

第一章

脚的形态及其生理机能

鞋是从属于脚，并为脚服务的。而作为鞋之母体的鞋楦，其设计的依据，必须以脚型为基础。而脚与人体的其它部分一样，也是一个有生命的机体。它是由细胞、血液、神经、肌肉和骨骼等构成。因此，了解和掌握人脚的这些构造及其生理机能的特点，对指导鞋楦设计，熟悉和掌握楦和鞋各特征部位名称的由来以及制鞋生产都是十分重要的。为此，本章围绕着鞋楦设计及制鞋生产所必须掌握的有关人脚的生理构造及其机能的基本常识，作一扼要叙述。

第一节 人体下肢的解剖结构

人体的构造很复杂，是由很多很多细胞组成的。

细胞是一种有生命的东西，体积很小，在显微镜下才能看得清楚。每个细胞的表面有一层薄膜，里面充满了细胞浆，中间还有一个细胞核（图1-1）。

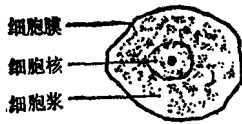


图 1-1 细胞



图 1-2 上皮组织

许多形状相仿，作用相同的细胞聚在一起，成为组织。譬如，很多上皮细胞聚在一起，就组成上皮组织（图1-2）。人体有四种组织，就是上皮组织，结缔组织、肌肉组织和神经组织。

几种不同的组织合起来，执行一定的功能，叫做器官。譬如，心脏是一种器官。它是由上面讲的四种组织组成的。各种器官均有丰富的血管和神经分布。

几种功能差不多的器官联合起来，担负人体里某一方面的任务，叫做系统。例如：口腔、食管、胃、肠等器官都有消化食物的功能，就组成了消化系统。

所有的系统合起来就成为身体。身体里的每个系统，各有分工，又相互合作，构成了身体的生命活动。

人体的下肢是人身体的一个有机的组成部分，它由大腿、小腿后脚构成，其主要功能是支持体重和运动。

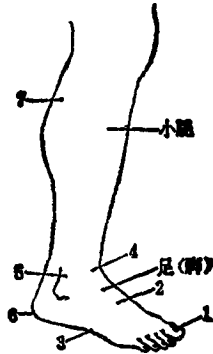


图 1-3 脚的外形

1—脚趾 2—脚背 3—脚心 4—脚弯 5—踝骨 6—后跟 7—腿肚

一、脚的外形

脚的含义是很含糊的，从广义上讲，脚是指小腿和足。但人们的习惯一般将足称为

“脚”，为照顾习惯，便于统一名称起见，本书统称足为脚。

人体的下肢由大腿、小腿和脚三部分组成，从制鞋的需要看，只需了解小腿和脚两部分。其外形包括脚趾、脚背、脚心、脚弯、踝骨、后跟、腿肚等几部分（图1-3）。

二、脚的骨骼

人体共有206块骨头，分成颅骨、躯干骨和四肢骨三个部分，组成了身体的支架（图1-4）。这些骨头的末端借助软骨、韧带或关节连接起来；肌肉则附着在骨头的上面，是骨、关节运动的动力器官（图1-5，图1-6）。因此说，骨、软骨、关节和肌肉是构成人体劳动和运动动作的执行人，是人的主要运动系统。下肢骨骼约占人体骨骼的七分之

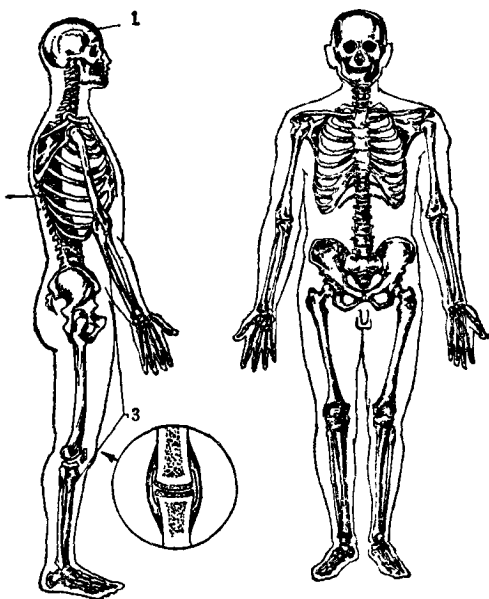


图 1-4 人体的骨骼
1—颅骨 2—躯干骨 3—四肢骨



图 1-5 上肢肌肉



图 1-6 上肢骨、关节和肌肉

1. 骨的构造

每块骨骼都是由骨质、骨髓和骨膜三个部分构成（图1-7）。

骨是由有机物和无机盐组成。成人的骨中，有机物占骨质总量的三分之一，它的主要成分是蛋白质；无机盐占骨质总量的三分之二，它的主要成分是钙磷化合物。所以，骨又是身体中钙和磷的储存库。无机盐使骨坚硬。在正常情况下，骨骼中有机物和无机物结合在一起，使骨既坚又韧，能很好的支持身体。老年人的骨，无机盐含量多，有机物少，因而脆性大，容易发生骨折，而且骨折后不易愈合；儿童骨中含无机盐少，含有机物多，因而比较柔软，弹性大，不容易骨折，但容易发生变形。所以，对于童鞋的制作必须考虑骨易于变形的因素，适当加肥加大，以避免后天性的畸型脚的发生。

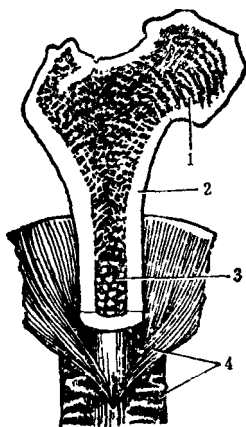


图 1-7 骨的构造

1—骨松质 2—骨密质 3—骨髓腔及骨髓 4—骨膜

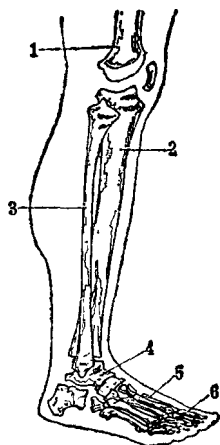


图 1-8 下肢骨骼

1—股骨 2—胫骨 3—腓骨 4—附骨 5—跗骨 6—趾骨

2. 骨的功能

1) 支持功能：骨是人体坚硬的支架，支撑住身体各部的软组织，使人体具有一定的形状。

2) 保护功能：骨能保护脑、脊髓、心、肺、肝、肾、膀胱、子宫等内脏器官，使外力不易损伤这些器官。

3) 造血功能：骨髓有造血的功能。

3. 脚的骨骼

人体的下肢骨骼包括大腿骨（俗称股骨）、小腿骨（胫骨及腓骨）和脚骨（图1-8）。

脚的骨骼包括：趾骨、跗骨和跖骨三部分。趾骨除拇趾为两节外，其余均为三节；跗骨共有五根，从脚的内侧数起，分别为第一、二、三、四和第五跗骨；跖骨包括七块，跟骨、距骨、骰骨、舟状骨和第一、二、三楔骨（从脚的内侧数起）。在第一、五跗骨末端以及跟骨下方还有小籽骨。总之，脚骨（除小籽骨外）是由2个骨块组成的（图1-9，图1-10）。

