

三原龙桥的结构特点

赵怡元

一、龙桥的概况

三原县的龙桥是一座大型石拱桥，横跨在县城北面的清水河上。这座古代石桥始建于明代万历十九年（公元1594年），于万历三十一年（公元1625年）竣工，先后历时十二年，迄今已有三百五十多年的历史。^①

这座石桥自建成后至今曾先后维修过六次，其间相隔的时间久者接近百年，短者二十余年，平均五十多年维修一次。^②但桥身始终完好，屡次维修中对桥身都未进行过大的修补。从落成到现在，三百多年来一直没有中断过两岸的交通。是一座坚固耐久的桥梁。

在桥体构造上，龙桥属于大跨度的单跨石拱桥，这种大型石桥是关中现存古代石桥中仅见的一座，就全国来讲这类大跨度石拱桥也为数不多，由于它的结构有比较明显的特点，颇为桥梁工程及学术界所重视，建国以来有关单位曾有不少人对它进行过观察与实测。

从外貌看，龙桥有三个桥孔。但仅中间一个大孔是桥跨，其它两个较小的桥孔属于分流券洞，位于桥跨两端的墩基上方，其作用是在当水位涨到一定高度后起分流作用，以减轻迅猛的水势对桥体侧面的巨大压力，同时在构造上也是减少桥身自重的一种措施，故形式上类似三孔桥，实际却是大跨度的单跨石拱桥。

这座石桥中间大桥孔的拱券跨过河面，

架在两端的墩基上。两端小些的券洞下部都以阶梯状下收为平槽，槽底与桥的墩基连成整体，桥身与桥基全部是用巨大的石条砌成的，对缝严密。石条表面加工精细。桥的主体部分长度约一百一十米。桥宽十一米，桥面至墩基底部高达二十六米。高度约为长度的四分之一。桥面没有坡度，从侧面望去酷似横在河谷间的一道拦水大坝。中间大桥孔矢高与跨度大小接近1:2的比例。两侧小券仿佛涵洞形式。是构造比较特殊的古桥。

这座桥的造型设计也有它的特色，整体上有朴实规整、稳定雄厚的气势，由于桥跨拱券高大，又能给人以空灵，明快的感觉。远望函美，近看壮丽，其造型特点是桥孔的圆面积与桥体的方面积分配均衡。直线条与弧线处理得比较和谐，桥身色调沉着，与河谷两岸的黄土断崖，桥孔的空间都有明显的对比效果。

中间拱券由弧线交成，仿佛一个极大的半月形洞。桥孔在水面的倒影正好衔接在桥跨两端，构成一个闭合的大环。环内水色天光，碧波云影与桥上景色交映成趣。昔人有“水从碧玉环中过，人在苍龙背上行”的诗句，恰好是这样景色的写照。

两个小些的券洞，除了有它们构造上的功能外，也增加了桥身的玲珑气氛。与层层条石构成的水平线条相视，好像垂帘半卷，月门透景，这种虚实烘托，疏密掩映的效果，也正体现了我国古代建筑艺术的优美风格。

龙桥的平面布局也很别致，桥路的中轴线为南北方向的直线。南端的引桥折向西南，北端略向东北弯折。引桥各接着通向高岸的“之”字形坡道。在布局上显得活泼，有曲折腾挪之势，可以想见当初设计者的意匠经营。

龙桥两端上岸的之字坡道，全是用石磨盘铺成的。在断崖峻坡上用磨盘铺成，有它一定的优点，这种方式，在古桥中是绝无仅有的一例，故龙桥也有“磨盘桥”的名称。桥上的雕饰也相当精美，桥栏的浮雕，桥侧的螭首，看起来都很生动。早先桥头还有碑碣，房屋等^③。

二、龙桥的地理位置与环境

在新的公路桥梁架设以前，龙桥是三原县横跨清河的唯一大石桥。清河也叫清峪河或清水，是关中中部，渭水以北几条较长的河流之一。它源于旬邑县境的石门山南麓，沿清峪蜿蜒南下，流经耀县入三原县境，在三原境内转折东南流。下游析为灌溉渠道，于临潼县境注入渭水。清河全长约一百多公里，在三原县境之段长约五十四公里。流域所经过处，基本上是沿古河道穿行。《水经注·渭水》云：“渭水又东，迳白渠技口，又东与五丈渠合。水出云阳县石门山，谓之清水，东南流迳黄嵛山西，又南入柽柽县历原南出，谓之清水口”。《水经注》中还提到“曲梁水”，它和“五丈渠”都指的是清河。从而知道这条河基本上没有改道^④龙桥所处适当河道转折处附近。水势较其上游舒缓，河床深切于峡谷的底部，夹岸为陡峭的黄土崖壁，两岸高达六七十米，河谷成为阻隔两岸交通的天堑。

