

0074252

高等学校试用教材

铁路桥梁

上册

长沙铁道学院工程系主编

中国铁道出版社

0074252

1990.7.机械

高等学校试用教材

铁路桥梁

上册

长沙铁道学院工程系主编

中国铁道出版社

1987年·北京

内 容 简 介

本书系高等学校铁道工程专业用教材。全书分上下二册,上册包括钢筋混凝土和预应力混凝土桥梁、圬工拱桥、钢桥、桥梁上部结构施工、大中桥梁勘测设计、涵洞、箱形桥及墩台;下册包括明挖基础施工、地基加固、桩基、沉井及墩台基础抗震设计。

本书亦可供桥梁工程技术人员参考。

本书绪论及前十二章由长沙铁道学院王承礼、徐名枢主编;墩台及基础部分(第十三到二十章)由张式深、陈映南主编;全书由西南交通大学主审。

编写人员 长沙铁道学院 王承礼(绪论、第九、十章)、姜昭恒(第一、二章)、袁伯永(第四章)、万明坤(第五、八章)、张式深(第十五章一部分、十七章)、华祖焜(第十五章第四节、第十六章)、陈映南(第十八章)、熊剑(第二十章)
北方交通大学霍铭萱(第三、十四章各一部分)、许克宾(第三、十一章各一部分)、贺光梁(第十一、十三、十四章各一部分)
兰州铁道学院 曹治杰(第六、七章)、崔文鉴(第十九章)、
上海铁道学院 曹雪琴(第十二章)
西南交通大学 赵善瑞(第十四章第六节)

高等学校试用教材

铁 路 桥 梁

上 册

长沙铁道学院工程系主编

中国铁道出版社出版、发行

北京顺义燕华营印刷厂印

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 30.5 字数: 733 千

1980年8月第1版 1987年3月第4次印刷

印数: 10,001—12,500册 定价: 5.05元

编写说明

本教材是根据1978年4月铁路高等院校长沙教材会议制订的教学大纲编写的。选择内容是从铁道工程专业培养要求出发,以我国当前铁路桥梁中常用的桥梁上下部结构为主,适当介绍新型桥梁上下部结构,反映国内外桥梁先进技术,使学生毕业后能迅速适应当前工作需要,对发展新型桥梁上下部结构有一定的基本知识。据此,对钢筋混凝土及预应力混凝土简支梁、圬工拱桥、简支钢桁梁、桥梁墩台、沉井基础、桩基等的设计计算,阐述比较详细;对大中桥梁勘测设计只介绍必要的基本内容;对墩台抗震设计着重讲清概念和规范的运用;对新型桥梁上下部结构及发展趋势作简要介绍。

本书分上、下二册出版。上册包括梁部、墩台、涵洞、地道桥和箱形桥以及大中桥梁勘测设计等内容。下册介绍明挖基础施工、地基加固、桩基、沉井及墩台抗震设计。

本教材编写过程中,得到铁道部各设计院、各工程局、铁道科学研究院、铁道兵工程学院以及有关单位大力支持,积极对大纲和教材提供宝贵意见,并热情提供资料。对此表示衷心感谢。

本教材编审分工系根据铁道部教育局1977年12月在长沙召开的教育计划会议决定,由长沙铁道学院主编,西南交通大学主审,北方交通大学、兰州铁道学院、上海铁道学院、西南交通大学协编。对本书的意见请寄“湖南长沙铁道学院工程系”,以便再版时修改。

编 者

1979年8月

目 录

绪 论	1
§ 1. 桥梁概述	1
一、桥梁的作用及其组成	1
二、桥梁的基本类型	1
§ 2. 桥梁发展概况	3
一、我国古代桥梁建筑	3
二、鸦片战争到解放前夕我国桥梁建设情况	4
三、解放后我国桥梁建设的成就	5
四、国外桥梁发展概况	10
§ 3. 桥梁设计概述	12
一、桥梁设计中需要解决的主要问题	12
二、桥梁净空	14
三、设计荷载	15
第一章 钢筋混凝土简支梁	19
§ 1.1 钢筋混凝土铁路简支梁构造	19
一、概述	19
二、标准设计简介及构造示例	20
§ 1.2 钢筋混凝土铁路简支梁设计与计算	25
一、结构尺寸的拟定	25
二、道碴槽板的计算	26
三、主梁的计算	28
§ 1.3 钢筋混凝土公路简支梁	31
一、构造特点	31
二、计算特点	32
第二章 预应力混凝土铁路简支梁	37
§ 2.1 后张法预应力混凝土简支梁构造	37
一、标准设计简介及构造示例	37
二、制造工艺	41
§ 2.2 先张法预应力混凝土简支梁构造	43
一、标准设计简介及构造示例	43
二、制造工艺	45
§ 2.3 后张法预应力混凝土简支梁设计与计算	46
一、结构尺寸的拟定	46
二、预应力钢筋布置原则	47
三、结构强度计算	48
四、正截面抗裂性计算	49
五、预加应力阶段的计算	50
六、运营阶段的计算	52
七、剪应力计算	53

