

文章编号 :1006 - 544X( 2001 )03 - 0247 - 06

# 中外古典建筑柱式的造型与结构

郭 占 月

( 华中科技大学土木工程学院, 湖北武汉 430074 )

摘 要: 从中外古典柱式的造型与构造入手, 系统论述了各种柱式的美学特征和形态规则, 并着重就其形式与结构要求、材料性能、工艺条件等作对应分析。中国的古建筑一般采用木柱, 基本造型与装饰以自然形态为主, 并具鲜明的民族特色。西方建筑中则以石柱为主, 古埃及石柱粗壮, 其柱头、柱身充分体现了巨石柱子的艺术。古希腊建筑中的 3 种柱式( 陶立克式、爱奥尼式及科林斯式) 构成了希腊建筑的精髓, 并将其造型艺术拟人化。古罗马柱则是用石头说话的世界艺术珍品, 并将古希腊柱式发展为 5 种: 陶立克、爱奥尼、科林斯、组合式及塔司干式。从结构上看, 这些柱子的长细比均控制在 10 以下, 中国柱式的收分是从柱的 2/3 开始, 而西方柱式一般是从 1/3 开始。总之, 柱式的艺术造型与结构技术之间有着本质的联系。

关键词: 古典建筑; 柱式; 造型; 结构; 建筑艺术

中图分类号: TU - 80

文献标识码: A<sup>①</sup>

现在的一些建筑设计中, 人们常常为用何种材料作柱的饰面而绞尽脑汁, 并搬出各种古典柱式作对比, 却忽略了现代建筑的基本特性。几千年的建筑发展史表明, 柱在完成其功能作用的同时, 作为建筑艺术的基本特征形式, 它的发展变迁在引导和伴随着整个建筑艺术的发展。

本文从中外古典柱式的造形与结构入手, 系统论述各种柱式的美学特征和形态规则, 并着重就其形式与结构要求、材料性能、工艺条件等作对应分析。

## 1 柱式造型

### 1.1 中国柱式

中国古典建筑一直以宋式为依规, 明清虽有发展, 但未逾越宋式的轨范。在宋式建筑的结构、力学中, 柱子担负着最重要的“角色”。室外的柱子, 它总是立于正门前列最重要的部分, 在室内也是空间最突出的部分, 因而古代建筑工匠集中

智慧精心设计——造型, 装饰这个顶天立地的柱式。把整个建筑中最美的形式全部集中到柱式上, 使它成为建筑中最典型、最美的, 甚至是“不可超越”的规范。

中国古典柱式结构见表 1, 它是从自然形态( 树的启示) 发展起来的, 柱身像树干, 斗拱像树枝, 因之中国自然形态的装饰风格最为突出, 如菊花头、麻叶头、三伏云、蚂蚱头, 柱础也同样以自然形象命名, 但它的形象已高度地概括为几何形态, 具有鲜明的民族特色。柱式的比例: 以斗口为基数, 如斗口为 3 寸, 则六份 18 寸为柱圆

表 1 中国古典柱式的造型结构

Table 1 The style and structure of Chinese classical orders

柱式	斗拱	斗、拱 昂咀、菊花头 蚂蚱头、麻叶头
	柱	卷杀( 从 2/3 柱高开始内收 )
	柱础	楹 覆盆

① 收稿日期: 2001 - 02 - 20; 修订日期: 2001 - 04 - 20

作者简介: 郭占月( 1959 - ), 男, 江苏常州人, 高级工程师, 建筑结构专业。

直径,柱高则为六十份(柱圆直径 10 倍),即 180 寸为柱高。卷杀从  $\frac{2}{3}$  柱高(120 寸)开始向上收分,柱子形成下大上小,其上的大斗底四周出四分紧杀,使柱斗与大斗相合,柱下加柱础的盘托显得安定有力。从中国柱式的线脚形态看:“斗”看是以直线为主,“拱”是由直线转到曲线,“昂”是斜线与弧线的组合,“菊花头”是圆线与 S 线相结合,“麻顺头”旋卷涡状的规律类似贝螺形。枋与覆盆是由直线、弧线、S 线构成。

