

电力工业学校教育

制图Ⅲ(检修模块) 及习题集

牡丹江电力工业学校 李中灏 主编

China Electric Power Press

中国电力出版社

TH126
L342

电力工业学校教材

制图III(检修模块)及习题集

牡丹江电力工业学校 李中灏 主编

中国电力出版社

内 容 提 要

本书是根据电力工业学校教学计划与教学大纲,在《制图 I》的基础上,采用新颁国家标准《机械制图》,并结合电力生产实际而进行编写的。主要介绍:第一篇制图 II 教材,即标准件和常用件、零件图、装配图、电气识图和计算机绘图。第二篇制图 II 习题集,即标准件和常用件、零件图、装配图、电气识图的配套习题集。

本书可作为电力工业学校发电厂和变电所电气运行与检修专业、发电厂及电力系统专业、用电营业管理专业、企业供配电专业教材,也可作为成人大中专、函授大中专和其他电类专业的辅助教材。

图书在版编目(CIP)数据

制图(II):(检修模块)及习题集/李中灏主编.-北京:
中国电力出版社,1999.10

电力工业学校教材

ISBN 7-5083-0130-7

I. 制… II. 李… III. ①电工-制图-专业学校-教材
②电工-制图-专业学校-习题 IV. TM02

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 43796 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

实验小学印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2000 年 3 月第一版 2000 年 3 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 12.75 印张 286 千字

印数 0001—4010 册 定价 14.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

序

近年来,电力职业技术教育在结构改革过程中,创建了将中专和技校融为一体的新型办学模式——电力工业学校。与此同时,进行了专业设置、教学计划、课程体系等一系列教学改革。教材作为教与学双边活动过程中不可缺的信息载体,其改革和建设必然是教学改革的重要部分。为了巩固教育、教学改革已经取得的成果,推动改革持续深入发展,满足电力工业学校教学工作的急需,并促进教学质量不断提高,从1996年底开始,便着手组织力量进行教材改革的研究、探索和教材建设的安排部署,先后成立了电力工业学校教材建设研究课题组,制订了《关于电力工业学校教材建设的若干意见》和《电力工业学校教材出版、推荐、评估暂行办法》,组建了电力工业学校教材编审委员会,并于1997年末在电力职业技术教育委员会各教学研究会和网、省电力公司教育部门推荐的基础上,经过审议、遴选确定了此批电力工业学校一般教材的出版计划。

这批教材以明确的岗位和职业需要为依据,以能力培养为主线,以综合开发学生能力为目标,不片面追求学科体系的完整性,而强调贴近生产实际和工作实际,使理论同实践紧密结合,传授知识同培训技能紧密结合;精选教材内容,删繁就简,返璞归真,充实技术性、工艺性、实用性的内容,而且体现先进性和科学性的原则;注重定性分析,阐明物理意义和应用方法,简化某些论证,减少不必要的数学推导;在内容的编排、组合上,一是最大限度地做到模块化,增强教材使用的灵活性,便于不同教学阶段,不同专业采用。二是使理论阐述同实践指导有机结合,便于在教学过程中贯穿能力培养这一主线,采用以实际训练为轴心,把讲授、实验、实习融为一体的教学方式;适应各校功能延伸的新要求,兼顾各种职业培训对教材的需要。

这批教材的出版只是整个教材改革和建设的阶段性成果,仍需再接再厉,继续深化教材改革,推进教材建设。预期经过几年的努力,会形成一套具有电力职业技术教育特色,以职业能力培养为主线,门类比较齐全,形式比较多样,并能与其他教育相衔接,兼顾职工培训需要的教材体系。

中国电力企业联合会教育培训部
电力职业技术教育委员会电气类专业教学研究会

2000年3月

前 言

根据 1997 年 12 月在成都水力发电学校召开的全国电气类专业教研会电力工业学校教材编审人员培训班暨教材编写提纲审定会的确定,编写了发变电专业《制图Ⅱ(检修模块)》教材。本书在《制图Ⅰ》的基础上编写的,采用了最新的国家标准《机械制图》,力求结合电力生产实际,并简介电气图和计算机制图。

本书分为:标准件和常用件、零件图、装配图、电气识图基础和计算机绘图。最后还有配套的习题集。

本书由牡丹江电力工业学校吕玉军编写第四单元标准件和常用件,第五单元零件图的课题一零件视图选择、课题二零件图的尺寸标注和工艺结构、课题三零件图技术要求;宋志玲编写第五单元零件图的课题四零件测绘和课题五识读零件图、第六单元装配图;牡丹江电力工业学校(现为牡丹江水力发电总厂)李中灏编写第七单元电气识图基础和第八单元计算机绘图,并任全书主编。本书由福州高级电力技工学校顾伟琴主审。