八、主应力计算	54
九、箍筋的计算	55
十、锚下局部应力的计算	55
十一、运送及安装阶段的计算	58
§ 2.4 其他型式预应力混凝土简支梁	58
一、整孔无碴无枕预应力混凝土梁	59
二、串联式预应力混凝土梁	61
第三章 大跨度预应力混凝土铁路桥	63
§ 3.1 概述	63
一、预应力混凝土材质方面的提高	63
二、预应力混凝土桥梁结构形式的发展	63
三、预应力混凝土桥梁施工方法的改进	64
§ 3.2 预应力混凝土连续梁桥	64
一、连续梁桥的适用范围和构造特点	64
二、连续梁内力计算的特点	66
三、连续梁桥的施工	73
§ 3.3 预应力混凝土斜拉桥	79
一、斜拉桥的结构特点	80
二、斜拉桥的结构形式	82
三、斜拉桥的计算特点	85
四、桥例	88
§ 3.4 预应力混凝土刚架桥、系杆拱桥及桁架桥简介	90
一、刚架桥	90
二、系杆拱桥	93
三、桁架桥	95
第四章 圬工拱桥	97
§ 4.1 拱桥的特点与适用范围	97
§ 4.2 石拱桥的构造特点	98
一、拱上结构	98
二、拱圈截面形式	99
三、拱上结构的伸缩缝	99
四、石拱桥的砌筑	99
§ 4.3 上承式钢筋混凝土拱桥的构造特点	100
一、拱圈和拱肋的截面形式	100
二、拱上结构	101
三、拱上结构的伸缩缝与铰	102
四、构造示例	103
五、拱桥的墩台形式	105
§ 4.4 拱桥的设计与计算	106
一、拱跨和矢跨比	106
二、拱轴线形式	107
三、拱圈(拱肋)截面及其变化规律	110
四、拱圈(拱肋)内力计算	111
五、拱的稳定计算	121

六、拱上结构联合作用的影响	122
七、拱桥墩台的受力特点	123
第五章 简支钢桁梁	125
§ 5.1 钢桥的一般知识	125
一、钢桥的特点和应用范围	125
二、钢桥所用钢材	125
三、连接方法	126
§ 5.2 钢桁梁的组成部分	129
一、桥面	129
二、桥面系	131
三、主桁架	131
四、联结系	131
五、制动撑架	132
六、支座	133
§ 5.3 钢桁梁杆件内力分析的基本原理	133
一、钢桁梁的静力分析方法	133
二、活载动力作用的计算	135
三、活载发展因素的考虑	135
§ 5.4 主桁架	137
一、主桁架的几何图式	137
二、主桁架的主要尺寸	138
三、钢桁梁标准设计图式及主要尺寸介绍	140
四、主桁架杆件内力计算	141
五、主桁杆件的设计	145
§ 5.5 桥面系	148
一、桥面系的构造	148
二、桥面系的内力计算	153
三、纵梁与横梁、横梁与主桁的连接计算	155
§ 5.6 纵向联结系	157
一、纵向联结系的几何图式	157
二、纵向联结系的构造	157
三、纵向联结系的内力计算	159
四、联结系杆件的截面设计与连接计算	164
§ 5.7 横向联结系	165
一、横向联结系的几何图式	165
二、横向联结系的构造	165
三、横向联结系的内力计算	166
§ 5.8 制动撑架	170
一、制动撑架的构造	170
二、制动撑架的计算	171
§ 5.9 钢桁梁节点	172
一、节点设计的基本要求	172
二、节点构造	173
三、主桁杆件接头位置的布置	178

四、节点设计步骤	179
五、杆件端部连接螺栓个数的计算	180
六、弦杆拼接计算	180
七、节点板强度检算	182
§ 5.10 钢桁梁的挠度与上拱度	186
一、钢桁梁的挠度及其限制值	186
二、上拱度的大小及其设置方法	187
第六章 钢板梁与钢箱梁	189
§ 6.1 钢板梁	189
一、上承钢板梁与下承钢板梁的主要组成部分	189
二、结合梁	190
§ 6.2 钢箱梁	193
一、箱梁的优缺点	193
二、箱梁的构造特点	194
三、箱梁的计算特点	196
第七章 大跨度钢桥	199
§ 7.1 连续桁架桥与悬臂桁架桥	199
一、连续桁架桥的优缺点	199
二、连续桁架桥的几何图式和构造特点	199
三、连续桁架桥的内力调整	201
四、悬臂桁架桥的优缺点	202
§ 7.2 拱桥与刚架桥	202
一、钢拱桥	202
二、刚架桥	203
§ 7.3 组合体系桥	204
一、斜拉桥的优缺点及构造简介	205
二、关于斜拉桥内力计算的问题	206
§ 7.4 钢桥发展方向	209
一、关于结构形式向大跨、整体受力和组合体系的发展问题	209
二、关于结构的空间受力分析问题	210
三、关于使用高强度钢材的问题	210
第八章 桥梁支座	212
§ 8.1 支座的作用及布置方式	212
§ 8.2 普通钢支座	212
一、钢支座的类型	212
二、钢支座的构造举例	214
三、钢支座的基本尺寸	217
四、钢支座的计算	218
§ 8.3 新型支座	221
一、新型钢支座	221
二、橡胶支座	222
三、盆式橡胶支座	226
§ 8.4 支座抗震措施	228
一、多跨简支梁的抗震连接	229

