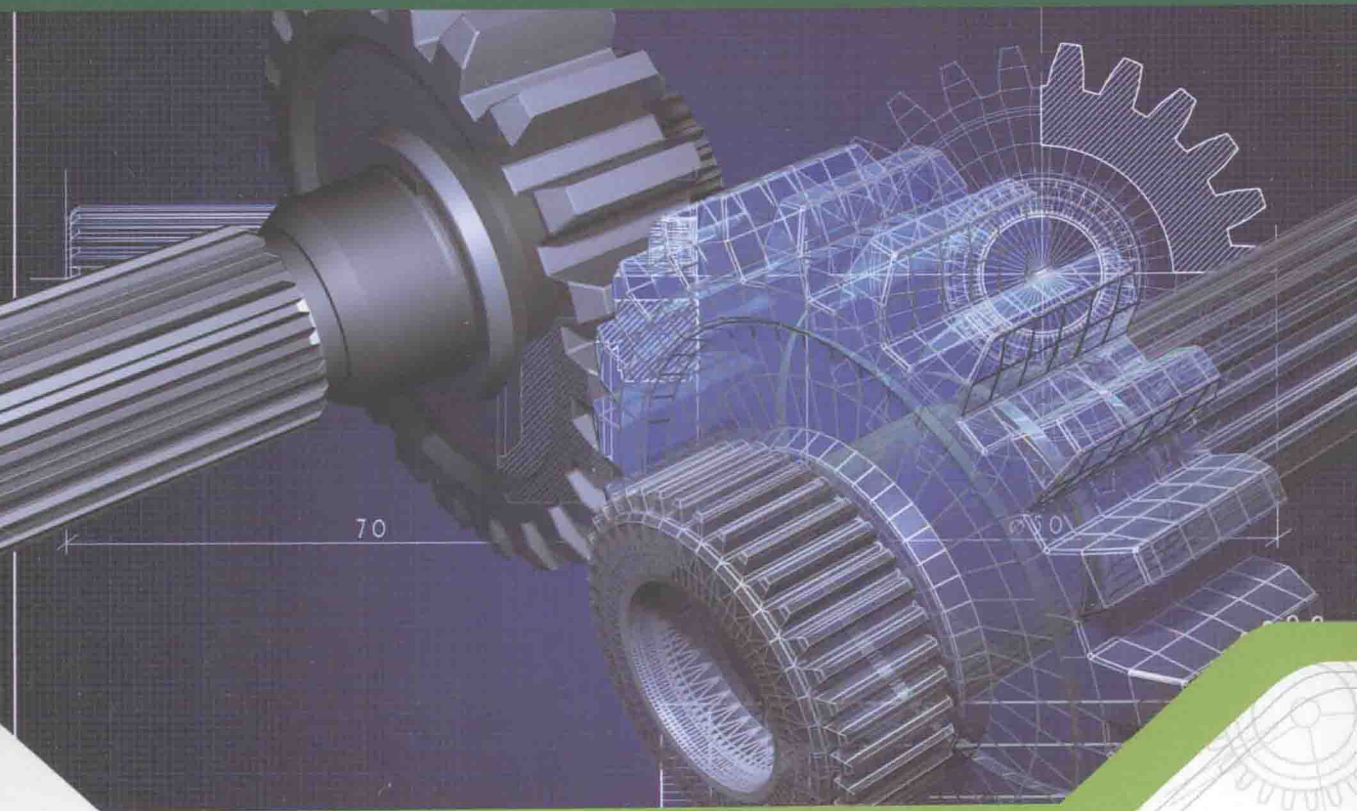




21世纪高等院校教育规划教材



金工实习

JINGONG SHIXI

主 编 苑苓苓
胡义华



东北师范大学出版社
Northeast Normal University Press

金工实习

主 审 徐德爱
主 编 苑苓苓 俞 庆 胡义华
副主编 吴立波 朱红建 刘 元 袁卫华
杜春平 徐成福 周雄新 范 超



NORTHEAST NORMAL UNIVERSITY PRESS
WWW.NENUP.COM

东北师范大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

金工实习/苑苓苓,俞庆,胡义华主编.

