



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

桥梁工程 施工与管理

市政工程施工专业

主 编 孙明强



中国建筑工业出版社

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定
全国建设行业中等职业教育推荐教材

桥梁工程施工与管理

(市政工程施工专业)

主 编 孙明强
责任主审 刘伟庆
审 稿 艾 军 张雪华

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

桥梁工程施工与管理/孙明强主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2003

中等职业教育国家规划教材. 市政工程施工专业
ISBN 7-112-05293-9

I. 桥... II. 孙... III. ①桥梁工程-施工技术-专业学校-教材 ②桥梁工程-施工管理-专业学校-教材 IV. U445

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 006983 号

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定
全国建设行业中等职业教育推荐教材

桥梁工程施工与管理

(市政工程施工专业)

主 编 孙明强

责任主审 刘伟庆

审 稿 艾 军 张雪华

*

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

北京同文印刷有限责任公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 13³/₄ 字数: 322 千字

2003 年 4 月第一版 2004 年 7 月第二次印刷

印数: 3001—4200 册 定价: 16.00 元

ISBN 7-112-05293-9

TU·4940 (10907)

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>

中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神，落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划，根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》（教职成〔2001〕1 号）的精神，我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写，从 2001 年秋季开学起，国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教学大纲（课程教学基本要求）编写，并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想，从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发，注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本，努力为教材选用提供比较和选择，满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材，并在使用过程中，注意总结经验，及时提出修改意见和建议，使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

2002 年 10 月

前 言

“桥梁工程施工与管理”是市政工程施工、城市道路与桥梁专业的专业课。本教材根据建设部中等专业学校市政工程施工与给水排水专业指导委员会审定的“桥梁工程施工与管理”教学大纲编写。

本教材共十章。主要介绍了中、小跨径梁桥的施工方法，其他桥型的桥型特点和桥梁施工阶段管理的基本知识。

本教材以现行的规范为依据，在满足学生基本理论要求的同时，强调对施工工艺操作的讲解，并附有思考题和练习。

本教材由辽宁省城市建设学校孙明强、广州市市政建设学校刘映肿、太原市城建学校李贵生、江苏城镇建设学校庞建军和顾虢共同编写。其中第一章和第七章由李贵生编写；第二章、第三章和第六章由孙明强编写；第四章由刘映肿编写；第五章和第八章由顾虢编写；第九章和第十章由庞建军编写。全书由孙明强主编，由成都市建设学校张明君主审。

由于编者业务水平和教学水平有限，资料收集和整理不够，编写时间仓促，错误和不足之处在所难免，敬请读者批评和指正，以便再版时修正。

编者

目 录

第一章 绪论	1
第一节 桥梁建筑发展概述	1
第二节 桥梁施工与管理概述	3
习题	5
第二章 施工准备工作	6
习题	6
第三章 施工基本操作	7
第一节 模板	7
第二节 钢筋	14
第三节 混凝土	24
习题	33
第四章 基础施工	35
第一节 浅基础施工	35
第二节 钻(挖)孔灌注桩施工	44
第三节 沉入桩施工	58
第四节 沉井基础	63
习题	68
第五章 墩台施工	70
第一节 石砌墩、台施工	70
第二节 桥台锥坡施工	73
第三节 支座安设	76
习题	79
第六章 简支梁桥的施工	80
第一节 夹具和锚具	80
第二节 先张法施工工艺	83
第三节 后张法施工工艺	89
第四节 构件的起吊、运输与安装	94
习题	106
第七章 连续梁桥施工	107
第一节 支架法施工	107
第二节 顶推法施工	117
第三节 悬臂法施工	122
习题	126

