

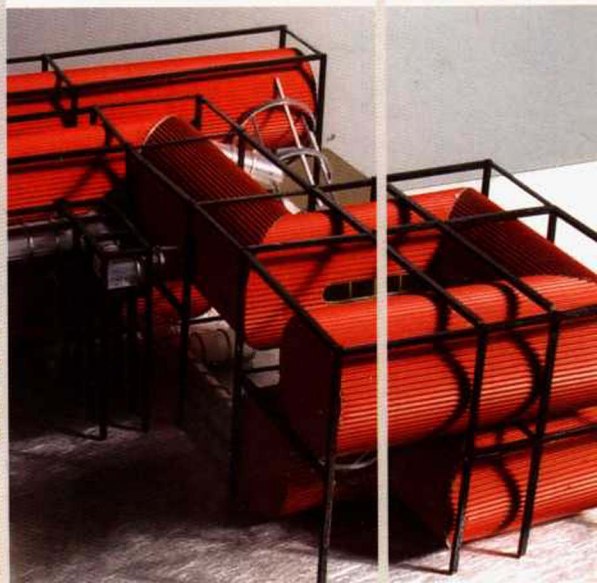
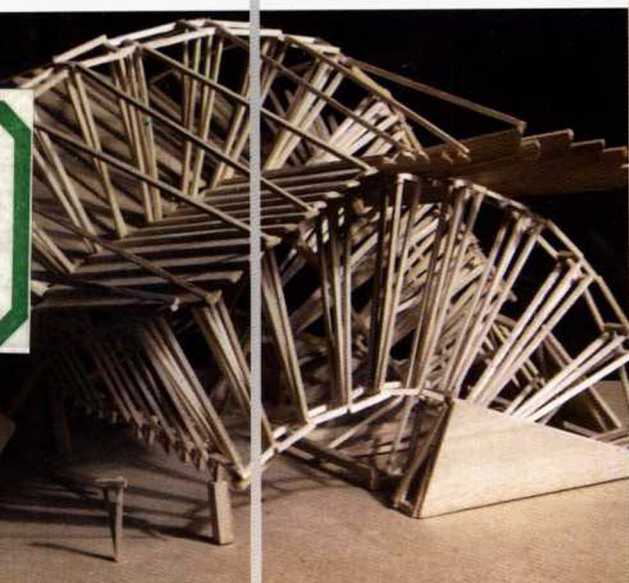
中国建筑工业出版社

王环宇 编著

全国高等美术院校
建筑与环境艺术设计专业教学丛书

力与美的建构

结构造型



全国高等美术院校
建筑与环境艺术设计专业教学丛书

力与美的建构

结 构 造 型

王环宇
编著

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

力与美的建构 结构造型/王环宇编著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2005

(全国高等美术院校建筑与环境艺术设计专业教学丛书)

ISBN 7-112-07644-7

I. 力… II. 王… III. 建筑结构—造型设计—高等学校—教材 IV. TU318

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 076705 号

责任编辑: 唐 旭 李东禧

装帧设计: 王其钧

责任设计: 孙 梅

责任校对: 李志立 王金珠

全国高等美术院校建筑与环境艺术设计专业教学丛书

力与美的建构

结构造型

王环宇 编著

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店总店科技发行所发行

北京中科印刷有限公司印刷

*

开本: 787×960 毫米 1/16 印张: 10 $\frac{3}{4}$ 字数: 250 千字

2005 年 8 月第一版 2005 年 8 月第一次印刷

印数: 1—3000 册 定价: 39.00 元

ISBN 7-112-07644-7

(13598)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

《全国高等美术院校建筑与环境艺术设计专业教学丛书》

编 委 会

顾问(以姓氏笔画为序)

马国馨 张宝玮 张绮曼 袁运甫 萧 默 潘公凯

主编

吕品晶 张惠珍

编委(以姓氏笔画为序)

马克辛 王国梁 王海松 王 澍 苏 丹 李东禧
李江南 吴 昊 李炳训 陈顺安 何晓佑 吴晓敏
杨茂川 郑曙旻 郝大鹏 赵 健 郭去尘 唐 旭
黄 耘 黄 源 黄 薇 傅 祎

