

面部软组织厚度测量及其 在面貌复原中的应用

税午阳¹, 周明全¹, 纪元², 殷荣超¹

1. 北京师范大学信息科学与技术学院, 北京 100875; 2. 公安部物证鉴定中心, 北京 100038

摘要: 软组织厚度作为颅骨面貌复原的基础, 具有重要的应用价值。本文借助计算机技术对西安地区 132 例成年人颅面数据样本开展软组织测量、分析及应用研究, 结果表明, 1) 通过分析特征点处软组织厚度和面部软组织分布图, 发现面部软组织分布具有一定的规律, 额头区域软组织厚度薄且样本间差异小, 脸颊区域软组织厚且样本间差异大; 2) 通过比较不同年龄段男性软组织厚度的均值, 发现 20~30 岁阶段软组织厚度均值最小, 50~60 岁阶段软组织厚度均值其次, 30~40 岁阶段软组织厚度均值最大, 但 30~40 岁和 40~50 岁两个年龄段的软组织厚度近似; 通过比较不同年龄段女性软组织厚度的均值, 发现 20~30 岁阶段软组织厚度均值最小, 30~40 岁阶段软组织厚度均值其次, 40~50 岁阶段的软组织厚度均值最大; 3) 特征点处软组织厚度标准差可以反映面貌体态的差异, 因此根据 10 个脸颊特征点的软组织厚度均值和标准差实现面貌体态分类; 4) 根据不同性别、年龄、体态对应的软组织平均厚度, 应用计算机技术实现给定颅骨的三维面貌复原, 复原结果相比于传统手工复原的结果更加科学。

关键词: 颅骨; 特征点; 软组织; 厚度; 面貌复原

中图分类号: DF795.6; **文献标识码:** A; **文章编号:** 1000-3193(2013)03-0345-09

颅骨面貌复原是根据颅骨及面貌之间的相互关系估计给定颅骨的三维面貌, 该技术已经应用于刑侦^[1]及古人面貌复原^[2]。面部软组织厚度的测量与统计是三维面貌复原的基础, 颅骨特征点的定义和软组织测量方法将直接影响面部软组织厚度的统计结果。颅骨特征点的定义目前尚未有统一的标准^[3-7], 但不同学者给出的特征点定义均满足一定的规律: 特征点包括两部分, 一部分位于头部正中矢状面上, 这类特征点位置基本固定; 另一部分则对称分布于正中矢状面两侧, 这类特征点无统一标准, 大多由学者自己定义。传统软组织厚度测量通常采用针刺法或刀刺法对尸体的头面部特征点进行软组织厚度测量和统计^[8], 该方法具有较大的局限性, 表现在三个方面: 1) 尸体随放置时间的增加会不断丢失水分, 影响软组织厚度测量的准确性。2) 由于仅能对尸体测量, 测量样本数量有限, 影响软组织厚度统计结果的准确性。3) 针刺法或刀刺法在测量过程中会对软组织造成一定程度的挤压, 影响测量结果的准确性。近年来, 随着医学影像采集设备的发展, 超声波^[9-10]、X 光片^[11-13]已经被应用于活体样本面部软组织的测量, 拓展了测量样本的范围。然而由于受到采集设备工作原理的制约, 上述方法单次仅能测量特征点的软组织厚度值, 并且不能获得颅骨和面貌的三维模型。CT 设备是根据人体组织对 X 射线的吸收系数进行

收稿日期: 2011-06-07; 定稿日期: 2012-02-01

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(60736008), 北京市自然科学基金重点项目(4181002), 国家科技支撑计划(2012BAH33F04)

作者简介: 税午阳(1983.11-), 男, 博士, 主要从事计算机辅助颅骨面貌复原研究。Email: sissun@126.com

成像，其断面图像是人体组织对 X 射线吸收系数的分布图，该方法通过一次头部扫描不但可以计算颅骨特征点的软组织厚度^[4]，计算面部的软组织厚度分布，而且能够重建颅骨和面貌的三维模型，相比于其他方法更适合颅骨面貌复原。本文通过 CT 技术测量头面部特征点处的软组织厚度以及面部稠密点的软组织厚度，生成面部软组织分布图，根据不同年龄、性别和体态的面部软组织厚度统计结果，实现颅骨面貌复原。研究主要包括三方面问题：1) 颅骨特征点的定义及面部软组织的测量方法；2) 分析特征点处的软组织厚度分布，给出面貌体态分类方法；3) 根据不同年龄、性别、体态对应的软组织厚度均值，实现给定颅骨的三维面貌复原。

