

桥

QIAO

唐寰澄 编著 中国铁道出版社



唐 寰 澄 编著

中 国 铁 道 出 版 社

1 9 8 1 年 • 北 京

内 容 简 介

本书通过桥梁发展简史论述了桥梁建筑艺术的特性、创新和美的规律；对收入书中的500多幅古今中外桥梁图片，进行分析，阐述了桥梁建筑艺术思想。本书分为二篇，第一篇是桥梁简史，按桥梁结构形式分别论述；第二篇着重说明如何从美学的角度来设计桥梁。

桥

唐 寰 澄 编著

中国铁道出版社出版

责任编辑 许虹进

封面设计 赵敬宇

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

中国铁道出版社印刷厂印

开本：787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张：15.75 字数：320千

1981年2月第1版 1981年2月第1次印刷

印数：0001—5,000册 定价：2.35元

目 录

引言	1
----------	---

第一篇 桥梁简史

概述	2
1.1 石桥	5
1.2 木桥	20
1.3 藤竹吊桥	32
1.4 金属桥	35
1.4.1 铸铁桥	35
1.4.2 锻铁—钢桁桥	38
1.4.3 钢板梁、箱梁、刚架桥	56
1.4.4 锻铁—钢拱桥	59
1.4.5 锻铁—钢吊桥	72
1.5 钢筋混凝土、预应力钢筋混凝土桥	89
1.5.1 钢筋混凝土拱桥	89
1.5.2 预应力钢筋混凝土梁及刚架桥	103
1.5.3 预应力钢筋混凝土桁桥	108
1.5.4 预应力钢筋混凝土吊桥	112

第二篇 桥梁建筑艺术

概述	116
2.1 建筑艺术的特性	118
2.1.1 关于美的一般原则	118
2.1.2 建筑艺术的性质和基本要求	120
2.1.3 传统和革新	122
2.1.4 形式和内容	124
2.2 桥梁建筑艺术的特性	128
2.2.1 桥梁建筑的功能与形式	128
2.2.2 桥头建筑	136
2.2.3 桥梁建筑的装饰	155
2.3 桥梁建筑艺术的创新	173
2.3.1 总结改进	173
2.3.2 推陈出新	182
2.3.3 旁搜博览	188

2.3.4 效法自然.....	192
2.4 桥梁建筑美的规律.....	195
2.4.1 形式的运动.....	195
2.4.2 节奏和韵律.....	206
2.4.3 多样性的统一.....	216
2.4.4 比例与对称.....	226
2.4.5 感受和联想.....	236
后语	238

引 言

人类社会发展的历史是悠久的。在各个历史阶段中由于生存和生活的需要，发展了各种各样的生产和生活资料，桥梁是其中之一。桥梁的发生和发展，不能脱离各个历史阶段社会政治、经济和各方面的条件，但亦有其本身的特殊规律。

桥梁不过是为了克服自然障碍，越过河流、峡谷等通济利涉的工具。在国民经济中算不上尖端的科学，然而亦是极重要的一环。社会的分工，使桥梁事业发展成为一项较为重要的专业。“桥梁”作用，其涵义已经远远地超过它本身狭窄的一面，成为广泛应用的词汇了。

今天我们看到的是横渡海峡、跨越长江大河雄伟壮丽的大桥，车辆风驰电掣般地往来，规模宏大，使人胸襟开阔；或则是杨柳堤岸，池沼园林，柳锁虹桥，花紫凤舸，使我们心旷神怡。这都是几千年来劳动人民血汗和智慧的结晶。郭沫若同志咏钱塘江桥的诗说“……如果江山只是一片静美，不会深刻地鼓动我的心扉，是劳动改造了自然和社会，使江山焕发出生命的光辉。”

然则这些桥梁是怎样演化而来的？将向什么方向去发展？要解决这些问题，桥梁工作者首先要对桥梁的历史有所了解并给予极大的注意。但是搜集桥梁历史资料不过是工作的起点，一切既有的事实和数据仅是一堆原始的感性材料。所以想做一个进步的工作者，不能满足于在本行业中收集大量的既有成果，而是要予以通过理性的编排，提高到理论上来理解其内在的关系，推导出发展的趋势。这样，资料才能真正地成为知识，被我们所利用。

桥梁既是建筑（广义的）的一个领域，也就产生了桥梁建筑艺术的问题。一座城市中，桥头往往是游览的地方。人们欣赏着城市和自然的风景，更欣赏着人类力量的造物——桥。即使在偏僻的农村和峡谷之中，美丽的桥梁也替自然增添丰富的情调。古往今来，有许多诗篇歌颂着桥梁。在桥梁建筑中也和房屋建筑一样，存在着不同的艺术观点。不同的艺术观点形成不同的风格，是百花齐放、百家争鸣的政策所提倡的，这样可以使祖国的桥梁建筑丰富多彩。

虽然桥梁建筑艺术的好坏不至于影响桥梁本身的使用，但却影响着人们的精神生活。桥梁建筑艺术表现出一个民族的艺术素养。一个桥梁设计者应当在根据使用要求的条件下，以客观条件为出发点，在力学计算确定方案的同时，从艺术的角度渐渐成熟地产生出美学上较完整的建筑想象，而不要象某些大桥设计那样：工程师构思结构，建筑师予以“美化”。造成后一种工作方法的原因是因为在桥梁专业中缺乏艺术素养的训练。那么，什么是桥梁建筑艺术的客观规律呢？

