

上海市国家标准《形状和位置公差》
宣贯组编著

形状和位置公差标注读解

技术标准出版社



形状和位置公差标注读解

上海市国家标准《形状和位置公差》宣贯组 编著

技术标准出版社

形状和位置公差标注读解

上海市国家标准《形状和位置公差》宣贯组 编著

技术标准出版社出版

(北京复外三里河)

技术标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

开本 787×1092 1/16 印张 12³/₄ 字数 238,000

1982年10月第一版 1982年10月第一次印刷

印数 1—150,000

书号: 15169·3-209 定价 1.65 元

科技新书目

21—125

内 容 提 要

本书是根据国家标准《形状和位置公差》GB 1182~1184—80、GB 1958—80的内容编写的。它取材于生产实际，曾多次试讲、座谈并广泛征求意见，是一本比较实用的普及读物。它对国家标准《形状和位置公差》的宣贯和实施，具有一定的指导作用。

全书共分九章一附录，主要内容有：概论；公差带；公差项目及其控制的要素；基准；基本标注；“有关符号”；处理公差关系的基本原则；图样上标注的读解；影响形位误差的若干因素。在附录中列有：图样上未注形状和位置公差值的确定；自由角度公差；极限尺寸判断原则；《公差与配合》新旧国家标准对照简表；GB 1958—80规定的五种检测原则；圆度误差二点和三点测量方法以及对独立原则、包容原则和最大实体原则的统一解释等。

本书的主要读者对象是工人、工程技术人员、标准化工作者和本标准的宣贯人员，以及有关院校师生。

前 言

新的国家标准《形状和位置公差》已于1981年7月1日起实施。这项新国标是机械图样中表达设计思想的重要基础性技术标准。它的贯彻执行对保证和提高产品质量、发展工业生产以及国际技术交流等方面都具有重大影响。对从事工业生产的设计、工艺、加工、计量、检验、标准化以及科研、教学等各类人员都有密切关系。

在原国标转正前后，许多基层单位的工人师傅和技术人员普遍反映对图样上形位公差的标注不易正确理解和掌握，迫切需要一些辅导资料供学习和参考。因此，我组为了满足客观实际的需要，以新国标规定的原则为基础，结合我们数年来从事宣贯工作中所遇到的各种常见问题，编写了这本关于形位公差标注读法与解释的通俗读物。

本书中罗列了形位公差的两类14项各种常见标注和某些特殊标注的示例，从而介绍各种标注应怎样“读”和怎样“解”。同时，我们主观要求尽可能多地采用以图配文的形式和力求深入浅出的笔触来进行表达。并且从多考虑实际应用出发，增列了“影响形位误差的若干因素”一章。因此，本书适用于一般机械工人和技术人员的自学和对应查照或作为“应知应会”的阅读材料；也可作为大专院校的教学参考书。

本书在编写过程中，曾得到上海市机电一局和纺织、仪表、轻工等局所属单位及有关研究所、大专院校的大力支持，市纺机研究所与上海第一纺织机械厂还为本书征求意见而举办的试讲会提供了良好条件，最后又得到一机部标准化研究所的指导，在此我们一并表示感谢。

本书是在上海市标准计量局、上海市机电一局等有关部门的领导下，由上海市国家标准《形状和位置公差》宣贯组成员集体编写。由上海交通大学蒋寿伟与上海第二纺织机械厂陈志桐主要执笔，并经上海市标准计量局黄伟人、上海市机电设计研究院董阳泰、上海科技大学分部金齐林、上海广播器材厂邢国斌、上海海运学院孙景贤、上海机械学院施云鹄、华东纺织工学院唐保宁、上海市轻工业局标准计量所吕林森、上海无线电26厂林兆钧、上海长征机械厂孙希祥等多次集体讨论和修改后完成。

