


高等学校教材



机械设计基础
学习方法及习题解答
(画法几何及机械制图)

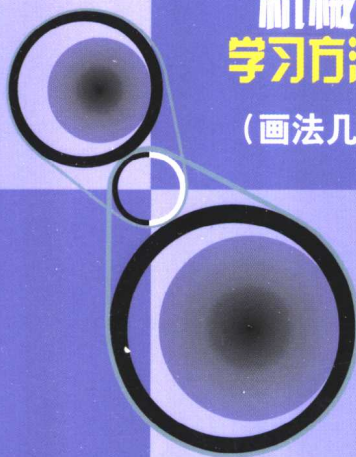
刘静华 潘柏楷 编著



科学出版社
www.sciencep.com

(IP-2217.0101)

机械设计基础
学习方法及习题解答
(画法几何及机械制图)



ISBN 7-03-012352-2



9 787030 123527 >

科学出版社技术分社
<http://www.abook.cn>

ISBN 7-03-012352-2
定价：17.00 元



高等学校教材

机械设计基础 学习方法及习题解答

(画法几何及机械制图)

刘静华 潘柏楷 编著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本习题解答与《机械设计基础习题集》(科学出版社出版,刘静华、潘柏楷主编)配套使用。《机械设计基础习题集》是北京航空航天大学机械设计基础系列课程教学改革成果(该成果获2001年国家教学成果二等奖)的配套教材,也是面向新世纪课程的教材。

本书作者结合多年的教学实践经验,从培养学生综合设计和创新能力角度出发,将全书分为四部分,即学习方法、解题方法、习题解答和参考试卷。学习方法与解题方法根据课程特点讲述如何学好本课程,学习中应注意哪些问题,避免在学习上走弯路,并教会学生几种解题的具体方法,每种方法都举出了足够的例子,帮助学生开阔眼界,提高能力。习题解答与配套教材一一对应,通过大量题解图例使学生大大提高解题能力。在内容上,本书从投影基础、平面图形、组合体、零件图到装配图都设计了构形习题,并配有丰富、新颖且实用性较强的经典实例,使读者学习后,能用构形观点进行图形表达,并运用所学知识进行创新设计。

本书可供高等院校机械及相关专业学生使用,也可供函授大学、电视大学、成人高校学生使用。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础学习方法及习题解答/刘静华,潘柏楷编著.—北京:科学出版社,2003

(高等学校教材)

ISBN 7-03-012352-2

I. 机... II. ①刘... ②潘... III. 机械设计—高等学校—教学参考资料 IV. TH122

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第093210号

责任编辑:王淑兰 陈晓萍 / 责任校对:赵慧玲
责任印制:吕春珉 / 封面设计:三函设计

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新蕾印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2003年10月第 一 版 开本:787×1092 1/16
2003年10月第一次印刷 印张:12 1/4
印数:1-5 000 字数:272 000

定价:17.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

前 言

随着教学改革不断深入，计算机图形学的快速发展，特别是教育创新和创新人才培养等问题的提出，使得画法几何与机械制图课程无论在内容、体系、要求和学时方面都发生了较大改变，但是本课程的核心部分和最基本的内容仍应加强，即培养同学的空间想像力、投影作图能力和构形表达能力。为此我们编写了本书，它包含四部分内容：第一部分，画法几何的学习方法

根据画法几何的课程特点阐述本课程的重要性、学什么、如何学、要注意哪些问题，甚至连听课、记笔记、复习等都做了介绍，这对刚步入大学的学生无论从思想上或心理上都会有很大帮助。

第二部分，解题方法

这门课学习的难点在于不会做题，这里讲述多种解题方法，列举大量实例，使学生大开眼界、开阔思路，并大大地提高学生的解题能力，亦即投影作图能力和解决空间问题的能力。

第三部分，习题解答

这部分内容通过大量解题实例，使学生真正学会如何解题，这里的题完全与《机械设计基础习题集》（科学出版社出版的，刘静华、潘柏楷主编）配套对应，因此，每题后面都注明（P××），表明该题在习题集里的页码。大部分题目还附有解题思路方法说明，对于某些较难理解的题目还附有工程素描，以帮助理解。对于标注尺寸和零件表达，都从构形观点进行解题说明。

