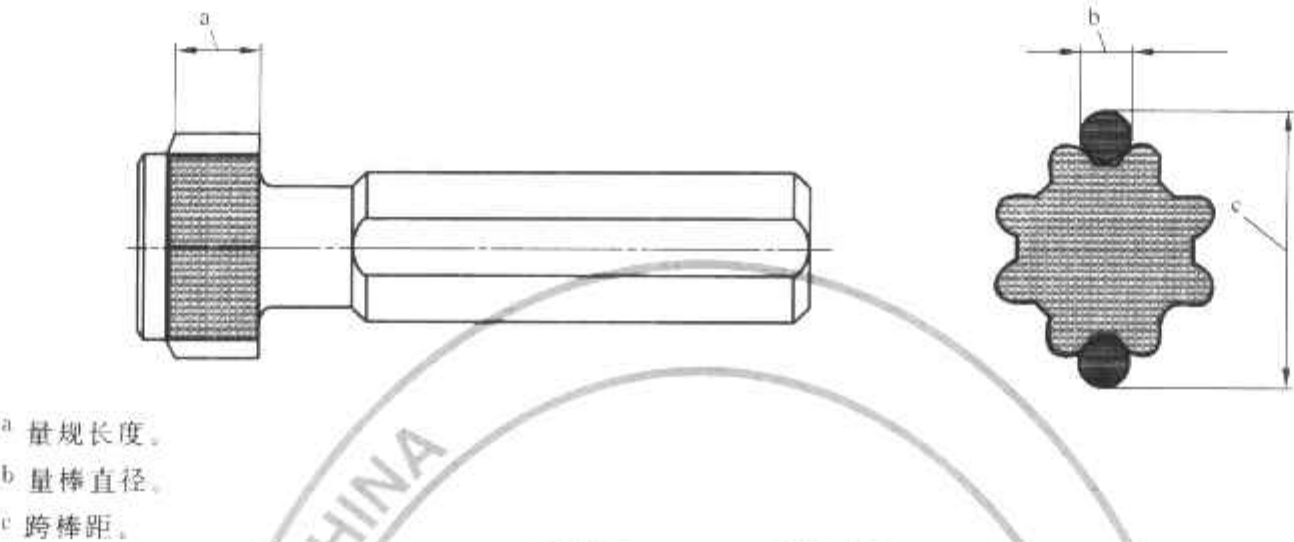


图 A.9 综合通端塞规
表 A.13 综合通端塞规的尺寸参数和公式

量规尺寸参数	计算公式或代号	公差
齿数	z	
模数	m	
压力角	α_n	
分度圆直径	mz	
基圆直径	$mz\cos\alpha_n$	
大径	$D_{f1, \min}$	k7
渐开线起始圆直径	$D_{f1, \min} - 0.2m$	max
小径	$D_{f1, \min} - 0.3m$	max
齿厚	$E_{s, \min} + Z$	$\pm H/2$
齿厚磨损极限	$E_{s, \min} - Y$	
单项公差	见表 A.6	

标记示例:
检验 INT 24z×2.5m×30R×5H GB/T 3478.1 工件内花键的综合通端塞规的标记为:
Ts 24z×2.5m×30R×5f GB/T 3478.5—2008

