

绪 论

关于皮鞋设计，可以从三个方面着手研究：一是造型设计，二是结构设计，三是工艺设计。造型是指塑造物体的形象，因此从材质的选择、颜色的搭配到楦体的造型、鞋跟的造型都属于造型设计范围。结构是指各个组成部分的搭配和排列，把皮鞋分为帮结构和底结构两大部分，分别对各种帮底部件进行设计便成了结构设计的主要内容。在制作和加工皮鞋的过程中，离不开加工的方法，加工的模具，因此便少不了工艺设计。皮鞋的设计内容应包括造型设计、结构设计、工艺设计三个方面，有时三种设计也是无法绝对分开的。本文重点是从结构的角度出发，讲述各种帮底部件的设计以及对部件轮廓造型的要求。

楦、脚、鞋是皮鞋设计中离不开的三个要素。因此在进行皮鞋设计之前，应当首先明确楦、脚、鞋三者之间的关系，以便理顺设计方向。

脚是人体下肢末端的运动器官，了解脚是为了给脚设计出舒适的鞋子。鞋是脚上穿着时与地面直接接触的物品，鞋子穿着是否舒适主要取决鞋楦造型。鞋楦是保持鞋内腔具有一定规格尺寸的胎具，这些规格尺寸的确定又离不开脚型规律。由此可以看出楦、脚、鞋三者有着密不可分的关系。

脚是楦、脚、鞋三者中的基础，楦和鞋都是直接或间接为脚服务的。脚对于鞋来说是鞋的主体。现代化的设计强调的是以人为本的设计，那么鞋的设计也应是“以脚为本”，穿着舒适是设计中的一个最起码的要求，而不能让鞋来“改造”脚，鞋对于脚来说是脚上的服饰用品。鞋同衣物一样，也是由材料、色彩、造型这三大要素构成。鞋的服饰作用与服装的服饰作用是一致的，即通过人的穿着，构成了一种生活状态。因此对于鞋来说，除了具有来自于生理要求的物质性一面，还有来自于心理要求的精神性一面。设计者应对鞋子的精神性一面格外关注，它包括装饰性和象征性。因此对皮鞋设计除了舒适性这一最起码的要求外，还有一个不可缺少的要求，即鞋的审美性。缺少审美性的鞋子有谁愿意购买呢？

脚对于楦来讲是楦的原型，提供了鞋楦造型的依据。鞋楦的造型、鞋楦的设计离不开脚型规律；鞋楦的长短肥瘦、鞋号的安排范围等等也要依据脚型来制定。鞋楦对于脚来说它又是脚的模特，鞋楦有着脚的外形，但比脚要优美；鞋楦有脚的尺寸，但比脚要规范。因此在皮鞋结构设计时，选择鞋楦便成了重要工作，只有利用好的楦型才能设计出好的鞋子来。

楦与鞋的关系也是相互的。鞋楦是加工鞋子的胎具，它决定了鞋子的立体造型和内腔尺寸。鞋是楦的加工产品，鞋帮的成型和帮底结合都离不开鞋楦。在如何进行加工时已经形成了五大基础工艺路线。不仅如此，仿照鞋楦的造型还设计出了成型模具和各种鞋跟。

通过对楦、脚、鞋三者相互关系的分析，可以看出：在脚与楦的关系之间引伸出了

楦体造型设计；在脚与鞋关系之间引伸出了帮底结构设计；在楦与鞋关系之间引伸出了工艺设计以及工艺加工时所用到的各种模具的型腔设计。这些设计的总和构成了皮鞋设计的基本内容。设计人员再通过不同鞋材的选择，便可加工出各种鞋类产品。可见皮鞋设计是一门综合性很强的课程，既有对技术性的要求，又有对艺术性的要求；既要考虑到实用性，又要考虑到审美性。

第一章 脚型与楦型

有关脚型与楦型的知识，是皮鞋设计的基础知识。不仅设计人员应当掌握，凡是从事与皮鞋相关工作的生产人员、销售人员以及策划人员都应当对其有所了解。

第一节 脚型

脚型是指脚的形态和构造。人体下肢由大腿、小腿和脚三部分组成。脚也称为足。在研究鞋类产品时，以脚型为主；在研究靴类产品时，还要考虑到小腿的形态和构造。

一、脚的外部形态

人体的左右两只脚基本上是对称的。由于构成脚的骨骼多而肌肉少，所以脚的形态比较稳定。脚的大脚趾一侧称为里怀，小趾一侧称为外怀。脚的外部形态由以下几个特征部位组成，参见图 1-1。

1. 脚趾

脚趾在脚的最前端，脚趾可以灵活地运动。人脚在自然悬垂时，脚趾自然向上弯曲，与脚底大约成 15° 角。因此，鞋的前尖也要有一定的跷度，以适应脚趾生理特点，同时也会使走路变得轻松而不板脚。人在站立时，脚支撑着人体的重量，而脚趾对支撑面有很好的附着作用。人在走路时，以拇趾为主的各个脚趾尖可以蹬着地面，促使人体前进。充分利用脚尖尖的蹬着作用，对人体健康是有益的。鞋头的造型，应以容纳脚趾和不妨碍脚趾的活动为出发点。鞋头的高度应能容下脚趾的厚度，鞋头的宽度应使脚趾感觉舒适。过瘦的鞋头造型可能引起拇趾外翻、脚趾重叠等脚病。鞋的前头距脚趾端应留有一定的空隙，叫作放余量，用来适应人脚在鞋腔内活动时的前后变化。

2. 跖趾关节

跖趾关节位于脚趾后端，是由脚趾骨和跖骨形成的关节。大脚趾一侧的关节较为突出，叫作第一跖趾关节，顺次排列到小趾一侧叫作第五跖趾关节。脚的跖趾关节也称作脚骨岗、脚拐骨。跖趾关节是脚底的最宽部位 因此脚的跖围长度是通过跖趾关节来测定的，脚的肥瘦型是根据跖围长度来决定的。人体在站立、行走、跑跳时，跖趾关节都是主要的受力点。跖趾关节还是脚

