

公路桥涵工人丛书

双曲拱桥

《双曲拱桥》三结合编写小组

人民交通出版社

公路桥涵工人丛书

双 曲 拱 桥

《双曲拱桥》三结合编写组

人 民 交 通 出 版 社

1976年·北京

内 容 提 要

在毛主席的无产阶级革命路线指引下，我国建桥工人创造和发展了双曲拱桥。十几年来，取得了丰富的经验。本书主要介绍在建桥实践中总结出的有关双曲拱桥的基本构造和施工方法，此外，还简要地介绍各地一些创新经验。可供具有初中文化水平的建桥工人、干部学习参考。

公路桥涵工人丛书

双 曲 拱 桥

人民交通出版社出版

(北京市安定门外和平里)

北京市书刊出版业营业许可证出字第 006 号

新华书店北京发行所发行

各 地 新 华 书 店 经 售

人民交通出版社印刷厂印

开本：787×1092 $\frac{1}{32}$ 印张：3.75 字数：76千

1976年8月 第1版

1976年8月 第1版 第1次印刷

印数：0001—27,000册 定价（科二）：0.27元

毛主席语录

列宁为什么说对资产阶级专政，这个问题要搞清楚。这个问题不搞清楚，就会变修正主义。要使全国知道。

自力更生，艰苦奋斗，破除迷信，解放思想。

打破洋框框，走自己工业发展道路。

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

人的正确思想，只能从社会实践中来，只能从社会的生产斗争、阶级斗争和科学实验这三项实践中来。

前 言

在党的“鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义”总路线的光辉照耀下，为了适应交通运输事业迅速发展的形势，1964年江苏省无锡县的建桥工人，遵照毛主席“自力更生、艰苦奋斗”的教导，破除迷信，解放思想，经过实践，创建出一种具有民族特色的新型拱桥结构——双曲拱桥。这种桥型具有造价低、材料省、桥型美观等特点。尤其是施工工艺简便，易为群众掌握，加快了桥梁建设速度，这对于发展交通运输事业，支援工农业生产，加强战备，便利人民生活，都起着显著的积极作用。因此，双曲拱桥诞生不久，就受到广大工农兵群众的热情欢迎。目前，我国许多省（市）、自治区已广泛采用这种桥型。

双曲拱桥的创建，曾经受到刘少奇、林彪一类骗子推行的修正主义路线的种种干扰，走过了一段不平常的道路。但是，新生事物的发展是不可抗拒的，在无产阶级文化大革命运动中，广大建桥工人以毛泽东思想为武器，狠批了刘少奇、林彪一类骗子的反革命修正主义路线，使双曲拱桥在两条路线的斗争中茁壮成长，迅速发展，由简单的农用小桥，推广应用到公路桥，由几米跨径的小桥发展到百余米的大型桥梁，并且在铁路桥，桥闸结合的水利工程上以及港口码头工程上也有所采用；同时，双曲拱桥的型式发展得丰富多样，在施工工艺上采用定型预制和装配化，无支架施工由单孔吊装发展到进行多孔连续吊装，双曲拱桥的设计计算方法在群众丰富的实践基础上也有新的改进和发展。十多年来，由于各地

普遍修建这种桥型，为国家节约了大量的投资，节省了大量的钢材、水泥和木材。双曲拱桥的创建和发展是贯彻毛主席“独立自主、自力更生”方针的丰硕成果。

为适应工农业大好形势和交通战线热气腾腾的发展，为满足各地广大建桥职工的需要，曾在1971年组织力量总结了江苏省无锡县创建和其他省(市)、自治区推广、发展双曲拱桥方面的经验，编写了《双曲拱桥》小册子，由于形势的发展，我们随即对这本小册子进行了一些删改，更名为《公路桥涵工人丛书——双曲拱桥》出版，供各地广大工农兵和建桥职工参考。