A.6.8 非全齿止端塞规

非全齿止端塞规的结构、尺寸参数、公差和标记,见图 A.10 和表 A.14。

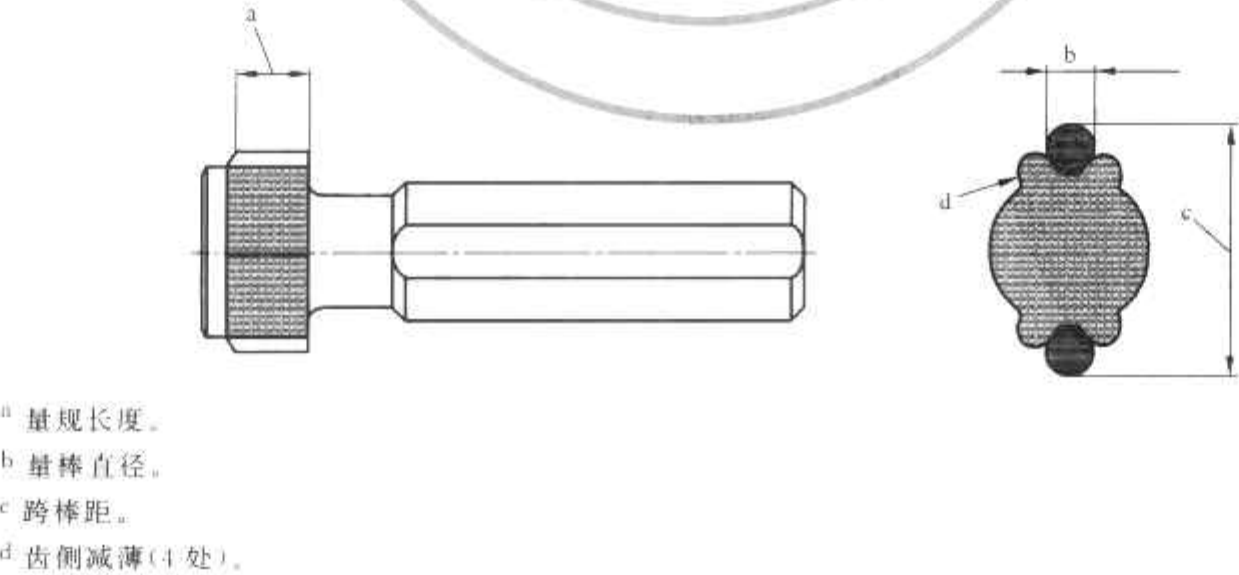


图 A.10 非全齿止端塞规

表 A.14 非全齿止端塞规的尺寸参数和公差

量规尺寸参数	计算公式或代号	公 差
齿数	z	
模数	m	
压力角	α_D	
分度圆直径	mz	
基圆直径	$mz\cos\alpha_D$	
大径	$(D+2D_{Fi\min})/3$	js8
渐开线起始圆直径	$D_{a\min}-0.2m$	max
小径	$D_{di\min}-0.3m$	max
齿厚	$E_{\max}+Z$	$\pm H/2$
齿厚磨损极限	$E_{\max}-W$	
单项公差	见表 A.5	

标记示例：

检验 INT 24z×2.5m×30R×5H GB/T 3478.1 工件内花键的非全齿止端塞规的标记为：
Z_{FS} 24z×2.5m×30R×5f GB/T 3478.5—2008