由于我们水平有限，对新国标理论概念方面的认识还不够全面，书中难免有不妥或错漏之处，衷心希望广大读者给予批评指正。

上海市国家标准《形状和位置公差》宣贯组

1982年

目 录

第一章 概论	(1)
第二章 公差带	(9)
(一) 什么是形状和位置的公差带.....	(9)
(二) 形位公差带的确定.....	(11)
1. 形位公差带的“形状”	(12)
2. 形位公差带的“大小”	(12)
3. 形位公差带的“方向”	(13)
4. 位置公差带的“位置”	(14)
第三章 公差项目及其控制的要素	(17)
第四章 基准	(48)
(一) 基准的含义.....	(48)
(二) 三基面体系.....	(49)
1. 平面形零件与三基面体系的联系	(51)
2. 圆柱形零件与三基面体系的联系	(52)
(三) 任选基准.....	(55)
(四) 基准目标.....	(55)
第五章 基本标注	(60)
(一) 形位公差项目符号.....	(61)
(二) 基本标注.....	(62)
(三) 基本标注简例.....	(71)
(四) 图 5—1 标注的读法与解释	(78)
第六章 “有关符号”	(80)
(一) 限制误差分布状况的“有关符号”	(80)
(二) 其他的“有关符号”	(82)
第七章 处理公差关系的基本原则	(92)
(一) 若干基本概念.....	(93)
1. 局部实际尺寸和作用尺寸	(93)
2. 状态及其尺寸	(94)
(二) 处理公差关系的基本原则.....	(96)
1. 独立原则	(96)
2. 相关原则	(99)

(1) 包容原则.....	(99)
(2) 最大实体原则 (MMP)	(101)
(3) 0 $\textcircled{M}$	(104)
第八章 图样上标注的读解	(107)
(一) 标注的读法和解释.....	(107)
例一: 阀芯.....	(107)
例二: 落料成形模.....	(109)
例三: 控制活塞.....	(111)
例四: 油缸.....	(114)
例五: 联轴节套.....	(117)
例六: 第二轴突缘.....	(119)
例七: 物镜座.....	(121)
例八: FX—1 卷烟机布带轮转动轴	(124)
例九: 铣床主轴箱主轴.....	(126)
例十: 传动座.....	(130)
例十一: 测微透镜架.....	(132)
例十二: 分光镜转动座.....	(133)
例十三: 铣床主轴箱减速器座.....	(135)
例十四: 铣床工作台传动机构齿轮座.....	(138)
例十五: 圆柱齿轮.....	(140)
例十六: 托架.....	(142)
例十七: 摆动叉.....	(143)
例十八: 直波导.....	(145)
(二) 标注分项汇总.....	(146)
第九章 影响形位误差的若干因素	(154)
(一) 形位误差产生的原因.....	(154)
1. 所采用的加工机床精度不够或调整不正确.....	(154)
2. 选择刀具的角度或型式不恰当, 产生过大的切削压力,	
使零件变形而产生形状误差.....	(156)
3. 加工时, 由于工件的装夹方式不妥或夹紧力太大,	
使零件产生形状误差(圆度、直线度)	(157)
4. 使用工夹模具时, 产生形位误差的几种主要情况.....	(158)
5. 零件毛坯内应力所产生的误差.....	(165)
6. 热处理产生的变形误差.....	(165)
7. 切削用量选择不当对加工表面质量的影响.....	(165)
8. 切削热造成的残余应力对变形的影响	(165)
9. 检测工作采用了不正确的测量方案而增大了误差	(166)
10. 检测工作中的测量误差.....	(166)

(二) 图样上形位公差要求的综合分析举例 (设计、工艺、检测)	(166)
例一、轴类零件 (行星齿轮轴)	(166)
例二、平面类零件 (中墙板顶框)	(169)
例三、同轴类零件 (前罗拉轴承座)	(172)
附 录	(176)
一、最小条件	(176)
二、图样上未注形状和位置公差值的确定	(178)
三、自由角度公差	(180)
四、极限尺寸判断原则	(181)
五、《公差与配合》新旧国家标准对照简表	(182)
六、GB 1958—80 规定的五种检测原则	(184)
七、圆度误差二点和三点测量方法	(186)
八、对独立原则、包容原则和最大实体原则的统一解释	(192)

第一章 概 论

任何一个机械零件，大多是由一些简单的几何体所组成。而构成这些简单几何体的点、线、面在术语中称为几何要素，简称要素，如图 1—1 所示。在机械制造中，零件上的要素总是受到如形状和位置公差之类精度要求的控制。