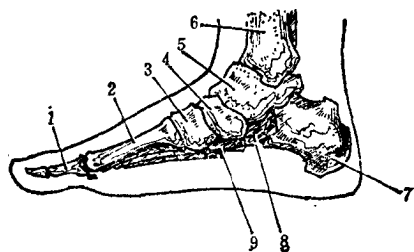


图 1-9 脚骨的内侧

1—趾骨 2—跗骨 3—楔骨 4—舟状骨 5—距骨 6—胫骨 7—跟骨 8—骰骨 9—第五跖骨粗隆

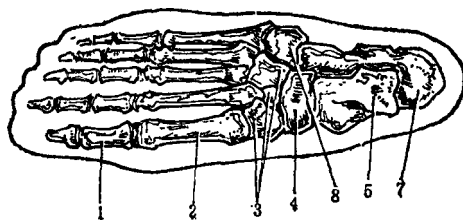


图 1-10 脚骨的背面

三、脚的关节

人体的206块骨头，互相连接起来构成人体骨架（图1-4）。骨的连接方式有三种：不动连接、微动连接和活动连接。

例如头颅骨，边缘有锯齿，互相嵌合便是不动连接；脊椎骨之间以软骨层（椎间盘）相连，成为脊柱，则是微动连接；有些骨头不是直接相连，而是通过肌肉和韧带相互连接起来的，各骨块间留有空腔，容易活动，就叫做活动连接。活动连接就是我们平常说的“关节”。关节则是由关节囊、关节腔和关节软骨组成（图1-11）。

关节的骨连接面有一层薄薄的关节软骨，起缓冲运动的振荡作用，关节周围有一个由结缔组织构成的关节囊。关节囊是封闭的，里面的空隙叫关节腔。关节囊分两层，外层为致密的纤维层，内层为疏松结缔组织构成的滑膜层。滑膜层可分泌滑液到关节腔中，以减

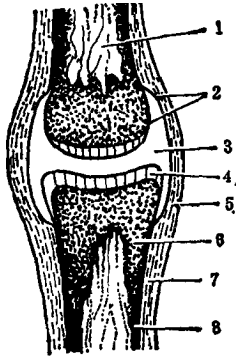


图 1-11 关节的构造

- 1—骨髓腔 2—滑膜 3—关节腔
4—关节软骨 5—关节囊 6—骨松质
7—骨膜 8—骨密质

少关节运动的摩擦。关节处还有韧带可以加强骨间的连接，韧带除了使关节处更能密切结合外，还能起着制约关节活动方向的作用。关节的运动则是依靠该处的肌肉收缩。

脚的各骨块间的连接就是活动连接。各骨块间形成了不同关节，如距骨与胫、腓骨形成踝关节，各跗骨间为跗骨关节，跗骨与跖骨间为跗跖关节，跖骨与趾骨间为跖趾关节，各趾骨间为趾骨关节。熟悉和了解脚骨各关节的形成及其所处的位置，对指导鞋楦的设计，以保证制出的鞋子合脚舒适是不可缺少的。

四、脚弓

脚的骨块相互连接成弓状结构称为脚弓。沿纵向的称为纵弓，沿横向的称横弓。脚的纵弓有两个：在内侧的称内纵弓，是由距骨、舟状骨、三块楔骨和第一、二、三跖骨构成；在外侧的称外纵弓，是由跟骨、骰骨和第四、五跖骨构成。

脚的横弓也有两个：前横弓和后横弓。前横弓是由跖趾关节构成；后横弓由楔骨和骰骨构成（图1-12）。

脚依靠脚弓的结构和附着的韧带而产生弹性。人在站立或行走时，内外纵弓和后横弓始终保持弓状结构，但前横弓却不是这样，当人静止站立时，前横弓保持弓状；在行走时，当人的重心移至跖趾关节部位的瞬间，前横弓的弓状就消失。重心继续向前移动，前横弓又恢复其弓状。若脚前横弓部分有关韧带受到损害，将失去弹性。前横弓下塌后，将会引起后横弓和内纵弓下塌，形成平脚。平脚的掌面是完全触及地面的，使脚的骨骼相互位移和走样。

因此，平脚患者，若长时间站立或行走，脚就会感到劳累和疼痛，影响身体健康和工作效率。有时穿着前掌凸度过大的鞋，也会引起前横弓下塌，而逐步造成平脚（图1-13）。因此，我们说，鞋不适脚是造成后天性平脚的重要原因之一。

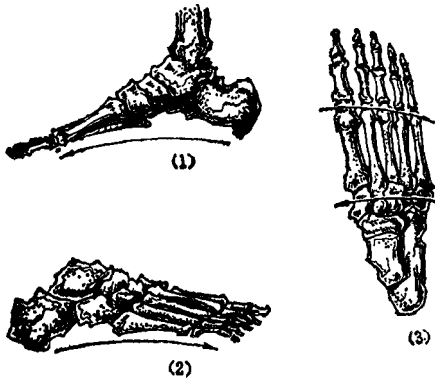


图 1-12 脚弓
1—内纵弓 2—外纵弓 3—前内横弓

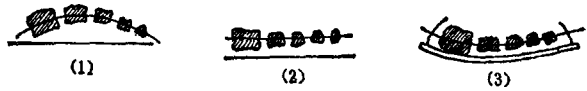


图 1-13 脚前横弓的变化
1—静止时 2—负重时 3—楦前掌过凸时 对前横弓的损害

五、肌肉

肌肉有三种，即心肌、平滑肌和横纹肌（图1-14）。心肌是构成心脏的肌肉。平滑肌，一般分布在内脏和血管里，如胃、肠、支气管、膀胱等。横纹肌一般都长在骨头上，所以又叫做骨骼肌。人们劳动和走路都是依靠它的活动进行的。因此，骨骼肌是人的主要动

力器官。全身骨骼肌有六百多块，总重量约占人体体重的40%。

在关节周围一般都有许多块骨骼肌（图 1-5）。每块肌肉在收缩时都能促使关节发生一定的运动，每一种运动动作通常都是在有许多肌肉同时参加下完成的。有的肌肉对完成某一动作起主要作用，有的则起配合作用。有的肌肉之间作用正好相反，如肱三头肌收缩使肘关节伸直，而肱二头肌收缩则使肘关节屈曲（图1-6），它们互为“对抗肌”、某一肌肉收缩，同时它的对抗肌舒张，这样才能完成有效的动作。然而肌肉的收缩和舒张都由神经系统控制。

