



普通高等教育土建学科专业“十一五”规划教材
21世纪交通版高等学校教材

桥梁施工及组织管理

Bridge Construction and Organization

(第二版) 上册

魏红一 主 编
向中富 主 审



人民交通出版社
China Communications Press

U445/12

:1.

2008

普通高等教育土建学科专业“十一五”规划教材
21 世纪交通版高等学校教材

Qiaoliang Shigong ji Zuzhi Guanli

桥梁施工及组织管理

(第二版)

上册

魏红一 主编

向中富 主审

人民交通出版社

内 容 提 要

本书为普通高等教育土建学科专业“十一五”规划教材,系按照土木工程专业(桥梁方向)“桥梁施工”课程教学大纲编写而成,主要包括:总论、桥梁施工设备、桥梁施工测量、桥梁基础施工、桥梁墩台施工、梁式桥施工、拱桥施工、斜拉桥施工、悬索桥施工、钢桥施工、桥梁支座和伸缩缝施工。

本书主要供土木工程专业(桥梁方向)、道路桥梁与渡河工程专业师生使用,亦可供土木工程专业其他方向和相关工程技术人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

桥梁施工及组织管理.上册/魏红一主编.—2版.—北京:人民交通出版社,2007.9
ISBN 978-7-114-06714-3

I. 桥… II. 魏… III. ①桥梁工程—施工组织—高等学校—教材②桥梁工程—工程施工—高等学校—教材
IV. U445

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 113814 号

普通高等教育土建学科专业“十一五”规划教材
21 世纪交通版高等学校教材

书 名:桥梁施工及组织管理(第二版) 上册

著 作 者:魏红一

责任编辑:曲 乐

出版发行:人民交通出版社

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.cepress.com.cn>

销售电话:(010)85285656,85285838,85285995

总 经 销:北京中交盛世书刊有限公司

经 销:各地新华书店

印 刷:北京凯通印刷厂

开 本:787×1092 1/16

印 张:21.75

字 数:542 千

版 次:2002 年 3 月 第 1 版 2008 年 2 月 第 2 版

印 次:2008 年 2 月 第 2 版 第 1 次印刷 总第 13 次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-06714-3

印 数:0001—5000 册

定 价:39.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

总 序

当今世界,科学技术突飞猛进,全球经济一体化趋势进一步加强,科技对于经济增长的作用日益显著,教育在国家经济与社会发展中所处的地位日益重要。进入新世纪,面对国际国内经济与社会发展所出现的新特点,我国的高等教育迎来了良好的发展机遇,同时也面临着巨大的挑战,高等教育的发展处在一个前所未有的重要时期。其一,加入 WTO,中国经济已融入到世界经济的发展进程之中,国家间的竞争更趋激烈,竞争的焦点已更多地体现在高素质人才的竞争上,因此,高等教育所面临的是全球化条件下的综合竞争。其二,我国正处在由计划经济向社会主义市场经济过渡的重要历史时期,这一时期,我国经济结构调整将进一步深化,对外开放将进一步扩大,改革与实践必将提出许多过去不曾遇到的新问题,高等教育面临加速改革以适应国民经济进一步发展的需要。面对这样的形势与要求,党中央国务院提出扩大高等教育规模,着力提高高等教育的水平与质量。这是为中华民族自立于世界民族之林而采取的极其重大的战略步骤,同时,也是为国家未来的发展提供基础性的保证。

为适应高等教育改革与发展的需要,早在 1998 年 7 月,教育部就对高等学校本科专业目录进行了第四次全面修订。在新的专业目录中,土木工程专业扩大了涵盖面,原先的公路与城市道路工程,桥梁工程,隧道与地下工程等专业均纳入土木工程专业。本科专业目录的调整是为满足培养“宽口径”复合型人才的要求,对原有相关专业本科教学产生了积极的影响。这一调整是着眼于培养 21 世纪社会主义现代化建设人才的需要而进行的,面对新的变化,要求我们对人才的培养规格、培养模式、课程体系和内容都应作出适时调整,以适应要求。

根据形势的变化与高等教育所提出的新的要求,同时,也考虑到近些年来公路交通大发展所引发的需求,人民交通出版社通过对“八五”、“九五”期间的路桥及交通工程专业高校教材体系的分析,提出了组织编写一套 21 世纪的具有鲜明交通特色的高等学校教材的设想。这一设想,得到了原路桥教学指导委员会几乎所有成员学校的广泛响应与支持。2000 年 6 月,由人民交通出版社发起组织全国面向交通办学的 12 所高校的专家学者组成 21 世纪交通版高等学校教材(公路类)编审委员会,并召开第一次会议,会议决定着手组织编写土木工程专业具有交通特色的道路专业方向、桥梁专业方向以及交通工程专业教材。会议经过充分研讨,确定了包括基本知识技能培养层次、知识技能拓宽与提高层次以及教学辅助层次在内的约 130 种教材,范围涵盖本科与研究生用教材。会后,人民交通出版社开始了细致的教材编写组织工作,经过自由申报及专家推荐的方式,近 20 所高校的百余名教授承担约 130 种教材的主编工作。2001 年 6 月,教材编委会召开第二次会议,全面审定了各门教材主编院校提交的教学大纲,之后,编写工作全面展开。