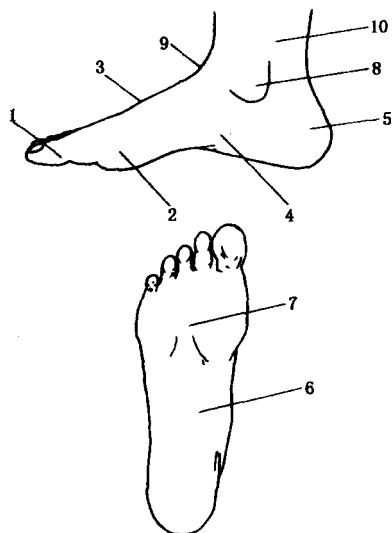


图 1-1 脚的外部形态

- 1—脚趾 2—跖趾关节（第一、第五）
3—脚背 4—腰窝（里、外） 5—脚后跟
6—脚心 7—前脚掌 8—脚踝骨
（里、外） 9—脚弯 10—脚腕

活动最频繁的部位，因此在设计鞋楦时，跖趾部位的肉体要安排得圆滑饱满，以适应跖趾关节的活动需要，使鞋穿在脚上时即不空旷又不勒脚，而是适度抱住脚，使脚受力或运动时不受阻碍。如果鞋的跖趾部位过瘦，跖趾关节会由于过分的摩擦而生成水泡或老茧，影响脚的健康。在设计童鞋时尤其要注意。在设计鞋帮时，由于跖趾关节部位活动量大，不宜设计断帮位置，以防止缝线早期断裂而影响成鞋的质量。

3. 脚背

脚背在跖趾关节之后的上表面，也叫作脚跗面，呈凸起形的弓状结构。自跖趾关节之后，脚逐渐加厚，特别是在第一跖趾关节之后，有一明显的突起，叫作前跗骨突点。有些鞋穿不进去，有些鞋穿进后又压脚背，都是没有满足前跗骨突点的生理要求。在设计鞋口轮廓线时，口门的位置很重要，口门位置靠后，鞋口变小，穿着时便会造成前跗骨无法伸进鞋内。在设计或选择楦型时，鞋内腔高度如果不够高时，便会压迫脚背，甚至造成无法穿入鞋内。

4. 腰窝

腰窝处于脚背的两侧，是较瘦的部位，而且处在脚长的一半附近，故叫作腰窝，也称为中腰。里怀一侧叫作里腰窝，外怀一侧叫作外腰窝。里腰窝呈现凹陷的形状，脚底上的血管和神经，是以里腰窝为中心区域致密而细微地分布着。外腰窝处有一明显的突起，叫作第五跖骨粗隆点，它是外腰窝的特征部位点。通过前跗骨突点和第五跖骨粗隆点测得围长叫作脚跗围。由于外腰窝底部轮廓线比里腰窝明显，所以外腰窝是帮结构设计常用的设计点。腰窝部位结构稳定性好，是设计接帮位置的好地方。

5. 脚后跟

脚后跟在脚的最后端，有着圆滑的肉体。脚后跟是支撑人体重量的主要受力部位。在赤脚直立时，后跟支撑体重在 50%以上，随着脚后跟的抬高，后跟受力逐渐减小，而前掌的受力却逐渐增加。脚后跟底面呈突起的形状，在受力时略有平缓的变化，而两侧的肌肉则会向周围涨出。因此鞋楦后跟底面也不应是一个简单的平面，而是呈略有突起的曲面，以便和脚后跟底面相适应，穿鞋时能增加接触的面积，分散压力。鞋楦后跟两侧的肉体安排也要得当，留出肌肉外涨的余地，这样才不会造成挤脚。应当注意的是，脚的后跟弧曲线和楦的后跟弧曲线是明显不同的，出于美化的要求，把楦的后跟弧曲线设计成一条圆滑的曲线。其中脚的后跟突度点处于楦后跟弧曲线最突的部位，以便成品鞋能把脚后跟包容住。鞋楦后跟侧面与底相交后，得到一条明显的楦底楞线，这一点与脚的圆滑肉体是截然不同的。在鞋帮的设计中，后帮中缝的高度是个关键，过高的鞋帮会“啃”脚后跟，过矮时又挂不住鞋。从脚的结构上看，通过透视的方法可以确定出脚的后跟骨上沿点，设计时控制后帮中缝高度在脚后跟骨上沿点以上的 4~5mm 为宜。

6. 脚心

脚心在脚底的中部，与脚背位置相对应。脚背呈凸起的形状，脚心却呈凹进的形状，形成弓形结构。当人脚后跟升高时，脚跖围加大，脚跗围反而减小，这是由于随重心的前移，脚心的弓形结构呈现紧张收缩状态，来支撑这种重心移动的变化，这种收缩作用，使得脚跗围变小。这种长期的收缩作用，会使人脚感觉不适，穿高跟鞋的时间过长让人觉得累，与这种紧张收缩作用有关。脚底心有一定的凹度，设计鞋楦时在底心部位也应

有相应的凹度，以便内底能托住脚心，增加受力面积，使走路平稳，脚感舒适。设计不合理的高跟鞋让人穿起来非常难受，这是因为重力只分担在脚后跟底面和跖趾关节底面两个接触内底的部位，脚的中间部位极度紧张。脚底心处有一个人体重要的穴位——涌泉穴，设计磁疗鞋、理疗鞋、药疗鞋时，都会想办法刺激涌泉穴，以达到强体健身祛病的作用。

7. 前脚掌

前脚掌是由跖趾关节和脚趾的底面构成的，外表看上去成凸凹不平的曲面。但在鞋楦的设计时却是平整光滑的凸起曲面。因为由跖趾关节形成的前横弓在受力时会暂时消除，脚底板上的肌肉和脂肪就会受到挤压，用前掌呈凸起形状的鞋楦制鞋时，这凸起的部位正好容下脚底上的肌肉和脂肪，从而使脚感到舒适。但应当注意到，如果鞋腔内凹度过大，即鞋楦前掌凸度过大时，就会造成前横弓下塌，形成反向弓状结构，其结果是破坏了脚的正常生理机能。有些鞋设计时采用了加大鞋内凹度的办法，看上去很瘦很秀气，穿起来会影响脚的结构，这是不可取的。

8. 脚踝骨

脚踝骨是由小腿骨和脚的距骨形成的两个关节。里怀一侧的突起称为里踝骨，外怀一侧的突起称为外踝骨。里外踝骨相比较，外踝骨的位置比里踝骨要低一些、靠后一些。设计鞋后帮时，要防止鞋口磨脚踝骨，应以外踝骨作为设计控制点，即外踝骨中心部位下沿点。作为低帮鞋类产品，其后帮高度都控制在脚踝骨以下。作为高腰鞋或靴类产品，后帮高则都在脚踝骨以上。