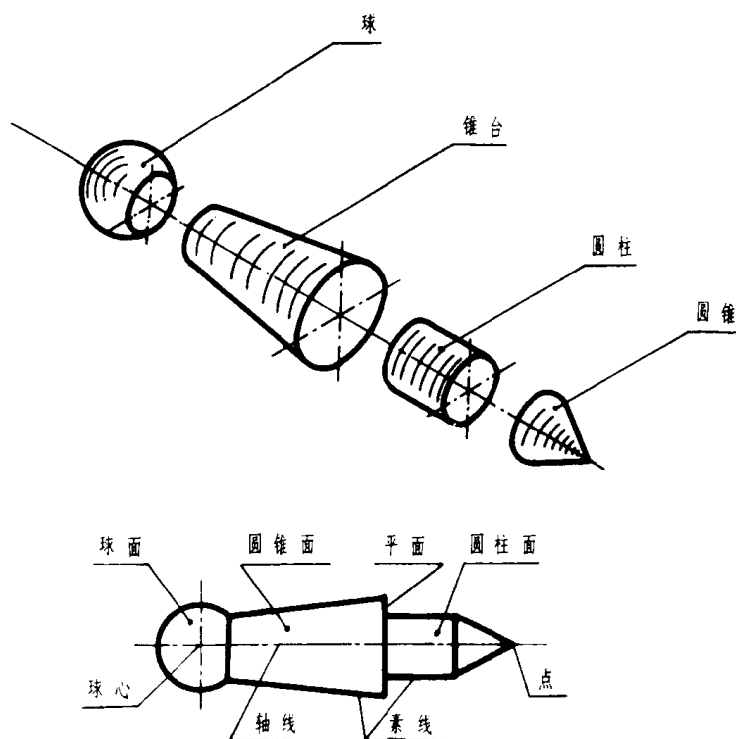


图 1—1

形状和位置公差简称形位公差，它是表示对零件上某个要素的几何形状和要素与要素之间的相互位置的要求。所谓几何形状的要求是指线直不直，面平不平，轴的正截面圆不圆，凸轮的外形轮廓准不准，等等。而相互位置的要求，则是通常说的两平面平行不平行、垂直不垂直，两轴线同轴不同轴，等等。因此也可以说，形位公差的作用乃是控制零件各要素的形状和它们相互间的位置，以保证零件的装配互换性能和使用要求。

图样上对零件某要素所给定的几何形状和它们之间的相对位置都是指理论上的，即是绝对准确的。但在实际生产中不可能也不要求零件上各要素都做到完全准确的几何形状或它们之间完全准确的相对位置。为此设计者给它一个允许变动的范围，只要在检测时实际要素的形状和位置在允许的范围内，就被认为加工合格，也就是能够满足零件的使用要求。

在实际生产中，形位公差和尺寸公差一样，它也是保证零件互换性能和满足零件使用要求的一个常用而重要的措施。在某些场合，零件图上除了必须给出尺寸公差的要求外，还同时给出相应的形位公差要求，这种既分别又相辅地加以限制都是为满足零件的使用要求而提出的。

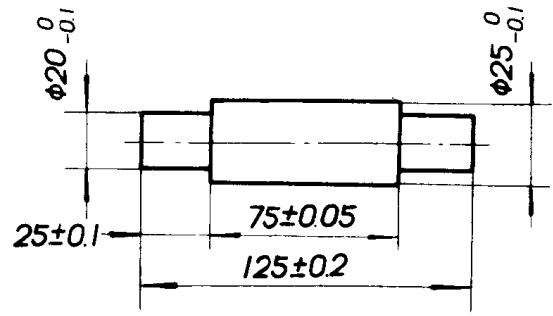


图 1—2

图 1—2 所示的阶梯轴，在图样上只给出尺寸公差，加工后阶梯轴的各实际尺寸虽然都在尺寸公差要求内，但不可避免地还会存在着形状和位置误差。例如在正截面及纵向上会出现如图 1—3 所示的形状误差，或可能在要素与要素之间会出现如图 1—4 所示的位置误差。

