

21 21世纪全国高职高专机电类规划教材

机械制造技术基础

JIXIE ZHIZAO JISHU JICHU

栾敏主编



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

专机电类规划教材

机械制造技术基础

栾 敏 主 编

胡育辉 副主编



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书以高职院校机械设计与制造、模具设计与制造等专业领域技能型人才培养培训的指导思想为基础,打破传统的教学模式,采用理论实践一体化教学法,帮助学生积累实际工作经验,突出职业教育的特色,全面提高学生的职业能力和综合素质。通过本书的学习,使学生在掌握了常用标准件、常规测量工具、工程材料与热处理、常见机械加工及设备的基础上,学习机械加工工艺等机械制造所必备的基础理论知识;了解车(铣)工操作等相关工种的基本知识和工艺特点,培养学生对机械制造、模具制造的全面认识和能力。

本书可作为高职机械设计与制造专业、模具设计与制造专业的相关课程教材,以及同类专业的机械制造基础知识参考书,也可供技术工人进行职业资格认证时机械制造技术基础知识的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造技术基础 / 栾敏主编. —北京: 北京大学出版社, 2009.2

(21世纪全国高职高专机电类规划教材)

ISBN 978-7-301-13064-3

I. 机… II. 栾… III. 机械制造工艺—高等学校: 技术学校—教材 IV. TG659

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第192180号

书 名: 机械制造技术基础

著作责任者: 栾敏 主 编

责任编辑: 桂春 刘晶平

标准书号: ISBN 978-7-301-13064-3/TH·0063

出 版 者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路205号 100871

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62765126 出版部 62754962

网 址: <http://www.pup.cn>

电子信箱: xxjs@pup.pku.edu.cn

印 刷 者: 涿州市星河印刷有限公司

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787毫米×980毫米 16开本 15印张 205千字

2009年2月第1版 2009年2月第1次印刷

定 价: 27.00元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话: 010-62752024; 电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

前 言

机械制造技术基础课程是机械制造类专业领域技能型人才核心教学的专业课部分。以培养学生掌握机械制造的基础知识,具备机械制造的基本技能为出发点,内容包括机械制造中最常用的标准件与常用件,机械加工常用量具、量仪,工程材料与热处理基础知识,刀具、夹具等机械加工准备工作,机械切削加工方法与设备,机械制造工艺基础知识。本书包含机械制造专业和模具制造专业等近机类专业的专业基础知识部分,以高职院校机械设计制造、模具设计与制造等专业领域技能型人才培养培训的指导思想为基础,打破传统的教学模式,采用理论实践一体化教学法,帮助学生积累实际工作经验,突出职业教育的特色,全面提高学生的职业能力和综合素质。通过本书的学习,使学生在掌握了常用标准件、常规测量工具、工程材料与热处理、常见机械加工及设备的基础上,学习机械加工工艺等机械制造所必备的基础理论知识;了解车(铣)工操作等相关工种的基本知识和工艺特点,培养学生对机械制造、模具制造的全面认识和能力。本书可作为高职机械设计与制造专业、模具设计与制造专业的相关课程教材,以及同类专业的机械制造基础知识参考书,也可供技术工人进行职业资格认证时机械制造技术基础知识的培训教材。

本书由沈阳职业技术学院栾敏任主编,胡育辉任副主编。参加编写的有沈阳职业技术学院栾敏(绪论、第6章),北京信息职业技术学院冯志群(第1章),沈阳职业技术学院胡育辉(第2章)、张红兵(第3章)、王坤(第4章)、祝溪鸣(第5章5.1节、5.2节)、张泉(第5章5.3节、5.4节、5.5节、5.6节)。

本书在编写过程中参考了兄弟院校老师编写的有关教材及其他资料,并得到相关院校的大力支持,在此表示衷心感谢!

