



普通高等学校土木工程专业创新系列规划教材



土木工程专业毕业设计指南 ——桥梁工程篇

主编 车国文
主审 王 旭



WUHAN UNIVERSITY PRESS
武汉大学出版社

普通高等学校土木工程专业创新系列规划教材

土木工程专业毕业设计指南

——桥梁工程篇

主 编 车国文
副主编 常广利 陈晓梅
主 审 王 旭



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

土木工程专业毕业设计指南. 桥梁工程篇/车国文主编. —武汉: 武汉大学出版社, 2014. 9

普通高等学校土木工程专业创新系列规划教材

ISBN 978-7-307-13341-9

I. 土… II. 车… III. ①土木工程—毕业设计—高等学校—教学参考资料
②桥梁工程—毕业设计—高等学校—教学参考资料 IV. ①TU ②U44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 092298 号

责任编辑: 刘小娟 郭 芳

责任校对: 李嘉琪

装帧设计: 吴 极

出版发行: 武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件: whu_publish@163.com 网址: www.stmpress.cn)

印刷: 武汉科源印刷设计有限公司

开本: 850×1168 1/16 印张: 12.5 字数: 338 千字

版次: 2014 年 9 月第 1 版 2014 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-307-13341-9 定价: 28.00 元

版权所有, 不得翻印; 凡购买我社的图书, 如有质量问题, 请与当地图书销售部门联系调换。

普通高等学校土木工程专业创新系列规划教材 编审委员会

(按姓氏笔画排名)

主任委员:刘殿忠

副主任委员:张利 孟宪强 金菊顺 郑毅 秦力

崔文一 韩玉民

委员:马光述 王睿 王文华 王显利 王晓天

牛秀艳 白立华 吕文胜 仲玉侠 刘伟

刘卫星 李利 李栋国 杨艳敏 邱国林

宋敏 张自荣 邵晓双 范国庆 庞平

赵元勤 侯景鹏 钱坤 高兵 郭靳时

程志辉 蒙彦宇 廖明军

总责任编辑:曲生伟

秘书长:蔡巍

特别提示

教学实践表明,有效地利用数字化教学资源,对于学生学习能力以及问题意识的培养乃至怀疑精神的塑造具有重要意义。

通过对数字化教学资源的选取与利用,学生的学习从以教师主讲的单向指导的模式而成为一次建设性、发现性的学习,从被动学习而成为主动学习,由教师传播知识而到学生自己重新创造知识。这无疑是锻炼和提高学生的信息素养的大好机会,也是检验其学习能力、学习收获的最佳方式和途径之一。


本系列教材在相关编写人员的配合下,将逐步配备基本数字教学资源,其主要内容包括:

课程教学指导文件

- (1)课程教学大纲;
- (2)课程理论与实践教学时数;
- (3)课程教学日历:授课内容、授课时间、作业布置;
- (4)课程教学讲义、PowerPoint 电子教案。

课程教学延伸学习资源

- (1)课程教学参考案例集:计算例题、设计例题、工程实例等;
- (2)课程教学参考图片集:原理图、外观图、设计图等;
- (3)课程教学试题库:思考题、练习题、模拟试卷及参考解答;
- (4)课程实践教学(实习、实验、试验)指导文件;
- (5)课程设计(大作业)教学指导文件,以及典型设计范例;
- (6)专业培养方向毕业设计教学指导文件,以及典型设计范例;
- (7)相关参考文献:产业政策、技术标准、专利文献、学术论文、研究报告等。

 本书基本数字教学资源及读者信息反馈表请登录 www.stmpress.cn 下载,欢迎您对本书提出宝贵意见。



前 言

毕业设计是高等工科院校本科教育必不可少的重要环节。它是培养学生综合运用理论知识和技能的综合性实践训练,也是培养学生创造能力、独立工作能力,养成理论联系实际的工作作风和提高工程实践能力的重要途径,毕业设计(论文)的教学工作对培养高级工程技术人才至关重要。

毕业设计的基本任务是培养学生综合运用所学的基本理论、基本知识和基本技能来独立分析和解决实际问题的能力,以及提高学生在科技领域的研究能力,帮助学生增强创新、创业意识并树立严谨的科学作风,通过搜集、加工各种信息,巩固已经获得的专业知识,并扩大知识面和获取新知识。