1 对象与方法

1.1 研究对象

本文选择西安地区汉族不同年龄段的 132 个从未经过头面部手术且颅面形态正常、五官端正、无畸形的成年人作为研究对象，在知情同意的原则下开展相关研究工作，其年龄、性别分布见表 1。

1.2 研究方法

实验中人体头部医学影像数据由陕西中医学院附属医院提供的多排探测器螺旋 CT 采集，采用轴体位螺旋扫描，数据采集采用统一标准，重建厚度 0.75mm，切片层内分辨率为 512×512，颜色深度为 16 位。数据采集时被测人员仰卧，双手自然下垂，双脚并拢，双眼正视前方。对采集得到的头部 CT 影像数据集进行颅骨及面貌三维建模，并将其调整在法兰克福坐标系下。

目前尚未有统一的颅骨特征点的定义标准，但是大多数学者定义的颅骨特征点大都位于颅骨表面的一些转折处和突起处，如颧弓点、眼眶眶外缘点等。本文依据已经形成的人类学和法医学专家知识，并结合传统手工面貌复原的经验，定义了 78 个颅骨特征点，其中 12 个特征点位于正中矢状面，其余 66 个特征点对称地分布于两侧（图 1）。进一步将颅骨特征点分为五官特征点和颜面特征点两类，五官特征点位于五官及周边邻近位置，颜面特征点位于颜面上除五官特征点外的其他位置，五官特征点影响面貌五官的基本形态，颜面特征点影响面貌的基本形态，特征点的名称及类别如表 2、表 3 所示。

软组织厚度的测量直接影响面貌复原结果的可靠性，本文测量时首先标定颅骨特征点，然后根据软组织测量方向确定面貌

表 1 样本分布 /Tab.1 Distribution of samples

性别 (Gender)	20~30 岁	30~40 岁	40~50 岁	50~60 岁	Total
Male	16	21	24	13	74
Female	9	14	16	19	58
Total	25	35	40	32	132

表 2 中线特征点 /Tab.2 Landmarks on the middle line

序号 (Index)	类别 (Category)	名称 (Name)	序号 (Index)	类别 (Category)	名称 (Name)
14	颜面	发际点 (tr)	41	五官	人中点
13	颜面	额缝点 (m)	42	五官	上齿槽前缘点 (pr)
1	颜面	眉间点 (g)	43	五官	下齿槽点 (id)
2	五官	鼻根点 (n)	44	五官	颊唇沟点 (ml)
3	五官	鼻骨末端点 (rhi)	45	颜面	颞前点 (pg)
38	五官	鼻棘下点 (ss)	46	颜面	颞下点 (gn)

表 3 中线两侧特征点 (Tab.3 Landmarks on the both sides of the middle line)

序号 (Index)	类别 (Category)	名称 (Name)	序号 (Index)	类别 (Category)	名称 (Name)
4, 5	五官	上颌额点 (mf)	6, 7	五官	眼内角点
8, 18	颜面	额颞点 (ft)	9, 19	颜面	冠缝点 (co)
10, 15	五官	眶上缘点	11, 16	颜面	额结节点
12, 17	颜面	额结节上点	20, 28	五官	眶额颞点 (fmo)
21, 29	五官	颞额颞点 (fmt)	22, 30	五官	眶外缘点 (ek)
23, 31	五官	眶外缘下点	24, 32	颜面	颞骨中点
25, 33	颜面	颞颌点 (zm)	26, 34	五官	眶下缘点 (or)
27, 35	颜面	犬齿窝上缘点	36, 37	五官	鼻甲嵴点
39, 40	五官	上犬齿根点	47, 63	五官	上犬齿齿槽缘点
48, 64	五官	上犬齿尖点	49, 65	五官	下犬齿齿槽缘点
50, 66	颜面	颞孔点	51, 67	颜面	颞孔下后点
52, 68	颜面	颞孔下点	53, 69	颜面	上齿槽第一磨牙点
54, 70	颜面	上下第一磨牙接触部位外缘点	55, 71	颜面	下齿槽第一磨牙点
56, 72	颜面	法兰克福平面端点	57, 73	颜面	颞点
58, 74	颜面	下颌支中部后点	59, 75	颜面	下颌支中点
60, 76	颜面	下颌支中部前点	61, 77	颜面	下颌角点 (go)
62, 78	颜面	下颌支前下点			

