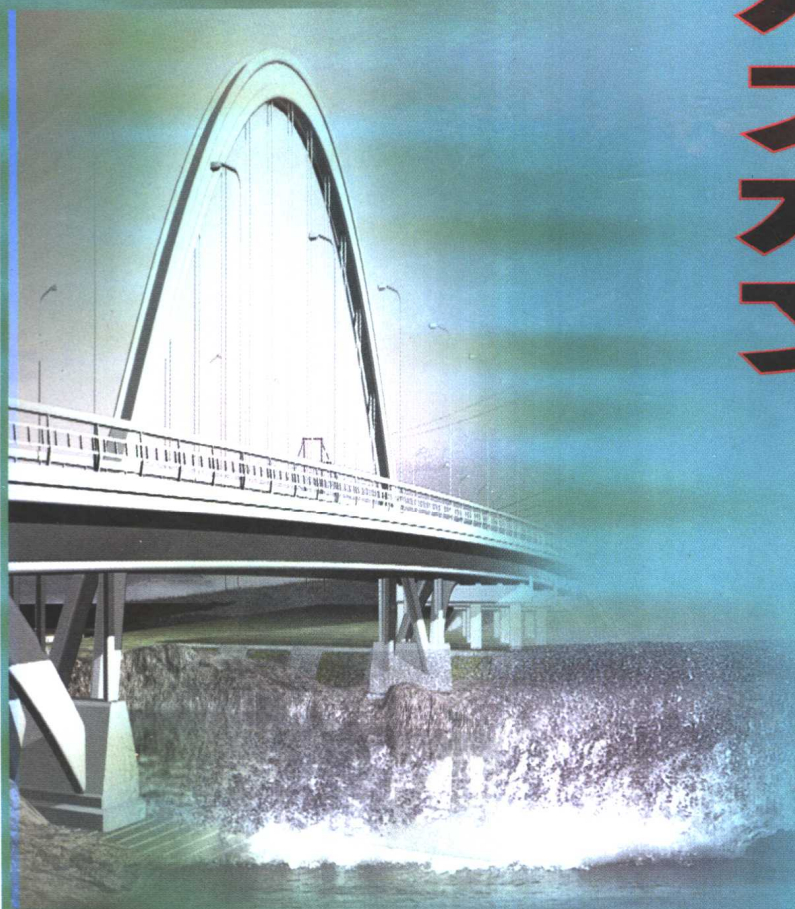




交通高等职业技术教育教材

俞高明 主编
舒国明 副主编
张润虎 主审

桥涵水力水文



● 人民交通出版社

交通高等职业技术教育教材

桥 涵 水 力 水 文

Qiaohan Shuili Shuiwen

俞高明 主 编
舒国明 副主编
张润虎 主 审

人民交通出版社

内 容 提 要

本书为面向 21 世纪交通版交通高等职业技术教育路桥专业教材。全书包括水力学、桥涵水文、桥位设计与小桥涵孔径选择等内容。主要叙述水静力学、水动力学基础、明渠均匀流、明渠非均匀流、河流基本知识、形态勘测与水文调查、大中桥和小桥涵设计流量确定,大中桥桥孔和桥面标高、桥下冲刷、小桥涵孔径等,并附有复习思考题、习题和实验(实习)指导书。

本书可作为交通高等职业技术教育公路与桥梁及工程监理专业教材,也可供从事公路桥涵设计、施工、工程监理工作的工程技术人员参考。

图书在版编目 (C I P) 数据

桥涵水力水文 / 俞高明主编. —北京:人民交通出版社, 2002.8

交通高等职业技术教育教材

ISBN 7 - 114 - 04406 - 2

I . 桥... II . ①俞... III . ①桥涵工程—水力学—高等学校:技术学校—教材 ②桥涵工程—工程水文学—高等学校:技术学校—教材 IV . U442.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 058895 号

交通高等职业技术教育教材

桥涵水力水文

俞高明 主 编

舒国明 副主编

张润虎 主 审

正文设计:彭小秋 责任校对:刘晓方 责任印制:杨柏力

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街 10 号 010 64216602)

各地新华书店经销

北京凯通印刷厂印刷

开本:787 × 1092 1/16 印张:18 插页:2 字数:440 千

2002 年 8 月 第 1 版

2002 年 8 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数:0001 - 4000 册 定价:28.00 元

ISBN 7 - 114 - 04406 - 2

U·03247

前 言

高等职业技术教育培养的是面向生产和管理第一线的应用型技术人才。如何培养适应社会需要的理论功底扎实、实践动手能力强、具有较强创新意识、适应岗位工作快的高素质实用型人才是职业技术教育的重要任务。为了满足高等职业教育发展的需要,根据全国路桥工程学科委员会高职教材联络组 2001 年 7 月昆明会议决议,按照《交通高等职业技术教育路桥专业课程设置框架》的要求组织编写了本教材。本书注意到高等职业教育的特点,内容以“实用、实际、实效”为原则,同时紧密跟踪桥涵水力水文学科的新发展,紧贴以新版的《公路工程水文勘测设计规范》(JTJ 062—2002)为主体的现行有关标准规范,也充分考虑到结合教学规律,力求做到理论与实践并重,以有利于学生综合素质的提高。

本书由安徽交通职业技术学院俞高明主编,河北交通职业技术学院舒国明副主编,贵州交通职业技术学院张润虎主审。具体编写情况如下:绪论第一节和第五、六、七章由安徽交通职业技术学院俞高明编写;绪论第二节和第一章第二节由安徽交通职业技术学院谢查俊编写;第一章第一、三节、第二章第三、四、五节、第三、四章、第十三章由安徽交通职业技术学院徐炬平编写;第二章第一、二节和第八、九、十、十一、十二章及附录由河北交通职业技术学院舒国明编写。

本书于 2002 年 7 月 3 日至 8 日在安徽合肥审稿会上审定。参加审稿会的有贵州交通职业技术学院张润虎,安徽交通职业技术学院俞高明、徐炬平,河北交通职业技术学院舒国明,人民交通出版社王霞、卢仲贤等。

