

机械制图

张慰亲 主编

中等专业学校试用教材

本书采用1985年实施的国家标准



中等专业学校试用教材

机械制图

张慰亲 主编

陶宝铠 主审

中国铁道出版社

1985年·北京

内 容 简 介

本书介绍用投影法绘制机械图的技术原理和方法。书中采用1985年7月颁布执行的机械制图国家标准，内容新颖，难易程度适当。

本书适用于中等专业学校及工艺型专科学校机械类各专业。与本书配套的习题集由汪振祺、安增桂编写。

中等专业学校试用教材

机 械 制 图

张慰亲 主编

陶宝铠 主审

中国铁道出版社出版

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

中国铁道出版社印刷厂印

开本：787×1092毫米 1/32 印张：18.75 字数：463 千

1985年11月 第1版 第1次印刷

印数：0001—30,000册 定价：3.15 元

前 言

本书是根据教育部一九八二年审定的中等专业学校机械类《机械制图教学大纲》(试行草案)的基本要求和体系编写的。书中采用一九八五年七月颁布执行的机械制图国家标准。本书适用于中等专业学校及工艺型专科学校机械类各专业。

本书注重了学生阅读能力的培养,并力求按照学生的认识规律安排内容。作业也突出了重点,分散了难点,使各部分内容自然过渡,并加强了轴测图的训练。本书还注意了兼容初、高中毕业生两类不同的使用对象。

参加本书编写的有张慰亲(主编)、黄觉民、浦雅鸿、陶宝铠(主审)。与本书配套的习题集由汪振祺、安增桂编写。

本书于1984年12月通过审查。参加审稿的有王钟奇、林国益、汪圣候、陈尧兴、于雅珍、尉培华、韦芳、韩陵宜、高菊荣、蒋德海等。审稿同志对本书提出了不少宝贵意见和建议,我们在此表示衷心感谢。全书图例由汪吉华等同志描绘,在此也表示感谢。

由于编者水平有限,疏漏错误之处在所难免,请使用本教材的师生和其他读者批评指正。

编 者 1985.3

目 录

绪 论	1
第一章 国家标准《机械制图》有关规定	6
§ 1—1 字 体	6
§ 1—2 图纸幅面及格式	11
§ 1—3 比 例	14
§ 1—4 图 线	14
§ 1—5 尺寸注法	18
第二章 绘图工具及绘图方法	28
§ 2—1 绘图工具	28
§ 2—2 绘图仪器	29
§ 2—3 绘图用品	32
§ 2—4 工作位置及绘图方法与步骤	33
第三章 几何作图	36
§ 3—1 等分线段及角度	36
§ 3—2 作正多边形	37
§ 3—3 圆弧连接	39
§ 3—4 非圆曲线	42
§ 3—5 零件轮廓图	47
第四章 投影引言	51
§ 4—1 正投影的基本性质	51
§ 4—2 三面投影体系和三视图	52
§ 4—3 第三角投影简介	55
第五章 点的投影	57
§ 5—1 点投影的直观图	57
§ 5—2 点的三面投影图	58
§ 5—3 相对位置及重影点的可见性	63
第六章 直线的投影	65
§ 6—1 直线的三面投影及直观图	65
§ 6—2 各种位置直线的投影	66
§ 6—3 线段的实长与倾角	68
§ 6—4 点、直线的相对位置	69
§ 6—5 直线的迹点	72
第七章 平面的投影	74
§ 7—1 平面的表示法	74

