



住房城乡建设部土建类学科专业“十三五”规划教材



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材  
(经典精品系列教材)

# 桥梁施工

(第二版)

北京交通大学 卢文良 季文玉 许克宾 主编  
中南大学 王永和 主审

非  
外  
借

中国建筑工业出版社

住房和城乡建设部土建类学科专业“十三五”规划教材  
“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材  
(经典精品系列教材)

# 桥 梁 施 工

(第二版)

北京交通大学 卢文良 季文玉 许克宾 主编  
中 南 大 学 王永和 主审

中国建筑工业出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

桥梁施工/卢文良,季文玉,许克宾主编. —2版. —北京:中国建筑工业出版社,2017.10

住房城乡建设部土建类学科专业“十三五”规划教材.  
“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材. 高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材 (经典精品系列教材)

ISBN 978-7-112-21201-9

I. ①桥… II. ①卢… ②季… ③许… III. ①桥梁施工-高等学校-教材 IV. ①U445

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 220594 号

本书为《住房城乡建设部土建类学科专业“十三五”规划教材》,同时也是《“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材》,是在第一版基础上,根据近年来桥梁施工技术的最新发展和公路、铁路桥梁施工最新标准和规范修订而成。

本书编写中力求抓住重点,突出桥梁各部分施工的基本原理和方法,使学生在有限的学时内获得必要的知识。同时,教材紧密结合生产实际,反映了当前桥梁施工技术及管理组织水平,融入了最新科技成果和现行有关施工技术规范,以培养学生的创新思维、规范意识和独立工作能力。

本书可作为高等学校土木工程专业教材,也可供从事桥梁工程施工的工程技术人员参考使用。

为了方便教师讲授和学生学学习,本书作者制作了与教材配套的教学课件,除反映教材基本内容外,还补充了一定数量的施工照片,使教材更贴近工程实际。另外,作者还提供了部分与教材相关的桥梁专项施工讲座电子文稿,包括:“原材料检测、存放及加工技术”、“桩基施工相关技术”、“承台、墩身施工技术”、“箱梁施工技术”、“挂篮及移动模架施工技术”、“桥梁钢结构施工技术”等。教学课件和专项讲座电子文稿,有需要的老师可以登录“中国建筑出版在线 (www.cabp.link.com)”网站免费下载。

\* \* \*

责任编辑:吉万旺 王 跃

责任校对:李欣慰 刘梦然

## 住房城乡建设部土建类学科专业“十三五”规划教材 “十二五”普通高等教育本科国家级规划教材 高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材 (经典精品系列教材)

### 桥 梁 施 工 (第二版)

北京交通大学 卢文良 季文玉 许克宾 主编  
中 南 大 学 王 永 和 主 审

\*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京海淀三里河路9号)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京建筑工业出版社印刷

\*

开本:787×960毫米 1/16 印张:20 $\frac{3}{4}$  字数:429千字

2018年1月第二版 2018年1月第十三次印刷

定价:45.00元 (赠课件)

ISBN 978-7-112-21201-9

(30846)

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)

## 出版说明

为规范我国土木工程专业教学,指导各学校土木工程专业人才培养,高等学校土木工程学科专业指导委员会组织我国土木工程专业教育领域的优秀专家编写了《高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材》。本系列教材自2002年起陆续出版,共40余册,十余年来多次修订,在土木工程专业教学中起到了积极的指导作用。

本系列教材从宽口径、大土木的概念出发,根据教育部有关高等教育土木工程专业课程设置的教學要求编写,经过多年的建设和发展,逐步形成了自己的特色。本系列教材曾被教育部评为面向21世纪课程教材,其中大多数曾被评为普通高等教育“十一五”国家级规划教材和普通高等教育土建学科专业“十五”、“十一五”、“十二五”规划教材,并有11种入选教育部普通高等教育精品教材。2012年,本系列教材全部入选第一批“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材。

2011年,高等学校土木工程学科专业指导委员会根据国家教育行政主管部门的要求以及我国土木工程专业教学现状,编制了《高等学校土木工程本科指导性专业规范》。在此基础上,高等学校土木工程学科专业指导委员会及时规划出版了高等学校土木工程本科指导性专业规范配套教材。为区分两套教材,特在原系列教材丛书名《高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材》后加上经典精品系列教材。2016年,本套教材整体被评为《住房城乡建设部土建类学科专业“十三五”规划教材》,请各位主编及有关单位根据《住房城乡建设部关于印发高等教育职业教育土建类学科专业“十三五”规划教材选题的通知》要求,高度重视土建类学科专业教材建设工作,做好规划教材的编写、出版和使用,为提高土建类高等教育教学质量和人才培养质量做出贡献。

