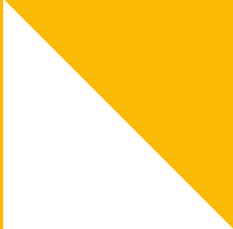


应用研究

目录


不同性别顶尖田径运动员运动成绩对比
以巴兹尔·格拉马蒂科斯 (Basil Grammaticos) 和
伊夫斯·卡隆为例



IAAF



男女顶尖田径运动员运动成绩对比

 © by IAAF
29:4; 37-48, 2014

——以巴兹尔·格拉马蒂科斯（Basil Grammaticos）
和伊夫斯·卡隆为例

摘要

本文提出田径运动员的运动成绩与性别间的相关性问题。通过两者的对比显示：1) 不同性别的世界排名选手的运动成绩存在一个重要的相关值；2) 该相关性视乎证明了这一点：一种简单模型的引入可准确复原世界纪录比值成为可能。分析表明在跑步和跳跃项目中存在显著的性别间相关差异。最后，可以用男女运动成绩与时间方程式比值进行揭示。然而，有些世界纪录比值是没有变化的，如三级跳项目，仅在最近运用到女子排名 50 的相关选手，与那些具有同样排名的男选手对比，且比值在不断提高。该结果为分析田径运动员运动成绩特别与性别相关性的对比提供了系统的方法。

作者

巴兹尔·格勒麦蒂克斯，博士，巴黎国家科学研究中心研究主任（CNRS），现巴黎模拟成像、神经生物学和癌症研究大学联合团队负责人（IMNC）。

伊夫斯·卡隆，博士，巴黎联合大学教授，巴黎模拟成像、神经生物学和癌症研究大学研究主任。

前言

他的论文源自两位作者关于男女运动员运动成绩的对比讨论。人们必须解答的第一个问题，是基于这样一种分析：什么是参考运动成绩比较分析？对于这个基本问题，我们将提出解答的一些可能因素，并正在将逻辑数学基本理论运用于不同性别选手与其运动成绩的比较。

很明显，当今世界纪录不能用参考运动成绩。这样的纪录可能是天才运动员及一切有利条件结合后所创造，例如鲍勃·比蒙 1968 年在墨西哥奥运会上的跳远纪录，也可能是因为考虑到控制竞争性出现的更低标准（风速测量限定、反兴奋剂控制应用等）。有时，不同性别选手间会存在明显的差异，例如标枪项目，花了近 10 多年时间将女子标枪重新设计成和男子一样。

奥林匹克纪录作为参考运动成绩的证据不足同样存在争论，更不用说任何项目在奥林匹克或世界锦标赛上的运动成绩。另外，大体情况是，世界锦标赛中，排名明显比运动成绩更重要，特别是中长跑项目，导致了战术性比赛和低状态下的运动成绩的出现。不知其他未见或不可控的条件也会对大型锦标赛结果产生不可忽视的影响。

官方计分表将会成为建立男女选手运动成绩时间方程式的另一种可能。因此，人们就能通过同样得分点数来对比男女选手表现。如不考虑正确的得分点数选择，会出现得分表的使用出现重要的缺陷这样一个非同一般的事实。甚至假设该表提供了一个公平的得分（有些过去已受到质疑），他们的确进行了更新（也十分公正），致使时间方程式的研究变得更加困难。

在提出了这些人们所能理解的否定答案后，经认真思考后，有些是合理的。显然，运动成绩相关性只能通过分析大量的数据来决定，也就是说，目前，存有二种可能：要么实行所谓“标准化”的统计分析，要么在一些模型的框架下处理具体数据，本文将采用后者提到的方法。

接下来我们应该分析世界精英田径选手的运动成绩，它将揭示运动成绩与选手排名之间重要区分。这使得根据前期研究中引入的模型而采用的一种公平计分系统得出的结果得到重现。下一步，我们运用处理后的数据对男女不同性别选手的运动成绩进行对比，再一次说明该数据与选手排名上的相关性存在十分重要的规律性。最后，我们提出不同性别选手相关运动成绩的时间方程式，并说明在有关新的项目中，女子选手相比男选手而言，在不断的提高。

世界精英运动员运动成绩分析

整篇论文中将要用到的数据来源于田径联合会统计手册，手册每年更新，其优点是，截止 2011 年，它提供了 500 名所有时间段精英运动员。相比人们能找到在其他时间创造的最好成绩单，这仅考虑到了每名运动员的最好成绩。这种情况下，存在的风险是运动员的最好运动成绩来自于特殊条件（创造了世界纪录作为参考运动成绩也许是不合适的）。但是，田径运动员运动成绩在排名上潜在依存性和随着时间推移的稳定性正好说明以上选择的合理性。