在三原县城迁到此处以前，这里原名“龙桥镇”。三原县境大部分属于黄土台原的类型，有丰原，孟候原与鹿原，县名即因此而得。这里即汉时之池阳县，符秦始皇二年（公元352年）置三原护军，北魏时改今

县名。全境地势北高南低，这里是关中腹地的一部分，北邻渭北山地区，是关中盆地与陕北黄土高原的接壤处。也是渭水平原与北部山地区交通的枢纽地带。龙桥镇附近，又是一个交通要冲。古时候从长安向北走金锁关一路，在渡过渭水之后，还待再过清河。清水涨落不定，很不宜摆渡。其它地方由于自然环境也难架桥。因而南来北往，物资运输多取道从龙桥镇附近过河。故龙桥一带在地理上占重要地位。

清河河谷是长期由水流冲刷切割原面形成的沟壑。河道在沟底绕行，河底俱为湿泥软沙。河床两侧也非坚硬的地基，敷设桥墩，铺基都相当困难，两岸又是很高的黄土断崖，架桥选址颇不容易。龙桥所在的地方，是县境内比较唯一能够筑桥之处，再者南北大路也由此通过。可算是适中的地方。

这里就地理位置看固十分重要，从工程角度讲，河谷的环境条件对架桥就有种种限制，清河的水源大部分是汇聚了上游山区的山洪而成，是条季节性差别很大的河流。上游急湍，下游淤积较厚。汛期的水位与枯水季节的水位高差悬殊。水流量变化极大，枯水季节一曲清流澄彻见底，量低流量仅为0.04米³/秒。而汛期最大的流量可达790米³/秒。水涨时浊浪排空，泥沙俱下，具有很猛烈的冲击力。据传在现在的这座石桥修建以前。这里曾多次架设过桥梁。都未能经得住洪水的冲击。宋建隆三年（公元962年）“河涨桥断”。此后大约都是在洪水过后，架设临时性的桥梁。早先的桥，也都曾称为龙桥。

上述的自然环境条件下，采用一般的桥梁结构方式是很难耐久的。我国古代建桥用的材料，主要为木材与石材两种，方式上有木构，木石混合结构和石桥三种。^⑤而在这样的特定环境中架桥，只有石桥才能经得起水位暴涨的冲击力量。

三、龙桥的结构特点

清河的中下游，河面并不开阔，而且河床处于很深的河谷中。故往往容易水涨漫桥。只有选择用大跨度的适应性强的结构方式方能耐久。用石材筑桥，有不少优点，石桥的承载能力大，又能耐腐蚀，耐冲击，它自重也大，可以抵飘浮力。但石材本身有一定的长度限制，若建平桥只能架成多跨桥梁形式。由于河心不适于建立桥墩，故龙桥采用的是石拱桥的构造方法。

它与我国其它地方现存的石拱桥相比较，不仅桥体高，跨度大，在结构上也有比较突出的特点。这种结构显然是吸取了明代以前许多桥梁结构的成功经验，溶为这样的独创形式，从而最大限度地发挥了石拱桥的优点。

①墩基部分承压面积大，稳定性好。

龙桥的桥基是从河谷两侧的峻壁脚下铺设到河流两侧。两段长度合起来大于桥跨的长度，铺设宽度大于桥面宽度的三分之一，这样的底面积具有很好的承受上部荷载的能力，不致于产生因基础沉降而引起的上部变形。使桥体具有足够的稳定性。墩基在一定的高度上以阶梯状向内侧收减，在迎流一侧与导流坝连为整体，使桥的两端具有一定的刚度。墩基对河谷两侧有挤压作用，岸壁也对桥身的结构有挤压紧固的作用。在桥跨下部，筑成舟状的分水金刚墙，使急流的冲击减缓，不至于影响桥基。桥墩上方的桥孔，在水位上涨时可溢过水流，也同时保护了桥基。

②桥体结构紧凑，适应当地自然条件。

龙桥的桥身构造，是层层铺砌，构成一个巨大的填沟塞壑的完整砌体。石条都是对缝砌筑，并有铁件嵌固。其实砌部分工程质量是相当牢靠的。通常多孔石桥连拱处大都是石墩。其中有一处沉降便会引起桥拱塌陷。一个桥孔的损坏往往产生连锁反应。清河水

流涨落无定，若建造多孔石桥。很容易出现这样的问题。龙桥的三个桥孔作用不同，河中间不另起桥墩，所以能适应清河的特殊条件。它只有中间一个大的桥跨。两端都是墩基部分，在结构上要比其它石桥的构筑方式紧凑。