中国的古建筑中一般采用木柱,为了预防柱脚潮腐,要修筑台基,多用石或砖制。宽大的台子的边缘称台明,每根柱下铺放石柱础,用以立柱。柱子的顶端由枋子来相串联,纵横两个方向都有拉接、联系作用。再向上则是斗拱,斗拱这种特殊构件起到支撑、悬挑平衡屋檐及屋面部分构件重量的作用。在中国的木构架体系中,柱的底部柱础和顶部斗拱是赋予其民族文化特色的两大重点。到了明清时代,斗拱的截面尺寸相对减少,数量增多,使装饰的作用多于结构的作用,成为一种权势、等级、财富的象征。失去结构的美,也就走到了建筑体系发展的尽头。

对于木构架结构的古建筑,柱础的作用除了一般柱式中的稳定结构等外,防潮功能更为突出,同时,它也是柱式艺术中的重点部位。中国的柱础艺术与技术在与西方古建筑的柱式相比毫不逊色。在结构设计上,为了使柱础与台基面有一个合口平面,柱础多采用八角形式。柱础一般划分为两段或三段处理,上段多作石鼓形,下段为抹角方基。一般柱础高度都在 30~40 cm 之间,但也有为更有效地提高防潮面而加高基尺度,使柱础增至 80~120 cm,变成了短石柱。在解决防潮措施方面,也有在柱子底面,即与柱础接触处开出十字交叉的通风槽线,外面刻一如意纹的小缺口作柱内散潮的通道。

另外在中国柱式中还强调柱础的“侧脚”,它的作用在于使柱头微向建筑内侧倾斜。从整个建筑物的几何稳定性分析,如果垂直于地面的柱是相互平行关系,则柱与水平梁联接后组成的结构体系,在发生微小移动时,这种运动可以一直继续下去,是几何可变体系。柱的侧脚使得各柱之间不再相互平行而形成虚铰,使整个建筑物达到几何稳定,产生沉稳的美感。

## 1.2 古埃及石柱

大约在公元前 2650 年的古王国时期,建筑师伊姆霍太普在孟菲斯河对岸开始为第三王朝国王昭赛尔修造玛斯塔巴式陵墓,由于埃及人信奉个人崇拜,所以伊姆霍太普的名字得以流传下来。这是一个颇富创造力和发明才能的“综合性人才”,伊姆霍太普的最大贡献是将当地建筑物中支撑泥墙的芦苇束转化为石头建筑中的基本要素——圆柱。撒卡拉陵墓建筑群中有一座行政建筑物叫“北房”,在其残留的一处遗址上有 3 根秀丽挺拔半附墙壁的圆柱,它们形状酷似埃及低洼沼泽地中的纸莎草和芦苇,柱子顶端用来摆放支撑横梁的柱头则像伞状的纸莎草蓬头。埃及建筑师在卢克索的阿蒙神庙的柱子上反复使用了这种伞状纸莎草蓓蕾式风格。在古埃及柱头艺术中另两种形式为兽头式、人头像式。当然也有混合式柱头。古埃及石柱很粗,这可能与它由芦苇束转化而来有关,然而正因为粗壮,更恰当地表现了神庙森严、威武,阿蒙神庙厅巨大空间由许多石头过梁来覆盖,故厅内巨石如林,排列密集,野性粗犷,光线透过主侧窗射向柱子,光影斑驳,给人神秘、压抑感。因此文人们感叹:中国人用柱子说话的能力不如古埃及人。但是古埃及石柱的价值决不在于此,而是在于强调了石头建筑的要害是关于巨石柱子的艺术。它对建筑柱式的发展提供了极为重要的启迪,开创了以石料作为建筑梁柱等基本构件的建筑形式。

## 1.3 古希腊柱式

在古埃及,柱式已达到相当高的艺术成就。在某种意义上,古埃及柱式是古希腊柱式的前奏曲,古希腊则使柱式这种技术与艺术的统一之作达到了最高峰。古希腊建筑的 3 种柱式(陶立克式、爱奥尼式、科林斯式),构成了希腊建筑的精髓。陶立克式形成于公元前 5 世纪上半叶,这种柱式无柱础,柱头平直,柱身除通长的凹槽外,无其它任何装饰,整根柱石粗壮有力,富于男子体型和性格的刚劲,其柱身比例一般为 1:5.5~1:5.75,并随建造年份的推迟柱身越长;爱奥尼式比陶立克稍晚,柱头的装饰比陶立克丰富得多,两端有一个号角形的涡卷式旋涡,柱子比例修长,一般为 1:9~1:10;科林斯式出现的年代较晚,它的柱头不再采用涡卷状曲线,而是四周饰以锯齿

