

Creo Parametric 与工程制图

学习 Creo Parametric 的一个重要目的，就是让所建立的模型能够制造出来，而只靠三维模型是无法准确表达粗糙度、几何公差等具体信息的。为了解决这个问题，还是必须将三维模型以工程图的形式表达出来，让工人可以准确理解零件并加工。这个环节是通过工程图解决的，工程制图的基础是画法几何。本章具体讲解计算机辅助设计与工程图的关系，以及 Creo Parametric 工程图与常用软件 AutoCAD 的关系等。

1.1 画法几何与工程制图

在这一节中，我们将首先介绍有关工程图与画法几何的概念，然后了解学习工程图的目的、任务和方法，这样可以对后面学习 Creo Parametric 打下专业基础。

1.1.1 有关图的基本概念

对于对象的表达，人们习惯使用两种方式，如图 1-1 所示。其中，三维立体图直观，但是难画；平面图不直观，但是能准确描述形体尺寸。实际上，无论是三维立体图还是平面图，它们的本质都是图。作为一个工程技术人员，理解宇宙直到生活环境的物体，他的认知过程是逐渐过渡的，即图→工程图→工程制图。也就是说，是一个从整体到细节的过程。

图是把物体的形象反映到平面上的形式，只要把想表达的对象反映到纸面等介质上，就完成了——一张图。文字也是特殊的图。

在生产建设和科学研究工程中，对于已有或想象中的空间体（如地面、建筑物、机器等）的形状、大小、位置等资料，很难用语言和文字表达清楚，因而需要在平面上（如图纸上）用图形表达出来。这种在平面上表达工程物体的图，称为工程图。工程图常用的表达方式有透视图、轴测图、正投影图和标高投影图。

如果将工程图比喻为工程界的一种语言，则画法几何便是这种语言的语法。

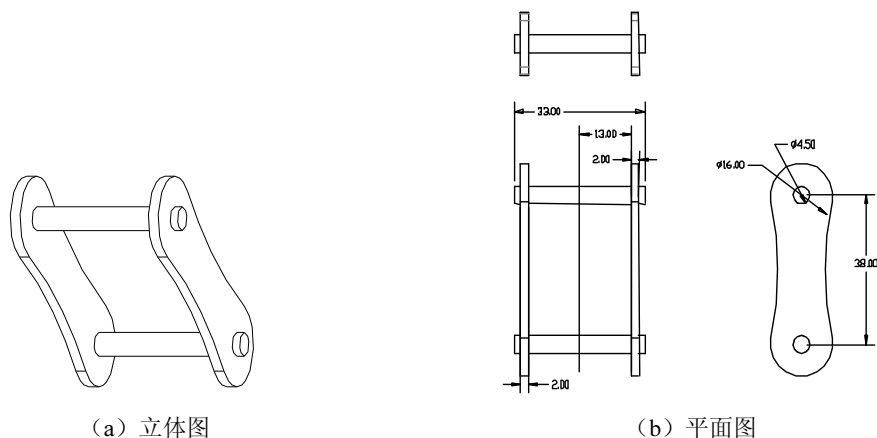


图 1-1 图 的两种表达方式

当研究在平面上用图形来表达空间物体时，因为空间物体的形状、大小和相互位置等不同，不便以个别物体逐一研究，并且为了研究时描述正确和完整，以及所得结论能广泛地应用于所有物体，采用几何学，将空间物体概括成抽象的点、线、面等几何形体，研究几何形体在平面上如何用图形来表达，以及如何通过作图来解决它们的几何关系问题。这种研究在平面上用图形来表示空间几何形体和运用几何图来解决它们的几何关系问题的学科，称为画法几何。例如，正方体可以描述为 6 个面组成，每个面由无数条线组成，而每条线又由无数个点组成。

在工程图中，除了有表达物体形状的线条以外，还要应用国家制图标准规定的一些表达方法和符号，根据画法几何的理论，注以必要的尺寸和文字说明，使得工程图能完整、明确和清晰地表达出物体的形状、大小和位置，以及其他必要的信息（例如物体的名称、材料的种类和规格，生产方法等）。研究绘制工程图的学科，称为工程制图。同工程图相比，工程制图是从工程图的正投影图扩展而来，而且添加了文字等注释信息。

工程制图用于不同目的，就成为不同的工程图。例如，如果用在建筑行业，则形成建筑平面图、建筑立面图和建筑剖面图；如果用在机械行业，则形成平面结构图、模具图、加工图纸等。

如图 1-2 所示，就可以看出其渐进过程。

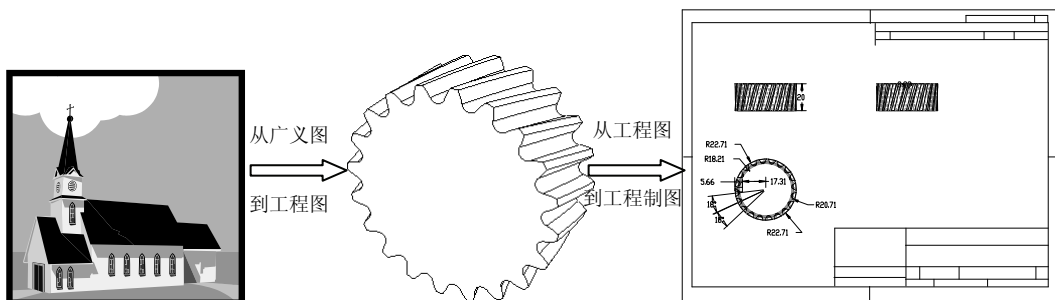


图 1-2 工程制图的进化

1.1.2 工程制图的基本要求

1. 工程制图的任务与要求

学习工程图的目的就是培养学生绘图、读图和图解的能力以及空间想象能力。概括而言，主要分为以下几项任务：

- (1) 研究正投影的基本理论和作图方法；
- (2) 培养绘制和阅读工程图的能力，即培养图解能力；
- (3) 通过绘图、读图和图解的实践，培养空间想象能力；
- (4) 培养用 **Creo Parametric** 工程图模块绘制图样的初步能力；

(5) 正确使用绘图工具，包括实际手工工具和软件工具，掌握绘图的技巧和方法，又快又好地作出符合国家标准工程图，并能正确地阅读一般的工程图纸。

在学习过程中，只有培养认真、细致、一丝不苟的工作作风，才能作出符合要求的正确图纸。良好的工作作风是完成任务的润滑剂。

2. 工程制图的主要内容和学习方法

在 **Creo Parametric** 工程图模块中，既要学习一些专业知识，也要学习软件的基本知识。具体内容如下：

(1) 学习工程制图的基本知识，包括软件绘图工具、手工绘图仪器的使用、几何作图的知识及有关制图标准。

(2) 学习投影作图，包括工程图样的图示原理和方法，这样在表达对象时才能游刃有余，在适当的位置放置适当的视图。

(3) 掌握工程图的看图、画图规则和方法，也包括实体的测量技术。实体的测量实际上就是一个对实体认知、分解和重新组合的过程。用户要想准确表达一个实体，必须能够知道从哪里开始，如何依次将各个基本特征放上去，这样才能在生成工程图时确切地把握哪些特征需要特殊表达，哪些特征需要简化表示。

(4) 学习相关的机械制图知识，包括工艺流程图、结构图、设备布置图等等的看图、绘制等。

(5) 了解相关的其他图样，包括建筑制图、服装视图等的看图、画图规则和方法，从而实现适用范围的扩展。

3. 学习方法

画法几何是制图的理论基础，比较抽象，系统性较强。机械制图是投影理论的实际运用，实践性较强，学习时要完成一系列的绘图、识图作业，但要有正确的学习方法，才能提高学习效果。

具体方法如下：

(1) 下工夫培养空间与二维视图转换的想象能力。学习 **Creo Parametric** 工程图的过程和国内传统的学习机械制图的过程完全相反。本书中的方法是从三维空间实体转换为二维工程图，首先完成三维实体，然后借助工程图模块来建立各种视图。而传统的工程制图学习方法则是从二维平面想象出三维形体的形状。这是初学者制图的一道难关。开始时借助一些模型（没有），加强图物

对照的感性认识，但要逐步减少使用模型，直至可以完全依靠自己的空间想象能力看懂图纸。

Creo Parametric 的三维实体与工程图采用的是单一数据库，这样可以保证投影数据的正确性，显然可以避免在绘制平面图形时由于疏忽等原因造成线条缺失或线型错误等。

(2) 要培养实体分解能力。要解决这个问题，一要掌握分解的思路，即空间问题，一定要拿到空间去分析研究，决定分解方案；二要掌握几何元素之间的各种基本关系（如平行、垂直、相交、交叉等）的表示方法，才能将分解体逐步用作图表达出来，并求得解答。

(3) 要提高自学能力与严谨的态度。工程图纸（机械图纸、化工图纸、建筑图纸等）是施工的根据，必须与工程实践结合起来，而专业知识的学习主要靠用户自学，所以读者要想准确把握工程制图，就必须提高自学能力。另外，在绘制工程图后，往往由于一条线的疏忽或数字的差错，造成严重的返工浪费。所以应从初学制图开始，就严格要求自己，养成认真负责、一丝不苟和力求符合国家标准的工作态度。同时又要逐步提高绘图速度，达到又快又好的要求。

1.1.3 计算机辅助绘图

计算机科学是最近几十年来发展最为迅猛的科学分支。计算机硬件和软件的交替进步，已经使如今的微型计算机成为非常好的绘图工具。计算机绘图速度快，质量好，而且便于修改，易于管理。计算机绘图技术已成为工程技术人员必须掌握的基本技术。

实现计算机绘图，必须依靠计算机绘图系统的正常运行。计算机绘图系统由硬件和软件两大部分组成。

硬件部分主要包括微型计算机、图形输入设备和图形输出设备。微型计算机是绘图系统的核心设备，它主要负责接受输入信息，进行数据处理，控制图形输出；图形输入设备有键盘、鼠标、数字化仪、扫描仪、数码相机等，它们的主要职责是将图形数据传输给计算机，实现人机交互；图形输出设备除显示器外，还有打印机和绘图仪。显示器显示图形，方便了人机交互。打印机和绘图仪则把图形输出到纸介质上，成为正式图样。

软件部分包括操作系统和绘图软件。操作系统是管理计算机硬件和其他软件资源的一种系统软件，目前使用最多的是 Windows 系统。绘图软件为用户提供图形处理与编辑的功能，并包含有驱动图形输入与输出设备的程序。

绘图软件有很多，较为流行的有 Solidworks、Creo Parametric、AutoCAD 等。我国科研人员近年来在绘图软件的研究开发中也有不俗的表现，开目 CAD、CAXA 电子图版等优秀软件均占有了不少的市场份额，这些软件的使用性能也越来越接近国际流行软件。

各种绘图软件可能在使用方法和技巧上稍有差异，但它们的绘图原理归根到底都是相同的，都要遵循画法几何原理。

Creo Parametric 的工程图模块用来完成工程图绘制，只不过其中英文名称译为“绘图”，这是由于汉化时翻译人员的不专业造成的，Creo Parametric 中这种问题比较多。本书将采用工程图名称，只不过在对话框等窗口元素中将与软件保持一致。

1.2 工程制图的标准与内容

每个制图都要遵循一定的规则，工程制图也不例外。本节将讲解工程制图的有关标准和简单内容。至于详细知识，将结合后面相关章节进行讲解。

1.2.1 工程制图的国际标准与国家标准

为了便于生产和技术交流，每个国家都对工程图样画法、尺寸标注方法等作了统一规定。主要有 ISO 标准和各国自己的标准，例如美国的 ANSI 标准、日本的 JIS 标准、德国的 DIN 标准等。ISO 标准为国际标准组织制定，我国的标准也是参照该标准制定的。

