

浅谈组合体的课堂教学与空间想象力的培养

郑丽娟

摘要：组合体的教学是机械制图的教学难点和重点，是学生后续学习零件图和装配图知识的关键。学习组合体这部分内容是需要有较强的空间想象力，而学生最初的空间想象力本身不高，是需要在学习组合体过程中才能得到训练和提高。本文针对学生想象力本身不足这种情况，探讨组合体的课堂教学过程与学生空间想象力的培养。

关键词：课堂教学 机械制图 组合体 空间想象力

组合体章节是制图教材重点章节之一，它既是前面所学章节内容的初步综合应用，又是从投影法的理论知识向识读和绘制复杂零件图和装配图实践应用的过渡，是培养和提高空间想象能力和读图能力的关键章节，起着承上启下的作用。学好组合体这部分内容是需要有较强的空间想象力，但是大部分学生空间想象力本身不够，是需要在学习过程中不断的强化和提高。面对空间想象力不足的学生，如何教好以空间想象力为基础的组合体这一章节内容，并能提高学生的空间想象力，是每一个制图教师认真思考的问题。下面从组合体三视图的画法、读图方法和尺寸标注这三个方面来论述组合体的教学过程和空间想象力的培养。

一、画组合体三视图的教学过程

在画组合体三视图的教学过程中，充分的利用模型和挂图进行直观教学。直观教学把学生不容易理解的抽象理论和复杂空间视图变成形象、具体。学生在画组合体三视图过程中，容易理解组合体各个形体之间的关系，也容易弄清组合体上的面线与三视图面线之间的对应关系，使学生看得见、摸得着、记得牢，能有效强化学生的空间想象力。首先，复习回顾三视图的投影规律，因为三视图的投影规律“长对正、高平齐、宽相等”是三视图的重要特性，也是画图和读图的重要依据。其次，利用 PPT 课件展示各种基本体及其三视图的实例，为叠加型组合体分解为若干个基本体，切割型组合体 经过若干次基本体切割的分析思路做铺垫。最后，分别对叠加型组合体和切割型组合体三视图画法进行逐一举例，可以用实物或 PPT 课件。

1、叠加型组合体三视图画法

叠加型组合体画图过程可归纳为：叠加型组合体——分解为若干个基本体——逐一研究、绘制各个基本体的三视图——整理——得到完整的组合体三视图。以图 1（a）模型为例绘制叠加型组合体三视图，其具体步骤为：

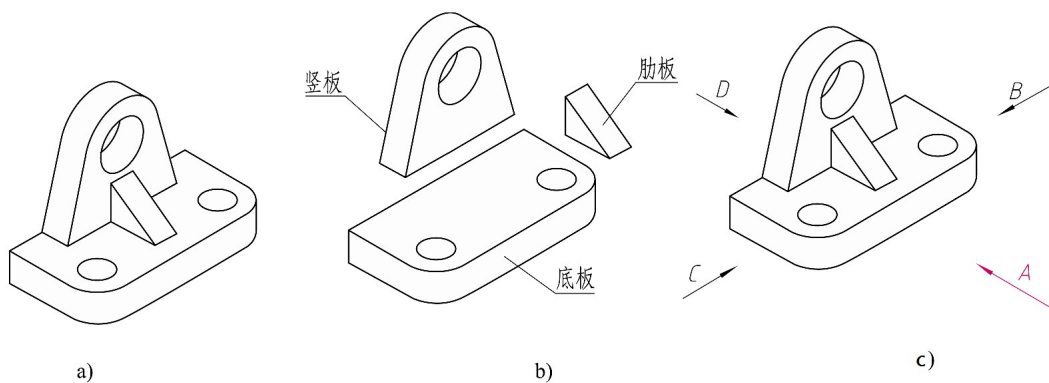


图1 叠加型组合体

(1)、讨论和分析。与学生一起对图1(a)实物进行讨论和分析：①所观察到的叠加型组合体分解后由哪些基本体组成，各基本体是什么形状？②讨论各形体表面连接关系，特别需要注意多线、漏线的问题。③观察组合体是否对称，在哪些方向对称，为选择合适的基准和绘图作准备。通过分析和讨论，该形体可看成由底板、竖板、肋板三部分叠加而成，如图1(b)所示。竖板上部的圆柱面与左、右两侧面相切；竖板与底板的后表面共面，二者前表面错开，不共面，竖板的两侧面与底板上表面相交；肋板与底板、竖板的相邻表面都相交；底板、竖板上有通孔且底板前面为圆角。

(2)、选择视图。首先选择主视图。主视图的选择采用形状位置特征原则。也就是最佳主视图的投射方向应能将立体大部分形状能反映出来。可用实物旋转方向或PPT旋转演示。如图1(c)所示四个方向，选择A向作为主视图的投射方向。