脚部的骨骼本是被动器官，正是由于附着在骨骼上的肌肉作用，使脚成为运动器官。脚部较有力的肌肉群是腿三头肌。它是借跟腱附着于跟骨上的。由于这个肌肉群，人才能站立和行走、伸屈和提举（图1-15）。

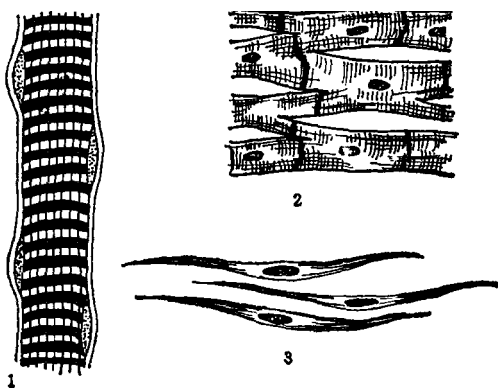


图 1-14 肌肉细胞
1—心肌 2—平滑肌 3—横纹肌



图 1-15 人体下肢肌肉

第二节 脚的皮肤及生理机能

包裹着人体最外层的覆盖物叫皮肤。皮肤又分表皮、真皮和皮下组织三大层（图1-16）。

表皮在最外层，是人体的第一道防线，能够防止细菌侵入体内。

真皮在表皮下面，内有毛发、汗腺、皮脂腺、血管和神经末梢等。

皮下组织在最下层，内有脂肪、血管和神经末梢等。

覆盖于脚上的皮肤与身体其它部分的皮肤一样，其功能除了保护脚免受外部的侵害外，还能调节体温、进行呼吸、分泌汗液、蒸发水分以及接受外界环境的各种刺激等。

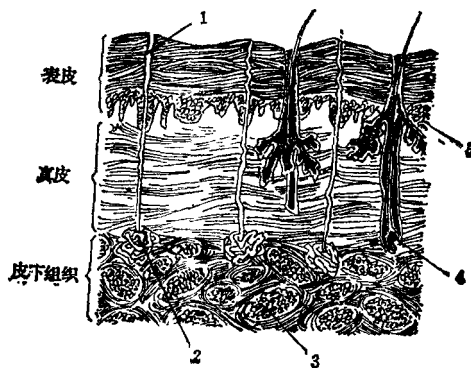


图 1-16 皮肤
1—汗腺管 2—汗腺 3—脂肪 4—毛囊 5—皮脂腺

1) 调节体温：体温是指身体的温度。它是由于人体里组织细胞，特别是肌肉和肝脏细胞的活动所产生的热量所致。在正常情况下，人体在神经系统的调节下，一面产生热量，一面又把过多的热量，通过皮肤的出汗和皮下血管的扩张加以排出，以保持人体稳定的正常温度（37°C）。据测定，人体散向外界的热量约8%是经过皮肤的。人脚通常也要散发热量，在外界温度为14~16°C时，脚皮肤的温度变动于20~32°C间。脚掌面的温度在整个人体是最低的，脚背较脚掌高1~1.5°C，而小腿又比脚背高3.7°C。男子光脚散发的热量在1分钟内约为24卡，穿毛线袜为12~14.4卡，穿湿袜为24卡。当外界温度为10°C以下时，脚长时间泡在水里，就会冻伤。

2) 进行呼吸：脚部皮肤与人体其它部位皮肤一样，也能进行呼吸，不断排出CO₂。随着周围环境温度的增加，CO₂的排出量也增加（在温度33°C时是0.5毫克/小时，在38.5°C时是1.2毫克/小时）。

3) 分泌汗液：人在劳动和运动后，就会感到很热，并会出汗。这是因为皮肤汗腺中有根管子通向皮肤外面（图1-15），所以它分泌出的汗液才能顺利流出。出汗的数量不仅与劳动（或运动）的强度有关，而且与皮肤单位面积内汗腺的数量有关。汗腺在脚上的分布是不均匀的，以脚心及踝趾关节部位密度最大（1厘米²内有300~350个），脚背、外踝及跟部密度最小（1厘米²内有130~200个）。所以我们说，脚心至脚前掌部位易出汗，而后跟、脚背等则好的多。人体汗液，无色有咸味，其中水分占98~99%。汗的成分除水外，还有氯化钠、硫等无机物以及尿素、脂肪、蛋白质和不易挥发的脂肪酸等有机物。这些有机物在细菌的作用下很易分解，分解后的产物呈酸性，对皮肤有一定的刺激作用，使袜和鞋腐蚀，并产生恶臭。

4) 蒸发水分：由于人体含有大量的水分（为干物质的200~300%），经常有水分从表面蒸发。由于脚表面被皮肤严密封闭，在静止状态下，其水分的蒸发约为0.5~1.6克/小时；在中等负载时1.8~3.2克/小时；在负载很重时6~12克/小时。显然，在外界温度正常，人处在静止状态下，脚主要是以蒸汽的形式排出体内的水分；当激烈劳动和运动时，则以汗的形式排出水分。

由上不难看出，为了保证脚的正常生理机能，在制鞋时，特别是制造特种用鞋，如宇宙（飞行员）鞋、军用鞋、钢铁、煤炭、建筑、化工等劳保用鞋时，首先要求鞋不得挤脚，尤其是靠近骨骼的血管和神经部位（如踝趾关节部位等）。因为它们受压，脚部血液就不能循环畅通，就会引起疼痛和麻木，冬天甚至会引起冻伤。所以，在楦型设计时，应该使楦更好地符合脚的形状是非常必要的。

另外，对鞋用材料的吸湿、防水、透气、变形和防热等性质要认真进行选择，以保证脚在鞋里生理机能的正常发挥，使鞋既能保护脚不受外来因素的伤害，也要使脚舒坦、活络。这样才能穿着舒适，保证人有充沛精力从事劳动和工作。

第三节 脚的病理畸形

一、畸型脚的由来

1. 什么叫畸型脚

生理结构基本健全，只是个别部位变形和机能失调的脚统称为畸型脚。如平脚，**拇趾**

内、外翻脚，后跟内、外旋脚，弓趾脚，高弓脚以及鸡眼、老茧、烂皮和汗脚等都属于这一类。

2. 先天性和后天性畸型脚

分析畸型脚产生的原因时我们发现，一类是一生下来就有的。这是由于遗传或婴儿在母体内因内在和外在的原因造成的。脚的这种病态，我们叫做先天性畸型脚；另一种则是由于长期穿用不适脚的鞋造成的。这种病态脚叫后天性畸型脚。从全国脚型调查情况看，以后天性畸型脚居多。