1959 年，由中华人民共和国科学技术委员会批准发布了我国第一个《机械制图》国家标准（GB 122—1995～GB 141—1995），该标准对图纸幅面、比例、图线、剖面线、图样画法、尺寸注法、标准件和通用件等画法和代号方面都作了统一的规定。自该标准实施以来，起到了统一工程语言的作用，并在 1974 年和 1984 年进行过两次修订。1989 年，根据有关规定，把某些与机械、建筑、电气、土木、水利等行业有关的共性内容制订成《技术制图》国家标准，即 GB/T 14689—1993。其中“GB”为“国标”（国家标准的简称）二字的汉语拼音字头，“T”为推荐的“推”字的汉语拼音字头，“14689”为标准编号，“1993”为标准颁布的年号。工程技术人员应严格遵守，认真贯彻国家标准。

1.2.2 工程制图的内容

1. 采用的投影方法

在灯光或太阳光照射物体时，在地面或墙上会产生与原物体相同或相似的影子。人们根据这个自然现象，总结出将空间物体表达为平面图形的方法，即投影法。在投影法中，向物体投射的光线，称为投影线；出现影像的平面，称为投影面；所得影像的几何轮廓，称为投影或投影图。

投影法依投影线性质的不同可分为两类：

（1）中心投影法。投影线由投影中心的一点射出，通过物体与投影面相交所得的图形，称为中心投影。投影线的出发点称为投影中心。这种投影方法称为中心投影法；所得的单面投影图称为中心投影图，如图 1-3 所示。由于投影线互不平行，所得图形不能反映物体的真实大小，因此，中心投影法不能作为绘制工程图样的基本方法。

（2）平行投影法。如果将投影中心移至无穷远处，则投影可看成互相平行地通过物体与投影面相交，所得的图形称为平行投影；用平行投影线进行投影的方法称为平行投影法。在平行投影法中，根据投射方向是否垂直投影面，平行投影法又可分为两种：

1）斜投影法。投影方向（投影线）倾斜于投影面，称为斜投影法，如图 1-4 所示。

2）直角投影法。投影方向（投影线）垂直于投影面，称为直角投影法，简称正投影法，如图 1-5 所示。正投影法是工程制图中广泛应用的方法。

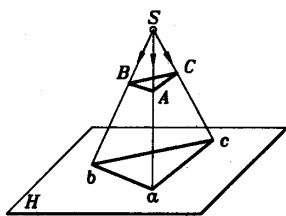


图 1-3 中心投影法

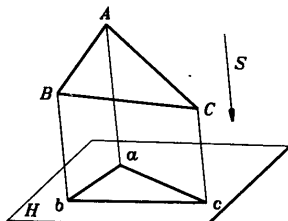


图 1-4 斜投影法

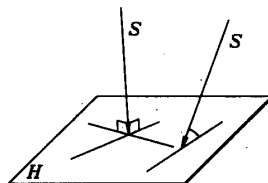
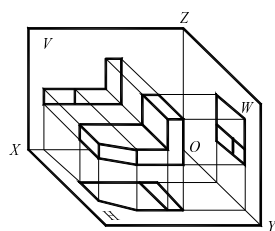


图 1-5 直角投影法

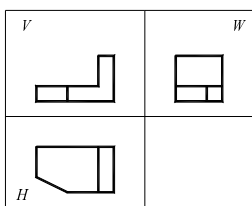
(3) 轴测投影。轴测投影是用平行投影法在单一投影面上取得物体立体投影的一种方法。用这种方法获得的轴测图直观性强，可在图形上度量物体的尺寸，虽然度量性较差，绘图也较困难，但仍是工程中一种较好的辅助手段。

2. 工程图的分类

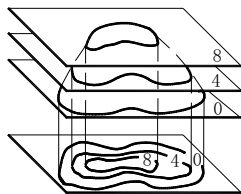
工程图主要分为 4 类，分别应用于不同的场合，如图 1-6 所示。



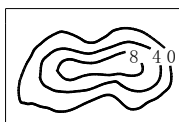
(a) 几何体的正投影



(b) 几何体的轴测投影图



(c) 曲面的标高投影



(d) 几何体的透视投影图

图 1-6 4 种工程图

(1) 正投影图。正投影图是一种多面投影图，它采用相互垂直的两个或两个以上投影面，在每个投影面上分别采用正投影法获得几何原形的投影。由这些投影便能确定该几何原形的空间位置和形状。如图 1-6 (a) 所示是某一几何体的正投影。

采用正投影图时，常将几何体的主要平面放成与相应的投影面相互平行。这样画出的投影图能反映出这些平面的实形。因此正投影图有很好的度量性，而且正投影图作图也较简便。在机械制造行业和其他工程部门中被广泛采用。

(2) 轴测投影图。轴测投影图是单面投影图。先设定空间几何原型所在的直角坐标系，采用

平行投影法, 将三根坐标轴连同空间几何原型一起投射到投影面上。如图 1-6 (b) 是某一几何体的轴测投影图。由于采用平行投影法, 所以空间平行的直线投影后仍平行。

采用轴测投影图时, 将坐标轴对投影面放成一定的角度, 使得投影图上同时反映出几何体长、宽、高 3 个方向上的形状, 增强了立体感。

(3) 标高投影图。标高投影图是采用正投影法获得空间几何元素的投影之后, 再用数字标出空间几何元素对投影面的距离, 以在投影图上确定空间几何元素的几何关系。如图 1-6 (c) 是曲面的标高投影, 其中一系列标有数字的曲线称为等高线。

标高投影图常用来表示不规则曲面, 如船舶、飞行器、汽车曲面及地形等。

(4) 透视投影图。透视投影图用的是中心投影法。它与照相成影的原理相似, 图像接近于视觉映像。所以透视投影图富有逼真感, 直观性强。按照特定规则画出的透视投影图, 完全可以确定空间几何元素的几何关系。如图 1-6 (d) 所示是某一几何体的一种透视投影图。由于采用中心投影法, 所以有些空间平行的直线在投影后就不平行了。

透视投影图广泛用于工艺美术及宣传广告图样。

有关投影方法与工程图之间的关系如图 1-7 所示。

在本书讲解中, 主要采用正投影法。它的基本特性如图 1-8 所示。

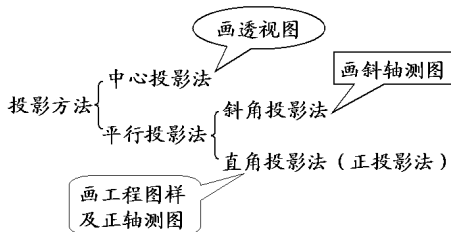


图 1-7 投影方法与工程图的关系

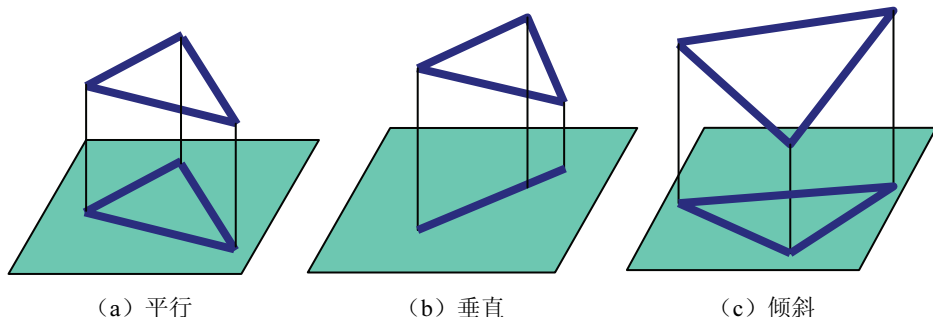


图 1-8 正投影特性

可以归纳为以下几点：

(1) 真实性。当直线或平面图形平行于投影面时, 投影反映线段的实长和平面图形的真实形状。

(2) 积聚性。当直线或平面图形垂直于投影面时, 直线段的投影积聚成一点, 平面图形的投影积聚成一条线。

(3) 类似性。当直线或平面图形倾斜于投影面时, 直线段的投影仍然是直线段, 比实长短; 平面图形的投影仍然是平面图形, 但不反映平面实形, 而是原平面图形的类似形。

由以上性质可知,在采用正投影画图时,为了反映物体的真实形状和大小及作图方便,应尽量使物体上的平面或直线对投影面处于平行或垂直的位置。

3. 三面投影体系的建立

如图 1-9 所示,两个形状不同的物体在同一个投影面上的投影是相同的。若不附加其他说明,仅凭这一个投影面上的投影,是不能表示物体的形状和大小的。所以,一般需将物体放置在如图 1-6 (a) 所示的三面投影体系中,分别向三个投影面进行投影,然后将所得到的三个投影联系起来,互相补充即可反映出物体的真实形状和大小。

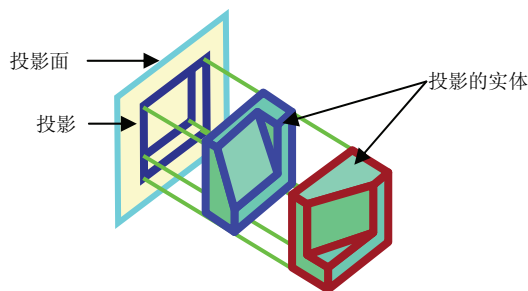


图 1-9 一个投影不能确定物体的形状

按照正投影法绘制出物体的投影图,又称为视图。为了得到能反映物体真实形状和大小的视图,将物体适当地放置在三面投影体系中,分别向 V 面、 H 面、 W 面进行投影,则在 V 面上得到的投影称为主视图;在 H 面上得到的投影称为俯视图;在 W 面上得到的投影称为左视图。

任何物体都有长、宽、高 3 个尺度,若将物体左右方向(X 方向)的尺度称为长,上下方向(Z 方向)的尺度称为高,前后方向(Y 方向)的尺度称为宽,则在三视图上,主、俯视图反映了物体的长度,主、左视图反映了物体的高度,俯、左视图反映了物体的宽度。归纳上述三视图的三等关系是:主、俯长对正,主、左高平齐,俯、左宽相等。简称为三视图的关系是长对正、高平齐、宽相等关系,如图 1-10 所示。本书中所讲解的视图操作都要遵循这个原则。

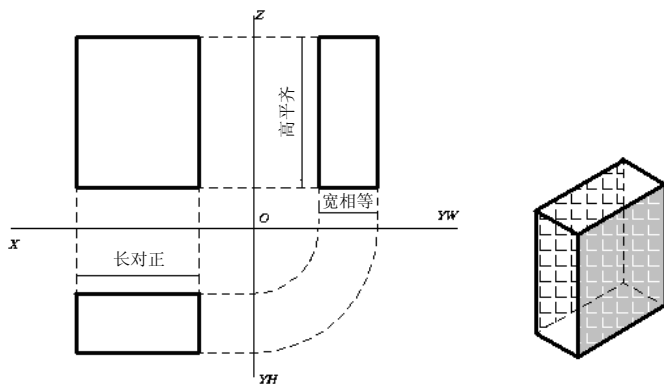


图 1-10 三视图的三等关系

1.2.3 最新国标的有关规定

了解了上述工程图基本概念后,接下来需要掌握在工程制图中的具体设置内容。如图 1-11 所示是一张典型的工程制图。一般而言,工程制图的基本元素包括单位、图幅、比例、图线与字体。另外,还包括尺寸标注。

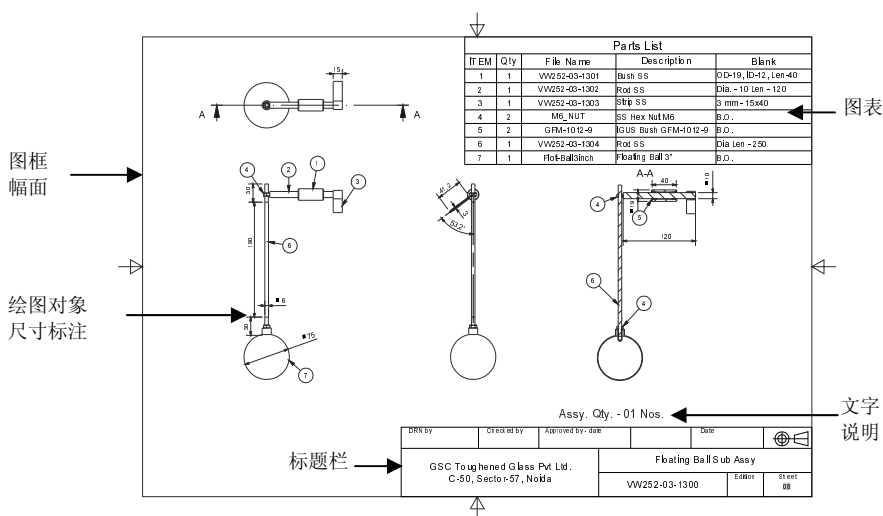


图 1-11 典型工程制图

对于前两项而言,Creo Parametric 的工程制图设置与常见的 AutoCAD 软件设置有所不同。在 AutoCAD 中,由于在建立图档时选择的模板中单位已经设置好了,所以一般可以不必设置。而在 Creo Parametric 中,首先需要设置单位,然后选择图幅。