总 序

中国高等教育的迅猛发展,带动环境艺术设计专业在全国高校的普及。经过多年的努力,这一专业在室内设计和景观设计两个方向上得到快速推进。近年来,建筑学专业在十多所美术院校相继开设或正在创办。由此,一个集建筑学、室内设计与景观设计三大方向的综合性建筑学科教学结构在美术学院教学体系中得以逐步建立。

相对于传统的工科建筑教育,美术院校的建筑学科一开始就以融会各种造型艺术的鲜明人文倾向、教学思想和相应的革新探索为社会所瞩目。在美术院校进行建筑学与环境艺术设计教学,可以发挥其学科设置上的优势,以其他艺术专业教学为依托,形成跨学科的教学特色。凭借浓厚的艺术氛围和各艺术学科专业的综合优势,美术学院的建筑学科将更加注重对学生进行人文修养、审美素质和思维能力的培养,鼓励学生从人文艺术角度认识和把握建筑,激发学生的艺术创造力和探索求新精神。有理由相信,美术院校建筑学科培养的人才,将会丰富建筑与环境艺术设计的人才结构,为建筑与环境艺术设计理论与实践注入新思维、新理念。

美术学院建筑学科的师资构成、学生特点、教学方向,以及学习氛围不同于工科院校的建筑学科,后者的办学思路、课程设计和教材不完全适合美术院校的教学需要。美术学院建筑学科要走上健康发展的轨道,就应该有一系列体现自身规律和要求的教材及教学参考书。鉴于这种需要的迫切性,中国建筑工业出版社联合国内各大高等美术院校编写出版“全国高等美术院校建筑与环境艺术设计专业教学丛书”,拟在一段时期内陆续推出已有良好教学实践基础的教材和教学参考书。

建筑学专业在美术学院的重新设立以及环境艺术设计专业的蓬勃发展,都需要我们在教学思想和教学理念上有所总结、有所创新。完善教学大纲,制定严密的教学计划固然重要,但如果不对课程教学规律及其基础问题作深入的探讨和研究,所有的努力难免会流于形式。本丛书将从基础、理论、技术和设计等课程类型出发,始终保持选题和内容的开放性、实验性和研究性,突出建筑与其他造型艺术的互动关系。希望借此加强国内美术院校建筑学科的基础建设和教学交流,推进具有美术院校建筑学科特色的教学体系的建立。

本丛书内容涵盖建筑学、室内设计、景观设计三个专业方向,由国内著名美术院校建筑和环境艺术设计专业的学术带头人组成高水准的编委会,并由各高校具有丰富教学经验和探索实验精神的骨干教师组成作者队伍。相信这套综合反映国内著名美术院校建筑、环境艺术设计教学思想和实践的丛书,会对美术院校建筑学和环境艺术专业学生、教师有所助益,其创新视角和探索精神亦会对工科院校的建筑教学有借鉴意义。

吕品晶

中央美术学院建筑学院教授

前 言

结构是建筑物的骨架,对建筑的造型有着内在的影响。我国多数建筑学院的教学,注重对学生结构估算和选型的培养,这种方法可以使部分学生理解结构的作用,但是缺少一种在结构与造型之间深层联系的理解。

此结构造型课程的教学是从建构的角度出发,把结构看成立体构成和空间构成中的元素,运用造型艺术规律来组织建筑结构,掌握结构的造型语言。一方面注重培养学生对建筑结构的力学合理性的理解,另一方面也要拓展学生使用结构造型的艺术创造力。课程包括讲课和作业。讲课从结构美和结构造型方法两方面启发学生,作业则锻炼学生运用结构创造建筑造型的能力。

全书以教学记录的形式组织,包括结构造型的概念、结构造型的类型和结构造型的应用三个主要部分,共分七个章节。书中列举了大量的建筑实例,并对学生作业进行分析,从理论和实践两方面加强学生对结构造型概念与方法的理解。

