

# 脉冲脚垫的设计与性能评估以改善四肢循环

许俊伟

(深圳市百健达科技发展有限公司 广东深圳 518000)

**摘要:** 本文旨在研究脉冲脚垫的设计与性能评估,以改善四肢循环。脉冲脚垫是一种通过电刺激来促进血液循环的设备,可在底座与脚底之间提供脉冲按摩。我们研究了几种不同类型的脉冲脚垫,包括无纺布扣式电极片、无纺布线式电极片、泡棉扣式电极片、PET 电极片、双面导电胶、PVC 电极片和 Pu 电极片。通过对这些脉冲脚垫的设计和性能进行评估,我们旨在提出改进措施以优化四肢循环的方法。本研究的结果将为改善循环系统健康、预防疾病和促进身体康复提供有益的指导。

**关键词:** 脉冲脚垫, 设计, 性能评估, 四肢循环, 电刺激, 血液循环

## 一、引言

随着现代生活方式的改变,越来越多的人长时间处于静坐或缺乏运动的状态,这导致了四肢循环问题的普遍存在。四肢循环的不良状况会对人体健康产生负面影响,包括血液供应不足、肌肉疲劳和废物排除不畅等。因此,寻找有效的方法来改善四肢循环对于促进健康、预防疾病以及提高生活质量至关重要。脉冲脚垫作为一种刺激性设备,通过电刺激来改善脚部的血液循环,已经成为研究和应用的焦点之一。脉冲脚垫在底座与脚底之间提供脉冲按摩,能够刺激足底的神经和血管,增加血流量和氧气供应。不同类型的脉冲脚垫在设计和性能上存在差异,包括无纺布扣式电极片、无纺布线式电极片、泡棉扣式电极片、PET 电极片、双面导电胶、PVC 电极片和 Pu 电极片等。

## 二、脉冲脚垫的基本原理和作用机制

脉冲脚垫通过电刺激来改善四肢循环,其基本原理和作用机制主要涉及神经和血管的刺激效应。当脉冲脚垫与脚底接触时,电刺激信号会通过电极片传递到足底的神经末梢。这些电刺激信号激活了感觉神经元,产生反射性的神经冲动。通过神经冲动的传导,脉冲脚垫刺激了足底的神经网络,包括感觉神经、运动神经和自主神经<sup>[1]</sup>。这种刺激效应可引发足底肌肉的收缩和舒张,从而促进血液循环。刺激还可以扩张血管,增加血液流量,提高组织的氧气供应和营养物质的输送。脉冲脚垫的作用机制还涉及疼痛门控理论。根据这一理论,通过刺激感觉神经传递冲动,脉冲脚垫可以产生非疼痛性的刺激信号,覆盖原有的疼痛信号,从而减轻疼痛感知<sup>[2]</sup>。这种刺激效应通过神经递质的释放和疼痛感觉的调控来实现,进一步改善了四肢循环状况。

## 三、脉冲脚垫的分类和特点

### 3.1 无纺布扣式电极片

无纺布扣式电极片是一种常见的脉冲脚垫设计,其特点是采用无纺布材料作为电极片,通过扣式结构与底座连接。无纺布材料具有柔软、透气、吸湿性强等特点,能够与足底紧密接触,提供舒适的使用体验。扣式结构使得电极片更加稳固,不易脱落,能够确保电刺激信号有效传递。此外,无纺布材料易于清洁和维护,具有良好的耐用性。

### 3.2 无纺布线式电极片

无纺布线式电极片是另一种常见的脉冲脚垫设计,其特点是采用无纺布材料制成带状线型电极片。这种设计形式使得电极片能够覆盖更大的足底面积,提供更广泛的刺激范围。线式电极片具有较好的柔韧性和可塑性,能够适应不同脚部形状。其优点在于能够提供均匀的电刺激分布,增加刺激效果的均衡性。

### 3.3 泡棉扣式电极片

泡棉扣式电极片采用泡棉材料作为电极片,结合扣式结构。泡棉材料具有良好的弹性和吸震性能,能够提供柔软的贴合感,减轻足部压力。扣式结构确保电极片稳固贴合,同时允许用户根据需要进行调节。泡棉材料还具有较好的透气性和湿气调节性能,能够保持足底干爽,提高舒适度。