071	二、支座的抗震连接和限制超限位移措施	229
081	三、减震器	230
	第九章 桥梁上部结构施工	234
081	§ 9.1 桥梁施工概述	234
081	§ 9.2 钢筋混凝土梁制造	235
081	一、梁体构造	236
781	二、制造工艺	237
081	§ 9.3 桥梁整孔架设	239
081	一、用架桥机架梁	239
081	二、其他整孔架梁方法	247
001	§ 9.4 常备式辅助结构	249
801	一、万能杆件	249
801	二、拆装式桁梁及钢塔架简介	256
101	三、常备式钢拱架	257
001	§ 9.5 钢桁梁拼组安装	263
001	一、膺架法拼组钢桁梁	263
001	二、拖拉法架设钢桁梁	268
001	三、悬臂拼装钢桁梁简介	279
001	四、内力调整	280
105	§ 9.6 拱桥施工	280
005	一、拱架	280
005	二、主拱施工	288
005	三、无支架施工	289
005	四、拱上结构施工	291
	第十章 大中桥梁勘测设计	292
005	§ 10.1 大中桥梁勘测工作	292
005	一、勘测工作的内容和要求	292
005	二、河流特性及泥沙运动简介	292
005	三、桥位选择	299
015	§ 10.2 桥梁水文计算	302
015	一、形态勘测	302
015	二、实地水文观测	305
015	三、引用数理统计法推求设计流量的一些基本概念	306
015	四、有多年观测资料条件下推算设计流量和设计水位	312
015	五、缺乏多年实测资料条件下推算设计流量和设计水位	315
015	六、确定桥梁孔径	316
015	七、桥下冲刷计算	320
015	§ 10.3 桥头引线及桥渡导治结构	323
015	一、桥头引线	323
015	二、导治结构	324
025	§ 10.4 曲线桥布置	326
025	一、交点距 L	326
025	二、偏距 E	327
025	三、偏角 α	327

第十一章 涵洞	330
§ 11.1 涵洞的类型和构造	330
一、石及混凝土拱涵	331
二、钢筋混凝土盖板箱涵	333
三、钢筋混凝土圆涵	335
§ 11.2 涵洞的设计与计算	337
一、涵洞的设计荷载	337
二、涵洞的结构计算	340
§ 11.3 陡坡涵洞	341
第十二章 地道桥与箱形桥	344
§ 12.1 地道桥的总体布置	344
§ 12.2 地道桥的主要尺寸和构造特点	346
§ 12.3 地道桥的顶进法施工	347
§ 12.4 地道桥的计算特点	351
一、弹性地基上底板的计算	352
二、弹性地基上框架分析概述	355
§ 12.5 软土地基上的箱形桥	359
第十三章 梁桥墩、台和基础概述	360
§ 13.1 桥墩、台和基础的作用	360
§ 13.2 桥墩、台和基础的类型	362
一、桥墩、台的类型	362
二、基础的类型	366
§ 13.3 桥墩、台设计、施工和使用中的一些失败事例	368
第十四章 桥墩设计	371
§ 14.1 桥墩设计内容及所需设计资料	371
一、桥墩设计内容	371
二、桥墩设计资料	371
§ 14.2 常用重力式桥墩简介	372
一、矩形桥墩	373
二、圆端形桥墩	373
三、圆形桥墩	373
§ 14.3 重力式实体桥墩尺寸的拟定	373
一、顶帽	373
二、墩身	376
三、基础	377
§ 14.4 重力式实体桥墩的力学检算	380
一、荷载计算	380
二、桥墩的检算项目与要求	384
三、最不利荷载组合	393
§ 14.5 重力式矩形桥墩算例	397
一、设计资料	397
二、荷载计算	397
三、墩身截面检算	402
四、基础设计与检算	405

