

装配式建筑建造技能培训系列教材（共四册）

装配式建筑建造 基础知识



北京城市建设研究发展促进会 组织编写
王宝申 主 编

 中国建筑工业出版社

装配式建筑建造技能培训系列教材 (共四册)

装配式建筑建造 基础知识

北京城市建设研究发展促进会 组织编写

王宝申 主 编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

装配式建筑建造 基础知识/北京城市建设研究发展
促进会组织编写; 王宝申主编. —北京: 中国建筑工
业出版社, 2017. 12

装配式建筑建造技能培训系列教材

ISBN 978-7-112-21596-6

I. ①装… II. ①北… ②王… III. ①建筑工程-
装配式构件-技术培训-教材 IV. ①TU7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 295096 号

责任编辑: 张幼平 费海玲

责任校对: 李欣慰

装配式建筑建造技能培训系列教材 (共四册)

装配式建筑建造 基础知识

北京城市建设研究发展促进会 组织编写

王宝申 主 编

*

中国工业出版社出版、发行 (北京海淀三里河路 9 号)

各地新华书店、建筑书店经销

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京鹏润伟业印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 4½ 字数: 89 千字

2018 年 1 月第一版 2018 年 1 月第一次印刷

定价: 19.00 元

ISBN 978-7-112-21596-6

(31259)

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)

序

建筑产业化近年来已经成为行业热点，从发达国家走过的历程看，预制建筑与传统施工相比具有建筑质量好、施工速度快、材料用量省、环境污染小的特点，符合我国建筑业的发展方向，越来越受到国家和行业主管部门的重视。

由于装配式建筑“看起来简单、做起来很难”，从国外的经验看，支撑装配式建筑发展的首要因素是“人”，装配式建筑需要专业化的技术人才。国务院《关于大力发展装配式建筑的指导意见》指出：力争用10年左右的时间，使装配式建筑占新建建筑面积的比例达到30%。强化队伍建设，大力培养装配式建筑设计、生产、施工、管理等专业人才。我国每年城市新建住宅的建设面积约15亿平方米，对装配式专业化技术人才的需求十分巨大。

北京城市建设研究发展促进会以贯彻落实“创新、协调、绿色、开放、共享”五大发展新理念为指导，以推动建设行业深化改革、创新发展为己任，顺应产业化变革大势，以行业协会的优势，邀请国内装配式建筑建造方面的资深专家学者共同参与调研，实地考察，科学分析，认真探讨装配式建筑建造施工过程中的每一个细节。经过不懈的努力和奋斗，建立了一套科学的装配式建筑建造理论体系，并制定了一套装配式建筑创新型人才培养机制，组织各级专家编写汇集了《装配式建筑建造技能培训系列教材》。

本教材分为四册，汇集了各位领导、各位同事多年业务经验的积累，结合实践经验，用通俗易懂的语言详细阐述了装配式建筑建造过程中各项专业知识和方法，对现场预制生产作业工人和施工安装操作工人进行了理论结合实际完整的工序教育。其中很多知识都是通过经验数据得出的行业标准，对于装配式建筑建造有着极高的参考价值，值得大家学习和研究。

各企业和培训机构能借助系列教材加大装配式技术人才的培养力度，提升从业人员技能水平，改变我国装配式专业化技术人才缺失的局面，助力建筑业转型升级，服务城市建设。

当然，装配式建筑建造尚处于初级阶段，本教材内容随着产业化的不断升级还需继续完善，在此诚恳参阅的各位领导和同事予以指正、批评，多和我们进行交流，共同为建筑业、为城市建设贡献自己的微薄之力。

感谢参与本书编写的各位编委在极其繁忙的日常工作中抽出宝贵时间撰写书稿。感谢共同参与调研的各位专家学者对本书的大力支持。感谢北京住总集团等会员企业为本书编写提供了大量的人力资源、数据资料和经验分享。

北京城市建设研究发展促进会
2017年12月5日

目 录

第一章 预制混凝土构件概念	1
一、预制构件简介	1
二、装配式建筑体系划分	6
第二章 力学基本知识	8
一、力的概念	8
二、力的合成与分解	8
三、力的平衡	9
四、力矩	9
五、杠杆原理	9
六、重心与吊点	11
第三章 测量基础知识	13
一、建筑的轴线投测和楼面放线	13
二、建筑标高抄测	16
三、二次放线	19
第四章 构件加工图的识读	21
一、建筑制图标准	21
二、各类预制构件加工图内容	28
第五章 常用材料	36
一、钢筋	36
二、混凝土	38
三、保温板	41
四、拉结件	42
五、钢筋连接用灌浆套筒	44
六、钢筋连接用套筒灌浆料	45
七、其他材料	46

