

圆锥公差与配合制

国家标准介绍



机械工业标准化技术服务部

• 1990 •

前 言

我国过去没有圆锥公差与配合制方面的国家标准，为适应机械制造业日益发展的需要，保证圆锥联结件的互换、配套和提高产品质量，从1983年开始，我国先后发布了五项《圆锥公差与配合制》国家标准。为了促进新国标的贯彻，我们编写了这份标准介绍资料，供学习和使用标准时参考。

国家标准《圆锥公差与配合制》是由全国公差与配合标准化技术委员会提出，机电部机械标准化研究所归口。标准主要起草人有：机电部机械标准化研究所李晓沛、俞汉清，陕西省标准局吴京祥，哈尔滨工业大学高延新，西安石油学院陈达秀等。

本标准介绍由机电部机械标准化研究所基础与互换性标准研究室李晓沛、俞汉清编写。由于水平所限，难免有错漏之处，热忱欢迎广大读者指正。

编 者

1990 年 9 月

目 录

一、概论	(1)
1. 圆锥结合的特点	(1)
2. 圆锥联结国际和国外标准化情况	(2)
3. 圆锥联结我国标准化情况	(6)
4. 角度的单位	(8)
二、锥度与锥角系列	(9)
1. 标准适用范围	(9)
2. 圆锥基本参数的术语及定义	(9)
3. 一般用途圆锥的锥度与锥角系列	(11)
4. 特殊用途圆锥的锥度与锥角系列	(12)
5. 锥角与锥度的推算值	(13)
6. 锥角的弧度值, 半角值和给定高度	(15)
7. 莫氏圆锥的尺寸和公差	(17)
三、棱体的角度与斜度系列	(18)
1. 棱体的术语及定义	(18)
2. 棱体的角度与斜度系列	(21)
3. 比率 C_F 、斜度 S 和角度 β 的推算值验算	(22)
四、未注公差角度的极限偏差	(23)
1. 标准适用范围	(23)
2. 未注角度公差的数值	(24)
3. 国标 GB 11335 与机标 JB 7 的对照比较	(25)
4. 未注角度公差的标注	(27)
5. 关于角度的测量问题	(27)
五、圆锥公差	(27)
1. 标准适用范围	(28)
2. 圆锥公差的术语及定义	(28)
3. 圆锥公差项目	(32)
4. 圆锥公差项目的给定方法	(32)

5. 圆锥直径公差数值	(34)
6. 圆锥角公差的公差等级	(34)
7. 圆锥角公差数值	(35)
8. 圆锥的形状公差数值的选取	(43)
9. 圆锥直径公差 T_D 所能限制的最大圆锥角误差	(43)
10. 圆锥公差的标注	(46)
六、圆锥配合	(46)
1. 《圆锥配合》国标的主要结构和特点	(46)
2. 标准的适用范围	(46)
3. 圆锥体结合的种类及特点	(47)
4. 圆锥配合的形成方式	(48)
5. 圆锥配合的基本概念及其定义	(49)
6. 圆锥直径配合公差的概念及定义	(52)
7. 有关位移型圆锥配合的术语及概念	(52)
8. 结构型圆锥配合的圆锥公差带	(54)
9. 结构型圆锥配合的基准制与配合的选取	(56)
10. 位移型圆锥配合的圆锥直径公差带和配合的确定	(56)
11. 圆锥角偏差与圆锥直径公差的关系	(58)
12. 内、外圆锥角偏差及其组合对圆锥配合的影响	(60)
13. 圆锥轴向极限偏差的概念及其与直径极限偏差的转换关系	(62)
14. 基孔制时内、外圆锥轴向极限偏差的计算	(65)
15. 配合圆锥在初始位置和终止位置上极限基面距的计算	(79)
七、圆锥量规	(86)
1. 圆锥量规公差和技术条件	(87)
2. 莫氏与公制圆锥量规	(91)
3. 7 : 24 工具圆锥量规	(94)
4. 钻夹圆锥量规	(96)
附件:	
1. GB 157—89 《锥度与锥角系列》	(99)
2. GB 4096—83 《棱体的角度与斜度系列》	(103)
3. GB 11334—89 《圆锥公差》	(108)
4. GB 11335—89 《未注公差角度的极限偏差》	(119)
5. GB 12360—90 《圆锥配合》	(120)

圆锥公差与配合制国家标准介绍

一 概 论

圆锥联结是机器、仪器及工具中常用的典型结构，已在机床与工具、船舶、重型与通用机械、机车车辆、医疗器械、纺织机械以及液压元件、电机、电子元件中得到应用。圆锥按其功能的不同，有如传递扭矩的工具锥柄与锥夹，提高重载零件定心精度的定心锥套，管接头的防漏锥面结合，紧固联结的锥形胀套及定位锥销等静止锥；如可调整间隙的圆锥滑动轴承，机床顶尖等活动锥；如用于各种摩擦制动器、联轴器及传动装置中的摩擦圆锥；如用于各种摩擦机构中改变轴向传动比、旋转方向或转速的调整圆锥；如检验圆锥工件的塞规或环规的检验圆锥以及如用于非配合圆锥的自由锥等等。

1 圆锥结合的特点

圆柱体联结的结合性能，完全取决于轴、孔的配合尺寸，并且在装配以后，其间隙量或过盈量是不能改变或调整的。例如，对间隙配合来说，当轴、孔的结合表面磨损后，工作间隙增大，而导致增大同轴度误差，降低运动精度和使用寿命；对过盈配合来说，其所能传递的扭矩完全取决于装配过盈量，不能多次拆卸重复使用；对过渡配合来说，虽然有较高的同轴度和装拆方便的特点，但因轴、孔公差带重叠，以致于一批装配件可能有间隙，由于在结构上无法调节，从而不可能使一批配合件中均有一定的过盈。

