



专题三 组合体

【专题概要】

在实际生产中，机件的形体会比较复杂，所以我们需要在基本体的基础上掌握组合体的投影画法。本章要求：

1. 掌握组合体的相贯线的画法；
2. 掌握组合体的尺寸标注。

【知识清单】

1、组合体

若干个基本体按一定方式组合而形成的物体叫做**组合体**。

1.1 形成方式

叠加：若干个基本体按一定方式“加”在一起。

切割：从一个基本体中“减”去一些基本体。

对于形状较复杂的组合体，其组合方式往往是**既有叠加又有切割的综合方式**。

1.2 组合体表面间的过渡关系

组合体按相邻两基本体表面之间的连接方式的不同可分为共面、相切、相交等三种形式。

共面：相邻两基本体某些表面平齐，在视图上没有分界线隔开。如图 3-1 所示。

相切：两基本体表面在某处的连接是光滑过渡的，不存在明显的分界线。如图 3-2 所示，在相切处规定不画分界线的投影，相切面的投影画到切点处。

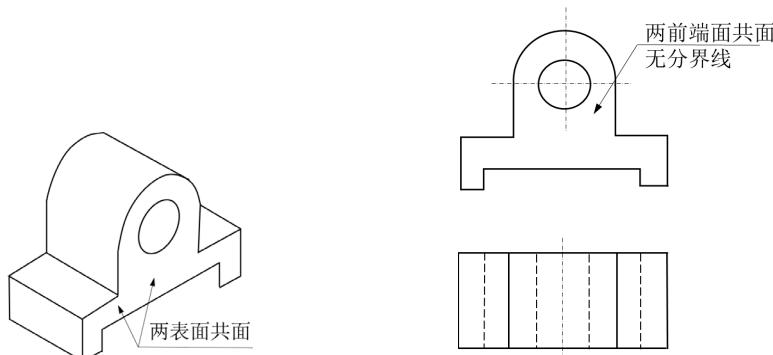


图 3-1 共面

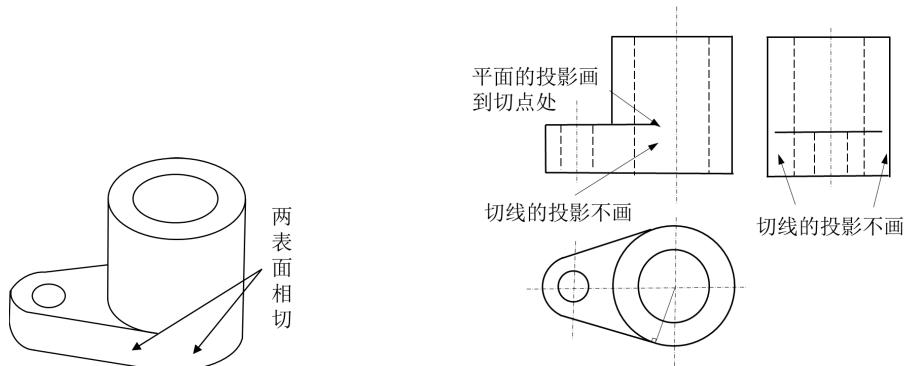
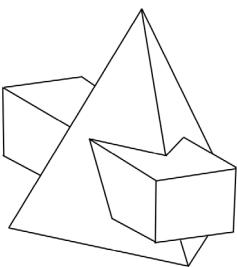
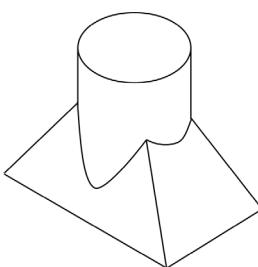


图 3-2 相切

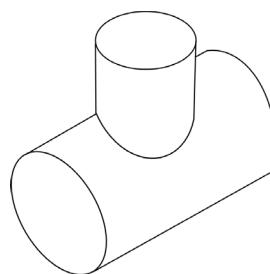
相交：有平面立体与平面立体相交、平面立体与曲面立体相交、曲面立体与曲面立体相交三种情况，如图 3-3 所示。



(a) 平面立体与平面立体相交



(b) 平面立体与曲面立体相交



(c) 曲面立体与曲面立体相交

图 3-3 相交的三种情况

2、相贯线

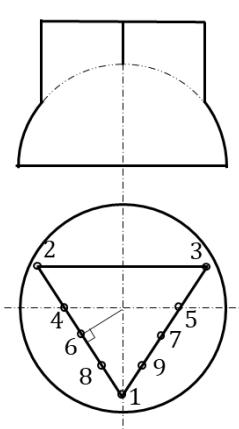
两立体表面相交所产生的交线称为**相贯线**。相贯线具有以下两种性质：

- (1) **相贯线是两立体的共有线，是一系列共有点的集合。**
- (2) **相贯线一般是封闭的空间曲线，特殊情况下是平面曲线或直线。**

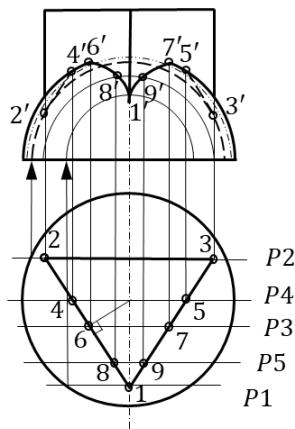
2.1 平面立体与曲面立体相交

平面立体与回转体相交时，相贯线是由平面立体的每个棱面与回转体表面相交产生的交线的组合，即**相贯线为若干段平面曲线所围成的**。如图 3-4 (a) 所示，求直立三棱柱与半圆球的相贯线，相当于求三个平面与球的截交线。如图 3-4 (b) 所示，我们用辅助平面法（见专题二 4.2）求。作图步骤：

