

高等职业教育
道路桥梁工程技术专业教学资源库



国家级精品课程配套教材
高等职业教育专业教学资源库建设项目规划教材



桥梁下部 施工技术

主编 秦 湊 段树梅



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

普通高等教育
路桥类工程技术专业教材



国家级精品课程配套教材
高等职业教育专业教学资源库建设项目规划教材

桥梁下部施工技术

Qiaoliang Xiabu Shigong Jishu

主 编 秦 湊 段树梅
副主编 务新超 陶斌铮 曾丽莎
主 审 吴同鳌 柏松平



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容提要

本书是高等职业教育道路桥梁工程技术专业教学资源库建设项目规划教材、国家级精品课程“桥梁下部施工技术”配套教材。为适应国家高等职业教育工学结合的发展方向,本书以工程项目施工过程为建设思路,紧跟现代科技与施工工艺发展。全书分为第一单元施工准备及基本操作,第二单元施工及质量控制,第三单元拓展训练;主要包括:认识桥梁下部结构构造,识读、审核施工图,施工测量,施工设备及施工材料准备,施工基本操作,浅基础施工,桩基础施工,沉井基础施工,桥梁墩、台施工,桥梁附属设施施工,施工组织综合案例等共 11 个工学任务。

本书可作为高职高专院校的道路桥梁工程技术、地下工程与隧道工程技术、铁道工程技术等土木工程类相关专业的教学用书,以及有关专业继续教育及职业培训教材,亦可供公路工程的相关技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

桥梁下部施工技术/秦湊, 段树梅主编. —北京: 高等教育出版社,

2011. 8

ISBN 978 - 7 - 04 - 032615 - 4

I. ①桥… II. ①秦… III. ①桥梁结构 - 下部结构 - 桥梁施工 - 施工技术 - 高等教育 - 教材 IV. ①U445.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 150485 号

策划编辑 毛红斌

责任编辑 毛红斌

封面设计 于 涛

版式设计 范晓红

插图绘制 尹 莉

责任校对 杨雪莲

责任印制 张泽业

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
印 刷 中国农业出版社印刷厂
开 本 787 mm × 1092 mm 1/16
印 张 25
字 数 600 千字
购书热线 010 - 58581118

咨询电话 400 - 810 - 0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
版 次 2011 年 8 月第 1 版
印 次 2011 年 8 月第 1 次印刷
定 价 38.40 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物 料 号 32615 - 00

高等职业教育道路桥梁工程技术专业教学资源库建设项目 规划教材编写委员会

顾问:王秉纲

主任委员:张亚军

委员(按姓氏笔画排序):

万姜林	万涛	于国锋	孔七一	王永福	王彤	王家福
务新超	左宜军	田文	田景贵	刘正发	刘志	延西利
朱芳芳	阮志刚	张征文	李全文	李连红	杨转运	杨金华
陆勇	陈小雄	陈方烨	陈宝军	陈湘青	单光炎	欧阳伟
罗建华	罗筠	金仲秋	姚青梅	柳俊杰	段东旭	胡拔香
荀家正	费秉胜	赵树青	唐杰军	徐建虎	晏杉	秦溱
盛湧	彭富强	满洪高	谭建岭			

联合建设院校:

辽宁省交通高等专科学校

云南交通职业技术学院

四川交通职业技术学院

贵州交通职业技术学院

湖南交通职业技术学院

湖北交通职业技术学院

浙江交通职业技术学院

青海交通职业技术学院

山东交通职业学院

四川建筑职业技术学院

石家庄铁路职业技术学院

陕西铁路工程职业技术学院

杨凌职业技术学院

黄河水利职业技术学院

广西建筑职业技术学院

联合建设企业：

中国交通建设集团有限公司

中铁隧道集团有限公司

中铁十三局集团有限公司

中铁十九局集团有限公司

辽宁省路桥建设集团有限公司

云南阳光道桥股份有限公司

湖南路桥建设集团

贵州省公路桥梁工程总公司

浙江省交通工程建设集团

大连公路工程集团

序

高等职业院校专业教学资源库建设项目是国家教育部重点项目,项目建设的目标是为了进一步促进专业教学改革、提高教学质量,是扩大国家示范高职院校建设成果辐射效应和服务全国高职战线的有效途径。

