

论图样中标注设计基准的必要性和方法

叶忻泉

(温州大学科技开发公司, 温州 325027)

摘要 通过实例分析,首先说明了为保证准确无误地表达设计意图,将体现设计意图和零部件使用功能的关键要素——设计基准,在图样中明确标注出来的必要性,并结合实践情况,提出了一套既方便,又不使图样复杂化的标注方法,即在设计基准要素上,直接标注设计基准符号的方法,以及在计算机绘图中实现标注的解决方案.由于标注设计基准后,基准位置一目了然,因而从根本上避免了因未标注设计基准所产生的各种问题,如,无法准确表达设计意图、读图困难耗时、易误解等.此外,采用该标注方法在图样中标注设计基准后,还可有效解决诸如多种尺寸公差并存、未注公差与注出公差不一等诸多问题.

关键词 图样 设计基准 标注

中图法分类号: TH126 TP391.72 文献标识码: A 文章编号: 1006-8961(2002)05-0513-07

On the Necessity and Approach of Marking Design Data in Drafts

YE Xin-quan

(Wenzhou University S&T Development Co. Wenzhou 325027)

Abstract The paper, by means of illustrations, demonstrates the necessity of marking definitely design data in drafts, because these design data are the key factors of the embodying the intentions of the designer and the functions of components and parts. In combination with what may occur in practice, the author, as well, puts forward a set of approach that can be used conveniently without complicating the drafts. The approach is used to mark directly design data symbols consisted of signs and codes on the design data elements in drafts and the solution to the of marking of the design data symbols in computer-aided drawing. After marking the design data symbols (two or three the symbols only) in drafts, the draft users will know where the design data are at once. Therefore, all kinds of the problems, which arise from the design data not having been marked in drafts, will be solved entirely. Meanwhile it points out when the design data symbols are marked directly on the design data elements of components and parts in drafts, other various problems like the conflicts of many kinds of dimensional tolerances coexisting in a same draft, the disagreement between noted dimensional tolerances and unnoted dimensional tolerances in a same one will be solved effectively.

Keywords Drafts, Design data, Mark

0 引言

图样是工程的语言,应准确无误地表达设计人员的设计意图,如零部件的大小、形状、使用功能等各种有关内容,其中产品零部件的形状、大小和各要素的相对位置等,都要通过在图样中标注尺寸来表

达.而每一维方向上的线性尺寸都是以该零部件上某一个结构要素——点(或线或面)作为标注该维方向上所有尺寸的最初起始位置,再逐一标注出表示其他各结构要素相对位置的所有尺寸,以便构成一个或多个完整的尺寸链的.只有如此,才能完全确定零部件的形状、大小和各结构要素的相互位置及使用功能,工程上将这种标注尺寸的起始位置称作尺

寸基准. 尺寸基准可分为设计基准和工艺基准, 其中, 设计基准是保证零部件使用功能而确定的尺寸基准^[1]; 工艺基准是加工测量用的依据^[2]. 众所周知, 设计者只有确定了产品零部件的设计基准之后, 才能进行零部件设计; 用图者(指除了该图的设计者之外的其他人, 包括校审人员、工艺人员、生产工人和检验员等, 下同)只有知道了设计基准的位置所在, 才能明白零部件各要素之间的功能和作用, 从而也才能进一步确定工艺基准, 并进行正确加工、检验. 由此可见, 设计基准选择正确与否, 直接关系零部件的使用功能和产品质量, 所以设计基准是表达设计意图和零部件使用功能的非常关键的要素. 然而, 现行制图标准却没有对设计基准的标注方法作出规定, 致使工程图样无法标注设计基准, 用图者也难以准确判定设计基准位置, 从而产生诸多问题.

