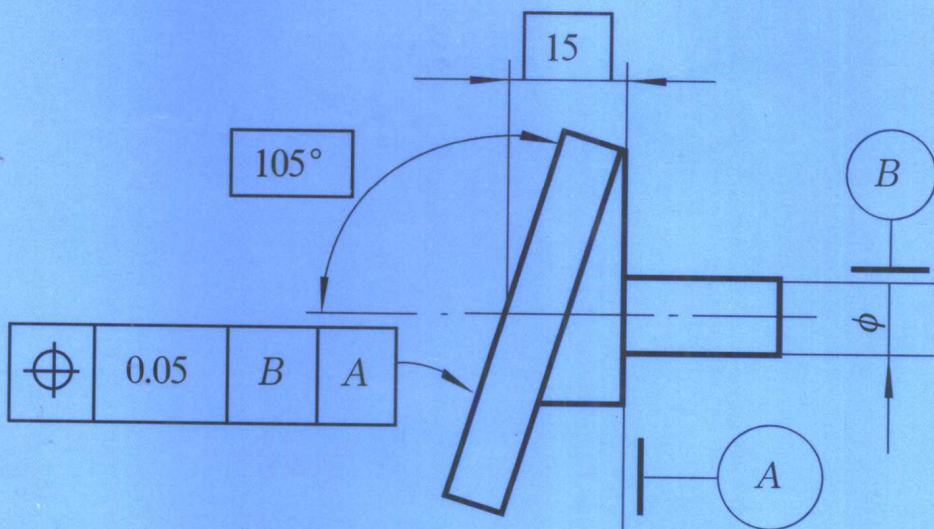


新编形状和位置公差标注读解

蒋寿伟 吕林森 邢国斌 孙景贤 编著



中国标准出版社

新编形状和位置公差标注读解

蒋寿伟 吕林森 邢国斌 孙景贤 编著

中国标准出版社

前 言

形状和位置公差是保证零件互换性的重要因素之一。我国自1980年颁布了形状和位置公差的有关标准以来,形位公差的概念越来越被广大工程技术人员所掌握。在图样上正确标注和读解,对提高产品质量具有重要意义。

1982年出版的《形状和位置公差标注读解》是为配合当时形位公差标准的贯彻和实施而编写的一本普及读物,深得工程技术人员的好评,对统一理解、正确地运用形位公差起到了重要的作用。

《新编形状和位置公差标注读解》是针对GB/T 1182—1996、GB/T 1184—1996、GB/T 16671—1996及GB/T 4249—1996的标准而编写的一本新读物。内容以贯彻新标准为主,同时进行国标与ISO有关标准的对照,尽可能多地采用图文结合、深入浅出地表达,这样更能使读者建立起正确的概念。在编写中还力求把过去几年应用的经验加以总结并编入书中,以便读者使用。

本书是由上海交通大学蒋寿伟教授及上海轻工计量所吕林森高级工程师主编。其中第一、二、三章由蒋寿伟教授编写,第四、五章由邢国斌高级工程师编写,第六、十章由孙景贤副教授编写,第七、八章由吕林森高级工程师编写,第九章由蒋寿伟教授、孙景贤副教授和邢国斌高级工程师编写。

全书由全国形状和位置公差标准化技术委员会主任,教授级高级工程师汪恺主审。由于水平所限,错误和不当之处敬请批评指正。

编 者

1998.5

目 录

第一章 概论	1
第二章 形位公差的基本标注方法	6
1. 形位公差项目符号	6
2. 基准与框格的标注	9
3. 基本标注	11
4. 图例	14
5. 新标准的修订及变化	17
6. 应用示例	21
第三章 形状和位置公差带	23
1. 形状和位置公差带的概念	23
2. 形位公差带的四参数	25
2.1 形位公差带的大小	25
2.2 形位公差带的形状	25
2.3 形位公差带的方向	27
2.4 形位公差带的位置	28
第四章 公差带定义及其标注和解释	31
1. 直线度公差	32
2. 平面度公差	32
3. 圆度公差	33
4. 圆柱度公差	33
5. 线轮廓度公差	34
6. 面轮廓度公差	34
7. 平行度公差	35
8. 垂直度公差	38
9. 倾斜度公差	40
10. 位置度公差	42
11. 同轴度公差	44
12. 对称度公差	45
13. 圆跳动公差	46
14. 全跳动公差	49

