

中国人面部自然肤色色域范围及 典型肤色色样的研制^{1)*}

林仲贤 孙秀如

(中国科学院心理研究所, 北京, 100012)

摘 要 分别采用一台 Au-CH-1型自动测色仪及一台 302D型自动测色仪对中国人的面部自然肤色,从新生儿直至老年人的色度特性进行了广泛取样的测定。测定人数共 1668 人,其中新生儿至 2 岁幼儿 508 人;3—17 岁的儿童及青少年 548 人;18—78 岁的成年人及老年人 612 人。被测者的籍贯包括 26 个省市,除汉族外,还包括蒙、藏、维、壮等 17 个少数民族。少数民族的被测人数约占总被测人数的 6%。首次确定了我国人的面部自然肤色的色域范围及皮肤反射率的分布范围。在此基础上研制成功具有我国人典型自然肤色色样一套。所得结果已被应用于电视、电影、摄影及照明等部门。

关键词 自然肤色,色度坐标,反射率,肤色色样

1 前言

人类自然肤色由于人种、年龄、性别的不同而有所差异。对人类肤色的测定最早系从人类学、人种学和生物学的角度出发,了解不同人种的皮肤色素及遗传的关系。后来发现人类肤色在彩色还原的心理评价及医学临床方面都有着重要的实践意义^[1-4]。一些国家曾对本国人种从初生儿到老年人的自然肤色进行了系统的测定^[5-8]。日本的研究者在对本国人种肤色广泛测定的基础上研制成的《医学用标准皮肤色票》已应用于医学临床实践。CIE(国际照明委员会)为计算光源显色指数而推荐的 14 块色样本中,第 13 块就是典型白种人肤色色样^[9]。在美国的孟色尔颜色体系(Munsell color system)中,把肤色色样列入其中的一个系列,但它主要是以测定美国白人及黑人肤色为基础制定的^[10]。近年来我们根据有关部门的需要,曾系统地对中国人的面部自然肤色进行了大量广泛的取样测定,并在此基础上研制成具有我国黄色人种自然肤色的典型模拟色样。本文报道的是我们在此方面的系统性研究结果。

2 方 法

2.1 被试

被测人数共 1668 人,年龄从初生儿一直到 78 岁的老年人。被测者的籍贯包括北京、

1) 本文初稿于 1996 年 11 月 8 日收到,修改稿于 1997 年 3 月 28 日收到。

* 国家自然科学基金资助项目(39370251)。林志定参加本项目的肤色样品的标定工作。

上海、广东、黑龙江、西藏等 26 个省市、自治区,除汉族外还包括蒙、回、藏、维等 17 个少数民族。少数民族被测人数约占被测总人数的 6%。

被试划分成三个年龄范围:

第一年龄范围:新生儿至 2 岁幼儿。被测人数 508 人(男性 250 人,女性 258 人),其中属新生儿期(1—14 天)83 人(男性 38 人,女性 45 人);婴儿期(2—12 月)96 人(男性 44 人,女性 52 人);先学龄前期 1 岁者为 158 人(男性 76 人,女性 82 人),2 岁者 79 人(男性 92 人,女性 79 人)。新生儿取样于北京妇产医院,婴幼儿取样于北京机关及街道托儿所。

第二年龄范围:3 岁—17 岁儿童及青少年。被测人数 548 人(男 283 人,女 265 人),其中 3—6 岁学龄前儿童 125 人(男 63 人,女 62 人),均系幼儿园儿童;7—12 岁 217 人(男 113 人,女 104 人),均系小学或初中一年级学生;13—17 岁 206 人(男 107 人,女 99 人)均系初、高中学生。

第三年龄范围:18—78 岁的成人及老年人。被测人数 612 人(男女各 306 人),其中 18—30 岁 265 人(男 139 人,女 126 人);31—49 岁 222 人(男 100 人,女 122 人);50—78 岁 125 人(男 67 人,女 58 人)。均系工人、农民、军人、干部、大学生及离退休人员。

