

国家级精品在线开放课程配套教材  
国家职业教育专业教学资源库配套教材

新形态教材

MUNICIPAL  
ENGINEERING



# 市政桥涵工程施工

主编 杨转运 廖健凯 主审 汪洋



重庆大学出版社

高等职业教育  
市政工程类专业教材

新形态教材

总主编◎杨转运

MUNICIPAL  
ENGINEERING



# 市政桥涵工程施工

主编 杨转运 廖健凯

参编 袁芳 曾丽莎 谌菊红 张德龙

蒋云锋 刘春 李灵

主审 汪洋

重庆大学出版社

## 内容提要

本书为国家精品在线开放课程配套教材,系统地介绍了市政桥涵施工的基本方法,共9个项目,27个任务。内容包括桥梁施工准备和桥位放样、桥梁基础施工、墩台和锥坡施工、简支梁桥施工、连续梁桥施工、钢筋混凝土拱桥施工、斜拉桥施工、桥面系及附属工程施工、涵洞施工。每个项目均附有例题、思考题及工程案例。本书根据现行桥梁相关规范和最新桥梁施工技术编写,采用校企合作、工学结合的模式,有机融入课程思政元素,体现立德树人的教育目标,具有鲜明的时代性和实践性。

本书可作为高等职业教育市政工程技术、道路桥梁工程技术等专业的教学用书,也可供从事桥梁工程施工和管理的技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

市政桥涵工程施工 / 杨转运, 廖健凯主编. -- 重庆:

重庆大学出版社, 2023. 8

高等职业教育市政工程类专业教材

ISBN 978-7-5689-3972-0

I. ①市… II. ①杨… ②廖… III. ①桥涵工程—工程施工—高等教育—教材 IV. ①U44

中国国家版本馆 CIP 数据核字(2023)第 137527 号

高等职业教育市政工程类专业教材

### 市政桥涵工程施工

主 编:杨转运 廖健凯

主 审:汪 洋

策划编辑:范春青

责任编辑:范春青 肖乾泉 版式设计:范春青

责任校对:刘志刚 责任印制:赵 晟

\*

重庆大学出版社出版发行

出版人:陈晓阳

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号

邮编:401331

电话:(023)88617190 88617185(中小学)

传真:(023)88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:[fxk@cqup.com.cn](mailto:fxk@cqup.com.cn) (营销中心)

全国新华书店经销

重庆市正前方彩色印刷有限公司印刷

\*

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:20 字数:451千

2023年8月第1版 2023年8月第1次印刷

ISBN 978-7-5689-3972-0 定价:59.00元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

## 序言

2022年5月,国家颁布了《中华人民共和国职业教育法》,高等职业教育迎来了前所未有的发展机遇。2021年8月,四川省住房和城乡建设厅协同重庆市住房和城乡建设委员会,支持整合川渝两地建设职教资源,打造西部建设职教高地,服务成渝地区双城经济圈建设,共同成立了川渝建设职教联盟。伴随市政行业发展的新业态、新模式,市政项目呈现出综合化、多样化、复杂化、智能化的趋势,相关就业岗位对于复合型技术技能人才的需求日益迫切。而传统专业人才培养,缺乏与时俱进的科学标准作指引,因此,如何精准培养适应行业转型升级要求的“一人多岗、一岗多能”型人才,成为市政工程类专业发展面临的新挑战。2019年,我们在制订高等职业学校市政工程技术专业教学标准时,重构了专业群模块化课程新体系,更加注重市政工程类专业“中、高、本”纵向贯通以及高职专业群内的横向融通,融合岗位标准、教学标准、竞赛标准以及职业技能证书标准,构建专业群建设标准链,融入课程思政与创新教育,重构“共享、并行、互选”的模块化课程体系。

本套教材在编审过程中,坚持工学结合、产教融合的模式,以能力为本位,以提高内容质量为核心,以市政工程类专业内涵建设为重点,教材内容符合市政行业发展现状,从优质教材编写、线上资源开发、实训资源建设三个维度,为线上、线下育训并举供给内容丰富、动态更新的立体化教学资源。在教学资源平台基础上,集成、整合技术创新中心,促进校企资源的互补和进化,建立教学资源服务技术创新、技术研发反哺教学的可持续发展模式,搭建了服务学生成才、服务教师成长、服务技术攻关的“产学研用”资源共享平台。

