

铁路基建施工技术丛书

桥涵工程施工

铁道部第二工程局教育处 编

5
30
E LU JI JIAN SHI GONG JI SHU CONG SHU

中国铁道出版社

1982.12 23.30+0.1

铁路基建施工技术丛书

桥涵工程施工

铁道部第二工程局教育处 编

中国铁道出版社

1982年·北京

038292

内 容 简 介

本书介绍桥涵工程施工的基本知识和桥梁下部建筑的施工方法。内容包括施工准备, 施工测量, 基坑开挖, 防水排水, 打桩, 钻孔桩, 沉孔桩和拱桥等施工方法以及拼装式预应力混凝土薄壁空心墩, 柔性墩等。是桥涵工程施工的一本普及读物, 本书由杨世英同志执笔编写。

读者对象: 铁路及公路基层工程部门的技术管理人员及技术工人等。

铁路基建施工技术丛书 桥 涵 工 程 施 工

铁道部第二工程局教育处编

中国铁道出版社出版

贾午编辑 张善河

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

中国铁道出版社印刷厂印

开本: 787×1092 1/32 印张: 7.925 字数: 170千

1982年5月第1版 1982年9月第1次印刷

印数: 0031—70,000册 定价: 0.65元

目 录

第一章 桥梁的类型与构造	1
第一节 桥梁的组成	1
第二节 桥梁建筑物常用名词概念	1
一、桥梁的长度、跨度	2
二、桥梁的孔径	2
三、桥梁净空	3
第三节 桥跨结构的类型及其应用	4
一、道碴桥面钢筋混凝土简支梁	4
二、道碴桥面低高度钢筋混凝土简支梁	6
三、道碴桥面预应力混凝土简支梁	6
四、无碴无枕预应力混凝土梁	8
五、钢梁	9
第四节 桥墩、台类型与构造	13
一、桥墩	13
二、桥台	17
第五节 基础类型及适用范围	22
一、明挖基础	22
二、桩基础	23
三、沉井基础	25
四、管柱基础	27
第二章 桥梁施工准备	28
第一节 审查设计文件及现场核对	28
第二节 施工调查	30
第三节 施工组织与施工计划	31
一、施工方案与场地布置	31
二、核算平衡工作和施工组织措施	31

三、施工计划	32
第三章 桥梁施工测量	33
第一节 桥梁施工测量的任务与内容	33
第二节 桥梁中线测量	33
一、直接丈量法	34
二、视差法	35
三、三角网法	35
第三节 桥梁墩台的定位测量	36
一、直接丈量法	36
二、前方交会法	37
三、护桩的设置	40
四、曲线上桥梁墩台定位	41
第四节 高程控制测量	41
一、设置水准基点	41
二、施工控制	42
第五节 施工放样测量	42
第六节 桥墩台的竣工测量	43
第四章 防水和排水	45
第一节 围堰	45
一、围堰的种类和一般要求	45
二、土围堰	46
三、草(麻)袋围堰	47
四、竹笼卵石围堰	49
第二节 改河截流	51
第三节 排水	52
一、排水量估算	52
二、抽水机的选用	53
三、排水施工	53
第五章 明挖基础施工	53
第一节 基坑开挖	55
一、开挖前的准备工作	55

二、计算挖基工程数量	57
三、基坑开挖	59
四、基坑排水	61
第二节 开挖圆形基坑喷射混凝土护壁	63
一、基坑开挖和喷护方法	64
二、喷护厚度的确定	68
三、喷射混凝土的要求和配合比	69
第三节 基底检查与处理	79
一、基底检查	79
二、基底处理	79
第四节 基础圬工的砌筑	73
第六章 打入桩基础施工	75
第一节 桩的种类和构造	75
一、桩的种类	75
二、桩的构造	75
第二节 打桩设备	77
一、桩锤	77
二、打桩架	82
第三节 施工操作	85
一、定锤	85
二、吊桩和立桩	86
三、打桩	87
四、射水沉桩	91
第七章 挖孔灌注桩施工	95
第一节 概述	95
第二节 桩孔开挖	96
一、开挖前的准备工作	96
二、桩孔的开挖方法	96
第三节 孔壁支护	99
一、框架支撑	99
二、钢框架背板支撑	100