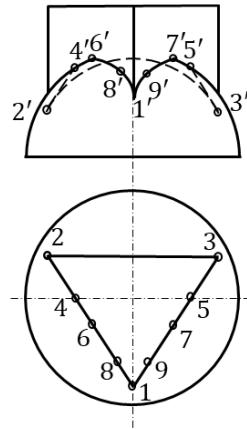
- 1、求每段相贯线的端点，如图中的点 1、2、3，过点 1、2（或 3）分别作**正平面 P_1 、 P_2** ，与半圆球的交线是半圆，在主视图上反映实形。根据“长对正”的关系，求出正面投影 $1'$ 、 $2'$ 、 $3'$ ；
- 2、求相贯线上的最高点。从俯视图来看，点 6、7 距圆心最近，所以是相贯线的最高点。过 6、7 两点作**正平面 P_3** ，同理求出 $6'$ 、 $7'$ ；
- 3、过圆心作**正平面 P_4** ，与三棱柱投影线相交与点 4、5，这是**相贯线上正、反面轮廓线的分界点**。同理求出 $4'$ 、 $5'$ ；
- 4、在线段 16 和线段 17 间取点 8、9，作**正平面 P_5** ，同理求出 $8'$ 、 $9'$ ；
- 5、圆弧 $1' 8' 6' 4'$ 和 $1' 9' 7' 5'$ 在球的前半部，是可见的，用光滑曲线连起来，并加粗；圆弧 $4' 2' 5' 3'$ 和圆弧 $2' 3'$ 在球的后半部，不可见，用虚线连接。过点 $2'$ 和点 $3'$ 的圆弧也是不可见的，虚线画出。最后结果如图 3-4 (c) 所示。



(a)



(b)



(c)

图 3-4 直三棱柱与半圆球相贯

2.2 两回转体相交

两回转体在相交时的相贯线一般为**封闭的空间曲线**。如图 3-5 (a) 所示为两圆柱相交，求其左视图的相贯线。由图两圆柱的轴线互相垂直，可知**相贯线将关于轴线对称**。作图步骤为：

- 1、求出相贯线上的特殊点。相贯线上最左、最右点的正面投影为 $1'$ 、 $2'$ ，水平投影分别为 1 、 2 ，再根据高平齐和宽相等求出其侧面投影 $1''$ 、 $2''$ ，最右点 $2''$ 被遮挡；
- 2、求中间点。在主视图上任取中间点 $3'$ 、 $4'$ ，根据长对正求它们的水平投影 3 、 4 ，再根据高平齐和宽相等求出其侧面投影 $3''$ 、 $4''$ ；
- 3、根据可见性光滑连线，完成相贯线的投影，如图 3-5 (b) 所示。

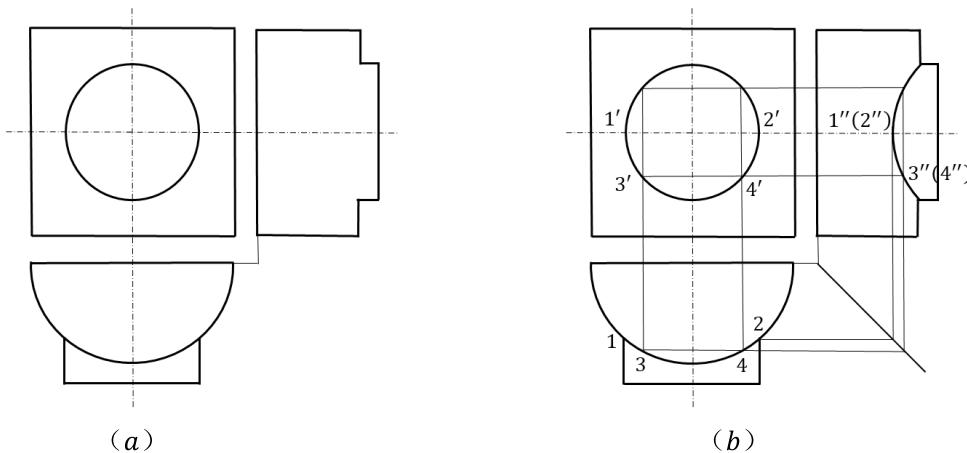


图 3-5 两圆柱相贯

2.3 相贯线的特殊情况

一般情况下相贯线是一条封闭的空间曲线，但有时也可能是一条平面曲线。如图 3-6 (a) 所示，相贯两圆柱的直径相等且轴线垂直相交，它们的相贯线为椭圆。**当它们的轴线平行于某一投影面时，相贯线在该投影面积聚成一条直线**，如图 3-6 (b) 所示。