为了工作上的需要而探索这些问题，我写出了下面各个章节粗浅的见解，以期起到抛砖引玉的作用。

作 者

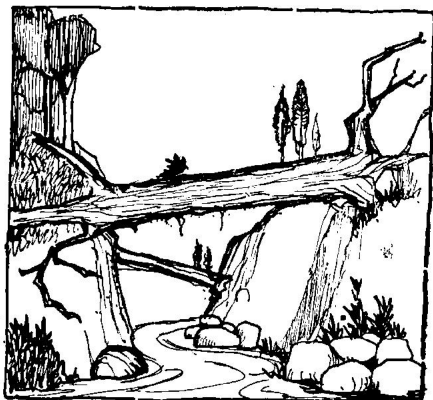
第一篇 桥梁简史

概 述

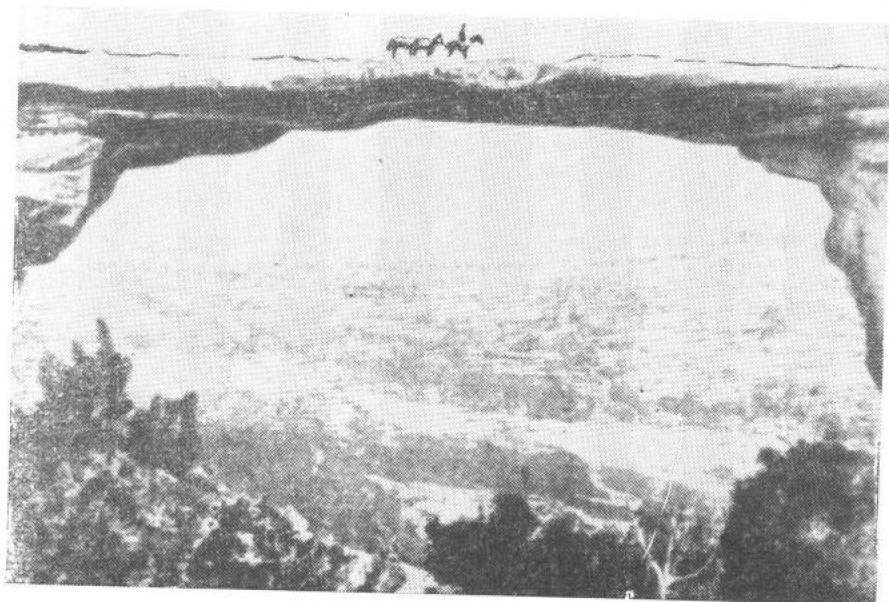
桥梁的起源是怎样的呢？当原始人类尚不能用手造桥的时候，往往利用天然倒下来的树木，自然地壳变化侵蚀而形成的石梁或石拱，溪涧间冲流下来的石块，或森林里攀缠的藤萝以越过水道和峡谷。或更如有人推测的那样，灵长类动物用自己的身体搭成桥（图—4）。至今在深密的森林里仍有时能看到猴子互相攀悬吊到溪边取水的现象。

等到人类已经能够聚族而居的时候，势必桥梁也已有了发展。如陕西西安半坡村新石器时代遗址，离现在已有六千多年，经过开挖，发现在居住区的周围围绕有深、宽约五至六米的大围沟。这样宽大的围沟，推想其作用可能是为了防止野兽或异族的侵袭。由于当时居民们已能用木柱、木檩、草泥盖造成圆形的房屋，则出入跨越这一围沟时不能没有搭架的桥梁，甚至也许是可撤式的木桥（图—5）。

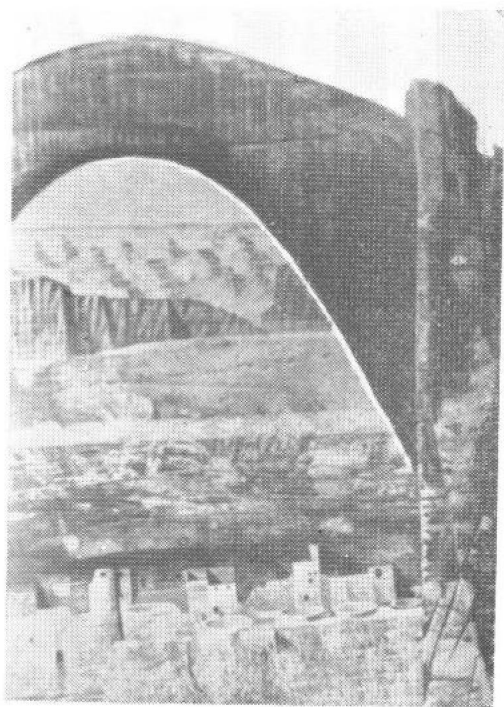
对于史前的桥梁没有可能和没有必要在这里作详细的推敲，因为这是考古学家的事。但是我们知道，桥梁具有不同的形式：梁、拱和吊桥。直到今天，桥梁仍脱离不了这三大类型



