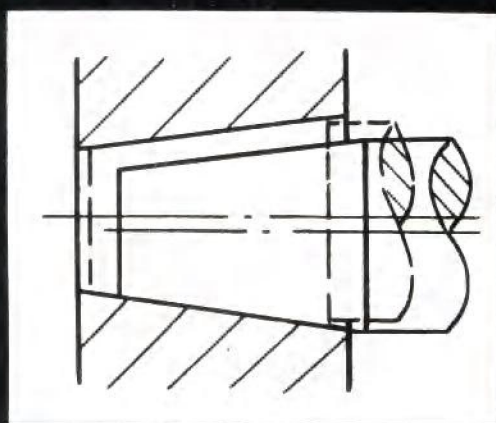


圆锥公差配合及 量规标准应用指南

李晓沛 俞汉清 崔文祥 编



中国计量出版社

圆锥公差配合 及量规标准应用指南

李晓沛 俞汉清 崔文祥 编

中国计量出版社

新登(京)字024号

内 容 提 要

本书系统、扼要地介绍了锥度与锥角系列, 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, 圆锥量规等 9 项新国家标准及其选用, 还就圆锥联结的国际、国外和我国标准的制订和发展情况, 圆锥结合的理论、特点等作了阐述。

本书可供工程技术人员, 机械设计、工艺、计量、检验人员, 标准化工作者, 工人在学习、贯彻、使用新标准时参考。也可供大专院校、中等技校师生学习参考。

圆锥公差配合及量规标准应用指南

李晓沛 俞汉清 崔文祥 编

责任编辑 刘瑞清

—#—

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲2号

中国计量出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

—#—

开本 787×1092/32 印张 5.5 字数 125 千字

1993 年 4 月第 1 版 1993 年 4 月第 1 次印刷

印数 1—5 000

ISBN 7-5026-0583-5/TG·1

定价 4.50 元

版权所有 翻印必究

前 言

圆锥联结是机器、仪器及工具中常用的典型结构，已在机械制造各行业中得到应用。过去我国没有圆锥公差与配合、圆锥量规方面的国家标准，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年至今，我国先后制订发布了锥度与锥角系列、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、圆锥量规公差与技术条件、莫氏与公制圆锥量规、7:24工具圆锥量规、钻夹圆锥量规等9项国家标准。为了指导在圆锥联结设计、制造、检测中，正确应用这些新国标，我们编写了本书。

本书由全国公差与配合标准化技术委员会秘书处李晓沛工程师、俞汉清高级工程师和机电部成都工具研究所崔文祥高级工程师等编写。其中第一至第六章由李晓沛、俞汉清编写，第七章由崔文祥编写。

由于水平所限，本书难免有错漏之处，敬请广大读者指正。

编 者

1992年8月

目 录

第一章 概 论	(1)
第一节 圆锥联结的特点及其作用	(1)
第二节 国际和国外圆锥联结标准化情况	(3)
第三节 我国圆锥联结的标准化情况	(10)
第四节 尺寸公差与配合有关的基本概念	(13)
第五节 角度的单位制	(17)
第二章 锥度与锥角系列	(19)
第一节 GB 157规定的主要内容	(19)
第二节 圆锥基本术语及定义	(19)
第三节 一般用途圆锥的锥度与锥角系列	(23)
第四节 特殊用途圆锥的锥度与锥角系列	(25)
第五节 圆锥角的弧度值、半角和给定高度	(29)
第六节 莫氏圆锥和贾各圆锥的尺寸	(31)
第三章 棱体的角度与斜度系列	(35)
第一节 GB 4096规定的主要内容	(35)
第二节 棱体基本术语及定义	(35)
第三节 棱体的角度与斜度基本值系列	(39)
第四章 未注公差角度的极限偏差	(42)
第一节 一般公差概念	(42)
第二节 标准适用范围	(43)
第三节 未注公差角度的极限偏差	(45)
第四节 国家标准 GB 11335 与机标 JB 7 的对照 比较	(48)
第五章 圆锥公差	(50)
第一节 国家标准“圆锥公差”的适用范围	(50)