本书可作为电力工业学校发变电专业教材,亦可作为电力工业学校其他电类专业教材以及相应专业的技术工人培训教材。

编 者

1999 年 9 月

目 录

序
前言

第一篇 制图Ⅱ(检修模块)教材

第四单元	标准件与常用件	1
课题一	螺纹	1
课题二	螺纹紧固件	7
课题三	齿轮	12
课题四	键、销及其连接	18
课题五	弹簧、滚动轴承	22
第五单元	零件图	27
课题一	零件视图选择	27
课题二	零件图的尺寸标注、工艺结构	32
课题三	零件图的技术要求	38
课题四	零件测绘	48
课题五	识读零件图	61
第六单元	装配图	71
课题一	装配图及其表达方法	71
课题二	绘制装配图	76
课题三	识读装配图	81
第七单元	电气识图基础	87
课题一	一次回路识图	105
课题二	二次回路识图	108
第八单元	计算机绘图	112
课题一	计算机绘图原理	112
课题二	CAXA 电子图板软件的使用	113

第二篇 制图Ⅱ(检修模块)习题集

第四单元	标准件与常用件	122
第五单元	零件图	137
第六单元	装配图	161
第七单元	电气识图	181
附录		182
附表 1	普通螺纹直径与螺距	182
附表 2	六角头螺栓	183

附表 3	双头螺柱	184
附表 4	螺钉	185
附表 5	螺母	187
附表 6	垫圈	188
附表 7	轻型弹簧垫圈	188
附表 8	键	189
附表 9	圆柱销	190
附表 10	圆锥销	190
附表 11	开口销	190
附表 12	轴的极限偏差	191
附表 13	孔的极限偏差	194

第一篇 制图Ⅱ（检修模块）教材

第四单元 标准件与常用件

在机器中常使用螺栓、螺母、螺钉、齿轮、键、销、弹簧和滚动轴承等零件。其中有些零件的结构和尺寸已标准化，如螺栓、螺母、键、销和滚动轴承等，称为标准件。而有些零件的结构实行了部分标准化，如齿轮、弹簧等，称为常用件。

这些标准化的零件，某些结构是比较复杂的（如螺纹、轮齿等），为简化作图和表达方便，国家标准《机械制图》制定了一系列的规定画法和相应的标记。

课题一 螺 纹

一、螺纹的形成

螺纹是指在圆柱（或圆锥）表面上沿螺旋线形成的具有相同剖面的连续凸起和沟槽。在圆柱（锥）外表面加工的螺纹称外螺纹；在圆柱（锥）孔内表面加工的螺纹称内螺纹。内、外螺纹旋合在一起，起连接或传动等作用。

1. 螺纹的加工方法

螺纹的加工方法很多，图 4-1（a）是在车床上车削外螺纹的情况。对直径较小的内螺纹，首先应钻孔，再用丝锥攻丝，如图 4-1（b）、（c）所示。

2. 螺纹分类

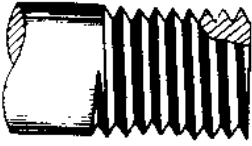
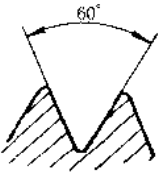
按牙型分，有三角形螺纹、梯形螺纹、矩形螺纹、锯齿形螺纹等；按加工表面分，有外螺纹和内螺纹；按作用分，有连接螺纹和传动螺纹。

二、螺纹的要素

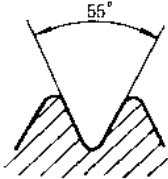
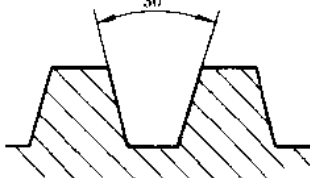
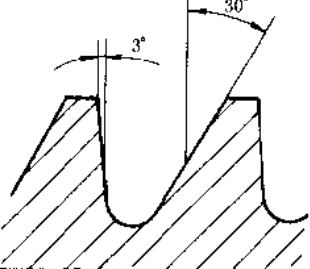
1. 牙型

通过螺纹的轴线剖切得到的螺纹的轮廓形状称为牙型。螺纹的牙形有三角形、梯形、锯齿形等。常用标准螺纹的牙型及符号如表 4-1 所示。

表 4-1 常用标准螺纹的牙型及符号

螺纹种类及牙型符号		外形图	牙型图	说 明
连接螺纹	普通螺纹 M			分粗牙和细牙两种，细牙的螺距较粗牙小，粗牙用于一般机件的连接，细牙用于薄壁或紧密连接的地方

续表

螺纹种类及牙型符号		外形图	牙型图	说明
连接螺纹	圆柱管螺纹 G			螺纹牙的大小以每英寸内的牙数表示,用于管路零件的连接
	梯形螺纹 Tr			用于传递运动或动力
传动螺纹	锯齿形螺纹 B			用于传递单向动力