图—1 树桥



图—2 天然石梁桥



图一3 天然石拱桥



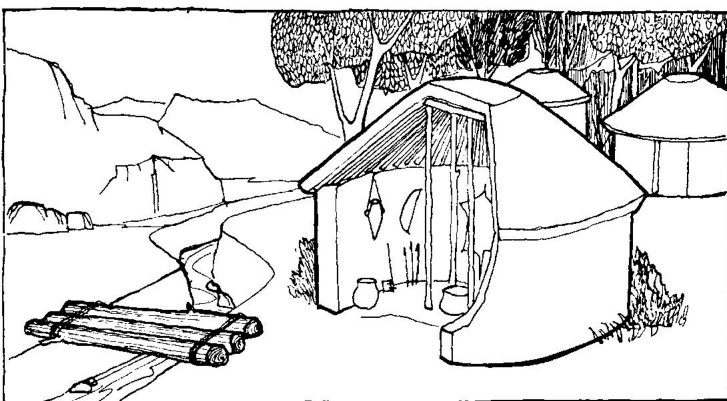
图一4 猿桥

或其组合，不过是内容更丰富，形式更多样，材料更坚固，技术更进步而已。

在地心引力作用下，物体基本上受到三种静力：拉力、压力和弯曲。吊桥受拉，拱桥受压，梁桥受弯曲。当然现代的桥梁往往是几种形式的组合，受力系统更为复杂。

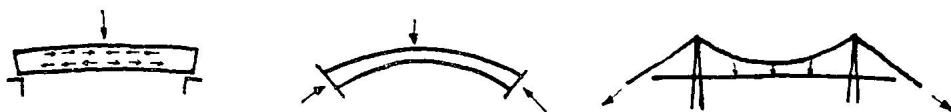
什么材料能建造什么形式的桥是由它本身的特性所决定的。

利用什么材料，或制造什么材

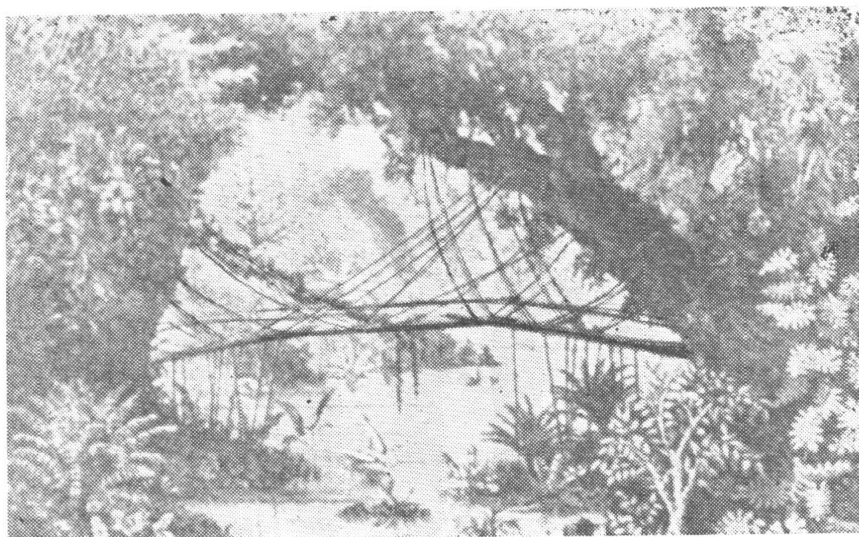


图一5 半坡村木桥假想（新石器时代）

料，如何去建成所需要的桥，即功能上合理的桥，这便是技术。所以首先需要理解桥梁所抵御自然和人工施予的力量；认识材料的性质；摸清材料本身的规律，材料使用在桥梁建筑中和其他事物相互联系的规律，这样才能应用这些规律为人类服务。应用这些规律的方法和能力愈高，技术也就愈高。我们将逐一地综览历史记载和现存的主要桥梁。



图一6 梁、拱、吊桥



图一7 藤萝吊桥

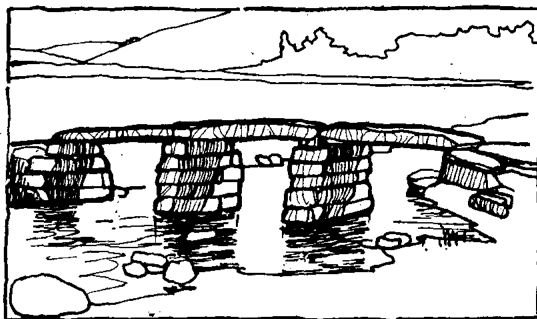
1.1 石 桥

人类起初能掌握的建桥材料是石与木这些天然的材料，它们是用之不尽、取之不竭的，可以大量地用来造桥。桥梁的发展首先是木桥还是石桥很难说清，根据逻辑推理，似乎应该

是木桥在先，因为人们在能创造强有力的工具来加工石料前，已经可以凭借体力或简单的工具攀折或砍伐树木。由于木料易朽腐的缺点，古代木桥实物遗留较少，因此几千年来较多的桥梁是石桥，可以先看一看石桥发展的有趣经历。