—长春:东北师范大学出版社,2013.1

ISBN 978-7-5602-0931-1

I. ①金… II. ①苑…②俞…③胡… III. ①金工加
工—教材 IV. ①TC-45

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 087977 号

责任编辑:许革晨

责任校对:王 丹

封面设计:亿辰图文

责任印制:刘兆辉

东北师范大学出版社出版发行

长春净月经济开发区金宝街 118 号(邮政编码:130117)

电话:0431—84568115

传真:0431—85695744

网址:<http://www.nenup.com>

电子函件:sdcbs@mail.jl.cn

北京俊林印刷有限公司

北京市平谷区峪口镇新北街 2 号

2014 年 5 月第 1 版 2014 年 7 月第 1 次印刷

幅面尺寸:185mm×260mm 印张:16 字数:316 千字

定价:37.50 元

前 言

金工实习(也称金工实训)是机械类或近机械类各专业的重要实践教学环节,它对培养学生的实践能力和学习后续课程起着重要作用。

通过本教材的学习,使学生熟悉机械制造的一般过程,掌握金属加工的主要工艺方法和工艺过程,熟悉各种设备和工具的安全操作及使用方法;了解新工艺和新技术在机械制造中的使用;掌握对简单零件冷热加工方法选择和工艺分析的能力;培养学生认识图纸、加工符号及了解技术条件的能力;通过本教材的学习,让学生养成热爱劳动,遵守纪律的好习惯,培养思考能力和理论联系实际的严谨作风;并为后续课程的学习和以后的工作打下良好的基础。

本教材在总结多年来金工实习教学改革成果的基础上,汇聚了各参编院校金工实习教学的改革经验,以适当拓宽基本工艺训练内容为基点,体现了新工艺、新材料、新技术的发展和应用。全书共 13 个项目,分别包括技术测量、工程材料、热处理、铸造、锻压、焊接、钳工、金属切削基本知识、车削加工、铣削加工、刨削加工、磨削加工和数控机床加工与特种加工简介等内容,并且在每个项目后面都附有思考题。

本教材的主要特色如下:

1. 概念、术语、定义采用国家最新标准,体现了学科的前沿性。
2. 项目引导、任务驱动、以工作过程为导向,每个项目中设立若干个任务,融“教、学、做、练”于一体,培养了学生理论联系实际的能力。
3. 本教材图例丰富,在讲解内容中穿插图例,更加形象生动。

本书可作为各类高等院校、本科院校、独立院校、成人高校机械类或近机械类专业的金工实习教材,也可供有关工程技术人员和技术工人等学习选用或参考。

编 者

目 录

项目 1 技术测量	1
1.1 机械加工精度及表面粗糙度	1
1.2 技术测量基础	12
1.3 长度及角度测量	19
1.4 形状与位置误差的检测原则	20
思考题	22
项目 2 工程材料	24
2.1 金属材料的种类、性能及用途	24
2.2 非金属材料的种类、性能及用途	31
思考题	37
项目 3 热处理	38
3.1 热处理的基本知识	38
3.2 热处理常见缺陷及防止方法	45
思考题	48
项目 4 铸 造	49
4.1 概 述	49
4.2 砂型铸造	50
4.3 浇注系统	61
4.4 冒 口	64
4.5 浇 注	65
4.6 落砂和清理	65

4.7 铸件的主要缺陷及其产生原因	66
4.8 铸造工艺图	68
4.9 金属的熔炼	69
思考题	75
项目 5 锻 压	77
5.1 概 述	77
5.2 坯料的加热和锻件的冷却	78
5.3 自由锻	81
5.4 胎模锻	86
5.5 冲 压	87
5.6 锻压缺陷及原因分析	93
思考题	94
项目 6 焊 接	95
6.1 焊接和气割实习安全技术	95
6.2 概 述	96
6.3 焊接和气割基本操作过程	109
6.4 其他焊接方法	113
思考题	118
项目 7 钳 工	119
7.1 钳工实习安全技术	119
7.2 概 述	120
7.3 钳工工作台和台虎钳	120
7.4 划线基本操作过程	121
7.5 錾削基本操作过程	127
7.6 锯切基本操作过程	130
7.7 锉削基本操作过程	133
7.8 钻孔、扩孔和铰孔基本操作过程	136
7.9 攻丝和套丝基本操作过程	144
7.10 刮削基本操作过程	146
7.11 装配基本操作过程	149

