

# 现代人头骨面部某些特征的 投影栅相位法测量研究

周文莲, 吴新智

(中国科学院古脊椎动物与古人类研究所, 北京 100044)

**摘要:** 用投影栅相位法, 定量测量现代人面颅骨的一些项目, 分析比较了中国南方、北方面骨的特点及中国与欧洲现代人面骨的差异, 并探讨该方法在人类学研究领域应用的可行性和实用性。发现: 1. 不论云南、欧洲头骨, 性别差异主要集中在线距项目上, 男性测量值大于女性。2. 华北头骨的中面宽、上面高及其指数、颧上领高和内侧两眶宽指数大于云南头骨, 中面部的扁平度小于云南头骨, 颧骨额蝶突的前外侧面比云南头骨的要朝向前方。3. 中国云南、华北现代人头骨上面部的宽度小于欧洲现代人头骨, 上面部扁平程度大于欧洲现代人头骨; 颧骨额蝶突的前外侧面比欧洲头骨更朝向前方。华北头骨上面部高度及其指数大于欧洲头骨; 云南头骨上面高及男性的上面高指数与欧洲头骨无差异, 云南女性上面高指数大于欧洲头骨。我们认为投影栅相位法可作为传统测量方法的有益补充。

**关键词:** 现代人头骨; 投影栅相位法; 面部特征; 华北; 云南; 欧洲

中图法分类号: Q984 文献标识码: A 文章编号: 1000-3193 (2001) 02 0081-12

关于现代人头骨的测量有许多学者做了研究<sup>[1-6]</sup>, 发现颅骨的一些特征存在性别差异、人群(地区)差异。他们使用的方法均为传统人类学测量方法, 在测量的速度、效率及精度方面存在一定的局限性。

近年来, 随着科学技术的发展, 物体形态的三维测量技术取得了长足的进步, 已广泛应用于生物医学领域, 并推动人体测量方法发生很大变革。一般而言, 三维测量技术主要有两类: 接触式测量和非接触式测量<sup>[7]</sup>。接触式测量的主要方法为三维坐标测量仪, 虽然这种测量技术发展已经很成熟, 但是受机械限制测量速度较慢, 而且需要补偿测头直径, 影响其测量效率。因此非接触的结构光三维测量技术成为现代物体形态三维测量的研究热点, 投影栅相位法即是结构光三维测量法的一种。该方法是从莫尔云纹法的基础上发展来的, 与传统云纹法不同的是, 它不进行光学干涉, 而直接利用被调制栅线的相位畸变信息得到物体的三维信息, 属于数学的解调方法。由于避免了提取等高线、确定云纹级数等处理过程, 而提供可用于测量分析的密集的网格点的三维或二维数据, 宜实现图象处理自动化; 数据量的多少取决于图象的采集密度, 即 CCD 摄像机的象元个数和图象采集卡的分辨率, 通常情况下, 一幅图象上具有均匀分布的 512×512 个像素点, 每一个像素点对应

收稿日期: 2000-03-20; 定稿日期: 2001-02-21

基金项目: 中国科学院院长基金资助(课题号 990404)

作者简介: 周文莲(1967—), 女。1998 年毕业于北京医科大学口腔医学院, 获医学博士学位。1998—2000 年在中国科学院古脊椎动物与古人类研究所做博士后研究, 合作导师是吴新智院士。现为中国医学科学院、中国协和医科大学北京协和医院口腔科副主任医师。

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

一个数据, 因而数据量相当大, 具有较高的精度和灵敏度<sup>[8]</sup>。

本文尝试用投影棚相位法, 测量现代人面颅骨的一些项目, 分析比较中国南方、北方面骨的特点及中国与欧洲现代人面骨的差异, 并探讨该方法在人类学研究领域应用的可行性和实用性。

## 1 材料和方法

### 1.1 研究材料

取自现保存于中国科学院古脊椎动物与古人类研究所的骨骼标本, 其中中国现代人头骨包括云南头骨 50 个 (男 26, 女 24 个), 华北头骨 25 个 (男性)。欧洲现代人头骨 26 个 (男 16, 女 10 个), 系由 Zellerndorf、Vresovice、Kysperka 三个地点的合并而成, 其合理性和可行性已于另文<sup>[9]</sup>讨论并证实, 此处不再赘述。

### 1.2 研究方法及测量程序

#### 1.2.1 方法: 投影棚相位法。

仪器: 清华大学机械工程系研制的投影棚相位法三维检测系统。该系统由光学投影装置、图象采集系统、微机和辅助设备四部分组成 (图 1)。

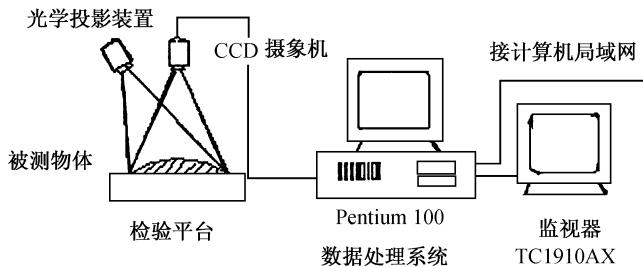


图 1 检测系统框图

The flow chart of measuring system

光学投影装置: 作用是将光栅投影到被测物体表面, 形成调制栅线图象。选用每毫米 5 线的密栅板, 德国生产的 Reflecta 科研型幻灯机投照, 光源为 15V、220W 的溴钨灯, 镜头为 90mmf/2.8MC。

