

文章编号:1006-7329(2002)05-0012-05

# 杭州闸口白塔的尺度规律分析

肖 旻

(华南理工大学 建筑学院, 广州 510641)

**摘要:**通过对杭州闸口白塔测绘数据的分析,尝试提出一种尺度规律的推定结果:即杭州闸口白塔以一种标准用材(6.6寸)为基本模数,控制面阔和高度各项基本尺度。同时还表现出大尺度的一些比例关系。体现了“以材为祖”的设计思想。另外还尝试提出了其营造尺复原值(30 cm)以及模型比例(1:5)。

**关键词:**白塔; 尺度规律; 模数制

**中图分类号:**TU-80

**文献标识码:**A

杭州闸口白塔,位于杭州市江干闸口附近的一座小岭上,岭名白塔岭,南临钱塘江,北近凤凰山。塔用白石建造,为实心仿木楼阁式,外观8面9层,每层用两块石块拼合。塔下有台基和须弥座,1层有塔身和腰檐,2~9层则有平座、塔身和腰檐3部分。塔顶为八角攒尖顶,上有塔刹。塔身每面1间。1~6层为双补间,7~9层为单补间。铺作均为五铺作单抄单昂。杭州闸口白塔的年代,梁思成先生、傅熹年先生均认为约建于北宋初建隆至开宝年间(960-975年间)。白塔仿木构的形式忠实,对研究当时木塔的构造和比例有重要价值<sup>[1-3]</sup>。

## 1 探索的思路

本文根据高念华先生主编《杭州闸口白塔》一书中所提供的测绘数据(详见下文),试对其尺度规律作一初步探索和分析。探索的思路源于以下几个方面:

1) 北宋崇宁二年(1103年)刊行的《营造法式》一书,明确提出了“以材为祖”的设计思想。由于文献中没有明确提出宋代古建筑的长、宽和高3项基本尺度(表现为面阔、进深、柱高等)的设计规律,因此通过对当时实例的数据分析,完善对“材份制”的认识,有重要的意义。而研究入手的角度之一就是探索其是否存在模数制;

2) 日本飞鸟时期的遗构法隆寺建筑等的基本尺度表现出“以材为祖”的规律性,从中国对日本的文化影响的角度来看,这至少反映出中国隋唐建筑的某些特点。对于唐宋古建筑的长、宽和高三项基本尺度存在模数制是一个有利的证据<sup>[4]</sup>;

3) 对木塔实例的尺度作深入分析的代表作是陈明达先生的《应县木塔》<sup>[5]</sup>,在其基础上,张十庆先生根据“辽尺准唐尺”的现象对应县木塔作了尺度复原推定和规律分析<sup>[6]</sup>。相对于单层建筑,这种多层楼阁式建筑存在较多的相关数据,较易发现规律,对其它实例的数据分析可以起到重要的启发作用。

4) 傅熹年先生在《中国古代城市规划建筑群布局及建筑设计方法研究》文中,利用营造学社的测绘图进行作图分析,提出杭州闸口白塔以一层柱高和中间层面阔为高度控制模数的现象。同时还指出这一现象在当时的楼阁式塔中有一定的普遍性<sup>[2]</sup>。由于柱高和面宽都是较大尺度的单位,它们可能只是一种扩大模数,即这种比例关系有可能是一种基本模数控制的结果。因此,在此基础

\* 收稿日期:2002-07-03

作者简介:肖 旻(1972-),男,广州人,博士生,主要从事中国建筑史研究。

上,利用实测数据分析,探索可能存在的基本模数,联系材份制进行研究,成为本论文的重要方向。

## 2 探索的步骤

数据分析的过程是一种试验性的探索。本文的几个步骤是:

1) 考虑可能存在的基本模数取值。首先是参考材高的数值。《杭州闸口白塔》一书中提供了各层斗拱的测绘数据。根据《营造法式》,斗和拱的三向尺寸都通过“分”和“材”相关。但是从“材”的原型上看,应以拱的高度为准。即便如此,测绘数据中拱的高度仍然变动较大,大体在 30 ~ 40 mm 左右。最小 22 mm,最大 54 mm。《浙江杭县闸口白塔及灵隐寺双石塔》一文中曾提出以 41 mm 为标准值,可作为参考。这里考虑的一个问题是,唐宋实例中用材往往并不象《营造法式》那样规范(材的广厚比,材架的份值等),同一建筑物中用材往往也不统一,有可能存在基本模数的取值与材的实测尺寸偏差的现象。因此探索中不可能也不必认定某一个斗拱的实测数据为材的标准值,而必须扩大探索范围,尝试找出数据间的规律。经反复试验,发现可能存在以 39 mm 为基本模数的现象。

