

高等學校試用教材

桥梁設計

第一分冊 桥梁总論、木桥、石桥

同济大学等三校編

人民交通出版社

高等學校試用教材

桥梁設計

第一分冊 桥梁总論、木桥、

(公路与城市道路专业)

同济大学等三校

人民交通出版社

本書有三個分冊，本分冊包括橋梁總論、木橋及石橋三部分。在總論中介紹橋梁基本概念，設計的要點和依據；木橋和石橋中介紹其構造原理和設計方法。

本分冊主要參考書是蘇聯E. E. 紀卜西曼教授著的公路木橋。分冊中橋梁總論由同濟大學主編，木橋由西安公路學院主編，石橋由哈爾濱建築工程學院主編。并由同濟大學組織審查定稿。

本分冊可作為高等專業學校試用教材，亦可供交通部門有關專業人員工作或業餘學習的參考。

希望使用本書的單位或個人多多提出改進意見，逕寄上海同濟大學，以便再版時修改。

目 录

第一篇 橋梁設計总論

第一章 橋梁的組成、分类及各类橋梁的特点	6
第一节 橋梁的組成和分类	6
第二节 建筑橋梁的材料	11
第三节 橋梁的体系和它的应用	15
第四节 铁路桥和公路桥的比較	23
第五节 目前橋梁工程技术的发展情况	25
第二章 橋梁的設計和规划要点	27
第一节 設計程序和要求	27
第二节 桥址选择	28
第三节 橋梁的縱剖面、橫剖面和桥头布置	29
第四节 橋梁的跨度和类型的选择	37
第三章 橋梁的荷載	40
第一节 荷載的种类	40
第二节 主力	40
第三节 附加力	44
第四节 确定标准荷載和荷載变化系数的原理	46

第二篇 木 橋

第一章 木桥概述	48
第一节 木桥的主要体系及其应用范围	48
第二节 木桥发展簡史	50
第二章 梁桥	57
第一节 梁桥的型式与构造	57

第二节	梁桥桥跨结构的计算	71
第三节	梁桥木墩台的计算	90
第三章	撑架桥	99
第一节	撑架桥的主要体系及其特点	99
第二节	撑架桥的构造	101
第三节	撑架桥的计算	105
第四章	桁架桥	116
第一节	木桁架桥的主要体系	116
第二节	豪氏桁架桥的组成及主要图式	119
第三节	豪氏桁架桥的构造	120
第四节	豪氏桁架桥的计算	129
第五节	木板桁架桥	147
第六节	大跨径木桥墩台的构造特点	154
第五章	胶合木桥	160
第一节	概述	160
第二节	胶合木桥的构造特点	161
第六章	铁路木桥	167
第一节	概述	167
第二节	铁路小跨木桥的体系	167
第三节	铁路小跨木桥的构造特点	169
第四节	铁路木桥的计算特点	175
第七章	浮桥	179
第一节	浮桥的组成及布置	179
第二节	浮桥计算的几点说明	183

第三篇 石 桥

第一章	石桥概述	185
第一节	石桥的主要特点及其适用范围	185
第二节	石桥简史及其在我国的发展概况	186
第二章	石桥的构造	190

第一节	石桥的主要組成部分	190
第二节	石桥的主要体系	191
第三节	实腹拱桥的构造	192
第四节	空腹拱桥的构造	196
第五节	窄拱桥的构造	199
第六节	學拱桥的构造	202
第七节	高架桥的构造	205
第八节	混凝土桥的特点	207
第九节	石桥的构造細节	208
第十节	铁路石桥的构造要点	221
第三章	石桥設計	223
第一节	石桥图式的拟制方法	223
第二节	拱軸綫形状的选择	226
第三节	拱圈外形的选择	227
第四节	等截面与变截面拱圈的选择	228
第五节	拱圈截面尺寸的初步拟定	229
第六节	墩台主要尺寸的初步拟定	230
第四章	石桥計算	237
第一节	变截面悬鏈綫拱的計算	237
第二节	其他形式无鉸拱圈的計算	262
第三节	拱圈应力調整	263
第四节	墩台計算	266
参考文献		273