特征点，最后计算软组织厚度。测量过程中软组织测量方向直接决定软组织厚度值，目前软组织厚度测量方向的定义分为 3 种：1) 沿面貌或者颅骨特征点的法线方向；2) 沿面貌或者颅骨特征点的直线方向；3) 根据解剖学关系分别确定对应的颅骨和面貌特征点，然后将其连线作为测量方向。由于颅骨几何形态复杂且在颅骨建模过程中存在噪声，导致不同颅骨相同位置的法线方向并不一定相同，因此本文定义的软组织测量方向为沿直线方向进行测量^[15]。软组织厚度及其测量方向如图 2 所示，浅色点表示定义的颅骨特征点，深色点表示计算的面貌对应点，线段表示软组织厚度。

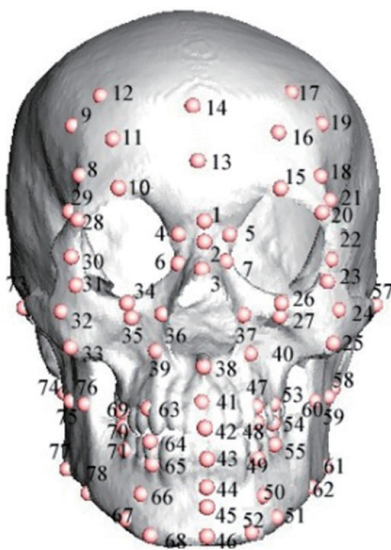


图 1 78 个颅骨特征点

Fig.1 78 Landmarks of skull

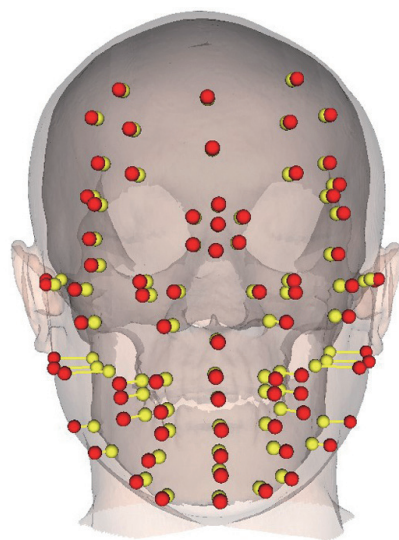


图 2 软组织厚度示意图

Fig.2 Soft tissue thickness

2 结果与分析

2.1 特征点处软组织厚度分析

表 4 列出不同年龄段男性样本的 43 个颅骨颜面特征点的软组织厚度的均值及标准差,发现分布在额头的颅骨特征点(1, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19)的软组织厚度均值和标准差在全部特征点中属于最小的,表明人脸额头区域的软组织厚度薄且变化不大。20~30 岁年龄段的软组织厚度最薄,50~60 岁年龄段软组织厚度次之,30~40 岁阶段的软组织厚度最大,但 30~40 岁和 40~50 岁两个年龄段的软组织厚度近似。进一步比较 43 个颅骨特征点与脸颊区域 10 个颅骨特征点(58, 59, 60, 61, 62, 74, 75, 76, 77, 78)的软组织厚度标准差的均值,发现脸颊区域特征点在各个年龄段的软组织厚度标准差的均值显著大于 43 个颅骨特征点的标准差的均值,表明在上述特征点的软组织厚度变化大,能够反映颅面样本面貌体态的胖瘦变化。

表 5 列出不同年龄段女性样本的 43 个颅骨颜面特征点的软组织厚度的均值及标准差,发现分布在额头的颅骨特征点(1, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19)的软组织厚度均值和标准差在全部特征点中属于最小的,表明人脸额头区域的软组织厚度薄且变化不大。20~30 岁阶段软组织厚度均值和标准差最小,30~40 岁阶段软组织厚度均值及标准差其次,40~50 岁阶段的软组织厚度均值和标准差最大,50~60 岁阶段软组织厚度均值及标准差又减小。进一步比较 43 个颅骨特征点与脸颊区域 10 个颅骨特征点(58, 59, 60, 61, 62, 74, 75, 76, 77, 78)的软组织厚度标准差的均值,发现脸颊区域特征点在各个年龄段的软组织厚度标准差的均值显著大于 43 个颅骨特征点的标准差的均值,表明在上述特征点的软组织厚度变化大,能够反映颅面样本面貌体态的胖瘦变化。

