

2

科学

五千年

主编 陈日朋 曲行文 科 文



吉林人民出版社

目 录

风格独特的基督教和拜占廷教堂	(1)
独具特色的哥特式建筑	(6)
千姿百态的中国古代桥梁	(11)
辉煌灿烂的故宫建筑群	(17)
中国古塔	(22)
中国古代农业知识的历史记载	(27)
造福子孙万代的伟大事业	
——中国古代水利建设	(32)
从诸葛亮借东风谈起	
——中国古代气象知识	(37)
希波克拉底与西方古代医学	(43)
妙手回春 济世度人	
——中国古代名医	(48)
为人类交往指明航向	
——指南针的发明	(59)
中国古代的地理考察	(64)
东西方交流的使者——马可·波罗	(74)
蔡侯纸与造纸术	(79)
中国印刷术的起源和流传	(84)
活字排版的发明	(90)

中国宋代杰出的科学家沈括	(95)
纺织技术革新家黄道婆	(101)
中国古代枪炮的起源	
——火药的发明	(106)
炼丹术与古代化学	(111)
漫透科学与文化的甘泉——酒	(116)
在黑暗中徘徊	
——中世纪的西方科学	(121)
在黑暗中探索的科学思想家培根	(127)
第一个到达美洲大陆的欧洲人	
——哥伦布远航	(132)
四百年前的数学竞赛	
——塔尔塔利亚与三次方程解法	(137)
文艺复兴时期的巨人	
——多才多艺的科学家达·芬奇	(143)

风格独特的基督教和拜占廷教堂

公元1世纪时，罗马帝国处于极盛时期。那些凯旋门、纪功柱、水道、剧场以及具有高度成就的雕刻艺术纷纷涌现，与此同时，基督教开始对世俗生活产生着越来越大的影响。

公元4世纪以后，基督教的活动处于合法地位，它的信徒们开始在地面上寻找公开的活动场所。由于这种宗教和异教精神处于对立地位，他们对古希腊、罗马的神庙除了破坏之外，是不可能用它来作为自己的教堂的。古代的神庙只是神的住所，祭神的仪式是在庙外进行的。而基督教的教堂则是信徒们进行宗教活动的场所，这就要求它的内部有个广阔的空间和较大的亮度，这些都是古代神庙不具备的。所以，在基督徒还没有条件建筑自己的教堂时，只好利用当时原有的“巴西利加”——公会堂来作为自己的教堂。这种原为交易场所及裁判法庭用的公共建筑物，用来宣传教义和进行宗教仪式当然比那些异教神庙要合适。于是他们在开始建筑自己的教堂时，也就自然而然地沿用了这种形制，并且也把这种新教堂称为“巴西利加”了。在封建的中世纪早期，西方的基督教堂基本上是巴西利加式的，到10世纪以后，才在这种形制上有了新的发展。

所谓巴西利加式的教堂，它的形式是在长方形的平面上作三跨或五跨式的建筑。中央是较高的本堂，两侧是较低的侧间，成对称分布；中堂后面有个拱门，设有一段特别高的僧侣座席，后来又在座席前设有合唱队席，两侧附设读经坛。室内的光线从侧间上方的窗子射进来，屋顶是斜坡平直滚水式，这是本结构建筑的显著特点。这种巴西利加式的教堂建筑，从外部来看是非常朴素的，但内部装饰却相当华丽，用彩色大理石以及金银珠玉玻璃等镶嵌在墙上组成镶嵌画，呈现出富丽堂皇、眩人眼目的效果。所以说，这种建筑物和古代的异教神庙相比是完全有不同的意趣的。当然二者之间也有一定联系，在个别部分也有利用古代建筑形式的地方，特别是古代的廊柱还经常出现在这种新的教堂之中。这也是故意破坏了古代庙堂之后而利用原来材料的结果，但总还是没有把古代的建筑形式全部抛弃而承袭了一些部分。这种巴西利加式的基督教堂最典型的代表有罗马的圣保罗教堂、圣克里门教堂和圣马丽亚·马佐勒教堂等。在圣保罗教堂里，有4行共87根古典式的柱子，后面大拱门处也有两根，由此也可以看出古典建筑和艺术，即使在极端敌视它的基督教统治时期，也是无法弃绝的。