与圆柱结合相比，圆锥结合具有以下一些特点：

(1) 能保证结合件有较高精度的同轴度，且经多次装拆仍能保持其同轴度精度。

如图 1-1 所示，在圆柱结合中，当配合有间隙和结合表面磨损后工作间隙增大时，孔、轴的轴线间产生偏心 e 降低同轴度精度；而圆锥结合当有间隙时，通过轴向力的作用能使内、外圆锥沿轴向产生相对位移，消除间隙引起的偏心，使轴线自动对准保证同轴度要求。

对于钻头、铰刀、铣刀等切削刀具的联结部位，由于采用了圆锥结合，不但能保证它们与机床主轴在结合后能具有较高的同轴度，而且能快速装拆，从而满足了生产中方便、多次重复更换刀具的要求。

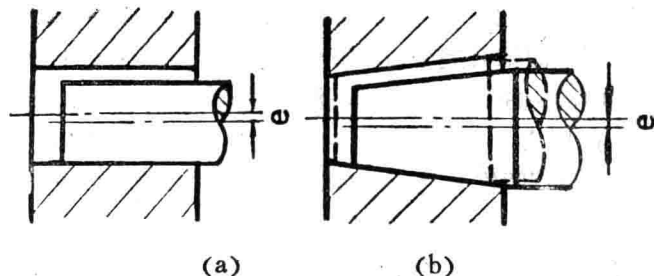


图 1-1

(2) 配合间隙或过盈的大小可方便地调整。因此能得到不同的配合性质以满足不同的工作要求,且可补偿结合表面的磨损,延长零件的使用寿命。但它不适用于内、外圆锥的轴向相对位置要求较高的地方。

如图 1-1 b 的圆锥结合,通过调整内、外圆锥的轴向相对位置,可以改变其配合间隙或过盈的大小,得到不同的配合性质。如将外圆锥沿轴向向左或向右移动,可调节径向间隙大小,如继续将外锥体向左位移,并施加一定的轴向力,即可得到过盈配合。

(3) 配合紧密,具有良好的密封性。

将相互结合的内、外圆锥接触使其间隙为零,并经过精细研磨,可保证防止漏气、漏水或漏油,如图 1-2 所示之内燃机中阀与阀门座的配合,以及各种真空系统、液压系统中的阀门等。

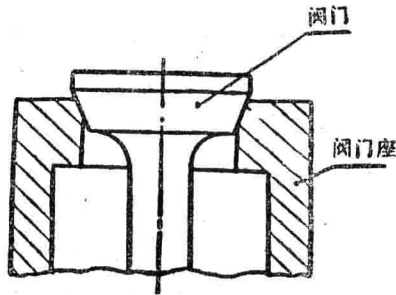


图 1-2

(4) 较小的过盈量即可传递较大的扭矩。

因为圆锥联结具有自锁性,从而可产生较大的摩擦力,能传递很大的扭矩。可用以取代键或花键联结,使传动装置结构简单、紧凑,加工和装配方便,经济性好。

圆锥联结虽具有以上一些特点,但其结构较复杂,影响互换性的参数较多,加工和检验也较困难,因而其应用范围受到一定的限制。

2 圆锥联结国际和国外标准化情况

随着机械工业生产和技术的发展,圆锥联结在机械设计中的应用日趋广泛,对精度和互换性的要求也越来越高。圆锥联结方面的标准化对提高产品质量,保证产品精度性能和延长使用寿命,促进圆锥联结件的互换配套,广泛组织协作生产和专业化集中生产以及贸易、技术合作等都起到积极作用。为此,国际标准化组织(ISO)及世界一些主要工业国家从60年代开始对锥度、角度系列,圆锥公差等级和数值、圆锥配合制,未注公差角度的一般公差以及在图样上或技术文件中的标注方法,检验、测量等方面的标准化问题都给予了足够的重视。ISO/TC3“极限与配合”技术委员会于1961年5月专门成立了“圆锥”第2分技术委员会(TC 3/SC 2),负责起草圆锥公差与配合方面的国际标准。该分技术委员会成立以来,作了大量调查研究,科学实验工作,并为此召开过7次全体会议,先后讨论通过了一批国际标准。在完成“圆锥配合制”标准任务后,于1981年在ISO/TC 3伦敦全体会议上经讨论宣布撤销,其工作归由TC 3秘书处负责继续进行。现已发布的国际标准有以下五项;

(1) ISO 1119—1975《锥度与锥角系列》;

(2) ISO 2538—1974《楔和棱的角度与斜度系列》;

(3) ISO 1947—1973《圆锥公差制、锥度 C 从 1 : 3 至 1 : 500、长度 L 从 6 至 630 mm 的圆锥工件》;

(4) ISO 5166—1982《锥度 C 从 1 : 3 至 1 : 500、长度从 6 至 630 mm, 直径至 500 mm 圆锥配合制》;

(5) ISO 2768—1 : 1989《一般公差 第 1 部分:未注公差线性 and 角度尺寸的公差》。

ISO/TC 10 “技术制图”技术委员会与此配套起草了 ISO 3040—1974《技术制图 锥体的尺寸和公差注法》国际标准, 现该标准正在修改中。

ISO 1119 标准给出机械工程一般用途和特殊用途圆锥的锥度与圆锥角系列。一般用途圆锥规定系列 1 和系列 2 两个系列值, 其中系列 1, 从 120° 到 1 : 3 大体上与优先数 R10/2 系列一致, 1 : 5 到 1 : 500 与 R10/3 系列一致。特殊用途圆锥系列只适用于标准给定的专门用途场合, 如机床工具有用, 莫氏锥度和贾各锥度。标准还给出圆锥角 α 和锥度 C 两个圆锥基本参数的定义。