思考题	152
项目 8 金属切削基本知识	154
8.1 切削加工的运动分析	155
8.2 刀具材料	158
8.3 切削过程中的物理现象	159
8.4 切削液	161
思考题	162
项目 9 车削加工	164
9.1 车削实习安全技术	164
9.2 概 述	165
9.3 卧式车床	166
9.4 车 刀	169
9.5 零件的安装及车床附件	171
9.6 车床操作要点	176
9.7 车削工艺	180
思考题	189
项目 10 铣削加工	191
10.1 铣削实习安全技术	191
10.2 铣削加工概述	191
10.3 铣 刀	200
10.4 铣削加工基本方法	204
思考题	210
项目 11 刨削加工	212
11.1 刨削实习安全技术	212
11.2 刨削加工概述	212
11.3 牛头刨床	214
11.4 刨刀工件及所用附件	217
11.5 刨削方法	219

11.6 其他刨床简介	222
思考题	223
项目 12 磨削加工	225
12.1 磨削实习安全技术	225
12.2 磨削加工概述	225
12.3 磨 床	227
12.4 砂 轮	230
12.5 磨削基本操作工作	234
思考题	237
项目 13 数控机床加工与特种加工简介	239
13.1 概 述	239
13.2 数控机床的分类及特点	239
13.3 机床坐标系	242
13.4 特种加工	245
思考题	246
参考文献	247

项目 1 技术测量



实习要求

1. 了解机械加工精度的作用和意义。
2. 了解表面粗糙度的种类。
3. 了解技术测量的概念及所使用的器具。
4. 了解长度及角度测量的要求和方法。
5. 了解形状与位置误差的检测原则和方法。

1.1 机械加工精度及表面粗糙度

一、机械加工精度

机械加工精度包括尺寸精度、形状与位置精度。

1. 尺寸精度

(1) 加工精度与加工误差

加工精度是指机械零件加工后的实际几何参数(尺寸大小、几何形状、相互位置)与理论几何参数的符合程度。符合程度越高,加工精度就越高。

加工误差是指机械零件加工后的实际几何参数与理论几何参数的偏离程度,偏离程度越大,加工误差就越大。加工误差越大,则加工精度就越低,反之越高。

(2) 基本尺寸

基本尺寸是指机械零件在设计时给定的尺寸,如图 1-1 是孔和轴的基本尺寸的标注示例。一般孔的基本尺寸用“ D ”表示,轴的基本尺寸用“ d ”表示。

(3) 极限尺寸与偏差

在设计时允许尺寸变化的两个界限为极限尺寸,其中一个为最大极限尺寸,另一个为最小极限尺寸,分别以 $D_{\max}$ 、 $D_{\min}$ 和 $d_{\max}$ 、 $d_{\min}$ 代表孔和轴的最大极限尺寸及最小极限

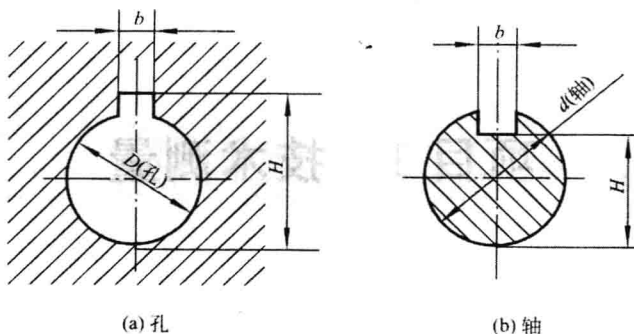


图 1-1 孔和轴的基本尺寸标注示例

尺寸。

尺寸偏差是指某一尺寸减去基本尺寸所得的代数差,最大极限尺寸减去基本尺寸所得的代数差为上偏差;最小极限尺寸减去基本尺寸所得的代数差为下偏差,如图 1-2 所示(图中零线即表示基本尺寸)。

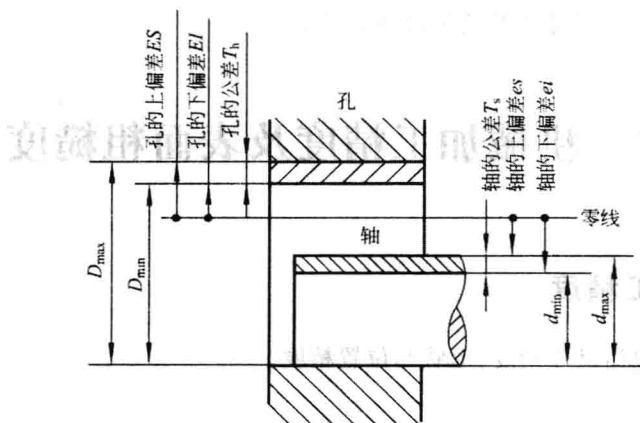


图 1-2 极限尺寸、偏差、公差

偏差有正值、负值、零值 3 种。

(4) 公差

公差是允许尺寸的变动量,是最大极限尺寸与最小极限尺寸代数差的绝对值。

基本尺寸、偏差、公差都已标准化,可以参考相应的国家标准。

例如,图样中标注孔 $\phi 25^{+0.021}_0$ mm、轴 $\phi 25^{-0.007}_{-0.020}$ mm,如图 1-3 所示,计算极限尺寸、偏差、公差。