第六章 常用生产设备及外加剂	48
一、混凝土搅拌机组	48
二、钢筋加工设备	49
三、模板加工设备	50
四、混凝土浇筑设备	52
五、养护成型设备	52
六、吊装码放设备	52
七、常用模具	53
第七章 常用吊装、安装工具	54
一、斜支撑	54
二、顶板支撑	54
三、定位钢板	56
四、吊装工具	56
五、其他工器具	60
参考文献	61

第一章 预制混凝土构件概念

一、预制构件简介

1. 预制混凝土构件基本概念

预制混凝土构件是指在工厂中通过标准化、机械化方式加工生产的混凝土部件，其主要组成材料为混凝土、钢筋、预埋件、保温材料等。由于构件在工厂内机械化加工生产，构件质量及精度可控，且受环境制约较小。采用预制构件建造，具备节能减排、减噪降尘、减员增效、缩短工期等诸多优势。

2. 预制混凝土构件的主要类型

目前，预制混凝土构件可按结构形式分为水平构件和竖向构件，其中水平构件包括预制叠合板、预制空调板、预制阳台板、预制楼梯板、预制梁等；竖向构件包括预制楼梯隔墙板、预制内墙板、预制外墙板（预制外墙飘窗）、预制女儿墙、预制 PCF 板、预制柱等。

预制构件可按照成型时混凝土浇筑次数分为一次浇筑成型混凝土构件和二次浇筑成型混凝土构件，其中一次浇筑成型混凝土构件包括预制叠合板、预制阳台板、预制空调板、预制内墙板、预制楼梯、预制梁、预制柱等；二次浇筑成型混凝土构件包括预制外墙板（保温装饰一体化外墙板）、预制女儿墙、预制 PCF 板等。

(1) 预制叠合板：建筑物中，预制和现浇混凝土相结合的一种楼板结构形式（图 1-1）。预制叠合楼板（厚度一般 5~8cm）与上部现浇混凝土层（厚度 6~9cm）

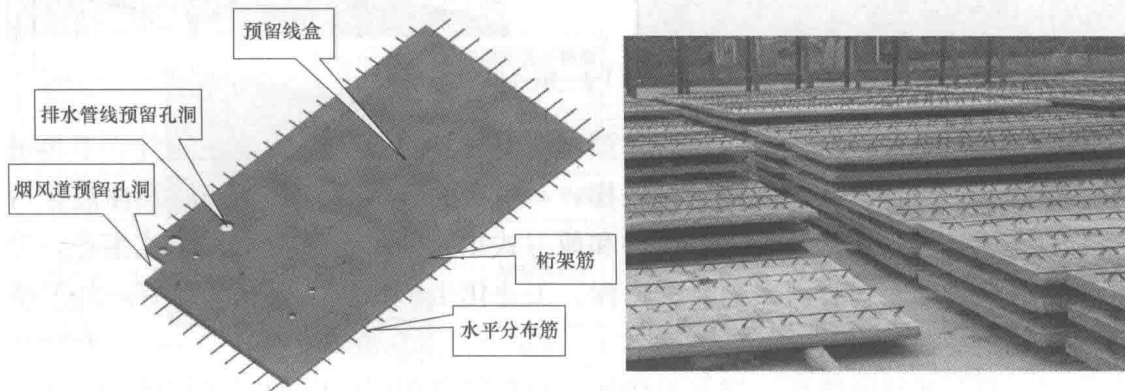


图 1-1 叠合板

结合成一个整体，共同工作。叠合板采用环形生产线一次浇筑成型，表面机械拉毛。进蒸养窑养护，循环流水作业。模板一边采用螺栓固定，其他边可采用磁盒固定。出筋部位需涂刷超缓凝剂，拆模后高压水冲洗成粗糙面。

