

画法几何

编著 谢步瀛
董冰
王德芳
刘政

21世纪网络版系列教材

同济大学出版社

21 世纪网络版系列教材

画法几何

谢步瀛 董 冰 王德芳 刘 政 编著

同济大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

画法几何/谢步瀛等编著. —上海:同济大学出版社,

2003. 8

ISBN 7-5608-2683-0

Ⅰ. 画… Ⅱ. 谢… Ⅲ. 画法几何—高等学校—教材 Ⅳ. 0185. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 056137 号

画法几何

谢步瀛 董 冰 王德芳 刘 政 编著

策划编辑 孙一风 责任编辑 杨家琪 责任校对 徐 栩 封面设计 陈益平

出 版
发 行

同济大学出版社

(上海四平路 1239 号 邮编 200092 电话 021-65985622)

经 销 全国各地新华书店

印 刷 同济大学印刷厂印刷

开 本 787mm×960mm 1/16

印 张 20.75

字 数 415000

印 数 3000

版 次 2003 年 8 月第一版 2003 年 8 月第一次印刷

书 号 ISBN 7-5608-2683-0/O · 240

定 价 22.50 元

本书若有印装质量问题, 请向本社发行部调换

《21 世纪网络版系列教材》编委会

主 任 李国强

副主任 薛喜民 张大也 周 箴 凌培亮

编 委 孙其明 肖蕴诗 周 俭 顾 牡

崔子钧 童学峰 郑惠强 徐鸣谦

吴泗宗 郭 超 周克荣

序

21 世纪,将是中华民族复兴的世纪。肩负着这一空前历史重任的人民,要求必须具有与之相适应的素质。这也将是新世纪对教育提出的新任务和新要求,也就是说,教育必须适应大众化和终身化的要求。所谓“大众化”,是指人们有着更多的机会接受教育,包括高等教育在内;所谓“终身化”,是指人生过程都伴随着接受教育的机会。

在某种意义上说,网络教育正是为适应教育大众化和教育终身化的要求而产生的。信息技术和网络技术的空前发展,为网络教育的实施提供了切实可行的手段和方式,也可以说,信息和网络技术催生了网络教育。它可不受人力、地域、场地和时空的限制。网络教育方式的出现,在提升教育使命、丰富教育理念、扩大教育规模、革新教育手段、优化教育资源和提高教育质量等方面起着重要的作用。

网络教育采用的是借助现代信息技术的一种全新的教学形式,这就为网络教育的教材编写工作提出了新的要求。它更需要以其视听性、自学性、选择性、层次性、灵活性的特点去满足读者的需要,让每一个学习者都可以寻求到适应自己层次的知识。我高兴地看到,参加这套网络系列教材编写工作的教师,都具有深厚的专业学识、丰富的教学经验、以及对现代教育技术的理解,这是整套教材的质量水平的可靠保证。

我期望,这套教材的出版,将会有助于推动教育大众化和教育终身化的进程,有利于促进网络教学的发展,有助于满足人们日益追求知识的愿望,有助于创造一个学习型社会的氛围,为中华民族的复兴作一点贡献。



2002 年 8 月 8 日写于同济园

前 言

当今社会,“知识爆炸”,科学知识和技术的更新速度越来越快。学生不可能在校学习的短短几年里学会和掌握自己终生所需的知识和技能。就任何一部教材而言,不但完全无法“预言”在今后的发展过程中本学科的前进方向,即使是只想对现有的学科内容作出比较完整的描述,往往也会有相当的难度。而从学生毕业离校后必然会面临的“终生学习”的任务来看,只有在大学学习期间,不但掌握必要的知识和技能,而且“学会了学习”,才可以说是获得了真正的本领,才能够“终生受用”。

1. 研究性学习

画法几何课程是工程图学理论的基础。相对于其他一些课程,画法几何是一门比较传统的“古老”的学科。然而,画法几何所具有的“传统”、“古老”的特点,并不说明画法几何课程的教学就应该采用古老的、传统的方法。恰恰相反,不论是借鉴许多长期从事画法几何学科教学的教师的经验,还是参照近现代发展起来的教學方法论和学习心理学等科学理论,我们都有充分的理由认为,认真地探索并切实地改进画法几何课程的教学方法,既有必要,也有可能。

画法几何是一门理论性很强的专业基础课程。同时,画法几何又具有与工程实践密切联系、密切结合的特点。也就是说,人们在工作和生活中遇到的各种各样的事物,往往都可以成为画法几何学习过程中理论联系实际的对象。为了培养学生在学习本课程时理论联系实际的习惯和能力,我们主张,在教学过程中,应该指导学生使用的是研究性学习的方式。也就是说,在教师的指导下,学生主动地去获取知识,应用知识、解决问题。