因为孔和轴的基本尺寸都是 $\phi 25$ mm。

① 计算孔的极限尺寸、偏差、公差。

孔的最大极限尺寸: $D_{\max} = \phi 25.021$ mm

孔的最小极限尺寸: $D_{\min} = \phi 25.000$ mm

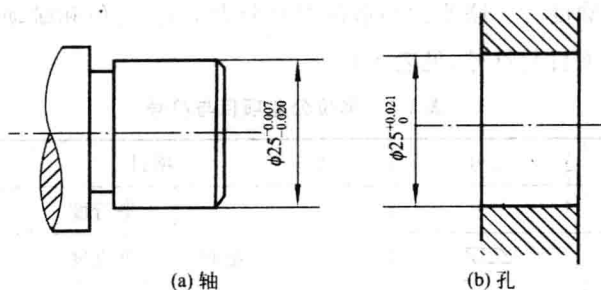


图 1-3 轴和孔尺寸的标注示例

孔的上偏差(用 ES 表示):

$$ES = D_{\max} - D = (25.021 - 25.000) \text{ mm} = 0.021 \text{ mm}$$

孔的下偏差(用 EI 表示):

$$EI = D_{\min} - D = (25.000 - 25.000) \text{ mm} = 0 \text{ mm}$$

孔的公差(用 T_h 表示):

$$T_h = D_{\max} - D_{\min} = (25.021 - 25.000) \text{ mm} = 0.021 \text{ mm}$$

②计算轴的极限尺寸、偏差、公差。

轴的最大极限尺寸: $d_{\max} = \phi 24.993 \text{ mm}$

轴的最小极限尺寸: $d_{\min} = 24.980 \text{ mm}$

轴的上偏差(用 es 表示):

$$es = d_{\max} - d = (24.993 - 25.000) \text{ mm} = -0.007 \text{ mm}$$

轴的下偏差(用 ei 表示):

$$ei = d_{\min} - d = (24.980 - 25.000) \text{ mm} = -0.020 \text{ mm}$$

轴的公差(用 T_s 表示):

$$T_s = d_{\max} - d_{\min} = (24.993 - 24.980) \text{ mm} = 0.013 \text{ mm}$$

2. 形状与位置精度

形状与位置精度用形状与位置公差来表示。形状与位置公差(简称形位公差)是针对形状与位置误差(简称形位误差)而言的。所谓形位误差是指被测几何要素对其理想几何要素的变动量;形位公差是指实际几何要素对理想几何要素所允许的变动量。

《形状和位置公差》国家标准包括代号与注法(GB 1182—1980)、术语与定义(GB 1183—1980)、未注公差的规定(GB 1184—1980)、检测规定(GB 1958—1980)。

(1) 形位公差的分类及项目与符号

①形位公差的分类。零件工作图上仅对要素本身给出形位公差的要素称为单一要素;对其他有功能关系的要素称为关联要素。形位公差是以零件几何要素进行分类的,即单一形位误差和关联形位误差。单一要素的形位误差包括直线度、平面度、圆度、圆柱

度、线轮廓度、面轮廓度。关联要素的形位误差分为定向、定位和跳动误差。

②形位公差的项目与符号,见表 1-1。

表 1-1 形位公差项目与符号

分类	项目	符号	分类	项目	符号
形状公差	直线度		定向	平行度	$\parallel$
	平面度			垂直度	$\perp$
	圆 度	$\bigcirc$		倾斜度	$\angle$
	圆柱度		定位	同轴度	$\odot$
	线轮廓度			对称度	$\equiv$
	面轮廓度			位置度	$\oplus$
			跳动	圆跳动	
				全跳动	