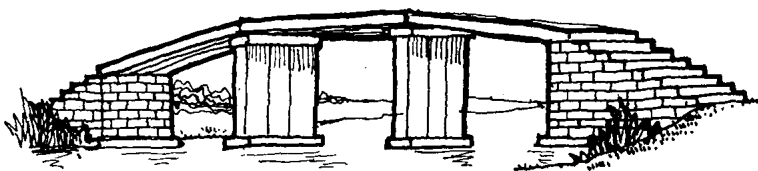
图一8 杭州黄龙洞踏步桥



图一9 英国达德摩石桥

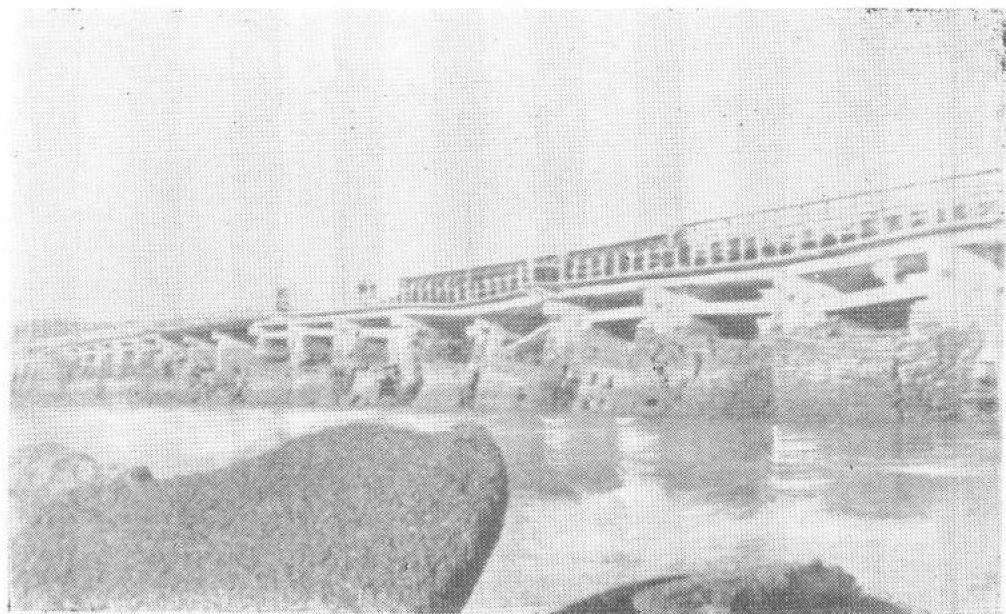
也许石桥是从有墩无梁的石步磴开始。这样的踏步桥，散见在浅涧小溪之上，或点缀在园林之中，如杭州的黄龙洞泉口上的踏步桥。当桥跨较大时，在石墩上搁置石梁。梁桥是桥的名称的起始，《说文解字》中写道：“桥，水梁也”。公元前一千多年的我国周朝诗经里也说到了“维鷖在梁，不濡其翼”的梁桥。图一9是英国达德摩地方现存的石梁桥。据说有的石桥已有二千多年的历史，粗糙地堆叠着石块，显示出原始的造桥技术。至今我国南方水网地区，仍大量存在着数百年前建造的石梁石柱桥，它用料经济，构造简单，便利交通。

世界上现在尚保存着的最长最艰巨的石梁桥是我国福建泉州的万安桥（图一11），因为桥位于惠安晋江两县交界的洛阳江入海的口上，所以又称洛阳桥。该桥建于我国宋皇祐五年（1053年），完成于宋嘉祐四年（1059



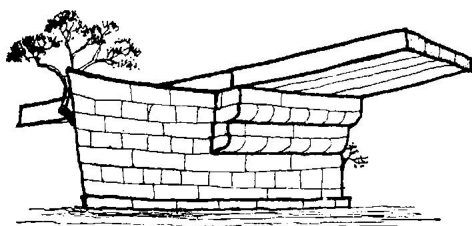
图一10 石梁石柱桥

年）。桥址处原先是个渡口，由于海潮汹涌，每年要淹死不少人，郡人倡议修桥，郡守蔡襄督促完成。桥共有四十七孔石梁，每孔约20米，总长达1100米左右。用海生动物牡蛎养殖在筏形的条石桥墩基础上以胶固桥基，这也是世界上绝无仅有的造桥方法。

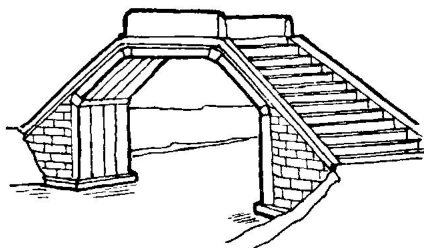


图—11 福建泉州万安桥 (1053—1059)

横搁石梁受材料强度的限制，跨度不能太大，一般只及十余米。为了加大桥的孔径，于是采用了几种方法，最简单的办法建筑上称之为“叠涩”。将石梁从桥墩上一层层地挑出叠置，然后在缩短了桥孔上搁石梁。有人认为叠涩是拱的起源，事实上它是近代伸臂梁的鼻祖。叠涩不是拱，因为我们对拱的定义是在垂直力的作用下会产生水平推力，且拱石本身都承受压力，而叠涩出梁依然是梁的作用（图—12）。有用石梁架成五边形的石桥，这样的石桥我国浙江省乡间仍有不少实物存在。五边形石桥可以说是介于梁和拱之间的桥式。如按结构细节和受力情况来看，这种桥只有在两端自重很重，载重较轻，两侧桥台能承受水平推力的条件下才能维持稳定，极有可能由之而发展成为拱桥。



图—12 叠涩出梁

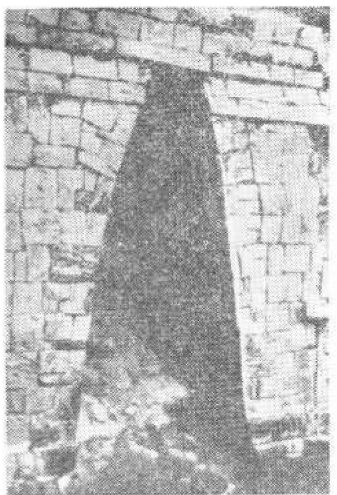


图—13 五边形石桥

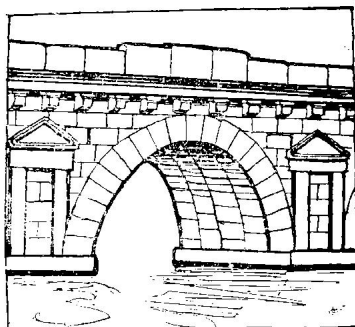
虽然有天然存在的石拱（图—3），但从天然整体的石拱发展到用离散的块体砌筑石拱存在着很长一段过程。当不知道应用拱架的时候，免不了要砌成图—14的假拱。真拱的出现已是人类文化进步到比较高的阶段的事。

公元前384~322年的希腊哲学家亚里斯多德曾经提到过，拱顶石支持结构是由于“抵抗各方面来的力量”。有人认为最早的拱是意大利中部古城的穹形下水道，约在公元前六百年左右。可见拱至今有三千年上下的历史。