21 世纪交通版高等学校教材编写工作是在本科专业目录调整及交通大发展的背景下展开的。教材编写的基本思路是:(1)顺应高等教育改革的形势,专业基础课教学内容实现与土木工程专业打通,同时保留原专业的主干课程,既顺应向土木工程专业过渡的需要,又保持服务公路交通的特色,适应宽口径复合型人才的需要。(2)注重学生基本素质、基本能力的

培养,为学生知识、能力、素质的综合协调发展创造条件。基于这样的考虑,将教材区分为二个主层次与一个辅助层次,即基本知识技能培养层次与知识技能拓宽与提高层次,辅助层次为教学参考用书。工作的着力点放在基本知识技能培养层次教材的编写上。(3)目前,中国的经济发展存在地区间的不平衡,各高校之间的发展也不平衡,因此,教材的编写要充分考虑各校人才培养规格及教学需求多样性的要求,尽可能为各校教学的开展提供一个多层次、系统而全面的教材供给平台。(4)教材的编写在总结“八五”、“九五”工作经验的基础上,注意体现原创性内容,把握好技术发展与教学需要的关系,努力体现教育面向现代化、面向世界、面向未来的要求,着力提高学生的创新思维能力,使所编教材达到先进性与实用性兼备。(5)配合现代化教学手段的发展,积极配套相应的教学辅件,便利教学。

教材建设是教学改革的重要环节之一,全面做好教材建设工作,是提高教学质量的重要保证。本套教材是由人民交通出版社组织,由原全国高等学校路桥与交通工程教学指导委员会成员学校相互协作编写的一套具有交通出版社品牌的教材,教材力求反映交通科技发展的先进水平,力求符合高等教育的基本规律。各门教材的主编均通过自由申报与专家推荐相结合的方式确定,他们都是各校相关学科的骨干,在长期的教学与科研实践中积累了丰富的经验。由他们担纲主编,能够充分体现教材的先进性与实用性。本套教材预计在二年内完全出齐,随后,将根据情况的变化而适时更新。相信这批教材的出版,对于土木工程框架下道路工程、桥梁工程专业方向与交通工程专业教材的建设将起到有力的促进作用,同时,也使各校在教材选用方面具有更大的空间。需要指出的是,该批教材中研究生教材占有较大比例,研究生教材多具有较高的理论水平,因此,该套教材不仅对在校学生,同时对于在职学习人员及工程技术人员也具有很好的参考价值。

21世纪初叶,是我国社会经济发展的重要时期,同时也是我国公路交通从紧张和制约状况实现全面改善的关键时期,公路基础设施的建设仍是今后一项重要而艰巨的任务,希望通过各相关院校及所有参编人员的共同努力,尽快使全套21世纪交通版高等学校教材(公路类)尽早面世,为我国交通事业的发展做出贡献。

21 世纪交通版
高等学校教材(公路类)编审委员会
人民交通出版社
2001 年 12 月

前 言

《桥梁施工及组织管理》是道路桥梁与渡河工程专业、土木工程专业(桥梁方向)的一门专业课。它在培养学生独立分析和解决桥梁施工中有关施工技术与组织管理的基本能力方面起着重要作用。

《桥梁施工及组织管理》(第二版)是在1999年出版的同名高等学校试用教材的基础上,按照普通高等教育土建学科专业“十一五”规划教材编写要求,经过重新组织、补充、修改而成。

《桥梁施工及组织管理》(第二版)(上册)的编写,在保留了原书的主要内容、条理性和逻辑性的基础上,结合桥梁工程课程,在基本体系方面做了较大的调整,突出以桥梁结构为主线,兼顾桥梁施工方法与结构体系间的多重适应性,从施工设备、施工测量、基础、墩台、梁桥、拱桥、斜拉桥、悬索桥、钢桥、支座和伸缩缝等方面,系统介绍了各自的施工技术和方法,并根据当今桥梁施工技术的发展增加了相关内容。

本书共分十一章。第一章主要介绍桥梁施工的发展概况、桥梁上下部结构的典型施工方法;第二章概述桥梁机械施工设备分类和典型的施工设备;第三章简介桥梁施工测量内容;第四章介绍桥梁基础施工,包括扩大基础、桩与管柱基础、沉井与深水重力式基础、地下连续墙以及组合和特殊基础等;第五章介绍桥梁墩台的现浇和预制安装施工;第六、七章中根据施工机具设备和结构形成方式简介梁桥和拱桥的施工方法分类,并系统介绍就地浇筑、预制安装、悬臂施工、逐孔施工、顶推施工、转体施工等施工技术和工艺;第八、九章简介斜拉桥、悬索桥施工;第十章简介钢桥的制作工艺和安装方法;第十一章简介支座和伸缩缝的类型和典型施工方法。

