

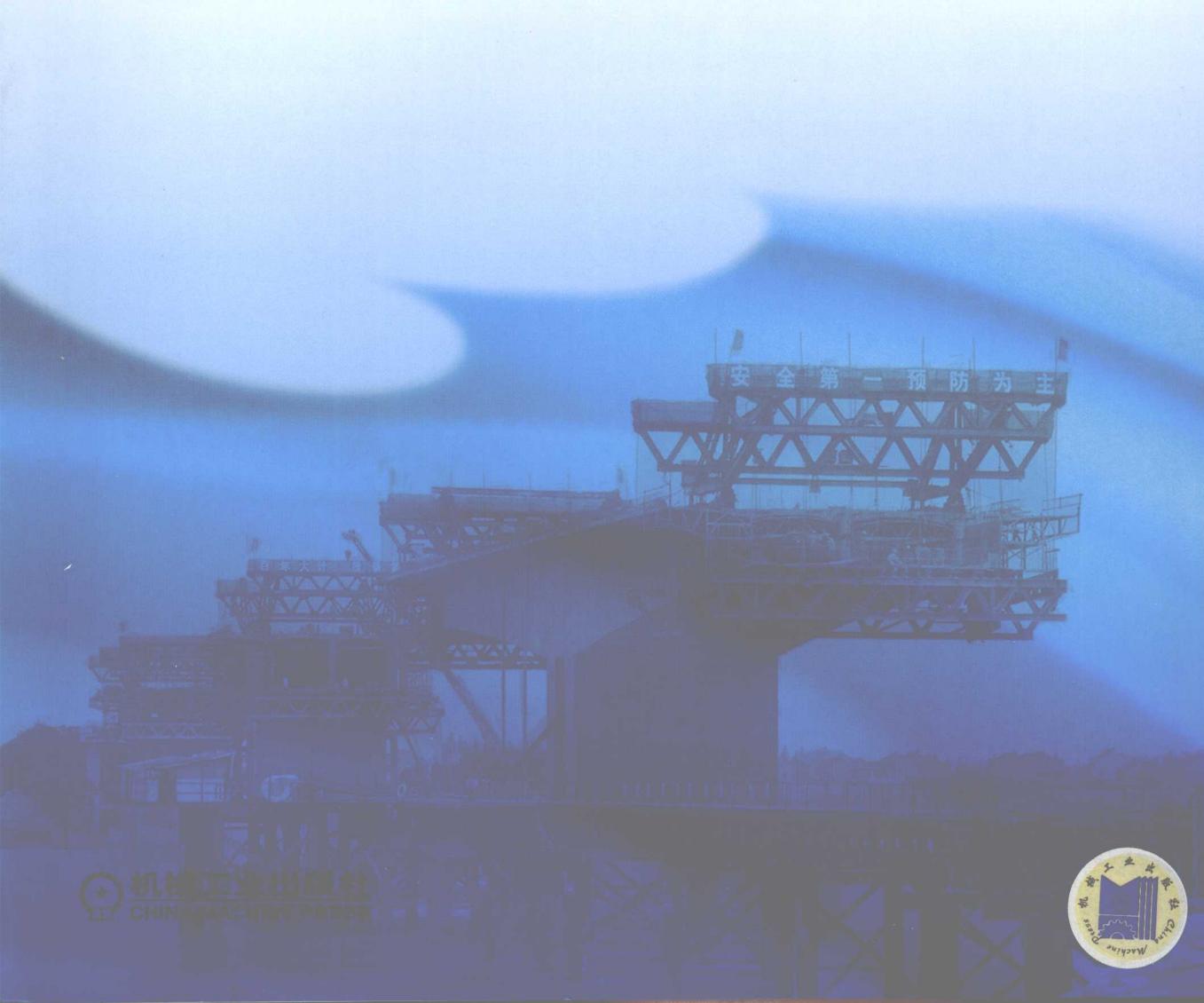


教育部职业教育与成人教育司推荐教材
中等职业学校建筑(市政)施工专业教学用书

建设行业技能型紧缺人才培养培训工程系列教材

桥梁工程施工

肖建平 主编



教育部职业教育与成人教育司推荐教材
中等职业学校建筑（市政）施工专业教学用书
建设行业技能型紧缺人才培养培训工程系列教材

桥 梁 工 程 施 工

主 编 肖建平
副主编 顾 媞
参 编 赵勤贤 马瑞强
主 审 贺志中 刘洪兴



机 械 工 业 出 版 社

本书为中等职业学校建筑（市政）施工专业教材，按《中等职业学校建设行业技能型紧缺人才培养培训指导方案》编写，其主要内容包括桥梁构造基础知识、桥梁施工图的识读、桥梁施工的常用设备、桥梁施工准备和施工测量、桥梁施工基础操作、桥梁下部结构施工、常用桥梁上部结构施工、桥面系及附属工程施工、桥梁施工组织与管理等。

全书以现行的最新规范 JTG F80/1—2004《公路工程质量检验评定标准》、JTJ 041—2000《公路桥涵施工技术规范》等作为编写依据，并结合项目教学法，突出了教材的实用性。

本书可作为中职建筑（市政）施工专业学生的教材使用，也可供相关工程专业技术人员参考。

图书在版编目（CIP）数据

桥梁工程施工/肖建平主编. —北京：机械工业出版社，2007.4

（建设行业技能型紧缺人才培养培训工程系列教材）

教育部职业教育与成人教育司推荐教材. 中等职业学校建筑（市政）施工专业教学用书

ISBN 978 - 7 - 111 - 21245 - 4

I . 桥… II . 肖… III . 桥梁工程 - 工程施工 - 专业学校 - 教材 IV . U445

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2007）第 043535 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：李俊玲

责任编辑：陈 俞 版式设计：霍永明 责任校对：程俊巧

封面设计：饶 薇 责任印制：洪汉军

北京京丰印刷厂印刷

2007 年 6 月第 1 版 · 第 1 次印刷

184mm × 260mm · 22.5 印张 · 7 插页 · 564 千字

0 001—3 000 册

标准书号：ISBN 978 - 7 - 111 - 21245 - 4

定价：33.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

销售服务热线电话：(010) 68326294

购书热线电话：(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话：(010) 88379182

封面无防伪标均为盗版

教育部职业教育与成人教育司推荐教材
中等职业学校建筑（市政）施工专业教学用书
建设行业技能型紧缺人才培养培训工程系列教材

编委会名单

主任委员 沈祖尧 中国建设教育协会中等职业教育专业委员会主任

副主任委员 (按姓氏笔画排)

