

高等职业教育教材●艺术设计专业

工业设计模型工艺

全国高等职业教育艺术设计专业教材编写组编

赵玉亮 主编

高等教育出版社

高等职业教育教材
艺术设计专业

工业设计模型工艺

全国高等职业教育艺术设计专业教材编写组编
赵玉亮 主编

高等教育出版社

内容提要

本书是高等职业教育艺术设计专业教材,本教材系统地阐述了工业设计的模型制作工艺,介绍了工业设计模型制作的工具、材料、图纸,以及塑料、金、木、纸、泥、石膏等模型制作工艺基础。全书采用图文分析的实例,为学习工业产品模型制作提供示范,是一本实用性很强的工业设计模型制作工艺教材。

本书可供工业设计专业基础教学用,也可供从事工业设计的专业人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

工业设计模型工艺/赵玉亮主编. —北京:高等教育出版社, 2001.7

高职艺术设计专业教材

ISBN 7-04-009590-4

I. 工… II. 赵… III. 产品-模型-生产工艺-高等学校:技术学校-教材 IV. TB476

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 26480 号

工业设计模型工艺

全国高等职业教育艺术设计专业教材编写组编

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号

邮政编码 100009

电 话 010-64054588

传 真 010-64014048

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 北京地质印刷厂

开 本 787 × 1092 1/16

印 张 18.50

版 次 2001 年 7 月第 1 版

字 数 460 000

印 次 2001 年 7 月第 1 次印刷

插 页 4

定 价 24.50 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

高等职业教育艺术设计专业教材

编审委员会名单

主 任：刘金桂

副主任：梁绿琦

委 员（以姓氏笔画为序）：

王心耀 包中恂 白志敏

刘国生 刘正修 汤重熹

李德明 张 风 张国峰

罗勇武 黄灵万 曹耀明

舒 扬 强天雷

出版说明

1999年6月，国务院召开的全国教育工作会议，提出了要大力发展高等职业教育。为了更好地贯彻全国教育工作会议精神，提高艺术设计教育的教学质量，抓好教材建设工作，高等教育出版社和全国高等职业教育艺术设计专业教材编审委员会于1999年12月在厦门召开了教材研讨会。会议对高等职业教育艺术设计专业的人才培养规格、教学计划、专业课程设置等进行了研讨，确定了对通用性强、经济发展急需、专业开设稳定的专业（装潢、环艺、工业设计、家具设计等）编写示范性教材。

本系列教材包括：《素描》、《色彩》、《装饰基础》、《视觉传达基础》、《字体设计》、《室内设计》、《包装设计》、《书籍装帧与版式设计》、《家具设计与制造》、《工业设计模型工艺》、《设计美学》、《摄影》、《电脑平面设计实用教程》、《Auto CAD2000 实用教程》、《3D Studio MAX 2.5/3.0 电脑效果图实用教程》等。教材的编写注重了专业教学的科学性、规范性和实用性，特别强调了能力的培养，并突出了高等职业教育艺术设计专业教学的特点。

随着社会主义市场经济的不断发展，市场对人才规格会提出新的、更高的要求，因此，教学改革将不断深入，并将有新的课程开设，教材也将不断地更新和完善，希望广大教育工作者共同努力，为培养高素质的应用型专业设计人才做出贡献。

本系列教材自2001年秋季陆续出版发行，欢迎广大师生选用，并提出宝贵意见和建议，以便在修订时完善。

高等教育出版社

2001年3月

前 言

工业设计是一门技术与艺术相结合的学科，于 20 世纪中叶在国外始创。20 世纪 70 年代由于我国四化建设的需要，批准一些学校试点建系，工业设计被定为二级学科。随后各有关高校创造条件相继建系。

工业设计模型工艺是该专业设计的主要造型手段，为重点专业基础课。如今，此课程经多年的教学探索和实践，已与工业产品市场接轨，课程内容、结构、教程也已基本定型，这是本教材得以编就的基础和条件。

本教材在编写中以工业造型手段实践教学为主旨，以塑料类模型工艺为重点，关注用材、加工工艺、工业造型组构和工业造型美的创造等。全书采用清晰的图文分析，便于读者领会、拓展，为优化工业产品模型基础工艺的教和学提供了条件。

本书由清华大学美术学院（原中央工艺美术学院）潘昌侯教授审稿。在编写过程中深得工业设计系教师同仁们的指导和帮助，及饶红英、王家飞、潘凝等同志协助文稿整理和插图绘制，在此一并致以诚挚的感谢。

