

道路与桥梁专业“十一五”高职高专应用型规划教材

路桥工程施工技术 (下册)

LUQIAO GONGCHENG SHIGONG JISHU

吴继锋 谭建领 主编



黄河水利出版社

道路与桥梁专业“十一五”高职高专应用型规划教材

路桥工程施工技术

(下册)

主 编 吴继锋 谭建领
副主编 邓 超 钱大行 邓小军
主 审 韩 娟

黄河水利出版社

内 容 提 要

本书为道路与桥梁专业“十一五”高职高专应用型规划教材。全书分上、下两册,共十七章,系统地介绍了路桥工程施工技术的内容和要点。上册内容包括绪论、施工测量、路基施工、路面施工、施工机械和设备、交通设施施工、施工安全文明与质量评价、路基路面养护等;下册内容包括桥梁基本施工技术、桥梁基础施工、桥梁下部构造施工、桥梁上部结构施工、桥面系及附属工程施工、桥梁施工设备、隧道施工、涵洞施工、桥隧养护等。为了便于学生学习,在每章正文之前提出了本章学习目的和要求,每章末提供相应的复习思考题。

本书可供交通类高等职业技术学院道路与桥梁工程技术专业的学生学习使用,也可供从事交通土建类与相关专业的工程技术和管理人员借鉴参考。

图书在版编目(CIP)数据

路桥工程施工技术/吴继锋,谭建领主编. —郑州:黄河水利出版社,2008. 8

道路与桥梁专业“十一五”高职高专应用型规划教材

ISBN 978 - 7 - 80734 - 426 - 1

I. 路… II. ①吴… ②谭… III. ①道路工程 - 工程施工 - 高等学校:技术学校 - 教材 ②桥梁工程 - 工程施工 - 高等学校:技术学校 - 教材 IV. U415 U445

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 113814 号

出 版 社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路 11 号

邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371 - 66026940

传真:0371 - 66022620

E - mail:hhslcbs@126. com

承印单位:黄委会设计院印刷厂

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:38.5

字数:890 千字

印数:1—4 100

版次:2008 年 8 月第 1 版

印次:2008 年 8 月第 1 次印刷

定价(上、下册):68.00 元

前 言

随着我国路桥工程建设高潮的进一步兴起,国家对路桥工程建设的投资规模逐年加大,国、省道路与县、乡道路建设得到蓬勃发展,对公路行业施工技术人员的需求更加迫切。路桥工程的施工技术是道路与桥梁工程专业学生的基本技能,也是路桥建设技术人员必须掌握的基本知识和能力,本教材正是为了适应各交通类职业技术学院培养学生具备施工技能方面的职业技能目标而进行编写的。

现代路桥工程技术人员不仅是路桥工程的建设者,而且也是路桥工程施工技术问题的解决者、管理者和决策者。在传统的教育模式中,路桥工程施工技术教育与路桥工程施工现场结合不够紧密,使得学生从学校毕业走上工作岗位后,不能适应路桥工程的施工环境,在施工现场不会采用正确的施工技术方案,不能适应市场经济发展的需要,也缺乏市场竞争能力,有时甚至给国家和施工企业带来严重的经济损失。

因此,道路与桥梁工程技术专业的学生在学好路桥工程设计的同时,也要学好路桥工程施工技术的相关知识,用科学的施工技术方法去分析路桥工程施工的规律性,提高解决实际问题的能力和决策能力。这是市场经济发展对新一代路桥工程技术人员的要求,也是时代发展的需要。

本教材是高职高专道路与桥梁工程技术、工程监理、工程造价等专业主干课程的教材之一。在编写过程中力求将施工技术的概念通过简明的语言进行阐述,同时结合路桥工程施工的实际特点来组织有关章节的内容。本教材能够给在相应岗位工作的工程施工及管理人员以帮助,给即将走上工作岗位的学生以启迪。

2007年4月,在南昌举行了本系列高职教材编写联络会议,通过了《交通高等职业技术教育路桥专业课程设置框架》。本书在该课程设置框架的基础上,按照学科的系统性要求编写而成,以满足交通类高等职业技术教育模块教学的要求。