ISO 2538 标准给出机械工程一般用途棱体的角度系列值, 从 120° 至 $30'$ 共 19 个系列值并划分两个系列, 棱体的斜度 1 : 10 至 1 : 500 共 6 个系列值。特殊用途棱体只给出用于 V 型体的 108° 棱角和用于榫的 50° 棱角 2 个系列值。标准还给出棱体、多棱体、棱体角 β 、棱体斜度 S 、棱体比率 C_F 、棱体中心平面 E_M 、棱体高、棱体厚等 8 个棱体基本参数的定义和特殊棱体的概念。

ISO 1947 标准适用于锥度 C 从 1 : 3 至 1 : 500、长度 6 至 630 mm 的圆锥工件。为实用起见, 认为圆锥素线长度近似等于圆锥长度。规定圆锥直径公差 T_D , 圆锥角公差 AT , 圆锥形状公差 T_F (直线度公差和圆度公差) 和给定截面圆锥直径公差 T_{Ds} 四种类型的公差作为圆锥公差制的基础。为从概念上统一, 标准给出圆锥、圆锥尺寸、圆锥公差、实际圆锥角, 圆锥公差空间、圆锥公差带等方面 31 个术语和定义。标准规定了圆锥直径公差, 给定截面圆锥直径公差, 圆锥形状公差和圆锥角公差的选用原则和方法。圆锥直径公差和给定截面圆锥直径公差直接采用 ISO 国际公差制规定的公差带代号和公差数值。对圆锥角公差, 标准按圆锥长度从 6 至 630 mm 共 10 基本尺寸段落给出了 $AT 1$ 至 $AT 12$ 共 12 个公差等级的公差数值, $AT 1$ 为最精级, $AT 12$ 为最粗级。标准还给出了圆锥长度为 100 mm 的圆锥直径公差, 等级从 $IT 1$ 至 $IT 16$, 基本尺寸至 500 mm 所能限制的最大圆锥角误差附表。

ISO 5166 标准适用于锥度 C 从 1 : 3 至 1 : 500、长度从 6 至 630 mm、直径至 500 mm 按 ISO 3040 标准规定的方法 1 “基本圆锥法”标注尺寸和公差的圆锥工件。为了在装配工件的最后位置上获得所要求的圆锥配合的间隙或过盈, 标准首先给出由结构形式、由尺寸定位、由实际轴向位移和由在规定的装配压力下的实际轴向位移等 4 种圆锥配合的形成方式。标准给出圆锥配合, 圆锥配合的性质, 单个圆锥工件的轴向位移 (最小轴向位移, 最大轴向位移), 结构和尺寸定位型的圆锥配合的圆锥直径配合的变动量, 圆锥装配的轴向位移、圆锥装配的最大轴向位移, 轴向位移型的圆锥配合的初始位置 (极限初始位置、初始位置公差、实际初始位置)、终止位置、装配力、装配圆锥的轴向位移 (最小轴向位移、最

大轴向位移、轴向位移公差)等 19 个术语定义。同时指出,在 ISO 286 和 ISO 1947 标准中圆柱配合、圆锥公差等定义在标准中同样有效。标准还给出了基孔制圆锥配合的轴向位移的计算,包括单个圆锥工件相对基本圆锥的轴向位移,轴向位移型圆锥配合的从实际初始位置开始的轴向位移和轴向位移公差,尺寸定位型圆锥配合的相配圆锥工件相互间的轴向位移等计算方法和数值表格。在标准附录中叙述了内圆锥和外圆锥偏离基本圆锥时,圆锥直径公差、给定截面上的圆锥直径公差、圆锥形状公差和圆锥角公差诸因素对圆锥配合的影响程度。

ISO 2768-1 标准规定的线性尺寸和角度尺寸的一般公差适用于金属切削加工或金属材料零件。对铸造、锻造等成型零件的一般公差将另行制订国际标准。标准对未注公差线性尺寸和角度尺寸的一般公差规定了精密级 f、中等级 m、粗糙级 c 和最粗级 v 4 个精度等级。按长度尺寸、倒圆倒角高度和角度尺寸的不同分别列出各自允许的极限偏差 3 个简表。其中角度按角度短边长度小于 10 至大于 400 mm 共 5 个尺寸段落给出 3 个公差等级的极限偏差值(精密级与中等级数值相同),如表 1-1 所示。为统一认识,在标准附录中详细地阐述了线性和角度尺寸的一般公差概念。

表 1-1

公差等级		给定角度的短边长度(单位为 mm)内的允许偏差				
代号	含义	~10	>10~50	>50~120	>120~400	>400
f	精密级	±1°	±0°30′	±0°20′	±0°10′	±0°5′
m	中等级					
c	粗糙级	±1°30′	±1°	±0°30′	±0°15′	±0°10′
v	最粗级	±3°	±2°	±1°	±0°30′	±0°20′

联邦德国从 1970 年初开始,系统完整地起草了一系列有关圆锥联结方面的国家标准,有的标准曾经过几次修订,现行标准有:

- (1) DIN 254—1974《锥度》;
- (2) DIN 7178T 1—1974《锥度 C 从 1 : 3 至 1 : 500、长度从 6 至 630 mm 圆锥的圆锥公差和圆锥配合制:圆锥公差制》;
- (3) DIN 7178T 2—1986《锥度 C = 1 : 3 至 1 : 500 和长度从 6 至 630 mm 圆锥的公差与配合制:圆锥配合制》;
- (4) DIN 7178T 3—1986《锥度 C = 1 : 3 至 1 : 500 和长度从 6 至 630 mm 圆锥的公差与配合制:圆锥误差对圆锥配合的影响》;
- (5) DIN 7178T 4—1986《锥度 C = 1 : 3 至 1 : 500 和长度从 6 至 630 mm 圆锥的公差与配合制:轴向位移计算》;
- (6) DIN 7168T 1—1981《一般公差:长度和角度》, E DIN ISO 2768T 1—1986

