

人类的触觉

我和我触手可及的世界

(意)阿尔贝托·加拉切(Alberto Gallace) 著
(英)查尔斯·斯彭斯(Charles Spence)

涂阳军 译

In Touch with the Future the Sense of Touch from
Cognitive Neuroscience to Virtual Reality

Touch



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

- 国家自然科学基金青年项目“实际触觉特征与替代触觉特征对产品评价的影响：触觉情感反应的作用”（课题编号：71502057）资助成果
- 湖南大学岳麓学者支撑计划项目资助成果



In Touch with the Future the
Cognitive Neuroscience of
Sensory-Motor Interaction

Touch



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

中国·武汉

IN TOUCH WITH THE FUTURE: THE SENSE OF TOUCH FROM COGNITIVE NEUROSCIENCE TO VIRTUAL REALITY was originally published in English in 2014. This translation is published by arrangement with Oxford University Press. Huazhong University of Science and Technology Press is solely responsible for this translation from the original work and Oxford University Press shall have no liability for any errors, omissions or inaccuracies or ambiguities in such translation or for any losses caused by reliance thereon.

IN TOUCH WITH THE FUTURE: THE SENSE OF TOUCH FROM COGNITIVE NEUROSCIENCE TO VIRTUAL REALITY 于 2014 年出版英文原版。该简体中文版经牛津大学出版社授权出版。华中科技大学出版社为该翻译作品的唯一责任人,牛津大学出版社对翻译错误、遗漏、不准确和歧义及其产生的损失不负任何责任。

“Copyright Notice”	Chapters 1—2, 8—10, and 12—15 © Oxford University Press, 2014
	Chapter 3 © American Psychological Association, 2011
	Chapter 4 © Elsevier, 2008
	Chapter 5 © American Psychological Association, 2009
	Chapter 6 © Canadian Psychological Association, 2007
	Chapter 7 © Elsevier, 2010
	Chapter 11 © Wiley Periodicals, Inc. 2011

湖北省版权局著作权合同登记 图字:17-2018-065 号

图书在版编目(CIP)数据

人类的触觉:我和我触手可及的世界/(意)阿尔贝托·加拉切(Alberto Gallace),(英)查尔斯·斯彭斯(Charles Spence)著;涂阳军译. —武汉:华中科技大学出版社,2018. 1
ISBN 978-7-5680-3695-5

I. ①人… II. ①阿… ②查… ③涂… III. ①机器人触觉 IV. ①TP242. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 319039 号

(意)阿尔贝托·加拉切(Alberto Gallace)
人类的触觉:我和我触手可及的世界 (英)查尔斯·斯彭斯(Charles Spence) 著
涂阳军 译

Renlei de Chujue:Wo he Wo Chushoukeji de Shijie

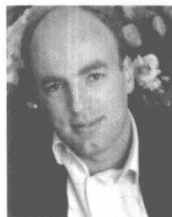
策划编辑:周晓方	责任校对:李 琴
责任编辑:刘 莹	责任监印:周治超
封面设计:原色设计	
出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)	电话:(027)81321913
武汉市东湖新技术开发区华工科技园	邮编:430223
录 排:华中科技大学惠友文印中心	
印 刷:湖北恒泰印务有限公司	
开 本:710mm×1000mm 1/16	
印 张:21.5 插页:4	字 数:469 千字
版 次:2018 年 1 月第 1 版第 1 次印刷	
定 价:168.00 元	



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究



阿尔贝托·加拉切 (Alberto Gallace)：意大利米兰比可卡大学心理生理与应用认知神经科学副教授。主要研究触觉和触觉感知、消费者神经科学、空间表征和疼痛加工。他出版了两部著作，发表了80多篇科学论文（含书中章节）。就如何设计“取悦”人们感官和激发人们（积极）情绪体验的产品及服务而言，阿尔贝托·加拉切在跨通道交互作用方面的研究将起到极大的帮助。



查尔斯·斯彭斯 (Charles Spence)：世界著名的实验心理学家，教授。长期专注于神经科学启发式感官跨通道设计。其研究旨趣在于：大脑是如何加工来自我们不同感官（如嗅觉、味觉、视觉、听觉和触觉）的信息以形成丰富多样的感官体验，最终满足我们的日常生活。自1997年在牛津大学实验心理学系建立跨通道研究实验室（CRL）以来，他曾与多家全球性大公司进行过合作。斯彭斯教授发表了800多篇论文，有超过10卷本且深受欢迎的编著或科普著作问世，其中包括获得2014年度散文大奖的《完美的一餐》（*The Perfect Meal*），以及最近出版的畅销书《美食物理学：吃的新科学》（*Gastrophysics: The New Science of Eating*）（2017，维京企鹅图书公司）。斯彭斯教授最近的研究主要集中在提升食物和饮料的多感官体验的设计上。