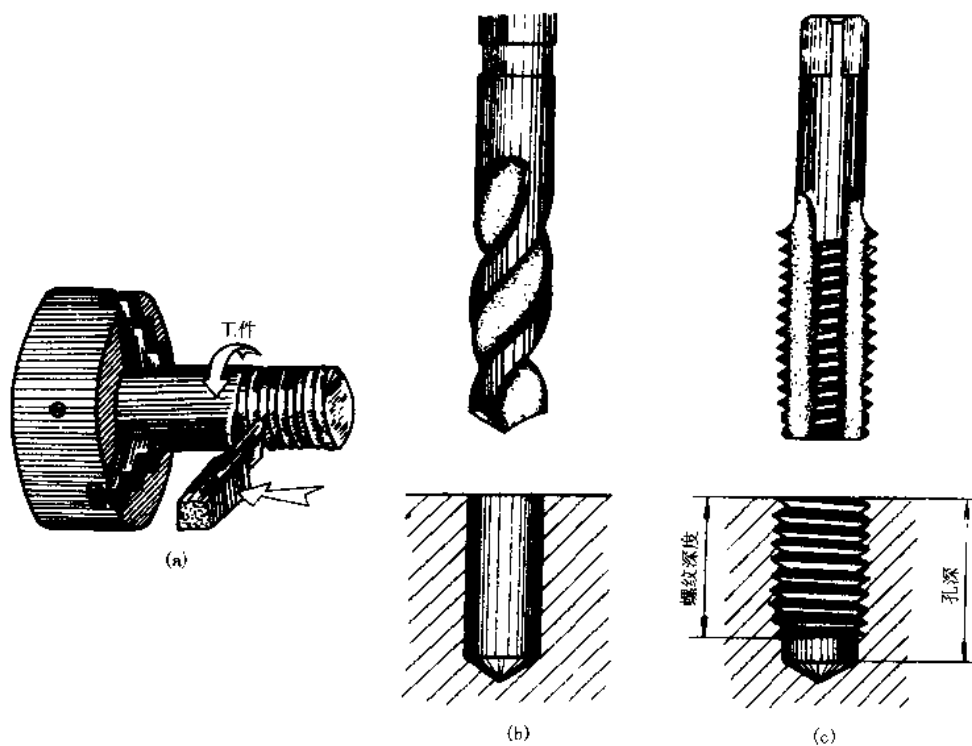


图 4-1 常用螺纹加工方法

(a) 车削外螺纹; (b) 钻孔; (c) 丝锥攻内螺纹

2. 直径（大径、小径和中径）

螺纹的最大直径称大径，即过外螺纹牙顶或内螺纹牙底的假想圆柱面的直径（外、内螺纹分别表示为 d 、 D ）；螺纹的最小直径称小径，即过外螺纹牙底或内螺纹牙顶的假想圆柱面的直径（外、内螺纹分别表示为 d_1 、 D_1 ）；在大径和小径之间，其母线通过牙型上沟槽宽度和凸起厚度相等的假想圆柱面的直径称中径（外、内螺纹分别表示为 d_2 、 D_2 ），如图 4-2 所示。