第五章 基准与基准体系	50
1. 基准的含义	50
2. 三基面体系	51
3. 基准的体现方法	53
4. 三基面体系的体现方法	57
4.1 平面形零件三基面体系的体现方法	57
4.2 圆柱形零件三基面体系的体现方法	58
5. 任选基准	60
6. 基准目标	61
第六章 有关符号	64
1. 限制形位误差分布状况的有关符号	64
2. 其他有关符号	66
2.1 延伸公差带符号	67
2.2 理论正确尺寸符号	70
2.3 全周(轮廓)符号	73
第七章 公差原则	74
1. 基本概念	75
1.1 局部实际尺寸和作用尺寸	75
1.2 状态及其尺寸	77
1.3 边界和边界尺寸	82
2. 独立原则	89
2.1 基本概念	89
2.2 公差职能	89
2.3 图样应用	90
2.4 示例	91
3. 相关要求	91
3.1 包容要求	91
3.2 最大实体要求	95
3.3 最小实体要求	106
3.4 可逆要求	113
3.5 公差原则的提要	119
第八章 形位公差的未注公差值	122
1. 基本概念	122
2. 形位公差的未注公差值	122
2.1 未注形位公差的适用范围	122

2.2	未注形位公差值	123
2.3	未注公差的图样表示法	125
2.4	超差零件的拒收问题	127
2.5	若干问题的说明	127
2.6	图样示例及其解释	130
2.7	未注公差的应用	134
2.8	应用未注公差的优点	135
第九章 图样上标注的读解		136
1.	阀芯	136
2.	落料成形模	137
3.	油缸	139
4.	物镜座	141
5.	铣床主轴箱主轴	143
6.	铣床工作台传动机构齿轮座	145
7.	直波导	146
8.	摆动叉	148
9.	托架	149
10.	铣床主轴箱减速器座	150
11.	阀导筒	153
12.	前端齿轮	155
第十章 影响形位误差的若干因素		157
1.	形位误差产生的原因	157
1.1	所采用的加工机床精度不够或调整不正确所致	157
1.2	选择刀具的角度或型式不恰当,产生过大的切削力,使零件变形而产生形状误差	159
1.3	加工时,由于工件的夹紧方式不妥或夹紧力过大,使零件产生形状误差(圆度、直线度)	160
1.4	使用工夹模具时,产生形位误差的几种主要情况	160
1.5	零件毛坯内应力所产生的误差	166
1.6	热处理产生的变形误差	167
1.7	切削用量选择不当对加工表面质量的影响	167
1.8	切削热造成残余应力对变形的影响	167
1.9	检测工作采用了不正确的测量方法而增大了误差	167
1.10	检测工作中的测量误差	168
2.	图样上形位公差要求的综合分析举例(设计、工艺、检测)	168
例一	轴类零件(行星齿轮轴)	168
例二	平面类零件(中墙板顶框)	170

例三 支架类零件(前罗拉轴承座).....	173
附录	176
一、四项新国标与原国标的主要不同点	176
二、ISO 及主要工业国家的几何公差标准	184
三、ISO 及主要工业国家的公差原则标准及其图样表示法	187
四、ISO 10579:1993《技术制图——尺寸和公差注法——非刚性零件》提要	189
五、被测要素的边界与边界尺寸的确定	190
六、基准要素的相应边界与边界尺寸的确定	193
参考文献	197

第一章 概 论

图样是表达空间思维的工具,也是工程技术界的设计人员表达设计思想的工具。图样又是一个巨大的信息库,在图样中充满了产品的功能、工艺、材料及检测等各种信息,人们正是利用这些信息才能把思维变成现实,并推动社会的发展。随着社会和科学的发展,图样在工程建设中所起作用的重要性更加明显。