2.2 软组织厚度分布

对颅骨特征点的软组织厚度分析,并不能完全反映整个人脸面部软组织厚度的分布情况。本文计算了颅骨每个顶点对应的软组织厚度,生成了面部软组织厚度的分布图(图 3),不同颜色表示不同厚度的软组织。从图中可以看出,人脸软组织厚度分布具有一定规律性:额头的软组织厚度最薄且不同样本间的软组织厚度差异并不显著,脸颊的软组织最厚且不同样本间的软组织厚度差异显著,因此体态的胖瘦在脸颊区域表现地更为显著。

3 讨 论

3.1 颅骨特征点定义的合理性

本文定义的颅骨特征点包括五官特征点和颜面特征点,五官特征点能够反映面貌五官的位置分布。通过分析颜面特征点的软组织厚度均值和标准差发现:1)在面部软组织厚度变化的各个区域,本文都定义了颅骨特征点;2)定义的颜面特征点的软组织厚度均值能够反映随年龄的变化;3)脸颊区域的 10 个颜面特征点能够反映面貌胖、瘦体态的变化。因此本文定义的颅骨特征点具有合理性。

表 4 男性不同年龄段软组织厚度
Tab.4 Soft tissue thickness of males of various ages (mm)

序号 (Index)	20~30 岁		30~40 岁		40~50 岁		50~60 岁	
	均值 Mean	标准差 S. D.	均值 Mean	标准差 S. D.	均值 Mean	标准差 S. D.	均值 Mean	标准差 S. D.
1	5.58	0.75	7.11	1.31	6.22	0.78	5.76	0.73
8	4.31	0.93	6.35	1.32	5.82	1.76	4.91	0.87
9	3.87	0.75	5.22	1.23	4.82	1.30	4.22	0.66
11	3.88	0.77	5.23	1.24	4.99	1.32	4.37	0.79
12	4.21	0.87	5.55	1.24	5.00	1.18	4.24	0.58
13	4.97	0.81	6.76	2.17	5.55	1.34	5.20	0.52
14	4.24	0.67	5.28	1.07	4.97	1.37	4.05	0.49
16	3.90	0.80	5.36	1.17	4.87	1.41	4.23	0.63
17	4.39	0.85	5.72	1.23	4.86	1.15	4.31	0.34
18	4.63	1.06	6.64	1.32	5.77	1.71	5.60	0.94
19	4.26	0.69	5.71	1.18	4.89	1.34	4.46	0.89
24	8.20	1.37	10.14	1.70	9.42	1.95	8.88	1.47
25	10.83	1.55	13.02	2.44	12.38	2.57	11.71	1.82
27	6.99	1.56	9.50	1.85	9.26	3.23	7.76	2.22
32	8.16	1.43	10.20	1.78	9.50	2.09	8.79	1.23
33	10.80	1.60	13.64	2.59	12.91	2.41	11.59	1.64
35	7.21	1.89	9.54	2.17	9.36	3.34	7.65	2.23
45	10.95	1.00	12.64	1.68	12.12	1.72	11.93	1.39
46	8.64	1.68	11.27	2.11	11.18	2.11	10.45	1.87
50	11.7	1.47	12.65	1.89	12.90	2.24	12.21	2.01
51	8.12	1.85	10.55	1.93	11.03	3.04	10.09	2.29
52	7.78	1.60	10.59	2.00	11.06	2.44	10.07	1.92
53	18.48	2.16	18.66	1.91	18.07	2.04	16.07	2.86
54	18.56	1.73	18.52	2.07	17.82	2.48	15.62	2.69
55	17.09	1.85	16.57	2.00	16.02	2.30	15.19	2.66
57	6.69	1.94	9.02	2.37	7.95	2.57	7.17	1.39
58	18.95	3.09	25.22	5.79	24.41	7.07	26.49	3.50
59	20.07	2.23	24.44	4.19	24.68	4.81	23.23	4.21
60	22.44	2.35	25.07	3.07	25.54	2.93	23.96	3.02
61	12.57	3.05	18.20	5.83	17.60	6.79	15.79	5.98
62	8.71	2.32	12.82	3.74	13.39	4.20	11.30	2.89
66	11.47	1.34	12.84	1.76	12.71	1.92	12.30	1.59
67	7.91	1.94	10.80	1.94	10.50	2.96	10.27	2.58
68	7.38	1.33	10.50	2.15	10.49	2.30	10.15	1.79
69	17.57	1.72	18.60	1.77	17.63	2.05	14.81	2.83
70	17.72	2.07	18.61	2.70	17.63	1.95	15.42	3.52
71	16.27	1.28	16.81	2.04	16.14	1.93	14.68	2.25
73	6.80	1.86	8.95	2.24	7.89	2.70	6.96	1.33
74	18.30	3.70	25.89	4.85	25.27	6.63	24.87	5.70
75	20.56	2.59	24.79	3.65	24.69	4.70	23.23	3.66
76	22.52	2.57	25.14	2.42	25.21	2.95	23.51	1.97
77	12.63	2.99	18.60	5.00	18.54	7.58	15.29	6.35
78	9.00	2.40	13.39	4.03	13.78	4.49	11.59	4.03
43 个颜面特征点平均	10.68	1.69	13.07	2.38	12.67	2.77	11.64	2.19
10 个脸颊特征点平均	16.58	2.73	21.36	4.26	21.31	5.22	19.93	4.13