9. 脚弯

脚弯在脚背和小腿之间的拐弯处，当把脚掌向上跷起时，该部位会有明显的横纹出现。在设计鞋类产品时，其前帮总长度都应控制在脚弯部位之前，防止出现磨脚硌脚的现象。在设计靴类产品时，后帮高度都会超过脚弯部位，那么由脚弯和脚后跟之间形成的脚兜跟围尺寸，便成了设计靴类产品的重要控制数据。在设计高腰楦时，楦的兜围尺寸都会比脚兜围尺寸大，这样方能包容脚弯和脚后跟，才不会影响脚弯的活动。

10. 脚腕

脚腕处于小腿的最细处，是设计高腰鞋和筒靴的分界位置。设计高腰鞋时，其后帮高度都控制在脚腕以下。设计筒靴时，则控制在脚腕或脚腕以上的位置。

在设计靴类产品时还会关系到小腿的外形。参见图 1-2。

11. 腿肚

腿肚处于小腿最粗的位置上，有着饱满的肌肉。设计中筒靴时，其高度控制在腿肚部之下的一段范围，错开最粗的部位。设计半筒靴时，高度控制在腿肚和脚腕之间。

12. 膝下

膝下位置用小腿外侧腓骨上粗隆下沿点来控制，是设计高筒靴

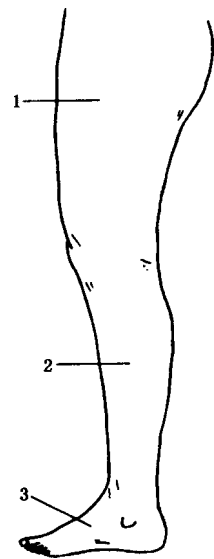


图 1-2 腿的外部形态

1—大腿 2—小腿
3—脚

的高度控制数据。为了不妨碍膝关节的活动，高筒靴常设计成前高后低的形式。照此办理，在设计其它靴类产品时，也常借鉴这种方法。这也正如同鞋口的设计，由于里踝骨比外踝骨位置高，设计鞋口里怀时也要高于外怀 2~3mm。应当注意到，腿肚的围度比膝下围度大，所以设计高筒靴筒口宽度时要兼顾腿肚尺寸，防止无法穿入。

二、脚的组织结构

脚是人体的运动器官，它是由肌肉、骨骼、韧带、血管、淋巴管、神经、脂肪、皮肤等组织构成的。由脚骨骼所构成的外形，基本上确定了脚的外形。脚骨的运动作用，是依靠肌肉的收缩来完成的，而肌肉的收缩又受到神经作用的支配。血管、淋巴管、脂肪对脚起着营卫的作用。皮肤在最外层，将这些组织包裹起来，对脚起着保护作用。构成脚的这些组织，结合成高度统一又互相制约的整体，只有在各个组织都健康无损的情况下，脚才能保持正常的生理活动。反之，局部的病变也会使整个机体失去正常的生理状态。因此皮鞋的设计，已经不是单纯去设计一个装脚的“容器”，而是应当设计出维护脚的健康，保持脚的正常生理机能，同时又能满足不同功能要求的鞋子。

1. 脚的骨骼

人体下肢骨骼包括有大腿骨——股骨；小腿骨——外侧为腓骨，里侧为胫骨；脚骨——趾骨、跖骨和跗骨。参见图 1-3。

脚的趾骨共有 14 块，除了拇趾是 2 块外，其余均为 3 块。

脚的跗骨共有 5 块，分别和 5 组对应的趾骨相连。自里怀向外排列，分别叫作第一、第二、第三、第四、第五跖骨。以第一跖骨最粗最短，第二跖骨最长，第五跖骨末端有个明显的突起，称为第五跖骨粗隆点。

脚的跗骨共有 7 块，从里怀一侧算起，分别为第一楔骨、第二楔骨和第三楔骨，顺次下去为骰骨。楔骨之后为舟状骨。最后端为后跟骨，后跟骨之上为距骨。

如果不计算一些小的籽骨，脚骨主要有 26 块。下面的口诀可帮助记忆：脚骨计有二十六，趾有十四跖有五，一二三楔骰内舟，上距下跟后出头。

2. 脚的关节

关节是骨与骨之间以某种形式连接后形成的。骨与骨之间的连接可分为两种情况：一种是直接连接，形成的是骨缝；另一种是间接连接，形成的是关节。在关节部位都有关节腔，关节腔内有起润滑作用的滑液。骨端处遮有一层透明的软骨，并借助关节囊相连。参见图 1-4。

脚骨之间形成的关节有趾关节、跖趾关

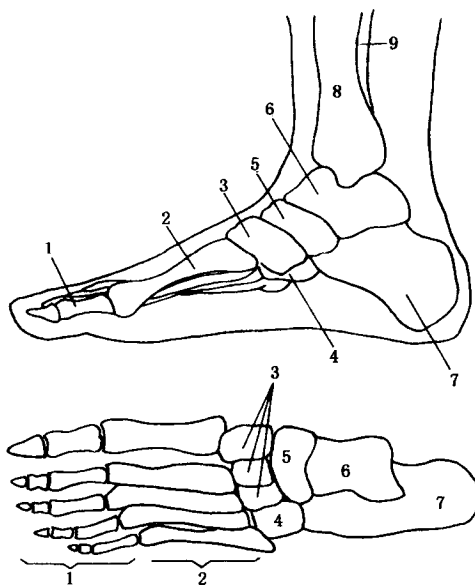


图 1-3 脚的骨骼

1—趾骨 2—跖骨 3—楔骨 4—骰骨 5—舟状骨
6—距骨 7—后跟骨 8—胫骨 9—腓骨

节、跗跖关节、跗关节、踝关节以及腿上的膝关节。

关节的运动状态是和骨端的形状和关节运动轴分不开的，大部分脚骨都可参与进行屈伸、外展、内收、环转和回旋等运动，但跗骨间形成的关节活动量很小，而跖趾关节活动最频繁。

在关节周围还有韧带组织，加强骨与骨之间的连接。韧带除了有使关节更紧密结合的作用外，还有制约关节活动方向的作用。

对于儿童和少年的脚型来说，脚的发育还没有完全定型，穿上结构不合理的鞋子，很容易造成拇趾外翻、脚趾重叠、平足等脚病。对于一般的鞋来说，如果不能容下脚的骨骼和肌肉而不能容下脚关节的活动，同样也会造成脚的损伤。在鞋腔内应留有有关节——特别是跖趾关节活动的余地。