1. 单位

单位设置内容参见本书 2.2.2 小节内容。

在使用 Creo Parametric 建立工程图时,也需要建立一个绘图环境,包括度量单位、图纸尺寸以及想用的比例等的确定。

由于设计单位、项目的不同,有不同的度量系统,如英制、公制等,因此在工作制图的建立中,首先是选择用户需要的单位制。如图 1-12 所示,在 Creo Parametric 中定义了长度、质量/力、时间和温度单位的多个系统。由于该软件来自美国,所以默认单位系统为英寸磅秒。用户可以更改指定的单位系统,也可以定义自己的单位和单位系统(称为定制单位和定制单位系统),但是不能更改预定义单位系统。

2. 图幅 (GB/T 14689—1993)

有关图幅设置参见本书 2.2.2 小节内容。

(1) 图纸的基本幅面。图纸宽度 (B) 和长度 (L) 组成的图面称为图纸幅面,如图 1-13 所示。

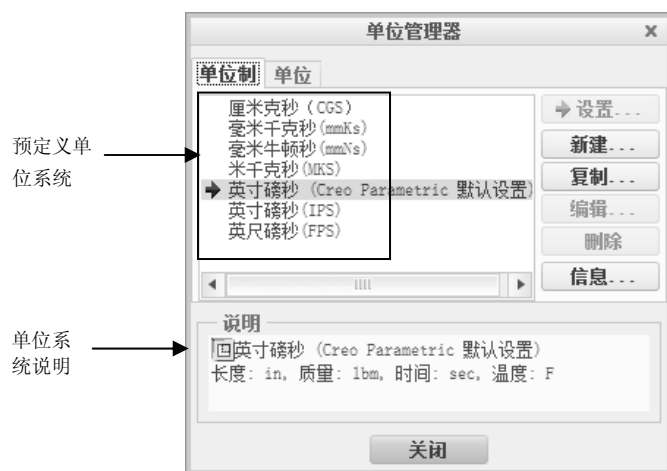


图 1-12 单位管理器

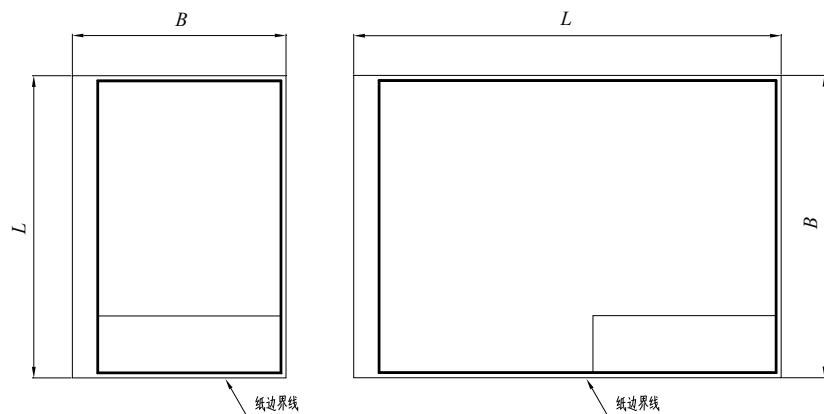


图 1-13 图纸幅面

图纸幅面分为基本幅面和加长幅面。不管哪种幅面的图纸，其单位都是毫米。绘制技术图样时，一般优先采用基本幅面。

5 种基本幅面代号为 A0、A1、A2、A3、A4，如表 1-1 所示，这与 ISO 标准规定的幅面代号和尺寸完全一致。

表 1-1 基本幅面的代号、尺寸及周边的尺寸（第一选择） (mm)

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
尺寸 $B\times L$	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
e	20		10		
c	10			5	
a	25				

当采用基本幅面绘制图样有困难时，也允许选用加长幅面，加长幅面尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出。一般有 A3×3、A3×4、A4×3、A4×4、A4×5 等。

加长幅面（第二选择）如表 1-2 所示。

表 1-2 加长幅面尺寸（第二选择）(mm)

幅面代号	A3×3	A3×4	A4×3	A4×4	A4×5
尺寸 B×L	420×891	420×1189	297×630	297×841	297×1051

加长幅面（第三选择）如表 1-3 所示。

表 1-3 加长幅面尺寸（第三选择）(mm)

幅面代号	尺寸 B×L	幅面代号	尺寸 B×L
A0×2	1189×1682	A3×5	420×1486
A0×3	1189×2523	A3×6	420×1783
A1×3	841×1783	A3×7	420×2080
A1×4	841×2378	A4×6	297×1261
A2×3	594×1261	A4×7	297×1471
A2×4	594×1682	A4×8	297×1682
A2×5	594×2102	A4×9	297×1892

如图 1-14 所示，粗实线表示表 1-1 所列的基本幅面（第一选择）；细实线表示表 1-2 所列的加长幅面（第二选择）；虚线表示表 1-3 所列的加长幅面（第三选择）。

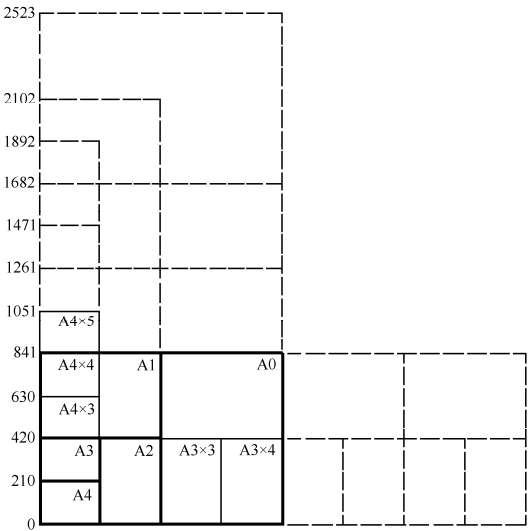


图 1-14 基本图幅及加长幅面

(2) 图框格式。图纸上必须用粗实线画出图框，其格式如图 1-15 所示，图框格式有两种：一种是保留装订边的图框，用于需要装订的图样，但同一产品的图纸只能采用一种格式。

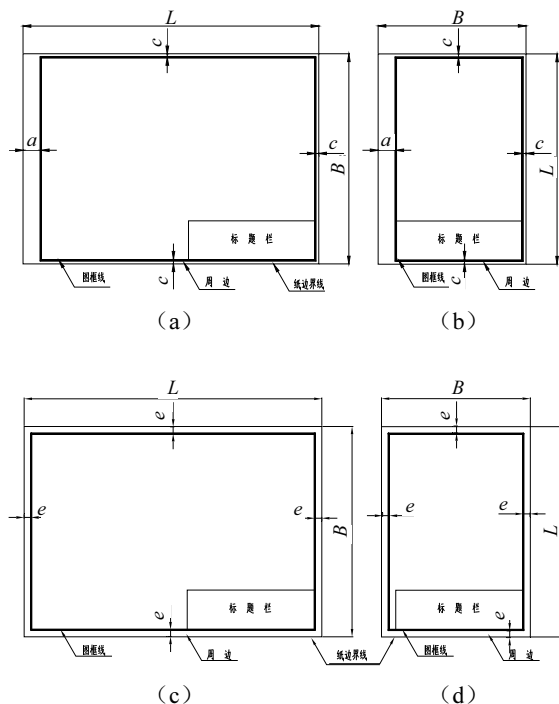


图 1-15 图框格式

图纸空间是由纸边界线（幅面线）和图框线所组成，无论图纸是否装订，图框线都必须用粗实线绘制，表示图幅大小的纸边界线用细实线绘制。图框线与纸边界线之间的区域称为周边。对于保留装订边的图框格式，装订侧的周边尺寸 a 要比其他 3 个周边的尺寸 c 大一些。不留装订边的图框的 4 个周边尺寸相同，均为 e 。各周边的具体尺寸与图纸幅面大小有关。

当图样需要装订时，一般采用 A3 幅面横装，A4 幅面竖装，见图 1-15。

(3) 标题栏及其方位。有关标题栏设置参见本书 8.1.4 小节内容。

在每张图纸上均需要画出标题栏。标题栏位于图纸的右下角，见图 1-15 中的位置，看图的方向与看标题栏的方向一致。

在工程制图中，图纸必须有图框和标题栏，有的图纸（如装配图中）还需要有明细栏，一般位于标题栏上面。国家标准对图框和标题栏的绘制有明确的规定，所以在绘制图纸时一定要参照相关标准执行。

标题栏一般由名称及代号区、签字区、更改区及其他区组成。

1) 标题栏的格式和尺寸按 GB/T 10609.1—1989 的规定，如图 1-16 所示。

2) 标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时，构成 X 型图纸，如图 1-15 (a)、(c) 所示。若标题栏的长边与图纸的长边垂直时，则构成 Y 型图纸，如图 1-15 (b)、(d) 所示，在此

情况下看图的方向与标题栏的方向一致。

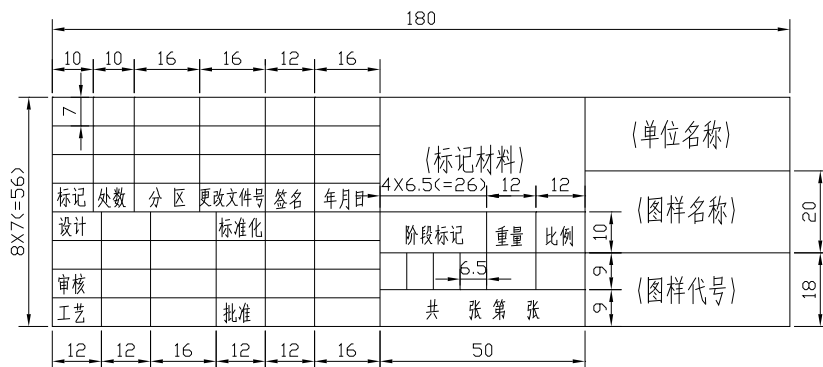


图 1-16 标题栏的格式及尺寸

3) 当使用预先印制好图框及标题栏格式的图纸时, 为合理安排图形, 允许将 X 型图纸的短边置于水平位置使用, 如图 1-17 (a) 所示; 或将 Y 型图纸的长边置于水平位置使用, 如图 1-17 (b) 所示。这时看图方向与标题栏的方向不同, 就需要在图纸的下边对中符号处画出一个方向符号, 以明确表示看图的方向。方向符号是用细实线绘制的等边三角形, 其大小和所处的位置如图 1-17 (c) 所示。