涂阳军，现为湖南大学教育科学研究院副教授，基础心理学博士。

ABSTRACT

内 容 提 要

这是一本关于人类触觉的专著,它不但内容新颖、广泛、权威,且语言生动活泼。

本书所引材料均是最近几年在各权威出版物上发表的最新研究成果,具体涵盖了触觉的生理基础、触觉认知、触觉研究的应用领域以及触觉研究的未来展望等。原作者目前仍是人类触觉研究领域非常活跃的“科研达人”,其中斯彭斯教授目前供职于牛津大学。两位作者将鲜活生动的生活案例融入到有点“枯燥”的触觉研究成果中,使本书读起来通俗易懂。

本书将惠及大量对人类触觉感兴趣的普通读者,包括外科医生、护士、教师、神经科学家、营销专家、心理学者、机械工程研究者、艺术设计者、网游爱好者等,都将从本书获取到一些有用的新知识。

决定写一本有关触觉的专著之始,就深感任务艰巨,毕竟市场上与触觉有关的专著仍较少(触觉是感觉中的老大,至少就覆盖全身的受体数量而言是这样的)。目前仍无人真正尝试过将有关触觉的理论与应用层面结合起来。我们认识到在许多不同的人类活动中,触觉在很大程度上被忽略了。本书旨在整合有关触觉的广泛内容(当然包括理论与实践两个层面,以及许多被忽略的方面)。背负着该使命,我们完成了此书,本书的对象包括对神经科学感兴趣的学生,此外还有着更为广泛的读者,如工程师、机器人专家、市场营销专家、心理治疗师、艺术家等。总之,许多专业工作者的工作内容将与人类触觉的联系越来越紧密。

我们完全没料到此书引起了如此巨大的反响。我们在写作此书之初的理念得到了全球许多研究者或普通民众的认可与赞赏。自此书英文版出版以来,对触觉神经科学和触觉技术的商业化应用已经出现了井喷式的发展,这一点令我们非常震惊。除了极少数例外,在许多商店的技术产品和电子产品陈列货架上的每个设备(从咖啡机到洗碗机),现在似乎都被安装了某种特定类型的触摸屏或设置了触觉反馈。例如,回溯到2015年,Immersion公司(目前是全球发展触觉技术的顶尖企业之一)自信地宣称使用其触觉技术的数字设备已经达到了30亿台。有意思的是,尽管电子产品口袋化得到了飞速发展,但仍存在着一种“逆流”,特别是在年轻人中,他们更喜欢阅读纸质书而非电子书(<https://www.theguardian.com/books/2017/03/14/ebook-sales-continue-to-fall-nielsen-survey-uk-book-sales>)。更有意思的是,如果纯粹为了满足阅读的乐趣而非为了商业或受教育的目的,人们对纸质书的偏好会更为强烈(<http://www.edweek.org/ew/articles/2016/11/09/do-digital-natives-prefer-paper-books-to.html>)。这可能也表明,目前的技术创新还远未达到可以成功取代或重现与目标接触时产生的触觉愉悦的程度(或许,正如雅克德里达(Jacques Derrida)

① 原书无作者序。受译者的邀请,两位作者特为中文版写了此序。

在其著作《纸机》(*Paper Machine*)中所提到的:“电子书只不过是阅读技术进化的其中一个阶段而已”)。旧书散发出的“特殊的”气味也成为人们阅读中所获得的多感觉总体体验的一部分(<https://www.theguardian.com/books/2017/04/07/the-smell-of-old-books-science-libraries>)。无论人们偏好什么,这个例子,还有其他许多类似的例子,必将对未来触觉技术的发展构成重大挑战。

