

性别和解剖部位对人体皮肤摩擦性能的影响

樊鸣鸣^{1,2}, 李宏凯^{1,2}, 弓娟琴^{3*}, 瞿志俊^{1,2}, 戴振东²

- (1. 南京航空航天大学 机电学院, 江苏 南京 210016;
2. 南京航空航天大学 仿生结构与材料防护研究所, 江苏 南京 210016;
3. 中国医学科学院、中国协和医科大学 皮肤病研究所, 江苏 南京 210042)

摘要: 为了研究性别和解剖部位对人体皮肤的摩擦特性的影响, 采用1种便携式皮肤摩擦测试仪测量了6个不同解剖部位的皮肤摩擦系数. 结果表明: 前额、前臂伸侧、前臂屈侧和手背的皮肤摩擦系数个体差异较小, 而脸颊和手掌的皮肤摩擦系数个体差异较大. 女性脸颊、手掌的皮肤摩擦系数大于男性 ($P < 0.05$); 女性前臂伸侧、前臂屈侧的皮肤摩擦系数小于男性 ($P < 0.05$); 前额、手背的皮肤摩擦系数不存在性别差异 ($P > 0.05$). 不同解剖部位之间的皮肤摩擦系数有显著差异 ($P < 0.05$), 无论男、女性, 解剖部位按照摩擦系数大小排序一致为: 脸颊 > 手掌 > 前额 > 手背 > 手臂屈侧 > 手臂伸侧. 试验提供了1种从摩擦学角度了解皮肤品质的方法.

关键词: 皮肤; 摩擦; 性别; 解剖部位

中图分类号: TH117.1; Q33

文献标志码: A

文章编号: 1004-0595(2010)03-0315-06

Effects of Gender and Anatomical Regions on the Friction Properties of Human Skin

FAN Ming-ming^{1,2}, LI Hong-kai^{1,2}, GONG Juan-qin^{3*},

QU Zhi-jun^{1,2}, DAI Zhen-dong²

- (1. College of Mechanical Engineering, NUAA, Nanjing 210016, China
2. Institute of Bio-inspired Structure and Surface Engineering, NUAA, Nanjing 210016, China
3. Institute of Dermatology,
Peking Union Medical College, Chinese Academy of Medical Science, Nanjing 210042, China)

Abstract: To study the effect of gender and anatomical regions on the biological and tribological properties of human skin, we measured friction coefficients of six different anatomical regions of human skin by using a portable friction measuring machine. The results showed that the individual differences in friction coefficients of forehead, extensor and flexor aspect of arm, and dorsum were relatively lower than those of cheek and palm. The friction coefficients of cheek and palm of female were much higher than those of male ($P < 0.05$), but the friction coefficients of both extensor and flexor aspect of arm of female were much lower than those of male ($P < 0.05$), friction coefficients of forehead and dorsum manus showed no significant differences between the genders ($P > 0.05$). The friction coefficients were clearly different among anatomical regions ($P > 0.05$), the anatomical regions with the highest to the lowest friction coefficients listed as: cheeks > palm > forehead > dorsum manus > flexor aspect and extensor aspect of arm for both male and female. The experiments provided a method to understand the skin character from tribological point of view.

Key words: skin, friction, gender, anatomical region

在日常生活中,皮肤作为人体与外界环境的重要界面,每时每刻都与外界物质进行着摩擦.随着人们生活水平的提高和对生活质量的追求,人体皮肤摩擦特性在医学、护肤品和纺织品等领域受到广泛关注,所以探索中国人种皮肤的摩擦学特性具有重要意义.

