

高等学校专业教材



Principle
of the last
design

鞋楦 设计原理

主编◎周 晋 徐 波

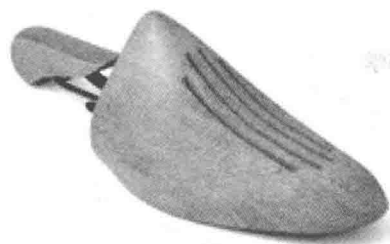


中国轻工业出版社

全国百佳图书出版单位

鞋楦设计原理

高等学校专业教材



鞋楦设计原理

主 编 周 晋 徐 波
参 编 沈 妮 冯雨果 张惟雯

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

鞋楦设计原理 / 周晋, 徐波主编. —北京: 中国轻工业出版社, 2016.6

高等学校专业教材

ISBN 978-7-5184-0306-6

I. ①鞋… II. ①周… ②徐… III. ①鞋楦—设计—高等学校—教材 IV. ①TS943.53

中国版本图书馆CIP数据核字 (2016) 第040673号

责任编辑: 李建华 责任终审: 劳国强 封面设计: 锋尚设计
版式设计: 宋振全 责任校对: 晋洁 责任监印: 张可

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街6号, 邮编: 100740)

印刷: 北京君升印刷有限公司

经销: 各地新华书店

版次: 2016年6月第1版第1次印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 11

字数: 253千字

书号: ISBN 978-7-5184-0306-6 定价: 30.00元

邮购电话: 010-65241695 传真: 65128352

发行电话: 010-85119835 85119793 传真: 85113293

网址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

151379J1X101ZBW

序

FOREWORD

鞋楦是鞋成型的基础性模型，它不仅关系到鞋的造型和穿着是否合脚，还关系到能否有效保护脚的健康安全。由于脚在静止和运动状态下，其形状、尺寸、受应力情况的不同，再加上鞋的品种、式样、加工工艺、原辅材料性能、穿着环境和功能需求等不同因素，造成鞋楦的造型和各部位尺寸与脚存在一定的差异，所以鞋楦承载着鞋的美观度、舒适度和安全性的基本期望。

长期以来，人们对鞋楦的研究较多地集中在对尺寸的探讨，相关资料较多的也是对鞋楦尺寸数据的集合，而研究的手段、方法较为局限，运用客观生物力学的方法和原理，系统地对比鞋楦的舒适度、鞋楦与脚的关系进行深入分析的报道更是鲜见。

人体足部具有复杂的结构，一方面，足部是由肌肉和骨骼所组成的人体的刚性结构，另一方面也是具有一定尺寸的柔性结构，这两项性质决定了足部和鞋的关系不是简单的适配关系，而是一种复杂的相互适应、相互变化的关系。鞋楦作为鞋的基础模型，脚与鞋的关系可以转移为脚与楦的关系。由于脚和楦都是具有三维尺度的结构，因此，两者之间的关系也应该是多维度的，不仅仅停留在尺寸的关系上，也应该延伸到结构、三维形状和受力分析等方面。

周晋、徐波两位老师主编的《鞋楦设计原理》一书，是基于以上两方面的考量所撰写的关于鞋楦设计方法原理的专著。此书重点对脚与楦的关系进行了深入的阐释；并且，他们从脚与楦的关系进行了探讨、设计了客观的实验进行研究，并总结出了指导鞋楦腰窝区域和缓冲区区域的底弧设计、三个围度（跖趾围、腰围和跗背围）设计达到最佳的穿着舒适度的基本原则和方法。此外，本书中大量、详实和客观的定量研究数据，也有助于揭开鞋楦神秘的面纱，从而让更多的研究人员以本书作为思路，探索鞋楦设计更深层次的科学问题。最后，作者还对鞋楦数字化和标准化的概念、内

容、方法流程、应用实施等情况进行了说明，补充了鞋楦设计的现有知识，对于鞋楦设计中应用数字化设计技术有着很好的示范意义。

《鞋楦设计原理》一书是用新的角度阐述鞋楦设计，为同行提供一种新的思路，期望同行借此书出版之契机，更多地关注鞋楦设计的技术进步，以更多的视角来总结鞋楦设计与应用，出现更多的鞋类科学技术研究成果，为我国制鞋行业的转型升级助力，为实现制鞋业“中国制造 2025”宏伟目标助力。