本书第四章由涂意美编写,其余各章由同济大学魏红一编写并主编,由重庆交通大学向中富教授主审。

由于编写水平有限,教材中不可避免有不妥和谬误之处,敬请读者批评指正,并将意见寄主编单位。

目 录

第一章 总论	1
第一节 桥梁施工的发展简史	1
第二节 桥梁施工的相关因素	2
第三节 桥梁施工方法及其选择	5
第二章 桥梁施工机械设备	10
第一节 概述	10
第二节 桥梁施工通用机械设备	11
第三节 桥梁上部结构施工设备	23
第三章 桥梁施工测量	35
第一节 桥梁施工控制网的建立	35
第二节 桥梁高程系统	36
第三节 桥梁墩台定位和纵横轴线的测设	37
第四节 桥梁细部施工放样及检测	39
第四章 桥梁基础施工	42
第一节 概述	42
第二节 明挖扩大基础施工	44
第三节 桩与管柱基础施工	63
第四节 沉井和重力式深水基础施工	93
第五节 地下连续墙基础施工	104
第六节 组合和特殊基础施工	111
第五章 桥梁墩台施工	118
第一节 混凝土墩台、钢筋混凝土墩台、石砌墩台施工	118
第二节 装配式墩台施工	125
第三节 滑动模板施工	131
第四节 液压爬升模板施工	137
第五节 V形墩施工要点	138
第六节 墩台附属工程	140
第六章 梁式桥施工	141
第一节 概述	141
第二节 固定支架整体就地浇筑施工法	141
第三节 预制安装施工法	152
第四节 悬臂施工法	163
第五节 逐孔施工法	176

第六节 顶推施工法	187
第七章 拱桥施工	198
第一节 概述	198
第二节 支架就地砌筑、浇筑施工法	200
第三节 预制安装施工法	212
第四节 悬臂施工法	227
第五节 转体施工法	233
第八章 斜拉桥施工	251
第一节 概述	251
第二节 斜拉桥的施工要点	257
第三节 斜拉桥的施工控制	267
第四节 斜拉桥的施工实例	272
第九章 悬索桥施工	275
第一节 概述	275
第二节 悬索桥的施工要点	278
第三节 悬索桥的施工误差控制	289
第四节 悬索桥的施工实例	292
第十章 钢桥施工	295
第一节 概述	295
第二节 钢构件的制作	295
第三节 钢桥的架设方法及其适用条件	298
第四节 钢桥的施工控制与质量检验	306
第十一章 桥梁支座和伸缩缝施工	314
第一节 桥梁支座	314
第二节 桥梁伸缩缝	320
主要参考文献	328

第一章 总 论

桥梁是跨越障碍的通道,是铁路、公路和城市道路等庞大交通网络的重要组成部分,它在国家的政治、经济等方面都起着重要作用。

桥梁的建设一般要经过规划、工程可行性研究、勘察设计和施工等几个阶段。施工是具体实现桥梁设计思想和设计意图的过程,高水平的桥梁设计需要更高水平的施工技术去实现。同时桥梁施工技术的发展,也为实现桥梁设计意图提供了灵活多样的手段,为增大桥梁跨度、改善结构性能和线形以及应用新材料提供了充分的条件。

第一节 桥梁施工的发展简史

桥梁施工的技术水平是与同时代的生产力发展水平密不可分的。我国桥梁的建造技术有着悠久的历史 and 辉煌的成就。根据史料考证,在三千年前的周文王时代,就已在宽阔的渭河上架设过大型浮桥。隋、唐时期是我国古代桥梁的兴盛年代,其间在桥梁形式、结构构造方面有着很多创新,可谓“精心构思,丰富多姿”。宋代之后,建桥数量大增,桥梁的跨越能力、造型和功能又有所提高,在桥梁施工方面充分表现了我国古代工匠的智慧和艺术水平,成为我国桥梁建造史上的宝贵财富。其中典型的桥梁有赵州安济桥、泉州洛阳桥、漳州虎渡桥等。

赵州安济桥采用纵向砌筑,将主拱圈纵分为 28 圈,每圈由 43 块拱石组成,每块拱石重 1t 左右,用石灰浆砌筑。为了提高拱圈的强度和整体性,在拱石表面凿有斜纹,在拱石的纵向间安放一对腰铁(铁箍),在主拱跨中,拱背上设置 5 根铁拉杆,并在拱顶石砌筑时采用刹尖方法使拱石挤压紧密。仅从安济桥的施工技术来分析,不难看出古代工匠是十分熟悉拱桥的受力特性,其施工技术完全符合现代科学的原理,这也是安济桥能完好保存至今的一个重要原因。