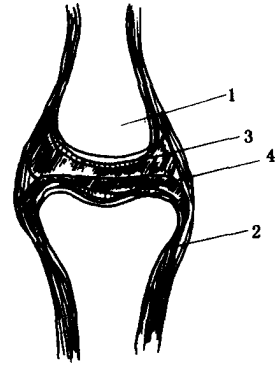


图 1-4 关节示意图
1—骨端 2—骨膜
3—关节软骨 4—关节囊

3. 脚弓

脚弓是由脚骨所形成的弓状形结构。按伸展方向，脚弓可分为横弓和纵弓两类。脚横弓有前横弓和后横弓的区别，脚纵弓有内纵弓和外纵弓的区别。参见图 1-5。

脚的前横弓是由第一到第五跖趾关节构成的，后横弓是由 3 块楔骨和骰骨构成的。脚的内纵弓是由 3 块跖骨、3 块楔骨、舟状骨、距骨和后跟骨构成的，外纵弓是由第四、第五跖骨、骰骨和后跟骨构成的。

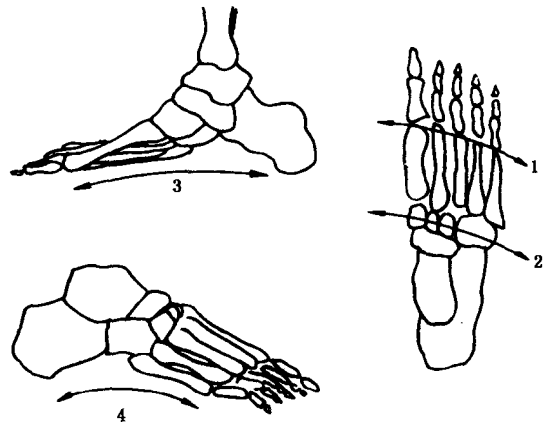


图 1-5 脚弓
1—前横弓 2—后横弓 3—内纵弓 4—外纵弓

脚依靠着脚弓以及附着其上的韧带、肌肉而产生弹性。人体在站立时，体重通过距骨分别传递到跖骨和跟骨上，此时脚弓保持着弓状结构，以支撑人体的重量。当人在行走时，人体的重心会随着脚着地部位的变化而移动，当重量完全集中在一只脚上时，前横弓消失。随着脚的继续移动，当重心转移到另一只脚上时，消失的前横弓又回复到原来的弓状结构。在另一只脚上，又重复着上述的变化。参见图 1-6。

在四条脚弓中，只有前横弓的变化特殊，这是脚的正常的生理机能。当人在跑跳时，脚会对地面产生很大的冲击力，同样地面也会对脚底产生很大的反作用力。当这种很大的作用力作用在脚底上时，脚弓发生了瞬间的形态变化，依靠前横弓的舒展，从而减缓了反冲击作用的强度，起到了减震作用，保护了机体。

脚弓是人类区别于其它哺乳动物而特有的。在皮鞋设计中，要

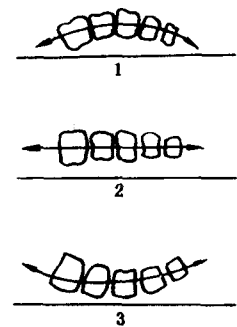


图 1-6 前横弓的变化
1—正常弓状结构
2—前横弓消失 3—受力不合理时前横弓下塌

注意保护脚弓的正常生理机能。当鞋底前掌凸度过大时，鞋内腔前掌凹度必然变大，穿上这样的鞋必然会造成前横弓的下塌，形成一种反弓状结构。长期下去，会造成韧带的松弛、疲劳、损伤，从而失去弹性，使前横弓很难再回复原来的弓状结构。前横弓的下塌，也必然影响到其它脚弓下塌，最后形成了平足。患平足的人，长时间站立、行走都会引起疲劳、疼痛，影响着人体的健康和工作。在皮鞋设计中应杜绝不合理的受力方式，使脚能穿上舒适的鞋。

4. 脚的肌肉

在脚的运动中，骨骼是处于被动地位的。由于附着在骨骼上的肌肉进行着拉伸作用，才使得骨骼产生活动。脚上的肌肉有足背肌和足底肌两部分，可使脚趾进行活动。当足背肌收缩时，脚趾伸展；当足底肌收缩时，脚趾弯曲。脚的大部分运动与小腿上的肌肉是分不开的。小腿上的肌肉可分为三群：前群肌、后群肌和外侧群肌。前群肌在小腿前面，大部分是伸趾肌。当脚做足背屈和外翻运动时，前群肌在进行着拉伸作用。外侧群肌是足外翻最有力的肌肉，位于小腿的外侧。位于小腿后侧的肌肉群是后群肌，后群肌分为深浅两层。浅层肌有小腿三头肌，肌腹就是俗语所说的“小腿肚子”，三肌延伸到踝关节以上部位，形成了一条有力的跟腱，附着在跟骨后面，所以能使脚提起，当人体在跑跳时抬起身体。后群肌的深层肌在浅层肌下面，主要起屈趾和足内翻作用，并可使脚底成弓形。

大多数肌肉都是梭形的，中部粗大，称为肌腹，向两端逐渐变细，最后构成肌腱或肌膜。每块肌肉都有两个附着点——起点和终点。起点是运动时固定不动的端点，终点是运动时活动的端点。每块肌肉至少要跨过一个关节，当肌肉收缩或弛缓的时候，就产生了关节的运动。脚部的伸和屈、内收和外展、内旋和外旋，无论哪一种动作，都是由两组肌肉群来完成的，其中一组肌肉产生收缩作用，另一组肌肉则产生弛缓作用。了解肌肉产生运动的原理，就不难理解为什么穿上不合脚的鞋子会引起腿部发酸、疲劳、膝盖疼痛，甚至造成腰疼。

如果所穿的鞋子过于瘦小，压迫脚趾，压迫脚背，肌肉受到直接的挤压而产生疼痛感。如果所穿的鞋子肥大不合脚，走路时为了防止抬脚造成鞋子脱落，肌肉便会处于紧张收缩状态，想把鞋勾住。其结果必然会使肌肉疲劳、发酸和疼痛。脚上的肌肉群与小腿相连，小腿肌肉群也会与大腿与腰等部位相连，穿着结构不合理的鞋最终会造成一系列疼痛。

5. 血管与神经

人的脚上分布着大量的血管和神经。由于脚处于离心脏最远的位置上，是气血和传导较难于到达的器官，因此增加脚部运动，可以促进血液循环。脚也被称为人体的第二心脏，如果脚的血液循环功能减退，静脉血回流不足，会引起局部酸性代谢废物的积聚，这些有害的成分开始引起的是脚的疲劳、沉重，进而引起脚的各种疾病。可见脚对人体健康有着重要的作用，为脚设计或选择一双舒适的鞋子，也就显得尤为重要。

