

# 关于人类运动极限的哲学思考

柴王军, 汤卫东

(南京师范大学 体育科学学院, 江苏 南京 210097)

**摘 要:** 北京奥运会上, 博尔特以令人难以置信的速度打破了人类 100 m 世界纪录, 又一次引发了关于人类运动极限的大讨论。在此背景下, 在分析人类运动极限的两个相反观点基础上, 认为: 生理极限是人类运动极限有限论的理论基础; 社会因素的时代性是人类运动极限无限论的理论基础; 自然外力是制约运动极限的偶然性因素, 只有在自然外力最大的基础上讨论人类运动极限才有实际意义; 测不准原理决定了人们用数量方法预测人类运动极限的局限性; 人类运动极限是有限性和无限性的统一。

**关 键 词:** 运动极限; 社会因素; 自然外力; 测不准原理

**中图分类号:** G80-05 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-7116(2009)07-0009-05

## Philosophical contemplation of human sports limits

CHAI Wang-jun, TANG Wei-dong

(School of Physical Education, Nanjing Normal University, Nanjing 210046, China)

**Abstract:** In Beijing Olympic Games Bolt broke the world record for 100m sprint at an incredible speed, which has once again triggered a major discussion about human sports limits. Under such a background, the authors put forward the following opinions based on analyzing two opposite views on human sports limits: physiological limits are the theoretical foundation for the human sports limits being limited theory; the time nature of social factors is the theoretical foundation for the human sports limits being unlimited theory; external forces of nature are incidental factors that restrict sports limits, and the discussion about human sports limits is actually meaningful only on the basis of that external forces of nature are maximum; the measurement uncertainty principle has decided the limitation of people's prediction of human sports limits by using numerical methods; human sports limits are the unification of their limited and unlimited natures.

**Key words:** sports limit; social factor; external force of nature; measurement uncertainty principle

北京第 29 届奥运会博尔特在代表人类最快最经典的 100 m 跑中创造了世界纪录 9.69 s, 再一次提出了一个人们在每次新的世界纪录面前都要重复的话题: 人类 100 m 跑的极限在哪里? 人类运动到底有无极限? 田径是运动之母, 而 100 m 跑又是田径运动的王冠。从 100 m 跑着手, 可以举一反三, 深刻理解人类运动的本质和极限。本文从分析人类运动极限的理论入手认为, 决定运动成绩的因素是多方面的, 这些因素可构成一个复杂的系统, 它牵动着生物的、社会的、自然的、心理的、竞赛的等等多方面和诸多因素。运动成绩极限的产生, 是这些复杂的因素相互联系相

互作用的结果。

### 1 有限论和无限论是人类运动极限理论的哲学分歧

有限论认为世界纪录的发展是有一定限度的。有限论有两种观点: 经验有限论和理论有限论。经验有限论以事实经验为依据, 以现存的最好记录为极限。他们对极限认识的特点是世界纪录发展到哪里, 他们便把极限定在哪里。事实证明, 这种简单的方法在实践的检验中被证明是没有意义的, 极限不断被打破就意味着没有极限。理论有限论以人体生理为研究对象,

通过运动计算机等现代科技建立数学模型,期望用科学方法的测定和定量数据的分析来证明世界纪录的极限。德国运动极限研究专家约翰·安马尔认为人类的 100 m 极限速度在 9.2 s 左右,超过这个速度可能会导致骨头断裂,关节软组织将会脱离。理论有限论认为,人类运动是有个极限的,并计算这个极限点,不过每一次世界纪录被打破,他们都要修改其数理模型,以提出新的极限。同理,极限的不断改变也意味着极限的虚无,同样没有现实意义。