三、混凝土薄壁支护	100
四、预制钢筋混凝土圆筒支护	101
第四节 灌筑桩身	101
第八章 钻孔桩施工	103
第一节 概述	103
第二节 机械设备	103
一、钻机	103
二、钻头	105
三、抽碴筒	108
第三节 施工准备工作	109
一、埋设护筒	109
二、钻机就位	110
三、准备泥浆和回收泥浆	111
四、其他准备工作	113
第四节 钻进	113
一、钻进前注意事项	113
二、钻孔操作	114
三、抽碴	115
四、注入泥浆	115
五、钻进中注意事项	116
第五节 钻进中发生的问题与事故处理	116
一、坍孔	116
二、孔形不规则	117
三、卡钻	119
四、掉钻	121
第九章 特殊地基的处理	124
第一节 湿陷性黄土地基	124
一、概述	124
二、湿陷性黄土地基的处理	125
第二节 多年冻土地基	126
第三节 人工地基	128
一、换土法	128
二、砂桩法	129
三、小木桩加固法	129

四、灌注法	130
第十章 墩、台的施工	132
第一节 混凝土墩台	132
一、模板	132
二、墩台混凝土施工	149
第二节 石砌墩台	151
一、石砌墩台的定位放样	152
二、圬工砌筑	154
三、浆砌片石	161
四、浆砌块石	163
五、浆砌粗料石、半细料石、细料石	163
第十一章 桥头锥体护坡施工	167
第一节 锥体护坡放样	167
一、图解法	167
二、直角坐标法	168
三、极坐标法	172
第二节 锥体护坡的施工	178
一、锥体填土部分	178
二、锥体坡面砌筑	179
第三节 锥体护坡工程数量计算	179
第十二章 拱桥拱圈的施工	182
第一节 一般规定	182
一、拱石尺寸及砂浆强度	182
二、灰缝	182
三、错缝	182
第二节 拱圈放样及拱石编号	183
一、拱圈放样	183
二、拱石编号及样板	184
第三节 拱架安装	185
一、木拱架	185
二、钢拱架	187
第四节 拱圈砌筑	187
一、石砌拱圈	187
二、混凝土拱圈	190
第五节 拆除拱架	190

第六节 悬砌拱施工	191
一、悬砌拱的类型与制作	191
二、悬砌拱施工	191
第十三章 墩台施工的几种新技术简介	194
第一节 高墩施工	194
一、模板	194
二、提升设备	195
第二节 柔性墩施工	198
一、柔性墩的特点及适用范围	198
二、柔性墩施工	199
第三节 板凳桥施工	201
一、结构形式及适用范围	201
二、板凳桥施工	203
第四节 拼装式预应力混凝土薄壁空心墩施工	204
一、墩身构造	204
二、基础及实体墩身的施工	204
三、拼装墩身的施工	205
第十四章 涵洞	211
第一节 涵洞的类型与构造	211
一、涵洞的一般构造	211
二、常用的涵洞类型及其特点	214
第二节 涵洞施工	216
一、涵洞的定位放样	216
二、涵洞基础施工	217
三、管涵的安装	218
四、拱涵拱圈施工	219
五、涵洞口填土	222
第十五章 临时施工便桥	223
第一节 木便桥	223
一、木便桥的构造	223
二、木便桥的施工	229
第二节 万能杆件拼装便桥	231
第三节 工字钢梁及轨束梁便桥	233
一、工字钢梁便桥	233
二、轨束梁便桥	233

第一章 桥梁的类型与构造

第一节 桥梁的组成

桥梁是由上部结构和下部结构所组成。上部结构用于跨过低洼空间的结构,也称为桥跨结构,在这儿就是梁。它是墩台以上各部分的总称。用来支承桥跨结构的是桥墩和桥台,又称为下部结构。它包括桥墩、桥台及其基础等。桥墩是指桥的中间支承,桥台是在桥梁端部和路基填方相接的支承。在一座桥中,桥台必然有二个,但桥墩的数目不是固定的,多孔桥则有很多个桥墩。

桥梁与涵洞的划分,通常以建筑物顶上有无填土来区分,但当孔径在6米以上时,则不论顶面有无填土均称为桥梁。另外桥梁的长度是沿着线路方向计算,桥梁的长度与路堤高度无关;而涵洞的长度则是沿着线路横向计算,它是随着路堤高度加高而增长。

