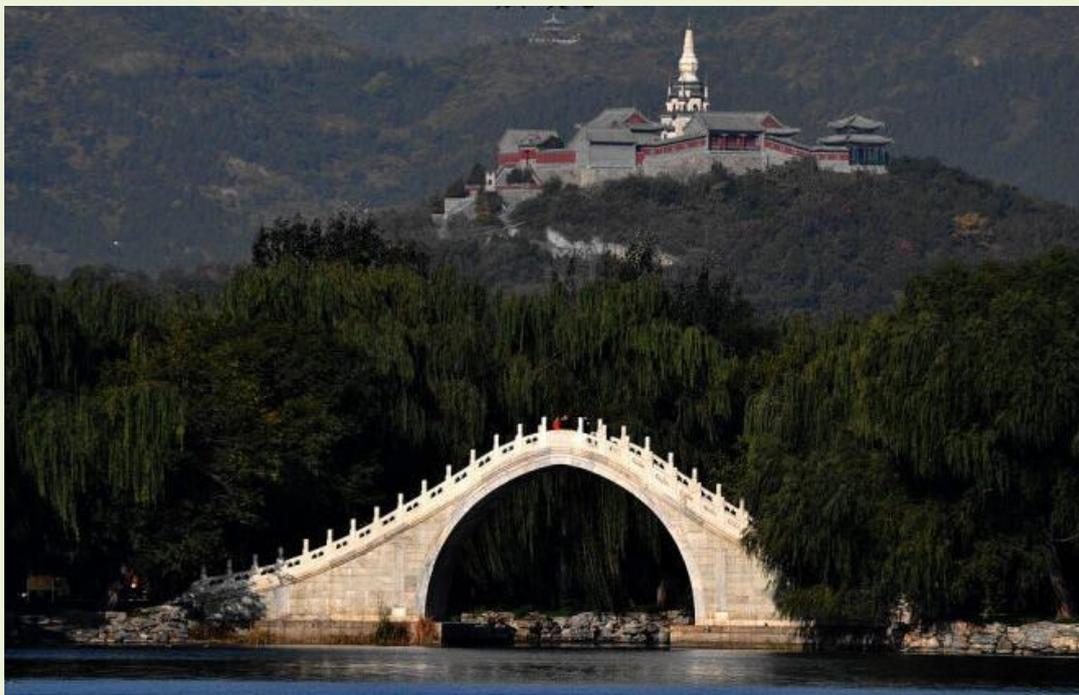


中国古桥学



创刊号

北京茅以升科技教育基金会中国古桥研究与保护委员会

2019.1



茅以升先生不仅是
中国现代桥梁的奠基人
也是中国古桥学的奠基人

桥梁是如何建成的

—— 我们古代的桥梁和造桥者

茅以升

(代发刊词)

桥梁是极普通的建筑物，在我们日常生活工作中，要出门行走，往往就会走过一座桥，有了桥，那阻挡道路的江河便可安然渡过了。假若没有桥，我们的行动便只好局限于河的一岸。那时对岸的人除了游泳，就无法过来，遇事只好隔岸观火，那是如何的不便。桥梁是道路的咽喉，是道路的要害。因此，战争时期要想阻挠敌人的交通，有效的方法就是破坏桥梁。而在和平建设时期，要发展交通，重要的方面，也是桥梁。桥梁与我们生活的关系，实是太大也。

现在介绍些我国古代桥梁和建桥者，来说明桥梁建筑在我们历史上的发展，并略述近代的造桥技术来对照，以见古代桥梁中有很多是合乎科学原理，并有高度技术者。我们现在铁路、公路上的桥梁，都是最近四、五十年间建造的，当然都是现代技术表现，其中不乏雄壮优美的结构。从这些工程里，我们可亲眼看到

我们劳动人民的功绩。在今后祖国的建设中，我们需要更多的新桥出现，我们的桥梁工作者共同努力吧！

桥梁是几时造起的呢？说也有趣，我们人类倒并非造桥的始祖。世界上最早造桥的，而且还是活动桥，原来就是我们的人类祖先——猿猴。那时一群猿猴走到河边，要想渡到彼岸，便先由许多勇士，一个个手抱着腿，尾缠着头，接连成一串“猴绳”，然后由一位领队的，拖着后面这一大串爬上河边的高树上。大家一齐着力，象打秋千似的摇摆起来，紧抱不放，越摇越远。那最下头一个，就会抓着对岸的一颗高树，紧抱不放，于是这一长串“猴绳”就成了过河的悬桥（猿桥），有了桥，其余的猿猴就都好从这桥上爬过河了，等到大家走完，在河这边的那位位领队，只须两手一松，这一串猿猴就摇摆过江，而这座悬桥便立刻不见了。这样的悬桥，可算是世界上最古的桥。而悬桥又是桥梁中宜于长跨度的形式。其基本原则，和猿桥完全相同。我们不能不佩服猿猴的聪明。



一、 悬桥

悬桥是长桥式中最长者。这里所谓长，并非指桥的总长，而是指桥的一孔之长。我们平常看到的桥，那一孔的长度（名为跨度），很少在 50 公尺以上的。而现在最长的悬桥，它一孔的跨度可超过一千公尺。因此，悬桥不仅能过江，而且还能跨海。现在悬桥的造法，是先在江里建筑起二座桥墩，每座墩上筑起钢结构的高塔，并用两根很粗的钢索并排地架在塔上，从江的这一岸，到对岸，这钢索就成了过江的骨干，再从这左右两根钢索，放下许多下垂的钢绳，在钢绳的下端，悬挂横梁，横梁中间，平铺桥面。这工程就完成了。桥面上的载重，如汽车、电车、火车、行人等，先从桥面传到横梁，再到下垂的钢索，再到悬空的钢索，再到钢塔桥墩和钢索的锚锭，最后再由桥墩