图 1 分别显示了前排名第 1、第 10、第 30、第 50、第 100、第 200、第 300、第 400 和第 500 名男子和女子跳远运动员的相对最好得分。

图 1：500 名男子选手所有时间段运动成绩（上线）和女子（下线）跳远田径运动员与他们排名之间的对比（长划线对应公式 2，而短划线是一个关于排名在 100—500 名之间田径运动员的线性公式）

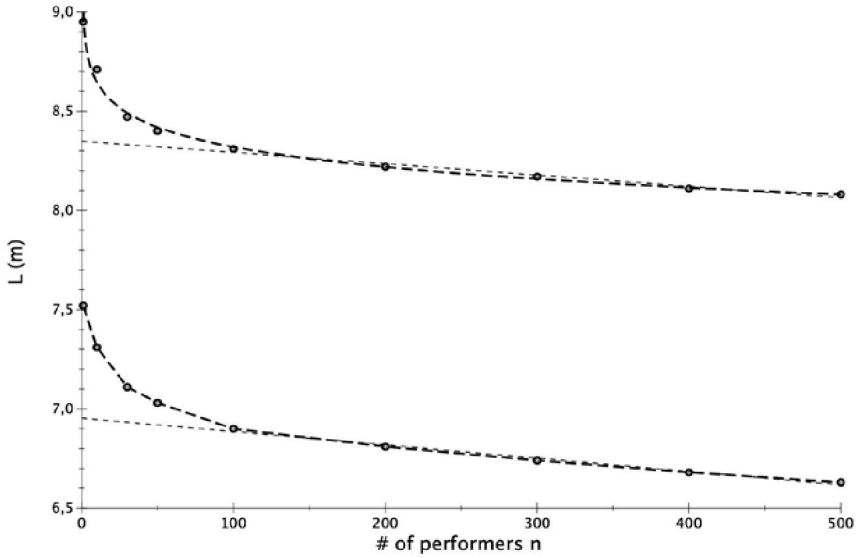


图 1：500 名男子选手所有时间段运动成绩（上线）和女子（下线）跳远田径运动员与他们排名之间的对比（长划线对应公式 2，而短划线是一个关于排名在 100—500 名之间田径运动员的线性公式）

显示的数据极有规律，这同样适合其他项目的分析，包括 100 米，400 米，1500 米，10000

米，马拉松和四个跳跃项目。我们决定不分析投掷项目，因为男女运动员任何一次试投成绩对比，都会因器械重量的选择收到干扰。另外，关于男女运动员投掷运动成绩的对比讨论将会在论文的第三部分提到。关于投掷应用的争论，归结为一点，那就是和跨栏项目一样。该曲线的形状是根据田径运动员人口数量的运动成绩比例形成（可以想象交换坐标轴），假如选手们创造运动成绩的值一样或好于某个值，表明曲线朝着最高运动成绩以幂方式快速下降。建议该模型立即引入到 Grammaticos2，Grammaticos2 是基于 Harder3 理论（著名的“均衡理论”方法），该方法中，

我们基于运动成绩分布假设分析的基础上提出一种得分体系，我们必须插入公式（1），

$$f(L) = \frac{A}{1 + Be^L}$$

(1)

表中 f 代表部分运动成绩的百分比，也代表为标准化指标 L （无维度），用以解释跳跃和跑步的速率。记号 e 是自然对数和常数 A, B 的基础。因此，我们在这里给出运动成绩作为运动员数量的函数。因此，得到表达式

$$L = a + b \log(c/n - 1)$$

(2)

L 是标准化的运动成绩， a, b, c 三个常数和 \log 是自然对数的符号。这里的 n 运动员人数，常数 c 为精英运动员人口的运动员最大容量（以总人数为例）。图 1 中划线是在数据的基础上表达式 2 的最合适表述。在实践中，为了使数据点和曲线在同横坐标中的距离趋于最小化，我们调整参数 a, b, c （运用基于 χ^2 检验法来符合我们的图标应用），当人们一眼看到时，这种组合的是非常好的。

图 1 中的各个部分分别用上线（男子）和下线参数值(女子)表示。

$a = 7.960\text{m}$	$b = 0.1358\text{m}$	$c = 1600$
$a = 6.655\text{m}$	$b = 0.1324\text{m}$	$c = 890.0$