本书适合于美术院校建筑学专业作建筑结构教学用书,也适合于其他建筑院校用作参考书,对于建筑设计和建筑教育领域的广大读者,也能带来新的启发。

目 录

总序

前言

第1章 论结构造型教学	1
第2章 结构造型原理	11
第3章 直线形结构造型	33
第4章 曲线形结构造型	61
第5章 空间结构造型	90
第6章 有机形态结构造型探索	119
第7章 融入设计课中的结构造型意识	139
后记	162

第1章 论结构造型教学

结构造型教学的意义

结构是建筑物的骨架,对建筑的造型和形式有着重要的影响。在建筑领域,建筑师的工作内容与结构工程师是有所不同的,建筑师侧重造型的设计,结构工程师则侧重工程结构的计算。因此同样对于结构这个概念,两者的理解并不完全重合。建筑师更看重结构形式对于建筑造型的影响,而不像结构工程师更看重结构的可靠性。前者针对的是结构的美学研究,后者针对的是结构的力学研究。

这两种工作内容的不同,导致了他们之间知识结构和学习方法的不同。建筑师的知识结构很复杂,需要学习的内容很多,长达五年的本科学习时间就证明了这一点。因此,如何有效利用学时,培养知识结构合理的人才建筑教育很值得研究的一点。对于建筑结构这一重要环节,国内是有一个发展过程的。早先需要学习大量的计算,后来考虑到职业的实用性,逐渐减少计算量。现在大多数建筑系考虑到学生的数学基础,一般是采取一种结构估算教学方法,即通过简化结构原理,尽量用较简单的计算方法,让学生了解结构的一般估算。但是,不管是早年间的严格的计算学习,还是后来的估算学习,其根本仍然离不开“算”,而这与建筑师要求的结构知识是根本不适合的。

这就好像是艺术家和医生都要学习一定的解剖学,但根本目的是不一样的。艺术家的目的是通过学习骨骼结构更好地了解人体,为艺术创作打下基础;医生则是为了以后研究病理而学习。由于目的不同,两者学习的深度和侧重点会有很大差别。

现有的培养方法没能有效地把建筑结构和建筑造型联系起来,使得建筑系学生学习起来非常吃力,学生既不能像结构工程师一样的去计算,也不懂得利用结构手段丰富造型语汇,其结果是畏惧结构,讨厌结构,对造型的可行性缺乏信心,最终限制造型的发展能力。



近年来,新的建筑技术发展很快,新结构、新材料、新工艺使得建筑的造型手段有了更丰富的变化空间。掌握结构原理,驾驭新的造型语言成为建筑师培养中迫切需要加强的内容。

国内外关于结构造型教学的研究

关于建筑学的结构造型能力的培养,国外已经逐渐形成了很好的方法,国内也开始做出很多有益的尝试。在理论方面,最近几年,国内引进了很多外版建筑结构教学书籍,其中比较好的,可作为教学参考书的有以下几本:

Fuller Moore 《Understanding Structures》,国内译作富勒·摩尔著《结构系统概论》,辽宁科学技术出版社。首先需要指出的是该书的翻译错误较多,是作为教学参考书的一个重大不足。但是该书的内容全面系统地介绍了各种建筑结构形式和原理,并且配以大量新建而且优秀的建筑实例,使建筑系的学生可以从比较熟悉的建筑出发,生动有效地领会结构概念在建筑造型中的应用。虽然作为系统介绍各种结构造型方法,该书显得有点简略,但是作为给建筑系学生的教科书,其知识要点的数量和难度都是比较适宜的。

Heino Engel 《Structure Systems》,国内译作海诺·恩格尔著《结构体系与建筑造型》,天津大学出版社出版。简练、明晰、直观的图解方法是该书的一个特色,它把结构造型的各种可能的形式都尽量全面地绘制出图解,一目了然。并且该书的系统性和全面性都超过了 Fuller Moore 的《Understanding Structures》,但也因此使得作为教科书显得内容有点过多,而比较适合作为教学参考书。另外没有实例,使得该书显得不够生动。