和锚锭传达到江底的基础，所有桥面上车辆载重，最后都由基础承当。但钢塔、钢索、钢绳、横梁、桥面等部分，都要能胜任传达到那一部分的力量。这就是桥梁载重的原理。

悬桥在我们国内，有很久的历史，如陕西、四川、贵州、云南、西康各省，因山多水急，很早就有这类的桥。最著名的要算四川灌县“都江堰”的竹索桥。每孔长约六十公尺。其特点在利用当地出产的竹子，编成圆形的桥索，横悬过江，但因竹子容易腐烂，便每年轮流抽换一根桥索。用本地生长的新竹做材料，将换下来的旧竹抵工钱。如此，便长期地将这桥养护好。其次，有名的是贵州盘江桥（现已重建为新式桥），明朝的朱家民造成的。孔长虽只三十多尺，但因当地的地势奇险，而且用的是铁索，嵌在两旁的崖石里，（田处《黔书》）因此在当时博得广泛的赞扬。还有如西康的泸定桥，云南的元江桥也都是铁索的悬桥。



二、浮桥

我们历史上记载最古的桥，当是浮桥。在古时叫做“梁”。（《诗经》《大明篇》：“迎亲于渭，造舟为梁。”）用很多的船，编排拼紧起来，下面用绳索牵牢，上面铺板桥面。到了公元前二百六十五年，我们记载里才有“河桥”字样。（《史记》：秦本纪：“昭襄王五十年，初作浮桥”此桥在临晋县，东渡河至蒲州）。然此处所谓河桥，仍是浮桥的意思。因此，桥梁二字的意义，在古时是不大分得清的。

（《说文》：“桥，水梁也”）记载比较可靠的浮桥，依年代说，最早的要算晋朝杜预（约公元 207 年）在黄河孟津县东北所造的河梁桥（三国志《杜预传》）。其它历史上有名的，如洛阳城外西南的天津桥。隋朝大业元年（公元 605 年造）以铁锁系住大船，沟通南北，长

一百三十步。并在桥的两头，夹路对造起四楼，各高百余尺。（《河南通志》）。又如唐朝开元九年（公元 721 年）左右重修的蒲津桥，熔铁为牛，以系缆，来牵住船只（《唐会要》）。又如宋朝淳熙八年（公元 1181 年）唐仲民在浙江黄岩修造的中津桥，有二十五孔，用五十条船，每船置一锭，扭竹为缆，来固定船的位置。（唐仲友修《中津桥记》）又如明朝正德二年（公元 1507 年）左右，广西桂林漓江上的永济桥，有七十多丈长，也是五十只船舶拼成的浮桥。它的特别的地方是在两岸每边用铁柱二十根埋入地中，另铸两根铁缆，每根长百丈余，放在船上来将船扣牢，这桥是陈金造的。（包裕《永济桥记》）。

浮桥的好处是不需桥基，坏处是不能稳定，随水面涨落，而且妨碍行船。但工料最省，容易修造。这类桥梁都是临时性质。古代所造的，现时都无遗迹了。

近代浮桥的造法，是用钢板做成浮桥，以钢绳牢锭河底，有来代替桥墩。在两个“浮墩”之间，留有行船水道。然后在船上建造钢柱，在钢柱上横梁，安装桥面，另在两岸修建活动的上下坡道，以迎合水面的涨落。



三、 梁式桥

人类最早的桥，大概就是独木桥。这种桥，当然是更早于浮桥。因浮桥要船，而造船是较高的技术。或者河边一株大树，偶然地倒下，跨过河身，便引起人们的注意，也效法来用棵树过河，其后就演变成独木梁了。这在过去中国古书上叫做《徒杠》（《说文》，徒，步行也。杠，横木也。）其后，看到独木不够宽，也许用几根树木并拢来过河，上面不但可行人，也可走轿，如同《孟子》书上所说的“舆梁”一样。再其后，看到河宽的地方，一根木头不够长，就在水中壘起石块作支柱，于是一根木长的桥，延长为几根木了。现地西南偏远地方还有这样的桥。如同四川雅州的雅江水桥，用竹箴做成篮子，里面装卵石，将许多石箴堆积地河中作桥墩，就是一例。（又如山东东昌府武城县东，以前有冰桥，架木以渡，冰解方撤。）再其后，看到这种做法，在深水中是无效的。于是想到在水里竖立木柱，木柱上面搭梁

做桥，于是有了梁桥的初步型式。在造桥的技术上，是前进了一大步。这种木柱代礅的桥，起源必甚早，但在古书中，还是到了汉朝才有记载。（《史记》苏秦传：信如尾生与女子相期于梁下，女子不来，水至不去，抱柱而死。），以后的书中间或一见。如《唐六典》的天下木柱之梁三，皆跨渭水：便桥、中渭桥、东渭桥。又如，北京西南的卢沟桥，金明昌桥，（公元 1190 年建，插柏为基，雕石为栏（畿辅通志）。）王九臬重修，造大桥，长亘里许，为百孔，高三丈余，阔二丈（《西安府志》）。历史上各地所造的木柱桥，为数必多，但因木桥不耐久，古时所造的，如同浮桥一样，现在都看不见了。然而，这种木柱桥梁，实是最经济的建筑，直到现在还是“便桥”的标准方法。

木柱不易持久，后来便有石和木两用柱，再后便有纯碎的石礅和石柱桥。更有用铁柱的。礅上的横梁，也有木制的和石制的两种。如陕西西安城北的中渭桥。秦始皇时，（公元 200 年造）宽六丈，南北长二百八十步，分六十八孔，有七百五十根柱子。一百二十二座梁。桥南用木柱，桥北用石柱，桥面也是木构。后来，董卓入关，将此桥焚。（《关中记》）又如洛阳天津桥，原是浮桥（见前）。到了唐贞观十四年（公元 604 年）重修，便用方石，壘为“桥脚”（《元和志》）。也就是用石礅代浮桥了。此桥后来也是屡坏屡修。到了宋朝建隆二年（公元 961 年），更由向拱大修。用大石的桥礅，高数丈，并将桥礅做成尖形，以分水势。又在石礅内，每两石间的直缝，

用“铁鼓”联系不，使石块联为整体。（宋书《河渠志》）。这种技术，在桥梁史上也值一提。又如唐武后时，（约公元 694 年）李昭德在洛阳造利涉桥，因受洛水冲刷，修不胜修，他就累石代柱，并且将石墩做成尖形，以减水患，正与近代桥墩之意相合。（唐书《李昭德传》）。以上两桥，都是用石作墩之例。至于石柱桥，起源当然也很早。如秦朝渭桥壘石水中，谓之石柱桥。（《关中记》）又如《唐六典》说“天下石柱”之桥，中桥，灞桥。又如，河北宣化鸡鸣桥，石柱七十有五，东西横列，长百步，阔十二步，柱高一丈，如之。（《宣化府志》）。又如，西安东安的灞桥，是汉朝造的，其后屡修，至道光十三年（公元 1833 年）重建，便用石柱。在支桥处，一排六根，每柱用圆形大石四块，上下壘砌而成。（《灞桥图说》）。想也有古时的遗风。最少用的铁柱桥，如江西浮梁县臧地方（在宋代有臧洪）用二根铁柱，架木为桥。。至宋未毁去（《浮梁县志》）。