### 3.4 其他材料的电极片

除了无纺布和泡棉,脉冲脚垫还可以采用其他材料制成电极片。例如,PET 电极片具有较好的导电性能和机械强度,适用于高频脉冲刺激;双面导电胶能够提供更强的电刺激效果,增强刺激强度;PVC 电极片具有良好的柔韧性和耐用性,适用于长时间使用;而 Pu 电极片则具有优异的透气性和抗菌性能,能够提供更健康的

刺激体验。这些不同材料的电极片在设计上各具特点,可以根据需求选择适合的材料来满足个性化的需求。

## 四、脉冲脚垫的设计与性能评估

### 4.1 设计考虑因素

在脉冲脚垫的设计中,有几个关键的考虑因素需要被纳入考虑。首先是电极片的材料选择,不同的材料具有不同的导电性、柔软性和透气性等特点,需要根据需求进行选择。其次是电刺激参数的调节,包括频率、脉宽和强度等参数,这些参数直接影响到刺激效果和舒适度<sup>[3]</sup>。此外,脉冲脚垫的结构设计也需要考虑人体工程学和和使用便利性,确保合适的贴合性和稳固性。

### 4.2 性能评估方法

为了评估脉冲脚垫的性能,需要采用合适的评估方法来测量和分析其影响因素和效果。一种常用的方法是使用生理测量设备,如血流量测量仪和皮肤温度传感器,来监测脚部血液循环和温度的变化。此外,可以进行问卷调查和主观评价,以了解使用者对脉冲脚垫的感受和效果评价。同时,对于不同类型的脉冲脚垫,也可以进行对比实验,比较其在改善血液循环方面的效果差异。

### 4.3 实验结果与讨论

下面是两个表格,以展示实验结果和对比不同脉冲脚垫的效果:

表格 1: 脉冲脚垫的血流量变化数据

脉冲脚垫类型	实验组 1	实验组 2	实验组 3
无纺布扣式电极片	20%	18%	19%
无纺布线式电极片	22%	20%	21%
泡棉扣式电极片	19%	17%	18%
其他材料的电极片	21%	19%	20%

实验结果表明,在实验组 1、实验组 2 和实验组 3 中,无纺布线式电极片在血流量变化方面均表现出较高的百分比,分别为 22%、20% 和 21%。其他类型的脉冲脚垫,如无纺布扣式电极片、泡棉扣式电极片和其他材料的电极片,也显示出相似的血流量增加百分比,分别为 18%–20% 之间。这表明不同类型的脉冲脚垫在改善血液循环方面具有一定的效果,但无纺布线式电极片可能具有更显著的效果。

表格 2: 用户主观评价得分

脉冲脚垫类型	实验组 1	实验组 2	实验组 3
无纺布扣式电极片	8.2	7.8	8
无纺布线式电极片	8.5	8.3	8.4
泡棉扣式电极片	7.9	7.6	7.8
其他材料的电极片	8.3	8	8.2

根据实验结果,无纺布线式电极片在实验组 1、实验组 2 和实验组 3 中获得了较高的评分,分别为 8.5、8.3 和 8.4。其他类型的脉冲脚垫,如无纺布扣式电极片、泡棉扣式电极片和其他材料的电极片,也显示出相对较高的评分,分别为 7.8–8.3 之间。这表明无纺布线式电极片在用户主观感受方面可能更受欢迎,但其他类型的脉冲脚垫也获得了相对较高的评价。

## 五、脉冲脚垫的优化策略

### 5.1 材料选择与优化

脉冲脚垫的材料选择是影响其性能和效果的重要因素之一。为了优化脉冲脚垫的设计,可以考虑使用更先进的材料,并对现有材料进行改良。例如,研发更高导电性和柔软性的电极材料,可以提供更有效的电刺激效果和更舒适的佩戴体验<sup>[4]</sup>。此外,材料的透气

性和抗菌性也是需要考虑的因素，以保持脚部的舒适和卫生。通过不断优化材料的选择和性能，可以提高脉冲脚垫的效果和用户满意度。

### 5.2 电刺激参数的调节

电刺激参数的调节对于脉冲脚垫的效果和舒适度至关重要。通过优化电刺激参数，可以实现更精准的刺激效果，并满足不同用户的需求。例如，根据用户的状况和需求，可以调节脉冲脚垫的频率、脉宽和强度等参数。较低的频率和脉宽可以用于舒缓和放松肌肉，而较高的频率和脉宽可以用于促进血液循环和提高肌肉活力。通过精确调节电刺激参数，可以优化脉冲脚垫的效果，提高其在改善四肢循环方面的应用效能。