本书内容是根据交通部颁布实施的《公路工程技术标准》(JTG B01—2003)、《公路路基施工技术规范》(JTG F10—2006)、《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40—2004)、《公路水泥混凝土路面施工技术规范》(JTG F30—2003)、《公路桥涵施工技术规范》(JTJ 041—2000)、《公路隧道施工技术规范》(JTJ 042—94)与《公路工程质量检验评定标准》(JTG F80—2004)等技术规范进行编写的。本书共分十七章。参加本书编写工作的有:江西交通职业技术学院吴继锋编写第一章、第六章、第七章和第八章,邓超编写第十一章、第十三章和第十五章;洛阳工业高等专科学校钱大行编写第二章和第三章;开封大学刘雨编写第四章;山东水利职业学院李燕飞编写第五章和第十四章;黄河水利职业技术学院谭建领编写第九章和第十章第二节,张涛编写第十章第一节;郑州交通学院周利超编写第十二章;山东交通职业学院邓小军编写第十六章和第十七章。全书由吴继锋教授负责统稿工作。

全书由吴继锋教授负责统稿,由吴继锋、谭建领任主编,邓超、钱大行、邓小军任副主

编,高级工程师韩娟任主审。

在编写过程中参考了许多专家的著作及文献资料,在此一并表示诚挚的谢意。

由于时间紧迫与编者水平有限,书中难免有错误和不完善之处,敬请读者批评指正,以便进一步修正补充。

编 者
2008 年 4 月

目 录

(下册)

前 言

第九章 桥梁基本施工技术	(1)
第一节 桥梁施工准备	(1)
第二节 桥梁定位放样	(6)
第三节 模板与支架制作技术	(21)
第四节 钢筋制作安装技术	(32)
第五节 混凝土施工	(59)
第六节 砌筑工程施工	(79)
本章小结	(84)
复习思考题	(85)
第十章 桥梁基础施工	(86)
第一节 扩大基础施工	(86)
第二节 桩基础施工	(106)
本章小结	(138)
复习思考题	(138)
第十一章 桥梁下部构造施工	(139)
第一节 混凝土墩台、石砌墩台施工	(139)
第二节 装配式墩台施工	(144)
第三节 滑动模板施工	(149)
第四节 支座安装与墩台附属工程施工	(155)
本章小结	(159)
复习思考题	(160)
第十二章 桥梁上部结构施工	(161)
第一节 梁桥施工	(161)
第二节 拱桥施工	(204)
第三节 其他桥梁施工简介	(212)
本章小结	(229)
复习思考题	(230)
第十三章 桥面系及附属工程施工	(231)
第一节 伸缩缝施工	(231)
第二节 梁间铰接缝施工	(238)
第三节 桥面铺装层施工	(243)
第四节 桥面附属工程施工	(244)

本章小结	(246)
复习思考题	(246)
第十四章 桥梁施工设备	(247)
第一节 施工常备式结构	(247)
第二节 施工主要起重机具设备	(251)
第三节 混凝土施工设备	(259)
第四节 预应力张拉设备	(265)
第五节 其他常用机具与设备	(274)
本章小结	(280)
复习思考题	(280)
第十五章 隧道施工	(281)
第一节 施工准备工作	(281)
第二节 施工测量	(286)
第三节 隧道现场监控量测	(291)
第四节 隧道洞身施工	(295)
第五节 隧道洞口施工	(311)
第六节 隧道附属设施施工	(313)
本章小结	(316)
复习思考题	(316)
第十六章 涵洞施工	(317)
第一节 概 述	(317)
第二节 施工准备工作	(319)
第三节 涵洞施工放样	(325)
第四节 涵洞施工	(326)
本章小结	(342)
复习思考题	(342)
第十七章 桥隧养护	(343)
第一节 桥梁养护	(343)
第二节 公路隧道养护	(367)
第三节 涵洞的养护	(374)
本章小结	(376)
复习思考题	(376)
参考文献	(377)

第九章 桥梁基本施工技术

学习目的和要求

了解桥梁施工前技术、劳动组织、物资、施工现场和施工场外等准备工作的内容。要求掌握桥梁定位放样;桥梁施工控制测量和直线与曲线桥梁墩台定位的测设方法;桥梁高程放样方法;桥梁各细目放样;模板与支架制作、安装、拆除的技术要求;钢筋分类、验收存放、配料、加工、连接、安装的技术要求;混凝土施工的准备、拌和、运输、浇筑、捣实、养护、季节性施工、质量检查的技术要求;砌筑材料与方法、常用砌体的勾缝、养护、质量标准等施工技术要求。