为使这本书能更好地为广大工农兵服务，我们殷切地希望广大读者提出批评和指正。

人民交通出版社

目 录

第一章 双曲拱桥的基本概念和构造.....	1
第一节 基本概念.....	1
第二节 上部构造.....	3
1.主拱圈的构造.....	3
2.主拱圈断面尺寸的假定	14
3.拱上建筑	16
4.主拱圈拱轴线的选择	23
第三节 下部构造.....	35
1.桥台型式	36
2.桥墩型式	42
第四节 桥型的总体布置.....	44
第二章 双曲拱桥的施工.....	47
第一节 基础及墩台施工.....	47
1.墩台放样	48
2.开挖基坑	48
3.砌筑墩台	49
4.台背填土	50
5.桥墩基础施工.....	51
第二节 上部构造的施工.....	57
1.拱肋、拱波的预制	58
2.主拱圈的施工.....	70
3.拱上建筑的施工	80
第三节 施工变位观察.....	86

第四节	无支架施工	88
1.	无支架施工的稳定问题	89
2.	构件预制问题	92
3.	拱肋的吊装	95
第三章	各地建桥职工的一些创新经验	101
1.	单波石砌双曲拱桥	101
2.	无肋双曲拱桥	102
3.	飞鸟式整体肋波(〃)和波形双曲主拱	104
4.	预制小跨径整体双曲(〃)主拱	105
5.	A字型立柱	105
6.	桥面与主拱圈采用不同宽度	106
7.	主拱波和腹拱圈定型化	106
8.	腹孔的立柱与侧墙整体预制	107
9.	独根桩墩双曲拱桥	108
10.	管柱基础	108

第一章 双曲拱桥的基本 概念和构造

第一节 基本概念

双曲拱桥是我国工人阶级遵照毛主席关于“我们是主张自力更生的”和“打破洋框框，走自己工业发展道路”的教导，创建和发展起来的一种新型桥梁结构形式。是无锡县建桥工人为多快好省地建设桥梁，在丰富的实践经验基础上产生出来的。工人们根据自己的实践体察到：在我国有悠久历史的砖石拱桥建筑，深受广大劳动群众所喜爱。它具有很好的受力特性，充分利用了就地可取的砖石材料耐压特点，能节约大量钢材，便于发动群众建造。利用砖、石材料建拱桥，虽可节约钢材，但在砌筑过程中需用满堂脚手架和模板，木料仍不能节约。能不能用两根预制的钢筋混凝土“曲梁”做成简单的拱架，来代替需用大量木料的满堂脚手架呢？在这两根“曲梁”上砌拱时，不用模板托住，砌块怎么能站住呢？工人们边实践、边议论的提出：采用砌筑圪圈的传统工艺，在“曲梁”上不用模板支托，横向也砌成“小拱”，在很短的时间内可靠砂浆把砖块粘住，横向的“小拱”一合拢就可以自己站住。但是砌筑的“小拱”对“曲梁”会产生推力又怎么办呢？就用拉条把“曲梁”拉住。这横向砌筑的“小拱”一圈圈砌上去合拢后，就和“曲梁”结合成一个整体，叫做“主拱圈”。用钢筋混凝土做成的“曲梁”我们把它叫做