人体皮肤是有生命的黏弹性材料^[1-5],由表皮、真皮、皮下组织 3 层组成.国内外学者考察了接触压力、滑行速度、接触材料、性别、年龄、解剖部位等对皮肤摩擦特性的影响,并取得了一些研究成果. Derler 等^[6]在测试手指与纺织品摩擦系数试验中得出,当加载力从 0.2 N 到 15 N 变化时,皮肤干燥的受试者其皮肤摩擦系数基本不变. Zhang 等^[7]研究了试验中探头旋转速度对摩擦系数的影响,结果说明随着旋转速度的增加,皮肤摩擦系数稍有些增加. 李炜^[8]的试验表明同年龄段的人体皮肤摩擦特性在性别之间差异不大(P 大于 0.005). Cua 等^[9]认为皮肤摩擦系数与年龄无关,不同解剖部位的皮肤摩擦系数存在较大差别.但是设备的局限性导致了有些解剖部位无法测试,无法对人体皮肤进行系统的研究.脸颊是最具表现力的人体部位,但是以前限于设备而无法测试.

为了了解性别、解剖部位对皮肤摩擦特性的影响,本文采用自制的便携式皮肤摩擦测试仪测量了 60 名志愿者不同解剖部位皮肤的摩擦系数.

1 实验部分

1.1 受试者和测试部位

招募健康志愿者共 60 名,其中男、女各 30 名,年龄 20 ~ 30 岁.所有受试者受测部位的皮肤均无异常,也未涂抹过任何外用药物和化妆品等制剂.受测皮肤部位为手背中心(DM)、手掌中心(PL)、前臂屈侧(FA)、前臂伸侧(EA)、前额(FH)以及脸颊(CK) 6 个部位.

1.2 试验条件和方法

试验在自制的便携式皮肤摩擦测试仪上进行,此仪器的原理及使用方法见《便携式人体皮肤摩擦性能测试仪的研制》^[10].

试验期间的环境温度为 18 ~ 24 °C,湿度为 45% ~ 55%.与皮肤接触的探头选用直径为 $\phi 8$ mm 的不锈钢半球,接触载荷为 0.2 ~ 2.0 N,采用平移滑动摩擦方式.试验前用酒精棉球清洁志愿者 6 个待测部位(手背中心、手掌中心、前臂屈侧、前臂伸侧、前额、脸颊)皮肤,待酒精挥发干,在 6 个部位贴

上内有 10 mm × 30 mm 矩形镂空缺口标识膜,并让志愿者在恒定环境中静坐 5 min,然后测试各部位在无人干预的自然状态下皮肤的摩擦特性.

2 结果与讨论

2.1 皮肤摩擦系数个体差异的分析

在摩擦特性试验中,志愿者各解剖部位施加的接触正压力、滑行速度均为随机.图 1 为志愿者前额和脸颊部位的皮肤摩擦系数与接触正压力和滑行速度的关系.由于图 1 中回归曲线的斜率都几乎为零,得出:当接触压力在 0.2 ~ 2.0 N,滑行速度在 0 ~ 60 mm/s 范围内时,皮肤摩擦系数与施加的接触压力、滑行速度无关联^[10].因此在此试验条件下测得的皮肤摩擦系数都是由皮肤内在性质所决定的,例如皮肤的水合程度、油脂含量、纹理特性等. Naylor^[11]认为湿润的皮肤摩擦系数较高, EI - Shimi^[12]指出干燥的皮肤摩擦系数较低.油脂具有锁水能力,即可以通过影响皮肤水合程度间接影响皮肤摩擦特性,又可以通过自身油脂薄膜影响皮肤摩擦特性. Ahmed Elkhayat 等^[13]认为水 - 脂膜通过水和油脂对皮肤起黏着和润滑双重作用.皮肤的纹理特性通过表面粗糙度影响皮肤摩擦系数.图 1 (a)、(b)显示,前额皮肤摩擦系数范围在 0.25 ~ 0.60 之间;图 1 (c)、(d)显示,脸颊皮肤摩擦系数范围在 0.17 ~ 0.94 之间.摩擦系数的范围反应了个体差异的大小,即脸颊皮肤摩擦系数的个体差异要比前额皮肤摩擦系数的个体差异大得多.根据试验所得其他 4 个解剖部位的摩擦系数值,与前额类似的部位摩擦系数范围分别是前臂伸侧 0.17 ~ 0.51、前臂屈侧 0.18 ~ 0.53 和手背 0.20 ~ 0.53,个体差异都较小;与脸颊类似部位手掌的摩擦系数范围为 0.19 ~ 1.45,个体差异都较大.