第一节 桥梁施工准备

施工准备工作的目的是为施工创造有利条件,使施工工作能够有计划地、连续地、均衡地进行,在确保质量和安全的前提下,降低施工成本,按期交工,尽早使工程投入使用,发挥效益。

施工准备通常包括技术准备、劳动组织准备、物资准备、施工现场准备和施工场外准备等工作。

一、技术准备

技术准备是施工准备的核心。任何技术上的差错都可能造成质量与安全事故,带来巨大的经济损失,甚至危及生命安全,因此必须认真做好技术准备工作。

(一) 熟悉设计文件、研究和审查施工图纸

为使从事桥梁施工技术和经营管理的工程技术人员在拟建工程开工之前充分地了解和掌握设计意图、桥梁的结构与构造特点和技术要求,能够按照设计要求顺利地进行施工,建造出符合设计要求的桥梁工程,施工单位在收到拟建工程的设计图纸和有关技术文件后,应尽快组织工程技术人员熟悉、研究所有技术文件和图纸。

1. 主要内容

(1) 通过熟悉与研究设计文件,全面领会设计意图。

(2) 明确拟建工程的结构型式和特点,审查设计图中工程复杂、施工难度大和技术要求高的分部分项工程或新结构、新材料、新工艺,检查现有施工技术水平和管理水平能否满足工期和质量要求,并采取可行的技术措施加以保证。

(3) 检查图纸与设计文件是否齐全、清晰,有无错误,各组成部分之间有无矛盾以及在几何尺寸、坐标、标高、说明等方面是否一致。

(4) 审查设计是否符合国家相关工程建设在设计、施工方面的方针和政策。

(5) 审查地基处理与基础设计同拟建工程地点的工程水文、地质等条件是否一致,以

及拟建工程与地下建筑物或构筑物、管线之间的关系,必要时与现场情况进行核对。

(6)明确工程建设期限以及工程所用的主要材料与设备的数量、规格、来源。

(7)明确业主、设计、监理和施工等单位之间的协作、配合关系,以及根据招标文件业主单位可以提供的施工条件。

2. 主要程序

熟悉、审查设计图纸和有关设计资料的程序通常分为自审、会审和现场签证三个阶段。

1) 自审阶段

施工单位收到拟建工程的设计图和有关技术文件后,组织有关的工程技术人员熟悉和自审,写出自审图纸记录。自审图纸记录应包括对设计图的疑问和对设计的有关建议。

2) 会审阶段

一般由监理单位主持,由业主单位、设计单位和施工单位参加,三方进行图纸的会审。会审时,首先由设计单位的工程主设计师向与会者说明拟建工程的设计依据、意图和功能要求,并对特殊结构、新材料、新工艺和新技术提出设计要求;然后由施工单位根据自审记录以及对设计意图的了解,提出对图纸的疑问和建议;最后在统一认识的基础上,对所探讨的问题逐一地作好记录,形成“图纸会审纪要”,由业主单位正式行文,参加单位共同会签、盖章,作为与设计文件同时使用的技术文件和指导施工的依据,以及业主单位与施工单位进行工程结算的依据。

3) 现场签证阶段

在拟建工程施工的过程中,如果发现施工的条件与设计图的条件不符,或者发现图中仍有错误,或者因为材料的规格、质量不能满足设计要求,或者因为施工单位提出了合理化建议,需要对设计图进行及时修订时,应遵循技术核定和设计变更的签证制度,进行图纸的施工现场签证。在施工现场的图纸修改、技术核定和设计变更资料,都要有正式的文字记录,并归入拟建工程的施工档案,作为指导施工、竣工验收和工程结算的依据。

(二)原始资料的调查分析

对拟建工程进行实地勘察,进一步获得有关原始数据的第一手资料,这对于正确选择施工方案、制订技术措施、合理安排施工顺序和施工进度计划是非常必要的。

1. 自然条件

1) 地质

在地质方面,应了解的主要内容有地质构造、墩台位处的基岩埋深、岩层状态、岩石性质、覆盖层土质、土的性质和类别、地基土的承载力、土的冻结深度、妨碍基础施工的障碍物、地震级别和烈度等。