2.2 测试仪器及测量部位

测试仪器分别系一台 Au-CH-1 型自动测色仪及一台 302D 型自动测色仪。测量仪器在进行测试前均经过中国计量科学研究院进行精度校准,符合测试要求。仪器能分别自动测出样品的 X、Y、Z 三刺激值及色度坐标值。测试均在安静的室内条件下进行。测试部位均为被测者的左面颊位置,面积为直径 12mm。

2.3 典型肤色样品的研制

根据对我国人的面部自然肤色广泛取样实测的结果,在我国人的肤色色度分布图上,得出中国人的典型肤色色域范围。采用喷涂技术及使用进口的美国 ACS 公司 2018 配色系统,经过反复的调试实验及工艺制作,研制一套具有中国人典型肤色特性的肤色色样。

3 结果与分析

3.1 我国人不同年龄阶段肤色色度比较

我国人不同年龄阶段自然肤色色度及反射率变化分别见表 1 及图 1 所示。

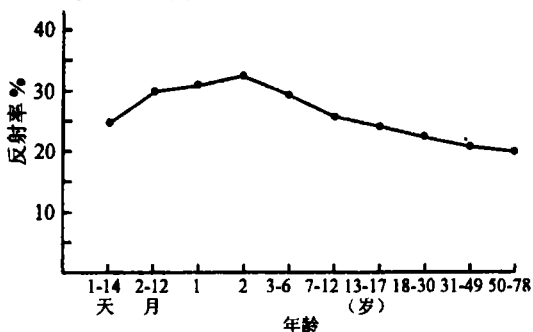


图 1 不同年龄阶段肤色反射率变化比较

从表 1 及图 1 的结果我们可以明显见到,儿童不同年龄阶段的肤色表现出一定的差异。新生儿的肤色与婴儿期(从出生 2 月至 12 月)及先学龄期(1—2 岁)年龄阶段有着明显的不同。新生儿的肤色偏于黄红方向,以后随着年龄的增长逐步增加黄的成分(从出生 2 月至 2 岁),3 岁后又开始增加橙红色成分。中国人的典型肤色的主波长处在 587—590nm 范围内变化,3 岁以后开始处于黄橙色区。从皮肤反射率来看,新生儿的皮肤反射率明显低于婴儿期及先学龄前期。儿童从出生 2 个月后开始,皮肤反射率随年龄增长而逐步增高,而以先学龄前期的 2 岁阶段为最高(平均为 32.1%)。儿童在 2 岁阶段可能是人生中肤色最白亮的时期。从 3

表1 我国人不同年龄阶段肤色色度比较(c光源)

年 龄	色度坐标		反射率%	色纯度%	主波长 (nm)	
	x	y				
新生儿期 (1—14天)	男	0.3940	0.3560	25.19	32.5	589.6
	女	0.3801	0.3515	25.69	28.3	587.2
	平均	0.3865	0.3536	25.46	30.4	587.6
婴儿期 (2—12月)	男	0.3644	0.3505	30.78	24.0	584.1
	女	0.3647	0.3500	30.06	23.9	584.3
	平均	0.3646	0.3503	30.34	23.9	584.2
1岁	男	0.3688	0.3545	30.39	24.7	583.6
	女	0.3647	0.3500	32.03	24.1	584.8
	平均	0.3676	0.3522	31.24	24.4	584.2
2岁	男	0.3665	0.3568	31.44	26.0	582.2
	女	0.3665	0.3492	32.84	24.0	585.1
	平均	0.3665	0.3533	32.19	25.0	583.5
3—6岁	男	0.3810	0.3435	27.58	26.6	590.8
	女	0.3784	0.3437	28.54	25.7	590.2
	平均	0.3797	0.3436	28.05	26.1	590.5
7—12岁	男	0.3832	0.3468	26.15	27.5	589.7
	女	0.3778	0.3401	26.65	25.0	591.5
	平均	0.3806	0.3436	26.39	26.2	590.6
13—17岁	男	0.3877	0.3538	23.58	31.3	587.7
	女	0.3865	0.3428	25.27	28.3	592.1
	平均	0.3871	0.3485	24.39	29.0	589.9
18—30岁	男	0.3916	0.3500	23.15	31.1	589.5
	女	0.3829	0.3456	26.26	27.4	590.0
	平均	0.3875	0.3479	24.63	29.2	589.7
31—49岁	男	0.3925	0.3514	21.66	31.5	589.4
	女	0.3868	0.3510	25.18	29.5	589.2
	平均	0.3894	0.3512	23.59	30.5	589.3
50—78岁	男	0.3949	0.3524	19.74	32.7	589.0
	女	0.3899	0.3521	23.08	31.4	588.0
	平均	0.3926	0.3522	21.41	31.8	588.5