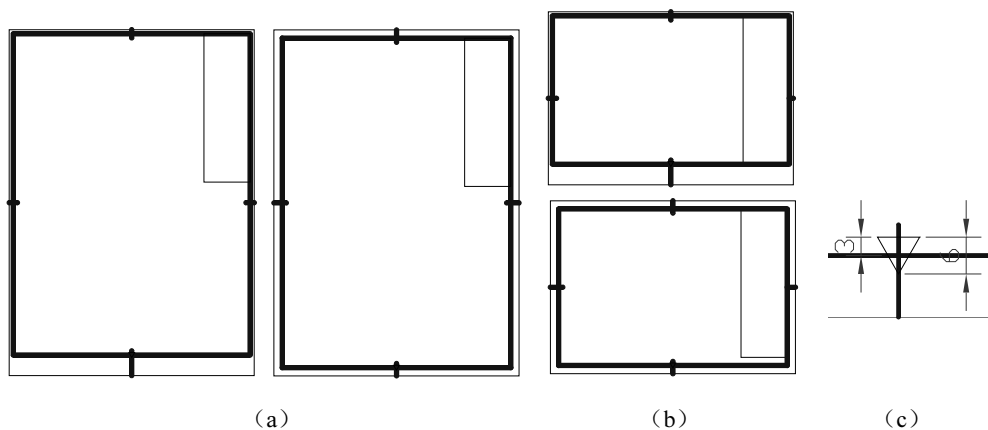


图 1-17 图纸的另一种配置方式及方向符号

4) 平时在不重要的场合或者是学生作业时, 可以采用图 1-18 所示的简化格式。

(4) 附加符号。

1) 对中符号。为了使图样复制和缩微摄影时定位方便, 各号图纸均在图纸各边长的中点处分别画出对中符号。对中符号用粗实线绘制, 线宽不小于 0.5mm, 长度从纸边界开始画入图框内约 5mm, 如图 1-17 (a)、(b) 所示。当对中符号处在标题栏范围时, 伸入标题栏部分省略不画, 如

图 1-17 (b) 所示。



图 1-18 简化标题栏格式

2) 方向符号。对于按图 1-17 所配置的图纸, 为了明确绘图与看图时图纸的方向, 应在图纸下边的对中符号处画一个方向符号, 如图 1-17 (a)、(b) 所示。

(5) 图幅分区。

1) 为了便于查看或更改复杂图样中某些局部的结构形状或尺寸, 并在标题栏的更改区加以注明时, 可以在图幅中进行分区编号后, 在标题栏更改区内写出该修改处所在分区的代码, 如 C3, 看图时可以立即找到该区域的位置, 如图 1-19 所示。

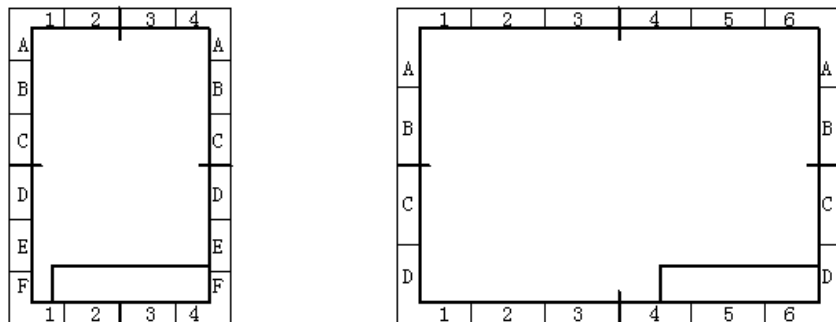


图 1-19 图幅分区

2) 图幅分区数目按图样的复杂程度确定, 但分区数应该是偶数。每一分区的长度应在 25~75mm 之间。分区线为细实线, 在图框的每一侧都有一条分区线与对中符号重合。

3) 分区的编号沿上下方向 (按看图方向确定图纸的上下和左右) 用直体大写拉丁字母从上到下顺序编写; 沿水平方向用直体阿拉伯数字从左到右顺序编写。当分区数超过拉丁字母的总数时, 超过的各区可用双重字母编写, 如 AA、BB、CC 等。拉丁字母和阿拉伯数字的位置应尽量靠近图框线。

4) 图样中标注分区代号时, 分区代号由拉丁字母和阿拉伯数字组成, 字母在前数字在后并排书写, 如 B3、C5 等。当分区代号与图形名称同时标注时, 则分区代号写在图形名称的后面, 中间空出一个字母的宽度, 如 E-E A7。

3. 比例（GB/T 14690—1993）

有关比例设置参见本书 2.3.1 小节内容。

图中图形与实物相应要素的线性尺寸之比称为比例。比值为 1 的比例称为原值比例，即 1:1。比值大于 1 的比例称为放大比例，如 2:1 等。比值小于 1 的比例称为缩小比例，如 1:2 等。

绘制技术图样时，应在表 1-4 所规定的系列中选取适当的比例，最好选用原值比例，但也可根据机件大小和复杂程度选用放大或缩小比例。

表 1-4 标准比例

种类	种 类	比				
----	--------	---	--	--	--	--

注：n 为正整数。

同一机件的各个视图应采用相同比例，并在标题栏“比例”一项中填写所用的比例。当机件上有较小或较复杂的结构需用不同比例时，可在视图名称的下方标注比例，如图 1-20 所示。

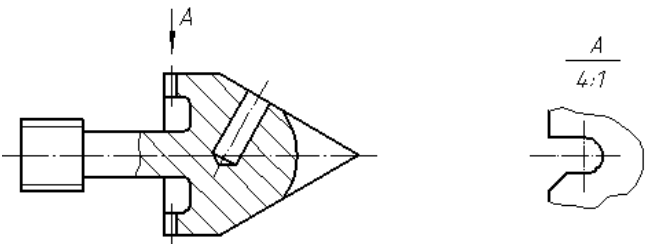


图 1-20 不同比例的标注

4. 图线格式（GB/T 17450—1998、GB/T 4475.4—2002）

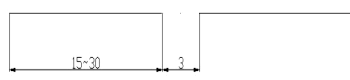
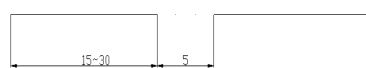
有关线型设置的内容参见本书 5.7 节内容。

图线是起点和终点间以任意方式连接的一种几何图形，形状可以是直线或曲线、连续线或不连续线。

国家标准《技术制图 图线》（GB/T 17450—1998）和《机械制图 图线》（GB/T 4475.4—1984）

中规定了 15 种基本线型及图线应用。绘制机械图样只用到其中的一小部分。常见的图线名称、形式、宽度及在图样中的一般应用应符合表 1-5 的规定。

表 1-5 基本线型及应用 (GB/T 17450—1998)

图线名称	图线形式	线宽	一般应用
粗实线		d	可见轮廓线 可见过渡线 图框线
细实线		$d/4$	尺寸线及尺寸界线 剖面线 重合断面的轮廓线 螺纹的牙底线及齿轮的齿根线 引出线 分界线及范围线 弯折线 辅助线 不连续的同一表面的连线 呈规律分布的相同要素的连线
波浪线		$d/4$	断裂处的边界线 视图与剖视图的分界线
双折线		$d/4$	断裂处的边界线
虚线		$d/4$	不可见轮廓线 不可见过渡线
细点划线		$d/4$	轴线 对称中心线 轨迹线 节圆及节线 (分度圆及分度线)
粗点划线	 (线长及间距同细点划线)	d	有特殊要求的线或表面的表示线
双点划线 (细)		$d/4$	相邻辅助零件的轮廓线 极限位置的轮廓线 坯料的轮廓线或毛坯图中制成品的轮廓线 假想投影轮廓线 实验或工艺用结构的轮廓线 中断线

注：所有线型的图线宽度 (d) 的系列为 0.13、0.18、0.25、0.35、0.50、0.7、1、1.4、2 (单位均为 mm)。

图线的画法如下:

- (1) 机械图样中粗线、中粗线和细线的宽度比率为 4:2:1。在表 1-5 中, 粗实线的宽度通常选用 0.5mm 或 0.7mm, 其他图线均为细线。在同一图样中, 同类图线的宽度应一致。
- (2) 除非另有规定, 两条平行线之间的最小间隙不得小于 0.7mm。
- (3) 细点划线和细双点划线的首末端一般应是长画而不是点, 细点划线应超出图形轮廓 2~5mm。当图形较小难以绘制细点划线时, 可用细实线代替细点划线, 如图 1-21 所示。
- (4) 当不同图线互相重叠时, 应按粗实线、细虚线、细点划线的先后顺序只画前面一种图线。手工绘图时, 细点划线或细虚线与粗实线、细虚线、细点划线相交时, 一般应以线段相交, 不留空隙; 当细虚线是粗实线的延长线时, 粗实线与细虚线的分界处应留出空隙, 如图 1-22 所示。

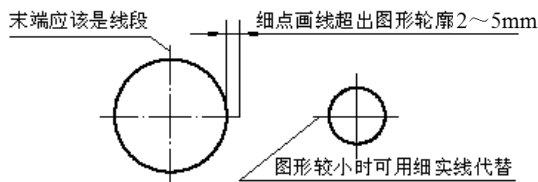


图 1-21 细点划线的画法

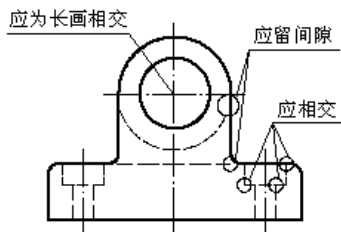


图 1-22 细点划线或细虚线与其他图线的关系

一般而言, 可以将不同的线型放置在不同的图层中, 这样便于管理。有关图层设置的内容, 请参见本书 2.5 节内容。

5. 字体格式 (GB/T 14691—1993)

有关字体格式设置的内容, 请参见本书 5.6 内容。

技术制图《字体》的国家标准代号为 GB/T 14691—1993。该标准等效采用国际标准 ISO 3098/1—1974 中的第一部分和 ISO/3098/2—1984 中的第二部分。

国标规定图样中书写的字体必须做到字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体高度 (用 h 表示) 代表字体的号数, 如 7 号字的高度为 7mm。字体高度的公称尺寸系列为 1.8mm、2.5mm、3.5mm、5mm、7mm、10mm、14mm、20mm。如果要书写更大的字, 其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

图样中字体可分为汉字、字母和数字。

(1) 汉字。汉字应写成长仿宋体 (直体), 并应采用国家正式公布的简化字。由于有些汉字的笔画较多, 国标规定汉字的高度 h 应不小于 3.5mm, 其字宽约为字高度的 0.7 倍。

书写长仿宋体的要点为横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格。长仿宋体字的示例如图 1-23 所示。

(2) 字母及数字。字母和数字分为 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度为字高的 1/14; B 型字体的笔画宽度为字高的 1/10。在同一图样上, 只允许选用一种字型。一般采用 A 型斜体字, 斜体字字头与水平线向右倾斜 75° 。

10号字

字体工整 笔画清晰 间隔均匀 排列整齐

7号字

横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格

5号字

技术制图机械电子汽车航空船舶土木建筑矿山港口纺织

图 1-23 长仿宋体字文字示例

(3) 文字示例如图 1-24 所示。



图 1-24 文字示例

(4) CAD 中的字体标准。在 CAD 制图中，数字与字母一般以斜体输出，汉字以正体输出。国家标准《CAD 工程制图规则》中所规定的字体与图纸幅面的关系如表 1-6 所示。

表 1-6 字体与图纸幅面关系

图幅 字体 h	A0	A1	A2	A3	A4
汉字 h	7	7	5	5	5
字母与数字 h	5	5	3.5	3.5	3.5

在机械工程的 CAD 制图中，汉字的高度降至与数字高度相同；在建筑工程的 CAD 制图中，汉字高度允许降至 2.5mm，字母和数字对应地降至 1.8mm。

(5) 字母组合应用示例。

1) 用作指数、分数、极限偏差、注脚等的字母及数字，一般采用小一号字体，其应用示例如下：

$$10^3 \quad 5^{-1} \quad D_1 \quad T_d \quad \phi 20_{-0.025}^{+0.020} \quad 7^{\circ \pm \frac{1}{2}^{\circ}} \quad \frac{3}{5}$$

2) 图样中的数学符号、计量单位符号以及其他符号、代号应分别符合国家标准有关法令和标准的规定。量的符号是斜体，单位符号是直体，如 m/kg ，其中 m 为表示质量的符号，应用斜体，而 kg 表示质量的单位符号，应是直体。例如：

$$l/mm \quad m/kg \quad 460r/min \quad 380kPa$$

3) 字母、数字及其他符号等混合书写时的应用示例如下：

$$10Js5(\pm 0.003) \quad M24-6h$$

$$\phi 25_{m5}^{H6} \quad \frac{II}{2:1} \quad \frac{A}{5:1} \quad \frac{6.3}{\nabla}$$