在编写和审稿过程中,得到了安徽省路桥总公司和全国各交通职业技术学院的大力支持,在此,一并深表谢意。

由于编者的水平有限,加上时间紧迫,书中疏漏之处在所难免,敬请读者批评指正,以便再版时修改。

编 者

2002 年 7 月

面向 21 世纪交通版 交通高等职业技术教育教材 (交通土建专业用)

教材名称	主 编	主 审
工程测量	李仕东(烟台师范学院交通学院)	李全文(四川交通职业技术学院)
道路建筑材料	姜志青(吉林交通职业技术学院)	程兴新(陕西交通职业技术学院)
工程地质	齐丽云(吉林交通职业技术学院) 徐秀华(福建交通职业技术学院)	李瑾亮(四川交通职业技术学院)
土质与土力学	孟祥波(烟台师范学院交通学院) 朱建德(烟台师范学院交通学院)	杨甲奇(四川交通职业技术学院)
基础工程	陈晏松(湖北交通职业技术学院)	王经羲(安徽交通职业技术学院)
桥涵水力水文	俞高明(安徽交通职业技术学院) 舒国明(河北交通职业技术学院)	张润虎(贵州交通职业技术学院)
公路设计	金仲秋(浙江交通职业技术学院) 夏连学(河南交通职业技术学院)	程兴新(陕西交通职业技术学院)
公路施工技术	俞高明(安徽交通职业技术学院)	李加林(广东交通职业技术学院)
结构设计原理	孙无桃(宁夏交通职业技术学院)	郭发忠(新疆交通职业技术学院)
桥涵设计	白树毅(吉林交通职业技术学院)	于敦荣(烟台师范学院交通学院)
桥涵施工技术	王常才(安徽交通职业技术学院)	黄成光(云南交通职业技术学院)
公路工程招标与投标	文德云(湖南交通职业技术学院)	梁志锐(广西交通职业技术学院)
公路工程造价	陆春其(南京交通职业技术学院)	单 阳(江西交通学院)
公路工程项目管理	陈 烈(四川交通职业技术学院) 单 阳(江西交通职业技术学院)	张洪滨(吉林交通职业技术学院)
公路施工组织设计	马敬坤(河北交通职业技术学院)	殷青英(青海交通职业技术学院)
公路工程检测技术	金 桃(贵州交通职业技术学院) 张美珍(山西交通职业技术学院)	李玉珍(南京交通职业技术学院)
公路工程施工监理基础	李文不(四川交通职业技术学院)	俞高明(安徽交通职业技术学院)
公路隧道施工	黄成光(云南交通职业技术学院)	于敦荣(烟台师范学院交通学院)
公路养护技术与管理	彭富强(湖南交通职业技术学院)	梁志锐(广西交通职业技术学院)
道路工程制图	刘松雪(吉林交通职业技术学院) 樊琳娟(南京交通职业技术学院)	朱胜利(陕西交通职业技术学院)
道路工程制图习题集	曹雪梅(四川交通职业技术学院) 樊琳娟(南京交通职业技术学院)	朱胜利(陕西交通职业技术学院)
工程力学	孔七一(湖南交通职业技术学院)	王晓农(南京交通职业技术学院)
结构力学	李 轮(新疆交通职业技术学院) 蒋丽珍(江西交通职业技术学院)	韩东萍(宁夏交通职业技术学院)
道路工程专业英语	薛廷河(浙江交通职业技术学院)	李 强(安徽交通职业技术学院)
交通工程学基础	张郇生(河北交通职业技术学院)	卢仲贤(人民交通出版社)
工程机械与施工用电	王定祥(湖南交通职业技术学院) 郭远辉(四川交通职业技术学院)	徐永杰(烟台师范学院交通学院)
城市道路设计	王连威(吉林交通职业技术学院)	吴继锋(江西交通学校)
公路工程 CAD 基础教程	郑益民(烟台师范学院交通学院)	

人民交通出版社公路图书(新书)介绍

人民交通出版社公路图书部是该社公路图书核心出版部门,现承担国家级重点图书“交通科技丛书”22种,“现代桥梁技术丛书”20种,“当代交通领域重要著作丛书”以及“面向二十一世纪交通版高等学校教材”120种等重点图书的出版任务。联系电话:010-64237738 010-64213147(传真)

*新版图书

1.面向21世纪交通版高等学校教材

- 上质学与土力学(第三版)(高大钊) 26元
- 高等桥梁结构理论(项海帆主编) 35元
- 交通工程设施设计(李峻立主编) 35元
- 公路经济学教程(袁剑波主编) 23元
- 桥梁结构试验(章关永主编) 22元
- 公路土工合成材料应用原理 22元
- 路基设计原理与计算 40元
- 混凝土简支梁(板)桥(易建国) 27元
- 公路工程估价编制与管理(沈其明) 31元
- 大跨度桥梁结构计算理论(李传习) 18元

2.面向21世纪交通版交通高等职业技术教育路桥专业教材

- 公路工程CAD基础教程(郑益民编著) 26元
- 道路建筑材料(姜志青主编) 29元
- 毕业设计与毕业答辩指导(上) 15元
- 毕业设计与毕业答辩指导(下) 17元
- 工程地质(齐丽云等主编) 23元
- 公路工程检测技术(金桃等主编) 28元
- 公路工程施工监理基础 24元
- 公路隧道施工(黄成光) 59元
- 工程机械与施工用电 33元
- 公路工程建设招标与投标(刘德云) 30元
- 交通工程学基础(张郛生) 19元
- 道路工程制图(刘松雪) 29元
- 道路工程制图习题集(曹雪梅) 28元
- 工程测量(李仕东) 24元
- 工程力学(孔七一) 26元
- 公路施工组织设计(马敬坤) 16元
- 道路工程专业英语(薛廷河) 19元
- 公路工程项目管理(张廷烈) 27元