由于脚有上述各种病理畸形，因此不宜象一般正常脚那样穿用由工厂大批生产的鞋。若勉强穿用，轻者鞋走样变形，使鞋过早破损；重者更加重脚病的发展，影响身体的健康。最好的办法是根据每种病脚的特点来比脚做鞋。从全国调查情况看，畸型脚所占的比例是不少的（约占15%左右），要让这么多人都能比脚做鞋实际上是不可能的。因此，作为制鞋工作者的重要任务之一，就是要很好地研究畸型脚的产生、发展及其规律，以便从楦体造型、制鞋工艺上狠下功夫，使做出的鞋适合脚型的发育，尽量避免和减少后天性畸型脚的产生。

二、常见的几种畸型脚

1. 平脚

脚弓部分下塌或全部下塌的脚叫平脚或称没有脚弓（心）的脚。其特点是脚底掌面全部着地，呈熊掌形状，其脚印图如图1-17 C。由于脚弓下塌，构成脚弓的骨骼相互位移或走样，附着于脚弓的肌肉和韧带也起了变化，使脚的长度和宽度增加。

平脚有先天和后天性两种，以后天性居多。后天性平脚多是由于长期参与超负荷的体力劳动及经常穿着结构不服脚型的鞋，尤其是前掌过凸的鞋所致。平脚患者站立和行走时，常感到疼痛，易于疲劳，影响了工作效率。

2. 外翻脚

第一跖趾关节部位明显外突，大脚趾外翻角超过20度以上的脚称外翻脚。其脚印如图1-17 A所示。外翻脚多为后天性的，是由于经常穿瘦鞋、窄鞋所致。这种脚穿鞋，鞋不仅容易变形和过早破损，而且激烈挤压和摩擦第一跖趾关节突点，行走劳累并导致步态的改变。

3. 内翻脚

与外翻脚相反，脚趾极度向内侧偏移，其脚印如图1-17 B。它是由于长期赤脚行走或穿夹趾拖鞋造成的。它的特点是，五趾撒开，呈扇形，脚前部宽大，穿鞋时脚趾内侧和小趾外侧易受挤压和疼痛。

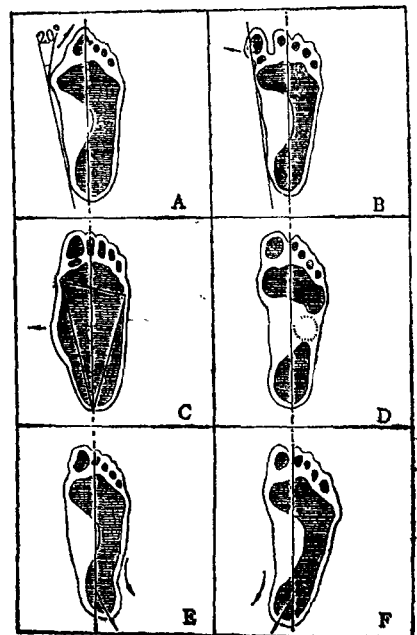


图 1-17 畸型脚印图

A—脚趾外翻 B—脚趾内翻 C—平脚 D—高弓脚 E—跟外旋 F—跟内旋

4. 跟内、外旋脚

后跟极度向内、向外偏移的脚叫跟内旋脚和跟外旋脚。其脚印如图 1-17E 和图 1-17F。这种脚以先天性居多。穿鞋时，易于摩擦鞋的后跟两侧，使鞋变形和过早破损。

5. 高弓脚

脚的纵弓特高，脚掌心部位外侧呈现一道“鸿沟”，使脚的前后掌截然分开，其脚印如图 1-17D，这种脚多为先天性的。它的特点是脚背高，其跗骨突点较一般脚高 3~5 毫米，因此，穿一般鞋时，会感到肤面受压。但这种脚的人弹跳力比较好。

6. 弓趾脚

脚趾经常弓起，不能伸直或脚趾重叠的脚统称弓趾脚。这种脚先天后天均有，而对于脚趾重叠一类的脚，则多因穿瘦鞋、窄鞋所致，穿鞋时易于磨损鞋头，使鞋变形和顶穿。

7. 老茧

这也是脚的一种病态。它是由于鞋不符脚，鞋的某些部件经常摩擦脚而使脚皮肤的角质层增厚，感觉迟钝，成了一块“死肉”。这种“死肉”就叫老茧。老茧多发生在脚掌及后跟处，易裂口，难愈合，影响人的健康。

8. 鸡眼

它的形成过程与老茧一样，不过更为严重而已。鸡眼的特征是皮的角质层特厚，象一根肉钉子深深地扎到皮肤的深处，以致经常挤压和刺激神经末梢的乳头，使人疼痛难忍，严重者根本无法走路。

9. 汗脚

它是一种先天性的病态脚，这是由于皮肤里的汗腺功能失调而大量分泌汗液造成的。由于这种脚排汗量过多，使鞋经常潮湿不堪，并产生难闻的臭味。加速鞋的腐蚀，使鞋过早破损。由于细菌感染，还易引起皮肤病。因此，我们说汗脚一般不宜穿用透气性、吸湿性较差材料做的鞋（如胶鞋、塑料鞋等）。

三、我国畸型脚的变化情况

1. 畸型脚年龄的变化（见表 1-1）

表 1-1 畸型脚的年龄变化（%）

年 龄	脚 态	踇外翻	踇内翻	跟外旋	跟内旋	高弓脚	缺趾印	平足 (一级)	平足 (二级)	占畸型 脚总 数	占各年 龄组总 数
		7~13	0.7	18.9	9.0	3.2	35.4	0.8	13.2	19.8	7.9
14~19	8.4	15.2	17.8	12.4	21.5	2.2	6.0	16.5	13.5	11.3	
20~25	12.8	9.8	16.9	8.2	25.4	2.7	6.8	17.9	20.3	10.3	
26~35	21.5	8.4	13.8	9.7	15.3	3.9	7.0	20.4	26.3	10.6	
36~45	33.9	5.1	12.4	7.1	13.1	7.3	5.3	15.8	16.2	12.4	
45以上	26.0	9.6	17.5	22.7	8.6	9.4	1.7	4.5	15.8	8.2	
占畸型脚总数		18.4	10.1	14.9	11.0	18.7	4.7	6.2	16.0		
占全国调查总数		2.4	1.8	1.9	1.4	2.8	0.6	0.8	2.1		