6. 尺寸标注

有关尺寸标注的内容，请参见本书第 5 章内容。

图形只能表达机件的结构形状，其真实大小由尺寸确定。一张完整的图样，其尺寸注写应做到正确、完整、清晰、合理。

尺寸标注的基本规定如下：

(1) 机件的真实大小应以图样上所注的尺寸数值为依据，与绘图的比例及绘图的准确度无关。

(2) 图样中的尺寸一般以 mm 为单位。当以 mm 为单位时，不需要标注计量单位的代号或名称。如采用其他单位时，则必须注明相应计量单位的代号或名称。

(3) 图样中标注的尺寸应为该图样所示机件的最后完工尺寸；否则应另加说明。

比较常见的尺寸类型如图 1-25 所示。我们将在后面详细讲解，在此不再赘述。

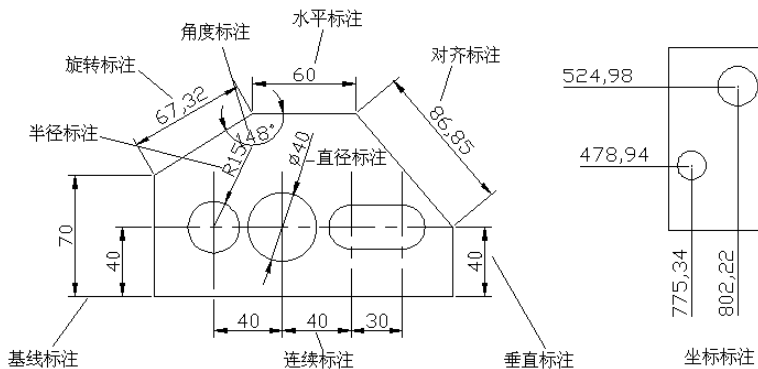


图 1-25 常见的尺寸类型

1.3 工程视图的类型及其绘制

工程制图的绘制过程实际上是由平面图形的绘制演化而来的。另外，在 Creo Parametric 的工程图模块中，对象的表达都是以工程视图的形式来表达的，所以，本节将讲解平面图形的绘制及如何演化到工程图绘制，最后讲解常用的工程图类型。

1.3.1 平面图形的绘制步骤

本小节结合一个实例来讲解平面图形的绘制过程，如图 1-26 所示。

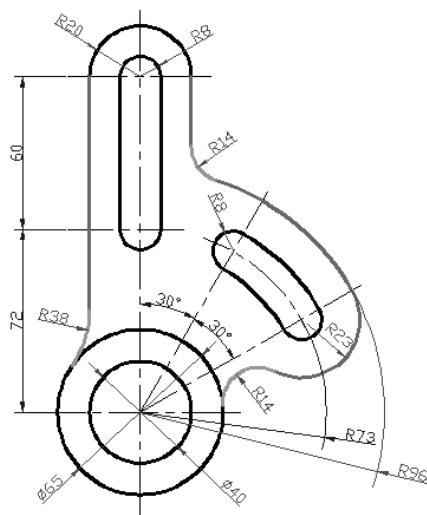


图 1-26 平面图形示例

一般而言，绘制平面图形主要分为以下 3 个大的步骤。

1. 平面图形尺寸分析

要绘制平面图形，必须从尺寸分析开始，研究其尺寸关系，即几何图形的本身特性和图形之间的相互关系。包括以下 3 方面内容：

- (1) 确定尺寸基准，即标注尺寸的起始点。
- (2) 确定定形尺寸，即确定各部分形状大小的尺寸。
- (3) 确定定位尺寸，即确定各部分相对位置的尺寸。

2. 平面图形线段分析

分析图形中每个线段（包括曲线）的意义，即决定先画哪些线段再画哪些线段、线段之间如何连接等。

可以确定的线段包括以下 3 种：

- (1) 已知线段, 即具有定形尺寸和两个方向的定位尺寸的线段。
- (2) 中间线段, 即具有定形尺寸和一个方向的定位尺寸的线段。
- (3) 连接线段, 即具有定形尺寸无定位尺寸的线段。

3. 平面图形画图

要绘制出图 1-26, 在完成了上述分析之后, 就可以按照以下步骤进行, 具体过程如图 1-27 所示。

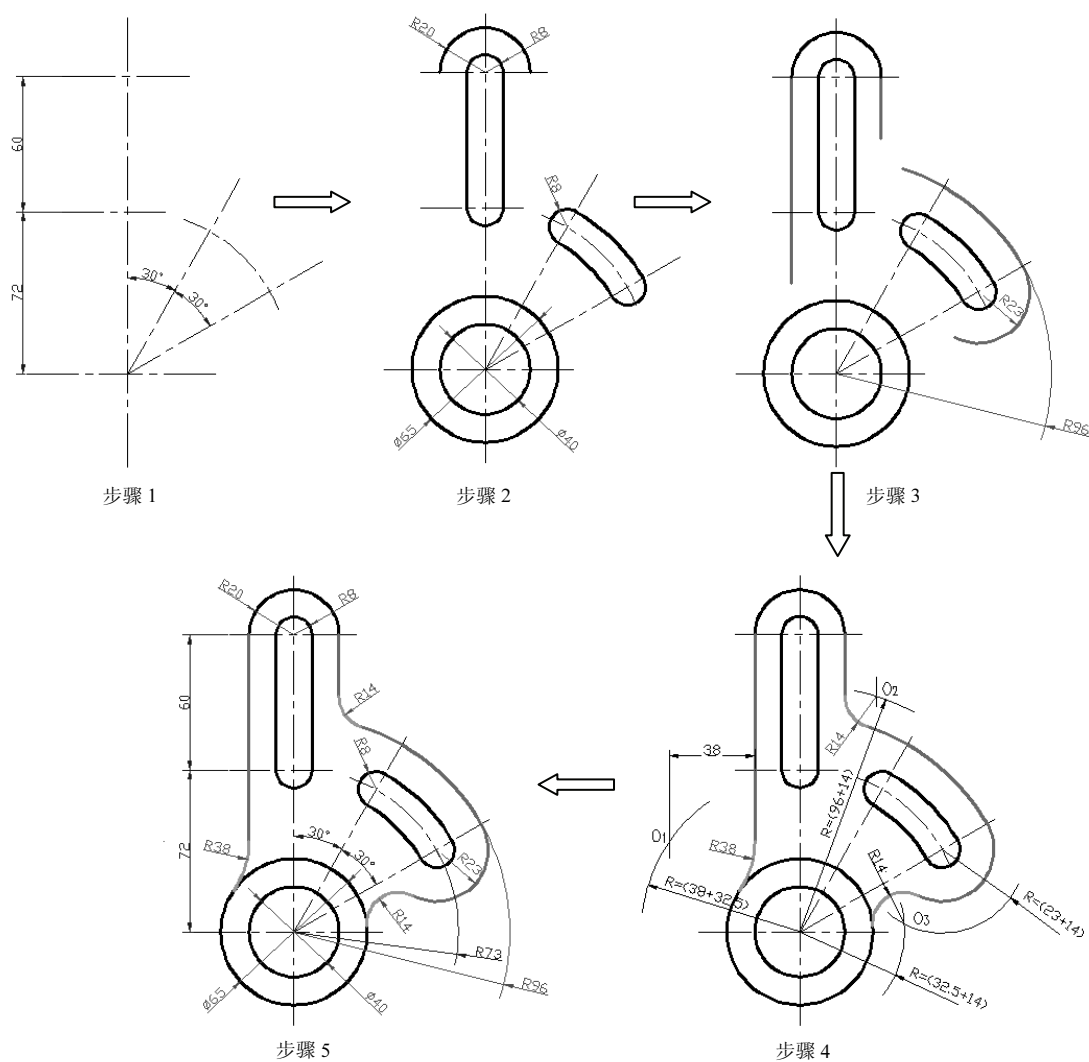


图 1-27 平面图形绘制过程

- (1) 画出基准线。
- (2) 画出已知线段。

- (3) 画出中间线段。
- (4) 画出连接线段。
- (5) 标注尺寸。

1.3.2 工程制图的绘制步骤

工程制图主要分为两种：零件图与装配图。其绘制本质是一样的，都要遵循上面的绘图步骤。只不过由于二者的组成结构有所不同，所以其侧重点不同。

1. 零件图绘制

在实际工作中绘制零件图，可分为测绘和拆图两种途径。

(1) 测绘。根据已有的零件实物画出零件图，多在无图样又需要仿制已有机器或修配损坏的零件时进行。

(2) 拆图。在设计新机器时，先要画出机器的装配图，定出机器的主要结构和尺寸，再根据装配图画出各零件图。

不管以何种途径来绘制零件工程图，其绘图过程大致按以下步骤进行：

- (1) 根据零件的用途、形状特点、加工方法等选取主视图和其他视图。
- (2) 根据视图数量和实物大小确定适当的比例，并选择合适的标准图幅。
- (3) 画出图框和标题栏。
- (4) 画出各视图的中心线、轴线、基准线，把各视图的位置定下来，各视图之间要注意留有充分的标注尺寸的余地。
- (5) 由主视图开始，画各视图的主要轮廓线，画图时要注意各视图间的投影关系。
- (6) 画出各视图上的细节，如螺钉孔、销孔、倒角、圆角等，并画剖面线。
- (7) 画出全部尺寸线，注写尺寸数字。
- (8) 标出公差及表面粗糙度符号等。
- (9) 填写技术要求和标题栏。
- (10) 最后进行检查，没有错误以后，在标题栏内签字。

使用 Creo Parametric 绘制零件图，基本上也是按照上面的原理进行。但是，在操作上更加灵活、高效。主要的如视图投影等都由三维模型直接投影获取，我们只需要确定要使用的工程图类型即可。另外，对于图框和标题栏等可以进行现场绘制，也可以使用以前定义好的图块，还可以使用系统提供的模板。整个图形可以先按照 1:1 的比例进行绘制，最后输出时再进行比例调整。文件的传递交流非常方便。

具体的绘图过程如图 1-28 所示。

2. 装配工程图绘制

与零件图相比，绘制装配图要复杂得多。零件图主要用于零件制造，而装配图则主要用于将零件组装成机器部件。所以装配体的表达方法除了沿用零件的各种表达所选用原则之外，国家标准《机械制图》中还规定了装配图的有关规定画法和特殊表达方法。

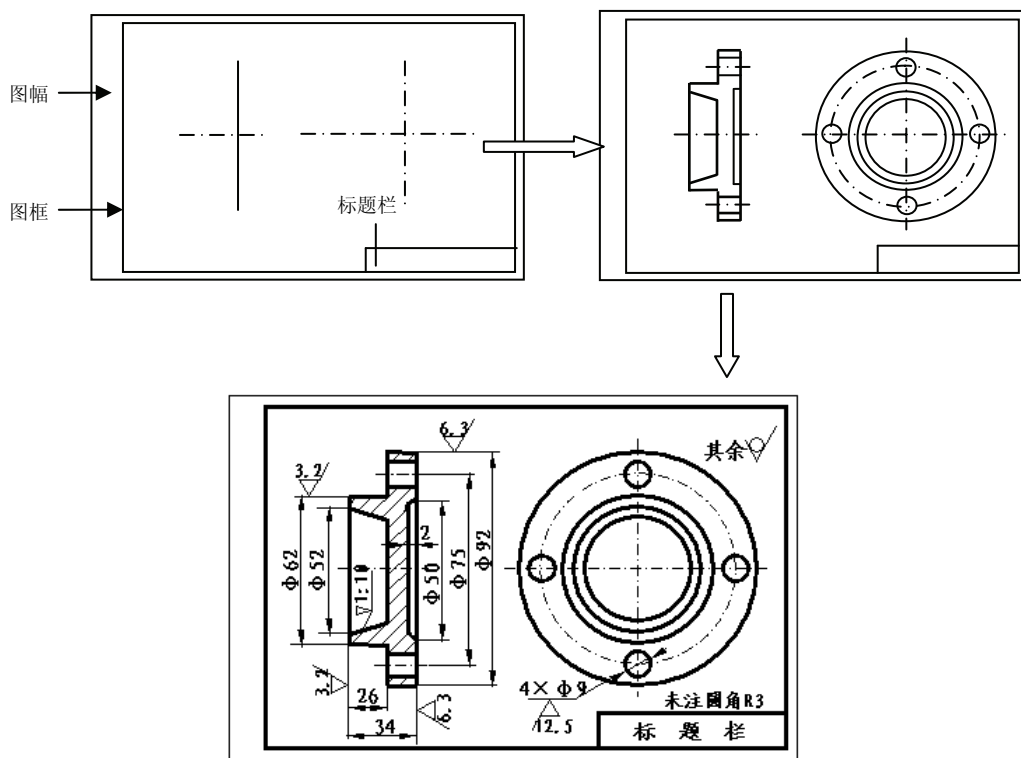


图 1-28 零件图绘制过程

其中,规定画法包括接触面和装配面的画法、剖面线的画法、标准中实心件的画法;特殊表达包括拆卸画法、拆卸剖视、省略画法、假想画法和夸大画法。由于篇幅所限,本书就不再展开介绍,请读者参见有关书籍。