第二节	圆锥公差的基本术语及定义.....	(51)
第三节	圆锥公差的项目和给定方法.....	(56)
第四节	圆锥直径公差和给定截面圆锥直径公差 数值确定.....	(60)
第五节	圆锥角公差数值的确定.....	(61)
第六节	圆锥的形状公差数值的选取.....	(73)
第七节	圆锥直径公差 T_D 所能限制的最大圆锥角 误差.....	(74)
第六章	圆锥配合	(78)
第一节	国家标准《圆锥配合》的主要结构.....	(78)
第二节	圆锥配合的形成方式.....	(79)
第三节	圆锥配合方面的术语及定义.....	(84)
第四节	圆锥配合的确定.....	(92)
第五节	圆锥公差项目之间的关系及其偏差对配合 的影响.....	(96)
第六节	圆锥轴向极限偏差的概念及计算.....	(106)
第七节	圆锥配合极限基面距的计算.....	(113)
第七章	圆锥量规	(130)
第一节	概述.....	(130)
第二节	《圆锥量规公差与技术条件》等四项国家标准 内容的介绍与说明.....	(143)
第三节	GB 11852《圆锥量规公差与技术条件》国标的 应用.....	(151)
第四节	贯彻《圆锥量规公差与技术条件》等圆锥量规 标准的有关问题.....	(159)
第五节	工业发展对圆锥量规的要求.....	(162)
附录:		
	JJG 2002—87 圆锥量规锥度计量器具检定系 统.....	(165)

第一章 概 论

第一节 圆锥联结的特点及其作用

圆锥联结是机器、仪器及工具中常用的典型结构，已在机床、工具、船舶、重型机械、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。实现圆锥公差、配合及量规、量规锥度计量器具检定系统的标准化，对提高圆锥结合的互换性有着很大的意义。

1. 圆锥分类

圆锥按其使用功能的不同，可分以下几类：

(1) 静止圆锥——借以传递扭矩的刀具锥柄与锥夹，提高重载零件定心精度的定心锥套，防漏的锥面结合管接头，用以紧固联结的锥形胀套及定位锥销等。

(2) 活动圆锥——可调整间隙的圆锥滑动轴承，机床顶尖等。

(3) 摩擦圆锥——用于各种摩擦制动器、联轴器及传动装置中的圆锥。

(4) 调整圆锥——用于各种摩擦机构中改变轴间传动比、旋转方向或转速的圆锥。

(5) 检验圆锥——用以检验圆锥零件的圆锥量规（如塞规、环规）。

(6) 自由圆锥——用以非配合的圆锥。

2. 圆锥结合的特点

圆柱联结的结合性能，完全取决于轴、孔的配合尺寸，

装配后，其间隙或过盈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，其工作间隙增大，从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等特点，但因轴、孔公差带重迭，以致于一批装配件可能有间隙，由于结构上无法调节，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，圆锥结合却具有以下特点：

(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；而当圆锥结合有这种间隙时，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、铣刀等切削工具的结合柄部，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具有较高的同轴度，而且能快速装拆，从而满足了生产过程中方便地多次重复更换刀具的要求。

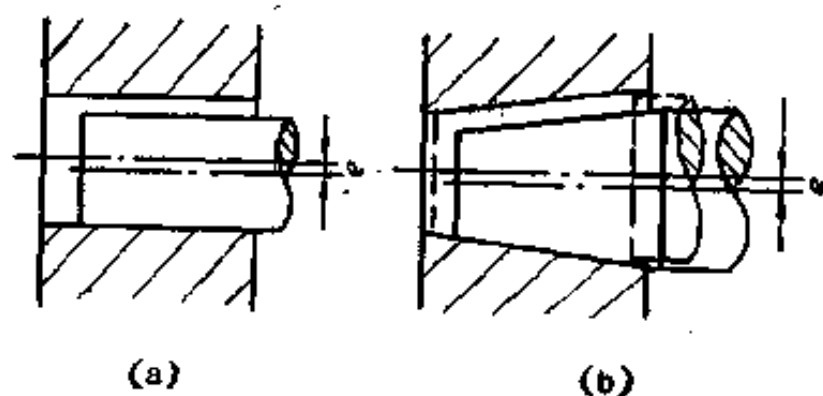


图 1-1

(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，但对内、外圆锥的轴向相对位置要求较高的场合例外。

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。将外圆锥沿轴向向左或向右移动，可调节径向间隙大小；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。