本套教材坚持贯彻以素质为基础、以能力为本位、以实用为主导的指导思想,培养具备本专业必需的文化基础、专业理论知识和专业技能,能满足市政工程类专业施工、监理、运行管理的技术技能型人才。依托最新版的国家教学标准,我们开发了《市政道路工程施工》《市政桥涵工程施工》《市政工程施工组织与管理》《市政工程计量与计价》等一系列专业核心课程的配套教材,按照国家精品在线开放课程建设要求,对教材配套了相应的在线课程资源,充分体现了市政工程类行业的“四新”技术在教材课程中的应用,反映了国内外最新技术和研究成果,突出了高等职业教育的特点。

党的二十大报告指出,“创新是第一动力”“深入实施科教兴国战略、人才强

国战略、创新驱动发展战略”，本套教材从以下几个方面体现创新意识：

一是，市政工程类专业优质教材建设三元主体合作机制创新。针对市政工程类专业优质教材的建设，率先将出版社纳入教材建设主体，提出了教材建设过程中高职院校、企业、出版社三元主体。三个主体利用各自的优势（院校的教材编写和使用、企业的教材建设目标和资源、出版社的教材编写规范性和应用推广），在战略、资源、项目、团队、出版层面进行合作，实现教材建设目标统一、建设和使用过程协同、优势资源循环升级的良好效果。

二是，市政工程类专业优质教材建设理念创新。在教材建设中引入生态概念，提出并实践了“资源互补、循环升级”的优质教材建设理念，用于指导市政工程类专业优质教材的建设。三个主体具有各自的优势和互补的资源，在教材内容、教材建设与使用过程、教材建设目标三个方面实现与教师能力、教法改革统筹推进的目的，打造优质教材开发和优化升级的生态环境。

三是，市政工程类专业优质教材建设模式创新。以课程教学为中心，以标准规范为起点，打造了教材、教法、教师三者“在‘桑基鱼塘’式循环过程中教材提质升级的良性生态，形成了‘三教’统筹推进的优质教材建设模式。通过教师团队编写市政工程类技术标准、职业标准、教学标准，参与顶岗实习和技术服务，高度融合行业产业，提升教师教材编写能力和市政行业适应性。高职院校教师能力的发展，有利于教材内容与岗位能力培养目标的有效融合，将标准规范和企业资源融为课堂教学的优质资源，又启发了教师教学方法和教学资源升级的革新，强化了教师开发和采用适应于不同学生和教法的教材的能力，课程教材可以引导教师采用适合的教法实施教学。实践能力提升后的教师通过课程教学和教学竞赛，促进了专业教材内容和形式的进一步升级和更新。

本套教材的编写工作在川渝建设职教联盟的指导和支持下，在全国范围内邀请了多年从事市政工程类专业教学、研究、设计、施工的专家担任主编和主审，同时吸收工程一线具有丰富实践经验的工程技术人员及优秀中青年教师参加编写。系列教材的出版凝聚了全国各高职高专院校市政工程类专业同行的心血，也是他们多年来教研成果的总结凝练。

值此套教材出版之际，向全体编审人员致以崇高的敬意，对大力支持这套教材出版的重庆大学出版社表示衷心的感谢，向在编写、审稿、出版过程中给予关心和支持的专家致以诚挚的谢意。

加强教材质量建设，是一个永恒的主题，也是一个与时俱进、不断完善的过程，因此恳请各位用书单位及时反馈教材使用信息，提出宝贵意见；也希望全体编审人员能够及时总结教学改革的新经验，不断吸收市政工程行业的“四新”技术，为本套教材的长远建设、完善提高做好充分准备。

《高等职业学校市政工程技术专业教学标准》编制组组长  
“高等职业教育市政工程类专业系列教材”总主编

杨转立

# 前言

2022年1月,《住房和城乡建设部关于印发“十四五”建筑业发展规划的通知》(建市〔2022〕11号)出台,为指导和促进“十四五”时期市政公用事业高质量发展指出了明确的发展方向。2022年5月,国家新颁布了《中华人民共和国职业教育法》,高等职业教育迎来了前所未有的发展机遇。2021年8月,四川省住房和城乡建设厅协同重庆市住房和城乡建设委员会,支持整合川渝两地建设职教资源,打造西部建设职教高地,服务成渝双城经济圈建设。为推动职业教育教学改革、服务学习型社会建设,促进“互联网+职业教育”深入发展,按照教育部2019年发布的《高等职业学校市政工程技术专业教学标准》,组织编写了高等职业教育市政工程类专业教材,本书就是专业核心课程“市政桥涵工程施工”的配套教材。本书是国家级精品在线开放课程“桥跨结构施工”的配套教材、四川省级精品在线开放课程配套教材、国家职业教育建筑工程技术专业教学资源库配套教材,也是国家“双高计划”高水平专业群建设和重庆市“双高计划”高水平院校建设成果之一。