男子跳远中的 c 值，是我们所有考虑到项目公式中的最大困难之一，常值不会低于 1000。

图 1 中曲线旁边的直线取决于 100 名至 500 名选手的运动成绩，建议将参考运动成绩运用到不同性别运动员对比之中。根据横坐标中 $n=1$ ，我们对取得的 5 个点连成直线，作为是精英运动员成绩的相应记录，最好运动成绩曾被排除在外。图 1 中，直线组合用虚线表示。

因此，我们发现参考运动成绩 $L = 8.35$ 米（男子）和 $L = 6.95$ 米（女子）。事实上，还存在另一个特征性直线，该直线能表达参考运动成绩，即图 2 定义曲线中有零曲度正切点。

关于这一点，我们不应该计算而应直接得出结果：一旦表达式 (2) 建立和获得参数 a, b, c ，参考运动成绩就是 $L = a + 2b$ ，这将对 8.06 米（男子）和 6.92 米（女子）有一定价值。遗憾的是，只因一个普通原因，这些运动成绩将不能被用于不同性别间的对比，因为现作者拥有的 500 名以内的田径选手的运动成绩数据只是近两年的。因此，基于 500 名运动员参考运动成绩所获数据将不能运用任何时间方程式的研究。

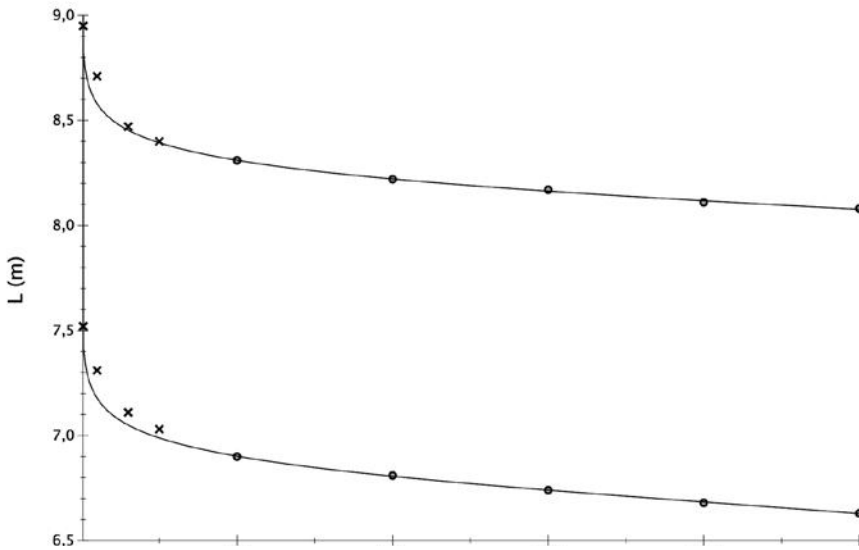


图 2：500 名男子跳远运动员运动成绩（上线）和女子跳远运动员（下线）与他们的排名之间的对比（连线对应的是模型 (2) 中排名 100 到 500 名（圆点）运动员的数据的最宜表达），交叉点对应的是排名 1 至 50 名田径运动员的数据，未用于该公式）。

在进行各部分的对比前，我们想要得出一个结论：我们承认，不希望是微不足道的，在将给结果用于一定数量人群（排名第 100 至 500 名）时为了提出合适的直线这样一个结论，于是，我们决定做一个小的实验，我们试着找到 $n = 100, \dots, 500$ 最好的表达式来代替合适的直线。结果令人惊喜，虽然 $n=1, 10, 30, 50$ 的点远离公式，曲线结果靠近相应的值，正如我们在图 2 中所看到。

当然，参数值也出现了变化。我们现在给出是（仍然是跳远项目）

$a = 8.040m$	$b = 0.1129m$	$c = 1194$
$a = 6.675m$	$b = 0.1140m$	$c = 832.9$

用表达式 (2) 中的值，我们发现，在世界纪录水平上，当 $n=1$ 时，预测值为男子 $L=8.84m$ 和女子 $L=7.44m$ ，这也非常接近当前世界纪录的实际成绩。因此，从某种意义上来说，精英运动员的成绩比例包括高水平选手创造的接近世界纪录的所有成绩。受该结果的鼓励，我们继续获得了所有项目的最合适表达公式 (2) 和仅基精英运动员预测世界纪录的模型。表 1 说明了我们的发现。

我们保存的 2013 年的纪录非常特别，在女子三级跳项目中，产生了 7% 的最大偏离。这也是用我们的方法去预测女子世界纪录的有规律性的趋势。最可能的解释是，精英女子运动员的数量不如男子运动员，因此，排名 100 至 500 名的曲线坡度，男子要比女子陡。这些世界纪录的预测可能组成了另一个参考运动成绩，但是，他们仍需 500 名运动员的详细资料，正因此，才妨碍了它们在现在的使用。