图象采集系统: 作用是由 CCD 摄像机拍摄调制栅线图象, 并通过图象采集卡存入计算机。此系统由 CCD 摄像机、光学镜头、图象采集卡、监视器等组成。CCD 摄像机为 SONY AVC-D7CE 型高灵敏度单色 CCD 摄像机, 以 COSMICAR H6ZE 变焦镜头与之配套, TC1910AX 型监视器监视摄入的图象。

微机系统: 整个检测系统是建立在微机系统之上的, 微机系统完成所有信息的计算处理。采用 586 微机, 同时配备 A3 MPEG64 PCF PnP Graphic Accelerator 显示适配器, 分辨率可达  $1024 \times 768$ 。辅助设备包括 CCD 摄像机电源、打印机、绘图仪和信号线等。

整个测量系统绝对精度达到 0.1 mm。

#### 1.2.2 测量程序

1) 由于本文要测量面颅的一些特定的线距、角度值, 需要先确定测量标志点。在每

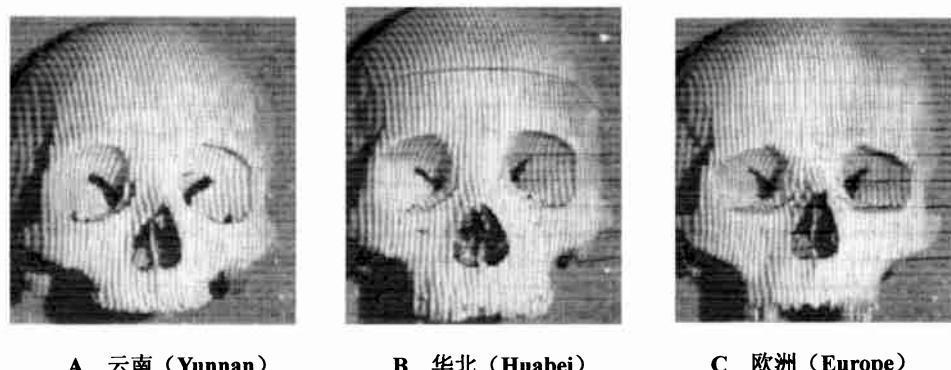
一个被测颅骨上用标记笔准确定出各个标志点, 之后将其正面朝上、眼耳平面与地面垂直放置于沙盘中, 用 CCD 摄像机拍摄第一幅图像, 然后计算机自动识别并记忆每个标志点的图像坐标 ( $u, v$ )。

2) 打开光学投影装置, 将栅线投影到颅骨的正面, 形成调制栅线图, 并用 CCD 摄像机拍摄第二幅图像 (图 2 A, B, C), 为二维平面图像。

3) 微机系统对调制栅线图进行解相处理, 获得相主值图 (图 3A, B, C), 为一黑白交替的二维平面图像。

4) 微机系统对相主值图进行相展开处理, 得到连续相位图 (图 4A, B, C)。此刻的图象已是具有灰度对比的三维图像, 包含了高度的信息。系统自动再将第一幅拍摄图像与连续相位图重叠, 如果没有特殊的要求, 则系统可计算出与被测物体表面每个点的图像坐标对应的三维坐标值。本研究依具体需要, 只提取出每个标志点的图像坐标 ( $u, v$ ) 相对应的三维坐标 ( $x, y, z$ )。根据各标志点的三维坐标, 系统即可计算所要求的线距、角度、指数等指标, 从而获得每个标本某一项目的具体测量值。

5) 在连续相位图的基础上, 根据三维坐标, 重建物体外形的三维结构, 形成三维网格图 (图 5A, B, C)。



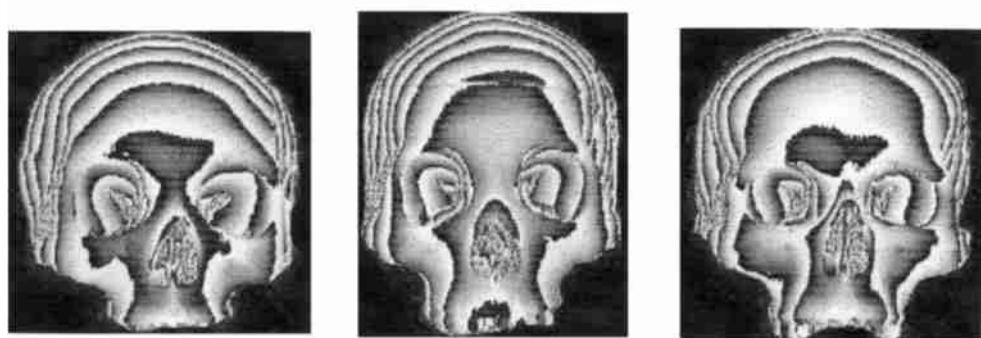
A 云南 (Yunnan)

B 华北 (Huabei)

C 欧洲 (Europe)

图 2 头骨的调制栅线图

The modulating grating chart of the skulls



A 云南 (Yunnan)

B 华北 (Huabei)

C 欧洲 (Europe)