王大喆 北京城市建设学校

邓小娟 北京水利水电学校

方崇明 武汉市建设学校

孙云祥 嘉兴市建筑工业学校

白家琪 天津市建筑工程学校

刘宝春 天津铁路工程学校

吴承霞 河南省建筑工程学校

陈晓军 辽宁省城市建设学校

李涤新 合肥市城市建设学校

苏铁岳 河北城乡建设学校

武佩牛 上海市建筑工程学校

贾小光 北京城建集团职工中等专业学校

周铁军 成都市建设学校

荆得力 山东省城市建设学校

黄志良 常州建设高等职业技术学校

蔡宗松 福州建筑工程职业中专学校

潘东林 南京职业教育中心

会委林建民本

委员 (按姓氏笔画排)

王军霞 卢秀梅 厉建川 白 燕

闫立红 刘克良 刘英明 张文华

杨秀方 肖建平 李明庚 张 洁

陈爱萍 张福成 金同华 周 旭

周雪梅 耿文忠 常 莲 蔺伯华

李俊玲 (常务)

出版说明

本系列教材是根据教育部、建设部发布的《中等职业学校建设行业技能型紧缺人才培养培训指导方案》(以下简称《指导方案》)的指导思想和最新教学计划编写的,是教育部职业教育与成人教育司推荐教材。

2004年10月,教育部、建设部发布了《关于实施职业院校建设行业技能型紧缺人才培养培训工程的通知》,并组织制订了《指导方案》,对建筑(市政)施工、建筑装饰、建筑设备和建筑智能化四个专业的培养目标与规格、教学与训练项目、实验实习设备条件等提出了具体要求。

为了配合《指导方案》的实施,受教育部委托,在中国建设教育协会中等职业教育专业委员会的大力支持和协助下,机械工业出版社于2005年3月专门组织召开了全国中等职业学校建设行业技能型紧缺人才培养教学研讨和教材建设工作会议,对指导方案进行了认真学习和研讨,在此基础上,组织编写了建筑(市政)施工、建筑装饰两个专业的系列教材。

由于“技能型紧缺人才培养培训工程”是一个新生事物,各学校在实施过程中也在不断摸索、总结、调整,我们会密切关注各院校的实施情况,及时收集反馈信息,并不断补充、修订、完善本系列教材,也恳请各用书院校及时将使用本系列教材的意见和建议反馈给我们,以使本系列教材日臻完善。

本系列教材编委会

徐森李

岳培英

牛殿发

张小贾

宋桂圆

刘群瑛

王志华

孙志刚

林宗葵

林永衡

(非画章刀批进) 员

委

燕白洪黎司 薛彦光 贾军王

牛文进 邓英岐 袁寅波 丘立国

郭春海 袁阳李 平襄肖 张义勤

耿圆 卢同金 赵静波 黄聚海

牛占英 薛常忠 文炳 薛雪圆

(长常) 李鲜李

前言

本书按《建设行业技能型紧缺人才培养培训指导方案》编写，以现行的最新规范 JTG F80/1—2004《公路工程质量检验评定标准》、JTJ 041—2000《公路桥涵施工技术规范》为编写依据，并结合了项目教学法，旨在突出教材的实用性。

本书主要内容包括桥梁构造基础知识、桥梁施工图的识读、桥梁施工的常用设备、桥梁施工准备和施工测量、桥梁施工基础操作、桥梁下部结构施工、常用桥梁上部结构施工、桥面系及附属工程施工、桥梁施工组织与管理等。全书在编写中力求紧抓重点，突出各部分施工的基本方法，密切结合生产实际，展现最新的桥梁施工技术规范和方法。

本书由江苏省常州建设高等职业技术学校肖建平任主编，顾虓任副主编，由高级工程师贺志中、刘洪兴主审。

全书共分 9 个单元，其中单元 5、单元 7 由肖建平编写；单元 1、单元 3、单元 6、单元 8 由顾虓编写；单元 2、单元 4 由常州建设高等职业技术学校马瑞强编写；单元 9 由常州工

程职业技术学院赵勤贤编写。

全书在编写过程中参考了大量相关文献和资料，并得到了众多同仁的大力支持，在此表示衷心感谢。鉴于编者的水平和经验，书中难免有不妥之处，敬请读者批评指正，任何意见或建议，请发送邮件至 xjp518@sohu.com。