3.公路桥梁设计丛书

- 悬索桥设计(曹俊卿主编) 56元
- 桥梁通用构造及简支梁桥(胡兆同) 25元
- 刚架桥(郭晓光) 23元
- 预应力混凝土连续梁桥设计(徐岳) 55元

4.公路建设百问丛书

- 桥梁检测与维修加固百问 25元
- 公路工程概预算百问(邢凤岐) 18元
- 5.交通土建软土地基工程手册(河海大学) 138元
- 6.岩土工程的回顾与前瞻(高大钊) 56元
- 7.沥青及沥青混合料路面性能(沈建安) 68元
- 8.高速公路沥青路面早期破坏现象及预防 45元
- 9.沥青路面施工与维修技术(郝培文) 35元
- 10.黄土地区高速公路施工新技术 30元
- 11.公路建设管理法规文件汇编(2002版)

(交通部公路司)

- 12.英汉道路工程词汇(第四版) 118元
- 13.公路建设单位会计实务(刘晓燕) 42元
- 14.县乡公路手册(广州公路局) 88元
- 15.公路工程施工监理手册(第二版)

交通部公路司

- 16.公路机务管理手册 中国筑机学会 50元
- 17.公路基本建设与交通工程概预算编制办法

及各省补充规定汇编

- 18.桥梁结构空间分析设计方法与应用 25元
- 19.高墩大跨连续刚构桥 25元
- 20.公路工程建设项目计量与支付手册 72元
- 21.灌注桩检测与处理 22元
- 22.唐港高速公路建设实践与认识 48元
- 23.公路建设与管理论文集 65元
- 24.公路工程机械化施工 39元
- 25.悬索桥(徐君兰) 16元
- 26.现代公路勘测设计实用技术(第二版) 53元
- 27.公路工程造价与快捷编标(修订版) 59元
- 28.高等级公路养护技术与养护机械 42元
- 29.SBS改性沥青的生产与应用 18元

- 30.沥青路面机械化施工技术与质量控制 16元
 - 31.沥青路面道路质量评估及养护指南 12元
 - 32.交通土建工程制图(第二版)(教材) 38元
 - 33.交通土建工程制图习题集(第二版)(教材) 17元
 - 34.高速公路机械化施工及组织管理 23元
 - 35.八一大桥建设与管理 40元
 - 36.现代工程机械液压与液力系统 39元
 - 37.公路工程质量通病防治指南(部公路司) 72元
 - 38.全国优秀公路勘察设计技术交流成果汇编
- (部公路司) 68元
- 39.公路旧桥加固技术与实例 38元
 - 40.真空排水预压法加固软土技术 20元
 - 41.高等级公路软土地基路堤设计与施工技术 25元
 - 42.高等级公路控制测量 33元
 - 43.新编大学英语四级每日精练 22元
 - 44.公路土工合成材料设计原理及工程应用 24元
 - 45.路桥施工计算手册 92元
 - 46.路基路面施工及组织管理 39元
 - 47.互通式立交交叉设计范例(带光盘) 41元
 - 48.路面管理系统基础教程(潘玉利主编) 46元
 - 49.汽车检测设备维修工—职业技能鉴定规范 5.6元
 - 50.汽车检测工—职业技能鉴定规范 5.6元
 - 51.地铁与轻轨 39元
 - 52.西部通县公路建设技术指南
- 交通部公路司 50元
- 53.城市地下工程与环境保护·大陆卷 100元
 - 54.高等学校会计 30元
 - 55.土木工程水文学原理及习题解法指南 33元
 - 56.桥梁结构高耐久性混凝土设计与施工规程 6.00元
 - 57.道路通行能力分析(张起森) 28元
 - 58.公路工程招标与投标指南(王清池等) 45元
 - 59.桥梁损伤诊断(刘效尧) 30元
 - 60.道路规划与设计(李清波) 46元

*常备书目

1.公路桥涵设计手册

- 基本资料(毛瑞祥主编) 46元
- 涵洞(顾克明主编) 32元
- 拱桥(上)(石绍甫主编) 50元
- 拱桥(下)(顾安邦主编) 36元
- 墩台与基础(江祖铭主编) 42元
- 梁桥(上)(徐光辉主编) 52元
- 梁桥(下)(刘效尧主编) 52元
- 预应力技术及材料设备(刘效尧主编) 28元
- 桥梁附属构造与支座(金吉寅主编) 46元
- 桥位设计(高冬光主编) 42元

2.公路设计手册

- 路基 第二版(交通部) 78元
- 路面 第二版(姚祖康主编) 46元

3.公路施工手册类

- 基本作业(杨理准主编) 46元
- 桥涵(上)新版(公路一局) 132元
- 桥涵(下)新版(公路一局) 143元
- 工程材料 128元

4.道路施工工程师手册(杨文渊主编)

- 5.桥梁施工工程师手册(杨文渊主编) 46元
- 6.交通工程手册(公路学会) 88元
- 7.筑路机械手册(何挺继主编) 175元
- 8.国外公路工程机械技术性能手册 32元
- 9.公路施工项目管理手册(陈传德主编) 60元
- 10.公路设计交通安全审查手册 36元
- 11.实用土木工程手册 第三版 98元
- 12.简明公路施工手册 第二版 78元
- 13.公路施工测量手册(聂让等主编) 43元
- 14.简明工程机械施工手册(杨文渊主编) 68元
- 15.公路小桥涵手册(河北交规院) 30元
- 16.公路工程混合料配合比设计与试验技术手册 50元

丛书类

高速公路丛书

1. 高速公路运营管理(第二版) 38元
2. 高速公路规划与设计 27元
3. 高速公路路基设计与施工 46元
4. 高速公路交通工程及沿线设施 42元
5. 高速公路建设管理 62元
6. 高速公路立交工程 48元
7. 高速公路路面设计与施工 72元
8. 高速公路养护管理 38元
9. 高速公路环境保护与绿化 23元