序

修建铁路和公路，发展交通事业，是我国社会主义建设事业中的重要项目之一，其中桥梁涵洞的修建占有重要的地位。在铁路上大约平均每3公里有两座桥涵，它们的建筑费用占铁路的建筑费用的8~10%，在山区这个比例还大些。在公路上的情况也大致相同。而且一座大桥的建成，例如武汉长江大桥，对于加速国家的经济建设起着重大的作用。在通车的路线上，桥涵的维修加固对保证正常的交通运输有重要的意义，例如京广线上的黄河铁桥，长2.8公里，解放前因桥面到桥基础年久失修，所以火车须分段在桥上驶过，每列车的通过时间达3小时之多，严重地影响交通。解放后经过了加固，列车驶过全桥仅需时五分钟。在我国第一个五年经济建设期间，公路上重修、补建和加固的桥梁就达24万余米。

桥梁设计这门课程，是培养桥梁工程技术人员的主要专业课程之一。它的目的是使同学运用材料力学、结构力学、建筑材料、结构设计原理等课程中和在生产劳动中获得的知識，来学习桥梁涵洞的构造原理和它们具体设计的方法。

桥梁技术工作者在设计桥梁时，应当明确桥梁与路线的关系。因为桥涵位置的选择必须与路线配合，所以在学习桥梁设计的同时，应当认真学习路工方面的知識。

桥梁设计的合理与否，往往能带来很大节约或浪费。因此桥梁的设计必须从当地地质水文条件、制造施工条件和经济条件等各方面考虑，以便作到技术上可能经济上合理。

本教材内容分下列几篇：

第一篇 桥梁设计总論

第二篇 木桥

第三篇 石 桥

第四篇 鋼筋混凝土桥

第五篇 預应力混凝土桥

第六篇 鋼桥

第七篇 桥梁规划

本課程的各篇是按建桥材料划分的。在各篇中，首先对桥梁的体系进行广泛的分析，然后按这些桥梁在铁路、公路或城市道路中应用的情况，对它们的构造及設計方法，加以不同深度的闡述。

本教材的“总論”、“預应力混凝土桥”、“鋼桥”、“桥梁规划”等篇由同济大学，“木桥”、“鋼筋混凝土桥”等篇由西安公路学院，“石 桥”一篇由哈尔滨建筑工程学院負責編写，最后由主編单位同济大学組織审稿和定稿。参加审稿和定稿的单位有西安公路学院、同济大学、成都工学院、哈尔滨建筑工程学院、南京工学院和湖南大学。

第一篇 桥梁設計总論

第一章 桥梁的組成、分类及各类桥梁的特点

第一节 桥梁的組成和分类

桥梁的基本組成部分是桥跨結構（有时称上部結構或桥孔結構）、桥墩、桥台（图1-1-1）。桥跨結構是在綫路中断时跨越障碍（如河流、山谷或其它綫路等）的結構物。桥梁两端一般設置桥台，其作用是支承桥跨結構，并防止路堤滑坡。在多孔桥梁中，两桥台間設置桥墩，以支承桥跨結構。

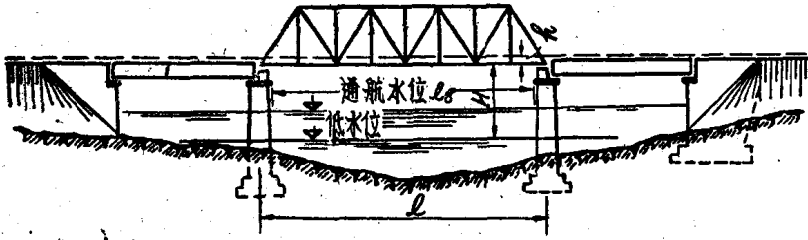


图1-1-1 桥梁組成部分示意图

桥跨結構两支承点的間距，称計算跨径。此外，桥梁还有下面一些主要尺寸，桥梁的布置和結構将与这些主要尺寸有密切的关系：桥梁淨跨径——設計洪水位綫上相邻两墩台的淨間距；桥梁总跨径——桥梁各孔淨跨径的总和；桥下淨高(H)——設計洪水位或計算通航水位对桥跨結構最低边缘的高差；桥梁建筑高度(h)——桥道頂面或軌頂对桥跨結構最低边缘的高差；桥梁的容許建筑高度——道路（或鉄路）定綫中所确定的桥道頂面或軌頂标高对桥下通航（或通車）必須的淨空高度之差。

