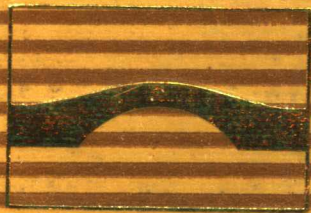


灌区水工建筑物丛书

农 桥

(第二版)

潘炳甫 刘仲训 编著



水利电力出版社

灌区水工建筑物丛书

农 桥

(第 二 版)

潘炳甫 刘仲训 编著

水利电力出版社

灌区水工建筑物丛书

农 桥

(第二版)

潘炳南 刘仲训 编著

*

水利电力出版社出版、发行

(北京三里河路8号)

各地新华书店经售

水利电力出版社印刷厂印刷

*

850×168毫米 32开本 11.75印张 311千字

1981年1月初版

1989年7月第二版 1989年7月北京第四次印刷

印数19531—24350册

ISBN 7-120-00611-8/TV·206

定价: 8.95元

出版者的话

大搞灌区工程配套，是挖掘现有灌溉设施潜力，加快建设旱涝保收、高产稳产农田的一项重要措施。灌区水工建筑物面广量大，是灌溉排水工程的重要组成部分，也是灌区配套的主要内容。各地水利部门在修建灌区水工建筑物方面积累了丰富的经验，无论在建筑物的规划布置、结构型式、建筑材料、设计理论、施工工艺等方面，都不断有所创新，并在科学研究方面取得了一批新的成果。

为了总结交流经验、推广先进技术、反映科研成果，特组织编写了这套“灌区水工建筑物丛书”。丛书包括《渠首工程》、《水闸》、《闸门与启闭机》、《渡槽》、《倒虹吸管》、《涵洞》、《隧洞》、《跌水与陡坡》、《农桥》、《地下排灌工程》等十个分册。

丛书的服务对象以中专毕业的水利技术人员为主；讨论的工程规模以县办工程为主；写法以实用为主，在扼要阐明基本原理的基础上，着重讲述工程布置、结构型式、计算公式、施工要点和常用的图表，并介绍一些工程实例，便于广大读者在设计施工中应用和参考。

参加这套丛书编写工作的单位有：江苏、安徽、山东、广东、广西、湖南、河南、陕西、黑龙江等省（区）的水利局，勘测设计、科研部门和有关水利院校。

为了提高书稿质量，请武汉水利电力学院农田水利工程系负责丛书的归口工作。该系陈德亮、赵文华等同志在审定书稿、减少各分册之间的重复、统一编写深度和广度等方面，做了大量的工作。

《农桥》一书是江苏省水利厅责成扬州水利学校编写的。承担编写工作的同志主要有：潘炳甫（第五、六章以及全书统稿）、

华一冬(第一、三、四、八章)、钮雪怀(第二、七章),此外,朱介富、袁建力两同志参加了部分例题的计算工作。

初稿写成后,经江苏省水利厅农田水利处、华东水利学院农田水利系水工教研室、扬州地区水利局高逸士同志等审稿,提出了修改补充意见,对提高书稿质量帮助很大。

“灌区水工建筑物丛书”中的《水闸》及《地下排灌工程》两个分册已于1980年出版,其它各个分册将根据编写进度陆续出版。为了搞好这套丛书的出版工作,使它更好地为广大读者服务,热忱希望同志们随时将有关意见和建议告诉我们。

1980年6月

第二版前言

“灌区水工建筑物丛书”自1980年陆续出版以来，受到了广大读者的欢迎，大家反映，这套丛书内容比较全面、实用，既有较为系统扼要的理论分析，又有工程实例作为参考，很适合地、县水利工程技术人员的学习使用。根据读者的要求，同时考虑到近几年来这方面科学技术的不断发展，我们决定对这套丛书进行修订，以便更好地满足地、县广大水利工程技术人员的需要。