结果分析如下:①前额皮肤分布有大量的皮脂腺,青春发育期皮脂腺分泌旺盛使得前额部位有较多的油脂,油脂的锁水作用又使前额皮肤经常保持湿润状态;另外,不同个体前额皮肤的纹理也比较类似.因此前额皮肤的水合程度、油脂含量、纹理特性的个体差异不大,从而前额皮肤摩擦系数个体差异较小.同样,前臂伸侧、前臂屈侧和手背部位皮肤的水合程度、油脂含量、纹理特性的个体差异也不大,因而皮肤摩擦系数个体差异也较小.②相对于前额,脸颊的皮脂分泌量相对较少,是美学表现的重要部位,也是皮肤日常护理的主要部位,是否对皮肤进行日常护理及护理的水平因人而异.根据试验记录,受

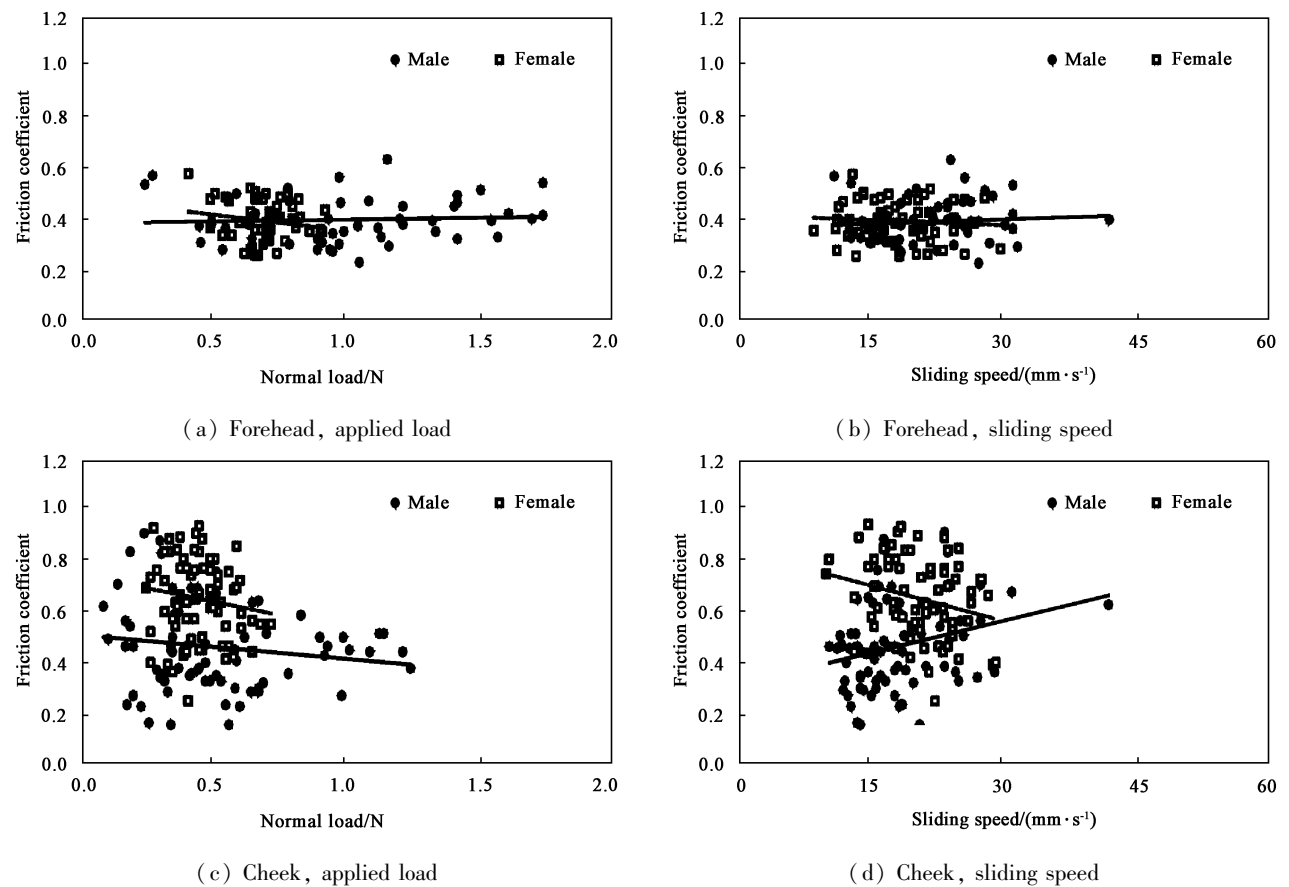


图 1 前额和脸颊部位皮肤的摩擦系数与接触正压力和滑行速度的关系

试志愿者中有 23 人常用护肤品,28 人不用,9 人偶尔用.可认为,经常护理皮肤者皮肤细腻滋润,水合程度高;不常护理或者不护理皮肤者皮肤粗糙干燥,皮肤水合程度低.因此推测,皮肤日常护理的水平 and 差异导致了脸颊部位皮肤摩擦系数的个体差异增大.手掌皮肤分布较多的汗腺,受测志愿者的冷热差异会很明显地反应在手掌汗液分泌量的差异上,所以志愿者手掌部位的皮肤水合程度差异较大.