1 标注设计基准的必要性

工程图样不标注设计基准会产生许多严重后果, 主要表现为如下几方面:

(1) 未规定设计基准的标注方法, 无法准确表达设计意图

大家知道, 图样是设计者表达设计意图和零部件使用功能的唯一工具, 如果未规定在图样中标注设计基准的方法, 那么设计者只能通过尺寸及尺寸精度、粗糙度、形位公差、尺寸链等, 虽与设计基准有一定联系, 但又无直接对应关系的要素来间接地表达设计基准, 然而由于这些要素(除尺寸及尺寸链以外)的主要功能并不在于表达设计基准, 故无法准确表达设计者的设计意图, 且要素很多, 这样将大大增加设计工作量和设计难度, 不仅浪费了设计者大量的宝贵时间和精力, 甚至造成尺寸精度、粗糙度、形位公差等要素的主要功能错位, 这对于板类零部件和轴向尺寸有配合要求的轴、孔类零部件而言, 问题尤为突出. 由此可见, 不标注设计基准, 设计意图无法准确表达.

(2) 不标注设计基准, 大大增加“读图”的工作量和难度

众所周知, 一个零部件从设计开始, 到正式出图, 再到加工现场, 直至零部件加工完毕检验入库, 需要经过许多环节才能完成. 例如, 正式出图前, 总设计师、标准化人员、工艺审查人员等都要首先分别对图样各方面的内容进行如下审查: 设计是否正确?

是否满足使用功能? 有无漏注尺寸? 尺寸公差标准应用是否合理? 工艺上是否经济科学^[3]? 在加工之前, 工艺人员要根据图样编制合理的工艺规程; 加工零部件时, 生产工人要根据设计图样要求进行加工; 加工完毕, 检验人员要根据设计图样检验判断产品零部件是否合格……, 这些工作都要通过“读图”来充分了解设计意图和使用功能后, 才能正确完成. 然而除了该图样的设计者以外, 上述这些用图者对设计基准位置所在都是“非知情者”, 他们要准确了解设计意图和使用功能, 就必须首先准确找出设计基准. 由于图样中未标注设计基准, 因此每个用图者都只能根据图样中所标注的各种尺寸及尺寸精度、粗糙度、形位公差、尺寸链等虽与设计基准有一定的联系, 但又无直接对应关系的要素来逐个进行分析、判断或结合零部件图、装配图, 甚至结合相关产品零部件来进行综合分析(事实上这是不现实的, 因为随着社会分工的日益细化和市场竞争及商业保密的需要, 一个产品或部件中的不同零件由多个互不知晓对方的厂家分别加工的情况将越来越普遍), 才能最后“确定”设计基准, 而这些过程往往非常困难和费时, 由此可见, 不标注设计基准, 不仅极大地增加了用图者的读图工作量和难度, 而且还将浪费用图者大量的宝贵时间和精力, 同时给用图者也带来很多不必要的麻烦.

(3) 不标注设计基准, “猜测”式的分析判断总有出错的可能

图样不标注设计基准这一直接反映设计意图的关键要素, 用图者只能结合所有相关零部件图样自行分析判断, 这犹如猜谜语, 虽有一定规律可循, 但总有猜错的可能, 何况许多零件的结构、使用功能往往是错综复杂的, 加上用图者知识水平和理解能力有高低, 出错在所难免. 图1是一个常见零件的简化图样(注: 为论述方便起见, 当零件图中标注的尺寸、技术要求等对分析判断设计基准不起作用或无关

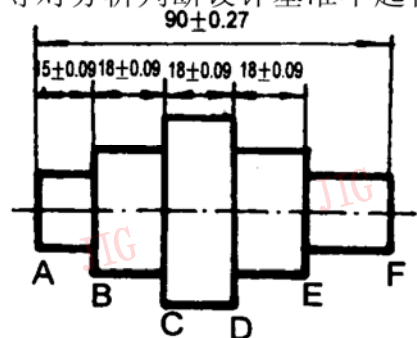


图1

时,本文一概略去不画),该零件除了E面和F面仅有一个尺寸以其为尺寸标注的起始位置,其余面上均有两个尺寸以其为尺寸标注的起始位置.虽然该零件结构很简单,但因图中未标注出设计基准,无法直接确定哪个要素是设计基准.事实上,A、B、C、D、E、F各面均可作为设计基准,它们在实际生产中均有被采用的实例,所起的作用也各不相同.由此可见,不标注设计基准严重违背了工程图样所表达的内容必须准确无误这一基本要求.