自此书英文版出版以来,人们在广告中比以往更频繁地使用“触觉营销”一词,其目的是在产品和消费者之间创造一种情感上有意义的联系(甚或促进亲社会行为: Wang, Zhu& Handy, 2016; 或增强对销售人员的信任感: Orth, Bouzdine-Chameeva& Brand, 2013)。在一个产品包装的视觉特征已经被最大化其营销价值的时代,市场急需一种新的营销特征(Gallace, 2015; Spence, 2016),而触觉,特别是其与既定“品牌个性”相融合时(Sundar& Noseworthy, 2016),已经开始慢慢成为包装创新领域的“新宠”。现今最能描述新材料发展趋势的词汇莫过于“智能”(smart)与“环境友好”(eco-sustainable)。如果不对材料与皮肤接触时的触觉体验/感知详加考虑,任何冠以此词汇意义的概念都不可能引领材料领域的创新。仅仅引用了几位知名的材料工程师和建筑师的观点(Pallasmaa, 1994, 1996),即可知道他们对触觉受体和神经纤维的重要性有着非常深刻的认识,也了解诸如“触觉饥饿”(touch hunger),“皮肤兔跳幻觉”(cutaneous rabbit)和“点石成金效应”(midas touch effect),这些在本书中均已详加论述。这些专业人士开始用触觉的语言来谈论其专业问题(需要注意的是许多知觉效应已经在虚拟现实得以成功复现: Haans, de Bruijn& IJsselsteijn, 2014)。鉴于目前该领域仅为少数几位领军人物所涉猎,因此,要说对该领域的研究结果感到满意也实为牵强。

近些年间,另一个得以快速发展的领域涉及可穿戴接口/界面设备。这些设备(从手表到裤子和皮带)可被人们穿戴在身上,向其提供关于内部身体状态(如生物反馈)或外部事件的额外信息(参见本书提及的拥抱衫和 Honig, 2013 年的例子,通过一根绑带就可引导人们的注意点)。例如,我们最近发明了一项技术,可从一个新的运动胸罩中获取一切信息(通过一定的算法),该技术可帮助我们识别穿戴者上隔膜中的特定运动模式并确定用户的压力水平,进而发出振动以提醒使用者/佩戴者改变姿势、深呼吸以改变并尽可能地降低其压力水平(<http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-4429114/Sports-bra-VIBRATE-stressed.html>)。

“苹果手表”可能是我们这个时代最受欢迎的可穿戴小配件之一,它也通过振动(就像每个手机设置的振动模式)来通知用户某个事件(例如来电)。HTC 公司最近公布将于 2017 年春推出新一代“可挤压电话”(squeezeable phones: <https://www.theverge.com/2017/5/16/15643668/htc-wants-you-to-squeeze-its-new-phone>),这极可能改变,甚至进一步美化使用便携技术用户的触觉体验,这似乎表明具有触觉功能的设置在可预见的未来将会有十分灿烂的发展前景。

近些年来有关触觉的研究终于可以在食品知觉和营养研究领域拥有一席之地。

世界各地的厨师和美食家都开始更细致地考虑食物(材质、重量和形状)的触觉特征以及盛装食物的容器的触觉特征(Spence, 2017)。例如,市场上已经推出了一种被称为“味浓”的系统(Gravitamine spice),消费者对食物味道的体验会通过一个给餐具增加虚拟重量的装置来加以调节(Hirose, Iwazaki, Nojiri, Takeda, Sugiura & Inami, 2015; Maggioni, Riso, Olivero & Gallace, 2015: 有关容器重量对矿泉水味道感知影响的研究)。令人感到满意的是,触觉可以很美丽这一理念终于开始得到认可(Brielmann & Pelli, 2017)。你将在本书中找到与之相关的整整一章的内容,其为触觉艺术、触觉审美和产品设计的研究奠定了基础。

本书中,我们充分论及了特定触觉感知(如受到CT纤维调节的)在提升我们感官美感中的重要性。有意思的是,最近该领域取得的新进展已经促使一种新设备得以发明,该设备能够通过有害刺激临近过程中所传递的机械振动来重现轻微的疼痛感(至少相当于因注射所带来的疼痛: <https://www.wsj.com/articles/less-painful-injections-using-vibrating-devices-1399328015>)。我们预期此类系统在最近几年间将快速发展起来,但前提条件是要深入理解疼痛、触觉和负责保护身体的各系统间的复杂关系,该主题在本书中也有论及。

有意思的是,中国也在触觉技术发展中处于领先地位。2015年,Immersion公司与中国乐视公司发起了一项合作计划。其目的是提升手机使用者的触觉体验,同时赋予消费者因触觉带来的乐趣以及融入更多与触觉相关的设计(使20世纪70年代Bach-Y-Rita和柯林斯有关“触觉电视”的预言成为现实(Collins, 1970),使触觉技术更为真实; <https://www.immersion.com/the-story-with-china-the-surge-in-tactile-user-experiences/>)。