088	§ 14.6 柔性墩设计与计算	406
088	一、柔性墩的桥式特点、构造和类型	407
188	二、柔性墩的内力和位移计算	409
888	三、温度应力	414
788	四、柔性墩的最不利荷载组合	417
788	五、其他一些问题	417
788	§ 14.7 空心桥墩简介	419
078	一、空心墩的构造特点	420
148	二、滑动模板施工	421
148	三、空心墩的计算特点	425
81	第五章 桥台设计	430
818	§ 15.1 桥台的构造和类型	430
738	一、桥台的构造	430
188	二、桥台的类型	431
848	§ 15.2 T形桥台的设计和计算	432
888	一、拟定T形桥台各部位的尺寸	432
688	二、荷载计算	433
008	三、荷载组合	440
008	§ 15.3 T形桥台算例	441
588	一、设计资料	441
288	二、拟定尺寸	442
888	三、荷载计算	442
888	四、基底截面检算	448
178	§ 15.4 锚定板桥台设计计算原则	450
178	一、锚定板桥台的类型	450
178	二、锚定板的布置原则	451
178	三、锚定板桥台的设计与计算原理	452
878	附录一 铁道部有关桥涵施工技术规则名称	459
878	附录二 桥梁限界或净空尺寸	459
878	附录三 几种桥梁用钢的化学成分	461
878	附录四 有关钢桥连接计算的一些规定	462
878	附录五 钢桥在各种外力组合下的容许应力提高系数	463
878	附录六 有关钢桥杆件尺寸的一些规定	463
578	附录七 结构构件疲劳容许应力 $[\sigma_n]$ 计算公式 (单位: kg/cm^2)	465
088	附录八 各型架桥机技术性能表	468
088	附录九 N型万能杆件截面及容许轴向力	466
188	附录十 各种跨度石拱桥使用工字梁拱架数量表	471
888	附录十一 桥涵水文计算用表	471
788	附录十二 桥涵水文计算用表	471
788	附录十三 桥涵水文计算用表	471
788	附录十四 桥涵水文计算用表	471
788	附录十五 桥涵水文计算用表	471
788	附录十六 桥涵水文计算用表	471
788	附录十七 桥涵水文计算用表	471
788	附录十八 桥涵水文计算用表	471
788	附录十九 桥涵水文计算用表	471
788	附录二十 桥涵水文计算用表	471
788	附录二十一 桥涵水文计算用表	471
788	附录二十二 桥涵水文计算用表	471
788	附录二十三 桥涵水文计算用表	471
788	附录二十四 桥涵水文计算用表	471
788	附录二十五 桥涵水文计算用表	471
788	附录二十六 桥涵水文计算用表	471
788	附录二十七 桥涵水文计算用表	471
788	附录二十八 桥涵水文计算用表	471
788	附录二十九 桥涵水文计算用表	471
788	附录三十 桥涵水文计算用表	471
788	附录三十一 桥涵水文计算用表	471
788	附录三十二 桥涵水文计算用表	471
788	附录三十三 桥涵水文计算用表	471
788	附录三十四 桥涵水文计算用表	471
788	附录三十五 桥涵水文计算用表	471
788	附录三十六 桥涵水文计算用表	471
788	附录三十七 桥涵水文计算用表	471
788	附录三十八 桥涵水文计算用表	471
788	附录三十九 桥涵水文计算用表	471
788	附录四十 桥涵水文计算用表	471
788	附录四十一 桥涵水文计算用表	471
788	附录四十二 桥涵水文计算用表	471
788	附录四十三 桥涵水文计算用表	471
788	附录四十四 桥涵水文计算用表	471
788	附录四十五 桥涵水文计算用表	471
788	附录四十六 桥涵水文计算用表	471
788	附录四十七 桥涵水文计算用表	471
788	附录四十八 桥涵水文计算用表	471
788	附录四十九 桥涵水文计算用表	471
788	附录五十 桥涵水文计算用表	471
788	附录五十一 桥涵水文计算用表	471
788	附录五十二 桥涵水文计算用表	471
788	附录五十三 桥涵水文计算用表	471
788	附录五十四 桥涵水文计算用表	471
788	附录五十五 桥涵水文计算用表	471
788	附录五十六 桥涵水文计算用表	471
788	附录五十七 桥涵水文计算用表	471
788	附录五十八 桥涵水文计算用表	471
788	附录五十九 桥涵水文计算用表	471
788	附录六十 桥涵水文计算用表	471
788	附录六十一 桥涵水文计算用表	471
788	附录六十二 桥涵水文计算用表	471
788	附录六十三 桥涵水文计算用表	471
788	附录六十四 桥涵水文计算用表	471
788	附录六十五 桥涵水文计算用表	471
788	附录六十六 桥涵水文计算用表	471
788	附录六十七 桥涵水文计算用表	471
788	附录六十八 桥涵水文计算用表	471
788	附录六十九 桥涵水文计算用表	471
788	附录七十 桥涵水文计算用表	471
788	附录七十一 桥涵水文计算用表	471
788	附录七十二 桥涵水文计算用表	471
788	附录七十三 桥涵水文计算用表	471
788	附录七十四 桥涵水文计算用表	471
788	附录七十五 桥涵水文计算用表	471
788	附录七十六 桥涵水文计算用表	471
788	附录七十七 桥涵水文计算用表	471
788	附录七十八 桥涵水文计算用表	471
788	附录七十九 桥涵水文计算用表	471
788	附录八十 桥涵水文计算用表	471
788	附录八十一 桥涵水文计算用表	471
788	附录八十二 桥涵水文计算用表	471
788	附录八十三 桥涵水文计算用表	471
788	附录八十四 桥涵水文计算用表	471
788	附录八十五 桥涵水文计算用表	471
788	附录八十六 桥涵水文计算用表	471
788	附录八十七 桥涵水文计算用表	471
788	附录八十八 桥涵水文计算用表	471
788	附录八十九 桥涵水文计算用表	471
788	附录九十 桥涵水文计算用表	471
788	附录九十一 桥涵水文计算用表	471
788	附录九十二 桥涵水文计算用表	471
788	附录九十三 桥涵水文计算用表	471
788	附录九十四 桥涵水文计算用表	471
788	附录九十五 桥涵水文计算用表	471
788	附录九十六 桥涵水文计算用表	471
788	附录九十七 桥涵水文计算用表	471
788	附录九十八 桥涵水文计算用表	471
788	附录九十九 桥涵水文计算用表	471
788	附录一百 桥涵水文计算用表	471