较之于传统的教学方法,研究性学习更强调的是学生在学习过程中的自主性和探索性。这是一种主动探求知识、重视解决实际问题能力的积极的学习方式。在这一学习活动中,教师不是告诉学生结果,而是引导学生提出问题,并为学生提供解决问题的线索。就研究性学习课程本身而言,掌握多少知识当然是重要的,但更重要的是学会求知的方法和本领;对学生研究的结果当然也在乎,但更在乎的则是学生在探索研究过程中的体会,因此应该更多地在这方面给学生以鼓励;而对于探索研究的结果和答案,则应该力求使其精彩纷呈,不强求一律。也就是说,在研究性学习活动中,学生不再是被动的接受者,而是主动的探究者;教师不再是知识的传授者,而是对知识的共同探索和研究的组织者和参与者,成为学生的学习伙伴;知识不再是以让学生接受的结论的形式出现,而是成为学生主动探索研究所指向的目标。

创新性学习,就是要使教育成为培养创造精神、激发创造力的源泉,不仅给学生传授现成的知识,更要引导学生对未知领域的探索,让学生不只是接受解决问题的现成答案,而还要自己去寻找独创性的解决问题的方法。强调培养学生的创业能力,目的在于使毕业生更容易立业,毕业生不仅要成为合格的求职者,更要成为创业者。高等学校要重视培养学生对复杂问题的分析能力、主动性、责任感,特别要注重对学生创新能力的培养,使他们在实践中增长才干,毕业后无所依赖地投入劳动市场。

2. 本书的学习方法

本教材为学生的研究性学习提供了很多素材。特别是,“多面体和空间结构”一章作为一个独立部分,从平面几何、立体几何、解析几何、投影原理等角度讨论多面体和空间结构的性质,为学生留下了大量想像空间和发挥空间,学生可以从中选择课题,制作模型,编制程序,撰写论文。

教材中提供了一些讨论题和思考题供教师和学生参考;教师在采用本教材授课时,可以多提出问题,以引起学生讨论;最好是能启发和鼓励学生多提问题,提出更多的问题。学生积极地提出问题,讨论问题,解决问题,就是向研究性学习迈进了一大步。

为了帮助学生理论联系实际,使得画法几何理论与工程技术和生活实践密切地结合起来,本教材编排了一些源于实际应用的例题和习题。我们认为,是否有能力设计出合适的应用题,是作为判断学生学习效果的重要指标。因此,应该鼓励学生设计出应用题,例如,可以给出某些条件,在作业和考试中安排应用题的设计任务,然后根据题目的质量评分。

问题讨论是本课程的重要内容。每章后留有习题,也配套出版了习题集。

本书在每章的开头处写了该章的导读,便于读者知道阅读的重点。每章的结束处写了该章的重点和难点,便于读者学完该章后归纳总结。

3. 电子网络学习

自从进入 20 世纪 90 年代以来,信息技术日新月异,教育软件越来越丰富,人们对计算机、现代化通讯工具和视听设备的拥有率高速增长。近年来,网络学习和网络教学的实践以及网上虚拟高等教育的迅猛发展,促进了教学形式的根本性变革。学习者可以超越时空限制,自行安排学习计划、学习时间、学习内容,进行个别化学习。对于高等教育、大学后继续教育和在职培训,这种个别化学习尤其显得重要。

我们所处的时代是信息时代。互联网的发展,网络技术、网络意识、网络文化在社会生活各方面的渗透,向人类传统的生存方式、工作方式、学习方式和价值观念提出了挑战,把人类的生活方式和科学技术进一步密切地联系了起来。互联网不仅创造了前所未有的商业机会,而且将深刻地改变学校的教育方式以及社会对教育的需求,对学生的学习产生积极的影响,从而引发一场深刻的教学变革。在互联网上学

习,不仅是接受知识,而且是探索和创造知识。在此过程中,学生将真正地感受到学习的自主性和独立性,体会到学习并不是一种负担,而是一种乐趣。

网络学习的出现,加速了高等教育的国际化,使大学在网络经济与文化发展中的地位变得越来越突出,同时也使学校与社会的联系更加密切。网络化学习的一个近期走向是把教育广泛地构建在因特网上,通过因特网把政府教育部门、高等学校和研究机构联结起来,将教育的终端接口连接到每一所学校和教室、每一个家庭计算机和个人的笔记本电脑上,以形成广泛的互动协作式学习和资源共享。