脚底部也是身体经络集中的地方，在脚底还有与人体各部位器官相关联的神经反射区。通过刺激这些神经反射点，会改善脚的微循环，能显著地促进疾病的治疗。在此基础上生产的理疗鞋、磁疗鞋、药疗鞋，也受到消费者的欢迎。

中国有句老话：“人老先从脚上老”。可见促进脚的保健作用是皮鞋设计或生产不可推卸的责任。由此开发的休闲鞋、运动鞋、医疗保健鞋等也极大的丰富了市场。

6. 脚的皮肤

覆盖于脚上的皮肤也和全身其它部位的皮肤一样，有着保护肢体、调节体温、排泄废物和感受刺激等作用。皮肤的构造，可分为表皮、真皮和皮下组织三层。表皮在最外层，能防止细菌侵入肌体。真皮层在表皮层下面，内有汗腺、脂腺、毛根等皮肤的衍化物，以及血管、淋巴管、神经末梢等。皮下组织在皮肤的最下层，内有血管、淋巴管等。脚趾上的指甲，是表皮层衍化成的坚硬致密透明的物质。

脚的皮肤能进行呼吸，不断排放出二氧化碳气，并且随着周围环境的温度增加而增加。如果把脚放在塑料袋子里，同样会有憋闷的感觉，因此选择制鞋材料时要注意它的透气性。

脚在运动后会发热出汗，汗液的分泌是通过汗腺向外排泄的。出汗量的多少除了与运动量有关外，还与汗腺分布密度大小有关。在全身皮肤中，以手掌和脚底汗腺分布的最多。在脚底上又以脚心和跖趾关节部位分布密度大。汗液中绝大部分是水，此外还有氯化钠、硫等无机物和尿素、脂肪、蛋白质及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容易分解，分解后的产物呈酸性，如不及时清除，会对皮肤产生刺激作用，使鞋袜受到腐蚀，并产生难闻的气味。那么在选择鞋材时，还要注意材料的吸湿性。

皮肤也能蒸发水分，水分以水蒸气的形式自体内散出。脚在静止状态时是以蒸汽形式排出体内水分，起到调节体温的作用。随着负载的加大，则蒸发的水分也越多。在激烈运动时，则是以出汗的形式排水降温。那么在选择鞋材时也应注意它的透水汽性。透水汽性差的材料会有“捂”脚的感觉。

为了适应气候的变化，人体会自动调节体温和皮肤温度。人体的正常温度在 36.5℃ 左右，体表温度低于体内，四肢温度更低，而脚底温度则最低。当脚处于 10~15℃ 时，易引起感冒，当脚处于 10℃ 以下时，就会引起冻伤。因此在选择冬季产品材料时要选择保暖性好的材料，在选择夏季产品材料时要注意帮面材料的散热性和鞋底材料的隔热性。

三、脚的尺寸变化

对于脚来说，它的尺寸大小会随着外界条件的变化而发生微小的变化。

首先应当明了，人的左右脚只是基本上对称，它们在长度上和围度上并不完全相等。对于大多数人来说，右脚活动量往往大于左脚，使得右脚在长度和围度上普遍比左脚大。在进行脚型测量时，一般以右脚为基准进行测量。在选购鞋时，则两只脚都应当试穿一下，防止意外情况发生。

人体在负重时，脚的尺寸也会变大。由于人体负重时，加大了脚的承载力，使脚弓消失，从而引起长度和围度上的变大。在设计鞋楦时，应该考虑脚的动态变化。在选择鞋时，不应只是坐着试穿，还应站起来走一走。

季节的变化对脚的尺寸也有影响。夏季天气热，脚的散热量也大，血管扩张，皮肤扩张，血液循环加快，脚的尺寸偏大。而在冬季天冷时，为了减少热量散发，整个脚都处于紧缩状态，脚的尺寸相应偏小。故且叫作“热胀冷缩”。因此脚型测量时一般选择在

夏季。

人脚后跟在升高的情况下，脚尺寸也会有变化。一般说来，随着脚后跟的不断升高，前掌受力逐渐加大，引起脚跖围变大而脚附围减小。在设计高跟鞋和平跟鞋时，应注意由于跟高所引起的跖围上的变化。

作业与练习

1. 画图说明脚的各部位名称。
2. 画图分析脚的前横弓变化有什么特点。
3. 哪种制鞋帮的材料最好？为什么？
4. 影响脚尺寸变化的因素有哪些？

第二节 脚型测量

人脚的生理构造虽说是大同小异，但脚型尺寸却是千差万别的。为了解中国人的脚型特点和脚型变化规律，我国在 1965 年和 1968 年进行了两次大型脚型测量，在全国范围内选了二十几个省市对 25 万多人进行了调查，从测量的大量数据中找出了中国人脚型的特点，为鞋类的设计开发，鞋号的制定、楦型的研究及制定系列标准提供了参考和依据。

一、有关脚型测量的知识

脚型测量是指对人脚特征部位进行测量。

1. 测量方法

较简单的方法是踩脚印和利用简单工具进行测量的方法，叫作简易测量法。

借助一定机械装置来测量的方法叫作机械测量法，测量效率和准确性较高。

电子测量法目前是较好的测量法，利用定向光束、电子扫描等先进技术，在不与脚直接接触情况下达到测量的目的。

2. 测量姿势

采用站立姿势。使两脚受力平衡，对右脚进行赤脚测量。

3. 测量项目

直接测量时要测量脚的围长和高度。

间接测量时通过脚印图测量脚的长度和宽度。

4. 确定脚的特征部位点

第一跖趾关节突点

后跟突点

第五跖趾关节突点

外踝骨中心下沿点

第五跖骨粗隆点

脚腕最细处

前跗骨突点

腿肚最粗处

舟上弯点

腓骨粗隆下沿点

脚型测量表见表 1-1。

表 1-1

脚型测量表

单位: mm

姓名	年龄	性别	日期			
职业	籍贯	肥瘦型				
编号	测量部位	尺寸	部位系数	分析部位	尺寸	部位系数
1	跖围			脚长		
2	跗围			拇趾外突点部位		
3	兜跟围			小趾端点部位		
4	脚腕围			小趾外突点部位		
5	腿肚围			第一跖趾关节部位		
6	膝下围			第五跖趾关节部位		
7	膝下高			前跗骨突点部位		
8	腿肚高			外腰窝部位		
9	脚腕高			舟上弯点部位		
10	后跟突点高			外踝骨中心位置		
11	外踝骨中心下沿点高			踵心部位		
12	舟上弯点高			后跟边距		
13	前跗骨突点高			踵心全宽		
14	第一跖趾关节高			斜宽		
15	拇趾高			外腰窝宽		

