

石拱渡槽的 拱式木拱架



福建省水利科学研究所主编



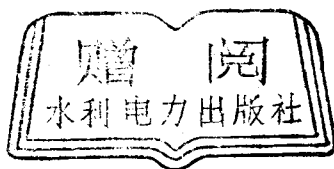
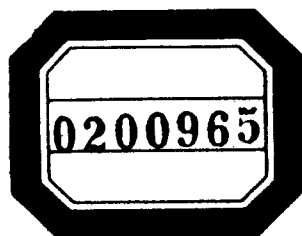
水利电力出版社

水电部	
图书总号	
分类号	

006526 水利部信息所

石拱渡槽的拱式木拱架

福建省水利科学研究所主编



水利电力出版社

石拱渡槽的拱式木拱架
福建省水利科学研究所主编

水利电力出版社出版
(北京德胜门外六铺炕)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售
水利电力出版社印刷厂印刷

1979年2月北京第一版
1979年2月北京第一次印刷
印数 00001—8080册 每册 0.85元
书号 15143·3397

2039/05

内 容 提 要

本书主要包括：三铰桁式木拱架和双铰夹合木拱架的制作、吊装和卸落等；对于木拱架结构的基本原理和设计计算，也作了简单介绍；为了适应基层同志使用方便还附有实际图例和计算用表。

本书主要供县、社水利技术人员参考使用。

前 言

在党的十一大精神鼓舞下，为贯彻执行英明领袖华主席提出的抓纲治国的伟大战略决策，深入开展“农业学大寨”、普及大寨县的群众运动，适应农田基本建设大干快上的需要，我们在学习、总结福建省向东渠等工程有关石拱渡槽拱式木拱架的设计、施工经验的基础上，并参考有关资料，编写了这本《石拱渡槽的拱式木拱架》一书。书中主要总结了福建省广大群众在修建石拱渡槽工程中，为了大量节省木材、缩短施工期限，使用拱式木拱架而取得的一些经验。

本书由福建省水利科学研究所主编，参加编写工作的有：龙溪地区水利水电工程队、云霄县向东渠管理处和东山县向东渠工程指挥部等单位。

本书附录中的圆弧三铰拱杆件内力系数，承蒙福州大学数学系协助电算；在编写和审稿过程中，不少单位和同志们为本书提供了资料和宝贵意见。在此，我们一并表示衷心的感谢。

由于我们水平有限，施工经验不足，搜集资料不够，书中错误之处切望读者批评指正。

编 者

1978年8月

目 录

前 言

第一章 概述	1
第二章 拱式木拱架的型式与构造	8
第一节 拱式木拱架的型式	8
第二节 三铰桁式木拱架的构造	11
第三节 双铰夹合木拱架的构造	22
第四节 拱式木拱架实例选编	29
第三章 拱式木拱架的用材与制作	57
第一节 拱式木拱架的用材	57
第二节 三铰桁式木拱架的制作	64
第三节 双铰夹合木拱架的制作	74
第四章 拱式木拱架的吊装与卸落	83
第一节 木质扒杆	83
第二节 牵引设备和索具	96
第三节 拱架的吊装	111
第四节 拱架的卸落	124
第五章 拱式木拱架的安全使用	131
第一节 拱架变形的原因及处理	131
第二节 常用的拱圈砌筑方法	136
第三节 拱架的安全使用应注意事项	138
第六章 三铰桁式木拱架的设计计算	142
第一节 设计的基本资料	142
第二节 内力计算	147

第三节	杆件截面及节点的设计计算	153
第四节	预拱度计算	160
第五节	设计计算实例	164
第七章	双铰夹合木拱架的设计计算	199
第一节	截面尺寸拟定	199
第二节	内力计算	200
第三节	夹合木板拱构件的设计计算	206
第四节	夹合木桁拱构件的设计计算	214
第五节	预拱度计算	224
第六节	设计计算实例	225
附录 I	木材、铁件及吊装索具用表	268
附录 II	有关拱架计算的各种用表	280
附录 III	内力计算用表	295