图 3 头骨的相主值图

The chief phase value chart of the skulls

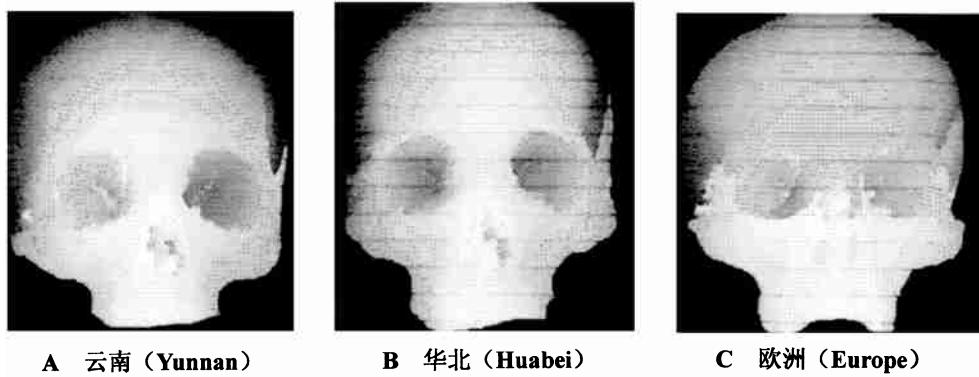


图 4 头骨的连续相位图

The sequential phase chart of the skulls

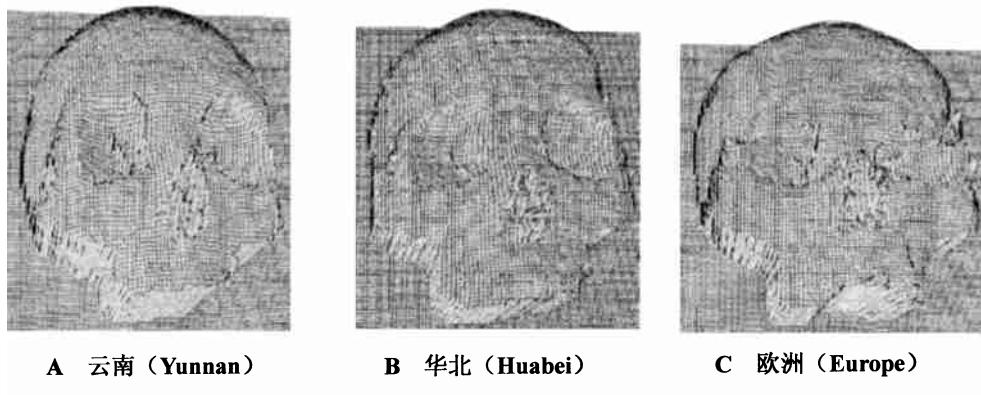


图 5 头骨的三维网格图

The 3 D gridding chart of the skulls

### 1.2.3 涉及的标志点及其定义<sup>[10-13]</sup>

1) 鼻根点 (nasion, n), 2) 鼻棘下点 (subspinale, ss) (在口腔医学界又称为上齿槽座点或 A 点), 3) 上齿槽前缘点 (prosthion, pr), 4) 上齿槽点 (suprodentale, sd)。上述 4 点为选取的面颅骨上的正中标志点。5) 上颌额点 (maxillofrontale, mf), 6) 眶额颧点 (frontomalare orbitale, fmo), 7) 颊额颧点 (frontomalare temporale, fmt), 8) 颊额缝中点 (fmm): 为额缝宽度的中点, 9) 颊骨点 (jugale, ju), 10) 颊点 (zygion, zy), 11) 颊颌点 (zygomaxillare, zm), 12) 颊牙槽嵴点 (max): 为上颌骨颊牙槽嵴 (key ridge) 之最凹点, 也就是上颌骨颤突下缘与上颌体或牙槽突侧面的交接点。13) 眶外缘点 (ektokorion, ek), 14) 外耳门上缘点 (porion, po), 15) 左眼下缘点 (orbitale, or)。

除附有特别说明者外, 其余各测点的定义均据《人体测量方法》<sup>[10]</sup>。

### 1.2.4 测量项目及其意义

#### 1) 面部宽度及其指数

眶间宽<sup>[10]</sup> (mf-mf), 内侧两眶宽<sup>[10]</sup> (fmo-fmo), 上面宽或外侧两眶宽<sup>[10]</sup> (fmt-fmt),

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

面宽或颧宽<sup>[10]</sup> (zy-zy), 中面宽<sup>[10]</sup> (znr-zm), 上颌基骨宽<sup>[11]</sup> (max-max): 为两侧颧牙槽嵴点 (max) 之间的距离。上颌基骨宽指数<sup>[11]</sup>: 上颌基骨宽 (max-max) / 面宽 (zy-zy) × 100, 颧中面指数<sup>[12-13]</sup>: 中面宽 (znr-zm) / 面宽 (zy-zy) × 100, 内侧两眶宽指数: 内侧两眶宽 (fmo-fmo) / 面宽 (zy-zy) × 100。

#### 2) 上面高及其指数

上面高 1<sup>[10]</sup> (nr pr), 上面高 2<sup>[10]</sup> (nr sd), 上面高指数 1<sup>[10]</sup>: 上面高 1 (nr pr) / 面宽 (zy-zy) × 100, 上面高指数 2<sup>[10]</sup>: 上面高 2 (nr sd) / 面宽 (zy-zy) × 100。

#### 3) 面部矢高及指数

鼻根点矢高 1: 鼻根点 (n) 至眶间宽 (mf mf) 最小矢高。可反映鼻根点相对于眶间区的凸凹程度和眶间扁平度。鼻根点矢高 2<sup>[10]</sup>: 鼻根点 (n) 至内侧两眶宽 (fmo-fmo) 的最小矢高。此矢高与内侧两眶宽 (fmo-fmo) 组成的指数可反映上面部的扁平程度。上齿槽点矢高<sup>[10]</sup>: 即颧上颌高, 上齿槽点 (sd) 至中面宽 (znr-zm) 的垂距。可反映中面部扁平度。前倾指数<sup>[12-13]</sup>: 颧上颌高 / 中面宽 (znr-zm) × 100。上颌额指数<sup>[12-13]</sup>: 鼻根点 (n) 至眶间宽 (mf mf) 最小矢高 / 眶间宽 (mf mf) × 100。