在基督教文化中还有另外一个系统，这就是公元4世纪建都于拜占庭的东罗马帝国。（拜占庭又称君士坦丁堡，现称伊斯坦布尔）。由于它没有受到异族严重的侵扰，保存了比较多的古代文化；又因为它处于与东方交往的中介地位，不但使它的经济繁荣，而且也受到东方科学文化的更多影响。公元6世纪皇帝查士丁尼时代，是东罗马帝国的极盛时代，他

曾收复了被异族占领的一部分西罗马领土，意大利和西班牙南部以及北非都成了帝国的疆土，古罗马的文化在这里保持了较大的生命力。所以，东罗马的建筑成就远比西罗马为高，产生了具有东方特色的拜占庭建筑。当然，这种建筑并没有摆脱中世纪基督教的影响，仍然与西罗马同属于一个性质，只不过是比較繁荣，比較有生气和具有东方色彩罢了。

拜占庭建筑是从公元 330 年罗马皇帝君士坦丁迁都于拜占庭以后逐渐兴起的。这种建筑虽然也以基督教为主题，但却联系着古希腊罗马建筑传统并和东方色彩相联接。拜占庭建筑基本上是巴西利加形式的发展，但在平面结构上则分为三类：巴西利加式、集中式和十字形平面式。其中十字形平面式出现较晚，而实际上是在巴西利加式的平面上增加两个横翼而成。这三种形式在结构上的共同特点是屋顶为穹窿形，也就是半圆大屋顶。这种穹窿屋顶在建筑结构上与古罗马的穹窿不同，古代的穹窿完全靠墙壁支撑着，而拜占庭教堂的穹窿则是由独立的支柱利用帆拱形成的。因而它可以使成组的穹窿结合在一起，形成广阔而有变化的空间。这些建筑物从外部看上去都很朴素，而内部装饰却极其华丽灿烂。它把细碎的彩色大理石、珐琅和琉璃的镶嵌画发挥到极高的程度，充分表现光线和色彩结合的形式美。这种建筑形式与嵌石画装饰相结合就构成拜占庭建筑的主要特征。这种建筑风格影响波及到相当广大的地区，东到波斯、印度、阿拉伯及俄罗斯等地，西至意大利和法兰西诸国。因此，就整个中世纪的建筑来说，拜占庭确实有特别大的成就，占据重要地位。

拜占庭建筑最盛时代是公元 6 世纪皇帝查士丁尼时期。

这一时期的建筑把国家的宗教思想、财富以及在短期内复兴起来的帝国的威力，都体现在自己的形象中。这一时期的著名建筑是拉温那的圣亚波林纳教堂和圣维塔列教堂，还有拜占庭的圣索菲亚教堂。

意大利的拉温那有新旧两个港口，这两个港口各有一个圣亚波林纳教堂。前者建于公元493年至525年，后者建于538年至549年。这两个教堂都是巴西利加式的木结构建筑，和早期教堂在结构上没有多大区别，而内部装饰却远超出早期教堂。新港口的教堂之中，侧壁上有“殉教的女圣徒之行列”二十二人的嵌画，与它相对的右侧，是持冠而立的“殉教的男使徒之行列”镶嵌画。旧港口的教堂镶嵌画，有带十二只羔羊的“圣亚波林纳之祝福图”。它的上部是镶嵌在金星当中的蓝色十字架和飞翔着的天使，下面是有十二只羔羊的“基督变容图”。这些建筑是拜占庭建筑的显著特色。

从公元526年至547年建造的圣维塔列教堂，是皇帝查士丁尼为纪念光复拉温那而下令修建的。这是一个八角形平面的“集中式”建筑物，中间的穹窿由八个大墩子支撑，支持拱券间的柱子敷有色彩华丽的浮雕装饰，柱头是重叠的复斗式，复斗四面及拱壁之上装饰着双兽浮雕纹样。这种浮雕是处在平面的深槽中，而不是在石头的表面上浮凸出来，这也是拜占庭建筑装饰浮雕的特征。这座教堂最为驰名的是壁上镶嵌的描写查士丁尼和侍从们的场面，这些画是用各色玻璃并杂以金块而成，是拜占庭建筑镶嵌中的代表。