2) 考虑基本模数可能控制的尺度。由于杭州闸口白塔尺度比较小,构件加工的误差,构件变形的偏差以及测量误差都影响比较大。因此数据分析首先宜选取大的尺度进行。对于高度而言,参考张十庆先生对应县木塔的作了尺度规律分析,把各层高度作为一个整体,即下层檐柱上皮计至本层檐柱上皮,包括下层铺作,腰檐,本层平座,柱高四部分<sup>[6]</sup>,分析结果表明这种分层是合理的。

3) 实测数据的说明:各层面阔数据采用铺作仰视图中标注,避免可能存在的侧脚值带来的误差;高度方向的数据,《杭州闸口白塔》一书中图文有不相符合之处,本文以剖面图标注为准。

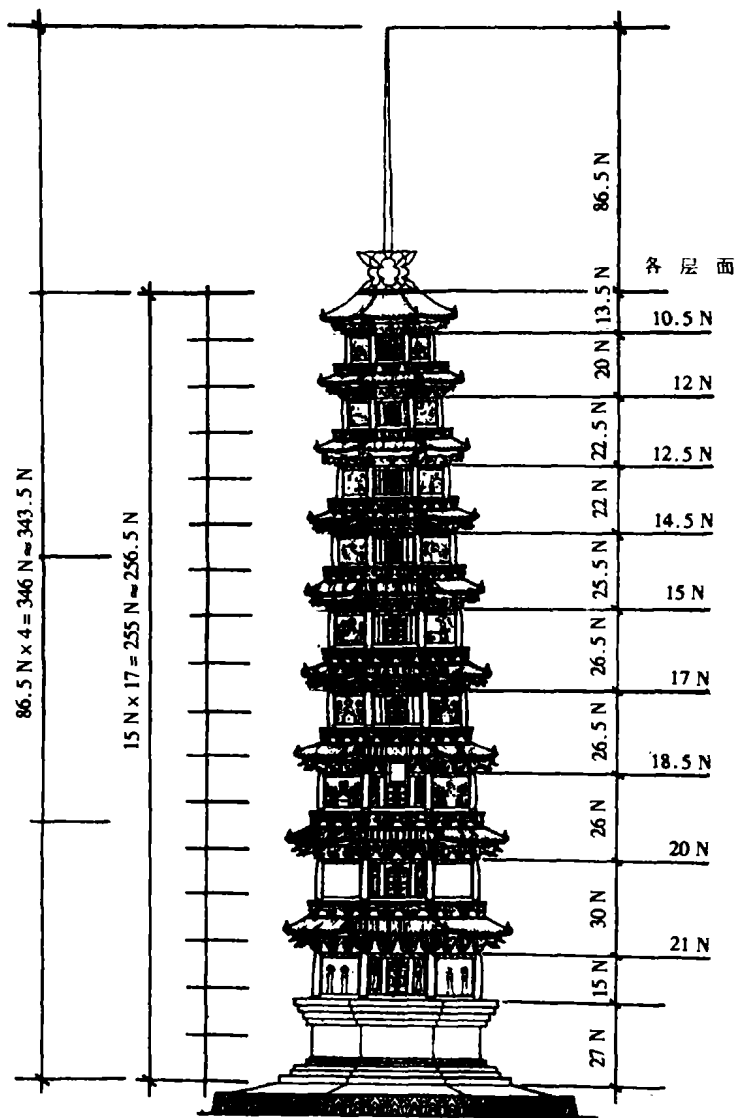


图1 杭州闸口白塔尺度规律分析  
(原始数据来源见[3],营造尺复原1尺=30cm,  
模型比例为1:5,底图根据[3],N=39cm)