#### 4) 角度

总面角<sup>[10]</sup> (nr pr ∠ FH): 鼻根点 (n) 到上齿槽前缘点 (pr) 的连线与 Frankfurt 平面相交的角。眶间角 ( $\angle$  mf nr mf): 此角的顶点在鼻根点 (n), 两边分别通过两侧的上颌额点 (mf)。鼻颧角<sup>[10]</sup> ( $\angle$  fmo nr fmo): 此角的顶点在鼻根点 (n), 两边分别通过两侧的眶额颧点 (fmo), 反映上面部的扁平程度<sup>[14]</sup>。颧上颌角<sup>[10]</sup> ( $\angle$  znz ss zm): 此角的顶点在鼻棘下点 (ss), 两边分别通过两侧的颧颌点 (zm)。颧骨额蝶突前外面的朝向角 (朝向角 1): 由颧额缝中点 (fmm)、颧骨点 (ju) 和眶外缘点 (ek) 构成颧骨额蝶突的前外侧面, 两侧该面向前的夹角即是此角。此角可反映上面部的扁平程度<sup>[15]</sup>。颧骨外侧面的朝向角 (朝向角 2): 由颧额缝中点 (fmm)、颧点 (zy) 和颧颌点 (zm) 代表颧骨的外侧面, 两侧该面的夹角即是此角。

1.2.5 统计: 在 SPSS6.0 下进行描述性统计分析和 t 检验。

## 2 结 果

各组头骨面部测量的结果见表 1。

### 2.1 性别差异的比较

不论是云南头骨, 还是欧洲头骨, 上述测量项目的性别差异均反映在内侧两眶宽、上面宽、面宽、中面宽、上颌基骨宽、上面高几项指标上, 男性测值大于女性。尽管男性上面高大于女性, 但是男女性上面高指数无统计学差异。不同的是云南头骨女性颧中面指数大于男性, 而在欧洲头骨该项性别差异无统计学意义。所有的角度测量项目及其余的线距、指数值则均无性别差异 (表 2)。

### 2.2 同一人种不同地区人群差异的比较

云南与华北头骨面部测量的比较 (男性) 表明, 在男性, 华北头骨的中面宽、上面高及其指数、颧上颌高、内侧两眶宽指数和颧骨额蝶突前外侧面的朝向角大于云南头骨。说明华北头骨中面部的扁平度小于云南头骨, 颧骨额蝶突的前外侧面比云南头骨的要朝向

前方(表3)。

### 2.3 人种差异的比较

2.3.1 云南男性与欧洲男性面部测量的比较,显示云南男性头骨的内侧两眶宽、上面宽、鼻根点矢高(1, 2)及上颌额指数均小于欧洲男性头骨;其鼻额角、颧上颌角、颧骨额蝶突前外侧面的朝向角大于欧洲男性头骨。这些情况说明中国云南男性头骨上面部的扁平度大于欧洲男性头骨,颧骨额蝶突前外侧面比欧洲者更朝前方(表4)。

表1 头骨面部的测量 (单位:长度:毫米; 角:度)  
Measurements of the skulls (mm, degree)

项 目	云南(男性)		云南(女性)		华北(男性)		欧洲(男性)		欧洲(女性)	
	均值	标准差	均值	标准差	均值	标准差	均值	标准差	均值	标准差
眶间宽	18.73	2.43	17.67	2.00	17.60	1.76	19.28	2.29	19.37	2.18
内侧两眶宽	95.28	4.21	89.56	3.50	93.91	3.48	98.07	4.21	94.41	4.09
上面宽	102.79	3.91	96.79	3.96	103.17	3.72	106.57	4.29	102.72	3.79
面宽	130.32	5.55	121.30	4.96	132.61	4.16	133.58	4.49	127.42	5.39
中面宽	95.04	4.63	91.59	4.25	98.21	4.70	95.35	4.49	90.86	3.61
上颌基骨宽	72.46	4.49	68.19	4.94	72.82	2.76	73.20	5.44	67.67	3.84
上颌基骨宽指数	55.75	0.03	56.28	0.04	54.93	0.02	54.79	0.04	53.16	0.03
颧中面指数	72.94	0.02	75.53	0.03	74.07	0.03	71.38	0.03	71.38	0.03
内侧两眶宽指数	73.14	0.02	73.88	0.03	70.84	0.02	73.43	0.03	74.16	0.03
上面高1( $ir\ pr$ )	65.58	4.032	61.12	5.52	71.05	3.65	65.17	4.79	60.48	2.71
上面高2( $ir\ sd$ )	66.68	3.86	62.03	5.13	72.02	3.52	66.47	4.45	61.96	2.10
上面高指数1	50.34	0.03	50.36	0.04	53.64	0.03	48.76	0.03	47.52	0.02
上面高指数2	51.19	0.03	51.11	0.03	54.37	0.03	49.76	0.03	48.70	0.02
鼻根点矢高1	4.92	0.99	4.53	0.94	4.77	0.98	6.76	1.47	5.97	1.17
鼻根点矢高2	13.51	1.83	13.32	2.14	13.85	2.36	16.65	3.11	16.74	2.11
颧上颌高	22.03	4.16	21.99	4.56	24.35	3.90	22.54	5.01	23.78	3.01
前颌指数	23.19	0.04	24.08	0.05	24.81	0.04	23.64	0.05	26.23	0.04
上颌额指数	26.78	0.07	25.82	0.05	27.33	0.06	35.12	0.07	30.95	0.06
总面角	85.24	2.49	83.62	4.58	84.65	3.11	86.64	2.12	85.06	1.69
眶间角	104.24	13.41	111.80	13.29	99.66	14.23	99.80	11.00	103.85	9.29
鼻额角	147.01	4.22	146.90	3.84	145.63	4.76	140.59	5.26	139.03	4.19
颧上颌角	128.50	5.86	129.53	5.68	127.69	5.87	124.81	4.87	124.25	4.06
朝向角1	73.52	4.98	72.10	4.59	76.00	4.83	68.26	5.13	67.21	5.71
朝向角2	58.43	4.09	55.76	5.15	59.11	5.78	59.63	5.36	58.85	5.75

