



278528

中等专业学校教学用书

桥隧建筑

衡阳铁路工程学校结构教研组编



人民铁道出版社

551
27861

0242528

551
27861

中等专业学校教学用书

桥 隧 建 筑

衡阳铁路工程学校结构教研组编

人 民 铁 道 出 版 社

一九六〇年·北京

鐵
道
本教材系根据铁道部文化教育局拟定的教学大纲，为铁路中等专业学校
建筑专业学生编写的，全书共分十二章；内容包括墩台及基础建筑，钢桥、
木桥、石桥、混凝土桥、钢筋混凝土桥的构造及荷载计算；涵洞的建筑；隧道
开挖及衬砌计算；御土墙的类型和构造；桥隧建筑物的养护、维修和加固等。
本书经铁道部文化教育局审定可作为铁路中等专业学校教学用书。

中等专业学校教学用书

桥 隧 建 筑

衡阳铁路工程学校结构教研组编

人民铁道出版社出版

(北京市霞公府17号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第010号

新华书店科技发行所发行

各地新华书店经售

人民铁道出版社印刷厂印

书号1751开本 787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张20 $\frac{1}{2}$ 插页1 字数389千

1960年12月第1版

1960年12月第1版第1次印刷

印数0,001—3,560册 定价(9)2.05元

目 录

第一章 緒 論

前 言

§ 1—1	桥隧建筑物的内容及与本专业的关系	2
§ 1—2	我国桥隧建筑发展簡史	3
§ 1—3	桥梁的定义与构成	5
§ 1—4	桥梁的孔径和淨空	6
§ 1—5	桥梁的分类	6
§ 1—6	对桥梁的基本要求	10
§ 1—7	桥梁荷载及桥梁計算方法的概念	11
§ 1—8	桥上綫路的鋪設	13

第二章 墩 台

I. 关于地基及基础的簡單知識

§ 2—1	概 述	14
§ 2—2	淺层埋置的天然地基	21
§ 2—3	桩地基	27
§ 2—4	土壤的人工地基	38
§ 2—5	深层埋置的天然地基	39

II. 墩 台

§ 2—6	墩台的形式、构造及采用条件	50
§ 2—7	墩台圬工和鑲面	57
§ 2—8	墩台所受外力及其稳定条件	58
§ 2—9	桥台定型設計图的套用	61
§ 2—10	墩台的修筑	80

第三章 木 桥

I. 木桥的概述

§ 3—1	木桥的特点及应用范围	84
§ 3—2	应用于木桥的材料及对其要求	85
§ 3—3	木桥防腐	85

II. 木桥的型式与构造

§ 3—4	木桥的主要类型及其使用范围	86
§ 3—5	木梁的种类与构造	87
§ 3—6	木墩台的种类与构造	89

§ 3—7	木桥計算原理	96
§ 3—8	破冰体	100

III. 木桥建筑

§ 3—9	木墩台的架設	102
§ 3—10	木梁的架設	104

第四章 鋼 桥

I. 概 述

§ 4—1	鋼桥的性质与使用范围	105
§ 4—2	桥梁鋼	106
§ 4—3	鉚接和焊接	108
§ 4—4	鋼桥之主要型式及其特点	109

II. 鋼桥的构造

§ 4—5	型鋼梁桥	113
§ 4—6	鈹梁桥	114
§ 4—7	桥面系	120
§ 4—8	鋼桁梁桥	123
§ 4—9	鋼桥支座	132
§ 4—10	檢查設備	135

III. 鋼桥的建筑

§ 4—11	鋼桥桥跨結構的制造	137
§ 4—12	鋼桥架設	142

第五章 石桥及混凝土桥

§ 5—1	石桥概述	149
§ 5—2	石桥的类型	150
§ 5—3	石拱桥的构造	151
§ 5—4	拱架和拱圈施工的程序	157
§ 5—5	拆除拱架	161

第六章 钢筋混凝土桥

I. 概述

§ 6—1	钢筋混凝土的性质及钢筋混凝土梁計算的概念	163
§ 6—2	钢筋混凝土桥的优缺点	165
§ 6—3	钢筋混凝土桥的类型及其应用范围	166

II. 钢筋混凝土桥的型式与构造

§ 6—4	梁式桥	166
§ 6—5	剛架桥概念	175
§ 6—6	拱桥概念	177
§ 6—7	装配式桥跨結構的概念	179

§ 6—8	預应力桥跨結構的概念	181
§ 6—9	支座及鉸	184
§ 6—10	鋼筋混凝土桥的檢查設備	186

III. 鋼筋混凝土桥的建築

§ 6—11	建築方法概述	189
§ 6—12	腳手架、拱架及模型板	189
§ 6—13	紮置鋼筋、澆灌混凝土及拆架	192

第七章 涵 洞

§ 7—1	涵洞的意義及与小桥的比較	194
§ 7—2	涵洞的分类	195
§ 7—3	涵洞的組成部分	196
§ 7—4	进出口处河道及路基边坡的加固	202
§ 7—5	石及混凝土涵洞	202
§ 7—6	鋼筋混凝土涵洞	204
§ 7—7	金属及木質涵洞	207
§ 7—8	涵洞定型图的套用	208
§ 7—9	山坡涵洞	212
§ 7—10	倒虹管及明渠	214
§ 7—11	透水路堤	214
§ 7—12	快速施工的涵洞	216
§ 7—13	涵洞建造概念	217