按照《教育部 财政部关于实施国家示范性高等职业院校建设计划加快高等职业教育改革与发展的意见》(教高[2006]14号)及《教育部关于确定高等职业教育专业教学资源库2010年度立项建设项目的通知》(教高函[2010]9号)精神,道路桥梁工程技术专业于2009年9月联合全国15家国家级及省级示范院校与10多家优秀企业,在交通运输部科教司、交通职业教育教学指导委员会和高等学校路桥交通工程教学指导委员会的指导下,集合大批骨干教师及企业一线技术骨干,经过三年大量的组织建设工作,建立了以学生、教师、企业、社会为服务对象的具有普适性、代表性、先进性和可持续发展性的资源共享平台。

资源平台围绕公路桥梁建设需求,以课程为主线系统地开发了专业建设中心、课程中心、资源中心、案例中心、虚拟实训、培训中心、考评中心、就业平台、交流平台和专业展示平台。实现了“大容量、无限制、共享型”等特色,目前已在全国范围内推广使用,为推动专业教学改革,提高专业人才的培养质量,提升高等职业教育的社会服务能力,促进高等职业教育信息化,促进职业教育教学方法与手段的改革都起到了一定的积极作用。

道路桥梁工程技术专业规划教材是在高等职业教育道路桥梁工程技术专业教学资源库建设的基础上,以公路建设为主线,以专业人才培养所应具备的“工程勘察与路桥设计能力”、“工程概算与招投标能力”、“材料试验与检测能力”、“道桥工程施工与组织能力”、“质量验收与评定能力”五个能力为目标,按公路建设的过程对原有的课程体系进行重新构建,在充分调查研究的基础上,校企共同合作,共同开发了“路面工程施工”、“桥梁下部施工技术”等14门专业课程。课程的开发紧密结合道路桥梁工程建设所需,按工程建设阶段及岗位能力的需求进行内容的设计与整合,突出了职业能力与工作岗位相结合的知识要点,突出了学生主体、教师引导的教学理念,建立了与道路桥梁工程技术专业资源库相对应的课程内容,并在学生全面发展及可持续发展等方面增加了相应篇幅,教材编写的目标是为了实现学生主动学习、积极学习和兴趣学习。

本套教材是高等职业教育道路桥梁工程技术专业教学资源库建设项目的重要成果之一,是项目化课程得以实施的重要支撑,也是未来实现立体化资源教材的基础。多年来,项目组深入开展关于教学改革、课程开发、资源建设、资源应用的各类调查和研究,集合全国教学骨干力量和企业核心技术组成教材编写委员会,在整合各类优质核心资源的基础上,按照课程体系的开发思路,打破传统教材的束缚,将岗位核心能力培养、素质拓展作为教材编写的统一逻辑主线,实现“技能”和“知识”并轨,“运用”与“学习”结合,注重实用、易用易懂,配套资源平台,有效支撑专



业项目化课程教学、网络教学、岗位培训、技能鉴定辅导等资源的同步应用,主要表现为以下几点鲜明的特色。

(1) 突出岗位核心技术的实用性。整套教材是在对行业广泛调研、企业全程参与的课程开发与资源库建设的基础上孕育而生的新型教材,区别于传统教材。我们确立了岗位核心能力培养、素质拓展的教材编写主线,从岗位核心技能入手,突出专业化与岗位技术应用相适应,明确了人才培养的方向性,更加适应于高职技术教育改革的教學理念。

(2) 注重技能培养的学用性。技术教育不同于学术教育,关键在于技术能力的掌握和运用,脱离了生产和实践,技能变得抽象和不易掌握。就技能培养而言,基于工作过程开发的配套课程教材更注重学习者的认知逻辑和学习效能,用浅显生动的语言描述配以丰富的图片展示,加之教材内容的组织考虑了知识、技能的相关性和逻辑性,使学习者学习轻松、运用自如。

(3) 融合丰富资源打造立体化教材。资源库建立与教材编写同步,资源相互借鉴、互为补充,教材和资源配套使用,与资源库课程中心对接,对教与学双向辅助,从而有效地保证了学习者在学习过程中进行资源的检索和运用,将未来以学习者为主体的技术教育变为现实,打造立体化电子教材,将学习变得轻松、简单、有趣。

(4) 教材的实用性满足后续化运用。本套教材的编写紧跟生产技术一线,大量引入工程案例,符合行业标准和技术规范,融合新技术、新工艺,再现真实工作环境下的岗位核心技能,可作为企业岗位培训和职业技能鉴定的主要参考,其较强的实践指导性将成为学生工作阶段技能提升的首选参考用书。