绪 论

§ 1 桥梁概述

一、桥梁的作用及其组成

桥梁是铁路或公路跨越河流山谷及其他障碍的建筑物。跨越河流的桥梁称跨河桥。跨越山谷的桥梁称跨谷桥。有些跨谷桥高度长度由经济条件决定建成高而长的桥梁，称为高架桥。跨越铁路或公路的桥梁称跨线桥或立交桥。线路通过城市区、工业区或农作物区，为保留线路通过地段的空间或为少占耕地，不修路堤而以桥梁通过，这种桥称为旱桥或栈桥。

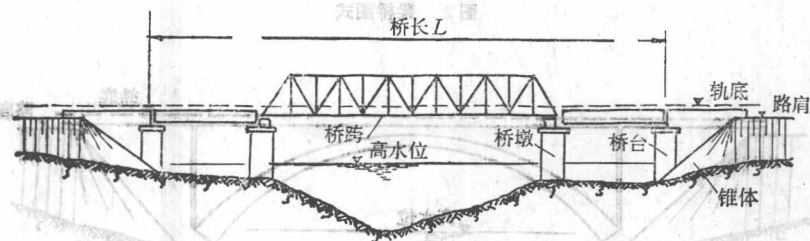


图 1 跨河桥图式

图 1 为跨河桥图式。图中注出了桥梁的主要组成部分——桥跨、桥墩、桥台及桥头锥体等。桥跨是跨越结构，墩台是支承桥跨的结构。桥台又是桥梁与路堤衔接的结构物，两侧做填土或填石锥体并加铺砌防护，用以保证桥台与路堤很好衔接并保证桥头路堤的稳定。有些桥梁为避免水害，还修建导流堤引导水流顺畅从桥下宣泄，修建丁坝护岸等防护工程保护桥头路堤或附近河岸。有关导流堤和防护工程在第十章中介绍。

二、桥梁的基本类型

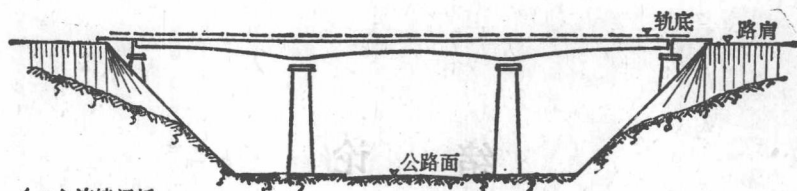
桥梁型式很多，根据其受力情况分为梁桥、拱桥、刚架桥、悬桥、组合体系桥等。

梁桥在竖向荷载作用下只产生竖向反力。桥跨为梁，只受挠受剪，不受轴向力。梁桥又有简支梁桥（如图 1）、连续梁桥和悬臂梁桥如图 2。梁可以是实腹梁或桁梁。图 2 中都是实腹梁。武汉长江大桥、南京长江大桥，正桥都是桁梁。

拱桥在竖向荷载作用下有竖向反力和拱端推力（水平反力），无铰拱还产生支承弯矩。桥跨为拱，以受压为主，也受挠受剪。拱也可以是实体拱或桁拱。图 3 为拱桥图式（实体拱）。

刚架桥的显著特点是桥跨和墩台刚性连接成一体，其图式如图 4 所示，在竖向荷载作用下和拱桥一样有竖向反力和水平反力，无铰刚架还有支承弯矩。刚架以受挠为主，也受轴向力和受剪。刚架桥也可由实体构件或桁架构成。

悬桥图式如图 5，它以缆索跨过塔顶锚固在河岸上作为承重结构，在缆索上悬挂吊杆吊着桥面系供行车行人，缆索受拉。



(a) 连续梁桥



(b) 悬臂梁桥

图2 梁桥图式

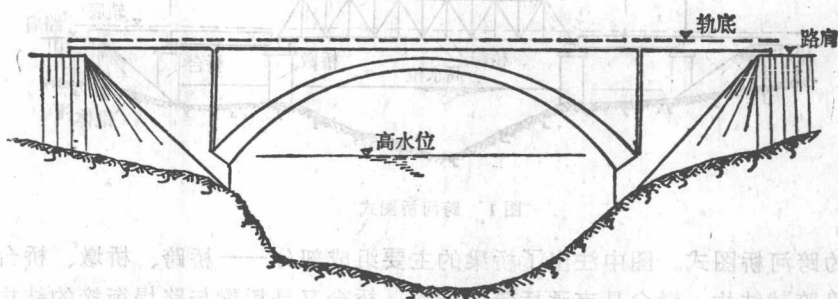
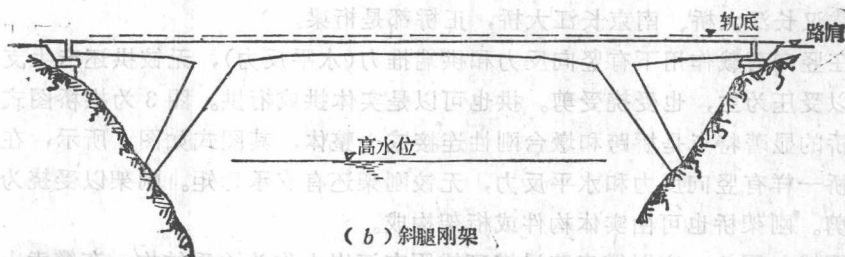