第八章 隧 道

§ 8—1	隧道概述	221
§ 8—2	隧道在平面上的位置	222
§ 8—3	隧道在縱剖面上的位置	223
§ 8—4	隧道开挖时計算岩层压力的概念	223
§ 8—5	隧道各部分的构造及作用	226
§ 8—6	隧道的开挖	231
§ 8—7	襯砌的施工	237
§ 8—8	盾构法修建隧道	238
§ 8—9	隧道的排水及防水	239
§ 8—10	隧道的通风与照明	241

第九章 御土牆

§ 9—1	概述	243
§ 9—2	御土牆的类型及构造	243
§ 9—3	御土牆的伸縮縫、排水設備及防水层	247

第十章 桥隧建筑物的养护修理与加固

§ 10—1	桥涵运用总說	248
§ 10—2	我国現行的桥涵檢查制度	248
§ 10—3	洪水与流冰的宣洩及桥涵的防护	249
§ 10—4	桥梁檢查的内容	251
§ 10—5	桥梁試驗的概念	256
§ 10—6	木桥的养护、修理与加固	257
§ 10—7	鋼桥檢定的概念	261
§ 10—8	鋼桥的养护、修理与加固	264
§ 10—9	墩台的养护、修理与加固	268
§ 10—10	石桥及混凝土桥的养护、修理与加固	274
§ 10—11	鋼筋混凝土桥的养护、修理与加固	277
§ 10—12	涵洞的养护、修理与改建	279
§ 10—13	隧道的养护、修理与加固	281
§ 10—14	御土牆的养护与修理	283

第十一章 桥隧建筑物的修复

§ 11—1	概述	283
§ 11—2	桥梁的破坏状态	284
§ 11—3	桥涵的修复	285
§ 11—4	隧道的破坏状态	293
§ 11—5	隧道的修复	293

第十二章 第二綫上的桥隧建筑

§ 12—1	建造第二綫时改建桥涵	295
§ 12—2	建造第二綫时改建隧道	300
附录: T型桥台設計算例		304

前 言

本书是按照铁道部文化教育局的指示，为中等专业学校铁道建筑专业学生而编写的。

在党的教育方针的思想指导下，我们认为铁道建筑专业的学生，对于桥隧专业知识应掌握一般的基本概念，桥涵构造的基本原则，隧道设计和施工的情况，在勘测设计中能使用标准图，在施工中了解一般的施工方法和程序，在运营中知道检查、检定、维修所采用的方法。

本书共分十二章，叙述各种桥梁、涵洞、隧道和御土墙的结构和要求，以及桥隧建筑物的养护、修理、加固、改建和修复方法。

在墩台一章中，包括两部分：一部分是地基与基础的基本知识，另一部分是墩台。因为本专业没有地基与基础这一课程，加入这一部分是必要的。在第二部分列入了T型桥台定型图的套用一节。

在木桥一章列入了木桥设计原理。虽然木桥的使用是要受到限制，但学了以后，在施工中遇到脚手架和拱架就会分析和运用，同时学生在学了结构力学和材料力学等基础课后，接受时不会发生困难。而钢桥，则重点放在构造上。至于钢筋混凝土桥只叙述它的计算概念。在涵洞一章列入了定型图的套用，以资紧密结合实际。

本书第四章由吴方同志编写，第十章由朱元良同志编写，第九、第十一及第十二章由陈易新同志编写，其余各章的编写及全书校阅均由罗达澍同志担任。原稿早于一九五八年四月编竣，由于桥涵设计规范的修订，随又在一九五八年我校开展教育革命运动时，在大搞生产劳动的理论联系实际的实践中，发现了原稿有些不够全面（如有关定型图的使用方面），因此根据铁道部文化教育局拟定的教学大纲和各兄弟学校对本大纲所提出的宝贵意见，我们将原稿作了应有的补充和修订。这一工作由吴方、罗达澍两同志担任，并由组内陈仲夫、廖世英、支化光三同志协助进行整理工作。