本书的编者都是长期从事教学科研工作的教师,多年来一直从事土木工程专业理论教学和实践教学工作。在指导学生进行毕业设计时,我们深感大学生在进行毕业设计的过程中,往往头绪很多,但又无从下手。而且,除教材外,很难找到适合大学生使用的可参考资料。因此,急需一本能够帮助他们高质量地完成该项工作的参考书和工具书。本着这个目的,我们编写了《土木工程专业毕业设计指南》之“桥梁工程篇”。

全书分为6章。第1章为毕业设计(论文)的目的、要求和准备,介绍毕业设计的目的、要求、准备及毕业答辩的实施等;第2章为毕业设计(论文)的实施,介绍桥梁结构的总体布置、桥梁结构设计方案比选、结构设计的基本内容和步骤等;第3章为桥梁工程施工图绘制,介绍运用CAD绘制各种施工图的基本方法;第4章为桥梁施工组织设计及设计概(预)算,介绍桥梁施工组织设计的基本知识、桥梁工程设计概(预)算要点;第5章为预应力混凝土简支T形梁桥设计;第6章为预应力混凝土简支箱形梁桥设计。第5章和第6章是根据本科毕业设计的基本要求,通过两个梁式桥上部结构设计实例,具体展示毕业设计的组成、内容、做法、深度以及应当注意的一些问题。展示这两个设计实例不是要学生去抄袭,而是提供一种思路,以利于学生发挥独立思考和创新精神。

本书由白城师范学院车国文担任主编,北华大学常广利、长春工程学院陈晓梅担任副主编。具体编写分工为:陈晓梅负责编写第1章,常广利负责编写第2章,车国文负责编写第3~6章。全书由车国文负责统稿,由东北林业大学王旭主审。

由于编者水平有限,书中疏漏之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

2014年6月



目 录

1 毕业设计(论文)的目的、要求和准备	1
1.1 毕业设计(论文)的目的和意义/1	
1.2 毕业设计(论文)的总要求/1	
1.3 毕业设计(论文)的准备/2	
1.4 毕业设计(论文)说明书的编写/4	
1.5 毕业答辩的准备和实施/5	
2 毕业设计(论文)的实施	7
2.1 桥梁结构的总体布置和初步方案拟订/7	
2.2 桥梁结构设计方案比选/19	
2.3 结构设计的内容、方法和步骤/26	
3 桥梁工程施工图的绘制	31
3.1 桥梁工程绘图的一般要求/31	
3.2 桥梁总体布置图的绘制/34	
3.3 桥梁结构图的绘制/37	
3.4 桥梁钢筋构造图的绘制/47	
3.5 施工图的编排顺序/56	
4 桥梁施工组织设计及设计概(预)算	58
4.1 桥梁施工组织设计/58	
4.2 桥梁工程设计概(预)算/62	
5 预应力混凝土简支 T 形梁桥设计	68
5.1 桥位一般资料/68	
5.2 设计流量确定/69	
5.3 桥孔长度和桥面标高计算/72	
5.4 拟订桥型设计方案/84	
5.5 行车道板计算/87	
5.6 主梁的内力计算/90	
5.7 预应力钢束面积估算及钢束布置/104	
5.8 主梁的各阶段应力验算/113	
5.9 主梁的承载力计算/123	
5.10 主梁变形、梁端局部承压验算/127	



6 预应力混凝土简支箱形梁桥设计

130

- 6.1 桥位基本资料/130
- 6.2 桥型结构设计方案拟订/131
- 6.3 行车道板计算/134
- 6.4 主梁的内力计算/137
- 6.5 预应力钢束面积估算及钢束布置/146
- 6.6 钢束预应力损失估算/156
- 6.7 主梁各阶段应力验算、抗裂验算、变形验算/164
- 6.8 主梁的承载力计算/182

参考文献

189



1 毕业设计(论文)的目的、要求和准备

1.1 毕业设计(论文)的目的和意义

根据教育部指示,毕业设计(论文)是高等工科院校本科培养计划中最后一个重要的教学环节,目的是使学生在学完培养计划所规定的基础课程、技术基础课程及各类必修和选修专业课程之后,通过毕业设计(论文)这一环节,较为集中和专一地培养学生综合运用所学的基础理论、基本知识和基本技能分析和解决实际问题的能力。和以往的理论教学不同,毕业设计(论文)教学时学生要在教师的指导下,独立、系统地完成一个工程设计,以期能掌握一个工程设计的全过程,在巩固已学课程的基础上,学会考虑问题、分析问题和解决问题的能力,并可以继续学习到一些新的专业知识,有所创新。