男女运动成绩对比

在建立了精英运动员的数据之后（不仅仅是高水平选手），现在，我们继续阐述本文的主题，也就是运动成绩在不同性别间的对比。寻找替换一些复杂的相关运动成绩表达方式，我们趋向于一种简单的男子平均速率与女子径赛项目距离运动成绩比率，以及在田赛项目中纪录的男女运动成绩比率。以上分析所示，我们只保留了排名 100 至 500 名精英运动员的最好成绩，如果包含最好选手，结果变化也不是很大（世界纪录除外）。

图 3 显示了 100m 速率的动态情况（分析所有项目也能得到相似的结果）。该趋势具有系统性：前 200 名女子运动员与前 200 名男子运动员的比率要比 100 女子运动员与 100 名男子运动员比率要低，同样表现在排名较低的运动员身上。这可能是由于精英女子运动员数量要少于男子的数量所致。如果这是我们观察到的主要趋势，在相对“新”的项目中，如三级跳和撑杆跳，较之其他项目，影响会更加重要，这和我们的研究结果不相融合，包括表 1 中推测的世界纪录。

图 3 中也包括其他情况下分析得出的显示数据，在田径运动员的排名上出现平滑的相互依赖的比率，致使我们尝试用简单的方程式来说明该曲线该表格中的“r”代表女子与男子运动成绩比率，“n”是运动员排名。表格 2 中，我们给出了适合所有分析项目的结果。

$$r = \frac{f}{n^k} \quad (3)$$

表 1: 世界纪录预测 (世界纪录差异百分比, 我们的预测世界纪录表明不具显著性, 2013 年 12 月 31 日)

Event	Men	%	Women	%
100m	9.68 sec	1.0	10.48 sec	-0.1
400m	43.46 sec	0.6	47.30 sec	-1.0
1500m	3 min 26 sec	0.0	3 min 43 sec	-0.7
10,000m	25 min 57 sec	-1.3	29 min 18 sec	-0.7
Marathon	2 hr 03 min 32 sec	0.1	2 hr 12 min 57 sec	-1.7
Long Jump	8.84m	1.2	7.44m	1.1
Triple Jump	18.63m	-1.9	16.58m	-7.0
High Jump	2.45m	0.0	2.14m	-2.4
Pole Vault	6.30m	-2.3	5.18m	-2.4

用表达式 (3), 用 $n=1$, 能得到 $r=f$, 因为世界纪录模型的预测, 故 f 能被解释。事实上, 获取的 r 值, 由于一些限定性规定, 过高地估计了世界纪录的实际比值。

令人惊讶的是, 相对 10000 米而言, 甚至小幅提高马拉松的比率, 结果能被正确复制。看到表 2 的结果发现, 竞赛项目分组后的比率约为 0.9, 田赛项目值集中在 0.85 (我们在这里讨论的是比率的^{最大可能}, 例如世界纪录的预测模型。如图 3 所示, 当我们移至排名低的运动员时, 比率呈现下降趋势)。