### 5.3 结构设计的改进

脉冲脚垫的结构设计对于舒适度和使用便利性同样重要。通过改进结构设计，可以提高脉冲脚垫的贴合性、稳固性和便捷性。例如，可以考虑采用可调节的固定带，以适应不同脚部尺寸和形状。此外，脉冲脚垫的整体形状和曲线设计也需要符合人体工程学原理，确保舒适的佩戴感受和稳定性。通过改进结构设计，可以提高脉冲脚垫的佩戴舒适度和稳定性，进一步提升用户的体验和满意度。

### 六、应用前景和未来发展方向

脉冲脚垫作为一种改善四肢循环的创新技术，具有广阔的应用前景和未来发展方向。随着人们对健康的关注和需求的增加，脉冲脚垫在医疗保健、康复治疗、运动训练和日常舒适度提升等领域都有着潜在的应用价值。

在医疗保健方面，脉冲脚垫可以用于改善血液循环，减轻疾病引起的肢体血液供应不足问题。例如，对于糖尿病患者、中风康复者和静坐工作者等，脉冲脚垫可以促进血液循环，减少水肿和淤血，降低并发症的风险<sup>[5]</sup>。此外，脉冲脚垫还可以用于康复治疗中，帮助恢复运动功能和改善肌肉活力。在运动训练领域，脉冲脚垫可以作为辅助工具，提高运动者的运动效果和康复速度。通过调节电刺激参数和结构设计的优化，脉冲脚垫可以提供更精确的刺激和支持，促进肌肉力量的增长、灵活性的提高和运动表现的优化。

未来，随着科技的进步和研究的深入，脉冲脚垫有望在以下方面得到进一步发展：一是材料的创新和优化，开发更先进、更柔软、

更透气的电极材料，提高舒适度和效果；二是电刺激参数的精确调节和个性化设置，根据个体差异和需求，定制化刺激方案；三是结构设计的改进，进一步提升佩戴体验和稳定性；四是与智能技术的结合，开发智能化脉冲脚垫，实现数据采集、分析和个性化建议的功能。

### 七、结语

在本文中，我们对脉冲脚垫的设计与性能评估以改善四肢循环进行了探讨。通过对不同类型的脉冲脚垫进行分类和特点分析，我们了解到无纺布扣式电极片、无纺布线式电极片、泡棉扣式电极片以及其他材料的电极片在改善血液循环方面都具备一定的效果和用户接受度。我们还讨论了脉冲脚垫的设计考虑因素、性能评估方法以及实验结果与讨论，以及脉冲脚垫的优化策略，包括材料选择与优化、电刺激参数的调节和结构设计的改进。脉冲脚垫作为一种创新的技术，具有广阔的应用前景。它可以在医疗保健、康复治疗、运动训练和日常舒适度提升等领域发挥重要作用。通过不断优化脉冲脚垫的设计与性能，我们可以提高其效果和用户体验，为人们的健康和生活质量带来积极的影响。然而，我们也意识到本文的研究仍然存在一些限制。例如，实验结果仅基于特定的测试条件和参与者样本，因此需要进一步的研究来验证和扩展这些发现。此外，脉冲脚垫的设计与性能评估仍然是一个活跃的领域，需要进一步的研究和技术创新来解决现有的挑战。

### 参考文献：

- [1]陈昊,熊伟,张宇,等.基于脉冲脚垫的循环系统控制[J].传感器与微系统,2020,39(4):126-130.
- [2]杨阳,张杰,陈亮,等.基于压电陶瓷的脉冲脚垫设计与性能评估[J].仪器仪表学报,2020,41(2):150-156.
- [3]杨旭东,陈雅琳,吴芳,等.脉冲脚垫设计的有限元分析与优化[J].电测与仪表,2020,57(6):80-85.
- [4]张丹丹,王宇,李杨,等.基于脉冲脚垫的肌肉电刺激参数优化研究[J].计算机与数字工程,2020,48(12):2208-2212.
- [5]刘晓飞,董乐天,张明磊,等.不同材料脉冲脚垫对运动员运动能力的影响研究[J].体育科技文献通报,2020,26(1):90-93.

作者简介：许俊伟（1985年8月）男，汉族，广东深圳市，总经理，研究方向：理疗电极片。