(4) 设计基准不同,尺寸类型也不同

尺寸类型分为:轴类尺寸、孔类尺寸、线性尺寸3类.尺寸公差带的选择(这儿主要是指上下偏差位置的选择)往往与尺寸类型有关,而尺寸类型又随着设计基准变化而变化.图2是一对配合零件的简化图样,若件1和件2各以 A_1 面和 A_2 面为设计基准(定位基准),为使件1的 A_1 面与件2的 A_2 面相接触,而 B_1 面与 B_2 面不接触,则尺寸 L 应视为轴类尺寸,即其偏差只能取负值,而尺寸 l 应视为孔类尺寸,即偏差只能取正值;反之,若件1和件2各以 B_1 面和 B_2 面为设计基准(定位基准),为使件1的 B_1 面与件2的 B_2 面相接触,而 A_1 面与 A_2 面不接触,则尺寸 L 应视为孔类尺寸,即其偏差只能取正值,而尺寸 l 应视为轴类尺寸,即偏差只能取负值,由此可见,尺寸的上下偏差位置与设计基准密切相关.所以,未规定设计基准的标注方法,无疑给设计者增加很多工作量和设计难度:许多原本可标注成未注公差尺寸的情况也不得不注出极限偏差了,这样将容易造成主次不分^[4].

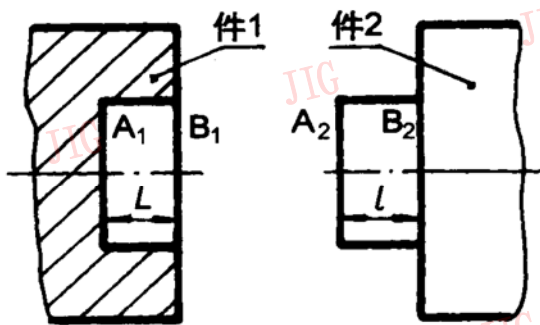


图2

(5) 设计基准不同,组成的尺寸链不同

如图3所示的零件,当以A面为设计基准时,则该零件中各要素之间的关系是由尺寸 L_2 、 L_3 、 L_4 及A面与D面之间的封闭环所形成的尺寸链和单一定位尺寸 L_1 共同确定的;当以B面为设计基准时,则该零件中各要素之间的位置关系是由尺寸

L_3 、 L_4 及B面与D面之间的封闭环所形成的尺寸链和定位尺寸 L_2 及 L_1 共同确定的(当然还可作其他多种不同的解释).可见,设计基准不同,尺寸链的组成环数量和封闭环及其公称尺寸、累计误差等也将各不相同.另外,在实际生产加工中,工艺基准可能与设计基准无法重合,为保证使用功能和零部件质量,则需要进行基准换算,而基准换算的结果又是与尺寸链的组成密切相关的.由此可见,图样中未标注设计基准,不仅使尺寸链构成无法正确确定,还会导致使用功能难以保证,甚至会影响产品质量.

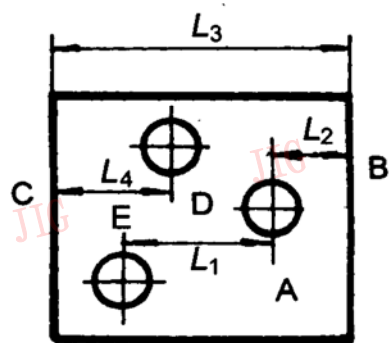


图3

(6) 设计基准不同,零件各结构要素之间的尺寸精度不同

零部件各结构要素(点、线、面)与设计基准间的尺寸精度由相关尺寸的累积误差来体现.如图1所示的零件,若分别以B面和C面为设计基准,则E面与B面和C面间的尺寸累积误差将分别为 $0.56(45 \pm 0.27)$ 和 $0.36(30 \pm 0.18)$,即B面与E面之间的尺寸精度等级相当于IT14级(45 ± 0.31),而C面与E面之间的尺寸精度等级相当于IT13级(30 ± 0.165).可见,设计基准不同,零部件的精度也不同.