(5) 关注使用者的学习心理,提升学习效能。在编写过程中我们更多的是关注使用者的学习心理,传统教材的编写模式使学习者在长篇阅读中较难抓住重点,容易产生逻辑模糊、技能模糊,学习失去兴趣,因此我们在教材的结构形式上做了大胆尝试和创新。本套教材不仅装帧精美、图文并茂,教材中还引入了大量的工程案例,并以引入思考和重点技能辅助等形式展现教材的阅读魅力和指导价值。

我们架桥修路之人讲求的是国际化的专业技术标准和铺路石的精神,研究的是如何开拓更为广阔的交通建设天地,完成的是国家宏伟蓝图的基础建设,承担的是祖国繁荣富强的使命!多年来我们孜孜以求,不断努力,不仅遵从实用、可靠,我们更希望将职教魅力和企业文化也融合到我们的教材建设中来,开辟一条高等职业教育改革的特色之路、成功之路!

高等职业教育道路桥梁工程技术专业教学资源库建设项目组

2011年6月

前 言

当前我国高职教育力行改革,职业能力的培养与形成成为高职教育的核心。“工学结合”是当前职业教育改革与发展的一个重要方向,它推动了以职业岗位核心技能为导向的课程体系构建和以“工学结合”为思路的项目化课程开发。与此同时,建设与之相适应的教学资源、教材则成为新的教学体系之所亟需。本教材是基于高等职业教育道路桥梁工程技术专业教学资源库以及国家级精品课程“桥梁下部施工技术”大量资源的开发和先进教学理念,同时联合多所国家级示范院校与行业知名企业参与编写而成的,是若干优秀教师、企业一线技术骨干的智慧结晶。

本书突出实用性,从人的认知规律出发,以知识、技能的系统性构建为重点,摒弃了传统教材重理论轻实践的学科型编写模式,在教材主线、编写风格、材料组织上有了较大改变,是一次工学理念的全新尝试。教材既紧密结合国家现行新规范与技术标准,又保留传统实用技能的推广,同时也穿插新工艺、新技术,辅以大量工程案例、图片、动画、视频(动画及视频需登录专业教学资源库平台进行检索),能有效帮助“做、学、教”,对实际工作也具有重要指导意义。

本书共分3个单元,11个工学任务,由秦溱、段树梅主编并统稿,务新超、陶斌铮、曾丽莎任副主编。

全书参编人员:

工学任务1 段树梅(云南交通职业技术学院)

工学任务2 廖鸿华(云南交通职业技术学院)

工学任务3 付春梅(黄河水利职业技术学院)

工学任务4 曾丽莎(广西建筑职业技术学院)

工学任务5 张美娜(辽宁省交通高等专科学校)

工学任务6 赵 强(云南交通职业技术学院)

工学任务7 秦 溱(云南交通职业技术学院)

工学任务8 务新超(黄河水利职业技术学院)

工学任务9 陶斌铮(云南交通职业技术学院)

工学任务10 顾 威(辽宁省交通高等专科学校)

工学任务11 高锐、刘利军(中国交通建设集团第一公路工程局)

本书由中国桥梁协会理事、湖南路桥建设集团公司原总工程师吴同鳌和云南交通职业技术学院柏松平副院长审阅。他们认真细致地审阅了本书,提出了许多宝贵的建议,并做了多次修改工作,使本书的编写质量有了很大提高。在此对专家们付出的辛勤劳动深表谢意。

本书在编写过程中得到了教育部职成司相关领导、专业教学资源库牵头单位及高等教育出版社的大力支持,在此向他们表示诚挚的感谢。



本书编写结构形式新颖,编写过程中在借鉴和参考相关教材与资料的同时扩展了许多技能和知识的描述,限于编者学识与水平,书中难免存在不足和疏漏,恳请有关专家和读者提出宝贵建议,以便进一步改善。反馈邮箱:35957637@qq.com。

参考学时如下表所示。

参考学时分配表(推荐)

序号	授课内容	学时分配		
		讲课	实践	小计
1	认识桥梁下部结构	6	2	8
2	识读、核对施工图	2	2	4
3	施工测量	4	2	6
4	施工设备及施工材料准备	6	2	8
5	施工基本操作	6	4	10
6	浅基础施工	6	4	10
7	桩基础施工	10	20	30
8	沉井基础施工	6	4	10
9	桥梁墩、台施工	6	4	10
10	桥梁附属设施施工	2	2	4
11	施工组织综合案例	2	6	8
合 计		56	52	108