第四部分，参考试卷

这里给出几套试卷，目的在于使学生了解考试的大致方式、内容、出题范围，帮助学生检验学习情况，还要向何方面努力。有些题目可能有多种解法，学生可以自己做一遍，然后相互讨论或找老师答疑。

本书是作者多年教学经验的总结，也是多年教学改革研究的成果，书中总结的学习方法和解题思路会使学生在学习中节省大量时间和精力。本书一定能成为学生的良师益友。

本书由刘静华、潘柏楷教授编著，参加相关工作的还有王运巧、杨光、马金盛、王玉慧、肖立峰、宋志敏、汤志东、郝国舜、秦双、郭皓明、朱艳菊、陈学文、唐黎参加了部分习题的计算机绘制工作。限于编者水平，书中缺点和错误在所难免，恳请批评指正。

编 者

2003年9月29日

目 录

第一部分 画法几何部分的学习方法.....	1
1. 总的学习方法.....	3
2. 有关本课程各学习环节特点具体的指导性意见.....	3
3. 关于听课、复习和做题.....	6
第二部分 画法几何部分的解题方法.....	9
1. 直接作图法.....	11
2. 辅助作图法.....	14
3. 逼近法.....	22
4. 反推法.....	26
5. 换面法.....	28
6. 轨迹法和轨法.....	32
7. 形体分析法与线面分析法.....	41
第三部分 习题解答——与《机械设计基础习题集》配套.....	47
平面图形注尺寸.....	49
点的投影.....	52
直线的投影.....	55
平面的投影.....	64
平行问题.....	71
相交问题（一）——平面与平面相交.....	73
相交问题（二）——直线与平面相交.....	76
垂直问题.....	78
综合问题（一）——点线面综合 I.....	82
综合问题（二）——点线面综合 II.....	84
综合问题（三）——点线面综合 III.....	86
投影变换.....	88
基本几何体（一）.....	93
平面立体.....	94
相交问题（三）——平面与平面立体相交.....	105
基本几何体（二）.....	108
简单组合体.....	110
相交问题（四）——平面与曲面立体相交 I.....	112

相交问题（五）——平面与曲面立体相交Ⅱ	113
相交问题（六）——平面与曲面立体相交Ⅲ	115
综合问题（四）——平面与组合体截交Ⅰ	116
综合问题（五）——平面与组合体截交Ⅱ	119
相贯线	120
综合问题（六）——复合相贯	129
综合问题（七）——复合相贯	131
综合问题（八）——剖视与断面Ⅰ	132
综合问题（九）——剖视与断面Ⅱ	134
综合问题（十）——剖视与断面Ⅲ	136
综合问题（十一）——剖视与断面Ⅳ	138
用 CSG 分析空间形体	139
三维绘图与实体造型	142
轴测图	144
标注轴类零件尺寸	150
标注组合体尺寸	153
组合体投影	154
图形标注练习	156
图形表达改正	158
投影制图	165
绘制零件图	170
计算机绘制零件图	171
螺纹的标记	172
螺纹的画法	173
螺纹紧固件连接	174
拼画轴系装配图	175
绘制装配图	176
读齿轮泵装配图	177
读风窗除冰器装配图	179
第四部分 参考试卷	181
参考试卷（一）	183
参考试卷（二）	184
参考试卷（三）	185
参考试卷（四）	186
参考试卷（五）	187
参考试卷（六）	188