由于编者学识有限，书中的错失之处定多，尚期待读者率直批评赐教，以便修正。

编者

2001 年 3 月

目 录

引 言	(1)	的粘制	(97)
第一章 模型制作的基本条件	(3)	第六章 塑制	(113)
第一节 场地与设备	(3)	第一节 模型、塑件与塑具	(113)
第二节 模型工具	(7)	第二节 塑制与模具	(115)
第二章 材料	(29)	第三节 塑制工艺过程	(141)
第一节 塑料	(29)	第七章 制作实例	(157)
第二节 木材	(35)	第一节 粘制成型工艺	(157)
第三节 金属材料	(37)	第二节 塑制成型工艺	(173)
第三章 图纸	(42)	第三节 粘制与塑制工艺相结合	(196)
第一节 产品制作图纸与模 型制作图纸	(42)	第四节 塑制模型造型 工艺的作用	(209)
第二节 分解组合与模型图样	(45)	第八章 木模型	(211)
第四章 常用模型的加工工艺	(62)	第一节 木模型加工设备	(211)
第一节 泥模型、石膏模型、 玻璃钢模型	(62)	第二节 木模型工件的连接	(220)
第二节 泡沫塑料模型、纸模型	(67)	第九章 金属模型与金工工艺	(224)
第三节 腻子、涂料、粘接剂	(70)	第一节 金工设备、量具及工艺	(224)
第五章 粘制	(74)	第二节 金属的切削	(256)
第一节 几何体的粘制	(74)	附录 模型制图基本知识	(260)
第二节 模型制作中弧边、 弧角的粘制	(92)	第一节 模型制作常用数据	(260)
第三节 模型常用零、部件		第二节 几何作图	(273)
		参考书目	(287)
		彩图	(288)

引 言

工业设计模型工艺是工业设计专业必修的专业基础课程之一。

我国工业设计学科教育,已设有日用工业产品设计、交通工具造型设计、展示设计、信息设计等专业方向。由于学科教育以服务于现代人们的(含经由人工智能延伸的)现实生活为目的,因而,其专业设计教学注重于工业生产实践,并关注理论、科技、艺术与工业产品设计的结合。

工业设计模型工艺是一门注重工业制品造型工艺学习与技能训练相结合的专业基础课。课前,为使学员先具有一定的机械加工工艺操作能力,一般均先安排基础工艺实习课。因而,本课程之始,作为基础工艺实习课的延伸和补充,由浅入深地安排了数件典型的、有代表性的、由不同工艺加工的几何型体模型的制作,以熟悉各类造型中多种工艺的应用。总之,作为专业基础教学,应着重培养学生手脑一致的技能学习与训练,以掌握基本的工业造型工艺与专业设计技能。

基于专业设计类型的多样性与综合性,决定了在深层次的模型工艺教学中必须与专业设计教程同步,以便依附于专业设计教学的全过程。这是因为专业设计教学中的二维思维描述(图示表达)与三维思维展示(造型表达)这两种形象思维的交互运作、补充以及在不断渗透深化进程中的互促进作用,在教学中是极为重要的。因而,工业设计模型工艺教学,在教程后期不再局限于纯技能的教学,而更应因其依附于专业设计教学,为配合实践型设计教学而相应地融入一些造型规律、工业美学等专业素质培养的内容,以便经过专业设计教学能全面地、综合地提高专业表达能力、专业理论水平、美学水平、创作能力、评鉴能力与文化品位等。

工业设计教学是建立于多工种、多工艺的综合教学中,建立于工业产品构成与生产程序组织的教学中,建立于不断深化、精化的造型探究中,建立于型、色、线、面、肌理、触感、光影、互动、控制等综合效果的探索与视觉和触觉艺术效果的把握以及技术与细节等的精深推敲中。它不仅要求学生必须在专业设计学习中贯彻功能、物质技术条件与造型美等设计原则,而且还要求更能透过正确设计思想的引导、对社会责任的关注(如关注环保、生态、经济、安全、适用等)及其与工业生产现实条件的结合等进行从业教育,以培养造就出具有高尚职业道德与素质的专业人才,这是更为深层的、重要的学科教育内涵。

工业设计模型制品的制作是工业设计教学中的重要组成部分。由于工业设计模型制品内容与形式的多样性,使模型制品所涉及的材料类型与加工工艺各不相同。通常的模型制品所用的材料与工艺及其相互关系与加工程序等,以图表形式归纳如图0-1所示。