表 5 女性不同年龄段软组织厚度
Tab.5 Soft tissue thickness of females of various ages (mm)

序号 (Index)	20~30 岁		30~40 岁		40~50 岁		50~60 岁	
	均值 Mean	标准差 S.D.	均值 Mean	标准差 S.D.	均值 Mean	标准差 S.D.	均值 Mean	标准差 S.D.
1	4.86	0.42	5.41	0.68	6.17	0.78	5.82	1.07
8	4.75	0.82	4.94	1.08	6.07	1.27	5.45	1.28
9	3.55	0.61	3.86	0.78	4.62	1.35	4.08	1.01
11	3.76	0.54	4.12	0.90	5.13	1.09	4.53	0.91
12	4.36	0.64	4.50	0.80	5.09	1.45	4.68	1.07
13	4.65	0.52	4.67	0.57	5.84	0.58	5.29	0.89
14	4.11	0.65	4.11	0.64	4.99	0.83	4.44	1.00
16	3.63	0.44	4.17	0.66	4.92	1.08	4.59	1.09
17	4.33	0.73	4.45	0.68	5.05	1.15	4.93	1.15
18	4.77	0.69	4.84	0.87	6.16	1.26	5.58	1.20
19	3.78	0.61	3.99	0.69	4.72	1.10	4.24	0.93
24	10.66	1.28	11.30	1.29	12.03	1.97	12.26	1.76
25	12.03	1.27	13.14	1.38	14.08	2.16	14.14	1.76
27	8.28	1.92	8.09	1.84	10.27	2.20	10.36	2.64
32	10.41	1.01	11.14	1.54	12.32	1.93	11.99	2.06
33	12.36	1.39	13.01	1.64	14.34	2.28	13.68	1.96
35	7.76	1.54	8.20	1.86	10.64	2.52	10.56	2.84
45	10.65	1.34	11.61	1.47	11.64	1.78	11.90	1.44
46	9.21	2.09	10.37	1.68	10.35	1.62	9.67	1.92
50	11.34	0.78	11.19	1.53	12.80	1.74	11.36	1.33
51	8.11	1.43	8.94	1.71	10.39	1.59	9.73	1.57
52	9.09	1.31	9.36	1.71	10.72	1.81	10.05	1.44
53	17.28	2.10	17.04	2.09	17.64	2.12	15.76	2.35
54	16.92	1.73	15.53	2.32	16.54	1.84	14.93	2.60
55	15.51	1.64	14.52	1.38	15.94	1.76	13.83	3.86
57	9.08	1.94	9.70	1.93	10.38	2.61	9.26	1.78
58	17.90	3.22	20.87	3.23	24.25	5.09	22.58	2.61
59	21.61	2.07	22.25	2.03	23.91	3.07	22.78	2.83
60	24.22	2.14	24.74	1.60	25.47	2.43	24.65	2.19
61	13.53	3.33	15.73	3.64	17.74	4.66	17.70	3.34
62	11.60	2.10	12.40	2.31	15.41	2.94	14.23	2.59
66	11.24	0.49	11.55	1.23	12.55	1.50	11.38	1.24
67	7.64	1.15	9.19	1.81	10.13	1.65	9.74	1.65
68	8.57	1.22	8.89	1.42	10.45	1.54	9.84	1.17
69	16.84	1.95	16.36	2.01	17.08	2.28	15.29	2.36
70	16.74	2.27	15.69	1.86	16.04	2.30	13.23	2.60
71	15.34	1.01	14.87	2.03	15.36	2.25	13.26	2.19
73	8.71	1.76	9.75	2.00	10.47	2.67	9.01	1.86
74	17.73	2.76	21.17	3.24	25.40	5.75	22.88	3.68
75	20.99	1.80	23.19	2.31	24.51	3.54	23.03	2.70
76	23.26	1.36	24.85	2.29	24.98	2.57	24.23	2.46
77	13.78	2.81	15.64	2.80	18.94	6.38	17.74	3.89
78	11.27	2.03	13.16	2.01	15.06	3.63	14.31	2.62
43 个颜面特征点平均	11.07	1.46	11.69	1.66	12.94	2.24	12.07	1.97
10 个脸颊特征点平均	17.59	2.36	19.40	2.55	21.58	4.01	20.41	2.89