下面结合柱塞泵,介绍具体的绘制步骤。

(1) 确定图幅。根据部件的大小、视图数量,确定画图的比例、图幅的大小,画出图框,留出标题栏和明细栏的位置。

(2) 布置视图。绘制各视图的主要基线,并注意在各视图之间留有适当间隔,以便标注尺寸和进行零件编号。

(3) 绘制主要装配线。先画主体零件(泵体)。然后从主视图开始,绘制各视图的主要轮廓。

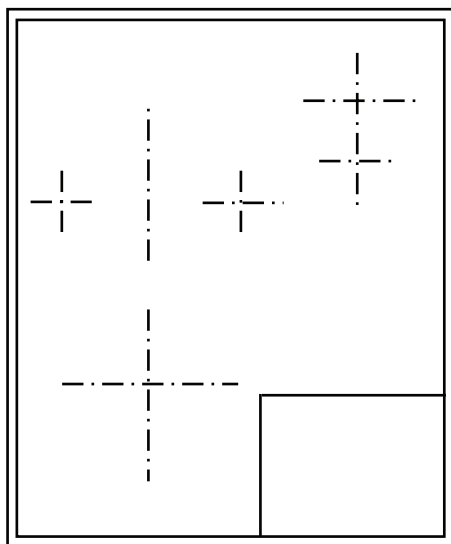
(4) 按装配顺序,绘制主装配线上其他零件。

(5) 绘制其他装配线,包括进、出口单向阀,小轮、轴等。

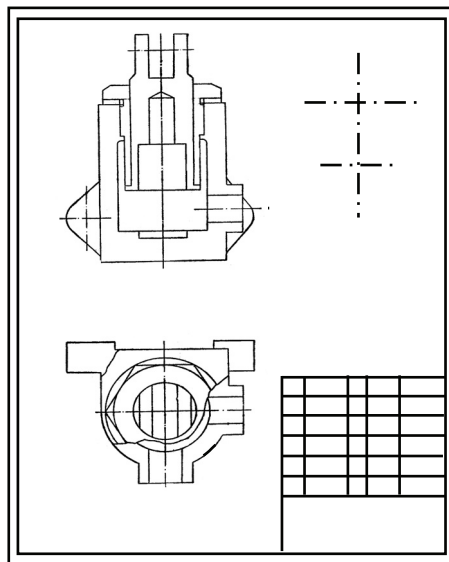
(6) 绘制详细结构,包括弹簧、销钉等。

(7) 完成装配图。检查无误后绘制剖面线,标注尺寸,对零件进行编号,填写明细栏、标题栏,书写技术要求等,完成装配图。

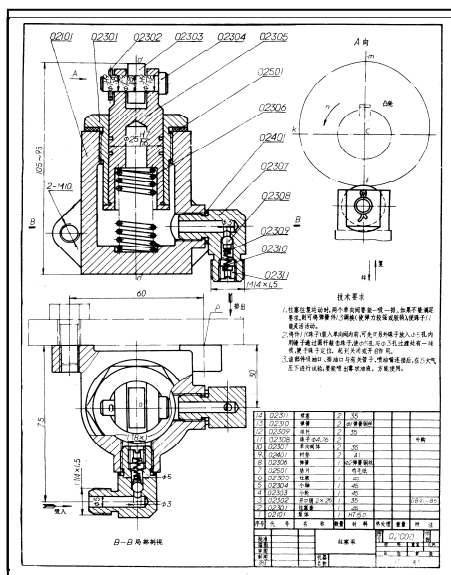
具体绘制过程如图 1-29 所示。



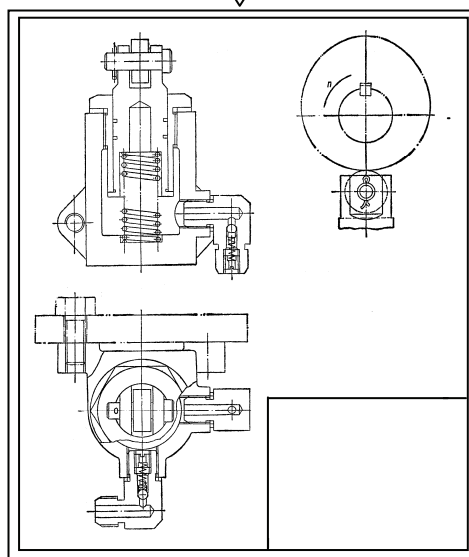
步骤 1、2



步骤 3、4



步骤 7



步骤 5、6

图 1-29 绘制装配图

1.3.3 工程视图类型及其选择

在机械制图中，工程视图的类型很多，包括按照投影方向分类、按照剖视情况分类等。Creo

Parametric 中的视图类型也是遵循这些规律的，只是组合在一起分类而已。本节将介绍机械制图中的类型，有关 Creo Parametric 中的知识及操作，请参见后面的相关章节。

在讲解之前要声明一点，即在机械制图中，“视图”是作为工程视图的一类来出现的。本节中也将这样处理。在后面的章节中，则按照一种通称来处理。

1. 工程视图类型

(1) 视图。根据国家标准规定，用正投影法将机件向投影面投射所得的图形称为视图，它主要用以表达机件的外部形状和结构。视图分为基本视图、斜视图、局部视图和旋转视图。画视图时应用粗实线画出机件的可见轮廓，必要时还可用虚线画出机件的不可见轮廓。在 Creo Parametric 中，系统直接求得的各种视图都是这种轮廓视图。

1) 基本视图。根据国家标准的规定，用正六面体的六个面作为基本投影面，如图 1-30 所示。将机件置于正六面体中，按正投影法分别向六个基本投影面投影所得到的六个视图称为基本视图。随后正立面保持不动，其他投影面按图 1-30 中箭头所示方向展开到与正立面成同一平面。展开后各基本视图的配置关系如图 1-30 所示。

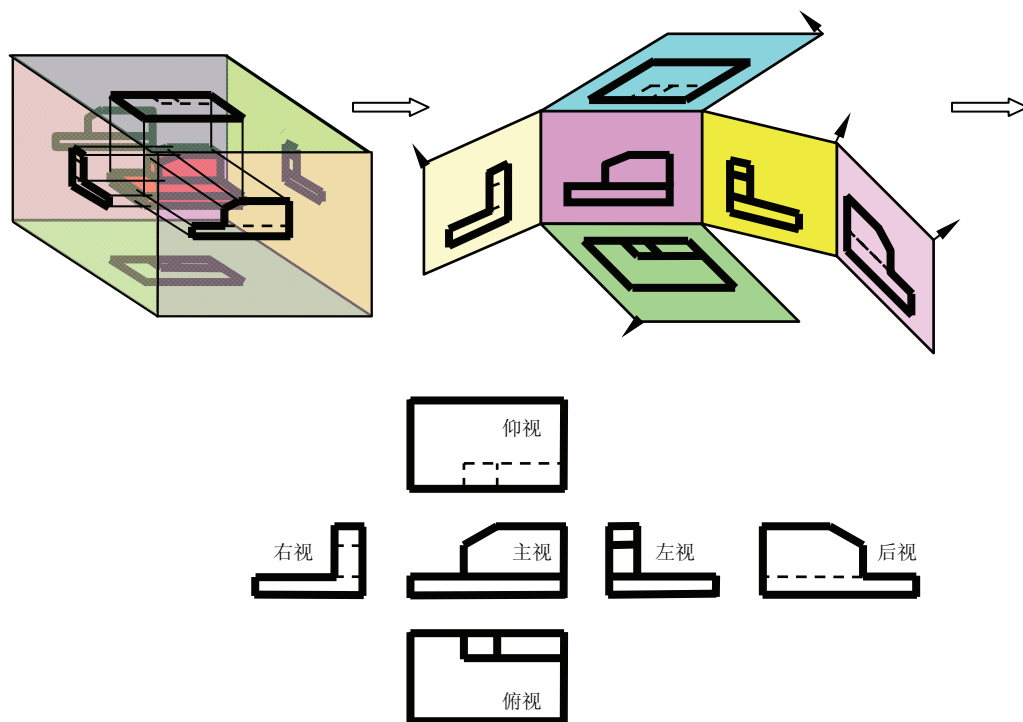


图 1-30 基本视图投影

2) 向视图。向视图是可以自由配置的视图。当基本视图不能按规定的位置配置时，可采用向视图的表达方式。向视图必须进行标注，如图 1-31 所示。

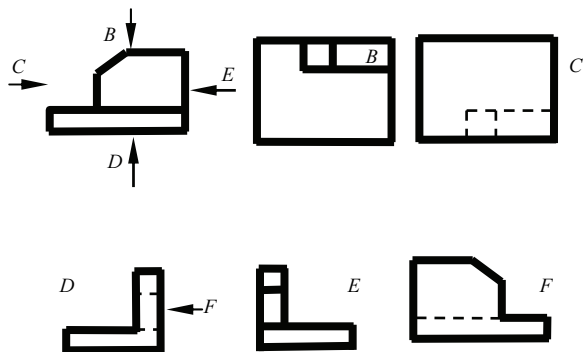


图 1-31 向视图

3) 局部视图。将机件的某一部分向基本投影面投射所得的视图称为局部视图。局部视图常用于表达机件上局部结构的形状，使表达的局部重点突出、明确、清晰。

局部视图的断裂边界用波浪线画出。当所表达的局部结构完整，且外形轮廓线又成封闭时，波浪线可省略不画。

画局部视图时，一般在局部视图上方标出视图的名称“×向”，在相应视图附近用箭头标明投射方向，并注上同样字母。

局部视图如图 1-32 所示。

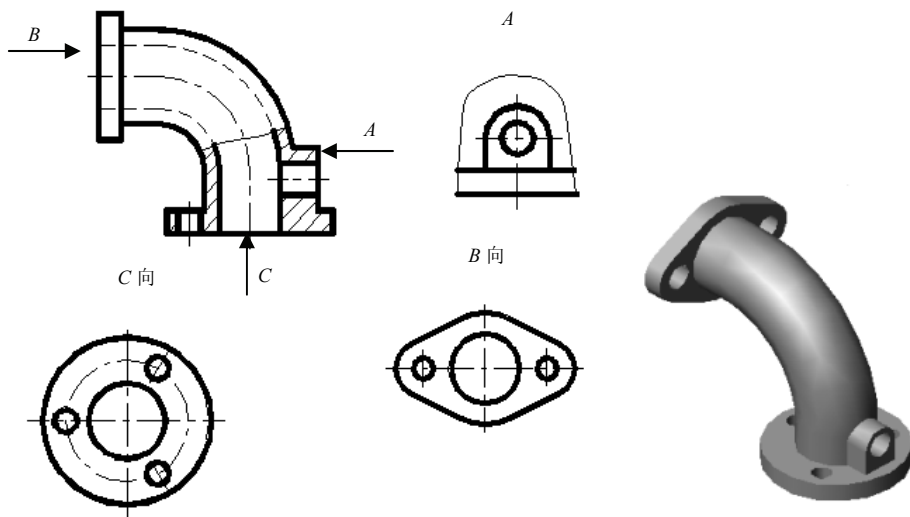


图 1-32 局部视图

4) 斜视图。将机件向不平行于任何基本投影面的平面投射所得的视图，称为斜视图，如图 1-33 所示。

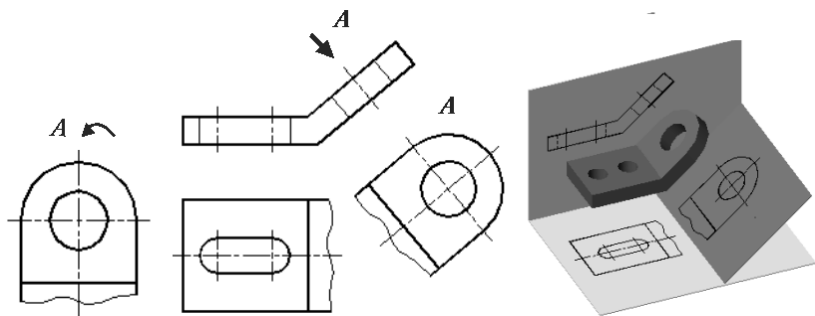


图 1-33 斜视图

由于斜视图常用于表达机件上倾斜部分的实形,因此,机件的其余部分不必全部画出,而可用双折线(或波浪线)断开。斜视图通常按向视图的配置形式配置并标注。必要时,允许将斜视图旋转配置,此时应标注旋转符号 $\curvearrowright$ 。