吴建欣

2016年2月于温州

前言

PREFACE

鞋楦是制鞋的基础,是鞋类制造业中重要的组成部件。鞋楦是兼具数据性和艺术性的工业设计产品,数据性指的是具有较高的人机工学要求;而艺术性指的是具有美感。因此,就鞋楦的设计而言需要涉及多方面的知识,既包括足踝肌骨生物力学、人机工程学,又包括工业设计、艺术审美、数字化等学科。本书面向轻化工程专科、本科及研究生,同时也面向制鞋行业的从业人员。

本书由三部分构成,第一部分从重点介绍鞋楦的结构、专业术语、分类方法以及设计流程入手,阐述概念、描述方法,让读者一开始就建立起鞋楦知识的框架;第二部分首先从物理学的基础方法和原理入手,逐渐引入构成足部的皮肤、软组织、韧带和骨骼组织和结构和功能,为鞋楦的理论研究基础;然后以我国人口脚型分布及分布特点和规律来引出鞋楦的结构设计与舒适度的问题,并分别深入研究鞋楦围度、鞋楦底弧腰窝部位和鞋楦底弧缓冲区的设计与舒适度的关系;第三部分拓展了鞋楦设计的内涵,即对鞋楦的标准化和标准化方法,以及鞋楦的数字化设计过程和专业数字化软件进行了介绍。

本书分工如下:主编周晋(四川大学)编写了第一篇、第三篇第一节、第二篇第一、二、三节内容;第二篇第四节和第六节由沈妮(成都纺织高等专科学校)编写,第二篇第五节由张惟雯(四川大学)编写,第三篇第二节和第三节由冯雨果(西华大学)编写;主编徐波(四川大学)对全稿进行审阅和修改。

本书中大多数结果均基于可靠的定量生物力学研究所得,为鞋楦舒适度的评价提供了坚实的数据支撑。因此,通过本书三个部分的内容,进一步完善了我国鞋楦行业研究方法和设计方法的科学性,也能够为鞋楦工业实际设计和生产提供科学依据及理论支持。

周晋

2015年11月于成都

目 录

CONTENTS

1 鞋楦概论

1.1 鞋楦的基本概念	1
1.1.1 鞋楦的定义和重要性	1
1.1.2 鞋楦的特点	2
1.1.3 鞋楦的基本构成	3
1.1.4 鞋楦的分类	4
1.2 鞋楦的专业术语和测量方法	5
1.2.1 长度尺寸	5
1.2.2 宽度尺寸	8
1.2.3 高度尺寸	8
1.2.4 围度尺寸	9
1.2.5 角度尺寸	10
1.2.6 凹凸度尺寸	12
1.3 鞋楦的设计流程	13
1.3.1 底弧曲线的定义	13
1.3.2 鞋楦底弧曲线的设计	16
1.3.3 底弧曲线的基本关系	20
1.3.4 鞋楦底样的设计	21
1.3.5 鞋楦的制作流程	23
1.4 楦与脚的关系	24
1.4.1 两种差异的研究	24
1.4.2 脚长和楦长的关系	27

1.4.3 脚围度和楦围度的关系	28
1.4.4 脚的前后跷度和楦的前后跷度的关系	30
1.5 鞋号系统	31
1.5.1 鞋号编制的理论基础	31
1.5.2 鞋号系统的特点	31
1.5.3 鞋号系统发展历史	32
1.5.4 世界鞋号系统	32
1.5.5 法国鞋号系统	33
1.5.6 美国鞋号系统	33
1.5.7 英国鞋号系统	33
1.5.8 中国鞋号系统	34
1.5.9 鞋号转换对照表	34
复习思考题	37