由于编者水平有限，在内容编写方面可能不够完善，希望各兄弟学校在教学中随时给予指正。

衡阳铁路工程学校
结构教研组桥隧小组

第一章 緒 論

§1-1 桥隧建筑物的内容及与本专业的关系

桥隧建筑物是：为使线路通过江河、干沟、池沼、洼地及线路交叉而設的桥梁、涵洞

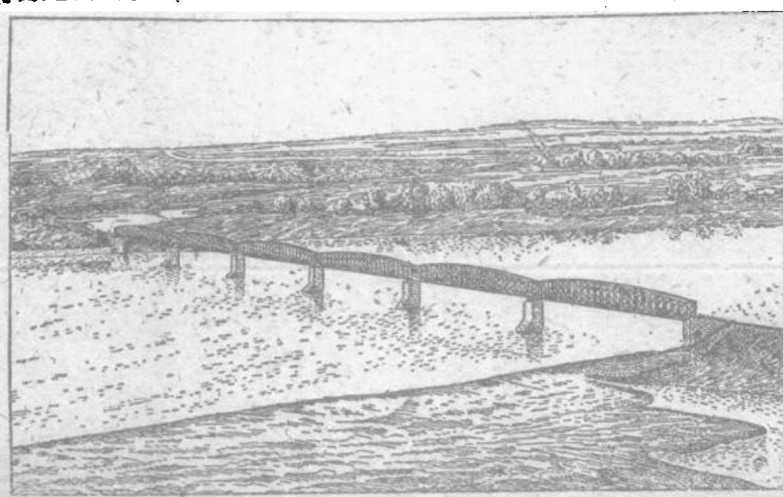


图 1-1 跨过大河的桥梁

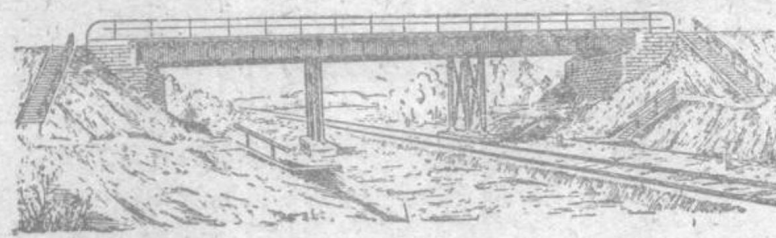


图 1-2 铁路跨线桥

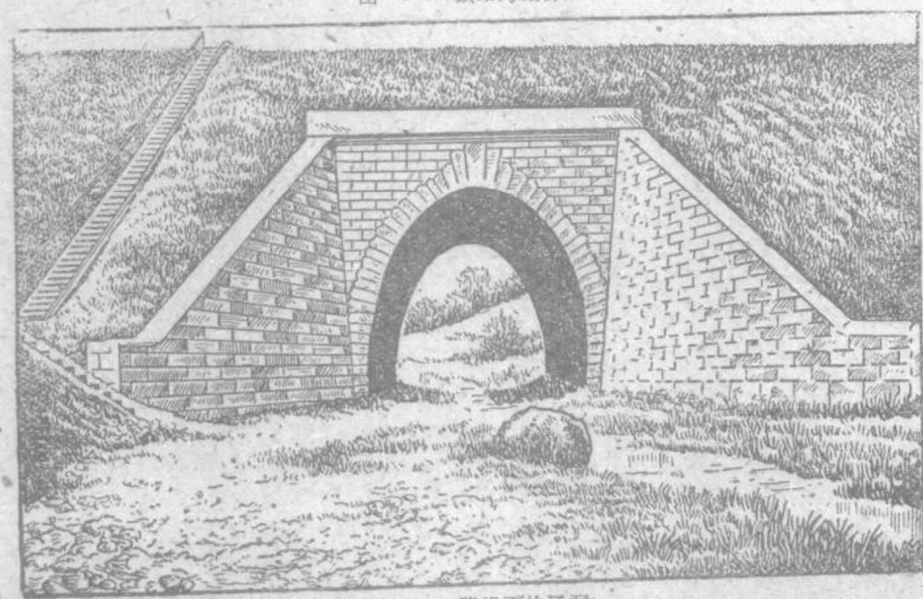


图 1-3 路堤下的涵洞

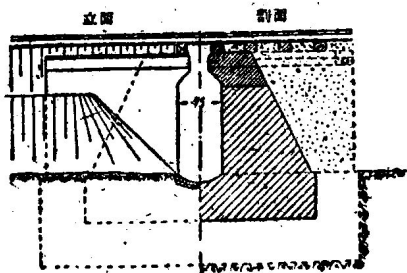


图 1-4 明渠

或明渠；为通过山岭或地下而设的隧道；为使路基稳固而设的御土墙；以及为防护桥隧建筑物及其附近免遭冲刷而设的调节河流建筑物。

桥隧建筑与路基及线路上部建筑同为铁路线路的三大组成部分。在新建铁路中，桥隧工程常占全部工程的重要部分；桥隧不通将使线路成为若干段落，不能衔接，无法直通列车。在运营线上，维修桥隧常需巨额支出；养护不良牵联着限制列车速度，将减少铁路的运输量；若桥隧毁塌，列车坠落河中

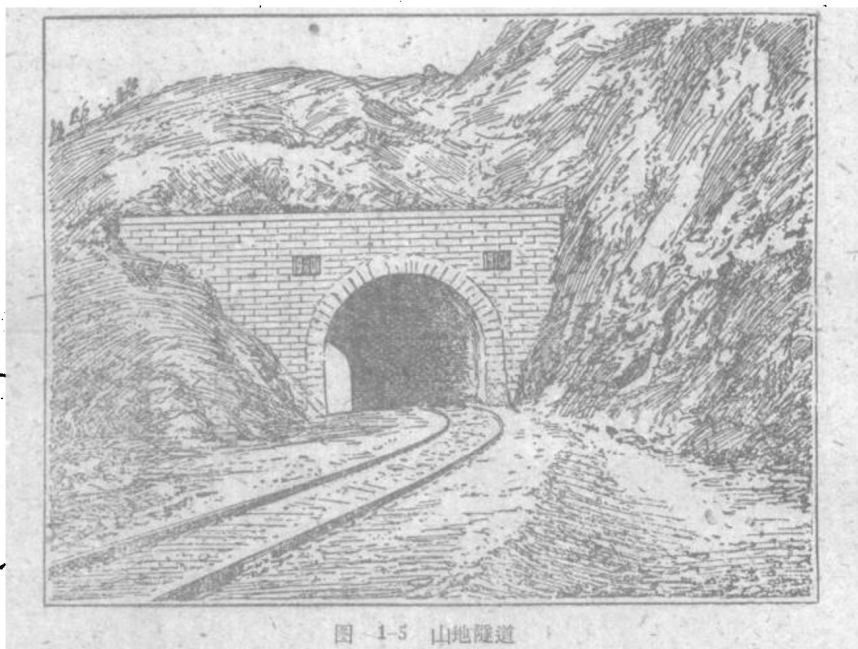


图 1-5 山地隧道

或埋于洞内，直接损失已不堪设想，更将导致全线交通长期中断。因此桥隧建筑物是铁路建筑上的一个重要构成部分，它在很大的程度上对铁路运输任务的完成起着重要作用。因之教学计划规定，线路专业的学生应具备有关桥隧建筑物的基本知识，使在定线时能充分顾及到桥隧位置及桥隧建造方面的要求；能从事小桥涵的工作；并使在养护工作时能了解到桥隧各部分的构造标准和运用条件，达到各部门的工作能密切联系互相配合的目的。