(3)、画图步骤：①布置视图。根据组合体尺寸的实际大小，定比例，选图幅，确定各视图的位置，画出各视图的基准线，如图2(a)所示。另外，三个视图之间应留有一定空间，以便标注尺寸。②画视图底稿。先底板后竖板，先画具有形状特征的视图主要部分再画次要部分，按各基本体的相对位置和表面连接关系及其投影关系，逐个画出各基本体的三视图，如图2(b)所示。为了快速准确地画出组合体的三视图，画底稿时还应注意：三个视图最好同时画，以确保投影关系正确和提高绘图速度，如图2(c)所示；明确各基本体之间的相对位置和表面连接关系，要注意形体间内部融为整体，绘图时不应将形体间融为整体而不存在的轮廓线画出，以避免多线。③检查描深。用细实线画完的底稿，要检查各基本形体表面间的共面、相交、相切等关系在视图中是否符合投影规律，细小结构是否漏画等等。检查无误后，擦去多余底稿线，按机械制图的线型标准描深，最终完成三视图的绘制，如图2(d)所示。

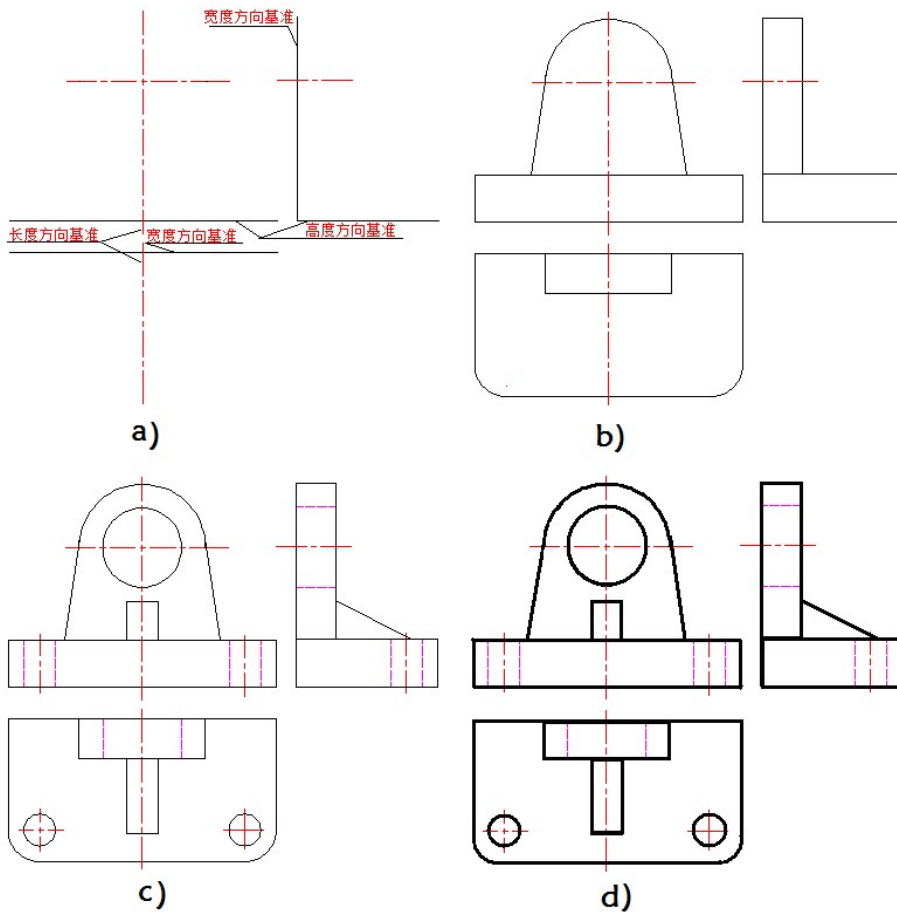


图 2 叠加型组合体三视图画法步骤

2、切割型组合体三视图画法

根据切割型组合体的特点，它的画法可归纳为：切割型组合体——还原为未切割时整体并绘制其三视图——再逐次切割并绘制三视图——得到完整组合体的三视图。切割型组合体三视图的画法基本步骤与叠加型组合体一样，不同的是切割型组合体一般先还原成整体，然后再切割的原则。画图时应注意：做每个切口投影时，应先从反映形体形状特征轮廓且从具有积聚性投影的视图开始，再按投影关系，画出其他视图，同时注意线型的变化，注意切口截面投影的类似性。以下图 3 为例说明切割型组合体视图画法。