第八章 桥面系施工..... 127

第一节 桥面铺装、防水及排水设施..... 127

第二节 人行道、栏杆及护栏施工..... 130

第三节 伸缩装置施工..... 133

习题..... 137

第九章 其他桥型施工方法简介..... 138

第一节 其他桥型概述..... 138

第二节 拱桥施工..... 147

第三节 缆索承重桥梁的架设简介..... 153

习题..... 156

第十章 网络计划技术..... 157

第一节 网络图和网络计划的概念..... 157

第二节 网络计划时间参数的计算..... 163

第三节 双代号时标网络计划方法..... 173

第四节 网络计划优化原理..... 175

第五节 计划管理..... 183

第六节 技术管理..... 191

第七节 全面质量管理..... 195

第八节 企业规章制度..... 203

主要参考文献..... 206

第一章 绪 论

桥梁是跨越障碍物的建筑结构。一般修建桥梁是为了跨越天然障碍——河川（江河、湖泊、海湾等）和深谷，称之为跨河桥或跨谷桥。随着交通事业的发展，汽车数量及其货运周转数量的增长，要求增加运行速度和道路的通行能力，而最大的交通障碍发生在道路、公路的交叉口处，所以这里要求有专门的工程结构物以保证汽车在不同的标高上能畅通无阻地通行，于是又产生了跨线桥（又称立交桥）、高架线路桥、人行桥等桥梁结构物。桥梁是交通线路中重要的组成部分，人们的出行、物资的运输、经济及文化的发展都离不开桥梁，同时桥梁建筑与周围环境的和谐统一和桥梁本身的构造美为人们的生活环境创造了一个又一个的景观。世界各国的许多大城市，常以雄伟的大桥作为城市的标志和骄傲。

城市桥梁在市政工程建设中占有重要的地位，因此，正确合理地进行桥梁工程的设计和施工，对节约材料、加速施工进度、降低工程费用、保证工程质量都具有极其重要的意义，也是摆在我们面前的一项光荣而艰巨的任务。

第一节 桥梁建筑发展概述

一、国内外桥梁建筑发展概况

我国桥梁建筑有着悠久的历史。根据史料考证，有文字记载最早的桥梁是在公元前1122年商末周初时期，在渭河上架设的浮桥。在汉朝时期，在潼关通往西安的大道上修建有著名的灞桥，长约447m。

在我国古代石桥中，河北赵县的安济桥与福建泉州的洛阳桥蜚声中外，充分反映了我国古代建桥水平。赵州安济桥是石拱桥中的杰出代表，该桥系公元591~599年隋代李春所建，跨径达37.02m，宽9m，矢高7.23m，是世界上第一座空腹式圆弧形石拱桥。该桥结构新颖美观，既节约材料、减轻自重，又便于排洪。而欧洲到19世纪中期才出现空腹式拱桥，比我国晚了1200多年。福建的洛阳桥（又名万安桥）系公元1053~1059年宋代蔡襄所建，为石梁桥，全长534m，有46个桥墩，每孔用7根11.8m的石梁组成，气势极为壮观。它是我国第一座海港桥，在基础工程中首创筏形基础和种蛎固基技术，其跨径也十分可观。

1246年建造的福建漳州虎渡桥，也是最令人惊奇的一座梁式石桥。此桥总长336m，宽5.6m左右，用3片石梁组成，共19孔，孔径大小不一，其中最大跨径21.3m，宽1.7m，高1.9m，石梁重达2000kN以上。该桥首次利用潮水涨落浮运架梁，并一直保存至今，是我国古代高超架桥技术的具体体现。

另外，在世界上悬索桥最早出现在我国，公元前3世纪四川已有了竹索桥，公元前2世纪陕西有了铁索桥。而欧洲则迟至17世纪才开始有悬索桥的记载。

由于西欧国家首先从封建贵族制度进入资本主义时代，促使生产力大幅度增长，桥梁

建筑也得到空前的发展。

1855年,法国在桥梁建筑中开始使用水泥,并对拱圈砌筑方法进行了研究和改进,促进了石拱桥的技术发展。卢森堡在1899~1903年建成了跨度达84m、行车道部分宽16m的新型石拱桥。