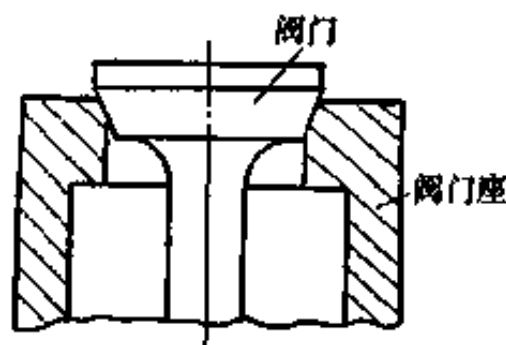


图 1-2

(4) 较小的过盈量即可传递较大的扭矩。

由于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。在有些场合，可用以取代键或花键结合，传动装置结构简单、紧凑，加工和装配方便，经济性好。

圆锥结合虽具有以上一些优点，但与圆柱结合相比，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。

第二节 国际和国外圆锥联结标准化情况

1. 已发布圆锥方面的国际和国外标准

随着机械制造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。圆锥联结的标准化对提高产品质量，保证产品精度和延长使用寿命，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、技术合作将有其现实意义。国际标准化组织（ISO）及世界上一些主要工业国家，从60年代开始就对锥度、锥角系列、圆锥公差的等级和数值、圆锥配合制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给予了足够的重视。ISO/TC 3“极限与配合”技术委员会于1961年5月成立了“圆锥”第二分技术委员会（TC 3/SC 2），负责起草圆锥公差与配合制方面的国际标准。该分技术委员会成立以来，作了大量的调查研究、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”标准起草任务后，于1981年ISO/TC 3在伦敦召开的全体会议上，经讨论宣布该分技术委员会撤消，今后圆锥方面标准化工作由ISO/TC 3秘书处负责。现已发布的圆锥方面的国际标准有以下5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 L 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：未注公差线性和角度尺寸的公差》。

2. 圆锥方面国际标准规定的主要内容

(1) 在国际标准 ISO 1119 中给出圆锥角 α ，锥度 C 两个圆锥基本参数术语定义和机械工程一般用途与特殊用途圆锥的锥度与锥角系列的表列值。

一般用途圆锥的锥度与锥角系列范围, 锥角从 120° 到小于 1° 或锥度从 $1:0.289$ 到 $1:500$ 。为了减少加工圆锥部分所需的刀具、量规和测量仪器的规格, 将其分为系列 1 和系列 2 两个系列。标准推荐选用系列 1 的数值, 如不能满足要求时, 可在系列 2 数值中选取。对系列 1 数值, 从 120° 到 $1:3$ 大体上与优先数 $R 10/2$ 系列一致, 数值 $1:5$ 到 $1:500$ 与 $R 10/3$ 系列一致。

特殊用途圆锥部分给出了纺织机械、机床主轴、工具配合、电池接头、医疗设备、莫氏锥度和贾各锥度等专用锥度或锥角系列数值, 仅适用于标准规定的专门用途。

(2) 在国际标准 ISO 2538 中给出了楔和棱的 8 个基本参数术语定义和机械工程一般用途与特殊用途棱体的棱角系列的表列值。

一般用途棱体的角度范围从 120° 到 $30'$, 分为系列 1 与系列 2 两个系列; 斜度从 $1:10$ 到 $1:500$ 一个系列。特殊用途棱体只给出用于 V 形体的棱角 108° 和用于棒的棱角 50° 两个系列值。

在标准术语定义部分给出棱体、多棱体、棱体角 β 、棱体斜度 S 、棱体比率 C_r 、棱体中心平面 E_M 、棱体高、棱体厚等 8 个术语定义和特殊棱体的概念。

(3) 在国际标准 ISO 1947 中, 主要规定了圆锥公差制基础; 术语定义; 圆锥直径公差、圆锥截面直径公差、圆锥形状公差和圆锥角公差的选用原则和方法; 圆锥角公差数值和圆锥长度为 100 mm 的圆锥直径公差所能限制的最大圆锥角误差等内容。标准规定的圆锥公差适用于锥度 C 从 $1:3$ 至 $1:500$ 、长度从 6 至 630 mm 的圆锥工件。为实用起见, 对锥度 $C 1:3$ 至 $1:500$ 的圆锥可认为圆锥母线长度近似等于基本圆锥长度, 它们长度之差在锥角公差中小于 2% 。