综上所述,在图样中明确标注设计基准很有必要,事实上,日本等国的部分图样也有以某种形式标注设计基准的.

2 设计基准的标注方法

以下是笔者在多年工作实践基础上研究探索出的一套行之有效的标注设计基准的方法,供参考.

2.1 设计基准符号

设计基准符号由设计基准标符和设计基准代号组成,为便于使用,设计基准符号采用与形位公差的基准符号既相似,又有区别的表示方法:设计基准标符用细实线方框代替形位公差基准符号中的细实线圆圈标符(用于ISO标准时,以圆圈代替方框),方

框内填写设计基准代号,设计基准代号由水平书写的小写英文字母 d(d 表示设计基准,还可用 t 表示工艺基准, m 代表检验基准……)和下标组成(如图 4 所示).在不引起误解时,下标可省略,其他要求与形位公差基准符号的要求无异,如基准符号的线条粗细、符号大小规格等,这样标注既容易识别,又方便使用.

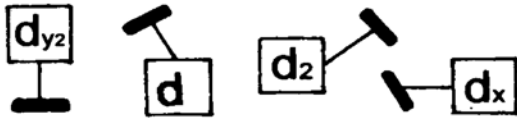


图 4

2.2 设计基准目标符号

设计基准目标符号由设计基准目标标符和设计基准目标代号组成,为统一起见,设计基准目标符号也采用与形位公差基准目标符号既相似,又有区别的表示方法:设计基准目标标符用细实线方框代替形位公差基准目标符号中的细实线圆圈标符(用于 ISO 标准时,以圆圈代替方框),方框分上下两个部分,上半部分填写给定的局部表面尺寸(直径或长×宽),下半部分填写设计基准目标代号,设计基准目标代号由水平书写的小写英文字母 d(d 表示设计基准,还可用 t 表示工艺基准……)和下标组成(如图 5 所示).在不引起误解时,下标可以省略,其他要求与形位公差基准目标符号的要求无异,如基准目标符号的线条粗细、符号大小规格等,这样的标注方法不但识别容易,而且使用简便.

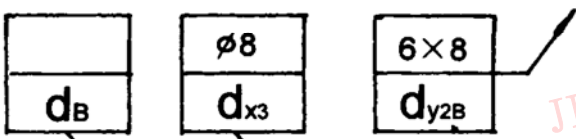


图 5

2.3 设计基准要素的标注方法

(1) 当设计基准要素为线或表面时,则设计基准符号应标注在该要素的轮廓线上或标注在其引出线上(如图 6 所示).

(2) 当设计基准要素为中心平面或无方向要求的轴线时,则设计基准符号应与该要素的尺寸线对齐(如图 7 所示).

(3) 当设计基准要素为圆锥体的轴线时,则设计基准符号应与圆锥体的大端或小端直径尺寸线对齐(如图 8 所示);当直径尺寸不能明显地区别圆锥



图 6

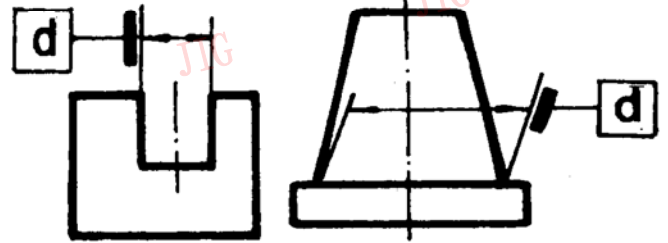


图 7

图 8

体与圆柱体时,则在圆锥体内另画出空白尺寸线,并将设计基准符号与该空白尺寸线对齐(如图 9 所示);当圆锥体采用角度尺寸标注时,则设计基准符号应对着该角度尺寸线标注(如图 10 所示).