泉州洛阳桥(万安桥)是濒临海湾的大石桥,始建于宋皇佑五年(1053 年)。该桥全长 834m,有 46 个桥墩,气势极为壮观。在海湾上建造大桥最大的困难是桥梁基础。在当时尚无现代施工设备的条件下,在波涛汹涌的海口,首创了筏形基础的桥基。这种基础是沿桥中线抛满大石块,在稳固的石基上建造桥墩。值得称颂的不仅是因为创造性地采用了抛石技术,还在于其巧妙地用牡蛎使筏形基础加固成整体。万安桥的石梁共 300 余根,每根重 20 ~ 30t,这样重的梁在当时采用“激浪以涨舟,悬机以弦牵”的方法架设,据分析就是利用潮汐的涨落控制船的高低位置,使石梁浮运、起落,并以“悬机”牵引就位。古代工匠仅用人工、简单工具和借助自然力建造大桥,这也是现代浮运架桥的原始雏形。

漳州虎渡桥总长约 335m,某些石梁长达 23.7m,沿宽度用三根石梁组成,每根宽 1.7m,高 1.9m,重达 200t,如此巨大的石梁在当时是采用何种方法架设安装就位的,至今仍无从考证,足见我国古代桥梁建造技术的高超。

19 世纪中期,钢材的出现使钢结构桥梁得到蓬勃发展。美国在 19 世纪 50 年代从法国引

进近代悬索桥技术后,于19世纪70年代发明了“空中纺线法(AS法)”编纺悬索桥主缆。而在现代的悬索桥建造中,则多采用工厂预制的平行钢丝束作为主缆,其架设方法(PWS法)也更简洁、快速。

20世纪前后,钢筋混凝土得到广泛应用,其中钢筋混凝土拱桥无论在跨越能力、结构体系还是主拱圈的截面形式均有很大的发展。随后在1929年法国著名工程师弗莱西奈经过20年的研究使预应力混凝土技术应用于桥梁建设后,各种新颖的桥梁结构不断涌现,相应的施工方法也应运而生。

悬臂施工技术最早是在前联邦德国采用,特别是在1952年采用这种方法成功地建成了莱茵河上的沃伦姆斯T形刚构桥后,这种方法就传播至全世界。悬臂施工方法的出现使大跨度预应力混凝土桥梁得到了迅猛发展。同时,在拱桥施工中引入悬臂施工法,打破了以往由于施工因素而使拱桥发展迟迟不前的状况,为钢筋混凝土拱桥的发展开辟了广阔的前景,并且大大地提高了拱桥的跨越能力。

20世纪50年代末,预应力混凝土梁桥的顶推施工法问世,并于1959年首次在奥地利的阿格尔桥上成功采用。近20年来,顶推施工法由于施工安全、设备简单等优点,在世界上发展较快,从而又促使连续梁桥得到了推广。目前连续梁桥的连续长度已超过千米。

20世纪50年代,世界上出现了第一座现代钢斜拉桥,到20世纪60年代,预应力混凝土斜拉桥已开始大量修建。20世纪60年代后,又创造了逐孔施工法、转体施工法等施工技术。

20世纪80和90年代,世界各国的桥梁建设事业方兴未艾,特别是大跨深水桥梁日益增多。到20世纪末,在世界各国已建成的桥梁中,悬索桥的最大跨径已达1991m(日本明石海峡大桥),斜拉桥已达890m(日本多多罗桥),混凝土拱桥已达420m(中国万县长江大桥),预应力混凝土梁桥已达301m(挪威Stolmasundet桥)。预应力混凝土与钢混合梁桥已达到330m(中国重庆石板坡长江大桥复线桥),通过这些大型桥梁的建造,极大地提高了当今桥梁施工的技术水平。

伴随着跨海工程的建设,以及桥梁施工机具设备向着大功能、高效率 and 自动控制的方向发展,预制安装施工方法又焕发了活力,沙特阿拉伯—巴林道堤工程,采用14000t的浮吊架设60余米长的大型预制构件。加拿大联邦大桥(Confederation bridge)则是将8700t的浮吊运用到基础、桥墩和上部结构的构件运输安装施工中。

未来的桥梁建设将更注重新技术、新工艺、新材料、新设备等方面的广泛应用。与之相关的桥梁施工技术的发展,将在各种施工方法和施工工艺上不断创新,以适应桥梁结构在体系、跨径、材料和结构性能等方面的发展要求。

第二节 桥梁施工的相关因素

桥梁施工应包括施工方法选择,必要的施工验算,选择或设计制作施工机具设备,选购与运输建筑材料,安排水、电、动力、生活设施以及施工计划,施工组织与管理等方面的事务。施工是一项复杂而涉及面很广的工作,上至天文、气象,下至工程地质、水文、地貌、机械、电子、管理等各领域,同时与人的因素,与地方政府的关系密切。因此,现代的大型工程施工,应由多种行业的技术人员和工人协力完成。

一、施工与设计的关系

桥梁施工与设计有着十分密切、不可分割的关系。

对不同结构形式的桥梁,施工方法可不同;对同种结构形式也可采用不同的施工方法。对体系复杂的桥梁,采用不同施工方法,因其施工过程的结构受力体系各不相同,结构的内力将随着结构计算图式的改变而变更,结构运营阶段的受力状况取决于所选用的施工方法。另外,绝大多数桥梁施工往往不是一次完成,其间常需经历若干次结构体系的转换。