图样的质量直接影响到产品或零部件的质量,因此,保证图样所传递的信息的正确性并使其符合国家标准的规定是图样的基本要求。

对机械零部件而言,每张完满的设计图样,都必须把对象的四大主参数表达清楚。这些主参数包括对象的形状、大小及对象上各要素之间的方向和位置。其所用的方法如表 1-1 所示。

表 1-1 主参数在图样上的表达方法

内 容 \ 方 法	表 达 方 法	控 制 方 法
形 状	一组视图	形状公差
大 小	线性尺寸	线性尺寸公差
方 向	线性尺寸及角度	线性尺寸公差、角度公差、定向公差
位 置	线性尺寸	线性尺寸公差、定位公差

在图样上,要素的形状、大小、方向及位置均是它的理想状态。但由于加工误差的不可避免,理想状态与实际状态之间必定存在差距。这样差距将会直接影响到机件的功能好坏。为此,设计人员从保证机件的功能出发必须对实际状态与理想状态的差距加以限制,也就是必须对四个主参数即形状、大小,方向及位置利用公差加以控制,其控制的方法见表 1-1。如表 1-1 所示,对方向的主参数可由线性尺寸公差、角度公差与定向公差加以控制。但尽管角度公差与定向公差均能控制方向误差,但最终的结果却是不一样的。图 1-1 为控制 A 面对底面的方向两种标注方法。

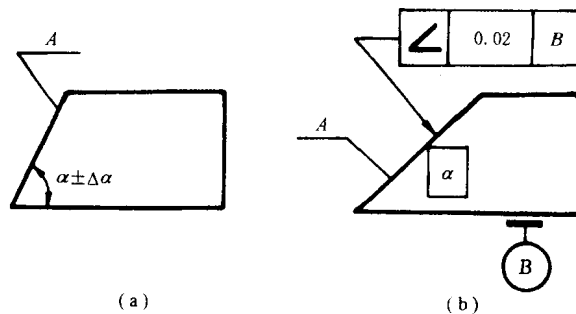


图 1-1 不同标注的含义

图 1-1(a)所示角度公差控制 A 面对底面的方向,即实际机件上其 A 面对底面的实际夹角 α' 只要满足下式即为合格:

$$\alpha - \Delta\alpha \leq \alpha' \leq \alpha + \Delta\alpha$$

而 α' 则是用最小包容区域的对称中心平面来表示的。如图 1-2(a) 所示的实际机件, 其 A 面存在着形状误差。

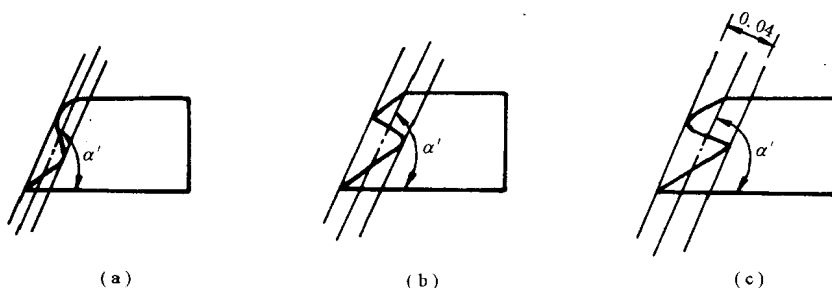


图 1-2 倾斜度的评定

则可用两个平面去包容实际表面, 并使包容的区域为最小, 则两个平面的对称中心平面与底面夹角为 α' 。因其位于 $\alpha + \Delta\alpha$ 和 $\alpha - \Delta\alpha$ 的范围内则可评为合格。而图 1-2(b) 所示的实际机件, 其形状误差较大但其夹角仍然是 α' , 则也合格。但图 1-2(c) 表面形状误差很大, 其夹角也仍是 α' , 则按第一种注法应为合格。但按第二种注法应其两平行平面之间的距离为 $0.04 > 0.02$, 则被判为不合格。由此可得出如下的结论:

用角度公差能控制方向, 但不能控制被测要素的形状误差, 该被测要素的形状误差由未注形状公差(平面度公差)控制; 用倾斜度公差不但能控制方向, 同时也能控制被测要素的形状误差。

机件的功能是机件的内在特征, 是综合性的因素的总体影响的结果。随着科学技术的发展, 对产品质量的要求不断提高, 就要求对机件进行综合性的控制, 而不像过去仅通过单项控制来达到综合控制的目的。为此, 这种综合控制将会成为未来控制方法中的主流。综合控制的方法如表 1-2 所示。

表 1-2 综合控制的方法

序号	符号	说 明	边 界
1	\nearrow	形状和位置(方向)的综合控制	
2	\nearrow	形状和位置(方向)的综合控制	
3	(E)	形状和大小的综合控制	最大实体边界
4	(M)	形状和大小、方向、位置的综合控制	最大实体实效边界
5	0(M)	形状和大小、方向、位置的综合控制	最大实体边界
6	(M)(R)	形状和大小、方向、位置的综合控制	最大实体实效边界
7	(L)	形状和大小、方向、位置的综合控制	最小实体实效边界
8	(L)(R)	形状和大小、方向、位置的综合控制	最小实体实效边界

如图 1-3 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来处理。假定 $H = 40 \text{ mm}$ 时, 厚度未注公差为 ± 0.3 , 当零件加工到如图 1-4(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。

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 1-4(b) 或图 1-4(c) 的两种标注方法。图 1-4(b) 是按形位公差相关要求中的包容要求处理, 使平行度误差位于尺寸公差之内。而图 1-4(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 1-4(d)所示时,对采用图 1-4(b)的标注要求来说将为不合格,而对采用图 1-4(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。所以图 1-4(c)的标注最符合机件的功能要求。

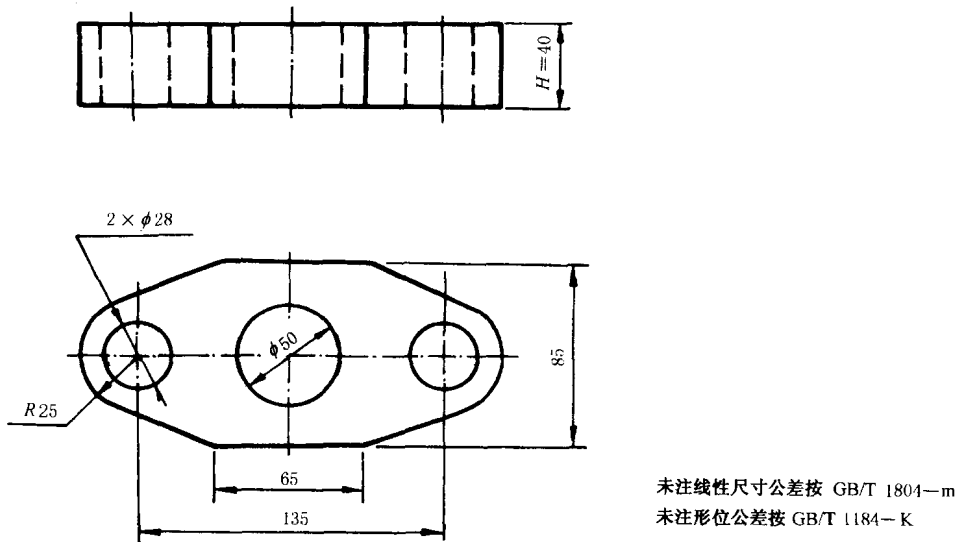


图 1-3 上模座

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 1-5(a)所示,零件上 $2 \times \phi 12H9(+0.043)$ 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 1-5(b))则也能通过。从综合量规通过的情况(图 1-5(c)、图 1-5(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,则其检测结果就不一样。如图 1-5(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 1-5(f)当测得中心距为 45.093 时,综合量规通过,但数值超差。