岁以后肤色反射率便又出现逐步下降,一直延续至老年时期。老年时期的皮肤反射率较之中青年期为低。从总的趋势来看,女性的皮肤反射率均较高于男性的同一年龄阶段,表明女性的皮肤较为白皙,男性皮肤较为黝黑。从色纯度来看,新生儿期色饱和度较高,而从婴儿期(从出生2—12月)开始明显下降;从先学龄期(1—2岁)又开始增加,以后随着年龄的增加而进一步增高直至老年阶段。

3.2 中国人肤色色度分布及典型色区



图2是我国人肤色色度分布的范围。可以看出,中国人的面部肤色色度分布的范围,x值从0.34—0.42,y值从0.31—0.38;也就是说,我国人的面部肤色具有很广泛的色度分布,但具有代表性的典型色区(即肤色色度分布的人数相对集中区)表现在图2中用虚线构成椭圆内的几个。其中 $x = 0.38$ $y = 0.34$, $x = 0.39$ $y = 0.35$, $x = 0.37$ $y = 0.34$, $x = 0.38$ $y = 0.35$ 等区是人数最多的,落在这4个区的人数共749人,占全部被测总人数的40%。其次为 $x = 0.37$ $y = 0.35$, $x = 0.39$ $y = 0.34$, $x = 0.36$ $y = 0.35$, 落在这3个色区的人数也较多。

图2 中国人面部肤色色度分布(方格中的数字为具体人数,共1886人)虚线椭圆为典型我国人肤色代表区

3.3 中国人面部皮肤反射率%分布

1668名中国人面部皮肤反射率%如

表2所示。

表2 中国人面部皮肤反射率%分布(1668人)

反射率%	人数分布			反射率%	人数分布		
	男	女	合计		男	女	合计
12.4—13.9	4	0	4	30.0—31.9	91	102	193
14.0—15.9	14	2	16	32.0—33.9	48	71	119
16.0—17.9	23	0	23	34.0—35.9	20	33	53
18.0—19.9	75	22	97	36.0—37.9	16	15	31
20.0—21.9	90	50	140	38.0—39.3	4	3	7
22.0—23.9	117	119	236				
24.0—25.9	143	139	282	共计	836	832	1668
26.0—27.9	113	141	254				
28.0—29.9	78	135	213				

反射率代表皮肤的黝黑与白亮程度,反射率愈低表示肤色愈黝黑,反射率愈高表示肤色愈白亮。从表2的结果可以看出,男性肤色的反射率一般低于女性,也即男性的肤色比

表 3 中国人典型肤色色样光谱反射率及色度坐标值(c光源)