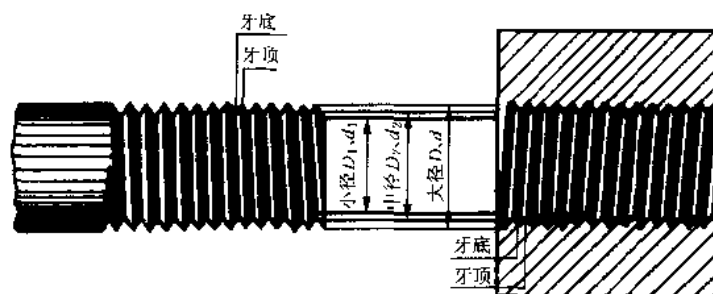


图 4-2 螺纹的名称

3. 线数（ n ）

螺纹的螺旋线的条数称线数。螺纹有单线和多线之分。沿一条螺旋线形成的螺纹称单线螺纹；沿两条或以上，在轴向等距分布的螺旋线形成的螺纹称多线螺纹，如图 4-3 所示。

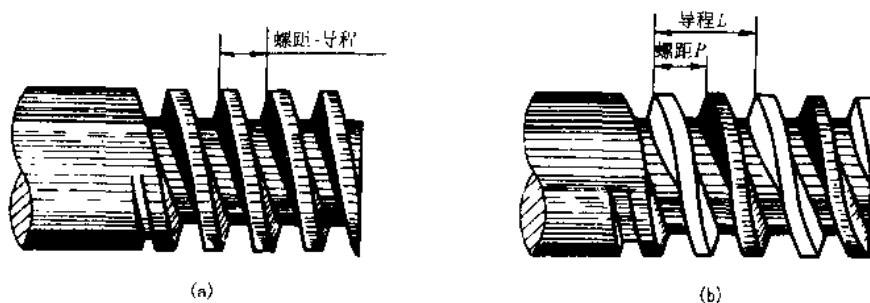


图 4-3 螺纹的线数

(a) 单线螺纹；(b) 双线螺纹

4. 螺距（ P ）和导程（ L ）

相邻两牙在中径线上对应两点间的轴向距离称螺距；同一螺旋线上相邻两牙在中径线上对应两点间的轴向距离称导程（见图 4-3）。导程与螺距、线数三者之间的关系为

$$L = n \cdot P$$

5. 旋向

螺纹的旋向有左旋和右旋之分。顺时针方向旋进的螺纹称右旋螺纹，反之称为左旋螺纹。其中右旋螺纹较左旋螺纹常用。

在上述螺纹要素中，为便于设计和制造，国家标准对螺纹的牙型、大径和螺距都作了统一规定。这三项要素均符合标准的称标准螺纹；牙型符合标准，大径或螺距不符合标准

的称特殊螺纹；牙型不符合标准的称非标准螺纹。

三、螺纹的规定画法

1. 外螺纹

螺纹的大径（牙顶）及螺纹终止线用粗实线表示；小径（牙底）用细实线表示，并画到螺杆的倒角部分。在沿螺纹轴线方向投影得到的视图（也称圆形视图）中，表示小径的细实线圆画约 3/4 圈，螺杆端面倒角圆省略不画，如图 4-4 所示。

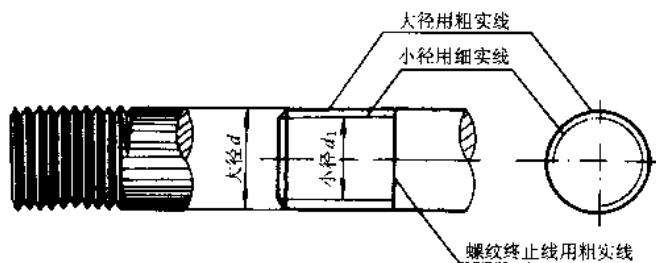


图 4-4 外螺纹画法

2. 内螺纹

在螺孔作剖视时，大径（牙底）为细实线，小径（牙顶）及螺纹终止线为粗实线，见图 4-5 (a)；不作剖视时，大径、小径和螺纹终止线都画成虚线，见图 4-5 (b)；在圆形视图中，大径画成约 3/4 圈的细实线，螺纹孔口的倒角圆省略不画。内螺纹的画法如图 4-5 所示。

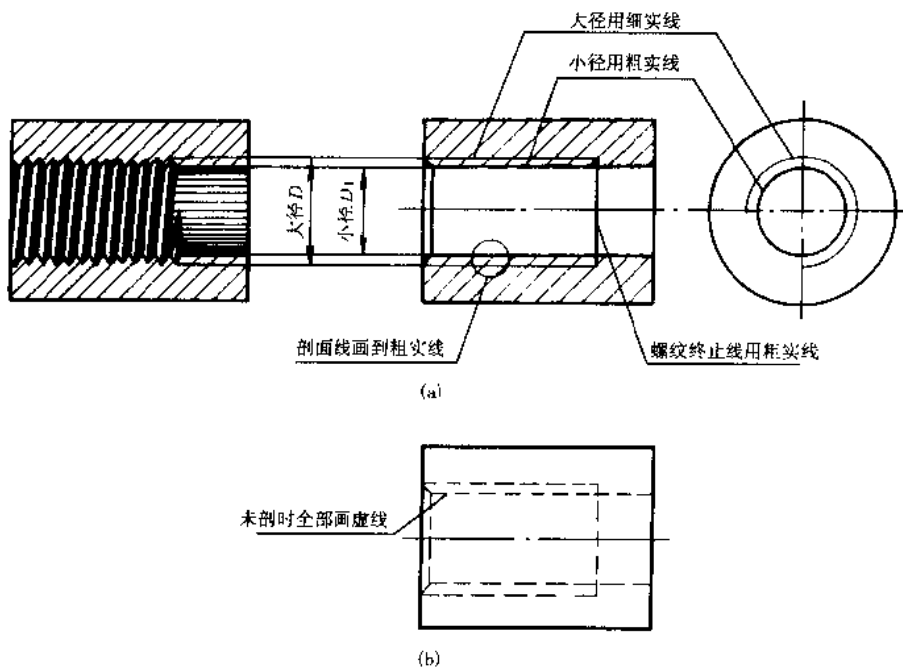


图 4-5 内螺纹画法

(a) 内螺纹剖视画法；(b) 内螺纹未剖画法

不穿通孔的内螺纹画法如图 4-6 所示，需将钻孔深度和螺纹深度分别表示出来。

3. 内、外螺纹旋合画法

内、外螺纹连接时，既有外螺纹又有内螺纹的公共部分称旋合部分，其长度称旋合长度。在通过螺纹轴线剖切的剖视图（也称非圆形视图）中，旋合部分按外螺纹的画法表示，螺杆按不剖画出。其他部分仍按各自的画法表示。在圆形视图中，螺杆按剖视画出，如图 4-7 所示。