因此,在考虑桥梁设计方案时,必须根据实际情况,考虑施工的可能性、经济性与合理性;施工方法的选用可视工程结构的跨度、孔数、桥梁总长、截面形式和尺寸、地形、设备能力、气候、运输条件、设备的重复使用等综合条件来选择。在技术设计中要计算施工各阶段结构的强度(应力)、变形和稳定性,桥梁设计要同时满足施工阶段与营运阶段的各项要求。

桥梁结构的施工应忠实地按设计要求完成。在施工前,需对设计图纸、说明书、工程预算、施工计划、主要施工阶段的强度(应力)、挠度、稳定性等有关文件和图纸进行详细地研究,掌握设计的内容与要求。同时,按照设计要求以及施工设备配备情况,精心安排、合理调整施工细节,编制施工组织设计。在整个施工期间,设计需与施工相互配合、协调,及时发现问题,及时变更设计,达到实际上的统一。

二、施工技术与机械设备的关系

对于桥梁结构而言,施工机具设备的优劣往往决定了桥梁施工技术的先进与否,施工方法的确定在很大程度上取决于是否有与之相配套的施工机械设备,尤其是对一些大跨深水及结构形式较特殊的桥梁。另一方面,桥梁结构体系及施工技术的发展,要有大量的、先进的机械设备作为保证,要求各种施工设备和机具不断地更新和改造,以适应其发展的需要,先进的施工技术发展的同时又促进了机械制造业水平的不断提高。

着眼于桥梁结构整个施工进程,根据使用目的的不同,桥梁施工设备和机具大致可以分为:测量设备;基础施工设备;混凝土施工设备;各种常备式结构;预应力施工设备;运输、安装和起重设备;专用施工设备等。

大型浮吊的研制利用,使桥梁上、下部结构的施工向着大块件组拼体系发展,适应了当前越来越多的跨海工程建设的需要。

总体上讲,桥梁施工设备的使用,应根据具体的施工对象、工期、劳力及施工单位现有设备的情况,考虑对现场条件的适应性,以及整个工程的经济效益,经由施工组织设计而合理地加以选用和安排。

三、施工与工程造价的关系

桥梁工程的总造价包括规划、工程可行性研究、勘察设计、征地拆迁、工程施工等费用。其中施工一般要占工程费用的60%以上。近年来,工程施工费用和劳动力的工资所占的比例呈现上升趋势,对于特大跨径和结构比较复杂的桥梁更是如此。因此,施工费用对工程造价有着举足轻重的影响。

影响桥梁施工费用的主要因素是构件制作的费用、架设费用和工期。为在施工阶段降低工程造价、节省投资,除采取加强施工的组织管理、节约材料、提高机械设备的利用率等措施

外,一条重要途径是在施工中应用新技术、新工艺来改善施工条件。施工方法和手段的不同,影响到施工所需的费用。科学合理的、先进的施工方法,既能保证工程的质量和进度,也使施工费用处于最合理的水平。不合理的、落后的施工技术不仅无法保证施工质量和进度,而且可能造成极大浪费,导致工程成本升高。合理地采用先进施工技术,对于降低工程造价的作用是显而易见的。

为此,桥梁施工的组织管理人员和工程技术人员必须高度重视施工技术的合理应用,加强施工的科学管理,提高施工机械化的程度,组织专业化施工,使工程质量、施工期限、工程造价处于最优状态。

四、桥梁施工与组织管理的关系

桥梁施工过程是一项庞大的系统工程,涉及到大量的人力、资金、材料和机具设备,必须进行科学的管理。

施工组织管理的目的是要保证工程按设计要求的质量、计划进度和低于设计预算和合同承包价的成本,安全、顺利地完成任务。

桥梁工程施工的特点是:固定的场地;流动的劳力、机具和材料;较长的施工周期;不断变化、调整的施工程序和工艺。复杂的管理工作要求所有参与施工的人员(建设方、施工方、监理方和设计方)必须相互协作、互相促进,在施工中随时掌握工程进展的实际情况和存在的问题,采用科学的管理方法,从计划、技术、质量、定额、成本、信息和企业规章制度等方面,切实有效地进行工作。

桥梁施工组织管理大致可分为以下几个方面。

(1)确认工程项目,进行现场布置和施工准备。在认真审查和熟悉有关协议、文件和设计资料、图纸后,施工单位要明了施工现场,了解现场地理位置、水电资源、工程地点的气象条件等,用以确定施工现场的生产场地和生活设施,并进行合理布局。

(2)制订工程进度计划。根据施工技术要求和有关重要事项,依照完工期限和气象、水文等条件,制订分项工程进度计划和整体工程进度计划,它是施工组织管理的总纲领。

(3)安排人事劳务计划。根据各施工阶段的进度和施工内容,确定各阶段所需的技术人员、技工及劳务工的计划;同时确定工程管理机构 and 职能干部,负责各方面的事务。

(4)临时设施计划。拟定工程施工中所需的生产性和非生产性的临时设施的类别、数量和所需时间,生产性临时设施包括构件预制场、栈桥、便道、运输线、临时墩等;非生产性临时设施包括办公室、仓库、宿舍等。