波长 (nm)	样 品 号								
	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9
400	8.10	13.00	14.68	14.05	13.05	13.12	18.97	18.18	17.50
410	8.47	14.21	14.74	15.45	14.48	14.59	21.69	20.80	20.05
420	8.46	14.27	14.57	15.57	15.11	15.27	22.14	21.27	21.06
430	8.41	14.06	14.31	15.46	15.94	16.19	22.13	21.31	22.23
440	8.36	13.76	14.06	15.32	17.14	17.50	22.05	21.30	23.87
450	8.30	13.40	13.74	15.19	18.02	18.54	22.02	21.33	25.17
460	8.26	13.06	13.39	15.08	18.20	18.87	21.97	21.34	25.58
470	8.27	12.62	13.05	14.93	18.11	19.04	22.02	21.45	25.77
480	8.36	12.19	13.06	14.85	18.04	19.29	22.21	21.72	26.03
490	8.62	12.13	13.70	14.97	18.12	19.83	22.64	22.41	26.57
500	9.15	12.56	15.53	15.69	18.38	20.74	23.34	23.70	27.47
510	9.94	13.86	17.85	17.87	18.89	21.87	24.16	25.50	28.51
520	10.77	15.61	19.92	20.62	19.75	23.33	24.91	27.48	29.90
530	11.42	17.30	20.80	22.22	20.55	24.96	25.48	29.01	31.34
540	11.87	18.00	19.93	22.98	20.80	26.03	25.91	29.84	31.97
550	12.28	17.09	20.06	23.47	21.13	26.49	26.58	30.59	32.27
560	12.94	17.22	23.09	24.21	23.22	27.81	28.29	32.14	34.50
570	14.21	20.19	28.05	25.58	27.70	30.96	31.94	34.62	40.33
580	16.15	25.46	31.70	27.63	33.34	34.38	36.66	37.13	48.03
590	18.44	29.68	33.40	29.95	37.24	36.11	40.27	38.47	53.97
600	20.64	31.80	33.87	32.10	39.97	36.33	42.19	38.88	57.11
610	22.13	32.47	33.92	33.54	39.39	35.95	42.81	38.91	58.19
620	23.13	32.56	33.77	34.45	39.38	35.58	42.98	38.81	58.64
630	23.77	32.44	33.64	35.02	39.17	35.25	42.92	38.67	58.83
640	24.26	32.32	33.46	35.45	39.01	34.97	42.79	38.50	58.93
650	24.69	32.14	33.29	35.83	38.86	34.68	42.62	38.34	58.97
660	25.16	31.96	33.09	36.20	38.74	27.81	42.44	38.14	59.16
670	25.66	31.77	32.91	36.59	38.67	30.96	42.25	37.94	59.54
680	26.19	31.58	32.74	37.01	38.64	34.38	42.04	37.74	60.14
690	26.73	31.40	32.54	37.47	38.71	36.11	41.85	37.58	60.94
700	27.26	31.21	32.36	37.85	38.74	36.33	41.64	37.39	61.90
色度坐标	x=0.4003	x=0.3934	x=0.3920	x=0.3823	x=0.3868	x=0.3729	x=0.3710	x=0.3645	x=0.3900
及Y值	y=0.3536	y=0.3449	y=0.3529	y=0.3568	y=0.3456	y=0.3587	y=0.3414	y=0.3542	y=0.3514
	Y=14.02	Y=20.40	Y=22.50	Y=24.20	Y=26.06	Y=28.00	Y=30.49	Y=31.45	Y=38.65

女性黝黑,女性肤色偏于白亮些。从表2中所列出的反射率低的人数分布来看,反射率在12.4—17.9的,男性便有37人,而女性只有2人。男性的典型肤色反射率范围处在20.0—27.9间;而女性则处在22.0—31.9间。综合男女二者反射率来看,中国人典型肤色反射率落在22.0—27.9范围。反射率从36.0—39.3属于高反射率范围的男女人数差别不大,但这个范围都是属于幼小儿童(2月—2岁)的结果,可能在这个年龄阶段,皮肤反射率的差异在男女幼儿中尚未明显表现出来,以后随着年龄的增长,反射率的差异就明显化了。我国