001	土质路基施工	1 路基
081	工字钢	1 工字
081	工字钢基础施工	2 路基
	斜垫板	2 斜垫
081	悬臂墙	3 悬臂
081	悬臂式单	4 悬臂
081	悬臂式复	5 悬臂
081	悬臂式双	6 悬臂
002	工字钢暗挖施工	7 暗挖
200	工字钢基础施工	1 路基
215	工字钢基础	2 路基
232	工字钢基础施工	3 路基
239	工字钢组合梁	4 路基
250	桥梁支座	5 路基
252	悬臂式支	6 悬臂
254	悬臂式单	7 悬臂
254	悬臂式复	8 悬臂
254	悬臂式双	9 悬臂
254	悬臂式三	10 悬臂
254	悬臂式四	11 悬臂
254	悬臂式五	12 悬臂
254	悬臂式六	13 悬臂
254	悬臂式七	14 悬臂
254	悬臂式八	15 悬臂
254	悬臂式九	16 悬臂
254	悬臂式十	17 悬臂
254	悬臂式十一	18 悬臂
254	悬臂式十二	19 悬臂
254	悬臂式十三	20 悬臂
254	悬臂式十四	21 悬臂
254	悬臂式十五	22 悬臂
254	悬臂式十六	23 悬臂
254	悬臂式十七	24 悬臂
254	悬臂式十八	25 悬臂
254	悬臂式十九	26 悬臂
254	悬臂式二十	27 悬臂
254	悬臂式二十一	28 悬臂
254	悬臂式二十二	29 悬臂
254	悬臂式二十三	30 悬臂
254	悬臂式二十四	31 悬臂
254	悬臂式二十五	32 悬臂
254	悬臂式二十六	33 悬臂
254	悬臂式二十七	34 悬臂
254	悬臂式二十八	35 悬臂
254	悬臂式二十九	36 悬臂
254	悬臂式三十	37 悬臂
254	悬臂式三十一	38 悬臂
254	悬臂式三十二	39 悬臂
254	悬臂式三十三	40 悬臂
254	悬臂式三十四	41 悬臂
254	悬臂式三十五	42 悬臂
254	悬臂式三十六	43 悬臂
254	悬臂式三十七	44 悬臂
254	悬臂式三十八	45 悬臂
254	悬臂式三十九	46 悬臂
254	悬臂式四十	47 悬臂
254	悬臂式四十一	48 悬臂
254	悬臂式四十二	49 悬臂
254	悬臂式四十三	50 悬臂
254	悬臂式四十四	51 悬臂
254	悬臂式四十五	52 悬臂
254	悬臂式四十六	53 悬臂
254	悬臂式四十七	54 悬臂
254	悬臂式四十八	55 悬臂
254	悬臂式四十九	56 悬臂
254	悬臂式五十	57 悬臂
254	悬臂式五十一	58 悬臂
254	悬臂式五十二	59 悬臂
254	悬臂式五十三	60 悬臂
254	悬臂式五十四	61 悬臂
254	悬臂式五十五	62 悬臂
254	悬臂式五十六	63 悬臂
254	悬臂式五十七	64 悬臂
254	悬臂式五十八	65 悬臂
254	悬臂式五十九	66 悬臂
254	悬臂式六十	67 悬臂
254	悬臂式六十一	68 悬臂
254	悬臂式六十二	69 悬臂
254	悬臂式六十三	70 悬臂
254	悬臂式六十四	71 悬臂
254	悬臂式六十五	72 悬臂
254	悬臂式六十六	73 悬臂
254	悬臂式六十七	74 悬臂
254	悬臂式六十八	75 悬臂
254	悬臂式六十九	76 悬臂
254	悬臂式七十	77 悬臂
254	悬臂式七十一	78 悬臂
254	悬臂式七十二	79 悬臂
254	悬臂式七十三	80 悬臂
254	悬臂式七十四	81 悬臂
254	悬臂式七十五	82 悬臂
254	悬臂式七十六	83 悬臂
254	悬臂式七十七	84 悬臂
254	悬臂式七十八	85 悬臂
254	悬臂式七十九	86 悬臂
254	悬臂式八十	87 悬臂
254	悬臂式八十一	88 悬臂
254	悬臂式八十二	89 悬臂
254	悬臂式八十三	90 悬臂
254	悬臂式八十四	91 悬臂
254	悬臂式八十五	92 悬臂
254	悬臂式八十六	93 悬臂
254	悬臂式八十七	94 悬臂
254	悬臂式八十八	95 悬臂
254	悬臂式八十九	96 悬臂
254	悬臂式九十	97 悬臂
254	悬臂式九十一	98 悬臂
254	悬臂式九十二	99 悬臂
254	悬臂式九十三	100 悬臂
254	悬臂式九十四	101 悬臂
254	悬臂式九十五	102 悬臂
254	悬臂式九十六	103 悬臂
254	悬臂式九十七	104 悬臂
254	悬臂式九十八	105 悬臂
254	悬臂式九十九	106 悬臂
254	悬臂式一百	107 悬臂
254	悬臂式一百一	108 悬臂
254	悬臂式一百二	109 悬臂
254	悬臂式一百三	110 悬臂
254	悬臂式一百四	111 悬臂
254	悬臂式一百五	112 悬臂
254	悬臂式一百六	113 悬臂
254	悬臂式一百七	114 悬臂
254	悬臂式一百八	115 悬臂
254	悬臂式一百九	116 悬臂
254	悬臂式一百十	117 悬臂
254	悬臂式一百一十一	118 悬臂
254	悬臂式一百一十二	119 悬臂
254	悬臂式一百一十三	120 悬臂
254	悬臂式一百一十四	121 悬臂
254	悬臂式一百一十五	122 悬臂
254	悬臂式一百一十六	123 悬臂
254	悬臂式一百一十七	124 悬臂
254	悬臂式一百一十八	125 悬臂
254	悬臂式一百一十九	126 悬臂
254	悬臂式一百二十	127 悬臂
254	悬臂式一百二十一	128 悬臂
254	悬臂式一百二十二	129 悬臂
254	悬臂式一百二十三	130 悬臂
254	悬臂式一百二十四	131 悬臂
254	悬臂式一百二十五	132 悬臂
254	悬臂式一百二十六	133 悬臂
254	悬臂式一百二十七	134 悬臂
254	悬臂式一百二十八	135 悬臂
254	悬臂式一百二十九	136 悬臂
254	悬臂式一百三十	137 悬臂
254	悬臂式一百三十一	138 悬臂
254	悬臂式一百三十二	139 悬臂
254	悬臂式一百三十三	140 悬臂
254	悬臂式一百三十四	141 悬臂
254	悬臂式一百三十五	142 悬臂
254	悬臂式一百三十六	143 悬臂
254	悬臂式一百三十七	144 悬臂
254	悬臂式一百三十八	145 悬臂
254	悬臂式一百三十九	146 悬臂
254	悬臂式一百四十	147 悬臂
254	悬臂式一百四十一	148 悬臂
254	悬臂式一百四十二	149 悬臂
254	悬臂式一百四十三	150 悬臂
254	悬臂式一百四十四	151 悬臂
254	悬臂式一百四十五	152 悬臂
254	悬臂式一百四十六	153 悬臂
254	悬臂式一百四十七	154 悬臂
254	悬臂式一百四十八	155 悬臂
254	悬臂式一百四十九	156 悬臂
254	悬臂式一百五十	157 悬臂
254	悬臂式一百五十一	158 悬臂
254	悬臂式一百五十二	159 悬臂
254	悬臂式一百五十三	160 悬臂
254	悬臂式一百五十四	161 悬臂
254	悬臂式一百五十五	162 悬臂
254	悬臂式一百五十六	163 悬臂
254	悬臂式一百五十七	164 悬臂
254	悬臂式一百五十八	165 悬臂
254	悬臂式一百五十九	166 悬臂
254	悬臂式一百六十	167 悬臂
254	悬臂式一百六十一	168 悬臂
254	悬臂式一百六十二	169 悬臂
254	悬臂式一百六十三	170 悬臂
254	悬臂式一百六十四	171 悬臂
254	悬臂式一百六十五	172 悬臂
254	悬臂式一百六十六	173 悬臂
254	悬臂式一百六十七	174 悬臂
254	悬臂式一百六十八	175 悬臂
254	悬臂式一百六十九	176 悬臂
254	悬臂式一百七十	177 悬臂
254	悬臂式一百七十一	178 悬臂
254	悬臂式一百七十二	179 悬臂
254	悬臂式一百七十三	180 悬臂
254	悬臂式一百七十四	181 悬臂
254	悬臂式一百七十五	182 悬臂
254	悬臂式一百七十六	183 悬臂
254	悬臂式一百七十七	184 悬臂
254	悬臂式一百七十八	185 悬臂
254	悬臂式一百七十九	186 悬臂
254	悬臂式一百八十	187 悬臂
254	悬臂式一百八十一	188 悬臂
254	悬臂式一百八十二	189 悬臂
254	悬臂式一百八十三	190 悬臂
254	悬臂式一百八十四	191 悬臂
254	悬臂式一百八十五	192 悬臂
254	悬臂式一百八十六	193 悬臂
254	悬臂式一百八十七	194 悬臂
254	悬臂式一百八十八	195 悬臂
254	悬臂式一百八十九	196 悬臂
254	悬臂式一百二十	197 悬臂
254	悬臂式一百二十一	198 悬臂
254	悬臂式一百二十二	199 悬臂
254	悬臂式一百二十三	200 悬臂
254	悬臂式一百二十四	201 悬臂
254	悬臂式一百二十五	202 悬臂
254	悬臂式一百二十六	203 悬臂
254	悬臂式一百二十七	204 悬臂
254	悬臂式一百二十八	205 悬臂
254	悬臂式一百二十九	206 悬臂
254	悬臂式一百三十	207 悬臂
254	悬臂式一百三十一	208 悬臂
254	悬臂式一百三十二	209 悬臂
254	悬臂式一百三十三	210 悬臂
254	悬臂式一百三十四	211 悬臂
254	悬臂式一百三十五	212 悬臂
254	悬臂式一百三十六	213 悬臂
254	悬臂式一百三十七	214 悬臂
254	悬臂式一百三十八	215 悬臂
254	悬臂式一百三十九	216 悬臂
254	悬臂式一百四十	217 悬臂
254	悬臂式一百四十一	218 悬臂
254	悬臂式一百四十二	219 悬臂
254	悬臂式一百四十三	220 悬臂
254	悬臂式一百四十四	221 悬臂
254	悬臂式一百四十五	222 悬臂
254	悬臂式一百四十六	223 悬臂
254	悬臂式一百四十七	224 悬臂
254	悬臂式一百四十八	225 悬臂
254	悬臂式一百四十九	226 悬臂
254	悬臂式一百五十	227 悬臂
254	悬臂式一百五十一	228 悬臂
254	悬臂式一百五十二	229 悬臂
254	悬臂式一百五十三	230 悬臂
254	悬臂式一百五十四	231 悬臂
254	悬臂式一百五十五	232 悬臂
254	悬臂式一百五十六	233 悬臂
254	悬臂式一百五十七	234 悬臂
254	悬臂式一百五十八	235 悬臂
254	悬臂式一百五十九	236 悬臂
254	悬臂式一百六十	237 悬臂
254	悬臂式一百六十一	238 悬臂
254	悬臂式一百六十二	239 悬臂
254	悬臂式一百六十三	240 悬臂
254	悬臂式一百六十四	241 悬臂
254	悬臂式一百六十五	242 悬臂
254	悬臂式一百六十六	243 悬臂
254	悬臂式一百六十七	244 悬臂
254	悬臂式一百六十八	245 悬臂
254	悬臂式一百六十九	246 悬臂
254	悬臂式一百七十	247 悬臂
254	悬臂式一百七十一	248 悬臂
254	悬臂式一百七十二	249 悬臂
254	悬臂式一百七十三	250 悬臂
254	悬臂式一百七十四	251 悬臂
254	悬臂式一百七十五	252 悬臂
254	悬臂式一百七十六	253 悬臂
254	悬臂式一百七十七	254 悬臂
254	悬臂式一百七十八	255 悬臂
254	悬臂式一百七十九	256 悬臂
254	悬臂式一百八十	257 悬臂
254	悬臂式一百八十一	258 悬臂
254	悬臂式一百八十二	259 悬臂
254	悬臂式一百八十三	260 悬臂
254	悬臂式一百八十四	261 悬臂
254	悬臂式一百八十五	262 悬臂
254	悬臂式一百八十六	263 悬臂
254	悬臂式一百八十七	264 悬臂
254	悬臂式一百八十八	265 悬臂
254	悬臂式一百八十九	266 悬臂
254	悬臂式一百二十	267 悬臂
254	悬臂式一百二十一	268 悬臂
254	悬臂式一百二十二	269 悬臂
254	悬臂式一百二十三	270 悬臂
254	悬臂式一百二十四	271 悬臂
254	悬臂式一百二十五	272 悬臂
254	悬臂式一百二十六	273 悬臂
254	悬臂式一百二十七	274 悬臂
254	悬臂式一百二十八	275 悬臂
254	悬臂式一百二十九	276 悬臂
254	悬臂式一百三十	277 悬臂
254	悬臂式一百三十一	278 悬臂
254	悬臂式一百三十二	279 悬臂
254	悬臂式一百三十三	280 悬臂
254	悬臂式一百三十四	281 悬臂
254	悬臂式一百三十五	282 悬臂
254	悬臂式一百三十六	283 悬臂
254	悬臂式一百三十七	284 悬臂
254	悬臂式一百三十八	285 悬臂
254	悬臂式一百三十九	286 悬臂
254	悬臂式一百四十	287 悬臂
254	悬臂式一百四十一	288 悬臂
254	悬臂式一百四十二	289 悬臂
254	悬臂式一百四十三	290 悬臂
254	悬臂式一百四十四	291 悬臂
254	悬臂式一百四十五	292 悬臂
254	悬臂式一百四十六	293 悬臂
254	悬臂式一百四十七	294 悬臂
254	悬臂式一百四十八	295 悬臂
254	悬臂式一百四十九	296 悬臂
254	悬臂式一百五十	297 悬臂
254	悬臂式一百五十一	298 悬臂
254	悬臂式一百五十二	299 悬臂
254	悬臂式一百五十三	300 悬臂