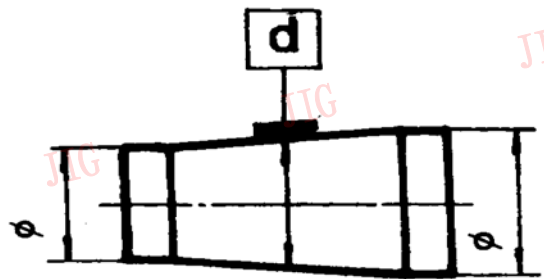


图 9

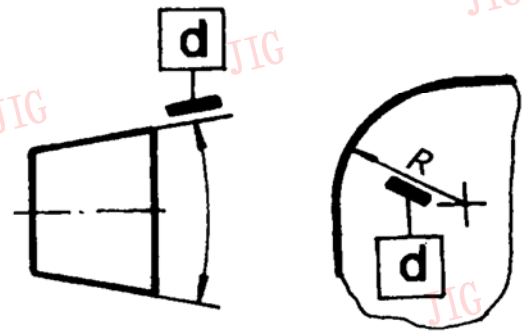


图 10

(4) 当设计基准要素是圆弧、圆或球的中心时,则在该半径尺寸线或尺寸的引出线上或对着该尺寸线标注设计基准符号(如图 11 所示).

(5) 当设计基准符号与尺寸线的箭头重叠时,则该尺寸线的箭头可以省略(如图 12 所示).

(6) 任选设计基准要素时,设计基准符号的标注方法(如图 13 所示).当需多个设计基准符号表示任选设计基准时,则各设计基准符号的基准类别代号包括下标都必须一致(如图 14 所示).

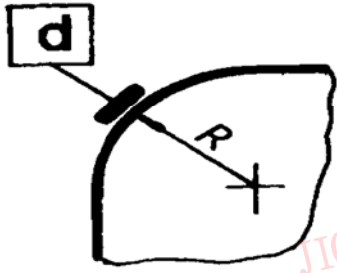


图 11

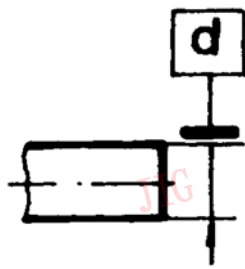


图 12

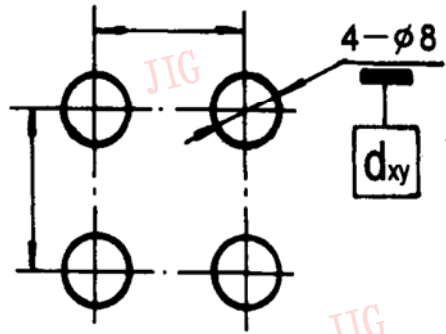


图 18

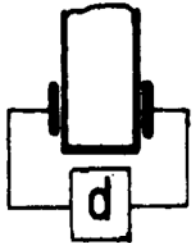


图 13

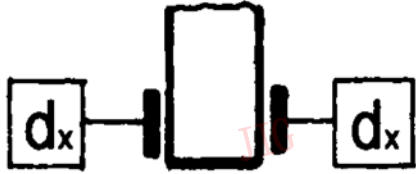


图 14

(7) 当设计基准要素为单一要素的轴线或无主次要求的多个要素的公共轴线或公共中心平面时, 则设计基准符号直接靠近该轴线或公共轴线、公共中心平面处标注(如图 15 所示); 如有主次要求或当多个要素的轴线或中心平面不能连续时, 则采用标注多个设计基准符号(除所附下标用大写字母 A、B、C 等表示主次顺序之外, 其他下标均应一致)来表示(如图 16 所示)。