图 3 面部软组织分布图 /Fig.3 Craniofacial soft tissue distribution image

3.2 基于软组织的面貌分类

基于软组织的面貌分类是根据颅骨特征点处软组织厚度的标准差能够反映面貌体态的差异，从而对面貌进行体态分类。本文将软组织厚度作为面貌分类的标准与传统按 BMI 身体质量指数 (Body Mass Index) 分类相比较，能够更好地反映面貌的体态特征，为提高面貌复原结果的可靠性提供支持。本文将面貌按体态分为胖、中、瘦三类，选择脸颊区域 10 个颅骨特征点 (58, 59, 60, 61, 68, 74, 75, 76, 77, 78) 的软组织厚度的均值和标准差作为分类依据。首先根据软组织厚度的均值与标准差确定每个特征点的胖瘦属性，然后采用投票法实现面貌体态分类，分类规则为：1) 10 个颅骨特征点均为瘦，则对应面貌类型为瘦；2) 10 个特征点中 4 个以上的特征点为胖，则面貌类型为胖；3) 其余情况面貌类型为中。图 4 给出了 30~40 岁间男性样本中部分面貌的分类结果。

3.3 基于软组织厚度均值的颅骨面貌复原

由于考古发掘出土的古人类颅骨缺少实际的三维面貌，国内外学者只能对颅骨开展研究，研究人员通过对颅骨的几何测量项进行对比、分析和显著性检验，开展颅骨形态特征的演化研究^[16]。通过颅骨三维面貌复原技术，针对发掘出土的颅骨数据，基于相同的面部软组织分布规律，直接对出土的颅骨进行三维颅骨面貌复原，对复原的三维面貌开展测量、分析及比较，分析三维面貌的形状变化以及局部特征的演化，将为人类面部形态特征演化的研究提供新的研究方法和途径。

基于颅骨特征点软组织厚度的面貌复原方法实质是采用计算机技术，模拟传统手工复原方法，复原结果受到颅骨特征点的软组织厚度和颅骨特征点分布两方面的制约。颅骨特征点定义的越多，分布的越广泛，颅骨特征点的软组织厚度越接近实际面貌的软组织厚度，则面貌复原结果越准确。颅骨面貌复原过程中首先根据待复原颅骨的年龄、性别、民族、预期胖瘦等信息确定所属的颅面分类库；然后将分类库中颅骨特征点的平均软组织厚度作为待复原颅骨特征点的软组织厚度；根据待复原颅骨的颅骨特点的位置和对应软组织厚度均值，计算待复原颅骨各个特征点对应的面貌特征点的位置；最后将选择的参考人脸的面貌特征点向待复原颅骨的特征点对应的面貌特征点变形，将上述变形过程中的变换应用于参考人脸模型，实现参考人脸模型的非刚性变形，变形后的人脸模型即为复原的面貌。复原结果在颅骨特征点处的软组织厚度与所选颅面分类库的软组织厚度均值一致，复原结果的面部软组织分布与参考人脸的面部软组织分布近似。图 5 给出了面貌复原结果，由实验结果可知以软组织厚度为基础的面貌复原方法能够复原面貌的基本形状。