标准给出圆锥，圆锥表面，圆锥工件，外圆锥，内圆锥，基本圆锥，实际圆锥，极限圆锥，母线，圆锥直径，基本圆锥直径，实际圆锥直径 d_o ，极限圆锥直径，基本圆锥长度 L ，基本圆锥角 α ，极限圆锥角，圆锥母线角 $\alpha/2$ ，锥度 C ，圆锥公差制，圆锥直径公差 T_D ，圆锥角公差 AT ，圆锥形状公差 T_F （母线直线度公差、截面的圆度公差），圆锥截面直径公差 T_{D_s} ，实际圆锥角，平均实际圆锥角，圆锥公差空间，圆锥直径公差带，圆锥角公差带，母线直线度公差带，截面圆度公差带，圆锥截面直径公差带等 31 个术语及其定义。

标准规定圆锥直径公差 T_D 、圆锥角公差 AT 、圆锥形状公差 T_F 和圆锥截面直径公差 T_{D_s} 四项公差为圆锥公差制的基础。圆锥直径公差和圆锥截面直径公差直接采用 ISO 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 10 个基本尺寸段落给出 $AT1$ 至 $AT12$ 共 12 个公差等级数值， $AT1$ 为最精， $AT12$ 为最粗。

(4) 在国际标准 ISO 5166 中，主要规定了圆锥配合的形成，术语定义，基孔制圆锥配合的轴向位移的计算和内、外圆锥偏离基本圆锥对圆锥配合的影响等内容。标准规定圆锥配合制适用于锥度 C 从 1:3 至 1:500，长度从 6 至 630 mm，直径至 500 mm 按 ISO 3040 规定的方法 1 “基本圆锥法”标注圆锥工件的尺寸和公差。

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，在圆锥配合的形成部分给出由结构形式、尺寸定位、实际轴向位移和在规定的装配压力下的实际轴向位移四种形成方式。

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

位的圆锥配合的圆锥直径配合变动量,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、轴向位移的公差)等19个术语及其定义。

在基孔制圆锥配合的轴向位移的计算部分,给出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,给出内圆锥和外圆锥偏离基本圆锥时的圆锥直径公差、规定截面上的圆锥直径公差、圆锥的形状公差和圆锥角公差等因素对圆锥配合的影响程度。

(5) 在国际标准 ISO 2768—1 中,规定了线性和角度尺寸的一般公差和在图样上的标注;在附录中,给出线性和角度尺寸一般公差的概念等内容。标准规定的一般公差适用于金属切削加工或金属板料制成的零件尺寸,对铸造、锻造等成型零件,将另行制订国际标准。

表 1-1

公差等级		给定角度的短边长度内极限偏差值 (mm)				
代号	含义	至 10	从 10 至 50	从 50 至 120	从 120 至 400	400 以上
f	精密级	$\pm 1^\circ$	$\pm 0^\circ 30'$	$\pm 0^\circ 20'$	$\pm 0^\circ 10'$	$\pm 0^\circ 5'$
m	中等级					
c	粗糙级	$\pm 1^\circ 30'$	$\pm 1^\circ$	$\pm 0^\circ 30'$	$\pm 0^\circ 15'$	$\pm 0^\circ 10'$
v	最粗级	$\pm 3^\circ$	$\pm 2^\circ$	$\pm 1^\circ$	$\pm 0^\circ 30'$	$\pm 0^\circ 20'$

标准对未注公差线性和角度尺寸，给出了精密级 f、中等级 m、粗糙级 c、最粗级 v 4 个一般公差等级。按长度尺寸，倒角、倒圆尺寸和角度尺寸分别规定了各自允许的极限偏差数值。对角度，按角度短边长度小于 10 mm 至大于 400 mm 划分 5 个尺寸段落，并给出 4 个公差等级 3 项极限偏差数值（精密级与中等级数值相同），如表 1-1 所示。

3. 世界上几个主要工业国家圆锥联结标准化情况

在 ISO 标准制订和出版前后，原联邦德国、日本、原苏联、法国、美国、英国等国家相继制订了相应的圆锥联结方面的国家标准。

原联邦德国从 70 年代初开始，较系统完整的制订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，现有标准如下：