第二节 桥梁建筑物常用名词概念

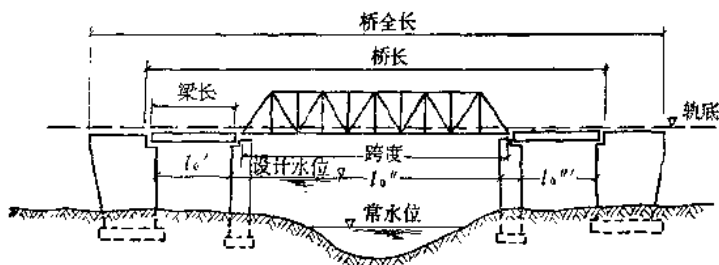


图 1-1 桥梁示意图

一、桥梁的长度、跨度

桥梁两个桥台台尾（桥台边墙最外端）之间的距离，称为桥的全长。两个桥台挡碴墙之间的距离，称为桥长（拱桥为两端伸缩缝间的距离）。每孔梁两端支承中心点间的距离，称为该孔梁的计算跨度，简称跨度（拱桥、刚构桥为净孔）。梁的整个长度，称为梁长。铁路桥梁的跨度和梁长应符合现行铁路桥梁标准跨度的规定，采用统一的尺寸，便于工厂成批生产制造，并便于将来必要时更换。现行铁路桥梁标准跨度如下表。

铁路桥梁标准跨度

表 1—1

跨度（支点距离，米）	4	5	6	8	10	12	16	20	24
梁长（米）	4.5	5.5	6.5	8.5	10.5	12.5	16.5	20.6	24.6
跨度（支点距离，米）	32	40	48	56	64	80	96	128	160
梁长（米）	32.6	40.6	49.1	57.1	65.1	81.1	97.1	129.1	161.1

上表内跨度及梁长仅适用于简支式桥梁，其他式样桥梁的跨度及梁长，在具体设计中尽量使其可与简支梁互换，军用钢梁的跨度及梁长，也应与表列标准相符合，以利互换。

二、桥梁的孔径

用以设计桥涵通过的洪水，称为设计洪水，其相当的流量和水位称为设计流量和设计水位。在设计水位量出墩台间的水平净距离，称为该孔桥跨的净跨度（如图1—1中的 l_0^i ），净跨度之和，为该桥梁的孔径。如图1—1所示桥梁其孔径为 $l_0^I + l_0^{II} + l_0^{III}$ 。

三、桥梁净空

由桥跨结构的底部至设计水位间及相邻两墩台间的空间，称为桥下净空，桥下净空的决定是一项重要细致的工作，因为如果桥下净空不足，将直接阻碍水上交通，并影响建筑物的安全，如若桥下净空过大，又会使引桥或桥头路堤工程数量增加。因此在进行这项工作时，除按照《铁路规范》有关规定外，应深入调查研究并与有关部门密切联系，恰当地确定桥下净空。

跨越铁路的立交桥，桥下净空应符合铁路建筑限界，具体尺寸可由《铁路规范》中查得。跨越公路和行人的交通桥涵应与有关单位协商确定，下表 1—2 可供设计时参考。

表 1—2

名 称	高度(米)	宽度(米)	名 称	高度(米)	宽度(米)
汽车	5.0	4.5	大的牛羊	2.5	3.0
通行行人	2.0	2.0	骆驼	3.2	3.0
大车	3.0	3.0~4.0			

跨越不通航亦无流筏河流的桥下净空高度应按表 1—3 规定办理。

桥下净空高度

表 1—3

序号	桥 的 部 位	高出设计水位的最小高度(米)
1	梁底	0.50
2	梁底(洪水期有大漂流物时)	1.50
3	梁底(有泥石流时)	1.00
4	支承垫石顶	0.25
5	拱肋和拱圈的拱脚	0.25

为保证列车和行人能安全无阻地从桥上通过，在下承式桥梁两主梁之间，必须在桥上留出一定的空间称为桥梁的净空限界，其具体尺寸可由《铁路规范》中查得，在桥梁限界内不得侵入任何桥梁杆件或其他障碍物。

第三节 桥跨结构的类型及其应用

一、道碴桥面钢筋混凝土简支梁

在铁路桥梁工程上，由于钢筋混凝土具有节省钢材，养护维修简单，耐久性、耐火性、刚度等较好，施工比较简单等优点，所以得到了广泛应用。钢筋混凝土梁可适用于直线桥或曲线桥。梁的截面形式决定于梁受力时的工作特点和使用方便，它们的截面形式有板式、单梗式（亦称T形梁）。如图1—2