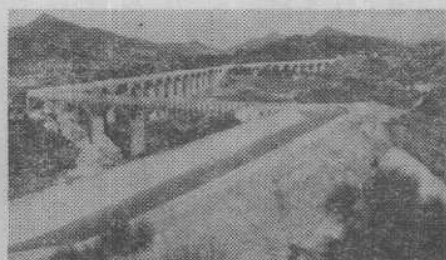
第一章 概 述

拱架是石拱渡槽在施工中，用来支承拱圈，以保证砌筑的拱圈符合设计拱轴线要求的临时设施。

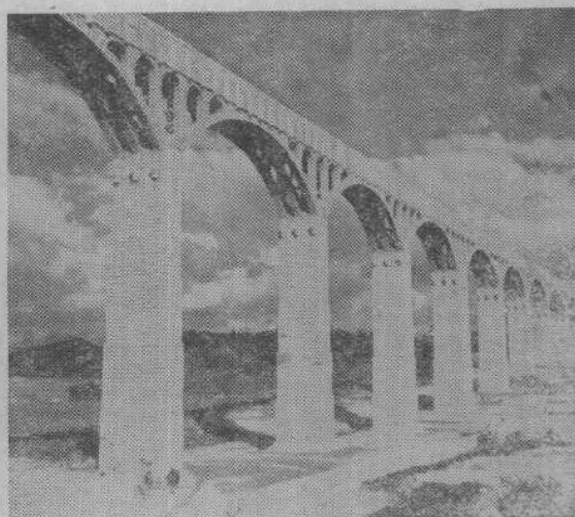
木拱架是石拱渡槽施工中传统的、应用最广的一种拱架。它在石拱渡槽的建设中占有很重要的地位，特别是较大跨度渡槽的拱架，它直接影响到渡槽工程的建设速度、工程质量、施工安全和工程造价等。因此，无论在设计和施工方面都必须予以充分的注意。

在群众性的水利工程建设中，我省广大贫下中农，本着因地制宜、就地取材的原则，修建了大量的石拱渡槽。特别是在波澜壮阔的农业学大寨运动中，随着农田水利事业的蓬勃发展，石拱渡槽的建设朝着高墩、大跨、大流量和长渡槽的方向发展。拱圈结构由实体拱向空腹拱，由板拱向肋拱、双曲拱发展。如我省向东渠上砌建的18座石拱渡槽，计有300孔，总长6000多米，最大过水流量 $14\text{米}^3/\text{秒}$ ，拱下最大净高29米，采用石砌肋拱和双曲拱结构，净跨度大多数为20米（图1-1、1-2），支渠配套工程中，亦多采用石砌肋拱结构的渡槽，其中最长一座达7800米。又如平和县村东渡槽，长度103米，采用净跨度为62米的石砌双曲拱结构（图1-3）。

石拱渡槽建设规模的飞跃发展，若照过去采用满布式木拱架施工，不仅需要大量木材，而且使用劳力多，施工期也较长，为了解决这些矛盾，拱架的改革，逐渐引起人们的重视。



(a)



(b)

图 1-1 云霄县世坂渡槽(长885米, 拱下最大净高29米, 流量 $12\text{米}^3/\text{秒}$, 采用双铰夹合木拱架施工)