另外,手掌部位皮肤的纹理也是千差万别,所以手掌皮肤的水合程度、纹理特性的个体差异较大,手掌皮肤的摩擦系数个体差异也较大.总而言之,由于皮肤分为干性皮肤、中性皮肤、油性皮肤、混合性皮肤和敏感性皮肤^[14],所以 6 个解剖部位的皮肤摩擦系数均存在个体差异,但是由于汗液、平时护理和皮肤的粗糙程度的差异导致了脸颊和手掌皮肤摩擦系数的个体差异进一步增大.

2.2 性别对皮肤摩擦特性的影响

图 2 示出了男、女志愿者在各解剖部位皮肤摩擦系数的平均值及标准偏差.女性皮肤摩擦系数的部位差比男性大:女性,0.262(EA)~0.723(CK);

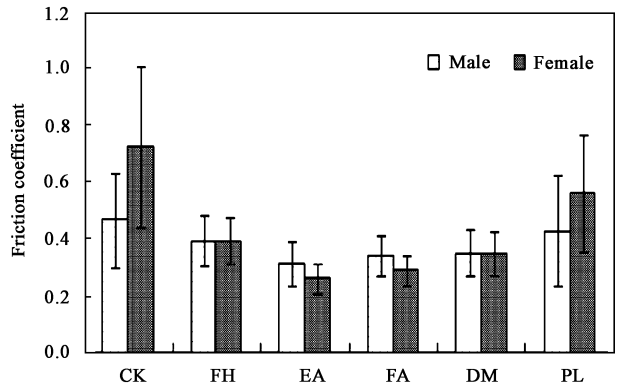


图 2 不同性别的受试者在 6 个解剖部位的皮肤摩擦系数

男性,0.313(EA)~0.468(CK).对男、女志愿者在 6 个解剖部位的皮肤摩擦系数进行成组 t 检验,如表 1 所示.结合图 2 和表 1,脸颊、手掌部位的皮肤摩擦系数女性大于男性($P < 0.05$);前臂伸侧、前臂屈侧部位的皮肤摩擦系数男性大于女性($P < 0.05$);前额、手背部位的皮肤摩擦系数不存在性别差异($P >$