桥跨結構由主要承重結構物（包括各种联結系）及桥道組

成。根据容許建筑高度的大小和实际需要，桥道可布置在桥跨结构的上面或下面。布置在桥跨结构上面的称上承式桥（图1-1-1边孔）；下面的——下承式桥（图1-1-1中孔）。

上承式桥的主要优点是构造简单；桥跨结构的宽度可以做得很小，因而节省了桥梁墩台的圬工用量；桥道布置简单而省料，所以它很经济；桥梁的扩建较容易；旅客在桥上通行时，视野开阔。最后一点对公路及城市桥梁尤为重要。

下承式桥梁只是在容許建筑高度很小、建造上承式桥梁很不经济的条件下使用。因为桥梁造价包括桥头填土的费用，如果为了增加容許建筑高度而提高路基，势必增加大量的土方工程，这样往往反不经济。这一点在设计铁路桥梁时特别重要。

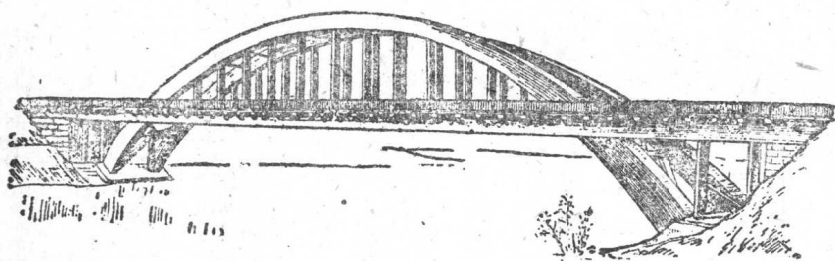


图1-1-2 中承式桥梁的概貌

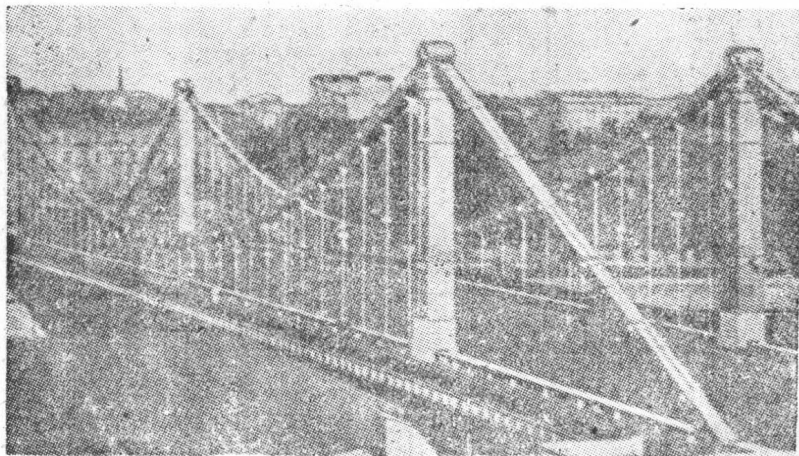


图1-1-3 莫斯科克里姆桥用加勁梁将行车道和人行道隔开

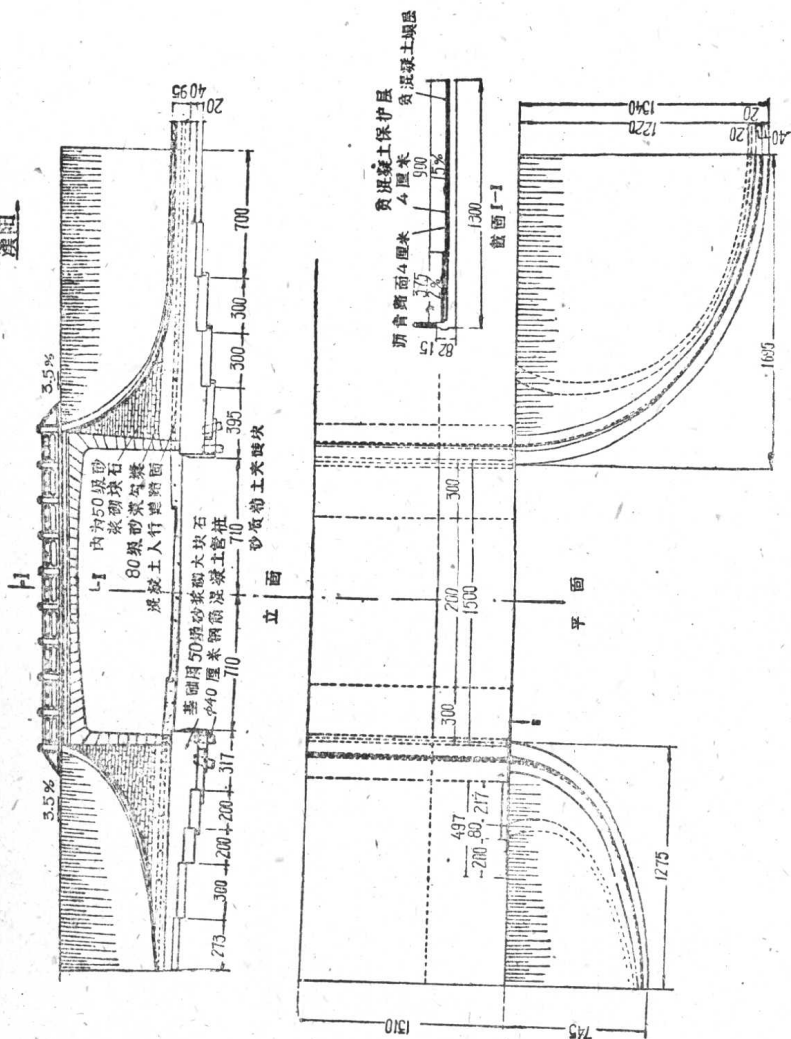


图1-1-4 武汉市汉正街跨线桥

有时候，可以将桥道布置在桥跨结构中部高度平面上（图1-1-2），或者将桥面略微放低，使主梁高出路面1米左右（图1-1-3）。后一种处理方式可以使桥面上视野开暢，而且可以把行人道和行车道隔开，以保证交通安全。