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。

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。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要求(见第七章),在图样上另加符号 \textcircled{M} 或 \textcircled{L} 以资区别,检验时允许使用综合量规。

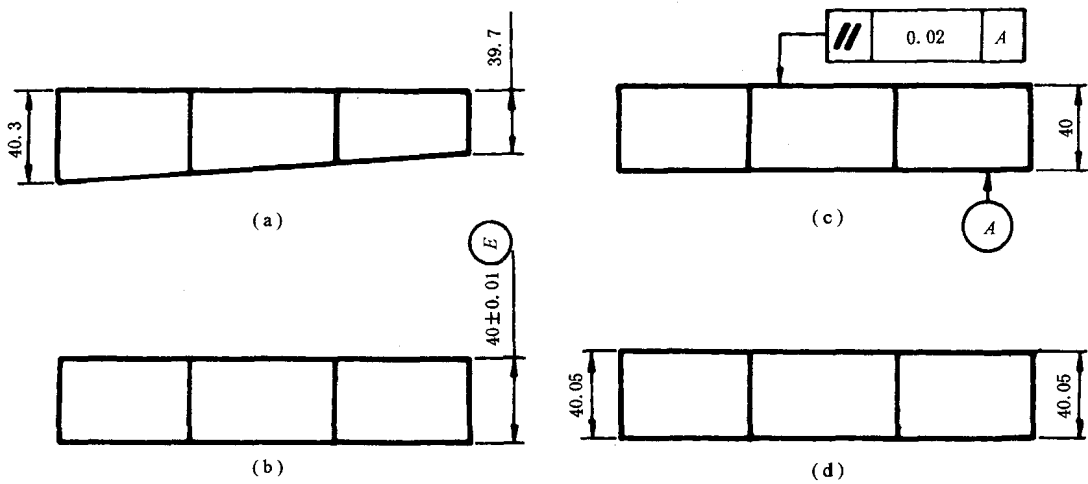


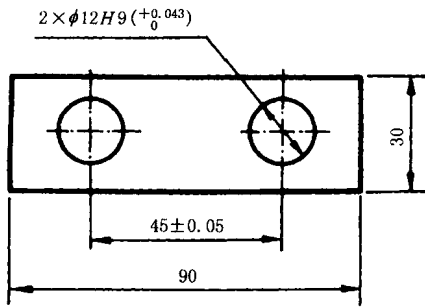
图 1-4 上模座分析

如图 1-6 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 1-7 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。未注形位公差实际上是一种一般公差标注的设计要求,它广泛地控制着未单独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。

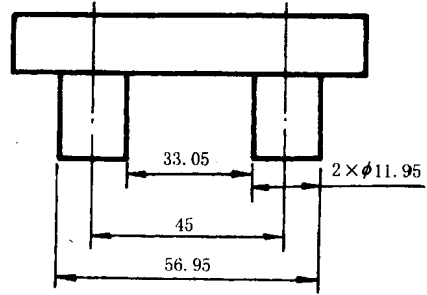
如图 1-6 所示,正确的解释为: 20 ± 0.05 仅控制两孔中心距,至于两孔的具体位置由未注对称度公差决定。即两孔对槽的对称度、两孔对外形轮廓的对称度均按 GB/T 1184—K 确定之。

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、符号正确无误地表达清楚,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。

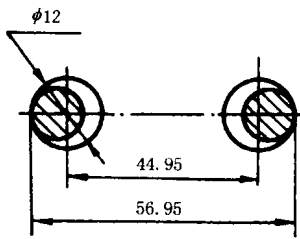
由上例可知:形状公差、定向公差、定位公差,统称为形状和位置公差是一种控制的方法。它与其他控制方法相比有其独特的作用,它能起到尺寸公差、角度公差所起不到的作用。



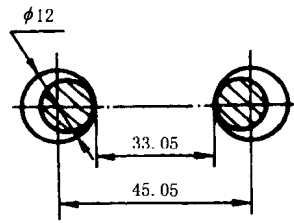
(a)