续表

年 龄	脚 态	踇外翻	踇内翻	跟外旋	跟内旋	高弓脚	缺趾印	平足	平足	占畸型 脚总 数	占各年 龄组总 数
								(一级)	(二级)		
女	7~13	4.2	7.9	10.8	3.9	39.6	0.9	12.6	20.7	9.2	10.9
	14~19	18.8	7.0	2.2	3.4	25.3	1.4	6.8	15.2	17.7	11.0
	20~25	29.2	5.3	12.2	3.5	28.7	2.2	4.9	14.0	24.5	12.0
	26~35	37.2	2.8	13.5	2.8	16.0	3.7	8.7	15.3	25.3	13.7
	36~45	49.4	5.4	5.7	3.5	12.3	8.4	3.2	12.1	17.2	20.5
	45以上	45.2	21.5	8.3	4.3	5.8	6.0	1.3	7.6	6.1	28.9
	占畸型脚总数	31.5	6.2	12.7	3.4	21.7	3.6	6.4	14.5	100	
	占全国调查总数	4.8	0.8	1.7	0.4	2.9	0.5	0.9	1.9		

2. 畸型脚的职业变化 (见表 1-2)

表 1-2 畸型脚的职业变化 (%)

性 别	脚 态	踇外翻	踇内翻	跟外旋	跟内旋	高弓脚	缺趾印	平足	平足	占畸型 脚总 数	占该职 业总 数
								(一级)	(二级)		
男	小学生	0.8	18.2	9.4	4.2	35.4	0.5	12.9	18.6	8.1	11.0
	中学生	6.3	17.4	14.9	5.2	29.7	2.0	4.7	19.8	6.4	7.8
	大学生	9.8	15.3	18.1	9.6	27.1	2.8	3.9	13.4	9.0	11.0
	机关干部	26.6	2.9	12.9	13.8	14.7	9.2	3.9	16.3	9.7	15.4
	运动员	16.0	8.6	16.3	18.3	13.9	1.5	4.9	20.5	7.2	11.5
	文艺	28.8	2.5	15.6	14.1	10.8	9.1	6.2	13.4	7.4	13.7
	医务	30.0	5.4	14.1	5.5	19.9	7.2	5.0	12.9	6.1	14.1
	商业	29.4	5.4	12.5	12.7	11.8	7.9	5.0	15.3	10.2	20.6
	华侨	1.8	26.0	28.6	7.7	27.4	1.3	1.1	6.0	9.1	20.2
	机械	21.3	6.7	15.7	8.2	17.0	7.7	12.7	10.7	9.0	13.4
	钢铁	27.9	5.2	9.0	14.9	11.4	4.2	8.8	18.6	5.9	9.9
	石油	30.9	6.4	1.8	16.1	9.6	0.4	9.3	25.5	6.1	9.6
	地质	12.8	9.3	19.2	20.0	12.6	2.8	4.7	18.6	5.8	13.4
	占畸型脚总数	18.4	10.1	14.9	11.0	18.7	4.7	6.2	16.0		
占全国调查总数	2.4	1.3	1.9	1.4	2.3	0.6	0.8	2.1			
女	小学生	5.5	11.1	8.0	3.1	37.6	3.7	10.0	21.0	9.8	10.9
	中学生	14.1	6.9	19.0	1.2	30.0	3.0	11.1	14.7	7.7	7.9
	大学生	21.4	4.5	5.4	4.0	37.7	4.2	5.8	17.0	8.4	9.9
	机关干部	35.3	3.4	16.0	2.6	20.0	3.0	5.1	14.6	11.2	15.8
	运动员	34.4	3.7	17.4	4.4	22.3	0.8	3.9	13.1	6.6	12.5
	文艺	33.8	2.7	18.3	3.4	17.3	2.9	5.2	16.4	8.5	13.7

续表

性别	职业	脚 态						平足	平足	占畸型脚总数	占该职业总数
		踇外翻	踇内翻	跟外旋	跟内旋	高弓脚	缺趾印	(一级)	(二级)		
女	医 务	48.4	0.9	12.1	3.7	13.4	5.4	5.2	10.9	16.2	17.1
	商 业	34.0	1.0	9.1	5.3	13.4	8.3	13.2	15.7	11.5	15.7
	华 侨	5.5	36.4	13.8	5.6	29.9	0.9	1.4	6.5	100	14.8
	纺 织	9.1	2.2	14.4	5.1	18.3	8.2	8.9	33.8	8.9	10.5
	石 油	43.0	—	5.1	3.8	22.8	2.5	22.8	—	1.2	13.2
	占畸型脚总数	31.5	6.2	12.7	3.4	21.7	3.6	6.4	14.5		
	占全国调查总数	4.3	0.8	1.7	0.4	2.9	0.5	0.9	19.0		

3. 畸型脚的地区变化 (见表 1-3)

表 1-3 畸型脚的地区变化 (%)

性别	地 区	脚 态						平足	平足	占畸型脚总数	占该地区调查总数
		踇外翻	踇内翻	跟外旋	跟内旋	高弓脚	缺趾印	(一级)	(二级)		
男	北 京	23.7	10.7	22.2	8.1	11.0	6.7	3.4	14.2	21.1	14.9
	上 海	14.7	8.3	6.7	7.4	24.8	9.9	11.7	16.4	14.0	13.0
	天 津	18.6	2.2	14.9	27.2	18.9	3.8	3.0	11.5	12.3	16.5
	广 东	1.4	33.4	29.4	8.2	16.9	0.1	2.7	8.0	11.2	20.2
	福 建	0.8	9.8	10.6	2.9	55.9	5.4	2.3	12.3	5.3	10.6
	山 东	25.6	5.6	14.7	3.6	25.3	3.1	5.3	16.9	5.0	8.7
	辽 宁	40.1	2.7	6.4	7.2	11.9	4.8	15.1	11.8	7.0	8.6
	湖 北	15.1	5.1	12.3	12.9	20.2	4.2	5.6	25.2	7.5	9.3
	黑 龙 江	29.7	5.7	3.6	12.9	13.4	3.2	10.2	21.4	8.7	10.3
	四 川	13.7	10.2	14.4	12.9	12.0	0.1	6.6	30.0	7.9	12.2
占畸型脚总数	18.4	10.1	14.9	11.0	18.7	4.7	6.2	16.0			
占全国调查总数	2.4	1.3	1.9	1.4	2.3	0.6	0.8	2.1			
女	北 京	35.8	4.9	19.2	3.0	16.3	5.2	2.9	12.8	25.8	17.9
	上 海	32.4	4.9	5.9	2.6	26.8	7.3	7.3	12.7	20.3	15.5
	天 津	31.2	0.6	15.2	9.2	17.7	2.3	5.4	18.3	8.0	12.6
	广 东	5.0	34.3	22.9	3.8	21.5	2.9	3.1	6.5	10.5	15.3
	福 建	3.9	12.4	8.7	5.0	48.7	4.6	5.3	11.4	6.7	12.3
	山 东	47.2	1.6	9.2	1.6	21.0	0.9	5.4	13.1	10.3	12.1
	辽 宁	41.8	1.4	6.3	1.2	13.4	0.2	23.7	12.0	6.6	9.3
	湖 北	25.4	—	13.7	6.1	25.0	4.8	5.7	10.3	7.1	10.4
	黑 龙 江	43.0	—	5.1	3.8	22.8	2.5	22.8	—	1.2	3.2
	四 川	56.4	0.4	0.9	—	6.7	—	—	35.6	3.5	4.3
占畸型脚总数	31.5	6.2	12.7	3.4	21.7	3.6	6.4	14.5			
占全国调查总数	4.3	0.8	1.7	0.4	2.9	0.5	0.9	19.0			