表2 云南、欧洲头骨面部测量的性别差异  
Sexual difference of some facial features  
on the Yunnan and European Skulls

项 目	云南头骨		欧洲头骨	
	t	P	t	P
眶间宽	1.64	0.107	-0.1	0.922
内侧两眶宽	5.1	0.000***	2.09	0.047*
上面宽	5.28	0.000***	2.23	0.035*
面宽	5.92	0.000***	3.03	0.006*
中面宽	2.68	0.010*	2.57	0.016*
上颌基骨宽	2.23	0.035*	2.7	0.012*
上颌基骨宽指数	-1.4	0.169	1.15	0.262
颧中面指数	-3.62	0.001***	0	0.997
内侧两眶宽指数	-1.02	0.314	-0.61	0.549
上面高 1 (ir pr)	3.22	0.002**	2.71	0.012*
上面高 2 (ir sd)	3.57	0.001***	2.89	0.008*
上面高指数 1	-0.02	0.987	1.13	0.271
上面高指数 2	0.09	0.925	0.96	0.347
鼻根点矢高 1	1.4	0.168	1.38	0.179
鼻根点矢高 2	0.33	0.742	-0.08	0.938
颧上颌高	0.03	0.974	-0.68	0.503
前颌指数	-0.66	0.512	-1.34	0.194
上颌额指数	0.56	0.580	1.6	0.122
总面角	1.55	0.129	1.92	0.067
眶间角	-1.96	0.056	-0.93	0.362
鼻颧角	0.1	0.921	0.76	0.454
颧上颌角	-0.062	0.537	0.29	0.771
朝向角 1	0.63	0.529	0.48	0.636
朝向角 2	1.6	0.116	0.66	0.513

表3 云南与华北头骨(男性)面部测量的比较  
Comparison of some facial features on  
the Yunnan and Huabei Skulls (male)

项 目	人群差异	
	t	P
眶间宽	1.85	0.071
内侧两眶宽	1.24	0.222
上面宽	-0.35	0.726
面宽	-1.63	0.109
中面宽	-2.39	0.021*
上颌基骨宽	0.39	0.758
上颌基骨宽指数	-1.54	0.105
颧中面指数	-1.5	0.139
内侧两眶宽指数	3037	0.001***
上面高 1 (ir pr)	-4.97	0.000***
上面高 2 (ir sd)	-5.05	0.000***
上面高指数 1	-3.77	0.000***
上面高指数 2	-3.73	0.000***
鼻根点矢高 1	0.54	0.591
鼻根点矢高 2	-0.56	0.579
颧上颌高	-2.01	0.050*
前颌指数	-1.4	0.169
上颌额指数	-0.31	0.758
总面角	0.74	0.462
眶间角	1.16	0.252
鼻颧角	1.08	0.285
颧上颌角	0.48	0.633
朝向角 1	-2.22	0.031*
朝向角 2	-0.92	1.426

\* P &lt; 0.05; \*\* P &lt; 0.01; \*\*\* P &lt; 0.001

\* P &lt; 0.05; \*\* P &lt; 0.01; \*\*\* P &lt; 0.001

2.3.2 云南女性与欧洲女性面部测量的比较, 显示云南女性头骨的眶间宽、内侧两眶宽、上面宽、面宽、鼻根点矢高(1, 2)、上颌额指数小于欧洲女性头骨; 上面高指数(1, 2)、鼻颧角、颧上颌角、颧骨额蝶突前外侧面的朝向角大于欧洲女性头骨。这说明中国云南女性头骨的面部宽度小于欧洲女性, 上面部的扁平度、上面部相对高度大于欧洲女性, 颧骨额蝶突的前外侧面比欧洲者也更朝向前方(表4)。

2.3.3 华北男性与欧洲男性面部测量的比较, 表明华北男性头骨的眶间宽、内侧两眶宽、上面宽、内侧两眶宽指数、鼻根点矢高(1, 2)、上颌额指数、总面角均小于欧洲男性头骨; 其颧中面指数、上面高(1, 2)及其指数、鼻颧角、颧骨额蝶突前外侧面的朝向角大于欧洲男性头骨。这说明中国华北头骨上面部的各项宽度小于欧洲头骨, 上面部的扁平度、上面部高度明显大于欧洲头骨, 颧骨额蝶突的前外侧面比欧洲者也更朝向前方(表4)。

表 4 云南与欧洲 (男、女性)、华北与欧洲 (男性) 头骨面部测量的比较  
 Comparison of some facial features on the Yunnan and European  
 (male, female), Huabei and European (male) Skulls