丛书的这次修订是按下述原则进行的：重点介绍常用的理论和方法，注意反映国内外的先进技术，认真总结近几年经过实践证明，技术上先进、经济上合理、运用时安全可靠的先进经验，删去陈旧过时和实用价值不大的内容；在扼要阐明基本原理的基础上，着重讲述工程布置、结构型式、构造、计算公式的应用、施工要点及管理注意事项，并编写一些实例，供广大读者应用参考。为了节省设计中繁琐的计算工作，有些分册将适当地编入实用性强的电算程序。

参加这套丛书修订编写工作的单位有：江苏、安徽、广西、湖南、河南、陕西、黑龙江等省（区）的水利厅（局），勘测设计、科研部门以及有关的水利院校。为保证书稿质量、统一写作风格、提高工作效率，每本书的编写人不宜过多。因此，第二版的某些分册将减少或调整了部分参编人员。

为了进一步提高第二版的质量，决定成立“丛书编审组”，负责组织全套书的审稿和归口工作。

本分册《农桥》第二版由潘炳甫（江苏水利工程专科学校）、刘仲训（上海城市建设学院）编著。

修订稿经陈德亮审阅，并提出了修改补充意见，对提高书稿质量帮助很大。

修改后的“灌区水工建筑物丛书”（第二版）中的《地下排灌

工程》、《闸门与启闭机》、《水闸》、《跌水与陡坡》分册已于1988年出版，其它各分册将陆续出版。为了搞好这套丛书的再版工作，使它更好地为广大读者服务，诚恳希望读者对书中错漏之处，及时提出批评指正。

灌区水工建筑物丛书编审组

组长 陈德亮

成员 李崇智

张世儒

赵文华

王诤昭

1987年1月

目 录

出版者的话

第二版前言

第一章 农桥概述	1
第一节 桥梁构造、类型和常用技术名称	1
第二节 设计要求、设计资料和设计程序	10
第三节 结构设计原理(计算方法)	18
第二章 装配式钢筋混凝土及预应力混凝土	
简支铰接板桥	27
第一节 桥面系	28
第二节 板桥的构造	30
第三节 装配式钢筋混凝土铰接板桥的计算	32
第四节 冷拔丝预应力混凝土空心板桥	48
第五节 施工要点	65
第三章 圬工拱桥	68
第一节 组成及构造	68
第二节 圬工拱桥主拱圈厚度的估算及强度验算	73
第三节 石板拱桥设计示例	84
第四节 施工要点	90
第五节 按现行规范——《公路砖石及混凝土桥涵设计规范 JTJ022-85》的计算方法	93
第四章 钢筋混凝土桁架拱桥	98
第一节 形式、特点及构造	99
第二节 截面尺寸的拟定	107
第三节 内力计算	111
第四节 设计示例	128
第五节 施工要点	152
第五章 钢筋混凝土刚架拱桥	158
第一节 形式、组成及特点	158

第二节	结构轴线及截面尺寸拟定	160
第三节	内力计算和截面设计	164
第四节	刚架拱桥设计示例	176
第五节	刚架拱桥施工要点	219
第六章	墩台与基础	224
第一节	梁桥墩台	225
第二节	拱桥墩台	239
第三节	作用在墩台上的荷载及其组合	232
第四节	浅基上墩台的计算	242
第五节	深基础墩台	260
第六节	施工要点	283
第七章	旧桥技改与危桥加固	288
第一节	双曲拱桥的技术改造及其加固	293
第二节	梁桥加固技术	304
第三节	基础的加固	307
附录 1	钢筋的截面积及理论重量	310
附录 2	铰接板(或梁)荷载横向分布影响线 纵坐标 η_i 表	312
附录 3	几种材料的力学性能表	323
附录 4	钢筋混凝土构件的纵向弯曲系数 ϕ	334
附录 5	容许承载力 $[\sigma_s]$ 表	335
附录 6	位移、转角、弯矩、剪力系数表	339
附录 7	沿周边均匀配置钢筋的圆形截面偏心受压构件强度 计算系数	357