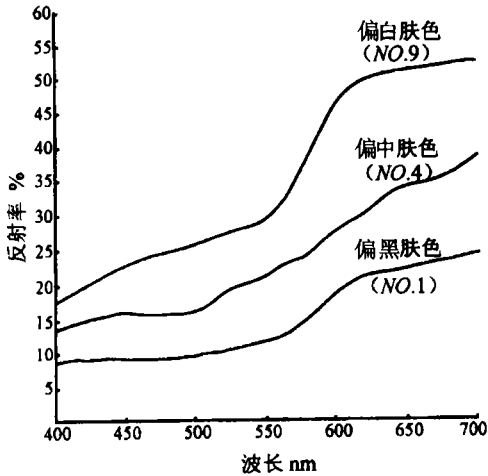


图3 中国人典型偏黑、偏白及偏中肤色的光谱反射曲线

从以上研制成的9块肤色色样的色度值分布来看,包括了我们对中国人的自然肤色实测的7个典型代表色区的色度值范围(见图2),另外还包括典型2月—2岁幼儿的色度值范围(见表1)。9块色样的反射率从14.0—38.6可以代表我国人的自然肤色的各个不同层次反射率的变化。

4 讨论

本研究广泛测定了中国人不同年龄阶段的男女自然肤色,获得了具有我国人的面部自然肤色特性的色域分布及光谱反射率的分布范围,探明了我国人的不同年龄阶段的肤色发展变化规律,这些资料对生物学、人类学及研制用于彩色再现评价的我国人肤色色样具有重要意义与价值。

正常人皮肤的颜色由于人种、性别、年龄及日照程度的不同会有明显的差异。从本文对我国人的面部自然肤色实测的数据来看,一般来说,男性的面部皮肤光谱反射率明显较之女性的为低,也即男性肤色较之女性肤色黝黑些,女性肤色偏于白皙些。从色度值来看,男女性别差别不很大,因为均同属亚洲黄色人种,处于黄橙色域。但在7—30岁阶段,女性肤色较男性更偏于粉红方向,也即这时期男性肤色黄色成分多些,而女性红色成分多些。在新生儿期(1—14天),肤色明显不同于婴儿期(2—12月)和先学龄前期(1—3岁)。新生儿期的肤色偏于黄红方向,皮肤光谱反射率也明显较婴儿期和先学龄前期为低,而色饱和度则明显较高于以后这两个年龄阶段。可以这样说,儿童的肤色在新生儿期阶段是

人肤色反射率的个别差异很大,最黝黑肤色的反射率只有12.4%,而最白亮的肤色反射率可高达39.3%。皮肤反射率的高低无疑与皮肤的黑色素含量及日照程度有着密切关系。

3.4 中国人典型肤色色样的色度值及光谱反射曲线

表3列出的是以我国人典型自然肤色的色度数据为基础,采用喷涂技术及应用ACS2018配色系统,经过反复试验及工艺制作,研制成具有中国人典型肤色特性的9块肤色色样(大小为6×6cm)。其光谱反射率数值及色度坐标值详见表3。图2是样本中代表偏黑肤色(No.1)、偏白肤色(No.9)及介于其间的偏中肤色(No.4)的光谱反射曲线。

最饱和的。日本的德桥正^[8]曾对 120 名日本儿童(从新生儿至 9 岁)的肤色色度进行了测定,发现小儿的肤色随着年龄增长而变化。新生儿肤色调更偏于红,而随着生长而逐渐增加黄的成分,到 4—7 岁又增加橙红成分。我们对中国儿童测得的结果与德桥正对日本小儿肤色测定的结果是很相吻合的。这种情况可能代表黄色人种幼儿肤色发展变化的规律。

中国人的肤色最白亮时期是 2—3 岁阶段,这个阶段的男女儿童皮肤光谱反射率平均值高达 32.1%,但此后随着年龄的增长,皮肤光谱反射率便逐步下降,而到老年阶段(50—78 岁),平均肤色光谱反射率降至 21.2%,已远较儿童期为低。这可能是随着年龄的增长,日照程度的日益积累,皮肤黑色素的含量也发生了变化,而此时老年斑也开始出现,皮肤更呈现暗黑。