2 鞋楦的舒适度

2.1 生物力学的基本概念	39
2.1.1 运动学的研究	40
2.1.2 动力学的研究	43
2.1.3 足部形态学的研究	43
2.1.4 基础力学概念	45
2.1.5 足踝组织的基础	50
2.1.6 认识足部	56
2.1.7 非正常足部形态的介绍	62
2.2 国内外关于鞋楦舒适度的研究现状	67
2.2.1 鞋楦舒适度的研究现状	67
2.2.2 成鞋舒适度的研究	68
2.3 中国人的脚型规律	71
2.3.1 脚长规律	71
2.3.2 跖趾围长规律	74
2.3.3 脚型规律	75
2.3.4 糖尿病足患者的脚型规律	81
2.4 楦围度与舒适度的关系	85
2.4.1 跟高与围度之间的关系	85
2.4.2 围度的变化对舒适度的影响实验设计	87
2.4.3 跖趾围变化对足部舒适度的影响	90

2.4.4	腰围变化对足部舒适度的影响	93
2.4.5	跗背围变化对足部舒适度的影响	96
2.4.6	最佳的楦围度	99
2.5	楦底弧腰窝区域设计与舒适度的关系	101
2.5.1	鞋楦底弧卡板设计	101
2.5.2	舒适度的评价	112
2.5.3	底弧腰窝设计与舒适度的研究	113
2.5.4	主观舒适度评价	120
2.6	楦底弧缓冲区与舒适度的关系	122
2.6.1	底弧缓冲区的设计	123
2.6.2	缓冲区设计与舒适度的关系	124
	复习思考题	128
3	鞋楦的标准化和数字化设计	
3.1	鞋楦的标准化	129
3.1.1	标准化的概念	129
3.1.2	鞋楦标准化的内涵	131
3.1.3	鞋楦标准化体系建设	132
3.1.4	鞋楦标准化中企业的组织管理流程	133
3.1.5	鞋楦标准化的流程	134
3.1.6	舒适度的评价方法	137
3.2	鞋楦的数字化	142
3.2.1	鞋楦数字化内涵	142
3.2.2	鞋楦数字化的主要内容	143
3.3	鞋楦数字化设计软件在鞋楦设计上的应用	150
3.3.1	鞋楦的导入和识别	150
3.3.2	鞋楦的测量	153
3.3.3	鞋楦的比较分析	153
3.3.4	鞋楦的修改	154
3.3.5	鞋楦级放	157
	复习思考题	158
	参考文献	159

1 鞋楦概论

1.1 鞋楦的基本概念

本节重点介绍鞋楦的本质特点,即解释什么是鞋楦,介绍鞋楦的分类方法和鞋楦的主要种类。

1.1.1 鞋楦的定义和重要性

鞋楦是人体脚部的模型、是替代脚型参与到鞋类设计和生产过程中的载体(图1-1)。鞋楦是鞋的灵魂,是鞋类工业的基础之一。

如何理解鞋楦的重要性对于正确学习鞋楦设计非常重要。首先,鞋楦作为制鞋工业的主要基础性模具之一,在绝大多数的时间内扮演着人脚的角色(图1-2)。没有鞋楦的支撑,鞋就不能成型。鞋楦在帮面设计和绷帮、成型等工艺中



图 1-1 鞋楦(女尖头鞋楦三维图像)

占据主要地位,甚至可以说鞋楦贯穿了整个制鞋过程。在传统手工帮面设计中,设计师通常将美纹纸贴附于鞋楦表面,然后绘制款式线,接下来通过取跷技术将鞋楦的三维空间结构减少为二维平面结构,并实现款式样板的开发;在绷帮时,在手工或机器的作用下,将缝制好的鞋帮面绷在鞋楦上,以便使鞋帮面成型;在贴底成型中,鞋楦成为底部的有力支撑。因此可以说,鞋楦是鞋类工业的最为基础的产品。