§ 7—2	各种位置平面	76
§ 7—3	平面上的直线与点	78
§ 7—4	两平面的相对位置	84
§ 7—5	直线与平面的相对位置	87
§ 7—6	两平面相垂直	93
第八章	轴测投影的基本概念	95
§ 8—1	基本知识	95
§ 8—2	点与直线的轴测图的画法	98
§ 8—3	平面图形的轴测图	99
§ 8—4	用主向圆法画圆的轴测图	102
第九章	基 本 体	106
§ 9—1	平面体	106
§ 9—2	曲面体	113
第十章	截 交 线	123
§ 10—1	三视图中截交线画法	123
§ 10—2	轴测图中截交线画法	127
第十一章	相 贯 线	129
§ 11—1	概 述	129
§ 11—2	求相贯线的常用方法	130
§ 11—3	回转体相贯的几种常见情况	134
§ 11—4	相贯体的轴测图	135
§ 11—5	求相贯线的其他方法	136
第十二章	组 合 体	140
§ 12—1	概 述	140
§ 12—2	组合体三视图的画法	141
§ 12—3	组合体三视图的尺寸注法	143
§ 12—4	组合体三视图的识读方法	144
§ 12—5	组合体轴测图画法	147
第十三章	换面法及其应用	150
§ 13—1	概 述	150
§ 13—2	直线及平面图形的一次变换	152
§ 13—3	直线及平面图形的二次变换	153
第十四章	表面展开	155
§ 14—1	可展表面的展开	155
§ 14—2	不可展曲面的近似展开	158
§ 14—3	复合体的表面展开	159
第十五章	机件的各种画法	161
§ 15—1	视 图	161
§ 15—2	剖 视	163
§ 15—3	剖 面	174

§ 15—4	简化画法和其他规定画法	176
§ 15—5	看剖视剖面图	181
第十六章 零件图		183
§ 16—1	概 述	183
§ 16—2	表达方案的选定	184
§ 16—3	零件图上的尺寸标注	186
§ 16—4	零件图上的技术要求	189
§ 16—5	典型零件的结构及表达分析	206
第十七章 标准件、常用件及其规定画法		218
§ 17—1	螺 纹	218
§ 17—2	螺纹连接件	226
§ 17—3	齿 轮	230
§ 17—4	键、销、弹簧和滚动轴承	245
第十八章 装配图		262
§ 18—1	概 述	262
§ 18—2	装配图的表达方法	264
§ 18—3	装配图中的尺寸标注和技术要求	267
§ 18—4	装配图中零、部件的序号及明细栏	268
§ 18—5	装配体测绘	269
§ 18—6	读装配图及拆画零件图	274
附 录		279

绪 论

§ 0—1 图样的产生及类别

一、一切图样都由投影原理产生

在灯光及日光下,人或物体都会在地面或墙壁上留下影子,这一现象称为投影。从中,我们可以概括出构成投影的三要素,即射线、物体及投影面。不论何种图样,都是人们用双眼观察物体,并在画面上反映出的、表达物体形状的图象。在这一过程中,也存在着射线(视线)、物体及投影面(画面)。因此,可以说一切图样都是由投影原理产生的。

由于射线的不同,投影也就有不同的方法,最基本的投影方法有两大类:

(一) 中心投影法

如图 0—1, 射线从一个集中点 S 出发, 照射三角形 ABC , 而在 P 面上形成另一个三角形 abc , 这种投影方法称为中心投影法。 S 为投影中心, P 为投影面, abc 称为 ABC 的投影。

显然, 这种投影方法, 由于投影中心、投影面及投影物之间的相对位置不同, 而产生不同形状与大小的投影。换句话说, 采用中心投影法时, 所获得的投影是永远不可能反映出物体的真实形状和大小的。