自本书英文版出版以来,我们相信“虚拟现实/现实增强”(augmented reality, AR)仍处于萌芽期,仍是一个急需发展的领域(Kapralos, Collins & Uribe-Quevedo, 2017: 最近有关人类感官在模拟虚拟现实具有重要作用的论述)。随着诸如虚拟现实眼镜(oculus rift)或谷歌眼镜等消费者可承担得起的技术的流行和阻碍该领域快速发展的问题的解决(例如感觉和认知过载),视觉虚拟现实得以快速发展起来。除游戏外(如虚拟现实游戏《精灵宝可梦:Go》,任天堂出口的一款游戏; <https://www.theguardian.com/technology/2016/07/12/pokemon-go-becomes-global-phenomenon-as-number-of-us-users-overtakes-twitter>),应用领域对虚拟现实技术的需求非常迫切,因为其可为使用者提供更多使用时的额外信息(Aaltonen & Laarni, 2017)。上述一切均为以视觉为中介的虚拟现实技术,但虚拟现实中以触觉为中介又如何呢?在全球性会议上,各研究者仍在热议到底什么是触觉虚拟现实,或触觉虚拟现实应该怎样?但有关此问题的答案似乎并不一致。触感增强,是人造刺激叠加在更多的天然刺激上,还是我们努力寻找用“放大”(或甚至从未经历过的体验)的触觉来替代真实的触觉?考虑下面的情境,即用户可以“触摸”纳米技术的隐形微结构特性(即“触摸不可及”),我们可能对触觉增强的理解更接近后者,而不是前者,即对物理“自然”纹理的现实渲

染(无论它们实际可能如何)。然而,一种能够向医生在接触患者手腕时提供触觉增强感的界面(需要时增强来自路面振动的汽车),如放大心跳感知,可能与对真实信号的适当“叠加”更类似,这会指向前者(有关触感增强的解释)。

事实上,就在写作本序的时候,从目前的技术进展来看,向皮肤同一位置提供真实和“增强的”触觉刺激听起来仍是一个巨大的挑战(尽管在增强现实振动背心上已经投入了大量研究经费)。不管怎样,所有阻碍此技术发展的障碍终将被克服。总的看来,我们相信触觉研究的未来将十分灿烂,而中国的研究者和专家学者必将在此领域做出巨大的贡献。

阿尔贝托·加拉切 查尔斯·斯彭斯

2017年6月8日

A 部分 实验室中的触觉 1: 触觉简介

第 1 章 引言 /2

1.1 触觉的世界 /2

1.1.1 触觉很重要 /2

1.2 触觉研究简史 /7

1.3 内容概要 /13

第 2 章 触觉的基础: 躯体感觉系统的组织 /14

2.1 引言 /14

2.2 触觉感受器/受体 /15

2.3 触觉信息传导至中枢神经系统的途径 /19

2.3.1 CT 纤维: 传递触觉快乐体验的优先路径 /21

2.3.2 上行神经通路 /22

2.4 中枢神经系统 /22

2.4.1 躯体感觉皮层的组织 /22

2.4.2 绕过 S1: 传导触觉信息的第二条通路 /27

2.5 结论 /27

第 3 章 触觉组织 /29

3.1 引言 /29

3.2 知觉完形 /33

3.3 接近性与相似性 /38

3.3.1 利用似动研究接近性与相似性的影响 /39

3.3.2 格式塔分组发生于触觉信息加工的早期还是晚期? /41

3.4 “出现”原则: 触觉通道的图形/背景分隔 /45

- 3.5 共同命运 /48
- 3.6 触觉感数与触觉分组 /49
- 3.7 分组与“触觉感知域”概念 /51
- 3.8 多感官场景知觉中的分组 /52
- 3.9 跨通道一致性体现了跨通道相似性分组吗? /54
- 3.10 结论 /55

B 部分 实验室中的触觉 2: 影响触觉的高阶因素

第4章 触觉意识 /60

- 4.1 引言 /60
- 4.2 数量判断(“多少”的问题) /62
 - 4.2.1 空间数量判断 /62
 - 4.2.2 同时和短暂(呈现刺激物)的数量判断感知 /65
- 4.3 变化盲视 /68
- 4.4 非注意盲视/无意盲视 /71
- 4.5 记忆与意识:“触觉当下” /72
- 4.6 触觉意识:“在哪里”的问题(身体、空间或两者) /74
 - 4.6.1 截肢中对幻肢的感觉 /77
 - 4.6.2 皮肤上的兔子:皮肤跳跃幻觉 /78
- 4.7 触觉幻觉:旁观者眼中的触觉 /80
- 4.8 触觉意识的神经心理:麻木、忽略与消亡 /82
 - 4.8.1 空间忽视与消失 /84
 - 4.8.2 忽视与消失现象中对触觉信息的内隐加工 /86
- 4.9 触觉意识的生理心理机制 /89
- 4.10 结论 /91