项 目	云南与欧洲男性头骨比较		云南与欧洲女性头骨比较		华北与欧洲男性头骨比较	
	t	P	t	P	t	P
眶间宽	- 0.71	0.48	- 2.14	0.04*	- 2.58	0.014*
内侧两眶宽	- 2.04	0.048*	- 3.4	0.002**	- 3.35	0.003**
上面宽	- 2.86	0.007*	- 3.91	0.000***	- 2.62	0.012*
面宽	- 1.94	0.06	- 3.1	0.004*	- 0.69	0.495
中面宽	- 0.21	0.835	0.46	0.648	1.89	0.066
上颌基骨宽	- 1.67	0.102	0.29	0.775	- 0.29	0.77
上颌基骨宽指数	- 1.35	0.185	1.98	0.056	0.15	0.88
颧中面指数	1.95	0.058	3.91	0.000***	2.94	0.006**
内侧两眶宽指数	- 0.35	0.729	- 0.26	0.794	- 3.18	0.003**
上面高 1 (nr pr)	0.3	0.768	0.34	0.74	4.34	0.000***
上面高 2 (nr sd)	0.16	0.874	0.04	0.97	4.32	0.000***
上面高指数 1	1.81	0.077	2.14	0.04*	4.6	0.000***
上面高指数 2	1.67	0.102	2.02	0.049*	4.43	0.000***
鼻根点矢高 1	- 4.74	0.000***	- 3.69	0.001***	- 5.09	0.000***
鼻根点矢高 2	- 4.02	0.000***	- 4.13	0.000***	- 3.19	0.003**
颧上颌高	- 0.33	0.746	- 1.11	0.276	1.27	0.213
前颌指数	- 0.3	0.768	- 1.17	0.249	0.8	0.426
上颌额指数	- 3.93	0.000***	- 2.47	0.019*	- 3.8	0.000***
总面角	- 1.82	0.077	- 0.94	0.354	- 2.19	0.034*
眶间角	1.09	0.284	1.67	0.104	- 0.03	0.974
鼻颧角	4.25	0.000***	5.14	0.000***	3.09	0.004*
颧上颌角	2.05	0.047*	2.59	0.014*	1.59	0.120
朝向角 1	2.89	0.005*	2.13	0.04**	3.78	0.001***
朝向角 2	1.46	0.151	- 1.59	0.105	- 0.80	0.426

\*  $P < 0.05$ ; \*\*  $P < 0.01$ ; \*\*\*  $P < 0.001$

由此可见, 中国现代人 (云南、华北) 头骨上面部的宽度 (内侧两眶宽、上面宽) 小于欧洲现代人头骨, 上面部扁平度 (鼻根点矢高 2、鼻颧角) 大于欧洲现代人头骨; 颧骨额蝶突的前外侧面比欧洲头骨更朝向前方; 而颧骨外侧面的朝向、上颌基骨宽及其指数与欧洲者无明显差异。华北头骨上面部高度及其指数大于欧洲头骨; 云南头骨上面高及男性上面高指数与欧洲头骨无差异, 云南女性上面高指数大于欧洲头骨。

### 3 讨 论

技术运用到调制栅线的解相处理上, 1983年又将其应用到三维曲面形体检测上<sup>[8]</sup>。此后10多年来, 该技术得到迅速发展, 各种相位处理方法不断出现, 它们有各自的特点和应用范围, 适用于机械工程的不同研究领域。金观昌、高柠<sup>[16]</sup>曾经用投影栅相位法的基本原理进行人体头面部的自动三维测量的尝试性研究; 近几年, 清华大学机械工程系将该方法试用于艺术雕塑人像的检测与复制、活体人头像的检测与复制, 并取得了可喜的结果。

本文初次采用投影栅相位法测量了中国云南、华北及欧洲现代人头骨的形态特征。王令红<sup>[3-4]</sup>曾经用传统的人类学测量方法比较了太原、香港地区的头骨, 并经判别分析建立了华北人和华南人性别鉴定的判别方程。他的研究中与本文共同的测量项目有: 眶间宽、内侧两眶宽、上面宽、面宽、中面宽、上面高(1, 2)、鼻根点矢高2、颧上颌高、总面角、鼻颧角、颧上颌角。孔尚辉等<sup>[2]</sup>也曾用传统测量方法测量南京出土的成年颅骨, 其研究中与本文共同的测量项目有面宽、上面高1和总面角。

将本文的结果与王令红等<sup>[3-4]</sup>的相比较, 我们发现, 在上述共同的测量项目中, 线距测量值的性别差异都表现在内侧两眶宽、上面宽、面宽、中面宽、上面高(1, 2)、鼻根点矢高2几项上, 差别趋势均为男性测值大于女性; 眶间宽没有性别差异; 唯一不同的是颧上颌高, 王令红等的结果显示在太原头骨男性值大于女性, 而在香港头骨性差无统计学意义, 本文结果表明颧上颌高在云南头骨性差同香港头骨, 也无统计学意义。角度测量项目值有点分歧, 王令红等的结果显示在太原和香港头骨, 鼻颧角女性大于男性, 颧上颌角则无性差; 总面角在太原头骨有性差, 男性大于女性, 在香港头骨则表现为无性差。本文的结果是, 所有的角度测量项目均无性别差异。孔尚辉等的结果表明南京头骨男性的面宽、上面高大于女性, 与王令红、本文结果一致; 上面高指数、总面角无性别差异, 与本文结果和王令红的香港头骨结果相同; 与王令红关于太原头骨的结果相异。通过比较可以看出, 就同一地区同一人群头骨测量的性别差异的比较而言, 我们的研究结果与他们的基本一致, 性别差异表现在相同的测量项目上, 而且差别趋势相同。这证明我们的结果准确可信, 也说明投影栅相位法适用于人类学测量领域。这一方法能够克服传统方法手工测量速度慢、效率低、需严格定位、精确度有限等缺点, 可望成为传统方法必要的补充, 以适应当今人类学发展的需要, 具有良好的发展前景。