(2) 预制空调板：建筑物外立面悬挑出来放置空调室外机的平台。预制空调板通过预留负弯矩筋伸入主体结构后浇层，浇筑成整体（图 1-2）。

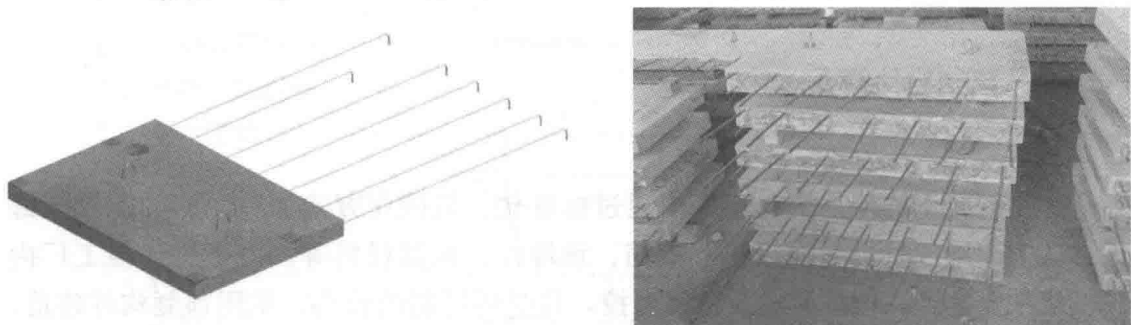


图 1-2 空调板

(3) 预制阳台板：突出建筑物外立面悬挑的构件。按照构件形式分为叠合板式阳台、全预制板式阳台、全预制梁式阳台，按照建筑做法分为封闭式阳台和开敞式阳台。预制阳台板通过预留埋件焊接及钢筋锚入主体结构后浇筑层进行有效连接（图 1-3）。

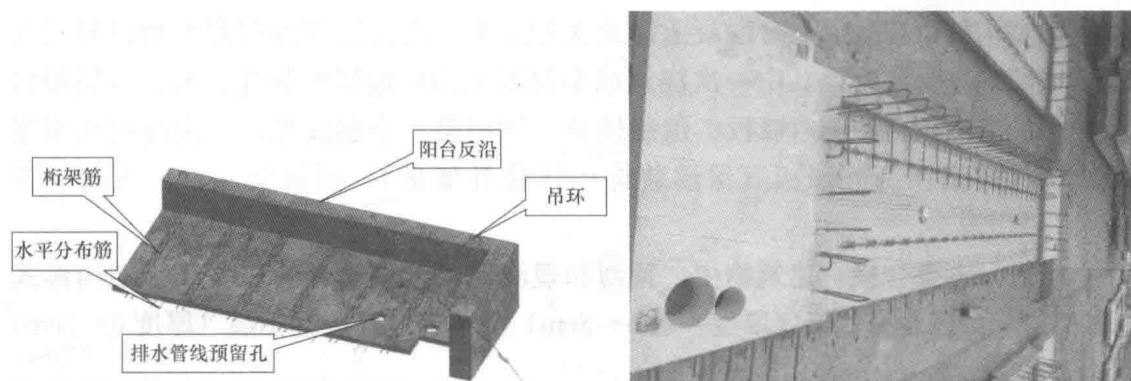


图 1-3 阳台板

(4) 预制楼梯板：楼梯间使用的预制混凝土构件，一般为清水构件，不再进行二次装修，代替了传统现浇结构楼梯，一般由梯段板、两端支撑段及休息平台段组成。一般按形式可分为双跑楼梯和剪刀式单跑楼梯。楼梯采用立式生产，分层下料振捣，附着式震动器配合振捣棒。工业化生产比现浇楼梯质量好，外形精度高，棱角清晰（图 1-4）。