第5章 触觉记忆 /97

- 5.1 引言 /97
- 5.2 外周和中枢触觉记忆:与视觉记忆类似吗? /100
 - 5.2.1 人们对触觉位置的记忆 /101
- 5.3 触觉表征:真是单通道吗? /106
 - 5.3.1 对主动触觉探索目标的记忆 /107
 - 5.3.2 人脸触觉记忆 /110
 - 5.3.3 对身体的触觉记忆 /112
 - 5.3.4 心理意象与触觉记忆 /114
- 5.4 盲者的触觉记忆 /116
- 5.5 触觉记忆的发展 /118

5.6	触觉内隐记忆	/119
5.7	触觉记忆的神经关联:模块化结构	/122
5.7.1	“什么”与“在哪”:触觉表征的双通路系统	/125
5.8	结论	/127
第6章	触觉注意	/130
6.1	引言	/130
6.2	触觉与注意	/131
6.3	内生性空间注意	/132
6.4	外生性空间注意	/134
6.5	姿势改变对触觉注意的作用	/136
6.6	返回抑制	/137
6.7	外生空间导向自上而下的调节	/137
6.8	身体表面触觉信息加工的注意限制	/139
6.9	结论	/141
第7章	皮肤上的爱抚:触觉的社会层面	/143
7.1	引言	/143
7.2	年龄、性别和文化差异对人际触觉的影响	/145
7.3	对人际触觉的影响研究	/147
7.3.1	触觉的治愈力量	/151
7.3.2	伴侣间的触觉	/153
7.4	人际触觉的神经基质	/154
7.5	触觉发展:作为一种交流系统	/156
7.6	结论	/159
第8章	身体界线之外:触觉与身心表征的关系	/161
8.1	引言	/161
8.2	“橡胶手错觉”:什么时候人造目标物成了我们自身的一部分	/163
8.2.1	面孔错觉	/165
8.2.2	全身错觉与抛弃自己的身体	/165
8.3	身体大小调整错觉(或最快减肥的方式)	/168
8.4	虚拟世界中的虚拟身体	/169
8.4.1	性别转换只需轻点鼠标	/170
8.5	心与身的关系:身体所有权调节的生理后果	/172
8.6	身体所有权的神经基质	/174
8.6.1	影像扫描器下的身体所有权	/174
8.6.2	身体矩阵	/174
8.7	结论	/176

C 部分 现实世界中的触觉 1: 克服触觉信息加工过程中的局限性**第 9 章 触觉技术 /178**

- 9.1 引言 /178
- 9.2 手术室中的触觉:机器人与虚拟手术 /179
- 9.3 虚拟触觉:虚拟现实中的触觉、触觉渲染 /183
- 9.4 触觉放大现实:面临感觉剥夺与衰退的工具 /189
- 9.5 触摸屏、触觉设备及触觉使用界面 /190
- 9.6 触觉替代系统 /192
- 9.7 虚拟交流时代的人际触觉 /197
- 9.8 模拟性交与未来的性 /200
- 9.9 结论 /203

第 10 章 触觉与多感觉警示信号 /204

- 10.1 引言 /204
- 10.2 评估警示信号和信息展示的成本与收益 /205
- 10.3 触觉警示信号:唤醒昏昏欲睡的驾驶员 /208
- 10.4 触觉警示信号:捕捉分神的驾驶员的注意 /209
- 10.5 降低过载驾驶员的工作负担 /212
- 10.6 触觉信息展示的未来(针对驾驶员) /214
- 10.7 结论 /215

D 部分 现实世界中的触觉 2: 提升触觉设计中的情感性成分**第 11 章 市场中的触觉:借助触觉销售 /220**

- 11.1 引言 /220
- 11.2 感官产品设计 /224
 - 11.2.1 构建产品的多重感官体验 /226
 - 11.2.2 多感官整合的最大似然估计 /226
- 11.3 消费者对触觉的需求 /227
 - 11.3.1 触觉饥渴 /227
 - 11.3.2 触觉在零售行业是个有用的工具 /227
 - 11.3.3 触觉属性和产品评价 /229
 - 11.3.4 包装在产品评价方面的作用 /230
 - 11.3.5 触觉需求的个体差异 /234
- 11.4 触觉品牌不太容易塑造 /236
- 11.5 感知神经科学通向触感 /238
 - 11.5.1 为实现营销的目的来破解大脑的密码? /240