鉴于作者水平有限,书中难免有欠妥之处,敬请各院校师生和广大读者批评指正。

编 者

2008年11月

目 录

0 绪论	1
第1章 标准件与常用件	4
1.1 螺纹及螺纹紧固件	4
1.1.1 螺纹	4
1.1.2 常用螺纹紧固件	11
1.2 齿轮	14
1.2.1 圆柱齿轮的基本参数	14
1.2.2 直齿圆柱齿轮的规定画法	16
1.3 键和销连接	19
1.3.1 键连接	19
1.3.2 销连接	21
1.4 弹簧	21
1.5 滚动轴承	24
第2章 机械加工常用量具、量仪	28
2.1 卡尺类测量器具	28
2.1.1 游标卡尺	28
2.1.2 其他游标卡尺	31
2.2 千分尺类测量器具	33
2.2.1 外径千分尺	33
2.2.2 其他类型千分尺	36
2.3 指示表类测量器具	38
2.3.1 百分表	38
2.3.2 杠杆百分表	41
2.3.3 内径百分表	42
2.4 角度测量器具	43
2.4.1 直角尺	43
2.4.2 游标万能角度尺	45
2.4.3 其他角度测量工具	47
2.5 其他检测器具简介	48
2.5.1 量块	48

2.5.2	量规	50
2.5.3	三坐标测量机	52
第 3 章	工程材料与热处理基础知识	56
3.1	工程材料的性能指标	56
3.1.1	材料的力学性能	56
3.1.2	材料的物理、化学性能	60
3.1.3	材料的工艺性能	61
3.2	常用工程材料的应用举例	62
3.2.1	碳素结构钢	62
3.2.2	铸铁	63
3.2.3	有色金属材料	66
3.2.4	非金属材料	69
3.3	材料的强化与工艺	73
3.3.1	热处理的工艺过程	74
3.3.2	基本热处理方法	76
3.3.3	其他热处理方法	78
第 4 章	机械加工准备工作	81
4.1	切削加工原理及刀具角度	81
4.1.1	金属切削加工的基本概念	81
4.1.2	刀具的角度	83
4.1.3	切削用量	85
4.1.4	切削速度	85
4.1.5	进给量	86
4.1.6	背吃刀量	86
4.1.7	切削层参数	87
4.1.8	积屑瘤	88
4.2	切削力、切削热、切削温度	89
4.2.1	切削力	89
4.2.2	切削热与切削温度	90
4.2.3	切削液的选择	90
4.2.4	切削液的作用与种类	90
4.2.5	切削液的合理选择与使用方法	92
第 5 章	金属切削加工方法与设备	95
5.1	车削加工	95
5.1.1	车床的种类	95

5.1.2	车床的结构	102
5.1.3	车削加工范围	104
5.1.4	车削刀具与夹具	106
5.1.5	车削加工方法	114
5.2	铣削加工	122
5.2.1	铣床的种类	122
5.2.2	铣床的结构	124
5.2.3	铣削刀具与夹具	125
5.2.4	铣削加工范围	128
5.2.5	铣床的附件	130
5.2.6	铣床的操作	133
5.3	刨削加工	135
5.3.1	概述	135
5.3.2	刨削的主要切削要素	136
5.3.3	刨床的种类	137
5.3.4	刨刀及其安装	139
5.3.5	工件的装夹	141
5.3.6	刨削加工方法	144
5.4	磨削加工	149
5.4.1	概述	149
5.4.2	磨削的主要切削要素	150
5.4.3	磨床的种类	151
5.4.4	砂轮种类及安装	153
5.4.5	磨削加工方法	159
5.5	钻削、铰削及镗削加工	165
5.5.1	钻削加工	165
5.5.2	铰削加工	177
5.5.3	镗削加工	180
5.6	其他加工方法	187
5.6.1	插削加工	187
5.6.2	拉削加工	189
第6章	机械加工工艺基础	196
6.1	机械加工工艺规程概述	196
6.1.1	机械加工工艺过程的组成	196
6.1.2	生产类型及工艺特征	200

6.1.3	机械加工工艺规程.....	202
6.2	夹具的基本知识.....	205
6.2.1	基准的概念及分类.....	206
6.2.2	工件的安装.....	206
6.2.3	工件的定位原理.....	207
6.2.4	六点定位的应用.....	208
6.3	零件的工艺分析.....	212
6.3.1	零件图和部件装配图的识别.....	212
6.3.2	零件的技术要求.....	214
6.4	毛坯的选择.....	215
6.4.1	常用的毛坯类型及制造方法.....	215
6.4.2	毛坯的形状与尺寸.....	215
6.4.3	毛坯选择时应考虑的因素.....	216
6.5	定位基准的选择.....	216
6.5.1	粗基准的选择.....	217
6.5.2	精基准的选择.....	218
6.6	零件表面加工方案的选择.....	220
6.6.1	不同加工方案的选择.....	220
6.6.2	常见零件表面的加工方案.....	221
6.7	机械加工工艺路线的拟定.....	224
6.8	机械加工工序设计与实施.....	226
6.8.1	确定加工余量.....	227
6.8.2	影响加工余量的因素.....	228
6.8.3	确定加工余量的方法.....	229
	参考文献.....	231