毕业设计(论文)是本科教育中综合性、实践性极强的一个重要教学环节,是其他教学环节所不能替代的。在整个过程中,一方面要求学生要有扎实的专业基础知识,并把所学的知识运用到设计、施工中去,正确使用国家颁布的规范;另一方面,还要求学生有一定的知识面和与他人协调、配合的能力。

1.2 毕业设计(论文)的总要求

1.2.1 桥梁方案比选

为了获得经济、实用和美观的桥梁设计,设计者需要运用丰富的桥梁建筑理论和实践知识,按照本节所述的方法和步骤,进行深入细致的分析研究工作。对于一定的建桥条件,尽可能做出基本满足要求的多种不同的设计方案,只有通过技术、经济等方面的综合比较,才能科学地得出最优设计。

桥梁工程必须遵照“安全、适用、经济、美观”的基本原则进行设计,同时应充分考虑建造技术的先进性以及环境保护和可持续发展的要求。

(1) 桥梁分孔

一座较长的桥梁,应当分成若干孔,但划分孔径的大小应根据通航要求、地形和地质情况、水文情况及技术经济和美观的条件来确定。

(2) 拟订桥型图式

根据桥梁分孔情况,可对所设计的桥梁拟订一系列各具特点而可能实现的桥型图式。拟订图式时,思路要宽广,不要遗漏可能的桥型和布置。每一图式均按大致相同的比例,画在同样大小的桥址河床断面及地质剖面图上。

然后经过综合分析和判定,剔除一些在技术经济上明显相形见绌的图式,并从中选出几个构思好、各具优点,但还难以判定孰优孰劣的图式,作为进一步详细研究的方案。

(3) 编制方案

编制方案的目的在于提供各个中选图式的技术经济指标,以便经过相互比较,科学地从中选定最佳方案。这些指标包括:主要材料用量、劳动力数量、全桥总造价、工期、养护费用、运营条件、有无困难工程、是否要特种机具、美观等。为获得上述前三项指标,可充分利用已有资料或通过一些简单近似验算,对每一方案拟订结构主要尺寸,并计算主要工程数量。工程数量乘以相应的材料和劳动定额以及扩大单价,就得出每个方案所需的材料和劳动力数量,并估算全桥造价。其他的一些指标,虽难以定量计算,也应进行适当的概略评价。

(4) 技术经济比较和最优方案的选定

设计方案的评价和比较要全面考虑上述各项指标,综合分析每一方案的优缺点,最后选定一个符合当前条件的最佳推荐方案。有时,占优势的方案还可吸取其他方案的优点进一步加以改善。如果改动较多,最后中选的方案可能是集聚各方案长处的另一新方案。

一般来说,造价低、材料省、劳动力少和桥型美观的应是优秀方案,但实际上并不尽然,因为有时当其他技术因素或使用要求上升成为设计的主要矛盾时,就不得不放弃较为经济的方案。所以在比较时,必须从任务书提出的要求、所给的原始资料以及施工等条件中,找出所面临问题的关键所在,分清主次,才能探索出适合于各种具体情况的最佳方案。

上述方案比选的工作应整理成说明书。说明书内容应包括:编制方案的主要原则、拟订图式和从中选出比较方案的理由、方案比较的综合评述、对于推荐方案较为详细的说明等。说明书应言简意赅,其中为拟订结构主要尺寸所作的各种计算资料,以及为估算主要材料指标和造价等所依据的文件名称等,均应作为附件载入。

1.2.2 结构设计

结构设计是根据方案评比后的推荐方案进行设计计算的,主要是为了训练学生正确进行构件截面设计,上、下部结构的力学分析,配筋设计和连接计算,进行全桥的承载能力、整体刚度与稳定性验算的能力。这一阶段的工作要求学生全面利用已学到的基础理论和专业知识,应用有关的设计规范和标准,进行全桥的设计,最后绘制结构详图。

这一阶段工作任务量大、涉及面广、专业性强,学生除定期接受指导教师的辅导外,还应独立地查阅各种参考资料和文献,全面地考虑设计、构造和施工等环节和问题。

1.3 毕业设计(论文)的准备

1.3.1 如何理解毕业设计(论文)任务书的要求

学生在接到任务书后,首先应全面、准确地阅读,理解任务书的内容、含义、作用,然后对设计的全过程作出规划,以便能按计划有条不紊地做好每一阶段的设计工作。设计任务书一般包括下列内容:

- ① 设计题目全称。
- ② 桥梁规模与技术标准,包括桥梁性质(如公路桥、铁路桥、人行桥等)、桥梁所处道路等级、桥面宽度及布置、作用及作用等级、设计洪水频率、设计地震烈度等。
- ③ 桥下河流或道路等级,包括桥下河流通航等级或道路等级、施工期间的特殊要求等。
- ④ 桥位处的水文气象资料,包括桥梁附近水文站的多年水文观测资料、风力风速、雨量及分



布,常年平均温度及时间分布情况、最高及最低气温,测时水位、施工水位、最低水位、流速以及用于水文计算的有关河床参数,北方寒冷地区河流流冰及流冰水位,河流漂浮物情况等。

⑤ 桥位平面图。在进行大、中桥梁初步设计时,应掌握经过实地测绘和调查取得的桥位地形、地物、洪水泛滥、河道主河槽和河床位置等资料,绘制地形平面图,比例为 $1:5000\sim 1:500$,测绘范围应根据桥梁工程规模和重要性等确定。若桥址处有不良工程地质现象,如滑坡、崩塌、泥石流等以及河道弯曲、主支流汇合、河岔、河心滩和活动沙洲等,均应在图上示出。

⑥ 桥址河床或其他被跨越对象断面图。桥梁设计洪水水位及通航水位直接给定时,一般应体现在河床断面图中。

⑦ 桥位工程地质勘察报告及桥位地质纵断面图。其包括河谷的地质构造、桥位及附近地层的岩性,如地质年代、成因、分布规律及其工程性质,以及覆盖层厚度和土层变化关系、地基层类别及物理力学性质等资料。报告中应明确桥址一定范围内各种不良工程地质现象或特殊地貌,如溶洞、冲沟、陡崖等的成因、分布范围、发展规律及其对工程的影响等。如地基内遇到湿陷性黄土、多年冻土、软黏土、含大量有机质土或热碱土、膨胀土时,还应有专门的试验资料,如湿陷性指标、冻土湿度、可溶物和有机质含量试验资料等。

⑧ 桥梁所处路段纵断面、平面布置,包括路线纵坡、竖曲线与平曲线参数等。

⑨ 桥用材料情况。主要对桥用材料的使用、来源作出说明。

⑩ 其他特殊要求。

1.3.2 如何阅读和应用河床断面图

河床断面图中应包含河流的水文情况、河道性质、河槽各部分的形态、各种水文特征、通航河流的等级和通航水位以及有关的水利设施对新建桥梁的影响等资料,阅读时应注意如下几点。

(1) 河槽的形态

河槽的形态是指河床及两岸的冲刷和淤积状态,主河槽的位置,河槽是否变迁、稳定,河道是否弯曲等,以此确定桥址处是否稳定、可靠、自然以及河床和两岸的路堤高程等。

(2) 河道的各种水文特征

河道的水文特征是指各种特征水位、流速和流量,在通航河流上必须有通航水位的高程。如果仅给出桥址附近水文观测资料,则需通过水文计算确定设计所需的水文特征值。

桥面高程必须保证桥下排洪、通航的需要,在桥梁的总体设计中必须依据桥下排洪、通航净空的需要,结合桥型、跨径及建筑高度等,合理确定桥面高程。通航与不通航河流桥梁桥下净空安全值以及桥面高程计算应符合现行《公路工程水文勘测设计规范》(JTG C30—2002)的有关规定。

跨越线路的桥跨结构底缘高程应高出规定的车辆净空高度,净空尺寸应遵照现行《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60—2004)的规定。

1.3.3 怎样阅读和应用桥位工程地质资料

在工程地质勘察阶段,需要查明桥址范围内的工程地质条件,并作出评价,形成工程地质勘察报告,为桥梁的总体布置、基础设计、地基处理及不良地质现象的防治提供数据和具体建议。工程地质勘察报告是桥梁设计的重要依据。