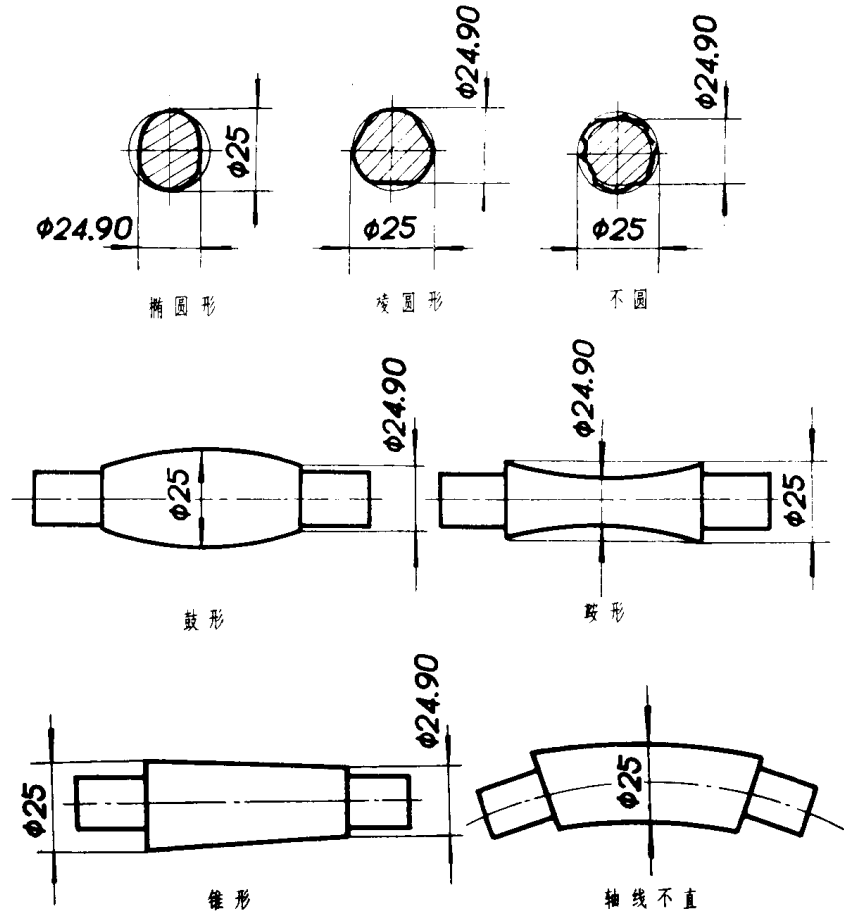


图 1—3

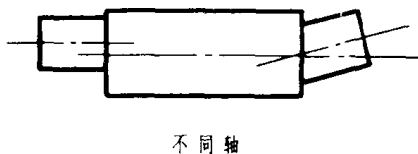


图 1—4

由图 1—3 和图 1—4 所示是形状和位置误差的极限状态。显然，如果我们对这些形位误差不加限制，那末就要影响到零件的装配和使用，甚至影响到整台机器的性能。因此对该阶梯轴在图样上除了标注尺寸公差外，有时常根据零件的使用要求尚须给出如圆柱度和同轴度等的形位公差要求。

从前，对图样上要提出形位公差要求大多是列出“技术要求”，即采用文字说明的形式来表达。现在按照新国家标准《形状和位置公差》的规定：主要应采用代号标注的形式，如图 1—5 所示（代号标注法的主要内容在第五章“基本标注”中进行介绍）。

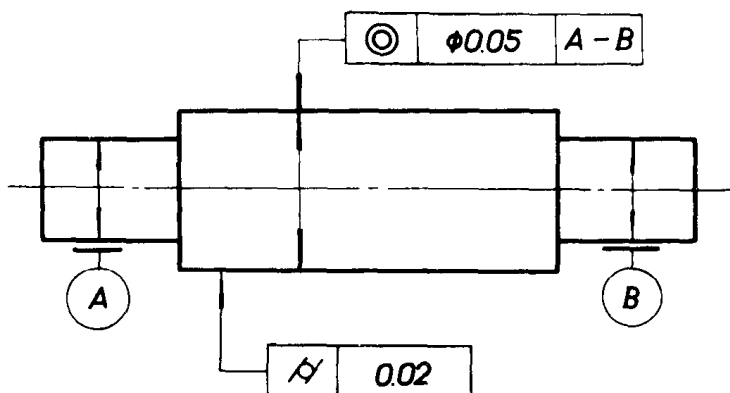


图 1—5

形位公差采用代号标注，不但使该零件的技术要求更为直观，而且在生产中使解释具有唯一性。

如图 1—6 所示为模架的上模座，该零件对厚度尺寸 H 要求不高，故用未注公差尺寸的极限偏差(GB 1804—79)来处理。假定 $H=40\text{mm}$ 时，厚度未注公差为 ± 0.31 ，