第一部分

画法几何部分的学习方法

1. 总的学习方法

画法几何部分主要讲述空间几何形体的形状表达和抽象的点、线、面相对位置的表达。这种表达是有一定难度的，一般采用投影表达法。它要求学生能用一些二维图形来表达三维形体的空间形状或空间关系，这就是这门课的最大难点。由一些二维图形想像出它们所表达的是什么样的一种空间形状或空间关系，就是培养同学的空间想像力，这对培养未来的工程师或科技工作者是非常重要的，特别是当前提出的要求学生具备一定的创新能力更是非常关键的。试想，不具备较强的空间想像力怎么能作出富有创新的设计呢？

本门课的最大难度之一是，多数同学反映，上课听得明白，但做不了习题，或要花很多时间才能做出一道题。原因很多，但有一点是肯定的——同学缺乏空间想像力。因此该课程的学习方法主要有以下几点。

① 重视空间想像力的培养。从学习最简单的几何元素开始就要重视对空间想像力的培养。点或直线，二维投影图上的一个点和直线，它们的空间是什么样的，反过来，空间的一个点或直线，它们在二维图上又是什么样的，反复思考，反复想像。有些同学轻视前面简单的空间想像过程，到后面内容复杂时，甚至连课都听不懂了，所以这点应该引起读者足够的重视。

② 多数同学会按照听课、做笔记、课后复习、做习题这样一种模式来学习，如果能把握好每一个环节，认真听课、认真做笔记、认真复习，那么学习效果还是不错的。当然最好能够不断地总结出适合自己的学习方法，如怎样听课，怎样记笔记，怎样复习等。

③ 有些同学总感到上课听不懂，而有些同学又想学得更深些，更超前些，他们常会采用预习的办法，即在老师讲课之前先预习一下要讲的内容，然后再去听课。对部分同学来说，这样做有一定的困难，因为可能看不懂，不过这也有一定的好处，可以知道哪些地方看不懂，带着问题去听课。学习效率提高了，课后复习的时间就省下了，更重要的是，这样做能提高学生的自学能力，这对于终身学习来说是很有好处的。

④ 在可能情况下，可以看一些课外书、解题方法等，多做一些课外题，特别是一些难题，也会有很大帮助的。

⑤ 在可能的情况下，应该带着平常思考的问题或难题，甚至于学习方法的问题找老师答疑，老师的指导是很重要的。有些同学有一种错误的想法，害怕老师知道他学得不好，不愿意去答疑或者说不敢去答疑，这对学习是不利的。

2. 有关本课程各学习环节特点具体的指导性意见

(1) 讲课模式

由于本课程的特点，每位老师在讲课时，一般都遵循这样一种模式，即提出问题→分析空间关系→找到投影作图方法→总结出投影规律→应用投影规律解题（举例）。这其中，空间分析是最核心的问题，只要分析清楚，投影作图方法是其必然的结果，而投影规律则是对方法的概括和提高，下面的问题就是要记住这些规律并熟练地掌握与应用。从上面的分析说明中可以看到，在听课中必须特别注意老师讲述的空间分析。这个问题

清楚了，其它问题就会迎刃而解。有时同学不会做题是因为不会或没有进行空间分析的结果。

(2) 举一反三

画法几何常用多个投影去表达空间关系。老师在讲述中，没有必要重复讲述每一种情况的投影过程，而应重点讲述其中一种情况的投影过程，其它的留给学生自己去分析和补充。这就要求学生在学习中，举一反三，多多琢磨，把不同情况的投影弄明白，搞透彻，以求完全掌握。

(3) 正向思维和反向思维

在讲述投影作图时，老师多着重讲述正向思维，例如已知直线的投影，可以求出其实长；已知一点和一直线的投影，可以求出其间的距离等。但在多数工程实际问题中，常需要由已知直线的实长反求其投影，已知距离求投影，已知真形求投影等。这就是反向思维，即已知A可以求得B，反过来，已知B，亦可反求得A，只不过是要习惯于作这种反向思维。