桥柱或桥墩上的横梁，有木制和石制两种。木制的当然是最普通。如秦朝造渭桥及横桥。汉朝作便桥，跨渭河，均以木杰梁。（《初学记》）。又如元朝都城初建时候（约公元 1277 年）其内外桥梁皆“架木为之，而复以土”，凡一百五十六座。（元文类）都是木梁。但木易腐朽，这类的桥大都不传了。记载较多是石梁桥。如西安灞桥，以石为梁。（《初学记》）。又如汉顺帝时，（公元 135 年）命清洞、马宪两人，监作洛阳建春门的石梁桥。不高大，而治石工密。旧桥首，建两石柱。“桥首建两石柱，桥之《右柱铭》云，阳嘉四年乙酉壬申，

诏书以城下漕渠，东通河、济，南引江、淮，方贡委输，所由而至，使中谒者魏郡清渊马宪监作石桥梁柱，敦敕工匠尽要妙之巧，攒立重石，累高周距，桥工路博，流通万里云云。作石桥梁柱，敦敕工匠尽佳，要妙之巧。”（《水经注》）

石梁中最警人，名闻中外的是福建泉州洛阳桥。这桥是宋朝蔡襄主办。九百年来，民间有蔡状元造桥的美谈。京戏里还有洛阳桥的灯彩戏。这座桥，确实是伟大，值得特别地介绍一下。

洛阳桥（并不在河南洛阳）在宋朝，名叫万安渡石桥。据蔡襄所作记，是在福建泉州城东北，跨洛阳江，宋仁宗皇佑五年（公元 1023 年）起造，嘉佑四年（公元 1059）完工，共长三千六百尺，分四十七孔，桥宽一丈五尺，费钱一千四百万。负责工程的人是卢锡、王实、许忠，及僧义波、宗善等，共十五人。这桥石礅石梁式。礅的基础用“种砺”保护。（宋史《蔡襄传》）。桥在左右有扶栏，并有南、北、中三个亭子，气势雄伟，所以为当时泉州人作诗歌颂。蔡襄说：“一望五里排琨瑶，行人不忧沧海潮，千古万古无倾摇。”（泉州府志）。当建造时，困难实多，竟然完成，就不免有神话的传说。泉州府志里说：在万安桥以前，那里是海渡。常死人。蔡襄的母亲迷于神话，一定要他造桥，他因工程浩大，迟迟未动。他母亲于是写封信给海神呼救，他只得照办，果然回书，里面有个“醋”字。他说，这是海神叫我二十日酉时动工，果然从那天，潮退八日，于是，就在那期间，将桥基造好了。这段神话，大概是蔡襄当时为了鼓励工作情绪而造出

来的。也许有他的苦衷。这座洛阳桥，后来到明宣德中（约公元 1430 年）因桥基下陷，潮涌石没，重修时增高三公尺，由李俊同僧正淳主办。也是很难的工程。明万历三十五年（公元 1607 年）地震，这座桥又坏了。桥址复陷低，由委志礼大修，复旧。（均见《泉州府志》）

在洛阳桥附近，有盘光桥，宋宝佑中，（公元 1257 左右）僧道询募款修，是座石桥，长四百余丈，广一丈六尺，比洛阳桥还宽、还长，但不甚出名，也是巨大工程。（见《泉南杂志》）。还有漳州虎渡桥，宋嘉熙间，（公元 1238 年）造，长三千尺，桥趾高百尺，梁最长者九丈，五十八孔，费钱三十万緡。陈正义造，（见《漳州府志》），也是够伟大。

上述各种梁式桥，在墩上安梁，以承桥面，是一般情形中最普通的型式。我们平常看见的铁路、公路桥，几乎都是这种形式。因为除了特殊情况需要它式外，这是最合理、最经济的结构。在现在工程里，这种桥可用木材、钢铁、或钢筋混凝土建造，因材料强弱关系，它们的布置结构、筑法都不大相同，分述如下：

（1）、木桥，多半是临时性质，作为便桥。但如保护得好，也可用二、三十年。桥基一般地都是用木椿。桥分几孔，就打几排木椿，上面用横木盖顶，横木之间，安装木梁，主梁上做桥面。木桥的每孔跨度，普通都在十五以下。

(2)、钢桥，这里所谓钢，是指桥的梁而言，至于桥墩，还是用石砌或混凝土。钢梁有两种；或是用整块的钢板，或是用钢做的各式焊件，并合成“花梁”，并合钢板或焊件，可用铆钉或电焊。钢板梁或钢花梁，每孔普通都是用两个在两梁之间做横梁扣纵梁，上铺桥面，或是铁路轨道，或是公路路面。为了抗风力和振动，两梁须有适当联系，以防倾倒。

造桥的方法，是先做桥墩，然后架梁。要看河流的情况，河身的地质和其它技术条件来决定施工的计划。现在制钢技术进步，质料日强。钢梁桥（两支式简单梁）的长度，每孔可到二百公尺以上。

钢筋混凝土桥：在这种桥里，桥墩和桥梁，都是混凝土做的。里面有钢筋，为的是增加强度。其结构和钢板梁的桥，大体差不多。桥墩的建造，也相同。但在做梁时，因混凝土要在现场浇筑，不似钢梁可以在他处制造，运来安装。因此，混凝土浇筑完成时，也就是桥墩安装的完成。这种混凝土梁的长度比钢梁小得多，普通每孔不超过二十公尺。