第一章 农 桥 概 述

农桥是我国当前农田水利工程配套的主要建筑物之一。随着农田水利工程、农业机械化和农村交通运输事业的发展,面广量大的农桥建设已迫在眉睫。据江苏省在全省范围内的初步统计[●],为搞好农田水利工程的配套工作,除了大量修建跨度为5~8m的小型农桥外,尚需修建跨度在20m以上的农桥10多万座,农桥建设任务之重,由此可见一般。对于农桥,尚无统一的规范可循,但对低于《公路工程技术标准》(JTJ-81)中四级公路车辆荷载和行车道宽度的,习惯上皆称为农桥[●]。设计、施工时可参考中华人民共和国交通部部标准《公路桥涵设计通用规范》(JTJ021-85)、《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTJ023-85)及《公路桥涵施工技术规范》等。

当前,农村公路运输的主要工具为拖拉机、汽车及各种人力畜力胶轮车,由于汽车数量的不断增加,拖拉机将逐渐被汽车所取代[●]。在设计农桥时应留有适当的余地,以适应荷载标准的提高。

根据苏、浙、皖和上海市郊县平原地区的调查资料表明,大、小灌区开挖的河沟河面宽度有大有小,一般情况下,在这些河沟上建造单跨拱桥或多跨梁桥即能满足要求。所以,本书主要介绍梁式桥及单跨拱桥的构造要求、设计计算方法及其施工要点,最后一章内容叙述旧桥加固技术。

第一节 桥梁构造、类型和常用技术名称

一、构造

不论桥梁结构体系如何不同,均由上部桥跨和下部结构两大

●江苏农学院学报,1981年第2卷增刊(第71页)。

●华东市政工程设计院,上海市农村桥梁设计报告。

●赖以福、樊茂森,发展农村公路交通运输,公路交通科技,1985年4期。

基本部分组成。

桥梁施工先从下部开始，但设计计算又要从上部算起，其间还要上下结合、综合分析，做到技术先进，用材最省，施工方便，并注意桥梁美学，与整个灌区自然景色和谐协调、浑成一体。

1. 上部桥跨（上部结构） 上部桥跨由承重结构和桥面系组成。

梁式桥的承重部分为主梁（梁式板桥为板），见图1-1。

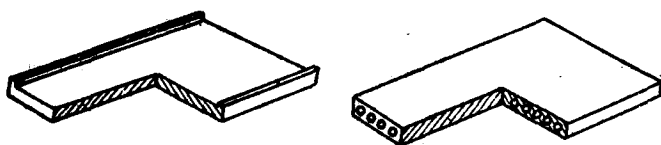


图 1-1 梁式板桥

拱式桥的承重部分因其种类不同而异，图1-2的主桁拱片为桁架拱桥的承重结构（拱上部分参与主拱受力）。但另一些拱式体系，例如石板拱、双曲拱（图1-3）等，拱上部分并不参与整体受力，其承重结构是主拱圈（或称拱圈），这类拱桥在桥面系和主拱圈间为传力构件及填料（有实腹和空腹之分）。

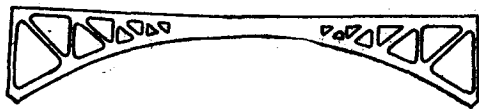


图 1-2 桁架拱片

桥面系包括行车道、栏杆柱及扶手和安全带组成（农桥不设人行道）。按需要还设有防水层、泄水管，以保护桥梁不受雨、雪侵蚀。为使桥面排水顺畅，需在桥面设双向横坡，另开边沟由每隔一定距离的泄水管将水排出。

2. 下部结构 下部结构用以支承上部桥跨，并将上部传来的

恒、活载安全地传递到地基土上。单跨桥梁下部结构即桥台及其基础；多跨桥梁下部结构则由桥台、中间桥墩和基础组成。桥台位于桥的两端，除支承上部结构外，还挡土护岸，承受路堤传来的土压力。为防止路堤横向塌滑，桥台两侧常用块石砌成锥形护坡或采取其它措施加以保护。