0 绪 论

在工业、农业、能源、交通运输、科研和国防等各个部门中，广泛使用着各种工具、仪器和机械设备。生产这些工具、仪器和机械设备的工业称为机械制造业。机械制造业历来是应用科学技术的主要领域，是应用先进的科学技术推动社会、经济发展的主导产业。机械制造业的主要任务就是为国民经济各个部门研究、设计和制造现代化的技术装备。现代化的科学技术，都以相适应的机械装备为物质基础。机械装备的技术性能、质量和可靠性在很大程度上决定了国民经济各部门的生产技术水平和经济效益。

然而，机械工业的发展在很大程度上又取决于机械制造技术的发展，机械制造技术是研究制造机械产品的加工原理、工艺过程和制造方法及相应设备的一门工程技术。本教材则是介绍机械制造技术的基础内容。

机械是由很多部件和零件构成的。一辆汽车是由车身、发动机、变速装置、车轮等部分组成。

一台普通车床是由主轴箱、进给箱、溜板箱、尾座和床身等构成的。

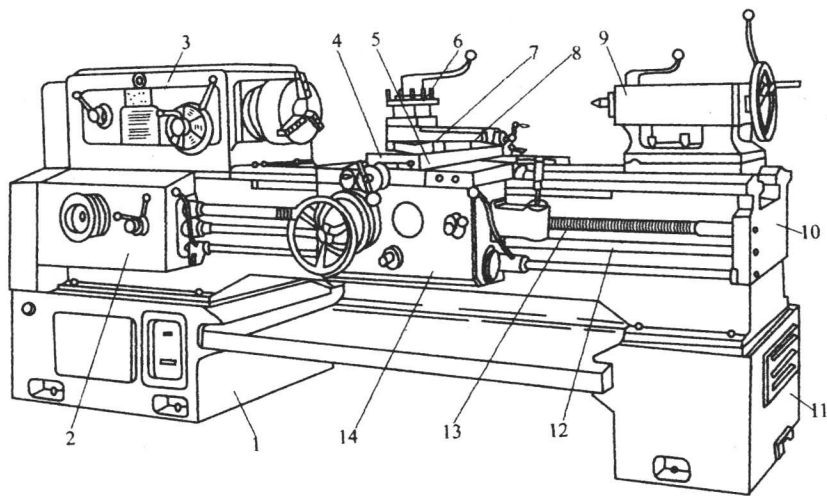


图 0.1 普通车床的结构

- 1—左床腿；2—进给箱；3—主轴箱；4—床鞍；5—中滑板；6—刀架；7—回转盘；8—小滑板；
9—尾座；10—床身；11—右床腿；12—光杠；13—丝杠；14—溜板箱

各种机械零部件形状各异、功能不同，通常由金属、非金属等多种材料制成。人类进步的最大标志是使用工具，其次就是发现和利用金属。当今社会几乎所有事务都依赖于金属，大量的钢铁用于汽车、轮船、飞机、桥梁、建筑、机械设备和其他许多产品。

普通机械零件的基本制造工艺有铸造、锻造、冲压、焊接、机械加工、注塑成形等。在所有将原材料转换为成品的制造方法中，机械加工起着最重要的作用。而用各种刀具对工件进行切削加工则一直是机械制造业中最基本的加工方法。车、铣、刨、磨一直在机械制造业中发挥着主要作用。在机械制造过程中，首先利用铸造、锻造或焊接的方法制造出所需零件的毛坯，再对需要更高精度的表面进行切削加工，最终得到所需精度的零件。将制成的各类零件经过装配即成为机器或其他产品。在机械制造业，切削加工的一些主要变化通常取决于加工工艺的方案选择、刀具路线的确定、刀具材料和产品原材料的变换上。