(5) 预制楼梯隔墙板：指剪刀楼梯中间起隔离作用的围护竖向构件，与剪刀楼梯同时配套进行安装（图 1-5）。

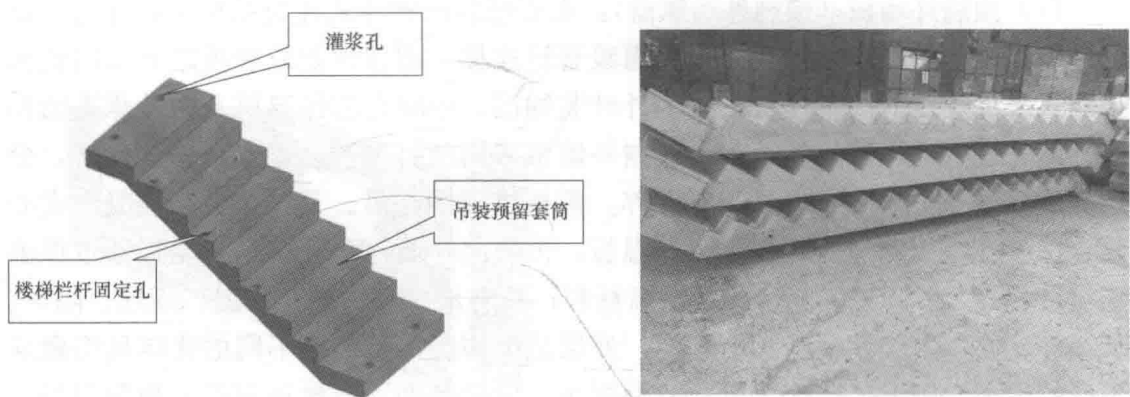


图 1-4 预制楼梯

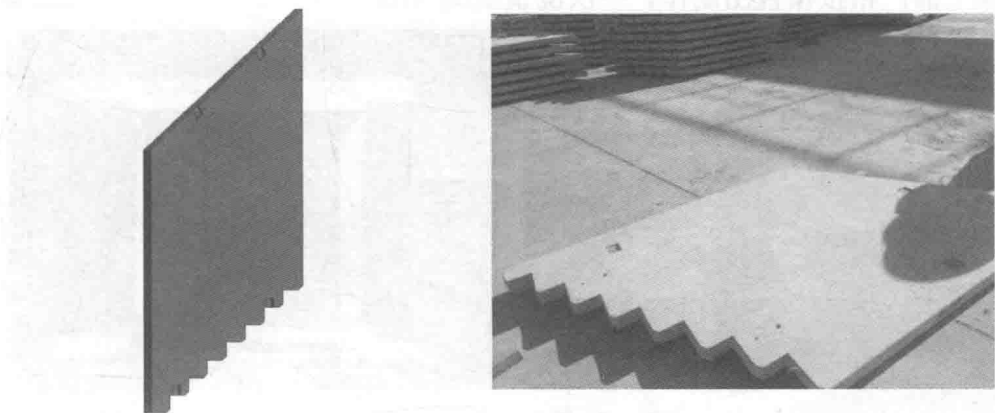


图 1-5 预制楼梯隔墙

(6) 预制内墙板：装配整体式建筑中，作为承重内隔墙的预制构件，上下层预制内墙板的钢筋也是采用套筒灌浆连接的。内墙板之间水平钢筋采用整体式接缝连接。采用环形生产线一次浇筑成型，预埋件安装可采用磁性底座，但应避免振捣时产生位移。预养护后，表面人工抹光。蒸养拆模后翻板机辅助起吊（图 1-6）。