高等学校土木工程学科专业指导委员会  
中国建筑工业出版社

## 第二版前言

本书是高等学校土木工程学科专业指导委员会组织编写的系列教材中的一本专业课教材。2012年入选第一批《“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材》，2016年入选《住房城乡建设部土建类学科专业“十三五”规划教材》。开设桥梁施工课程的目的，是为了加强土木工程人才培养实践环节，避免理论脱离实际，防止知识的片面性，使学生能够成为懂理论、会设计、会制造的工程技术人才。

桥梁施工包括基础、墩台和上部结构施工，内容繁多，且施工技术不断发展，日新月异。本书编写中力求抓住重点，体现“少而精”的原则，突出各部分施工的基本原理和方法，使学生在有限的学时内能够获得必要的施工基础知识。同时，力求紧密结合生产实际，反映当前桥梁施工技术及组织管理水平，融入最新科技成果和现行有关施工技术规范，以培养学生的创新思维、规范意识和独立工作能力。

为了方便教师讲授和学生学习，本书编辑了一套与教材配套的电子演示文稿，除反映教材基本内容外，还补充了一定数量的施工照片，使教材更贴近生产实际，有利于拓展学生的视野，增加感性认识。作为一种教学辅助手段，电子演示文稿主要提供了一个框架和素材，在使用中尚需不断补充、修改、完善，使其适应不同教学风格和施工技术的发展。

近些年中国铁路、公路、市政桥梁的数量和质量都有显著提高，出现了许多大跨度、高墩、新型的桥梁，专项施工技术、施工装备也有了很大发展。本书第二版补充了一些桥梁施工新进展、新技术。第1章总论中增加了近些年桥梁技术总体进步的介绍；第2章新增了施工便梁内容；第3章完善了相关施工控制表格；第4章完善了一些施工控制参数，使之体现了新版施工技术规范的要求；第5章中修改完善了架梁设备的新进展；第6章对悬臂施工方法做了补充完善；第7章补充了拱架预拱度的规定；第8章补充完善了先导索架设方法；第9章补充完善了钢拱桥施工技术；第10章补充完善了索力测量方法。改正了第一版中的一些文字错误，完善了与课程配套的电子演示文稿。新增了几个桥梁专项施工讲座电子文稿，内容包括：“原材料检测、存放及加工技术”、“桩基施工相关技术”、“承台、墩身施工技术”、“箱梁施工技术”、“挂篮及移动模架施工技术”、“桥梁钢结构施工技术”等，专项讲座内容主要介绍了常见桥梁施工技术中的主要工序和易发质量问题。

《桥梁施工》第二版修订工作得到了北京交通大学韩冰教授、研究生祁炎萍此为试读,需要完整PDF请访问: [www.ertongbook.com](http://www.ertongbook.com)

和张天保的大力帮助。本书由中南大学王永和教授担任主审。教材编写中很多专家,包括景春阳、杨启宾、王清明、张伟、盛黎明、周四思、王引富、陈良江、高自茂等提供了宝贵的资料,在此表示衷心的感谢!许克宾教授为本书倾注了大量心血,许老师的不幸离世也使本书第二版有所延迟。感谢中国建筑工业出版社吉万旺编辑对本书编写和出版给予的关心和大力支持。

本书修订过程中,吸收了许多同行专家的宝贵意见,应用了大量参考资料,未能一一同原作者联系,在此一并表示感谢。

由于编写水平有限,本书中难免存在谬误之处,敬请读者批评指正,以便再版时予以修正。来函请寄北京交通大学土木建筑工程学院 卢文良收(邮编100044),或发送邮件至 WLLU@bjtu.edu.cn。

编者

2017年7月

## 第一版前言

本书是全国高等学校土木工程专业教育指导委员会组织编写的系列教材中的一本专业课教材。开设桥梁施工课程的目的,是为了加强学生的实践知识环节,避免理论脱离实际,防止知识的片面性,使学生能够成为懂理论、会设计、会制造的工程技术人才。

桥梁施工包括基础、墩台和上部结构施工,内容繁多,且施工技术不断发展,日新月异。本书编写中力求抓住重点,体现“少而精”的原则,突出各部分施工的基本原理和方法,使学生在有限的学时内能够获得必要的施工基础知识。同时,力求紧密结合生产实际,反映当前桥梁施工技术及组织管理水平,融入最新科技成果和现行有关施工技术规范,以培养学生的创新思维、规范意识和独立工作能力。

此外,为了方便讲授和复习,本书利用 Microsoft Office PowerPoint 编辑了一套与教材配套的电子演示文稿,并制作了光盘,除反映教材基本内容外,还补充了一定数量的施工照片,使教材更贴近生产实际,有利于拓展学生的视野,增加感性认识。不过作为一种教学辅助手段,本光盘主要是提供了一个框架和素材,在使用中尚需不断补充、修改、完善,使其适应不同教学风格和施工技术的发展。