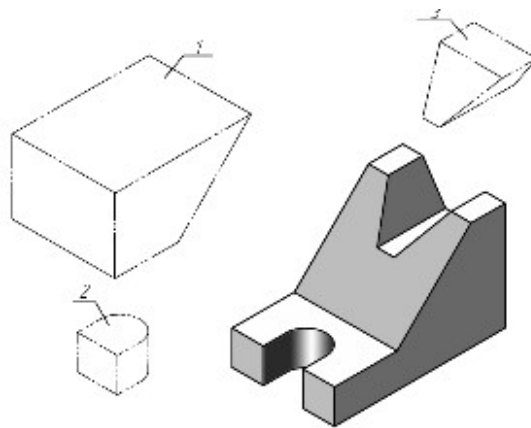


图 3 切割式型组合体

这个立体模型它的基本形体为长方体。进行了三次切割，第一次切割用正垂面和水平面切割掉一个四棱柱，在画图时先画切口的主视图，如图4（a）所示；第二次切割，切割掉一个圆槽，先画圆槽的俯视图，如图4（b）所示；第三次切割掉一个梯形槽，先画梯形槽的左视图，再画其它视图，如图4（c）所示。

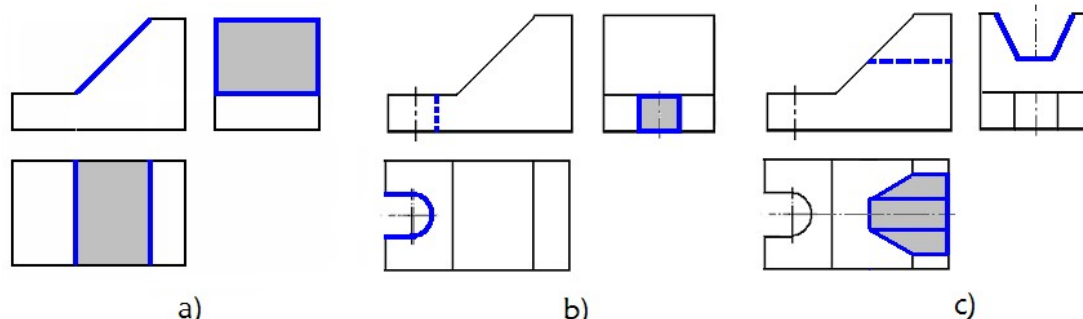


图4 切割型组合体三视图画法步骤

巩固画组合体三视图知识、发展空间想象力是需要一定的学习积累，只有通过大量的练习，进行图形与实物对比，用实物检验所画图形，才能不断提高学生的看图和绘图能力。①挑选带有立体图的习题 通过绘制三视图或补画漏线等难度较低的练习，锻炼学生先看图后独立思考，再观察来验证自己的想象，形成一定的思维习惯。②经常做一些已知立体图，找出其三视图的习题。通过已知立体，找出三视图的练习，可以使学生建立实物到图形的观念，再通过三视图，想象立体形状，进而对照立体，检验自己所想是否正确。③徒手绘制轴测图。带领学生画立体模型的轴测图，这是从空间立体到平面立体的转化过程。例如，切割体补画视图练习时，事先画出切割前立体轴测图，然后逐步进行切割，每切割一次，学生就会清楚看到每一步切割的立体形状，在脑海中建立空间立体概念，增强立体感，促进学生空间思维发展。④一题多解练习。通过相同的一个视图或两个视图，一题多解，补画其它视图。这就要求根据所给图形分析出点、线、面的关系，进行思维分析，培养空间想象力。

二、读组合体三视图的教学过程

读组合体三视图的目的，就是根据已给出的组合体三视图，运用读图的基本要领和基本方法，能够正确、迅速的读懂三视图，想象出组合体的空间形状。组合体三视图的两个常用方法是：形体分析法和面形分析法。所谓的形体分析法是为了正确而迅速地绘制和读懂组合体视图，通常在视图、标注尺寸和读图过程中，假想把组合体分解为若干个基本体，弄清楚各基本体的形状，组合形式以及相对位置的方法。所谓的面形分析法是根据平面的投影特性来分析组合体表面的性质、投影形状相对位置的方法，其核心内容是运用点、线、面的投影规律来分析每一条线，线框含义和位置，进而想象出组合体的形状。下表一是将形体分析法和面形分析法作以比较。

表 1: 形体分析法和面形分析法比较

| 项目 | 形体分析法 | 面形分析法 |
|------|-----------------------------|-----------|
| 适用对象 | 以叠加为主的组合体 | 以切割为主的组合体 |
| 使用次序 | 先 | 后 |
| 使用范围 | 整个组合体 | 组合体中局部 |
| 分析对象 | 基本形体 | 线面投影 |
| 分析内容 | 形体的基本形状 | 表面的基本形状 |
| | 形体的相对位置 | 表面的相对位置 |
| | 形体的组合方式 | 表面之间的交线 |
| 最终目的 | 以形体分析法为主，线面分析法为辅，绘制和读懂组合体视图 | |