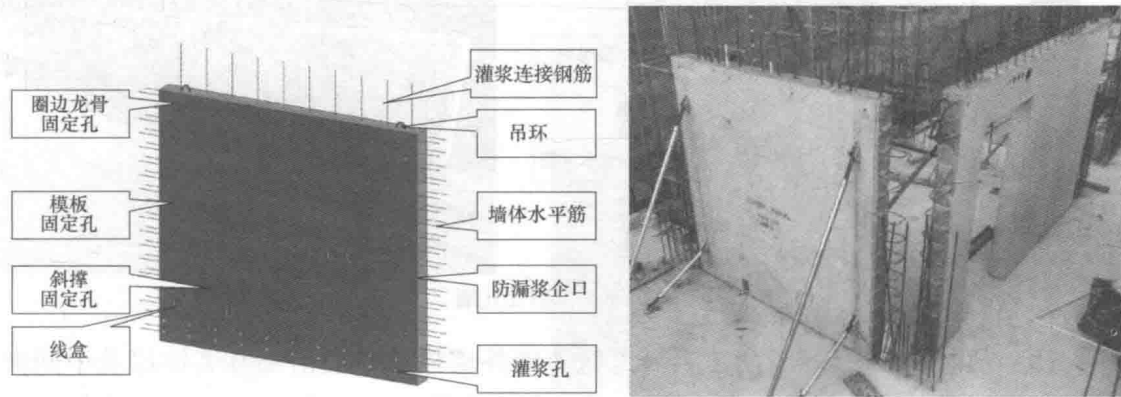


图 1-6 预制内墙

(7) 预制外墙板（预制外墙飘窗）：主要指装配整体式建筑结构中，作为承重的外墙板，上下层外墙板主筋采用灌浆套筒连接，相邻预制外墙板之间采用整体接缝式现浇连接。预制外墙板分为外叶装饰层、中间夹芯保温层及内叶承重结构层。此外还有带飘窗的外墙板。预制外墙板采用反打工艺，固定台座法生产，分层浇筑混凝土，采取原地罩苫布蒸养，翻板机辅助起吊。其中，预制混凝土夹心复合保温外墙板先浇外叶墙，铺保温板，再浇内叶墙，两层混凝土墙板通过保温连接件相连，中间夹有轻质高效保温材料，具有承重、围护、保温、隔热、隔声、装饰等功能。内层混凝土是结构层，外层是装饰层，可根据不同的建筑风格做成不同的样式，如清水混凝土、彩色混凝土、面砖饰面、石材饰面等。预制混凝土飘窗采取反打工艺，同反打夹芯复合保温外墙板，飘窗上下板及主墙一同预制。飘窗模板加工需严格按模板图制作，一次浇筑成型（图 1-7）。

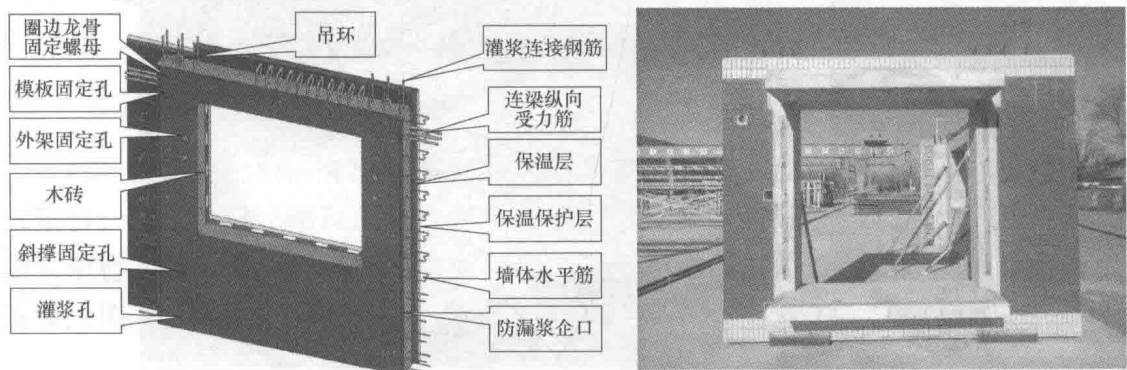


图 1-7 预制外墙

(8) 预制女儿墙：主要指装配整体式建筑结构中，作为承重的外墙板，上下层外墙板主筋采用灌浆套筒连接，相邻预制女儿板之间采用整体接缝式现浇连接。预制女儿墙板分为外叶装饰层、中间夹芯保温层及内叶承重结构层（图 1-8）。

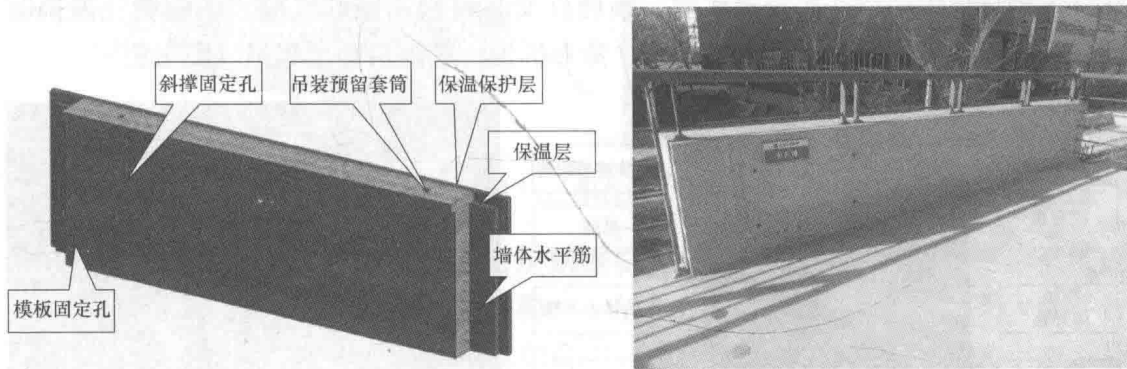


图 1-8 预制女儿墙

(9) 预制 PCF 板：即预制混凝土剪力墙外墙模，一般由外叶装饰层及中间夹芯保温层组成。在构件安装后，通过预留连接件将内叶结构层与 PCF 板浇筑连接在一起（图 1-9）。