目 录

出版说明	1
前言	1
单元 1 桥梁构造基础知识	1
课题 1 桥梁的组成、分类和常用尺寸参数	1
课题 2 桥梁承重体系构造	7
课题 3 桥梁下部结构与支座构造	40
单元小结	60
复习思考题	61
实训练习	61
单元 2 桥梁施工图的识读	62
课题 1 桥梁施工图识读的基本知识	62
课题 2 桥位平面图、桥梁总体布置图的识读	69
课题 3 桥梁构造图的识读	70
课题 4 桥梁钢筋图的识读	72
单元小结	76
实训练习	76
单元 3 桥梁施工的常用设备	77
课题 1 桥梁施工常备式结构	77
课题 2 混凝土施工设备	85
课题 3 预应力锚固体系和张拉设备	98
课题 4 起重机具设备	106
单元小结	114
复习思考题	115
单元 4 桥梁施工准备和施工测量	116
课题 1 桥梁施工准备工作	116
课题 2 桥梁平面定位测量	121
课题 3 桥梁水准测量	124
课题 4 桥梁细部施工放样	126
单元小结	131
复习思考题	131
实训练习	132
单元 5 桥梁施工基础操作	133
课题 1 砌体施工	133
课题 2 钢筋施工	136
课题 3 模板、支架和拱架施工	151
课题 4 混凝土及钢筋混凝土施工	163
课题 5 预应力混凝土施工	180
课题 6 构件的起吊、运输和安装	189
单元小结	197
复习思考题	198
实训练习	199
单元 6 桥梁下部结构施工	200
课题 1 明挖基础施工	200
课题 2 桩基础施工	212
课题 3 沉井基础施工	227
课题 4 桥梁墩台施工	236
课题 5 支座安装	250
单元小结	254
复习思考题	254