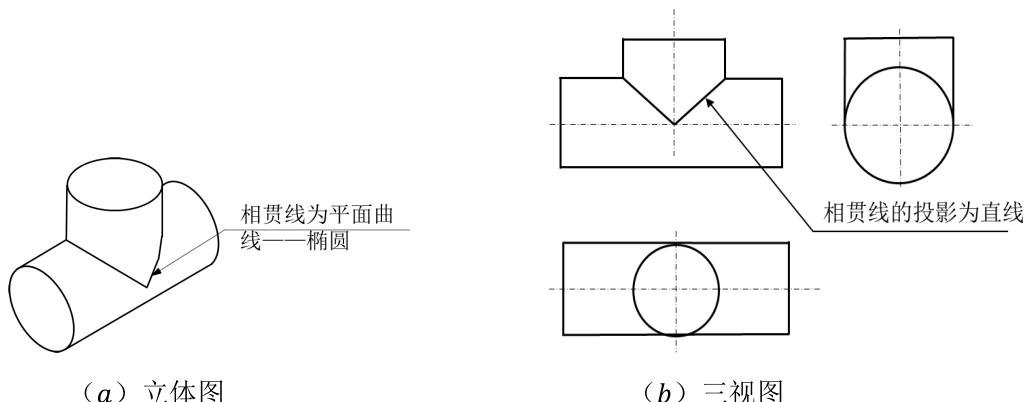


图 3-6 直径相等且轴线垂直相交的两圆柱相贯

常见的相贯线特殊的情况有：

- 1、**任意两个回转体相贯，轴线相交且有公共的内切球，交线为两个椭圆**。当它们的轴线平行于某一投影面时，相贯线在该投影面积聚成一条直线，如图 3-7 (a) 所示；
- 2、**球与任意回转体表面相交，只要球心位于该回转体轴线上，其相贯线是圆**，且该圆所在平面与回转体的轴线垂直。如图 3-7 (b) 所示，其相贯线圆同样具有积聚性；
- 3、**两轴线平行的圆柱体相交，交线是两直素线**，如图 3-7 (c) 所示；
- 4、**两共顶的椎体，其相贯线是直素线**，如图 3-7 (d) 所示。

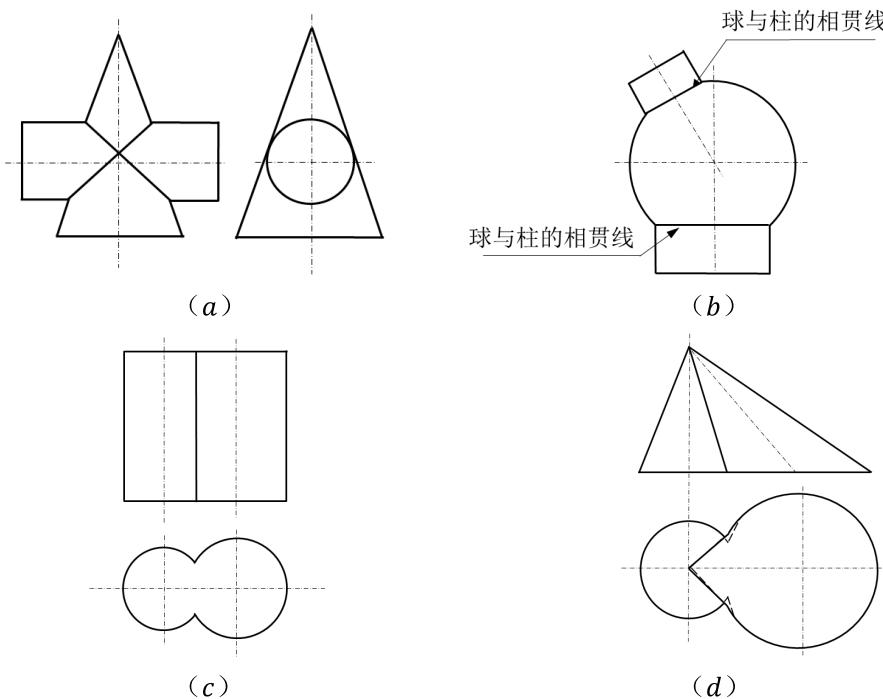


图 3-7 常见的特殊相贯线

3、组合体视图的绘制

1. **形体分析：**用形体分析法分析组合体是由哪些基本体通过怎样的方式组合在一起。

2. **选择主视方向：**主视方向反映形状特征较多，使其它视图不可见的形体最少

3. **绘图过程：**

- 1) 布置视图：布图是指确定各视图在图框内的具体位置，使三视图分布均匀。对称的视图用中心线定位，非对称视图一般先画较长的轮廓线；
- 2) 画底图：从反映该形体的形状特征的那个视图画起。先画主要的形体，后画次要的和不可见的形体。对于截交线的投影，先画有积聚性的投影，再根据投影关系画出截交线的其他投影。相贯线的投影通常最后画出。