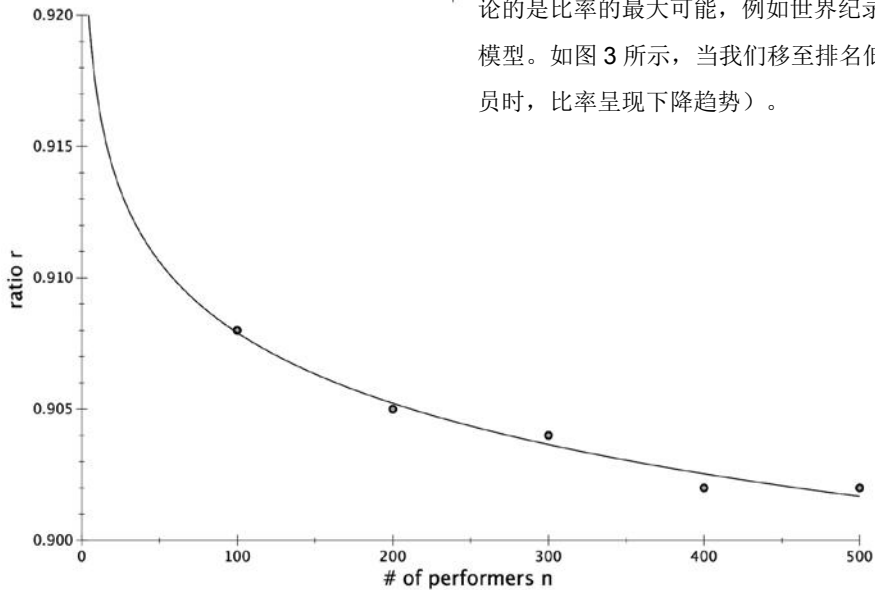


图 3: 100 米女子运动员及排名 100 至 500 名最好田径运动员所有时段平均速率与他们排名的比率 (连线是对应最合适的模型 3)。

表 2: 最高女子运动成绩与最高男子运动成绩比率

Event	<i>f</i>	<i>k</i>
100m	0.923	0.0043
400m	0.925	0.0087
1500m	0.905	0.0050
10,000m	0.901	0.0064
Marathon	0.925	0.0107
Long Jump	0.856	0.0064
Triple Jump	0.886	0.0139
High Jump	0.861	0.0044
Pole Vault	0.842	0.0193

这里, 我们不应尝试对女子/男子运动成绩比率在竞赛项目与跳远项目之间差别的根源作出深层分析。很明显, 考虑到男女在解剖学和生理学上的差异, 该差异仅仅是在严格的生物机制框架进行, 因此, 这样一些研究则是在本文研究范围之外。

可是, 在总结之前, 我们会作出线图来讨论投掷项目的现状。事实上, 我们在本文第一部分为爆发性训练所作的分析和讨论投掷项目的结果, 正好和其他训练中得到的数据相吻合。可是, 基于不同性别运动员对不同重量的选择, 我们对此作出明确的对比分析没有太大意义。假设所提到两个项目的世界纪录非常接近, 人们可总结得出, 历史上的关于重量选择是合理的, 当涉及到男女运动员上肢力量对比时, 也存在一个甚至两个因素。事实上, 关于这个问题还存在其他几个研究。

我们的不同观点是。第一, 当分析举重纪录的分类时, 发现男女运动成绩比率约为 0.7。第二, 在前期的研究中, 我们发现降低重量并不导致运动成绩比例性提高。

我们对奥林匹克和世界锦标赛得主 Valerie Adams 作出推测性分析 (根据我们的模型预测), 总结得出, 男子铅球在 15 米左右。假设世界男子最好运动成绩在 22 米, 那么女子/男子比率约为 0.7, 对运用精英运动员的比较时, 就更使我们相信更具现实意义。

男女运动员运动成绩的相关评价

在杜比的近期的一篇文章中, 曾提出关于男女不同运动员运动成绩差异的讨论, 他认为女子/男子世界纪录比率随着时间呈现 S-型曲线, 另外, 特别是对三级跳和撑杆跳训练的初学者。S 型曲线表明, 一开始, 女子纪录上升缓慢, 这主要是和男子纪录对比, 然后进入一个快速上升阶段, 最后达到平衡。

该作者讨论的是世界纪录比率突然下滑归因于女子参与新项目的社会性阻碍问题, 导致运动员自我选择能力的加强。当相信作者的争论非常的有用时, 我们不能马上接受眼前的结果, 因为它们是在世界纪录的对比——有些并不代表项目的真实状况。为了说明这一问题, 我们将长期建立原项目和新项目的对比, 包括杜比做过分析的三级跳和撑杆跳项目。

图 4 中, 我们给出了跳远研究结论, 该项目可以追溯到历史上 20 世纪初, 并且我们拥有大量详实的数据。

不仅连续的世界纪录比率（自从 1991 年开始），还是排名在 50、100 和 200 名的选手在新项目上实际保持一定范围内的比率，意义都很大。跳远项目已经达到它的成熟时期。

我们现在开始转向 5000 米和 10000 米，三级跳和撑杆跳“新”的项目，并根据以前给出的分析，解析女子/男子相关运动成绩比率方程式。如果相关统计数据数量少，就不允许我们在第一部分用任何参考运动成绩，我们会考虑排名前 50 选手的运动成绩。图 5,6,7 给出了世界纪录比率平行方程式和 50 男女运动员的比率。四个项目状态结果十分不同，特别关于世界纪录比率。

图 5 中，我们描述了 5000 米和 10000 米的共同结果。我们很快对世界纪录速率和 50 名选手的运动成绩十分不同的状态给出了评论。

该情况是在 1993 年出现 10000 米女子单人纪录至今未破是比率方程式下滑发展的原因（调整是图 5 中的 3 倍，结合长跑项目）。正好相反，5000 米纪录是在 2008 年创造的，从而解释了相对应曲线的上升状态（短跑三点结合理论）。同时，前 50 名男女选手的比率与 20 世纪 90 年代比率相比，最后十年出现有规律的下滑。