《长度和角度的一般公差》。

由于圆锥联结方面的 ISO 国际标准主要是由联邦德国专家负责起草的,所以在内容上 DIN 标准与 ISO 标准是一致的。

在 ISO 标准发布前后,日本、苏联、法国、美国 and 英国等主要工业国家,根据本国实际情况相应起草了圆锥系列、公差与配合等方面的国家标准。

日本起草了 JIS B 0612—1978《锥度》;JIS B 0614—1978《圆锥公差》;JIS B 0615—1982《棱体的角度和斜度》;JIS B 0616—1984《圆锥配合》等国家标准。其中圆锥配合标准中未列入 ISO 5166 标准中有关单个圆锥工件的轴向位移的术语定义和计算以及由 ISO 圆柱公差制导出的轴向位移数值表。他们认为这是属于单向圆锥工件的内容,不宜列在配合标准中。

苏联起草了 ГÓCT 8593—81《标准锥度和锥角》;ГÓCT 8908—81《标准角度和角度公差》;ГÓCT 25307—82《圆锥联结的公差与配合制》等国家标准。苏联是将圆锥公差与圆锥配合列为一个标准。它与 ISO 标准相比,具有层次清楚、内容丰富和实用的特点。为方便使用,在 ГÓCT 25307 标准中列出了“锥体直径、角度、形状公差之间的关系”;“配合圆锥圆锥角极限偏差配置对其联结特性的影响”;“圆锥体轴向极限偏差的计算”;“圆锥联结极限基准距离的计算”和“标准中字母代号的意义说明”等 5 个附录供参考。

法国起草了 NF E 01-011《机械用锥角和锥度》;NF E 01-012《机械用棱体的角度和倾斜度》;NF E 02-300《圆锥和棱体的角度公差》;NF E 02-350《未注公差尺寸的允许加工公差》等国家标准。其中 NF E 02-300 只规定了 ISO 1947 标准中的圆锥角公差值,但在 NF E 04-557《技术制图 配合圆锥件的尺寸标注法》标准中给出 4 种圆锥配合的特定功能及其要求的条件。

表 1-2

短 边 长 度	~10	>10~50	>50~120	>120~400
度、分	$\pm 1^\circ$	$\pm 30'$	$\pm 20'$	$\pm 10'$
每 100 mm 的 mm	± 1.8	± 0.9	± 0.6	± 0.3

表 1-3

短 边 度 长	~10	>10~50	>50~120	>120~400
度、分	$\pm 1^\circ$	$\pm 0^\circ 30'$	$\pm 0^\circ 20'$	$\pm 0^\circ 10'$
每 100 mm 的 mm	± 1.8	± 0.9	± 0.6	± 0.3
毫 弧 度	± 18	± 9	± 6	± 3

注:毫弧度 = 10^{-3} rad

英国和美国起草了未注公差尺寸的一般公差标准,如 BS 4500:第3部分:1973《未注公差尺寸的工件极限》,ANSI B 4.3—1978《米制尺寸制品的一般公差》。在该两项标准中规定了未注公差角度尺寸的极限偏差。表1-2为 BS 4500 和 NF E 02-350 标准中给出的角度极限偏差值,表1-3为 ANSI B 4.3 标准中给出的角度极限偏差值。该两表中规定的以角度单位度、分表示的极限偏差值与 ISO 2768-1 国际标准中规定的精密级、中等级的偏差值(见表1-1)是一致的。

3 圆锥联结我国标准化情况

我国从1959年前后根据当时苏联标准制订了GB 159—59《标准锥度》系列国家标准。标准给出一般用途的锥体零件18个锥度系列。同时,还制订了机标JB 1—59《锥度公差》和JB 7—59《自由角度公差》。JB 1将锥度公差分为10个精度等级,其中1级为最高精度级,10级为最低精度级,适用于有配合要求的锥体和角度的零件。选用时,锥度公差按圆锥素线长度确定,角度公差按角度短边长度确定。JB 7标准给出4个精度等级公差,1、2级用于切削、冲压、压铸等零件;3、4级用于热冲、锻压及铸造等零件。它适用于非配合要求的角度和锥度。工具行业也制订了工具圆锥及量规等行业标准,如GR 2—60,GR 3—60莫氏及米制圆锥主要参数和锥度极限偏差。1978年制订了国家标准GB 1443—78《莫氏工具圆锥的尺寸和公差》代替GR 2和GR 3中的莫氏圆锥部分。

随着国内生产与技术的发展和对外技术交流、合作的逐步扩大,圆锥联结的应用日趋广泛,对精度及互换性的要求也越来越高。而现有的圆锥、角度方面的国标和部标已不能满足需要,与国际不统一所带来的问题也越来越突出。如机床工具行业,随着加工中心的引进、返销,机床出口量的日益增大,国内制造的工具锥柄与机床主轴锥孔不能互换配套,且配合精度很差。有的工厂由于出口产品的需要,因国内标准与国际上不统一,而另建一套标准,给生产和管理上带来诸多不便,影响经济效益。另外,又由于我国尚无一套系统、完整并与国际上统一的圆锥联结方面的标准,直接影响到我国锥度基准量值传递体系的建立,致使国内各厂锥度产品互换性差、甚至不能互换。为此,全国公差与配合标准化技术委员会从1981年开始,在历届年会上多次对此进行讨论和研究,提出在立足我国生产实际的基础上,考虑到生产发展的需要,采用ISO国际标准,积极慎重做好国内调研及对ISO标准和国外同类标准的分析研究工作,使制订的标准先进、科学、合理,以保证标准的相对稳定和重视有关标准的协调、配套工作的标准制订原则,争取在“七五”期间基本完成圆锥公差与配合制方面国家标准制订任务,建立起一套适合我国国情又与国际上统一的系统、完整的“圆锥公差与配合制”标准体系。

经国家标准制订工作组多年的努力工作,国内各单位的积极支持与协助,现已由国家技术监督局先后批准发布了以下标准:

- (1) GB 157—89《锥度与锥角系列》(代替GB 157—83);
- (2) GB 4096—83《棱体的角度与斜度系列》;
- (3) GB 11334—89《圆锥公差》;
- (4) GB 11335—89《未注公差角度的极限偏差》;
- (5) GB 12360—90《圆锥配合》。

新发布的圆锥公差与配合制国家标准具有科学的理论基础和比较系统、完整、先进合理的概念；与圆柱体的公差与配合标准相协调；能满足我国生产发展的需要并与国际和国外同类标准相一致等特点。

为了从技术上保证圆锥公差与配合制新国标的贯彻实施，机电部成都工具研究所也组织制订完成了以下圆锥量规等国家标准：

- (1) GB 11852—89《圆锥量规公差与技术条件》；
- (2) GB 11853—89《莫氏与公制圆锥量规》；
- (3) GB 11854—89《7 : 24 工具圆锥量规》；
- (4) GB 11855—89《钻夹圆锥量规》；
- (5) GB 1443—85《工具柄自锁圆锥的尺寸和公差》(代替GB 1443—78)。

为了保证圆锥量规量值传递正确可靠，原国家计量局批准发布了由中国计量科学研究院负责起草的 JJG 2002—87《圆锥量规锥度计量器具检定系统》。该系统包括计量基准器具，计量标准器具，工作计量器具和圆锥量规锥度计量器具检定系统框图等内容。

这样，在我国已基本形成标准、量规、计量检定系统三位一体的圆锥公差与配合制体系。它们的贯彻实施必将在我国取得预期的经济效果和社会效益。

新国标 GB 157 是等效采用 ISO 1119—1975 制订的。标准给出圆锥表面、圆锥、圆锥角、圆锥直径、圆锥长度和锥度 6 个圆锥基本参数的定义。分 1、2 两系列规定了 120° ($1 : 0.288\ 675$) 至 $1 : 500$ ($0^\circ 6' 52.5''$) 22 个一般用途圆锥的锥度与锥角系列和 20 个特殊用途圆锥的锥度与锥角系列，如贾各锥度、莫氏锥度等。

国标 GB 4096 是参照采用 ISO 2538 制订的。标准给出棱体、多棱体、棱体角、棱体中心平面、棱体厚、棱体高、斜度和比率等 8 个棱体基本参数定义。分 1、2 两系列规定了 120° 至 $0^\circ 30'$ 共 19 个一般用途棱体的角度系列及 $1 : 10$ 至 $1 : 500$ 的 6 个斜度系列，并规定了用于 V 型体、导轨、棒等 4 个特殊用途棱体的角度系列。

新国标 GB 11334 是等效采用 ISO 1947 制订的。标准给出基本圆锥、实际圆锥、实际圆锥直径、实际圆锥角、极限圆锥、极限圆锥直径、极限圆锥角、圆锥直径公差、圆锥直径公差带、圆锥角公差、圆锥角公差带、给定截面圆锥直径公差和给定截面圆锥直径带等 13 个与规定圆锥公差有关的术语及定义。标准规定圆锥直径公差，圆锥角公差，圆锥的形状公差，给定截面圆锥直径公差 4 项圆锥公差和 2 种圆锥公差的给定方法。圆锥直径公差与给定截面圆锥直径公差的数值按 GB 1800 选取。对圆锥角公差，标准给出 AT 1 至 AT 12 共 12 个公差等级及其数值。AT 1 为最精级，AT 12 为最粗级。圆锥角的极限偏差可按单向或双向(对称或不对称)取值。标准规定的圆锥公差项目、给定方法和公差数值，适用于锥度从 $1 : 3$ 至 $1 : 500$ 、圆锥长度从 6 至 630 mm 的光滑圆锥，其中圆锥角公差也适用于棱体的角度与斜度。在标准附录中给出了圆锥长度为 100 mm，圆锥直径至 500 mm，圆锥直径公差等级 IT 01 至 IT 18 所能限制的最大圆锥角误差供参考。

新国标 GB 11335 当时是参考 ISO/DIS 2768—1 中的角度公差部分制订的，现该国际标准草案已转为正式标准。标准规定的未注公差角度的极限偏差适用于金属切削加工件的角度。标准规定了中等级 m，粗糙度 c 和最粗级 v 三个未注公差等级并列表给出以角度单位度、分计的正、负极限偏差值。标准还对未注公差等级在图样或技术文件上的表示方法作了

规定。

新国标 GB 12360 是参照采用 ISO 5166 制订的。标准规定各为 2 种方式形成的结构型圆锥配合和位移型圆锥配合。标准给出圆锥配合、圆锥直径配合公差 2 个基本术语及定义和与位移型圆锥配合有关的初始位置、极限初始位置、初始位置公差、实际初始位置、终止位置、装配力、轴向位移、最小轴向位移、最大轴向位移、轴向位移公差等 10 个术语及定义。在圆锥配合的一般规定中给出结构型圆锥配合推荐采用的基准制，内、外圆锥直径公差带及配合的选取；位移型圆锥配合的内、外圆锥直径公差带推荐选用的基本偏差代号，配合性质的确定等要求以及轴向位移极限值，轴向位移公差的计算公式。标准还给出圆锥角偏离基本圆锥角时对圆锥配合的影响；圆锥轴向极限偏差的计算；配合圆锥基准平面间极限初始位置和极限终止位置的计算等 3 个附录。