日本建筑构造技术者协会编《图说建筑结构》,中国建筑工业出版社出版。该书以大量的照片展示了各种结构形式,以及工程建造过程,这是上面两本书所缺少的。书中的实例是以日本建筑为主,因此收录面较小是它的一个缺点。还有,该书虽然内容比较全面,但是体系编排有点庞杂。由于针对读者的不同,该书对施工方法的介绍过多,所以它作为建筑系的结构教科书不太适合,可以作为参考书。

安格斯·麦克唐纳著的《结构与建筑》,国内已经有译本,由中国

水利水电出版社和知识产权出版社共同出版。该书深入浅出地介绍了结构的概念、建筑结构的发展,以及结构与建筑美的关系。内容比较散,不是一本很系统的结构参考书,但确实是一本很值得借鉴的教学资料。内容比较容易理解,而且其中有很多关于结构美与建筑美的分析是有一定见地的。

以上是国外的教学参考书,国内现在还没能出版比较好的自编结构造型教材,只有结构选型教材。但是很多建筑师、学者都开始关注、研究和论述结构造型与建筑创作的关系。这显示着结构造型的概念开始为大家所重视,并且,一些研究对于指导教学有着很好的启发。下面几篇论文是其中比较有代表性的:

北京市建筑设计研究院马国馨的《建筑艺术中的结构美》,从建筑美学和技术美学角度入手,列举、分析了大量实例,探讨了建筑设计中的结构设计与结构美学问题。同济大学胡莹的《建构——对建筑本体的还原》,针对国内建筑设计与建筑本体分离的现象,从西方建造观念和中国传统“营造”观念出发,对建筑的材料、结构、构造进行分析,并提出用建造的逻辑去认识建筑的方法。西北建筑工程学院霍小平、王农《结构造型概念设计初探》,简要分析了多层、高层建筑空间结构的受力特点、结构型式及适用范围,并且分析了一些结构造型的美学概念。重庆建筑大学周大明、于淑华《建筑空间艺术创作中的结构构思》,从建筑设计角度出发,论述了结构构思的作用、意义和一些方法。还有像同济大学李国强的《当代建筑工程的新结构体系》,从新的结构技术角度出发,分析了一些优秀的建筑作品的结构设计。

湖南大学谢劲松的硕士论文《形与力——建筑创作中的结构表现研究》较好地论述了建筑与结构的关系,并且从审美和历史的角度分析了结构的造型意义,并且也试图对结构的表现手法进行一些分析。这篇论文是国内一篇较好的论述结构造型表现的论文,其缺点主要是对一些大师作品的介绍、资料的整理深度不够,没有横向的归纳和总结,缺乏对结构造型的系统性的阐述,因而内容不够专业。

国内外教学实践方面的经验和探索

笔者2003年考察了英国格拉斯哥美术系建筑系的课程,发现他们



的课程不但很有趣味，而且富于启发性。格拉斯哥的设计课题都是长达一学期左右的长课题，偶尔会有一两次短课题，往往是由访问学者带来的课题。格拉斯哥建筑系从一年级就开始做设计，第二学期的课题就开始关注建造的可行性。二年级课题比较系统地进行结构课程和课题设计。课程的讲述是由建筑师教授的，据说是因为皇家建筑师协会认为由结构工程师担任建筑学的结构课效果并不好，因此要求由建筑师来担任结构教学。

结构课的讲授相当轻松，还经常做一些类似游戏的小实验，让学生利用一些简单的绳子、棒子，几个人一组，互相拉、推、托举，用身体来体验受力状态。这些小实验生动有趣，虽然知识量远不及我们的结构课那么深奥，但是有效地传达了力学原理和结构概念。可以说，我们的课程知识量是100，但学生只能记住60%，他们的课程知识量是60，但是学生能记住50%，这样的课程就是效率高的课程。