1867年钢筋混凝土在巴黎出现后,由于其技术性能优越,梁桥和拱桥得到了较大的发展。而1928年法国弗莱西奈发明了预应力混凝土,同时钢材的冶炼技术亦得到了极大的发展,这些新材料的出现,使得梁桥得到了异乎寻常的发展。各种新型结构体系和新的施工工艺不断涌现,如用悬臂施工、顶推施工建成了各种各样的连续梁桥、悬臂梁桥、T型刚构桥等等,而大跨度预应力混凝土斜拉桥的发展,成为大跨径桥梁中一种新型结构形式而迅速得到运用和推广。

1949年新中国诞生后,我国的桥梁建设事业突飞猛进,取得了巨大的成就。1968年建成了南京长江大桥。这是一座我国自行设计、制造、施工,并使用了国产高强度钢材的现代化桥梁。大桥除北岸第一孔为128m简支钢桁梁外,其余为九孔三联,每联为 $3\times 160\text{m}$ 的连续钢桁梁。全桥总长为4589m(公路)和6772m(铁路)。南京长江大桥的建成,标志着我国桥梁建筑在规模上和技术上达到了一个新的水平。

拱桥是我国大跨径桥梁的主要桥型之一,在中大桥梁总数中占一半以上。我国石拱桥有着悠久的历史,至今在盛产石料的地区仍修建了不少的石拱桥。1972年建成的重庆市丰都九溪沟大桥,跨径达116m,是目前世界上最大的石拱桥。

双曲拱桥是我国建桥工人首创并在我国桥梁建筑中曾风行一时的桥型,在短时间内修建数量之多,是其他桥型无法相比的。由于它具有轻型化、装配化、省工省料、施工工艺易被施工技术人员所掌握,而得到迅速推广。但双曲拱桥轻型单薄,承载能力较低,加之拱肋和拱波结合面之间容易出现裂缝,近年来修建的数量较少。河南的前河大桥是双曲拱桥的代表作,跨径达150m。

箱型拱桥具有较高的稳定性,受力性能比较好,适用于无支架施工,是修建大跨径拱桥的主要桥型之一。1997年修建的四川万县长江大桥,最大跨径达420m。

桁架拱桥和刚架拱桥,重量最轻,是适合于在软土地基上修建拱桥的好型式。由于这类桥型轻巧美观,各地修建较多。1976年建成的浙江宁海跨溪桥,桁架拱的跨径达75m。

钢筋混凝土和预应力混凝土梁式桥在我国获得很大的发展。对中小跨径的桥梁,广泛采用低合金钢的钢筋混凝土建造的钢筋混凝土空心板桥,最大跨径达16m。用高强精轧螺纹钢钢筋和钢绞线作预应力钢筋建造的预应力混凝土空心板桥,跨径分别达到25m和32m。同时进一步发展了预应力混凝土T形梁桥,最大跨径达62m。

预应力混凝土连续梁桥具有跨越能力大,施工方法灵活,可利用预制装配法、就地浇筑法、悬臂施工法、逐孔施工法和顶推施工法进行施工,因此近年来我国桥梁广泛采用这种形式。1990年建成的云南六库怒江桥,最大跨径达154m。

斜拉桥,由于结构合理、跨越能力大、用材指标低和外形美观而得到迅速发展,其中上海杨浦大桥,最大跨径达602m。

与此同时,也修建了一些T形刚架桥。1980年在重庆修建的三向预应力混凝土刚架桥,主桥跨径达174m。1997年在广东东莞修建的虎门大桥,辅航道为连续刚构桥,跨径为270m。

国内现代化的大跨度悬索桥也发展迅速,其中1999年建成的江阴长江大桥跨径达1385m。

随着城市建设的发展,城市各种立交桥、高架桥以及人行天桥相继修建,不论从交通组织、桥梁造型、桥梁结构等方面,都各具特色。比如北京的四元立交桥,上海、广州、济南等地的高架桥,全国各地的人行天桥等造型美观,风格各异。

二、桥梁建筑发展方向

随着技术的进步和经济的发展,交通量的猛增和人们物质文化要求的提高,对道路和桥梁的要求也越来越高。就桥梁而言主要表现为:

1. 对桥梁的功能要求越来越高。如桥梁的跨越能力、通行能力、承载能力等;
2. 对桥梁造型艺术的要求越来越高,特别是城市桥梁,往往被作为城市的特征,其建筑造型成为重要的评价指标;
3. 对桥梁的环保要求越来越高。如对行车污染和噪声限制、文明施工等;
4. 对桥梁的施工速度、施工质量和管理水平的要求有所提高,施工中普遍采用大型机械快速施工。

在桥梁的经济指标与施工技术和施工管理水平之间关系更加密切的今天,各国把研究桥梁施工技术放到了相当重要的位置,而材料用量最少的问题已退居为次要位置。因此施工技术的发展主要表现为以下几个方面:

1. 对中小跨径的桥梁上部结构一般优先考虑预制装配式施工。在公路和城市桥梁建设中,对先张法预应力混凝土板,大多采用工厂预制生产,后张法梁和大型预制节段大多采用在工地预制场预制,以避免大型构件运输困难。

2. 悬臂施工技术在建造大跨径桥梁中应用最多,施工效率较高,特别是预应力混凝土,由于充分利用了预应力结构的受力特点,而得以迅速发展。目前采用悬臂施工的预应力混凝土梁式桥的跨径达270m,钢筋混凝土拱桥的跨径达420m,钢桥的悬臂施工跨径已超过500m,斜拉桥达900m。

3. 桥梁机具设备向着大功能、高效率 and 自动化的方向发展。如大型起吊设备,长大构件的运输装置,高吨位的预应力设备等等。而在模板、支架和附属设备中,广泛采用钢结构和常备式钢构件,提高了设备的利用率。

4. 依据桥梁结构体系、跨径、材料和结构的受力状况,方便、合理地选取最适合的施工方法。即桥梁施工技术的发展,能更好地满足结构设计的要求。

第二节 桥梁施工与管理概述

一、桥梁施工内容

桥梁施工是实践桥梁设计的过程。桥梁按其构造型式可分为梁式桥、拱式桥、刚架桥、悬索桥和组合体系桥(如斜拉桥等);而按照桥梁的组成可分为上部结构(桥跨结构)、下部结构(墩台、基础)和附属结构三大部分。

(一) 基础施工

桥梁基础是支承桥梁墩台并将荷载传递给地基的结构物。基础施工由于在地面以下或在水中,涉及水、岩土问题,从而增加了施工的复杂程度,使桥梁基础的施工无法采用统

一的模式。常用的基础形式有扩大基础、桩基础及沉井基础等。

（二）上部结构施工

常见的上部结构施工方法有：

1. 支架法施工：支架法施工就是在桥位处搭设支架，在支架上浇筑梁体混凝土或砌筑拱圈，待混凝土达到一定强度后拆除模板、支架的施工方法。该方法适用于小跨径桥及斜坡弯桥等其他方法不适宜的桥梁施工。

2. 预制安装法施工：在预制工厂或在运输方便的桥址附近设置的预制场进行梁的预制工作，然后采用一定的架设方法进行安装。该法一般适用于钢筋混凝土或预应力混凝土简支梁桥的施工。

3. 悬臂法施工：悬臂法施工是从桥墩开始，向两侧对称进行梁段现浇或将预制梁段对称进行拼装。前者称为悬臂浇筑施工，后者称为悬臂拼装施工。该法适用于大跨径的连续梁桥、悬臂梁桥、T型刚构桥、连续刚构桥、斜拉桥等结构的施工。

4. 顶推法施工：顶推法施工是在沿桥纵轴方向的台后设置预制场，分节段预制，并纵向用预应力筋将预制节段与施工完成的梁体连成整体，然后通过水平千斤顶施力，将梁体向前推出预制场地。之后继续在预制场进行下一节段梁的预制，循环操作直至完成施工。该法适用于连续梁桥的施工。