以下将分章对锥度与锥角系列，棱体的角度与斜度系列，未注公差角度的极限偏差，圆锥公差，圆锥配合等 5 项国家标准逐一进行介绍。

4 角度的单位

常用的角度（平面角）单位制是弧度制和“度、分、秒”制。

（1）弧度制

1960 年第 11 届国际计量大会通过的国际单位制中，将角度（平面角）单位“弧度”作为国际单位制的辅助单位，其定义是：

弧度是一个圆内两条半径之间的平面角，这两条半径在圆周上截取的弧长与半径相等。

国际单位制尚未规定它是属于基本单位还是导出单位，称其为“辅助单位”，而且可以随意把它当作基本单位或导出单位。

弧度制是以弧度为单位对角度进行度量。弧度用符号“rad”表示。根据定义，圆周上与半径相等的一段弧长所对圆心角为 1 rad。对于任意一个圆心角，其弧度值等于其所对一段弧长与半径之比值。圆的周长为 $2\pi R$ ，所以一个整圆周所对圆心角为 2π (rad)， π 为圆周率。

在“圆锥公差”（GB 11334）标准中圆锥角公差的弧度制单位用“ μ rad”表示。 1μ rad 等于半径为 1 m，弧长为 1 μ m 所对应的圆心角。

（2）“度、分、秒”制（六十分制）

“度、分、秒”制是国家选定的非国际单位制的角度（平面角）单位。它是目前使用最广泛的角度单位制。

“度、分、秒”制是把一个圆周分成 360 等分，每等分所对圆心角为 1 度，度以下按六十进位细分。1 度等于 60 分，1 分等于 60 秒，秒为最小单位，不再细分。小于 1 秒的角度值按十进位制，即用秒的小数来表示，例如 0.1 秒，0.05 秒等。度用符号（°）表示，分用符号（′）表示，秒用符号（″）表示。度、分、秒的单位符号写在角度值数字的右上方，即：

$$1 \text{ 圆周} = 360^\circ$$

$$1^\circ = 60'$$

$$1' = 60''$$

(3) 弧度制单位与“度、分、秒”制单位的换算

弧度制和“度、分、秒”制的单位基本换算关系为:

$$1 \text{ 圆周} = 360^\circ = 2\pi \text{ (rad)}$$

从而可以得到以下换算关系:

$$1^\circ = (\pi/180) \text{ rad} \approx 0.0174533 \text{ rad} = 17.4533 \times 10^{-3} \text{ rad}$$

$$1' = (\pi/10800) \text{ rad} \approx 0.00029089 \text{ rad} = 2.9089 \times 10^{-4} \text{ rad}$$

$$1'' = (\pi/64800) \text{ rad} \approx 0.000004848 \text{ rad} = 4.848 \times 10^{-6} \text{ rad}$$

$$1 \text{ rad} = \frac{180^\circ}{\pi} \approx 57.2956^\circ = 57^\circ 17' 44''$$

$$1 \text{ rad} = \frac{180 \times 60'}{\pi} \approx 3437.74'$$

$$1 \text{ rad} = \frac{180 \times 60 \times 60''}{\pi} \approx 0.2063 \times 10^6 (")$$

在“圆锥公差”(GB 11334)标准中 μrad (10^{-6} 弧度)单位与“度、分、秒”单位的换算关系为:

$$1^\circ \approx 18000 \mu\text{rad}$$

$$1' \approx 300 \mu\text{rad}$$

$$1'' \approx 5 \mu\text{rad}$$

角度单位的选择与所采用的测量方法及使用的测量工具有关。相对测量多用弧度,绝对测量常用度、分、秒。

二 锥度与锥角系列

GB 157—89《锥度与锥角系列》是继59年、83年标准修订后第三次发布的国家标准。标准包括术语及定义,一般用途圆锥和特殊用途圆锥的锥度与锥角系列两个部份。它的发布将有利于进一步统一锥度与锥角尺寸系列,减少圆锥零件生产所需用的定值刀具、量具的种类和规格,促进圆锥联结件的互换配套。

1 标准适用范围

标准规定的一般用途圆锥的锥角范围为 120° 至 $0^\circ 6' 52.5''$ (锥度 $1:500$), 或锥度范围 $1:0.288675$ (锥角 120°) 至 $1:500$ 共 22 个基本值系列和特殊用途圆锥的锥角或锥度 20 个基本值系列只适用于光滑圆锥零件, 不适用于棱锥、锥螺纹、锥齿轮等在圆锥表面上具有某特定几何要素的圆锥零件。

2 圆锥基本参数的术语及定义

为了给标准使用者对“圆锥”有一个比较明确统一的概念, 在标准中给出 6 个圆锥基本参数的术语及定义。这些术语及定义与国际上通用的术语及定义基本一致, 术语代号直接采

用国际标准规定的代号，以利于与国际间的技术交流。

光滑圆锥是圆锥表面与一定尺寸所限定的一个几何体。所谓一定尺寸，它包含圆锥角、圆锥直径、圆锥长度、锥度等要素。

圆锥表面是指与轴线成一定角度，且一端相交于轴线的一条直线段（母线）围绕着轴线旋转形成的表面，如图 2-1 所示。母线是形成圆锥表面的一条起始直线段。当形成圆锥表面后并与一定尺寸构成一个圆锥体时，则在圆锥任一轴向截面内一端与轴线相交的这一条直线段不再称作母线，而称为素线。外部表面为圆锥表面的几何体称为外圆锥，内部表面为圆锥表面的几何体称为内圆锥。从包容与被包容关系来说，内圆锥为包容件，外圆锥为被包容件。

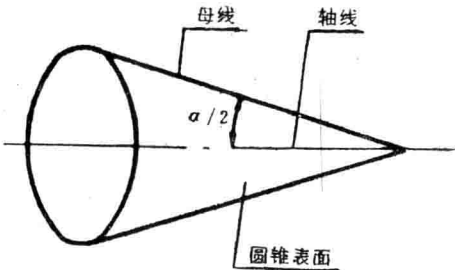


图 2-1

圆锥角是指在通过圆锥轴线的截面内两条素线间的夹角，用代号“ α ”表示，一条圆锥素线与轴线的夹角为圆锥角的半角（ $\alpha/2$ ），也称圆锥素线角，如图 2-2 所示。在 59 年的标准中规定锥角用代号“ 2α ”表示，两者都采用了符号“ α ”，但在数值上却相差一倍，应引起注意，避免混淆。