无限论认为世界纪录的发展是有限度的。无限论也有两个观点:经验无限论和理论无限论。经验无限论者以自身的想象认为人类运动没有极限,如美国学者托马斯就这个观点发表过一段大胆而富有奇幻色彩的论述。他认为:“运动成绩同能力的提高一样是有限度的。万年以后,由于人类智慧的力量,使身体瞬间地从一个地方向另一个地方的移动将成为可能。这个时候世界纪录就是秒。尔后再过上万年,也许体育工作者就要学习用负数来计算运动成绩了吧。”<sup>[1]</sup>理论无限论者通过数学模型分析,认为世界纪录没有极限。如美国的雷蒙德斯蒂芬尼美,1977 年总结了 1952 年至 1976 年奥运会的 39 个田径单项的世界纪录,用最小二乘法找到了纪录发展的最佳常倍数,并通过这个经验公式推测了未来的世界纪录。通过上述工作,他写道“本研究证明,人类的运动成绩是没有极限的,唯一的极限也许在运动员缺乏取胜的愿望,而这种愿望本身又是有限度的。”<sup>[1]</sup>

综上所述,无论是有限论还是无限论,无论是用经验进行推论还是进行理论的探讨,用唯物辩证法的观点来分析,上述各家观点和论证方法都存在缺陷,缺乏全面性和辩证思维。影响运动极限的因素是多方面的,除了受生物学因素制约外,还有受到社会因素和自然因素的影响。各个不同的因素对运动极限的影响千差万别,因此应综合各种因素来探讨运动极限问题。

## 2 生理极限是运动极限有限论的理论基础

人体生理的极限制约着 100 m 成绩的提高幅度。因为,如果运动员要超越博尔特的世界纪录,就会使他们体内酶的含量比普通人高出 3 倍,这已经达到了人体的极限。同时,运动员股骨头所承受的压力要达到体重的 6 倍,这也达到了极限。还有,血液中乳酸含量对于运动成绩的提高也有限制,因为一个运动员血液内的乳酸不能超过 170 mg。总之,人类的生理极限是运动极限有限论的理论基础。

### 2.1 运动基因:先天优势

有关研究表明,人类运动基因 99% 是相同的,只有 1% 不同。而正是这 1% 造成不同种族在运动能力方面的差异。近年来,牙买加运动员在田径赛场上屡屡打破 100 m 跑世界纪录,引起了科学家们的研究兴趣。牙买加理工大学教授莫里森等人与牙买加西印度大学和英国格拉斯哥大学的科学家联合对超过 200 名牙买加运动员进行研究,发现有 70% 的人体内拥有一种名为 Actinen A 的物质,这种物质可以改进与瞬间速度有关的肌肉纤维,而这些肌肉纤维可以使运动员跑得更快。相比之下,澳大利亚田径选手中只有 30% 的人体内含有 Actinen A。目前,世界各体育强国都在瞄准  $\alpha$ -辅肌动蛋白 3 基因,但是它们的作用是复杂的。有的研究还提示, $\alpha$ -辅肌动蛋白 3 只是优秀运动员的基因之一,还有许多基因与运动天分有关,如另一种称为血管紧张素转换酶(AcE)的基因,它产生的 AcE 可以影响人体肌肉的氧利用率以及肌肉的生长速度,从而改变运动成绩<sup>[2]</sup>。正是借助于特殊的运动基因,牙买加运动员在田径赛场上一次次书写奇迹,由此也将人类运动极限一次次改写。但是,应当看到,如今优秀田径选手中牙买加人占很大一部分,其先天优势也被平均享有,现在的世界纪录也是在特殊的运动基因下实现的,因此这种基因在未来突破人的运动极限方面的作用是局限的。

### 2.2 现实无情:心律有最高限度

关于人类运动有无极限问题,武大中南医院康复医学科教授、运动医学专家廖维靖说:“这只是一种夸张的理想,人类用两条腿走路,当然会有极限。”<sup>[3]</sup>并认为运动极限是身体结构和身体力量所做的功的极限值,人的身体结构是确定的,生理活动当然也有一定的范围。以心率为例:人进入运动状态后,心率加快,运动时最高心率=(220-年龄)次/min。运动时的心率应在一定范围内,其低限一般是其最高心率的 60%,而高限一般是最高心率的 85%。如一名 40 岁的人,运动时的心率应保持在每分钟 108~150 次左右。如果超过心率的极限值,会因供血不足,发生运动猝死。据了解,法国科学家对人类奔跑的极限做出了科学预测:100 m 的极限是 9.29 s;110 m 栏的极限是 12.38 s;2027 年,一半运动项目的纪录将达到人体极限;2060 年之后,人类很难再创造任何项目的新纪录。心律最高限额决定人类运动极限的有限性,人类不可能超越其固有的心律极限。