1.3.3.1 工程地质勘察报告的主要内容

(1) 文字说明

文字说明部分应阐述勘察目的、任务要求和依据的技术标准;拟建工程概况;采用的勘察方法

和勘察工作布置;场地地形、地貌、地层、地质构造、岩土性质及其均匀性;各项岩土性质指标,岩土的强度参数、变形参数、地基承载力的建议值;地下水埋藏情况、类型、水位及其变化;土和水对建筑材料的腐蚀性;可能影响工程稳定的不良地质作用的描述和对工程危害程度的评价;场地稳定性和适宜性的评价。

以上资料在使用时,需与有关设计规范作对照,确保符合规范要求。

(2) 图表

① 勘测点平面布置图。其上应标有钻孔编号、坐标、孔口标高以及地质剖面图的连线,说明勘察孔用途的图例等。

② 钻孔地质柱状图。每一张柱状图都表明一个勘探点所穿过的地层情况,包括各土层岩土的名称、地质年代、层底深度、取样位置及地下水位等。

③ 工程地质剖面图。工程地质剖面图由相邻地层的点连接形成,用以推论整个场地的情况。

实际工作中,还可能需要提供原位测试和室内试验成果图表。

1.3.3.2 工程地质勘察报告的应用

工程地质勘察报告有许多数据和指标,其中,桥涵地基土的工程性质、土的物理力学特征定义和解释在现行公路桥涵地基与基础设计规范中有专门说明。借助工程地质勘察报告,通过工程地质剖面图可以使设计者对桥位附近的地质和地层构造有较直观的了解,包括土层的分层高度、物理力学性能、地下水位等,并可发现不良的地质现象,如滑坡、断层、溶洞、裂隙等;根据工程地质报告的数据,按照规范,可以确定地基承载力设计值,用以验算基底持力层和下卧层,确定基底的形状和面积,验算基础强度和进行配筋计算;体现土的压缩性质的压缩系数和模量用以计算基础的稳定性;黏聚力和内摩擦角用以计算桥台和挡土墙的土压力;桩尖阻力和侧向摩擦力用以估算单桩承载力,设计桩基础。

1.4 毕业设计(论文)说明书的编写

毕业设计(论文)说明书是学生在教师的指导下,对所从事毕业设计(论文)工作和取得的设计结果的表述。毕业设计(论文)说明书的撰写应符合国家及有关行业(部门)制定的相关标准,符合汉语语言规范。

桥梁工程毕业设计(论文)说明书一般包括如下内容:

- ① 封面。
- ② 毕业设计(论文)成绩评定表。
- ③ 扉页。
- ④ 中英文摘要。
- ⑤ 目录。
- ⑥ 前言。
- ⑦ 计算书正文。

a. 设计基本资料部分:设计任务来源、设计荷载、桥梁宽度、地震烈度、河流等级、气象资料、水文地质情况、采用的材料及特性、计算依据(标准、规范、规程、指南、示例和其他参考资料)。

b. 方案论证:说明设计原理并进行方案选择,阐明选择这个设计方案(包括各种方案的分析、比较)的原因及所采用方案的特点。

c. 桥梁结构设计计算部分:桥梁设计计算基本参数,结构细部尺寸拟订,桥梁主要施工方案,



结构内力计算,结构配筋及强度、刚度和稳定验算等。要求理论计算正确、逻辑性强、层次分明、表达确切。

d. 桥梁施工组织设计部分。

e. 桥梁概(预)算部分。

f. 结论或总结:对整个毕业设计(论文)工作进行归纳和综合,阐述本设计中的结论、成果、特点、创新性,并说明尚存在的问题及进一步开展研究的见解和建议。结论应体现作者的客观性评价与主观意见。

⑧ 结语。

⑨ 谢词(或致谢)。

⑩ 附录。

⑪ 参考文献。

注:关于毕业设计(论文)说明书的编写,各院校都制订了相应的具体内容、项目、文字数量、版面格式、图纸规格等,这里仅提供简要参考。

1.5 毕业答辩的准备和实施

毕业设计(论文)答辩是一种有组织、有准备、有计划、有鉴定的比较正规的审查论文的重要形式。

1.5.1 参加毕业设计(论文)答辩的条件

参加毕业设计(论文)答辩的学生,要具备一定的条件。

① 必须是已修完高等学校规定的全部课程的应届毕业生和符合有关规定并经过校方批准同意的上一届学生。

② 所学课程全部考试、考查必须及格;实行学分制的学校,学生必须获得学校准许毕业的学分。

③ 所写的毕业设计(论文)必须经过导师指导并有指导教师签署同意参加答辩的意见。

以上三个条件必须同时具备,缺一不可。只有同时具备了上述三个条件的大学生,才有资格参加毕业设计(论文)答辩。具备了上述三个条件且按规定要进行论文答辩的大学生,除个别有特殊情况经过批准可不参加答辩外,只有经过答辩并获得通过才准予毕业。