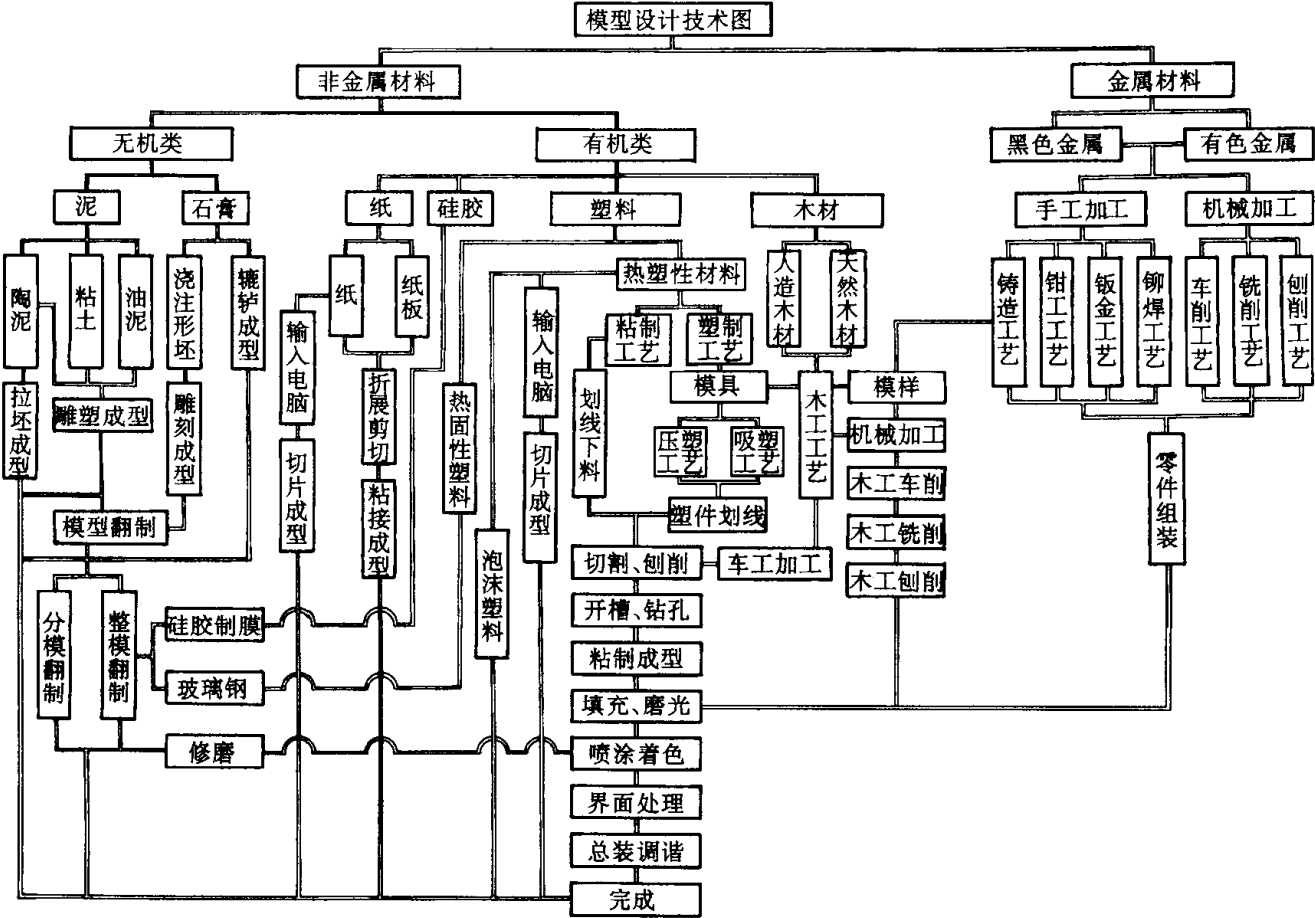


图 0-1 工业设计模型用料与工艺程序简表

第一章 模型制作的基本条件

工业设计产品在功能与形态上的各异性,决定了制品模型所涉及的材料与工艺的多样性。制品模型的成型主要是通过设备、工具与加工工艺来改变材料的形态而实现的。所以,设备、工具、加工场地和加工工艺是制作制品模型的基础条件。

第一节 场地与设备

一、金工实习场地与设备

1. 由于地面需要承受的金工设备荷载较大,一般以设在一层为宜,面积按班级学生人数的人均占地面积不小于 4 m^2 计。室内净高不宜过低,距天花板最低点的净高不应小于 3.6 m 。

2. 室内天然采光要求按Ⅱ级考虑。视觉工作分类为Ⅱ等乙级。人工照明最低照度(离地面 0.8 m 处),白炽灯一般照明为 60 lx ,混合照明为 125 lx ;荧光灯一般照明为 150 lx ,混合照明为 300 lx 。

3. 场地应有 380 V 动力电源。插座(220 V)间隔距离以 $2\sim 3\text{ m}$ 为宜。

4. 金工实习场地的建筑耐火等级一般要求二级,不得低于三级。场地内应有上、下水及水池。

5. 金工实习场地内,机床与墙、柱、暖气片等的最小距离为:

(1) 中小型设备安装时,与墙、柱、暖气片的最小距离不小于 500 mm 。

(2) 若工作位置在设备与墙、柱、暖气片之间时,中小型设备与墙、柱、暖气片的距离为不小于 800 mm ,大型设备则不小于 $1\,000\text{ mm}$ 。

(3) 机床斜向排列时,以 $15^\circ\sim 20^\circ$ 为宜。

6. 砂轮机应靠近外墙安装,以便于除尘,同时还应远离机床和工作台。

7. 排风设备尽量选用低转速风机,并应解决噪声的隔音。

8. 常用设备:

(1) 车床。

(2) 铣床。

(3) 摇臂钻床。

(4) 台式钻床。

(5) 刨床。

(6) 划线平台。

(7) 钳工工作台。

(8) 砂轮机。

(9) 工具柜。

二、木工实习场地与设备

1. 场地面积、室内净高与金工实习场地相同。
2. 室内天然采光要求按Ⅲ级标准。视觉工作分类为Ⅲ等乙级。照明最低照度，白炽灯一般照明为 40 lx，混合照明为 80 lx；荧光灯一般照明为 100 lx，混合照明为 200 lx。
3. 木工实习场地建筑物的耐火等级一般为二级。由于实习过程中会产生刨花和锯屑，易于引起燃烧，因此场地内应备有上、下水和水池，并有消防设施。
4. 木工实习机械噪音大于 90 db 时应做好噪音的隔音或与其他教室有一定的隔离。
5. 常用设备：
 - (1) 木工车床。
 - (2) 木工铣床。
 - (3) 木工钻床。
 - (4) 木工压刨床。
 - (5) 木工平刨床。
 - (6) 木工圆锯床。
 - (7) 木工带锯床。
 - (8) 木工圆磨机。
 - (9) 木工工作台。
 - (10) 工具柜。

三、油漆喷涂场地与设备

1. 油漆场地内距天花板最低点的净高不应小于 3.2 m，场地面积不应小于 24m²。
2. 喷涂场地建筑耐火等级不应低于二级，天然采光标准为Ⅲ级。视觉工作分类为Ⅲ等丙级，人工照明最低照度，白炽灯一般照明为 15 lx，荧光灯一般照明为 80 lx。电力照明要符合防燃防爆要求。
3. 室内存放的涂料和有机溶剂应避免阳光直射，除采用安全措施外，不允许将空气压缩机与配电箱放在同一室内。喷漆工作台的上方要安装排风装置。
4. 油漆室设于单层实习车间时应靠外墙布置，设于多层教学实习楼时应布置在顶层，以利通风。
5. 油漆喷涂场地与其他教室及生活间应用防火墙隔开。如因条件所限不能分隔时，油漆室应有必要的防火隔离措施。
6. 常用设备：
 - (1) 喷涂用工作转台。
 - (2) 空气压缩机。
 - (3) 铁制涂料与稀释剂存放柜。

四、石膏实习场地与设备

1. 场地以单层建筑物为宜，若布置在楼房时应选用一层，以便于安排设备和搬运石膏。

因振动与噪声较大应远离其他教室。室内天花板最低点距地面不小于 3.6 m。场地面积视机轮（辘轳）数量而定，每台机轮约占地 4 m²（含操作使用面积）。

2. 石膏实习场地建筑物的耐火等级一般不低于三级。天然采光、人工照明照度的要求与木工实习场地相同，但机轮工作台上应加重点照明。

3. 场地内应安装排风设施，以利于室内通风干燥。

4. 场地内要有上、下水设施及水池、沉淀池及排水明沟。

5. 陶泥模型、玻璃钢模型的翻制可在石膏实习场地内进行。

6. 常用设备：

(1) 机轮（辘轳）。

(2) 和泥机。

(3) 拉坯机。

(4) 工作台。

五、焊接实习场地与设备

1. 场地面积不小于 40 m²，室内净高不小于 3.2 m，屋顶应开矩形天窗。

2. 焊接实习场地建筑物的耐火等级应不低于二级。场地内应设上、下水及水池。

3. 场地天然采光为Ⅲ级，视觉工作分类为Ⅲ等甲级。人工照明最低照度，白炽灯一般照明为 40 lx，混合照明为 80 lx；荧光灯一般照明为 100 lx，混合照明为 200 lx。