本书由北京交通大学许克宾教授主编,卢文良副教授、季文玉教授为副主编,中南大学王永和教授主审。

全书共 11 章。其中第 1、7、9、11 章由许克宾编写;第 2、5 章由卢文良编写;第 6 章由季文玉编写;第 8 章由西南交通大学沈锐利教授和卜一之教授编写;第 3 章由兰州交通大学王旭教授和许克宾共同编写;第 4 章由王旭和卢文良共同编写;第 10 章由北京交通大学夏禾教授编写。方桂芬、陈轶鹏、王文雷参加了 Powerpoint 电子演示文稿制作。

感谢中铁十八局集团公司景春阳、中国铁路工程总公司杨启宾、中国铁道建筑总公司王清明、张伟、中铁工程设计咨询集团公司盛黎明、铁道第三勘察设计院周四思、中铁十五局集团公司王引富、铁道部工程设计鉴定中心陈良江、郑州大方桥梁机械有限公司高自茂等同志为本教材提供了许多宝贵的资料。感谢北京交通大学土木建筑工程学院领导对本书编写的指导。同时感谢中国建筑工业出版社吉万旺编辑对本书编写和出版给予大力支持。

在本书编写过程中,应用了大量参考文献,未能一一同原作者联系,在此一并表示感谢。

由于编写水平有限，教材中难免存在谬误之处，敬请读者批评指正，以便再版时予以修正。来函请寄北京交通大学土木建筑工程学院（邮编 100044）。

编 者

2004 年 8 月



# 目 录

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 第 1 章 总论              | 1   |
| § 1.1 桥梁工程中施工技术的作用    | 1   |
| § 1.2 桥梁工程施工技术的发展     | 1   |
| § 1.3 桥梁施工方法概述        | 12  |
| § 1.4 桥梁施工方法的选择       | 13  |
| 思考题与习题                | 14  |
| 第 2 章 常备式结构与常用主要施工设备  | 15  |
| § 2.1 概述              | 15  |
| § 2.2 桥梁施工常备式结构       | 15  |
| § 2.3 桥梁施工常用的起重机具设备   | 27  |
| § 2.4 混凝土设备           | 37  |
| § 2.5 预应力张拉锚固设备       | 43  |
| § 2.6 其他常用机具及设备       | 48  |
| 思考题与习题                | 49  |
| 第 3 章 桥梁基础施工          | 51  |
| § 3.1 明挖基础施工          | 51  |
| § 3.2 桩基础施工           | 64  |
| § 3.3 沉井与沉箱基础施工       | 85  |
| 思考题与习题                | 102 |
| 第 4 章 桥梁墩台施工          | 103 |
| § 4.1 墩台施工的基本要求       | 103 |
| § 4.2 混凝土墩台施工模板的类型和构造 | 104 |
| § 4.3 模板设计            | 110 |
| § 4.4 混凝土工程           | 112 |
| § 4.5 高桥墩施工           | 122 |
| § 4.6 砌体墩台施工          | 130 |
| § 4.7 墩台顶帽施工          | 132 |
| § 4.8 拼装式墩台施工         | 133 |
| 思考题与习题                | 135 |
| 第 5 章 混凝土简支梁制造与架设     | 136 |
| § 5.1 模板的构造           | 136 |

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| § 5.2 钢筋混凝土简支梁制造 .....         | 139 |
| § 5.3 预应力混凝土简支梁制造 .....        | 144 |
| § 5.4 混凝土简支梁整孔(片)架设 .....      | 153 |
| 思考题与习题 .....                   | 165 |
| <b>第 6 章 混凝土连续梁施工</b> .....    | 166 |
| § 6.1 悬臂法施工 .....              | 166 |
| § 6.2 逐孔施工法 .....              | 190 |
| § 6.3 顶推施工法 .....              | 193 |
| 思考题与习题 .....                   | 202 |
| <b>第 7 章 混凝土拱桥施工</b> .....     | 203 |
| § 7.1 拱架的构造和安装 .....           | 203 |
| § 7.2 拱架的计算要点 .....            | 207 |
| § 7.3 拱圈及拱上建筑的施工 .....         | 208 |
| § 7.4 拱桥的无支架施工 .....           | 211 |
| 思考题与习题 .....                   | 217 |
| <b>第 8 章 斜拉桥和悬索桥施工</b> .....   | 218 |
| § 8.1 桥塔的施工 .....              | 218 |
| § 8.2 悬索桥锚碇的施工 .....           | 223 |
| § 8.3 斜拉桥主梁的施工 .....           | 225 |
| § 8.4 斜拉桥斜拉索的施工 .....          | 229 |
| § 8.5 悬索桥主缆的施工 .....           | 235 |
| § 8.6 悬索桥加劲梁的架设 .....          | 250 |
| 思考题与习题 .....                   | 257 |
| <b>第 9 章 钢桥制造及安装</b> .....     | 259 |
| § 9.1 钢构件的制作 .....             | 259 |
| § 9.2 钢梁架设的基本作业 .....          | 264 |
| § 9.3 膺架法架梁 .....              | 267 |
| § 9.4 悬臂拼装法架梁 .....            | 268 |
| § 9.5 拖拉法架梁 .....              | 274 |
| § 9.6 浮运法架梁 .....              | 278 |
| § 9.7 钢梁架设的其他方法 .....          | 279 |
| § 9.8 钢拱桥 .....                | 281 |
| 思考题与习题 .....                   | 285 |
| <b>第 10 章 桥梁施工控制技术简介</b> ..... | 286 |
| § 10.1 桥梁施工控制的任务与内容 .....      | 286 |
| § 10.2 桥梁施工控制方法 .....          | 287 |