21世纪以来,在我国幅员辽阔的大地上正进行着全世界前所未有的基础建设,其中桥梁建设更是基建热潮中的耀眼明星,其数量之多、规模之大、设计之先进、施工之巧妙,频频刷新各类型桥梁世界排行榜。这是每个桥梁人迎难而上、自强不息的结果。本书结合市政公用工程中桥涵施工新材料、新方法、新工艺和新设备发展现状,以施工技术标准(规范)为出发点,注重施工实用技术,在文字叙述上力求简明扼要,辅以大量现场施工图片,每个项目都设置了必要的例题和思考题,并在重要的任务后配套了工程实例。这样不仅给了授课教师更多的发挥空间,而且易于学生自学理解。本书采用项目式进行编写,将每种桥梁施工方法划分为一个独立的项目。项目的内容设置体现以学生为中心,注重培养学生信息收集整理、项目实施与评价、团队合作的能力。本书共9个项目,27个任务。项目1介绍了桥梁施工准备和桥位放样;项目2介绍了桥梁基础施工,重点讲解了桥梁基础中广泛应用的桩基础施工;项目3介绍了墩台和锥坡施工,重点讲解了预制

墩台施工及吊装计算要点;项目4介绍了简支梁桥施工,包括模板、支架、钢筋、预应力钢筋等通用知识;项目5介绍了连续梁桥施工,重点讲解了支架现浇、顶推、移动模架、悬臂施工4种常用的桥梁施工方法;项目6介绍了钢筋混凝土拱桥施工,重点讲解了拱架现浇、缆索吊装、转体、劲性骨架施工4种常用的拱桥施工方法;项目7介绍了斜拉桥施工,重点讲解了塔、梁、索的施工和斜拉桥施工监控;项目8介绍了桥面系及附属工程施工,包括桥面铺装、伸缩缝、防水排水设施、护栏等;项目9介绍了涵洞施工。为了便于直观展示桥涵施工过程,编者在“智慧职教MOOC学院”平台配套了丰富的数字资源,可直接通过搜索“桥跨结构施工”课程使用。

本书曾作为国家精品课程“桥跨结构施工”、国家精品资源共享课“桥跨结构施工”和四川省精品在线开放课程“桥跨结构施工”的配套讲义,在线上和线下的使用时间超过十载,现在原讲义的基础上修订而成。本书依托四川建设职业教育集团,组织学校、企业专家,校企联合开发而成,为培养学生的文化自信、专业自信,在每个项目中有机融入了课程思政元素。

本书由四川建筑职业技术学院杨转运、廖健凯主编,由成都建工路桥建设有限公司汪洋高级工程师主审。具体编写分工如下:杨转运编写项目1和项目2,廖健凯编写项目3、项目5,四川建筑职业技术学院谌菊红和中七建工集团张德龙编写项目4,四川建筑职业技术学院袁芳和广西建设职业技术学院曾丽莎编写项目6,重庆建筑工程职业学院蒋云锋和四川省叙永住建局刘春编写项目7,常州工程职业技术学院李灵编写项目8、项目9。全书由杨转运教授统稿。

按照《高等职业学校市政工程技术专业教学标准》的要求,通过对本课程的学习,学生可掌握各种类型桥梁的施工方法以及对一些桥涵工程问题的分析,有助于培养其工程实践的能力。

本书参考引用了部分公开发表的文献、资料和现场施工图片,在此谨向以上资源的作者表示深深的谢意。特别感谢刘素玲在四川建筑职业技术学院工作期间为本书的编写和出版所做的贡献。

由于编者水平有限,不当之处敬请批评指正。

编者

2023年2月

# 目录

<b>项目 1 桥梁施工准备和桥位放样</b> .....	1
任务 1.1 桥梁施工准备 .....	1
任务 1.2 桥梁施工放样 .....	5
项目小结 .....	9
巩固与提高 .....	10
<b>项目 2 桥梁基础施工</b> .....	11
任务 2.1 基础分类 .....	11
任务 2.2 基础施工 .....	13
项目小结 .....	34
巩固与提高 .....	34
<b>项目 3 墩台和锥坡施工</b> .....	35
任务 3.1 墩台施工 .....	35
任务 3.2 锥坡施工 .....	42
项目小结 .....	44
巩固与提高 .....	44
<b>项目 4 简支梁桥施工</b> .....	45
任务 4.1 钢筋加工 .....	45
任务 4.2 模板、支架工程 .....	53
任务 4.3 混凝土工程 .....	62
任务 4.4 预应力施工 .....	75
任务 4.5 预制拼装简支梁 .....	88
项目小结 .....	97
巩固与提高 .....	98
<b>项目 5 连续梁桥施工</b> .....	99
任务 5.1 支架现浇施工 .....	99