(4) 画法几何特有的思维方式和习惯

画法几何在解决空间问题时，常会采用一些有别于其他学科的思维方式和习惯，了解并熟悉这种思维方式和习惯，对于学习本课程甚至解决空间问题都是极有帮助的。

画法几何之所以要采用一些独有的思维方式和习惯，皆因投影会有重影和变形的缘故，如图1所示，空间一三角平面P、点A、直线L，它们在水平面H上的投影分别为p、l、a，显然，A和L均不在P面上，但其投影却在三角形里面，因此如果要在P面上任取一个点或一条直线，其投影应如何作呢？

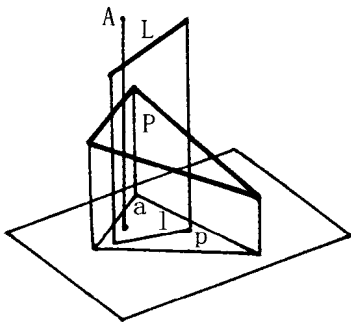


图1

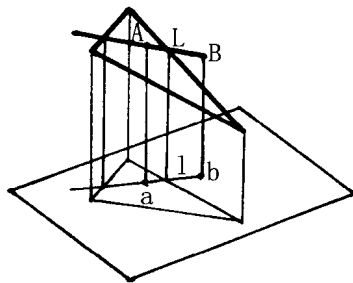


图2

画法几何的方法是这样的：

若要在面上取一个点，则先在面上任取一条直线，则直线上的任何一点都在P面上。如图2中B点，它确是在P面上。

若要在P面上取一直线，则先在面上取两个已知点，则过此两点的直线必在面上，如图3所示。例如为在面上画直线L，先在面上找两个已知点A和B，则过A、B两点的直线必在P面上。

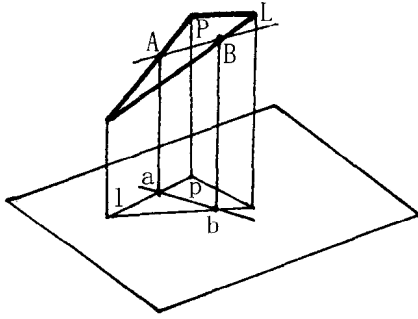


图 3

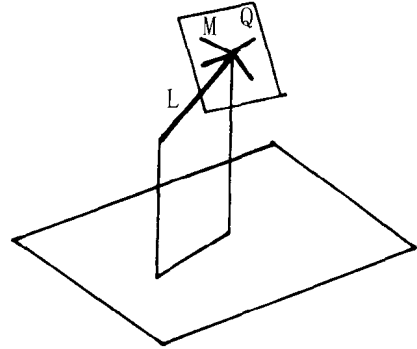


图 4

又如要求作一直线和另一已知直线相交并垂直，由于在投影中角度是变量，则空间两直线成 90° ，投影之后就不是 90° 了，因此要作空间垂直的直线，其投影应如何作图呢？画法几何的思维习惯是，先作一平面 Q 和已知直线垂直，则 Q 平面上的任何直线，均与已知直线垂直，如图 4 所示。

像这样的思维方法和习惯还有许多，尽早学会这种独特的模式是很重要的。它常常是解题的必然过程，是学好本课程的关键所在，有些同学恰恰缺乏这样的模式，所做的题，往往不是空间概念的错误，而是投影概念的错误，面对简单的问题却束手无策。

(5) 动和运动的概念

在学习本课程时，经常需要从二维投影图想像出其空间形象，或从三维形状想像出其二维投影图来，为了帮助初学者，或为了说明问题，教师常采用模型或画立体图的方法，但从长远的角度看，应该尽可能培养学生的空间想像力，依靠想像来解决问题。在想像过程中，把空间关系想像成运动的状态是有好处的，举例如下。