1、叠加型组合体的读图方法

形体分析法一般适用于叠加型组合体。在读图时，一般从反映形状特征的主视图入手，把视图分解为几个封闭的线框，并按照投影关系在其它视图上找出其对应的部分，初步想象出每一部分所代表的形体的几何形状、相对位置及其组合方式综合想象出该组合体的整体形状。这一步骤可以概括为：分线框，对投影，识形体，定位置，综合起来想整体。以图 5 为例：

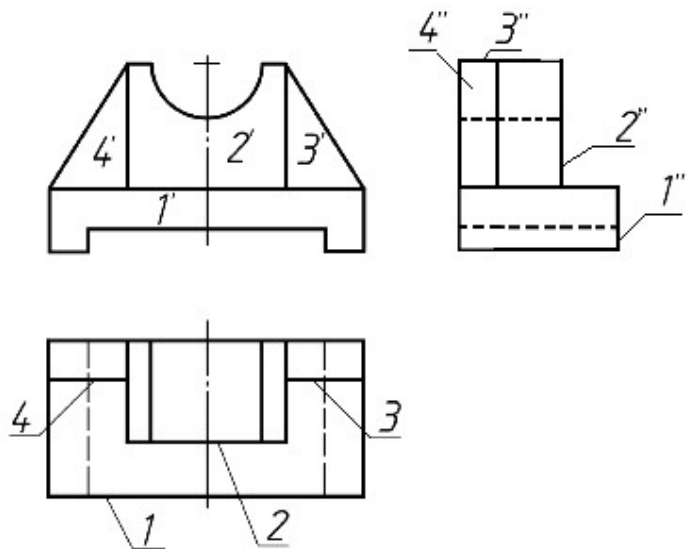


图 5 叠加型组合体三视图

这个形体根据线框的特点判断，属于叠加型组合体，其主视图可分为 4 个封闭的线框，第一部分为长方形底板，底部切槽，按投影关系它的三视图和立体图，如图 6 (a) 所示；第二部分为长方形竖板，中间切了一个半圆孔，它的三视图和体图如图 6 (b) 所示；第三部分和第四部分分别为三角形肋板，它的三视图为和立体图，如图 6 (c) 所示。

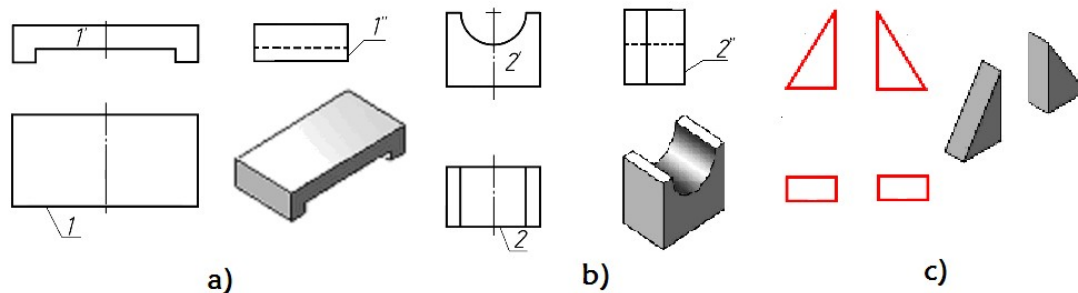


图 6 叠加型组合体三视图分步形体构思

通过组合体的三视图可知：长方形竖板放在长方形底板的上方，居中且后端面平齐；三角形肋板放在长方形竖板的两侧与长方形底板后端面平齐，前端面不平齐，由此不难想象整个立体的形状，如图 7 所示。

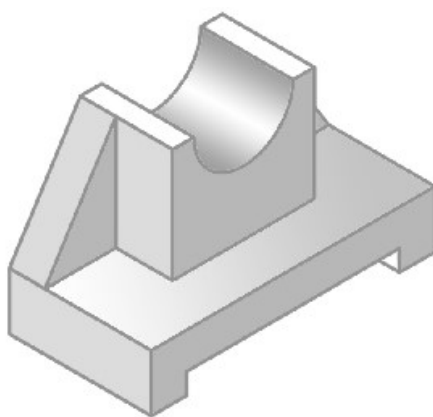


图 7 叠加型组合体三视图立体图

2、切割型组合体的读图方法

切割型组合体的读图方法一般运用形体分析法和面形分析法，通过分析一些图线和封闭线框的含义，来分析形体表面形状、表面之间的相对位置、表面与表面的交线等，从而想象出组合体的形状。将面形分析法可以概括为：分线框，对投影，识线面，定位置，综合起来想整体。面形分析法还要求对平面的投影规律十分熟悉。①平行面投影，如图 8 所示。平行面的投影特性为一面两线，一个为平面反映实形，而另外两个投影积聚成直线，也就是说只有一个投影为封闭的线框。②垂直面投影，如图 9 所示。投影面垂直面的投影特性为一线两面，这两个面为类似形，也就是说这种平面有两个封闭的线框。③一般位置平面投影，如图 10 所示。一般位置平面的投影特性为三面，三个投影均为封闭的线框，而且均为类似形。