就同一人种不同地区人群的比较而言, 王令红<sup>[4]</sup>比较了太原和香港头骨的地区(人群)差异, 发现香港头骨具有较宽的眶间宽、内侧两眶宽、上面宽和中面宽, 较大的鼻根点矢高2, 而太原头骨具有较大的上面高(1, 2); 总面角、鼻颧角、颧上颌角在太原与香港头骨间则没有明显的地区差异。本文结果显示华北头骨比云南头骨具有较宽的中面宽, 较大的颧上颌高、上面高(1, 2)及其指数(1, 2), 而总面角、鼻颧角、颧上颌角亦无明显的地区差异。我们的结果与王令红的部分一致, 即中国北方人比南方人头骨具有更大的中面宽和上面高(1, 2); 而眶间宽、内侧两眶宽等项目结果不同。这或许与头骨标本的来源不同有关。众所周知, 我国幅员辽阔, 自然地理条件相差很大, 使得不同地理区域的人群可以呈现出不同的体质特征和骨骼特征。这一点已经被一些学者的研究结果证实, 例如张振标<sup>[17]</sup>、刘武等<sup>[6]</sup>的报道。

为进一步分析南北方各地区的差异, 我们将本文华北男性组与王令红等<sup>[3]</sup>的太原男性组, 本文的云南男、女性组与王令红<sup>[4]</sup>的香港男、女性组12项相同测量项目分别做t检验, 结果见表5、6。

表 5 华北男性与太原男性头骨的比较 (单位: 毫米, 度)

Comparison of some measurements between the Huabei and Taiyuan Skulls (male) (unit: mm or degree)

项 目	华北男性 (本文)		太原男性 <sup>[3]</sup>		地区差异	
	均值	标准差	均值	标准差	t	P
眶间宽	17.60	1.76	20.15	2.64	-4.47	**
内侧两眶宽	93.91	3.48	95.43	4.29	-1.59	
上面宽	103.17	3.72	103.15	4.82	0.02	
面宽	132.61	4.16	131.99	6.44	0.45	
中面宽	98.21	4.69	97.92	5.74	0.23	
上面高 1 (ir pr)	71.05	3.65	73.53	4.38	-2.52	*
上面高 2 (ir sd)	72.02	3.52	75.82	4.51	-3.81	**
鼻根点矢高 2	13.85	2.36	14.88	2.48	-1.80	
颧上颌高	24.35	3.90	33.26	3.08	-11.49	**
总面角	84.65	3.11	85.49	3.62	-1.03	
鼻颧角	145.63	4.76	145.15	4.25	0.46	
颧上颌角	127.69	5.87	129.97	5.25	-1.81	

 $|t| \geq 1.96, P \leq 0.05$ , 即\*;  $|t| \geq 2.58, P \leq 0.01$ , 即\*\*。

表 6 云南与香港头骨的比较 (单位: 毫米, 度)

Comparison of some measurements between the Yunnan and Hongkong Skulls (unit: mm or degree)

项 目	男 性						女 性					
	云南 (本文)		香港 <sup>[4]</sup>		地区差异		云南 (本文)		香港 <sup>[4]</sup>		地区差异	
	均值	标准差	均值	标准差	t	P	均值	标准差	均值	标准差	t	P
眶间宽	18.73	2.43	21.31	1.96	-5.94	**	17.67	2.00	20.55	2.07	-5.27	**
内侧两眶宽	95.28	4.21	97.44	3.54	-2.78	**	89.56	3.50	92.21	3.04	-3.03	**
上面宽	102.79	3.91	104.79	3.81	-2.46	*	96.7	83.96	99.39	3.34	-2.67	**
面宽	130.32	5.55	133.36	4.21	-3.19	**	121.30	4.96	124.3	4.86	-2.23	*
中面宽	95.04	4.63	100.2	5.1	-4.81	**	91.59	4.25	95.07	4.59	-2.90	**
上面高 1 (ir pr)	65.58	4.03	70.39	3.5	-6.29	**	61.12	5.52	66.72	2.8	-4.96	**
上面高 2 (ir sd)	66.68	3.86	72.85	3.64	-7.87	**	62.03	5.13	69.13	2.94	-6.54	**
鼻根点矢高 2	13.51	1.83	15.66	2.16	-4.77	**	13.32	2.14	14.06	1.58	-1.48	
颧上颌高	22.03	4.16	33.56	3.39	-15.37	**	21.99	4.56	33.2	2.76	-11.29	**
总面角	85.24	2.49	86.28	3.27	-1.54		83.62	4.58	85.16	3.16	-1.49	
鼻颧角	147.01	4.22	144.64	3.93	2.80	*	146	903.84	146.13	3.4	0.79	
颧上颌角	128.49	5.86	128.68	5.01	-0.17		129.53	5.68	130.53	4.06	-0.77	

 $|t| \geq 1.96, P \leq 0.05$ , 即\*;  $|t| \geq 2.58, P \leq 0.01$ , 即\*\*。

可以看出, 在 9 项线距测量中, 华北头骨的眶间宽、上面高 (1, 2) 和颧上颌高均小于太原头骨, 而其上面宽、面宽、中面宽等与太原头骨无差异; 云南头骨除了女性鼻根点矢高 2 与香港女性无差异外, 其余线距在男女性均小于香港头骨的测量值。角度测量中

总面角、颧上颌角、鼻颧角在华北与太原头骨(男性)、云南女性与香港女性头骨间无差异, 而云南头骨男性的鼻颧角大于香港男性者。这反映出中国北方的两组现代人群(华北、太原)头骨特征间的差异较小, 而南方两组(云南、香港)头骨特征间的差异较大; 同是南方或北方, 在不同的地区、人群, 头骨仍然存在一些各自的特点, 例如太原头骨比本研究中的华北头骨具有较大的上面高和较小的中面部扁平度, 而香港头骨比云南头骨具有较大的面部宽度、上面高和较小的中面部扁平度。这可能与华北与太原两地地域相近, 而云南与香港两地相距较远有关。此外香港地区五方杂处, 人群来源可能混杂; 而云南地区民族种类多也会影响研究结果。