很早以前人们就能够以绘图方式交流彼此之间的想法。产品的设计者采用制图方式表示设计者的设计意图，通过图纸和生产者之间建立了一条重要的信息沟通渠道。不用绘图方法在图纸上表现设计思想，产品的技术设计就不能进行。图样设计还提供了产品在初期设计中的各种论证方案。很多不成熟的设计在绘图阶段便被否决，利用绘图手段帮助人们思考、分析、相互讨论，并逐步积累出成熟的方案。从而避免了大量设备、资金的盲目投入，减少了产品设计开发阶段的经济损失。因为所有的设计思想，包括不能制造的产品，都可以用图形表示出来。一方面，设计者要知道所面临的制造工艺问题；另一方面，生产者也要通过设计图上各种符号、图形的设计含义理解设计者的设计意图，并将这些术语、符号所表达的设计思想应用到产品中去。

近年来，电子计算机的出现提高了机械制造业的速度和自动化程度。数控机床已经在机械加工行业得到了广泛的应用。采用现代数控加工设备，能够以高精度、高效率、高可靠性、可自动重复的加工方式，加工不同的零部件产品。虽然现在对零件的形状、结构、性能的要求越来越高，机械加工工艺越来越复杂，但由于计算机的引入、数控技术的发展使加工方法日趋成熟，原来靠手动控制的方法加工零件现在其复杂度和精度都由计算机来保证。在一些企业中很多原来精度无法保证的产品甚至不可能制造的产品现在都被数控机床加工出来了。未来几年，这些由计算机控制的自动化设备将会对机械制造业的技术操作岗位产生很大影响。需要技术工人掌握更加现代化的科学技术知识。

目前，计算机几乎可以应用于机械制造业的所有阶段，首先一个重要的领域是计算机辅助设计（CAD）。用图板绘图进行产品设计的时代即将结束，现在新产品的的设计、制造完全可以通过计算机来完成，如采用计算机辅助制造（CAM）系统直接编制加工产品的程序，或完全由计算机辅助设计产品并进行生产，或实现计算机集成制造（CIMS）。

现代科学技术的发展更新了机械制造的观念，随着科学技术和生产力的不断发展，机械制造的构成也有很大发展。采用了先进的制造工艺和高效率的生产设备，使机械加工技术柔性化。

世界科学技术的巨大进步，推动了社会生产力的迅速发展。今天，无论是工业、农业、交通运输，还是通信、航空航天等各个领域，其发展速度和取得的成就都是前所未有的。机械制造业，已由两百多年前的个体手工作坊式生产方式以及随后发展的大批大量生产方式，被自动化、柔性化、智能化、敏捷精益化的定制生产方式所代替，使得企业快速提供用户所需要的质量高、成本低、个性化的产品成为可能。

第 1 章 标准件与常用件

【学习目标】

- 掌握螺纹及螺纹连接件的规定画法、螺纹代号及标注
- 掌握齿轮的规定画法
- 键、销连接的表达方法
- 轴承的表达方法及其代号
- 弹簧的规定画法

在机械设备中，除一般零件外，还会经常用到螺栓、螺母、垫圈、键、销、滚动轴承、齿轮和弹簧等零件。为了便于进行批量生产，对常用件的结构和尺寸实行了标准化。对上述零件的某些结构，不必按真实投影画出，而是根据相应的国家标准所规定的画法、代号和标记进行绘图和标注。

1.1 螺纹及螺纹紧固件

螺纹是零件上常见的一种结构。加工在零件外表面（轴）上的螺纹称为外螺纹，加工在零件内表面（孔）上的螺纹称为内螺纹。内螺纹和外螺纹成对使用。

1.1.1 螺纹

1. 螺纹的形成

螺纹是根据螺旋线形成原理加工而成，工业上制造螺纹有多种方法，图 1.1 所示为车床上车削外螺纹的示意图。内螺纹也可以在车床上加工，如图 1.2 所示，制作螺纹孔时，可以先在工件上钻孔，再用丝锥攻制螺纹，如图 1.3 所示。

