

高等學校試用教材

桥梁及道路人工构造物

第一分冊 总論、木桥、石桥

同济大学等三校合編

人民交通出版社

高等學校試用教材

桥梁及道路人工构造物

第一分冊 总論、木桥、石桥

(公路与城市道路专业用)

人民交通出版社

本書有三個分冊，本分冊包括橋梁及道路人工構造物總論、木橋及石橋三部分。在總論中介紹橋梁的基本概念，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。

本書主要參考資料是蘇聯 E. E. 紀卜西曼教授著的公路木橋。書中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，最後由同濟大學組織審查定稿。

本書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

序

第一篇 桥梁及道路人工构造物总論

第一章 桥梁的組成、分类及各类桥梁的特点.....	6
第一节 桥梁的組成和分类.....	6
第二节 建筑桥梁的材料.....	9
第三节 桥梁的体系和它的应用.....	12
第四节 桥梁发展及对公路桥梁設計的要求.....	18
第二章 桥梁的設計和规划要点.....	21
第一节 設計程序和要求.....	21
第二节 桥址选择.....	22
第三节 桥梁的縱剖面、横剖面和桥头布置.....	23
第四节 桥梁的跨度和类型的选择.....	30
第三章 桥梁的荷載.....	33
第一节 荷載的种类.....	33
第二节 主力.....	34
第三节 附加力.....	40

第二篇 木 桥

第一章 木桥概述.....	42
第一节 木桥的主要体系及其应用范围.....	42
第二节 木桥发展簡史.....	44
第二章 梁桥.....	51
第一节 梁桥的型式与构造.....	51

第二节	梁桥桥跨结构的计算	65
第三节	梁桥木墩台的计算	48
第三章	撑架桥	93
第一节	撑架桥的主要体系及其特点	93
第二节	撑架桥的构造	95
第三节	撑架桥的计算	99
第四章	桁架桥	110
第一节	木桁架桥的主要体系	110
第二节	豪氏桁架桥的组成及主要图式	113
第三节	豪氏桁架桥的构造	114
第四节	豪氏桁架桥的计算	123
第五节	木板桁架桥	141
第六节	大跨径木桥墩台的构造特点	148
第五章	胶合木桥	154
第一节	概述	154
第二节	胶合木桥的构造特点	155
第六章	铁路木桥	161
第一节	概述	161
第二节	铁路小跨木桥的体系	161
第三节	铁路小跨木桥的构造特点	163
第四节	铁路木桥的计算特点	169
第七章	浮桥	173
第一节	浮桥的组成及布置	173
第二节	浮桥计算的几点说明	177

第三篇 石 桥

第一章	石桥概述	179
第一节	石桥的主要特点及其适用范围	179
第二节	石桥简史及其在我国的发展概况	180
第二章	石桥的构造	184

第一节	石桥的主要組成部分	148
第二节	石桥的主要体系	185
第三节	实腹拱桥的构造	186
第四节	空腹拱桥的构造	190
第五节	窄拱桥的构造	193
第六节	疊拱桥的构造	196
第七节	高架桥的构造	199
第八节	混凝土桥的特点	201
第九节	石桥的构造細节	202
第十节	铁路石桥的构造要点	215
第三章	石桥設計	217
第一节	石桥图式的拟制方法	217
第二节	拱軸綫形状的选择	220
第三节	拱圈外形的选择	221
第四节	等截面与变截面拱圈的选择	222
第五节	拱圈截面尺寸的初步拟定	223
第六节	墩台主要尺寸的初步拟定	224
第四章	石桥計算	231
第一节	变截面悬鏈綫拱的計算	231
第二节	其他形式无鉸拱圈的計算	256
第三节	拱圈应力調整	257
第四节	墩台計算	260