4. 场地内应安装排风设施。

5. 氧气瓶与乙炔发生器应分别放置于场地外，并由专业人员操作管理。

6. 常用设备：

(1) 焊接变压器（AC）。

(2) 直流电焊机（DC）。

(3) 氧气瓶、氩气瓶。

(4) 乙炔发生器。

(5) 氩弧焊机、点焊机。

六、模型工作室场地与设备的配制

1. 场地面积以实习学生人均占地平方米乘以人数计算，室内净高不低于 3.2 m。

2. 室内天然采光按Ⅱ级考虑。视觉工作分类为Ⅱ等乙级、人工照明最低照度，白炽灯一般照明为 60 lx，混合照明为 125 lx；荧光灯一般照明为 150 lx，混合照明为 300 lx。

3. 模型工作场地建筑物的耐火等级一般为二级。场地内应有上、下水和水池，并有消防设施。

4. 场地内应有 380 V 动力电源。插座（220 V），间隔距离以 2~3 m 为宜。

5. 室内必须安装排风设施。

6. 油泥模型可在模型工作室内塑制。

7. 常用设备：

(1) 普通车床 1 台。

- (2) 木工车床 1 台。
- (3) 立式铣床 1 台。
- (4) 木工铣床 1 台。
- (5) 摇臂钻床 1 台。
- (6) 台式钻床 4 台。
- (7) 鼓风干燥箱 (烤箱) 2 台 (一大一小)。
- (8) 吸塑机 1 台。
- (9) 内外圆木工磨光机 1 台。
- (10) 砂轮机 2 台。
- (11) 划线平台 1 台 (1 500 mm × 2 000 mm)。
- (12) 钳工台案 3 台 (1 200 mm × 2 400 mm, 每台案可供 4 人用)。
- (13) 木工台案 5 台 (800 mm × 2 000 mm, 每台案可供 2 人用)。
- (14) 模型工作台案 5 台 (1 200 mm × 2 400 mm, 每台案可供 4 人使用)。
- (15) 升降塑造台 5 台 (1 100 mm × 1 600 mm, 每台案可供 1 ~ 2 人用)。

七、模型工作室的功能

模型工作室不同于其他工艺工作室,如金工、木工等,它的加工材料与工艺一般都比较专一而多样。由于工业设计模型的内容、使用材料、加工方法等方面的不同,决定了综合性加工是模型工作室的主要加工方式。

模型工作室有别于其他工艺工作室,还因为它不只是制作模型的活动场所,而且还起到设计教室的作用。这是由于学生在课堂教学中学到的设计理论和方法,在作出设计方案时,还需经由模型来检验、修正、定案。学生只有在实际操作中提高了动手能力,制作出自己设计的模型制品,才算完成作业,取得学习成果。

模型课教师应辅导学生研究、推敲模型的加工方案,制定其工艺方法,而且常常需边做边改。因而,从方案制作开始到整个模型制作完成,既是一个完整的模型制作过程,又是一个设计的深化、精化过程。因之学生在获得模型制品工艺的同时,也了解到了整个模型的加工工艺与整体设计过程间不可分割的内在关系。

由于设计内容与材料的多样,学生的动手能力训练也是综合性的,金属材料、木材、塑料的机械加工及塑料的塑制成型等,均需在模型工作室交互地、综合地加以解决,这样便与其他单一型工艺工作室有所不同。

由于学生从方案设计、动手制作直至模型完成的全过程都是在工作室内完成的,且设计图纸、测绘用品、参考资料、工具及加工半成品也都需随时取用,且在制作模型中,时而坐着加工,时而站立操作,还因使用的设备不同而需来回走动,所以在模型工作室上课时,每个学生占用的活动面积平均约需 4 m²,以每班学生 20 人计应为 80 m²,再加上设备占地与使用面积等共计为 160 m²。这样,平均每个学生实际占有模型工作室的面积指标应为 8 m²/人。

第二节 模型工具

工业设计模型制作时所使用的工具是综合性的，它包括度量工具，钳工工具、电工工具，木工工具、雕塑工具及美工工具等。除电动工具外，以上工具在制作模型时统称为手工工具。

一、量具

在模型制作过程中，用来测量模型材料尺寸、角度的工具称为量具。

1. 直尺

直尺是用来测量长度和划线时的导向工具，规格有 150 mm、200 mm、300 mm、500 mm、600 mm、1 000 mm、1 500 mm、2 000 mm 等。尺面刻度有公制或公制与英制两种刻度。有些尺背还刻有公、英制长度换算表。尺身材料有不锈钢、塑料与木材等。