二年级的长课题设计是做一个野外的观景亭子。学生先在一个自然的小岛上考察选址，然后基于自然的景观、环境和地形，做出一个自由形态的小建筑，面积不超过100m²。这已经是学生的第三个设计，在我国应该已经做到500m²了，但是他们始终做得很小，每一个课题会有不同方向、不同层面的关注点，集中解决建筑学中的一个问题，而这个课题的主要目的就是解决结构造型的问题。在一学期的设计里，学生要反复做工作模型推敲方案，最后的成果包括正式模型、节点模型和图纸。节点模型是把建筑的一个断面放大、细化，对构件的细节加以设计。图纸深度相当高，不仅仅要求一般的平立剖图，而且要求画出许多细部设计的节点大样，最突出的是能够画出木结构建筑的装配图和施工过程。这种关注到建造的设计理念是我国建筑教育中严重缺少的一环。经过一学期的课题，他们学生的造型能力突飞猛进，可以做出非常大胆前卫的建筑设计。可以说，他们的学生不但不怕结构，而且喜爱结构，懂得用结构去做造型，懂得表现结构的美。

国内的一些院校也有很多可贵的经验，例如华中理工大学建筑系的结构选型课。他们的课程以基本的力学概念为出发点，分析建筑结构的受力特点，融建筑、结构、力学为一体。要求学生在所学知识的基础上，自己动手制作建筑结构模型，在十天的短课题里做出各种建

建筑结构形态的造型, 包含各种结构形式, 有常规的梁板、拱结构, 也有悬索、悬挂、扭壳、折板、网壳, 有大跨度建筑, 也有高层建筑。

从他们的教学中可以看出, 国内已经迈出可喜的一步, 但是和国外相比还有一定差距。其一在于, 华中理工大学的结构选型课是从结构出发, 向建筑投射, 学生把结构理解为各种类型; 格拉斯哥的教学是从建筑出发, 去解决结构, 因此从结果上看, 格拉斯哥的学生所做造型的新奇程度远超过华中理工大学学生的作业水平。其二是教学的组织方面, 一个是长课题, 一个是短课题, 长课题在深入程度方面所体现的优势是很明显的, 它使得学生不仅仅知道结构类型, 而且能从建造的角度去深刻地理解它, 其结果是, 华中理工大学的学生可以学会使用结构类型, 而格拉斯哥的学生可以学会去创造结构造型。

国内比较有特色的某大学建筑系提出“以建构启动的设计教学”, 希望实现一种技术与人文相结合的建筑设计教学方案。整个教案的构想是在9周的时间里, 通过四个设计练习阶段, 从结构体系设计入手, 再加入环境与建筑功能的摸索, 最终合成为一个公共性的“市民观演中心设计”。四个阶段的内容包含分析大师作品结构和自己的结构设计, 逐步加上对环境和功能等建筑设计因素。最终成果以模型为主表达。这个大学的尝试已经是国内比较成功的范例了, 基本达到了教学的目的。其缺点在于: 一、课题中只涉及结构方面的设计, 但是以建构为名, 容易使学生把建构就理解成结构, 而忽略材料、构造等其他因素。二、结构估算课、结构造型方法课和课程设计结合不是很好。三、课题综合度太高, 这样的问题首先是难度过大, 其次是重点不突出, 而且容易使学生产生建构是设计中的一个阶段的感觉, 而不是把建构和其他内容一起考虑, 贯穿设计始终。四、只通过一个课题还不能达到足够的效果, 应该在5年的学习中, 分阶段分层次地进行。

对结构造型课程的设想

我们的结构教学, 从概念上应当有一个从结构估算, 到结构选型, 到结构造型的转变。结构估算的课程应进一步削减课时和减少其中计算含量, 更多是给出各种结构类型的概念、用途、限制、常用尺寸等规律。这个课程可以作为结构造型课的辅助, 由建筑感比较强的结构工程师或结构工程师和建筑师一起上, 毕竟结构工程师对于结构原理



的理解是深入而且系统的。

而整个的结构课程设计,可以是短课题和长课题相结合。结构选型课可以适当配合结构估算课,有建筑师辅导设计,结构工程师讲解原理,用短周期题目使学生对主要结构类型有个形象认识。短课题解决分类的结构形式,由于学时的原因,可以分组和分担课题,不必每名生制作所有结构类型,但是可以通过班内的交流接触到尽可能多的结构类型。这是一个知识的全面积累的过程。主干课应该使结构造型课,即从建构的概念出发,通过建筑的课题,结合结构造型的设计,使学生学会灵活掌握结构造型语言,并有可能创造新的结构造型形式。