11.5.2	触觉和愉悦	/242
11.6	为一个产品的触觉特质做广告	/242
11.7	触觉营销目前的挑战	/243
11.7.1	针对老龄人口锋刃触觉营销	/243
11.7.2	未来的研究方向	/244
11.7.3	在虚拟消费时代下的触觉营销	/247
11.8	结论	/248
11.9	鸣谢	/250
第12章	博物馆中的触觉:雕塑、艺术、美学、视觉损伤	/251
12.1	引言	/251
12.2	艺术家的观点	/253
12.3	触觉、视觉美学:相似性	/255
12.3.1	格式塔原理	/255
12.3.2	平均	/256
12.3.3	记忆	/256
12.3.4	超刺激	/257
12.4	触觉美学:除视觉之外	/258
12.5	博物馆里的触觉	/260
12.5.1	如何制作完美的触觉仿制品?	/261
12.5.2	触觉仿制品:视觉再现的类比	/262
12.6	美学的神经科学:触觉?	/262
12.6.1	美学和愉悦	/264
12.7	结论	/265
第13章	卧室里的触觉:性行为中触觉的作用	/267
13.1	引言	/267
13.2	“敏感带”的概念:文化、心理、哲学视角	/268
13.3	触觉诱发的荷尔蒙分泌	/273
13.4	性愉悦中C类神经纤维的作用	/275
13.5	愉悦的触觉和中枢机制	/276
13.5.1	快感中心	/278
13.6	结论	/278
第14章	餐厅里的触觉:一种美食的触感	/279
14.1	引言	/279
14.2	在餐厅的感觉	/280
14.2.1	(酒)菜单的重量	/281
14.2.2	玻璃餐具的重量	/282

- 14.2.3 葡萄酒瓶的重量 /282
- 14.3 盘子的感觉 /284
- 14.4 餐具的重量和感觉 /286
- 14.5 食物和饮料的口感和口-体感方面 /289
- 14.6 餐厅触觉的社交方面 /293
- 14.7 餐厅触觉的未来 /294
 - 14.7.1 即将到来的虚拟食物 /294
- 14.8 结论 /295

E 部分 结论

- 第 15 章 触觉研究的未来 /298
 - 15.1 触觉多感觉的未来 /298
- 索引 /307
- 后记 /331

A 部分

实验室中的触觉 1:触觉简介

第 1 章

引言

1.1 触觉的世界

1.1.1 触觉很重要

何为真？美丽的日落？抑或漂亮山景中消融的冰水？眼睛所及的某些令人惊讶的事物，有时却令我们无法分辨“真假”。为了确证我们想象之外的事物是否“真实存在”，我们能做些什么呢？对了，我们摸一摸就知道了。《圣经》记载，圣·托马斯(Saint Thomas)用手指触摸耶稣的脸颊以确信其是否真的复活(见图 1.1)。人们通常认为触觉不易被欺骗或愚弄，就此而言，它使我们感受到世界真实的存在！事实上，直到最近(Ernst & Banks, 2002; Rock & Victor, 1964; Gori, Del Viva, Sandini & Burr, 2008)人们才相信“触觉引导了视觉”(touch educates vision)，这与落入视网膜的影像(视知觉)完全不同，视知觉是触觉体验的结果(Gregory, 1967)。

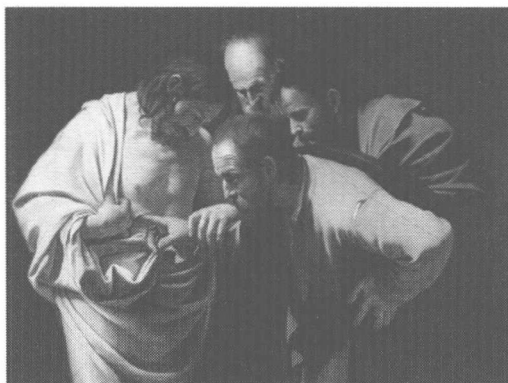


图 1.1 圣托马斯, 1602 1603(油画), 米开朗基罗·梅里西·达·卡拉瓦乔(1571—1610)/无忧宫, 波茨坦, 德国勃兰登堡/阿里纳利/布里奇曼艺术图书馆