厦门海沧大桥建设丛书

1. 建设与管理(一) 50元
2. 科研·试验·专用技术标准(二) 60元
3. 桥梁景观(三) 42元
4. 东航道悬索桥(四) 70元
5. 西航道连续刚构桥(五) 25元
6. 互通立交·引桥·引道(六) 32元
7. 摄影专集 118元

公路机械化施工与养护技术丛书

1. 石料生产技术 34元

培训教材类

公路工程监理工程师培训教材

1. 合同管理(雷发卿) 24元
2. 工程费用监理(张建仁) 15元
3. 监理概论(刘建新) 18元
4. 工程质量监理(李宇峙) 17元
5. 工程进度监理(郭晓光) 16元

公路工程试验检测技术培训教材

1. 公路几何线形检测技术(王文锐) 13元
2. 路基路面试验检测技术(徐培华) 29元
3. 桥涵工程试验检测技术(胡大琳) 26元
4. 隧道工程试验检测技术(吕康成) 15元
5. 交通工程试验检测技术 17元

特别推荐

1. 公路工程国内招标文件范本(1999年版) 75元
2. 公路工程造价指南(杨子敏) 68元
3. 公路施工组织及概预算(1999年) 27元
4. 公路工程投资、估算与概、预算编制示例 25元
5. 沥青路面施工机械与机械施工 45元
6. 工程建设相关法律实务(何红风) 19.5元
7. 高速公路机电系统(翁小雄) 35元
8. 振动压路机及振动压实技术(李冰) 45元
9. 高等级公路施工技术与工程(王明怀) 68元
10. 改性沥青与 SMA 路面(沈金安) 39元
11. 预应力混凝土梁拱组合体系桥梁(金成禄) 48元
12. 现代工程机械液压与液力系统(颜荣庆) 39元
13. 高等级公路半刚性基层沥青路面(沙庆林) 78元
14. 高速公路收费系统理论与方法(刘伟铭) 45元
15. 水泥混凝土路面滑模施工技术(傅智) 58元
16. 乳化沥青与稀浆封层技术 26元
17. 公路桥梁伸缩装置(李扬海) 18.5元
18. 全站仪与高等级公路测量(聂让) 20元
19. 滑模式水泥混凝土摊铺机及施工技术 22元
20. 加筋土挡墙工程图集(唐善祥) 25元
21. 斜拉桥换索工程(王文涛) 22元
22. 沥青加热技术(王志廷) 20元
23. 连续桥面简支梁桥墩台计算实例(修订本) 14元
24. 路面分析与设计(余定选译) 70元
25. 碾压混凝土路面施工技术 山西交通科研所 15元
26. 公路施工与养护 27元
27. 机场场道工程施工(蔡水田) 24元
28. 沥青路面道路结构设计指南(张富德) 11元
29. 公路钢筋混凝土简支梁桥的体外预应力加固技术
(黄桥) 16元
30. 拱桥连拱计算 第二版(王国鼎) 35元
31. 公路工程实用电算(廖正环) 30元
32. 高等级公路建设与管理(吴海燕) 17元
33. 拱桥千秋(郭临义) 14元
34. 半刚性路面材料结构与性能(沙爱民) 13.8元
35. 公路 CAD 技术(许金良) 14.6元
36. 桥梁施工及组织管理上(99版) 36元
37. 桥梁施工及组织管理下(99版) 29元

38. 桥梁建筑美学(盛洪飞) 56元
39. 交通土木工程测量(张坤宜) 33元
40. 结构稳定与稳定内力 23元
41. 水泥混凝土路面修补技术(修订版) 15元
42. 公路桥梁电算 第二版(杨炳成) 35元
43. 公路计算机辅助设计(符铎砂) 30元
44. 公路实用勘测设计(何景华) 19元
45. 桥梁计算示例集—拱桥 第二版(钟圣斌) 36元
46. 路桥施工图识读指南(孙建国) 12元
47. 拱桥与不对称拱(郭临义) 17元
48. 混凝土斜梁桥(黄平明) 18元
49. 现代混凝土结构技术(郑建岚) 20元
50. 公路工程八大通病分析与防治 15元
51. 无粘结与部分预应力结构(房贞政) 19元
52. 钢管混凝土拱桥设计与施工(陈宝春) 36元
53. 水泥混凝土公路技术实践与展望(王燕) 20元
54. 塑料板排水法加固软基工程实例集 26元
55. 公路挡土墙设计(陈忠达) 19元
56. 桥梁桩基计算与检测(赵明华) 24元
57. 土木工程水文学(叶镇国) 26元
58. 道路设计资料集(孙家驷) 68元
59. 桥梁悬臂施工与设计(雷俊卿) 34元
60. 顶管施工技术(增订版)(余彬泉) 31元
61. 加筋土工程设计与施工(何光春) 23元
62. 公路设计指南(陈胜营) 30元
63. 水泥与水泥混凝土(申爱琴) 30元
64. 水泥混凝土路面施工及新技术(吴初航) 28元
65. 公路建设项目社会环境影响评价(董小林) 16元
66. 公路工程试验员实用读本(伍必庆) 16.5元
67. 公路工程测量员实用读本(张保成) 16元
68. 软土工程施工技术与环境保护(杨林德) 28元
69. 预应力混凝土结构设计原理(李国平) 25元
70. 工程项目招标投标实务(精)(刘烈烈) 58元
71. 土木工程计算机绘图基础(尚守平) 39元
72. 公路工程施工监理合同范本(交通部) 7元
73. 桥梁监理工程师指南 增订版(王文涛) 26元
74. 公路路基路面施工监理指南(修订版) 31元
75. 公路工程施工监理实务(修订版) 16.8元
76. 现代道路交通过测试技术(孙朝云) 23元
77. 桥梁与隧道施工监理指南(刘吉士) 33元
78. 公路工程施工监理 400 问答(文德云) 22元
79. FIDIC 条款与公路工程施工监理 李宇峙 58元
80. 公路施工项目管理(陈传德) 15元
81. 公路施工企业管理(精)(山西公路局) 50元
82. 桥梁工程估算及概预算编制实例(袁方) 28元
83. 交通工程学 第二版(李作敏) 28元
84. 水泥混凝土路面施工与施工机械 何挺继 30元
85. 现代公路施工机械(何挺继) 45元
86. 工程机械机电液一体化(焦生杰) 28元
87. 公路工程常用仪器使用与检修(张翠玉) 25元
88. 阳离子乳化沥青路面(修订版) 14元
89. 工程机械故障剖析与处理(焦福全) 26元
90. 混凝土损伤断裂 16元
91. 江阴长江公路大桥工程建设论文集 70元
92. 桥梁施工控制技术(向中富) 39元
93. 交通职业技术学院路桥专业教学参考书
- 试题集及题解 第二版(1~4 辑) 全套 108元
- 《地质与土质》实习实验指导 12元
- 课程设计指导 27元
94. 梁柱分析与设计 第一卷(编委会) 100元
95. 梁柱分析与设计 第二卷(编委会) 80元
96. 刚构—连续组合梁桥(王文涛) 30元
97. 公路桥梁荷载横向分布计算方法 贺栓海 20元
98. 公路工程实用测试技术(王文锐) 22元
99. 公路沥青路面养护新技术(常魁和等) 28元
100. 美国公路桥梁设计规范 98元
101. 公路桥梁墩台设计与施工(马尔立) 20元
102. 高速公路路政管理(范德) 17元
103. 施工企业经营管理(陈传德) 24元
104. 工程项目管理(周直) 20元
105. 柴油机构造与维修(朱军) 26元