形体分析法：分析组合体的组成形式、组合方式、表面的过渡关系以及形体的相对位置。按照形体的特征，把一个复杂的物体分解成若干个基本体来分析的方法。

4、组合体的尺寸标注

几何实体的形状、结构是由视图来表达的，而物体的大小则由图上所标注的尺寸来确定。常见基本体的尺寸标注如图 3-8 所示。

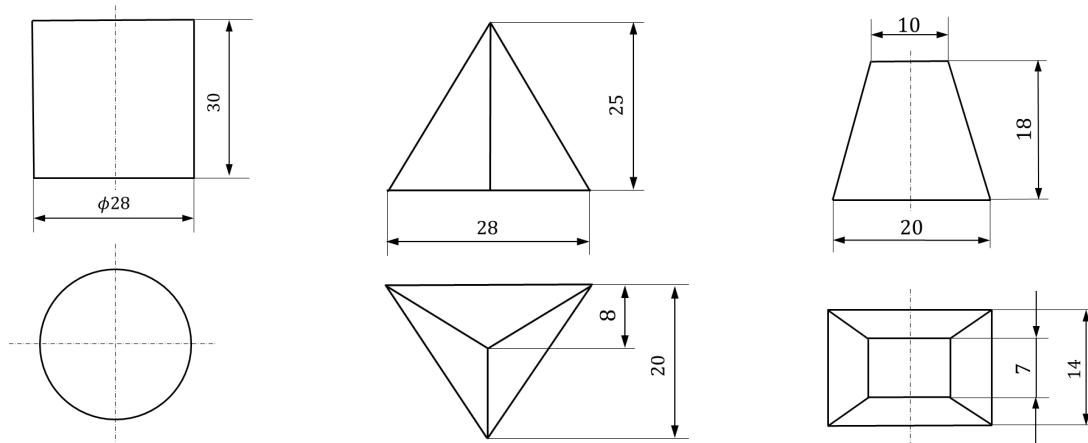


图 3-8 基本体的尺寸标注

4.1 尺寸的类型

定形尺寸: 确定组合体中各基本体的大小。

定位尺寸: 确定组合体中的各基本体之间的相对位置。

总体尺寸: 确定组合体的总长、总宽和总高。

4.2 尺寸标注的步骤

1.用形体分析法分析该组合体由哪些基本体组成，明确各基本体之间的组合方法及相对位置；

2.选择长、宽、高三个方向的尺寸基准；

3.标注每一个单位形体的定形尺寸、定位尺寸；

4.标注总体尺寸。注意尺寸标注不能成闭环，所以在长、宽、高三个方向各去掉一定形尺寸，再标注三个方向的总体尺寸。当圆弧为主要轮廓线或某一尺寸与总体尺寸相同时，总体尺寸不标注。

尺寸基准: 标注、测量尺寸的起点。一般以轴线、对称线、较大圆中心线、较大直线和较大的端面为基准。

【重要题型】

题型 1：相贯线是直线或圆

例 3-1 补全主视图（如图 3-9（a）所示）

解题思路: 由俯视图和左视图可看出，这是一个空心四棱柱与空心半圆柱叠加而成，且它们的轴线互相垂直。所以相贯线是一条直线。用线面分析法来读图和画图，四棱柱与半圆柱的正面投影均是矩形，长和高可以根据已知视图画出。