### 2.3 身体形态:高个子的游戏

近几年来优秀百米运动员的身材,无一例外都是四肢肌肉极其发达,体型高大威猛,比如刘易斯身高 1.88 m、毛里斯·格林身高 1.86 m、鲍威尔也是 1.88 m,

刚刚打破世界纪录的博尔特身高是 1.92 m，田径运动员身材高大已经成为一种必然的趋势。在以前我们都认为田径运动员身材矮小，但在今天，要想在短距离项目上成为优秀运动员，身材高大是一个基础条件，因为 100 m 跑本身是一个周期性运动，也就是人靠两条腿做一个循环周期的蹬地动作完成的，那么在摆动频率一致的情况下，很明显腿长的人要占很大的优势，因此下肢的力量和长度成为越来越重要的因素；而在今天，不光是下肢，上肢以及全身的肌肉都要参与短距离跑，这样全身肌肉如果非常发达，快肌自然要占很大的分量，全身良好的协调一致能保证短跑运动员在缺氧的情况下爆发出更大的能量，从而跑得更快。当然，个子也不是越高越好，但参照整个所有运动项目的运动员指标，在身高 1.95 m 左右应该是未来田径运动员的最和谐、最合理、最标准的身高，依据这个标准，现有 100 m 跑运动成绩应该至少还能再提高 0.1 s，提高幅度是非常有限的。

#### 2.4 反应能力：微小的竞争点

要想在 100 m 跑上获得好成绩，枪响瞬间反应速度成为一个重要因素。可不要小看这一点，虽然大家知道它微乎其微，但现在的 100 m 跑赛场你能提高 0.01 s 就能打破世界记录。目前绝大部分运动员是依据听觉来判断起跑的时机。刚刚创造世界纪录的博尔特的枪响瞬间反应速度为 0.150 s。所谓枪响瞬间反应速度是指指令枪响后运动员脚蹬起跑器的时间。但是音速是低于光速的，也就是说，靠听觉是肯定比视觉要慢的。因此可以毫不夸张地预言，在未来人类百米赛跑肯定是运动员通过视觉来决定自己的起跑时机的。因此如果运动员在反应能力上有所提高，这个速度极限至少还可以提高 0.05 s，但也是有限度的。

#### 2.5 运动供能方式：身体代谢机理

运动需要能量的供应，人体运动主要靠无氧代谢供能和有氧代谢供能。100 m 跑，其无氧代谢供能占总供能的 96%，无氧供能又包括两个系统：非乳酸供能(ATP-CP)系统和乳酸供能系统<sup>[4]</sup>。100 m 跑无氧代谢主要依赖于非乳酸供能(ATP-CP)系统，在无氧代谢供能环节上，100 m 跑成绩的极限取决于 3 个要素：一是肌肉中 ATP、CP 的含量及分解速度；二是肌糖元的无氧酵解速度及血液对乳酸的缓冲能力；三是神经、肌肉对缺氧和乳酸堆积的耐受能力。在无氧代谢供能过程中，ATP 释放能量可以供肌肉收缩的时间仅为 1~3 s，此后主要靠 CP 分解，可以维持 6~8 s 肌肉收缩的时间。一般来说，100 m 跑比赛中，人体在短时间内输出功率最高的无氧代谢系统仅可以维持肌肉活动约 10 s 左右的时间。从这个意义上来看，多数人认为

人类的 100 m 跑成绩也就在 10 s 左右。此外，无氧代谢中，三磷酸腺苷、磷酸肌酸和肌糖元在消耗后会在肌肉和血液中产生乳酸，后者是引起疲劳和肌肉机能下降的重要因素。100 m 起跑后 5~10 s，肌肉活检表明三磷酸腺苷和磷酸肌酸明显消耗，乳酸有较大量堆积，乳酸在体液中离解成乳酸根离子和氢离子，并导致血液中的 pH 值下降。因此，供能后的乳酸堆积也是影响短跑速度的重要因素。这也就预示了，人类在 100 m 跑上已接近运动极限。而今后运动员将百米纪录刷新更多的将是一种偶然性的行为。