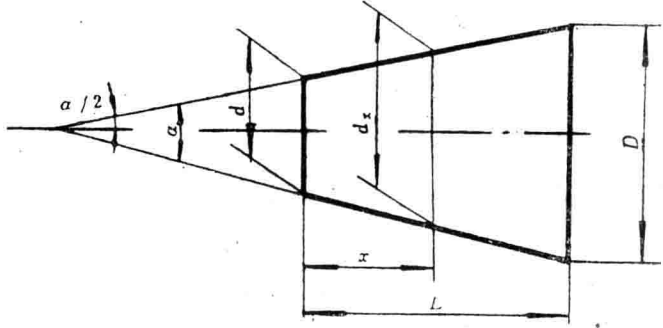


图 2-2

圆锥直径是指圆锥在垂直轴线截面上的直径，如最大圆锥直径 D ，最小圆锥直径 d ，给定截面圆锥直径 d_x 等，见图 2-2。这三个圆锥直径是圆锥公差配合制中常用的基本圆锥直径。过去有锥体大端直径和锥体小端直径之称，用位置大端和小端来表示圆锥的最大直径和最小直径不完全确切，因为对一个锥体零件来说，最大圆锥直径与最小圆锥直径不一定在其端部。

圆锥长度是指最大圆锥直径（ D ）截面与最小圆锥直径（ d ）截面之间的轴向距离，用

代号“ L ”表示,见图 2-2。在圆锥长度内可以有无数个垂直圆锥轴线截面的圆锥直径,最大和最小圆锥直径是给定截面圆锥直径的界限。

锥度是指两个垂直圆锥轴线截面的圆锥直径差与该两截面间的轴向距离之比,用代号“ C ”表示,它代替过去沿用的代号“ K ”。如最大圆锥直径 D 与最小圆锥直径 d 之差对圆锥长度 L 之比,锥度 C 用下列关系式表示:

$$C = \frac{D - d}{L}$$

由此,锥度 C 与圆锥角 α 的关系可为:

$$C = 2 \tan \alpha / 2 = 1 : \frac{1}{2} \cot \alpha / 2$$

锥度这一关系式,反映圆锥的 4 个基本参数,即:圆锥直径,圆锥长度,圆锥角和锥度之间的相互关系。因此,锥度的这一关系式是圆锥的基本公式。

对于锥度这一术语,以往有的将其称为锥度比,也有的将锥度作为锥度比和锥角的统称。标准规定的锥度术语即锥度比,不是锥度比和锥角的统称。

锥度一般用比例或分式表示,例如: $1:50$ 或 $1/50$ 。锥度用比例表示较常见。

由此,用下列两种形式之一就可确定一个圆锥:

a. 一个圆锥直径(最大圆锥直径 D 或最小圆锥直径 d ,或给定截面圆锥直径 d_x),圆锥长度,圆锥角 α 或锥度 C ;

b. 两个圆锥直径和圆锥长度 L 。两个圆锥直径可根据设计要求由最大圆锥直径 D ,最小圆锥直径 d ,给定截面圆锥直径 d_x 中确定两个。

3 一般用途圆锥的锥度与锥角系列

在国标的第 2 部分表 1,给出一般用途圆锥的锥度与锥角基本值系列。与 ISO 1119 比较,增加了锥度 $1:40$ 系列。在 ISO 1119 中, $1:40$ 是列于特殊用途的圆锥,适用于麻醉设备。从国内调研情况来看,医疗器械行业反映没有使用过,但机床、工具、机车和航空等有关工厂和单位却使用过,考虑到国内使用的行业较广,故列入一般用途的圆锥系列中。在日本标准中, $1:40$ 亦列入一般用途的圆锥系列中。与 1959 年的旧国标相比,除原给出的 18 种标准锥度和锥角系列全部包括在新国标中外,还多了 4 种,即 $1:4$, $1:6$, $1:40$ 和 $1:500$ 。从国内调研的 109 个单位使用情况的统计来看,1959 年的国标达 18 种锥度系列已在国内使用较广泛,而新国标增加的这 4 种锥度,在国内也是使用较多的。

标准表 1 中规定的一般用途圆锥基本值,分成 2 个系列,系列 1 中的 14 种锥度与锥角基本值系列是优先选用的,其数值从 120° 到 $1:3$ 大体上与优先数 R10/2 系列一致;其数值从 $1:5$ 到 $1:500$ 大体上与 R10/3 系列一致。若系列 1 不能满足要求时,可从系列 2 选取。

表 2-1 列出一些一般用途圆锥的锥度与锥角系列的应用举例,它来源于国内调研结果和有关资料,供设计时选用参考。

表 2-1

锥 度 C	锥 角 α	标 记	应 用 举 例
1 : 0.288 675	120°	120°	螺纹孔的内倒角, 节气阀, 汽车、拖拉机阀门, 填料盒内填料的锥度
1 : 0.500 000	90°	90°	沉头螺钉, 沉头及半沉头铆钉头, 轴及螺纹的倒角, 重型顶尖, 重型中心孔, 阀的阀销锥体
1 : 0.651 631	75°	75°	10 至 13 mm 沉头及半沉头铆钉头
1 : 0.866 025	60°	60°	顶尖, 中心孔, 弹簧夹头, 沉头钻
1 : 1.207 107	45°	45°	沉头及半沉头铆钉
1 : 1.866 025	30°	30°	摩擦离合器, 弹簧夹头
1 : 3	18°55' 28.7"	1 : 3	受轴向力的易拆开的结合面, 摩擦离合器
1 : 5	11°25' 16.3"	1 : 5	受轴向力的结合面, 锥形摩擦离合器, 磨床主轴
1 : 7	8°10' 16.4"	1 : 7	重型机床顶尖, 旋塞
1 : 8	7°9' 9.6"	1 : 8	联轴器和轴的结合面
1 : 10	5°43' 29.3"	1 : 10	受轴向力、横向力和扭矩的结合面, 电机及机器的锥形轴伸, 主轴承调节套筒
1 : 12	4°46' 18.8"	1 : 12	滚动轴承的衬套
1 : 15	3°49' 5.9"	1 : 15	受轴向力零件的结合面, 主轴齿轮的结合面
1 : 20	2°51' 51.1"	1 : 20	机床主轴, 刀具刀杆的尾部, 锥形铰刀
1 : 30	1°54' 34.9"	1 : 30	锥形铰刀, 套式铰刀及扩孔钻的刀杆尾部, 主轴颈
1 : 50	1°8' 45.2"	1 : 50	圆锥销, 锥形铰刀, 量规尾部
1 : 100	0°34' 22.6"	1 : 100	受陡震及静变载荷的不需拆开的联结零件
1 : 200	0°17' 11.3"	1 : 200	受陡震及冲击变载荷的不需拆开的联结件, 圆锥螺栓