表 1 不同性别的受测者在 6 个解剖部位的皮肤摩擦系数成组 $t[t_{0.05}(30)=2.045]$ 检验

Table 1 Unpaired student's t - test of friction coefficient measured at 6 anatomical regions for different genders [$t_{0.05}(30)=2.045$]

	Cheek	Forehead	Extensor aspect of arm	Flexor aspect of arm	Dorsum manus	Palm
t	- 3. 740	- 0. 328	2. 205	2. 531	- 0. 565	- 2. 213
p	<0. 05	>0. 05	<0. 05	<0. 05	>0. 05	<0. 05

0.05). 这一结论与李炜^[8]和 Raja 等^[15]得出的性别对皮肤摩擦特性无显著影响的结论稍有不同,但并不矛盾. 因为他们的试验没有测试脸颊部位,而且差异显著水平取值不同(李炜取 $P>0.005$, Raja 虽然没有给出具体取值,但根据其上下文,依惯例推测 Raja 取 $P>0.01$). 本试验结果是男、女性皮肤粗糙程度差异和各部位皮肤含水量差异的交互作用所致. 湿润的皮肤即能使皮肤呈黏着状态,又能使皮肤角质层变软. 另外根据黏着摩擦理论,摩擦力是黏着效应(光滑皮肤相对占优势)和犁沟效应(粗糙皮肤相对占优势)所产生力的总和,所以含水量对粗糙皮肤和光滑皮肤摩擦系数的影响系数稍有不同. ①含水量高时,皮肤的黏着作用显著,光滑、细腻皮肤由于其细浅的皮沟,小而平整的皮丘,使本身在摩擦过程中的实际接触面积要大于粗糙皮肤;另外,含水量高,皮肤角质层变软,粗糙皮肤的犁沟效应大大减弱,使得其与光滑皮肤的犁沟效应相差无几. 所以在含水量高时,光滑皮肤的摩擦系数要高于粗糙皮肤. ②含水量低时,皮肤的黏着作用大大减弱,使得光滑皮肤与粗糙皮肤的黏着效应近似;另外,含水量低,皮肤角质层硬度会增加,粗糙皮肤的犁沟效应大大增强. 所以在含水量低时,光滑皮肤的摩擦系数要低于粗糙皮肤. 综上所述,含水量高则皮肤摩擦系数高^[11],含水量低则皮肤摩擦系数低^[12],但是,含水量对光滑皮肤的摩擦系数影响更加显著,含水量高时,光滑皮肤摩擦系数会很高;含水量低时,光滑皮肤摩擦系数会很低. 而含水量对粗糙皮肤摩擦系数的影响相对较小,含水量高时,粗糙皮肤摩擦系数不会很高;含水量低时,粗糙皮肤摩擦系数也不会很低. 向雪岑^[16]认为女性的皮肤较男性更为细腻、光滑,所以女性皮肤摩擦系数部位差比男性大. Cua^[9]、辛淑君^[17]试验表明,无论男、女性,前臂含水量较小,手掌含水量较高,所以男性前臂伸侧、前臂屈侧摩擦系数大于女性,女性手掌摩擦系数大于男性. 前额皮肤含水量较高,但由于前额的皮脂含量也较高^[17],油脂的润滑作用降低了男、女性前额皮肤因含水量和粗糙度导致的摩擦系数差异,使得前额

皮肤摩擦系数无性别差异. 查询 60 名受测志愿者的信息记录发现:女性有 22 人常用护肤品,4 人偶尔使用,4 人不使用;男性仅有 1 人常用护肤品,5 人偶尔用,24 人不用. 女性平时较男性更注意皮肤保养,而且皮肤保养的主要部位就在脸颊,导致了女性脸颊皮肤含水量高,皮肤细腻滋润,从而女性脸颊皮肤摩擦系数大于男性.