参考文献

序

根据社会主义建設总路綫的要求，在全国范围内要逐步建立一个以現代交通工具为主的四通八达的运输网。这个运输网主要由通航河流、铁路及公路組成。在公路和铁路修建中，桥梁与涵洞占有重要的地位。在平原地区公路桥涵造价占公路总造价的7~10%，而在山岭地区則高达15~20%。在低級路面或天然土路面的公路中，桥涵造价約占公路总造价的30~40%。公路桥涵的平均数量在平原区每公里約为0.8~1.5座，在山岭区約为5座，在具有人工水利系統的稻田区則每公里可达15座之多。在通車的公路綫中，还有大量的渡口。如果将这些渡口改建为桥梁，則对交通运输事业更为有利。現有桥涵的維修和加固对保証正常的交通运输也有非常重要的意义。在我国第一个五年經濟建設計划期間，在公路上重修、改建和加固的桥梁就达24万多米。

講授桥梁及道路人工构造物这门課程的目的是使同学在运用力学、建筑材料、施工机械和結構設計原理等課程和生产劳动中获得的知識的基础上，来学习并通达桥梁及道路人工构造物的設計原理和施工方法。

本書包括下面几篇：

第一篇 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 桥梁建筑、維修、加固与修复

第八篇 其它人工构造物

在总論中主要介紹有关桥梁的基本知識和設計依据。第二至第六篇是按建桥材料来划分的。在各該篇中分別介紹它們的設計原理和計算方法。第七篇介紹桥梁建筑、維修、加固与修复的基本知識。最后对其它人工构造物（如涵洞、挡土牆、隧道、山区特殊人工构造物等）只作簡略的介紹。

本教材的总論、預应力混凝土桥、鋼桥、其它人工构造物等篇由同济大学，木桥、桥梁建筑、維修、加固与修复等篇由西安公路学院，而石桥一篇由哈尔滨建筑工程学院，分別負責編写，鋼筋混凝土桥一篇由湖南大学和西安公路学院合編，最后由同济大学組織审稿和定稿，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、湖南大学等单位代表参加。

第一篇 桥梁及道路人工构造物总論

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。

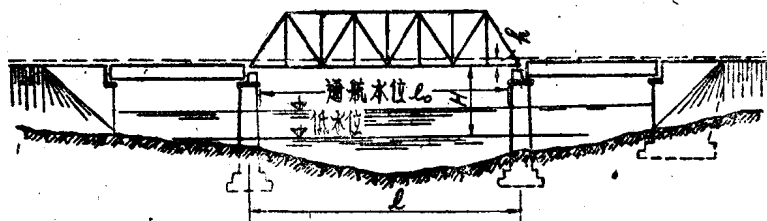


图1-1-1 桥梁組成部分示意图

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1-1-2 a、в）；下面的——下承式桥（图1-1-2 г、ж）。

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。

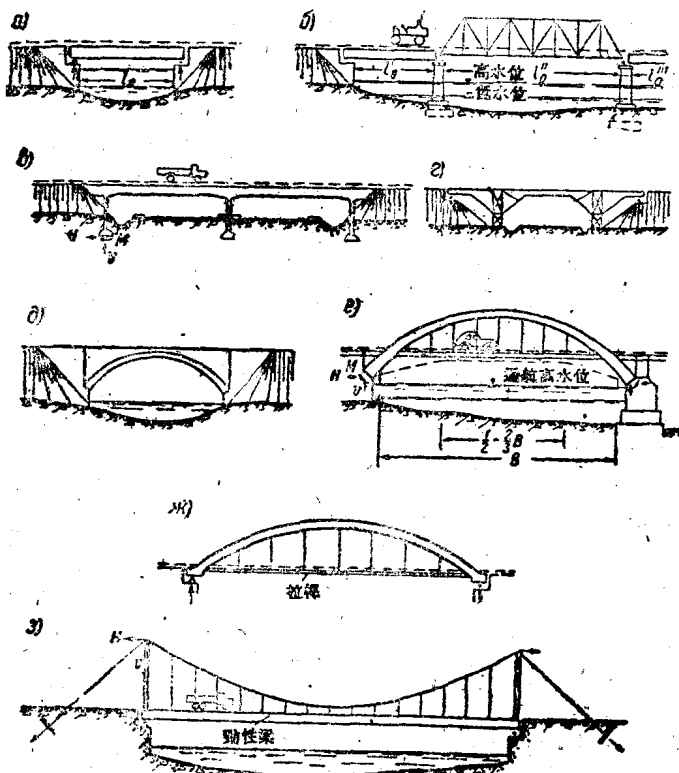


图1-1-2 桥梁的各种体系

有时候，可以将桥道布置在桥跨结构中部高度平面上（图1-1-2e），或者将桥面略微放低，使主梁高出路面1米左右。后一种处理方式可以使桥面上视野开暢，而且可以把人行道和行车道隔开，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筑费用的很大部分。