四、悬臂桥

悬臂桥是上述梁式桥的一种变格。这种桥的梁不仅是支持在桥墩上，而是挑出两墩之外，因此梁的长度超出桥的跨度。这挑出部分的梁，好似两只臂膀悬在墩外，故名悬臂桥。最长跨度可到六百公尺。因此也是新的桥式。然而，我们古代，很早的时候，便有这种桥。那时名“飞桥”。历史上有记载的是从南北朝开始。如甘肃道河县，有河夹岸，宽四十丈，在东晋义熙年间，（约公元 410 年），由佛教徒在河上作飞桥。桥高五十丈，三年才成。（这里记的五十丈，一定有错误。）（《秦川记》）。又如，《沙州记》说：“吐谷浑国在河上做桥，谓之“河厉”，长一百五十步，两岸累石作基，节节相次，伸向河身，另有大木插入石内，纵横更镇，压从两岸挑向河身，系到两岸伸出的大木中间只隔离三丈时，再用木梁接通，上做桥面。这是

很高技术的表现。其后，宋明道中（公元 1023 年）青州泮水上桥，因山水暴涨，水与柱斗，常常损坏，有“牢域庶卒”，非常聪明，用大石壘砌固岸，取大木数十根相贯架为飞桥，无柱，五十余年不坏。（泮水注录燕）。又庆历中，（公元 1044 年左右），陈希亮守宿州，因汴桥常坏，于是仿效青州，作无柱桥。又传其法。自汴至泗，桥极多，俗名“江桥”，（宋史《陈亮传》）。可见当时悬臂桥之普遍。直到现在，云南、甘肃、青海、西康各地还见有各式各样的这类桥。足见其技术传播之远。近代的悬臂桥，除了取其能延长跨度外，还有安装钢梁的便利。自从钢料用制桥梁以后，安装钢梁的技术，日有进步，其方法之一，就是用悬臂的原理。用已装好的一孔桥，将钢梁从此孔向两旁延伸来安装，这两旁桥孔的新梁为此递展，迄全桥装完，不需在水中做工程，因此是一个经济的方法。



五、拱桥

梁式的主梁是笔直的，倘将这主梁向上弯成弧形，这桥便叫拱桥。为何要将梁弯成拱呢？拿石梁来说，如这梁是直的，便要用一块整的很长的块石，方能从桥墩上架起。如用两块石料接起来，非常困难。因为桥上重量是要将两块石挤开的。所以直梁的跨度，便受限制。只好等于一块石料的长度。但如用短的石块，顺着弧形，拼成一个向上弯拱的梁，这梁内的石块便都只受压缩的影响，而无分离开张的倾向，为此一来，桥的跨度就不受石块大小的限制。桥的跨度大大地增加。发现这种原理是很大的科学成就。而人类在很早的时候，便应用到建筑石和石桥上去，真是件可以惊叹的事。为我们的万里长城在建筑之始（公元 214 年）便已用拱形的短梁了。在桥梁方面，当然也用得极早，但无可靠的证据。

我们很早的拱桥记载是《水经注》。谷水条说，离洛阳宫六七里的地方，有一座旅人桥，采用大石，下圆发通水，并说这桥是晋太康三年造的。（有人说是汉朝造的）。西安渭河桥和成都的万里桥都是拱桥（引南北朝庾信的“《春治渭桥》诗：甘泉运石梁，跨虹连绝岸，唐朝陆肱的《万里桥》赋：架长虹于两地）。但诗文中的“虹”未必指拱桥，而渭河桥是木桥，亦不足信。其后各地便多拱桥。如唐朝造的苏州宝带桥。据《一统志》说：宝带桥在苏州府城西南，跨澹台湖，南北百丈，下为圆洞，通舟楫者凡五十三。又《苏州府志》的《鄮应传》”说：“宝带桥，唐王仲舒捐带助费建造。宋绍定四年（公元123年）重建。明正统间（公元1440年左右）周忱修治，是其中最良亦最著名的。

拱桥的弯曲形状不一，我们旧桥中，圆形的较多，有的在水面上的部份，竟恰好个半圆，同水中影子合成一个整圆圈。如浙江余杭的苕溪桥。但比较合理的，是用圆弧的小部份，成为平拱桥。其代表作是现存河北赵县安济桥。这桥不但是拱桥，还有很多特点，表现出它原来设计的高超和建筑的优美的地方竟同现代科学化的拱桥，原则上完全一致。但这桥在一千三百五十六年前就已建造起来了，而且一直用到现在，并未经过严重的修理，（明末清初修过二次。）可算中国桥梁史上很杰出的作品。难怪北方民间对这桥有很多传说，甚至京戏《小放牛》里，还有“赵州桥，鲁班爷修”的歌曲，至于历代文人对这诗文歌颂之多更不必提了。然而，这桥并非鲁班爷造的，它是

隋朝一位姓李名春的大师的手笔。（唐朝张嘉贞《赵郡南石桥铭》里称他为“隋匠李春”，可惜他的生卒年月和他的事迹都不详了。

安济桥位于赵县南门外五里的洨水上，一孔平拱桥，横跨在河的两岸。桥宽自八.五至九.二五公尺，桥孔由南北两礅壁量起，跨度三十七.四七公尺。拱圈由四十三块大小不同楔石砌成，厚度一律是一.0 三公尺。在各楔石之间皆用“腰铁”两件相连。拱圈孤形的半径约.三 0 公尺。第二孔半径约.五 0 公尺，跨度.八五公尺。（《中国营造学社汇刊》梁思成《赵州大石桥》）。这只一例，只可惜记载不全。许多前人的精心杰作淹没不彰。而记载以外的桥梁，连姓名也不传了。本文所提出的桥，是举例性质，以类来分的。还有很多特制的，因不明其结构，难以准确地分类，然而，也值得一提。如江苏吴江的垂虹桥，俗名长桥。在公元 1048 年修建的。曾是木桥，到公元 1325 年，由张显祖改易以石，下开七十三洞，其长也知了。（《江南府志》说，东西千余丈，显有误。）又如，山西榆次的张庆桥，巨石为梁，下为水门四，虽洪流巨侵，不能冲毁，也可见其构建之巧。（《山西通志》）。

又駟，延安葭州西，有石板桥，下临深涧，上有危峰，鸟道百尺（《陕西通志》）。又如，黄岩县有利涉桥，在澄江上，公元 1211 年杨圭建，长一百丈。又黄岩有孝友桥长六十丈，宽三丈，跨大江，公元 1090 年左右张元仲造。元朝末年，桥坏后，赵伯云重筑。桥有五洞，桥面亦五折。又，桐庐北四十里有，有独石桥，吴仲高建，以独石为之。（以上《浙江通志》）。我们历史上的桥梁，多半只知其名及地