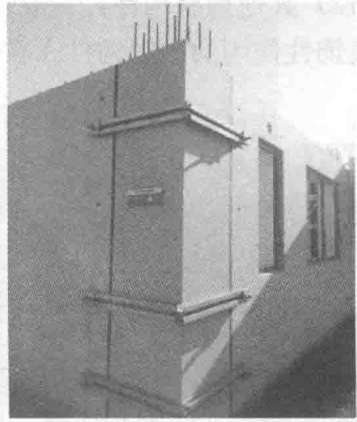
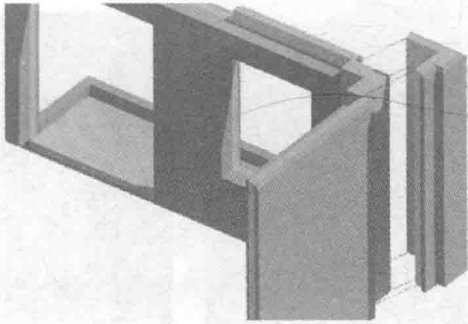


图 1-9 PCF 版

(10) 预制梁：梁类构件采用工厂生产，现场安装，预制梁通过外露钢筋、埋件等进行二次浇筑连接（图 1-10）。

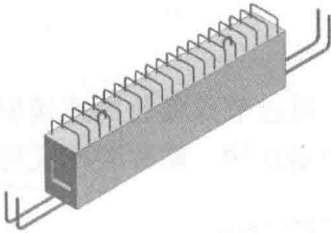


图 1-10 预制框梁

(11) 预制柱：柱类构件采用工厂生产，现场安装，上下层预制柱竖向钢筋通过灌浆套筒连接（图 1-11）。

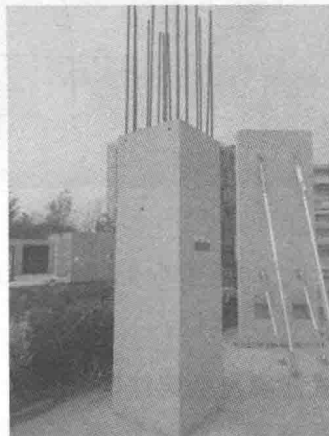
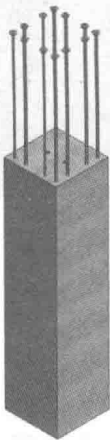