1.5.2 组织答辩委员会或答辩小组

毕业设计(论文)的答辩,必须成立答辩委员会或答辩小组。答辩委员会或答辩小组是审查和公正评价毕业设计(论文)、评定毕业设计(论文)成绩的重要组织保证。答辩委员会或答辩小组由学校和学校委托下属有关部门统一组织。答辩委员会或答辩小组一般由3~5人组成,其中应有两人或两人以上具有高级或中级职称,从中确定一位学术水平较高的委员为主任委员,负责答辩委员会或答辩小组会议的召集工作。

1.5.3 拟订毕业设计(论文)成绩标准

毕业设计(论文)答辩以后,答辩委员会要根据毕业设计(论文)以及作者的答辩情况评定论文成绩。为了使评分宽严适度、大体平衡,学校应事先制定一个共同遵循的评分原则或评分标准。



毕业设计(论文)的成绩,一般分为优秀(90~100分)、良好(80~89分)、中等(70~79分)、及格(60~69分)、不及格(60分以下)五个档次。

1.5.4 答辩时间、内容与基本要求

每个学生答辩时间为30 min,其中设计工作汇报15 min,学生需回答5个以上的问题。答辩委员会或答辩小组除应对学生设计内容提出质询外,答辩过程中还应重点考查学生的设计思路、独立完成设计情况、对基础知识的掌握情况以及分析和解决问题的综合能力。秘书要做好记录和文档管理工作。

学生在答辩前要准备好进行设计答辩的基本资料,要求设计工作汇报表达清楚、条理清晰、突出重点,回答问题时语言应简练、严谨、明确。



2 毕业设计(论文)的实施

2.1 桥梁结构的总体布置和初步方案拟订

2.1.1 立面布置

2.1.1.1 孔径的拟订

桥梁孔径的拟订主要根据泄洪的要求进行。在《公路工程技术标准》(JTG B01—2003)表 6.0.3 中规定了不同等级公路的设计洪水频率,如高速公路、一级公路上的大、中、小桥和涵洞的设计洪水频率均规定为 1/100;二级公路上的大、中桥也规定为 1/100,小桥和涵洞规定为 1/50;三级公路上的大、中桥规定为 1/50;四级公路上的小桥规定为 1/25 等。在桥位附近的水文站可以调查得到这些设计频率相应的流量和水位,然后在已知桥位的河床断面上可求出桥下顺利泄洪所需的最小过水面积,从而确定桥台的台口位置。在有的情况下可将桥台位置适当往河心方向移,以缩短桥长,节省造价。如宽滩河流、深基础桥梁等,应该注意的是,总跨径的缩短会引起过水面积减小,水流速加大,从而导致冲刷加大以及桥前壅水高度的加大。在确定基础埋置深度及周围建筑、农田的安全情况时应考虑这一因素。

2.1.1.2 跨径的拟订

在求得总的孔径后,还需进一步进行分孔布置,即确定是采取一跨还是多跨过河(路线),如果是多跨布置,还要确定桥墩的位置。对于跨河桥梁,分孔的主要依据是通航要求、地形和地质条件、水文状况、技术经济条件和美观的要求。

桥梁的分孔和造价有很大的关系,跨径和孔数不同时,上部结构和墩台的总造价是不同的,跨径越大,孔数越少,上部结构的造价就越大,而墩台的造价就越小;反之,上部结构的造价就越小,而墩台的造价就越大,且墩台的造价可能较上部结构的大。另外,当遇到水深较大或河床地质不良等河流时,其基础的设计和施工均较复杂,造价就高,跨径宜选得大一些;反之,对于宽浅河床,水深不大(如北方的季节性河流),而且河床地质较均匀的河流,桥墩和基础的造价就低,跨径就可以选得小一些。一般认为最经济的造价就是要使上部结构和下部结构的总造价最低。