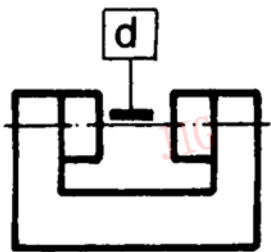


图 15

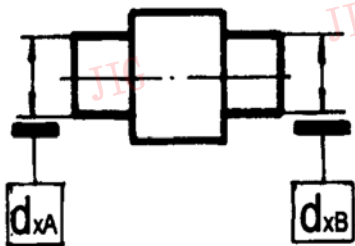


图 16

(8) 当设计基准符号的标注位置不够时, 则将设计基准符号标注在该要素的尺寸引出线上或形位公差框格的下方(如图 17 所示)。

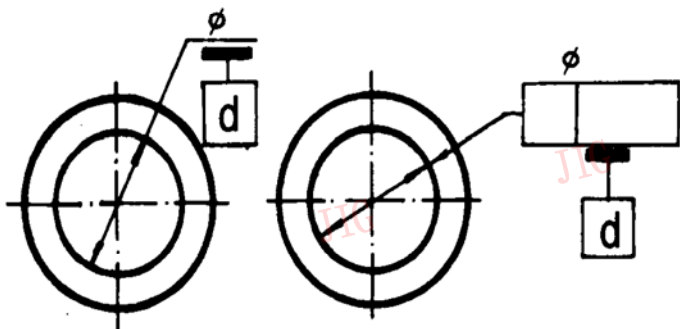


图 17

(9) 当设计基准为一组要素时, 则设计基准符号标注在该组要素的尺寸引出线上或形位公差框格下方(如图 18 所示)。

(10) 对于以规定代号表示规格的标准结构, 如螺纹、中心孔、花键、齿轮等, 当设计基准是其主参数的中心时, 则设计基准符号应正对着主参数的尺寸线进行标注, 也可在表示其规格的尺寸线上或引出线上标注设计基准符号(如图 19 所示); 否则, 应按前面所述规则, 结合制图要求进行标注或在设计基准符号的方框边上附加说明(如图 20 所示)。

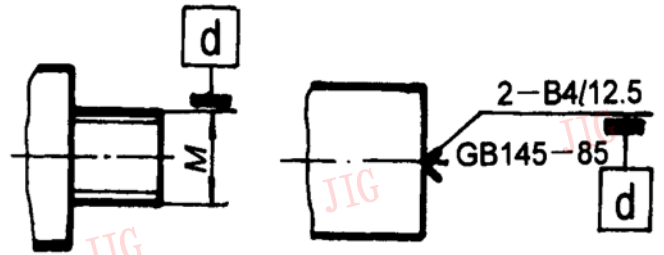


图 19

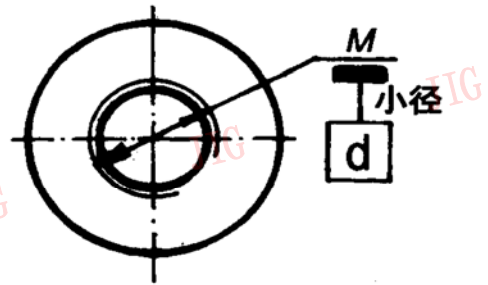


图 20

(11) 如需标注多个方向的设计基准符号时, 可附加下标(小写字母) x、y、z 等来区别. 如有必要, 还可在有关视图左下角附近画上指示方向的小坐标图(如图 21 所示), 在不引起误解时, 表示坐标方向的下标及小坐标图等均可酌情省略(如图 22 所示)。