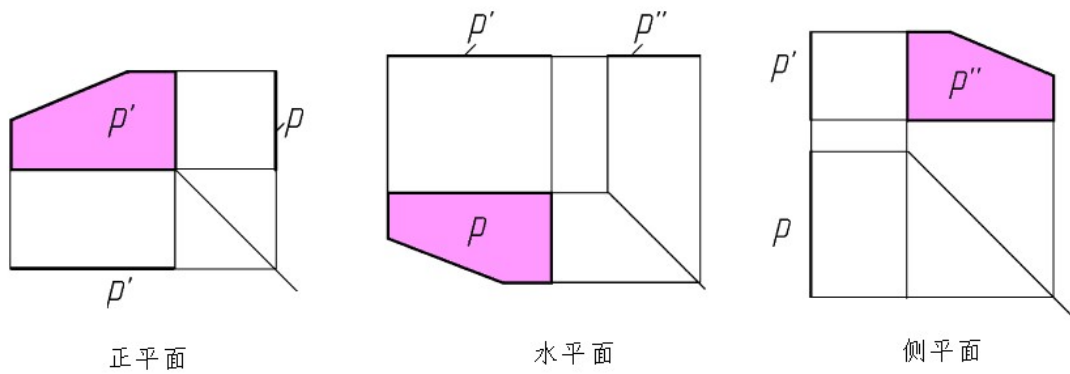


图 8 平行面投影

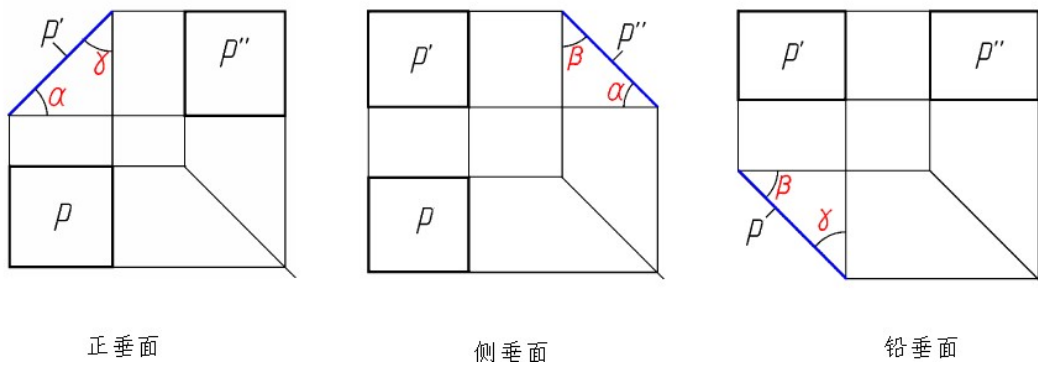


图 9 垂直面投影

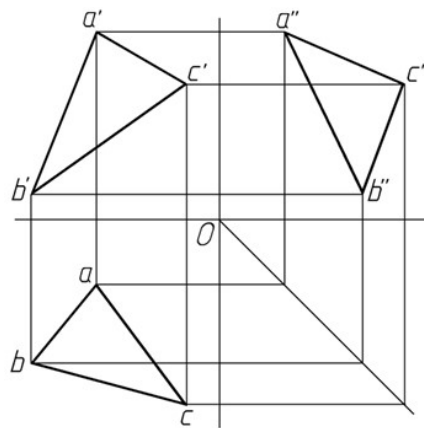


图 10 一般位置平面投影

以图 11 切割型组合体三视图为例进行讲解。通过这个图可看出，它的基本形体为长方体，经过两次切割，第一次用正垂面切割掉一个三棱柱，第二次用铅垂面在进行切割，因为是投影面垂直面，利用投影类似性，很快就会找到和它对应的类似线框，进而想像立体的形状。想像过程如下图 12 所示。