(2)形位公差的标注

①直线度。直线度是指零件上被测直线偏离其理想形状的程度。在给定平面内的直线度如图 1-4(a)所示。

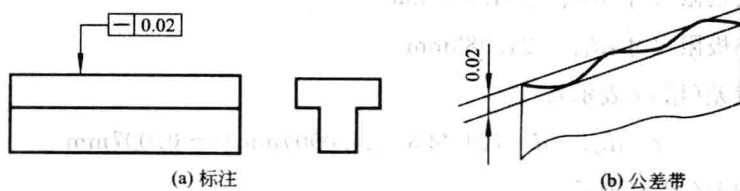


图 1-4 直线度

②平面度。平面度是指被测平面平的程度。如图 1-5 表示的是平面度的标注及其公差带。

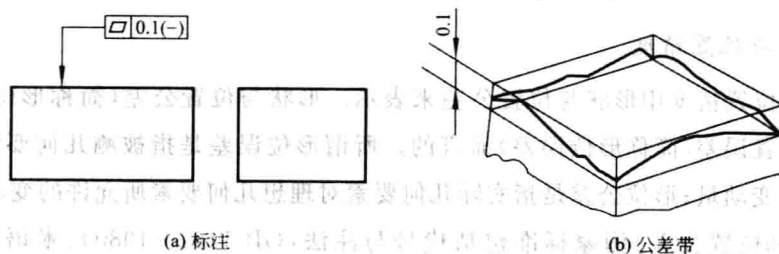


图 1-5 平面度

③圆度。圆度是限制实际圆对理想圆变动量的指标。如图 1-6 表示,在垂直于轴线的任意正截面上,该圆必须位于半径差为公差值 $t(0.02\text{mm})$ 的两个同心圆之间。

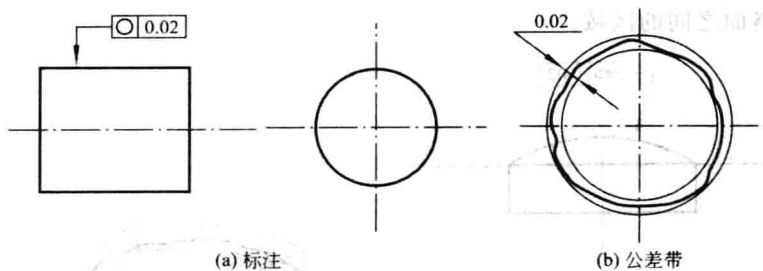


图 1-6 圆度

④圆柱度。圆柱度是限制实际圆柱对理想圆柱变动量的一项综合指标。如图 1-7 表示,圆柱面必须位于半径差为公差值 $t(0.05\text{mm})$ 的两个同轴圆柱面之间。

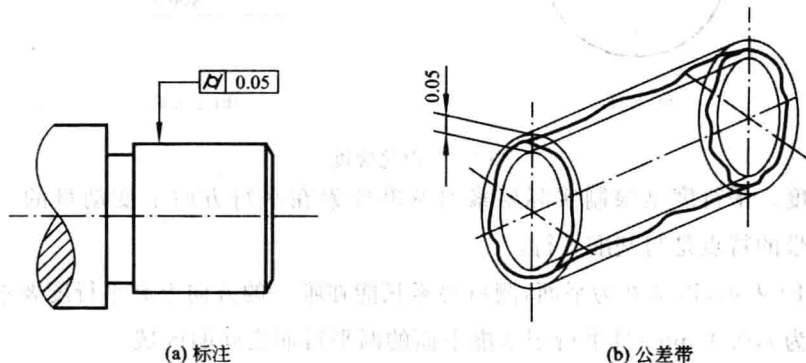


图 1-7 圆柱度

⑤线轮廓度。线轮廓度是对曲线形状精度的要求,也是限制实际曲线对理想曲线变动量的一项指标。如图 1-8 表示,线轮廓度公差带为包括一系列直径为公差值 $t(0.04\text{mm})$ 的圆的两条包络线之间的距离。

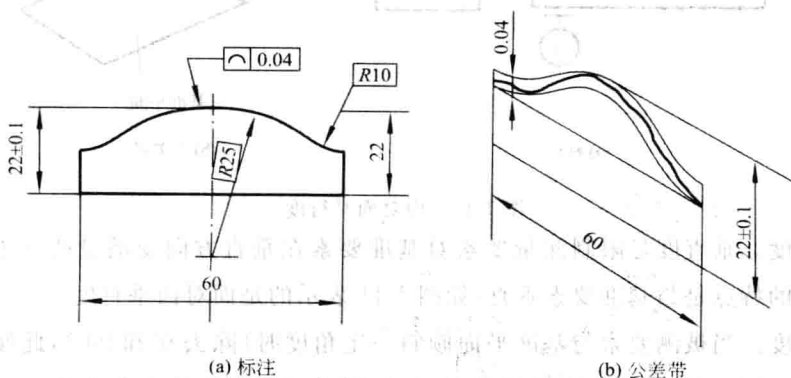


图 1-8 线轮廓度

⑥面轮廓度。面轮廓度是对曲面精度的要求,也是限制实际曲面对理想曲面变动量的一项指标。如图 1-9 表示,面轮廓度公差带为包括一系列直径为公差值 $t(0.02\text{mm})$ 的