在桥梁建筑工程中，除了上述基本结构外，常常附属有路堤、护岸、导流结构物等工程，其建设费用有时占整个桥梁建设费用的很大部分。

桥梁有各种分类方式。根据预计的使用期限可以分为永久性桥梁、临时性桥梁、或半永久性桥梁。木桥一般属于临时性桥梁。

按桥梁的用途来划分，有公路桥、铁路桥、公路铁路两用桥、行人桥、运水桥及其它专用桥梁（如通过管路、电缆等）。

按主要承重结构所用的材料来划分，有木桥、圬工桥（包括砖、石、混凝土桥）、钢筋混凝土桥和钢桥。

按静力体系划分，有梁式桥（图1-1-1）、拱桥（图1-1-2）、吊桥（图1-1-3）、刚架桥（图1-1-4）、组合体系桥（图1-1-5）

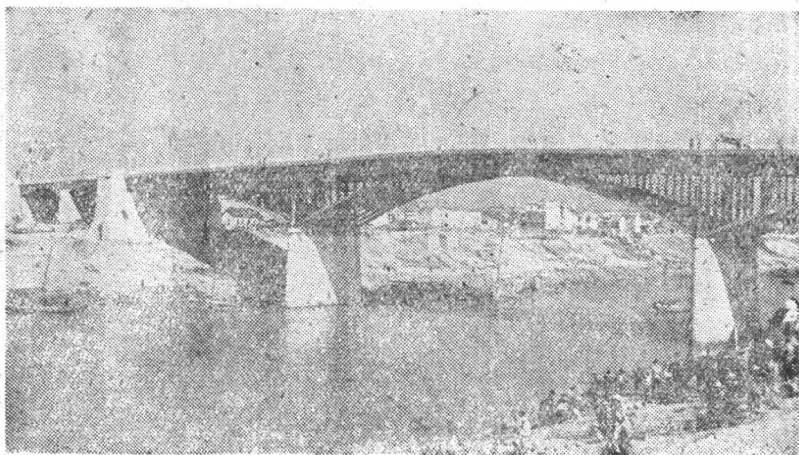


图1-1-5 淡水公路钢桥 $L=54+87+54\text{m}$

和撑架桥。前面四种体系一般称为桥梁的基本体系。

除了上述桥梁外，尚有其它各种桥梁，如跨线桥（图1-1-4）。

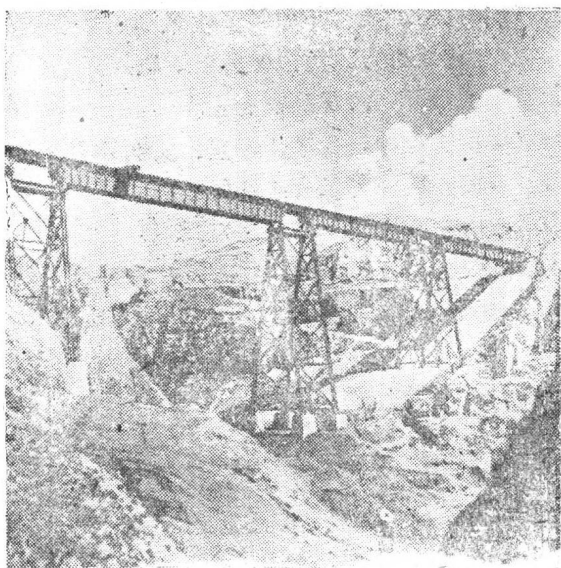


图1-1-6 天兰铁路上一座高架桥

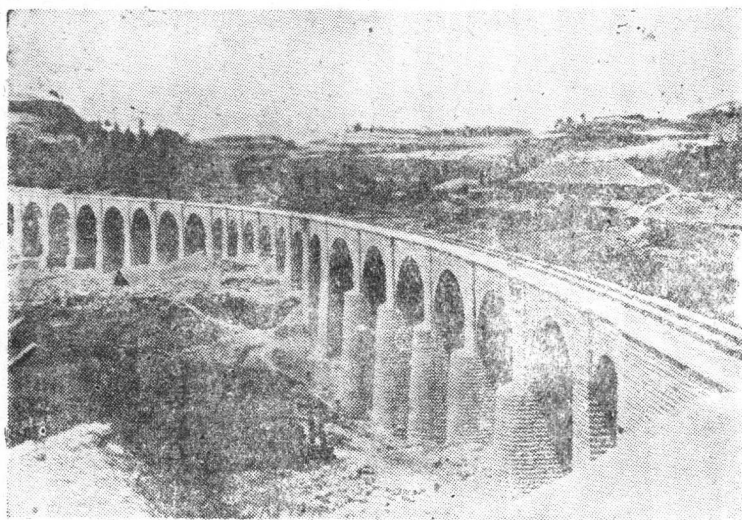


图1-1-7 成渝铁路上一座栈桥

高架桥(图1-1-6)、栈桥(图1-1-7)、开合桥(图1-1-8)、浮桥(图1-1-9)、漫水桥等等。按实际应用的多寡,本课程中仅讨论固定式桥梁,关于开合桥及浮桥等,只作扼要的介紹。

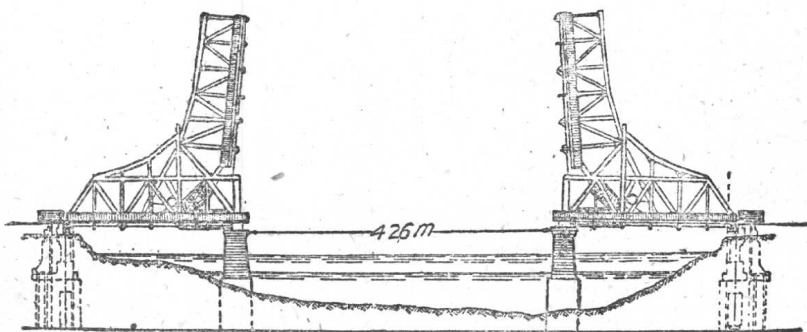


图1-1-8 开合桥(天津解放桥)