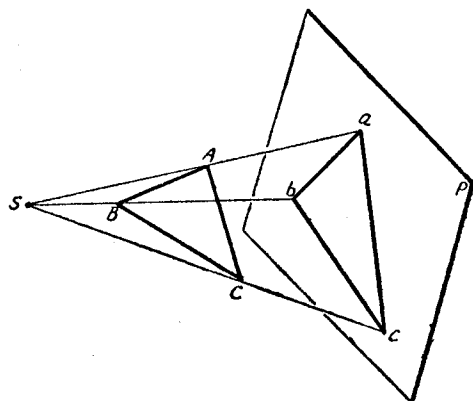


图 0—1

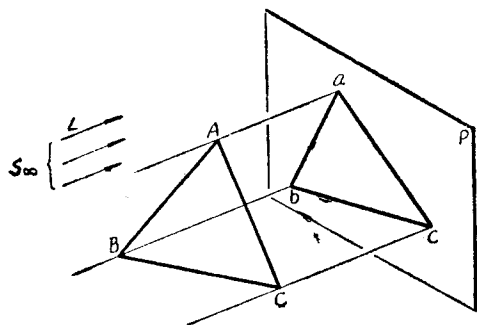


图 0—2

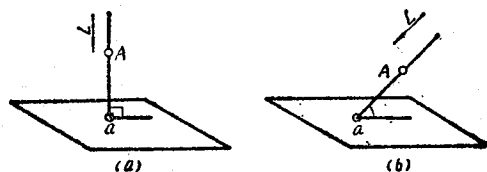


图 0—3

(二) 平行投影法

如图 0—2, 如果射线互相平行, 则构成平行投影法。采用平行投影法时, 只要空间形体与投影面平行, 所获得的投影永远反映空间形体的真实形状和大小。

在平行投影法中, 若射线与投影面垂直, 称为正投影法 (图 0—3 (a)), 若射线与投影面不垂直, 称为斜投影法 (图 0—3 (b))。

二、图样的类别

(一) 透视图

用中心投影法所画出的图样，称为透视图（见图 0—4）。在日常生活中，常见的照相、电影、电视映象及人眼看到东西后得到的映象，如果反映在画面上，所得的图形都是透视图。

透视图立体感强，但是，由于中心投影法所特有的性质，使它不能反映物体的真实形状和大小，因而在机械工程中极少采用。

(二) 轴测图

用平行投影法（正投影法或斜投影法），将物体连同它的空间三向坐标轴，反映在同一画面上所产生的图样，称为轴测图（见图 0—5）。

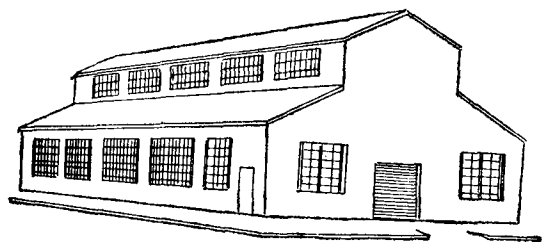


图 0—4

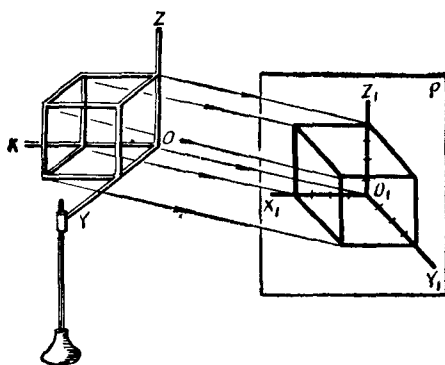
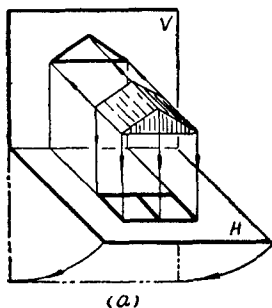


图 0—5

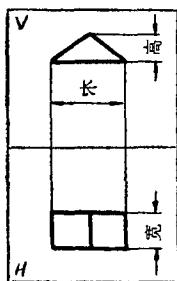
轴测图由于具有较强的立体感，作为表达机械工程物的辅助图示法而被广泛采用。

(三) 视图

将物体向相互垂直的两个或三个以上的投影面分别进行正投影，然后将投影面展开、摊平到同一投影面上所产生的投影图，称为视图（见图 0—6、图 0—7）。

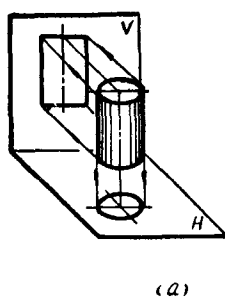


(a)