DIN 254—1974《锥度》；

DIN 7178 T 1—1974《锥度 C 从 1:3 至 1:500、长度从 6 至 630 mm 圆锥的圆锥公差和配合制；圆锥公差制》；

DIN 7178 T 2—1986《锥度 C 从 1:3 至 1:500、长度从 6 至 630 mm 圆锥的圆锥公差和配合制；圆锥配合制》；

DIN 7178 T 3—1986《锥度 C 从 1:3 至 1:500、长度从 6 至 630 mm 圆锥的圆锥公差和配合制；圆锥误差对圆锥配合的影响》；

DIN 7178 T 4—1986《锥度 C 从 1:3 至 1:500、长度从 6 至 630 mm 圆锥的圆锥公差和配合制；轴向位移尺寸》；

DIN 7168 T 1—1981《一般公差：长度和角度》，E
DIN ISO 2768 T 1—1986《长度和角度的一般公差》。

由于圆锥联结方面的 ISO 国际标准主要是由原联邦德国专家负责起草的，所以在主要内容上 DIN 标准与 ISO 标准是完全一致的。

日本制订了 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，圆锥配合标准未列入 ISO 5166 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 公差制导出的轴向位移数值表。他们认为这是属于单个圆锥工件的内容，不宜列在配合标准中。

原苏联制订了 ГOCT 8593—81《标准锥度和锥角》；ГOCT 8908—81《标准角度和角度公差》；ГOCT 25307—82《圆锥联结的公差与配合制》等国家标准。原苏联是将圆锥公差与圆锥配合列为一个标准，与 ISO 标准相比，具有层次清楚、内容丰富和实用等特点。为便于使用该标准，在标准正文后面列出了“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。

法国制订了 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。在圆锥公差与配合上，标准的编排与 ISO 标准有所不同，如在 NF E 02—300 标准中，只给出 ISO 1947 标准中的圆锥角公差数值，而在 NF E 04—557《技术制图 配合圆锥工件的尺寸标注法》标准中给出 4 种圆锥配合的特定功能及其要求的条件。

英国和美国制订了未注公差尺寸的一般公差标准，如 BS 4500—1973，第 3 部分《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，给出了未注公差角度的极限偏差值。现将 BS 4500

和 NF E 02—350 标准中规定的未注公差角度的极限偏差值列于表 1-2, ANSI B 4.3 标准中规定的未注公差角度的极限偏差值列于表 1-3。该两表中, 以度、分为单位的一个精度等级的角度极限偏差值与 ISO 2768—1 标准中规定的角度短边长度至 400 mm 的精密和中等级的角度极限偏差值 (见表 1-1) 是一致的。

表 1-2

短边长度 (mm)	~10	>10~50	>50~120	>120~400
度·分	±1°	±30'	±20'	±10'
每 100 mm 的 mm	±1.8	±0.9	±0.6	±0.3

表 1-3

短边长度 (mm)	~10	>10~50	>50~120	>120~400
度·分	±1°	±0°30'	±0°20'	±0°10'
每 100 mm 的 mm	±1.8	±0.9	±0.6	±0.3
毫弧度 (或 10^{-3} 弧度)	±18	±9	±6	±3

第三节 我国圆锥联结的标准化情况

1. 1980年前我国圆锥联结标准制订情况

1959年前后, 我国根据当时苏联标准制订了 GB 157—59《标准锥度》国家标准, 标准给出机械工程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》。机标 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母线长度确定，角度公差按角度短边长度确定。机标 JB 7 给出 4 个精度等级公差，适用于非配合要求的角度和锥度。工具行业 1978 年制订了 GB 1443—78《莫氏工具圆锥的尺寸和公差》国家标准。

2. 1980年后我国圆锥联结标准制订情况

随着生产技术的发展，圆锥联结在机械中的应用日趋广泛，同时对圆锥件精度及互换性的要求也越来越高。而现有的圆锥、角度方面国家标准和部颁标准已不能满足需要，与国际间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多，国内制造的工具锥柄与机床主轴锥孔不能互换配套，且配合精度较差。有的企业由于出口产品的需要，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、完整并与国际统一的圆锥联结方面的国家标准，直接影响到我国锥度基准量值传递系统的建立，致使各企业锥度产品互换性差，甚至不能互换。为此，从 1981 年开始全国公差与配合标准化技术委员会曾多次对此讨论和研究，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 ISO 标准和有关国外标准的分析研究工作，制订的标准先进、科学、合理，保证标准的相对稳定和重视与有关标准的协调、配套。要求在“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工作与努力，国内各单位的积极支持与协助，现国家技术监督局已批准发布了以下标