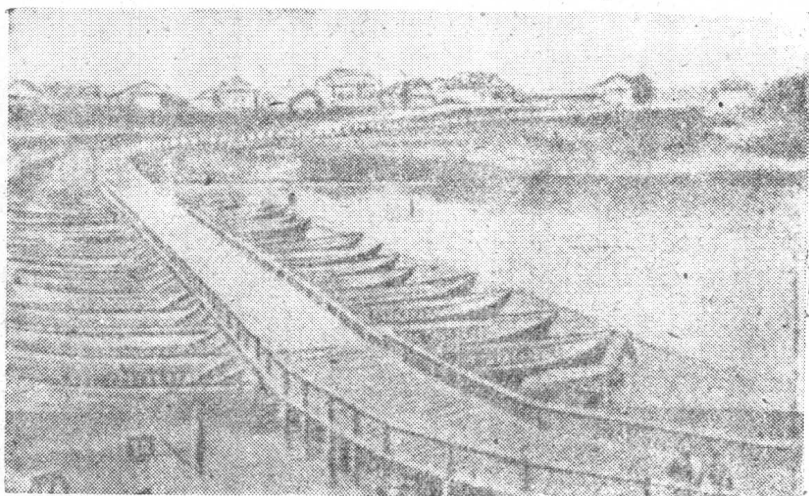


图1-1-9 浮桥

第二节 建筑桥梁的材料

建筑桥梁采用的材料有木材、砖、石、混凝土钢筋混凝土和鋼,极个别的情况使用輕金属。同一座桥的各部分所用的材料亦有不同。

墩台多用混凝土或钢筋混凝土制成,在产石地区常用石块砌

成。木桥的墩台多采用木料。城市中的跨线桥和山谷高架钢桥则常用钢柱或钢架作为桥墩。公路和城市道路的钢桥桥道板，多用钢筋混凝土制成。

木材的主要优点是制造、施工简易迅速，适合于就地取材和就地加工；主要缺点是容易腐朽。近年华南修建的公路木桥，使用年限仅3~6年，经过防腐处理可能延长1~2倍。因此，木桥一般不是永久性的桥梁。在铁路上一概只容许用于地方性线路。

由于木材强度不高，一般不能做很大跨径，很少做到30~50m以上的，但在山区修建吊桥时，经常用木桁梁做成加劲梁。我国木材资源虽丰富，但用途极广，应当尽量节约木材；因此，对中小跨径桥梁应尽可能用其它比较容易获得的材料来建造。

石料和混凝土的特点是抗压强度很高而抗拉能力极小，因此适宜做成拱桥，且可做到很大的跨径。一千三百年前为李春所建的赵州桥不仅在跨径上达到惊人程度（37.47m），且构造新颖，为石拱桥结构创造了光辉的范例（图1-1-10）。目前世界石拱桥的最大跨径已达到90m。我国正修建的石拱桥的跨径已超过这一数值。

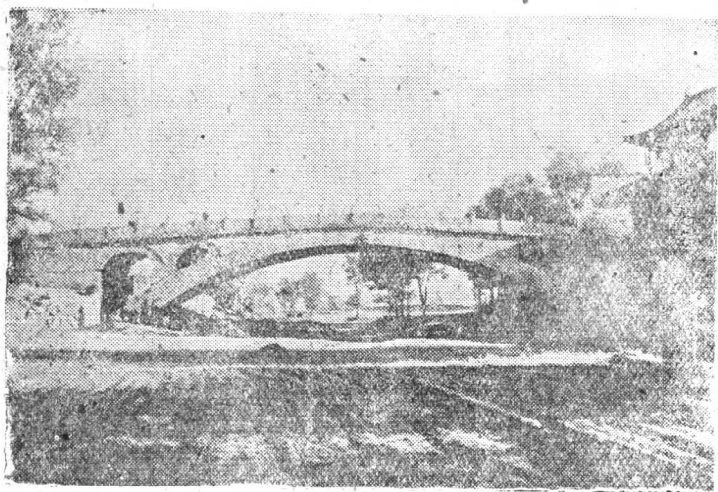


图1-1-10 赵州桥（石拱桥）建于隋朝 $L=37.47\text{m}$

石拱桥的优点是使用年限很长，养护費用低，式样美观。便于就地取材，大量节约鋼筋、水泥和充分調动地方建設的积极因素是石拱桥最大特点。1958—59年我国工农业生产大跃进中，在社会主义建設总路綫的光輝照耀下，在石拱桥建筑方面取得了輝煌的成就。因此它已成为我国桥梁（主要是公路桥）的主要結構型式之一。目前在我国跨径50 m以上的石拱桥已不断出現；而且正在設計和修建更大跨径的石拱桥。重量大、修建时支架費用大和占用劳动力多是当前石拱桥迫切需要解决的問題。