任务 5.2 顶推法施工 .....	115
任务 5.3 移动模架施工 .....	133
任务 5.4 悬臂施工 .....	145
项目小结 .....	174
巩固与提高 .....	174
<b>项目 6 钢筋混凝土拱桥施工 .....</b>	<b>175</b>
任务 6.1 拱架现浇施工 .....	175
任务 6.2 缆索吊装施工 .....	188
任务 6.3 转体施工 .....	196
任务 6.4 劲性骨架施工 .....	208
项目小结 .....	215
巩固与提高 .....	215
<b>项目 7 斜拉桥施工 .....</b>	<b>216</b>
任务 7.1 斜拉桥施工工艺 .....	216
任务 7.2 斜拉桥施工监控 .....	257
项目小结 .....	268
巩固与提高 .....	268
<b>项目 8 桥面系及附属工程施工 .....</b>	<b>269</b>
任务 8.1 桥面铺装层施工 .....	270
任务 8.2 伸缩装置安装 .....	273
任务 8.3 桥面防水与排水施工 .....	278
任务 8.4 桥面防护设施 .....	282
项目小结 .....	287
巩固与提高 .....	287
<b>项目 9 涵洞施工 .....</b>	<b>288</b>
任务 9.1 各种类型涵洞施工 .....	290
任务 9.2 涵洞附属工程施工 .....	302
项目小结 .....	306
巩固与提高 .....	307
<b>参考文献 .....</b>	<b>308</b>
<b>配套数字资源列表 .....</b>	<b>309</b>

# 项目 1 桥梁施工准备和桥位放样

## 知识目标

熟悉桥梁施工准备应做的工作;掌握桥墩定位的方法,掌握明挖扩大基础、桩基础、墩台身、盖梁、墩帽及桥梁上部结构放样测设的方法。

## 技能目标

在桥梁开工前,能熟练完成技术、物资、劳动组织、施工现场各部分的准备工作;能正确确定出桥梁墩台纵横轴线的位置,放样出各基础、墩身、墩帽、盖梁及上部结构的位置。

## 思政元素

市政工程场地狭小,专业交叉,地下、地上空间利用率高,施工之前要调查清楚红线范围内的地下管线,事先与各管线管理单位一一协商管线保护或者改迁方案。实际工作中可能出现挖出管线后才找到管线管理单位的情况,导致宝贵的工期白白浪费在一次又一次的协调会议上。通过施工准备向学生阐明“兵马未动,粮草先行”的道理,做好必要的施工准备才能有序地组织施工。“磨刀不误砍柴工”,认真细致地做好施工放样,是关键的第一步。

## 任务 1.1 桥梁施工准备

桥梁工程施工前,应完成原始资料调查,完善组织架构,完成物资准备、技术资料准备,并对已有管线设施实施保护,建立健全各项管理制度。

桥梁工程施工准备工作按其性质及内容通常包括技术准备、物资准备、劳动组织准备、施工现场准备。

### 1.1.1 技术准备

技术准备是施工准备的核心。由于任何技术的差错或隐患都可能引起人身安全和质量事故,造成生命、财产和经济的巨大损失,因此必须认真做好技术准备工作。

#### 1) 施工测量

项目部组织精测队,主管工程师应按业主提供的施工设计资料对平面控制网进行复测,并将复测成果按规定时间报告监理工程师。复测结果报经监理工程师和业主批复后,组织定

位放线, 布设精密导线网、水准网、永久桩和护桩; 确保测量桩位准确无误, 满足标准的精度要求, 并测量建设征地界线; 制订测量计划和测量管理制度。

## 2) 组建工地试验室

试验、检测是保证工程质量的重要手段, 在施工全过程中应严格执行现行的施工规范、质量检验评定标准、试验规程, 并按照有关程序文件进行检测。由项目部试验室对混凝土进行质量跟踪检测, 及时反馈信息, 指导施工。

## 3) 核对设计文件

在设计单位分批下发施工图后, 项目部按照设计单位提供的图纸, 详细调查沿线建筑物和地上、地下管线的情况, 并组织技术人员进行施工图纸现场核对, 复核设计图纸。通过业主组织的技术交底会, 掌握设计思路。随着施工进度情况的不断深入, 可能会存在现场与设计不符的情况, 项目部应通过上级部门及时与设计单位联系, 同时抄报监理单位与业主。

