

## News & Highlights

### 破纪录的黑科技跑鞋

Chris Palmer

Senior Technology Writer

运动员一直在寻求技术进步来获得竞争优势，如跳得更高一点，击球更远一点，回球更快一点，但有时技术革新的出现短期内会破坏一项运动。得益于20世纪80年代发展起来的自适应悬挂系统和计算机辅助转向系统，一级方程式（F1）赛车跑得异常快，但也十分危险，以至于这项运动的管理机构在1994年禁止了这项技术。在2008年和2009年，身穿Speedo泳衣公司推出的LZR Racer系列泳衣的游泳运动员打破了134项游泳比赛世界纪录中的130项。

现在，得益于总部位于美国俄勒冈州比弗顿的鞋类和运动用品巨头耐克（Nike）公司的Air Zoom Alphafly Next%跑鞋（图1），世界马拉松比赛正面临着自己的颠覆性时刻。这款鞋兼具稳定碳纤维板的楔形回能泡沫和位于前脚掌的一对充气囊。2019年秋天，肯尼亚选手Eliud Kipchoge跑出了世界上第一次时长不到2 h的马拉松比赛成绩，这双新鞋在其中发挥了重要作用。

40年来，在大部分情况下，绝大多数跑鞋的鞋底都是由乙烯-醋酸乙烯酯（EVA）泡沫制成。EVA的优势在于轻巧、价格便宜、易于操作，且使用寿命长。但是，就能量归还或每次脚落下后的“反弹”而言，EVA表现并不是很好。EVA泡沫的能量归还率大约为65%，使用这种材料制成的鞋子具有适度的能量归还或反弹。2013年，耐克公司的竞争对手，即总部位于德国的阿迪达斯（Adidas）公司开始生产含有热塑性聚氨酯



图1. 穿着耐克公司最先进的Air Zoom Alphafly NEXT%跑鞋的精英运动员正在打破长期以来的纪录。这双鞋的特点是采用了具有完整内弯碳纤维板的宽大楔形ZoomX（聚醚嵌段酰胺）泡沫，以及在前脚掌搭载了一对Zoom Air Pods。图片来源：Nike（公共领域）。

（TPU）泡沫材料的鞋类产品，这种材料的能量归还率为70%~75%。2017年，耐克公司发布了Vaporfly跑鞋系列的第一个版本，即Alphafly跑鞋的前身，它使用了衍生自聚醚嵌段酰胺的泡沫（Pebax）。耐克公司称Pebax为ZoomX，其能量归还率为87% [1]。Pebax的密度也小于EVA和TPU，因此重量更轻。

“因此，它归还的能量大大增加，而所需要消耗的能量却更少，”美国密歇根大学性能研究实验室研究员Geoff Burns说，“这就像鱼与熊掌兼得一样。”

然而，就其本身而言，Pebax并不是跑鞋材料的理想之选，因为尽管具有良好的性能，但它却非常柔软。Burns说：“如果你想跑得快，就会让它变得不稳定，就像在棉花糖上跑一样。”

为了帮助稳定Vaporfly跑鞋并有效地协调足部的力学性能，耐克公司的工程师在泡沫中间插入了一块碳纤维板。“泡沫本身可能并没有那么有用，而碳纤维本身

也没有那么有用,” Burns说,“但这两个材料结合在一起显然是有效的。”

然而,并不是所有的碳纤维板都可以发挥作用。碳纤维板对跑步经济性(以特定速度运行所需要的代谢能量)没有影响。碳纤维板需要采用一个微妙的“S”形状来产生效果[2]。美国科罗拉多大学博尔德分校综合生理学名誉副教授Rodger Kram说:“曲线的巧妙之处在于,它不会增加小腿肌肉必须克服的踝关节周围的杠杆臂。”这会使跑步者消耗的总能量减少。Alphafly前脚掌的一对充气囊被耐克公司称作Zoom Air Pods,该充气囊能够增加缓冲作用,并进一步增加能量归还。

2018年,Kram的实验室报道,Vaporfly跑鞋将跑步的一项能量消耗,即耗氧运输,降低了4%(图2)[1]。在一定程度上,由于空气阻力等因素,跑得更快所需的代谢能量并不是完全线性的,因此,节省4%的能量对于一个典型的优秀马拉松运动员来说,跑步速度可提高2.5%~3.5%。

“即使跑步经济性仅提高了2%,跑马拉松的时间也减少了将近两分钟。”美国犹他州普罗沃杨百翰大学的运动科学教授Iain Hunter说,“两分钟的差别可能会决定获得金牌和没有获得奖牌,或者是否成为奥运代表队。”