兴通书店联系电话:010-64226310

发行部联系电话:010-64216602 或 64298974

目 录

绪论	1
第一节 本课程的学习目的与任务	1
第二节 液体的主要物理指标	1
复习思考题	5
第一章 水静力学	6
第一节 静水压强及分布规律	6
第二节 静水总压力计算	12
第三节 作用于物体上的静水总压力,潜体与浮体的平衡及其稳定性	16
静水压强实验	19
复习思考题	20
习题	20
第二章 水动力学基础	22
第一节 概述	22
第二节 恒定流的连续性方程	25
第三节 恒定流的能量方程	27
第四节 管流与堰流	38
第五节 恒定流的动量方程	43
水动力学实验	46
复习思考题	52
习题	53
第三章 明渠均匀流	55
第一节 明渠均匀流的水力特性和基本公式	55
第二节 明渠水力计算	61
第三节 管中均匀流	64
复习思考题	65
习题	66
第四章 明渠非均匀流	67
第一节 断面比能及临界水深	67
第二节 非均匀流方程及水面曲线的定性分析	71
第三节 水面曲线的计算与绘制	74
第四节 水跌与水跃	76
*第五节 陡坡过水构造物	80
非均匀流的基本水力现象演示实验	84
复习思考题	85

习题	85
第五章 河流基本知识	87
第一节 地面径流	87
第二节 河段分类	91
第三节 泥沙运动	95
复习思考题	98
第六章 形态勘测与水文调查	99
第一节 河床断面测量和水文观测	99
第二节 形态调查	103
第三节 实测流量计算	110
水文测流及河段分类认识实习指导书	113
复习思考题	115
习题	116
第七章 水文基础	117
第一节 水文统计基本知识	117
第二节 经验频率曲线	119
第三节 理论频率曲线	122
第四节 相关分析在补全资料时的应用	138
复习思考题	142
习题	142
第八章 大中桥设计流量推算	144
第一节 资料的准备和分类	144
第二节 有观测资料时规定频率流量计算	145
第三节 缺乏观测资料的规定频率流量推算	152
第四节 各种流量间的关系	159
复习思考题	160
习题	161
第九章 小桥涵设计流量推算	162
第一节 形态调查法	162
第二节 暴雨推理法	168
第三节 直接类比法	177
第四节 小桥涵位设计流量的推算和各种计算方法的比较	188
复习思考题	190
习题	190
第十章 大中桥桥孔与桥面标高	191
第一节 桥位选择和桥位调查	191
第二节 桥孔长度和桥孔布设	193
第三节 桥面中心和引道路堤最低设计标高的确定	196
复习思考题	209
习题	209

第十一章 桥下冲刷	210
第一节 桥下一般冲刷	210
第二节 桥墩局部冲刷	213
第三节 确定墩台基底最浅埋置深度	217
第四节 调治构造物	223
复习思考题	227
习题	227
第十二章 小桥涵孔径及进出水口	228
第一节 小桥孔径计算	228
第二节 涵洞孔径计算	237
第三节 小桥涵进出水口及处理方法	249
复习思考题	254
习题	254
*第十三章 渗流	256
第一节 渗流特性及渗流模型	256
第二节 渗流达西定律	258
第三节 无压恒定渐变渗流	260
第四节 集水廊道及井的渗流计算	265
复习思考题	272
习题	272
附录	274
参考文献	275

绪 论

第一节 本课程的学习目的与任务

公路沿线设置的桥梁和涵洞,不仅是用来跨越河流、沟渠和承受车辆及人群荷载的承重构造物,同时又是在河流上担负着排洪输沙、防止冲刷、保证道路安全使用、畅通无阻的泄水建筑物。因此,在公路桥涵设计中,以承受车辆荷载为主进行的结构设计属于《桥涵设计》课程的内容,而满足泄水等水力水文要求进行总体设计,则属本课程研究解决的问题。

公路桥涵的总体设计中,包含选择桥涵的位置、孔径、桥面中心标高和基础底面埋置深度,以及相应配置的调治构造物等。为了解决这些专业技术问题,必须了解和掌握有关河床演变和泥沙运动的发展趋势、洪水情况、水流自身以及对结构物的作用规律;同时还必须掌握诸如洪水位和流速、设计流量等水力水文要素的分析和计算方法。本课程正是围绕这些问题,以实用为度的原则,循序渐进地展开叙述的。