2. 卷尺

卷尺（图 1-1）的尺面有公制或公制与英制两种刻度。常用规格有 1m、2m、3.5 m 等。钢卷尺用于测量较长的模型材料，但不可用于切削加工的测量。

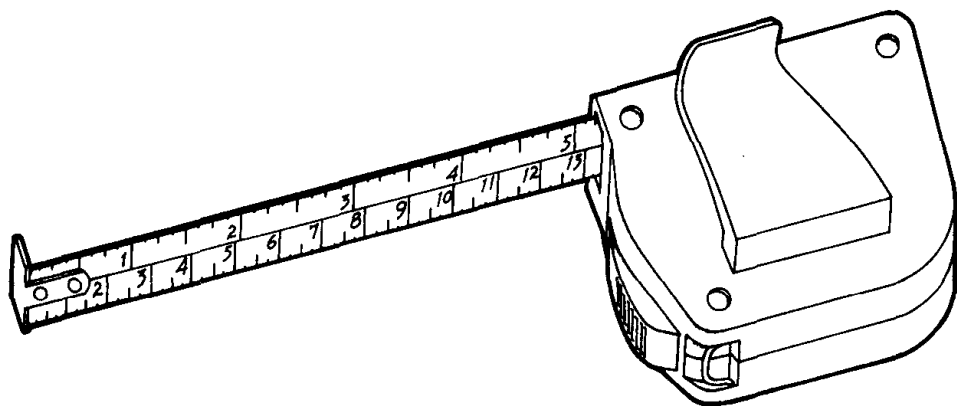


图 1-1 卷尺

3. 直角尺

直角尺又称为弯尺。常用直角尺有以下三种：

（1）木工直角尺 由两条互为 90° 的直角边和一条 45° 角的斜边组成，是木制模型加工时主要的划线工具，有木制与金属制两种（图 1-2a）。

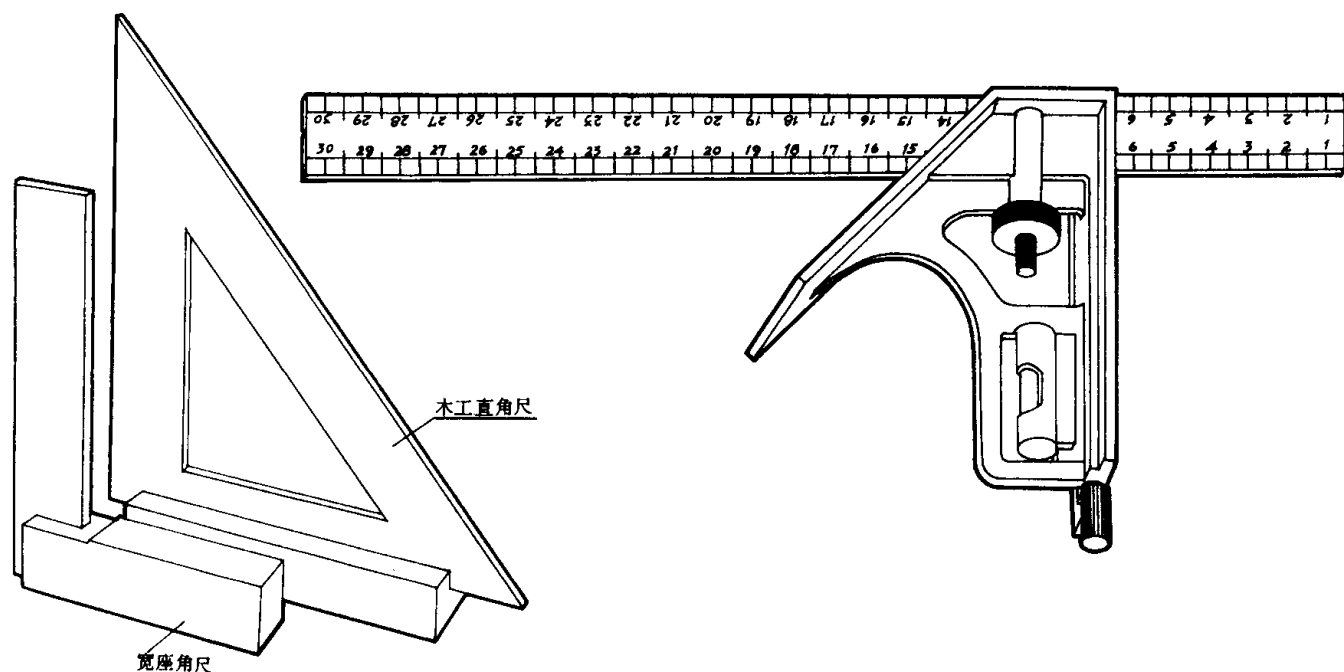
（2）组合角尺 由不锈钢材质的长工作边和铸铝材料的尺座两部分组成，长工作边可前后移动调节尺寸（图 1-2b）。经常在塑料模型板材下料时使用。