（三）施工基本技术

钢筋混凝土和预应力钢筋混凝土结构的施工离不开模板工程、钢筋工程及混凝土工程这些基本的作业活动，因此不论采用何种方法进行桥梁结构的施工都必须掌握这些基本知识。

二、桥梁施工中质量、进度、效益和安全的相互关系

保证桥梁施工质量符合设计和规范要求是施工作业和施工管理中的重要课题。施工质量是保证进度、控制成本、确保安全的重要前提条件。市政工程质量反映着城市建设的技术水平和管理水平，反映着精神文明和物质文明的一个方面。提高市政工程质量必须不断提高施工技术水平。

在桥梁施工中，要树立“工序创造质量”的观念。不仅要掌握正确的施工方法，而且要加强质量管理。为了能够全面地、客观地、准确地反映市政工程质量所达到的标准，有利于进行质量评定、对比，起到相互交流学习的作用，也有利于市政工程质量检验方法向规范化、标准化靠近，建设部颁布了《市政桥梁工程质量检验评定标准》（CJJ2-90）。作为市政建设施工人员必须掌握正确的检验方法，才能从施工中获得完整、准确、可靠的质量特征数据，才能起到质量把关、预防和报告的职能。

作为桥梁施工而言，施工进度计划是施工组织管理的总纲领。施工进度控制不仅关系到企业的经济效益，而且关系到企业的信誉甚至更大的社会影响。

桥梁建设项目在进入施工阶段后，为了降低成本，提高经济效益，必须提高施工技术水平及管理水平。近年来，由于桥梁建设中材料占整个工程造价的比例有所下降，而机具设备及人工费用所占的比例在逐渐上升，对结构复杂、跨径大的桥梁更为明显。因此在桥梁施工中，合理安排进度计划，加强施工机具和劳动力的组织管理，尽量缩短工期，减少管理费用等对提高企业经济效益都具有十分重要的意义。

施工中要认真贯彻“安全生产，预防为主”的方针。在项目部各部门要建立安全生产

责任制、安全教育培训制、安全检查制等制度，施工中要严格遵守操作规程和施工现场安全纪律，以保证工程的顺利进行。

三、施工技术与施工管理

1. 施工技术与施工管理的关系

施工技术主要是指施工采用的方法、技术要求、质量保证措施等；而施工管理则主要是指施工组织管理。两者既有联系又有区别。施工技术是施工组织管理的基础，根据施工对象的特点、地域环境条件、施工队伍素质和设备情况，采取合理的技术措施是搞好施工组织管理的重要条件。施工组织管理是制定周密的施工计划，确保在规定的工期内优质、安全地完成设计图纸所要求的工程内容。

2. 施工管理的重要性

工程的施工管理是一门管理科学，要按照社会主义市场经济原则和现代化企业制度进行工程管理。目前我国在项目管理上实行了项目法人责任制、招标投标制、工程监理制和合同管理制。施工组织管理的目标和内容是工程的进度、质量、成本和安全控制，而对施工单位的项目部而言，管理的核心是成本控制。按照合同要求，并以经济合同为纽带，以提高工程管理水平为目标，使建设方、施工方及监理方形成相互制约、相互协作、相互促进的建设项目管理运行体制。施工单位只有采用科学的管理方法和严格的组织管理才能圆满地按照承包合同要求完成工程任务。

习 题

1. 桥梁工程在城市市政建设中的地位和作用是什么？
2. 桥梁工程的发展方向是什么？
3. 桥梁施工中质量、进度、效益和安全的相互关系如何？

第二章 施 工 准 备 工 作

为保证桥梁施工的顺利进行，施工前，必须做好一系列准备工作。其主要内容如下：

1. 组织有关人员查明图纸是否齐全、清楚，图纸之间有无矛盾和错误，如发现图纸和资料欠缺、矛盾等情况，应向设计单位和建设单位提出，予以补全、更正。对设计文件、图纸、资料进行研究和现场核对，必要时进行补充调查。核对和补充调查的内容包括：河流水文资料、桥位处地形、河床地质、气候条件、当地材料供应情况、运输条件、劳动力来源、可利用的房屋和水电设施等。较复杂的中型桥、大型桥和特大型桥，应该要求建设单位进行技术交底。