本课程由三部分内容组成。第一部分为水力学,主要包括水静力学、水动力学基础、明渠均匀流、非均匀流以及陡坡消能设施的水力计算。第二部分为桥涵水文,主要包括河流基本知识、形态勘测与水文调查、大中桥和小桥涵的各种设计流量的推算方法。第三部分为水力水文知识在公路桥涵设计中的具体应用,主要介绍各种大中桥桥位布置、桥孔确定、桥面设计标高、桥下冲刷深度及小桥涵孔径等确定方法。

本课程的学习目的是:学习掌握水力水文的有关知识,能够进行综合分析,并根据有关的公路桥涵规范,较全面地为路基排水、桥涵设计和施工,提供必要的水力水文方面的数据和结论,同时熟悉一般大中桥的桥位设计方法、步骤等。

本课程主要研究水体平衡、水流运动和水文现象,以及根据公路桥涵的总体设计,进行水力水文计算的基本理论和方法。要求学生通过学习本课程,能够确定公路桥涵的水力荷载,进行输水能力计算及陡坡消能设施的水力验算;会进行形态勘测与水文调查,并且运用所收集的资料推求桥涵断面的设计流量;会合理选择桥位,确定桥梁的所需跨径和桥面最低标高,确定最大冲刷线标高及墩台基底的埋置深度,同时配置相应的调治构造物;会通过查表或计算确定小桥涵孔径,并合理选择进出水口的处理方法。

第二节 液体的主要物理指标

液体中以水为代表是自然界中最为常见的物质。水力水文学以水为模型研究液体平衡与运动规律及其在自然界分布、变化的规律。我们首先讨论液体(主要是水体)的几个主要物理指标。

一、液体的密度和重度

单位体积液体的质量称为液体的密度(Density),以符号 ρ 表示,其单位是 kg/m^3 和 g/cm^3 。

它的通用微分表达式:

$$\rho = \rho(x, y, z, t) = \lim_{\Delta V \rightarrow 0} \frac{\Delta m}{\Delta V} = \frac{dm}{dV} \tag{0-1}$$

式中: x, y, z ——液体所在的空间位置坐标;

t ——时间;

m ——液体质量;

V ——液体体积。

一般情况下,可认为液体不随空间和时间变化,为均质液体。其表达式可写成:

$$\rho = \frac{m}{V} \tag{0-2}$$

液体的重度(或称容重)(specific weight),是单位体积液体的重力,以符号 γ 表示,其单位是 N/m^3 和 kN/m^3 。它的通用微分表达式:

$$\gamma = \gamma(x, y, z, t) = \lim_{\Delta V \rightarrow 0} \frac{\Delta G}{\Delta V} = \frac{dG}{dV} = \frac{d(mg)}{dV} = \rho g \tag{0-3}$$

式中: G ——液体重力。

对均质液体,可以表达为:

$$\gamma = \frac{G}{V} = \frac{mg}{V} = \rho g \tag{0-4}$$

上式表明,液体的重度与液体的密度 ρ 以及所处位置的重力加速度 g 有关。 g 一般可作为常数,本书取 $9\,800\text{N/m}^3$ 。

在一个大气压下,水的密度和重度随温度变化,如表 0-1 所示,几种常见液体的重度见表 0-2。

不同温度情况下水的物理特性 表 0-1

t ($^{\circ}\text{C}$)	ρ (kg/m^3)	γ (kN/m^3)	$\mu \times 10^3$ ($\text{Pa}\cdot\text{s}$)	$\nu \times 10^6$ (m^2/s)
0	999.9	9.805	1.781	1.785
4	1 000.0	9.800	1.567	1.567
10	999.7	9.804	1.307	1.306
15	999.1	9.798	1.139	1.139
20	998.2	9.789	1.002	1.003
25	997.0	9.777	0.890	0.893
30	995.7	9.746	0.798	0.800
40	992.2	9.730	0.653	0.658
50	988.1	9.689	0.547	0.553
60	983.2	9.642	0.466	0.474
70	977.8	9.589	0.404	0.413
80	971.8	9.530	0.354	0.364
90	965.3	9.466	0.315	0.326
100	958.4	9.399	0.282	0.294

注: t —水温; γ —重度; ρ —密度; μ —动力粘滞性系数; ν —运动粘滞性系数。

几种常见液体的重度

表 0-2

液体名称	水	银	汽	油	酒	精	四氯化碳	海	水
$t(^{\circ}\text{C})$	0		15		15		20	15	
$\gamma(\text{kN/m}^3)$	133.28		6.664 ~ 7.35		7.7783		15.6	9.996 ~ 10.084	

二、液体的膨胀性和压缩性

液体随温度变化体积发生变化的特性称为液体的膨胀性。一般物体都有热胀冷缩的性质,而水只是在 4°C 时体积最小。大于 4°C 时体积随温度升高体积增大;小于 4°C 时体积随温度降低体积依然增大。特别是水体结冰时,体积比水体增大 10%。水的这种特性,在工程中危害比较大,故水管、水泵以及公路路基等要注意防冻。

从表 0-1 可以看出,常温 ($0 \sim 30^{\circ}\text{C}$) 下水的密度变化幅度很小。在一般的工程计算时取 $\rho = 1\,000\text{kg/m}^3$,为常数。

液体体积随所受压力增大而减小的特性称为液体的压缩性。当液体承受压力时,流体的体积将有所减小,其减小的幅度可用体积压缩系数 β 来表示。当液体原有体积为 V ,当其压强(单位面积上的压力)增加 dp 时,体积减小 dV ,这时压缩系数:

$$\beta = - \frac{dV/V}{dp} \quad (0-5)$$

β 值越大,表示液体越容易压缩。液体的体积总是随压强增大而减小,即 dV 是负值。为使 β 为正数,故式(0-5)的右端取负号。 β 单位为 m^2/N 。

β 的倒数为弹性系数 k ,即

$$k = \frac{1}{\beta} = - \frac{dp}{dV/V} \quad (0-6)$$

k 值越大,表示越不容易压缩。它的单位为 N/m^2 。

液体的种类不同,压缩性也不同。同种液体的压缩性也随温度、压强发生变化,但都变化不大。水在常温和 500 个大气压(50kPa)内的平均 k 值为 $2.06 \times 10^9 \text{N/m}^2$,即每增加一个大气压(100kPa),体积比原来缩小二万分之一。在实际应用中,一般认为液体不可压缩,以此作为简化理论分析的物理模型。