图 1-11 预制框柱

(12) 其他预制构件：一般包括外墙装饰挂板等作为围护结构使用的构件，及作为装饰性使用的预制构件。在使用过程中不承受外力进行承重（图 1-12）。

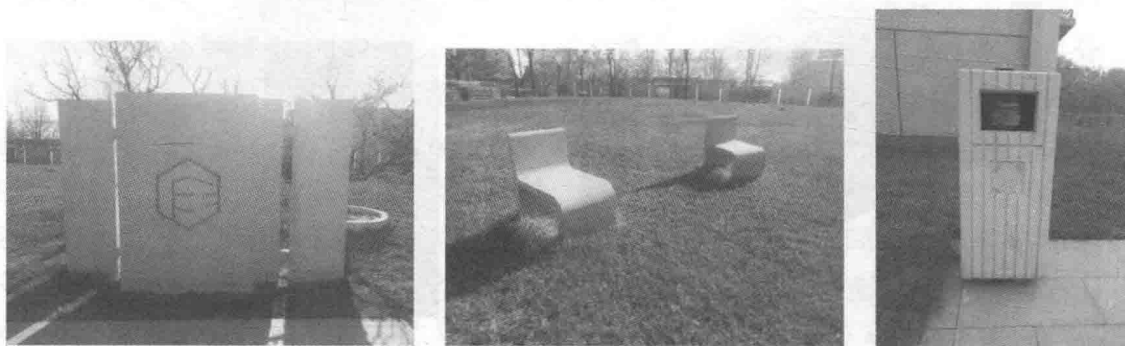


图 1-12 其他类预制构件

二、装配式建筑体系划分

1. 装配式剪力墙体系

混凝土结构的部分或全部采用承重预制墙板，通过节点部位的连接形成的具有可靠传力机制，并满足承载力和变形要求的剪力墙结构，简称装配式剪力墙结构（图 1-13）。



图 1-13 装配整体式混凝土剪力墙结构

2. 装配整体式混凝土框架结构

全部或部分框架梁、柱采用预制构件建成的装配整体式混凝土结构，简称装配整体式框架结构（图 1-14）。

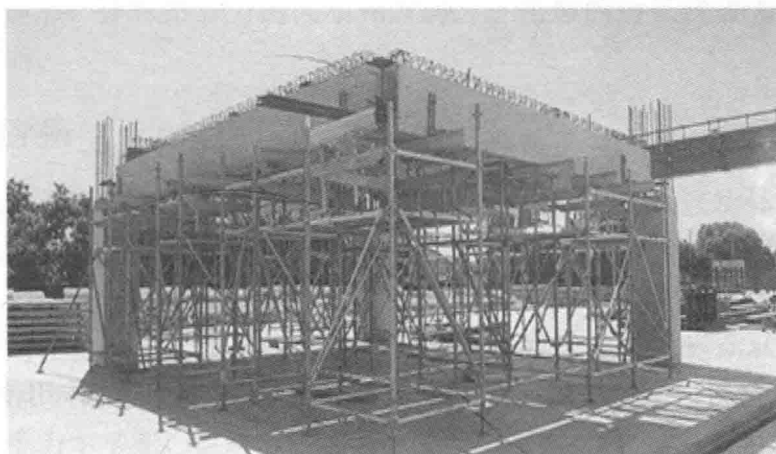


图 1-14 装配整体式混凝土框架结构

第二章 力学基本知识

一、力的概念

一个物体与另一个物体之间的相互机械作用称为力，这种作用使物体的运动状态和形状发生改变。

力的作用点位置、方向和大小是确定力对物体作用的三要素（图 2-1）。

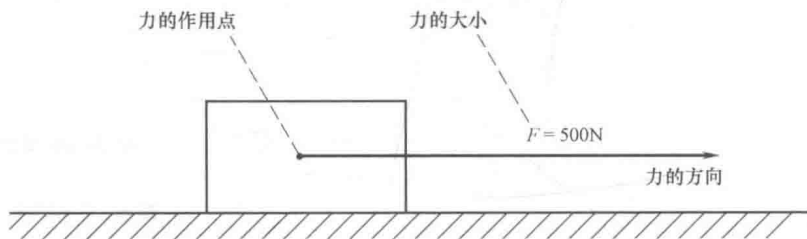


图 2-1 力的三要素

二、力的合成与分解

力的合成是已知分力求合力，而力的分解是已知合力求分力（图 2-2）。力的分解是力的合成的逆运算，遵从平行四边形定则。力的分解方法是以表示合力的线段为对角线作出平行四边形，求其邻边。理论上根据一条对角线可以作出无数个平行四边形，可以求得无数组邻边，即一个力可以分解为无数对大小、方向不同的分力。但我们在分解一个力时，并不是不加限制地随意分解，而是根据力的实际效果和实际需要分解，同一个力在不同条件下产生的效果不同。

把一个力依据其效果分解的基本方法：

- (1) 先根据力的实际效果确定两个分力的方向；
- (2) 根据两个分力的方向作出力的平行四边形；

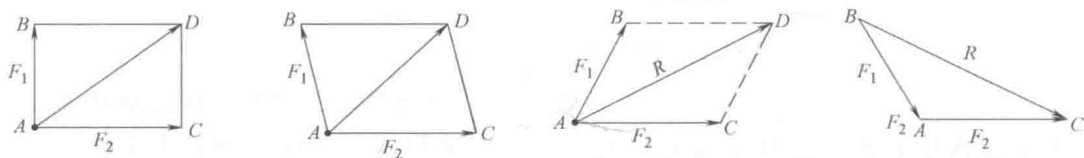


图 2-2 力的合成

(3) 解三角形, 计算出分力的大小和方向。三角形的边长代表力的大小, 夹角表示力的方向。

三、力的平衡

物体在几个力的作用下保持静止或作匀速直线运动, 那么该物体处于平衡状态。如果物体在两个力的作用下处于平衡状态, 那么这两个力相互平衡, 简称二力平衡 (图 2-3)。