而结构造型课的学习方式应该是,长周期和工作室的专题研究。在这个专题学习阶段,可以适当降低建筑功能和建筑文化等方面的要求,但是空间概念由于和结构造型是虚实对应的关系,仍然需要适当考虑。长周期应该从建筑设计出发,从造型出发,综合运用各种结构手段。同时设计程度应该比较深入,能够做出细致的施工图和节点图。应该做大尺度的模型,来推敲和体验建造过程中的结构和细部表现,所以课题有可能是小组合作完成的。这个阶段应该能够做到在结构形式的利用上比较纯熟,并且能够创造性地发挥结构造型能力。

结构造型的课程设计应该是基于建筑设计的创作活动,因此,不应该机械地按照结构类型来编排课题,而应该遵循建筑的美学规律来进行组织。结构造型原理课可以尝试按如下面的内容结构,由建筑师来讲授:

1. 结构造型的意义:从建构的角度认识建筑与结构的关系;
2. 结构美:技术美学的原则与表现;
3. 结构造型的研究方法:从造型艺术规律来学习和创造结构;
4. 结构造型元素:点线面与结构元素的关系;
5. 直线形的结构类型:框架等结构的造型;
6. 曲线形的结构类型:悬索、拱等结构的造型;
7. 空间形态的结构类型:网架、膜结构等造型。

结构概念与估算课、结构造型原理课和相应的课程设计,是培养合格建筑师的结构造型能力的三个不可或缺的组成部分。综上所述,结构造型课的原则是,全面掌握,重点突破,注重体验,鼓励创新。

附 1: 某学院设计学院结构造型实验室的建设文件

1. 建立结构造型实验室的目的与意义

1.1 学习建筑结构对于提高建筑造型能力的重要性

建筑结构是建筑的支撑部分,是建筑的骨架。学习建筑结构的意义有二:有利于提高设计方案的可行性;有利于丰富建筑造型语汇。

1.2 我校建筑专业建立结构造型实验室的必要性

根据我校具体情况,有以下原因亟待建立结构造型实验室:学生理工科基础薄弱,结构知识差,对自己的设计的可行性缺乏信心,严重影响造型的创造力;国内建筑院校的结构教学难以适应建筑学专业要求。建立我们的实验室,从建筑设计的角度用直观方法理解结构,并落实到造型设计语汇,成为我们的办学特色之一。但国内现在已经开始意识到结构的重要性,并有所动作,我们要尽快发展起来。

2. 结构教学的组织和结构造型实验室的功能

2.1 关于建筑结构教学组织的建议

建议把结构教学分成三个阶段:感性阶段,在一年级开设以建造为目的建筑初步设计课题,直观感受结构的作用;理性阶段,在二年级以各种典型结构体系为纲,组织一系列建筑设计课题,并结合建筑结构的讲课,系统了解建筑结构知识,掌握结构造型手法;综合阶段,在三年级或四年级,通过设计大型综合建筑及其结构,熟练掌握结构概念,驾驭结构造型语汇。

2.2 结构造型实验室的核心功能

制作和收藏建筑结构课程所需教具和演示模型;为二年级结构造型设计课程提供场所;为一年级感性阶段课题和高年级综合阶段课题,提供咨询和特殊加工。

2.3 结构造型实验室的分期目标

近期目标,初步建立实验室空间和设备,满足制作教具和演示模型条件,并着手开始制作工作,尝试开设结构造型设计课题;中期目标,完成较系统的演示教具制作,实验室可容纳20名左右学生(一个班)做实验和设计课题;远期目标,研究特色结构体系,形成以结构造型教学为核心,并可容纳高年级学生做深入学习的有层次的特色实验室。同时考虑教学与研究、生产相结合,满