状叶片，它可以被认为是爱奥尼的主题变奏。雅典宙斯神庙中央大厅外围就被科林斯列柱所包围，柱高 16.89 m，共 104 根，这些柱子与陶立克式相比，更多地表现为秀丽、柔美，柱式的长细比，模仿了真人的身体比例。从德国施特拉茨于 1901 年出版的《各民族女性人体》专著中，可以得知近代希腊和罗马女性的身材比例数据，如果以前后腰径为 1.0，则年青女子的身高平均值约在 7.6~8.4，这个比例与象征女性柔美的爱奥尼式和科林斯式柱的细长比非常接近。而且柱身上的直线装饰也似衣裙褶纹的遗痕，而且柱身的收分是从下  $1/3$  向上开始的（中国是  $2/3$  开始“卷杀”），这就更像人的身材，加上柱头和檐部，很像一个戴着帽子的人亭亭玉立站在台阶（基座）上，形象优美。

这样一来，不但用女性形象作柱可以使人从美学上有更高的享受，而且通过力学角度的分析可以得出其受力的合理性。由此推知，古希腊人对于石材柱的塑造艺术与力学性能已有了相当深入的认识，正是这种结合，才创造了不朽的艺术柱式成就。

#### 1.4 古罗马柱式

罗马人与希腊人有所不同，希腊人以抽象的思维寻求人与宇宙的和谐，并在最能体现意念的艺术中来表现他们的宇宙观念；而罗马人似乎没有时间来抒发这种理想主义，他们是意志坚强而实际的人，且有敏捷的逻辑头脑，擅长制定法律，精于工程技术和管管理，他们所寻求的不是精神上和天国中的理想，而是存在于居民环境中活生生的现实。罗马人祭祖胜于祭神，他们所赞美的最高美德是对双亲和祖先的忠诚和义务。因此，古罗马展示的完全是一幅世俗化，权力化的城市文明画面。罗马人把古希腊柱式发展为 5 种古典柱式：陶立克、爱奥尼、科林斯、组合柱式和塔司干柱式。

罗马人最偏爱科林斯柱式，取自这种柱式的华丽丰富，并在之基础上与爱奥尼式结合增加为一种组合柱式，这种混合柱式直接影响了后来的欧洲建筑，教堂、宫殿、官邸和一些公共建筑的柱式常常是这种古罗马人的语言。塔司干柱式是罗马最早的建筑形式，它是陶立克式的一种更粗短的变体，也有人认为，它是希腊柱式基础。但

是，罗马建筑最典型的特征是使用非结构柱式，经常是将柱子全部或部分埋入墙中，称为附墙柱或半身柱，有的柱子被做成扁平状，这时人们就称其为壁柱。这种手法清楚地体现在了塞弗拉斯凯旋门和梯度凯旋门上。四层高的罗马大斗兽场中，底层为陶立克式、二层为爱奥尼式、三层为科林斯式，环绕在顶层的则是壁柱式。这些柱式在这里已不起结构作用，建筑物的主体另外设计有独立的结构支撑体系，柱子不过是立面的装饰构件而已。

## 2 柱式的结构

### 2.1 长细比

柱是一种压杆，主要承受沿柱长度方向的轴向力。西方古典柱式均为石材，对于岩石强度，其抗压强度值达到  $120 \sim 260 \text{ N/mm}^2$ 。因此，石柱压杆设计，主要考虑稳定问题，其关系式如下：

$$A \geq N / \varphi [\sigma]$$

式中： $A$  为压杆横截面积 ( $\text{cm}^2$ )； $N$  为轴向压力 ( $\text{N}$ )； $\varphi$  为折减系数，它与材料及长细比有关，且  $\varphi \leq 1$ ； $[\sigma]$  为材料抵抗轴向力的容许应力 ( $\text{N/cm}^2$ )。