球的两个包络面之间的区域。

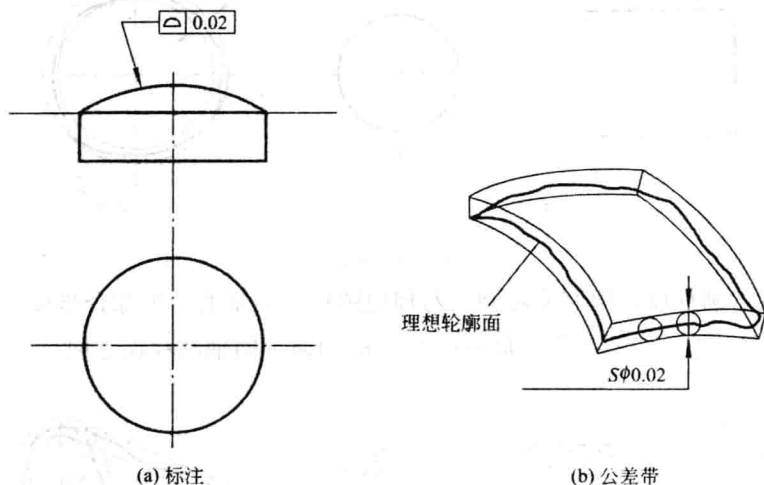


图 1-9 面轮廓度

⑦平行度。平行度是限制实际要素对基准要素在平行方向上变动量的一项指标。平行度公差带的特点是与基准平行。

如图 1-10 表示,以基准为平面,测量要素只能在唯一的方向上有平行度要求,其公差带为公差值为 $t(0.05\text{mm})$ 且平行于基准平面的两平行面之间的区域。

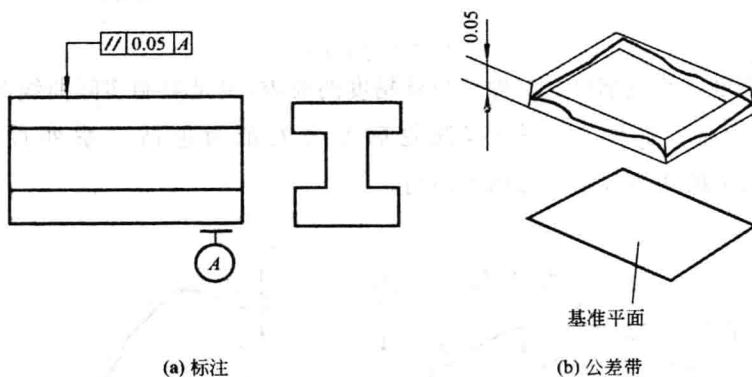


图 1-10 面对面平行度

⑧垂直度。垂直度是限制测量要素对基准要素在垂直方向变动量的一项指标。垂直度公差带的特点是与基准要素垂直,如图 1-11 表示的是面对面垂直度。

⑨倾斜度。当被测要素与基准平面倾斜一定角度时(除去 0° 和 90°),此倾斜角度称为倾斜度。如图 1-12(a)为倾斜度的标注方法,其公差带是距离为公差值 $t(0.08\text{mm})$ 且与基准平面成一定理论正确角度的两个平行平面之间的区域,如图 1-12(b)所示。