各个具有古老文化历史的国家，都保存着千百年以前留下来的石拱桥。欧洲石拱桥艺术



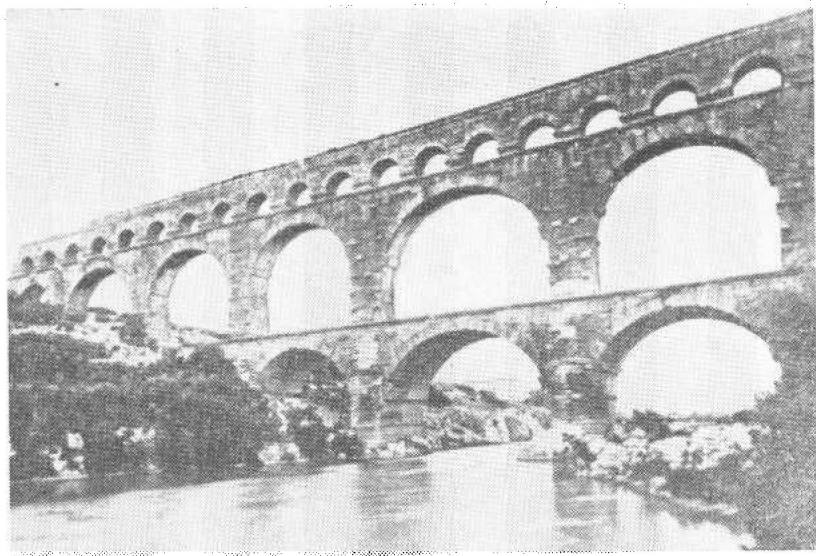
图—14 假拱



图—15 罗马时代列米尼桥孔

最盛于罗马时代。罗马时代的石拱桥大半是半圆形拱，跨度一般都小于25米。桥墩特别厚，约为孔宽的三分之一，以承受拱的推力，因此每一孔都能独立存在，这和我古代北方的石拱桥十分相似。图—15为公元前20年所建的罗马列米尼桥。

罗马帝国时代遗留下一些引水建筑物——水道桥，很多是高大美丽的石拱桥。最有名的一座是在现法国境内的加尔德水道桥（图—16）。桥建成于公元前158~167年，它引犹莱山的水进城。桥分为三层；最下一层是十六至二十四米孔径的石拱七孔，中间一层十孔，最上层有三十五个小环洞。

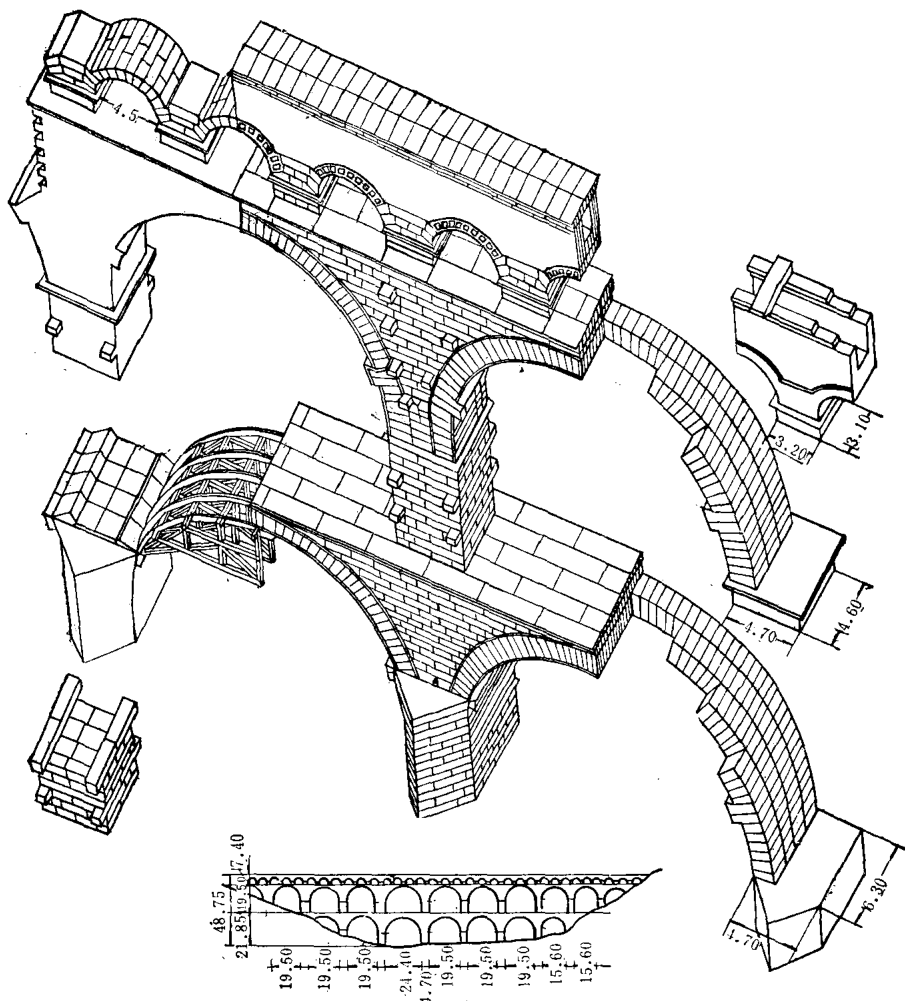


图—16 罗马时代加尔德水道桥（公元前158—167）

罗马的石拱桥一般都不用灰浆砌筑。石料按规格仔细削琢，在拱架上很小心地安砌起来，此桥也是如此，只有水道部分是用小块石料以灰浆砌筑，水槽里也涂了灰浆以防渗水。所以不用灰浆的原因可能是这样：使砌完一层之后不需等待若干天使灰浆凝固再拆脚手架，可以即时在上面砌筑第二层；同时又可使拆去脚手架时拱券变形较小（一般用灰浆砌的石拱在拱顶处当拆拱架后下沉可达好几厘米）；再则可以使拱券在使用过程中避免灰浆收缩的