4 特殊用途圆锥的锥度与锥角系列

在国标的第 2 部分表 2, 给出特殊用途圆锥的锥度与锥角基本值系列。在该表说明栏中给出它们的应用范围, 通常只适用于表中所指的适用范围。

18°30'、11°54'、8°40' 和 7°40' 只用于纺织机械附件的捻纱用锥形管、络纺用锥形管和染色用锥形管; 7 : 24 只用于机床主轴 (如铣床主轴)、工具刀柄 (如铣刀柄); 1 : 9 只用于蓄电池接头; 1 : 16.666 只用于医用注射器和注射针头的联结部分; 1 : 12.262、1 : 12.972、1 : 15.748、1 : 18.779、1 : 19.264、1 : 20.288 共 6 种贾各锥度 (Jacobs taper) 只用于机床、工具锥孔和钻夹; 1 : 19.002、1 : 19.180、1 : 19.212、1 : 19.254、1 : 19.922、1 : 20.020、1 : 20.047 共 7 种莫氏锥度 (Morse taper) 只用于机床、工具刀

柄自锁圆锥部分。在1959年的国标中没有给出特殊用途的圆锥系列。

在标准修订调研中,还统计到本国标未规定的锥度与锥角共96种,其中有18种超过了标准的适用范围,即大于 120° 的锥角和大于 $1:500$ 的锥度,其中 $1:1000$, $1:2000$, $1:3000$ 和 $1:5000$ 等在工艺和测量中作高精度定心用的心轴,用得比较多。 $1:16$ 用于锥管螺纹,也用得较多,因与标准的适用范围不符,故未列入。 $3:20$ 这种锥度多用于机床主轴,在国内机床行业中应用也较多,但考虑行业面不广,也未列入。除上述外,其他锥度和锥角在各单位使用不多,且较分散,例如 $6^\circ\sim 8^\circ$ 之间就使用了11种,从标准化角度来看显然是极不合理也无必要。

5 锥角与锥度的推算值

为了便于设计、加工、测量和圆锥工件的管理,在标准的表1和表2中给出圆锥角和锥度的推算值。经修订后这些推算值与ISO 1119给定的推算值完全一致,其有效位数比1959年的国标要多。

1981年初在修订GB 157—59过程中,国标修订工作组对ISO 1119中规定的一般用途和特殊用途圆锥系列的推算值进行验算,其尾数按GB 1.1—81规定的方法圆整。验算结果,发现有16种圆锥基本值系列的27个圆锥角推算值与计算结果值不一致,但却与DIN 254—1974和JIS B 0612—1978标准中规定的推算值基本一致。当时考虑到验算结果虽与ISO 1119给出的推算值不一致,但对圆锥的使用和继承没有太大的影响,决定对ISO 1119中的27个圆锥角推算值作了必要的更正。

自GB 157—83发布后,机床工具行业和国家计量系统对国标中规定的贾各锥度和莫氏锥度的部分经更正后的圆锥角推算值提出了意见,并要求按国际标准修改,其理由是:

(1)机床工具行业参照ISO 296, ISO 239等国际标准起草的“莫氏与米制量规”、“钻夹圆锥量规”和“圆锥量规公差与技术条件”等国家标准中规定的基本圆锥角值精确到 $0.1''$ 。例如:4号莫氏锥度的圆锥角为 $2^\circ 58' 30.6''$ 。

如果我国“量规”标准采用GB 157—83给出的圆锥角推算值,将有部分值与国际间不一致,影响圆锥件出口、引进、互换配套和配合精度。如采用ISO 1119给出的圆锥角推算值却又与国标相抵触。为与国际标准统一,要求对GB 157中的贾各锥度和莫氏锥度的部分圆锥角推算值按ISO 1119进行修改。

(2)在中国计量院负责起草的JJG 2002—87《圆锥量规锥度计量器具检定系统》中圆锥量规国家基准的角度误差允许 $\pm 0.3''$,并规定检定仪器的传递精度为 $\pm 0.4''$,如按GB 157—83的圆锥角推算值建立基准,将有部分值与国际上按ISO 1119推算值建立的基准不一致,影响我国与国际间锥度量值的统一互换。

为此,国标工作组又查阅、分析了国际、国外标准和我国工具圆锥等方面的标准,列出了16种圆锥基本值系列的27个圆锥角推算值比较对照表,其中贾各锥度和莫氏锥度占21个。

同时发现用于医用注射器和注射针头联结部分的锥度 $1:16.666$,ISO 1119的圆锥角推算值是 $3^\circ 26' 12.2''$ 和 3.436716° ,GB 157—83的圆锥角推算值是 $3^\circ 26' 12.7''$ 和 3.436853° ,两者相差 $0.5''$,而DIN 254却又与ISO 1119是一致的。同时工作组又对有关工厂企业进