2) 水文

在水文方面,应了解的主要内容有河流流量和水质、年水位变化情况、最高洪水位和最低枯水位的时期及持续时间、流速和漂浮物、地下水位的高低变化、含水层的厚度和流向;冰冻地区的河流封冻时间、融冰时间、流冰水位、冰块大小;受潮汐影响河流或水域中潮水的涨落时间、潮水位的变化规律和潮流等情况。

3) 气象

在气象方面,调查的内容一般包括气温、气候、降雨、降雪、冰冻、台风(含龙卷风、雷雨大风等突发性灾害)、风向、风速等变化规律及历年记录;冬、雨季的期限及冬季地层冻结厚度等情况。

4) 施工现场的地形地物

施工现场的地形地物主要包括建设场地的地形地貌,邻近的房屋、桥梁、道路、输变电路、通信线路,施工现场的地上与地下障碍物状况等,为编制“四通一平”计划及进行施工现场平面布置提供依据。

2. 技术经济条件

技术经济条件主要内容包括地方建筑施工企业的状况、施工现场的征地拆迁状况、当地可利用的地方材料状况、地方能源和交通运输状况、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、当地消防与治安状况和参加施工单位的技术力量状况。

(三) 制订施工方案、进行施工设计

在全面掌握了设计文件和设计图纸,正确理解了设计意图和技术要求,以及进行了以施工为目的的各项调查之后,应根据进一步掌握的情况和资料,对投标时初步拟订的施工方法和技术措施等进行重新评价和深入研究,以制订出详尽的更符合现场实际情况的施工方案。

施工方案一经确定,即可进行各项临时性结构的施工设计,诸如基坑围堰,浮运沉井和钢围堰的制造场地及下水、浮运、就位、下沉等设施,钻孔桩水上工作平台,连续梁桥顶推施工的台座和预制场地,悬浇桥梁的挂篮,导梁或架桥机,模板支架及脚手架,自制起重吊装设备,施工便桥、便道及装卸码头的设计。施工设计应在保证安全的前提下,尽量考虑使用现有材料和设备,因地制宜,使设计出的临时结构经济适用、装拆简便、通用性强。

(四) 编制施工组织设计

中标后的施工组织设计是施工准备工作的重要组成部分,也是指导施工现场全部生产活动的技术经济文件。编制施工组织设计的目的在于全面、合理、有计划地组织施工,从而具体实现设计意图,优质、高效地完成施工任务。

(五) 编制施工预算

施工预算是根据施工图纸、施工组织设计或施工方案、施工定额等文件进行编制的。施工预算是施工企业内部控制各项成本支出、考核用工、签发施工任务单、限额领料以及基层进行经济核算的依据,也是制订分包合同时确定分包价格的依据。

二、劳动组织准备

(一) 建立组织机构

建立组织机构应遵循的原则是:根据工程项目的规模、结构特点和复杂程度,系统进行各职能部门的设置,坚持合理分工与密切协作相结合,使之便于指挥和管理,分工明确,责权具体,权责一致。人员的配备应力求精干,以适应任务的需要。

(二) 合理设置施工班组

施工班组的设置应认真考虑专业和工种之间的合理配置,技工和普工的比例要满足

合理的劳动组织要求,并符合流水作业方式的要求,同时制订出该工程的劳动力需要量计划。

(三) 劳动力进场

集结施工力量,组织劳动力进场。进场后应对工人进行技术、安全操作规程以及消防、文明施工等方面的培训教育,并安排好职工的生活。

(四) 施工组织设计、施工计划和施工技术交底

进行施工组织设计、施工计划和施工技术交底的目的是把拟建工程的设计内容、施工计划和施工技术的要求,详尽地向施工班组和工人讲解,交待清楚。以保证工程能严格按照设计图纸、施工工艺、安全技术措施、降低成本措施和施工验收规范的要求进行施工;新技术、新材料、新结构和新工艺的实施方案和保证措施得以落实;有关部位的设计变更和技术措施等事项得以贯彻执行。交底应在单位工程或分部分项工程开工之前,按照管理系统逐级进行,由上而下直到工人班组,其方式有书面形式、口头形式和现场示范形式等。