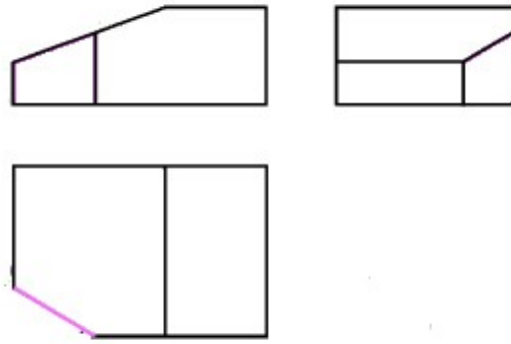


图 11 切割型组合体三视图

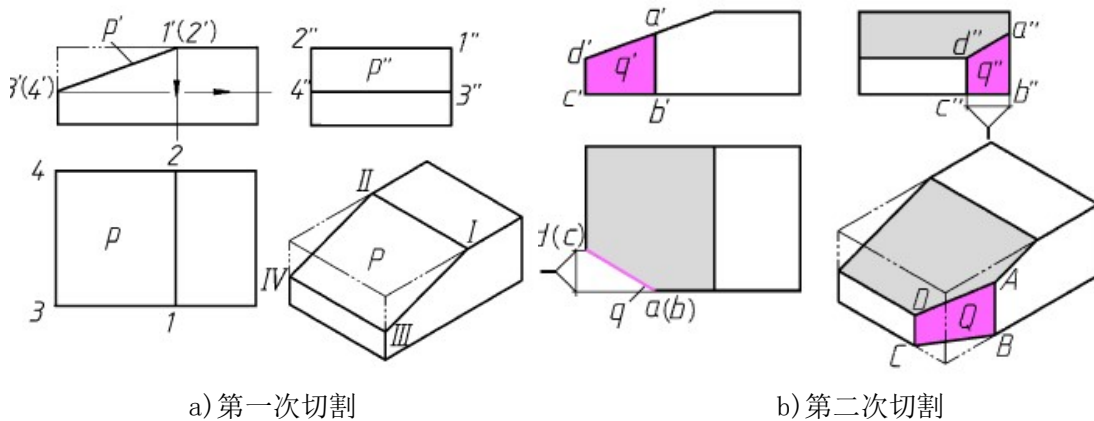


图 12 切割型组合体分步形体构思

在读组合体三视图时，还应掌握几个要领：一是几个视图要联系起来读，因为一个或两个视图不能唯一确定立体的形状；二是通过所学的基本体的知识要善于构思物体的形状。对于组合体三视图绘制和识读教学过程中，应对立体进行分类，从简单到复杂，循序渐进，引导学生熟练运用形体分析法和面形分析法，正确绘制和读懂组合体三视图。在读组合体三视图课堂教学中利用多媒体教学，使抽象视图变得直观。利用 AutoCAD 和 SolidWorks 软件对组合体三维造型，可以很直观的看到组合体各部分的细节，建立三视图到立体的线面对应关系，使得难懂的组合体三视图立刻生动起来。这样一方面降低学习组合体的难度，另一方面间接的培养了学生的空间想象力，有利于突破教学中的重点和难点，使课堂教学获得最高的效率，补充了教材的不足，使学生更容易多角度的观察物体、认识物体、开拓学生视野，促进学生空间想象力的提高。另外，在课堂上讲练结合，加强习题训练，这是培养读组合体三视图能力的重要一环。

三、组合体尺寸标注的教学过程

组合体的尺寸标注是机械制图中的难点，是零件工作图尺寸标注的基础。尺寸可分为两大类，定形尺寸和定位尺寸。定形尺寸为确定组合体中各基本体形状大小的尺寸。如圆的直径；长方体的长、宽、高；而定位尺寸为确定各基本体相对位置的尺寸。如在长方体上挖两个圆柱孔，两孔的圆心距。而在组合体尺寸标注还包括总体尺寸，总长、总宽、总高。尺寸标注要做到正确、完整、清晰、合理。但学生刚开始接触尺寸标注。理解能力和空间想象能力不足，尺寸标注过程中思维不够清晰、不知道什么是正确和完整标注，经常漏标注或重复标注，在组合体尺寸标注的教学过程中，教师应引导学生熟练掌握。

1、分步标注法

分步标注法是将组合体分解成几个单独的基本体，在组合体三视图上分别进行标注。然后根据尺寸标注的要求，对所标注的尺寸进行调整达到对组合体的标注。例如图 13 叠加型组合体三视图，首先，对其进行形体分析，弄清楚可分为几个基本体以及它们之间的相对位置，然后分别对各个基本体进行定形尺寸标注。该组合体可分为两部分，长方形底板和半圆头竖板。长方形底板为带圆角的长方体，前边挖了两个对称的圆柱孔。半圆头竖板中间穿了一个圆孔。半圆头竖板放在长方形底板之上，中间且后端面平齐，前端面不平齐。