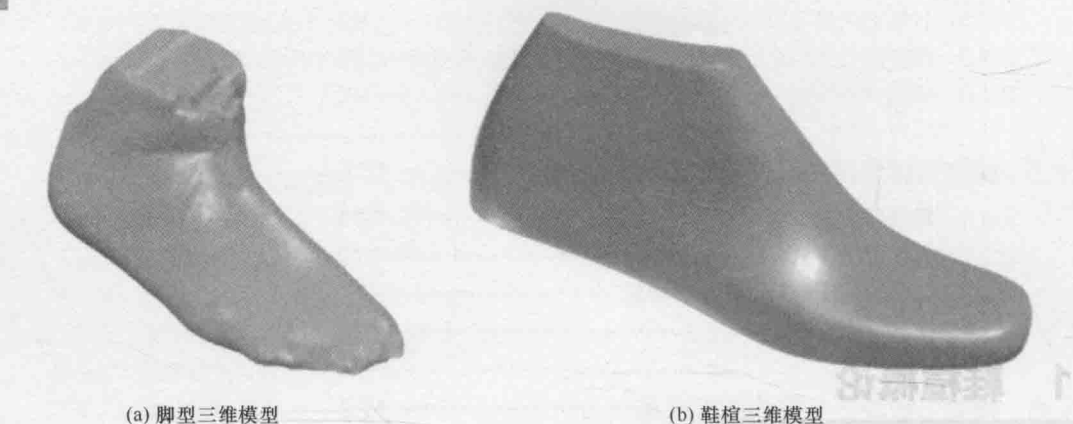


图 1-2 鞋楦与脚型的造型

1.1.2 鞋楦的特点

鞋楦既然是人脚的模型，替代人脚参与到制鞋过程中，那鞋楦的结构和尺寸与脚有着千丝万缕的联系；然而，另一方面，尽管楦与脚联系紧密，鞋楦却又有着自己的特殊性，而特殊性可以归纳为：“源于脚型，不同于脚型”和“具有规范的数据标准，是工业设计的产物”两个方面。接下来我们将对鞋楦这两大方面的特点进行介绍。

(1) 源于脚型，不同于脚型

鞋楦作为脚的模型，数据来源于脚型。鞋楦的所有数据都与脚型息息相关。但是，脚型从外观上看起来并不与鞋楦一致，如图 1-3 所示。鞋楦和脚型在很多方面，如长度、宽度和围度都存在一定的差异。为了进一步对脚型和楦型的差异进行分析，可以对脚型的特征在鞋楦上的映射分段，将脚型和标准鞋楦的各特征段分别标出，如图 1-4 所示，其中， O 点为鞋楦端点， A 点为脚趾端点， B 点为拇趾最突点， C 点为小趾最突点， D 点为第一跖趾关节突出点， E 点为第五跖趾关节突出点， F 点为腰窝点， G 点为踵心点， H 点为后跟部位起点， I 点为脚后跟点。对各特征段进行分析，可以知道鞋楦和脚型的主要差异：鞋楦要总体长于脚型、鞋楦在除跖趾部位外围度均要大于脚型。