混凝土拱桥的情况和石拱桥相似。在活載比重較大时，选择截面比較困难（为了避免較大的拉应力出現）。因此，在大跨径拱桥中常采用鋼筋混凝土拱桥（图1-1-11）。

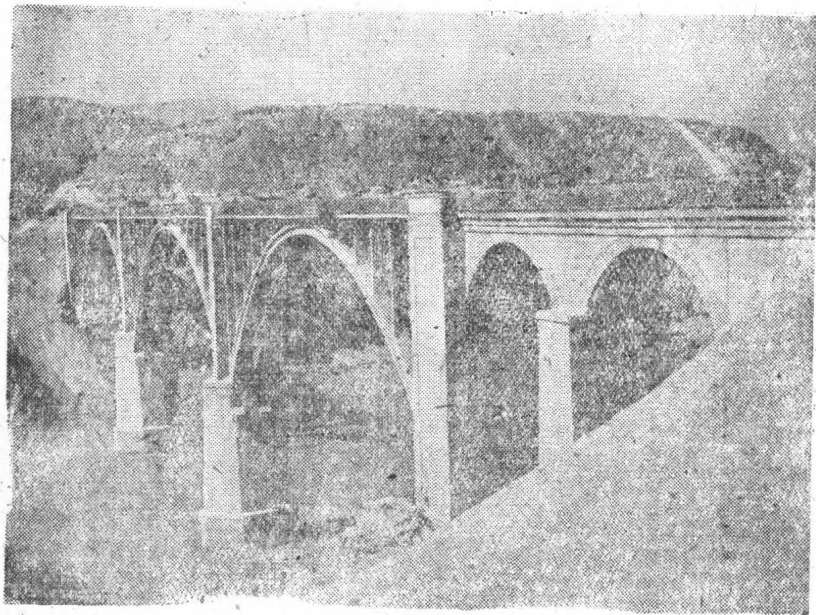


图1-1-11 包兰铁路三里河铁路鋼筋混凝土拱桥

目前在大型桥梁中，經常采用鋼筋混凝土桥和鋼桥。

鋼筋混凝土桥和預应力混凝土桥的优点是使用年限很长，养护費用低，式样美观，且可以做到很大跨径。装配式的鋼筋混凝土桥，可以在工厂預制，在工地迅速架設。目前它是經常被采用

的一种桥梁。

钢筋混凝土桥的缺点是自重大，更改、加固和拆除很麻烦。

随着跨径的加大（例如，100m以上），钢筋混凝土桥的重量增大，其架设也比较麻烦。但是，钢筋混凝土桥往往因为能节省大量钢材及上述优点而仍被采用。

按跨越能力，钢筋混凝土拱桥可以做到250~300m以上。

近年来，预应力混凝土桥有很大的发展。在各种体系的特大跨径方面，它正在大踏步地追赶钢桥。例如，跨越莱因河的窝尔姆斯桥的预应力混凝土悬臂梁桥的跨径已达到123m(图1-1-12)。

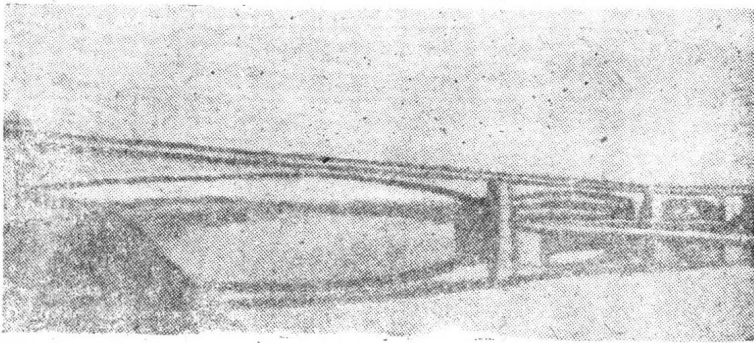


图1-1-12 大跨预应力混凝土悬臂梁桥

钢材的优点是强度极高，品质均匀和加工性能好，因此钢桥的特点是可靠性大，很轻，跨越能力最大，便于工厂加工，工地架设、加固和调换等。它的缺点是养护费用较大，需要较多的加工和架设的机具设备。

在大跨度桥梁中，钢桥的各种体系对当地地质、地貌、水文条件的适应性较大，在安装架设上比较容易(图1-1-13)。这是它被采用的重要原因。当跨径在50m以下时，钢桥有快速施工的优点，所以在铁路桥中仍常采用。

应当强调指出，钢材为社会主义建设各项事业所必需，在桥梁工程中，必须严格节省钢材。另一方面，对某些重大的桥梁工程，如建造钢桥更为经济时，仍可采用钢桥。

在选择桥梁建筑材料时，不仅比较它们的建筑费用，还应当包