第 二 章

脚型测量及其规律的分析

第 一 节 抽 样

在组织脚型测量工作前，摆在组织者面前的第一个问题，就是到底测量多少脚型，才能达到预定的要求？有些同志总认为测量的人数愈多愈好，其实情况并非如此。根据数理统计理论，只要我们按照一定的方式去测量一定数量的脚型后，即可得到预期的结果。1965年和1968年两次全国脚型测量工作的经验，也证明了这一点。现将数理统计学中，关于抽样方面的知识介绍如下。

一、有关抽样的几个概念

1. 抽样

按照一定的方式，调查一定数量的中国人的脚型，并以此推论出全中国人的脚型规律，我们把这种调查方法称为抽样。

2. 总体

指所要研究对象的全体。

3. 个体

指总体中每一个要研究的对象。

4. 样本

指从总体中，按一定的方式，抽出一定数量的个体，叫总体的一个样本。

二、抽 样 的 意 义

为使将来制出的鞋能合脚适穿起见，我们在进行鞋型研究时，必然要进行脚型的调查。如对于成年男鞋的设计，我们所要研究的对象是中国所有的成年男子；对于童鞋鞋，我们所要研究的对象是中国所有的儿童。但是，这样的脚型调查，无论从人力、物力、财力或时间上来看，都是不经济的，也是不可能的。而数理统计方面的知识告诉我们，只要按一定抽样的方法，便可达到多快好省的目的。

三、抽 样 的 方 法

常用抽样方法有以下几种：

1. 随机抽样

即被研究的部分，是从整个总体中，随机（即随意地）抽出，完全不考虑总体的组成成分。例如，对于跑进鞋店的人，不管是否买鞋，都对其进行脚型调查。

2. 典型抽样

先按一定的标志，把被研究的总体分为若干典型组，然后从每个典型组内随机抽样。

例如，按重体力劳动者、中等体力劳动者及轻体力劳动者三档来划分整个总体，然后在每档中再随机抽样。

3. 整群抽样

在抽样时，并非以总体中的个体作单位，而是以整群作单位，即对被选择的整群进行全面调查。

关于抽样的方法，实际上不只三种，但上述几种是经常用得到的。

在1965年和1968年两次脚型调查中，我们共选了二十个省市，然后按职业分成工人、农民、干部、学生、幼童等近30个品种，每个品种又分男和女。这样的调查实际上是典型抽样法。在调查中为了避免麻烦，当随机选定某一工厂、机关、生产队和学校后，该单位有多少人就尽可能调查多少人，这里面又含有随机和整体两种抽样的性质。在测量的人数上（即样本的含量），我们是按每个品种的有效人数500人为准，考虑到损耗及报废数，实际上每个品种测了540人。从数理统计的观点看，实测的人数是多了许多，但上述抽样也基本反映了我国脚型规律的全貌。因此，上述脚型测量从理论上说还是成功的。

四、样本含量的计算

由于总体方差即总体的标准差 σ 可以通过一定的方法计算得知，所以样本含量的计算可以用 u 检法。

根据 u 检法，设统计量是：

$$u = \frac{\sqrt{n} (\bar{x} - \bar{M})}{\sigma}$$

式中 \bar{x} —— 样本均值（即样本的算术平均数）；

\bar{M} —— 总体均值（即总体的算术平均数）；

σ —— 总体方差（即总体的标准差）；

n —— 样本含量（即实际需要测量的人数）

如样本含量 $n > 30$ 时，可以证明 u 是 $N(0, 1)$ 变量，是属于标准正态分布。

设差数 $\Delta = \bar{x} - \bar{M}$

$$\text{令 } k = \frac{\Delta}{\sigma}$$

则 $u = \sqrt{n} k$

$$\therefore n = \frac{u^2}{k^2} \quad (1)$$

利用(1)式可以求出，为使抽样所得的样本的算术平均数与总体的算术平均数不大于我们所预定的精确度（即差数 Δ ）和概率 P 时所需的样本含量（即所需调查的人数）。

在计算样本含量时，我们通常取概率 $P=0.05$ ， $P=0.01$ 或 $P=0.001$ 。查统计书中的有关表格得：

当 $P=0.05$ 时， $u=1.959764$ (取1.96)

当 $P=0.01$ 时， $u=2.575829$ (取2.58)

当 $P=0.001$ 时, $u=3.29053$ (取3.29)

在 $k=\frac{\Delta}{\sigma}$ 式中, Δ 由我们自己决定, σ 又是已知的, 所以 k 值很容易算出。将 k 和 u 值代入(1)式即可求出 n 值。

概率 P 的含义是, 如用 $u=1.96$, 预定精确度为 Δ 时, 根据公式(1)可算得样本的含量为 n 。即我们在抽样调查时, 就调查 n 个人, 根据 n 个人调查的脚型资料所计算得到的样本的算术平均数 \bar{x} 与总体的算术平均数 \bar{M} 的差数大于我们所预定的精确度(Δ)的可能性, 在100次中, 如果只有5次, 这样的概率我们认为是满意的。一般我们用 $p=0.05$ 表示。

同理, 当 $P=0.01$ 时, 我们可认为100次中, 只有一次, 样本的 \bar{x} 与总体的 \bar{M} 的差值大于我们所预定的精确度。

当 $P=0.001$ 时, 即1000次中, 可能有一次, 样本的 \bar{x} 与总体的 \bar{M} 的差数大于我们所预定的精确度。

下面举例介绍我们应该怎样计算和确定合理的抽样含量。

例1: 我们要求脚长的抽样平均数与总体平均数将来不超过1mm 问该调查多少人?