(五) 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。若有章不循其后果是严重的,而无章可循更是危险的。为此必须建立健全工地的各项管理制度,通常包括以下内容:技术质量责任制度、工程技术档案管理制度、施工图纸学习与会审制度、技术交底制度、技术部门及各级人员的岗位责任制度、工程材料和构件的检查验收制度、工程质量检查与验收制度、材料出入库制度、安全操作制度、机具使用保养制度等。

三、物资准备

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,使其满足连续施工的要求。

物资准备工作主要包括工程材料的准备、工程施工设备的准备、构件的加工准备,以及其他各种小型生产工具、小型配件等的准备,其具体内容如下:

(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、按规定方式进行贮存或堆放。

四、施工现场准备

施工现场的准备工作主要是为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。

(一) 施工控制网测量

按照勘测设计单位提供的桥位总平面图和测图控制网中所设置的基线桩、水准标高

以及重要桩志的保护桩等资料,进行三角控制网的复测,并根据桥梁结构的精度要求和施工方案补充加密施工所需要的各种标桩,建立满足施工要求的平面和立面施工测量控制网。

(二) 补充钻探

桥梁工程在初步设计时所依据的地质钻探资料往往因钻孔较少、孔位过远而不能满足施工的需要,因此必须对有些地质情况不甚明了的墩位进行补充钻探,以查明墩位处的地质情况和可能的隐蔽物,为基础工程的施工创造有利条件。

(三) 搞好“四通一平”

“四通一平”是指水通、电通、通信通、路通和场地平整。为了蒸汽养生的需要以及在寒冷冰冻地区,还要考虑暖气供热的要求。

(四) 建造临时设施

按照施工总平面图的布置,建造所有生产、办公、生活、居住和贮存等临时用房,以及临时便道、码头、混凝土拌和站、构件预制场地等。

(五) 安装调试施工机具

对所有施工机具都必须在开工之前进行检查和试运转。

(六) 材料的试验和贮存堆放

按照材料的需要量计划,应及时提供材料的试验申请计划,如混凝土和砂浆的配合比和强度、钢材的机械性能等试验,并组织材料进场,按规定的地点和指定的方式进行贮存堆放。

(七) 新技术项目的试制和试验

按照设计文件和施工组织设计的要求,认真组织新技术项目的试验研究。

(八) 冬、雨季施工安排

按照施工组织设计要求,落实冬、雨季施工的临时设施和技术措施,做好施工安排。

(九) 消防、保安措施

建立消防、保安等组织机构和有关的规章制度,布置安排好消防、保安等措施。

(十) 建立健全施工现场各项管理制度

根据工程特点,制定施工现场必要的各项规章制度。

五、施工场外准备

(一) 材料的加工和订货

加强与材料供应单位的联系,签订供货合同,确保材料能得到及时供应,保证施工企业的正常生产。

(二) 做好分包工作和签订分包合同

由于施工单位本身的力量所限,有些专业工程的施工、安装和运输等均需要委托外单位完成,因此应依据招标文件、投标文件,根据工程量、完成日期、工程质量和工程造价等内容,选择合适的分包单位,并与其签订分包合同,保证分项工程的按时实施。

(三) 向监理单位提交开工申请报告

在做好上述准备工作后,应该及时地填写开工申请报告,并上报业主单位或监理单位

批准。

单位工程开工必须具备下列条件：

- (1)施工图经过会审,图中存在的问题和错误已得到纠正。
- (2)施工组织设计或施工方案已经得到监理工程师的批准并进行交底。
- (3)场内外施工便道已经修通,施工用水、用电、排水和通信能满足施工的需要。
- (4)材料、成品、半成品等物资能满足连续施工的要求。
- (5)附属加工场和职工生活福利设施的建设能满足施工和生活的需要。
- (6)施工机械和设备已进场,并经过检验能保证正常运转。
- (7)施工力量已经调集,并已经过必要的技术安全和防火教育,安全消防设备已经具备。
- (8)已办理好施工许可证。

第二节 桥梁定位放样

一、桥梁定位放样概述

公路桥涵按其多孔跨径总长或单孔跨径可分为特大桥、大桥、中桥、小桥、涵洞五种形式,如表 9-1 所示。桥涵施工测量的方法及精度要求随跨径、桥长及桥涵结构的情况而定。