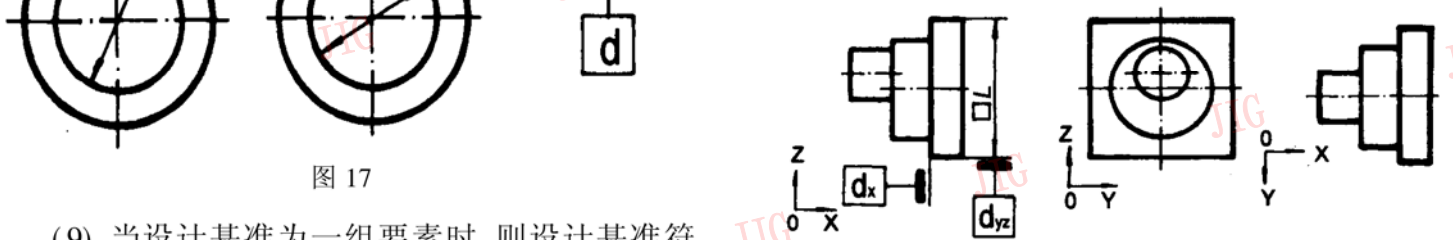


图 21

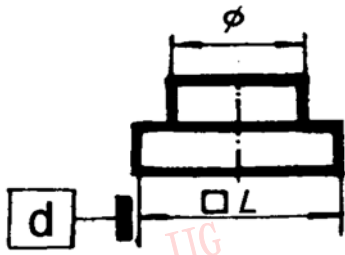


图 22

(12) 当同一方向上需标注多个设计基准符号时,可按使用功能的重要主次顺序附加下标 1、2……来表示主设计基准、次设计基准……(如图 23 所示),在不致引起误解时,主设计基准可省略下标“1”。

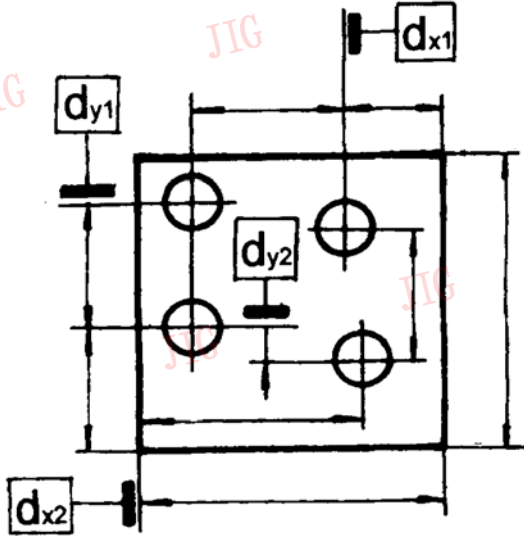


图 23

2.4 设计基准目标的标注方法

当需要在设计基准要素上指定某些点、线或局部表面作为设计基准时,应标注设计基准目标符号,同时用尺寸标明设计基准目标所在位置及大小尺寸,具体方法如下:

(1) 当设计基准目标为点时,可用“×”表示该点所在位置(如图 24 所示)。

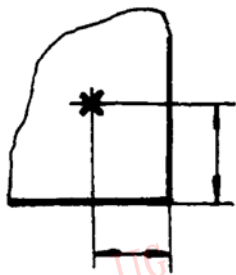


图 24

(2) 当设计基准目标为线时,可用点划线表示该线所在位置,并在棱边处标上“×”以示区别(如图 25 所示)。

(3) 当设计基准目标为局部表面时,可用点划线绘出该局部表面的图形和所在位置,并画上与水

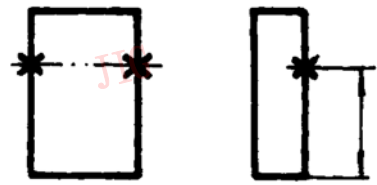


图 25

平方向成 45°的细实线(如图 26 所示)。

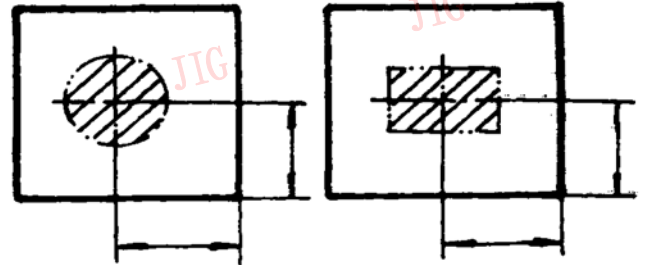


图 26

(4) 基准目标符号可附加下标(小写字母) x、y、z 等表示坐标方向(如有必要,还可以同时画出表示方向的小坐标图),附加下标 1、2……表示同一方向上的主设计基准目标、次设计基准目标……,附加下标(大写字母) A、B、C……表示同一设计基准目标的优先顺序,在不引起误解时,下标还可酌情省略(如图 27 所示)。