核对设计文件时, 应注意以下两点:

- ①施工前应将桥梁各部分高程同线路详细纵断面图相互核对。
- ②梁缝、桥墩纵向偏心: 全桥布置图中桥墩里程为梁缝分界线里程, 不等跨桥墩中线的预偏值为墩中心线里程与梁缝分界线里程的差值。下部结构施工放样时, 应对线路里程、桩位坐标、预偏心大小及方向等进行相互校核, 确认无误后, 方可开始施工。

## 4) 技术交底及人员培训

在总工程师组织下对投标书施工组织设计进行优化、完善、修正, 编制实施性施工组织设计、年度施工计划等, 下发给各执行部门。对跨既有铁路、航道、公路施工的安全事项做出书面的指导文件, 并对施工中每道工序下达详细的技术交底书。

针对工程特点, 组织技术人员和相关专家对质检员、安全员等管理人员和技术工人进行培训。培训内容包括国家、行业、地方现行的有关工程质量、施工安全、环境保护等法律法规。

## 5) 原始资料的调查分析

为了做好施工准备工作, 除了要掌握有关拟建工程的书面资料, 还要进行拟建工程的实地勘测和调查, 获得有关数据的第一手资料。这对于拟定先进合理、切合实际的施工组织设计是非常有必要的, 因此应做好以下几个方面的调查分析:

### (1) 自然条件的调查分析

对工程所在地区自然条件的调查分析的主要内容有: 地区水准点和绝对标高等情况; 地质构造、土的性质和类别、地基土的承载力、地震级别和烈度等情况; 河流流量和水质、最高洪水和枯水期的水位等情况; 地下水位的高低变化以及含水层的厚度、流向和水质等情况; 气



温、雨、雪、风和雷电等情况；土的冻结深度和冬雨期的期限等情况。

## (2) 技术经济条件的调查分析

对建设地区技术经济条件的调查分析的主要内容有：所在地区建筑施工企业的状况；施工现场的征地拆迁状况；当地可利用的交通运输状况；地方劳动力和技术水平状况；当地生活供应和医疗卫生状况；当地消防、治安状况和参加施工单位的力量状况。

## 1.1.2 物资准备

### 1) 物资准备的内容

材料、机具和设备是保证施工顺利进行的物质基础，这些物资的准备工作必须在工程开工之前完成。根据各种物资的需要量计划，分别落实货源，安排运输和储备，使其满足施工的要求。

#### (1) 建筑材料准备

根据施工预算进行分析，依照施工进度计划要求，按材料名称、规格、使用时间、材料储备定额和消耗定额进行汇总，编制出材料需要量计划，为组织备料，确定仓库、堆场面积和组织运输等提供依据。

#### (2) 构件加工准备

根据施工预算提供的构件名称、规格、质量和消耗量，确定加工方案和供应渠道，以及储存地点和方式，编制出构件需要量计划，为组织运输、确定堆场面积等提供依据。

#### (3) 机械设备准备

遵循先进性和技术性能相匹配及确保选用设备可靠性的原则进行机械设备配备。针对工程特点，组织多作业面平行施工，配备的机具及运输车辆保证按时进场，对机械及早调试、彻底检修，保证上场机具性能完好。对于重型和大型机械，选择合理的便道运到现场。同时，落实好设备专项资金并抓好材料的组织与管理，确保机具设备的高效率运转。

### 2) 物资准备工作的程序

①根据施工预算、分部(项)工程施工方法和施工进度安排，拟订材料、施工机具等物资的需要量计划。

②根据各种物资需要量计划，组织货源，确定加工、供应地点和供应方式，签订物资供应合同。

③根据各种物资的需要量计划和合同，拟订运输计划和运输方案。

④按照施工总平面图的要求，组织物资按计划时间进场，在指定地点，按规定方式进行储存或堆放。

### 1.1.3 劳动组织准备

#### 1) 劳动力准备

根据工程的特点,加强内部劳动力结构的调整,选派专业化施工队伍进场施工;对进场工人进行技能培训考核、施工工艺和操作规程交底,确保施工队伍的有效投入;建立健全劳动纪律和规章制度,形成“交底—施工—验收”的组织监控体系;加强各专业工种的穿插流水,使施工队伍处于最佳工作状态,提高工作效率。