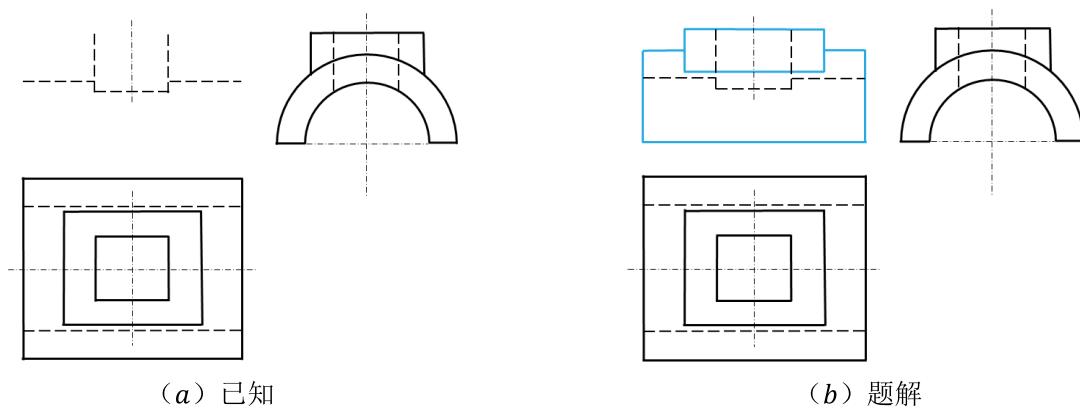


图 3-9 例 1

例 3-2 四棱柱与半圆球相交，补全主视图，并求左视图（如图 3-10（a）所示）

解题思路: 任一平面与球相交，其截交线都是圆。求平面立体和回转体的相贯线与求截交线一样，其本质都是求平面与立体表面的相交线。这道题和专题二的例 6 相似。

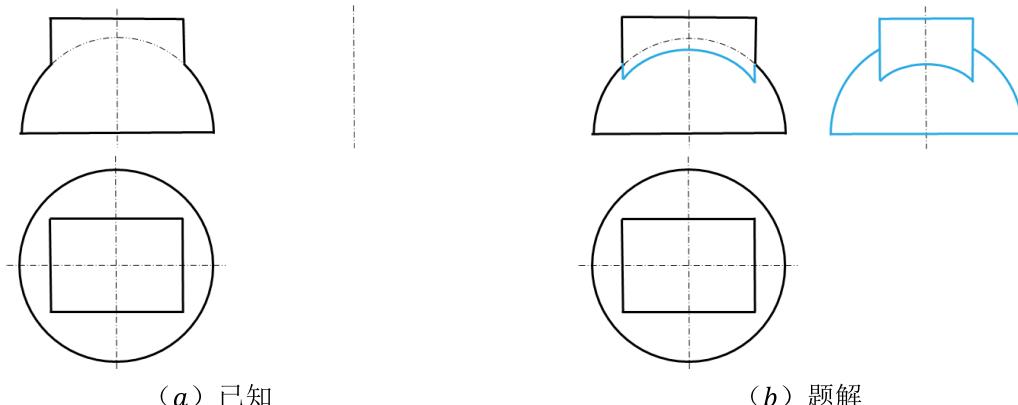


图 3-10 例 2

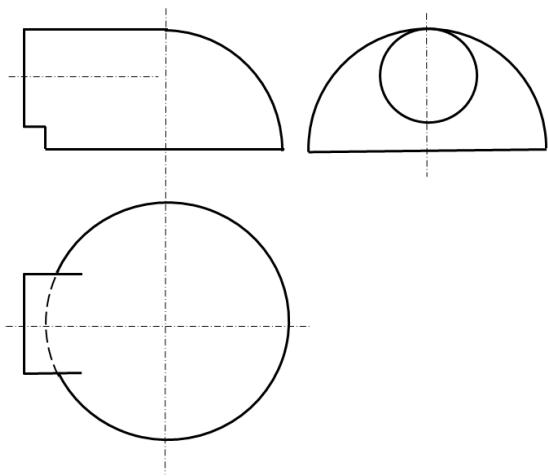
题型 2：相贯线是一般空间曲线

例 3-3 补全水平投影正面投影（如图 3-11 (a) 所示）

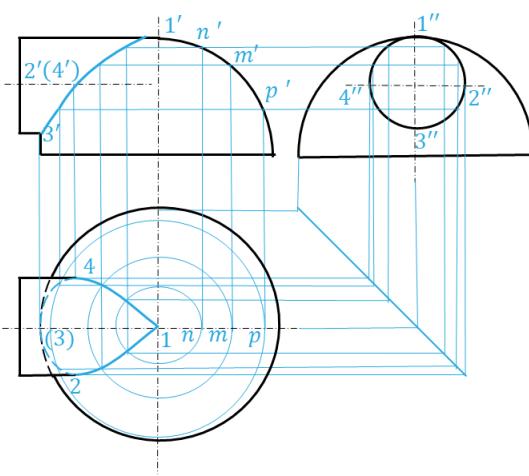
解题思路：首先分析形体，由左视图和主视图给出的线条可知，这是圆柱体与半球相交而成的组合体，且它们的轴线互相垂直。相贯线在左视图上积聚成一个圆。

作图步骤：

- (1) 作三个水平面作为辅助面，分别与半球的主视图有交点 p' 、 m' 和 n' ，求出其俯视图投影 p 、 m 和 n ，过点画圆，得到辅助面的水平投影；
- (2) 借助辅助面在左视图相贯线上的交点和 45° 线，在俯视图的辅助圆上标出相贯线上的点；
- (3) 借助俯视图的点，根据长对正，在主视图的辅助面上标出相贯线上的点；
- (4) 将主视图和俯视图上的点依次光滑连接，点 2 和 4 分别是相贯线的最前点和最后点，所以弧线 234 在俯视图的投影不可见。



(a) 已知

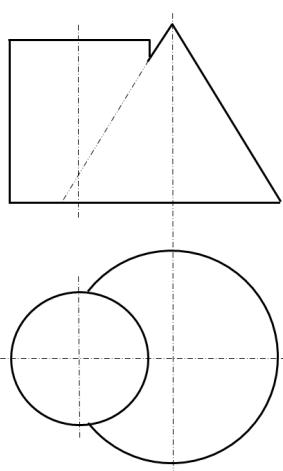


(b) 题解

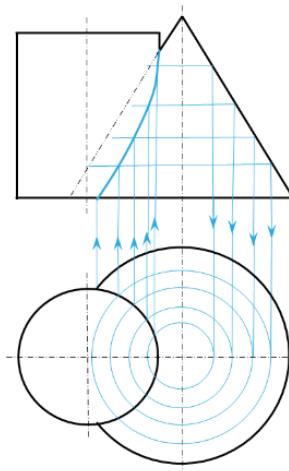
图 3-11 例 3

例 3-4 补全主视图上的相贯线（如图 3-12 (a) 所示）

解题思路：这是轴线互相平行的圆柱与圆锥相交而成的组合体，它们的相贯线在俯视图的投影是圆弧。用一组与形体相交的水平面作为辅助面，首先求出俯视图上的交点，然后求出这些点在主视图的投影。



(a) 已知



(b) 题解

图 3-12 例 2

例 3-5 作出圆柱与圆环相交的相贯线的投影（如图 3-13（a）所示）

解题思路：这道题要注意的是，点 1 是相贯线上的最前点，在作图时需要第一时间找出来。之后同样按照辅助平面法求得相贯线的投影。这道题的解题方式和专题二的例 2 相似。