事实上,这种差异已经颠覆了这项运动。在1896年的奥运会上,第一届马拉松比赛的获胜者花了2 h 58 min 50 s。在接下来的一个世纪里,马拉松选手已经逐渐将跑步时间缩短了近1 h。2019年10月12日,Kipchoge穿着耐克公司生产的Alphafly Next%球鞋的原型,在维也纳以1 h 59 min 40 s的成绩打破了艰难的2 h记录。2019年10月13日,肯尼亚选手Brigid Kosgei穿着耐克公司生产的一双Vaporfly跑鞋,在芝加哥马拉松比赛中获得了2 h 14 min 4 s的成绩,以81 s的优势打破了保持了16年的女子马拉松比赛的世界纪录。整个2019年,在6项世界主要马拉松赛事中,在登上领奖台的36名选手中,有31人穿着Vaporfly跑鞋。耐克公司还将其Next%技术应用于一款用于800~10 000 m赛跑距离的钉鞋(Nike Air Zoom Victory),但其对这些短跑比赛的影响尚待观察。

不只是世界冠军赛跑者受益于这些。2018年,一项对过去三年由500 000人参加的马拉松比赛和半程马拉松比赛的分析显示,穿着Vaporfly跑鞋的人比穿其他鞋

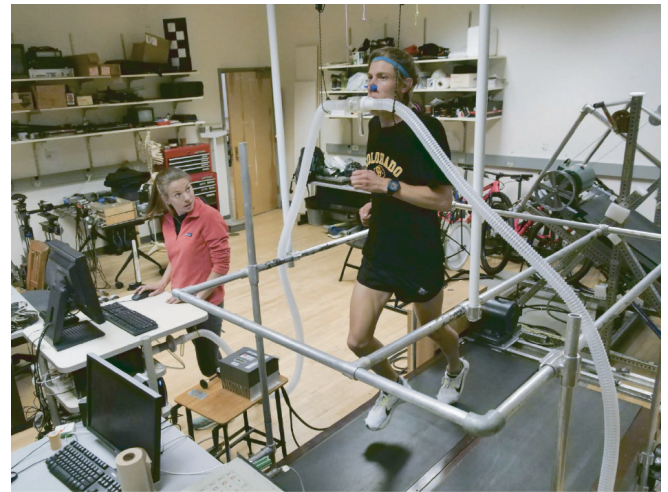


图2. 美国科罗拉多大学博尔德分校的运动实验室的研究技术人员Shalaya Kipp进行了跑步机测试,以测量跑步的能量消耗。这些测试表明,穿着耐克公司的Vaporfly跑鞋的跑步者的跑步经济性平均提高4% [1]。图片来源: CU Boulder (公共领域)。

子的人的速度快3%~4% [3]。最近的一项研究发现,这一优势可能更接近4%~5% [4]。速度较慢的跑步者,即那些以 $9 \text{ min} \cdot \text{mi}^{-1}$  ( $5.6 \text{ min} \cdot \text{km}^{-1}$ )的速度运动的人,与最快的跑步者相比,在接近 $4 \text{ min} \cdot \text{mi}^{-1}$  ( $2.5 \text{ min} \cdot \text{km}^{-1}$ )的情况下,能获得相对更高的性能提升[5]。

为了重新建立竞争平衡,世界田径(World Athletics,包括长跑在内的多个竞赛项目的管理机构)在2020年1月底发布了一项指导方针,要求参赛者立即禁止穿任何鞋底厚度超过40 mm或碳纤维板多于一块的跑鞋参赛。不到一周后,耐克公司宣布Alphafly Next%跑鞋的消费者版将于2020年晚些时候推出[6]。除了前脚掌的一对Zoom Air Pods外,这款鞋还带有一块碳纤维板,鞋底厚度为39.5 mm。

“(要求发布的)奇怪时机使许多人认为这是犯规的,并猜测这是耐克公司事先串通好的。无论如何,我很高兴看到明确的设计要求终于出来了。” Burns说,“下一步将为每个人创造最佳配置——不同的碳纤维板结构和不同的泡沫柔度。要想实现这类鞋的个性化优势,还有很长的路要走。”

## References

- [1] Hoogkamer W, Kipp S, Frank S, Farina EM, Luo G, Kram R. A comparison of the energetic cost of running in marathon racing shoes. *Sports Med* 2018;48:1009-19.
- [2] Farina E, Haight D, Luo G. Creating footwear for performance running.

- Footwear Sci 2019;11(Suppl 1):S134-5.
- [3] Quealy K, Katz J. Nike says its \$250 running shoes will make you run much faster. What if that's actually true? [Internet]. New York: The New York Times; 2018 Jul 18 [cited 2020 May 30]. Available from: <https://www.nytimes.com/interactive/2018/07/18/upshot/nike-vaporfly-shoe-strava.html>.
- [4] Quealy K, Katz J. Nike's fastest shoes may give runners an even bigger advantage than we thought [Internet]. New York: The New York Times; 2019 Dec 13 [cited 2020 May 30]. Available from: <https://www.nytimes.com/interactive/2019/12/13/upshot/nike-vaporfly-next-percent-shoe-estimates.html>.
- [5] Kipp S, Kram R, Hoogkamer W. Extrapolating metabolic savings in running: implications for performance predictions. *Front Physiol* 2019;10:79.
- [6] Dawson A. The Nike Air Zoom Alphafly Next% has been announced [Internet]. Easton: Runner's World; 2020 Feb 5 [cited 2020 May 30]. Available from: <https://www.runnersworld.com/news/a30783617/nike-alphafly-next-percent/>.