二、脚围的测量

脚围是指脚的围度。包括脚的跖围、跗围、兜围、脚腕围、腿肚围、膝下围。参见图 1-7。

1. 跖围 S

脚的跖围围长简称为脚跖围，指通过脚的第一跖趾关节和第五跖趾关节所测量的围长。为了方便，用字母 S 表示。

测量时，带子尺平贴在皮肤表面，不能过紧和过松，通过第一、第五跖趾关节环绕一周后，交叉读取数值。下面的几个围长测量时要求也相同。

2. 跗围

脚跗围指的是通过脚的前跗骨突点和第五跖骨粗隆点所测得的围长。

人脚的跖围长度和跗围长度在大多数情况下并不相等，有长也有短。但经过大量测量的数据整理，确定脚型规律时，规定脚跖围与脚跗围长度相等。

$$\text{脚跗围} = \text{脚跖围} \times 100\%$$

3. 兜围

脚兜跟围简称为脚兜围，指通过舟上弯点和脚后跟

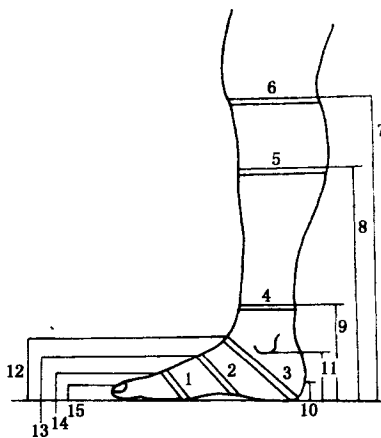


图 1-7 脚的围度和高度

1—跖围 2—跗围 3—兜围 4—脚腕围 5—腿肚围 6—膝下围 7—膝下高 8—腿肚高 9—脚腕高 10—后跟突点高 11—外踝骨中心下沿点高 12—舟上弯点高 13—前跗骨突点高 14—第一跖趾关节高 15—拇趾高

所测得的围长。脚兜围尺寸是设计靴鞋产品时重要的控制数据之一。兜围与跖围的脚型规律关系如下：

$$\text{成年男女脚兜围} = \text{跖围} \times 131\%$$

$$\text{大童脚兜围} = \text{跖围} \times 130\%$$

$$\text{中童脚兜围} = \text{跖围} \times 130.3\%$$

$$\text{小童脚兜围} = \text{跖围} \times 129.59\%$$

4. 脚腕围

脚腕围是指通过脚腕最细处所测量的围长。脚腕围尺寸也是设计靴鞋重要数据之一。

$$\text{成年男女平均脚腕围} = \text{跖围} \times 86.23\%$$

$$\text{大中小童平均脚腕围} = \text{跖围} \times 90.25\%$$

5. 腿肚围

腿肚围是指通过腿肚最粗处所测量的围长。

$$\text{成年男女平均腿肚围} = \text{跖围} \times 135.55\%$$

$$\text{大中小童平均腿肚围} = \text{跖围} \times 125.96\%$$

6. 膝下围

膝下围是指通过腓骨上粗隆下沿点所测量的围长。

$$\text{成年男女平均膝下围} = \text{跖围} \times 125.95\%$$

$$\text{大中小童平均膝下围} = \text{跖围} \times 120.65\%$$

三、脚高的测量

脚高是指脚的特征部位高度，它是通过脚的各个特征部位点测量其与水平面垂直距离所得到的数据。一般采用高度尺等工具测量。

根据脚型测量结果，通过数理统计也能得到脚高的高度系数，参见表 1-2。表中后跟骨上沿点高是通过透视方法测得的，用一般方法无法测量。

表 1-2

全国成年男女及儿童脚型高度系数

单位：mm

部位名称	规律值	高度系数	男 25# 脚	女 23# 脚
拇趾高度		8.54% 脚长	21.35	19.64
第一跖趾关节高度		14.61% 脚长	36.53	33.60
前附骨突点高度		23.44% 脚长	58.60	53.91
舟上弯点高度		32.61% 脚长	81.53	75.00
外踝骨中心下沿点高度		20.14% 脚长	50.35	46.32
后跟突点高度		8.68% 脚长	21.70	19.96
后跟骨上沿点高度		21.66% 脚长	54.15	49.82
脚腕高度		52.19% 脚长	130.48	120.04
腿肚高度		121.88% 脚长	304.70	280.32
膝下高度		154.02% 脚长	385.05	354.25

四、脚长的测量

脚长的测量采用的是分析脚印图的方法，从脚印图上测量出脚长及各个特征部位的长度。

1. 脚印图

脚印图是记录脚底形态和特征的图形。通过印油法、灰粉法或专用仪器测量法都可得到脚印图。在制取脚印图时，还应标出脚的特征部位点。参见图 1-8。

2. 脚印图分析

通过对脚印图上的脚长、脚宽、受力情况进行分析，来确定反映脚底特征的控制线。参见图 1-9。

(1) 分踵线 RB

R 点选在第三脚趾印的外切点。 B 点选在脚后跟脚印线的中线且与脚印线和轮廓线相交后的 $1/2$ 处。连 R 、 B 得到分踵线。分踵线表示脚后受力的中线。 B 点即设计楦底样后端控制点。

(2) 底中线 ZB

Z 点选在第二趾根两个叉点连线的 $1/2$ 处。连 Z 、 B 后并上下延长得到底中线。底中线即是脚前掌受力中线，也是设计楦底样的中线。

(3) 斜宽线 HH_1

连接第五跖趾关节点 H 和第一跖趾关节点 H_1 ，得到斜宽线。斜宽线是脚前掌宽度控

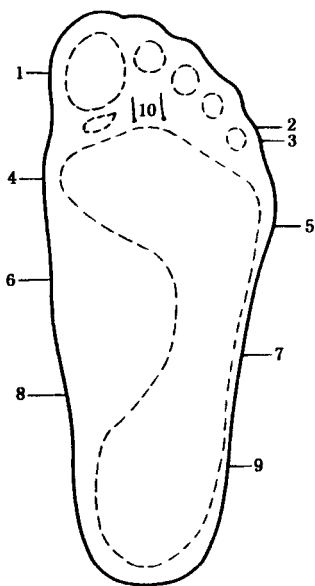


图 1-8 脚印图

- 1—拇趾外突点 2—小趾端点 3—小趾外突点
4—第一跖趾关节点 5—第五跖趾关节点
6—前附骨突点 7—第五跖骨粗隆点 8—舟上弯点
9—外踝骨中心点 10—第二趾根叉点