（3）宽座角尺 用中碳钢精制而成，长工作边和尺座的两条直角边之间有精确的 90° 角（图 1-2a）。

4. 卡钳

卡钳用碳素工具钢制成，是一种比较测量的量具。其所测量的尺寸，必须与带刻度的量具配合使用，才能读出读数。

卡钳有内卡钳与外卡钳两种（图 1-3）。内卡钳用于测量金属模型工件的内径、凹槽等；外卡钳用于测量金属模型工件的外径和外平行面等。



(a) 木直角尺和宽座直角尺

(b) 组合角尺

图 1-2 直角尺

内、外卡钳的测量是靠手指的感觉来确定尺寸的。如需调整钳口间距，可轻轻敲击钳脚外侧或内侧。但不得敲击钳脚尖部，以免影响卡钳精度。

5. 游标卡尺

游标卡尺（图 1-4）是一种精度较高、用途较广的量具，主要用于测量金属与塑料模型工件的尺寸数据。其结构主要由主尺和副尺两部分组成。主尺和固定量爪制成一体，副尺和活动量爪制成一体。移动副尺，可调整量爪间距。300 mm 以上游标卡尺还有一个微调装置。

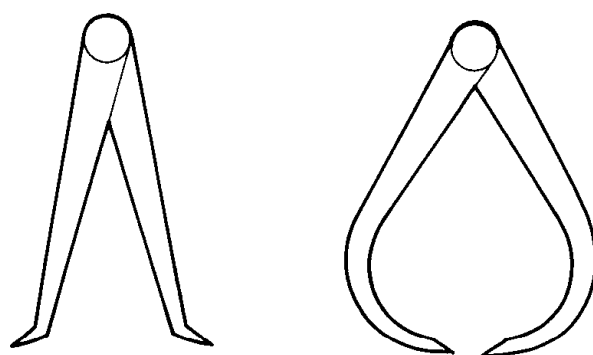
6. 高度游标卡尺

高度游标卡尺（图 1-5）主要用于在平台上测量模型工件的高度和划线。主尺和基座垂直固定在一起，副尺和划线量爪组合在一起。

副尺与微调装置可沿主尺上下移动。高度游标卡尺的刻线原理、读数方法、测量精度与游标卡尺基本相同。

7. 万能角度尺

万能角度尺（图 1-6）又称量角器。它由角尺、游标尺、锁紧螺钉、扇形板、尺座、基尺、可换尺和卡块组成。基尺固定在尺座上，扇形板和游标尺与尺座间可作相对移动。扇形板上有卡块装着角尺，角尺另一端又有一个卡块和可换尺，两者都可以作相对移动。