注:1. 实践课可以结合项目任务单以实做、现场参观、虚拟实训等方式完成。

2. 根据各学校课时情况,当课时不足时可灵活使用本书。例如可结合教学情境,将施工准备和基本操作内容放至各施工教学情境中,由学生以边完成项目任务边自学的形式进行第一单元学习。

编 者

2011年4月

目 录

开篇	1
----------	---

第一单元 施工准备及基本操作

工学任务 1 认识桥梁下部结构	8	工学任务小结	89
1.1 基础	10	习题	90
1.2 墩、台	29		
1.3 支座	47		
1.4 附属设施	54		
工学任务小结	58		
习题	58		
工学任务 2 识读、核对施工图	60		
2.1 识读桥梁施工图的基本方法	61		
2.2 识读、核对桥位平面图、桥位地质 纵断面图、桥梁总体布置图	62		
2.3 识读、核对桥梁一般构造图	64		
2.4 识读、核对桥梁钢筋构造图	66		
工学任务小结	70		
习题	71		
工学任务 3 施工测量	72		
3.1 施工平面放样	73		
3.2 施工高程放样	84		
实训练习	89		
		工学任务 4 施工设备及施工 材料准备	93
		4.1 桥梁下部施工常用机械 和设备	94
		4.2 施工材料准备	118
		实训练习	125
		工学任务小结	126
		习题	126
		工学任务 5 施工基本操作	128
		5.1 场地布置	129
		5.2 钢筋加工及制作	131
		5.3 支架施工	137
		5.4 模板施工	140
		5.5 混凝土施工	143
		5.6 砌体施工	149
		工学任务小结	151
		习题	152

第二单元 施工及质量控制

工学任务 6 浅基础施工	155	实训练习	173
6.1 地基处理	156	工学任务小结	174
6.2 浅基础施工及质量控制	161	习题	175



工学任务 7 桩基础施工	181	习题	304
7.1 钻孔灌注桩施工及质量控制	183		
7.2 挖孔灌注桩施工及质量控制	221	工学任务 9 桥梁墩、台施工	309
7.3 沉管灌注桩施工及质量控制	230	9.1 钢筋混凝土实体墩(台)施工	
7.4 预制桩施工及质量控制	237	及质量控制	310
7.5 水中桩基础施工及质量控制	255	9.2 钢筋混凝土空心墩施工及	
7.6 承台施工及质量控制	262	质量控制	319
7.7 大直径桩成孔、成桩新技术	264	9.3 石砌墩(台)施工及质量控制	326
实训练习	268	9.4 墩(台)帽的施工及质量控制	330
工学任务小结	269	9.5 支座安装及质量控制	336
习题	269	实训练习	342
		工学任务小结	342
工学任务 8 沉井基础施工	273	习题	342
8.1 旱地沉井施工	275		
8.2 水中沉井施工	281	工学任务 10 桥梁附属设施施工	348
8.3 沉井施工常见问题及处理		10.1 桥头搭板施工及质量控制	349
措施	291	10.2 桥台锥坡和防护工程施工及	
8.4 沉井施工质量控制	296	质量控制	351
8.5 沉井的施工计算	300	实训练习	356
实训练习	304	工学任务小结	356
工学任务小结	304	习题	357

第三单元 拓展训练——施工组织

工学任务 11 施工组织综合案例	361
附图	378
主要参考文献	388

开篇

桥梁是跨越江、河、湖、海、沟谷、道路等地物并克服高层而使道路连接的构筑物。正如毛泽东同志所说“一桥飞架南北,天堑变通途”,桥与其他工业和民用建筑物都有着相似的空间形体概念。人类为满足自身需求,自古以来在不同生产力水平条件下建造了无数规模不一、千姿百态的桥梁,其中有些已成为人类文明历史的丰碑。如中国隋朝初期(公元595—605年)李春营建的河北省赵县赵州桥(图0-1),跨径达37.4 m,全长64.4 m,是一座设计科学合理的空腹式的圆弧形石拱桥,1991年美国土木工程师学会将该桥选定为第12个“国际历史土木工程的里程碑”,并列入世界文化遗产。