例 1，由投影图像空间，就是一个动的过程，如图 5 所示。

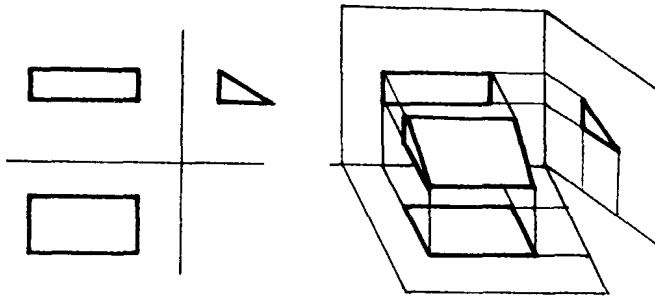


图 5

例 2，由一般位置的点，想像出水平投影面上的点的投影应该是什么样。这个问题可以用动的概念来想像，即如果将点 A 降低，及至其 Z 坐标等于零，即很容易得出图 6 的正确结论来，右图是常见的错误。

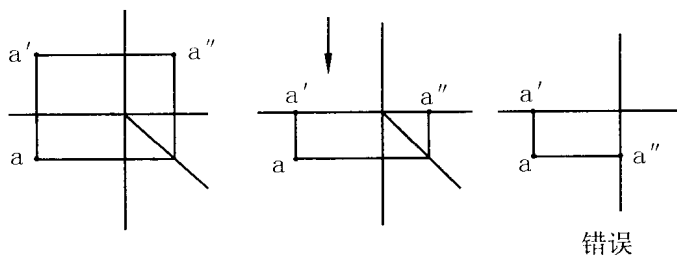


图6

例3, 由一般位置直线想像其它特殊位置直线的投影。如图7所示, AB为一般位置的直线, 想像一下, 如果直线平行于V面, 其投影会是怎样的。显然这个问题也可以用动的概念来想像。如果将点B向后移动, 移到其y坐标 $y_B=y_A$, 则直线AB就平行于V面了。

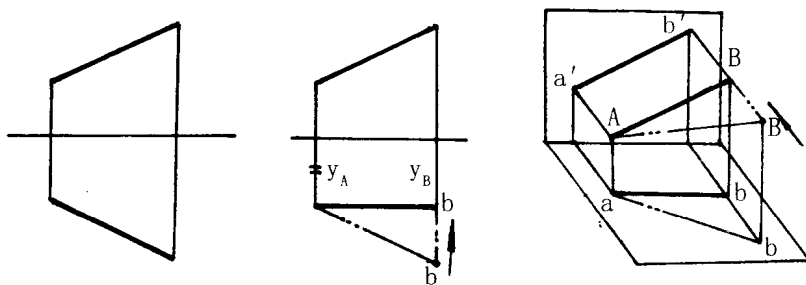


图7

如果将平行于V面的直线再移动一下就可以成为垂直线了如图8(a)所示; 如果是将直线绕点A旋转也可让它成为垂直线, 如图8(b)所示。

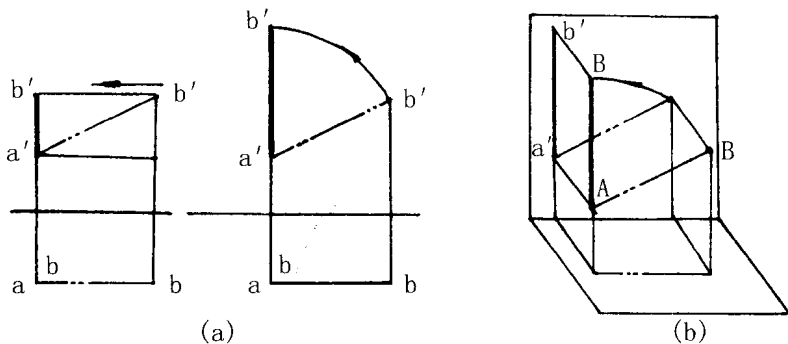


图8

3. 关于听课、复习和做题

(1) 听课和记笔记

首先应集中精力, 听清老师讲的空间分析, 这一般是揭示问题的实质, 教会你空间思维方法, 也包含着重要的空间概念。其次要记住由空间分析导出的投影作图方法、投影概念, 更重要的是老师总结出的投影规律以及老师如何用这些规律去解题的过程。