三、液体的流动性和粘滞性

液体具有流动性,这是液体与固体的区别。固体间的分子间距小,有很强的分子作用力来维持固定形状,静止时可以承受切向应力;而液体间的分子间距较大(水分子间距约为 $3.07 \times 10^{-8}\text{cm}$),其分子力只足以维持有一定的体积,不能保持一定形状。液体静止时只能承受正向法应力,不能承受拉应力和切应力。一旦受到微小的切应力,就会发生无限的变形,外力不去,变形不止。底坡再小的河流,仍能川流不息;液体不能有倾斜的自由表面等,都是液体易流动性的例证。

我们观察到渠道中水流大多为匀速运动,是什么力平衡了底坡倾斜产生的切应力?我们通过牛顿平板实验来阐明。

实验装置如图 0-1a),它由一块固定和一块可滑动的平板组成,其间充满液体,间距为 H 。上板作用一水平力 F ,拖动上板以 U 的速度向右作匀速运动。实验表明,两板中间的液体间存在一个阻止液体运动的力 T ,它就是渠道底坡倾斜产生的切应力,我们称它为粘滞力(亦称

内摩擦力)。进一步实验可知,该力的大小与平板接触面积 A 和运动速度 U 成正比,与间距 H 成反比,且与液体种类有关,方向与运动方向相反。

$$T = F \propto \frac{AU}{H} = \mu \frac{AU}{H} \quad (0-7)$$

μ 为动力粘滞性系数,与液体种类有关,由液体分子间的相互作用力产生。

为了更进一步分析 T ,我们取出脱离体如图 0-1b)。显然液体层间的内摩擦力为 $T - F$ 。当 U 不大时,可以近似认为, y 轴方向液体各点的流速 u 呈直线分布,则有:

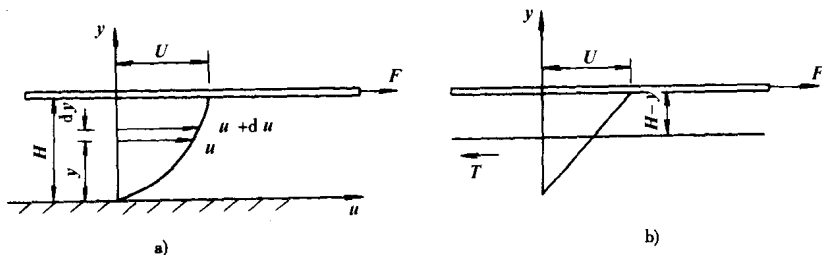


图 0-1 牛顿平板实验

$$u(y) = \frac{u}{H}y \quad (0-8)$$

流速梯度:

$$\frac{du}{dy} = \frac{U}{H} \quad (0-9)$$

将上式代入式(0-7),有:

$$T = \mu \frac{AU}{H} = \mu A \frac{du}{dy} \quad (0-10)$$

并有

$$\tau = \frac{T}{A} = \mu \frac{du}{dy} \quad (0-11)$$

式中: τ ——液体内摩擦切应力(Pa),它平衡渠道水流底坡倾斜产生的切应力。

在水力学计算中,液体动力粘滞性系数 μ 常与密度 ρ 以比值形式出现,以 ν 表示,称运动粘滞性系数,单位为 m^2/s 。

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \quad (0-12)$$

液体的 μ 值和 ν 值与液体种类和温度有关。水在不同温度下的粘滞性系数见表 0-1。

粘滞性对液体流动影响是比较复杂的。水力学中为了简化起见,有时不考虑粘滞性的影响,这种假设无粘滞性、密度恒定的液体为理想液体。对于一些水力学问题的研究,可以先从理想液体着手,总结出规律,再引申应用于实际液体。

四、液体的表面力和质量力

水力学属经典力学,可以引用经典力学的有关原理建立相应方程。按照经典力学的分析方法,必须取脱离体,分析受力。液体受力,像重力、惯性力、压力、粘滞力等,按其作用方式可分表面力和质量力两大类。

液体总是与周围介质(固体、气体、液体)相接触。通过这些接触面起作用的力,称表面力,其大小与接触面积有关。这里所说的接触面,是脱离体的外表面。液体与大气相接触的面,称自由表面,承受的表面力是气体压力(大气压力);液体与液体的接触面,既会有液体压力,又会有粘滞切应力(内摩擦力);液体与固体的接触面,会有边壁支承力,还有边壁粘滞力。

作用于液体质点,并通过液体质点而起作用的力,称质量力,其大小与质量成正比。

单位质量液体所承受的质量力,称单位质量力,以符号 $\vec{f}$ 表示。如果一质量为 m 的液体,所受的质量力为 $\vec{F}$,则单位质量力为:

$$\vec{f} = \frac{\vec{F}}{m} \quad (0-13)$$

该力是矢量,计算时可变化为分量,它在直角坐标系中的分力用 X 、 Y 、 Z 表示,单位为 m^2/s 。

复习思考题

1. 学习本课程的目的与任务是什么?
2. 液体有哪些主要物理性质? 研究液体运动,一般主要考虑哪些物理性质? 对水来说,衡量这些物理性质的各种系数值是多少?
3. 何谓液体的粘滞性,液体粘滞力的大小与哪些因素有关?
4. 何谓理想液体? 理想液体的切应力 $\tau = ?$ 静止液体的切应力 $\tau = ?$
5. 理想液体与实际液体有何区别? 应用理想液体概念有什么作用和问题?