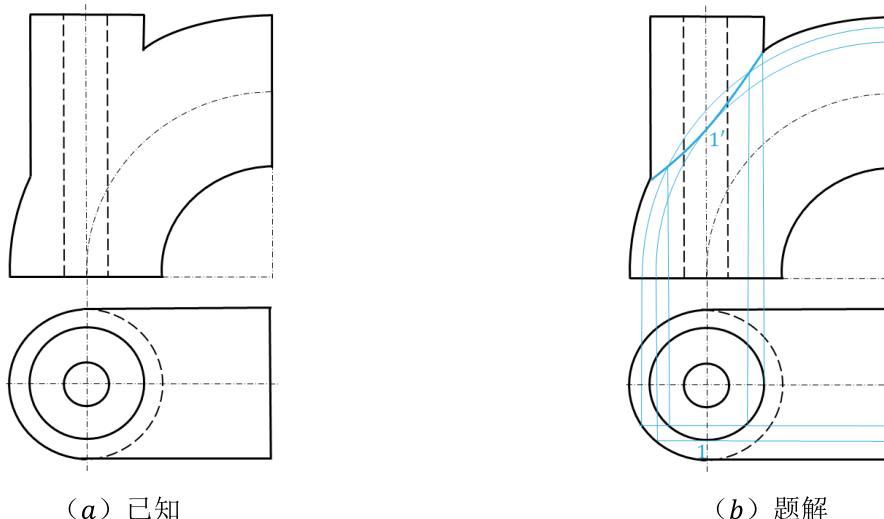


图 3-13 例 5

题型 3：绘制组合体的三视图**例 3-6** 根据立体图补全组合体的三视图（如图 3-14（a）所示）

解题思路：补画线条的题，采用线面分析法逐步对照每个交点、线条和面框能否在其他视图上找到对应的表示。如果缺少了，则根据另外两个视图来补画。

作图步骤：

- (1) 主视图的可见面是 M 面和 N 面，补全 M 面和 N 面相交的线条；
- (2) 左视图的可见面是 P 面，需要补全物体两凹槽的底面投影，不可见用虚线表示；
- (3) 俯视图的可见面是 Q 面和 M 面，上凹槽可见，根据凹槽的正面和侧面投影的长和宽画出其俯视图投影，下凹槽不可见，用虚线表示。

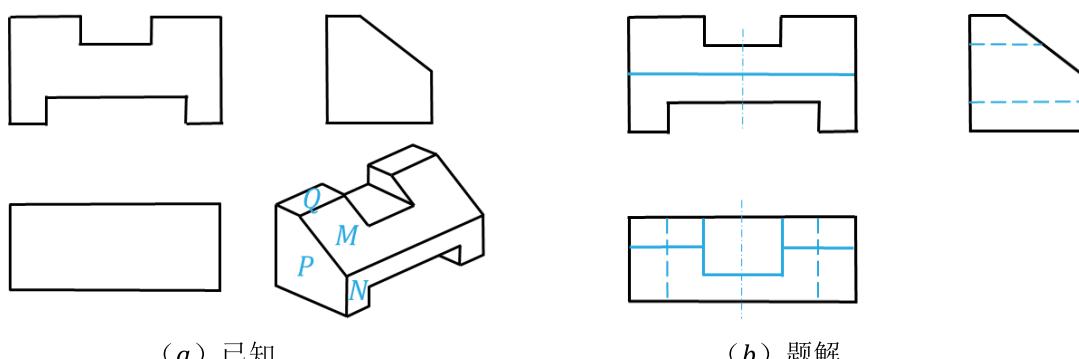


图 3-14 例 6

例 3-7 根据主视图和俯视图补全组合体的第三视图（如图 3-15（a）所示）

解题思路：分析每一个基本体在俯视图的投影形式，以及相贯线的形式。

作图步骤：

- (1) 画出打孔矩形块在俯视图的投影，矩形轮廓；
- (2) 画出空心半圆柱的水平投影，也是矩形轮廓；
- (3) 画出连接件的水平投影，其与矩形块和圆柱的相贯线都是直线，注意形体之间的遮挡关系。

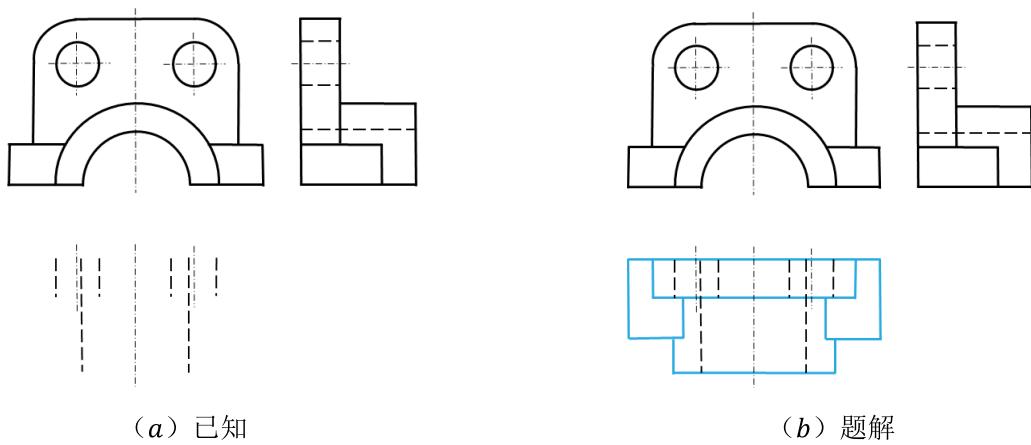


图 3-15 例 7

题型 4：尺寸标注题

例 3-8 完成轴承座的尺寸标注（如图 3-16 所示）

解题思路：首先形体分析，轴承座由底板、圆筒、支撑板、肋板和凸台五部分组成。然后**确定尺寸基准**，以底板的底面作为高度方向的基准，以底板的后面作为宽度方向的基准，以左、右对称面作为长度方向的基准。然后依次标注每个基本体的定形尺寸、定位尺寸，最后标注总体尺寸。

作图步骤：

- (1) 标注定型尺寸：包括各种圆的直径 ϕ 、圆角半径 $R10$ ，圆筒的长 24，支撑板、肋板的厚度 6，底板的高度 10，肋板的高度 20 等；
- (2) 标注定位尺寸：包括各个圆的圆心到尺寸基准的距离，如主视图的 50，俯视图的 10、22、40（40 的标注是以对称面作为基准）。还有左视图的圆筒定位尺寸 4、4；
- (3) 标注总体尺寸：长 60，宽 32，高 65。