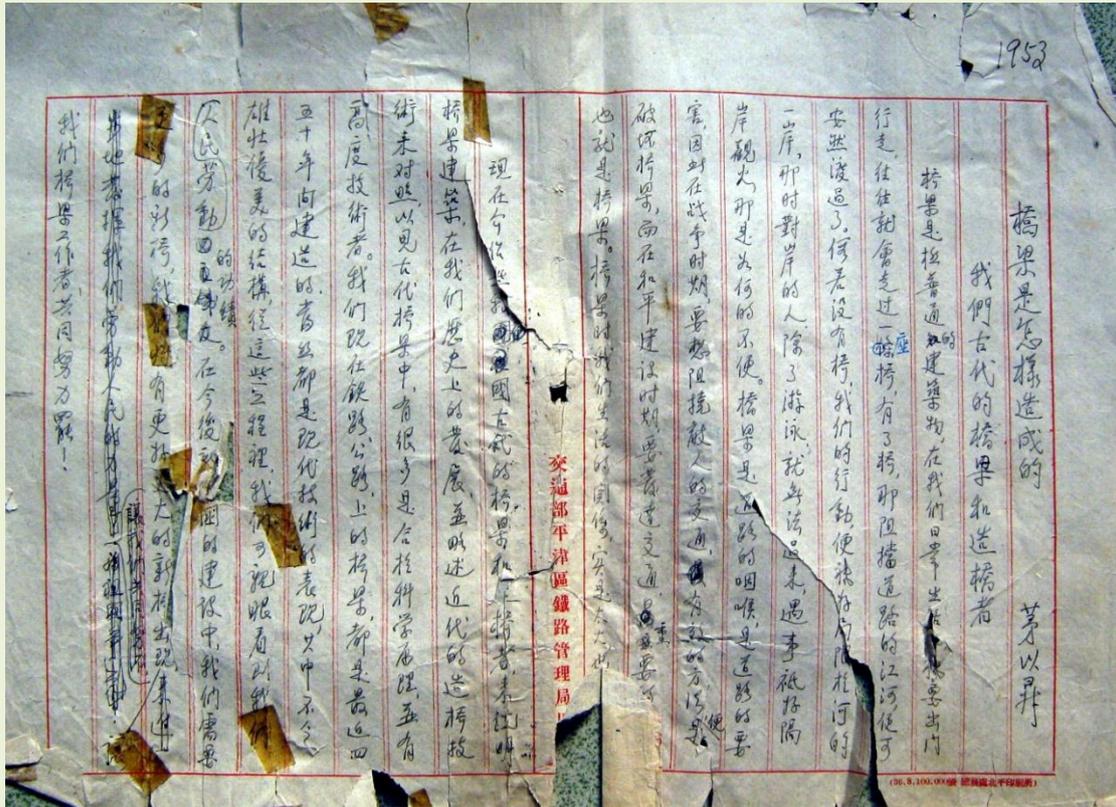
点,至于形式、构造和尺寸,从书上查到的都是模糊不清且常有错误。然这桥如有遗迹,还可以去实地勘测。最困难的是造桥的人,无法查知。纵然书上有名,多半也是因提倡造桥或行政职务的关系。除了赵州桥的桥匠李春,因有个“匠”字,可以断定他造桥的工程师外,其它所谓造桥者,都不易断定他的职位,因此,只可称他们为造桥者。

一般的传记,都认鲁班是最早的造桥工程师。如山西襄陵县西南三十里的《飞虹桥》,众木攒成,不见斧痕,俗名《鲁班桥》。又如,《山西通志》载:山西介休县,南有《雀鼠谷》,数十里间,有很长的矩桥,名《鲁班桥》。(《山海经》)。又如,陕西泾阳县有鲁桥,传系鲁班修。(《陕西通志》)。又如广西阳朔县廿里,有龙桥,相传鲁班所造,缺一角,屡修不全。(《广东通志》。鲁班这个名字有时又作鲁般,与春秋的鲁国公输般同时,也许两人就是一人。其次,恐怕要算秦朝的李冰了。他是一个伟大的工程师。四川灌县的《都江堰》就是他设计建造的。已呢二千一百年的历史,依然发挥功效。关于他造桥的记载,《水经注》说“两江上有七桥。北折自长生桥十里升仙桥。李冰治水造桥,上应七星。”(《华阳国志》)。“李冰造七桥,上应七星。”(《初学记》:“蜀有七桥,七为长生桥,李冰造。”除了以上各节所提之外,还有一类很特别的人物,是佛教徒中的造桥者。如洛阳桥,便有义波、宗善两人参加。(蔡襄《万安渡碑记》)。又如,吴江长桥,在公

元 1134 年重修时，便是由“十僧分干”（《贵平集》），后来于公元 1325 年重修时，是由作桥者，僧从雅、师立终其役。（《辍耕录》）又如宋朝僧怀丙修理过赵州桥。（《笔技传》）更如泉州的桥梁，在宋、元时，很多是和尚造的。在元朝至正年间（公元 1341 年至 1367 年）僧法助一人，即修建了六座桥之多。其它，如宋徽、祖派、道询、法超、宋静等人都是在泉州的造桥者。（《泉州府志》）。其它各地的桥梁，佛教徒的贡献一定也不少。大概是因为古时认为修桥、铺路是做功课，佛教徒为了做功而募捐修桥，同时也学会了技术。然而，究竟是真正的造桥者，我们历史上的桥梁究竟是谁造的？这是毫无疑义，是我们历来的劳动人民！《宋史〈奸臣传〉》里说：“蔡京任孟昌龄，鉴大任，三山创《天成》、《坚功》二桥，大兴工役，无虑四十万。”可见，古时修桥耗费劳动人民血汗之多！回忆我们的祖国桥多工好，是值得骄傲，而尤其值得歌颂纪念的是我们历史上造桥的劳动人民。