(5)机具设备使用计划。它包括确定各施工阶段所需机具设备的种类、数量、使用时间等,以便制订机具设备的购置、制作和调拨计划。

(6)材料及运输计划。根据计划编制材料供应计划,安排材料、设备和物资的运输计划。

(7)工程财务管理。包括工程的预算、资金的使用概算、各种承包合同、施工定额、消耗定额等方面的管理。

(8)安全、质量与卫生管理。包括各种作业的安全措施、安全检查与监督、工地现场保卫、施工质量验收制度、工程监理和环境卫生、生活区的卫生等。

桥梁的施工技术与组织管理在内容上是有区别的,但在实际工作中关系是密切的。施工技术工程能按设计要求进行施工的保证,而只有严格、科学的组织管理才能圆满地按照承包合同完成工程任务。

第三节 桥梁施工方法及其选择

一、桥梁施工方法概述

(一) 桥梁基础施工

桥梁基础作为桥梁整体结构的组成部分,其结构的可靠性影响着整体结构的力学性能。基础形式和施工方法的选用要针对桥跨结构的特点和要求,并结合现场地形、地质条件、施工条件、技术设备、工期、季节、水力水文等因素统筹考虑。

桥梁基础工程的形式大致可以归纳为扩大基础、桩和管柱基础、沉井基础、组合基础和地下连续墙基础几大类(图 1-1)。

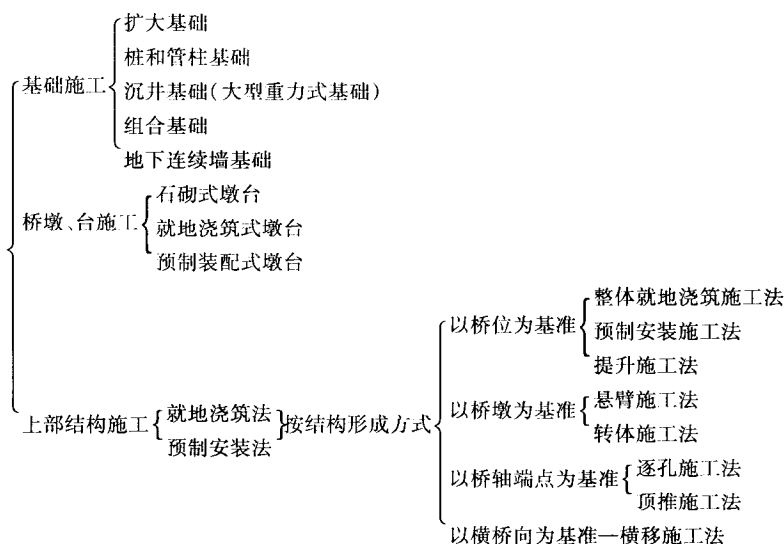


图 1-1 桥梁施工方法

桥梁基础工程由于在地面以下或在水中,涉及水和岩土的问题,从而增加了它的复杂程度,而就基础的施工方法而言,则都是针对具体的结构形式,无统一的模式。

(二) 桥梁墩台施工

桥梁墩台按建筑材料可分为圬工、钢筋混凝土、预应力混凝土和钢等多种形式,按施工方法可分为石砌墩台、就地浇筑式墩台和预制装配式墩台(图 1-1)。

(三) 桥梁上部结构施工

随着预应力混凝土的应用、桥梁类型与跨径幅度增加、构件生产的预制化、结构设计方法的进步、机械设备的发展等,从多方面促进了桥梁上部结构施工方法的进步和发展,形成了多种多样的施工方法(图 1-1)。

桥梁施工方法总体上可分为就地浇筑法和预制安装法。具体按照桥梁结构的形成方式可将施工方法划分为:以整个桥位为基准的固定支架整体现浇施工法、预制安装法和提升施工法;以桥墩为基准的悬臂施工法和转体施工法;以桥轴端点为基准的逐孔施工法和顶推法施工;以桥横向为基准的横移施工法。针对某一桥梁结构,并不一定严格地按照某一工法和结构形成顺序进行,或许将是多种施工方法的组合。

下面介绍几种主要施工方法及其施工特点。

1. 整体就地现浇施工法

固定支架整体就地现浇施工法是在桥位处搭设支架,在支架上浇筑混凝土,待混凝土达到设计强度后拆除模板、支架。

就地浇筑施工无需预制场地,而且不需要大型起吊、运输设备,桥跨结构整体性好,无需做梁间或节间的连接工作。它的缺点主要是工期长,施工质量易受季节性气候的影响、不容易控制,对预应力混凝土梁因受混凝土收缩、徐变的影响将产生较大的预应力损失,施工中的支架、模板耗用量大,施工费用高,搭设支架影响排洪、通航,施工期间可能受到洪水和漂流物的威胁。