③力学性能良好，有足够的承载能力。在抗震、防洪、耐冲刷等方面均有明显的优点。

可以看出，这座大石桥是按单跨大拱券的基本方式设计的。桥身相应的高度特别大。如果采用弓形桥背不仅不利于通行，在这么深的河谷间架设一般的高桥形式根本不可能。水量稍大时桥头便会漫在水中，高岸发生崩塌或滑坡的情况就会立即影响桥梁的安全。因此上它的桥面用的是平桥桥背的作法。其最大弯矩在桥跨的中间。由于下面用的是拱券。桥面上受力便分别传递到两端的基础部分。在桥孔两侧的实砌部分上面，压力分布是均匀的。

拱券在挤紧情况下，能够经得住它上面的负荷。但水平方向的分布，却容易使券顶的砌石松脱。龙桥采用的实砌平筑的办法，使拱券可经常保持较好的承受向心压力状态。这样桥体上最坚实的地方，就在桥跨两端的墩基连接部位，这个部位是一般拱桥最易损坏之处。

桥当中的大券，为抛物线状轮廓。空间很大，在河水暴涨时河心大量流水可顺利通过，再加上另外两个分流桥孔，使桥身侧面所受的侧压力大为减轻。桥两端的护坡堤与导流坝将水流束向河心。桥身有足够的宽度，其自身对上游方向的侧压力是能够经受的。

当急流通过桥孔时，水流的附壁效应增大了对拱券侧壁的磨擦力，这种冲刷与水流流量成正比。龙桥的石拱在这个部位各有一排小龛，有效地减少这种冲刷因素，对保护券

洞，减少大水通过时的旋涡很有作用。

④桥面通行便利，清水河谷是原面上的一道鸿沟。要使桥梁与原面取平，跨越河谷两岸。在当时的施工条件是很难办到的事。这座石桥已高出谷底二十六米，将近河谷深度的一半。对石桥来说，已经是很艰巨的工程了。它的桥背筑成水平状态，对桥上的路面提供了便利。也适应这里过往频繁的交通状况。桥上的护栏对行人的安全也起着重要作用。引桥部分是依河堤筑起来的，在人流车马集中时，对桥头两端有一定的缓冲回旋余地。可见当时对这座桥的工程规划是比较周密的。这样的处理方式一般在山地区较多见。龙桥所在地是平原地区，可是由于河谷深的原因，它在结构上吸取了山区桥梁的一些特点。

⑤它是独具一格的石桥类型。三原县龙桥的结构方式有它一定的独创性，这种结构方式从局部看，在我国南北各类石桥上面都可以寻到一些迹象，看起来并不陌生。但就整体的结构比较，与龙桥结构方式相同的石桥却是较为稀见的。

我国著名的赵州安济桥，是大跨度石拱桥结构性能最好的典范，它也有三个桥孔，是由三个拱券叠成，用的是大券背小券的方式。拱的弧度比较平缓，桥背的路面也拱成缓坡。桥上的两个小券，起着分流过水，保护两端桥基并减轻桥身自重量的作用。

在结构上，龙桥也采用了类似的办法，三个桥孔所起的作用与赵州桥的结构很接近，是吸取了这样的成功经验。不同之处是两个分流桥孔较大，没有用大券背小券的办法，而使小券洞直接落在墩基上，这样做，在这里无疑是更为合适的巧妙设计。这是因为河流性质不同，河床两岸的具体环境不同的原故。

山区的高桥，两端是架在坚硬的岩石上。桥拱的重量及荷载的压力分别由两端桥

基抵在岩石上面。一般跨度并不很大，水面上升到桥身的机会少，故只有一个桥孔，它的桥面筑成平的，既利通行，也有挤紧桥拱的目的。龙桥吸取了这一特点。但因为两岸均系黄土，没有岩石的刚度。因而墩基必需由河谷底部砌上。这样桥身的侧面积自然就增大了许多。而水位涨到桥身的机会又多。采用三个桥孔便从结构上适应了具体的环境条件。这种结构方式是大跨度石拱桥的一个发展。

四、龙桥是关中古桥中一个杰出的工程范例

三原县的这座龙桥已经历了三百多年的实际考验，桥身依然完好无恙。现在目测尚无变形迹象。虽然它在长期使用过程中屡经维修，但桥体基本上未曾大动过。这就证明了它自身结构的合理性以及当初施工质量的良好。