表 9-1 公路桥涵按跨径分类

桥涵分类	多孔跨径总长 L (m)	单孔跨径长 L (m)
特大桥	$L \geq 500$	$L \geq 100$
大桥	$100 \leq L < 500$	$40 \leq L < 100$
中桥	$30 < L < 100$	$20 \leq L < 40$
小桥	$8 \leq L \leq 30$	$5 \leq L < 20$
涵洞	$L < 8$	$L < 5$

桥梁工程定位放样的主要任务是根据桥梁的形式、跨径及设计要求的施工精度,确定利用原设计网点加密或重新布设控制网点,补充施工需要的水准点,桥涵轴线、墩台控制桩,将设计图上的工程构造物的平面位置和高程在实地标定出来作为施工、纠正施工偏差和检查验收的依据。桥梁工程定位放样的依据是桥梁工程施工技术规范、测量规范以及工程设计图纸及文件。

测量放样工作应遵循从整体到局部的原则,先进行控制测量,再进行细部定位放样测量。通过控制测量建立起平面控制点和高程控制点与工程构造物特征点之间的平面位置和高程的几何联系。以平面控制点的坐标和高程控制点的高程为依据,利用传统测量仪器进行距离、高程和角度的测量放样,也可利用现代化的全站仪和 GPS 进行测量放样。

在放样过程中,工程设计图纸是图解控制点和工程构造物特征点之间几何关系的依

据;现行的施工技术规范、规程以及测量规范是核查放样结果精度的依据。

(一) 桥梁施工测量的主要内容

1. 平面控制测量

平面控制测量包括测设与校核桥位中心线控制桩,测设桥梁墩台中心位置,并进行上部结构平面形状的测量放样。

2. 高程控制测量

高程控制测量是指布设施工临时水准点网,进行施工高程测量工作。

3. 施工放样测量

施工放样测量包括基础施工放样、墩台施工细部放样和桥梁上部构造安装放样,并应同时测量各部位的高程。

4. 竣工测量

工程竣工以后,应对结构物各部位的平面位置、尺寸、高程等按照设计要求进行测量验收。

(二) 桥梁施工测量的基本要求

为满足施工的需要,对放样测量技术人员的基本要求如下:

(1)应熟悉设计图样,理解图样的设计思路,核实图样的有关数据,做好施工测量的数据准备工作。

(2)了解施工工作计划和安排,协调测量和施工进度关系,落实施工测量方案。

(3)应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,并应满足精度要求。

(4)了解施工现场的地貌形态和地物分布情况,做好控制点的复测工作。

(5)应加强对测量标志的管理、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。

(6)施工过程中,应测定并经常检查桥涵结构浇砌和安装部分的位置和标高,并做出测量记录和结论,如超过允许偏差时,应分析原因,并予以补救和改正。

(7)为防止差错,施工测量必须由两个人相互检查、校核并作出测量和检查核对记录。

二、施工控制测量

桥梁控制测量的目的是为测量桥位地形、施工放样和变形观测提供具有足够精度的控制点。在施工放样前,应对设计单位提供的桥梁工程项目内所有的导线点和水准点进行认真细致的复测,并建立测量控制网。

导线点的复测采用附和导线测量法,即在桥梁工程项目前(后)范围内导线点中选用两点作为测量基准点,在桥梁工程项目后(前)范围内导线点中选取两点作为附和导线点,按照导线测量的要求使用全站仪对桥梁工程项目内导线点进行认真测量,平差后若不能符合规范要求,则报业主调整后重新进行复测,直到满足要求,并报监理工程师认可。

水准点的复测采用附和水准测量法,并按照业主提供的水准点等级进行同级复测。其方法是:在桥梁工程项目后(前)范围内选取一至两个设置牢固的点作基准点(若路线

附近有国家级水准点则优先选用),另在桥梁工程项目前(后)范围内选取一水准点作为附和点,对桥梁工程项目内所有提供的水准点进行往返复测,并认真作好记录,平差后若不符合规范要求,则报请业主调整后进行复测,直到满足要求,并报监理工程师认可。