解: 以全国城市成年男子为例, 知脚长标准差 $\sigma=10.91\approx 11$, $\Delta=1\text{mm}$ 。

设: $P_1=0.05$, 查表知 $u_1=1.96\approx 2$

$$\therefore k = \frac{\Delta}{\sigma} = \frac{1}{11} = 0.0909$$

将 k 和 u 代入(1)式

$$\therefore n_1 = \frac{u^2}{k^2} = \frac{2^2}{(0.091)^2} = \frac{4}{0.0083} = 481.9 \approx 482$$

所以, 当 $P=0.05$, $\Delta=1$ 时, 需测482人。

若 $P_2=0.01$ 时 则 $u_2=2.58$, $k=\frac{\Delta}{\sigma}=\frac{1}{11}=0.091$

将 k 和 u 代入(1)式

$$\therefore n_2 = \frac{u^2}{k^2} = \frac{(2.58)^2}{(0.091)^2} = \frac{6.6564}{0.0083} = 802$$

所以, 当 $P=0.01$, $\Delta=1$ 时, 需测802人。

例2: 如要求腿肚围长的 Δ 不超过1、2和3mm时, 试问该调查多少人?

解: 以全国城市成年男子为例, 知腿肚围长标准差 $\sigma=22\text{mm}$

设 $P=0.05$, $\Delta=1\text{mm}$

$$\text{则 } k = \frac{1}{22} = 0.04545$$

$$\therefore n_1 = \frac{u^2}{k^2} = \frac{4}{0.002} = 2000$$

②设 $P=0.05$, $\Delta=2\text{mm}$

$$\text{则 } k = \frac{2}{22} = 0.091$$

$$\therefore n_2 = \frac{u^2}{k^2} = \frac{4}{0.00828} = 482$$

③设 $p=0.05$ $\Delta=3$ mm

$$\text{则 } k = \frac{3}{22} = 0.1364$$

$$\therefore n_3 = \frac{u^2}{k^2} = \frac{4}{0.0186} = 215$$

由上不难看出，标准差越大，测量的人数就越多，精确度 Δ 越大，测量的人数越少。

例 3：当兜跟围的 $\Delta_1=1$ ， $\Delta_2=2$ ，概率 $P_1=0.05$ $P_2=0.01$ 时 试问该调查多少人？

解：以全国城市成年男子为例，知兜跟围的标准差 $\sigma=14.31$

当 $P=0.05$ ， $u=1.96 \approx 2$ ， $\Delta_1=1$ 时

$$\text{则 } k = \frac{1}{14.31} \approx 0.07$$

$$\therefore n_1 = \frac{4}{0.0049} = 816.3 \approx 816$$

②当 $P=0.05$ $u=1.96 \approx 2$ ， $\Delta_2=2$ 时

$$\text{则 } k = \frac{2}{14.31} \approx 0.14$$

$$\therefore n_2 = \frac{4}{0.0196} = 204.08 \approx 204 \text{ 人}$$

③当 $P=0.01$ ， $u=2.58$ ， $\Delta=1$ 时

$$\text{则 } k = \frac{1}{14.31} \approx 0.07$$

$$\therefore n_3 = \frac{(2.58)^2}{(0.07)^2} = \frac{6.6564}{0.0049} = 1358.4 \approx 1358$$

④当 $P=0.01$ ， $u=2.58$ ， $\Delta=2$ 时

$$\text{则 } k = \frac{2}{14.31} \approx 0.14$$

$$\therefore n_4 = \frac{6.6564}{0.0196} = 339.61 \approx 340$$

在上面的例子中，我们是任意令 $\Delta_1=1$ ， $\Delta_2=2$ 或 $\Delta_3=3$ ，实际在人类学标准化理论中，算术平均数之间的差数称算术平均数的位移简字，用 $\delta\bar{x}$ 表示，当 $\delta\bar{x} = \frac{\delta}{8}$ 时，将导致 5% 的误差，这样大的误差被认为是允许的。

所以对于脚长、兜跟围长和腿肚围长来说，它们的位移是：

$$\delta\bar{x}_{\text{脚长}} = \frac{10.9}{8} \approx 1,$$

$$\delta\bar{x}_{\text{兜跟围}} = \frac{14.3}{8} \approx 2,$$

$$\delta\bar{x}_{\text{腿肚围}} = \frac{22}{8} \approx 2.8$$

同时在实用生产性的研究中，一般取 $p=0.05$ 也够了。

$$\text{当 } P=0.05 \text{ 时 } \begin{cases} \text{脚长 } \Delta=1, & n=482 \\ \text{兜跟围 } \Delta=2, & n=204 \\ \text{腿肚围 } \Delta=2, & n=482 \end{cases}$$

由上可以得出结论，在小型调查中， n 取500人左右就可以了。

当 $P=0.01$ 时

}	脚长 $\Delta=1$	$n=802$
	兜跟围 $\Delta=2$	$n=340$
	腿肚围 $\Delta=2$	$n=802$

由上可以得出结论，对大型的、精确度要求较高的调查， n 取1000人左右就可以了。

五、注 意 事 项

1 抽样含量取1000人还是取500人，取决于脚型调查的组织者准备投入的人力、物力、财力和时间等因素而定。

2) 对于成年人的脚型调查，还应注意职业的组成，因而在抽样方法上，应对被测对象作如下安排为宜。

重工业	}	各取 $n=1000$ 人或 500 人
轻工业		
农 民		
学生、干部		

3) 在调查时应该注意年龄的组成。对成年人来讲，脚已发育定型，年龄因素影响不大。对于儿童，年龄是必须考虑的因素之一，因为儿童正处于发育旺盛阶段，如果我们掌握了脚型随年龄的变化规律，对指导童鞋的设计必然有着重要的意义。因此，在调查时，应考虑年龄的组成，最好各年龄组均取相同的样本（如500人）为好。

第二节 脚 型 测 量

人脚的生理构造虽说是大同小异，但是脚型的尺寸却是千差万别的。在制鞋工业已是现代化大生产的今天，作为制鞋工作者，不了解脚型的特点及其变化的规律，而又要使大多数人都能穿上合脚舒适的鞋子就很难想象了。因此，定期（一般10~15年）进行脚型测量，随时掌握脚型的变化规律，是制鞋工作者能否使自己所生产的产品让广大消费者满意的一个重要手段。

一、测量方法的讨论及我国脚型测量方法的确定

1.测量姿势的确定

由于人脚是一个松软的有机体，其尺寸变化是很大的。如在抬脚、静坐、站立和运动等不同姿势下，即使同一部位，所测的尺寸都是不一样的。所以，正确选定测量姿势，是脚型测量工作重要的一环。现将我们所实测的不同姿势下的记录，列于表2-1。

由表2-1可以看出，人在运动后的脚型尺寸比运动前站立尺寸大，站立尺寸比静坐的大，静坐比抬脚大，而尤以抬脚到静坐尺寸变化更大；从脚的原形尺寸（即抬脚时的尺寸）到脚运动后的尺寸看，脚长增长男10.5mm，女7.8mm；蹠围增长男13.5mm，女16.4mm；跖围增长男9.5mm，女12mm；兜跟围增长男8mm，女10.9mm。由此不难看出，测量姿势的不同对测量结果的影响是很大的。