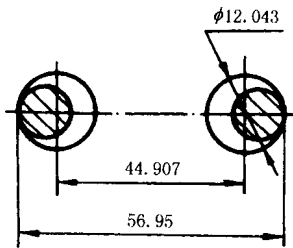
(b)



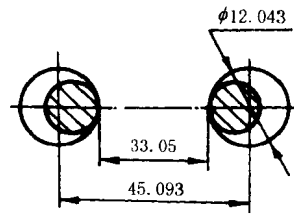
(c)



(d)



(e)



(f)

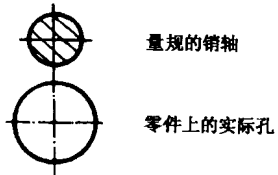


图 1-5 中心距的解释

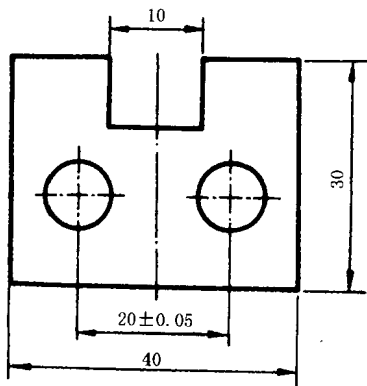


图 1-6 盖板

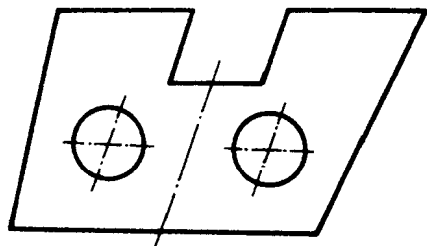


图 1-7 盖板的实形

第二章 形位公差的基本标注方法

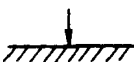

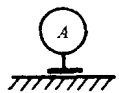

形位公差是设计思想的一个组成部分,主要用于控制形状、方向和位置的变化。形位公差在图样上的标注应该有利设计思想的表达,这种标注对设计、工艺、加工及检测的有关人员必须具有唯一性,即对这种标注应该有一个基本统一的认识。也只有唯一的解释,才能使图样在生产全过程中起着传递信息的作用。因此,对形位公差的标注必须从设计的角度上去认识、去解释。形位公差是机件功能要求在形状、方向和位置三大参数方面的具体反映。

1. 形位公差项目符号

形位公差特征项目包括直线度、平面度、圆度、圆柱度、线轮廓度、面轮廓度、平行度、垂直度、倾斜度、位置度、同轴(同心)度、对称度、圆跳动、全跳动共 14 项。其公差特征符号与原标准保持不变。

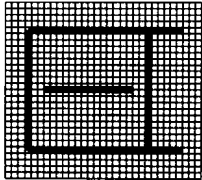
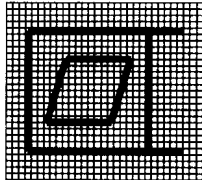
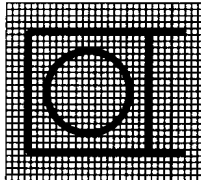
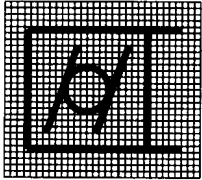
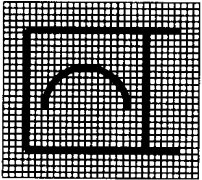
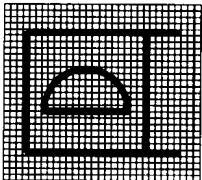
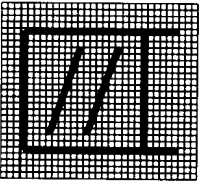
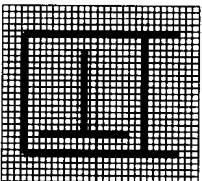
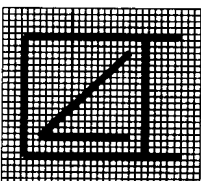
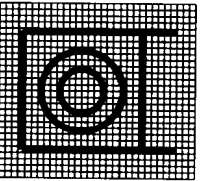
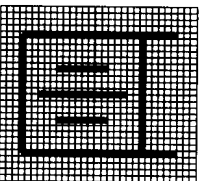
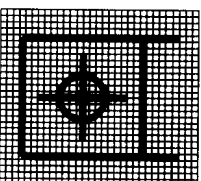
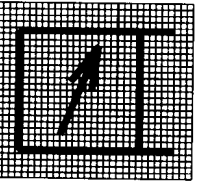
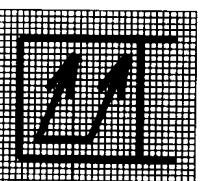
被测要素、基准要素的标注要求,见表 2-1。