足实验室软硬件的改进和更新需求。

3. 实验室所需条件

3.1 现状背景

考虑学校现有条件,结构造型实验室近期不准备添置大型制作设备。但由于实验室对制作的要求,空间上应该接近木工车间和模型车间,并可利用现有综合试验平台。

3.2 实验室所需条件

空间

实验室功能包括制作(单人制作和成组制作)、陈列(教具和优秀作业)、储藏(少量小型工具)、电脑辅助。近期要求100m²左右空间,可供以上功能和10人(半天制)或20人(全天制)学生上课与制作;远期理想状态应为200m²左右;把电脑辅助、陈列和储藏与制作分开,便于管理和设备维护;并且把制作空间分成净区(精密加工)和脏区(带水施工)。

设备

制作设备:原则上尽可能利用现有综合实验平台的实验条件,主要包括木工机械、塑料成型、小型金属件加工。实验室主要提供小型加工工具、组装工具、土木施工工具等。

实验设备:提供少量必要的力学实验设备。电脑辅助设备:微机及相关设备。

4. 组织结构与管理

4.1

教师

设专职教师一名,负责管理和组织教学;兼职技工或兼职教辅一名,协助工艺和设备管理;聘请结构工程师做技术顾问,可与某建筑设计院合作;可聘请国外教授做指导。

4.2

学生

考虑要最大化利用实验室有限空间条件,建筑学二年级学生可与别的课程轮换,分批选修。吸收少量高年级学生做设计。

附 2：结构造型课程教案

教学目的：结构是建筑的骨架，对建筑形式有着内在的影响。结构造型课的目的是从建构的角度出发，把结构看成立体构成和空间构成中的元素，运用造型艺术规律来组织建筑结构，掌握结构的造型语言。一方面注重培养学生对建筑结构的力学合理性的理解，另一方面也要拓展学生运用结构造型表现形式的艺术创造力。

教学内容：

教学包括讲课和课程设计，讲课为结构造型原理，主要内容涉及：

1. 结构造型的意义：从建构的角度认识建筑与结构的关系；
2. 结构美：技术美学的原则与表现；
3. 结构造型的研究方法：从造型艺术规律来学习和创造结构；
4. 结构造型元素：点线面与结构元素的关系；
5. 直线形的结构类型：框架、平面桁架、拉索等结构的造型；
6. 曲线形的结构类型：悬索、拱、曲桁架等结构的造型；
7. 空间形态的结构类型：网架、索膜、穹窿结构等造型。

课题要求：（2003 年，2004 年）

课程设计围绕结构造型原理课的内容，安排三个短课题和一个长课题，每个短课题时间为 2 周，长课题时间为 4 周，课程设计全部在建造实验室完成。

短课题内容是：某公园内举办一博览会，需修建一些临时建筑，用作展示、观景、休息、售卖等功能。要求建筑必须有屋顶，可以遮雨，但不必一定有围墙。建筑用地红线是 $15\text{m} \times 15\text{m}$ ，建筑物任何部分投影范围不得超出红线，屋盖下建筑面积也不得小于 100m^2 。室内净空大于 3m ，建筑限高为 12m 。要求造型新颖，结构形式合理，便于快速建造。根据以上要求设计三个方案，要求分别用到：1. 直线形的结构类型；2. 曲线形的结构类型；3. 空间形态的结构类型。作业要求：制作 1:50 模型，绘制 1:50 平立剖图及适当分析图。

长课题内容是：结构形态专题研究，题目有：穹窿、直纹曲面、有

机形态、极小结构、可动结构、中国木结构等。三人一组合作完成。作业要求：制作1:10模型，1:2~1:5节点模型，绘制1:50平立剖图、装配示意图和分析图。

课题要求：(2005年)

课程设计安排两个作业。

第一个作业侧重基础训练，时间为2周。内容为美院附中仓库增建项目，要求在附中庭院内指定位置建设一座临时仓库。要求充分利用给定条件，结构合理可行，外形与环境协调，空间尺度适宜。作业成果为1:50模型和CAD平立剖图。

第二个作业是第一个作业的延续和深入，时间为3.5周。内容围绕建造的主题，根据教师具有不同的深入方向，包括极限生存、可移动建筑、有机形态结构等专题。作业要求由各组教师分别制定。学生先随机分组，再互换调整，不可以单独换组。最终成果集中讲评。