显然， $\varphi = 1$  时，可获得最小的横截面积，此时所用的材料也最省。从西方古典柱式的柱身长细比观察，塔司干柱式为 6，陶立克为 7，爱奥尼为 8，科林斯和组合柱式均为  $8 \frac{1}{3}$ 。由材料力学可知，当石材的长细比  $\lambda \leq 8$  时， $\varphi$  值接近于 1。这说明当时的希腊和罗马人已经认识到了正确使用石材做柱的力学道理。而且，在力求使整个柱型纤巧秀美中，有意识加高了柱头的比例，确保了柱身长度在合乎力学规律的限度之内。

相比之下，中国古代柱式为木质材料，其长细比在唐宋时期一般在 9:1 或 8:1，明清时期为 10:1。这种长细比对于木柱来说，几乎可以不考虑“失稳”因素，从而达到较合理地利用材料特性的目的。图 1 为木质压杆的长细比与折减系数关系，当  $\lambda \leq 10$  时，折减系数  $\varphi \geq 0.9$ ，木柱的稳定计算将几乎可以像强度计算一样进行。显然对中国古代来说，并无法事先根据稳定理论来校核木柱，人们完全是根据材料的实际状态和审美需求来建造房屋，达到了力学与美学的统一。

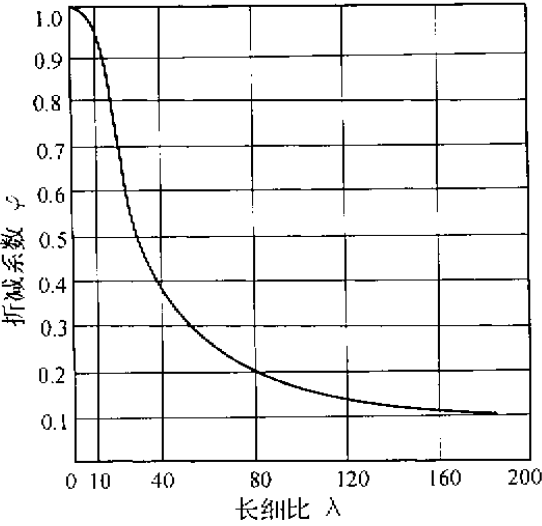


图 1 木材压杆的长细比与折减系数的关系

Fig.1 The relation between attenuate coefficient and the ratio of length to width of weighted shaft of timber

那么，几乎从同样力学的限制使长细比控制在  $\lambda \leq 10$ ，何以使西方柱式比中国古代柱式显得粗壮呢？一方面是材质的选用，石材的风格本身就赋予了柱式以刚劲；另一方面在于柱身表面的处理，西方古石柱均在柱身表面刻有 20 多道尖齿或平齿凹圆槽，不同的槽形使柱式刚柔有别，但在力度上都有充分的表现。

2.2 柱身的收分

柱子的收分是视觉的需要，它可以使柱子更显挺拔稳健，加上柱础的盘托显得安定有力。中国柱式的收分（卷杀）从柱子的  $2/3$  开始，而西方柱式一般从  $1/3$  开始，其中的力学依据就在于石柱的容重远远大于木柱，而收分由下往上，对于柱身的压应力而言是一致的，从而使应力分布与柱形达到协同。帕提农神庙共有 50 根陶立克式柱，高约 10.4 m，底径 1.9 m，柱顶直径 1.4 m，柱身分五段，石料加工成 5 个圆鼓型，每个圆鼓的底平面中央凿一个凸，顶平面中央凿一个凹，即由 5 个圆柱体叠成柱身。这种处理方法一方面有利于安装，另一方面可以使柱身在石鼓的结合平面内增加抵抗一定的水平剪力，比如地震力。从收分的功能看，它有效地降低了每段石鼓的压应力。

2.3 柱础

黑格尔在谈到柱础的美学作用时指出，“塔司

干柱式里固然没有柱基，柱子就直接插进土里，但它的长度因此看来好象是偶然的，人们看不出柱子是否由它支撑的重载压下去，埋在地下的究竟有多么深。基脚使柱子的稳定与安全成为可以眼见的，眼睛由此仿佛定全下来。<sup>〔2〕</sup>当然，柱础的作用决不仅仅是使视觉安定。在现代钢筋混凝土时代，各式高大建筑的柱子均没有考虑这种视觉效果上的柱础，人们仍不怀疑这建筑的安定性，但取而代之的是要求更为严格的基础，并要求基础底面积  $A$  满足：

$$A \geq N / (R - \gamma_p H)$$

式中： $N$  为上部结构传至基础顶面的竖向荷载； $R$  为地基的容许承载力； $\gamma_p H$  为基础部分对地基的荷载。无论中西方，古代人们对  $A$  的大小都是不断总结积累的。最早式的陶立克没有柱础，柱根直接坐入地面。木柱结构显然不能这样，必须使用柱础承担隔潮的功能。