本教材的网络版刊载在网址为<http://structure.tongji.edu.cn/>的网站上。

本书可作为高等学校本科网络教育学院土木类各专业的教材,也可供其他类型学校,如函授大学、职工大学等有关专业选用,也可供有关专业的技术人员作为参考书。

导师黄钟琰教授悉心指导和谆谆教诲,对本书的编写起到巨大的作用,他的不吝赐教和大力支持使得笔者能顺利完成该书的编写。在此,表示衷心感谢。

参加本书编写的有:谢步瀛(概论、第15章)、董冰(第2~7章)、刘政(第8~12章)和王德芳(第13、14章)。

热忱欢迎读者对本书批评指正。

编者

2002年12月

本课程学习方法的说明

画法几何是一门基础技术课,它为工程制图和其他的基础技术课以及专业课的图示和图解方法打下基础,因为所有工程专业的学生都必须学习。

画法几何是研究在平面上用图形来表示空间几何形体和运用几何作图来解决空间几何问题的一门学科,因此在学习过程中,要经常注意空间几何形体及几何关系方面的分析和对平面图形的反复联系,从而培养空间的想像力。

学习这门课程之前,学生必须熟悉中学的平面几何、立体几何和解析几何等先修课程的知识。然后根据开学初由学校发给的“自学周历表”中的安排(个人自学者可以参考本书所列的“画法几何学时分配建议表”)拟订自学计划,安排学习。学习本课程的方式是根据教材及其他教学资料(如自学周历表等),以自学和远程教育为主,并在必要时,对有条件的地区按阶段对学生进行适当的面授辅导。

自学是指:按教材进行阅读、自我回答复习思考题、做习题,然后进行小结并完成测验作业。

函授教育是指:以自学方式学习,以书面通信方式提问和教师答疑。

网络教育是指:以观看网络教学课件方式学习,在网上进行答疑。

面授是指:按课程内容分若干阶段,组织学生集中上课,对本门课程的一些基本的和主要的内容以及比较难懂的问题进行讲解。

至于本课程的期末考试要按照学校规定的时间、地点,集中或分散进行。

各教学环节的要求和学习方法分述如下:

一、自学教材

自学时要认真细心地逐章逐节地阅读教材,网络学生应按时观看远程教学课件。对一些基本概念和基本方法要弄懂、掌握。

第一次阅读时,可以着重记住要点,对难度大的或不清楚的内容,不要急于提出答疑(书面答疑、网上答疑),暂时作个记号,留待进一步精读时去解决。

再次阅读,必须逐节仔细精读,同时要边读边画,搞清楚平面图形与空间形状之间的联系。也可以制作一些简单模型来帮助理解,如把铅笔作为直线、三角板作为平面等。

精读时必须彻底了解投影规律、特性以及原理、定理和结论等,并特别注意典型例题中的已知条件、空间关系、要求、分析方法、作图步骤以及如何运用投影图的已知

画法几何学时分配建议表

序号	教学环节 教学时数 课程内容	自学 时数	作 业				面授 时数	备 注
			习 题		测验作业			
			张次	时数	次数	时数		
1	本课程学习方法的说明	1			第一次 测验 作业	3		表中选学内容可 结合专业需要进行 学习。 测验作业由学校 定期将测验卷寄给 学生
2	第1章 概论	3	①	2			2	
3	第2章 点	3	②	2			2	
4	第3章 直线	4	③	4			3	
5	第4章 平面	3	④	3			2	
6	第5章 直线与平面,平面与平面	6	⑤	8			3	
7	第6章 平面立体	3	⑥	3			2	
8	第7章 投影变换	4	⑦	5			3	
9	第8章 平面立体相交	4	⑧	4	第二次 测验 作业	3	2	
10	第9章 曲线	3	⑨	2			2	
11	第10章 曲面和曲面立体	4	⑩	5			3	
12	第11章 曲面立体相交	5	⑪	6			3	
13	第12章 轴测投影	3	⑫	6			2	
14	第13章 标高投影	3	⑬	4			2	
15	小 计	49		54		6	31	
选 学 内 容								
16	第14章 透视	4	⑭	4	第三次 测验作业	3	3	
17	第15章 正多面体和空间结构	4	⑮	4			3	

说明: 本表所列各教学环节的学时分配, 均是建议性的, 仅供制订自学周历表或个人自学安排的参考, 教学或自学中可根据不同专业和具体情况, 对具体内容和学时数分配作必要的取舍、调整。