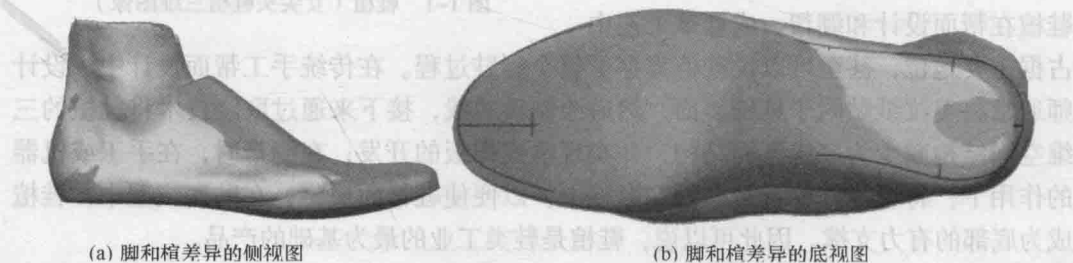


图 1-3 鞋楦与脚型的差异

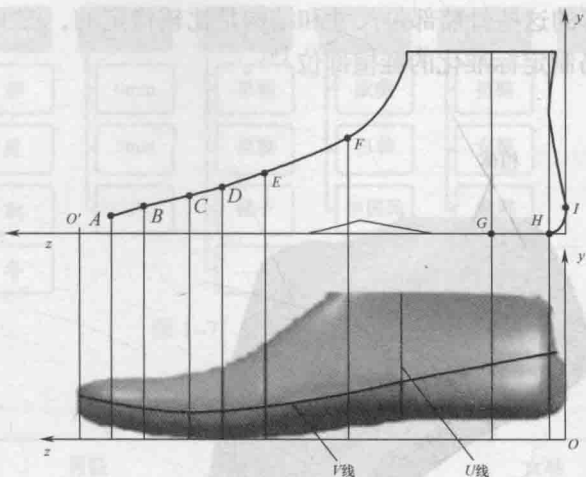


图 1-4 脚型和鞋楦的各特征段示意图

(2) 具有规范的数据标准, 是工业设计的产物

鞋楦的另一个特点是兼具数据性和美学性。简单来说, 鞋楦的数据性体现在作为一个工业产品, 需要满足穿着者的需求, 所以必须具有一定数据尺寸的要求; 而美学性则体现于在保证数据合理的情况下, 需要凸显出不同品牌、风格、季节等流行要素的特质, 从而做到别具一格。

数据性和美学性在鞋楦设计中是一对矛盾的对象。数据性需要使得鞋楦尽可能地符合脚型的结构, 但脚型却是不规则的、多变的结构体, 因此如果鞋楦 100% 地符合脚型, 那么鞋楦不具有美观的造型。随着社会的多元化, 五趾鞋的出现打破了鞋楦和脚型“格格不入”的矛盾, 五趾鞋还具有传统鞋不具备的特点, 如抓地好、平衡控制强等, 但这类鞋楦毕竟是小众。鞋楦的美学性, 特别是中国人的审美要求决定了“小、秀气、精致”必定是女鞋的风格和审美感觉, 这就导致在女高跟鞋的尺寸设计上, 尤其是围度要小于脚型。鞋楦的尺寸结构与脚型差距过大, 会衍生出严重的足部健康和安全问题, 比如由高跟鞋所导致的意外跌倒^[1]、肌肉疲劳^[2-4]、足部畸形^[5]等问题。

由此, 找到数据性和美学性的平衡点是一名优秀鞋楦设计师应该具备的技能。

1.1.3 鞋楦的基本构成

鞋楦的构成有两种分类方法: 第一种方法是將鞋楦分为楦体和底样两个部分, 如图 1-5 所示。鞋楦底样指的是鞋楦的底部曲面, 鞋楦底样代表着鞋楦基本的尺寸功能, 是鞋楦设计中最最为重要的部分; 楦体是鞋楦中除去底样的部分, 楦体的造型体现着鞋楦的艺术气息。第二种方法是將鞋楦分为前、中和后 3 个部分, 如图 1-6 所示, 前部主要是指鞋楦头型, 头型体现着鞋楦主要的造型风格; 中部主要体现跖趾围度, 跖趾围度是控制鞋靴穿脱性的重要指标; 后部也称为鞋楦后身, 楦后身位于脚的距骨、跟