#### 2.6 骨骼肌肉承受力：极限的确定起点

人类 100 m 跑速度还取决于身体结构以及骨骼和肌肉能耐受多大的压力。这种压力不仅来自外面，而且来自内部。外部的压力诸如举重对身体的压力和跳高需要脱离地心引力的压力。而内部压力也分两个方面，一是承受身体的自重，二是承受肌肉收缩发力对自身骨骼和肌肉造成的压力。其中肌肉是附着在骨骼上的组织，它们也决定着人类运动的极限。运动员向前跑的动力大部分是由股四头肌收缩提供的，股四头肌又与膝盖连接。跑步时，肌肉、关节和骨头都需要承受这种由肌肉收缩发出的强大压力。生物力学创始人之一吉迪·B·阿瑞认为，若 100 m 速度超过 9.6 s，肌肉收缩所产生的力量足以造成四头肌腱和膝盖连接点撕裂<sup>[2]</sup>。也就是说，人类的 100 m 速度不可能超过 9.6 s，阿瑞从 1976 年推算出这个极限以来，还没有人打破过。此外，人体结构中骨头和关节的缓冲力也制约着人类运动的速度。在人体中有缓减压力的 3 根“弹簧”：第 1 根“弹簧”在脊柱上，是脊椎骨之间的“海绵软垫”——椎间盘；第 2 根“弹簧”是腿部的肌肉以及连接肌肉和骨骼的肌腱；第 3 根“弹簧”是足弓，它是脚底的拱形结构<sup>[2]</sup>。这 3 根“弹簧”也制约了人类运动的极限，同样，人类只能在此基础上作为，而不能超越这个限制。从骨骼承受力和缓冲力出发，不同的专家、学者计算出了人类 100 m 跑的不同极限。有的认为是 9.4 s，有的认为是 9.25 s，最为大胆的预测是，人类 100 m 跑的极限将是 9.1 s，但都没有突破 9 s。可见，这一因素对人类运动极限的发展起着重要的制约作用，因为这一因素，才不致使人类运动没有极限，人类运动极限必须遵循这个客观事实。

### 3 社会因素的时代性是运动极限无限论的理论基础

影响运动成绩极限的因素是个庞大的系统，其庞大性表现在两个方面。其一，影响因素的多样性，既有生物的，也有社会的和自然的；其二，影响因素的

不断扩大性,随着时代的发展参与运动成绩系统的因素在不断增多。因此影响运动成绩极限因素不是一成不变的,它具有不断发展变化的动态性和时代性特征,正是社会的无限发展性决定了人类运动极限的无限性。在社会性的影响因素中,人类进化过程、竞赛规则和科技发展对运动极限起着重要的作用。

### 3.1 重演律:人类进化过程的启示

运动成绩是由人创造的,作为创造运动成绩极限的人类本身,他们的任何社会活动除了受人类社会存在、需要和发展的限制外,同时必然要受到自身的形态结构、机能能力、智力发展的可能性的限制。德国生物学家海克尔提出了著名的重演律,证明了“个体发展是系统发展史的简单而迅速的重演。”<sup>[1]</sup>重演律告诉我们,人的发展进化是在重演类的进化过程的基础上进行的,今天的人类是生物在地球上经历了多亿年演变进化的过程。从单细胞到多细胞,从低等生物到高等动物,这个从简单到复杂、从低级到高级的漫长历程展示了生命进化的无限发展的趋势。按照进化论的观点,只要人类继续生存下去,这种进化就决不会停止。用这种不断进化的趋势来推测未来的人类,那时候的人类将会发展进化到什么地步,这是今天的人们所无法预料的。其形态结构和机能能力在时间维里进化着发展着,在适者存不适者亡的空间中适应改变着。人类进化的极限是客观存在的,但人类进化又具有无限发展的趋势,未来人的形态结构和机能能力将在不断进化的过程中逼近自己发展的极限,这种逼近也是一种无限趋近的趋势。