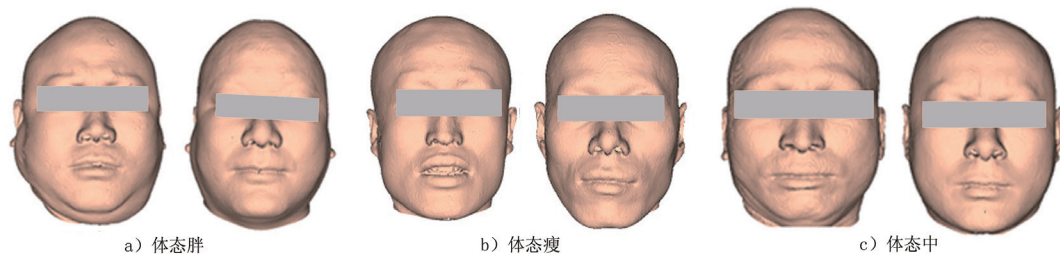


图 4 30~40 岁男性面貌分类结果

Fig.4 Building classification of males between ages 30 and 40

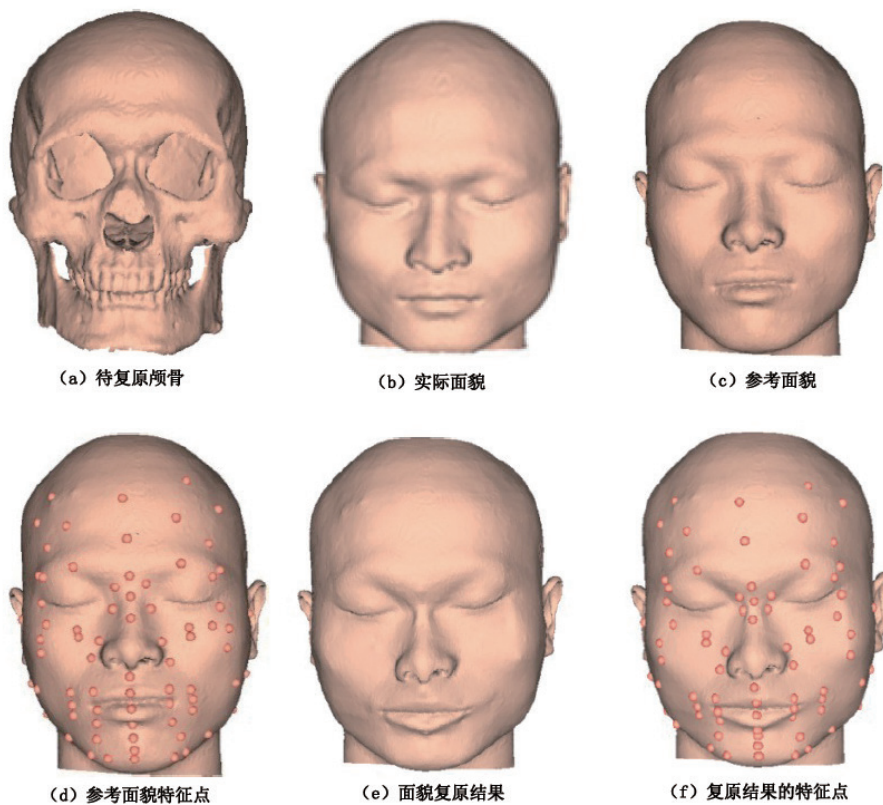


图 5 颅骨面貌复原结果

Fig.5 Craniofacial reconstruction result

参考文献

[1] 纪元. 颅骨的结构、形态特点在面貌复原中的意义 [J]. 刑事技术, 1987(1): 14-16.
 [2] 张建军. 谈谈我国古人类化石面貌复原 [J]. 大自然, 2003, 12(3):24-26.
 [3] 张继宗. 法医人类学 (第 2 版) [M]. 北京: 人民卫生出版社, 1999.
 [4] 宋剑玮, 侯玉霞, 张艳宁. 颅面形态三维自动测量精度的比较研究 [J]. 中国美容医学, 2010, 19(3): 404.
 [5] Rhine Stanley. Tissue Thickness Measures: American Caucasoids, American Blacks, Southwestern Indians[C]. Physical Anthropology Laboratories, Maxwell Museum of Anthropology, University of New Mexico, 1982.
 [6] Archer KM. Craniofacial Reconstruction Using Hierarchical B-Spline Interpolation [D]. Vancouver: University of British Columbia, 1997.
 [7] Claes P, Vandermuelen D, Greef SD, et al. Craniofacial reconstruction using a combined statistical model of face shape and soft tissue depths: Methodology and validation [J]. Forensic Science International, 2006, (159S): S147-S158.

- [8] 魏焕萍, 单云官, 杨少华. 头面部软组织厚度的观察报告 [J]. 中国法医学杂志, 1989, 4 (4): 216-219.
- [9] Lebedinskaya GV, Balueva TS, Veselovskaya EV. Forensic Analysis of the Skull, Ch.14: Principles of Facial Reconstruction [M]. New York: Wiley-Liss, 1993, 183-198.
- [10] Cavanagh D, Steyn M. Facial Reconstruction: Soft Tissue Thickness Values for South African Black Females [J]. Forensic Science International. 2011, (206): 215.e1-215.e7.
- [11] 兰玉文. 颅像重合法研究与应用 [M]. 北京: 群众出版社, 1999.
- [12] 陈守榕, 邓国顺. 中国汉族成年女性与 6 个民族成年女性头面部软组织厚度的分析 [J]. 人类学学报, 1996, 15 (02): 178-180.
- [13] Utsuno H, Kageyama T, Deguchi T, et al. Facial soft tissue thickness in skeletal type I Japanese children [J]. Forensic Science International, 2007, (172): 137-143.
- [14] Greef SD, Claes P, Vandermeulen D, et al. Large-scale in-vivo Caucasian Facial Soft Tissue Thickness Database for Craniofacial Reconstruction [J]. Forensic Science International, 2006, (159S): S126-S146.
- [15] 税午阳, 周明全, 武仲科, 等. 数据配准的颅骨面貌复原方法 [J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2011, 23(4): 607-614.