影响；此外灰浆本身强度较拱石为弱，将形成拱的薄弱环节。

我国的经验不同。我国古代砌拱，用石灰、牛血、糯米汁作成灰浆，使拱石之间粘结十分牢靠。有些拱石缝中还嵌有铁或铜钱，因铁或铜生锈之后变为氧化铁或氧化铜，体积膨胀，粘着于相邻的拱石上，使拱券更为坚实，并避免了过于细致的石工工作。

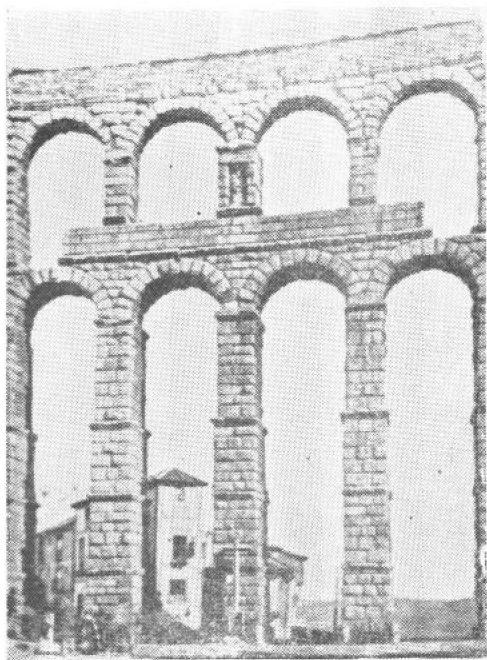


图一17 加尔德水道桥剖析

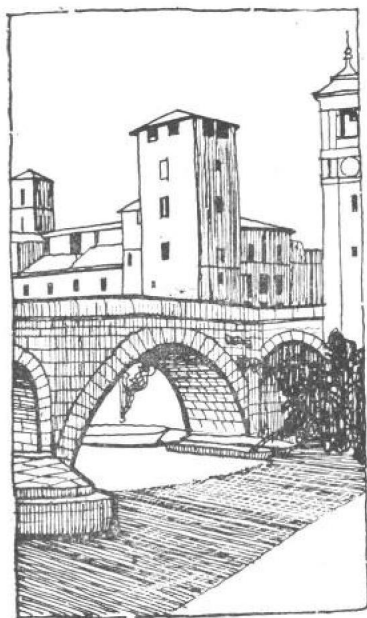
罗马加尔德水道桥造成后四百年，侵略者包围了该城，破坏桥的二端断绝供水，此后即从未修复。十七世纪末年，在下层拱的上游部分被利用作为驿道。重载使桥受了振动，拱石偏离拱轴线，这是因为并列砌拱的方法和不用灰浆产生的缺点。1670年重修，1747年于下层拱墩的下游加宽拱券作为公路桥。这座水道桥不但结构雄伟，同时在建筑艺术上它的比例均匀、调和，色泽鲜明（用黄色石料砌成），和青山绿水蓝天构成色彩美丽的图画。

罗马时代水道桥保存得最多最好的要数西班牙，同时石料也特别坚固。图一18为西班牙锡古维雅地方的水道桥，桥高达三十米，双层拱券。每块石料都很大，计为 $60 \times 60 \times 120$ 厘米。石料四周约有四厘米的光边，其他部分都是粗凿石面，亦不用灰浆砌筑。因为它大胆粗犷，叹为鬼斧神工，当地人称之为“恶魔”之桥。

早期的拱都是半圆形的，修建跨度比较大一些的石拱桥，拱顶就高出路面很高，成为驼



图—18 西班牙恶魔之桥

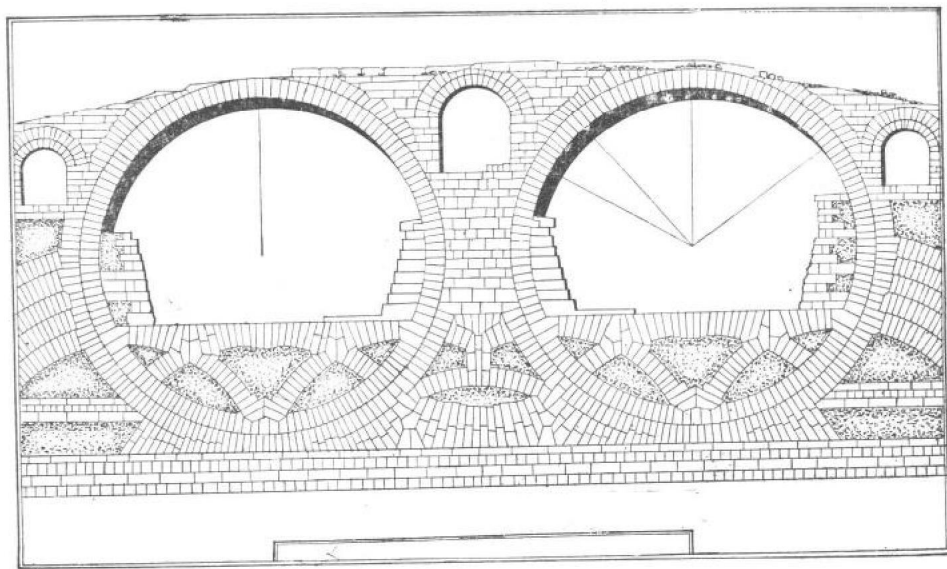


图—19 罗马时代法勃利克桥(公元前62)