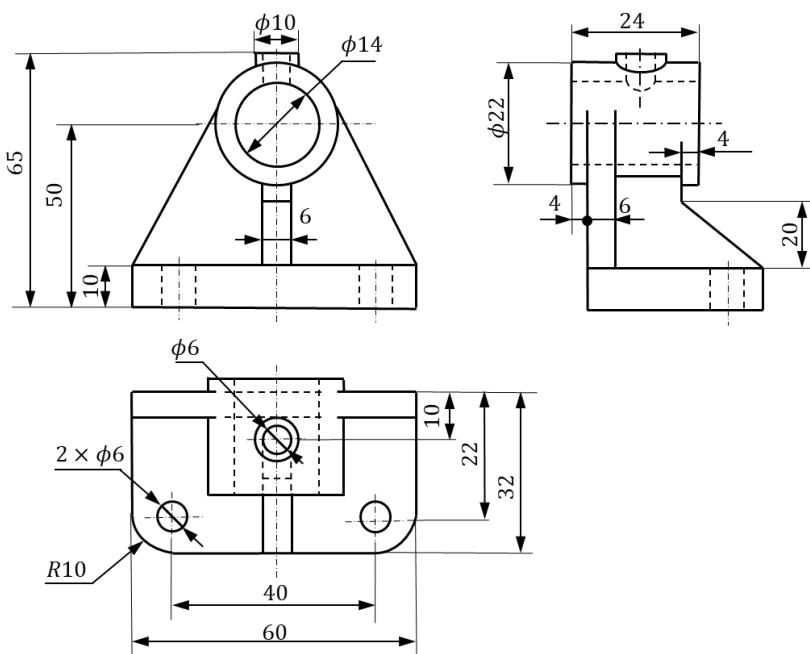


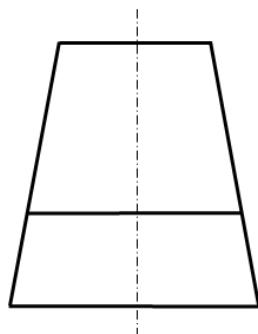
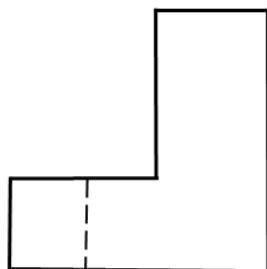
图 3-16 例 8

注意：尺寸标注不能冗余。比如圆筒中心到底板表面的距离，我们可以通过已经标注的尺寸算出：
 $50 - 10 = 40$ 。如果这时候我们再标一个 40，就错了。

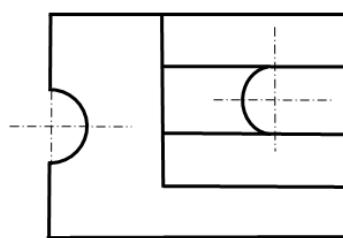
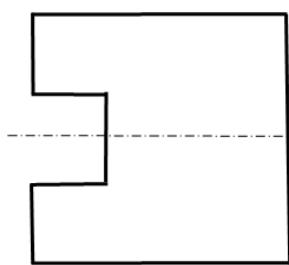
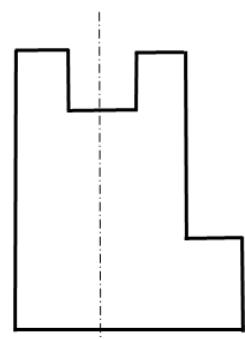
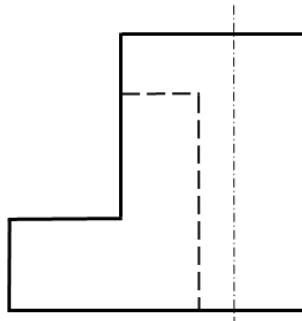
【精选习题】

基础篇

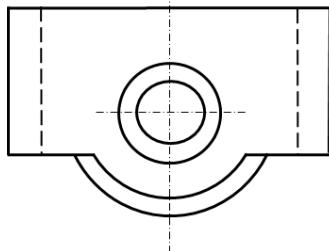
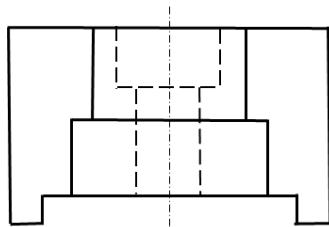
1. 补画视图中所缺少的线



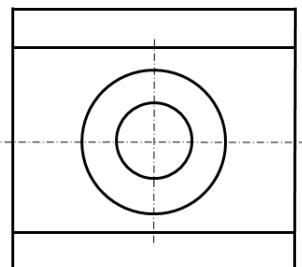
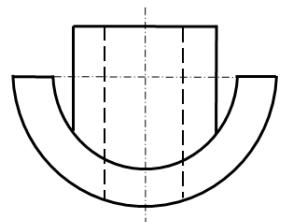
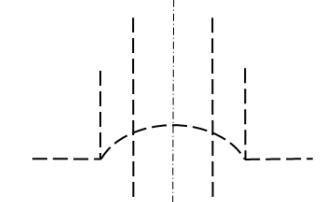
2. 补齐视图中所缺的图线