图3 拱桥图式



(a) 门形刚架



(b) 斜腿刚架

图4 刚架桥图式

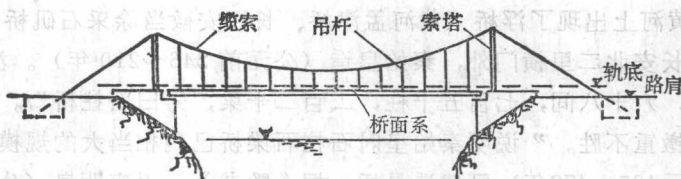
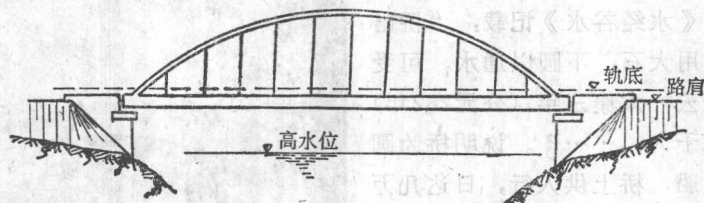
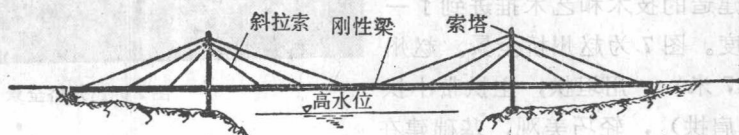


图5 悬桥图式

组合体系桥是由不同体系组合而成的桥梁。图6(a)为系杆拱桥，是梁拱组合体系，图6(b)为斜拉桥，是梁索组合体系，缆索跨过索塔后两端锚在梁上(称自锚)，梁索共同承重。当悬桥桥道梁刚度较大，能与缆索共同承受荷载时，也是索梁组合体系。



(a) 系杆拱桥



(b) 斜拉桥

图6 组合体系桥图式

以上都是固定式桥梁，还有活动桥(又称开启桥)和浮桥。浮桥可随水位升降，多为临时性桥梁。活动桥用于两岸不容许建较高的路堤而桥下净高不能满足航行要求的场合，桥梁开启供航行，停止行车；桥梁闭合恢复行车，停止航行。开启方式可以是平转、立转或升降(即桥跨以桥墩为转动中心，平转或立转约 90° 、或将桥跨升高，使桥梁开启)。活动桥水陆交通干扰，养护困难，活动部分容易失灵，极少采用。

桥梁根据桥跨所用材料不同，有木桥、石(拱)桥、钢桥、混凝土桥(钢筋混凝土或预应力混凝土)、结合梁桥(混凝土桥面与钢梁结合)等。木桥仅用于临时性桥梁，铁路干线正式桥梁不许采用。根据桥面所在位置不同又有上承桥(桥面在桥跨顶面)、中承桥(桥面在桥跨高度的中间部分)和下承桥(桥面在桥跨下缘)等。为了反映桥梁的建设规模，又按桥长 L (指两桥台挡碴墙前缘间的距离，参见图1)分为特大桥($L \geq 500$ 米)、大桥($500 \text{米} \geq L \geq 100$ 米)、中桥($100 \text{米} > L \geq 20$ 米)和小桥($L < 20$ 米)。

§ 2 桥梁发展概况

一、我国古代桥梁建筑

我国古代桥梁建筑有不少成就。约三千年前有了木梁桥和浮桥，稍后有石梁桥。到公元

270年前后,长江黄河上出现了浮桥(黄河孟津桥、长江安徽当涂采石矶桥等)。据《三辅旧事》:“横桥架长安北二里横门外,秦始皇造(公元前246~210年)。汉承秦制,广六丈,长三百八十步,六十八间,七百五十柱,二百二十梁,号曰石柱桥”。又《水经注》:“秦始皇造桥,铁镵重不胜。”说明秦始皇时石柱石梁桥已到相当大的规模,并已用铁造桥。汉明帝时(公元465~472年)已建造悬桥。据《黔书》:“唐明皇(公元926~936年)作桥于蒲坂夏阳津,铸铁牛八,植柱缆廿四,连锁十二,山架八,牧人八,于中流分立,亭亭如霓虹之状,称奇绝焉”。表明悬桥铁链增多,形成了多跨悬桥。据现有资料,西方用铁造桥始于英国(1779年建柯尔勃罗克岱铸铁拱桥),悬桥始于美国(1796年建成宾夕法尼亚桥),都在十八世纪后期,较我国晚一千多年。

从发掘周末(约公元前250年)韩君墓中,墓门有石拱。《水经谷水》记载:“桥出洛阳宫六七里,悉用大石,下圆以通水,可受大舫过也。题其上云:太康三年(公元282年)就功,日用七万五千人,……”。说明桥为圆形拱桥,桥下可行船,桥上供人行,日达几万人,石拱桥已具有相当的规模。公元605~616年石匠李春建安济桥(位河北赵州,常称赵州桥),把石拱桥建造的技术和艺术推进到了一个相当突出的高度。图7为赵州桥全景。赵州桥跨度大(37.47米),用坦拱,主拱带小拱