对于通航河流,首先应满足通航要求。将通航孔布置在主航道位置,其余的桥孔跨径则选用经济跨径,但对于变迁性河流,考虑航道可能发生变化,则需多设几个通航孔。

从结构受力合理和用材经济出发,连续体系的分跨布置要考虑合理的跨径比例,如边跨与中跨的比例。采用的施工方法和跨径布置也有密切的关系,如同样是预应力混凝土连续梁桥,采用支架施工和采用悬臂施工,其边跨与中跨的比例就不同。采用支架施工法时,边跨长度取为中跨的 80%左右是经济合理的;采用悬臂施工法时,除一部分边跨采用悬臂施工外,剩余的边跨部分还需另搭脚手架施工。为使脚手架长度最小,边跨长度取为中跨长度的 65%为宜。

三跨带挂孔的单悬臂梁桥,边孔也称锚固孔,在自重及其他荷载作用下锚孔产生的弯矩对中孔有卸载作用,它的跨长一般为中孔长的 60%~80%。锚孔太短会使靠近桥台的梁端产生负反力。中孔的挂梁长度为中孔长的 30%~40%。钢筋混凝土悬臂梁桥,因承受负弯矩时顶面受拉有裂缝

之患,一般不宜将悬臂做得过长,为中孔长的 15%~30%。单孔双悬臂梁,当主梁采用 T 形梁截面时,悬臂长度一般为中孔长的 30%~40%。采用箱形截面的钢筋混凝土双悬臂梁桥,为使跨中的最大和最小弯矩的绝对值大致相等,充分发挥跨中部分底板的受压作用,悬臂长度甚至可选中跨长度的 40%~60%。悬臂过长时活载挠度将增大。

对于有推力体系,如拱桥,在多跨布置时为避免桥墩承受单向推力,尽量采用等跨布置。

桥墩的位置还应取决于墩位处的河床地质条件,应置于稳定、可靠的地基上,避免设在岩石破碎带或断层等不良地质地基上。

跨径的选择还与施工能力有关,有时选用较大的跨径虽然在技术和经济上是合理的,但由于缺乏足够的施工技术能力和机械设备,也不得不放弃而改用较小跨径。

桥梁分孔是个非常复杂的问题,各种各样的条件和要求往往互相矛盾。例如,跨径 100 m 以下的公路桥,为了尽可能符合标准跨径,就不得不放弃采用按经济要求确定的孔径;从备战要求出发,等跨布置是最佳选择,以便抢修和互换;有时因工期很紧,为减少水下工程量,需要减小桥墩,加大跨径。

2.1.1.3 桥面标高的确定

桥面标高或在路线纵断面设计中已定,或根据设计洪水位、桥下通航需要的净空来确定。对于非通航河流,梁底一般应高出设计洪水位(包括壅水和浪高)不小于 0.5 m,高出最高流冰水位 0.75 m;支座底面高出设计洪水位不小于 0.25 m,高出最高流冰水位 0.50 m。对于无铰拱桥,拱脚允许低于设计洪水位,但一般不超过拱圈矢高的 2/3,拱顶底面至设计洪水位的净高不小于 1.0 m。对于有漂流物和流冰阻塞以及易淤积的河床,桥下净空应分情况适当加高。

在通航及通行木筏的河流上,桥跨结构之下,自设计通航水位算起,应能满足通航净空的要求。

当允许建筑高度富余时,可考虑上承式、中承式、下承式的各种桥型;如建筑高度限制很严格,多半要采用下承式或超静定体系。

2.1.1.4 基础底面标高的确定

基础底面标高主要取决于地基的地质条件、河流的冲刷深度和冻结深度。

(1) 地基的地质条件

① 岩石地基。当覆盖土层(包括风化层)较薄时,通常将基础直接修建在清除风化层后的岩面上,当风化层很厚时,埋深应按风化层的风化程度、冲刷程度及相应的允许承载力来确定;当岩层表面倾斜时,应避免将同一基础的一部分置于岩层上,另一部分置于非岩层上,以防止结构物由于不均匀沉降而倾斜或破裂。对于大桥的基础,当冲刷较严重时,除应清除风化层外,还应视基岩强度将基础嵌入一定深度或采用其他锚固措施,使基础与基岩连成整体。