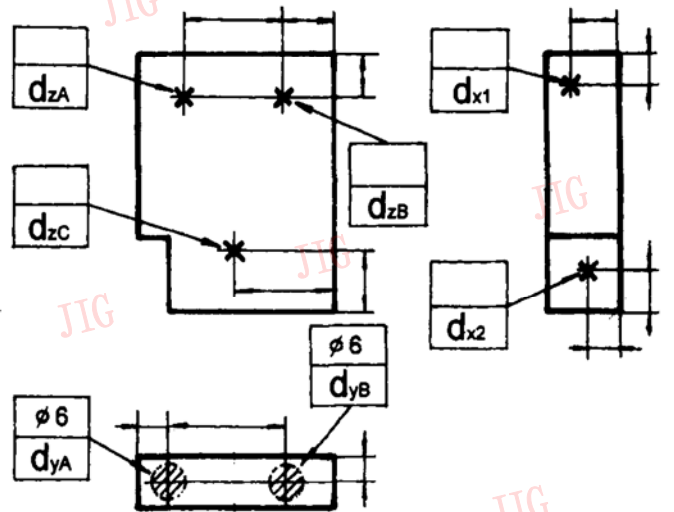


图 27

2.5 计算机绘图中实现设计基准标注的方法

(1) 对于目前已在使用的绘图软件,可由计算机绘图者将这些设计基准符号当作局部图样,采用计算机绘图的基本画法,按上述标注原则直接进行标注,或由计算机绘图者预先将上述设计基准符号,包括设计基准目标符号等做成图符或生成块,添加到图库中,在标注设计基准时,可直接调用这些图符或块进行标注。

(2) 对于今后编写新绘图软件,由于前述设计基准标注方法与形位公差的标注方法在实现技术上

是相类似的,故可采用类似的程序编写方法来方便地实现这一标注功能的设置,鉴于篇幅关系,本文就不再详述了。

3 小 结

众所周知,各种零部件都是以三维形式存在的,根据上述设计基准标注方法,在绝大多数情况下,一张零部件图样,即使是很复杂的零部件图样,一般也只需标注出3个方向的主设计基准,即一般只需标注出2个或3个设计基准符号(只标注最基本的符号,即不带下标,也不画出小坐标图,如,可将图21中3个小坐标图及设计基准代号的下标均略去不标),这样一来,由于标注了设计基准的图样,仅比未标注设计基准的图样增加了2~3个符号,图样显然不会因而变得复杂起来,所以使用起来非常简单。

由于所述标注方法是将设计基准符号直接标注在设计基准要素上,读图时一目了然,故工程图样采用此法标注设计基准之后,用图者不必通过任何分析判断,便可直接确定设计基准的位置。由于完全避免了因图样未标注设计基准而产生的上述各种弊端,如无法准确表达设计意图和零部件使用功能、分析判断设计基准的工作量和难度太大、耗时、用图者易误解设计意图等各种缺陷,从而使问题从根本上得以解决。

此外,图样在标注了设计基准之后,由于尺寸类型得以明确,故可有效解决未注公差与注出公差^[4]不统一及多种尺寸公差并存^[5]等许多难题,且各种公差的标注、使用,将更加简单,也更为合理科学,同时对解决未注形位公差的基准选择及其检测中遇到的诸多问题也将十分有利(另文讨论)。

参 考 资 料

- 1 王乃成. 机械图样主要内容剖析[M]. 北京:国防工业出版社, 1996: 103.
- 2 张玉禧. 画法几何及机械制图[M]. 北京:科学技术文献出版社, 1993: 200.
- 3 董杰,唐钟祺,许维曦等. 机械设计工艺性手册[M]. 上海:上海交通大学出版社, 1991: 3.
- 4 叶忻泉. 论未注公差与注出公差的统一问题[J]. 中国标准化, 1996, (9): 12~15.
- 5 叶忻泉. 论制定一个各行业统一使用的公差表[J]. 机械工业标准化, 1995, (8): 31~34.



叶忻泉 1956年生,1982年获天津轻工业学院工学士学位,温州大学高工,省电器技术情报网副网长、温州市质监协会常务理事、学术委员会主任。从事工程图样标识、质量管理、电器技术等研究。发表论文30多篇,发明国家专利6项,获各级科技进步奖和学术论文奖20多项。