“拱肋”，拱肋之间砌筑的“小拱”我们把它叫做“拱波”。因为这种桥型在纵向的拱肋是曲的，在横向的拱波也是曲的，所以就叫做“双曲拱桥”，见图1-1。

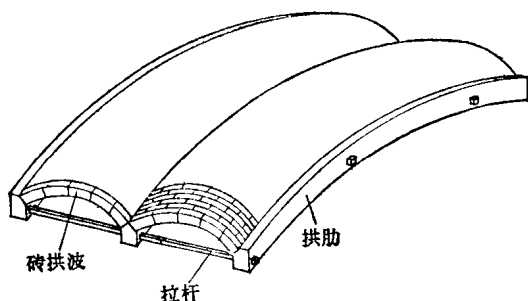


图1-1 双曲拱桥的雏形

就是这样，工人们怀着对毛主席的无产阶级感情，怀着对社会主义革命和社会主义建设的高度责任感，勇于实践，勤于总结，终于创建出了符合多快好省要求的新桥型。

单孔双曲拱桥的主拱圈，一孔跨过，直接架设在两岸的桥台上。多孔双曲拱桥（图1-2），除了有建筑在两岸的桥台外，在河中还要建立一些桥墩。桥墩和桥台叫做下部构造，

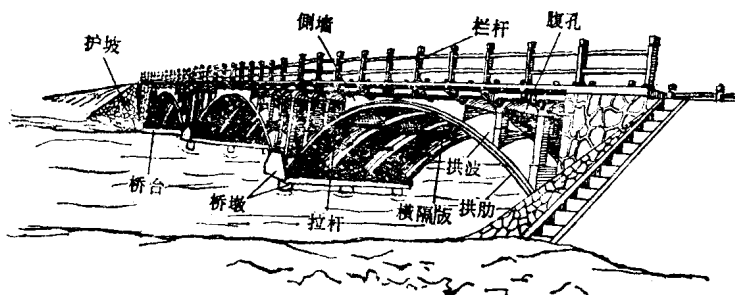


图1-2 双曲拱桥各部名称

架设在墩、台上的主拱圈、腹拱、侧墙、填料、路面及栏杆等都属于上部构造。

第二节 上部构造

1. 主拱圈的构造

图 1-3 是一座普通拱桥，图 1-4 是一座双曲拱桥。远处来看，它们好象没有什么不一样，但是，走近来看，普通拱桥的主拱圈象一块弯曲的平板，而双曲拱桥的主拱圈很象几只联在一起的自行车挡泥板，这就是两种拱桥的根本不同之处。主拱圈是拱桥的主要部分，桥本身的重量、车辆和行人等重量，都是由它来承担，并传递给墩、台。

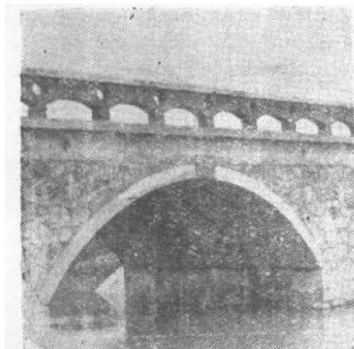


图1-3 普通拱圈

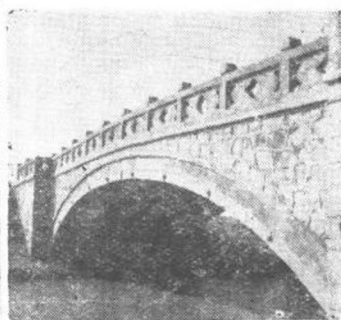


图1-4 双曲拱圈

双曲拱桥的主拱圈是由拱肋和拱波组成，相邻拱肋又由横系梁或横隔板牢固的联结成整体。这种双曲断面型式的主拱圈，比普通板拱究竟有什么优点呢？我们知道，如果，自行车挡泥板仅仅只做成纵向弯曲的平板时，是很柔软的，也就是说它的刚度很小；但人们把它横向也弯曲起来，并且加工做出卷边，就强硬多了，也就是说它的刚度提高了(图1-5)。

普通拱桥的主拱圈（板拱）就类似于纵向弯曲的平板，双曲拱桥的主拱圈则好似双向弯曲的自行车挡泥板，配有钢筋的拱肋就相当于挡泥板的卷边，它有效地加强了拱圈的下缘，主拱圈每只波顶配有二根至三根钢筋，则加强了拱圈的上缘。所以，在断面面积相等的情况下，双曲拱桥的刚度就比普通拱桥（板拱）的刚度大，承载能力也大。

我们可以从力学上来解释这个道理。当断面宽度 b 一样，如果两者面积相等，双曲拱断面可以得到的高度 t 就比板拱的 h 大得多，断面高度大了，惯性矩就大，抗弯能力也就大了（图1-6）。我国劳动人民，在长期的实践中就广泛地