**单元 7 常用桥梁上部结构施工 256**

- 课题 1 混凝土简支梁桥施工 256
课题 2 悬臂体系和连续体系
 梁桥施工 261
课题 3 拱桥施工 273
课题 4 斜拉桥施工 283
课题 5 悬索桥施工 290
单元小结 296
复习思考题 297

单元 8 桥面系及附属工程施工 299

- 课题 1 桥面防水层和铺装层
 施工 299

- 课题 2 桥梁伸缩装置施工 302
课题 3 其他附属工程施工 309
单元小结 312
复习思考题 312

单元 9 桥梁工程施工管理 313

- 课题 1 质量管理 313
课题 2 安全管理 318
课题 3 文明施工管理 330
课题 4 工程资料管理 336
课题 5 质量评定 341
单元小结 351
复习思考题 352
参考文献 353

单元 1 桥梁构造基础知识

单元概述

图1-1 桥梁构造示意图

桥梁是跨越障碍物（如河流、沟谷、其他道路、铁路等）的结构物，是交通路线上的重要组成部分。桥梁的组成复杂，桥型多样，结构体系、施工方法各异，各种桥型间的构造差别也较大。本单元通过讲述桥梁的组成、构造及有关桥梁的其他基础知识，为后续介绍有关桥梁工程施工的单元服务。

学习目标

通过本单元的学习，学生应掌握桥梁的基本组成、分类及各桥型的特点，熟悉桥梁的常用尺寸参数；掌握简支板梁桥、简支T梁桥、连续梁桥的截面、配筋构造和拱桥的基本组成、类型和构造，熟悉斜拉桥、悬索桥的构造；掌握桥墩、桥台的类型、组成和构造，以及板式橡胶支座、盆式橡胶支座的类型、型号和构造；掌握桥梁伸缩装置的类型和构造，以及桥面系的基本组成和构造。

课题 1 桥梁的组成、分类和常用尺寸参数

1.1.1 桥梁的组成

图1-1 桥梁构造示意图

桥梁由上部结构、下部结构和附属结构组成。

上部结构又称桥跨结构，是桥梁跨越障碍的主要承载结构。它包括承重体系和桥面体系两部分。承重体系是用来承受车辆作用和自身荷载的梁、板、拱圈等；桥面体系是供车辆行驶的桥面铺装及桥上的伸缩缝、栏杆（护栏）、灯柱、排水设施等。

下部结构由桥墩、桥台及墩台下部的基础组成，是上部结构的支承体系，其作用是把上部结构的自重、车辆荷载及其他作用通过基础传入地基土中。设置在中间桥跨的支承体系称为桥墩，设置在桥梁两端的支承体系称为桥台。

在桥梁上部结构与下部结构之间一般设有支座。上部结构的荷载通过支座传递给下部结构。

附属结构包括桥头锥坡、挡土墙、护岸等。桥头锥坡位于桥台侧墙，是保证桥头填土稳定性的构筑物。挡土墙是抵抗桥头引道填土土压力的构筑物。护岸是抵御水流冲刷河岸的构筑物。

桥梁的基本组成如图 1-1 所示。

图1-1 桥梁构造示意图

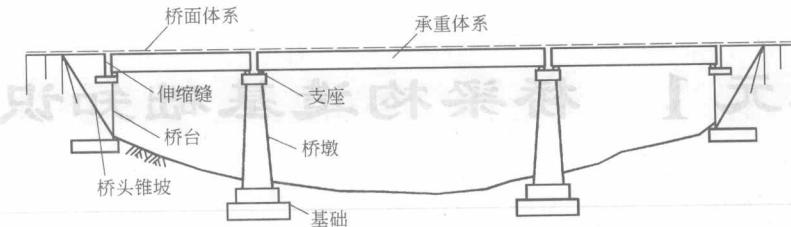
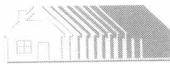


图 1-1 桥梁组成示意图

上部结构由梁、桥面系、伸缩缝、桥台、桥墩、支座等组成。下部结构由基础、地基等组成。

图 1-2 为一座桥梁的实物图，通过上面学习的理论知识，可识别出各组成部分的名称（由于基础埋设在水下土中，因此图 1-2 中无法表示）。



图 1-2 桥梁实物图

1.1.2 桥梁的分类

1. 梁桥 (彩图 1)

除彩图 1 外，图 1-2 和图 1-3 也均为典型的梁桥形式。



a)



b)