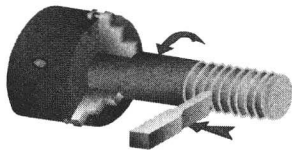


图 1.1 车削外螺纹

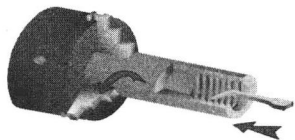


图 1.2 车削内螺纹

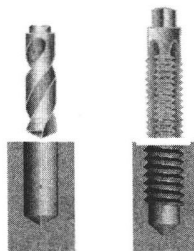


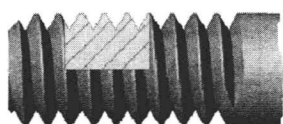
图 1.3 螺纹孔加工（攻螺纹）

2. 螺纹的基本要素

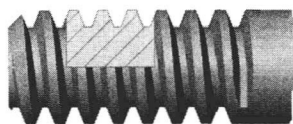
要使一对内、外螺纹很好地旋合在一起，必须满足五个条件，通常称为螺纹的五要素。

(1) 牙型

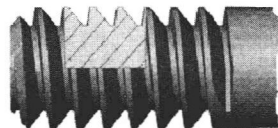
用剖切平面沿螺纹轴线进行剖切所得的螺纹截面轮廓形状。常见的牙型有三角形、梯形和锯齿形，如图 1.4 所示。



三角形牙型



梯形牙型



锯齿形牙型

图 1.4 螺纹牙型

(2) 直径

螺纹的直径如图 1.5 所示

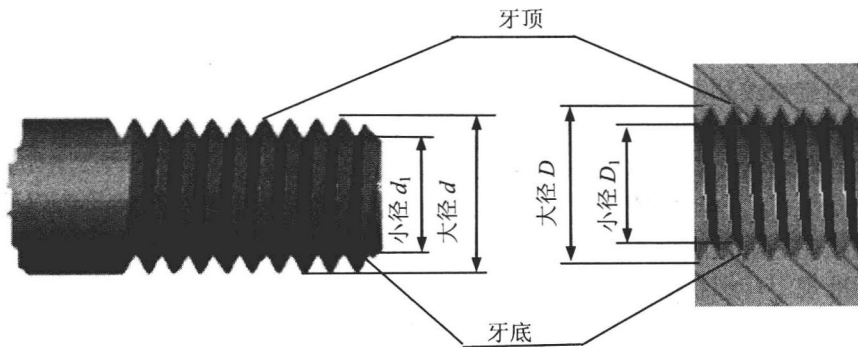


图 1.5 螺纹的直径

① 大径 d 、 D (外螺纹 d 、内螺纹 D)。大径是外螺纹牙顶或内螺纹牙底相重合的假想圆柱面的直径, 是螺纹部分的最大直径。

② 小径 d 、 D_1 (外螺纹 d_1 、内螺纹 D_1)。小径是外螺纹牙底或内螺纹牙顶相重合的假想圆柱面的直径, 是螺纹部分的最小直径。

(3) 线数 n

螺纹有单线螺纹和多线螺纹。

① 单线螺纹。沿一条螺旋线所形成的螺纹称单线螺纹。

② 多线螺纹。沿两条或两条以上在轴向等距分布的螺旋线所形成的螺纹称多线螺纹, 如图 1.6 所示。

(4) 导程 S 和螺距 P

① 导程 S 。同一螺旋线上相邻两牙在轴向对应两点间的距离称为导程。

② 螺距 P 。相邻两牙在轴向对应两点间的距离称为螺距, 如图 1.6 所示。

单线螺纹 $S=P$

多线螺纹 $S=nP$ (n 为线数)