|                         |            |
|-------------------------|------------|
| § 10.3 各种桥型施工控制特点       | 292        |
| § 10.4 施工监测方法与仪器        | 295        |
| 思考题与习题                  | 298        |
| <b>第 11 章 桥梁施工组织设计</b>  | <b>299</b> |
| § 11.1 桥梁施工组织设计的类型和基本内容 | 299        |
| § 11.2 桥梁施工组织设计的编制      | 301        |
| § 11.3 施工场地布置           | 306        |
| 思考题与习题                  | 318        |
| <b>主要参考文献</b>           | <b>319</b> |

# 第1章 总 论

## § 1.1 桥梁工程中施工技术的作用

桥梁建设一般要经过规划、勘察、设计和施工等阶段。施工阶段的任务是，具体实现桥梁设计思想和设计意图，把图纸变为现实，其成果是提供一座能够满足功能要求的桥梁建筑物。

桥梁施工主要包括桥梁的施工技术和施工组织。施工技术水平的高低，对桥梁工程建设常常起着举足轻重的作用。特别是对于结构复杂、环境恶劣的桥梁，建设者的设计意图能否真正得以实现，在很大程度上取决于采用的施工技术。因此，即使在设计阶段，也必须充分考虑采用的施工方法，以求通过合理的施工技术保证设计的实现。另一方面，桥梁施工技术的发展，为实现桥梁设计意图，提供了灵活多样且强有力的手段，也为增大桥梁跨度，改进结构形式以及采用新材料，提供了必要的条件。先进的施工技术能够影响和促进桥梁设计水平的提高和发展。

采用先进合理的施工技术，对于降低工程造价，保证工程质量，加快施工进度和实现安全生产都是十分重要的。

## § 1.2 桥梁工程施工技术的发展

现代的桥梁施工技术，是在原始施工方法的基础上，经过不断改进、提高的漫长过程中逐步发展起来的。我国古代桥梁的建造技术有着辉煌的成就，充分表现了劳动人民的智慧和力量。建于隋代的安济桥（605年）、宋代的卢沟桥（1192年）、清代颐和园内的玉带桥（1750年）和十七孔桥（1795年）等，在世界桥梁建设史上留下了光辉的一页。建造难度大、施工技术复杂的泉州洛阳桥（1053年），是一座濒临海湾的大石桥，地处浪涛汹涌的海口，开创了现代称为筏形基础的桥基，采用抛石技术并巧妙地用生生不息的牡蛎使筏形基础固结成整体。漳州虎渡桥（1240年），石梁重达200t，当时采用何种方法安装就位，至今仍无从考证，足见我国古代桥梁建筑技术的高超。

然而，封建制度的长期统治，大大束缚了生产力的发展。在桥梁建筑方面，大部分是外国投资、洋人设计、外商承包、技术落后、进展缓慢。我国自行设计施工的京张铁路桥梁（1905~1909年），钢梁的最大跨度仅达33.5m。全线最长

的怀来桥,墩身采用的是木桩基础,施工时用农田灌溉水车抽水,人力拉拽落锤打桩。钢梁杆件用骡车运达工地组拼。至于浙赣线杭州钱塘江桥,虽为国人自行设计,但正桥墩台基础和钢梁工程,则分由外国公司承包施工。

新中国成立后,随着交通运输业的发展,我国桥梁施工技术水平迅速提高。特别是改革开放以来,我国桥梁建设进入了一个辉煌的时期,建成了一大批结构新颖、技术复杂、设计和施工难度大的桥梁,建设水平已处于世界先进行列。

### (1) 中小跨度预应力混凝土梁的制造与架设

20世纪50年代,我国开始对预应力混凝土技术进行研究。1955年,在原丰台桥梁厂试制了一孔跨度12m的试验梁。次年,在陇海线新沂河上建成我国第一座预应力混凝土铁路桥,跨度23.8m。由此开始,预应力混凝土梁得到广泛的应用,在跨度32m以下全部取代钢梁,对节约钢材发挥了重要作用。钢筋混凝土梁和预应力混凝土梁,大量采用工厂预制,运送到工地使用架桥机架设,梁体质量好,工程进度快,成本低,成为新线铁路桥梁施工的基本形式。