图 1-3 梁桥实例

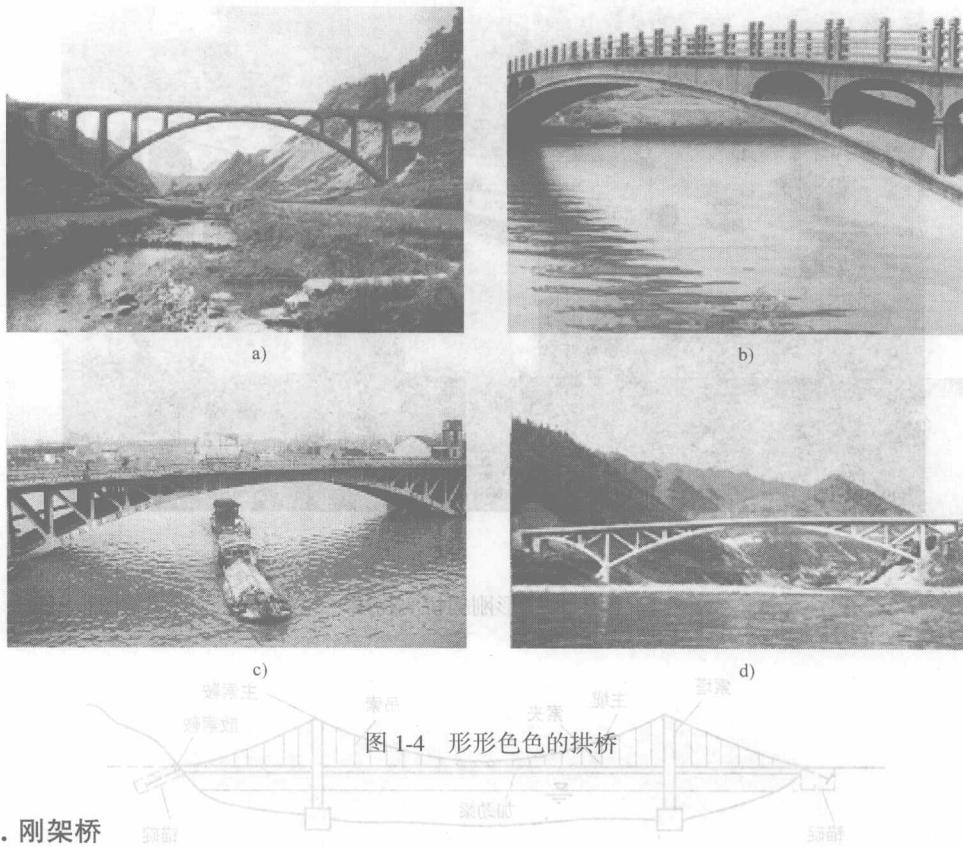


梁桥构造简单、施工方便、施工工期短、造价低、维修容易，除特大跨度桥梁外，它是设计中优先考虑的结构体系，应用广泛，我国各地都有优秀的梁桥。梁桥的主要受力构件是梁（板），在竖向荷载作用下梁体以承受弯距为主，墩台以承受竖向压力为主。

常见的梁桥形式包括简支梁桥、连续梁桥和悬臂梁桥。

2. 拱桥（彩图 2）

拱桥也是我国较常见的一种桥梁形式，其式样非常多，数量也非常大（图 1-4）。拱桥的主要受力构件是拱圈或拱肋，在竖向荷载作用下拱圈以受压为主，弯矩相对小得多，墩台受水平推力较大。鉴于以上的受力特点，该桥型适宜采用砌体材料施工，现代钢筋混凝土材料也广泛应用于该桥型，我国建造的钢筋混凝土拱桥的形式更是多种多样。拱桥具有取材广泛、造价低廉、跨径较大、造型美观等特点。



3. 刚架桥

刚架桥的结构特点是上部结构和下部结构刚结成整体，受力状态介于梁桥和拱桥之间，其主要承重结构为梁、柱组成的刚架结构，桥梁的建筑高度较小、跨度较大。刚架桥主要有 T 形刚构、斜腿刚构、门式刚架三种形式（图 1-5）。其中 T 形刚构桥在我国是被广泛采用的一种桥型，其实物图见图 1-6。该桥型开创了我国桥梁悬臂施工法的先河。

4. 悬索桥（彩图 4）

悬索桥又称吊桥，它的主要承重构件是锚固在锚碇中的主缆，并通过吊索支承建筑高度



很小的加劲梁（图 1-7、见图 1-8）。现代悬索桥的主缆、吊索、梁体通常都采用钢材制成，利用钢材良好的力学性能可提供超大跨径。目前跨径最大的桥梁其桥型即为悬索桥。

图 1-5 刚架桥简图

图 1-5 展示了三种刚架桥的简图：(a) T形刚构，(b) 斜腿刚构，(c) 门式刚架。每种类型的示意图都显示了一个带有斜腿或门式支撑的主梁，以及下方的桥墩。



图 1-6 T 形刚构桥实物图

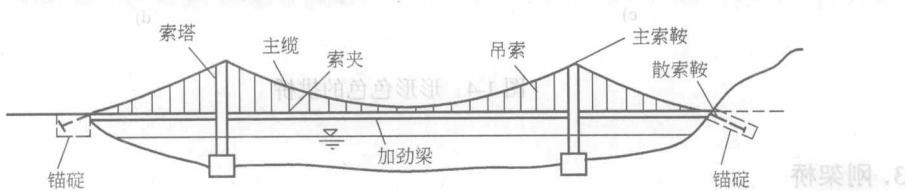


图 1-7 悬索桥示意图

5. 组合体系桥

组合体系桥是梁、拱、吊索三种体系相组合而成的桥梁，其中应用得最多的是斜拉桥（图 1-9 和彩图 5）和系杆拱桥（图 1-10）。斜拉桥由主梁、索塔和斜拉索组成，既发挥了高



图 1-8 悬索桥实例

强材料的作用，又减小了主梁高度，是跨径仅次于悬索桥的桥型。系杆拱桥由拱圈、主梁和吊杆组成，吊杆减少了梁中弯矩，拱、梁结合又减小了水平推力。这两种组合体系桥型造型优美，结构合理，跨径较大，目前使用非常广泛。

第五节 斜拉桥



图 1-9 斜拉桥实例

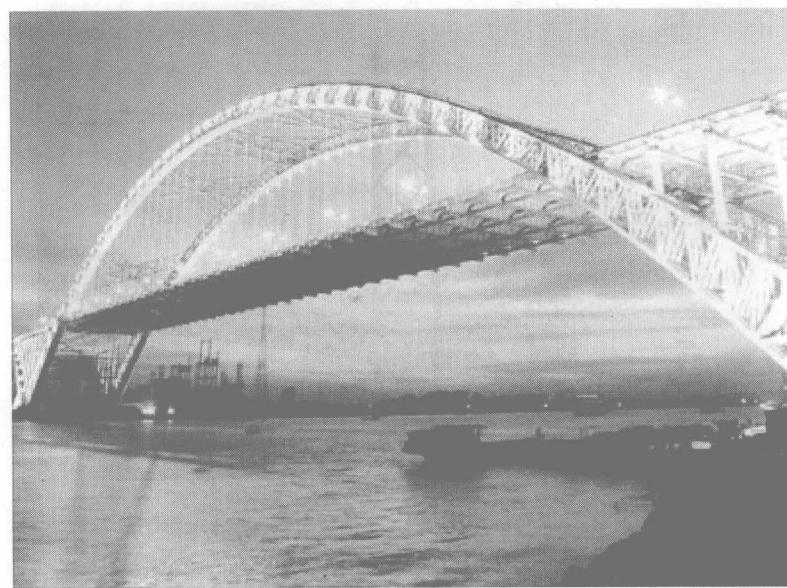


图 1-10 系杆拱桥实例

桥梁主跨由系杆拱承重。拱肋的斜度是主要受力分担点，离高架主跨小跨又用斜拉索承重。拱肋连接处合接点两支。拱肋平水下小跨又合接点承重，拱弯中梁下小跨承重，拱壁承重。该桥非单跨项目，大跨登高，联合群跨，美观。