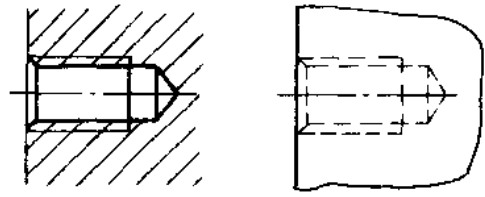


图 4-6 不穿通孔内螺纹画法

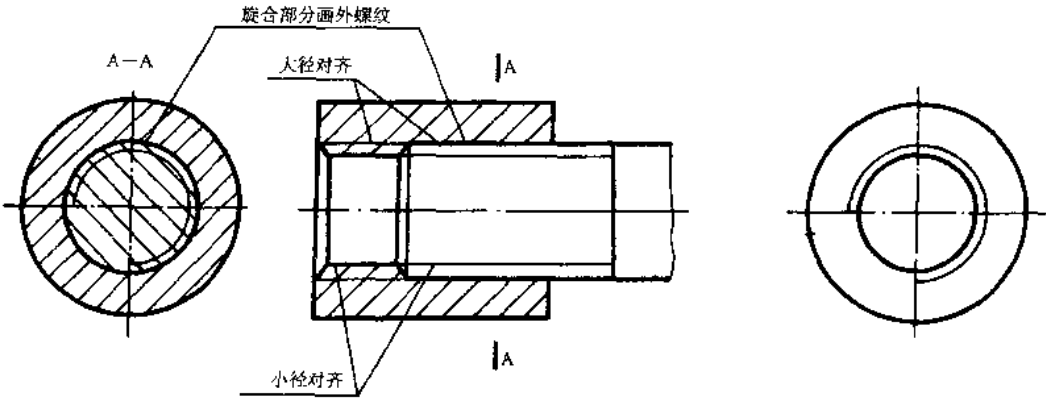


图 4-7 螺纹旋合画法

4. 螺纹牙型的表示方法

标准螺纹一般不画牙型，如需表示牙型时，可按图 4-8 (a) 和 (b) 的形式绘制；非标准螺纹则应画出牙型，如图 4-8 (c) 所示。

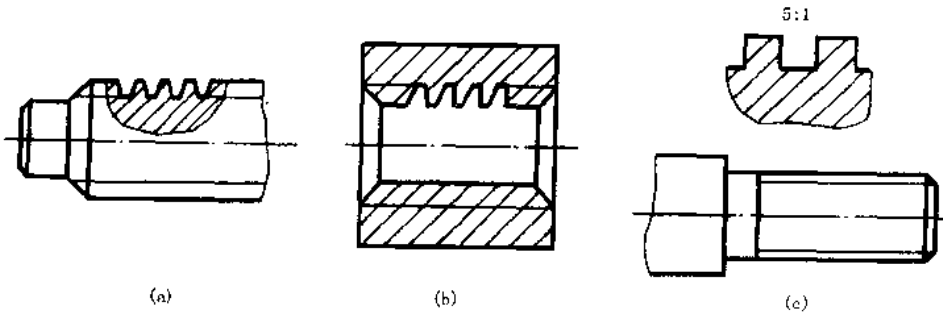


图 4-8 螺纹牙型的表示法

(a)、(b) 标准螺纹牙型；(c) 非标准螺纹牙型

注意，在螺纹规定画法中，表示牙底的细实线圆画约 3/4 圈，空出约 1/4 圈的位置不作要求。

四、螺纹的标记

一般完整的螺纹标记由螺纹代号、螺纹公差带代号和旋合长度代号组成，中间用“—”分开。

螺纹代号说明牙型、螺距、旋向等内容；螺纹的公差带代号，由数字和字母组成，其中大写字母表示内螺纹，有 G 和 H 两种，小写字母表示外螺纹，有 e、f、g、h 四种；普通螺纹的旋合长度代号用字母 S（短）、N（中）、L（长）或具体数值表示。梯形螺纹旋合长度代号用 N、L 表示。当旋合长度为 N 时，不需标出。梯形螺纹在特殊需要时可用具体旋合长度数值代替旋合长度代号。