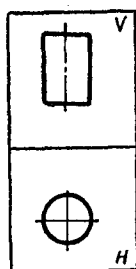


(b)

图 0—6



(a)



(b)

图 0—7

视图作图简便，能确切地反映出空间形体的形状和大小，便于注入尺寸及加工中的技术要求，因而所有的机械图样，均以视图的形式画出。但是，它的立体感较差，必须综合联想两个或两个以上的视图，才能得到完整的概念。而这种空间想象能力，必须通过学习及反复的绘图与看图实践才能形成。

§ 0—2 机械图样的作用、本课程的任务和主要内容

一、机械图样的作用

应用正投影法，表达机器、部件或零件的形状、大小和技术要求的图样称为机械图样（简称机械图）。它按表达对象的不同，分为总装配图、部件装配图和零件图。

在工业领域中，一切机器、仪器、设备乃至人们日常的生活用品，都是按照图样进行生产的。因此，图样和文字、数字、语言一样，是人类借以构思、分析、表达、交流的基本工具之一，被称为“工程语言”。就是在采用电子计算机进行辅助制造，在生产场地见不到图样的情况下，程序设计人员编制零件的加工程序的依据仍然是图样或投影。

总之，图样已渗透到科学研究、工业生产和人民生活的广泛领域之中，是人类生存、发展的重要工具。

二、本课程的任务和主要内容

本课程是一门研究用投影法绘制机械图的技术基础课。本课程的主要任务是：

- （1）培养绘制和阅读中等复杂程度的零件图和部件装配图的能力；
- （2）培养初步的空间构思、分析及表达能力；
- （3）培养耐心细致的工作作风，严肃认真的工作态度；
- （4）进行标准化的启蒙教育，树立标准化的法规思想，以及培养查阅某些基础标准的能力。

本课程的主要内容包括：

- （1）绘制图样的几何方法及绘图工具与仪器的使用；
- （2）与本课程有关的国家标准的规定；
- （3）绘制图样的基本方法——正投影法；
- （4）零件图的画法；
- （5）装配图的画法。

§ 0—3 本课程的基本特点、学习方法和要领

要分析本课程的特点，并采用科学的学习方法，首先要从图样在生产中的作用谈起。在当代生产中，什么样的图样就会制造出什么样的产品，因此，图样上任何细微的错误就会导致生产出不合格的产品，使国家财产造成损失。因而在学习本课程的过程中，必须树立为人民负责的思想，培养严肃认真的工作态度和耐心细致的工作作风。

其次，本课程具有强烈的实践性。空间构思、分析及表达能力的培养，必须通过反复的画图及识图实践。因此，学习本课程必须按计划完成各次作业与练习。

第三，图纸上的每一条图线，每一个字符，每一种画法，国家标准都作了具体而明确的规定，学习本课程，必须严格遵守国家标准。

第四, 绘图是一种创造性的脑力劳动, 图样的好坏, 直接影响产品性能与制造成本。因此, 学习本课程, 必须联系实际, 反复思考。

第五, 学习本课程, 还有一个不断提高绘图速度与效率的问题。提高绘图速度, 一方面取决于制图基础知识、基本理论与方法的掌握程度, 取决于对国家标准规定的记忆程度; 另一方面还取决于绘图的技能与技巧的熟练程度, 例如工具、仪器使用的合理与熟练程度, 绘图时工作位置安排是否得当, 作图步骤是否正确等。对于初学者, 首先要训练自己熟练使用绘图仪器与绘图工具。

归纳起来, 学好本课程, 必须注意下列要领:

**加强实践, 善于练习, 切忌缺欠作业;
遵守国标, 严格要求, 切忌随心所欲;
联系实际, 多思善断, 切忌不求甚解;
认真负责, 一丝不苟, 切忌马虎潦草;
工具仪器, 配合使用, 切忌凑合应付。**

凡是有志于学好本课程的读者, 都应将上述要领, 作为学习本课程的座右铭。

§ 0—4 我国制图发展概况

制图如同其他科学一样, 是劳动人民生产经验的积累、总结和提高, 它始终根据生产的需要而发生和发展。

远在春秋时代, 我国最古的一部技术书籍“周礼考工记”中, 就有画图工具“规、矩、绳墨、悬、水”的记载。早在公元前一百年左右, 我国的数学名著“周髀算经”中, 就有方圆、圆方、勾股弦等几何作图等问题的记载。

经有关专家考证, 在河北省平山县中山王墓中出土的一件距今2200多年的铜制建筑图, 是现存世界上最早的完整工程图。战国时期的中山王墓是1977年发掘的。墓中发现了一块长94cm、宽48cm、厚1cm的铜版, 版上有用金银线绘制的建筑图。图的比例为1:500, 有文字表明尺寸。该图采用正投影法, 制图的方位同现代的上北下南相反。据北师大赵擎寰教授考证, 这是中山王墓的建筑工程平面图。制图的年代为公元前323年至309年。

自秦汉起, 历代就已根据图样建造宫室, 唐代作家柳宗元在《梓人传》中描写当时建筑宫室的情景: “画宫于堵, 盈尺而曲尽其制, 计其毫厘而构大厦, 无进退焉!”。可见当时图样已能起到指导建筑施工的作用。

宋代李诫(明仲)于公元1100年所著《营造法式》一书是我国刊行最早的一部建筑工程经典著作。该书总结了我国在建筑上的技术成就, 并且附了大量的图样。这些图样已与近代的正投影图和轴测投影图, 几无多大差别(见图0—8)。

明代宋应星所著《天工开物》、明末徐光启所著《农政全书》及清代程大位所著《算法统宗》等书中, 都有大量的图样。由于生产技术的发展, 器械日趋复杂, 这些图样也逐渐由单一的装配外形图发展为有拆卸的零件图, 而且图样上有较完整的尺寸说明及文字注解(图0—9)。

从很多历史材料可以看出，我国古代在工程图学方面有着光辉的成就。但是由于过去长期处于封建统治下，近百年来又遭受帝国主义侵略，致使我国的科学技术停滞不前。因此，制图不可能得到发展，制图标准和制度也异常混乱。