法国加德桥(Pont du Gard Bridge,图0-2)高49 m,长273 m,位于法国境内的尼姆附近,于公元前19—20年为了长约50公里的高架渠横跨加德河所建。该桥采用不可思议的三层拱桥叠成,设计巧妙,1985年列入世界文化遗产。

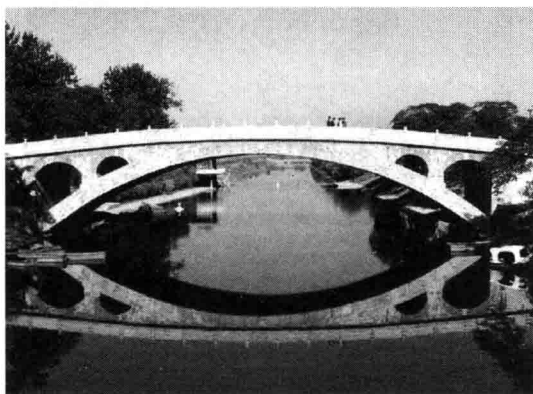


图0-1 赵州桥



图0-2 加德桥

一些桥梁成为人类才智和社会进步的标志。如中国人自行建造的第一座大跨径公路、铁路两用双层桁架梁桥——杭州一桥(钱塘江大桥,图0-3),桥长1453 m,位于浙江省杭州市六和塔附近,1934年8月8日开始兴建,1937年9月26日建成,茅以升为总设计师。抗日战争时期,为阻挡日本侵略军,大桥于1937年12月23日被炸断,茅以升曾挥泪写下了“斗地风云今变色,炸桥挥泪断通途,五行缺火真来火,不复原桥不丈夫”的诗句。钱塘江大桥后又多次被炸断,直到1953年9月,大桥方得到全面修复。

2008年我国建成苏通大桥(图0-4),总长8206 m,为双塔双索面钢箱梁斜拉桥。斜拉桥主孔跨径1088 m,列世界第一;主塔高度300.4 m,列世界第一;最长斜拉索达577 m,列世界第一;群桩基础平面尺寸113.75 m×48.1 m,列世界第一。2010年3月26日,该桥荣获美国土木工程协会(ASCE)颁发的2010年度土木工程杰出成就奖,这也是中国土木工程项目首次获此殊荣。

杭州湾跨海大桥(图0-5)横跨中国杭州湾海域,2008年5月建成。它北起浙江嘉兴海盐郑家埭,南至宁波慈溪水路湾,全长36 km,是目前世界上最长的跨海大桥。日本明石海峡大桥(图0-6)1998年3月建成,坐落在日本神户市与淡路岛之间,全长3911 m,主桥墩跨度1991 m,是目前世界上跨径最长的悬索桥。