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。

按桥梁的跨径及长度，可分为大型桥（多孔全长为100米或100米以上的，或多孔全长虽在100米以下，但其中有一孔的净跨径为30米或在30米以上的，以及单孔净跨径在30米或30米以上的，都属于大型桥）；中型桥（多孔全长在30米以上100米以下，其中每孔净跨径都在30米以下的，以及单孔净跨径在30米以下，10米以上的都属于中型桥）；小型桥（多孔全长为30米或30米以下的，以及单孔净跨径在10米或10米以下的都属于小型桥）。

小型桥与涵洞的区别是：桥涵净跨在2米或2米以下的，无论有无顶填土，都属于涵洞，在6米或6米以上的属于小型桥，在2米至6米之间的，若顶填土连路面厚度在内大于50厘米的属于涵洞，小于或等于50厘米的属于小型桥。箱涵可以无顶填土而只铺路面，如明涵仍属于涵洞。

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1-1-2a和b）、拱桥（图1-1-2d、e、ж）、吊桥（图1-1-2з）、刚架桥（图1-1-2в）、组合体系桥和撑架桥（图1-1-2r）。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1-1-2б）。

高架桥、栈桥、开合桥（图1-1-3）、浮桥（图1-1-4）、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，其他只作扼要的介紹。

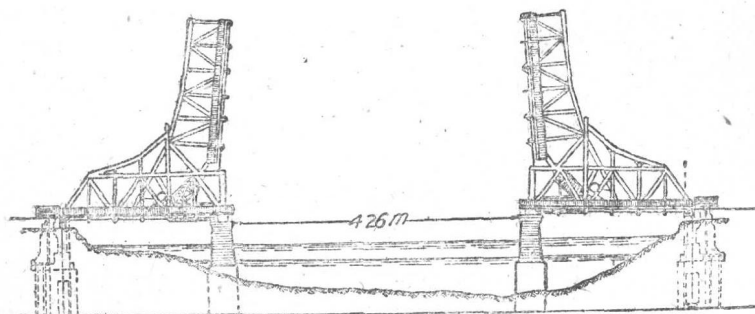


图1-1-3 开合桥（天津解放桥）

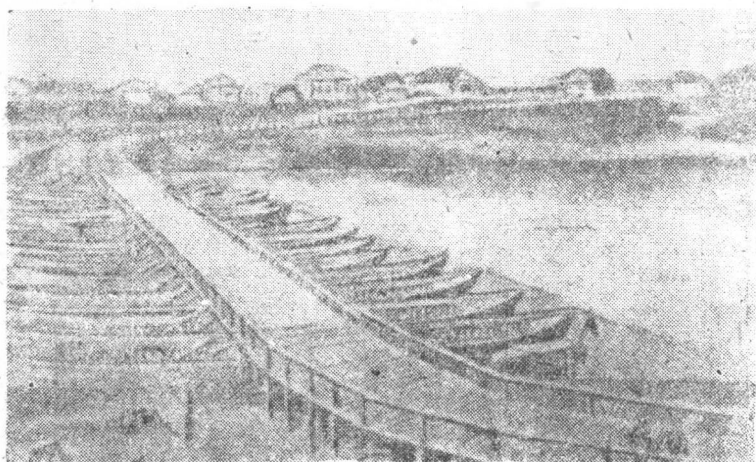


图1-1-4 浮桥

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所不同。

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1-1-5）。目前世界石拱桥的最大跨径已达到90m。我国近年来新建的石拱桥已大大超过这一跨径。