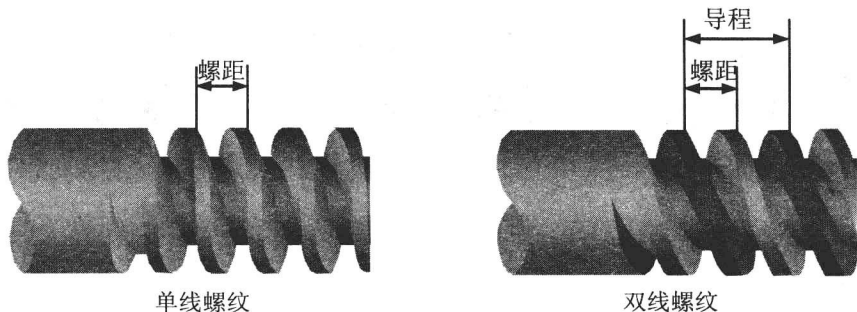


图 1.6 导程与螺距

(5) 旋向

螺纹分右旋螺纹和左旋螺纹两种。

① 右旋螺纹。顺时针方向旋转时旋入的螺纹称为右旋螺纹。

② 左旋螺纹。逆时针方向旋转时旋入的螺纹称为左旋螺纹。

螺纹的旋向可按这种方法判定, 将外螺纹轴线垂直放置, 螺纹的可见部分右高左低的为右旋螺纹; 左高右低的为左旋螺纹, 如图 1.7 所示。

国家标准规定, 螺纹的牙型、大径和螺距符合标准的, 称为标准螺纹; 而直径或牙型不符合标准的, 称为特殊螺纹; 牙型不符合标准的称为非标准螺纹。

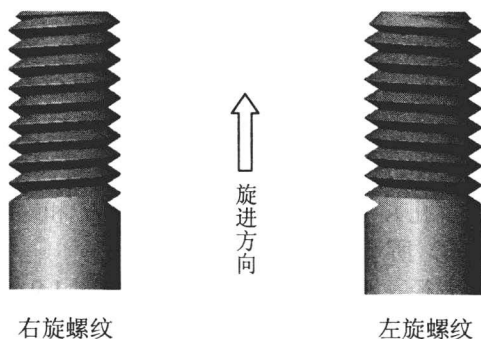


图 1.7 螺纹的旋向

3. 螺纹的规定画法

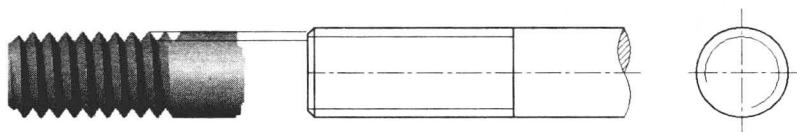
螺纹一般不按真实投影作图，而按国家标准《机械制图》(GB 4459.1—1984)中规定的螺纹画法绘制。

(1) 外螺纹画法

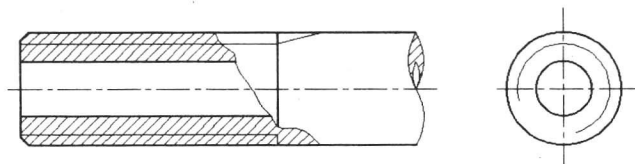
无论牙型如何，外螺纹的牙顶圆的投影（大径）用粗实线表示，牙底圆的投影（小径）用细实线表示，螺纹的终止线用粗实线表示，需要表示螺纹收尾时，尾部的牙底用与轴线成 30° 的细实线绘制。

在垂直于螺纹轴线的投影面的视图中，大径用粗实线圆绘制，小径用 $3/4$ 圈细实线绘制，轴端倒角圆省略不画。

绘图时，小径尺寸近似地取 0.85 倍的大径尺寸 ($d_1=0.85d$)，如图 1.8 所示。



(a) 外螺纹画法



(b) 空心轴外螺纹及螺纹尾部画法

图 1.8 外螺纹画法

(2) 内螺纹画法

内螺纹一般采用剖视图表示。无论牙型如何，外螺纹的牙顶（小径）用粗实线表示，牙底（大径）用细实线表示，螺纹的终止线用粗实线表示，剖面线画到粗实线。在投影面为圆的视图中，小径用粗实线圆绘制，大径用 3/4 圈细实线绘制，轴端倒角圆省略不画，如图 1.9 (a) 所示。