2.3 不同解剖部位对摩擦特性的影响

表 2 对相同性别 6 个不同解剖部位的皮肤摩擦系数进行单因素方差分析 F 检验,可以看出,无论男、女性,不同解剖部位之间的摩擦系数均有显著差异($P<0.05$). 表 3 列出了 6 个解剖部位的摩擦系

表 2 同性别 6 个不同解剖部位的皮肤摩擦系数

$F(F_{0.05}=2.27)$ 检验

Table 2 Analysis of variance for friction coefficient of 6 different anatomical regions for same gender

	Male	Female
F	7. 232	23. 054
P	<0. 05	<0. 05

数值,又对同性别各解剖部位的皮肤摩擦系数的差异显著性用 LSD 法进行了多重比较,从表 3 可以看出,性别对解剖部位间摩擦系数的差异显著性稍有影响:男性,脸颊与手掌的皮肤摩擦系数无显著差异,手掌与额头的皮肤摩擦系数也没有显著差异($P>0.05$),女性则两者都具有显著差异($P<0.05$);男、女性其他解剖部位的显著差异性一样,脸颊与手背、前臂屈侧、前臂伸侧、前额的皮肤摩擦系数有显著差异($P<0.05$),前额与前臂伸侧、脸颊的皮肤摩擦系数存在显著差异($P<0.05$),前臂伸侧与手掌、脸颊、前额的皮肤摩擦系数存在显著差异($P<0.05$),前臂屈侧与手掌、脸颊的皮肤摩擦系数存在显著差异($P<0.05$),手背与手掌、脸颊的皮肤摩擦系数有显著差异($P<0.05$). 从表 3 还可以看出,无论男、女性,解剖部位按照摩擦系数大小顺序均为:脸颊>手掌>前额>手背>手臂屈侧>手臂伸侧.

表 3 6 个部位皮肤摩擦系数的显著性多重比较 (LSD 法)

Table 3 Multiple comparison of statistical significance
for friction coefficient measured at 6 anatomical regions by LSD method

Gender	Anatomical regions and friction coefficient	Cheek	Forehead	Extensor aspect of arm	Flexor aspect of arm	Dorsum manus	Palm
Male	Palm (0.42)	0.057	-0.027	-0.105 **	-0.084 *	-0.063 *	—
	Dorsum manus (0.36)	0.121 **	0.036	-0.042	-0.021	—	—
	Flexor aspect of arm (0.35)	0.142 **	0.057	-0.021	—	—	—
	Extensor aspect of arm (0.31)	0.162 **	0.078 *	—	—	—	—
	Forehead (0.40)	0.085 *	—	—	—	—	—
	Cheek (0.48)	—	—	—	—	—	—
Female	Palm (0.50)	0.105 *	-0.192 **	-0.333 **	-0.291 **	-0.246 **	—
	Dorsum manus (0.35)	0.351 **	0.055	-0.087	-0.045	—	—
	Flexor aspect of arm (0.31)	0.396 **	0.100	-0.042	—	—	—
	Extensor aspect of arm (0.26)	0.438 **	0.141 *	—	—	—	—
	Forehead (0.40)	0.296 **	—	—	—	—	—
	Cheek (0.63)	—	—	—	—	—	—

* Means there is no marked difference under the level of 0.5
* * Means there is marked difference under the level of 0.5.