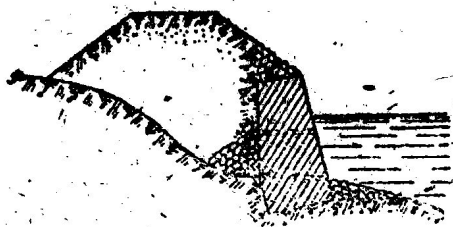


图 1-6 挡土墙

§1-2 我国桥隧建筑发展简史

我们祖先在几千年之前即知叠石架木以为简单的木板梁桥，周秦之时已纪于史册。至南北朝时又有飞桥（图1-7）之建筑，它是利用多层悬臂由两桥台相对排出，中部用梁联接成为一体以增大跨度，图1-7为位于现四川木里藏族自治县的飞桥。唐朝则更有浮桥建筑，用船作墩，用绳系紧，铺板跨越。这些都是我国古代在木桥方面的成就。

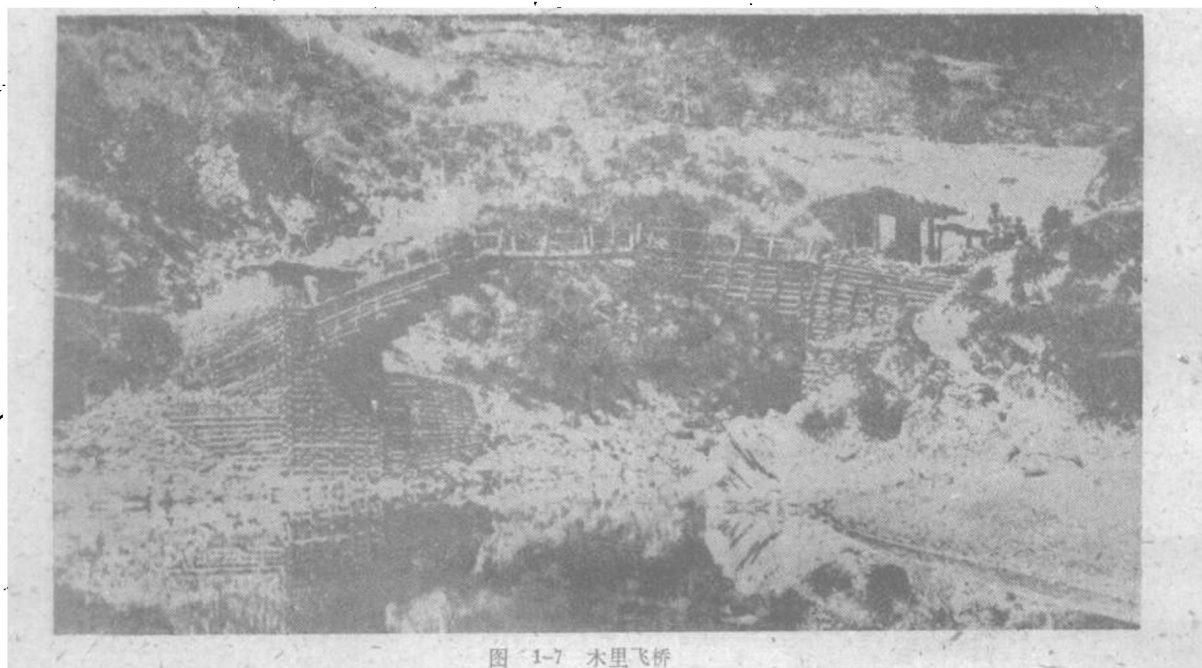


图 1-7 木里飞桥

在石桥方面，首先是石墩石梁桥，隋唐时即已有记载。宋朝蔡襄建造福建泉州洛阳桥，全长1370米，殆为石梁桥中之最长者。石拱的构造，在周墓中已有发现，二千多年前修筑的万里长城亦已知采用砖拱，故在当时可能已有拱桥。隋朝李春所造的河北赵县安济桥（图1-8）跨度达37.47米，并为空腹式，不仅工程伟大壮丽，更深合科学原理；在欧洲直至十八世纪才有此类拱桥出现，落后于我国竟达一千一百多年。



图 1-8 河北赵县安济桥

在悬桥方面，我们祖先于二千多年以前已有创造。逢到急流深谷，即用植物纤维组成之绳索或用铁链临空悬挂，再在索链上铺板以跨越之。四川灌县的竹索桥（图1-9）共分6孔，最长的一跨达70余米。此外，跨越大渡河的泸定桥、贵州的盘江桥都是铁索桥。欧美对采用铁索桥的建议，则迟至十七八世纪才提出，远远落后于我国。

我国春秋时（距今约2700年）已有郑伯与其母“隧而相见”之记载，至于开始建筑隧



图 1-9 四川龍县竹索桥

道，諒必比此还早。到汉朝时候，在交通綫上，象陝南褒城附近，作有石門隧道，到現在还可看到；在水利上，象陝西大荔县鉄鏡山，也修有隧道，后虽坍塌，在前几年却已发现它的遺跡。这些都說明了我們祖先对挖掘隧道已早有貢獻。