图 6 中的三级跳远的例子更为有趣。世界纪录比率自从 1995 年没有变化，而前 50 名运动员运动成绩继续保持上升。当然，现在的比率的较之 20 世纪 90 年不是很明显，但是比率是在增长。当女运动员受到关注，对该项目来说则是一个好消息。一旦人们考虑最高精英田径运动员替代世界纪录获得者时，杜比分析的预测的状态会变得不相关。

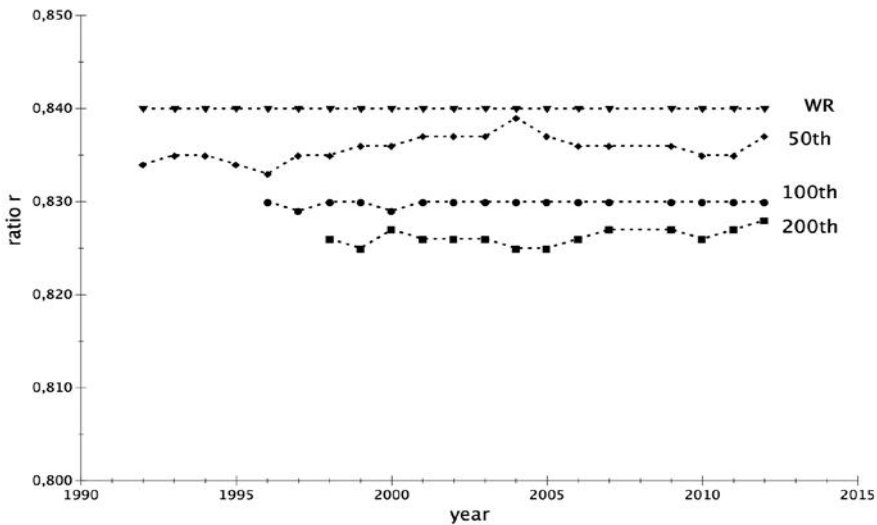


图4：女子跳远运动员成绩和男子世界纪录保持着与排名前 50、100 和 200 名运动员在所有时间段的对比一览表

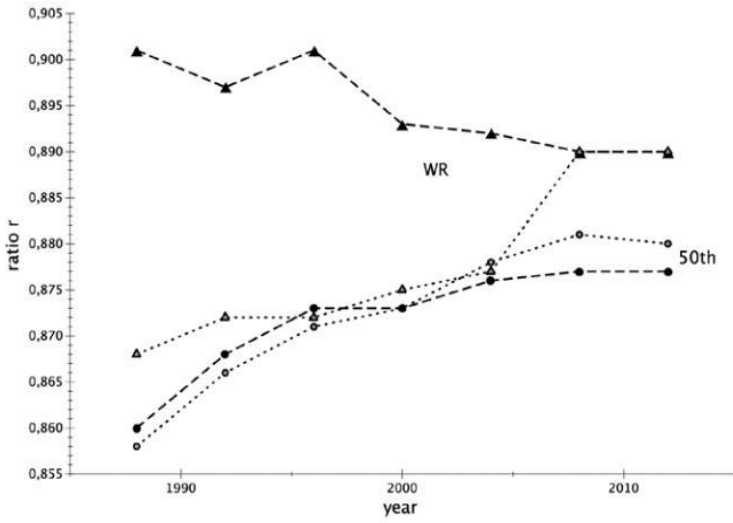


图5: 女子平均速率与男子世界纪录获得者(上曲线)比率以及所有时间段排名50运动员(下曲线)作时间函数对比为5000米(开符号)和10000米(全符号)的比率

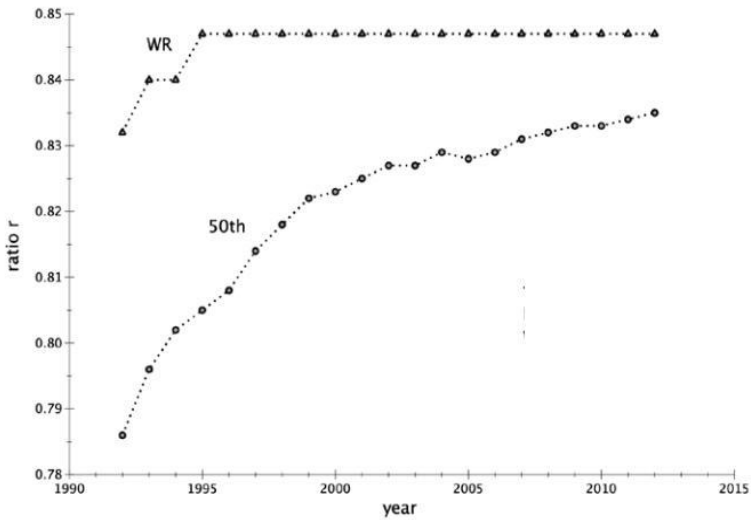


图6: 女子三级跳远距离与男子世界纪录获得者(上曲线)比率, 所有时间段排名50运动员(下曲线)作为一个时间函数

最后，对于撑杆跳项目来说，正如图 7 中评价，甚至更为清楚：女子/男子运动成绩比率发现不了，甚至是世界纪录水平。另外，世界纪录与前 50 名运动员运动成绩比率之间的差距在过去十年进一步扩大（唯一原因是在过去 20 年时间里男子纪录没有任何提高，个别运动员除外）。总之，撑杆跳前 50 名运动员与其他跳跃项目的比率稍稍低一点，假如在世界纪录水平上的比值不是特别小（尽管男子世界纪录引人注目），我们相信女子撑杆跳运动员肯定会有重大的提升空间。因此，结论是当人们关注运动成绩相关性（假如以上讨论不很合适），而不是世界纪录，那就能更好地预测项目的状态和以一种更精确方式评价项目的成熟级别。