中国柱式则对柱础的尺寸作了精确规定：“其方倍柱之径，方一尺四寸以下者，每方一尺，厚八寸；方三尺以上者，厚减方之半；方四尺以上者，以厚三尺为率。若造覆盆，每方一尺，覆盆高一寸；每覆盆高一寸，盆唇厚一分，如仰覆莲花，高加覆盆一倍<sup>〔2〕</sup>。此外，对柱础下的台基也作了具体的要求。在古代穿斗式列柱作法中，柱脚下用连续的长石条承托叫做连磴，连磴高约一尺宽或六七寸不等，它是这种穿斗式列柱所特有的东西。在连磴的上面柱脚下，贯穿枋一条称地脚枋，地脚枋高约四五寸，厚可三寸。这些规定，都反映了人们对基础面积  $A$  的领悟和体验，尽管他们并没有清晰地把它表达出来。古代在对柱础的处理上一方面为严格、慎重，另一方面又将人们的审美要求融入制作工艺，有效地提高了结构的稳定性。为此，即使木构架建筑的经历年限远及不砖石结构的长，但制作精良，用料考究的房子仍可保持二百年。

2.4 柱头

在中国的传统的木结构建筑中，柱子的顶部是由枋檩联系，其力学性能相当于梁，檩直接承受屋面传来的垂直荷载，枋使柱之间纵横向连接形成稳定的结构体。这种结构的基本出发点是满足受力的要求，同时精密的造型又起着装饰效果。对于石柱结构，柱头的处理有更多的讲究，它是

区别不同风格柱式的主要标志。柱头直接与梁相接，其功能要求在于有效传递梁端荷载。柱头的形状，从古埃及早期的石柱可知，以正梯形到伞状的纸莎草蓬头的倒梯形有一个过程，最后形成古希腊、古罗马的通行柱式。这种演变实际上也伴随着屋架由木构向石构的变化，至科林斯柱式，其柱头像覆钟。就梁柱的受力关系分析，简支结构的梁柱，适当增大支撑截面，对于均匀地将梁部荷载传递到柱子，提高柱身的稳定性更为有利，同时符合柱对梁体的支撑力的扩散作用力场的分布，并有利于减缓梁底面的拉应力分布。但是受石材性能的影响，石柱子的扩张尺寸不宜过大，否则自身平衡会受影响，且对支撑作用改善不大。

2.5 侧脚与生起

19 世纪，人们对帕提农神庙进行详细测绘时发现，整个结构几乎没有一根直线，每个局部都是凸曲的，这使人们在观察它的外形时，不会因直线产生错觉而影响对它和谐与完善的感受。角柱的柱头均稍稍内倾，并非笔直状态。而这种立柱方法在中国古典柱式中同样有明确要求。它们所要起的作用在于使各柱之间达到几何不变体系的稳定关系。此外，按李诫的《营造法式》规定，有“角柱生起之制，十一间生高一尺，九间生高八寸，七间生高六寸，五间生高四寸，三间生高二寸。”<sup>[2]</sup>中间为平柱，角柱比平柱高，为生起角柱。生起的作用，一方面从外观上看使梁呈凹曲形，两端翘起向外沿伸，扩大了空间感；而另一方面就结构而言，增强了整体的结构稳定性，与侧脚相配合，使梁柱体系更稳固。

2.6 材料选择

中国古建筑中一般为木构架，发挥木料轻质、高强多功能的优良特性，而西方古典建筑则以石制梁结构为基本构件，或者说古希腊建筑就已完成了木构体系向石构体系的过渡，这其中包括了自然资源因素及人文社会因素的影响。从表 2 知，石材抗压强度较好，但抗拉强度较差，而木材正好与之相反。作为房屋的构件，柱是一种受压为主的构件，所以用花岗石作柱是非常合理的选择，相比之下，木材作为立柱其受压性能就要差很多。正因为此，才有人称“巨石柱子是世界各民族共同使用的建筑语言”<sup>[3]</sup>。