国内未见到有关中国与西方现代人头骨的测量比较。本文测量、比较了中国华北、云南与欧洲现代人头骨的一些项目, 结果显示中国现代人头骨上面部的宽度小于欧洲现代人头骨, 上面部扁平程度大于欧洲现代人头骨; 颧骨额蝶突的前外侧面比欧洲头骨更朝向前方; 而颧骨外侧面的朝向、上颌基骨宽及其指数与欧洲者无明显差异。本文研究对象为干颅骨, 由于条件所限, 只能根据较小的样本作研究。虽然样本量欠理想, 但通过向北大医院医学统计教研室高峰讲师咨询, 认为本文的样本具有代表性。如果今后能够扩大样本量、增加不同地区、人种头骨的测量比较, 结果或许会更具说服力。

致谢: 感谢中国科学院院长基金的支持, 这笔经费是本课题得以顺利完成的经济基础。在此, 作者表示深深的谢意。

## 参考文献:

- [1] 杨玉田, 郑靖中, 党汝霖等. 西安现代人面颅 [J]. 人类学学报, 1987, 6 (3): 222—226.
- [2] 孔尚辉, 欧永章. 南京现代人颅骨的测量 [J]. 人类学学报, 1988, 7 (3): 215—218.
- [3] 王令红, 孙凤喈. 太原地区现代人头骨的测量 [J]. 人类学学报, 1988, 7 (3): 206—214.
- [4] 王令红. 香港地区现代人头骨的研究 [J]. 人类学学报, 1989, 8 (3): 222—230.
- [5] 朱芳武, 卢为善, 雷一鸣. 广西壮族颅骨的测量与研究 [J]. 人类学学报, 1989, 8 (2): 139—146.
- [6] 刘武, 杨茂有, 王野城. 现代中国人颅骨测量特征及其地区性差异的初步研究 [J]. 人类学学报, 1991, 10 (1): 96—105.
- [7] 张曙. RENISHAW 数字化扫描系统 [J]. 机电一体化, 1996, (1): 10—14.
- [8] 许庆红. 基于小波变换的相位法三维检测高精度解相和复杂形状识别技术研究 [D]. 清华大学机械工程系, 1999.
- [9] 周文莲. 现代人颧骨形态的三维坐标仪测量研究 [R]. 见: 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所博士后研究工作报告. 人类颅骨面部一些特征的研究. 2000.
- [10] 吴汝康, 吴新智, 张振标. 人体测量方法 [M]. 北京: 科学出版社, 1984.
- [11] 邵象清. 人体测量手册 [M]. 上海: 上海辞书出版社, 1985.
- [12] 于晓惠, 黄金芳, 林久祥等. 正常北京人颅面结构的后前位 X 线头影测量研究 [J]. 中华口腔医学杂志, 1990, 25 (1): 38—41.
- [13] 金宜霖, 杨军. 北京市正常儿童及青少年颅面宽度发育的 X 线头影测量 [J]. 口腔正畸学杂志, 1994, 1 (3): 116—119.
- [14] 张银运. 颜面扁平度的变异和山顶洞人类化石的颜面扁平度 [J]. 人类学学报, 1998, 17 (4): 247—254.
- [15] 吴新智. 中国和欧洲早期智人的比较研究 [J]. 人类学学报, 1988, 7 (4): 287—292.
- [16] 金观昌, 高柠. 自动三维量度学在人体头面部测量中的应用 [J]. 人类学学报, 1990, 9 (2): 164—168.
- [17] 张振标. 现代中国人体质特征及其类型的分析 [J]. 人类学学报, 1988, 7 (4): 314—323.

# QUANTITATIVE STUDY OF SOME FACIAL FEATURES OF THE MODERN HUMAN SKULLS WITH THE PHASE-APPROACHING METHOD OF PROJECT GRATING

ZHOU Wen-lian<sup>1)</sup>, WU Xin-zhi

(Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Academia Sinica, Beijing 100044)

**Abstract:** This paper quantitatively analyzed some of the facial features on groups of modern human skulls with the Phase-approaching method of project grating. The sample includes 75 modern Chinese skulls (50 from Yunnan [ male 26, female 24], 25 from Huabei [ Northern China] [ male]) and 26 modern European skulls ( male 16, female 10). The following results could be drawn.

1. The sexual difference is primarily shown in the linear measurements, which are greater in males than females in both the Yunnan and European skulls.
2. The Chinese Huabei skulls are greater than the Chinese Yunnan skulls in the mid facial width, upper facial height ( and its index), the subtense from " sd" to " zm-zn" and the ratio of " fm0-fm0/zy-zy". Its middle face is less flat than that of Yunnan skulls. The antero-lateral surface of the fronto-sphenoidal process of the zygomatic bone faces more anteriorly in the Chinese Huabei skulls than Yunnan ones.
3. The upper face is narrower and flatter in the two groups of the Chinese skulls than those of European ones. The antero-lateral surface of the fronto-sphenoidal process of the zygomatic bone faces more forward in the two groups of the Chinese skulls than that of the European skulls. The upper facial height and upper facial index are greater in the Chinese Huabei skulls than those of European ones. There is little difference in the upper facial height and the upper facial index of males between the Chinese Yunnan skulls and European ones. The upper facial index of females is greater in the Chinese Yunnan skulls than that in European ones.

This method could be a useful supplement to the traditional anthropological method.

**Key words:** Modern human skulls; The Phase-approaching method of project grating; Facial features; North China; Yunnan; Europe

1) Present address: Department of Stomatology, Peking Union Medical College Hospital, Beijing 100005