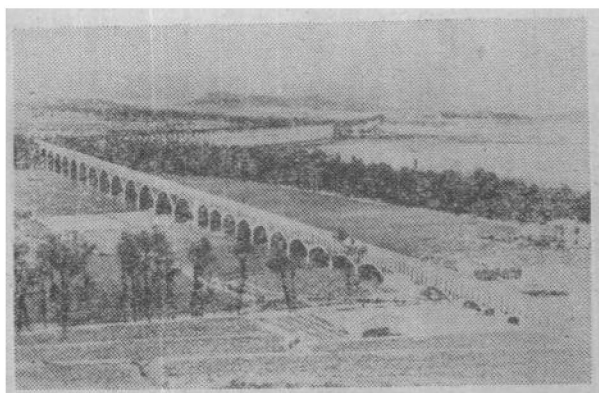


图 1-2 东山县八尺门渡槽（长3113米，拱下最大净高18米，流量 $5\text{米}^3/\text{秒}$ ，采用三铰桁式木拱架施工）

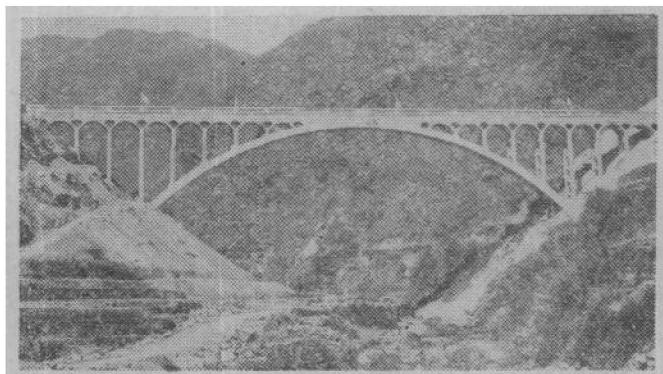


图 1-3 平和县村东渡槽（长103米，净跨62米，拱下净高31.2米，流量 $1.2\text{米}^3/\text{秒}$ ）

一九七一年，我省云霄、东山两县在向东渠工程的石拱渡槽施工中，采用双铰夹合木拱架和三铰桁式木拱架（图1-4~1-7），节省了大量木材，加快了工程进度。

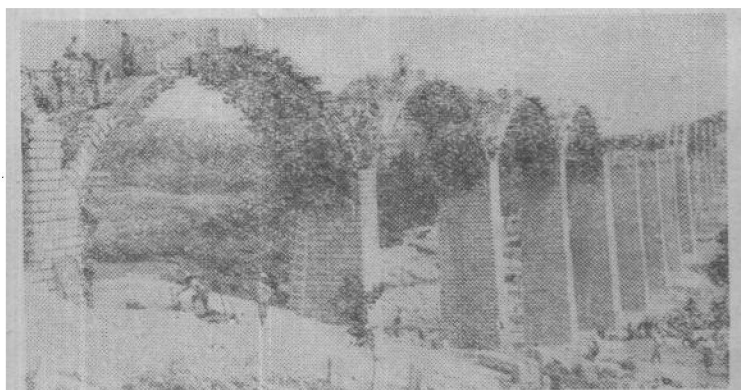


图 1-4 双铰矩形夹合木板式拱架（跨度20米）

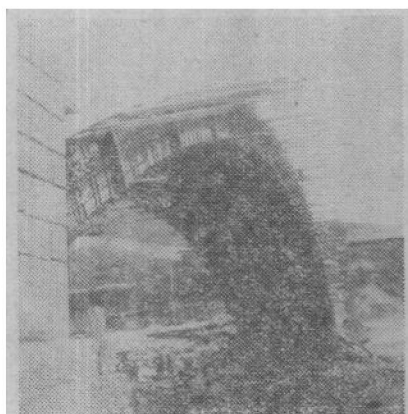


图 1-5 双铰工字形夹合木板式拱架（跨度40米）

几年来，我省在石拱渡槽建设中，迅速地推广了拱式木拱架，深受群众欢迎。据不完全统计，采用三铰桁式木拱架施工的石拱渡槽有40多座，计2000多孔，总长 25000 多米；

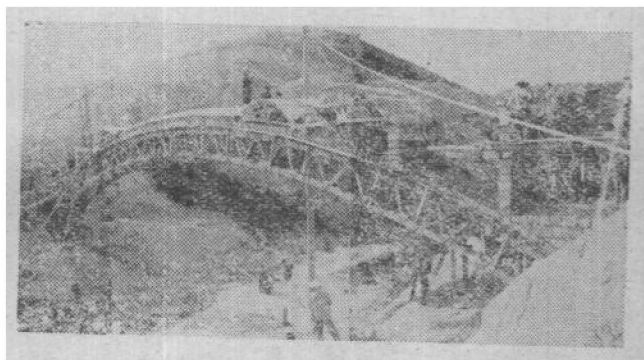


图 1-6 双铰夹合木单层桁式木拱架（跨度35米）

采用双铰夹合木拱架施工的石拱渡槽有30多座，农桥7座，计123孔，总长4000多米。

实践证明，石拱渡槽工程采用拱式木拱架施工，具有以下几个方面的优越性。

1. 节省材料和劳动力

石拱渡槽工程采用拱式木拱架施工，由于拱架可以直接支承在建好的墩、台上，无须下体排架，

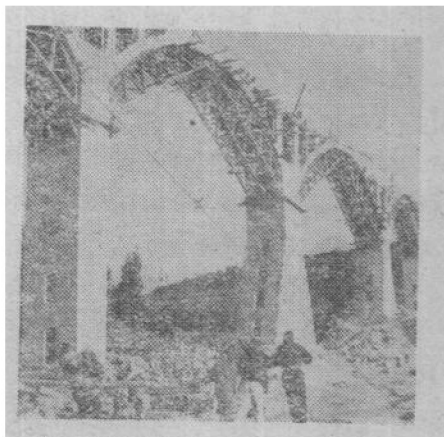


图 1-7 三铰桁式木拱架（跨度20米）

所以与满布式拱架相比，可以节省大量木材、铁件和劳力（图1-8）。以跨度20米，拱下净高16米的渡槽为例，夹合木拱架比满布式拱架，约节省木料70%，铁件50%，劳力