由于我国长期处于封建制度之下，自給自足的自然經濟占主要地位，商品交換不发达，在整个經濟中不起主要作用，因此交通建設也得不到发展，人們虽早有修建桥隧建筑物的一些成就，却因之未再繼續深入鑽研，以致久无进展。及至近数十年来，年青的我国科学工作人員，奋起追赶，已作出一部分成績，例如橫跨錢塘江上的大鉄桥（长1400米），粵汉南段的五座鋼筋混凝土拱桥（跨度大的达40米）和京張綫八达岭隧道（长1091.18米）等等。但在反动統治和帝国主义的压迫下，人民处于失业、飢餓、不自由等等威胁之下，交通建設不被重視，因此仍得不到大的发展。

中华人民共和国成立以后，情况发生了根本变化。在苏联帮助之下，除以惊人速度修复被毀桥隧，保証通車外，并新修了許多桥梁和隧道。著名的有：天兰綫曲儿岔隧道；兰新綫烏鞘岭隧道；宝成綫秦岭隧道；川黔綫凉风垭隧道；兰州黄河鉄路桥（3-53^m 鈐拱桥）；武汉汉水公路桥（江汉桥）；以及世界著名的武汉长江大桥等工程。武汉长江大桥不仅規模巨大著称于世，而且采用了“管柱鑽孔法”，更是史无前例的桥梁施工方法。从上所述，可以看出解放了的中国人民的力量是非常强大的，預料将来在桥隧工程上更要放出万丈光芒。

§1-3 桥梁的定义与构成

在鉄路綫路上，用来跨越天然或人为障碍的建筑物，并不全称为桥梁。鉄道部規定：若上面无填土或填土在1米以內承受集中載重，不論跨度大小，均称为桥梁；若上面填土虽在1米以上，承受均布載重，但孔径大于6米，也还划为桥梁，余为涵洞和明渠。

桥梁的构成部分为：

(1) 下部結構：包括桥墩（两边有桥跨）、桥台（一边有桥跨另一边則靠路堤）、和在它們下面的基础部分。

(2) 上部結構（又称桥跨結構）：它是墩台以上各部分的总称，如系下承式鋼桁梁

桥，内中又分支座、主梁、桥面系、连接系和桥面等几部分，将在以后各章中详述。

§1-4 桥梁的孔径和净空

桥梁包括它的二个桥台在内的全部长度称为桥梁的全长，每孔桥跨结构二端支承中心间的距离称为该桥跨结构的计算跨度（例如图1-10中之 L 和 l ）。河流中一般保持的低水位，称平均低水位。当水位提高至计算流量集水的高度时，则称为计算水位。

（计算水位，在I级线路的桥梁为100年一遇的洪水位，在II级线路的桥梁及各级线路的涵洞为50年一遇的洪水位。）桥梁的每孔桥跨结构，沿着计算水位量度出来的墩台间水平净距离，称为该孔桥跨的净跨度，如图1-10中之 l_0 。

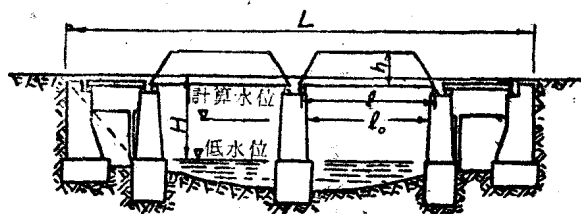


图 1-10

桥梁孔径（或桥孔总长），一般系指沿计算水位量得的各孔净跨度之和（在图1-11中，为 $\sum l_0 = l_1 + l_2 + l_3$ ）。但当锥形填土突出桥台之外时，则改沿计算水位与低水位之间的中线来量度。

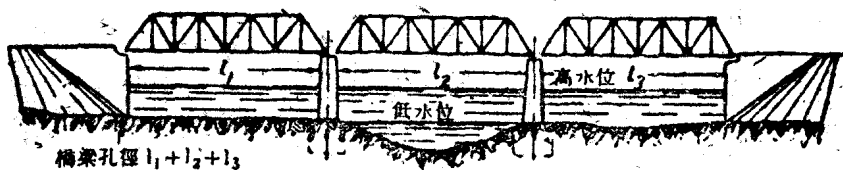


图 1-11

由桥面的轨底至桥跨结构底部的距离，称为桥梁的建筑高度；而桥跨结构的顶部至底部的距离，则称为桥跨结构的总高度（图1-10中之 h ）；两者并不一定相等。

由桥面的轨底至低水位的距离，叫做桥梁的高度（图1-10中之 H ）；

由桥跨结构的底部至计算水位（在通航河流算至航行水位）的距离，叫做桥下净空。倘桥下有航运，应按河流等级，规定桥下净空及墩台侧面间的净距。倘桥下无航运，桥下净空应符合下列条件：

（1）桥跨结构底部必须高出计算水位0.5米以上并高出最高流冰水位0.75米以上，但在有流石流泥的河流上，则应高出计算水位1米。支承垫石之顶面必须高出计算水位0.25米以上；

（2）拱桥的拱脚，应高出计算水位及最高流冰水位0.25米以上；如系实体无铰拱桥，不受此限，但应适合下列二项规定：

- a) 计算水位高度应不超过拱矢高度之半；
- b) 由拱顶下面至计算水位之净空至少应有1米。

此外，为了保证列车在桥梁上通过，规定了桥梁建筑限界，如图1-12所示，如果桥上线路为曲线时，应按曲线半径的大小及桥梁的长度而加宽 加宽数字见铁路桥涵设计规范。

§1-5 桥梁的分类

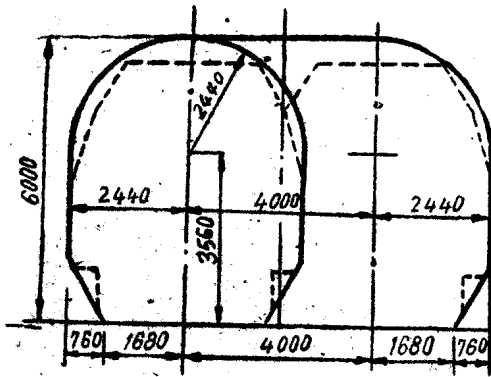
桥梁有下列各种不同的分类法：

(一) 按桥梁全长分:

(1) 小桥——桥梁全长在20米以下者;

(2) 中桥——桥梁全长在20米以上至60米者;

桥限—1



桥限—2

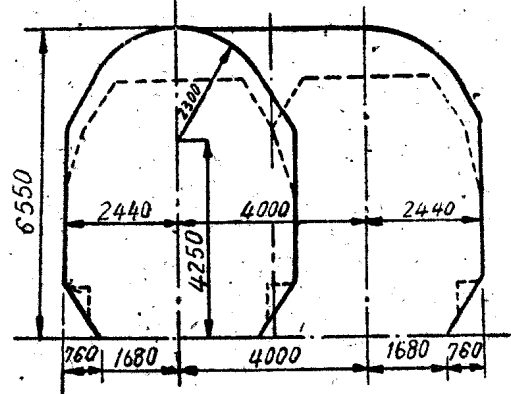


图 1-12 桥梁建筑限界图

(3) 大桥——桥梁全长在60米以上至500米者;

(4) 特大桥——桥梁全长在500米以上者。

(二) 按照桥跨结构在承载作用下的静力性质的特征, 可分为:

(1) 梁式桥——在垂直荷载下, 墩台只产生垂直反力 (图1-13);

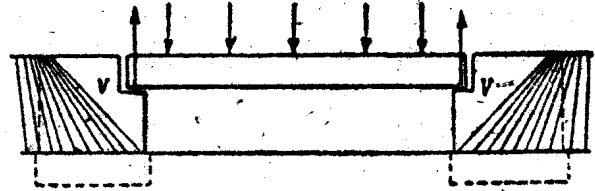


图 1-13 梁式桥

(2) 拱桥——在垂直荷载下, 墩台产生垂直及水平反力 (图1-14);

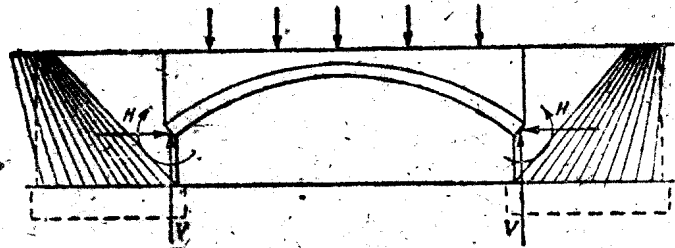


图 1-14 拱桥

(3) 悬桥——桥跨结构的主要承载部分由柔性的链或缆索构成, 链或缆索在垂直荷载下承受拉力 (图1-15);

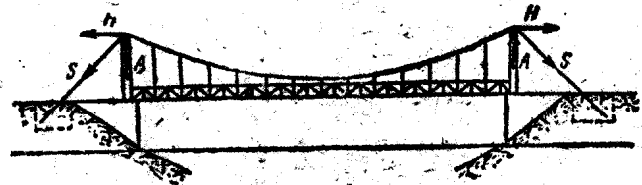


图 1-15 悬桥

(4) 刚架桥——墩台与桥跨连成刚性整体, 常用钢筋混凝土作成, 在垂直荷载下, 墩台产生垂直及水平反力 (图1-16);