人体不同解剖部位皮肤摩擦系数的差异缘于各解剖部位皮肤组织、纹理结构、物理化学性质、功能及外界接触的环境不同. 脸颊部位皮肤含水量高,而且相对细腻,使脸颊皮肤的黏着效应增强,皮肤摩擦系数最高;手掌部位皮肤较高的含水量^[9]和掌纹使其摩擦系数较高,稍低于脸颊摩擦系数(由于男性脸颊部位皮肤摩擦系数稍低一点,男性脸颊和手掌的皮肤摩擦系数无显著差异, $P>0.05$). 前额部位的皮肤含水量也较高,但是油脂的润滑作用使其皮肤摩擦系数低于脸颊($P<0.05$)和手掌,与手背、前臂屈侧的皮肤摩擦系数相当($P>0.05$);手背、前臂屈侧和前臂伸侧皮肤含水量低^[9],摩擦系数也低;前臂伸侧汗毛较长,汗毛会减小皮肤与摩擦配对物的实际接触面积,降低黏着效应,使前臂伸侧的摩擦系数在 6 个部位中最低.

3 结论

- a. 由于个体皮肤类型的不同,前额、前臂伸侧、前臂屈侧、手背、脸颊和手掌的皮肤摩擦系数均存在个体差异. 汗液、平时护理和皮肤的粗糙程度的差异导致了脸颊和手掌的皮肤摩擦系数的个体差异进一步增大.
- b. 由于含水量对粗糙皮肤和光滑皮肤摩擦系数的影响程度稍有不同,女性皮肤摩擦系数的部位差比男性大,脸颊、手掌的皮肤摩擦系数女性大于男性($P<0.05$);前臂伸侧、前臂屈侧的皮肤摩擦系数男性大于女性($P<0.05$);前额、手背的皮肤摩擦系

数不存在性别差异($P>0.05$).

c. 无论男、女性,不同解剖部位的皮肤摩擦系数有显著差异($P<0.05$),解剖部位按照摩擦系数大小顺序都为:脸颊>手掌>前额>手背>手臂屈侧>手臂伸侧.

4 致谢

本研究得到 2007 年中华医学会欧莱雅中国人健康皮肤/毛发研究项目(S10)的资助,在此表示感谢.

参考文献:

[1] Pereira J M, Mansour J M, Davis B R. Dynamic measurement of the viscoelastic properties of skin [J]. Journal of Biomechanics, 1991, 24: 157 - 162.

[2] Reihnsner R, Balogh B, Menzel E J. Two - dimensional elastic properties of human skin in terms of an incremental model at the in vivo configuration [J]. Medical Engineering & Physics, 1995, 17(4): 304 - 313.

[3] Reihnsner R, Menzel E J. Two - dimensional stress - relaxation behavior of human skin as influenced by non - enzymatic glycation and the inhibitory agent aminoguanidine [J]. Journal of Biomechanics, 1998, 31(11): 985 - 993.

[4] Wu J Z, Dong R G, Smutz W P, et al. Modeling of time - dependent force response of fingertip to dynamic loading [J]. Journal of Biomechanics, 2003, 36(3): 383 - 392.

[5] Khatyr F, Imberdis C, Vescovo P, et al. Model of the viscoelastic behaviour of skin in vivo and study of anisotropy [J]. Skin Research and Technology, 2004, 10: 96 - 193.

[6] Derler S, Schrade U, Gerhardt L C. Tribology of human skin and mechanical skin equivalents in contact with textiles [J].

Wear, 2007, 263: 1 112 – 1 116.

[7] Zhang M, Mak A F Y. In vivo friction properties of human Skin [J]. Prosthetics and Orthotics International, 1999, 23:135 – 141.

[8] Li W, Qu S X, Zhou Z R. Friction properties of human skin at different ages, gender and anatomical regions [J]. Journal of Biomedical Engineering, 2007, 24 (4) : 824 – 828 (in Chinese) [李伟, 屈树新, 周仲荣. 不同年龄、性别和解剖部位人体皮肤摩擦特性的研究 [J]. 生物医学工程学杂志, 2007, 24 (4) : 824 – 828].

[9] Cua A B, Wilhelm K P, Maibach H I. Friction properties of human skin; relation to age, sex, and anatomical region, stratum corneum hydration and trans – epidermal water loss [J]. British Journal of Dermatology, 1990, 123: 473 – 479.