本文由罗关洲先生整理自茅老手稿。在此对罗老表示感谢和敬意。

茅以升手稿 《桥梁是如何建成的》



二、浮橋

我們歷史上記載最早的橋，首是浮橋，在古時叫做梁（詩經大明篇）親迎在渭，造舟為梁，用很多的船，編排聯繫起來，下面用繩繩牽牽，上面鋪板做橋面，到了公元前221年，我們記載，才有橋字樣（史記秦本紀）昭襄王五十年，初作河橋，此橋在臨晉縣，東渡河至蒲州，然此處所謂河橋，仍是浮梁的志思，因此橋梁兩字的意義，在古時是相通的（說文橋水梁也），記載比較早的亦非的浮橋，依年代說，最早要算晉朝杜預（約公元270年）在太行，孟津橋東北，所造的河橋（三國志杜預傳）其他歷史上有名的，如晉昌城外西面的天津橋，隋刊大業元年（公元605年）造，以鐵鎖繫住大船，鉤連南北，長一百三十步，並在橋的兩頭，夾鉤對造，起四橋，各高百餘尺（河南通志）又如唐開元九年（公元721年）左右，在修的蒲津橋，總長為半以繫鐵，未嘗使能通（唐書要）鳳翔州又如宋開禧元年（公元1131年）唐仲友，在浙江，修黃巖，修造的中津橋，有二十三孔，用三十條船，每船置一絞，紐紐扭扭若繩，未固定船的位置，（唐仲友修中津橋記）又如明正德二年（公元1511年）左右，廣西桂林，融江上的永濟橋，有七十多丈長，也是三十隻船排成的浮橋，它特別的地方是在兩岸，每邊用鐵柱二根，埋入地中，另將兩根鐵繩，每根長百丈餘，橫放在船上，未將

交通部 平津區鐵路管理局用紙

(50, 8, 100, 000號 印刷廠北平印刷廠)

5
船扣牢，這橋是陳金造的（名號永濟橋記）。

浮橋的好處是不需橋基，好處是不能穩定，隨水面漲落，而且防碍行船。但工料最省，容易修造。兩山廟^寺且這類橋都是臨時性質，古代所造的，現時都無遺跡了。

近代浮橋的造法，是用銅板做成浮船，以鋼繩穿錠河底，用來代替橋墩。在兩個「浮墩」之間，留有行船水道。然後在船上建造鋼柱，在鋼柱上架起橫梁，安裝橋面。另在兩岸建活動的上下坡道，以迎合水面的漲落。

他記述是海神中載在三百餘年前之說，並謂其
天志，潮退八日，其地即乾。

呼救，他祇得眼赤，不料回書，竟有「西寧」二字，於是那和尚，
將此道，遂成「西寧神話」，大概是在蒙古時，為了要
廟工作，情緒而造出來的，也許有他的苦衷。
後來刻明宣德中（公元一四二六年）因橋基下陷，廟房亦
重修，增高三尺，由李俊、周僧正淳主事，也是很難的
工程。明高曆三十五年（公元一四六五年）地震，這座橋又壞，
橋址復陷低，由嘉志、大德、復舊（均見泉州府志）
在洛陽附近，有盤老橋，宋宣統中（公元一二二五年）
僧道詢募款修石橋，長四百餘丈，廣一丈六尺，比洛陽
橋更寬更長，但不甚出名，也一併錄之。
交通部平津區鐵路管理局用紙

雜誌

近自漳州虎渡橋，宋嘉熙間（公元一二三八年）造，
長三十尺，橋此高百尺，梁最長者九丈五十八尺，費
錢三十萬緡。陳正義造（見漳州府志）也是够偉大的。
上述各種梁式橋，即在石梁，以承折面，是一般
情形中最普遍的型式。似平常看是，的鐵路公路橋，
几乎是這種式樣，因為除了特殊情況需用他式外，這
是最合理最經濟的結構。在現代工程裡，這種橋可
用木料、鋼鐵或鋼筋混凝土建造，因材料不同而修
它的佈置、結構、學法，亦不相同，分述如下：

（一）木橋：多半是臨時性質，作為便橋，但如保護得
好，也可用三四十年。橋基身一般地都是用木樁，橋身
用木排，木樁上面用橫木，橫木之間，安
裝在土梁，土梁上做橋面。這排便橋，木樁的每孔
跨距，普通都五公尺以下。
（二）鋼橋：這所謂鋼，是指橋的梁而言，至于
橋墩，多半是用石砌，或混凝土。鋼梁有兩種，或是
用整塊的鋼板，或是用鋼做的各式桿件，併合成鋼梁。
桿件鋼板或桿件，可用鉚釘或電焊。鋼梁與鋼梁或
鋼梁與橋墩，每孔每普通都是用兩片，在兩梁之間做

雜誌

較小的橫梁和縱梁，上鋪橋面或之鐵路枕木，或之公
路路面。為了抵抗風力，振動，兩梁須有適當的繫帶，
以防傾倒。造橋的方向，是先做橋墩，再架梁，要
看河流的流向，橋身的地位，和其他技術條件，來
決定施工的計劃。現在製鋼技術進步，原料日強，鋼
梁（指鋼梁的簡單梁）的長度，每孔可到二百公尺以上。
（三）鋼筋混凝土橋：在這種橋裡，橋墩和橋梁，
都是混凝土做的，裡面有鋼筋，為時之增加強度。其結構
和鋼梁的橋，大體差不多，應以鋼筋的佈置，以其他處，就
是，運來安裝，因此混凝土橋，完成時，也就是橋墩上安裝的
完成。這種混凝土橋的長度，比鋼梁小得多，普通每孔不超
過二十公尺。

四 懸臂橋

懸臂橋是上述梁式橋的一種變格。這種橋的具
不僅是支持在橋墩上，而是挑出兩墩之外，因此其的
且其又，超出的跨距。這挑出兩墩的內，好與兩墩之
臂膀懸在墩外，故名懸臂梁。有了懸臂梁，橋的
跨距便可加大，現代的懸臂橋，且取長跨距可到二
百公尺，因此也是新的橋式。然而我們古代很早的時
候，便有這種橋，那時名爲「飛橋」。歷史上有記載的
是從南北朝時開始，以甘肅道河縣，有河夾山，河
寬半丈，在東晉至北魏間（約公元410年）由伊洛後，在河