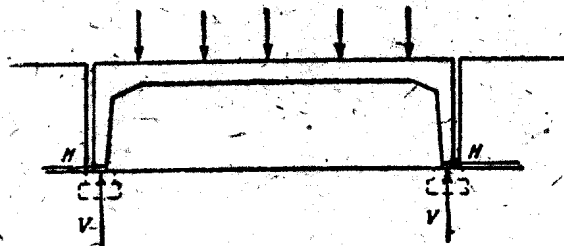


图 1-16 刚架桥

(5) 综合体系的桥——其中同时有几个体系的主要静力特性互相联系并互相配合着, 例如带有加劲梁的柔性拱 (图1-17) 等。

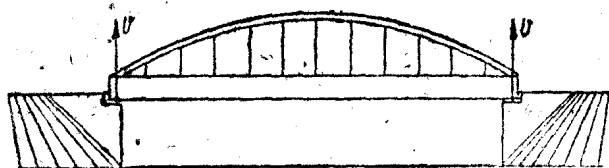


图 1-17 带有加劲梁的柔性拱

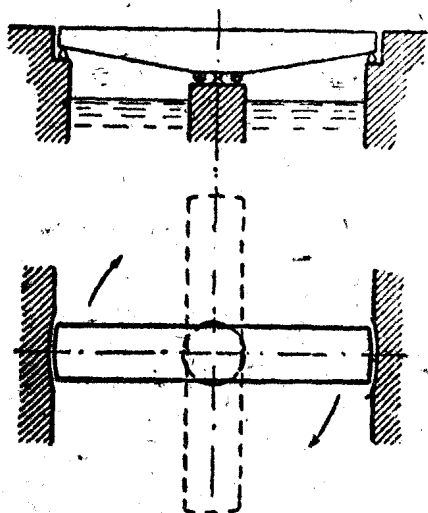


图 1-18 横旋桥

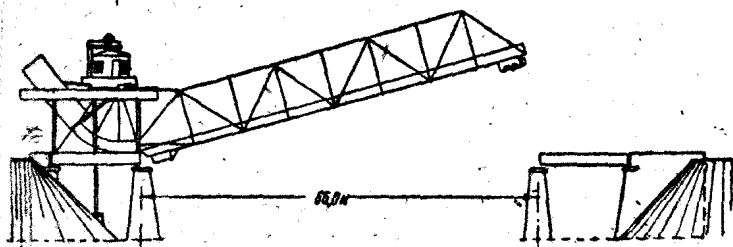


图 1-19 单臂豎旋桥

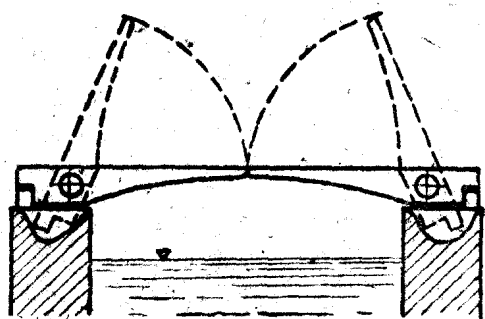


图 1-20 双臂豎旋桥

b) 半穿越式桥——桥面上方无横联结系者 (图 1-22B)；

(3) 混合式桥——桥跨全长中的一部分为上承式桥面，而其余部分则系下承式桥面，又称之为中承式桥 (图 1-23)。

(六) 按照桥轴与河流方向的关系分：

(1) 直桥——桥轴与流向直交；

(三) 按桥跨可否活动分：

(1) 固定桥——桥跨不能开启；

(2) 活动桥——当建桥受到经济等条件所限制，不能造得太高时，若仍作固定桥，将不能通行船舶，宜改作活动桥，以便在必要时，可以开启通船，因其开启方法不同，又可分为下列三种：