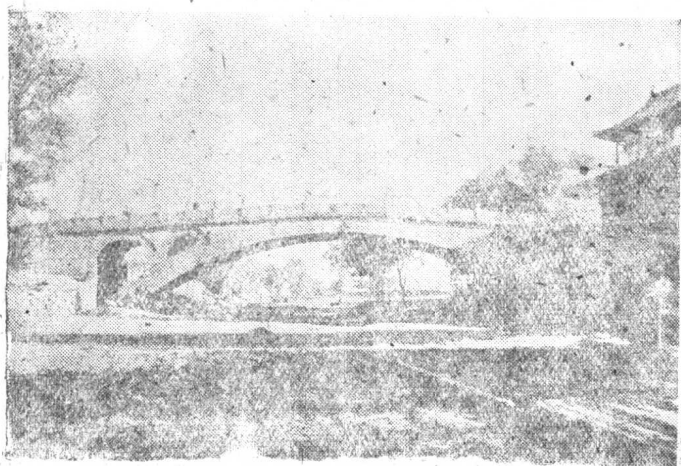


图1-1-5 赵州桥（石拱桥）跨径=37.47m

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。目前我国跨径50m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。

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，美观，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。

鋼筋混凝土桥的缺点是自重大，更改、加固和拆除很麻煩。

随着跨径的加大（例如，100m以上），鋼筋混凝土桥的重量增大，其架設也比較麻煩。但是，鋼筋混凝土桥往往因为能节省大量鋼料及上述优点而仍被采用。

按跨越能力，鋼筋混凝土拱桥可以做到250~300m以上。近年来，預应力混凝土桥有很大的发展，因此在各种体系的大跨径桥梁中常采用。

鋼材的优点是强度极高，品質均匀和加工性能好，因此鋼桥的特点是可靠性大，很輕，跨越能力最大，便于工厂加工，工地架設、加固和調換等。它的缺点是养护費用較大，需要較多的加工和架設的机具設備。

在大跨度桥梁中，鋼桥的各种体系对当地地質、地貌、水文条件的适应性較大，在安装架設上比較容易，这是它被采用的重要原因。

应当強調指出，鋼材為社會主義建設各項事業所必需，在橋梁工程中，必須嚴格節省鋼材，使它使用在更需要的地方去。

在選擇橋梁建築材料時，不僅比較它們的建築費用，還應當包括養護和折舊費用在內；並且應當注意就地取材。例如產石地區應儘可能做石橋，以節省木料和鋼筋。在一般情況下，採用鋼筋混凝土橋梁還是合理的。

第三節 橋梁的體系和它的应用

一、各種主要體系的比較

橋梁的體系一般指主要承重結構物（如主梁、拱肋等）的靜力體系而言。基本的體系有四種：梁式橋、拱橋、剛架橋、吊橋。此外尚有組合體系橋、撐架橋等。

在四種基本體系中，除梁式橋外，都是有水平支承反力 H 的。水平支承反力 H 能減少結構物的跨中彎矩。與其它基本體系比較，梁式橋的彎矩最大，其橋跨結構材料較多。儘管這樣，梁式橋的應用範圍最廣。這主要是因為梁式橋構造簡單；製造方便；因為它簡單地支承在墩台上，所以工地架設簡便，修復調換也容易。由於它只有豎向支承反力，所以墩台圬工最節省。

拱橋也是一種很好的橋梁。因為其拱肋中主要受壓，彎矩也很小，所以適宜用圬工材料（石料、混凝土）做成；拱橋跨越能力大，剛度大，外形也很美觀。拱橋可做得雄偉壯麗，也可做得輕巧秀麗，這與它的矢度有關。