骨和楔骨区域，足部的这些骨骼部位尺寸和结构是比较稳定的，较少出现畸形。因此，鞋楦的后身是最容易制定标准化的鞋楦部位^[6]。

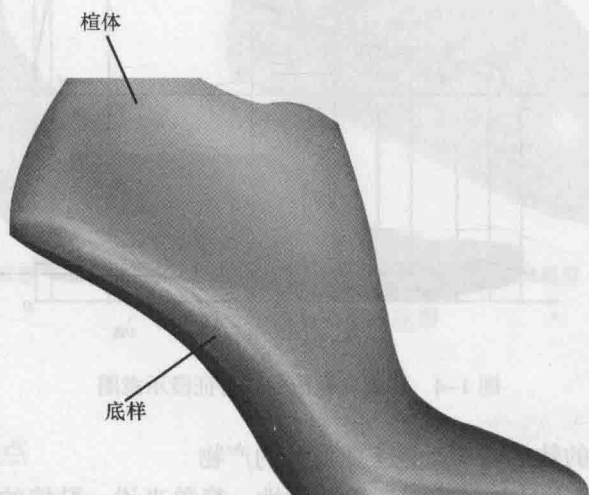


图 1-5 鞋楦的结构分类方法一

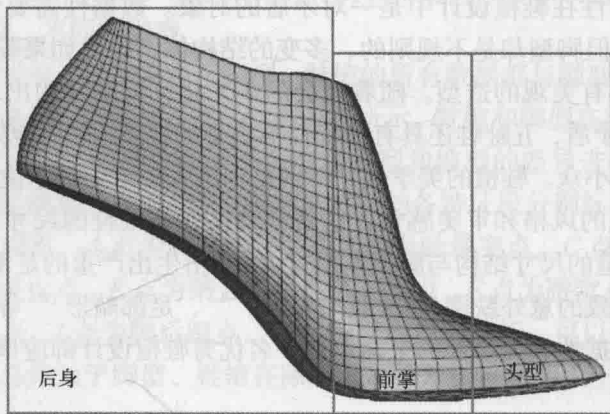


图 1-6 鞋楦的结构分类方法二

1.1.4 鞋楦的分类

鞋楦的分类在很大程度上决定了鞋的分类；同时鞋楦的分类与鞋类企业或是品牌的产品战略息息相关。鞋楦的分类可以按照季节、跟高、形式、风格、适用人群等划分，如图 1-7 所示。常见的鞋楦分类如表 1-1 所示。



图 1-7 鞋楦的风格分类方法

表 1-1 鞋楦的常见种类

分类	男鞋				女鞋			
春	浅口单鞋	深口单鞋	浅口单鞋	深口单鞋	高跟单鞋	高跟水台单鞋	四季单鞋	
夏	凉鞋				中空凉鞋	鱼嘴凉鞋	深口凉鞋	
秋冬	短靴				短靴	中靴	长靴	
正装	正装	正装商务	职场		正装	正装时尚	职场	
休闲、运动	商务休闲	运动休闲	户外运动		运动休闲	时尚休闲	户外运动	

1.2 鞋楦的专业术语和测量方法

本节重点介绍鞋楦在长度、宽度、围度和角度 4 个方面的专业名词、定义方法和测量方法。

1.2.1 长度尺寸

(1) 楦底样长

楦底样长指的是楦底轴线的曲线长度。测量方法为：当鞋楦处于基础坐标状态时（鞋楦的基础坐标指的是具有正确的设计后跷和着地点），在鞋楦当中轴线的横截面上，鞋楦后端点到前端点的曲线距离。如图 1-8 所示， OA 曲线段即为楦底样长。

(2) 楦底长

楦底长指的是楦底轴线的直线长度。测量方法为：当鞋楦处于基础坐标状态时，在鞋楦中轴线的横截面上，鞋楦后突点的投影到前端点的投影的直线距离。如图 1-8 所示， $O_{\text{投影}}A_{\text{投影}}$ 直线段即为楦底长。

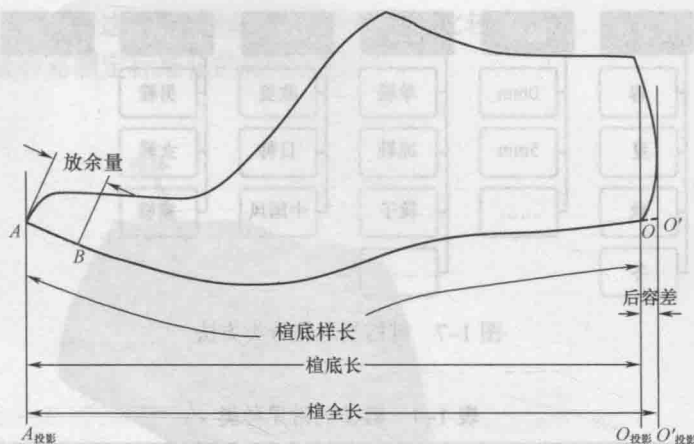


图 1-8 楦底样长

(3) 楦全长

楦全长指的是楦底轴线包括后容差的直线长度。测量方法为：当鞋楦处于基础坐标状态时，在鞋楦中轴线的横截面上，鞋楦后突点投影到前端点的直线距离。如图 1-8 所示， O' 投影 A 投影 直线段即为楦全长。

(4) 放余量

放余量指的是楦底轴线上，长于脚长的部分。测量方法为：当鞋楦处于基础坐标状态时，脚趾端点位置到楦底前端点的长度。如图 1-9 所示， AB 线段为放余量。成人鞋楦放余量通常为脚长的 4%，幼儿鞋楦放余量通常为脚长的 8%。