当零件加工到如图 1—7 a 时该零件应为合格,但因上、下两面的平行度误差太大尚还不能满足其使用要求。

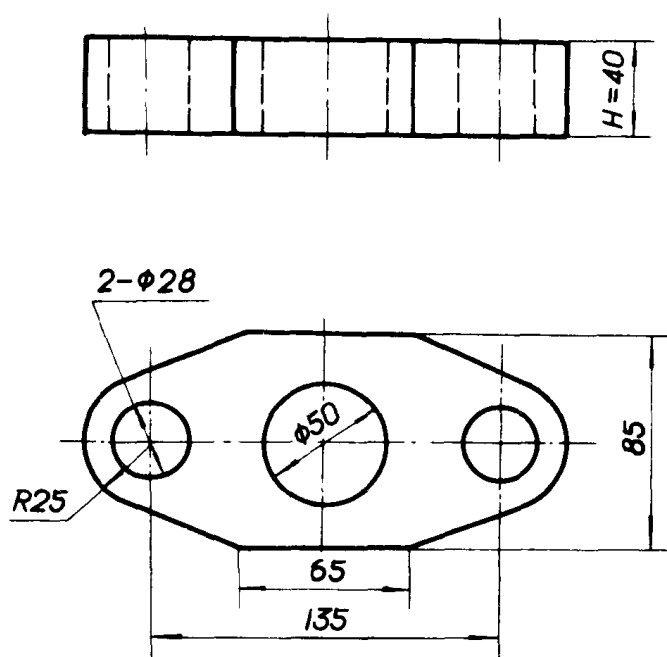


图 1—6

倘若按使用要求必须把该零件的平行度误差控制在 0.02 mm 之内,则需用图 1—7 b 或图 1—7 c 的两种标注方法。图 1—7 b 是按形位公差相关原则中的包容原则处理,使平行度误差位于尺寸公差之内。而图 1—7 c 则是用尺寸与形位公差联合标注的方法,按独立原则,尺寸 H 仅用来控制其厚度的大小不要超过未注尺寸公差,而平行度公差 0.02 则是用来控制上、下实际两面的平行度误差。当实际零件加工成如图 1—7 d 所示时,对采用图 1—7 b 的标注要求来说将不合格,而对采用图 1—7 c 的标注要求来说则是合格的。即使该零件的厚度 H 尺寸误差大一些,而对实际使用影响不大,因为在使用时可用调整冲床的冲程来进行弥补。

由此可见,形位公差也是使零件满足使用要求的一个重要措施。图样上不同的标注方法会得到不同的结果,这些结果也就体现了零件的不同的使用要求。

又如图 1—8 a 所示,零件上 $2-\phi 12 \text{ H9} (+0.043)$ 孔的中心距具有公差 ± 0.05 ,借以控制两孔之间的相对位置。倘若两孔均加工成 $\phi 12$ 时,用游标卡尺或千分尺测量,如测得其中心距为 44.95 或 45.05 时则为合格,此时中心距处于极限状态位置。若改用综合量规进行检验(综合量规尺寸如图 1—8 b)则也能通过。从综合量规通过的情况(图 1—8 c、图 1—8 d)来看,该零件也是处于极限状态位置。由此说明,当孔为 $\phi 12$ 时,两种检测法都得到同样的结果。然而当两孔均加工为 $\phi 12.043$ 时,则其检测结果就