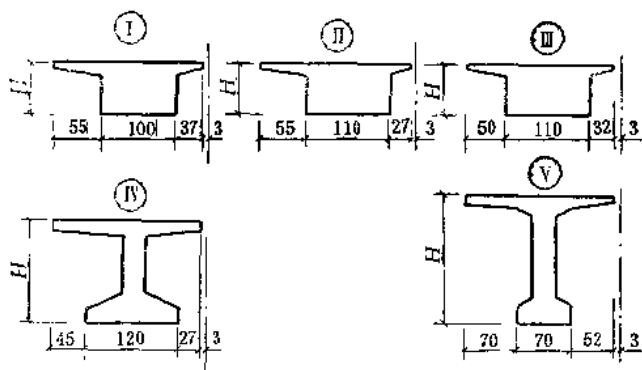


图1—2 道碴桥面钢筋混凝土梁及低高度钢筋混
凝土梁跨中截面形式 单位：厘米

钢筋混凝土梁适用于直线桥或曲线桥，道碴槽的宽度为3.9米。跨度4、5、6米的梁，由于梁低，一般采用板式

截面、分片式等。两片梁间留有6厘米宽空隙是为了架设就位后，容易抽出捆梁的钢丝绳，并考虑了制梁时尺寸误差的调节富裕量。每片梁宽度为1.92米，截面下部收缩为1.0米，以节省梁体混凝土，还可以减少墩台宽度。截面上伸出两个不等长的悬臂，并有向上伸出的挡碴墙以形成道碴槽。板式梁的混凝土标号为200号。跨度8、10、12、16及20米的钢筋混凝土梁均为单梗式。单梗式比以往用的双肋式节省混凝土、模板简单且施工方便。但单片梁本身不稳定，在移动和运输时须加支撑，安装就位后再将两片梁的横隔板连接起来，使两片梁成为整体。单梗式梁的混凝土标号为250号。钢筋混凝土梁的主筋目前均为16锰钢， $[\sigma_s]=1800$ 公斤/厘米²。

表1—4为钢筋混凝土梁的主要数据。

道碴桥面钢筋混凝土梁主要尺寸表（参标桥1023）表1—4

跨度 (米)	梁全长 (米)	高度(厘米)			梁梗中 心距 (厘米)	支隔板尺寸 (厘米)		每孔梁 重量 (吨)	跨山 截面 类型
		轨底至 梁底	轨底至 墩台顶	梁高 (H)		纵向	横向		
4	4.5	100	100.3	50	180	0.3厘米 厚石棉垫	0.3厘米 厚石棉垫	18.8	①
5	5.5	110	110.3	60	180	0.3厘米 厚石棉垫	0.3厘米 厚石棉垫	25.8	①
6	6.5	120	120.3	70	180	0.3厘米 厚石棉垫	0.3厘米 厚石棉垫	33.8	①
8	8.5	175	184	125	180	31	27	44.8	②
10	10.5	190	208	140	180	42	60	57.7	②
12	12.5	205	223	155	180	42	60	72.7	②
16	16.5	240	258	190	180	42	80	103.0	②
20	20.5	270	310	220	180	42 (40)	80	135.2	②

- 注：1. 表中括号内为活动支座尺寸；
 2. 表中梁重包括防水层、热层、保护层及支座重量；
 3. 跨度 ≤ 16 米梁，曲线半径 ≥ 350 米时，考虑按250米；跨度按20米；曲线半径 ≥ 400 米时，考虑按300米。

二、道碴桥面低高度钢筋混凝土简支梁

位于平原地区的桥梁和枢纽站内或城市附近的跨线桥。建筑高度常受到限制，采用低高度梁，它的特点是梁的高度较小，如16米跨度低高度梁比普通跨度的梁低80厘米，20米的梁低85厘米。由于梁的高度减小，钢筋用量就有所增加，混凝土用量在大多数跨度中也有所增加。

我国现行低高度钢筋混凝土梁跨度4~12米者采用板式截面，跨度16、20米采用工字形截面、其主要数据见表1—5。

道碴桥面低高度钢筋混凝土梁主要尺寸

(参标桥1024)

表1—5

跨度 (米)	梁全长 (米)	高度(厘米)			梁梗中 心距 (厘米)	支座板尺寸(厘米)		每孔梁 重量 (吨)	跨中截 面形式
		轨底至 梁底	轨底至 墩台顶	梁高 (H)		纵向	横向		
4	4.5	85	85.3	35	170	0.3厘米 厚石棉垫	0.3厘米 厚石棉垫	10.3	①
5	5.5	90	90.3	40	170	0.3厘米 厚石棉垫	0.3厘米 厚石棉垫	21.5	①
6	6.5	95	95.3	45	170	0.3厘米 厚石棉垫	0.3厘米 厚石棉垫	27.2	①
8	8.5	105	114	55	170	31	27	40.6	②
10	10.5	120	140	70	170	38	28	59.4	③
12	12.5	135	155	85	180	38	28	81.0	④
16	16.5	160	180	110	180	38	28	108.2	⑤
20	20.5	185	207	135	180	38	28	150.6	⑥