## 3 数据分析的结果(表1,表2)

数据分析表明,在闸口白塔的高度和面阔上,可能存在以  $N = 39$  mm 为模数的尺度构成现象。

为使读者对计算偏差有直观的了解,把按  $N$  反推计算的结果也列入表中。尽管推定的结果仍存在一定的误差,但是对于这种小尺度的建筑而言,偏差值稍大是可以接受的。如高度方面,反推的最大偏差值为 8 mm,是原始数据的 1%左右,可以忽略;而 8 mm 达到基本模数  $N(39 \text{ mm})$  的 20%,则表明尺度构成的推定结果有可能需要调整,但是总体上看,在闸口白塔的高度和面阔上,存在简洁的递减规律。

需要说明的有:

表1 杭州闸口白塔(960-975年)的尺度构成(高度)

|            |      | 原始数据(mm) |        | 以 $N = 39 \text{ mm}$ 为模数的尺度构成 | 以 $N$ 为基准反推得到的计算值(mm) |
|------------|------|----------|--------|--------------------------------|-----------------------|
| 1层檐柱(无普拍枋) |      | 590      |        | 15                             | 585                   |
| 2层高度       | 下层铺作 | 230      | 1 175  | 30                             | 1 170                 |
|            | 下层腰檐 | 200      |        |                                |                       |
|            | 木层平座 | 200      |        |                                |                       |
|            | 木层柱高 | 545      |        |                                |                       |
| 3层高度       | 下层铺作 | 235      | 1 100  | 28                             | 1 092                 |
|            | 下层腰檐 | 165      |        |                                |                       |
|            | 木层平座 | 195(200) |        |                                |                       |
|            | 木层柱高 | 505(450) |        |                                |                       |
| 4层高度       | 下层铺作 | 190      | 1 037  | 26.5                           | 1 033.5               |
|            | 下层腰檐 | 185      |        |                                |                       |
|            | 木层平座 | 185      |        |                                |                       |
|            | 木层柱高 | 477(402) |        |                                |                       |
| 5层高度       | 下层铺作 | 195      | 1 030  | 26.5                           | 1 033.5               |
|            | 下层腰檐 | 185      |        |                                |                       |
|            | 木层平座 | 187      |        |                                |                       |
|            | 木层柱高 | 463      |        |                                |                       |
| 6层高度       | 下层铺作 | 205      | 990    | 25.5                           | 994.5                 |
|            | 下层腰檐 | 195      |        |                                |                       |
|            | 木层平座 | 172      |        |                                |                       |
|            | 木层柱高 | 418      |        |                                |                       |
| 7层高度       | 下层铺作 | 155      | 856    | 22                             | 858                   |
|            | 下层腰檐 | 160      |        |                                |                       |
|            | 木层平座 | 140      |        |                                |                       |
|            | 木层柱高 | 401      |        |                                |                       |
| 8层高度       | 下层铺作 | 210      | 880    | 22.5                           | 877.5                 |
|            | 下层腰檐 | 155      |        |                                |                       |
|            | 木层平座 | 130      |        |                                |                       |
|            | 木层柱高 | 385(380) |        |                                |                       |
| 9层高度       | 下层铺作 | 185      | 778    | 20                             | 780                   |
|            | 下层腰檐 | 125      |        |                                |                       |
|            | 木层平座 | 115      |        |                                |                       |
|            | 木层柱高 | 353      |        |                                |                       |
| 层架高度       | 铺作   | 195      | 530    | 13.5                           | 526.5                 |
|            | 屋顶   | 335      |        |                                |                       |
| 塔身总高       |      |          | 8 966  | 229.5(230?)                    | 8 970                 |
| 塔刹残高       | 覆钵   | 193      | 3 375  | 86.5                           | 3 373.5               |
|            | 连珠   | 168      |        |                                |                       |
|            | 仰莲   | 216      |        |                                |                       |
|            | 杆段   | 2 798    |        |                                |                       |
| 须弥座        |      |          | 1 060  | 27                             | 1 053                 |
| 全塔总高       |      |          | 13 401 | 343.5                          | 13 396.5              |

注:1.表中各层高度为下层檐柱上皮至本层檐柱上皮,包括下层铺作、腰檐、本层平座、柱高4部分;

2.表中屋架高度为铺作高加举高,所用数据计至塔顶覆钵下缘;