特性,来解决具体问题的作图方法等等。如有不清楚之处,经再三思考、钻研后,如果仍不能解决,应及时向学校任课教师答疑,争取尽早解决,以免影响以后的学习。

二、复习思考题

在读完每一章的理论部分与例题以后,应独自回答所附的“复习思考题”,一般不需要用书面回答,只要自我回答就行了。

但如果对自己的答案有怀疑时,应及时向任课教师提问,请求答疑。

三、习 题

能否很好地掌握画法几何学,常常决定于作习题的多少。解题越多,对本课程的认识也就越深。解题能力是牢固地掌握所学知识的最好标志。

做习题,必须待每章的理论部分与例题真正理解掌握之后,再独立地完成。切忌对课本内容还模模糊糊时,用猜谜式进行去依样画葫芦,那样,毫无益处。

习题已按各章顺序号印在习题册上,学生可直接在上面做题。

习题册中所列的习题,学生如认为不够时,可在其他参考书或习题集中选择些习题来练习。

做习题的目的在于巩固理论部分,运用图示法和图解法来解决空间几何问题和促进空间想像力。解题前必须先分析题目,根据已知及未知条件的空间位置的几何关系,定出作图步骤,这一点对比较复杂的习题更加需要。解题时每一步骤,必须都有正确的理论根据。如果对于某一习题知道有几种不同的做法,则应选择最简单的做法。

做题时应该使用直尺、三角板及制图仪器,作图力求精确、线条要符合规定(同类型线的粗细和深浅应一致)、字体要端正,不得徒手画线。

习题均用铅笔完成。

学生应按自学周历表规定的日期交批习题,否则应按学校规定办理请假手续,并提出补交日期。每次批改后发还的习题,如有错误应及时按教师所批改的指示去更正,以便于以后章节内容的学习。

学生完成习题的数量和质量以及是否按时完成,也作为评定学期成绩的一部分。

四、测验作业

学生在学习了一个阶段之后,就应该进行阶段内容的测验,学校会把测验卷子寄给学生。在做测验作业之前,必须先完成该阶段内容的全部习题。测验作业是检查学生对该阶段内容是否学到手的重要依据,故学生必须独立完成,并及时寄给教师批阅。

测验作业必须做到解题全部正确、字体端正、图面清晰、图线要符合规定,才能通过。作图线需保留,以备检查解题过程是否正确。若作业质量不符合要求者,经教师指导或提示后,退还重做,重做后再寄来批阅,评定成绩。学生在学期考试前,若未完成应交的习题和测验作业,不得参加本课程的考试。

五、面 授

面授是总结性的讲课,仅能讲一些基本的和主要的内容以及比较难懂的内容。所以学生在参加面授前必须预习教材,否则就难以达到应有的效果。每次面授后留出一定的时间让学生提问,学生如有疑难之处可提请教师解答。

一学期的面授次数,每次面授的日期和地点等在每学期开学时由学校统一安排,对无法参加面授的学生应更多地争取任课教师的书面辅导。

六、答 疑

学生通过自学、面授、做习题,还有不清楚的地方,经过反复思考仍无法解决时,可用书面或在网上向教师提问。书面提问时,所提问题要写在学校规定的提问用纸上,字体要端正、图形要清楚,提的问题要具体、详细。教师在接到书面提问后,会及时给予答复。

七、考 试

在本课程结束后,在学校规定的日期及地点进行考试。

学生在完成本学期规定的全部习题及测验作业后,才可参加考试。

考试时学生应带三角板、圆规、铅笔及橡皮等。图形应正确清楚,字体要端正,作图线需保留,以备检查解题过程是否正确。

目 录

序

前言

本课程学习方法的说明

第1章 概论	(1)
导读	(1)
1.1 画法几何的任务	(1)
1.2 投影	(3)
1.3 工程图种类	(5)
1.4 画法几何发展简述	(6)
要点解析	(7)
第2章 点	(8)
导读	(8)
2.1 点的投影	(9)
2.2 两点的投影	(14)
要点解析	(17)
复习思考题	(17)
第3章 直线	(18)
导读	(18)
3.1 直线的投影	(19)
3.2 直线对投影面的相对位置	(22)
3.3 直线上的点	(25)
3.4 两直线的相对位置	(28)
要点解析	(36)
复习思考题	(36)
第4章 平面	(38)
导读	(38)
4.1 平面的表达	(39)
4.2 平面上点和直线	(41)
4.3 平面对投影面的相对位置	(43)