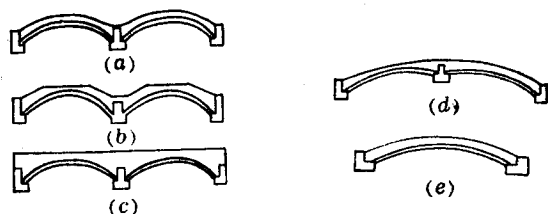


图 1-3 双曲拱

(a)波形拱板；(b)折线形拱板；(c)填平式拱板；
(d)高低波；(e)单波

桥台和桥墩种类繁多(详见第六章)，有重力式墩台、轻型墩台和桩式墩台等。根据上部结构形式的不同、荷载的大小及地基土的优劣，基础可采用扩大浅基础或深基础（桩和沉井）。在地基土不太差的情况下，农桥多采用扩大浅基础；当地基土中的软弱层较厚时才采用桩基础，以维持地基土的强度和稳定性；沉井是大型深基础，可以承受较大的荷载，在我国江、浙一带，基础埋深较大的大跨度农桥常采用这种基础。

在上部结构和下部结构间还有一承上启下的部件，即支承（座）。

二、桥梁类型

桥梁分类方法很多，农桥仅是按用途不同而分的其中之一。根据最基本的分类方法和国内常用的农桥分成如下二类。

1. 梁式体系 最简单、常用的有简支装配式钢筋混凝土梁式板桥，按截面形式分有实心的和空心的（图1-1）两种；又可分为装配式钢筋混凝土和装配式预应力混凝土简支梁桥（包括简支板桥），其适用跨度为6~12m（实心板桥最大跨度达8m）。跨

度在13m以上可用简支的装配式钢筋混凝土T形梁桥(图1-4),简支梁桥在自重和车辆荷载作用下各截面均受正弯矩作用,采用T形截面是合理的。在T形梁肋下部是否需要做成马蹄形,应按配筋位置是否满足要求而定。

江苏省泰兴县在宽为20~30m的河道上曾建成多跨简支钢筋混凝土T形梁桥,经济效益明显,施工十分简便。

钢筋混凝土小型梯形预制构件组合式板桥(图1-5),是将构件预制后密排按装就位,再浇二期混凝土组合成桥。每块构件宽19.5cm、高14cm。由于构件轻巧,人工抬运方便,对于农村道路上的小跨径桥梁非常适合。在现浇混凝土顶部、磨耗层下应设直径为6mm、间距为25cm的钢筋网,并与预制构件中伸出的钢筋焊接,以加强构件的整体性。

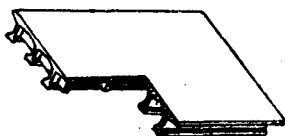


图 1-4 T形梁桥

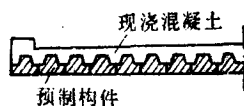


图 1-5 装配式整体式板桥
(载重: 汽车-6级)

梁式体系的桥梁尚有悬臂梁桥、连续梁桥等,因在农桥中很少采用,故不赘述。

2.拱式体系 拱式体系桥梁的分类方法很多,按主拱圈设铰数目分,有三铰、两铰和无铰拱桥;按结构形式分,有石板拱、双曲拱、钢筋混凝土肋拱和桁架拱、片拱及钢筋混凝土框架拱和刚架拱等拱桥;按拱上建筑型式不同分,有实腹式和空腹式拱桥。在灌区桥梁和农村公路桥梁中,采用较多的有如下几种。

(1)板拱桥:有实腹式和空腹式两种(图1-6),其主拱圈形同曲板,截面则为矩形。可用石料分块砌筑、混凝土预制块装配而成或由素混凝土现浇筑成。若采用悬砌施工可减少木材用量,该桥

型为我国产石地区常用桥型。

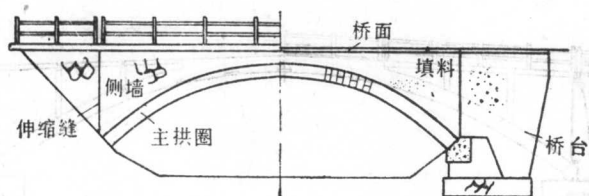


图 1-6 板拱桥

(2) 双曲拱桥：是一种半装配式的组合结构(图1-7)，也有实腹式和空腹式两种。主拱圈由拱肋、拱波(预制)和拱板(现浇)组成。主拱圈在桥的纵、横向均呈曲线形状，故谓双曲。根据地基条件的不同，拱上建筑又分重型和轻型两种。1964年江苏省无锡县交通局工程队在东亭建成第一座双曲拱试验桥，目前该县每年仍因地制宜地兴建一批小跨度农用双曲拱桥，其装配化程度较建桥初期已大大提高。