2. 在充分调查研究的基础上，根据设计文件要求和施工单位的具体情况，拟定施工方案，报上级批准。

3. 根据确定的施工方案，编制施工组织设计。它的内容应比施工方案更加明确、详尽，主要包括：

(1) 编制说明；

(2) 施工组织机构：配备适当的工作人员及拟定必要的规章制度；

(3) 施工方法：根据工程特点和单位的具体情况，叙述主体工程的施工方法；

(4) 施工现场布置：包括用地范围、临时性生产、生活用房，施工便桥、临时性道路、预制场地位置、各种材料堆放场、临时供水、电设备、大中型施工机械及其他临时设施布置等；

(5) 施工进度计划；

(6) 编制材料、劳动力、机具数量及供应计划；

(7) 编制保障施工质量、施工安全及环境保护的措施。

4. 健全施工组织机构。

5. 健全施工质量保证体系：主要内容为质量方针、质量目标、质量保证机构、质量保证程序、质量保证措施。

习 题

施工准备工作的内容和程序是什么？

第三章 施工基本操作

钢筋混凝土结构在桥梁建设中被广泛应用。随着桥梁施工的机械化,钢筋混凝土结构的施工由现场浇筑逐渐向预制安装方向发展,但无论何种施工方法,其施工均离不开模板、钢筋和混凝土等基本操作。本章将主要介绍模板、钢筋和混凝土的施工工艺。

第一节 模 板

由于混凝土拌和初期,其状态介于固体和液体之间,不具有强度,所以混凝土工程施工中需要模板作为临时承重结构物。模板不仅控制着构件的形状和尺寸,还直接影响混凝土工程进度及工程造价。

一、模板的种类

1. 木模板

木模板采用木材拼接出所需要的形状和尺寸,其一般由模板、肋木、立柱或由模板、直枋、横枋组成如图 3-1。模板厚度通常为 3~5cm,板宽 15~20cm,木模板制作容易,且可做成任意可能的形状,但对木材的损耗大,成本高且施工效率低,故木模板常应用在定型模板(如钢模)不易实现的混凝土构件中。

2. 钢模

目前,桥梁构件的尺寸趋向模数化,这给使用定型组合模板提供了可能。钢模板多是根据国家标准制作出的具有一定规格尺寸的模板,亦可根据实际工程进行制作。

钢模板是以钢板作为模板,以角钢代替肋木和立柱,钢板厚一般为 4mm。钢模板造价虽高,但由于周转次数多,实际成本低,而且其接缝严密,能承受强烈振捣,浇筑后的混凝土质量好,所以目前被广泛应用于桥梁建设中。