2. 预制安装施工法

预制安装施工法是在预制工厂或在运输方便的桥址附近设置预制场进行整孔主梁或大型主梁节段的预制工作,然后采用一定的架设方法进行安装、连接,完成桥体结构的施工方法(图 1-2)。

这种方法的主要特点:采用工厂预制,有利于确保构件的质量;采用上、下部结构平行作业,将缩短现场施工工期,由此也可降低工程造价;主梁构件在安装时一般已有一定龄期,故可减少混凝土收缩、徐变引起的变形;对桥下通航能力的影响视采用的架设方式而定。此施工方法对施工起吊设备有较高的要求。

3. 逐孔施工法

逐孔施工法是中等跨径预应力混凝土简支梁和连续梁中的一种施工方法。它使用一套设备从桥梁的一端逐孔施工,直到对岸(图 1-3)。其从施工设备、梁体构件制造等方面可分为使用移动支架逐孔组拼预制节段施工和移动模架逐孔现浇施工。

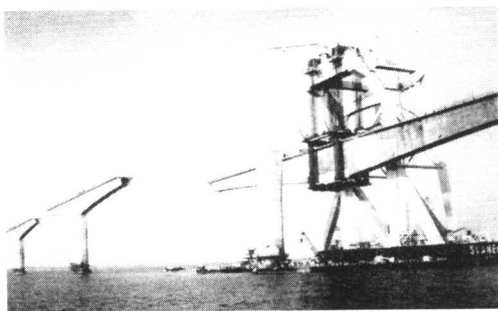


图 1-2 预制安装法

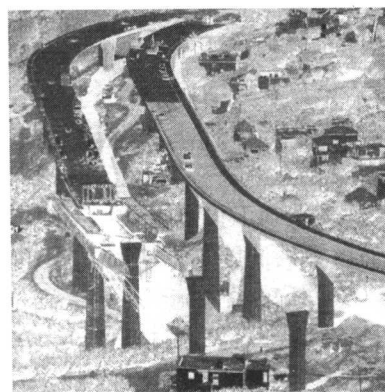


图 1-3 移动模架逐孔施工法

采用移动模架逐孔施工的主要特点:不需设置地面支架,不影响通航和桥下交通,施工安全、可靠;有良好的施工环境,保证施工质量,一套模架可多次周转使用,具有在预制场生产的优点;机械化、自动化程度高,节省劳力,降低劳动强度;移动模架设备投资大,施工准备和操作都较复杂;移动模架逐孔施工宜在桥梁跨径小于 50m 的多跨长桥上使用。

4. 悬臂施工法

悬臂施工法是从桥墩开始向跨中不断接长梁体构件(包括拼装与现浇)的悬出架桥法(图

1-4)。有平衡悬臂施工和不平衡悬臂施工、悬臂浇筑施工和悬臂拼装施工之分。

悬臂施工法的主要特点有如下几点。

(1)桥梁在施工过程中,主梁或与桥墩固接,或在桥墩附近支承,在主梁上将产生负弯矩。因此,该施工法适用于运营状态下的结构受力与施工状态比较接近的桥梁,如连续梁、悬臂梁、刚构桥等;

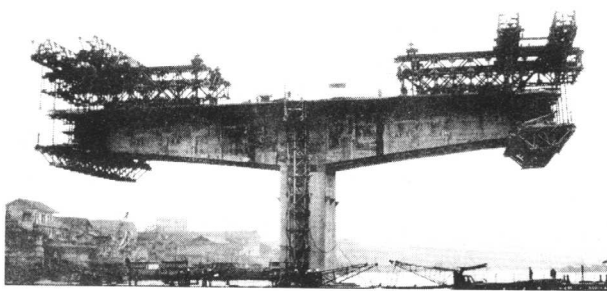


图 1-4 悬臂施工法

(2)对非墩、梁固接的预应力混凝土梁桥,在施工时需采取措施,使墩、梁临时固接,保证施工期结构的稳定;

(3)对施工中墩梁固接的桥墩可能承受因施工而产生的弯矩。

悬臂浇筑施工简便,结构整体性好,施工中可不断调整位置;悬臂拼装施工速度快,桥梁上下部结构可平行作业,但施工精度要求比较高;悬臂施工法可不用或少用支架,施工不影响通航或桥下交通,节省施工费用,降低工程造价。