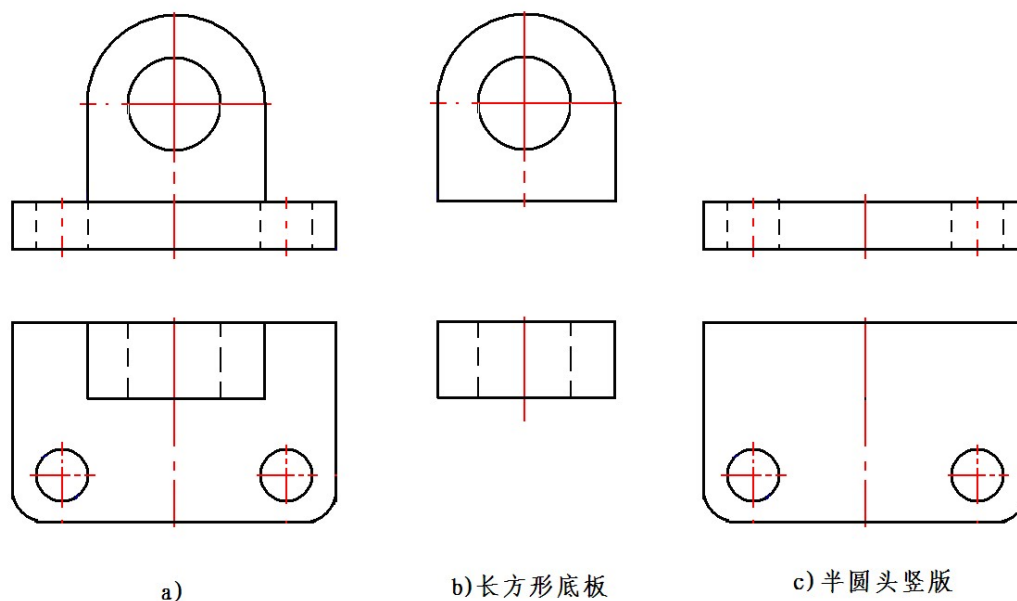


图 13 叠加型组合体三视图

然后，正确选择尺寸基准。以底面作为高度方向的基准，后端面作为宽度方向的基准，左右的对称中心线作为长度方向的基准。根据各基本体的相对位置正确选择尺寸基准，分别对长方形底板和半圆头竖板标注定形尺寸、定位尺寸和总体尺寸，如图 14 (a)、14 (b)。最后，整体检查看是否漏标或重复标注，如图 14(c) 所示。

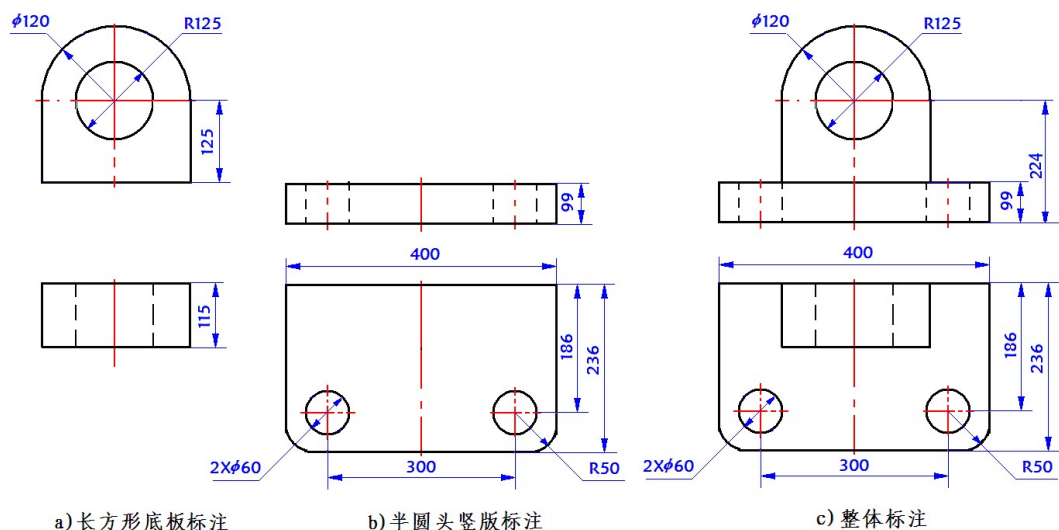


图 14 叠加型组合体三视图分步标注

2、综合标注法

学生利用分布标注法对较为复杂的组合体标注进行标注，经常出现漏标、重复标注，难以做到尺寸正确、完整，清晰、合理这几个要求。这也是组合体尺寸标注中的一个难点，教学过程比较繁琐，学习过程较为困难。综合标注法主要是针对这种情况，在分步标注法的基础上提高组合体标注的质量，在很大程度上避免出现尺寸标注错误和漏标现象，使得尺寸标注更加清晰合理。其具体步骤为：首先，确定标注基准。组合体在长、宽、高三个方向上各有一个主基准。图形对称，则其对称中心线为各方向的基准线如图 15（b）中三角形所示；图形不对称，长度方向的基准线可选择立体的左端面或右端面，宽度方向的基准线可选择立体的前端面或后端面如图 15（c）中三角形所示，以立体的底面作为高度方向的基准线，如图 15（a）中三角形所示。