#### 2) 建立健全各项管理制度

工地的各项管理制度是否建立、健全,直接影响其各项施工活动的顺利进行。有章不循的后果是严重的,而无章可循更危险。为此,必须建立健全工地的各项管理制度。这些管理制度的内容包括工程质量检查与验收制度,工程技术档案管理制度,建筑材料的检查验收制度,技术责任制度,施工图样学习与会审制度,技术交底制度,职工考勤、考核制度,工地及班组经济核算制度,材料出入库制度,安全操作制度,机具使用保养制度等。

### 1.1.4 施工现场准备

施工现场是施工单位为实现优质、高速、低消耗的目标,而有节奏、均衡连续地进行施工活动的空间。施工现场的准备工作,主要是为了给拟建工程的施工创造有利的施工条件和物资保证。其具体内容如下:

#### 1) 与地方有关部门的协调

项目部应积极主动地与当地公安、国土、交通、林业、环保、通信、水利、电力等部门取得联系,向他们通报情况,听取他们的意见,了解政府及主管部门的最新管理信息,按要求办理相关手续,制定相应的规章制度,取得当地政府及主管部门的支持、信任与配合。

#### 2) 做好施工场地的控制网测量

按照设计单位提供的总平面图及给定的坐标控制网和水准控制基桩,进行施工测量,设置永久性和临时性导线点、水准基桩和建立工程测量控制网。

#### 3) 搞好“三通一平”

“三通一平”是指路通、水通、电通和场地平整。

#### 4) 征地拆迁

进场后,项目部积极协助业主进行永久性用地和施工临时占地的征地、拆迁工作,为工程



的顺利开工做好准备。

征地拆迁根据总体施工进度全线推进,优先保障区间拌和站等项目大量用地,其次分重点工程、先架梁区段依次安排进行。

征地拆迁以保证控制工程按时开工为首要工作,解决影响线下工程施工的迁改问题。拆迁工作要突出顺序、统一一次到位的原则,杜绝二次拆迁、重复拆迁。

## 任务 1.2 桥梁施工放样

桥梁施工放样,最主要的工作是测设出墩、台的中心位置及其纵横轴线。桥梁放样前,测量技术人员应做好以下工作:

- ①熟悉设计图样,理解图样的设计思路。
- ②检查图样,核实图样的有关数据,做好施工测量的数据准备工作。
- ③了解施工工作计划和安排,协调测量和施工进度的关系,落实施工测量方案。
- ④核查并检测有关的控制点在实地的位置,并与设计资料中的点标记相对照,确认点位的准确可靠。若原控制点点位丢失,应按照原控制等级进行恢复,并满足精度要求。
- ⑤了解施工现场的地貌形态和地物分布情况。
- ⑥做好控制点的复测工作。
- ⑦保护测量标志,加强测量标志的管理、保护,注意受损测量标志的恢复。测量标志包括控制点标志和放样点标志。

### 1.2.1 桥梁墩台定位

桥梁墩台的中心定位,是根据桥梁设计施工详图上所设计的两桥台及各桥墩中心的里程,以桥梁中心线控制桩、桥梁三角网控制点为基准,按规定精度放样出墩台中心的位置。桥梁墩台定位的方法如下:

#### 1) 直接量距法

该法适用于无水或浅水河道,一般只用于中小桥(图 1.1)。其中,直接丈量法只用于小桥。

定位步骤为:

- ①先根据桥位桩号在线路工程中线上测设出桥台和桥墩的中心桩位  $A$ 、 $B$ 、 $C$  点,并在河道两岸测设桥位控制桩  $k_1$ 、 $k_2$ 、 $k_3$ 、 $k_4$  点。
- ②然后分别在  $A$ 、 $B$ 、 $C$  点上安置经纬仪,在与桥的中轴线垂直的方向上测设桥台和桥墩控制桩位  $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3$ 、 $\dots$ 、 $c_1$ 、 $c_2$ 、 $c_3$ 、 $c_4$  点,每侧要有两个控制桩。
- ③测设时,量距要用经过检定的钢尺,并加尺长、温度和高差改正(或可用光电测距仪测距),测距精度应高于 1:5 000,以保证桥的上部结构安装能正确就位。