对人类肤色的研究除了具有生物学意义外,由于人类肤色是彩色电视、电影、摄影、照明等各方面作为色再现评价的重要试验色,因为人类肤色是最敏感的一种颜色,在彩色还原中稍有一点畸变便难以接受。在评价彩色再现及光源的显色性能时,均需要人类肤色光谱反射率的数值及标准肤色样品。但作为评价彩色还原及光源显色性等方面所要求的肤色样品及肤色光谱反射率的数据,必须具有代表性,亦即必须是在自然肤色广泛测定的基础上获得的具有典型色域的肤色才是有意义的。Trevor Lamb 等人^[11]也指出,在评价颜色再现时,色样标准的选择是十分重要的,并且环境因素也不可忽视。我们根据对中国人的自然肤色的实测结果,确定了中国人典型肤色色域的范围,在此基础上研制成功 9 块具有中国人典型肤色特性的色样品,可以用于色再现的评价方面。美国柯达公司 1957 年为了对彩色胶片还原质量作定性分析而制定了一套标准色板,其中白种人标准肤色板的色度数据是根据 G. B. Buck 等人(1948)对 103 名美国白人的实测肤色平均数据而制定的^[12]。日本有关部门在进行光源显色性的评价时,则增加一块日本国女性面部肤色作为计算光源显色指数的样本色(YR6/4)^[13]。我国人是黄色人种,不同于白种人与其它肤色人种,因此采用我国人的典型肤色样作为肤色还原的评价标准才是适当的。我们研制成功的 9 块典型肤色色样,具有中国人肤色广泛的代表性,无疑在实用方面有其重要意义与价值。

参 考 文 献

- 1 奥山滋(日)。彩色影像的膚色, 國際電影技術, 1982; (2): 26—30。
- 2 日本色彩研究所。医学用標準皮膚色票, 1967。
- 3 倪玉晃。測色と色彩心理, 1973, 167—182。
- 4 Buck G B, & Froelich N C. Color characteristics of human complexions. *Illuminating Engineering*. 1948; (18): 27—48。
- 5 Edwards E A, & Duntley S G. Pigments and color of living human skin. *American Journal of Anatomy*. 1939; (65): 1—10。
- 6 Chamberin G J, & Jolles B. Measurement of colour of skin in methods in microcirculation studies. H. K. Lewis, London, 1972, p. 18。
- 7 林仲贤, 彭瑞祥, 孙秀如, 纪桂萍。中国成人肤色色度的测定, *科学通报*, 1979; (10): 495—497。
- 8 德桥正。日本人小儿皮肤色调及光泽についての研究, *解剖学杂志*, 1955; (31): 157—162。

- 9 Judd D B. A flattery index for artificial illuminations, *Illuminating Engineering*. 1967; (62): 593—598.
- 10 Berns R S, & Bill Meyer F W, Jr. Development of the 1929 Munsell book of color: A historical review. *Color Res Appl*. 1985; (10): 246—250.
- 11 Trevor Lamb, & Janine Bourriau. *Colour art and science*. Cambridge University Press. New York. 1995.
- 12 彭瑞祥, 林仲贤, 孙秀如. 彩色还原质量评定和标准色板, *感光材料*, 1977; (3): 60—72.
- 13 林仲贤, 孙秀如. 视觉及测色应用, *科学出版社*, 1987, 252—276.

THE COLOR ZONE OF CHINESE NATURAL SKIN COLOR AND TYPICAL SKIN COLOR SAMPLES OF CHINESE PEOPLE

Lin Zhongxian Sun Xiuru

(Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100012)

Abstract

The chromaticity coordinates and reflectances of natural skin color of 1668 Chinese people aged from new born babies to old people were measured by two colorimeters. This was the first time to obtain the color zone of natural skin color of Chinese people. Based on the results, 9 typical natural skin color samples of Chinese people, being made with paint technique, and sized for 6 × 6cm, were manufactured. These natural skin color samples are being used as standard for color reproduction in color television, photographic, lithographic and lighting industries.

Key words natural skin color, chromaticity coordinates, reflectance, color sample.