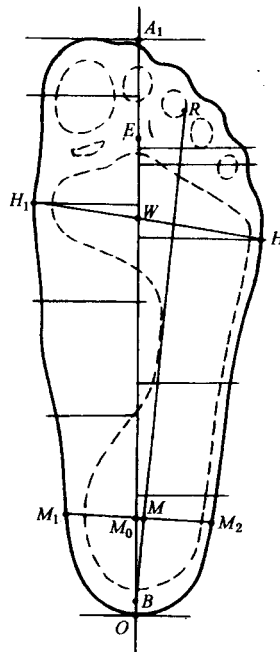


图 1-9 脚印分析图

制线，也是脚弯折部位连线。斜宽线与底中线相交后得到前掌凸度部位控制点 W 。

(4) 脚长 A_1O

过脚趾端点作底中线的垂线交于 A_1 点，过脚后跟突度点作底中线的垂线交于 O 点，连接出 A_1O 即为脚长线。所以脚长是指脚趾端点和脚后跟突度点在底中线上投影间的距离。如果卡尺测量长，也符合脚长概念。

(5) 踵心线 M_1M_2

取脚长的 18% 这一数值，自 O 点起在底中线上测量定出 M_0 点。再过 M_0 点作 RB 的垂线，交于脚印轮廓线分别为 M_1 和 M_2 ， M_1M_2 即为踵心线。踵心线是脚后跟宽度控制线。取脚长 18% 这比例是各国通用数据。 M_1M_2 线与 RB 线相交后得到 M 点， M 点处于脚后跟受力的中心，也是踵心部位凸度控制点。在设计鞋跟时，从受力平衡的角度看，通过 M 点的受力线应当通过跟底面。

五、脚宽的测量

通过脚印图，可以由脚的各个特征部位点作底中线的垂线，从而得到各个特征部位宽度线。参见图 1-10。

图中较特殊的是后跟后端宽度，叫作后跟边距，是底中线与脚印线相交后的 O' 点到 O 点的长度。

从各部位的宽度线上可以明显看出，宽度线由三部分组成，即轮廓宽、脚印宽和边距宽，它们的关系是：

$$\text{轮廓宽度} = \text{脚印宽度} + \text{边距宽度}$$

同样，对于踵心全宽来说也有：

踵心轮廓全宽 = 踵心脚印全宽 + 里怀边距宽 + 外怀边距宽

各特征部位宽度线与底中线上上的交点，即 A_2 、 A_3 …… A_{10} ，也就形成了脚的特征部位点。测量某特征部位长度时，应由 O 点起向上在底中线上测量。

作业与练习

1. 在自己的脚上分别找出 10 个特征部位点。
2. 测量出脚的跖围。
3. 在教师指导下踩出脚印图并作脚印图分析。
4. 脚底受力中线有几条？如何表示？

第三节 脚型规律

脚型规律是指不同地区、不同职业、不同性别、不同年龄人的脚型所具有的共同特

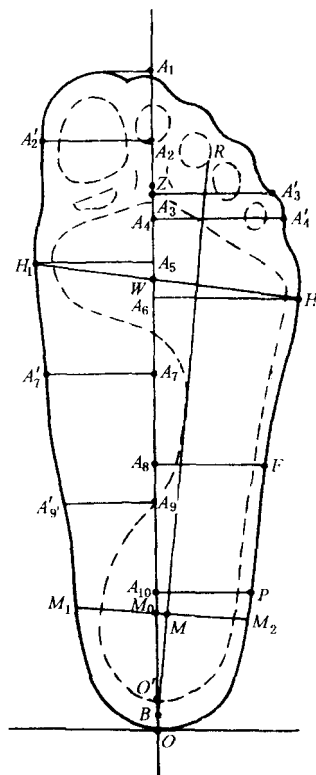


图 1-10 脚印宽度分析

- $A_2A'_2$ —拇趾外突宽度线
- $A_3A'_3$ —小趾端宽度线
- $A_4A'_4$ —小趾外突宽度线
- A_5H_1 —第一跖趾宽度线
- A_6H —第五跖趾宽度线
- $A_7A'_7$ —前附骨宽度线
- A_8F —外腰窝宽度线
- $A_9A'_9$ —舟上弯宽度线
- $A_{10}P$ —外踝骨宽度线
- OO' —后跟边距

点和变化规律。

一、影响脚型规律变化的因素

影响脚型规律变化的因素主要包括年龄、性别、地区和职业。

年龄越小，脚型变化越大。儿童在1~4岁时，脚长的年增长量大约10mm，而跖围的年增长量约为9mm。4岁以后，脚长和跖围年增长量逐年减少，到12~13岁以后，脚长年增长量大约7mm，跖围年增长量大约6mm。到达成年后，身体基本停止发育，脚型也基本稳定下来。

男女脚型的差异主要体现在成年男女上。年龄小时，男女脚型差异也小，男女婴儿的脚型很难区分开。随着年龄的增长，男女脚型差异越来越大。根据全国脚型测量的结果，可知当时男子平均脚长是252.10mm，女子平均脚长是232.11mm，相差20mm左右。在脚长为中等长度时，男子平均跖围是253.53mm，女子平均跖围是243.09mm，相差10mm左右。因此，男女鞋楦在造型上差别很大，而儿童鞋楦是不分男女的，其男女鞋的区别是在款式上。

在不同的地区，由于劳动工作环境、气候、生活习惯的不同，脚型间也有差异，但没有由于性别原因而引起的差异大。新疆地区男子平均脚长为256.35mm，居各省之首，而广东地区男子平均脚长为248.87mm，在各省中最小，两者相差7.48mm。江苏省女子平均脚长为234.96mm，在各省中最长，而贵州省女子平均脚长为230.02mm，在各省中最短，两者相差4.94mm。从跖围上看，农村地区脚跖围比城市地区脚跖围要大，南方农村地区比北方农村地区的脚型也要肥。

职业不同，对脚长的影响较小，而对脚跖围的差异影响大。例如男性石油工人的平均脚长为251.82mm，男性机关干部的平均脚长是250.86mm，两者相差0.96mm，比较小。而男性石油工人的平均跖围是250.31mm，男性机关干部的平均跖围是244.42mm，两者相差5.89mm，比较大。因此在鞋类生产时，要根据销往地区确定生产鞋号长短范围，要根据穿鞋人职业状况调节中间肥瘦型。