A.6.9 综合止端塞规

综合止端塞规的结构、尺寸参数、公差和标记，见图 A.11 和表 A.15。

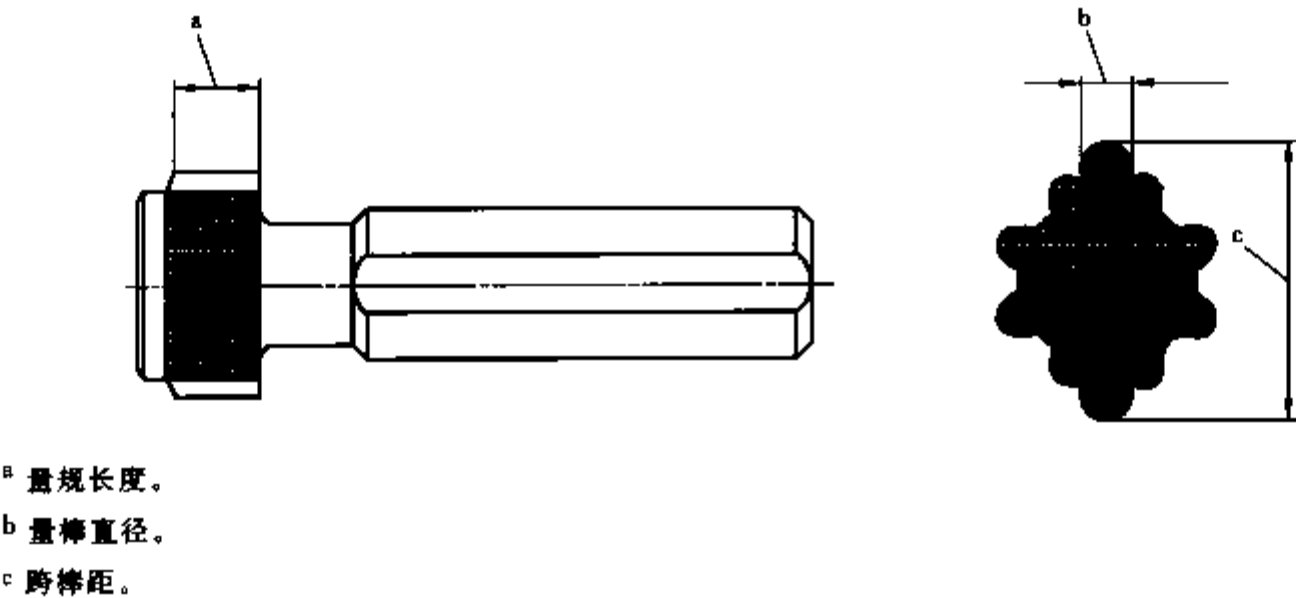


图 A.11 综合止端塞规

表 A.15 综合止端塞规的尺寸参数和公差

量规尺寸参数	计算公式或代号	公 差
齿数	z	
模数	m	
压力角	α_D	
分度圆直径	mz	
基圆直径	$mz\cos\alpha_D$	
大径	$(D+2D_{Fi\min})/3$	js8

表 A. 15 (续)

量规尺寸参数	计算公式或代号	公差
渐开线起始圆直径	$D_{ij\ min}-0.2m$	max
小径	$D_{ii\ min}-0.3m$	max
齿厚	$E_{v\ max}+Z$	$\pm H/2$
齿厚磨损极限	$E_{v\ max}-W$	
单项公差	见表 A. 6	

标记示例：
检验 INT 24z×2.5m×30R×5H GB/T 3478.1 工件内花键的综合止端塞规的标记为：
Zs 24z×2.5m×30R×5f GB/T 3478.5—2008

A.7 内外花键用普通光滑量规检测

A.7.1 内花键小径的检测

用普通光滑塞规的通规和止规检测内花键小径,见图 A.12。

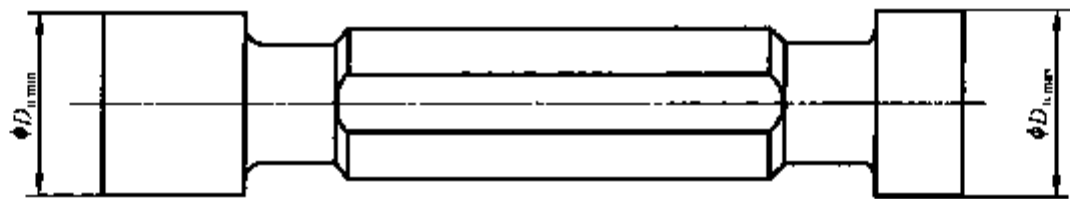
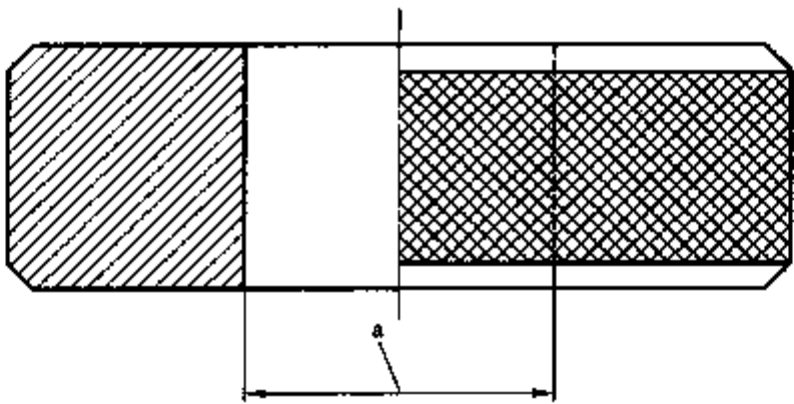


图 A.12 普通光滑塞规

A.7.2 外花键大径的检测

用普通光滑环规的通规和止规检测外花键大径,见图 A.13。



^a $D_{de\ max}$ 或 $D_{de\ min}$

图 A.13 普通光滑环规