对不穿通的螺孔（俗称盲孔），应分别画出钻孔深度 H 和螺纹深度 L ，钻孔底部的锥顶角画为 120° ，如图 1.9 (b) 所示。

若不采用剖视图，所有大径、小径均用虚线表示，如图 1.9 (c) 所示。

绘图时，小径尺寸近似地取 0.85 倍的大径尺寸 ($D_1=0.85D$)。

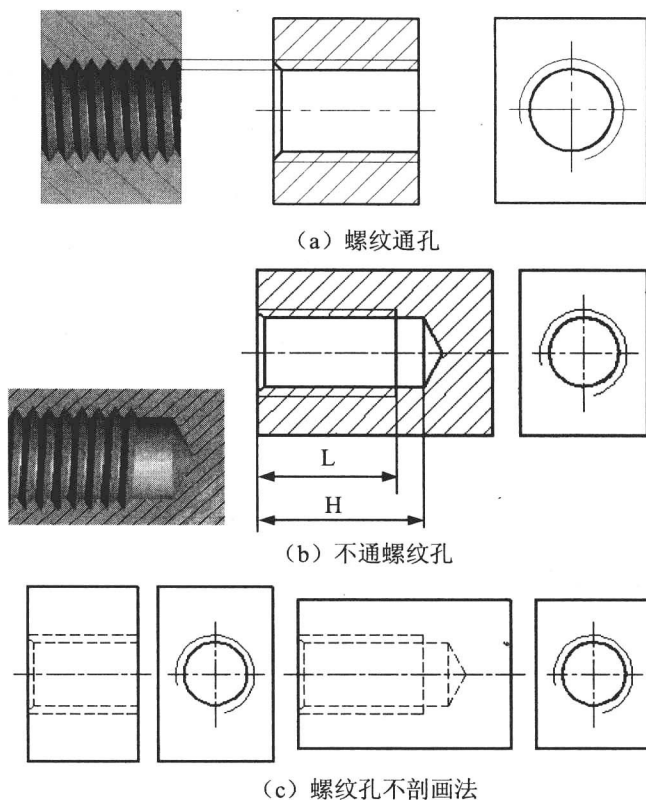


图 1.9 内螺纹画法

(3) 螺纹牙型的表示方法

若需要画出螺纹的牙型时，可用局部视图或局部放大图表示，如图 1.10 所示。

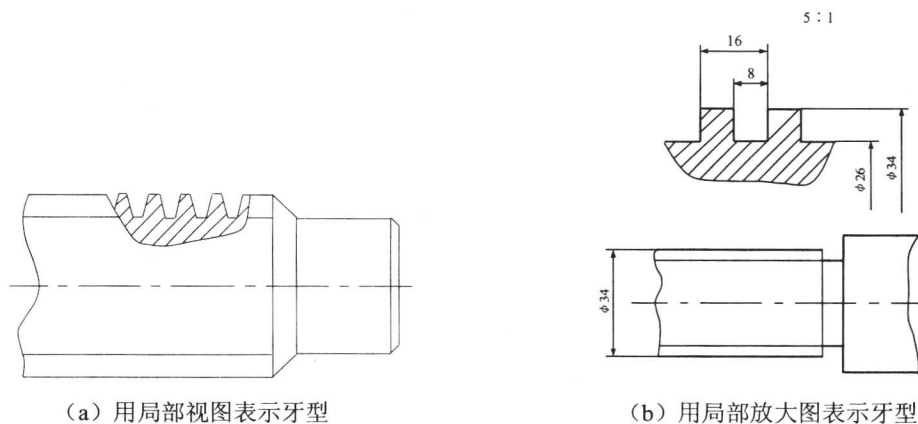


图 1.10 牙型表示法

(4) 螺纹连接画法

螺纹牙型、大径、线数、螺距、旋向五要素全部相同的内、外螺纹方能连接。画螺纹连接部分时，一般采用剖视图，其中内、外螺纹旋合部分按外螺纹绘制，没有旋合到的部分按各自的规定画法绘出，如图 1.11 所示。

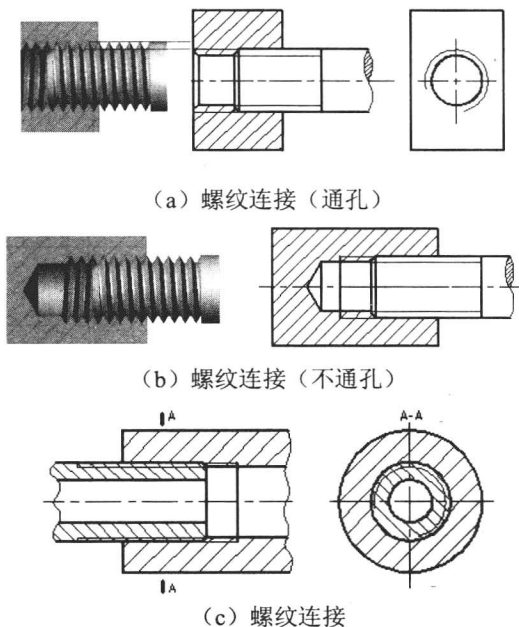


图 1.11 螺纹连接画法