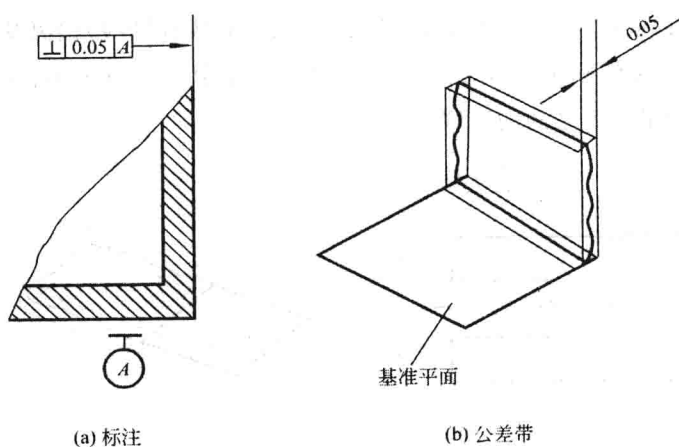


图 1-11 面对面垂直度

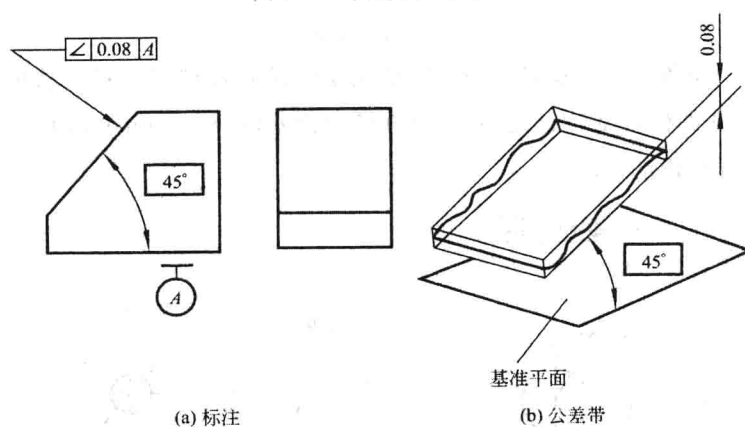


图 1-12 倾斜度

⑩同轴度。同轴度是限制被测轴线偏离基准轴线的一项指标。被测轴线相对基准轴线可以有平移误差、倾斜误差、弯曲误差。如图 1-13 的标注表示， ϕd 的轴线必须位于直径为公差值 t (0.1mm) 且与基准轴线同轴的圆柱面内。同轴度影响机械的旋转精度及装配要求。

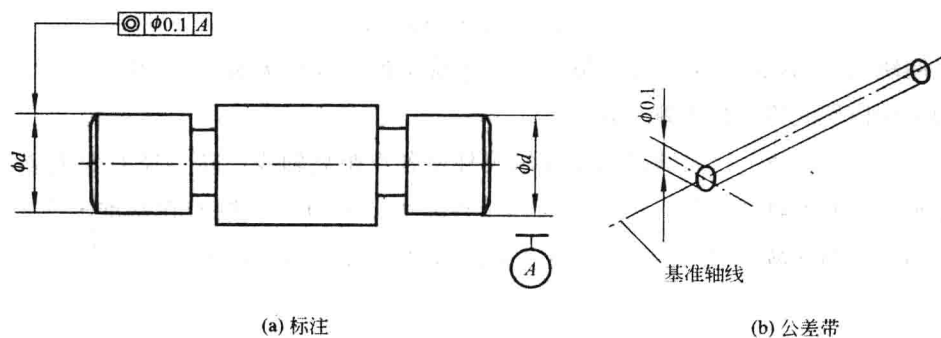


图 1-13 同轴度

⑪对称度。对称度是限制中心要素(中心平面、中心线或轴线)偏离基准中心要素的一项指标。如图 1-14 的标注表示,公差带为距离为公差值 $t(0.1\text{mm})$ 且相对基准中心平面对称配置的两个平行面之间的区域。

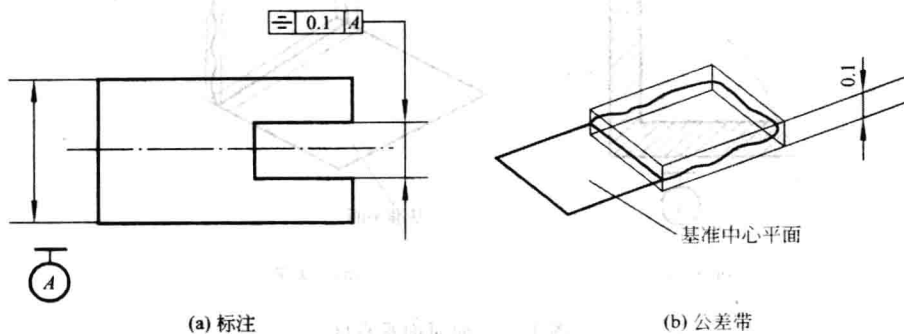


图 1-14 面对面对称度

⑫位置度。位置度是限制被测点、线、面的实际位置对理想位置变动量的一项指标。如图 1-15 表示孔的位置度(点),公差带为直径为公差值 $t(0.3\text{mm})$ 且以中心线的理想位置为轴线的圆柱面内的区域。