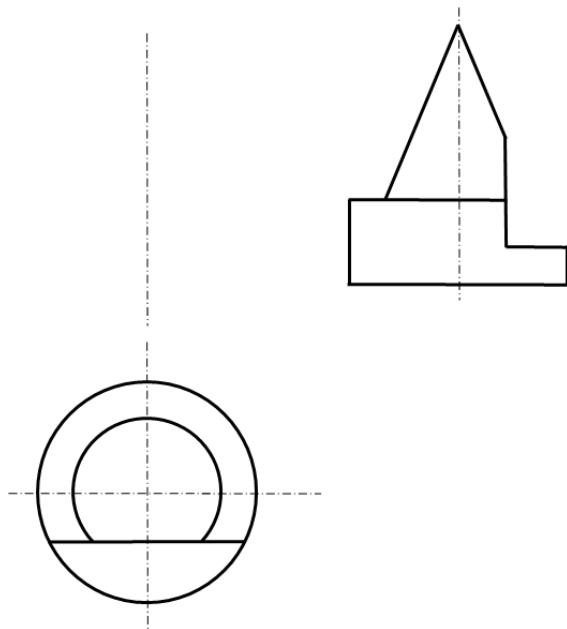
3. 已知主、俯视图，补画左视图



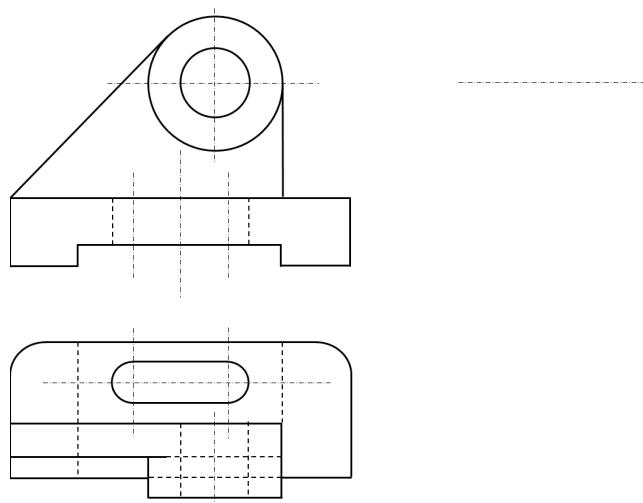
4. 根据物体的两视图，补画第三视图



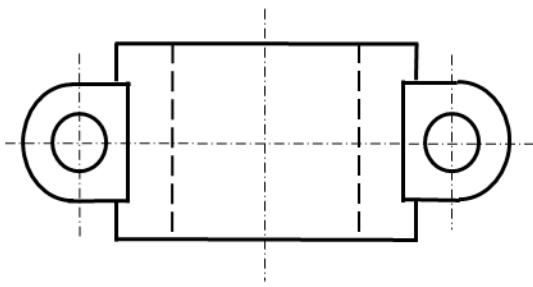
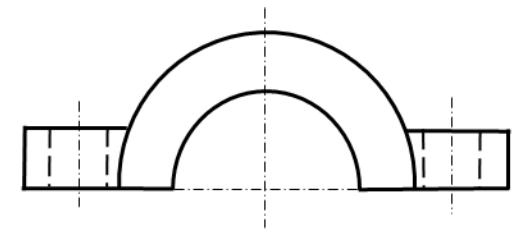
5. 画出组合体的主视图



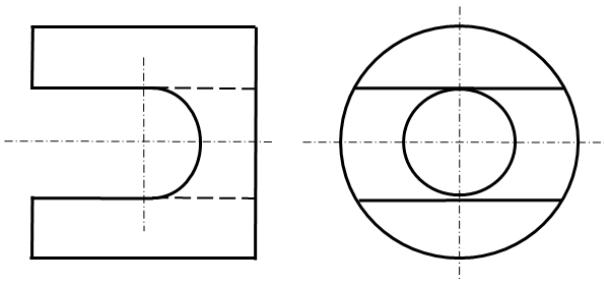
6. 已知主、俯视图，补画左视图



7. 标注尺寸

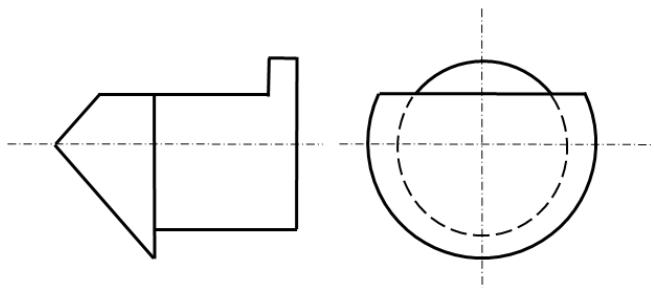


8. 补画物体的俯视图

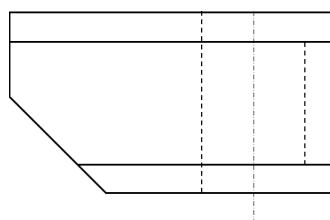
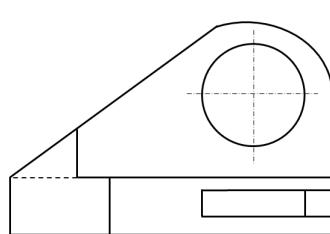


提高篇

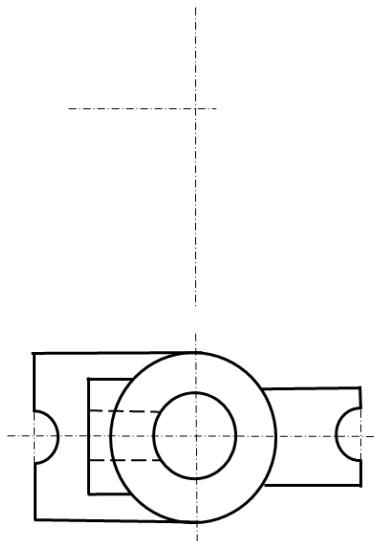
9. 已知立体的主、左视图，求俯视图（包括虚线）



10. 根据已知视图，作出左视图。



11. 根据物体的两视图，补画第三视图



12. 标注尺寸（大小从图中直接量出）