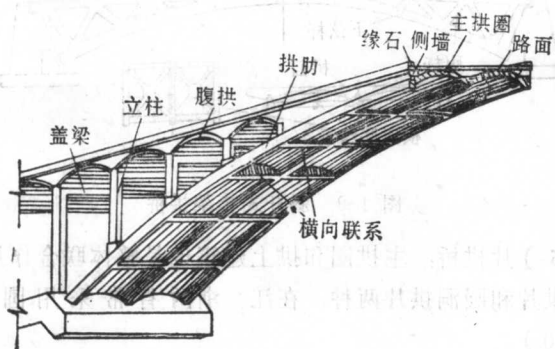


图 1-7 双曲拱桥

(3) 肋拱桥：主拱圈由两条或三条平行的拱肋组成，拱上部分由立柱(包括横梁)、纵梁及桥面系组成(图1-8)。江苏省沙洲县桥梁队在跨度为20m左右的农村公路桥梁中采用肋拱桥，拱肋采用空心断面，拱上立柱、横梁改为门式刚架，纵梁由预制

空心板代替，由此可使施工速度大大加快，经济效益比较明显。

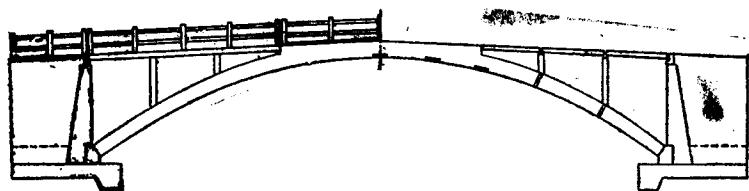


图 1-8 肋拱桥

(4) 桁架拱桥(图1-9): 特点是主拱圈和拱上建筑整体受力。拱上由两边桁架段和中间实腹段组成, 实腹段的存在是由于尺寸过小、挖空不便所致。它具有自重轻、混凝土用量少(至少要比双曲拱桥省四分之一)、竖向承载能力大、整体性好和施工方便等优点。适用跨度为20~50m。

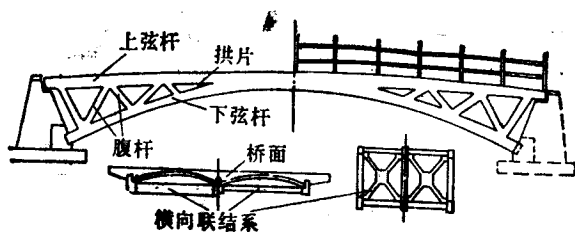


图 1-9 斜杆式桁架拱桥

(5) 片拱桥: 主拱圈和拱上建筑也是整体联合作用。拱片有实腹拱片和圆洞拱片两种, 在江、浙两省常采用圆洞拱片(图1-10)。

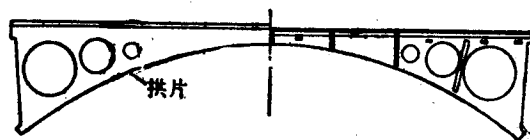


图 1-10 片拱桥

浙江省嘉兴地区目前采用一种桁架和圆洞相结合的斜杆圆洞拱片桥（即在空腹段近拱脚部分为桁架，而在近实腹部分挖成圆洞），较之全部挖成圆洞的拱片桥受力有明显的改善。

（6）框架拱桥：仅用竖杆为腹杆组成的空腹轻型拱桥称框架拱桥（图1-11），这种桥型曾被称为竖杆式桁架拱桥。在上海市郊部分县曾广为采用过，后因其竖杆两端有明显的微裂缝，该桥型已日趋减少。但在小跨度、荷载等级较低的农桥中仍被采用。