两个力作用在物体上, 如果物体不能保持静止或匀速直线运动状态, 则这两个力的作用效果不可相互抵消 (合力不为 0), 我们就说这两个力不平衡, 也叫非平衡力。

当物体受到同平面内不平行的三力作用而平衡时, 三力的作用线必汇交于一点。即物体在互相不平行的三个力作用下处于平衡状态时, 这三个力必定共面共点, 合力为零。

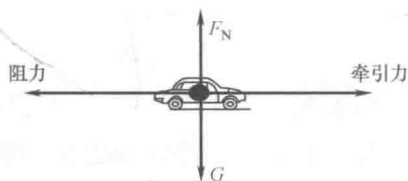


图 2-3 力的平衡

四、力矩

力矩 (Moment of Force) 是力对物体产生转动作用的物理量, 用 M 表示 (图 2-4)。可以分为力对轴的矩和力对点的矩。力矩计算公式如下:

$$M = L \times F$$

凡是使物体产生反时针方向转动效果的, 定为正力矩, 反之为负力矩, 力矩单位是牛顿·米, 简称牛·米, 符号: $N \cdot m$ 。

力对轴的矩是力对物体产生绕某一轴转动作用的物理量, 其大小等于力在垂直于该轴的平面上的分量和此分力作用线到该轴垂直距离的乘积; 力对点的矩是力对物体产生绕某一点转动作用的物理量, 等于力作用点位置矢和力矢的矢量积。

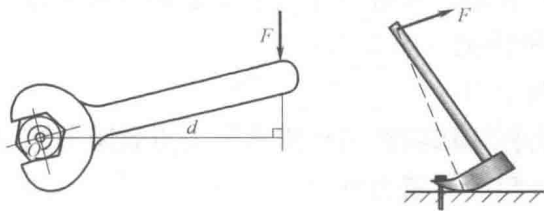


图 2-4 力矩

五、杠杆原理

1. 杠杆: 杠杆是指能绕着固定的点转动的硬棒 (可直可曲)。杠杆有五个要

素，即支点、动力 (F_1)、阻力 (F_2)、动力臂 (L_1)、阻力臂 (L_2)。动力是指使杠杆转动的力，阻力是指阻碍杠杆转动的力。动力臂是指从支点到动力作用线的距离，阻力臂是指从支点到阻力作用线的距离。杠杆可分为省力杠杆、费力杠杆和等臂杠杆，没有任何一种杠杆既省距离又省力 (图 2-5)。

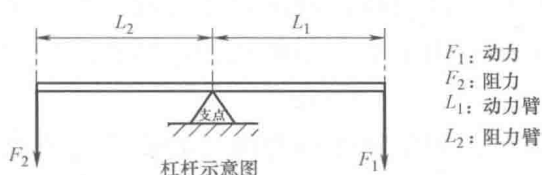


图 2-5 杠杆

(1) 省力杠杆

$L_1 > L_2$, $F_1 < F_2$, 省力、费距离。

如拔钉子用的羊角锤，铡刀，开瓶器，轧刀，动滑轮，手推车，剪铁皮的剪刀及剪钢筋用的剪刀等。

(2) 费力杠杆

$L_1 < L_2$, $F_1 > F_2$, 费力、省距离。

如钓鱼竿、镊子、筷子、船桨、裁缝用的剪刀、理发师用的剪刀等。

(3) 等臂杠杆

$L_1 = L_2$, $F_1 = F_2$, 既不省力也不费力，又不多移动距离，如天平、定滑轮等。

在使用杠杆时，为了省力，就应该用动力臂比阻力臂长的杠杆；如果想要省距离，就应该用动力臂比阻力臂短的杠杆。因此使用杠杆可以省力，也可以省距离。但是，要想省力就必须多移动距离，要想少移动距离就必须多费些力。要想又省力而又少移动距离，是不可能实现的。

杠杆的支点不一定在中间，满足下列三个点的系统，基本上就是杠杆：支点、施力点、受力点。

杠杆平衡是指杠杆在动力和阻力作用下处于静止状态或匀速转动的状态。

2. 杠杆受力的两种情况 (图 2-6):

(1) 杠杆上只有两个力:

动力 $\times$ 支点到动力作用线的距离 = 阻力 $\times$ 支点到阻力作用线的距离

即动力 $\times$ 动力臂 = 阻力 $\times$ 阻力臂

即 $F_1 \times L_1 = F_2 \times L_2$

(2) 杠杆上有多个力:

所有使杠杆顺时针转动的力的大小及与它对应力臂的乘积等于使杠杆逆时针转动的力的大小和与它对应力臂的乘积。

这也叫作杠杆的顺逆原则，同样适用于只有两个力的情况。