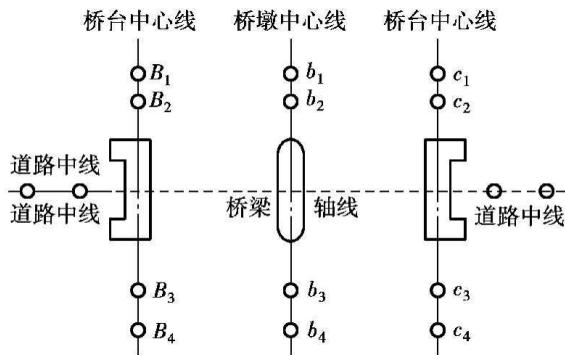


图 1.1 直接量距法

### 2) 方向交会法

桥墩位于水中,无法直接丈量距离也不便于架设反光镜时,可采用方向交会法测设墩位(图 1.2)。

定位步骤为:

- ①根据控制点坐标和墩台坐标,反算交会放样参数  $\alpha_i$ 、 $\beta_i$ 。
- ②在相应控制点上安置仪器并后视另一已知控制点,分别测设水平角  $\alpha_i$ 、 $\beta_i$ 。
- ③得到两条视线的交点,从而确定墩台中心的位置。
- ④采用三条视线进行交会的,会形成误差三角形。误差三角形的大小必须满足相关部位的放样精度要求。

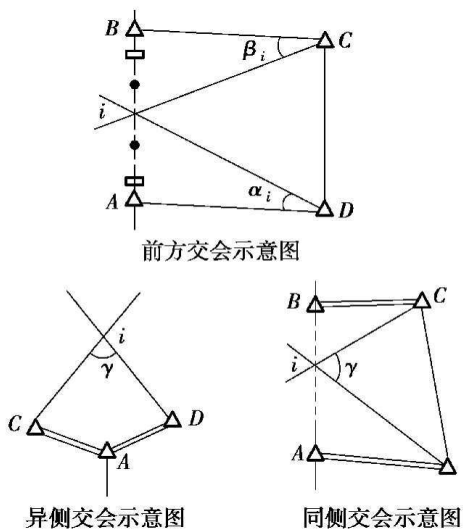


图 1.2 方向交会法

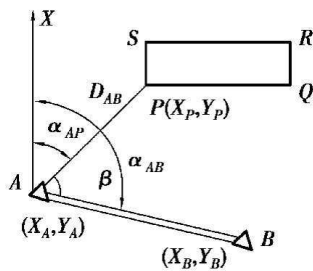


图 1.3 极坐标法

### 3) 极坐标法

在能使用全站仪并在被测设的点位上可以安置反光镜的观测条件下,可采用极坐标法进行定位(图 1.3)。



定位步骤为:

①计算出放样点  $P$  与测站点  $A$  之间的距离  $D_{AP}$  和方位角  $\alpha_{AP}$ 。

②计算出测站点  $A$  与后视点  $B$  之间的方位角  $\alpha_{AB}$ 。

③计算出  $\beta = \alpha_{AB} - \alpha_{AP}$ 。

④在测站点  $A$  上安置好全站仪,瞄准后视点  $B$ ,旋转角度  $\beta$ ,然后再测出距离  $D$ ,就得出  $P$  的位置。

⑤为确保测设点位的准确,测量后应将仪器迁至另一控制点上,再按上述程序重新测设一次,以进行校核。只有当两次测设的位置满足限差要求时才能停止。

#### 4) GPS-RTK 法

桥梁工程精度要求不高的结构部位或者工程初期精度要求不高的部位的放样、跨海大桥等可采用 GPS-RTK 法(图 1.4)与高精度全站仪相结合的方法。

定位步骤为:

①建立基准站,要求有足够数量的卫星且具有较好的几何分布。

②在已知点上建立转换参数,基准站与移动站间的数据通信良好。

③进行点位放样(关键技术是初始整周模糊度的快速解算、数据链传输的高可靠性和强干扰性)。

#### 5) 误差三角形的改正

采用三边或者以上交会定位时,必须要进行误差三角形的改正。

如图 1.5 所示,误差三角形在桥轴线上的距离为  $C_2C_3$ ,是误差三角形的最大边长,对建筑墩台基础不宜超过 25 mm,对建筑墩身不宜超过 15 mm,再由  $C_1$  向桥轴线上做垂线  $C_1C$ , $C$  作为墩、台或基础的中心,交角  $\alpha, \beta$  应事先计算并核对。