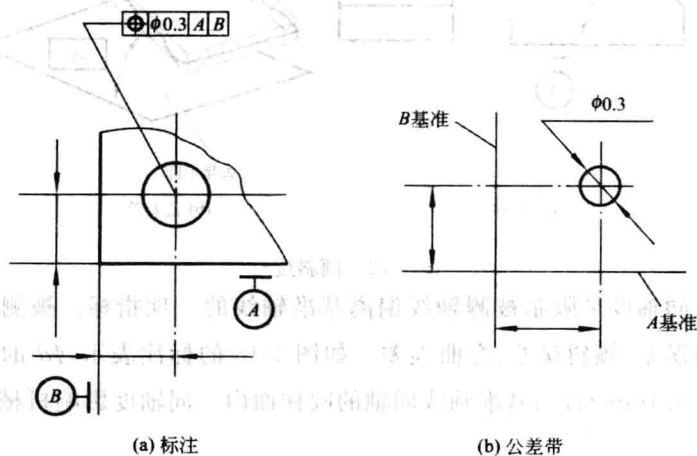


图 1-15 孔的位置度(点)

⑬圆跳动。圆跳动公差是指关联实际要素绕基准轴线作无轴向移动回转一周时,在任一测量面内所允许的最大跳动量。

I. 径向圆跳动。径向圆跳动是反映圆柱面各点距离轴线回转半径的变化量,其公差带是垂直于基准轴线的任一测量平面内半径差为公差值 t ,且圆心在基准轴线上的两个同心圆之间的区域,如图 1-16 所示为径向圆跳动, t 值为 0.05mm 。

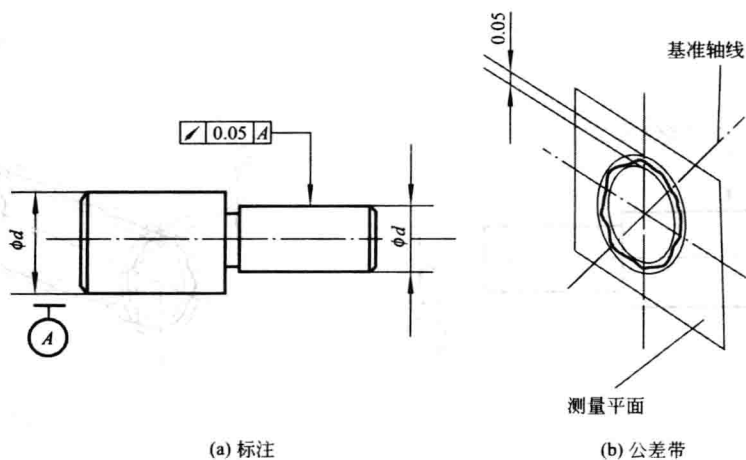


图 1-16 径向圆跳动

Ⅱ. 端面圆跳动。端面圆跳动是反映端面上各点绕基准轴线在回转时沿轴向的变动量,其公差带是与基准轴线同轴的任意直径位置的测量圆柱面上沿母线方向宽度为 t 的圆柱面区域。如图 1-17 所示为端面圆跳动, t 值为 0.05mm。

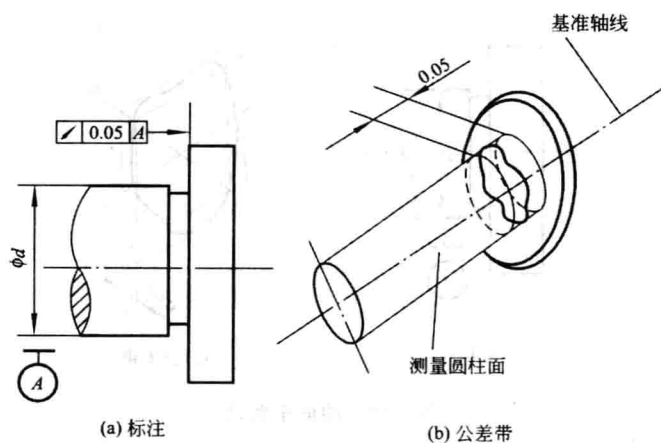


图 1-17 端面圆跳动

⑭全跳动 全跳动是整个测量要素相对于基准要素的跳动总量。

I. 径向全跳动。如图 1-18 表示,径向全跳动的公差带是半径差为公差值 t (0.2mm),且与基准轴线同轴的两个圆柱面之间的区域。