在拜占庭时代，最辉煌、最著名的建筑要属皇帝查士丁尼下令于公元532年至537年建于拜占庭中心的圣索菲亚教

堂。这是小亚细亚特拉尔的安坦密司与米利都的依西多尔两位建筑师设计的“集中式”建筑。它的上部由中央大穹窿顶与前后左右四个较小的半穹窿顶所组成。中央的大穹窿顶高60米，直径33米，再加上周围四个较小的半穹窿顶，就形成了非常广阔而高大的空间。可惜这个高大的穹窿在公元989年被地震破坏了，现存的是亚明尼亚建筑师特尔达德所建，比原来的略小。教堂内部的光线从穹窿下部所开的窗子射进来，之所以能在穹窿下部开窗，是因为顶子是用骨架券作为主要负荷构件而再铺以石板做成。在穹窿底部开窗，也是拜占庭教堂建筑的重要特点之一。它的内部装饰也是极尽绚丽，用彩色玻璃嵌着各种圣经故事画，和白、绿、蓝、黑等颜色大理石贴面相互辉映，显得富丽堂皇而雄伟高大。

从9世纪开始所形成的十字平面形教堂建筑，逐渐成为拜占庭建筑中的普通制式。这种制式把十字平面分成几个正方形，每个正方形上部覆盖一个穹窿顶，中间和前面的两个最大，使整个建筑成为有领袖的统一体。建于1042年至1071年的圣马可教堂就是这类建筑的典型。它中央和前面穹窿顶直径为12米，其余三个较小，内部同其他教堂一样，用金底子的彩色玻璃镶嵌圣经故事。

拜占庭自11世纪中叶之后，经过十字军的多次破坏以及封建分裂形势的形成，它的建筑衰落了。晚期拜占庭教堂建筑规模很小，失去了过去纪念碑式的成就与高度的艺术性。然而由于它所处的东西方交通中介的地位，使它的建筑业绩向四面八方传播了。

独具特色的哥特式建筑

在人类文化史上，通常把西方发达的封建时期的第一阶段即公元 11 至 12 世纪称为“罗马式”时代（罗曼奈斯克时代）。这是从当时流行的建筑样式得来的。不过，罗马式建筑并不是从这时才有的，早在公元 8 世纪末、9 世纪初查理大帝时代就开始出现了。在当时，由于帝国实力的强大，使它有力量从事宫廷和教堂建筑。这些建筑大部分是破坏了罗马与拉温那的古代建筑遗构之后，把那些整条整条的大理石柱和其它现成的材料重新构筑之后形成的。在形式上也效仿罗马时代，但实际上则是仿照拉温那的拜占庭风格，这样就形成了很短暂的“加罗林文艺复兴”。这就是“罗马式”一词的由来。尽管罗马式建筑开始于这一时期，然而由于时代所限，加罗林帝国转瞬解体，以致使这种建筑风格没有很好得到发展。到了 11 世纪，发达的封建时代开始，它才得到正常的发展，12 世纪是它最兴盛最流行的时代。

罗马式建筑仍以教堂为主。由于从事建筑工程的工人是以教堂会的僧侣为主，就地取材，致使建筑风格有纷繁不一的现象。尽管这样，整个建筑仍有着罗马式的内在一致性。

罗马式教堂的典型形制，是在巴西利加式的基础上加上

两个横翼而成的十字形平面，主室的屋顶则是用楔形石块砌成的穹窿，它的墙很厚，柱子短粗，窗子也较小，在形体上给人以坚定、安静、沉重而朴实的感觉。这种共同之处外，各地又有各自的特点。意大利的罗马式建筑除了古罗马建筑传统外，受拜占庭和阿拉伯的影响较多，内部装饰仍以镶嵌为主，建筑比较豪华而富世俗性。日尔曼的罗马式教堂，特点是平面比较自由，外部大都有尖顶钟塔，大小高矮不等，檐下面常用小券作装饰。法国的罗马式教堂特点是用“透视门”，也就是一层层逐渐缩小的圆拱集合起来而有深度的大门，门顶是半圆形的浮雕板，此外还多用雕刻来作装饰。这样，就构成罗马式建筑同中有异的风格。