在标注螺纹时应注意：

(1) 单线螺纹和右旋螺纹实际应用十分普遍，故线数 1 和右旋省略不注。普通螺纹为左旋时，标注字母“LH”；普通螺纹有粗牙、细牙之分，粗牙普通螺纹较常用，对每一公称直径，其螺距只有一种，故不必标注螺距；普通螺纹中径、顶径公差带代号如相同，只写一次，梯形螺纹和锯齿形螺纹标注的公差带代号只表示中径的公差带代号，顶径公差带代号不需标出。

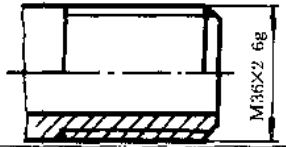
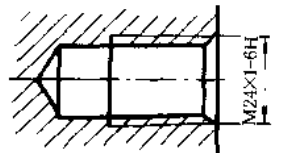
(2) 管螺纹分为“用螺纹密封的管螺纹”和“非螺纹密封的管螺纹”两种。它们的标记由螺纹特征代号、尺寸代号（和公差等级代号）组成。以尺寸代号为 3/4 的管螺纹标记示例如下：

用螺纹密封的管螺纹	{	圆锥内螺纹：R _c 3/4
		圆柱内螺纹：R _p 3/4
		圆锥外螺纹：R3/4
非螺纹密封的管螺纹	{	内 螺 纹：G3/4
		A 级外螺纹：G3/4A
		B 级外螺纹：G3/4B

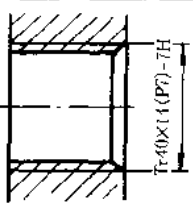
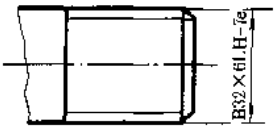
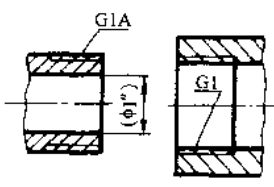
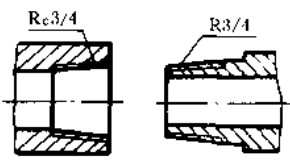
(3) 在图样上标注螺纹标记时，应注意区别两种情况：普通螺纹、梯形螺纹等因公称尺寸为螺纹大径，所以标注螺纹标记的方法如同直径尺寸的标注方法；而管螺纹因其尺寸代号不是螺纹大径，所以螺纹标记规定为由螺纹大径用引出线的形式标注。

常用螺纹标注示例见表 4-2。

表 4-2 常用螺纹标注示例

螺 纹 类 别	牙型代号	标 注 示 例	标 注 的 含 义
普通螺纹	M		粗牙普通螺纹，大径 20，螺距 2.5，右旋；螺纹中径公差带代号 5g；大径公差带 6g；旋合长度为 40
			细牙普通螺纹，大径 36，螺距 2，右旋；螺纹中径和大径公差带代号相同，同为 6g；中等旋合长度
			细牙普通螺纹，大径 24，螺距 1，右旋；螺纹中径和小径的公差带代号相同，同为 6H；中等旋合长度

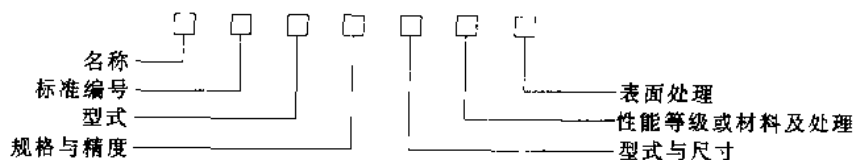
续表

螺 纹 类 别	牙型代号	标 注 示 例	标 注 的 含 义
梯形螺纹	Tr		梯形螺纹, 公称直径为 40, 导程 14, 螺距 7, 中径公差带代号为 7H
锯齿形螺纹	B		锯齿形螺纹, 大径 32, 单线, 螺距 6, 左旋, 中径公差带代号 7e
非螺纹密封的 管 螺 纹	G		非螺纹密封的管螺纹, 尺寸代号 1, 外螺纹公差等级为 A 级
用螺纹密封的 管 螺 纹	R Rc Rp		用螺纹密封的管螺纹, 尺寸代号 3/4, 内、外均为圆锥螺纹

课题二 螺纹紧固件

螺纹紧固件是指机器或设备中起连接作用的螺栓、螺柱、螺钉、螺母和垫圈等, 它们的应用极其广泛, 其结构、型式和尺寸已标准化, 并由标准件厂成批生产。根据标记就可以在相应的标准中查出有关形状和尺寸。

国家标准对螺纹紧固件的标记方法作出了相应的规定。它的完整标记由名称、标准编号、型式与尺寸、性能等级或材料及热处理组成, 排列型式如下:



标记示例:

螺栓 GB5782-86 M16×100-8.8 Zn·D

名称	标准编号	螺纹 代号	公称 长度	性能 等级	材料
----	------	----------	----------	----------	----

上述标记也可简化为: GB5782-M16×100。

简化原则如下:

(1) 名称和标准年号允许省略。

(2) 当产品中只规定了一种型式、精度、性能等级或材料、表面处理及热处理时，允许省略。

(3) 当产品标记中规定两种以上型式、精度、性能等级或材料、表面处理及热处理时，按规定可省略其中一种。

一、常用螺纹紧固件的种类及标记

1. 螺栓

六角头螺栓的产品等级有 A、B、C 级，A 级最精确，C 级最不精确。

六角头螺栓的标记示例如下：

螺纹规格为 M12，公称长度为 $l=80$ ，性能等级为 8.8 级，精度等级为 A 级，该螺栓标记为：

螺栓 GB5782-86 M12×100

2. 螺母

六角螺母有 A、B、C 级精度之分，有粗、细牙及厚薄的区别，不同型式的螺母按统一标记表示，如螺母的螺纹规格为 M12×1.5，性能等级为 10 级，不经表面处理，精度等级为 A 级，标记为：

螺母 GB6170-86 M12×1.5

3. 垫圈

常用的垫圈有平垫圈和弹簧垫圈两种。平垫圈的作用是放在螺母和被连接件之间，拧紧螺母后其受力均匀，增加了被连接件与螺母的接触面，从而保护被连接件的表面。弹簧垫圈的作用主要是防止因振动而引起螺母松动。

标记为：

垫圈 GB97.1-85-8—140HV，此为公称直径 $d=8$ ，性能等级为 140HV 的平垫圈。

垫圈 GB859-87-16，此为公称直径 $d=16$ 的轻型弹簧垫圈。

4. 双头螺栓

双头螺栓在结构上有 A 型和 B 型。双头螺栓两端带有螺纹，一端旋入被连接件的螺孔中，称旋入端。另一端与螺母旋合，紧固另一被连接件，称紧固端。

螺栓的旋入端长度 bm ，与被旋入零件的材料有关。

对于钢或青铜 $bm=d$

对于铸铁 $bm=1.25d$ 或 $1.5d$

对于铝合金 $bm=2d$

螺栓的标记如下：

(1) 两端均为粗牙普通螺纹， $d=10$ ，公称长度 $L=50$ ，按 B 型制造， $bm=d$ 的双头螺栓，标记为：

螺栓 GB897-88-M10×50

(2) 旋入端为粗牙普通螺纹，紧固端螺距为 $P=1$ 的细牙普通螺纹， $d=10$ ，公称长度 $L=50$ ，按 A 型制造， $bm=1.25d$ 的双头螺栓，标记为：