第一章 水静力学

水静力学(hydrostatics)研究液体处于静止状态下的力学平衡规律及其应用。处于静止状态下的液体与固体边壁之间不存在相对运动,不产生粘滞切应力。所以静止液体所受的力是边壁压应力和质量力(主要是重力)。

水静力学是水力学的基础,它总结的规律,可用于整个水力学中,同时可在水工建筑物计算中直接应用。

本章主要讨论静水压强的特性,建立静水压强方程,进而研究静水压强的分布规律,进行静水总压力计算。

第一节 静水压强及分布规律

一、静水压强及其特性

1. 静水压强的垂直性

为了方便分析,我们用任意曲面 ab 将容器内液体分割为上下两部分(图 1-1a),取出下脱离体(图 1-1b)分析 ab 曲面受力。

因为上下两部分液体没有相对运动,其层间粘滞力为 0,层间不存在切应力,而且,液体不能承受拉力,因此,曲面只存在沿着内法线方向的压力,我们定义为静水压力。

我们在曲面上任取微小面积 ΔA ,沿内法线方向作用静水压力 ΔP ,那么该区域内的平均静水压力为 $\frac{\Delta P}{\Delta A}$ 。当区域无限小时,可以认为是一点的静水压强 p 。

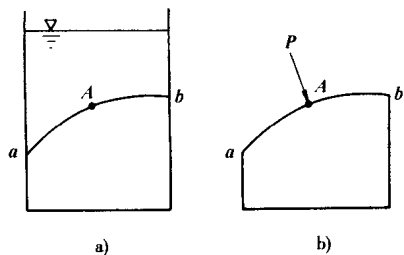


图 1-1

$$p = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta P}{\Delta A} = \frac{dP}{dA} \quad (1-1)$$

从上分析得出:静水压强总是沿着作用面的内法线方向,这就是静水压强的垂直性特征。

2. 静水压强的等值性

即任一点静水压强的大小和受压面方向无关。如图 1-2 所示,假设静止水体中存在一微小六面体,若该六面体各方向受到的压力大小不相等,则六面体将发生移动,这与静水前提相矛盾,所以作用于六面体各方向静水压强大小相等。下面通过一个例子说明该特性含义。如图 1-3 所示,平衡液体中有一垂直平板 AB ,设平板上 C 点的静水压强为 p_C , p_C 垂直并指向受压面 AB 。假定 C 点位置固定不动,平板 AB 绕 C 点转动变成图 1-3b)的情况。 AB 改变方位前后,作用在 C 点的静水压强大小仍然保持不变,这就是静水压强的等值性。

静水压强的以上两个特性,对于分析静水压强的分布规律和计算静水总压力具有重要意义。

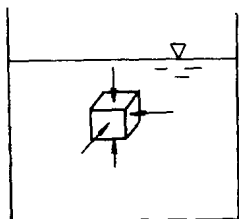
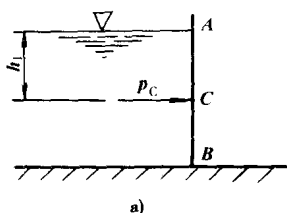
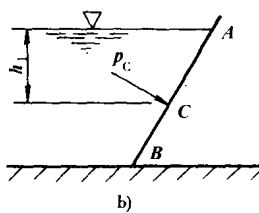


图 1-2



a)



b)

图 1-3

二、液体平衡微分方程

要分析静水压强的分布规律,首先建立一个压强 $p = p(x, y, z)$ 的数学表达式。下面分析一个微元液体的平衡条件。

如图 1-4 所示,在静止液体中任意一点 M ,取微元六面体。 M 在中心处,该点压强 $p = p(x, y, z)$ 。六面体边长分别为 dx, dy, dz ,液体密度为 ρ 。静止液体粘滞力即边壁切应力为 0,因此,隔离体只受表面压力和质量力。我们分析其在 x 轴方向的受力。

$$P_A = p_A dy dz = \left(p - \frac{1}{2} \frac{\partial p}{\partial x} dx \right) dy dz$$

$$P_B = p_B dy dz = \left(p + \frac{1}{2} \frac{\partial p}{\partial x} dx \right) dy dz$$

$$F_x = X \rho dV = X \rho dx dy dz$$

其平衡条件为 $P_A - P_B + F_x = 0$,将以上各式代入得

$$\left. \begin{aligned} X - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} &= 0 \\ Y - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} &= 0 \\ Z - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (1-2)$$

同理有

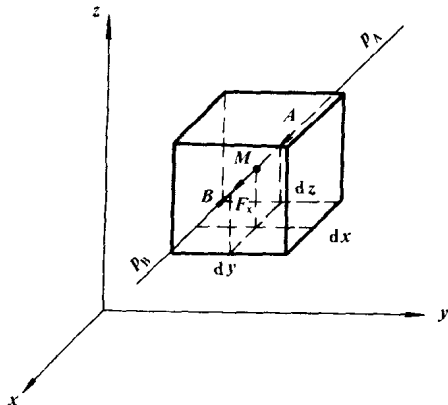


图 1-4

上式即液体平衡微分方程。它为瑞士学者欧拉于 1775 年提出,又称欧拉平衡微分方程。由此可知,静止液体的平衡条件是单位质量力与其表面力相等。同时它也是牛顿定律 $F = ma$ (当 $a = 0$ 时)在水力学中的表达式。

将上式分别乘以 dx, dy, dz 而后相加,得

$$\frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial p}{\partial x} dx + \frac{\partial p}{\partial y} dy + \frac{\partial p}{\partial z} dz \right) = X dx + Y dy + Z dz$$

得

$$dp = \rho (X dx + Y dy + Z dz) \quad (1-3)$$

上式即静水压强分布的微分方程。它表明静水压强分布取决于液体所受的单位质量力。

三、等压面

液体中压强相等的各点所构成的曲面称为等压面。例如液体自由表面即为等压面。按定义有 p 为恒量, $dp = 0$, 由公式(1-3)得

$$X dx + Y dy + Z dz = 0 \quad (1-4)$$

此即等压面方程。式中 dx, dy, dz 为在 X, Y, Z 作用方向液体质点沿等压面相应的位移