许多人都知道伽里略做落体实验的著名传说。传说中伽里略做实验的地方就在意大利的比萨大教堂。大教堂外有比萨斜塔，伽里略就是从斜塔上往下扔铁球的。比萨大教堂建于1063~1092年，斜塔建于1174年。比萨大教堂是典型的罗马式建筑，主教堂的平面是拉丁十字形，室内的拱券和墙壁用红色和白色大理石相间砌成，显得华丽轻快。比萨斜塔共有8层，高55米，由于奠基不慎而致倾斜，到现在倾斜得更加厉害，专家们正想尽各种办法来制止它继续倾斜。除比萨大教堂外，罗马式建筑的著名遗构还有米兰的圣安布罗索教堂，德国的买因兹教堂，时派耶教堂，法国的奥腾大教堂，圣弗隆教堂，等等。

到13世纪以后，欧洲流行的是哥特式建筑。哥特式建筑是公元12世纪末首先在法国开始的，“哥特式”这个名词与哥特人并没有什么关系，这个词是16世纪意大利人提出后而

得到广泛承认的。它是以一种贬抑卑视的态度加给这种建筑的。因为16世纪意大利文艺复兴后社会思潮是崇尚于古代希腊罗马的风格，而这种建筑一反希腊罗马的风格，因而将它诋毁为半开化和野蛮的样式，那时欧洲总是把哥特人当作野蛮民族来看待，就借来加给这种建筑形式了。而事实上，哥特式建筑是封建中世纪最光辉与最伟大的成就，从内容到形式都有极高的价值，是当时人类智慧的结晶，无论建筑工程技术或艺术手法都达到了惊人的高度。

哥特式建筑的高度成就与当时的工商业发达和城市繁荣分不开，也同当时巩固的封建君主制和王权强大有密切关系。由于工商业发达，交通方便，行会组织兴起，以专业的石匠组合从事教堂建筑与装饰，代替了过去的修道院僧侣包办。这种石匠组合从一地到另外一地各处流动为领主修建教堂，再加上建筑材料简便，运输容易，以致不到半个世纪就流行于欧洲。这就使哥特式建筑具有极大的统一性。

这个时代，中世纪已经走向尾声，出现了世俗的大学，教会思想失去了过去垄断一切的形势，这就给哥特式建筑摆脱基督教色彩而带上更多的世俗性和现实主义提供了社会历史条件。尽管这样，哥特式建筑还是无法超出封建中世纪的樊笼和基督教经院哲学的束缚，在各种矛盾的尖锐斗争中仍以宗教的禁欲主义为其主要方面。因此这种建筑风格从总体来说，并没有超出宗教的禁欲性本质。但这是社会发展和科学技术发展必然要经过的痛苦孕育阶段，社会只有完成质变后，新的科技才能脱壳而出，走上迅速发展的新阶段。

13世纪以后，城市建筑得到了广泛发展。尽管基督教堂

不再是城市中唯一优秀与高大的建筑物了，市政厅、法院、宫廷、旅舍、民舍等等都有了显著的进展，但是教堂建筑仍是这当中最杰出的，仍是城市文化的标志和人民智慧与力量的最高表现，是时代的伟大纪念碑。

哥特式教堂与罗马式教堂虽然截然不同，但它仍然是罗马式的更高发展，二者之间有一定的联系。哥特式的建筑师广泛利用了罗马式建筑中曾经出现的矢状发券，并把过去所有的十字拱加以改进，产生了作为骨架的曲肋拱，并使它向上延伸，利用尖拱使它跨度的大小可以自由，整个建筑物几乎没有墙壁，骨架立面之间是一个个又高又大的窗子，这使它的内部又宽又高而又明亮。这种建筑物内部装饰很少，骨架结构赤裸裸地坦露着，垂直的线条和一个个矢状尖券以及内部高大的空间，再加上从窗子玻璃上透过来的彩色光线，使人产生一种腾飞而起向天国的神秘宗教感觉。它的外部 and 内部类似，结构也是裸露的，垂直的壁墩柱和架空的飞拱券以及扶壁林，小尖塔、巨大的窗孔，结合起来也同样给人以崇高而光明的感觉。这同罗马式建筑给人的稳定、朴实及安全之感恰好成为鲜明对比。

哥特式建筑对骨架传统的发展是其最大的成就。这样就可以使用轻而薄的石块来填补其骨架拱的交截面，因而大大减轻了屋顶的压力和横推力，使整个建筑物不需要太大的石材。由于这个原因，哥特式建筑才在几十年内风行全欧洲。