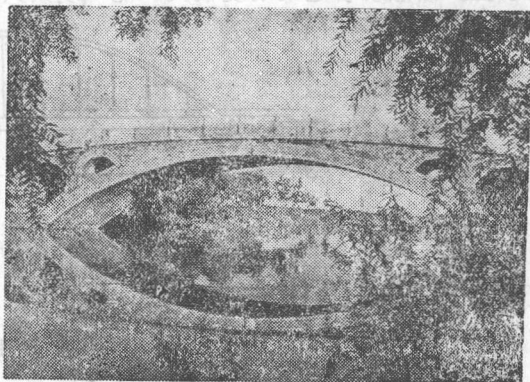


图7 赵州桥全景

(称空腹拱或敞肩拱),轻巧美观,基础建在

砂质地基上,经历一千三百多年仍保持完好,表明很合科学原理,设计施工都达到了很高的水平。这些都是赵州桥的突出特点。西方出现真正的空腹石拱在十九世纪中叶。

公元1053~1059年建泉州万安桥,公元1169~1179年建广东潮州湘子桥,与赵州合称我国古代三大名桥。万安桥跨洛阳江,又称洛阳桥,48孔,全长540米。当时认为洛阳江“波涛汹涌,水深不可址”,说明基础施工很困难。地方官蔡襄依靠能工巧匠,沿桥中线一定宽度满铺大块石,然后利用水生物蛎房胶结成整体,创所谓“筏形基础”。《宋史》记载:“种蛎于基以为固,至今赖焉”,表明基础牢固未受损坏,是我国古代建桥工程中的一种创造。湘子桥又名广济桥,跨韩江,全长517.95米,东西各建一段石梁桥,中间以浮桥连接。浮桥可开可合,能适应水陆交通要求,为桥梁独创一格,是世界活动桥的先导。

在施工技术方面,上述悬桥、石拱桥的建造,表现出很高的技术水平。上述湘子桥“墩石以丈计者五千有奇”,漳州江东桥使用石梁重200吨;虎渡桥用石梁高五尺、宽七尺,长7丈多。这样庞大的石梁,没有起重机具,运输安装都需要很高的技术。

二、鸦片战争到解放前夕我国桥梁建设情况

我国古代在桥梁建筑方面有不少建树,许多石拱桥至今仍可通行10吨重的车辆。可惜临解放前近一百年来,反动政府腐朽无能,丧权辱国,备受帝国主义欺凌;工业停滞不前。桥梁建设方面必然反映出这种凄凉景象。从1881年我国修建第一条铁路起,除以詹天佑为代表的中国技术人员,成功地勘测设计了京张铁路(北京到张家口)以外,其余各铁路干线,修

建管理大权实际全操在帝国主义手中。各路桥标准混乱,我国工程技术人员被剥夺了处理工程问题的权力。解放前仅有的几座特大桥梁,都是在帝国主义控制下修建的。京广线荣泽口到广武山黄河桥,是我国黄河上第一座铁路桥梁,十九世纪末修建,共102孔,全长3010米,法比公司承建。建成后由于跨度小,基础埋深浅(仅16米),年年汛期出险情,靠抛大量片石护基勉强维持通车,耗用工料很多(现已另建新桥)。津浦线浚口黄河桥,1909~1912年建,全桥12孔,总长1255.2米,德国孟阿恩公司承建。主跨用三孔悬臂钢桁梁,两锚跨跨度128.1米,中跨164.7米,是当时我国跨度最大的桥梁。悬臂桁梁构造复杂,制造安装费工,养护工作繁重,在黄河上完全没有必要用这样大跨度的钢梁,徒然为帝国主义多销了钢料。1934~1937年又修建了浙赣线钱塘江大桥。正桥十六孔,全长1400米,上层双车道公路,下层单线铁路,是我国第一座双层公铁两用桥。然而由于工业和施工技术落后,钢梁和机具必须由国外进口,正桥主体工程必须由外商承包,无法摆脱帝国主义的控制和剥削。由于上述情况,旧中国铁路肢离破碎,一些大江大河,几乎逢江必断,京汉粤汉断于武汉,津浦沪宁断于南京(都靠轮渡),同蒲陇海在风陵渡隔黄河,广三粤汉在广州隔珠江,南浔浙赣在南昌隔赣江,湘桂粤汉在衡阳隔湘江,……都是隔江相望。八年抗战和四年解放战争,帝国主义和国内反动派又对桥梁进行了疯狂破坏,许多特大桥梁被毁,使我国铁路桥梁景象更凄惨。

三、解放后我国桥梁建设的成就

全国解放后,在中国共产党英明领导下,桥梁建设方面和其他战线一样,取得了巨大成就。

解放战争期间,铁道兵、铁路员工和沿线人民,出色地完成了桥梁抢修任务。到1949年年底止,共修复铁路桥梁2717座,总延长90,247米。其中以一个月建成全长500多米的淮河便桥,九天完成京广线全长3000多米的荣泽口黄河桥加固工程最为突出。黄河桥加固后行车速度由每小时几公里提高到几十公里,满足了当时军事和恢复发展国民经济对铁路运输的要求。