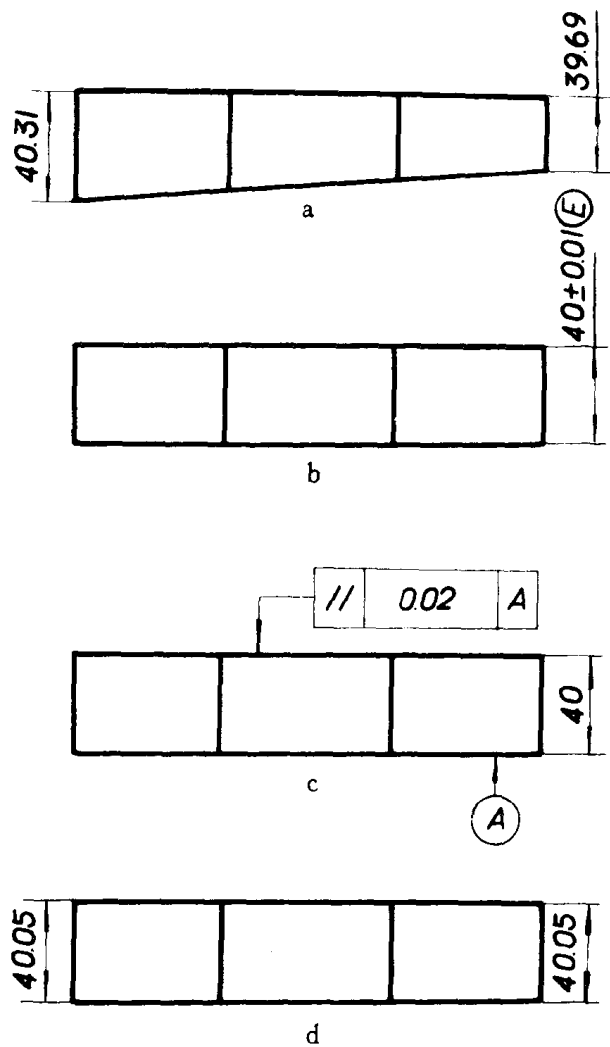


图 1—7

不一样。如图 1—8 e 用游标卡尺测得中心距为 44.907，由于比 44.95 小，故该零件超差而不合格，但用上述综合量规检验时却通过。如图 1—8 f 当测得中心距为 45.093 时，同样将会得到超差不合格的结果。

由于过去图样上的设计要求表达不明确、概念模糊，因此，对上述零件的合格与否就有所争论，这种争论的最后结果不是使合格的零件报废，就是把废品当正品使用，以致造成浪费或者影响产品的质量。