哥特式建筑极为坚固耐久，留存到现在的知名建筑相当多，经过近千年的风雨，它们仍然牢固如初。象法国的巴黎圣母院，从公元 1163 年始建，到 1235 年建成，夏尔丹教堂，

都是早期哥特式建筑，形式比较安定简单；后期建筑如理姆安教堂、阿米安教堂就比较复杂了。理姆安教堂中厅高 35 米，长 120 米，外部西面，塔高 84 米，大圆窗的直径 11.5 米；阿米安教堂的中厅高 32 米，深度也很大，内部华丽。在德国有着名的科隆大教堂，斯特拉斯堡教堂等等，其中科隆大教堂内部中厅高 48 米；而窝牧大教堂的外部塔高 161 米，斯特拉斯堡教堂塔高为 142 米，其建筑宏伟，工程艰巨是可想而知的。

意大利的米兰大教堂更为著名，它是中世纪欧洲最大的教堂。内部大厅高 45 米，宽 59 米，可以容纳 4 万人；外部非常华丽，上部有 135 个尖塔，如森林般冲向天空，下部有 2300 个装饰雕像，真可以说是气象万千。

哥特式建筑都是高度艺术性和工程技术水平相结合的产物，建筑一座教堂为期少的要几十年，多的要几百年，费时之长真是惊人。它的结构险峻复杂，施工极为不易，中途往往倾毁而需要重建。哥特式建筑给人崇高而脆弱倾危的感觉，正是中世纪封建主义极端宗教思想的产物。总之，哥特式教堂是人类最可宝贵的历史科学文化遗产之一。

千姿百态的中国古代桥梁

中国是世界上河流比较多的国家之一，河流众多，固然可以给人们带来舟楫之利，但是河两岸的交通却受到阻碍。在科技发展史上，船舶的出现是要早于桥梁建造的。这里的原因大概有两个：一是人们试探着在水里飘泊，最有可能受到的直接启发就是水中飘浮的木头、树干，由此逐渐发展到制造船舶，而任何水面都不会有自然生成的桥梁，人们也就无法从自然中直接受到造桥的启迪。二是桥梁建筑要比制造船舶困难得多，尤其是在比较宽的河面上造桥，既要克服滔滔的水流，又要战胜险恶的风浪，有了船舶能渡人后，造桥的迫切性也就不那么大了。随着社会生产的日益发展，社会交往和交通的日益频繁，光靠船来接通河流两岸已经无法满足越来越多的需要，桥梁建筑就应运而生了。中国汉代有本书叫《说文解字》，那上面说：“桥，水梁也。”就是说桥是在水面上架座梁，让人从上行走过去。看来，早期的桥大概就是用木头横在水面上的。伴随人类的进步，造桥技术也越来越高明，在中国古代无数的桥梁中，不仅包括了现代桥梁工程中的梁桥、拱桥、吊桥这三种基本体系和伸臂、钢梁、活动桥等结构形式，以及各种组合梁型，而且还出现了不少建筑

技术上的世界创举，很具有科学研究的价值。许多古桥的长久使用实践，证明了它们暗合现代结构理论，同时反映了中国古代对土壤学、水力学的认识水平。

中国历史上记载最早的桥梁是渭水浮桥，距今已有三千年，是为周文王娶亲临时搭建的。到公元前 257 年，山西蒲州（现风陵渡）所架设的跨黄河大浮桥，显示了技术上的成就。这表明在巨河大川水深流急的地方，都可以先建浮桥。此后，黄河、长江都多次架设过浮桥。浮桥建设快，拆起来也快，可以作为临时性或军事性桥梁，或者作为活动桥用。浮桥又可以作为永久性大桥的前身，中国许多石梁桥和石拱桥都有先架设浮桥的过程。

起源最早的木梁桥，由于材料强度不够，无法建造长跨度的大桥，于是发明了在地柱上搭架，用木梁横竖叠排，层层挑出来承托短梁，成为伸臂桥，借伸臂的作用，用短梁造长桥。后来又出现了石拱桥，这种桥的石材不腐烂，又耐压耐磨损，所以广泛建造起来。随着跨度的增加，桥体的加重以及负载的增加，拱的受力情况也逐渐复杂，在施工工艺和结构力学上都显示了技术上的成就。

现在仍完好留存的河北赵县安济桥，北京郊区芦沟桥和苏州城南的宝带桥，都是中国久负盛名的古式拱桥。它们风格各异，壮丽宏伟，充分体现了中国古代拱桥建筑的结构科学和建造技术。