20世纪50年代,我国开始使用双悬臂式架桥机架设混凝土梁,其中最大吊重为130t,可分片架设跨度32m铁路预应力混凝土梁。20世纪60年代以后,我国发展应用简支式架桥机架梁,显著提高了架梁的安全性。在2002年建成的秦沈铁路客运专线上,大量使用了单、双线跨度16~32m预应力梁,配套使用多种形式的架桥机,其中JQ600架桥机额定起重量达600t,如图1-1所示。近年来架桥机也取得了一些发展,如JQ900A架桥机的额定起重量达900t,2013年我国首台集提梁、运梁和架梁于一体的900t级高铁新型架桥机在吉林至珲春客运专线投入使用。公路装配式混凝土梁桥由于构件较轻,广泛采用设备简易、灵活

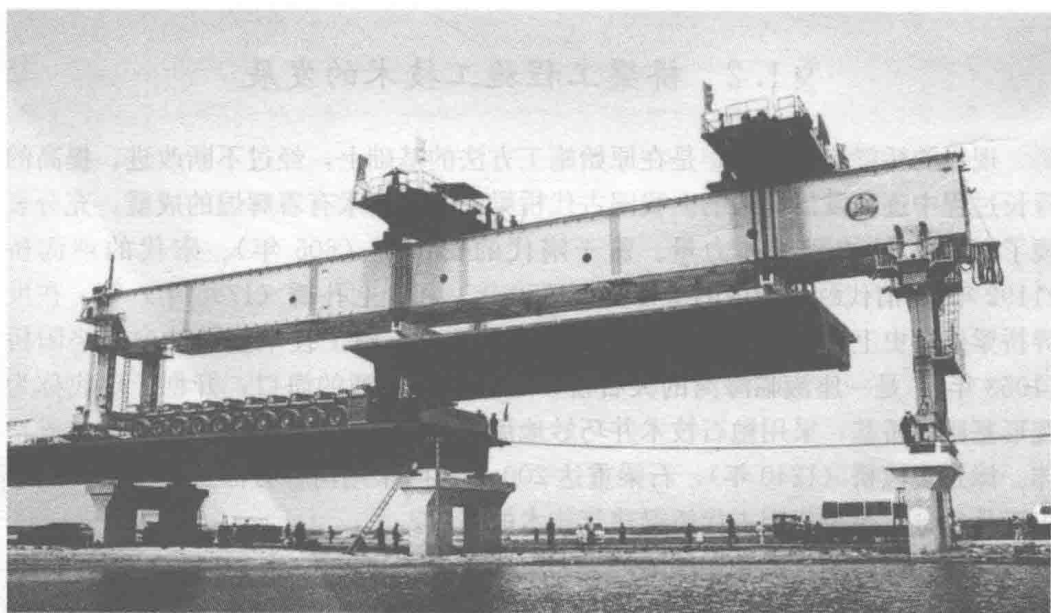


图 1-1 JQ600 架桥机架梁

多样的安装方法。

### (2) 桁式拱架配合缆索吊机施工混凝土拱桥

20 世纪 50 年代为了节约钢材,扩大钢筋混凝土桥的使用范围,增大其跨度,我国先后修建了多座跨度 53m 以上的铁路空腹式钢筋混凝土拱桥,使我国拱桥施工技术水平显著提高。1956 年在包兰线上建成的东岗镇黄河桥,把我国混凝土拱桥的跨度从 40m 发展到了 53m。从此开始施工中采用常备式钢拱架,取代以往采用的木制满布式拱架。作为主要起吊、运输设备,使用两台 1.7t 的缆索吊车(塔距 300m),悬臂安装钢拱架和拱架上混凝土灌注等。1959 年建成的太焦线丹河桥,将跨度增大到 88m,成为 50 年代我国最大跨度的钢筋混凝土拱桥。钢拱架仍然采用悬臂安装,使用两台 3t 缆索吊机。在这个基础上,1960 年开工兴建了当时我国最大跨度(150m)的钢筋混凝土铁路拱桥。施工中采用箱形拱。拱肋分层拼装,使先装的拱肋底板与拱架共同受力。钢拱架由原来需要的 14 片减少为 8 片,从而节省了大量钢材。构件安装采用两台吊重 25t 的缆索吊机,跨度 480m。拱肋合龙前,在拱顶进行千斤顶应力调整,改善拱肋的受力状态。