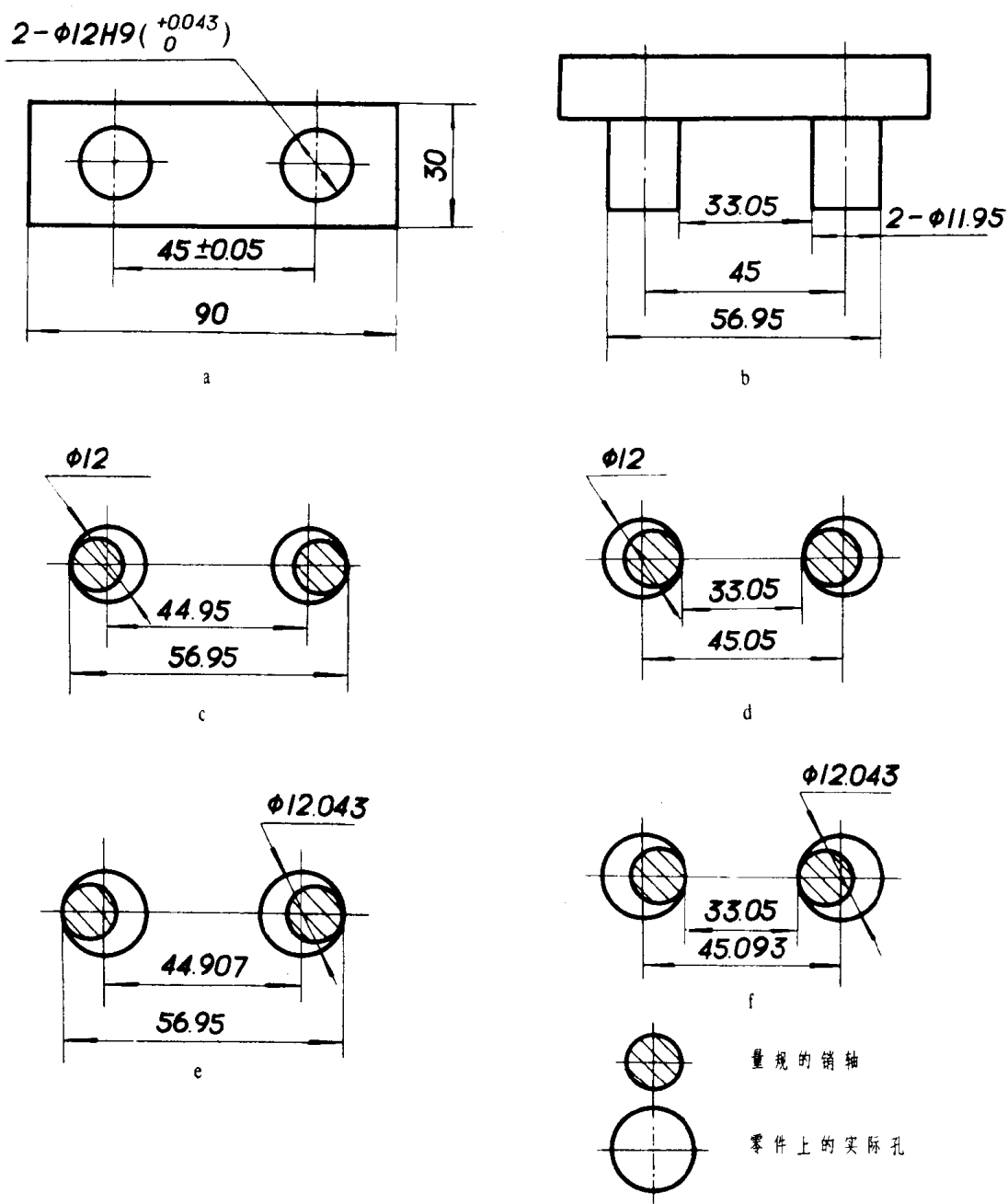


图 1—8

以上由测量方法的不同引起争论仅是表面现象，而争论的关键在于孔的尺寸与其中心距之间的关系究竟属于何种处理原则。即在满足零件使用要求的前提下，对中心距所给定的最大值和最小值是否允许随着孔的实际尺寸的变化而变化。过去没有这种原则概念，现按新国家标准的条文说明：如不允许两孔的尺寸公差与其中心距之间建立补偿关系则为独立原则（见第七章），检验时使用通用量仪；如允许两者建立补偿关系则为相关原则（见第七章），在图样上另加符号 $\textcircled{M}$ 以资区别，检验时允许使用综合量规。

图样上标注形位公差仅是设计的要求，而加工和检验则是它的技术保证。对于设

计、加工和检验人员来说，都有一个正确理解和阅读图样上形位公差代号标注以建立在生产技术中有共同语言的任务。随着现代化生产的不断发展，图样上的设计要求将越来越严密，因此对图样上的标注必须根据具体要求，用新国家标准中规定的代号、符号正确无漏地表达清楚，以利设计、加工、检验三者解释上能取得一致性，在生产环节中这一点是重要的，它是直接影响零件或产品质量和生产经济性的因素之一。

如图 1—9 所示的盖板，图样上的尺寸标注方法究竟应如何解释？一般认为中心距 20 ± 0.05 不但控制两孔之间的相对位置，而且还必须使两孔对中心平面的对称度在 0.10 mm 范围内。这种错误的理解主要是旧国家标准的概念不明确及图样上设计要求表达不清楚而引起。按新国家标准中独立原则解释， 20 ± 0.05 只控制两孔之间的距离，与对称度没有任何联系。又尺寸 40 也是如此，仅控制两侧面的距离，不控制两侧面的平行度及两侧面对底面的垂直度。那末该零件是否能加工成如图 1—10 所示的形状或位置呢？这也不可以，因为两孔的对称度及两侧面的平行度、垂直度都受到未注形位公差的控制（见附录二）。未注形位公差实际上是一种不标注的设计要求，它广泛地控制着未标出形位公差的各要素的形状和要素与要素间的位置。此外，在两孔对中心平面的对称度问题上，究竟以哪一个中心平面作基准是不明确的，是宽度为 10 mm 的槽的中心平面，还是零件两侧面的中心平面？这里显然存在设计要求交代不清的缺陷。