据记载，这座石桥曾经受过多次洪水暴涨的强力冲击。⑥其中有两次是特大洪水。当时水位竟漫过了桥面。二十多米高的洪峰冲桥而过，其猛烈程度是可想而知的，这两次大洪水一次发生在明万历四十四年六月二十二日，水退后桥身完好，这次大水距建桥时间仅相隔了十多年。另一次清河暴涨，水位超过桥面发生在一九三三年农历的五月二十九日。其流量大大超过每秒790立方米。这时距建桥时间已有三百年的历史。这就从时间上检验了它的构造性能，证明它的工程质量不仅牢固耐久。而且能经得住意外情况的冲击力。其潜在的负荷能力远远超出平时的荷载状况。

三原县的这座龙桥，是应该受到重视的一处文物古迹。无论在外观的艺术性方面，结构性能与工程质量方面。都可以说是古代桥梁中一个杰出的实例。大型在拱桥在用材方面可以就近采石，经济性较好，这对于利用

(下转70页)

一面),从而出现了佛道之争,这种斗争说到底还是地位之争。长期以来,两大宗教势力出现了水火不容的局面。而历代统治者为维护其统治地位,利用宗教,以得到神的庇护。从秦皇、汉武以至历朝历代的帝王,有的迷恋信仙方术,信仰道教长生不老之术,亦有信仰佛法无边,法轮常转的佛教思想。但自汉武帝始,历代帝王则逐步以儒家思想做为治国之宗,当某一种宗教势力的发展对其统治不利时,统治者往往采取限制与消灭之政策,以削弱其发展势力。中国历史上曾出现过“三武一宗”^①的灭佛事件,儒家思想自宋明以后正式确定了统治地位,而各种宗教有的成为异端邪说,有的不被统治阶级所重视。这样,就把一些宗教推到了民间。作为儒家思想重要组成部分的“天命观”和封建伦理纲常,同佛教,道教等几种宗教存在着相抵触的因素。儒、释、道之间的相互消长,兼之祀祖,奉信山神、地祇等泛神色彩,使这一带的宗教建筑展现出五光十色,无不包容的面貌。即佛寺,道观、宗祠一类的格局浑然杂置,体现着儒、释、道三教合一与崇奉天地君亲师的民俗意味。几种宗教思想同时在精神上支配着人们,这种信仰上的“不专一”现象,成为建筑群落的一大特色。

仅就建筑群各组名称来看,这种“不专一”现象便可见一斑。

第一组,青龙洞组群:计有灵官庙,吕

祖殿,保山殿,观音殿和玉皇殿等。

第二组,紫阳书院组群,计有考祠、老君殿、圣人殿等。这两组建筑既有道教色彩,又有佛教内涵以及地方宗教端倪。同时能体现出儒学在建筑中的反映。

第三组,中元禅院组群,计有大佛殿,望星楼,六角亭等。佛教色彩浓重。

第四组,万寿宫组群:戏楼、厢楼、杨泗将军殿,许真君殿,文天祥祠等,主要内涵是宗祠类建筑。另外,整个建筑群中的宗教形象在建筑的雕饰,壁画及建筑特定部位随处可见,如观音殿置于道教名称组群内,反映出的建筑内涵却是佛教,在它的正脊宝瓶位置,被一正襟盘坐,双手合什的观音所取代,一般佛教建筑,多把诸如释迦佛祖及弟子或观世音菩萨供奉于殿堂之内的显著位置,而观音殿之观音却被安置在屋面正脊之上,使人一看便知是一座佛教建筑,实为独特,从建筑本身讲,这种做法既不破坏建筑原有格式,同时又能反映出建筑内涵,对建筑本身也起到了烘托作用。

综上所述,青龙洞建筑群反映出的内涵,道中藏佛,佛中有道与儒家思想浑然一体,犹如百姓心目中的宗教概念相一致,象此类大型宗教建筑群所反映的“不专一”现象,实不多见。

①② 《贵州文物》1984年增刊号第3、4页。

③ 《辞海》缩印本“灭佛”条。

(上接65页)

石料设计新型的石拱桥,仍具有一定的参考价值。在研究我国古代桥梁史方面,也是很好的实例。

① 龙桥的倡建者为当时三原县令高进孝,在动工修建中,高进孝离任。由邑人温纯接替主持建成。迄今有358年历史。

② 据《三原县志》及碑文记载,清顺治十三年(公元1657年),乾隆二十年(公元1756年)、道光六年(公元1827年)、咸丰十一年(公元1851年)、1940年各整修过一次。

④ 古云阳即今旬阳县与淳化县一带。黄墩山今名黄花山,在淳化县境。古袞袞县即今之耀县。

⑤ 木构桥梁单跨者为握桥结构。多跨的有平桥,高桥两种形式。混合结构者以石为墩上架木梁,也属多跨桥梁。石桥有平桥与拱桥两种方式。

⑥ 见邑人来复撰写的三原龙桥碑记。