图1-5 弯曲平板和双曲的
自行车挡泥板

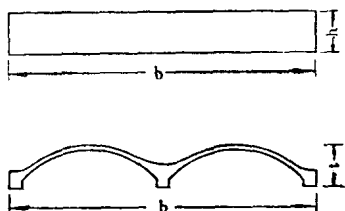


图1-6 板拱断面和双曲拱
断面比较

应用了这种原理，例如挑东西就采用半圆的毛竹扁担而不用削得扁平的毛竹片。同样的道理，如果要求承载能力相同，采用双曲拱桥的断面面积就较板拱小，能够节省材料。

建造跨径较小的桥，且有足够的起重设备时，可采用将拱肋及拱波一道预制成整体吊装就位的办法，但是这样连成整块的庞大构件，不易吊装，尤其在缺乏起重设备的农村或山区，困难更多。因此，建桥工人用“化整为零”的办法，把拱肋分段、拱波分块、分层。拱肋和预制拱波安装好后，又上面现浇一层拱波混凝土，把拱肋、拱波粘结成为整体主拱圈（图1-7）。

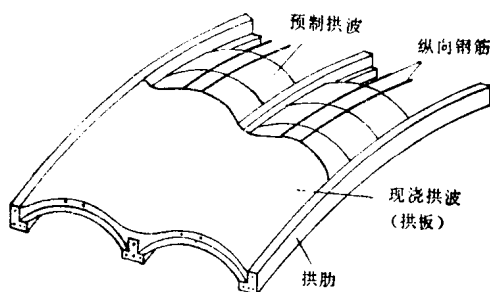


图1-7 主拱圈剖析图

这种“化整为零”的办法，不仅便于施工，为发动群众建桥创造了有利条件。而且正是由于利用拱肋作为脚手架，又利用预制拱波作为现浇拱波的模板，因而克服了老式板桥建造时需要搭设满堂脚手拱架的缺点，节约了大量木材。同时在通航河道或深水急流上，采用无支架施工，解决了搭设简易脚手架困难等问题。

“一个正确的认识，往往需要经过由物质到精神，由精神到物质，即由实践到认识，由认识到实践这样多次的反复，才能够完成。”在双曲拱桥应用的初期，由于对其内在的规律性缺乏正确的认识，因而出现了一些裂缝：例如拱脚处的拱肋与拱波之间因受轴向剪力而出现裂缝；拱顶处的拱肋与拱波之间因受法向拉力而开裂，以及拱波顶开裂等(图1-8)。

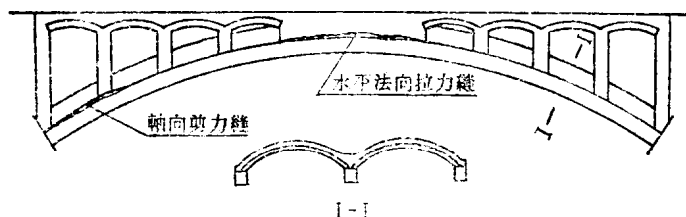


图1-8 早期双曲拱桥主拱圈常出现裂缝部位

近年来，各地职工在实践中逐步掌握它的规律，改变了拱肋及拱波的断面设计，采取相应措施，增强肋波之间和拱波之间的结合，从而使后来建造的双曲拱桥有效地克服了裂缝的产生。

(1) 拱肋：从拱肋断面形式来看，已由早期的那种矩型拱肋断面（图 1-9 甲）向着其它各种更为合理的型式发展。现在江苏、浙江、上海等地较普遍地采用了“凸”型拱肋断面，边肋采用“L”型（角钢型）断面（图 1-9 乙）。湖南省的双曲拱桥，则有采用“凹”型断面拱肋的（图 1-9 丙）。在无支架施工的大跨径双曲拱桥中，还有采用“工”字型及“匚”型（槽钢型）拱肋的（图 1-9 丁、戊）。