五十年代初铁路桥梁处于恢复期,修复战争中被破坏的桥梁和将临时桥梁改建成永久性桥梁,是当时桥梁建设的主要任务。此外对一些承载能力过低的桥梁进行技术改造,提高其承载能力。经过短短两三年,修复了许多大桥和特大桥,如东北佳木斯、陶赖昭等处几座松花江桥、东辽河大桥、关内滦河桥、淮河桥、明光桥、洛河桥、樟树桥、湘潭湘江桥等等。迅速改变了我国铁路桥梁的面貌。

进入第一个五年计划(1953~1957年)以后,大力发展了钢筋混凝土和预应力混凝土简支梁,前者跨度在20米以内,后者跨度24~32米。梁在工厂预制,运到工地安装。旧中国几乎全部大小跨度桥梁都靠进口钢梁。解放后由于大力发展了混凝土梁,使新建铁路桥梁总孔数中钢梁仅占1~2%,节省了大量钢材,对加速我国社会主义建设意义极为重大。旧中国铁路石拱桥和钢筋混凝土拱桥极少,跨度分别在20米和40米以内。五十年代修建成渝、宝成、石太各线建成了成百孔石拱桥,跨度达38米(宝成线松树坡大桥)。1956年建成包兰线十里山黄河桥为3跨53米钢筋混凝土拱桥,1959年建成詹东线单跨88米钢筋混凝土拱桥——丹河桥。同一时期在兰新线建成跨度56米预应力混凝土系杆拱桥——昌吉桥。图8和图9为丹河桥,昌吉河桥全貌。

五十年代我国钢桥有重大发展。全国大江大河很多,主要靠采用大跨度钢梁桥跨越。这

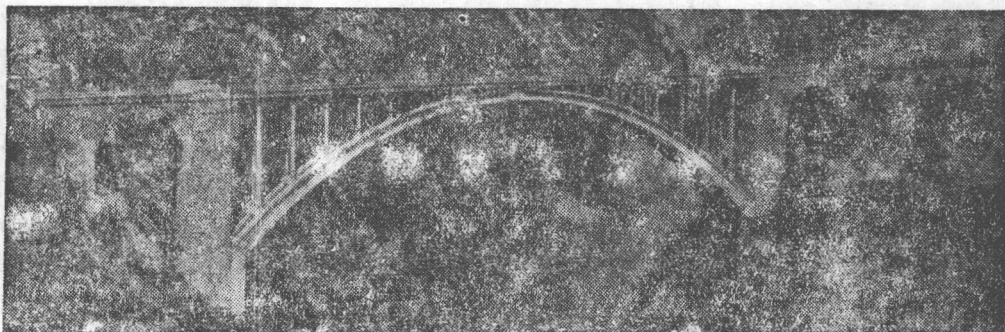


图8 丹河桥（跨度88米铁路桥）

一时期建造的特大钢梁桥不少，如京广线黄河桥、广三线珠江桥，南浔线赣江桥，湘桂线湘江桥等等。值得特别提出的是武汉长江大桥。

“长江天堑，古以为限”（《陈书》），我国长江南北被“限”了几千年。1913年请德国桥梁教授、1930年请美国桥梁专家勘测设计长江大桥均无结果。1936年钱塘江桥工处筹议兴建长江大桥也不成功，1946年旧事重提，仍旧一场空梦。解放后中央指示铁道部修建武汉长江大桥，1954年批准初步设计，1957年国庆节建成通车。从此“一桥飞架南北，天堑变通途”，结束了“万里”长江无桥梁的历史。武汉长

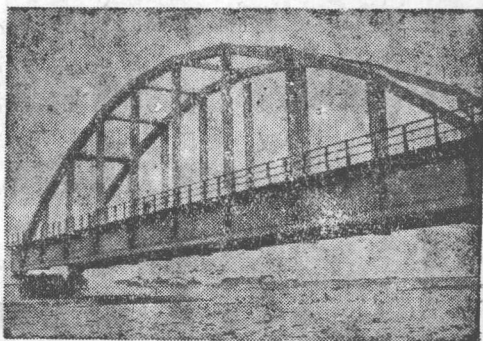


图9 昌吉河桥（跨度56米铁路系杆拱桥）

江大桥正桥为三联 3×128 米连续钢桁梁，梁高16米，全长1670.4米。全部工程自办，全部钢梁自造，结束了特大桥梁工程受外人控制的历史。基础采用管柱，为深水基础开辟了新的途径。通过武汉长江大桥的建设，在人力物力上为尔后修建更复杂的特大桥梁奠定了牢固基础，标志着我国桥梁建设进入了一个新阶段。

此外，这一时期制订了一整套铁路桥梁设计施工准则，如铁路桥梁设计荷载及设计规范，各种施工细则等，还制订了桥梁标准跨度，结束了旧中国没有自己的桥梁技术准则的历史。还制订了各种桥跨、墩台等的标准设计，为设计定型化、制造工业化、施工机械化奠定了基础，为铁路桥梁建设高速进行、为战时抢修桥梁创造了有利条件。

进入60年代以后，各类型桥梁有了新的发展。预应力混凝土梁开始试用箱形截面梁、无碴无枕及无碴有枕梁，显著减轻了梁的自重。用悬臂法施工建造跨度48米和64米的预应力混凝土悬臂梁桥（成昆铁路旧庄河一号桥和孙水河五号桥）。图10为孙水河五号桥。拱桥方面



图10 孙水河五号桥（跨度64米悬臂梁桥）