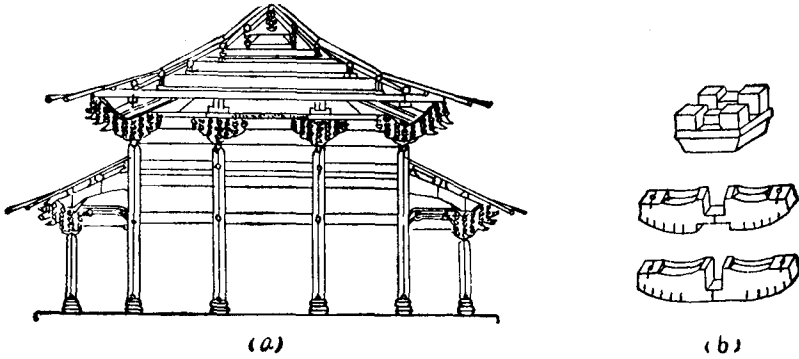


图 0—8

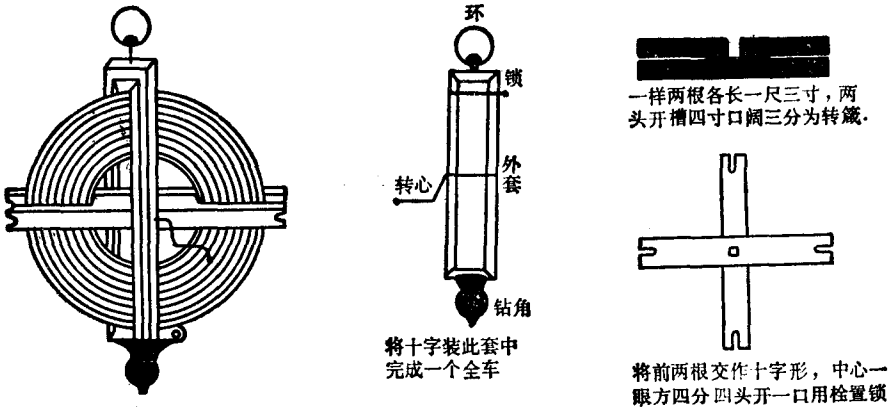


图 0—9

解放后，为了适应生产发展的需要，于1956年由第一机械工业部颁布了我国的第一个制图标准。几年来的实践证明，这一标准在生产中起了很大的作用。在此基础上，1959年国家科学技术委员会新订并颁布了我国正式的机械制图国家标准。这标志着我国的工程制图又进入一个崭新的阶段。此外，在改进制图工具和图样生产以及创造和推广速成识图法等方面，也取得了很多成绩。为了贯彻基础标准，积极采用国际标准的方针，我国于1982年着手修订机械制图国家标准，现新标准也已颁发实施。

五十年代初，人们根据数控机床的原理，用笔代替刀具，发明了第一台平板式数控绘图机，使古老的绘图科学有了历史性的突破。1968年，自我国制成第一台 LZ-5 型数控绘图机以来，电子计算机自动绘图又得到了快速的发展。1980年起，已被列为高等工科学校的必修内容，一些重点中专，也在1984年选修了计算机绘图，显示了这一新兴制图技术的迅速普及。

第一章 国家标准《机械制图》有关规定

图样是生产中的重要技术资料。为了便于生产和交流技术，对图样的画法、尺寸注法、所用代号等均需作统一的规定，使绘图和读图有共同的准则。这些统一规定由国家制订并颁布实施。用于机械图样的叫做国家标准《机械制图》，简称机械制图国标。

机械制图国标中的每个标准均有专用代号，例如GB4457.1—84。这里G是“国家”一词的汉语拼音第一个字母，B是“标准”一词的汉语拼音第一个字母，GB即表示“国家标准”。4457.1为该标准的编号，而短划后面的84则表示该标准是1984年颁布的。

在学习机械制图的时候，必须严格遵守机械制图国标的有关规定，树立标准化的观念。本章仅介绍字体、图线、图样幅面、比例、尺寸标注等几个标准，其余将在以后的有关章节中介绍。

§ 1—1 字 体

GB4457.3—84规定了图样上及技术文件中所用的汉字、数字、字母都必须做到：字体端正、笔划清楚、排列整齐、间隔均匀。

汉字应写成长仿宋体，并采用国家正式公布的简化字。

字体的号数，即字体的高度（单位为毫米），分为20、14、10、7、5、3.5、2.5（汉字字高不宜采用2.5）七种，字体的宽度约等于字体高度的三分之二。

数字及字母的笔划粗细，可选择字体高度的十四分之一或十分之一。

斜体字字头向右倾斜，与水平线成75°角。

用作指数、分数、注脚等的数字及字母，一般采用小一号字体。

字体示例如下：

（1）汉字——长仿宋体示例

3.5 号

螺栓母钉双头密封垫片顶盖底座托盘支架箱体床身汽缸活塞滑块套筒稀油拉杆拖板名牌手齿链凸轮皮带防护罩弹簧花键联接可变换集散整流电压阻容器波导管钮子绝缘环真空泵阀门铸铁钢铜锌铬镍银锡硅塑料聚氯乙
革纸木磁漆橡胶陶瓷瓷熔断焊插继步