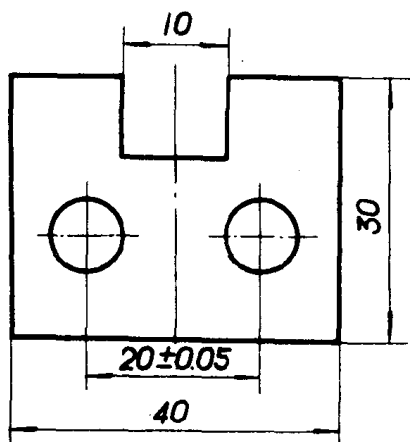


图 1—9

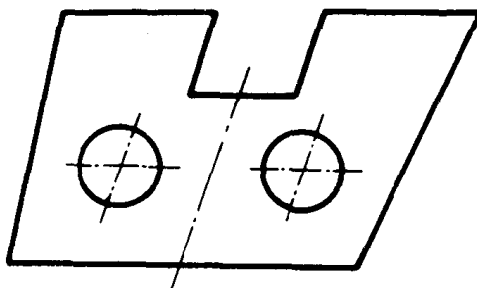


图 1—10

又如图 1—11 所示为套筒零件，图样上有两点设计要求，一者是按旧国家标准 GB 130—70 的规定符号进行标注，另一者系在技术要求中用文字说明。

该套筒零件按其装配的情况，要求以 $\phi 36_{-0.018}^{+0.018}$ 的轴线为基准，控制 $\phi 22_{-0.011}^{+0.011}$ 的径向跳动不大于 0.025 。但在实际生产中，由于设计要求不明确及符号解释的不唯一性，以导致看图者可凭经验或以工作方便去理解和处理。加工者用三爪卡盘夹住 $\phi 20$ 外圆来加工 $\phi 22_{-0.011}^{+0.011}$ 的内孔，而检验人员则在 $\phi 10$ 内孔中塞一心轴，以此来测量 $\phi 22_{-0.011}^{+0.011}$ 内孔素线对 $\phi 10$ 轴线的平行度，实际上，这样处理是完全不符合设计要求的。再者，如在看图中由于理解不清，选用测量方法不正确，同样会使该零件不能满足

Technical drawing of a mechanical part in cross-section. The part has an outer diameter of $\phi 36_{-0.016}^0$. It features a central hole with a diameter of $\phi 10$. A vertical slot is located on the left side, with a width of 10 ± 0.05 and a depth of 16 ± 0.10 . The total width of the part is 19. A section line A-A is indicated on the right side. A technical requirements box on the right states: 技术要求: $\phi 36_{-0.016}^0$ 轴线对 A 面的垂直度误差不大于 0.03 mm。

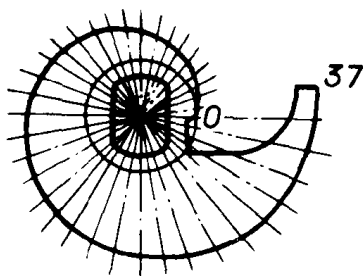
通过上述示例可见：形位公差和尺寸公差一样，是保证产品质量的一项重要措施：是工作图样中的重要组成部分。对从事机械制造的有关人员，不但要很好地学习和贯彻新国家标准《形状和位置公差》，并要全面地掌握和运用其基本概念，正确地读解图样上各项形位公差的标注，以及采用相应、适当的工艺和测量方法去确保产品质量和提高生产经济性，以加速实现我国的四个现代化。

第二章 公差带

图样上给定的形位公差，是设计人员借以控制零件上的要素的形状或它们之间位置变动的一种技术要求。表达这种要求的方法，就是在图样上对某一要素按照 GB1182—80 的规定用形位公差代号标注，采用给定一个区域或范围的方法加以控制，只要零件上实际要素的形状或位置位于给定的区域或范围内，则它们的形状或位置就符合图样上给定的要求。给定的区域或范围的大小，是按零件精度要求而确定的，精度要求高的则区域要小一些，精度要求不高的则区域可以大一些。

（一）什么是形状和位置的公差带

形状和位置的公差带是用来控制实际要素变动的范围或区域，只要构成零件几何特征的实际要素在此范围内即为合格，如图 2—1 所示为照相机零件——调焦距凸轮。



原图样上技术要求说明：

该凸轮要求自 0~37 处的外形轮廓（阿基米德螺旋线）本身的形状对圆长孔两直边的位置公差为 0.04mm。

图 2—1

为了检验加工后的凸轮是否符合图样上的技术要求，采用投影仪，如图 2—2。

把零件放到投影仪中，进行 50 倍放大投影，此时就得到凸轮经 50 倍放大后的轮廓。接着将制备好的透明模板如图 2—3 放在投影屏上。然后将模板上的长圆孔轮廓与投影仪上长圆孔轮廓相互找准，再观察凸轮的整个外形曲线的投影轮廓是否完全位于模板上两条包络线之间的区域内，假如全部在内即为合格，如图 2—4a 所示。假如整个凸轮的外形曲线投影中有任一处不在区域内，那就不合格，如图 2—4b 所示。因此象模板上这个判定零件“合格”与“不合格”的范围，称之为形位公差带。