a) 横旋桥 桥跨可绕一垂直轴旋转 (图 1-18)；

b) 豎旋桥 桥跨可绕一水平轴旋转 (图 1-19、20)；

c) 豎昇桥 桥跨可上下升降 (图 1-21)。

(四) 按照主要造桥材料分：

1. 木桥；2. 钢桥；3. 石桥；4. 混凝土桥；5. 钢筋混凝土桥。内中除木桥系临时桥外，其余均为永久桥。

(五) 按照桥面的位置分为：

(1) 上承式桥——桥面位于结构 (桁架、梁、拱) 承载部分之上 (图 1-22A)；

(2) 下承式桥——桥面位于两主梁 (桁架或钣梁) 或两拱肋之间，并将荷载传递于其下部。此式桥又可分为二种：

a) 穿越式桥——桥面上方有横联结系者 (图 1-22C)；

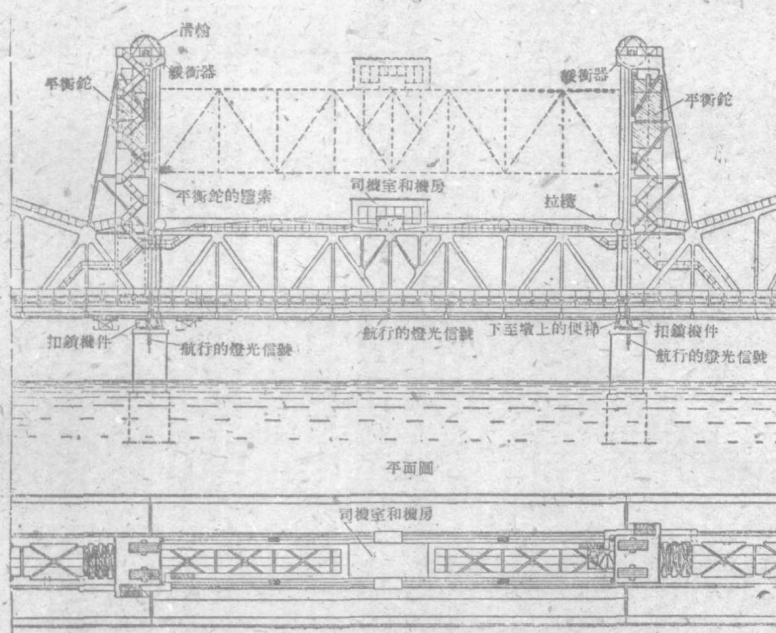


图 1-21 豎昇桥

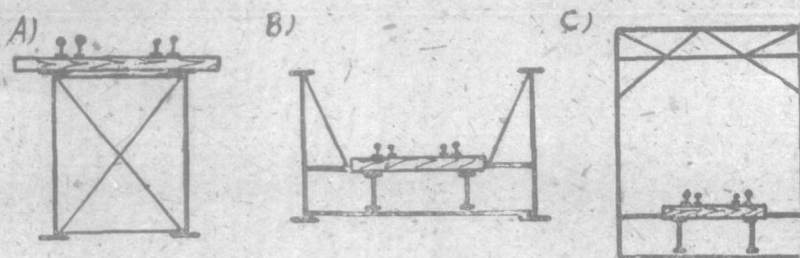


图 1-22 上承及下承式桥图式

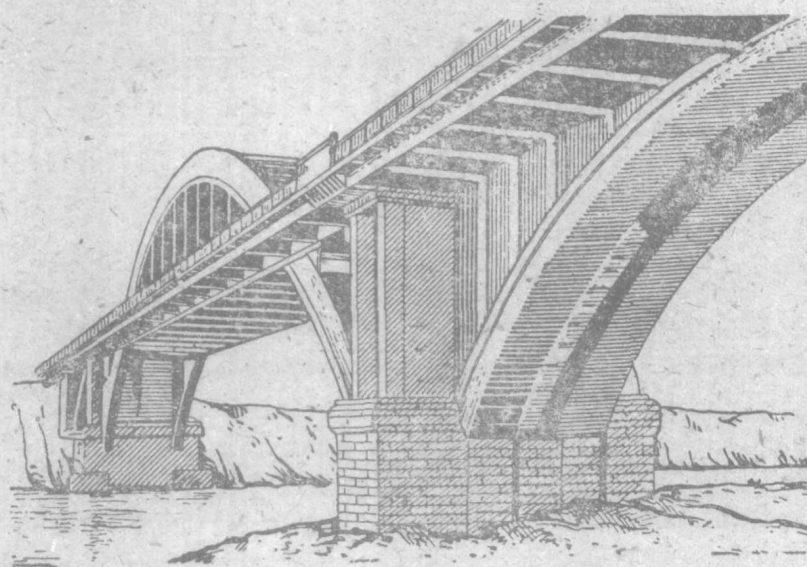


图 1-23 中承式桥

(2) 斜桥——桥轴与流向斜交；

(3) 曲桥——桥轴与流向有时直交，有时斜交（注：曲桥与曲线桥有别，曲线桥是指桥上线路成曲线的桥，这种桥可作成直桥，也可作成曲桥）。

(七) 按照跨越的障碍分：

(1) 河川桥——跨过河流之桥；

(2) 跨线桥——跨过公路或铁路之桥；

(3) 高架桥——横过山谷或深洼建造的桥梁（图 1-24），不仅通过水流，还用来替代路堤（如果建造路堤是不可能，或较建桥为费时）；

(4) 栈桥——升高道路至周围地面以上，而在道路下方留有宽敞空间的桥（图 1-25），如大桥的桥头引道。

上述的桥梁分类，对于研究它们来说是有意义的。但实际上同一座桥梁的各组成部分可能有不同的种类，例如一跨是上承式桥，另一跨却是下承式；一跨是钢桥，另一跨却是钢筋混凝土桥等等。

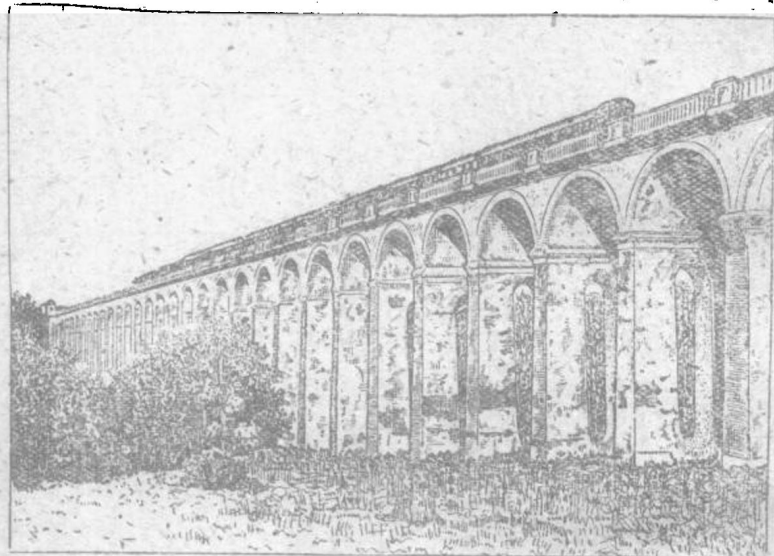


图 1-24 高架桥

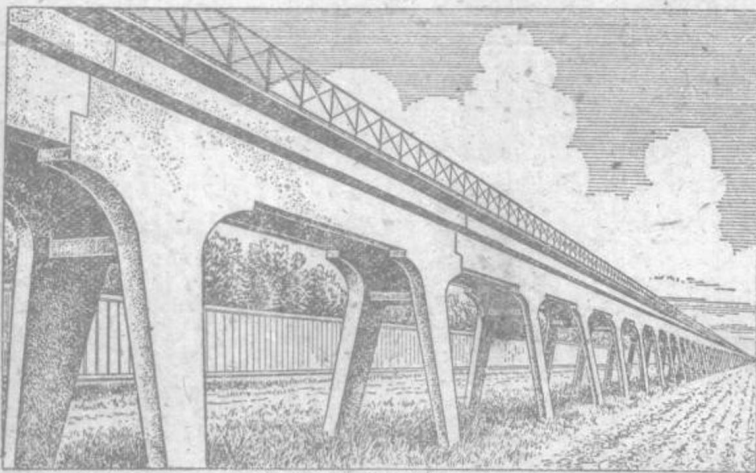


图 1-25 栈桥

§1-6 对桥梁的基本要求

桥梁的结构必须符合适用的目的。就是说：桥梁必须坚固稳定，具有良好的运用质量，保证列车顺利通过，没有重量和速度的特殊限制（即与线路一致）；桥梁应有足够长的使用期限，使用期间内勿须加固或更换；桥梁应保证洪水流冰和船只的安全通过，此外，在必要的场合，它还应满足军事运输的特殊需要，如桥梁受完全破坏的机会较小，或有快速恢复的可能性等等。

桥梁的施工要求迅速，以使整段铁路的完成不致因之延误。为此，在设计中应采用最先进的技术，促成不间断的施工。各组成部分也最好是预先在工厂里制造，只须运至桥址安装，而制造与运装又都采用机械代替人力，即向施工连续化、成品工厂化、杆件预制