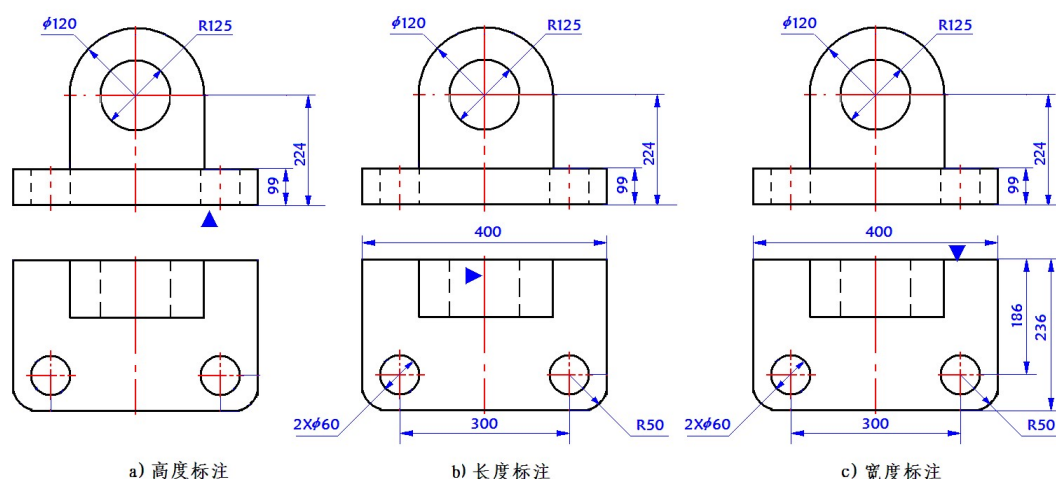


图 15 叠加型组合体三视图综合标注

然后，沿着基准方向依次标注所有平行于基准的线；对于基准在中心，则沿着基准方向依次标注所有对称平行于基准的线；对于曲线仅需标注定型尺寸。如图 15（a）所示，凡是平行于高度基准的线依次有 99 和 224，之上有两个曲线只需标注定型尺寸 $\phi 120$ 和 $R125$ 。如图 15（b）所示，长度基准在中心，则所有对称且与中心线平行的 4 条，其中前两条线表示的是内孔外圆，已经在主视图中标注过了，因此只需标注 300 和 400 这两个尺寸。在长度方向上有曲线出现，则顺便标注这两个曲线的定型尺寸。对于宽度方向标注类似于高度方向标注，在此不再赘述。最后，根据尺寸的清晰、合理的要求对标注过的尺寸进行调整和修改，以达到尺寸标注的要求。

在组合体尺寸标注的教学过程中，为了加强学生对组合体尺寸标注的理解，进一步提高空间想象力，让学生简单的学习一下 AutoCAD 或者 Solidworks 三维造型。把组合体标注作业作为例子，让学生对组合体进行造型，在三维造型过程中就能体会到尺寸标注正确完整的重要性，也深刻的感受到尺寸标注清晰合理的必要性，会对组合体尺寸标注有了更深的理解，进一步加深了对组合体的理解，间接地发展了学生的空间想象力。

总之，在组合体教学过程中，充分的利用模型、挂图和多媒体进行直观教学来强化组合体学习是非常有必要的。一方面用直观教学的方法来降低学生学习组合体这部分的知识难度；另一方面直观教学可以直观地、快捷地建立三视图与立体图之间的关系。画组合三视图、读组合三视图和组合体尺寸标注这三方面内容环环相扣，紧密相连，在教学过程中不仅要照顾学生现有的空间想象力，而且在学习这部分知识的同时还需要发展空间想象力。只有充分掌握组合体的相关知识以及形体分析法和面形分析法，发展并加强了学生的空间想象力，才能有效的去学习后续的零件图和装配图的知识。也只有拥有较强的空间想象力，才能更好的轻松地绘制和读懂零件图和装配图。

参考文献:

- [1]果连成. 机械制图（第六版）[M]. 北京：中国劳动社会保障出版社.
- [2]郭海霞. 机械制图提高学生空间想象能力探索[J]. 科技创新导报
- [3]黎日红. 如何教学生用形体分析法读组合体的三视图[J]. 辽宁教育行政学院院报
- [4]果连成. 机械制图（第六版）习题册[M]. 北京：中国劳动社会保障出版社