对复测合格的导线点、水准点应采取必要的加固保护措施,并设立可靠标志以利寻找,在施工期间定期进行复测,以保证控制的精度。

桩位复测无误后,应根据现场情况在通视良好地带设置控制网。为满足桥梁工程施工精度的要求,区域内设置三角导线控制网,导线网点同时作为水准网点。

三角网的基线不应少于 2 条,依据当地条件,可设于河流的一岸或两岸。基线一端应与桥轴线连接,并尽量近于垂直。当桥轴线较长时,应尽可能在两岸均设基线,长度一般不小于桥轴线长度的 0.7 倍,困难地段不得小于 0.5 倍。设计单位布设的基线桩精度够用时应予以利用。三角网所有角度宜布设为 $30^{\circ} \sim 120^{\circ}$, 困难情况下不应小于 25° , 如图 9-1 所示。

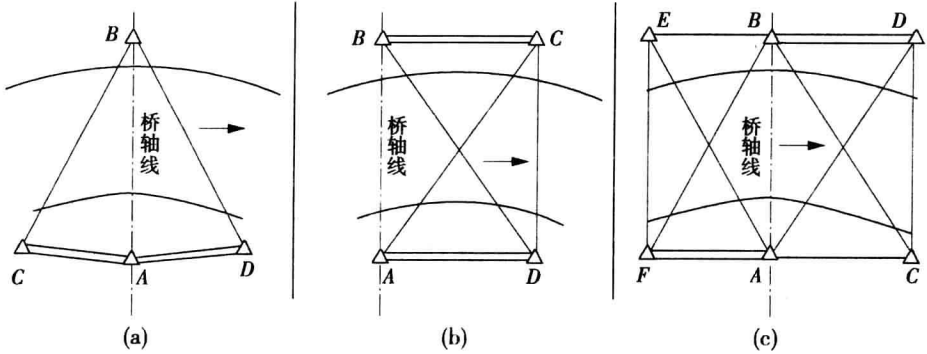


图 9-1 三角控制网

导线点应布设在地基稳定、不受施工及洪水影响的地方。导线点埋设方法是:在地上挖一直径为 40 cm、深 50 ~ 100 cm 的基坑,埋入带有测钉的预制方柱,回填混凝土并用钢锯条在测钉上画上十字线。导线点埋设好以后,根据已有导线点进行加密测量,平差后即可确定坐标。加密导线点测设及计算资料应及时上报测量监理工程师,复验认可后方可使用。

加密导线点应定期进行联测,如发现导线点变位,应废弃不用,或加固后重新测设确定坐标并报验后再用。

施工期间为确定桥梁结构各控制点的垂直位置,需要在桥址附近设立一系列基本水准点和施工水准点,组成桥梁高程控制网。在桥梁建成投入运营之后,高程控制网还要作为沉陷变形观测的依据。

为了获取可靠的高程起算数据,江河两岸的基本水准点应先与桥址附近的国家高级水准点进行联测。然后进行桥位实地水准测量,最后通过过河水准测量将两岸高程联系起来,以此可检验两岸国家水准点有无变动,并从中选取一个稳固可靠、精度较高的国家水准点作为桥梁高程控制网的高程起算点。

对于高程控制网的水准测量等级,2 000 m 以上的特大桥一般为三等,1 000 ~ 2 000 m

的特大桥为四等,1 000 m 以下的桥梁为五等。

过河水准测量在桥梁高程控制测量中极为重要,应采用精密的方法测定。当水准路线通过宽度为各等级水准测量的标准视线长度 2 倍以下的江河、山谷时,可用一般观测方法进行,但在测站上应变换一次仪器高度,观测 2 次,2 次高差之差应符合规定,取平均值作为结果。当高程视线长度超过各等级水准测量标准视线长度的 2 倍以上时,应按表 9-2 选择观测方法。

表 9-2 跨河高程测量的观测方法及跨越视线长度

观测方法	跨越视线长度(m)	观测方法	跨越视线长度(m)
直接读数法	三等、四等水准测量 ≤ 300	倾斜螺旋法	$\leq 1\,500$
	五等水准测量 ≤ 500	测距三角高程法	$\leq 3\,500$
光学测微法	≤ 500		

所有水准点,包括基本水准点和施工水准点,都应定期进行测量,检验其稳定性,以保证桥梁墩台及其他施工高程放样测量的精度。加密水准点应设置在路线附近安全处,并便于观测。加密水准点做好后,应与原有水准点进行联测,以确定加密水准点高程。根据施工进度情况,应适时将水准点引测到承台及墩柱上,以便测量。