### 3.2 竞赛规则:随时代不断完善

运动成绩极限是要受规则限制的。人们在一定的时间内通过一定的距离,在一定的条件下把一定的重量抛向一定的远度,利用或不利用一定的器械跳过一定的高度或远度,在一定的条件下利用一定的器械命中一定的目标,用一定的动作把重物举到一定的位置等等,无论是人体自身的运动或是人体作用于物体的运动,这种运动的场所、运动的形式都必须在规则的规范下进行,这种运动的结果都必须在规则的限制下度量和评判。所以,在一定的规则范围内表现的运动结果,以及度量这些结果的方式,对运动成绩都有限制作用。但是,规则是发展的,人们会合理地改造规则以利于运动项目的发展,以利于人们在竞技比赛中充分地表现人类的运动才能。如国际田联规定,凡顺风时平均风速超过 $2\text{ m/s}$ 者,只计算成绩,所创纪录不予承认。这一规定就对运动极限进行了限制,如果没有这个规定, $100\text{ m}$ 极限现在肯定又是另外的数字。竞技运动发展史表明,随着历史的进步,竞赛规则也

在不断适应新的情况,修正着不合理的规定和要求。规则的这种发展和改进也为运动成绩极限的改写提供了无限发展的可能。

### 3.3 科技发展:创造了无限可能

正如人类用身体挑战极限一样,科技也同样在挑战人类运动的极限。最初的田径赛场只不过是一块普通的平整的土地,后来出现了煤渣跑道,这样使人类的成绩得到了一个快速的提升,再后来出现了塑胶跑道。目前人类的短跑成绩基本上都是在塑胶跑道上创造出来的。可以大胆地说,随着人类分子材料领域研究的深入,肯定会有更先进的材料被研制出来,科技的发展已经深入到体育学科的每一个细节。未来更贴身、更轻、阻力更小的服装和鞋肯定会被创造出来,人类会在一个地面摩擦力非常小的环境里进行比赛,成为人类战胜运动极限的有利武器。此外,人类目前的仿生学、生物领域以及克隆技术高度发达,再经过几十年的发展,有目的地改变人的DNA结构,造就超人,是完全有望实现的。而且现代社会由于大量使用石化产品,整个地球含铅量远远高于古代,而铅是导致人反应迟缓、困钝的主要元凶,因此,在婴儿出生之后,完全可以放置在无铅或者铅含量很少的环境中成长,通过这样的安排。一个欧文斯、刘易斯和鲍威尔的复合体是完全可以被“制造”出来的。那么这个人类历史上的“速度机器”能跑多快,实在不敢想象。科技的无限发展可能性决定了人类极限发展的无限可能性。

## 4 自然外力是创造运动极限的偶然性因素

自然外力,包括风力、气候、温度等,在室外田径赛场上对运动成绩也起着非常重要的作用。据体育科研人员分析:在短跑、跨栏等田径项目中,顺风和逆风的不同气象条件,运动员的成绩差别是明显的。通常顺风风速 $2\text{ m/s}$ 时跑百米要比无风时快 $0.15\text{ s}$ 。正因为如此,国际田联规定在 $200\text{ m}$ 以下的径赛及跳远、三级跳远等项目比赛均测定风向风速。凡顺风时平均风速超过每秒 $2\text{ m}$ 者,只计算成绩,所创纪录不予承认<sup>[9]</sup>。遇有运动员刷新世界纪录,在申报所创纪录时,必须严格填写场地、器材与风、温度、湿度等气象数据。在各类世界大赛中,多次出现过因超过风速致使所创成绩不能算作新纪录的遗憾。比如,2007年美国田径大奖赛时,美国选手盖伊在男子 $100\text{ m}$ 比赛跑出了 $9.76\text{ s}$ 的最快成绩,但就是由于风速超标( $2.2\text{ m/s}$ )而没有被定义为世界纪录。田径比赛对气温也是有要求的,如果气温过高,血液循环系统将疲于散热,肌肉和大脑皮层得不到足够的氧气;而过低的温度则会