5 号

技术要求对称不同轴垂线相交行径跳动弯曲形位移允许偏差内外左右

检验数值范围应符合于等级精热处理淬退回火渗碳硬有效总圈并紧其

余未注明按全部倒角

7 号

装配时作斜度深沉最大小球厚直网纹均布水平镀抛光研
视图向旋转前后表面展开两端中心孔锥销键

10 号

字体端正 笔划清楚 排列整齐 间隔均匀

(2) 拉丁字母示例

A B C D E F G H I J K L M N

O P Q R S T U V W X Y Z

A B C D E F G H I J K L M N

O P Q R S T U V W X Y Z

a b c d e f g h i j k l m n

o p q r s t u v w x y z

a b c d e f g h i j k l m n

o p q r s t u v w x y z

(3) 希腊字母示例

Α Β Γ Δ Ε Ζ Η Θ Ι Κ

Λ Μ Ν Ξ Ο Π Ρ Σ Τ

Υ Φ Χ Ψ Ω

α β γ δ ε ζ η θ ι

κ λ μ ν ξ ο π ρ σ

τ υ φ χ ψ ω

(4) 数字示例

1234567890

1234567890

(5) 罗马数字示例

I II III IV V VI

VII VIII IX X

I II III IV V VI

VII VIII IX X

汉字写法:

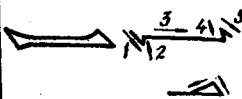
(1) 基本笔划

长仿宋体字的基本笔划一般有:点、横、竖(直)、撇、捺、钩、挑、折等种,掌握基本笔划的写法,是写好整体字的先决条件。

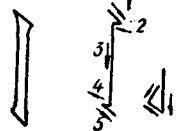
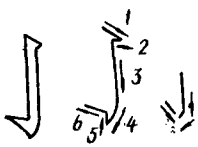
表1—1为长仿宋体字几种基本笔划的写法。表1—2为常用偏旁部首的写法。

长仿宋体字基本笔划

表1—1

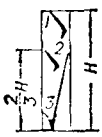
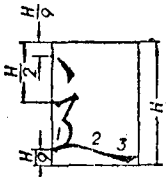
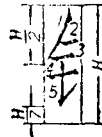
笔划	形状和运笔方法	写法说明	字例
横		起笔有笔锋,并稍逆向掣动,然后向右行笔,稍微倾斜,收笔呈棱角,棱角可由顿挫作出。	工

续上表

笔 划	形状和运笔方法	写 法 说 明	字 例
竖		起笔顿挫有笔锋，收笔在左方呈棱角。	中
撇		有斜撇、竖撇、平撇等种。 斜撇起笔顿挫有锋，整笔向左下方弯曲，上半部弯小，下半部弯大，收笔尖细。	及
捺		有斜捺、平捺等种。 斜捺起笔时顿挫有锋，向右下方作一渐粗的直线，捺脚近似一长三角形。	人
钩		有竖钩、左弯钩、右弯钩、折弯钩等种。 竖钩在末端向左上方作钩，钩笔可倒装。	宋
挑		下笔时顿挫有锋，往右上挑去，形似楔，收笔时变尖。倾斜程度要根据它在字中的不同部位而定。	均
点		有左斜点、右斜点、挑点、直点等种。 起笔有锋，形如尖三角形。	总

长仿宋体字常用偏旁部首写法

表 1—2

	1 略往右靠，3 末端高度大致与 2 平，2、3 左端平齐。		1 处微向上凸呈圆弧线，2 稍直，3 末端略向上翘起。
	1 大致 60°，其末端处在 3、4 两横中间高度，2、3、4 大致平行，5 转角处比格子底线略高。		1 顿笔出头，3 处弯曲。 作左旁时： $h > 1/3H$ 作右旁时： $h < 1/3H$