② 非岩石地基。对于均质土层,基础埋深可按荷载大小和地基土的承载力来确定,当多层土交错时,为避免不均匀沉降,各基础应置于相同的持力层上。

(2) 河流的冲刷深度

① 小桥涵基础。无冲刷时,基础埋深应为地面或河床底以下(岩石地基除外)不小于 1 m;有冲刷时,埋深应在局部冲刷线以下不小于 1 m;如河床上有铺砌层,埋深宜为铺砌层顶面以下不小于 1 m。

② 大、中桥基础。有冲刷时,其埋深应按《公路桥涵地基与基础设计规范》(JTJ D63—2007)中表 4.1.1-6 选用。

(3) 冻结深度

桥涵墩台明挖基础和沉井基础的基底埋深应符合以下规定。

① 冻胀土。上部结构为超静定时,均应将基底埋入冻结线以下不小于 0.25 m。



② 季节性冻胀土。基底的最小埋深可按下式确定:

$$d_{\min} = z_d - h_{\max}$$

式中各符号的意义及取值方法可查阅《公路桥涵地基与基础设计规范》(JTG D63—2007)第4章。对于桩基础,其桩尖标高则应根据设计桩长和所选持力层而定。

2.1.1.5 桥面纵坡的确定

桥面设置纵坡首先有利于排水,同时,在平原地区,还要在满足桥下通航净空要求的前提下降低墩台标高,以减少桥头引道土方量,从而节省工程费用。桥面的纵坡,一般都做成双向纵坡,在桥中心设置竖曲线,纵坡坡度一般不超过3%为宜。当桥梁受到两岸地形限制时,允许修建坡桥,但大、中桥和城市桥梁桥面纵坡坡度不宜大于4%,位于市镇混合交通繁忙处桥面纵坡坡度不得大于3%。

2.1.2 横截面布置

横截面布置主要包括桥面布置、上部承重结构(如梁式桥中的主梁,拱桥中的主拱圈)的横截面设计和截面形式。

2.1.2.1 桥面布置

桥面的宽度取决于桥上交通的需要,在《公路工程技术标准》(JTG B01—2003)表3.0.2中,给出了不同公路等级的行车道净宽标准,一般在毕业设计(论文)资料里作为设计要求已给出。

在可能条件下,高速公路、一级公路上一般以建上、下行两座独立桥梁为宜。城市交通的公路桥桥面宽度应考虑城市交通工程规划要求予以适当加宽。

桥上人行道与行车道的设置应根据需要而定,并与前后线路布置配合。自行车道与行车道之间,必要时应设置适当的分隔设施。

2.1.2.2 横截面设计

(1) 设计原则

桥跨结构横截面采用什么形式主要与结构体系、跨长、荷载等级、施工方法等因素有关。在某些特定条件下,如城市桥梁,还要满足美观要求。

① 结构体系。不同的体系,其受力特点也各不相同。如梁式桥的主梁是以它的抗弯能力承受荷载的,同时也要保证它的抗剪能力(或主拉应力)符合要求。因此对梁式桥截面的基本要求是用最经济的面积提供最大的抗弯惯性矩,即用最小的自重提供最大的承载能力。对于简支体系,它只产生单向正弯矩,在钢筋混凝土和预应力混凝土简支梁中,受拉区主要是钢筋和预应力筋起作用,因此,混凝土面积可以减小到只需符合规范的构造要求,对钢筋和预应力筋能起保护作用即可,但受压区应保证有足够的承压面积。所以简支体系一般跨径在30 m以上的大多做成T形梁,30 m以下的,为施工方便,大多采用板式截面,先张法空心板用得就很多。10 m左右的小桥可采用整体浇筑的钢筋混凝土实体板式截面。在连续体系和悬臂体系中,由于有正负弯矩区,因此选择截面时要考虑这一因素。跨度不大的钢筋混凝土连续或悬臂梁桥,如采用T形截面,则应对支点附近截面的腹板加宽,或局部增加底板,以提高截面抗压和抗剪能力。当跨径超过50 m时,可做成预应力桥,截面可采用箱形。这样不仅保证了正负弯矩区的受力,也保证了施工阶段的强度和稳定性。拱桥的主拱圈是以受压为主的压弯构件,其截面不仅能够提供抗弯惯性矩,还可提供足够的承压面积。除采用满堂支架施工的拱桥外,在体系转换的各施工阶段截面要承受较大弯矩,这些弯矩对拱圈截面的设计往往起控制作用,一旦拱圈合龙,推力起作用后,截面上会产生强大的轴力,对改善截面的受力是很有利的。