(5) 脚全长部位点

脚趾端点部位位于楦底轴线上，从后跟端到脚最长脚趾前端点部位的长度即为脚全长。测量方法为： OB 线段长度，如图 1-9 所示。脚全长部位通常为“100% 脚长 - 后容差”。

(6) 拇趾外突点部位长度

拇趾外突点部位位于楦底轴线上，后跟端到脚拇趾最凸点部位的长度。测量方法为： OC 线段长度，如图 1-9 所示。拇趾外突点部位通常为“90% 脚长 - 后容差”。

(7) 小趾外突点部位长度

小趾外突点部位位于楦底轴线上，后跟端到脚小趾最凸点部位的长度。测量方法为： OD 线段长度，如图 1-9 所示。小趾外突点部位通常为“78% 脚长 - 后容差”。

(8) 第一跖趾部位点长度

第一跖趾部位点位于楦底轴线上，后跟端到脚的第一跖趾关节部位的长度。测量方法为： OE 线段长度，如图 1-9 所示。第一跖趾部位通常为“72.5% 脚长 - 后容差”。

(9) 第五跖趾部位点长度

第五跖趾部位点位于楦底轴线上，后跟端到脚的第五跖趾关节部位的长度。测量方法为： OF 线段长度，如图 1-9 所示。第五跖趾部位通常为“63.5% 脚长 - 后容差”。

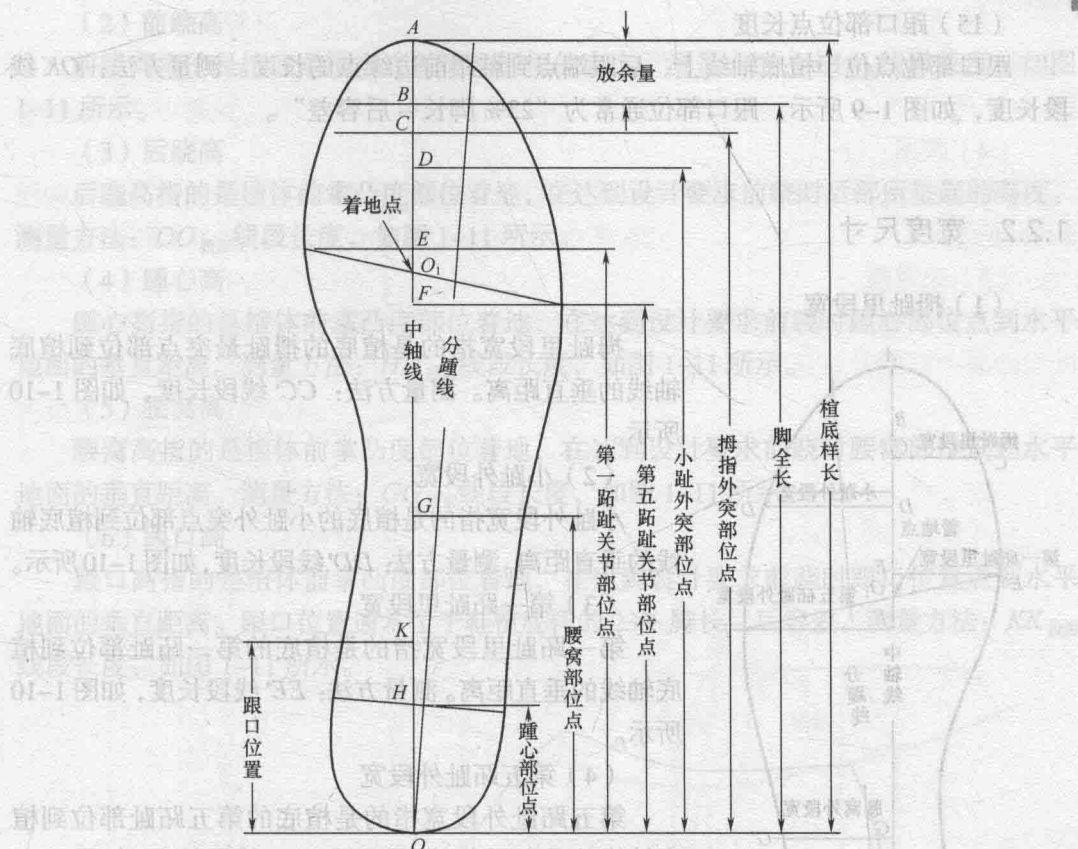


图 1-9 各部位长度示意图

(10) 腰窝部位点长度

腰窝部位位于植底轴线上，后跟 endpoint 到脚的第五跖骨粗隆部位的长度。测量方法： OG 线段长度，如图 1-9 所示。腰窝部位通常为“41% 脚长 - 后容差”。