二、全国男女脚长分布规律

全国男女脚长的分布符合常态分布。即中等脚长所占的比例大，而脚越长或越短时所占的比例逐渐减小的一种分布状态。把这种状态绘制成图形，可得到一条正态分布曲线。通过对这条曲线的分析，可以确定中等脚长，从而制定出中间鞋号，以及投产时鞋号控制的范围和各鞋号投产的比例。参见图1-11。

从图中的男子脚长分布曲线可以看到：男子中等脚长在250mm左右，占测量人数的17%左右。在制定鞋号中可以用25#作为中间号，如果只生产一个中间号时，只能满足17%左右的人穿鞋。如果在中间号前后各扩大半个鞋号，即生产24.5#~25.5#时，可以满足近50%的人穿着需要，如果生产24#~26#时，满足度在70%左右，一般投产鞋号在5~7个范围，可满足80%左右的人穿鞋。在投产鞋号范围内，每个鞋号所投产的双数也是不同的，在每个小生产单元内，也应控制投产比例呈常态分布变化。

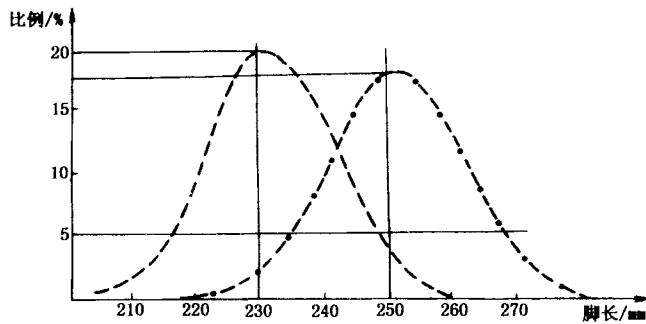


图 1-11 男女脚长分布曲线

三、全国男女脚跖围分布规律

全国男女脚跖围的分布规律也符合常态分布。也就是说具有中等跖围长的人数所占比例最高，而跖围很大的或很小的所占比例也就很小。同样，在具有中等脚长的条件下，跖围长度也符合常态分布。其分布曲线参见图 1-12。

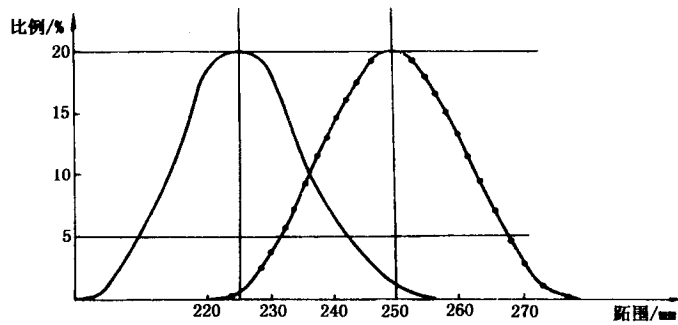


图 1-12 男女脚跖围分布曲线

(男子脚长 250mm, 女子脚长 230mm)

从图中可以看到，即使是在脚长相同的情况下，跖围长度也有很大差别。根据跖围差别的大小，在实际应用时男鞋安排了五个肥瘦型，女鞋安排了 3 个肥瘦型。儿童鞋安排的也是 3 个肥瘦型。

四、脚长与跖围长间的关系

单独考查一个跖围数据，无法判断脚的肥瘦型，因为脚跖围的大小受到脚长的制约，只能在某种脚长的条件下，方能考查跖围的大小和肥瘦型。也就是脚长和脚跖围间存在着一种相关的关系，通过数理分析可以发现它们之间的关系可以用直线回归方程来表示。

数学表达为： $y = bx + a$

式中 y 表示跖围长； x 表示脚长； b 称作回归常数，在实际应用中取 0.7； a 为常数， a 与脚的肥瘦型有关，在肥瘦型为 N 型时， a 等于 $50.5 + 7N$ 。

即：跖围 = $0.7 \times$ 脚长 + 常数

设跖围为 S ，脚长为 l ，肥瘦型为 N ，则 $S=0.7l+50.5+7N$

对于儿童脚来说： $S=0.9l+4.5+7N$

通过脚长与脚跖围长的相关关系，可以求出任一肥瘦型中任一脚长的跖围长。

例一：某男子 $N=3$ ， $l=250\text{mm}$ 时

$$\begin{aligned} S &= 0.7l + 50.5 + 7N \\ &= 0.7 \times 250 + 50.5 + 7 \times 3 \\ &= 246.5 \text{ (mm)} \end{aligned}$$

例二：某女子 $N=2$ ， $l=230\text{mm}$ 时

$$\begin{aligned} S &= 0.7l + 50.5 + 7N \\ &= 0.7 \times 230 + 50.5 + 7 \times 2 \\ &= 225.5 \text{ (mm)} \end{aligned}$$

例三：某儿童 $N=2$ ， $l=170\text{mm}$ 时

$$\begin{aligned} S &= 0.9l + 4.5 + 7N \\ &= 0.9 \times 170 + 4.5 + 7 \times 2 \\ &= 171.5 \text{ (mm)} \end{aligned}$$

如果把公式 $S=0.7l+50.5+7N$ 变一下型，则：

$$N = \frac{S - (0.7l + 50.5)}{7}$$

这是求脚肥瘦型的公式。对于儿童脚来说：

$$N = \frac{S - (0.9l + 4.5)}{7}$$

五、部位系数

部位系数是表示脚各个特征部位的长度、宽度、围度、高度上的比例关系。

1. 长度系数

长度系数是指脚的各个特征部位在底中线上的长度与脚长的百分比。

$$\text{长度系数} = \frac{\text{特征部位长}}{\text{脚长}(l)} \times 100\%$$

根据脚型测量结果，经数理统计后整理出一组有规律的数值。参见表 1-3。

表 1-3

全国成年男女及儿童脚型长度系数

单位：mm

项 目	长度位置	规律值	男 25* 脚	女 23* 脚
脚长 (l)	OA_1	100% 脚长	250.00	230.00
拇趾外突点部位	OA_2	90% 脚长	225.00	207.00
小趾端点部位	OA_3	82.5% 脚长	206.25	189.75
小趾外突点部位	OA_4	78% 脚长	195.00	179.40
第一跖趾关节点部位	OA_5	72.5% 脚长	181.25	166.75
第五跖趾关节点部位	OA_6	63.5% 脚长	158.75	146.05