50%。特别是夹合木拱架和钉结板的桁式木拱架，还可以多用小料、短料，做到合理用材，节约用材。

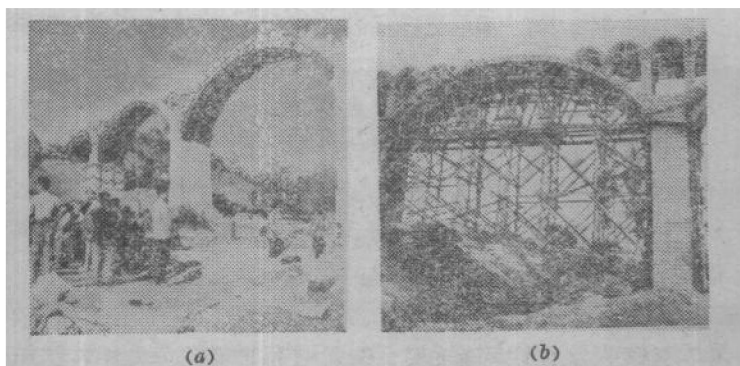


图 1-8 拱式木拱架与满布式木拱架对比（跨度20米）

(a)拱式木拱架(夹合木)；(b)满布式拱架

根据各地实践，拱式木拱架一般可重复使用10多次。

2. 制作简易

拱式木拱架的制作，可在平地放样制模、加工构件、拼制拱架；亦可通过工厂生产构件，然后运到工地拼装使用，不受施工现场地形限制。

三铰桁式木拱架，其构件制作与拼装均十分简易，一般三级木工就可胜任；双铰夹合木拱架，它不用榫、销、键等结合方法，制作拼装更为简化。

3. 自重轻，运输、吊装、卸落方便

拱式木拱架自重轻，以向东渠20米跨为例，一榀夹合木拱架重量约为2.0吨，一榀三铰桁式木拱架重量约为1.0吨。因此，搬运较方便，三铰桁式木拱架还可分片车运，夹合木拱架及其底模亦可折片运到工地拼装。

由于重量轻，拱架的吊装、卸落就十分简单。只须用木

扒杆、木绞车等简易设备即可进行，利于土法上马，大搞群众运动。根据东山县的施工实践，跨度为10米的三铰桁式木拱架，吊高8米，以木扒杆吊装、就位，吊好一跨（三榀拱架）只花半个小时左右，卸落不到半个小时即可完成。

4. 不影响交通、不受洪水威胁

拱式木拱架，由于不用下体排架，所以无论是跨越河道还是公路，拱圈及拱上结构施工期间仍可正常通航、通车。同时，不受洪水、飘浮物威胁。对于高墩、水深、流急的河流及在交通要道上，更显出它的优越性。

但是，事物总是一分为二的，由于拱式木拱架的构件较小，刚度及稳定性就差些。因此，使用时必须采取结构措施（如加强横向连结系，设置斜撑或风缆绳等）以防止拱架横向失稳，并要严格执行施工规程（如均匀加荷等）以保证工程质量和施工安全。

拱式木拱架，不仅可以使用到石拱渡槽的施工中，也可以使用到砖砌和混凝土块砌的拱渡槽施工中，而且还可以使用到圬工的其他拱式结构（如农桥、拱涵和隧洞衬砌等）中，也同样具有其优点。如浙江省绍兴县地处平原水网地区，石料丰富，他们在大搞农田基本建设中需要建造大量的机耕路桥，施工期间桥下要求继续通航，同时河中又是软粘土，使用满布式拱架有困难，因此采用三铰桁式木拱架施工，现已建好农桥141座。

随着农业和国民经济高速度发展的到来，农田水利基本建设必将得到进一步的发展。因此，认真总结研究拱架的选型、设计与制作，对多快好省地做好农田水利配套工程很有必要。

第二章 拱式木拱架的型式与构造

第一节 拱式木拱架的型式

拱式木拱架的型式很多，目前在我省水利工程上已广泛采用的主要型式有：三铰桁式木拱架和双铰夹合木拱架等两种。各种型式的拱架所适用的跨度，主要由它的刚度和经济条件来确定。

一、三铰桁式木拱架

三铰桁式木拱架（见图 2-1）是由左右两片半拱桁架在拱顶处用螺栓夹板拼接成一榀拱架。拼接处似一铰，拱架两端支承在墩台上，成为三铰拱结构。这种拱架适用跨度，一般为10~40米。我省已使用最大跨度为36米，当修建20米跨度以内的石拱渡槽，采用这种拱架更为适宜。