3.表中原始数据来源见[3],图版3。括号内为文字描述略有出入部分,供参考。

表2 杭州闸口白塔(960-975年)的尺度构成(面阔)

|      | 原始数据(mm)<br>(各间铺作间距)    | 以 $N = 39 \text{ mm}$ 为模数的<br>尺度构成 | 以 $N$ 为基准反推得到的<br>计算值(mm) |
|------|-------------------------|------------------------------------|---------------------------|
| 1层面阔 | $272 + 276 + 272 = 820$ | 21                                 | 819                       |
| 2层面阔 | $260 + 255 + 260 = 775$ | 20                                 | 780                       |
| 3层面阔 | $240 + 235 + 240 = 715$ | 18.5                               | 721.5                     |
| 4层面阔 | $225 + 208 + 225 = 658$ | 17                                 | 663                       |
| 5层面阔 | $192 + 192 + 192 = 576$ | 15                                 | 585                       |
| 6层面阔 | $199 + 172 + 199 = 570$ | 14.5                               | 565.5                     |
| 7层面阔 | $245 + 245 = 490$       | 12.5                               | 487.5                     |
| 8层面阔 | $233 + 233 = 466$       | 12                                 | 468                       |
| 9层面阔 | $205 + 205 = 410$       | 10.5                               | 409.5                     |

注:原始数据来源见[3],图版15~23。

1) 塔身总高为  $229.5 N$ , 有可能设计值为  $230 N$ ;

2) 一层檐柱高和中间层(五层)面阔均为  $15 N$ 。其原始数据分别为  $590 \text{ mm}$  和  $576 \text{ mm}$ , 偏差较大。考虑到应县木塔也存在同样的规律, 似仍可以接受。(应县木塔三层面阔  $883 \text{ cm}$ , 一层檐柱加普拍枋高度为  $885 \text{ cm}$ <sup>[9]</sup>);

3) 文献中指出塔刹为残高, 但未说明刹杆是否完整。从表1现有刹杆高度仍符合模数来看, 可能仍是完整的;

4) 由于台基部分高度不一(地面不平), 暂不计入。

根据数据分析的结果, 可以得到几种大尺度的比例关系, 从而对文献中(见[2])使用作图法得到的研究成果做出初步解释:

1) 1层檐柱高 = 中间层(五层)面阔 =  $15 N$ ;

2) 1层面阔 = 顶层面阔  $\times 2$  ( $21 N = 10.5 N \times 2$ ), 即面阔向5折递减;

3) 2层高度 = 一层檐柱高  $\times 2$  ( $30 N = 15 N \times 2$ );

4) 2层高度: 顶层高度 =  $3:2$  ( $30 N:20 N$ ), 即高度向  $2/3$  递减;

5) 塔身: 一层檐柱高 =  $229.5 N:15 N = 15.3$ , 误差较大;

6) 塔身 + 须弥座: 一层檐柱高 =  $256.5 N:15 N = 17.1$ , 误差较小, 表明塔身和须弥座可能是作为整体进行尺度设计的, 同时为一层檐柱高的17倍;

7) 塔身 + 须弥座: 塔刹残高 =  $256.5 N:86.5 N = 2.97$ , 误差较小, 表明现有刹杆高度可能是完整的, 同时恰好为全塔总高的  $1/4$ 。

#### 4 对基本模数 $N$ 的分析(表3)

1) 基本模数  $N$  为  $39 \text{ mm}$ , 可能是白塔标准用材的尺度。现选取正身华拱、正身角华拱、平座华拱高度的实测数据作为参考; 各拱高度的变动可能是不同材等造成的, 各种材等的取值可以参考《营造法式》中关于八等材的规定;

2) 白塔不可登临, 相当于一座模型。其相对于实际木塔的比例需要考虑, 一般取整数倍;

3) 营造尺的复原取值, 在唐末宋初之时一般取  $30 \text{ cm}$  左右进行探索;

4) 综合以上因素, 可以得出: 当营造尺复原  $1 \text{ 尺} = 30 \text{ cm}$ , 模型比例为  $1:5$  时, 各拱高度的用材恰为一系列简洁的整寸或半寸;