(a) 内卡钳

(b) 外卡钳

图 1-3 卡钳

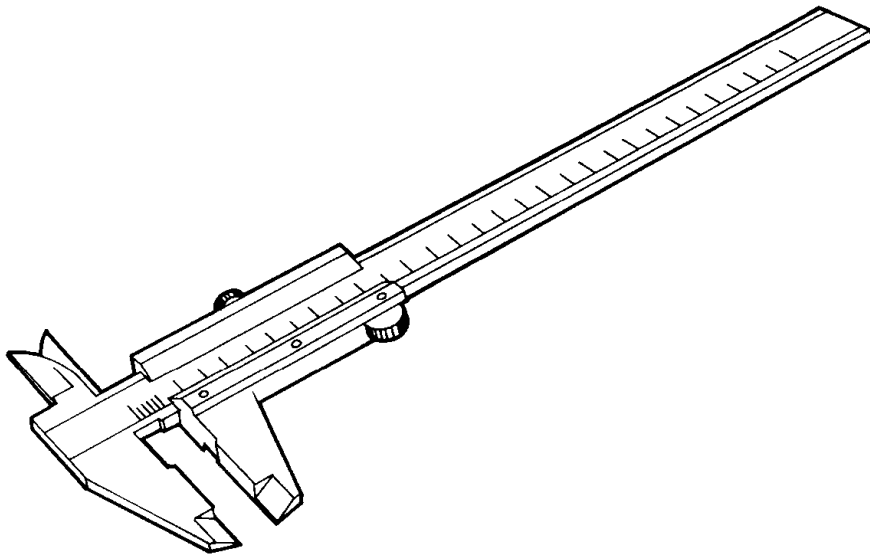


图 1-4 游标卡尺

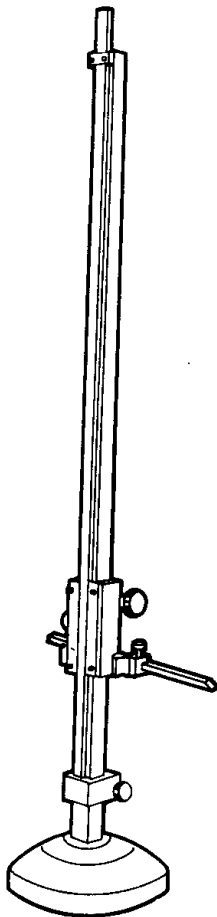


图 1-5 高度游标卡尺

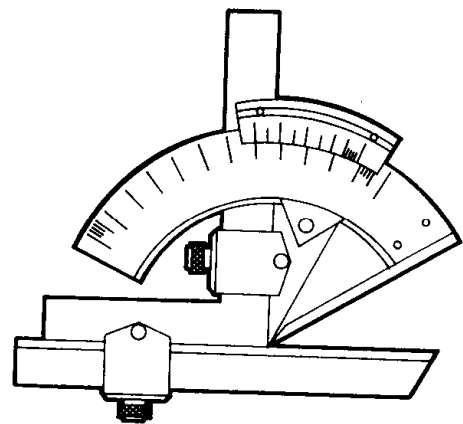


图 1-6 万能角度尺

8. 水平尺

水平尺由金属主体和水准器组成。水准器由封闭的玻璃管组成，内装有酒精或乙醚，并留有一小气泡，外表面上有等分刻度。水平尺放在模型工件的平面上，水准器的气泡应该静止在刻度线中间位置。根据气泡移动距离的高低差值，可换算出工件两端的高度差。

9. 厚薄规

厚薄规（图 1-7）又称塞尺，是由一些不同厚度的薄钢片组成的测量工具。主要用于测量金属模型工件相配合时结合面的间隙大小。其厚度规格为 0.03 ~ 0.10 mm 时，每片厚度相差 0.01 mm；厚度规格为 0.10 ~ 1.00 mm 时，每片厚度则相差 0.05 mm。

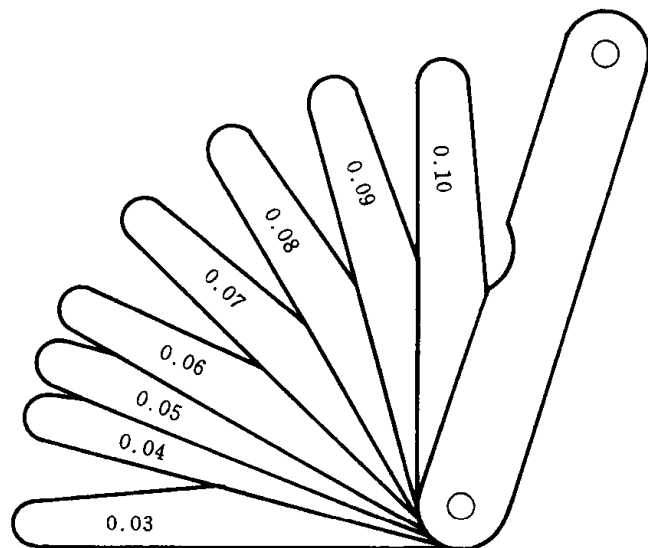


图 1-7 厚薄规

二、划线工具

根据图纸或实物的几何形状尺寸，在待加工模型工件表面上划出加工界线的工具称为划线工具。

1. 划针

划针（图 1-8）由弹簧钢、碳素工具钢磨制而成；也有用普通钢材做成划针，并在一端焊上硬质合金后将其尖端磨成 $15^\circ \sim 20^\circ$ 的尖角。由于划针的硬度高，所以划出的线条很清晰。

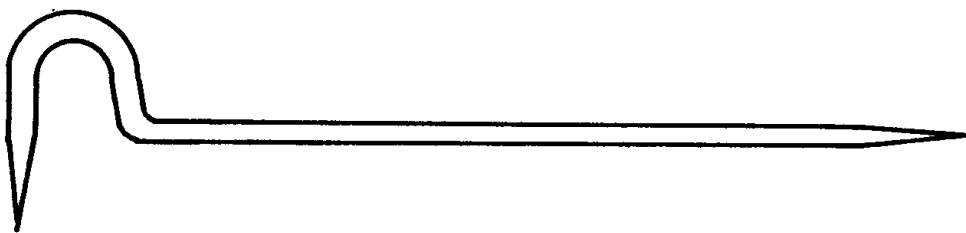


图 1-8 划针

2. 划规

划规（图 1-9）主要用于划圆、划圆弧、等分角度、测量两点间距离以及找正圆心量取尺寸等。常用划规有普通划规、弹簧划规和可调划规（地规）。

3. 划线盘

划线盘（图 1-10）是用于校正模型工件与基准面平行和进行模型立体划线的工具。它由底座、立柱、划针、锁紧螺钉组成。工作时划针可以上下、前后移动，划针的尖端可供划线使用。