由于人们穿鞋的目的，不仅是为了保护脚不受外来的伤害，更重要的是为了使人能有充沛的精力从事劳动和工作。人们穿鞋时，脚多处在运动状态下，即人脚处在尺寸最大的情

表 2-1

单位：毫米

测量部位	静坐比抬脚		站立比静坐		运动比站立	
	男	女	男	女	男	女
脚长	+4.5	+3.3	+5	+4	+1	+0.5
趾围	+9	+10.5	+3.5	+4.3	+1	+1.6
跗围	+4	+5.5	+3	+4	+2.5	+2.5
兜跟围	+4.5	+5	+2	+3.3	+1.5	+2.6

况下穿鞋。因此，在选择脚型测量姿势时，必须考虑到这一客观现实。基于上述原因，我国的脚型测量，是选用站立姿势进行的，因为站立姿势的尺寸接近运动的尺寸，而且尺寸稳定，便于操作。

2. 测量部位的确定

人脚的外形是一个很不规则的曲线实体，要测的部位点实在太多，如果将每一个不同部位点都一一进行测量，不仅办不到，也没有必要。因此，对测量部位的选择必须根据做鞋和穿鞋的实际需要，择其对穿着影响最大的主要特征部位进行测量，以达到经济实用的目的。

由于人脚穿鞋的部位一般是在膝盖以下，所以我国的脚型测量部位是以测膝盖以下脚型特征部位为主。现将测量部位及其作用简述如下。

1) 跖趾围长：围绕跖趾关节突出点测量的围长叫跖趾关节围长，又称跖趾围长或简称跖围。由于它位于脚的最宽处，因此是决定脚肥脚瘦的主要标志，是做鞋、穿鞋一个很重要的尺寸。

2) 前跗骨围长：围绕脚的前跗骨突出点测量的围长叫前跗骨围长，简称跗围。它是决定脚肤面大小的一个重要尺寸，如成鞋跗围小会使脚背受压；跗围大又会使脚“前冲”，使鞋不跟脚。因此，该部位对鞋楦和鞋帮的设计很有用。

3) 舟上弯点与后跟围长：围绕舟上弯点和后跟测量的围长，简称兜跟围或兜围。它是设计高腰鞋不可缺少的尺寸。兜围小，脚穿不进；兜围大，不仅浪费材料，而且鞋也不跟脚。

4) 脚腕围长：它是围绕脚腕最细处测量的围长，主要用于高腰鞋、马靴、工矿靴的设计。

5) 腿肚围长：它是围绕腿肚测量的围长，主要用于马靴、工矿靴的设计。

6) 膝下围长：它是围绕膝盖下缘测量的围长，主要用于马靴、工矿靴的设计。

7) 膝下高度：膝下围长部位点距地面的高度叫膝下高度。它是确定膝下围长位置的辅助尺寸，主要用于马靴、工矿靴的设计。

8) 腿肚高度：腿肚围长部位点距地面的高度叫腿肚高度。它是确定腿肚围长位置的辅助尺寸，主要用于马靴、工矿靴的设计。

9) 脚腕高度：脚腕围长部位点距地面的高度叫脚腕高度。它是确定脚腕围长位置的辅助尺寸，主要用于高腰鞋、马靴、工矿靴的设计。

10) 外踝骨高度：外踝骨下缘点距地面的高度叫外踝骨高度。它主要用于低腰鞋外帮

的设计。

11) 后跟突点高度：后跟突出点距地面的高度叫后跟突点高度。它主要用于鞋楦后容差的设计。

12) 舟上弯点高度：舟上弯点距地面的高度叫舟上弯点高度。它主要用于马靴、工矿靴的设计。

13) 前跗骨高度：前跗骨突点距地面的高度叫前跗骨高度。它是决定鞋楦肤面高的主要尺寸。

14) 第一跖趾关节高度：它是第一跖趾关节最高点距地面的高度，是决定鞋楦跖趾关节厚度的主要尺寸。

15) 跖趾高度：它是跖趾前端点距地面的高度，是决定鞋楦头厚、头薄的主要尺寸。

3. 测量方法的确定

准确和效率高的脚型测量方法不仅是鞋楦设计和方便人们选鞋、穿鞋不可缺少的，而且也是大规模脚型测量所必须的。因此，在进行大规模脚型测量前，必须对各种不同脚型测量方法，认真进行分析比较，选择一种适合本国和本地区的行之有效的办法，以保证脚型测量任务的顺利完成。

脚型测量方法，从当今世界上看，不外三种类型，即简易法、机械法和电动投影法。现将我们收集到的国内、国外的有关资料概述如下：

1) 简易法：主要是用市场上现成的工具如布基带尺、钢卷尺以及自制的简易工具（如图2-1）进行测量。这种方法的特点是投资少、操作简单、携带方便。缺点是效率低、劳动强度大、准确性较差。

2) 机械法：是借助简单或较复杂的机械装置来测量脚型。这些装置的特点是效率和准确性较高，还可以减轻繁重的体力劳动。缺点是这些装置一般只能测量长、围、宽等少数几个部位，如欲测量脚型的其它部位，还需借助其它工具。下面介绍几种国外测量装置。

英国布里顿父子控股公司

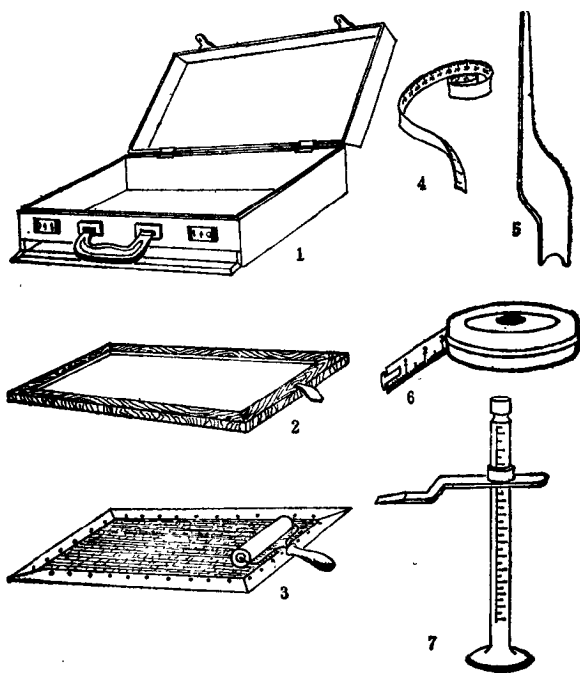


图 2-1 脚型测量工具

1—测量箱 2—油印板 3—踏趾印器 4—布带尺 5—划笔 6—量高仪 7—钢卷尺

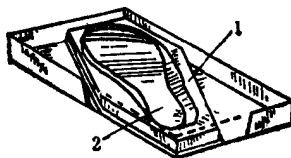


图 2-2 量脚装置