如果一时来不及记笔记, 那就专心听讲, 或记住最主要部分, 下课后再做补充, 甚至可用些符号来记笔记。如 $A \in L$, 即点A在线L上; 如过点A作线L, 令L与M的相交, 求其交点K, 可记为 $A \in L, L \times M=K$; 又如与铅垂线L垂直的线一定是一条水平线, 可记

为 $if L \perp H, M \perp L, \text{ 则 } M \parallel H$ 。

此外还有一点也是非常重要的，应该记下这节课哪些地方没听清楚，或有疑问，甚至完全听不懂。有时老师下课问同学，这节课听得怎样？他们说不知道。这样老师就无法帮助他们了。其实他们不是全部没听懂，而是没记下哪一点没听懂。

(2) 复习

首先应该把上课没听懂的部分想办法弄明白，如可以借同学的笔记，与同学讨论，或看教科书相关部分。

传统的复习方法是把讲课内容相关部分学习一遍，并补充或充实自己的笔记。还有一种方法值得去试一试，就是将老师上课画的投影图，按作图步骤再画一遍。这样可以起到牢固和加深理解的作用，特别是对学习有些困难的同学会有更大的好处。因为他们有时以为自己听懂了，但在重画过程中就画不下去了，或不知道为什么要这样画，再回忆上课是的情景，或自己仔细思考，弄清楚，这就等于复习了课堂上讲过的最基本的和最重要的部分了。

(3) 做题

要提醒大家注意的一点是“做题只是一种手段，而不是目的”。做题可以帮助消化、巩固、加深最后掌握上课讲过的内容和理论。因此一定要先复习再做题。有些同学不是这样做，而是不复习就做题，这就有点本末倒置了。

部分同学有另一种欠妥的做法，就是抄做别人做好的习题，显然这种做题的目的只是为了交作业，达不到做题的目的。据说有些同学是时间来不及才这样做的，其实若真的是这种情况，和老师讲明白缓交一段时间，老师肯定会同意的，因为老师更需要的是你自己的作业，而不是抄的作业。

当然，还应该明确地指出，对于这门课，只听课不做题是不行的，是不能掌握所学内容的。习题是经过精心设计的。对内容的掌握有很大帮助，而且也是学好这门课的捷径。

有些同学做题不够认真，特别表现在审题上，所以有时答非所问，例如要求直线对 V 面夹角，却作成对 H 面的夹角；要求平面对 H 面的倾角，却作成对 V 面的倾角。特别是考试时还作错了，这就令判分造成很大困难，是概念上错误，还是疏忽呢？其实审题还有更高的要求，即应该注意题目中隐藏着的已知条件，一般情况下，不直接给出，例如：

给出直线的一个投影，就等于给出直线两端的坐标差了。规定是等腰三角形就是给出其高垂直于底边，或表示高是底边的中垂线。

要求作矩形 $ABCD$ ，就等于给出 $AB \perp BC$ 。

要求作菱形 $ABCD$ ，就等于给出菱形对角线 $AC \perp BD$ ，且边 $AB=AD=BC=BD$ ，求任意两直线的距离，就等于要求两直线的公垂线。

最后还要说明一点的是，部分同学或个别同学做题太不认真，非常不严肃，不负责任，所做的题、所画的图几乎没有质量，如只用一根铅笔，也不削细些，所有线条都那么粗；该垂直的线不垂直，该平行的不平行；线的长短也不讲究；大写、小写字母也不按规定写。整张图显得非常脏，总之从图上看，就是一张不合格的作业。要知道，学校培养的是工程技术人员、未来的工程师，每个人都应该从低年级开始就培养一种一丝不苟严肃认真的工作作风和态度，写一个字，画一根线，作一个图，写个报告、总结都应该是高质量的，这对将来的工作甚至一生都会有好处的。

第二部分

画法几何部分的解题方法