安济桥也叫赵州桥，横跨洺河，是单孔的大石拱桥。建于隋朝大业年间（公元 605—618 年），距现在已经近一千四百年。它历经洪水、地震等自然灾害的袭击和上千年的使用，

依然巍然挺立。这座桥结构布局美观，拱的跨度是 37.37 米，拱矢（就是两拱脚连线到拱顶的高度）只有 7.23 米。拱矢和跨度之间的比例为五分之一左右，可见桥高比拱弧的半径小得多，所以称为单跨坦拱，这对桥上行人车马都很方便。这样的巨型跨度，在当时的石拱桥中首屈一指。更能显示安济桥高超技术的，是大拱圈上的两肩，各伏设小孔两个，改变了历来拱圈上填实砂石的建筑型式，首创世界上“敞肩拱”的新式桥型。在大拱两肩上设小拱的布局有明显的优点：一是减轻桥体自重，节省填腹材料，二是增加汛期季节桥的过水面积，小孔可以辅助宣泄洪水，三是造型优美，四是符合结构力学的理论。这座桥的设计至今为人们津津乐道。

有的河面很宽，在这样的河上造桥，一拱跨度是无法越过水面的，就要多设跨拱，建于八百多年前金代的芦沟桥就是这样的多拱桥。芦沟桥横跨北京西南永定河，桥长 265 米，有 11 个桥孔，在各孔关系上采用了“连续桥”的结构，相邻两孔都有一个共同的拱脚，使各孔结成整体。因而，桥上每个孔的承载都有全桥各孔参与共同作用。由于永定河洪患历来严重，对桥墩要求更高，芦沟桥的筑墩十分坚固，而且把墩体前部筑成尖嘴型，减弱了冰凌和洪水的冲击力，这是古代人民聪明才智的表现。近千年来，永定河经常泛滥，洪水凶猛，横冲直撞，而芦沟桥却依然无恙，真是座“永定桥”。尤其令人赞叹的是桥上石栏上，精雕细刻有近五百个狮子，形态各异，栩栩如生。至今“芦沟晓月”还是京郊八景之一。

在中外桥梁工程史上，梁式桥是历史最久的桥型。梁式桥就是用横竖的柱形梁把桥面架起来的一种桥。在中国石梁

桥中，以福建的洛阳桥和西安的灞桥等堪称工程杰作。

洛阳桥位于福建泉州洛阳江入海口处，从福州通往厦门的大道就通过这座桥。桥下江海交汇，风急浪高，江面宽阔。这座桥建于南宋，现在长 834 米，桥面人车行道宽 7 米。在修建过程中经过许多尝试，最后决定在江底铺设一道水下基石长床，就是沿着要修的桥身线抛下几万立方米石头，筑成宽二十多米，长达一里的石堤，提升江底三米多高，然后在这石堤上筑桥墩。这是现代桥梁工程中“筏形基础”的前身。

洛阳桥的成功，揭开了中国桥梁工程史上新的一页。一百年后，又造出一座跨海五里的长桥，——福建晋江县平安桥。平安桥和洛阳桥相似，但桥长是洛阳桥的四倍以上，桥墩多达三百多座。这样巨大的工程是在一年内完成的。这座桥不仅在长度上创记录，在造桥速度上也是创记录的。

在古代巨型梁桥中，西安灞桥最负盛名。自古长安人（现西安附近）送客到城东十多里的灞桥，折柳枝赠别，成为著名风俗，因而也留下了许多脍炙人口的诗词。灞桥建于两千多年前的秦汉时代，经历代重修，现存的是清代重建的。灞桥现在长 386.2 米，分 64 个桥孔，每孔跨度上有 4 米到 7 米左右，但它并不因墩多而过分阻截水流，它的桥墩采用圆柱型式，阻截水流的面积就缩到很小。

一般说来，在水流比较平缓、地势比较开阔的地区建筑墩梁桥是行得通的，但在象中国西南部地区这样河流湍急，峡谷深邃的地方，就难以建筑墩梁桥了。这样的水流连船都无法行驶，解决两岸交通就要用到悬索吊桥了。吊桥的结构力学特征是利用两岸悬索的拉力。自古以来，劳动人民采用竹、