如用检验过的电磁波测距仪时,可将其置于  $D$  点测定墩、台中心位置。

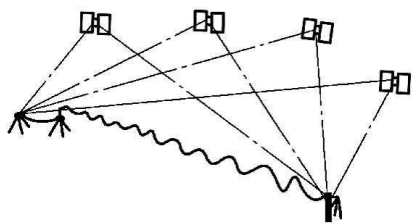


图 1.4 GPS-RTK 法

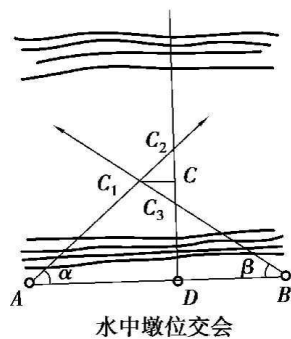


图 1.5 误差三角形的改正

### 1.2.2 明挖扩大基础放样

扩大基础坑底位置,一般比基础设计尺寸每边增加 50 ~ 100 cm,作为立模板、边坡支护、

设置集水坑及人员操作的必要空间(图 1.6);坑顶面积出于放坡的原因会比坑底面积大,具体位置则需要根据基础底面尺寸、开挖深度、放坡坡度计算确定。

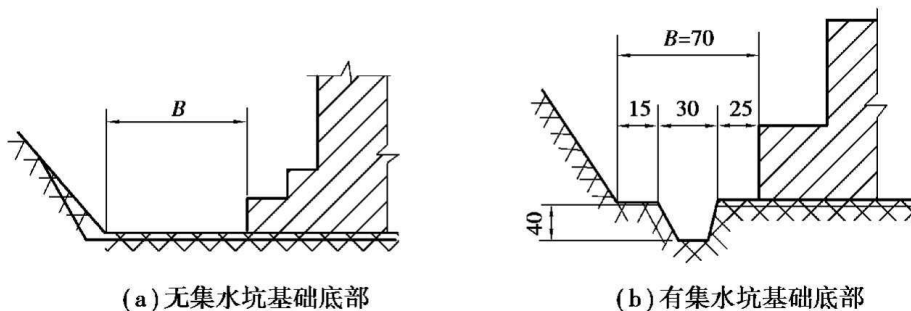


图 1.6 基底拓宽(单位:cm)

明挖扩大基础放样,需先根据桥墩与基坑关系(图 1.7),放样出坑顶边线,基坑开挖至设计标高后,再用钢尺量距,定出基底尺寸,做必要的地基处理,在基础上放出墩台中心及其纵横轴线,如图 1.8 所示。

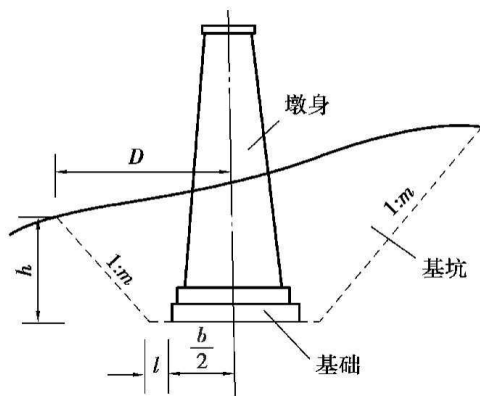


图 1.7 扩大基础基坑与墩身关系示意图

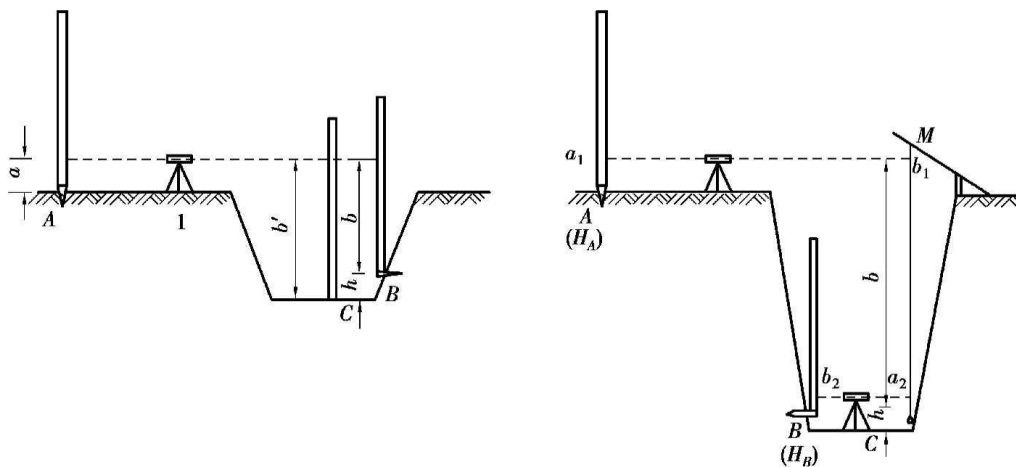


图 1.8 桥梁基础标高放样示意图