5. 转体施工法

转体施工是将桥梁构件先在桥位处岸边(或路边及适当位置)进行制作,待混凝土达到设计强度后旋转构件就位的施工方法(图 1-5)。

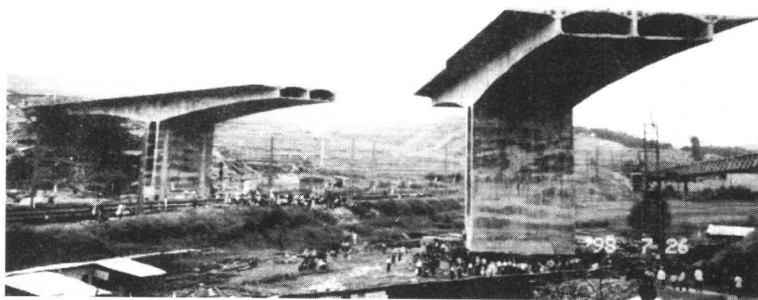


图 1-5 转体施工法

在转体施工中,桥梁结构的支座位置一般设定为施工时的旋转支承和旋转轴,桥梁完工后,按设计要求改变支承情况。

转体施工的主要特点:可利用施工现场的地形安排构件制造的场地;施工期间不断航,不影响桥下交通;施工设备少,装置简单,容易制作和掌握;减少高空作业,施工工序简单,施工迅速;转体施工适用于单跨、双跨和三跨桥梁,可在深水、峡谷中建桥采用,同时也适用于平原区以及城市跨线桥。

6. 顶推施工法

顶推施工是在沿桥纵轴方向的台后设置预制场地,分节段预制,并用纵向预应力筋将预制节段与施工完成的梁段连接成整体,然后通过顶推装置施力,将梁体向前顶推出预制场地,之

后在预制场连续进行下一节段梁的预制,循环操作直至施工完成(图 1-6)。

顶推施工法的特点:可运用简易的施工设备建造长大桥梁,施工费用低,施工平稳无噪声,可在水深、山谷和高桥墩上采用,也可在曲率相同的弯桥和坡桥上使用;对变坡度、变高度的多跨连续梁桥和夹有平曲线或竖曲线较长的桥梁均难以适用;主梁在固定场地分段预制,连续作业,便于施工管理,避免了高空作业,结构整体性好;顶推施工时,梁的受力状态变化很大,施工阶段梁的受力状态与运营时期的受力状态差别较大,因此在梁的截面设计和预应力钢束布置时为同时满足施工与运营的要求,将需较大的用钢量。



图 1-6 顶推施工法

7. 横移施工法

横移施工是在待安装结构的位置旁预制该结构物,并横向移动该结构物,将它安置在规定的位置上。

横移法施工的主要特点是在整个操作期间,与该结构有关的支座位置保持不变,即没有改变桥梁的结构体系。在横移期间,以临时支座支承该结构的施工重量。

横移施工多用于正常通车线路上的桥梁工程的换梁,也可与其他施工方法配合使用。

8. 提升施工法

提升施工法是一种采用竖向运动施工就位的方法,即在未来安置结构物以下的地面上预制该结构并把它提升就位的施工方法。

提升施工法适用于整体结构,重量可达数千吨,使用该法的要求是:在该结构下面需要有一个适宜的地面;拥有一定起重能力的提升设备;地基承载力需满足施工要求;被提升的结构应保持平衡。

二、施工方法的选择

选择确定桥梁的施工方法需要充分考虑桥位的地形、地质、环境、安装方法的安全性、经济性、施工速度等因素。同时,桥梁结构的施工与设计有着十分密切的关系,对不同结构形式的桥梁结构所采用的施工方法可不同,对同种结构形式也可采用不同的施工方法。结构运营阶段的受力状况取决于所选用的施工方法,因此桥梁设计往往预先假定施工方法,并在设计上考虑施工全过程的受力状态。设计与施工是相互配合、相互约束的。

桥梁施工方法的选定,可依据下列条件综合考虑。

(1)使用条件。桥梁的结构形式和规模、梁下空间的限制、平面场地的限制等。

(2)施工条件。工期要求、机械设备要求和施工管理能力、材料供应情况、架设施工经验、施工经济核算等。

(3)自然环境条件。山区或平原、地质条件及软弱层状况、对河道的影响、运输线路的限制等。

(4)社会环境影响。对施工现场环境的影响,包括公害、景观、污染、架设孔下的障碍、道路交通的阻碍、公共道路的使用及建筑限界等。

表 1-1 列出了典型桥梁上部结构可供选择的主要施工方法。实际桥梁施工中,根据可选用的施工设备,施工方法又可进行细分,详见本书第五、六章概述。

各种类型桥梁可选择的主要施工方法

表 1-1

桥型 施工方法	适用 跨径 (m)	梁 桥			刚架桥	拱 桥			斜拉桥	悬索桥
		简支梁	悬臂梁	连续梁		圬工拱	标准及组合 体系拱	桁架拱		
整体支架现浇、 砌筑施工法	20 ~ 60	√	√	√	√	√	√		√	
大型构件预制 安装施工法	20 ~ 50	√	√	√	√		√	√	√	√
逐孔施工法	20 ~ 60	√	√	√	√					
悬臂施工法	50 ~ 320		√	√	√		√	√	√	
转体施工法	20 ~ 140		√	√	√		√	√	√	
顶推施工法	20 ~ 70			√	√				√	
横移施工法	30 ~ 100	√	√	√					√	
提升施工法	10 ~ 80	√	√	√			√			