知识拓展

世界最大跨径的桥梁一览（表 1-1）。

表 1-1 世界最大跨径的桥梁（2005 年统计数据）

桥名	国家	桥型	主跨跨径	桥梁特点
明石海峡大桥	日本	悬索桥	1 991m	跨径最大的悬索桥
苏通大桥	中国	斜拉桥	1 088m	跨径最大的斜拉桥
卢浦大桥（彩图 2）	中国	系杆拱桥	550m	跨径最大的钢拱桥
万县长江大桥	中国	拱桥	420m	跨径最大的钢筋混凝土拱桥
重庆石板坡长江大桥复线桥主跨（彩图 3）	中国	梁桥	330m	跨径最大的钢-混叠合梁桥
斯道马（Stolma）桥	挪威	梁桥	301m	跨径最大的预应力混凝土连续刚构桥

1.1.3 桥梁的常用尺寸参数

计算跨径 (L)：梁桥为桥跨结构两支承点（支座）之间的距离；拱桥为相邻两拱脚截面形心间的水平距离。计算跨径主要用于桥梁结构计算。

净跨径 (L_0)：设计洪水位上相邻两个桥墩（或桥台）之间的净距；拱桥为相邻拱脚截面最低点之间的水平距离。

标准跨径 (L_b)：梁桥为相邻桥墩中线之间的距离，或桥墩中线至桥台台背前缘之间的距离；拱桥是指净跨径。标准跨径是表征桥梁跨度的主要指标，一般单孔跨径即指标准跨

径。根据 JTG D60—2004《公路桥涵设计通用规范》的规定，当标准设计或新建桥涵的跨径在50m及以下时，宜采用标准化跨径，以便于预制、装配。桥涵标准化跨径规定为：0.75m、1.0m、1.25m、1.5m、2.0m、2.5m、3.0m、4.0m、5.0m、6.0m、8.0m、10m、13m、16m、20m、25m、30m、40m、45m、50m。

桥梁全长(L_q)：桥梁两端桥台侧墙或八字墙尾端间的距离；对于无桥台的桥梁为桥面系长度。

桥梁的常用尺寸参数见图1-11。

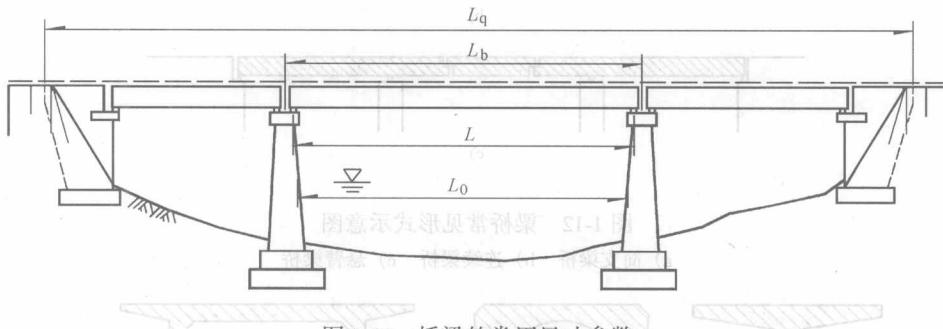


图 1-11 桥梁的常用尺寸参数

【案例分析 1-1】 开封黄河大桥构造组成分析

开封黄河大桥位于河南省开封市西北，为一跨越黄河的特大公路桥。桥全长4 475.09m，共108孔，其中77孔为跨径50m的预应力混凝土简支T形梁，其余31孔跨径为20m。桥宽18.5m，机动车道12.3m，非机动车道人行道两侧各3.1m。下部结构为单排双柱式墩，采用 $\phi 2.2m$ 大直径钻孔灌注桩基础。