- [16] 吴秀杰, 刘武, 张全超, 等. 中国北方全新世人群头面部形态特征的微观演化 [J]. 科学通报, 2007, 52(2): 192-198

Facial Soft Tissue Thickness Measurement and Its Application in Craniofacial Reconstruction

SHUI Wu-yang¹, ZHOU Ming-quan¹, JI Yuan², YIN Rong-chao¹

1. School of Information Science and Technology, Beijing Normal University, Beijing 100875, China

2. Institute of Forensic Ministry of Public Security, Beijing 100038, China

Abstract: As a fundamental part of craniofacial reconstruction, soft tissue thickness is key. This paper, based on 132 adult craniofacial samples, with the aid of computer technology, explores measurement, analysis and application of soft tissue. The results are as follows: 1) By analyzing the soft tissue thickness of landmarks and facial soft tissue distribution, it has been shown that the arrangement of facial soft tissues has some rules: the forehead is thin with small differences between various samples, while the cheek is thick with large differences between various samples. 2) By comparing soft tissue thickness averages of males of different ages, it has been shown that these averages between 20 and 30 are the lowest, the next are between 50 and 60 with the highest between 30 and 40, and whose thickness averages are similar to males between 40 and 50. Comparing tissue thickness averages for females of different ages, it has been shown that averages between 20 to 30 ages are the lowest, next are between 30 and 40 with the highest between 40 to 50. 3) The standard deviation of soft tissue thickness can reflect differences in face building, therefore, face building classification can be achieved based on the average and standard deviation of facial soft tissue thickness of 10 landmarks on the cheek. 4) Based on soft tissue thickness averages of landmarks of various ages, genders and construction, we adopt computer technology to achieve craniofacial reconstruction of an unidentified skull, the result of which is more scientific than the traditional manual method.

Keywords: Skull; Landmark; Soft tissue; Thickness; Craniofacial reconstruction