拱橋的缺點是施工比較困難，支架的費用很大，在地質不好或因地勢和水文關係須做很高很大的墩台時，則墩台的建築費用很大。

吊橋主要利用吊纜索來承受荷載。吊纜索是用高強鋼索做成的，所以它最輕，跨越能力最大（目前最大的吊橋跨徑已達1280 m），同時吊橋的外形可以做得很美觀。

吊橋的另一特點是便於架設，因此適宜於山區橋梁。在我國

西南地区常采用这种体系(图1-1-6)。

刚架桥的受力情况介乎梁与拱之間；它的压力比跨度相同的拱小，弯矩則介于拱、梁之間。这种桥的特点是建筑高度可以做得很小，在城市中跨越街道或通航小河的桥常用刚架桥。近来在刚架桥建筑时，可以采用各种施工程序及特別措施，来調整刚架中的应力，以达到最大的經濟效果。

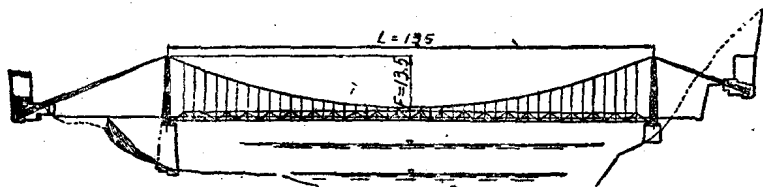


图1-1-6 滇緬公路澜滄江桥

二、各种梁式桥的比較

梁式桥按构造特点可分为实腹梁桥(图1-1-2a)和桁梁桥(图1-1-2b)。桁梁的杆件主要承受軸向力,因此在材料的利用上比普通的实腹梁桥要經濟。但实腹梁的构造簡單,便于制造,因此一般在跨径不很大的情况下比桁梁桥为經濟。如果在結構上采取特殊措施,在个别大跨度桥梁中,也会使得实腹梁桥作到經濟合理。

按靜力体系来分,梁式桥可分为簡支梁桥、連續梁桥和悬臂梁桥。由于經濟和美观,两孔連續梁的跨径宜相等;三孔連續梁的端孔跨径最好为中孔跨径的0.5~0.8。連續梁多为三孔,极少超过五孔。

悬臂梁桥的桥跨結構有二种:錨固孔和悬孔(图1-1-7),有鉸存在的孔径称悬孔;无鉸的孔径称錨固孔,錨固孔作用是穩定悬孔。为了避免在錨固孔中产生負的支承力和从經濟方面考虑,悬孔跨径一般不大于錨固孔的1.2倍,自由梁的跨径宜为悬孔跨径的0.55~0.7。

上述三种梁式桥可以从力学性能、材料用量、使用質量、制

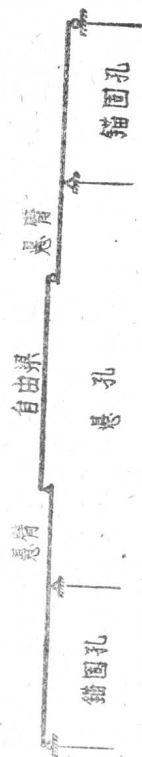
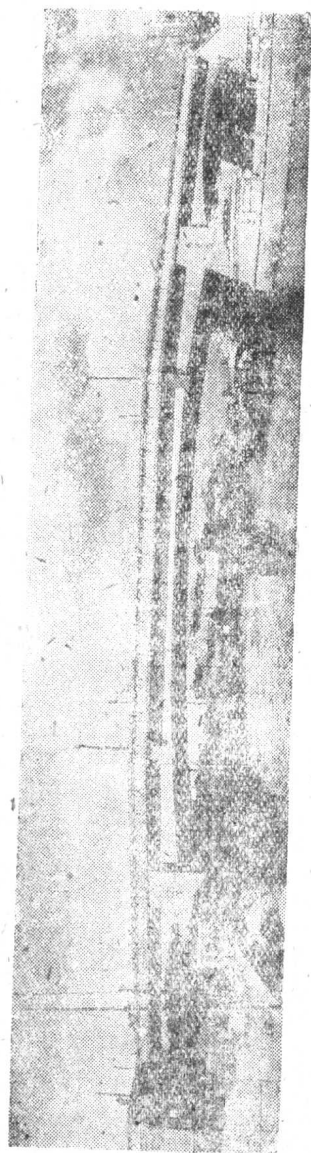


图1-1-7 上海苏州河上武宁路桥及其结构示意图