(2) 剖视图。当机件内部的结构形状较复杂时,在画视图时就会出现较多的虚线,这不仅影响视图清晰,给看图带来困难,也不便于画图和标注尺寸。为了清楚地表达机件内部的结构形状,在技术图样中常采用剖视图这一表达方法。

如图 1-34 所示,假想用剖切面(多为平面)剖开机件,将处在观察者和剖切面之间的部分移去,而将其余部分向投影面投射所得的图形称剖视图。剖视图主要用来表达机件内部的结构形状。

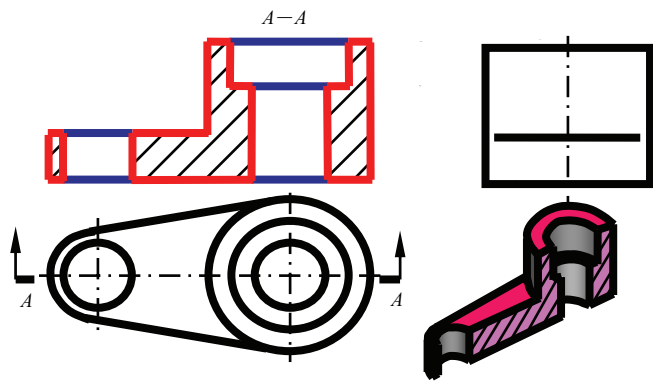


图 1-34 剖视图画法

按被剖切的范围划分,剖视图又可分为全剖视图、半剖视图、局部剖视图 3 种。

1) 全剖视图。用剖切平面完全地剖开机件所得的剖视图称为全剖视图,如图 1-34 所示。

当机件的外部形状简单,内部结构较复杂,或其外部形状已在其他视图中表达清楚时,均可采用全剖视图来表达其内部结构。

2) 半剖视图。当机件具有对称平面时,在垂直于对称平面的投影面上的投影可以对称中心线为界,一半画成剖视图,另一半画成视图,这种剖视图称为半剖视图,如图 1-35 所示。

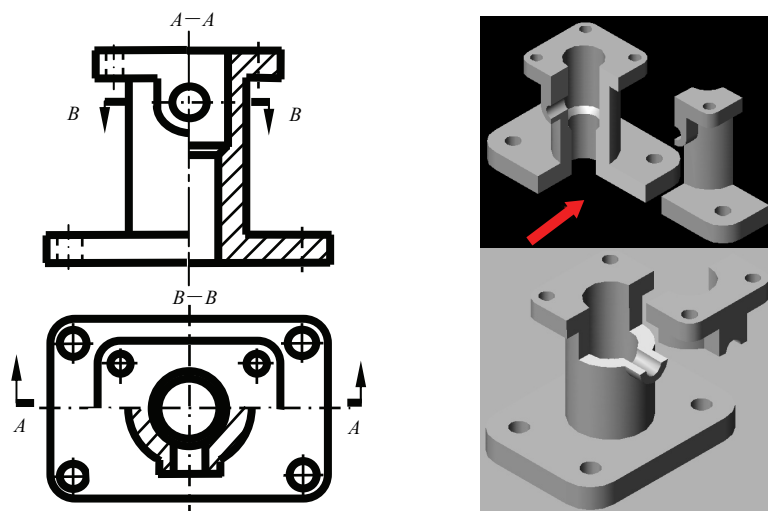


图 1-35 半剖视图

半剖视图能同时反映出机件的内外结构形状，因此，对于内、外形状都需要表达的对称机件，一般常采用半剖视图表达。

3) 局部剖视图。用剖切平面局部地剖开机件所得的剖视图，称为局部剖视图，如图 1-36 所示。

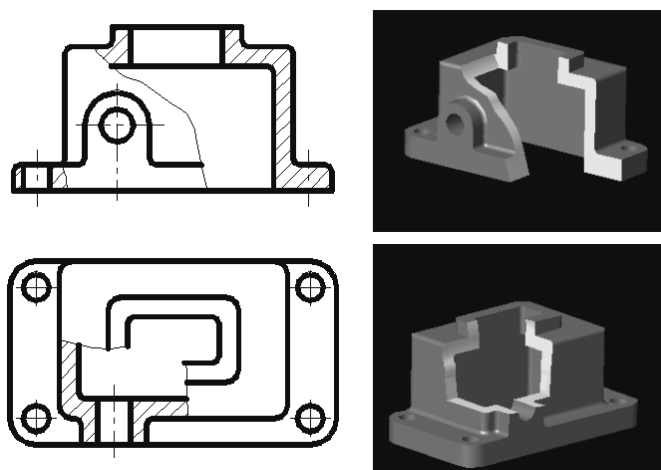


图 1-36 局部剖视图

当机件只需要表达其局部的内部结构时，或不宜采用全剖视图、半剖视图时，可采用局部剖视图。

画局部剖视图的注意事项如下：

- 剖切平面的位置与剖切范围应根据机件表达的需要而定。可大于图形的一半，也可小于图形的一半，它是较为灵活的表达方式。但是，在同一图形中不宜过多使用局部剖视图，以免使图形显得支离破碎，给看图带来困难。
- 剖视部分与视图部分的分界线用波浪线表示。波浪线应画在机件的实体部分，不能超出轮廓线或与图样上其他图线重合。
- 当被剖切结构是回转体时，可以将该结构的回转轴线作为局部剖视图中剖视与视图的分界线。
- 当单一剖切平面的剖切位置明显时，局部剖视图的标注可以省略。

国家标准规定了多种剖切面和剖切方法，画剖视图时，应根据机件内部结构形状的特点和表达的需要，选用不同的剖切面和剖切方法。

1) 单一剖切平面。用一个与某一基本投影面相平行的平面剖开机件的方法，称为单一剖。全剖视图、半剖视图及局部剖视图都是用单一剖方法获得的。

2) 两相交的剖切平面。用两相交的剖切平面（交线垂直于某一基本投影面）剖开机件的方法，称为旋转剖。

如果机件内部的结构形状仅用一个剖切面不能完全表达，且这个机件又具有较明显的主体回转轴时，可采用旋转剖，如图 1-37 所示。图 1-38 所示为阶梯剖视图。

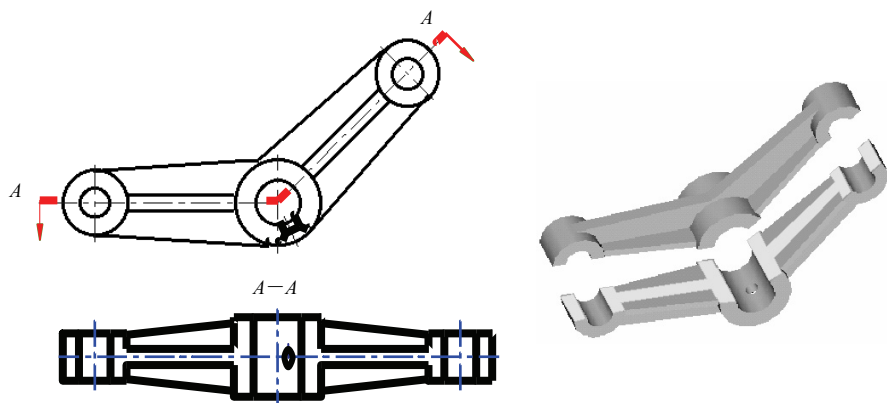


图 1-37 旋转剖视图

(3) 断面图。假想用剖切平面将机件的某处切断，仅画出断面的图形称为断面图，如图 1-39 所示。

用断面图来表达机件上的某些结构（如键槽、小孔、轮辐及型材、杆件的断面）要比视图清晰、比剖视图简便。

断面图与剖视图的区别：断面图只画出断面的投影，而剖视图除画出断面投影外，还要画出断面后面机件留下部分的投影。

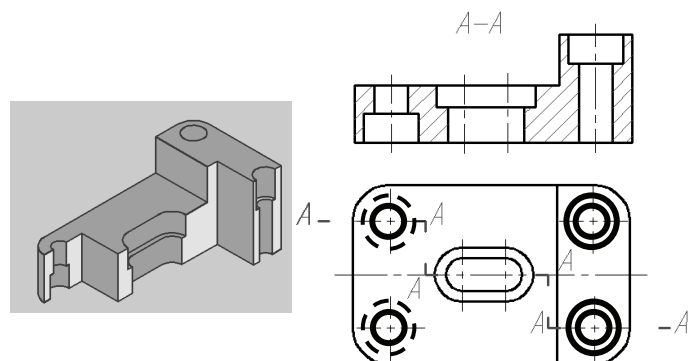


图 1-38 阶梯剖视图

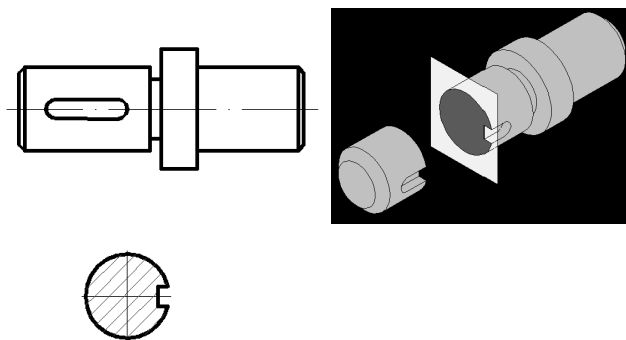


图 1-39 断面图

除了图 1-39 所示的移出断面图外，还有一种重合断面图，它画在视图内，如图 1-40 所示。

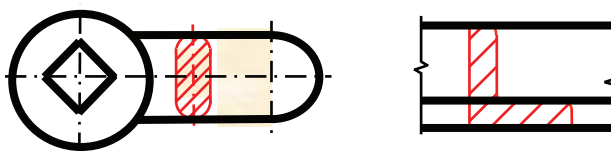


图 1-40 重合断面图

(4) 局部放大图。将机件的部分结构用大于原图形的比例所画出的图形，称为局部放大图，如图 1-41 所示。

当机件上某些细小结构在视图中表达不清或不便于标注尺寸和技术要求时，常采用局部放大图。

局部放大图可以画成视图、剖视图、断面图的形式，与被放大部位的表达形式无关，且与原图采用的比例无关。为看图方便，局部放大图应尽量配置在被放大部位的附近，必要时可用几个图形来表达同一个被放大部分的结构。