5) 对于基本模数  $39 \text{ mm}$ , 以及  $38 \sim 40 \text{ mm}$  之间的华拱高度, 可能对应的实际用材为  $6.5 \text{ 寸}$ , 但不符合《营造法式》的规定; 也可能对应的实际用材为  $6.6 \text{ 寸}$ , 但在以  $1/5$  的模型构件进行加工时作了简化( $6.6 \text{ 寸}$ 的  $1/5$  为  $1 \text{ 寸} 3 \text{ 分} 2 \text{ 厘}$ , 简化后为  $1 \text{ 寸} 3 \text{ 分}$ );

6) 对模型比例的检验: 取一层檐柱高和一层面阔, 按  $1:5$  比例还原后, 1层檐柱高约为  $1 \text{ 丈}, 1$

层面阔约为1丈4尺,均为适宜的尺度。

表3 杭州闸口白塔(960-975年)的基准尺度构成(材契和模型比例)

|      |       | 原始数据(mm) | 营造尺复原(寸) | 反推对比数据(mm) | 实际用材(寸) |
|------|-------|----------|----------|------------|---------|
| 1层材广 | 正身华拱  | 42       | 1.4      | 42         | 7       |
|      | 正身角华拱 | 38       | 1.3      | 39         | 6.6/6.5 |
| 2层材广 | 正身角华拱 | 45       | 1.5      | 45         | 7.5     |
|      | 平座华拱  | 43       | 1.2      | 42         | 6       |
| 3层材广 | 正身华拱  | 32       | 1        | 33         | 5.5     |
|      | 正身角华拱 | 35       | 2        | 36         | 6       |
|      | 平座华拱  | 42       | 1.4      | 42         | 7       |
| 4层材广 | 正身华拱  | 36       | 2        | 36         | 6       |
|      | 正身角华拱 | 41       | 1.4      | 42         | 7       |
|      | 平座华拱  | 38       | 1.3      | 39         | 6.6/6.5 |
| 5层材广 | 正身华拱  | 33       | 1.1      | 33         | 5.5     |
|      | 正身角华拱 | 32       | 1.1      | 33         | 5.5     |
|      | 平座华拱  | 36       | 1.2      | 36         | 6       |
| 6层材广 | 正身华拱  | 43       | 1.4      | 42         | 7       |
|      | 正身角华拱 | 42       | 1.4      | 42         | 7       |
|      | 平座华拱  | 30       | 1.0      | 30         | 6       |
| 7层材广 | 正身华拱  | 40       | 1.3      | 39         | 6.6/6.5 |
|      | 正身角华拱 | 45       | 1.5      | 45         | 7.5     |
|      | 平座华拱  | 38       | 1.3      | 39         | 6.6/6.5 |
| 8层材广 | 正身华拱  | 40       | 1.3      | 39         | 6.6/6.5 |
|      | 正身角华拱 | 43       | 1.4      | 42         | 7       |
|      | 平座华拱  | 22       | 0.7      | 21         | 3.5     |
| 9层材广 | 正身华拱  | 26       | 0.9      | 27         | 4.5     |
|      | 正身角华拱 | 26       | 0.9      | 27         | 4.5     |
|      | 平座华拱  | 19       | 0.6      | 18         | 3       |

注:原始数据来源见[3],营造尺复原1尺=30cm,模型比例为1:5。

## 5 结语

以上对杭州闸口白塔尺度规律分析如可成立,可以成为唐宋古建筑的长、宽和高3项基本尺度存在模数制的证据之一。基本模数的存在,基本模数和实际用材的关系以及多种材等的使用,对完善“材份制”的认识,有重要的意义。对研究宋代多层木结构建筑的比例关系也是重要的例证。在此基础上,可以利用测绘资料对其构架的尺度规律作进一步研究。另外,如能结合同类实例如灵隐寺双石塔进行研究,对上述杭州闸口白塔的尺度规律可以进行验证。

## 参考文献:

- [1] 梁思成. 浙江杭县闸口白塔及灵隐寺双石塔[A]. 梁思成文集(2)[C]. 北京:中国建筑工业出版社,1984.
- [2] 傅熹年. 中国古代城市规划建筑群布局及建筑设计方法研究[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2001.
- [3] 高念华. 杭州闸口白塔[M]. 杭州:浙江摄影出版社,1996.
- [4] 傅熹年. 日本飞鸟、奈良时期建筑中所反映出的中国南北朝、隋、唐建筑特点[A]. 傅熹年建筑史论文集[C]. 北京:文物出版社,1998.
- [5] 陈明达. 应县木塔(第二版)[M]. 北京:文物出版社,2001.
- [6] 张十庆. 中日古代建筑大木技术的源流与变迁[A]. 东方建筑研究(上册)[C]. 天津:天津大学出版社,1992.