我省采用的三铰桁式木拱架，按上弦杆的构造型式不同，分为方木（或圆木）上弦杆和钉结板上弦杆等两种；按拱架端部是否设置“腿”（即立柱），又可分为无腿和有腿两种，见图2-1。

三铰桁式木拱架的端部设置“腿”，其作用是增加拱架的高度，以减小弦杆的内力，提高拱架的刚度。在我省，无腿的多用于20米以下的跨度；有腿的多用于20米和20米以上的跨度。

二、双铰夹合木拱架

我省采用的双铰夹合木拱架，有板拱和桁拱两种。

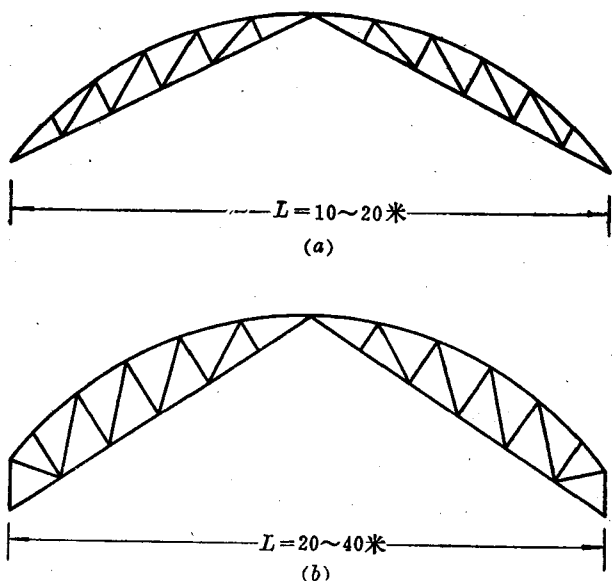


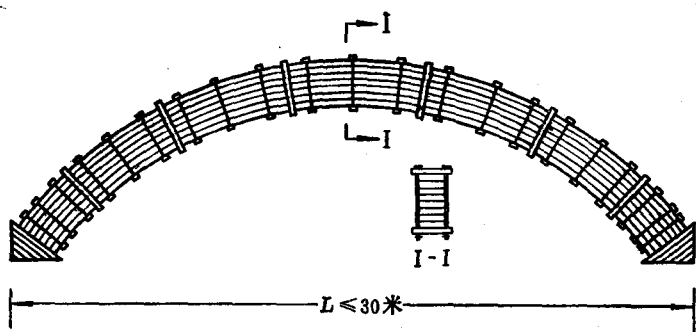
图 2-1 三铰桁式木拱架
(a)无腿；(b)有腿

1. 双铰夹合木板拱

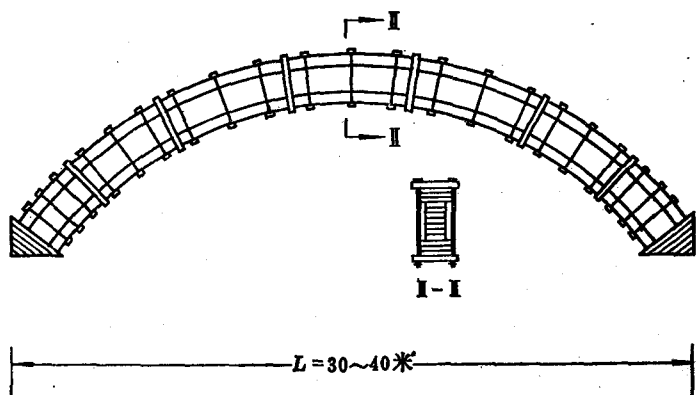
双铰夹合木板拱（见图2-2），是将多层木板逐层压弯迭合成弧形板束，然后在板束的上下两面贴放角钢或硬木夹板，用螺栓将夹板扣紧加压，使板束成为整体结构，借以承受荷载。按其截面的型式不同，分为矩形和工字形两种。矩形夹合木板拱，见图2-2(a)，适用最大跨度为30米；工字形夹合木板拱，见图2-2(b)，适用跨度为30~40米，我省已使用跨度为40米。

2. 双铰夹合木桁拱

双铰夹合木桁拱为一弧形桁架，见图2-3。桁架的上下



(a)



(b)

图 2-2 双铰夹合木板拱
(a)矩形, (b)工字形

弦杆亦采用夹合木结构, 与夹合木板拱结构相同。上下弦杆通过腹杆联系组成一拱式桁架以承受荷载。这种桁式拱架可适用较大的跨度。

双铰夹合木桁拱可分为单层桁拱和双层桁拱。单层桁拱