要点解析	(49)
复习思考题	(50)
第5章 直线与平面、平面与平面	(51)
导读	(51)
5.1 平行	(52)
5.2 垂直	(54)
5.3 相交	(58)
5.4 点、直线和平面的图解方法	(64)
要点解析	(75)
复习思考题	(76)
第6章 平面立体	(77)
导读	(77)
6.1 平面立体的投影	(77)
6.2 平面立体的表面展开	(85)
要点解析	(87)
复习思考题	(87)
第7章 投影变换	(88)
导读	(88)
7.1 投影变换的目的和方法	(89)
7.2 换面法	(90)
7.3 旋转法	(104)
要点解析	(113)
复习思考题	(113)
第8章 平面立体相交	(114)
导读	(114)
8.1 平面与平面立体相交	(115)
8.2 直线与平面立体相交	(120)
8.3 两平面立体相交	(123)
8.4 坡屋顶面的投影	(128)
8.5 平面立体组成的工程形体	(133)
要点解析	(136)
复习思考题	(136)
第9章 曲线	(138)
导读	(138)

9.1 曲线的一般知识	(139)
9.2 圆周的投影	(141)
9.3 圆柱螺旋线	(143)
要点解析	(144)
复习思考题	(145)
第 10 章 曲面和曲面立体	(146)
导读	(146)
10.1 曲面的一般知识	(147)
10.2 可展曲面	(149)
10.3 扭面	(158)
10.4 旋转面	(164)
10.5 螺旋面	(167)
10.6 不可展曲面的近似展开	(170)
要点解析	(174)
复习思考题	(175)
第 11 章 曲面立体相交	(176)
导读	(176)
11.1 平面与曲面立体相交	(178)
11.2 直线与曲面立体相交	(189)
11.3 平面立体与曲面立体相交	(191)
11.4 两曲面立体相交	(195)
11.5 曲面立体组成的建筑形体	(201)
要点解析	(204)
复习思考题	(205)
第 12 章 轴测投影	(206)
导读	(206)
12.1 轴测投影的基本知识	(207)
12.2 轴测投影的画法	(212)
12.3 轴测投影的类型选择	(224)
要点解析	(226)
复习思考题	(227)
第 13 章 标高投影	(229)
导读	(229)
13.1 点和直线的标高投影	(230)

13.2 平面的标高投影·····	(234)
13.3 曲面的标高投影·····	(240)
13.4 坡面与地形面的交线·····	(244)
要点解析·····	(246)
复习思考题·····	(246)
第 14 章 透视 ·····	(248)
导读·····	(248)
14.1 透视·····	(249)
14.2 点、直线和平面的透视·····	(251)
14.3 透视作法·····	(255)
要点解析·····	(280)
复习思考题·····	(281)
第 15 章 正多面体和空间结构 ·····	(282)
导读·····	(282)
15.1 正多面体·····	(284)
15.2 半正多面体·····	(288)
15.3 平面和空间的均分·····	(295)
15.4 空间结构·····	(298)
15.5 节点的投影·····	(304)
要点解析·····	(307)
复习思考题·····	(307)
附录 1 全国成人高等教育画法几何及土木工程制图课程教学基本要求 (适于土建、水利类专业,本科用)·····	(309)
附录 2 全国成人高等教育土木工程制图课程教学基本要求 (适于土建、水利类专业,专科用)·····	(312)

第1章 概论

导读 1 画法几何的任务

画法几何是研究在二维平面上图示空间几何形体和图解空间几何问题的理论和方法的学科。第一,研究空间几何元素(点、线、面)及其相对位置在平面上的表示方法;第二,研究在平面上用几何作图的方法来解决空间几何问题。

在学习图示法和图解法的过程中,能培养和发展学生的空间想像力和空间构思能力。

2 投影

投影法 应用投射线在投影平面上得到投影的过程称为投射。

投影的种类 投影分为中心投影和平行投影两种。平行投影又分为斜投影和正投影两种。

平行投影的性质 平行,从属,等比。

3 工程图种类

透视图 透视图是用中心投影法将物体投射在单一投影面上所得到的图形。

轴测图 轴测图是将物体连同其参考直角坐标系,沿不平行于任一坐标面的方向,用平行投影法将其投射在单一投影面上所得到的图形。

正投影图 正投影图是一个物体在一组投影面上的正投影。

4 画法几何发展简述

作图理论和实践两方面的发展,计算机时代的发展。

可按以上内容提要所罗列的知识点进行顺序学习,然后以小节为单位归纳小结。

1.1 画法几何的任务

在日常生活中,可以看到各种各样的形体,例如,上海东方明珠电视塔是若干圆柱、圆球和圆锥的组合物,见图 1.1a)。因为,当研究空间物体在平面上如何用图形