表 2-1 被测要素、基准要素的标注要求

说 明		符 号
被测要素的标注	直 接	
	用字母	
基准要素的标注		
基准目标的标注		

表示公差特征的符号与公差框格的比例见表 2-2。

表 2-2 符号与框格的比例

表面特征		示 例		
形状公差				
				
形状或位置				
位置公差	定向公差			
	定位公差			
跳动				

与形位公差符号联用的字体有 A 型和 B 型之分,其间的尺寸按表 2-3、表 2-4 所推荐尺寸确定。

表 2-3 A 型字体

特 征	推 荐 尺 寸					
框格高度(H)	7	10	14	20	28	40
字体高度(h)	3.5	5	7	10	14	20
直径(D)	14	20	28	40	56	80
线条粗细(d)	0.25	0.35	0.5	0.7	1	1.4

表 2-4 B 型字体

特 征	推 荐 尺 寸						
框格高度(H)	5	7	10	14	20	28	40
字体高度(h)	2.5	3.5	5	7	10	11	20
直径(D)	10	14	20	28	40	56	80
线条粗细(d)	0.25	0.35	0.5	0.7	1	1.4	2

框格的推荐宽度应是:

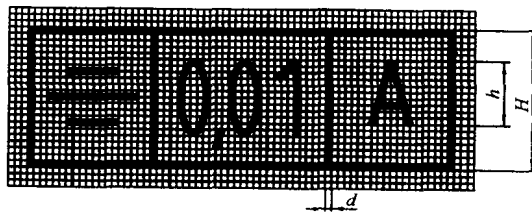
第一格等于框格的高度;

第二格应与标注内容的长度相适应;

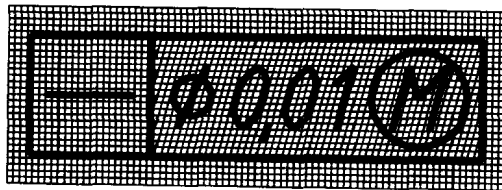
第三及以后各格(如属需要),须与有关字母的宽度相适应。

框格的竖划线与标注内容之间的距离应至少为线条粗细的两倍,且不得少于 0.7 mm。

具体见图 2-1。



(a)