缆索吊机除作为拱桥施工常用的起重机具外,缆索吊装法施工,还作为我国公路装配式拱桥无支架施工的主要方法被普遍采用。其吊装能力已达 160t,能够顺利地帮助吊装完成主跨度 416m(云桂铁路南盘江特大桥,2016 年建成)的目前世界最大跨度客货共用高速铁路特大桥的主体施工。

近年来在桁式拱架基础上发展起来的劲性骨架施工法,在我国公路桥梁中得到了较广泛的应用。1990 年建成通车的宜宾小南门金沙江大桥,系主跨 240m 中承式拱桥,采用了型钢构件组拼桁架式劲性骨架施工。施工中利用缆索吊机分 7 段伸臂吊装劲性骨架成拱,然后在钢骨架上挂模、分段现浇箱拱混凝土。接着 1996 年广西邕江大桥骨架采用钢管混凝土,使这种方法又跨上了一个新台阶。1997 年采用同样方法建成的重庆万县长江大桥(主跨 420m),为当时世界上最大跨度的混凝土拱桥。图 1-2 为万县长江大桥劲性骨架吊装。2015 年建成的沪昆高铁北盘江特大桥主跨 445m,是目前世界跨度最大的铁路劲性骨架钢筋混凝土拱桥。

### (3) 悬臂法施工混凝土梁桥

悬臂法施工预应力混凝土梁桥,无需在桥下搭设支架,直接从已建桥墩顶部,逐段向跨中方向延伸施工,既节省了庞大的脚手架工程,又不会造成对桥下交通的干扰,是当今建造大跨度预应力混凝土梁桥的主要施工方法。

我国采用悬臂法建造预应力混凝土梁桥,始于 20 世纪 60 年代成昆铁路悬臂拼装法施工的旧庄河 1 号桥和悬臂灌注法施工的孙水河 5 号桥,两座预应力混凝土铰接悬臂梁桥。50 多年来悬臂法施工在我国得到广泛的应用,对推动大跨度混凝土梁的发展起到很大作用。国内建成的大跨度混凝土梁桥绝大部分是采用悬