使皮下血管收缩, 关节和肌肉僵硬黏滞, 不宜发挥。对于 100 m 跑, 25℃左右的气温是最适宜的。此外, 海拔高度、空气稀薄程度、气压、氧气含量较少等条件, 对运动成绩也会产生不可估量的影响。对于自然外力, 这是一个运动员无法掌控的因素, 它无法按照人的主观意愿自主进行, 有学者认为在这个问题上探讨运动极限问题, 没有意义, 因此他们更愿意在非自然力环境下研究运动极限问题, 但是自然外力是客观存在的, 而且确实是对运动极限问题产生实质性的影响。笔者认为, 在自然条件趋向最好的状况下, 探讨运动极限才是有实际意义的, 因为把自然外力控制在最大化, 其最后测定的运动极限才更趋近完美。

## 5 测不准原理是极限理论的局限

在当今定量测定极限的方法中, 都存在着其局限性。这是因为生物系统和一切机械系统有着本质的区别, 用一切现行的实验方法测定的所谓最大速度, 都有其特定的边界条件和最佳化条件, 而远非极限值指标, 例如机械杆件的极限抗拉应力可通过拉伸破坏试验来准确的测量, 而对人体就不可这样做。再者, 人的运动能力在各个不同本质不同方面的表现, 是相互联系、相互制约的, 并且还受制于系统内外部条件。因此生物系统的运动能力的单项指标极限是不可计测的, 这就是生物力学关于运动素质的测不准原理<sup>[9]</sup>。另外对人这一复杂的系统, 认识至今仍然有限, 对人类的某些潜能以及一些生理现象还远远没有充分的认识, 加之实验观测技术的限制, 对许多因素还无法进行精确的测量和建立科学的指标, 所以说, 我们所说的极限都只是对于真正极限状态的有条件的近似。条件一经改变, 原先的“极限状态”就会变成极限下状态。测不准原理是不断提高运动成绩, 刷新纪录的理论依据。虽然运动能力的极限指标虽不可达到, 更不可超越, 但可以无限地接近。

## 6 辩证思考

讨论运动极限与非极限的问题, 其哲学基础是物

质的有限性与无限性的问题。辩证唯物主义认为客观物质世界既是无限的, 又是有限的, 它是有限性与无限性的对立统一。无限性是指它在时间上的无始无终和空间上的无边无际。有限性是指每一个具体的物质形态存在时间上总是有始有终, 在空间上也是有边有际的<sup>[7]</sup>。根据这一观点, 我们可以说, 运动极限的发展过程也是有限和无限的统一。在田径运动竞赛规则不变的情况下, 每个运动项目都应当有一个极限成绩。虽然 100 m 跑世界纪录频频被刷新, 但提高的幅度很小, 运动极限受到人类生理素质的制约, 其发展极限不能超越人体生理极限的度。从这个角度讲, 如果社会和自然因素、运动规则一定, 运动成绩是有个极限的, 这个最大极限是生理极限和一切外在因素正面的最大效力的总和。但运动极限随着时代的发展和规则的改变, 以及偶然的自然力的影响, 加之测不准原理的局限, 运动极限又是无限发展的, 在不断接近于极限中, 又永远接近不到的无限近似中。世界纪录是有极限的, 世界纪录又有无限发展的可能。

## 参考文献:

- [1] 谢亚龙. 竞技运动的世界纪录究竟有没有极限[J]. 体育科学, 1985, 5(1): 37-42.
- [2] 张路. 9 秒 69 与人类运动极限[J]. 百科知识, 2008(19): 4-6.
- [3] 佚名. 人类竞技水平以接近极限[EB/OL]. 荆楚网, 2008-08-21.
- [4] 张田堪. 人类运动极限再突破[J]. 知识就是力量, 2004(8): 13-15.
- [5] 杨孝文. 世界纪录与人类运动极限[J]. 青年科学, 2004(12): 6-7.
- [6] 张亚琪. 如何正确理解运动极限[J]. 体育世界, 1995(12): 44.
- [7] 王辉泽, 王伟理. 论现代体操运动中极限与非极限的辩证关系[J]. 黑龙江高教研究, 1987(1): 31-35.

[编辑: 李寿荣]