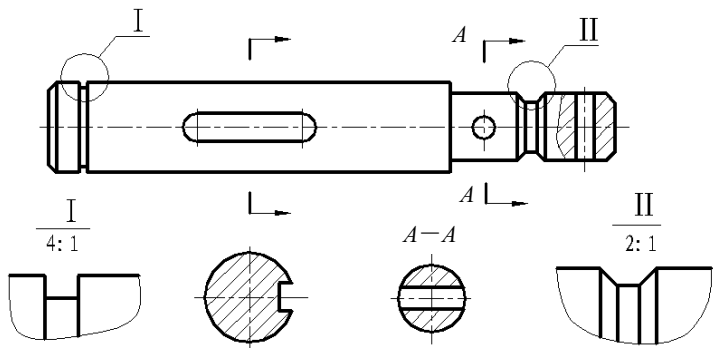


图 1-41 局部放大图

2. 视图选择的步骤和方法

在绘制工程图的时候, 必须对视图做出正确的选择。尤其在 **Creo Parametric** 中, 由于都是借助系统进行各种投影表达, 所以, 相对重要的工作就是由用户自己来决定到底绘制哪些工程图。

视图选择的原则如下:

- (1) 应让主视图表示零件的基本特征和最多的零件信息。
- (2) 在满足要求的前提下, 使视图的数量尽量少。
- (3) 尽量避免使用虚线表达零件的结构。
- (4) 要将零件各部分的结构形状和相互位置表达清楚。
- (5) 要便于看图, 力求制图简便。

具体绘制视图的步骤如下:

- (1) 分析零件。了解该零件在机器上的作用、安放位置和加工方法。

对零件进行形体分析和结构分析, 分析零件的功能、工作状态, 分析零件的结构并分析零件的加工过程及方法。

(2) 选择主视图。主视图是最重要的视图, 因此在表达零件时, 应该先确定主视图, 然后确定其他视图。主视图的状态要符合零件的加工状态或工作状态, 在投射方向上应能清楚地显示出零件的形状特征。

选择主视图时, 首先考虑按零件的工作位置或加工位置摆放, 其次是选择最能反映零件的形状特征和零件各部分相互位置的方向作为主视图的投射方向。

(3) 选择其他视图。为了表达清楚零件的主体结构, 可能还要选择其他基本视图; 对于一些细节的表达, 还需添加辅助视图, 以把零件完全、清楚地表达出来。所选视图应有其重点表达内容, 并尽量避免重复。

- (4) 最后对表达方案进行检查、比较、调整和修改, 使方案更完美。

总之, 在选择视图时, 要目的明确、重点突出, 使所选择视图完整、清晰、数目恰当, 做到既看图方便又作图简便。

1.4 Creo Parametric 工程图实例

Creo Parametric 的工程图是与其建立的三维模型紧密结合的，所以，学习本书的前提条件就是会使用“零件”模块。本节将通过一个例子来说明如何绘制工程图。练习的目的是要了解 Creo Parametric 的工程图绘制过程，读者无须确切知道每个步骤的含义。

具体操作步骤如下：

(1) 打开已有零件文件 bocha1.prt，如图 1-42 所示。这是建立好的文件。

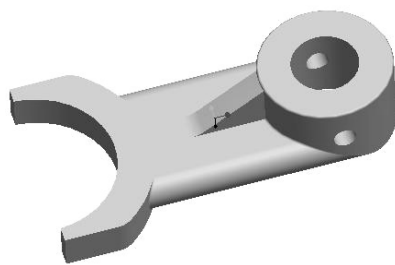


图 1-42 移动副滑块

(2) 依次选择主菜单“文件”→“新建”命令，如图 1-43 所示，系统将弹出“新建”对话框。

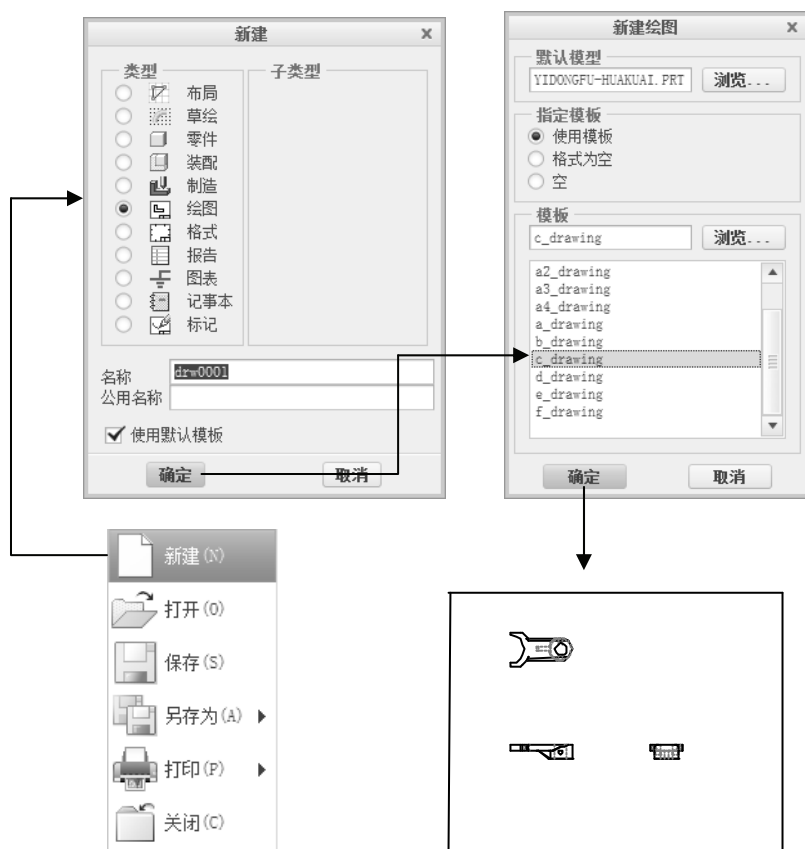


图 1-43 新建工程图文件

(3) 选中“绘图”单选按钮，然后单击“确定”按钮，系统将弹出“新建绘图”对话框，如图 1-43 所示。

(4) 在“模板”列表框中选择一个图幅，如 C，单击“确定”按钮，进入工程图环境，如图 1-43 所示。由于接受的都是系统默认值，所以现在是第三视角投影。

(5) 单击“模型视图”操控板上“常规”按钮，如图 1-44 所示，在图形窗口中单击任意点，作为插入视图的中心点。系统将弹出“绘图视图”对话框。

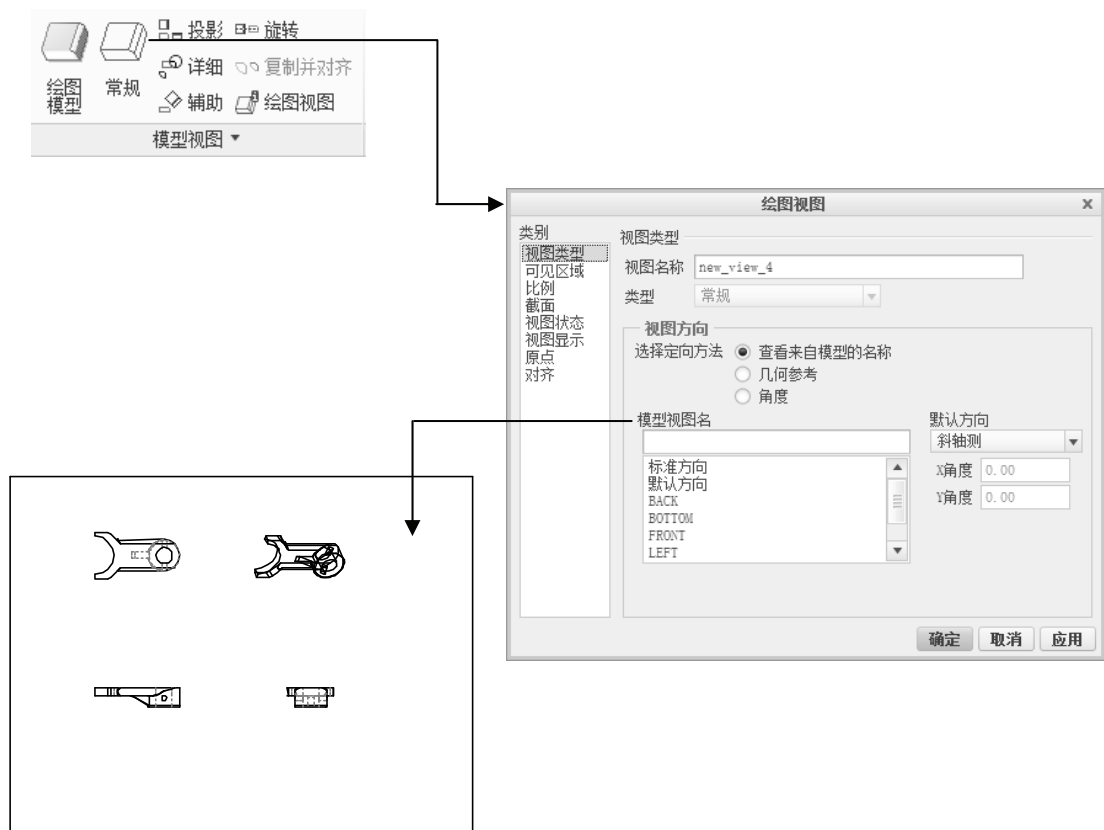


图 1-44 插入常规视图

(6) 选择“标准方向”作为视图方向，单击“确定”按钮。

(7) 单击“注释”选项卡，打开“注释”操控板，单击“显示模型注释”按钮，如图 1-45 所示，系统显示“显示模型注释”对话框。

(8) 在“类型”列中选择“全部”，在列表中选择要显示尺寸的特征，单击“确定”按钮，结果如图 1-45 所示。此时尺寸显示有些杂乱，需要重新排列。具体请参见后面相关章节。

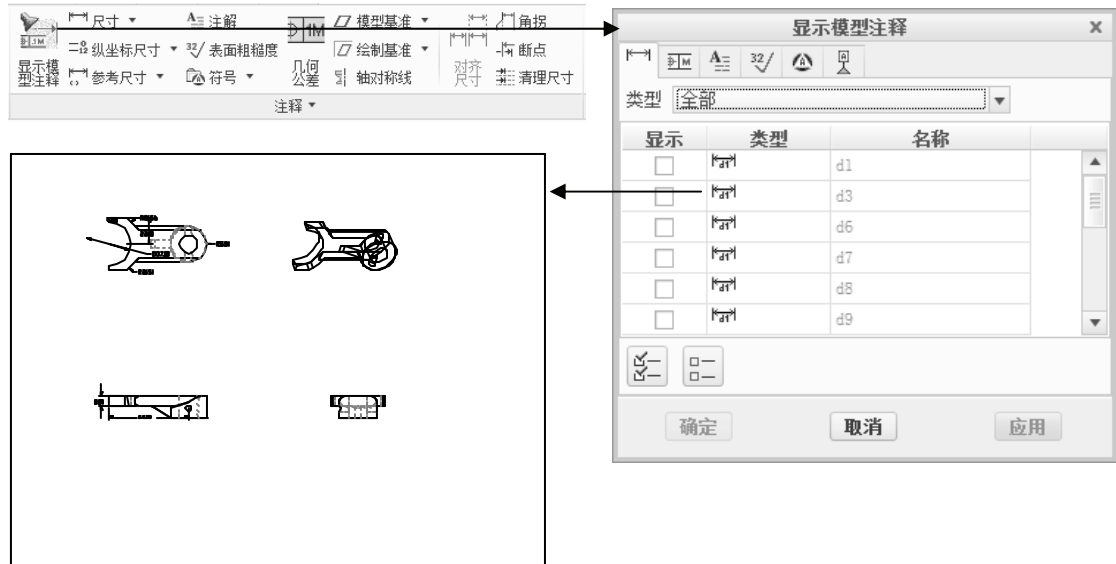


图 1-45 显示模型注释