从上面的桥梁概况中，您能根据学到的理论知识，得出哪些结论？

解答：该桥支承体系为简支梁桥，上部结构为T形梁，下部结构为单排双柱式墩，基础为钻孔灌注桩。

承重体系：该桥为简支梁桥，上部结构为T形梁，下部结构为单排双柱式墩，基础为钻孔灌注桩。

上部结构：该桥为简支梁桥，上部结构为T形梁，下部结构为单排双柱式墩，基础为钻孔灌注桩。

下部结构：该桥为简支梁桥，上部结构为T形梁，下部结构为单排双柱式墩，基础为钻孔灌注桩。

桥梁全长：该桥全长4 475.09m，由77孔50m+31孔20m组成。

桥面体系：该桥桥面宽度为18.5m，机动车道12.3m，非机动车道人行道两侧各3.1m。

跨径：该桥77孔跨径为50m，其余31孔跨径为20m。

桥梁总长：该桥全长4 475.09m。

1.2.1 梁桥的构造

当桥梁跨径不大于30m时，宜采用单于肋型梁桥或双于肋型梁桥。

1. 梁桥的分类：小跨径于肋型梁桥，大跨工字型梁桥，常用于悬臂梁桥。

常见的梁桥形式有简支梁桥、连续梁桥和悬臂梁桥（图1-12）。根据梁的常见截面形式



又可分为T形梁、板梁、箱梁等，其截面形状见图1-13。《公路桥规》JTG D60—2004规定，桥梁工程中常采用的桥梁形式有简支梁桥、连续梁桥和悬臂梁桥。

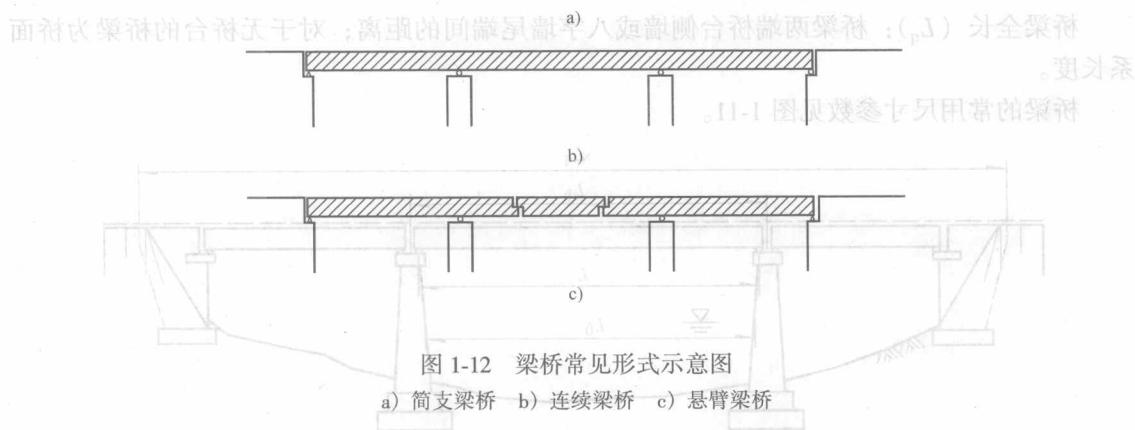


图1-12 梁桥常见形式示意图

a) 简支梁桥 b) 连续梁桥 c) 悬臂梁桥

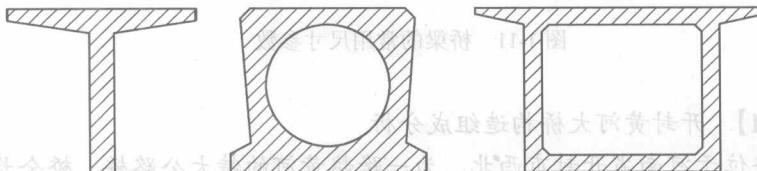


图1-13 梁截面常见形式示意图

a) T形梁 b) 空心板梁 c) 箱梁

简支梁桥（图1-12a）是梁式桥中应用最早，并且使用非常广泛的一种桥型。它受力简单，梁中只有正弯矩，适用于T形截面梁这种构造简单的截面形式。简支梁桥设计计算方便，最易设计成各种标准跨径的装配式结构。由于简支梁是静定结构，结构内力不受地基变形的影响，对基础要求较低，适于在地基较差的桥址上建桥。在多孔简支梁桥中，相邻桥孔各自单独受力，便于预制、架设，简化施工管理，并可降低施工费用，因此在城市高架、跨河大桥的引桥上被广泛采用。为减少伸缩缝装置，使行车平整舒适，国内目前常采用桥面连续的预应力混凝土简支梁桥。简支梁桥根据其受力特点常见的截面形式是板梁和T形梁，分别称为简支板梁桥和简支T形梁桥。

连续梁桥（图1-12b）是一根梁不间断地跨越几个桥孔而形成的超静定结构。悬臂梁桥由于中间存在挂梁（图1-12c），因此其力学模式是静定结构。连续梁桥和悬臂梁桥可以显著地增大桥梁的跨径、降低桥梁的梁体高度，适宜跨度大于简支梁桥。连续梁桥和悬臂梁桥常见的截面形式是箱梁，因为箱梁可以增加桥梁的抗扭刚度，并适应桥梁的力学、结构特点。

2. 简支梁桥构造

(1) 简支板梁桥构造 简支板梁桥适应于单跨跨径20m以下的桥梁，有实心板梁桥和空心板梁桥两种。实心板梁桥多采用现浇的施工方法，适用于跨径小、造型复杂的桥梁；空心板梁桥多采用预制拼装的施工方法。两者中尤以预制拼装的空心板梁桥使用更为广泛。根



据跨径，空心板梁又可分为普通钢筋混凝土空心板梁和先张法预应力空心板梁（“先张法预应力”知识详见单元 5 课题 5）。标准跨径为 16m 以下的空心板梁常采用普通钢筋混凝土制成，标准跨径为 16m、20m 的空心板梁在预制时常采用先张法施加预应力。

空心板梁桥是由多块空心板梁横向拼装而成的，图 1-14 是某座空心板梁桥横断面的一部分，该部分由 7 块空心板梁横向拼装而成，其中 5 块中板，2 块边板，板与板之间通过铰缝连接。在拼装好的空心板梁上常浇筑一层混凝土现浇层，从而增加板与板之间的横向刚度，使之共同受力。板梁和混凝土现浇层组成了空心板梁桥的上部结构承重体系。

目前全国各地使用的空心板梁在构造和配筋等方面基本相同。使用较多的空心板梁有标准跨径为 13m 的普通钢筋混凝土空心板梁，16m 的普通钢筋混凝土空心板梁，16m 的先张法预应力空心板梁，20m 的先张法预应力空心板梁。

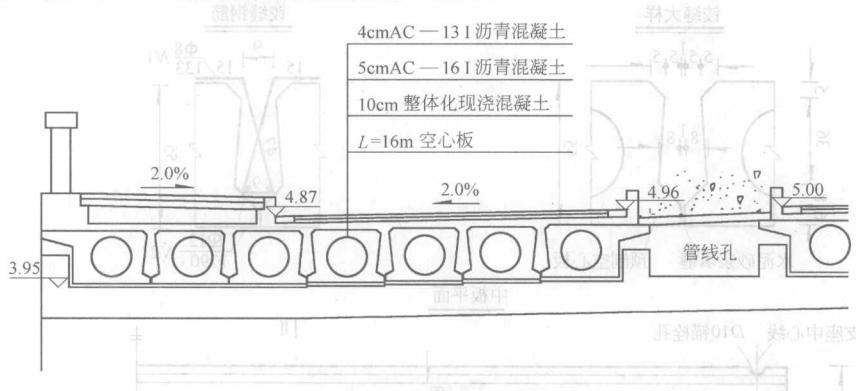


图 1-14 空心板梁桥横断面图

【案例分析 1-2】 钢筋混凝土空心板梁构造

图 1-15、图 1-16 是标准跨径为 13m 的普通钢筋混凝土空心板梁的构造图和配筋图。该板梁长 12.96m，板端留 20mm 便于安装和变形，其计算跨径为 12.60m ($12.96m - 2 \times 0.18m$)。中板宽为 1.24m，安装后中板横向间隔为 1.25m，留缝 10mm，边板宽为 1.50m，边板与中板截面形状略有不同，为了安置栏杆和人行道，边板多出一个悬臂。板高 0.55m，在板中采用充气芯模产生两个直径为 0.39m 的空心孔洞。在板梁的板端各有两个锚栓孔，用于防震。13m 钢筋混凝土空心板梁的其他细部尺寸及构造详见图 1-15。

板梁横向拼装后，中间形成铰缝。图 1-15 中的铰缝大样和铰缝钢筋，首先采用水泥砂浆填底缝，然后将铰缝钢筋 N1、N2 绑扎好后放入铰缝，与预制板伸出的钢筋 N10 绑扎在一起（图 1-16），待砂浆强度达 50% 后方可采用细石混凝土浇筑铰缝。

图 1-16 是该 13m 空心板梁的配筋图。板梁中钢筋编号从 1 号至 13 号，还有 9' 号、10' 号，共有 15 种钢筋。其中 1 号钢筋位于板梁的下缘，是纵向受力钢筋，直径 22mm、长度 1 293mm。2 号钢筋是弯起钢筋，在梁端处向上弯起 45° ，由板下缘进入上缘，直径 22mm、长度 1 247mm。7 号钢筋位于板梁的上缘，是架立钢筋，向下弯折与 1 号钢筋焊接形成钢筋大片，直径 18mm、长度 1 404mm。8 号和 12 号钢筋是纵向构造钢筋，8 号钢筋位于板梁上缘，12 号钢筋位于板梁下缘，直径都是 10mm、长度分别为 1 293mm 和 1 296mm。3 号、4 号、5 号、6 号钢筋是附加斜筋，用于斜截面抗剪。10 号、10' 号钢筋是开口箍筋，与 9 号、