3. 钢木结合模

肋木、立柱采用角钢,将木模板用平头开槽螺栓固定于角钢上。这种模板节约木材,成本低,而且具有较大的刚度和稳定性。

4. 纤维板或塑料板模板

以木材或钢材作为内架,以纤维板或塑料板作为模板,这种模板拼接容易,混凝土表面平整。目前,采用该模板日益增多。

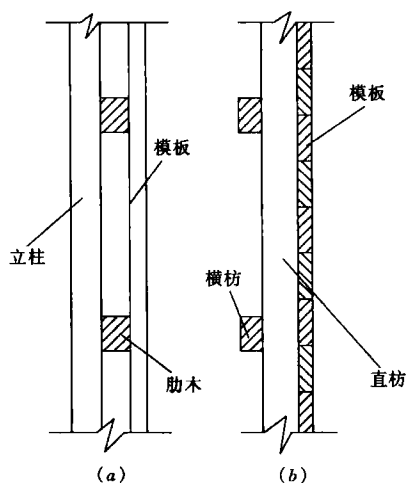


图 3-1 木模一般构造

底板混凝土浇筑后架立，顶上用临时支架固定，当两侧混凝土浇筑高度达芯模的 $\frac{2}{3}$ 时，可将顶上的临时支架拆除。

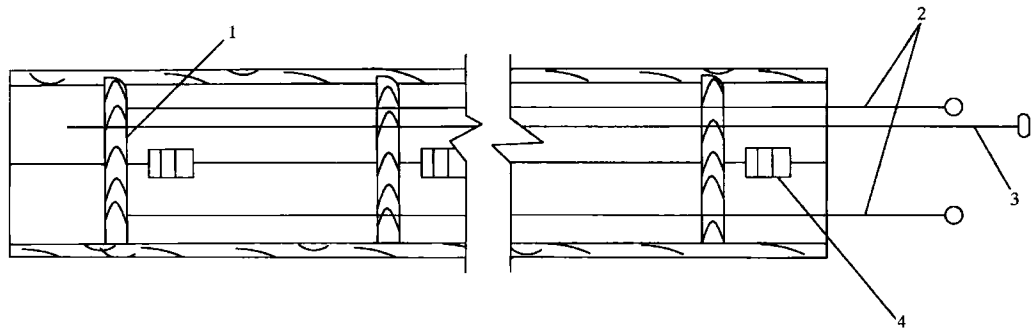


图 3-4 芯模构造

1—活动支撑板；2—扁钢条；3—拉条；4—铰链

中小跨径空心板的芯模还可采用充气胶囊芯模及钢管芯模。

胶囊芯模是由橡胶和纺织品加工成胶布，再用氯丁胶冷粘制成胶囊，充气后作为芯模使用，当混凝土浇筑 6~10h 后便可抽出芯模。充气胶囊在使用前应经过检查，不得漏气。浇筑混凝土时，为防止胶囊上浮和变位，除采用环状钢筋箍定位外，还应使用预制半径与设计空芯半径相同的混凝土压块或木压块，其弧长应不小于 $\frac{1}{12}$ 的设计空心的周长（形状见图 3-5）。每 1.0~1.5m 一个压于胶囊上，上面用压杠与模板底楞以螺栓连接，以免胶囊上浮。若采用混凝土块，则其强度等级应与构件强度等级相同，浇完混凝土构件后不取出；若用木块，则浇完构件混凝土，在撤除压杠后抽出胶囊前，须将木块取出，并用与