(下转第27页)

文章编号:1006-7329(2002)05-0017-06

# 建筑外部环境艺术设计中的色彩应用研究\*

辛艺峰

(华中科技大学 建筑与城市规划学院,湖北武汉 430074)

**摘要:**通过对色彩在建筑外部环境艺术设计中应用意义的阐述,界定出其环境色彩的设计内容,并对建筑外部环境色彩设计的应用特性、所具作用与原则方法进行了探讨,还结合国内外在建筑外部环境色彩设计中的现状与实际经验,作出了其环境色彩设计未来应用与发展的展望。

**关键词:**环境色彩;设计内容;应用特性;所具作用;原则方法;未来展望

**中图分类号:**TU-80

**文献标识码:**A

人类对色彩的认识有着悠久的历史,早在远古时期,人类就已经懂得运用色彩来装饰自身与周围的环境,以表达各自心目中的情感和意念。我们纵览人类社会的发展历程,可以发现人类运用色彩来装饰、美化建筑的历史,也和装饰、美化自身及其它一切物品的历史同样源远流长,而且随着不同时代物质与精神、生产与意识等客观因素的改变而不断地发生变化<sup>[1]</sup>。从建筑色彩发展的进程来看,其发展的规律可概括为:由纯朴走向丰富,由单一走向多样,由崇尚自然走向匠心创造,直至今日还在继续发展之中。步入当代,伴随着人类现代环境意识的觉醒,人们对与自身息息相关的生活环境越来越关心,迫切期望有一个良好的生存空间能与我们相伴,因此对建筑外部色彩设计的思考以及未来发展趋势的展望就显得意义深远了。而且色彩是现代建筑外部环境设计中对视觉美感效果影响最为重要的因素之一,处理好建筑外部的色彩关系,对建筑的外部装饰装修来说,其作用也是非常巨大的。

## 1 建筑外部环境艺术中色彩设计的意义

在现代建筑内外环境造型艺术设计的诸多因素中,运用色彩进行建筑外部环境艺术的设计,即能达到创造富有变化的建筑内外环境造型设计艺术效果。因此它在走向未来的设计发展趋势中,建筑外部环境色彩设计已经成为现代建筑造型诸多要素中最为重要的设计手段之一。建筑的环境色彩设计,主要包括建筑的室内环境色彩设计和建筑外部环境色彩设计两个方面的内容。就建筑外部环境色彩设计来说,它是利用现代色彩科学与美学的方法,对建筑的外部墙面、门窗、突出物、细部、屋顶与台基及其周围环境等内容进行色彩处理的庞大设计范畴,并且还是构成现代环境色彩设计大系统中一个重要的子系统。从世界建筑环境色彩设计的趋势来看:人们对“环境色彩”问题的关注始于20世纪80年代,随着人类对生存环境质量问题的普遍关注而迅速得到成长与壮大。而在现代环境艺术设计中,占比例最大的又莫过于建筑,这样建筑外部环境色彩的设计处理,往往就成为人们决定所处环境艺术质量好坏的“第一印象”。由各种建筑材料组成的构筑物在光照反射下呈现出多彩多姿的环境色彩效果,它使人们生活在绚丽、和谐的色彩世界里,极大地丰富了人们的物质生活和精神生活<sup>[2]</sup>。而且经过精心设计的建筑外部环境色彩,还对形成各种城乡聚落环境的独特景观效果起到举足轻重的作用。

从建筑外部环境色彩设计的内容来看,主要包括建筑的外部墙面、门窗、突出物、细部、屋顶与

\* 收稿日期:2002-06-08

作者简介:辛艺峰(1961-),男,四川人,副教授,主要从事建筑内外环境艺术设计研究。