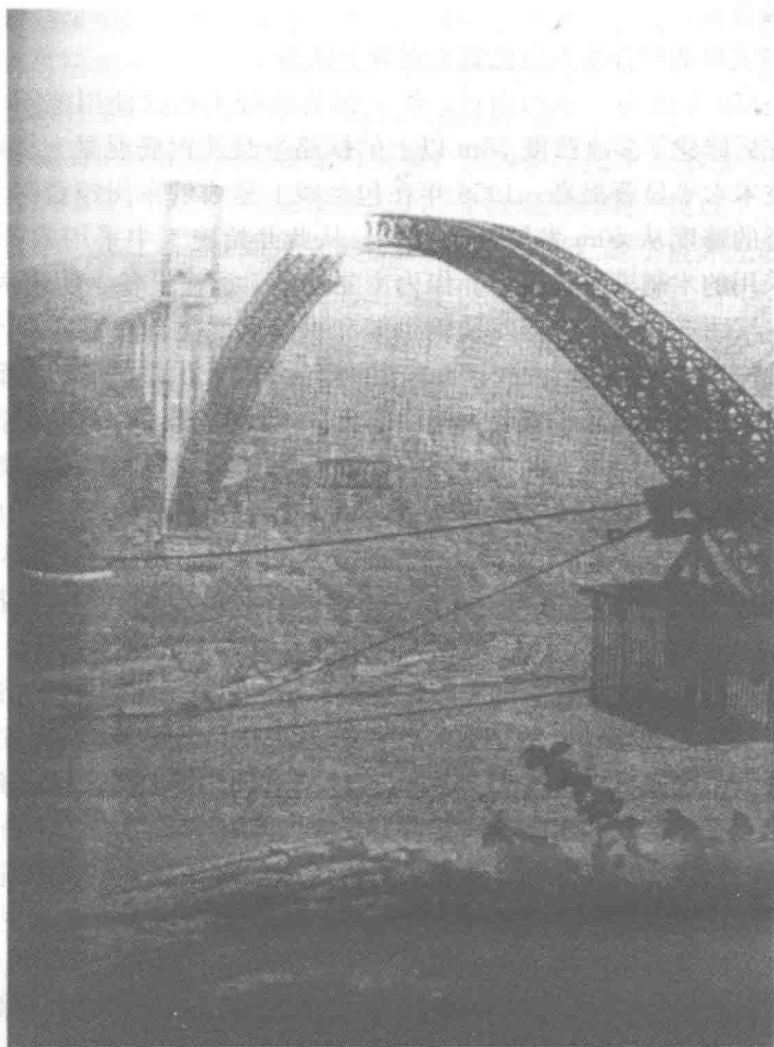


图 1-2 混凝土拱桥劲性骨架吊装

臂法施工的。最大跨度达 270m（虎门公路大桥副航道桥），1997 年建成时居世界首位。图 1-3 所示为悬臂灌注法建造连续体系梁桥。

钢筋混凝土拱桥采用悬臂法施工建造，大大提高了它与其他桥型的竞争能力。1974 年日本首先采用悬臂灌注法，修建了跨度 170m 的外津桥。1980 年前南斯拉夫用悬臂拼装法，建成当时世界上最大跨度 390m 的 KRK 大桥。20 世纪 80 年代以来，在我国南方用悬臂拼装法，修建了多座大跨度悬臂桁架拱桥，如 1981 年贵州长岩大桥，单孔跨度 75m。1995 年建成的贵州江界河大桥，为上承式混凝土桁式组合拱桥，当时跨度 330m 居世界第 3 位。

斜拉桥的梁体尺寸较小，各节间有拉索支承，索塔还可用来设置辅助拉索，因此悬臂施工法是混凝土斜拉桥施工中普遍采用的方法。我国混凝土斜拉桥，除



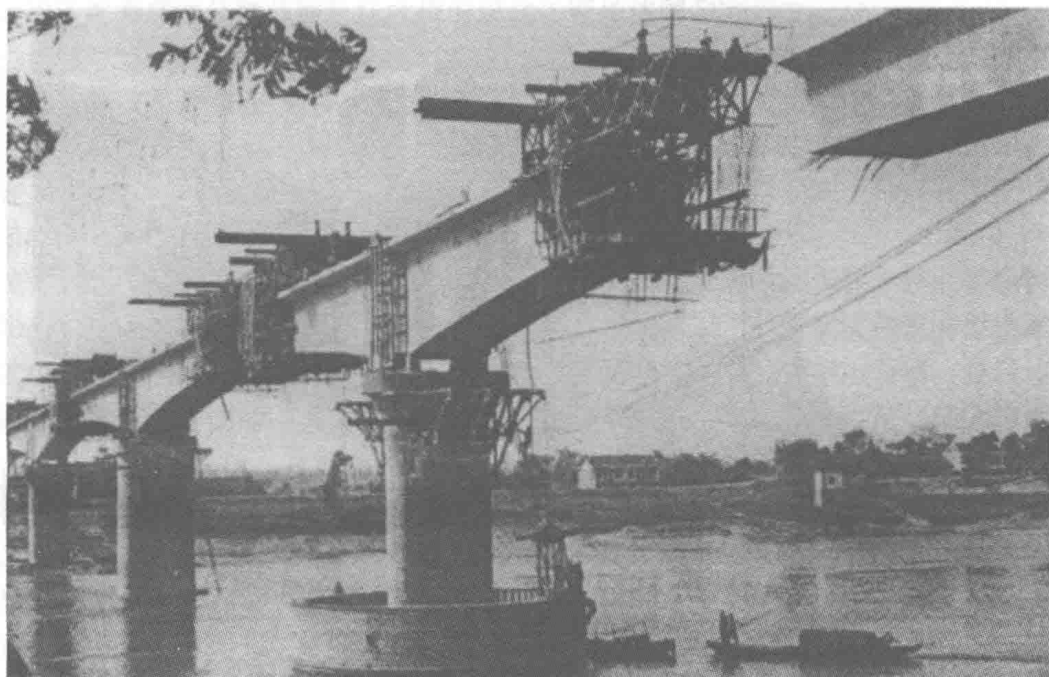


图 1-3 悬臂灌注法施工

跨度较小者外，基本上都是悬臂灌注法施工的。在施工技术、施工控制等方面，积累了丰富的经验。

#### (4) 顶推法架设预应力混凝土梁

顶推法架设预应力混凝土梁，在 1959～1962 年施工的奥地利 Ager 桥中首先应用。我国最早采用顶推法架设的铁路桥梁是狄家河桥（1977 年，跨度  $4 \times 40\text{m}$ ），公路桥梁是万江桥（1978 年，跨度  $40\text{m} + 54\text{m} + 40\text{m}$ ）。这种方法的优点是，桥跨顶推施工时，不受桥下深水、峡谷和交通的阻碍，同时梁段在桥头工厂制造，质量容易得到保证。在我国，顶推法施工得到了较为广泛的应用。其中最长的桥为广东九江大桥引桥，跨度为  $40\text{m} + 10 \times 50\text{m}$ 。

钱塘江二桥的铁路引桥，采用了单点顶推法施工。重达 3000t 以上的梁体，在桥位上总共向前推进了 800m 的距离。汾水河公路桥（1980 年，跨度  $6 \times 38\text{m}$ ）预应力混凝土连续梁，是我国第一座采用多点顶推架设的桥梁。