(11) 踵心部位长度

踵心部位位于植底轴线上，后跟 endpoint 到脚后跟受力中心部位的长度。测量方法： OH 线段长度，如图 1-9 所示。踵心部位通常为“18% 脚长 - 后容差”。

(12) 后容差

后容差指的是植底后 endpoint 与后跟凸点间的投影距离。测量方法： $O_{\text{投影}}O'_{\text{投影}}$ 线段长度，如图 1-8 所示。

(13) 着地点部位长度

着地点部位位于植底中轴线和第一跖趾、第五跖趾连线交点上，通常位于后中心点往前 165mm 处。测量方法： OO_1 线段长度，如图 1-9 所示。着地点通常为“68% 脚长 - 后容差”。

(14) 分踵线

经过踵心部位中心点，平分后跟位置区域的直线段为分踵线。

(15) 跟口部位点长度

跟口部位点位于楦底轴线上, 后跟端点到鞋跟前边缘点的长度。测量方法: OK 线段长度, 如图 1-9 所示。跟口部位通常为“23% 脚长 - 后容差”。

1.2.2 宽度尺寸

(1) 拇趾里段宽

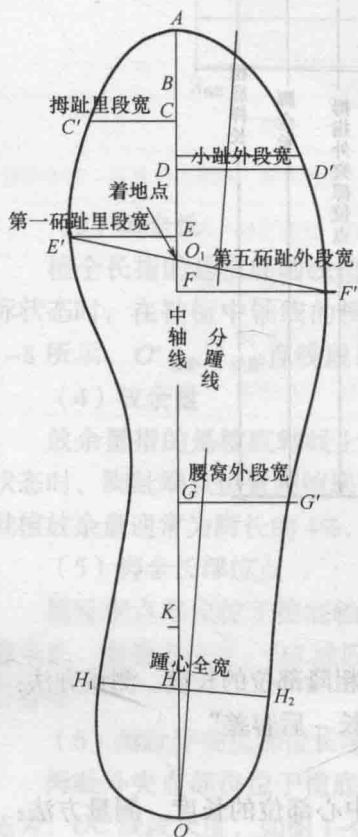


图 1-10 鞋楦底样宽度示意图

拇趾里段宽指的是楦底的拇趾最突点部位到楦底轴线的垂直距离。测量方法: CC' 线段长度, 如图 1-10 所示。

(2) 小趾外段宽

小趾外段宽指的是楦底的小趾外突点部位到楦底轴线的垂直距离。测量方法: DD' 线段长度, 如图 1-10 所示。

(3) 第一跖趾里段宽

第一跖趾里段宽指的是楦底的第一跖趾部位到楦底轴线的垂直距离。测量方法: EE' 线段长度, 如图 1-10 所示。

(4) 第五跖趾外段宽

第五跖趾外段宽指的是楦底的第五跖趾部位到楦底轴线的垂直距离。测量方法: FF' 线段长度, 如图 1-10 所示。

(5) 腰窝外段宽

腰窝外段宽指的是楦底的腰窝部位到楦底外段的宽度。测量方法: GG' 线段长度, 如图 1-10 所示。

(6) 踵心全宽

踵心全宽指的是楦底的位于踵心部位的与分踵线垂直线段的全部宽度。测量方法: H_1H_2 线段长度, 如图 1-10 所示。

(7) 基本宽度

基本宽度指的是楦底的第一跖趾里段宽加上第五跖趾外段宽的尺寸。测量方法: $EE'+FF'$ 线段长度, 如图 1-10 所示。

1.2.3 高度尺寸

(1) 基础坐标

基础坐标指的是鞋楦位于符合设计要求的后跷位置时的坐标位置。