表 2 石料、木材的抗拉及抗压强度

Table 2 The tensile and compressive strength of stone and timber

	抗拉强度/( $\text{N}\cdot\text{mm}^{-2}$ )	抗压强度/( $\text{N}\cdot\text{mm}^{-2}$ )
石材	3	120~260
木材	129 (顺纹)	48 (顺纹)

P.L. 奈尔维在谈到卡拉克神庙的大柱厅时指出，“人们可能会想到，由这种过于密集的大柱所造成的强烈建筑气氛，可能是当时结构技术条件下的必然产物，而并非是建筑艺术思想或者艺术意志的结果”<sup>[4]</sup>。古典建筑的简支跨度很短，它直接决定于横向石材的抗弯能力。那么在欣赏这些神庙美的神韵中，应该承认它是将材料性能的扩展与艺术效果的追求达到了协调一致。而且这种石料房屋的致命弱点是较为松散，为了确保房屋的整体性能，古希腊人使用了木质檩条、龙骨和椽子，纵横交错地组成了屋顶的水平方向格网，显然格网本身的整体性是很好的。中国古建筑充分利用了木料的质轻、易于加工和整体性强等优势及抗拉强度好的性能。在木柱的性能中，它是利用整体的性能，轻巧的屋架来弥补柱子的抗压强度方面的不足。由此也可以看到中西方古建筑的创造中在力学上的智慧都是十分理性的。

3 结束语

纵观中西方古典建筑中柱式的形成和发展，可以强烈地感受到技术与艺术的完美结合。建筑是一种艺术，古典柱式创造的美是结构美、技术美与雕塑美的共同体现，失去结构意义的形式美对于建筑来说是没有生命力的。充分展现建筑材料的特性，探索现代建筑材料的表现力与结构逻辑，这应该是人们从古典柱式研究中得到的基本启示。

参考文献：

[1] 黑格尔. 美学 (第 1 卷) [M]. 朱光潜译. 北京: 商务印书馆, 1979.  
[2] 梁思成. 营造法式注释 (卷上). 北京: 中国建筑工业出版社, 1983. 89~90.  
[3] 赵鑫珊. 建筑是首哲理诗 [M]. 天津: 百花文艺出版社, 1998. 246~268.  
[4] P.L. 奈尔维. 建筑的艺术与技术 [M]. 黄运升译. 北京: 中国建筑工业出版社, 1981. 1~14.

The style and structure of Chinese and foreign orders in classical architecture

GUO Zhan-yue

( Faculty of Civil Engineering , Huazhong University of Science & Technology , Wuhan 430074 , China )

**Abstract :** Concerning with the style and structure of Chinese and foreign classical pillars , aesthetic features and shape regulations of such orders are discussed. In the process of systematic exposition , emphasis is placed on the corresponding analysis of demands for form and structure material property , technological conditions , etc. Timber pillars in ancient Chinese architecture put natural forms first in basic shape and decoration , hence with distinct national features. Most western ones were stone pillars. In ancient Egypt , pillars were thick. Their tops and stems represented fully artistic achievements of megalithic pillars. In ancient Greece , 3 kinds of orders showed the quintessence of Greek architecture , in an art of personified shape. Roman pillars viewed as “ speaking stone ” are treasures in the world. Developed from ancient Greece Roman pillars have 5 kinds of orders : Doric , Ionic , Corinth , the combination of 3 , and Taskan. As the structure of such pillars , their ratios of length and thinness are all controlled under 10. Chinese pillars contract from the spot of its 2/3 , while western ones from that of 1/3. On the whole , a substantial connection exists in their artistic shape and structure.

**Key words :** classical architecture ; orders ; style ; structure ; architectural art

干 细 胞

干细胞的“干”译自英语“Stem”，意为“树”、“干”和“起源”。干细胞即起源细胞。按其功能，干细胞分为全能干细胞和组织干细胞两种。前者能发育分化形成完整的机体，后者是一种或几种组织的起源细胞。人的胚胎干细胞可发育成人，因此是全能干细胞。干细胞及其衍生组织器官的临床应用将导致一次医学革命，产生一种全新的治疗技术，即再造正常的甚至年轻的组织器官，使人类追求长生不老的幻想可能成为现实。