峰式的拱桥，上下桥都比较费力。是不是可以建造割圆形拱（就是不到半个圆的圆弧拱）呢？从半圆拱到割圆拱是技术上一大进步。割圆拱可使桥的跨径更大，拱的推力也较半圆拱为大，对基础施工技术的要求较高。

意大利罗马时代的法勃利克桥建成于公元前约六十二年，是世界上较早的割圆拱。桥跨径为二孔24.4米，同时在二个大拱之间的桥墩上插入一个小拱（图—19、图—20）。

十八世纪意大利建筑师毕拉业西（Piranesi）替桥画了一张想象的结构图，不知道有什么根据他在河床下面画有倒拱把桥联成环形。当时人们受罗马半圆拱的影响，抱有成见，对于割圆拱总觉得存在着问题似的。



图—20 毕拉业西绘法勃利克桥图

世界上最著名的割圆拱和大拱上加小拱，首推我国河北省赵县安济桥，又称赵州桥（图一21、图一22）。



图一21 河北赵县安济桥（赵州桥）（约600）

桥是一千三百多年前隋代石匠李春建造的。割圆拱跨径32.27米，在大拱之上叠了四个小拱。这和法勃利克桥在墩上加小拱不一样，拱上的小拱可以减轻拱的重量，相应地减轻了拱对基础的推力，同时也能在洪水期间减少挡水的面积。唐朝中书令张嘉贞的赵州桥铭中就说这桥是“制造奇特，人不知其所以为”。外国桥梁和建筑方面的专家们也都认为赵州桥的构造使罗马石拱桥看起来十分臃肿。

石桥到这时候走上新的阶段。当时习惯上认为拱一定需要半圆的，赵州桥也被当时人认为河下还有半个倒拱（事实上并不存在），正和意大利人对法勃利克桥的推测一样，因为新事物的产生总是超出一般人常识之外。充分地发挥材料的性能和以结构的合理为基础，是能做到十分坚固和美观的，这样的情况在桥梁发展过程中经常可以遇到，也是不时引起争论的一个方面。

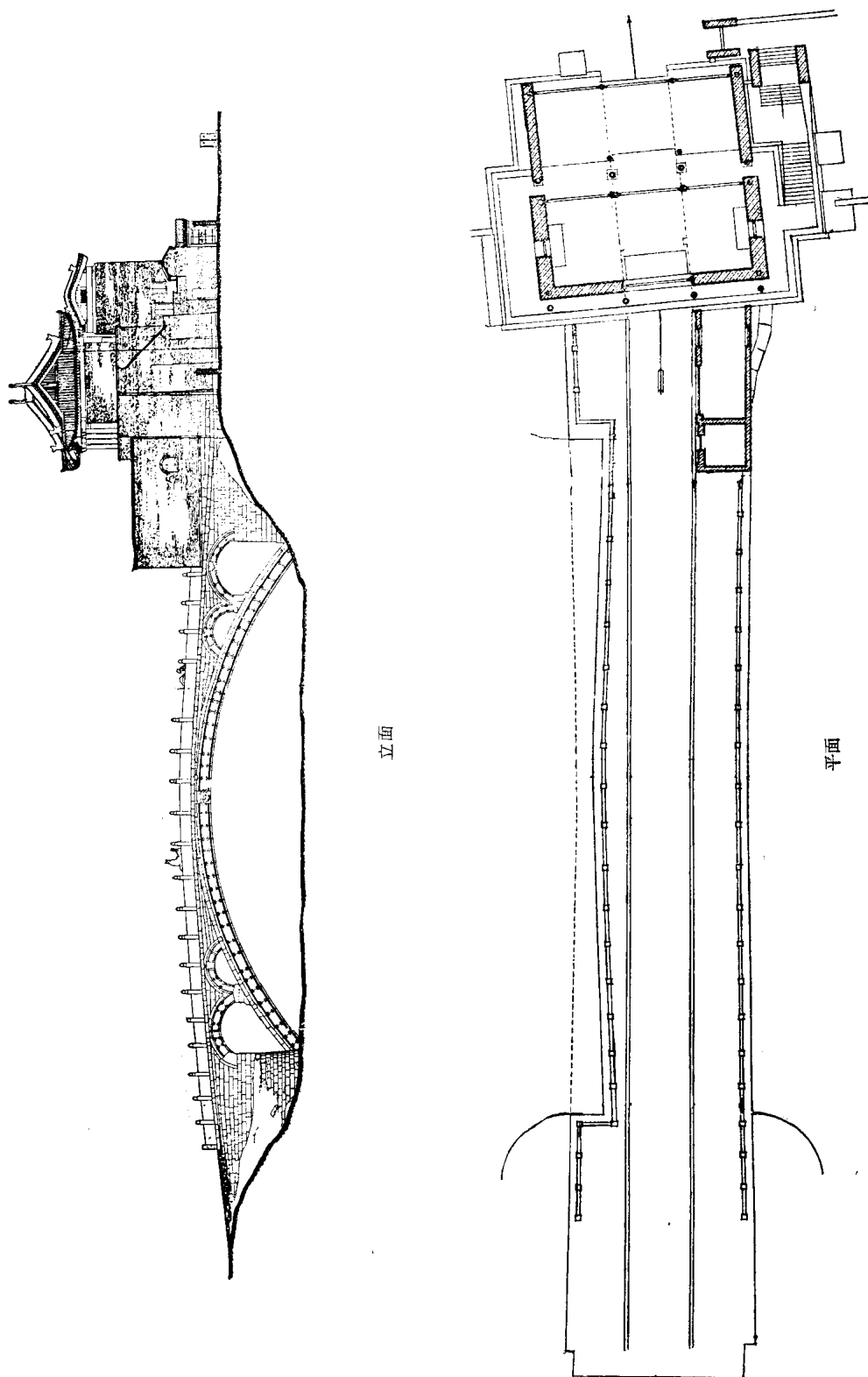
至于赵州桥的雕刻艺术，更是人类的一件宝贵财富。桥上的栏杆雕刻着“若飞若动”的龙。赵州桥原隋代的栏板望柱等曾不知去向，清代后期到解放之后所见到者都是明代的栏板。1955年修复时在河床中挖掘出倒在河里的隋代实物，使人叹为观止，使当年的艺术重放光彩。