三、直线桥梁墩台中心定位

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,它是桥梁施工测量中的关键性工作。常用的测设方法有光电测距法(或全站仪)、直接丈量法、方向交会法与极坐标及直角坐标法等。

(一) 光电测距法

光电测距仪广泛应用于桥梁的墩台中心定位,因其精度高、操作快、计算简便、通视不受地形限制,成为测定桥轴线比较好的一种仪器。

光电测距时应在气象比较稳定、大气透明度好、附近没有光电信号干扰的情况下进行,且应在不同的时间进行往返观测。观测时间的选择,应注意不要使反光镜面正对太阳的方向。

当照准方向时,待显示读数变化稳定后,测 3 ~ 4 次,取平均值,此平均值即为斜距。为了得到平距,还应读取垂直角,经倾斜改正后,即为单方向的水平距离观测值(如果用的是电子全站仪,可直接得到平距)。如果往返观测值之差在容许范围之内,则取往返观测值的平均值作为该边的距离观测值。

(二) 直接丈量法

位于浅水河道、干河或封冻的深水河道上的大中桥,以及河水虽深、但桥台间距在 50 m(钢尺长度)以内时,均可采用直接丈量法测定桥轴线长度。图 9-2 中, A、B 为桥梁中线的定位桩,精确地测定 AB 长度后,即可分别由 A 点、B 点标定出桥台和桥墩的位置。

为了保证施工期间的长度丈量精度和量距精度的一致性,在量距之前应对所用的钢

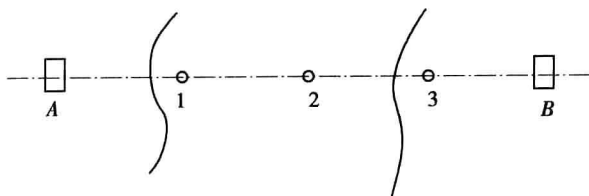


图 9-2 桥轴直接丈量

尺进行严格的检定,取得尺长改正数 Δ_l 。

用钢尺量距的方法如下:

(1) 对桥梁中线范围内进行 1 次彻底的清理。

(2) 在 A 控制桩上设置经纬仪,沿桥轴线 AB 方向用经纬仪定线,定出一系列木桩。地面平坦时,桩顶可与地面平;若地面起伏,应使点位能满足尺段悬空丈量的要求。桩顶中心应加一小钉,其偏离直线最大不得超过 ± 1 cm。为了便于丈量,桩间距应小于尺长 10 cm 以上。

(3) 用水准仪测出相邻桩顶间的高差,为了校核应测 2 次,读至 mm,2 次高差之差应不超过 2 mm。

(4) 在丈量每个尺段桩跨时,都应测读钢尺边的温度 1 次,其精度读到 0.5 °C。

(5) 丈量的工作一般由 5 人组成,其中 2 人拉尺,2 人观尺读数,1 人指挥兼顾记录。丈量时应对钢尺施以标准拉力,并将尺边对好桩顶小铁钉,由 2 个观测员在统一的口令下同时读出两端尺数,精确至 0.1 mm,并将其结果记入“精密量距记录计算表”中。每一尺段可连续测量 3 次,每次读数时均应变换钢尺的前后位置,以防差错。各次测得的长度差不得超过 2 mm,若超过则必须重测。

(6) 计算桥轴线长度。每一尺段的丈量结果均应加上尺长改正数 Δ_l 、温度改正数 Δ_t 、倾斜改正数 Δ_h 及垂度改正数 Δ_f 进行修正,即:

$$l_i = l'_i + \Delta_l + \Delta_t + \Delta_h + \Delta_f \quad (9-1)$$

$$\Delta_l = (L_0 - L) \cdot l'_i / L \quad (9-2)$$

$$\Delta_t = l'_i \alpha (t - 20) \quad (9-3)$$

$$\Delta_h = -\frac{h^2}{2l'_i} \quad (9-4)$$

$$\Delta_f = - (d/24) (md/P)^2$$

式中 l_i ——各尺段经过各项改正后的长度;

l'_i ——各尺段未经过各项改正的实测长度;

Δ_l ——尺长改正数;

L_0 ——检定时的标准长度;

L ——名义长度;

Δ_t ——温度改正数;

α ——钢尺线膨胀系数,如不确知时,可用 0.000 011 7/°C;