为了使拱波和拱肋之间有更好的联结，还常在拱肋顶面设置槽齿，并配置锚固钢筋。槽长 10 厘米，槽深 2 厘米，齿长 50 至 100 厘米（在主拱圈的拱脚附近齿短些，在 $\frac{L}{4}$ 处可

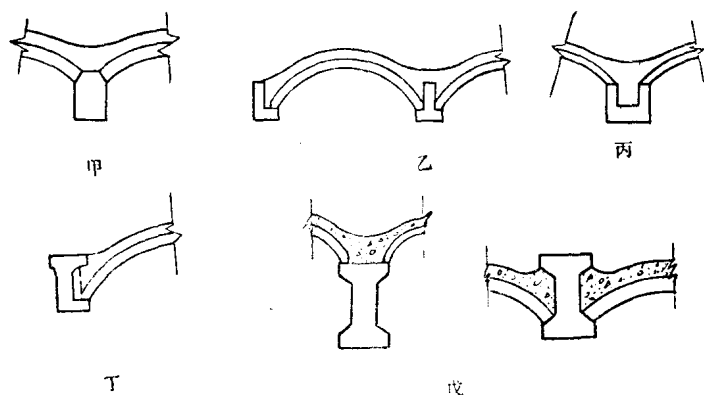


图1-9 拱肋与拱波结合的形式

甲-矩型拱肋；乙-L、凸型拱肋；丙-凹型拱肋；丁-单波匚型拱肋；戊-工字型拱肋

长一点，在拱顶处甚至可以不做槽齿。)锚固钢筋在主拱圈拱脚附近配置得密些，其它地方可配置得稀些，其间距一般不宜大于40~60倍钢筋直径，钢筋直径一般不宜小于8~10毫米(图1-10)。

拱肋在拱脚部位一般都适当地加长，安装时插入台帽(拱座)的预留洞内(图1-11甲)。最近湖南的建桥职工把拱肋的端部预制成矩形，有水平面及垂直面，这样可以便于在无支架施工中调整墩台间尺寸误差，再则拱脚放置平稳，接触良好(图1-11乙)。

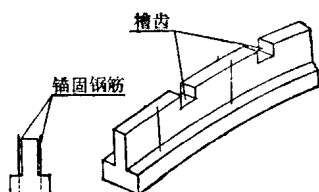
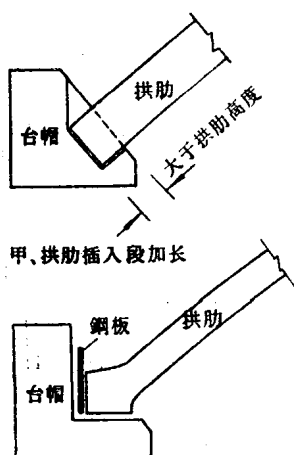


图1-10 加强拱肋与拱波之间联接的槽齿和锚固钢筋



乙、方形拱脚

图1-11 拱肋插入台帽的形式

拱肋插入段加长，也可采用法兰螺栓接头(适用于工地缺乏电源条件的)、还有采用涂刷环氧树脂水泥胶卡砌接头的(图1-12)。

拱肋的接头：为了施工和运输方便，拱肋预制时常分为几段。分段的数目和长度，根据跨径大小、吊装设备和运输等条件考虑，同时还应保持有适当的宽长比(拱肋的宽度和分段长度的比值一般不小于 $\frac{1}{50}$)。拱肋的分段接头设计要