[10] Li H K, Fan M M, Gong J Q, *et al.* Design and manufacture of a portable human skin friction [J]. Tribology, 2009, 29 (6) : 489 – 493 (in Chinese) [李宏凯, 樊鸣鸣, 弓娟琴, 等. 便携式皮肤摩擦测试仪的研制 [J]. 摩擦学学报, 2009, 29 (6) : 489 – 493].

[11] Naylor P F D. The skin surface and friction [J]. British Journal Dermatology, 1955, 67: 239 – 248.

[12] EI – Shimi A F. In vivo skin friction measurements [J]. Journal Society Cosmetic Chemists, 1977, 28: 37 – 51.

[13] Elkhyat A, Masuyer C C, Gharbi T, *et al.* Influence of the hydrophobic and hydrophilic characteristics of sliding and slider surfaces on friction coefficient; in vivo human skin friction comparison [J]. Skin Research and Technology, 2004, 10: 215 – 221.

[14] Zhao Bian. Clinical dermatology [M]. Nanjing: Jiangsu Technology Press, 2001 (in Chinese) [赵辨. 临床皮肤病学 [M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 2001].

[15] Raja K S, Gabriel W, Norm V G, *et al.* Tribological testing of skin products: gender, age, and ethnicity on the volar forearm [J]. Skin Research and Technology, 2003, 9: 299 – 305.

[16] Xiang X C. Research on the aesthetic characters of human skin [J]. Chinese Journal of Medical Aesthetics and Cosmetology, 1999, 1: 26 – 27 (in Chinese) [向雪岑. 人体皮肤的美学思考 [J]. 中华医学美容杂志, 1999, 1: 26 – 27].

[17] Xin S J, Liu Z L, Shi Y J, *et al.* Study on the sebum content and stratum corneum hydration in the normal Chinese population [J]. Journal of Clinic Dermatology, 2007, 36 (3) : 131 – 133 (in Chinese) [辛淑君, 刘之力, 史月君, 等. 我国正常人体皮肤表面皮脂和水分含量研究 [J]. 临床皮肤科杂志, 2007, 36 (3) : 131 – 133].

订 阅 指 南

本刊为中国科学院兰州化学物理研究所主办、科学出版社出版并向国内外公开发行的覆盖摩擦学各分支学科的综合性学术期刊(双月刊)。本刊为中国科学院文献评价中心《中国科学引文数据库统计源期刊》和科技部中国科学技术信息研究所《中国科技论文统计源期刊》,已连续四版列入《中文核心期刊要目总览》,已被美国《工程索引(EI)》、《金属文摘》、《化学文摘(CA)》、《剑桥科学文摘(CSA)》以及《日本科技文献速报(JST)》等国际知名检索系统收录。

本刊主要报道摩擦学设计、摩擦力学、摩擦化学、摩擦学材料、摩擦学表面工程、特殊工况下的摩擦学、摩擦学测试技术与设备及摩擦学系统工程与应用等重要的基础研究和应用研究新成果。设有研究简报、研究论文、工程应用、专家论坛、评述与进展、回顾等栏目。

读者对象主要是从事摩擦学研究和新材料研制的科研技术人员及高等院校相关专业的教师和研究生以及工业领域的技术人员等。

订阅方式

1. 邮局订阅

全国各地邮局均可订阅,邮发代号:54 – 42, 2010 年定价:30.0 元/期,180.0 元/年(全年 6 期)。

2. 直接汇款至编辑部订阅(可随时订阅)

方式一:邮局寄汇
地 址:兰州市天水中路 18 号中国科学院兰州化学物理研究所《摩擦学学报》编辑部收。
邮 编:730000
方式二:银行汇款
开户行:中国工商银行兰州市开发区支行
户 名:中国科学院兰州化学物理研究所
帐 号:2703000909026405762(银行汇款请注明“《摩擦学学报》编辑部”)