注：1. 表中梁重包括防水层、垫层、保护层及支座重量。

2. 曲线半径 ≥ 600 米。

三、道碴桥面预应力混凝土简支梁

普通钢筋混凝土梁存在梁体笨重、材料浪费、裂纹较多

和跨度受到限制等缺点，因此预应力混凝土梁广泛应用于铁路桥梁上。预应力混凝土梁是在梁还未承受荷载前，预先在梁的受拉区施加一定的压力，产生预压应力，以抵消梁在承受荷载后所产生的拉应力。预应力混凝土梁有先张法和后张法两种。先张法梁是采用特制的张拉设备，将钢筋预先张拉，拉紧后固定在台座上，然后浇筑混凝土，待混凝土结硬，切断钢筋，此时钢筋回缩受混凝土的阻碍，于是混凝土受到了压力。此法需用牢固的台座张拉钢筋，故适宜于工厂生产。

后张法是在浇筑梁体混凝土时预先在梁内留好钢筋孔道。待混凝土结硬后，在孔道内穿入钢筋，再用千斤顶把钢筋拉紧；然后将钢筋两端用锚具锚在混凝土梁上，使梁体受到预应力。待孔道内灌满水泥砂浆，混凝土和钢筋粘结起来后，卸下千斤顶。此法可用于工厂生产，也可以在工地预制。

目前我国标准设计的后张法预应力混凝土梁有跨度为16、20、24和32米四种。先张法有跨度8、10、12和16米四

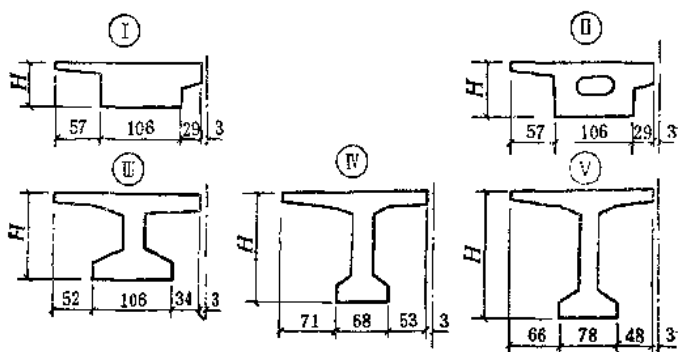


图 1—3 预应力混凝土梁的截面形式
尺寸单位：厘米

种和低高度预应力混凝土梁有 8、10、12 和 16 米四种。它们的主要尺寸和跨中截面形式见表 1—6、图 1—3。

预应力混凝土梁的主要尺寸及截面形式 表 1—6

图 号	跨度(米)	梁全长(米)	梁顶中心距(米)	梁高(米)	跨中截面形式
叁标桥 2017	8.0	8.5	1.70	0.55	㉑
	10.0	10.5	1.7	0.70	㉒
	12.0	12.5	1.8	0.85	㉓
	16.0	16.5	1.8	1.10	㉔
叁标桥 2018	16.0	16.5	1.8	1.60	㉕
	20.0	20.6	1.8	1.90	㉖
叁标桥 2019	24.0	24.6	1.8	2.10	㉗
	32.0	32.6	1.8	2.50	㉘
叁标桥2020	16.0	16.5	1.8	1.60	㉙
叁标桥 2022	8.0	8.5	1.8	1.25	㉚
	10.0	10.5	1.8	1.40	㉛
	12.0	12.5	1.8	1.55	㉜
	16.0	16.5	1.8	1.90	㉝

四、无碴无枕预应力混凝土梁

无碴无枕混凝土梁(预应力和普通钢筋混凝土)和道碴桥面梁的区别在于桥上线路的构造。无碴无枕梁取消了道碴和枕木,钢轨系通过扣件直接固定于梁上。图 1—4 为跨度 4 米无碴无枕普通钢筋混凝土梁的跨中截面。

无碴无枕梁因无道碴和枕木其自重减轻很多,可以整孔在工厂预制,其特点是梁的建筑高度(轨底至梁底)较小,