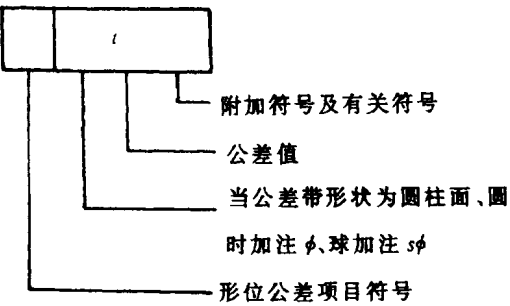

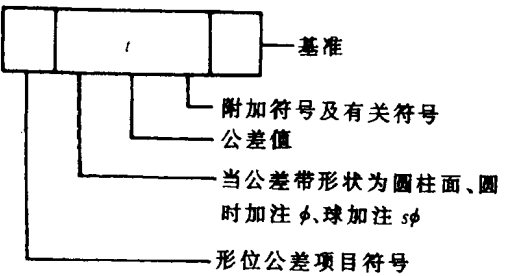

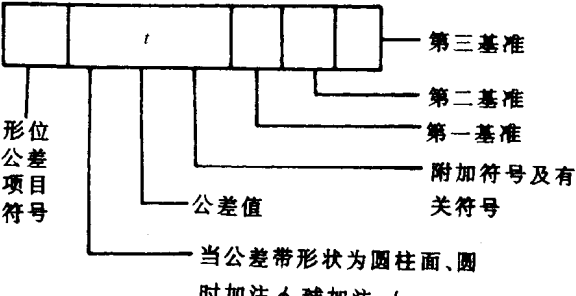
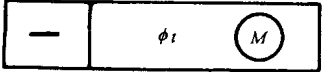
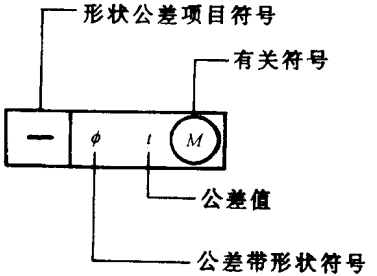
(b)

图 2-1

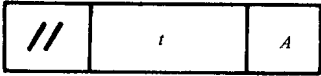
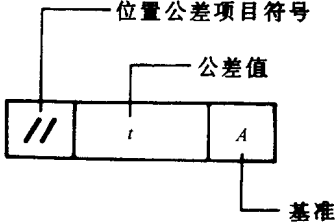
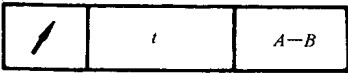
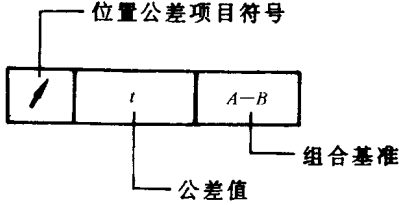
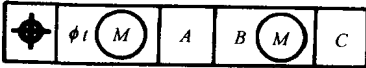
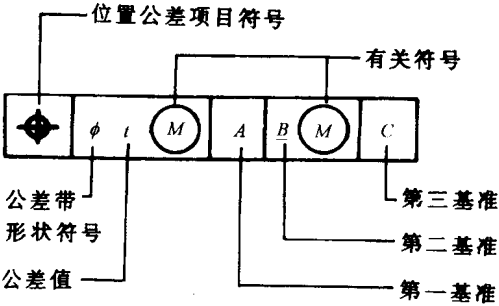
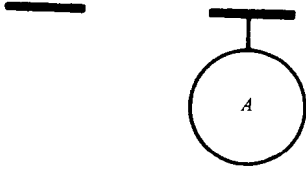
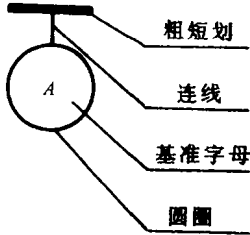
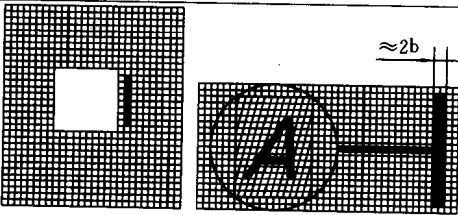
2. 基准与框格的标注

基准与框格标注的方法,见表 2-5。

表 2-5 基准与框格标注的方法

序号	图例或代、符号	含 义
1		 <p>附加符号及有关符号 公差值 当公差带形状为圆柱面、圆时加注 ϕ、球加注 $s\phi$ 形位公差项目符号</p>
		 <p>基准 附加符号及有关符号 公差值 当公差带形状为圆柱面、圆时加注 ϕ、球加注 $s\phi$ 形位公差项目符号</p>
		 <p>第三基准 第二基准 第一基准 附加符号及有关符号 公差值 当公差带形状为圆柱面、圆时加注 ϕ、球加注 $s\phi$ 形位公差项目符号</p>
2		 <p>形状公差项目符号 有关符号 公差值 公差带形状符号</p>

续表 2-5

序号	图例或代、符号	含 义
3		
4		
5		
6		
7		<p>左图为基准符号的比例大小</p>