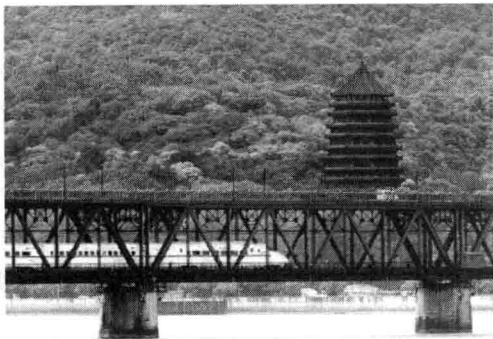


图 0-3 钱塘江大桥

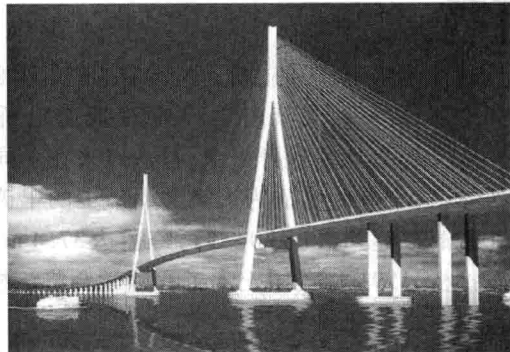


图 0-4 苏通大桥

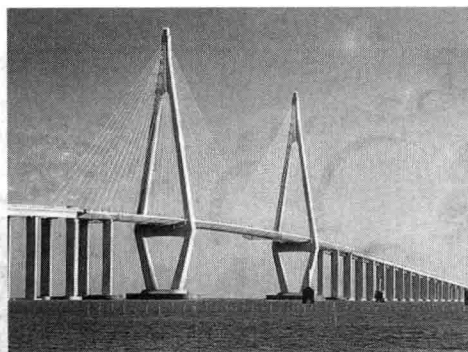


图 0-5 杭州湾跨海大桥



图 0-6 明石海峡大桥

还有一些桥梁则成为城市地标,构筑城市亮丽的风景,如同凝聚于空间的乐章和乐器。如屹立在广州珠江之上的猎德大桥(图 0-7)、法国跨谷凌空의米诺大桥(图 0-8)。

桥的魅力无与伦比,桥的气势宏伟磅礴,桥的知识奥妙无穷。今天我们不仅为前人建桥的伟业而无比骄傲,同时为我们选择了桥梁建设这一伟大的事业而自豪。



图 0-7 猎德大桥夜景

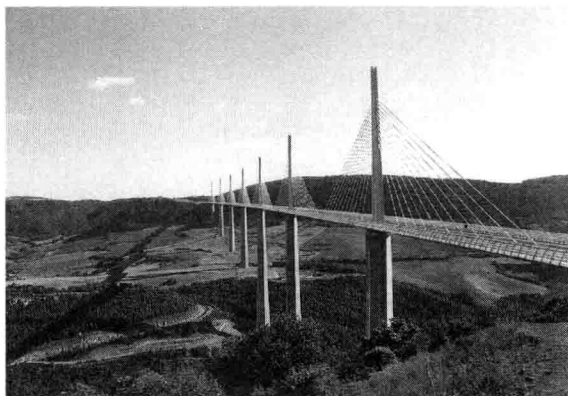


图 0-8 米诺大桥

本教材的主题是以桥梁下部结构构造体的整体概念及其施工方法和工艺为主线而设计和编写的,与项目实际工作过程相吻合,具有重要实际指导意义。

第一单元

施工准备及基本操作



绪

施工准备工作的基本任务是为桥梁工程的施工建立必要的技术和物资条件,统筹安排施工力量和施工现场,是施工企业搞好目标管理,推行技术经济承包的重要依据,也是施工得以顺利进行的基本保证。

施工单位在承接了施工任务后,要尽快做好各项准备工作,创造有利的施工条件,使施工工作能连续、均衡、有节奏、有计划地进行,从而按质、按量、按期完成施工任务。

施工准备通常包括技术准备、劳动组织准备、物资准备和施工现场准备等工作。

技术准备是施工准备的核心,一定要有前瞻性。在开工之前将所有技术问题解决好,暂时无法解决的应及时备案,以待签证。由于任何技术上的差错和隐患都可能危及人身安全和造成质量事故,带来生命、财产和经济的巨大损失,因此必须认真做好技术准备工作。施工准备工作包括以下几项。

1. 技术准备

(1) 熟悉设计文件、研究施工图纸并进行现场核对,提出疑问和有关建议。

(2) 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,以便正确选择施工方案、制定技术措施、合理安排施工顺序和施工进度计划。

(3) 召开设计技术交底会议,一般由建设单位(业主)主持,设计、监理和施工单位参加。

(4) 全面掌握资料后,应对投标时初步拟定的施工方法和技术措施等进行重新评价和深入研究,制定出详尽的更符合现场实际情况的施工方案,并进行各项临时性结构的施工设计。

(5) 编制施工组织设计。

(6) 编制施工预算。

2. 劳动组织准备

根据工程项目的规模、结构特点和复杂程度来配备人员,应力求精干,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。施工班组的建立应认真考虑专业和工种之间的合理配置,符合流水作业方式的要求,工程项目一般是按操作层和管理层配备施工人员。操作层分为以下几个工种:模板工、钢筋工、混凝土工、电焊工、架子工以及其他特殊工种。管理层人员分为:工段长、外业技术管理员、质量管理员、试验员、安全管理员等。以上所有人员在开工前都要进行上岗前培训,合格后方可上岗。在单位工程或分部工程开工之前,应将工程的设计内容、施工组织设计、施工计划和施工技术 etc 要求,详尽地向施工班组和工人进行交底,其方式包括书面、口头和现场示范等形式。

3. 物资准备

物资准备包括:工程材料的准备,如钢材、木材、水泥、砂石材料等;工程施工机械、设备的准备;其他各种小型生产工具、小型配件等的准备。

4. 施工现场准备

施工现场的准备工作,主要是为工程创造有利的施工条件和物资保证。其中包括:

(1) 施工测量控制网测量,按照勘察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、水准点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