求牢固可靠、施工方便。制作时，应特别注意尺寸准确。

一般常用的接头形式有钢

板电焊接头、主筋电焊现浇混

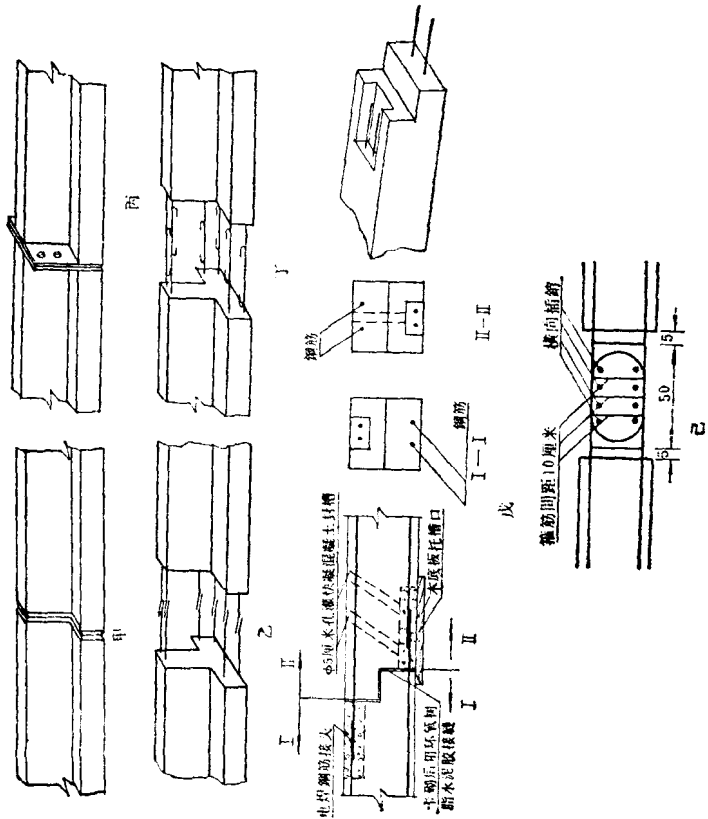


图1-12 拱肋接头形式
甲-钢板电焊接头；乙-钢筋混凝土
浇筑接头；丙-法
兰螺栓接头；丁-绑
扎钢筋浇筑
混凝土接头；戊-环
氧树脂浇筑
混凝土接头；己-环
氧树脂浇筑
混凝土接头。

拱肋接头形式，除以上所述的外，在无电源地区还可采用环状钢筋现浇混凝土接头或绑扎钢筋现浇混凝土接头。

在大跨径桥中，特别是单波大跨径情况下，常将拱脚段拱肋在适当的长度（一般取用 $0.1L$ ）内加宽一些，以满足主拱圈施工过程中拱脚压应力的需要。

（2）拱波：预制拱波的形式，过去都是做成两侧平齐的长方形断面，现在许多地方将一侧做成削角的斜面，也有的做成高低拱波，或者变厚度的拱波，这样就使得预制拱波之间的砌缝容易填插密实，并且使现浇拱波层和预制拱波可以粘结得更好（图 1-13）。

现浇拱波层的混凝土，可以有两种浇筑形式：一种是浇筑成波形断面（或者浇筑成折线形断面）；还有一种是平板式断面（图 1-14）。

从图 1-14 中可以看出波形断面的面积分布比较均匀合理，重心轴大致居中（约在 $0.57t$ 处）。在面积相等情况下，波形的惯性矩比填平式的惯性矩大。在惯性矩相等的条件下，波形就比填平式节省材料，主拱圈重量相应减轻，水平推力亦相应减小，对地基的要求也降低了，从而收到显著的节约效果；从使用情况看，填平式的断面，波脚和波顶的厚度及刚度都相差很大，拱波顶部相对的显得薄弱，在外力作用下，可能出现裂缝。

从以上的分析来看，波形断面有省料和受力性能好等优点。但初造双曲拱桥时，往往认为波形断面施工不方便，而愿作填平式断面。但只要在实践中学，熟练以后，浇筑波形断面也并不困难。

在现浇拱波层的波顶里设置两根直径 12 毫米至 16 毫米钢筋，这两根钢筋好象木桶外面的铁箍一样，以加强主拱圈上缘的抗拉强度，约制住拱圈在外力作用下的变形。