赵州桥的缺点是它的拱券是并列砌筑的，正和图一16的加尔德水道桥一样。因此其西面的外侧券和东面外侧券的一部分在明末清初倒入汶河，连隋代的栏板一起埋在河底。1956年文化部予以彻底重修补足了雕刻的拱板，列为全国重点文物保护单位之一。

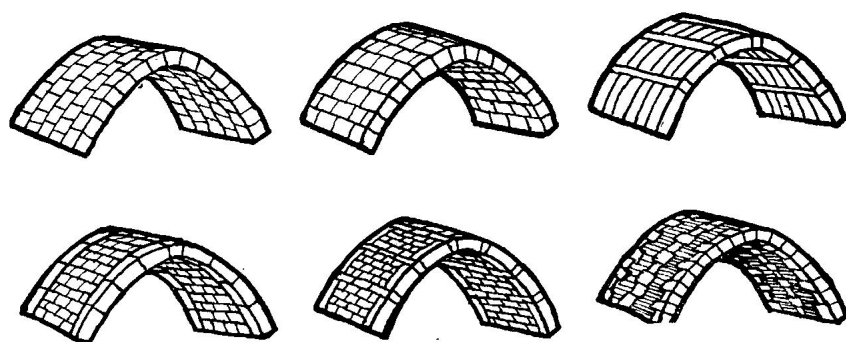
我国仿赵州桥割圆拱和大拱之上叠小拱的石拱桥甚多，如河北赵县永通桥、济美桥，山西晋城景德桥等等，而国外一直不敢把小拱放到大拱上去，直待十九世纪才出现类似的桥梁。

几个世纪来，石拱桥在拱的砌筑和拱的形式上起了些变化。拱的砌筑，按石块的排列方法基本上形成了图一23的诸式。

拱的形状，除了习惯应用半圆拱和圆弧拱外，也建造过尖拱，如图一25的十三世纪法国

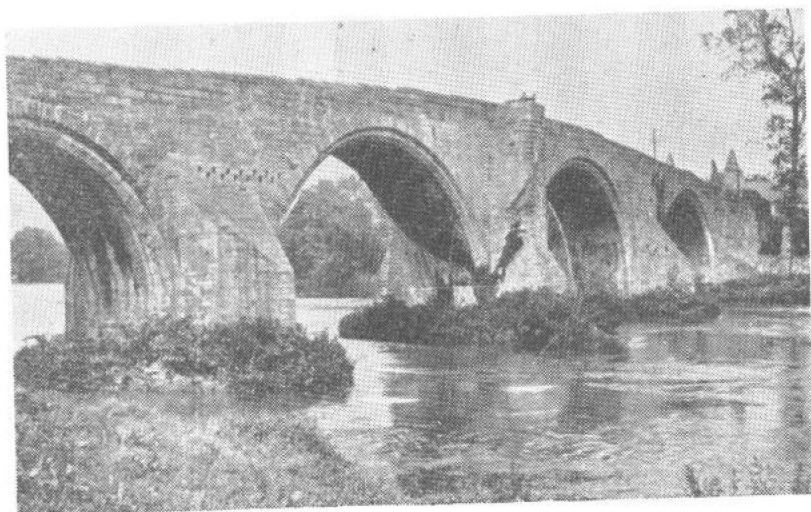


图一22 安济桥实测图

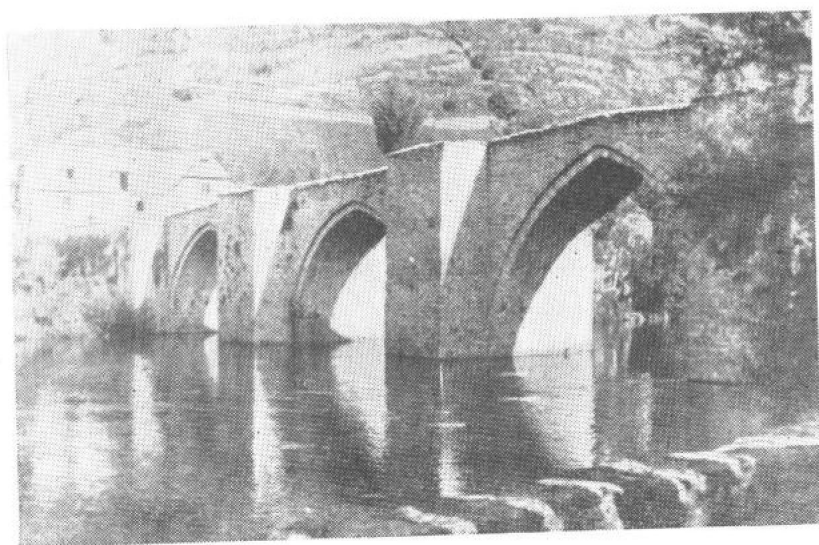


图—23 石拱砌筑形式

阿维尼昂桥。尖拱在我国称为锅底券。最美丽和富于曲线变化的石拱桥，当推我国北京颐和园的玉带桥。桥全部用白石琢成，栏杆雕刻精致，造型极美，1914~1916年美国修建纽约岳门桥的钢拱桥时，设计者承认是受了颐和园玉带桥的启发。



图—24 英国苏格兰史蒂林老桥



图—25 法国阿维尼昂桥