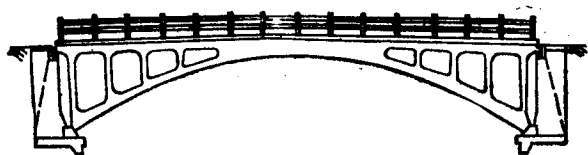


图 1-11 框架拱桥

（7）刚架拱桥：由主拱腿、上弦杆、斜撑及实腹段组成（图1-12）。与上述桁架拱、片拱及框架拱同属轻型拱系统，其共同特点是，主拱圈与拱上建筑共同作用、整体受力。其经济指标与桁架拱相仿，但整体刚度不如桁架拱。

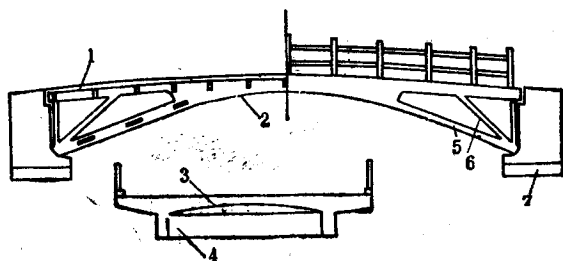


图 1-12 刚架拱桥

1—上弦杆；2—实腹段；3—桥面；4—横隔板；
5—主拱腿；6—斜撑；7—桥台

上述桥型中常用的将辟专章介绍。

以往，对农桥习惯上还按荷载等级、桥面净空分生产桥、拖拉机桥及低标准公路桥等（或架子车桥、汽马车桥及简易公路桥等），而这几种桥型的每一种实际上又可分梁式和拱式体系两种，可见，对现代交通桥梁而言，上面的分类方法含义更为明确、广泛。

三、桥梁主要尺寸和技术名称

1. 桥梁净跨径 (L_0) 梁式桥的净跨径是指设计水位以上相邻两墩（台）之间的净距[图1-13(a)]；拱式桥为单孔两拱脚截面最低点间的水平距离[图1-13(b)]。

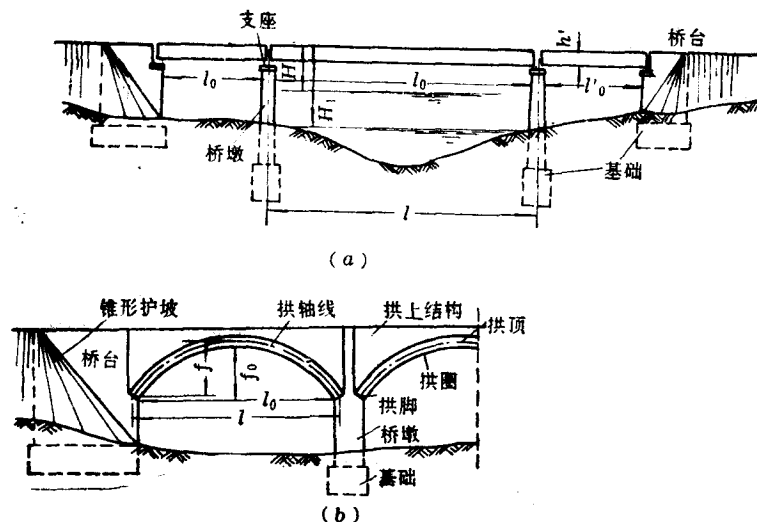


图 1-13 梁式及拱式桥的组成

2. 桥梁计算跨径 (l) 在本书叙述的农村公路桥梁中，梁式桥的计算跨径是指桥梁结构相邻两支座中心间的距离（10m跨度以内的桥梁不设专门的支座）；拱式桥则为插入两台座的主拱圈（桁架拱则为下弦杆）与台座交界面重心间的水平距离。

3. 桥梁全长 (L') 对于不设桥台的桥梁（如悬臂梁桥），其行车道的长度即为桥梁全长；设有桥台的桥梁，为桥台后端点