结论

本文中，我们试图去提出合适的方法，特别是强调运动成绩与不同性别运动员的比较问题。尝试对比之前，人们应该决定使用参考运动成绩。纵观整篇论文的讨论，这视乎非常重要，习惯性用世界纪录作为参考运动成绩可能会被误导（至少就项目的相对方程式而言）。

我们倾向使用的方法是建立在存有统计数据数理统计模型基础上的。因此，我们分析了所有时间段最好 50 名运动员的结果，被田径统计联合会编制。我们发现运动成绩的分布能够用介绍的 GRAMMATICOS2 完美描述出来，GRAMMATICOS2 是建立上 HARDER3 理论上的，HARDER3 的目标是建立有效得分表。

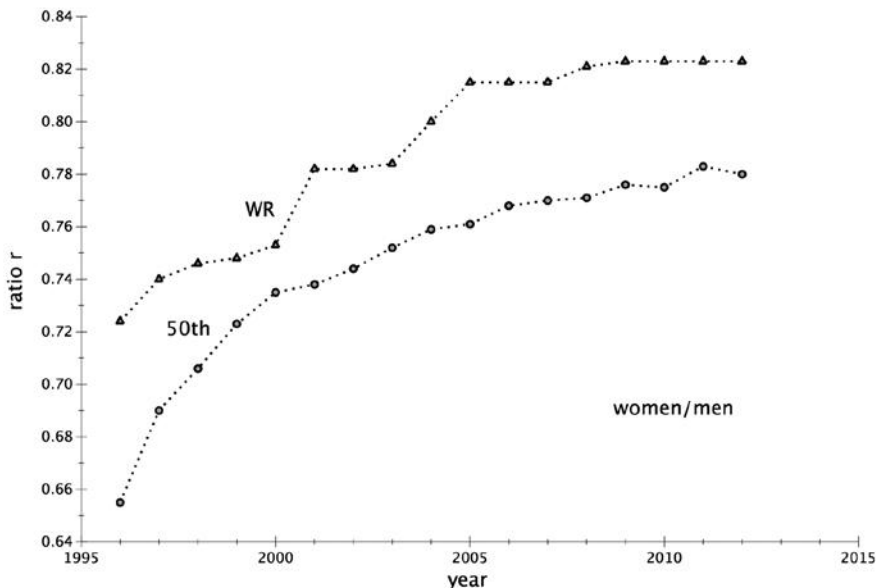


图 7：女性的撑杆跳高度和男子世界纪录保持者（上曲线）的比例和运动员的排名在时间列表中排名第 50（较低的曲线）作为时间的函数

GRAMMATICOS2 和我们显示的模型主要的不同之处在于，这里的模型是专门对精英运动员群体、最好是数千人的个体性描述，而得分统计方法则包括更广泛的群体数量。我们的统计性处理和基于模型的分析允许我们提出参考运动成绩可运用于对比分析之中。但是我们将不能够在这个方向上继续下去，因为必要的统计数据仅限于最近两年。

GRAMMATICOS2 和我们显示的模型主要的不同之处在于，这里的模型是专门对精英运动员群体、最好是数千人的个体性描述，而得分统计方法则包括更广泛的群体数量。我们的统计性处理和基于模型的分析允许我们提出参考运动成绩可运用于对比分析之中。但是我们将不能够在这个方向上继续下去，因为必要的统计数据仅限于最近两年。