交通部平津區鐵路管理局用紙

上作飛橋，橋高五丈，三年才成。（這神記的三丈，一定
有錯誤）（去引記）。又《內州記》說，吐谷渾國，在河上
橋，謂之「河橋」，長一百五十步，兩岸累石作基，即節節
伸向河身，直到河身伸出，另有大木插入石內，縱橫更鋪
「壁」，從兩岸挑向河身，直到兩岸伸出的大木，中間架
三大時，再用木梁撐通，上徹橋面。這是很高技術的表
現。其後宋明通中（公元1012年）（去引記），在州洋水上的橋，因山水暴
漲，水亦拉開，中斷之頃，有石牛，非常，用不
石壘砌固岸，取大木數十根，拍與，架爲飛橋，無柱，之十
餘年不壞。（通水誌）

（通水誌）

早說未慶歷年（公元1044年）

陳希亮守宿州，因橋常壞，於是做板石，無柱，
橋，又傳其法，自汴至泗，飛橋，（宋史陳希亮傳）
臂膀之善。直以現在，雲南，甘肅，青海，西藏，各吧，
見有各式各樣的這類橋，更足見其技術傳播之遠。

近代的懸臂橋，除了取其能長跨距外，還有
其在鋼梁的便利。自從鋼材应用到橋梁以後，安裝鋼梁
的技術，（日）有進步，其中方法之一，便是利用懸臂的
由已裝好的一孔橋，將鋼梁從此孔向兩旁延伸，未裝完這
兩旁橋孔的新梁，爲此原因，這全橋裝完，不單在水中
做之程，因此是一個最經濟的方法。

交通部平津區鐵路管理局用紙

五 拱橋

梁式橋的主梁，是等直徑的，倘若這主梁向上彎成
弧形，這橋便叫做拱橋。為何要將這主梁彎成拱形，
梁未說，這梁是直的，便要用一塊整的很長的塊石
方能從橋墩上架起，用兩塊石料搭起來，這塊石料非
常困難，因爲橋上的重量，是要有這塊石料撐開的，
所以直梁的跨距便受限制，只好等每一塊石料的長
度。但用過的石塊，順着弧形，拼成一個向上彎的拱
橋梁，這梁內的石塊，便都抵受壓縮的影響，不單不
開張的傾向，因此一來，橋的跨距便不受石塊大小的限制。

而可大大地增加了。發現這種原理，是很大的科學成就，而人類在很早時候，便應用到建築在壩和石橋上，而古人是可以用這「拱」的事，為我們的古人是長城在（公元前24年）便已用拱形的短橋了。在石橋的方面，當然也用得極早，但無可非的證據。

我們最早的拱橋記載，是北魏註《水經》說：「洛陽宮六七里的地方，有一座『魏大橋』，是用大石，下層以通水，蓋這橋是晉太康三年（公元282年）造的。」（在此橋前有人說：『北魏朝造的，而要用石橋，和成都的漢里橋，都是拱橋。』）
 交通部平津區鐵路管理局用紙

連地岸，和唐朝陸航的馬里石橋，和木長虹於地，為記也。詩文中的虹，未必即指拱橋，而用河橋是木梁，似不是這「拱」的後地，便多拱橋，為（唐朝造的）
 交通部平津區鐵路管理局用紙

拱橋的彎曲形狀不一，純粹圓形的最多，有的在水上

(17. 1. 110.00) 鐵路局北平印刷所

面的部份，竟是在恰是半圓，同水中對子，合成半圓圓圈（在浙江餘姚的苦溪橋），但（比較合理）的，是用圓弧形的小部份，成為平拱橋，它代表作是現存的河北趙縣的安濟橋。這橋不但是拱橋，還有很多特點，表現出它原來設計的高超和建築的優美。這高超和優美的地方，竟同現代科學化的拱橋，原則上完全一致，但這橋在一千三百五十年前，就已建造起來了，而且一直用到現在，並未經過嚴重的修理。（在明末清初修過兩次）可算中國橋梁史上傑出的作品。難怪北方民間，對這橋有很多的傳說，甚至象徵「小牯牛」的，還有「趙州橋，喜班前修」的歌曲。至於歷代文人，對這橋的詩文

交通部平津區鐵路管理局用紙

歌頌之多，更不必提了。然而這橋並非「喜班前」修造的，它是隋朝一位姓李名春的大師的手筆！（唐張嘉貞《趙州石橋銘》裡稱他為「隋匠李春」）可惜他的生平年月，和其他事蹟都不詳了。
 在濟南位於趙縣南門外五里的沱水上，一孔平拱橋，橫跨在河的两岸。橋寬自八五至九二五公尺，橋孔由南北兩墩壁量起，跨度三七四公尺。拱圈由四十三塊大小不同的楔形石砌成，厚一律是一。三公尺。在楔石之間，自用「腰鐵」兩件相連。拱圈弧形的半徑，約合二七七公尺，拱拱上面兩端，若有兩小孔，也是弧形，靠岸的一孔半徑約二。三公尺，跨度三。八公尺。第二孔半徑約一。五公尺，跨度二。八公尺。（中國營造學社棠村，梁思成《趙縣大石橋》）這

(18. 1. 110.00) 鐵路局北平印刷所

而小孔的拱橋，都是在大拱橋上，不但減少橋的自重，而且近可
通過水流，即在今日，也是最進步的橋梁設計。然在我國，已有一
千三百多年之久！

現代的拱橋，有鋼結構和鋼筋混凝土的兩種，木製的極少。鋼

結構多半是將製成的零件，就地或橋墩上安裝，由兩墩同時向
河中進行。從墩上挑出水的部份，好似懸臂，愈伸愈遠，等到
兩墩伸出的懸臂，在河中連接在一起，這鋼拱的安裝便完成。

鋼筋混凝土的拱橋，先造拱圈，在兩墩間做這拱圈の木模，
內設鋼筋，再澆混凝土，土乾後便可在拱圈上做支柱和路面。這裡
最困難的工作，是做拱圈の木模，有一種方法是將鋼筋束成拱形

交通部平津區鐵路管理局用紙

的結構，用懸臂裝上橋墩，然後在鋼筋外面做木模。由此法可
見拱橋建築的便利。

六、造橋者

我們祖國是個多橋的國家，不但歷史悠久，而且各地都有，尤其
在東南一帶。以前著名志書，裡面對於橋梁非常注意，都有「橋梁」
一章，列舉各縣的橋梁，鉅細不遺。祇可惜技術資料過於簡略，埋沒
了許多傑作。拿蘇州一個縣來說，據圖書集成江南府縣志所載，城
內外共有三百九十七座之多，每座都有名字，其中當然有許多現
在已不存者。全國各地，也可想見。這許多橋梁，當然小橋最多，然
大的如像流陽橋，並非少數，而製作特別優美的，如像趙州橋，也不