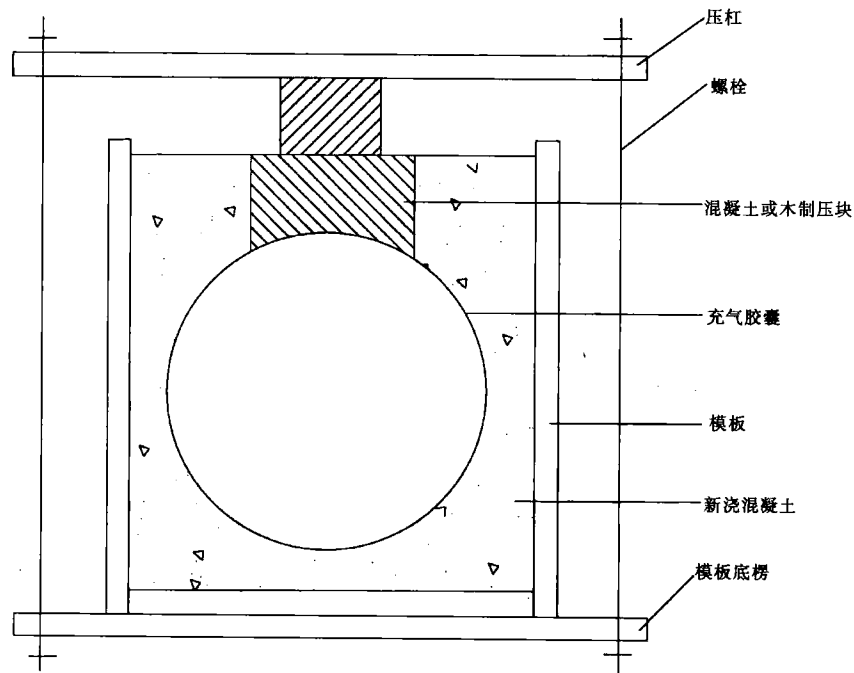


图 3-5 固定充气胶囊示意图

构件同强度等级的混凝土将空洞补平。

钢管芯模应由表面匀直、光滑的无缝钢管制作，混凝土终凝后，即可将芯模轻轻转动，然后边转动边拔出。

3. T 梁模板

图 3-6 为装配式钢筋混凝土 T 梁模板构造。图 3-7 为装配式钢筋混凝土 T 梁模板组合构件示意图。施工时先将组合构件拼成箱框，然后再拼装成整片 T 梁模板，拆模时只须将每个箱框下落外移即可。枕木下的地基必须夯实整平，以免在施工中发生不均匀沉降，必要时可打小木桩。

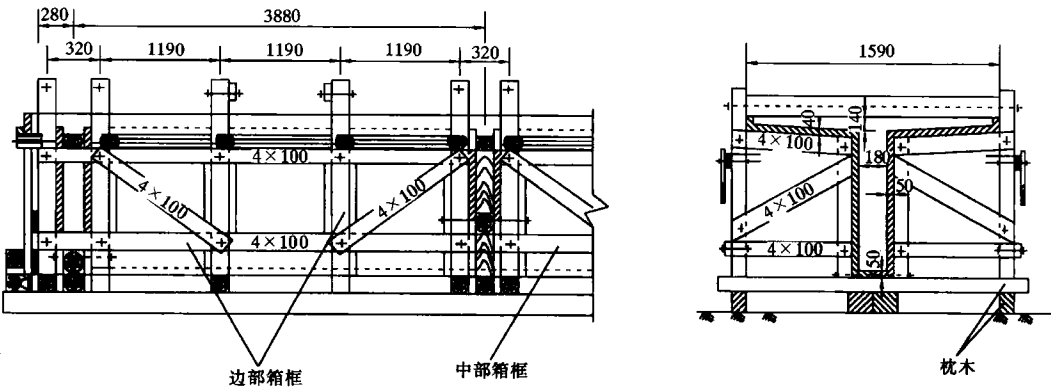


图 3-6 装配式钢筋混凝土 T 梁模板构造

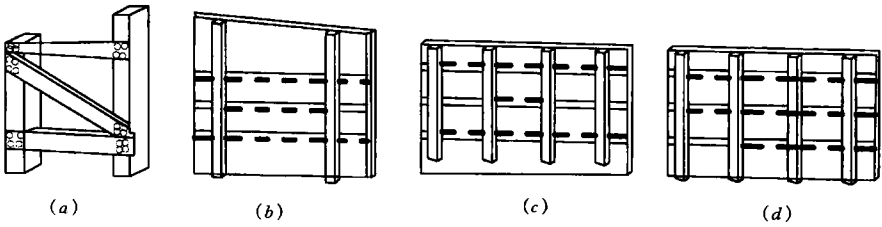


图 3-7 装配式钢筋混凝土 T 梁模板组合构件

(a) 框架；(b) 横隔梁侧板；(c) 翼板；(d) 主梁侧板

(二) 下部结构模板

图 3-8 为圆端形桥墩模板构造。图 3-9 为桥墩模板骨架。这种模板的位置是固定的，整个桥墩模板由壳板、肋木、立柱、撑木、拉条、枕梁和铁件组成。肋木间距 L_1 取决于板壳厚度及混凝土侧压力的大小，肋木跨径 L_2 等于立柱间的距离，可根据计算决定。如果水平肋木与立柱的每个交点处都有设置拉杆，则立柱不受弯曲。

立柱与底框可采用圆木，肋木一般用方木制成。圆形部分的拱肋木条由 2~3 层木板交错重叠用铁件组合，里面做成与墩面相配合的曲线形状。墩端圆头部分混凝土的压力，假定垂直作用于模板表面，有使拱肋木与相接的直肋木拉开的趋势。因此连接拱肋木的螺栓或钉子应根据计算设置。

为了保证模板在风力作用下的稳定，安装好的模板就用临时内部连接杆与拉索固定起来（如图 3-10）。