#### (5) 逐孔施工法建造预应力混凝土梁

逐孔施工法适用于多孔中小跨度长桥，是从桥梁一端开始，采用一套施工设备或 1～2 孔施工支架逐孔施工，周期循环，直到桥梁的另一端。逐孔施工法从 20 世纪 50 年代末期以来，首先在德国、法国、瑞士等国采用，后普及西欧，今已推广到全世界。

逐孔施工法，可分为移动支架法和移动模架法两类。1994 年宁夏灵武支线黄河大桥（图 1-4），用移动支架法成功架设了 10 孔跨度 46m 铁路预应力混凝土



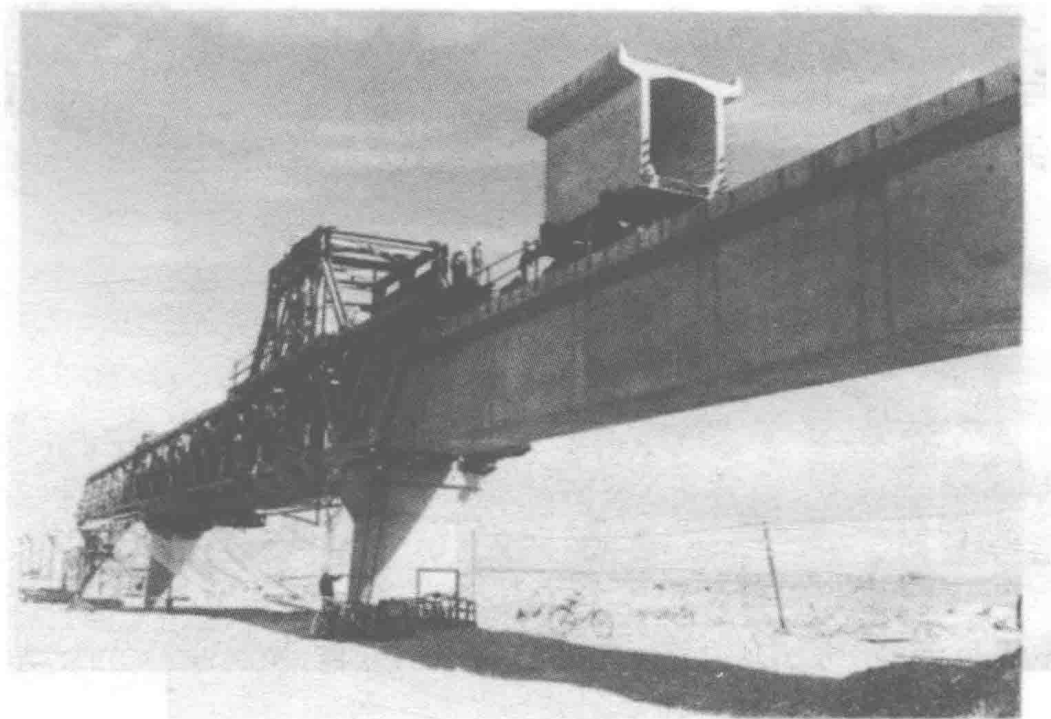


图 1-4 移动支架法架梁

箱形截面简支梁，为我国中等跨度混凝土梁的架设开辟了新途径。移动支架法拼装混凝土梁施工，是在桥墩上逐孔拖拉移动支架，在支架上逐孔拼装混凝土梁段，完成架梁任务。1995 年在南昆线打梗桥和白水河桥，采用这种方法架设了跨度 56m 的预应力混凝土铁路简支梁桥。2000 年在包西线秃尾河桥用同样的方法架设了目前国内最大跨度 64m 的预应力混凝土铁路简支梁。

移动支架法架梁的另一种形式，是采用一套高架桁架吊挂梁段拼装。石长铁路长沙湘江大桥，采用这种所谓造桥机，首次架设了 9 孔 96m 的预应力混凝土连续梁。造桥机全长 244.6m，吊装预制梁段最大重量 150t。

移动模架法始于 1959 年联邦德国的克钦卡汉桥的施工中。后迅速在西欧推广应用。它是快速修建成中小跨度预应力混凝土长桥的有效施工方法。它可在移动的拼装式支架模板上，完成 1 孔梁的全部工序。混凝土脱模后，支架连同模板移至前方，逐孔施工。我国 1990 年施工的厦门高集海峡大桥，全长 2070m，为 46 孔跨度 45m 的等跨公路预应力混凝土箱梁。施工所用的移动模架，由原联邦德国 P-z 公司研制，亦称 P-z 法。2000 年建成的秦沈客运专线上，采用移动模架（MZ32）法逐孔施工，建成一座 49 孔跨度 32m 的双线混凝土简支箱梁小凌河特大桥。近年来，国内在移动模架制梁技术方面取得了突飞猛进的发展，2005 年

此为试读, 需要完整PDF请访问: [www.ertongbook.com](http://www.ertongbook.com)