止一例。祇可惜記載不全，許多前人的精心傑作，卻湮沒不彰，
而僅在記載的橋梁，連名字也不傳了。西面所提出的橋，是以魏末
分的邗有很多重要的，因不知其結構，魏末而也值得提：
如江蘇吳江的垂虹橋（在公元一〇七〇年修建的，是木橋，到公元

一〇七〇年，便由張顯祖改易以石，下開七十二洞，其長也知了（江南

有志說東西千餘丈，顯有誤）又如山西榆次的張慶橋，巨石為骨，
下開水門四，雖洪流巨浸不能衝毀，也可見其構造之巧（山西通志）。又

如延安葭州西有石坂橋，下臨深澗，上見危峯，身道百尺（陝西通
志）。又如廣嚴縣有利濟橋，在洛江上，公元一三〇年楊多建，長一百
丈，寬三丈，廣嚴因有孝友橋，長不丈，寬三丈，跨大江，公元一〇〇〇年

交通部平津區鐵路管理局用紙

右張元仲造，元朝末年橋傾，趙伯容重築，橋有五洞，橋面亦
五折，又桐廬縣北四十里有獨石橋，吳仲高建，以獨石為之（以
上浙江通志）。

我們歷史上的橋梁，多半祇知其名及地點，至於形式構造
和尺寸，從書上查到的，多是模糊不清，且常有錯誤。然這橋如
有遺跡，還可去实地考察，最困難的是造橋的人，無法查知。雖然
書上有些多半也不是，是提倡造橋，或行政職務的關係。除了趙
州橋似隋匠李春，因有個「匠」字，可以斷定他是造橋的工程
師外，其他所謂造橋者，都不易斷定他的地位，因祇可據他們
造橋者，不便詳述其詳。

上述廿四
已可移此

一般傳說，卻認魯班為最早的造橋工程師。如山西襄陵縣西有三十里的飛虹橋，梁木橫成，不見斧痕，俗名魯班橋。（山西通志）又如山西介休縣西有羅鼠谷，數十里間，有極長的鐵橋，名魯班橋。（山西通志）又如陝西涇陽縣有魯班橋，傳魯班所造，又如廣西陽朔縣西十里，有龍橋，相傳魯班所造，缺一角，屢修不愈，魯班這個名字，有時又作魯般，春秋時魯國的公輸般同時，也許兩人就是同一人。其次，恐怕要算李冰了。他是個偉大的工程師，四川灌縣的都江堰，就是他設計修建的，已有兩千八百年的歷史，依然發揮功效。關於他造橋的記載，水經註說：「兩江有七橋，北折自秦時橋十里，曰此仙橋，李冰治水造橋，上應七星。」（華陽國志）

除了以上各節所提之外，還有一類很特別的人物，是佛教徒中的造橋者。如洛陽橋便有義波、宗素兩人參加。（又加）又如吳江長橋，在公元二七七年重修時，便是由「十僧分幹」。（又加）又如隋東惠州西新橋，隋文帝曾命僧徒築，均在公元六〇〇年左右。（又加）又如宋朝僧徒兩度修理過趙州橋，連如泉州的橋梁，在元、宋時很多是和僧徒修的，在元朝至正年間（公元一三六一—一三六八）僧徒助一人，即修建了六個橋之多，其他如守巖祖澈、道詢、法超、守靜等人，都是宋朝在泉州的造橋者。其他各地的橋梁，佛教徒的貢獻，豈也很少，大概是因為古時認為修橋補路是做功德，佛教徒

交通部平津區鐵路管理局用紙

二十
橋

為了做功德而募捐修橋，同時也學會了技術。然而究竟誰是真正的造橋者，所有我們歷史上的橋梁，究竟是誰造的？這毫無疑義，是我們歷史上勞動人民！宋史岳傳禮說：「慶宗命任岳岳岳岳大任三山，創天成聖功二橋，大興工役，無慮四萬。」可見在時修橋，耗費勞動人民血汗之多！因此我們祖國的橋多，工好，是值得驕傲，而尤其值得歌頌紀念的，是我們歷史上造橋的勞動人民！

古盧溝橋，在明天府西右三十里，全明國初建。橋柏木，基，形石為圍，圍上石獅，子母抱負，不可勝計。橋東為儀九，九塔咽喉，月晦之更，他處不見月，惟盧溝橋見之。（明天府志）

新言新八寺之一。（明天府志）

灤橋，在灤城東二十里，隋開皇二年造。造時造人，正其新橋，別，口口淹別，口口，又呼為錯龍橋。（西夏志）

船三口，使橋。

交通部平津區鐵路管理局用紙

关于《中国古桥学》电子期刊的说明

- 一、 电子期刊名称：《中国古桥学》。
- 二、 电子期刊性质：北京茅以升科技教育基金会中国古桥研究和保护委员会内部刊物，不定期公益电子期刊。
- 三、 电子期刊总负责人：茅玉麟秘书长。各期主编将稿件发茅玉麟秘书长，经编辑后，由茅以升基金会中国古桥研究和保护委员会上群上网。期刊不设编辑委员会。各期稿件文责自负。
- 四、 办刊方针：百花齐放，百家争鸣。
- 五、 发布形式：在基金会网站和基金会群发布。转载需经茅以升基金会中国古桥研究和保护委员会同意。
- 六、 期刊形式：第一页，封面，封面标总期数，以期为序。封面下署：北京茅以升科技教育基金会中国古桥委员会编，刊发日期。第二页，目 录；主编单位、个人。第三页开始为具体内容。封面后的内容由各期主编自行设计，以辑为序。
- 七、 每期由茅以升基金会纸质存档，电子存档。群友自费自行制作纸质书刊、电子期刊。
- 八、 此刊不发稿费。每期对外发行范围由茅玉麟秘书长定。
- 九、 电子期刊为公益分享阅读交流，上刊内容的知识产权归中国古桥研究和保护委员会。个人知识产权可在刊上说明，版权归原作者。如需做商业转载需联系原作者。

十、 每期由中国古桥研究和保护委员会颁发期刊编辑荣誉证书。欢迎提出改进意见。