为了继续对女子/男子运动员的运动成绩作出对比，我们决定用竞赛项目平均速度比率和田赛项目中距离比率。正如在 GRAMMATICOS2 中讨论的，速度和距离直接关系到做功过程中能量消耗，因此该特性不仅表现在客体的运动成绩上，也表现在运动员主体的运动生理特性上。有趣的是，当分析精英运动员群体数据时，男女田径运动员运动成绩比率随着排名而下滑。我们不相信这仅仅是补充影响：传统的、建立良好的项目也可看出。结果显示，比率在排名上的依存性非常平滑，并能描述成简单的模型。

另外，该模型不允许我们从包括排名 100 至 500 的精英运动员向后推测而获得一个世界纪录假设性的比率，该比率非常接近真实值，可精确到 1%。

此类比较（在预测世界纪录的水平上）清楚地被分成两类。对于竞赛项目，女子最好运动成绩的平均速度相当于对应男子运动员的 90%，对于跳跃项目，男女距离（或者高度）比率最大达到规定的 0.85（这个值甚至在撑杆跳项目中稍小，但是事实上，对于新的项目，关于这个问题我们不能区分是否存在生理-解剖因素）。我们已经讨论过投掷的问题，通过爆发力例子清晰地说明了精英女子运动员的运动成绩比率相比对应的男子运动员不低于 70%。

研究中另一个要特别对待的问题是纪录时间方程式的问题，根据杜比的研究结果：男女世界几率比率随时间呈 S 型曲线变化。然后，我们根据社会逻辑学，分析得出用世界纪录比率代替基于精英运动员的数据是不充分的。我们分析过四个项目，每个项目引入到女子 5000 米，10000 米，三级跳和撑杆跳项目，得出：从排名 50 的选手四个项目得到的比率不断上升，其中撑杆跳项目最近引入最多，包括世界纪录比率和排名 50 选手的比率都在不断上升，但是，后者上升快于前者。当然，这个项目明显的问题是，是否世界纪录比率将会达到在其他三个项目中同样的 0.85 这个值。

我们的分析，说明详实的统计数据是多么的重要，并希望形成对田径运动员运动成绩预测有用的模型。要是我们在处理最好选手的运动成绩时进行了深入的有序排列，包括排名 10000 名的运动员，在接下来的超过 10 年或者甚至更多年，我们的模型在更严密的数据整理测试中将会分析的更好。

考虑到本文中大部分被忽视投掷领域，有关女子运动员投掷男子器械的轶事将会是最有用的（相反地，虽然我们不知道因为投掷的长度有实际的困难，铅球项目排除在外）。最后，现在的研究可以延伸至这个方向，即男女运动员运动成绩的对比将作为一个年龄函数。大师级田径运动员的最好成绩确实存在，所以这样一个研究看起来是不可能的，虽然有补充影响，特别是按照更高年龄标准进行分类，我们希望是意义重大的。

请联系：

Basil Grammaticos

grammaticos@imnc.in2p3.fr

参考文献

1. MATTHEWS, P. (2014). Athletics: The International Track and Field Annual, published annually, recent editions by Sportsbooks.
2. GRAMMATICOS, P. (2007). The physical basis of scoring the athletic performance. *New Studies in Athletics*, 22 (3): 47.
3. HARDER, D. (2001). Sports comparisons: You can compare apples to oranges, Castro Valley, CA, USA: Education Plus. The web site of D. Harder is www.strengthopedia.com.
4. MILLER, A.E.J.; MACDOUGALL, J.D.; TARNOPOLSKY, M.A. & SALE, D.G. (1993). Gender differences in strength and muscle fiber characteristics. *European Journal of Applied Physiology*, 66 (3): 254.
5. GRAMMATICOS, B. (2014). Shot put with lighter implements. *New Studies in Athletics*, 29 (1): 75-81.
6. DUPUY, A. (2012). An Economic Model of the Evolution of the Gender Performance Ratio in Individual Sports. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 12 (1): 2
7. JANSSEN, I.; HEYMSFIELD, S.B.; WANG, Z.M. & ROSS, R. (2000). Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18-88 yr. *Journal of Applied Physiology*, 89 (1): 81.
8. LEYK, D.; GORGES, W.; RIDDER, D.; WUNDERLICH, M.; RUTHER, T.; SIEVERT, A. & ESSFELD, D. (2007). Hand-grip strength of young men, women and highly trained female athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 99: 415.