螺柱 GB898-88-AM10×1×50

5. 螺钉

根据不同的头部形状有开槽圆柱头螺钉、开槽沉头螺钉、内六角圆柱头螺钉等。

螺纹规格为 $d=M5$ ，公称长度 $L=20$ ，性能等级为 4.8 级，不经表面处理的开槽圆柱头螺钉标记为：

螺钉 GB65-85-M5×20

二、螺纹紧固件的比例画法

螺纹紧固件的图形可以按其标记查出全部尺寸，根据数据进行绘图。为了提高绘图速度，通常采用比例画法，该种方法的基本尺寸参数为螺纹的公称直径 d 。

(1) 螺栓头部、螺母和垫圈的比例画法，如图 4-9 所示，其中螺栓头厚取 $0.7d$ ，螺母厚取 $0.8d$ ，其他尺寸比例均相同。

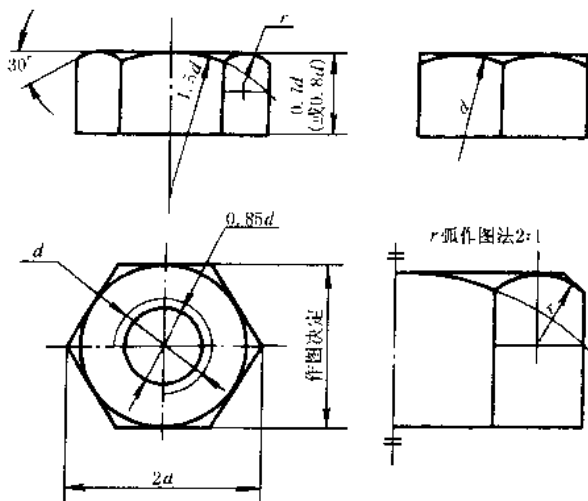


图 4-9 螺栓头、螺母和垫圈的比例画法

(2) 螺栓和双头螺栓的比例画法，如图 4-10 所示。

(3) 螺钉头部的比例画法。常用螺钉的头部，其比例画法如图 4-11 所示。

三、螺纹紧固件的连接画法

在螺纹紧固件的连接画法中，应注意的一些规定：

(1) 两零件的接触表面应画一条线，不接触表面应画两条线，平行线之间的距离不得小于 0.7mm。

(2) 剖视图中，表示两金属零件在相邻时的剖面线方向应相反，或者方向一致而间隔不等。同一个零件在其各个视图中，剖面线的方向和间隔应保持一致。

(3) 剖切平面通过螺栓、螺母、螺柱、垫圈、螺钉等紧固件的轴线时，这些零件均按不剖绘制。如有凹坑、销孔等需要

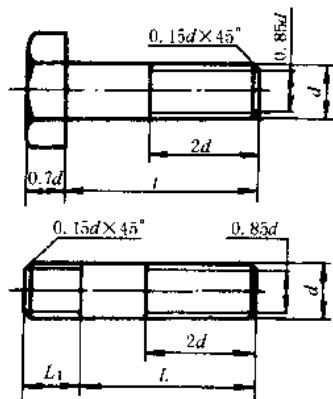


图 4-10 螺栓和双头螺栓的比例画法

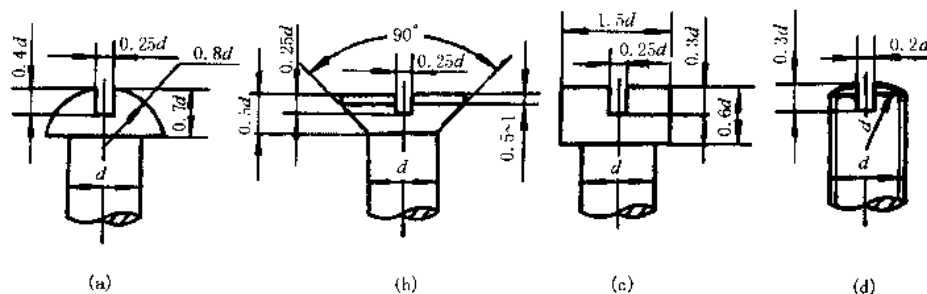


图 4-11 常用螺钉头部的比例画法

标明时，可采用局部剖视表达。

1. 螺栓连接

螺栓用于连接厚度不大的两零件，两零件的通孔直径比螺栓的大径略大（约 $1.1d$ ），将螺栓穿入通孔中，在螺杆一端套二垫圈，以增加支承面和防止擦伤零件表面，或防止螺母松动，再拧紧螺母，如图 4-12（a）所示，其画图步骤如图 4-12（b）～（e）所示。也可采用图 4-12（f）的简化画法。

2. 双头螺柱连接

当两个被连接件有一个较厚，不宜钻通时，可采用双头螺柱连接，如图 4-13（a）所示。通常在较薄的零件上钻通孔，其直径比双头螺柱的大径稍大（约 $1.1d$ ），在较厚的零件上加工出螺孔。双头螺柱的旋入端全部旋进厚件的螺孔中，紧固端穿过较薄件上的通孔，再套上垫圈，用螺母拧紧。当采用弹簧垫圈时，其斜口方向可画成与水平成 60° ，开槽宽度 $m=0.1d$ ，顺着螺母旋进方向的两条平行线。双头螺柱连接画法如图 4-13（b）所示。

3. 螺钉连接

螺钉的连接特点是：不用螺母，仅靠螺钉与一个零件上的螺孔旋紧，其连接如图 4-14 所示。

画螺钉连接图时，应注意螺钉的螺纹终止线应画在螺孔顶面以上；螺钉头部的一字槽或十字槽，在俯视图中应画成与中心线倾斜 45° 的形式。

四、螺栓连接画法实例

【例 4-1】 已知：两被连接板的厚度 $\delta_1=30$ ， $\delta_2=28$ ，板上通孔直径为 $\phi 17.5$ ，试查表选择适当规格的六角头螺栓、螺母和平垫圈，并画出其连接图形。

解：（1）根据被连接件上的通孔直径，选择相应公称直径的螺栓。根据 $\phi 17.5$ ，通过查附表 2，选择螺栓的公称直径为 M16。这一尺寸同时也是六角螺母以及平垫圈的规格尺寸。

（2）选择螺母和垫圈。根据螺栓的公称尺寸 M16，选择螺母 GB6170—86，M16（见附表 5）。选择垫圈 GB97.1-85-16（见附表 6）。

（3）根据图 4-12（e），求出螺栓有效长度 $L=30+28+3+14.8+0.3+16=80.6$ ，通过附表 2，确定螺栓的有效长度 $L=80$ 。选择螺栓 GB5782-86，M16×80。