

跑者认识自己的工具：自知者明，自胜者强

我从小就喜欢研究，对物理和化学都很有兴趣，因此大学选了化学工程学系。在这个系，既可以研究物理、也可以做许多有趣的化学实验，同时也有机会学习工程数学，非常有趣。这些知识使我更加充分地认识了外在世界的运作原理。虽然有趣，但“认识”外部世界并不是一件轻松的事，除了要像背单词一样记住基本元素和物理定律之外，也需要具备逻辑思考以及使用多种实验器材进行研究的能力。

接触了耐力运动之后，我发现人体也是一个复杂而精密的微观世界。运动力学其实就是物理；运动生理学其实就是身体内部的化学；做数据分析时也需要运用多种数学算法。在研究运动科学时，我除了是研究者，同时也是被研究的对象。而且通过研究与训练，我的身体竟越来越强（越跑越快），快到超乎自己曾经的想象，全程马拉松的成绩从4小时提升到2小时43分。因此，我逐渐被这个内在世界的奇妙变化深深吸引，2010年退伍后就一头栽入运动科学的研究之中。

投入研究时，我总想起希腊德尔菲神庙上刻着的一句话：“认识你自己。”这些年来通过游泳、铁人三项、跑步训练和研读运动科学家的著作，我越来越了解自己的身体和心灵。但这种认识只是抽象的自知，

很难具体描述身体的状态和进步的程度。幸好现代跑表与各种云端服务可以量化身体的各项指标。

老子说“自知者明，自胜者强”，我认为任何人想在某个领域不断突破，要先有强烈而深刻的自知之明，才可能胜过自己，能一再“自胜”之人才是真正的强者。我这里所谓的强者，并非是限于一味追求最佳成绩与突破纪录的精英跑者，而是更广泛地指代“整个身心都变得更加强韧”的人。

在学习跑步技术的过程中，我总是想起美国当代神学家莱因霍尔德·尼布尔曾说过的一段话：“神啊！赐予我平静，让我能接受自己无法改变的事物！赐予我勇气，让我能改变自己可以改变的事物！并赐予我智慧，让我可以分辨两者的不同。”平静与勇气都是“自胜”的元素，跟体能无关，而是心的两种运动特性。

训练是为了比过去的自己更强，这需要挑战自己的勇气。这种奋力向前的决心，我们很容易从不断追求经济增长的文化里学到。但的确很难在跑步时平静地分析、检讨并接纳现在的自己。在专业跑者的训练过程中，这种冷静分析的工作由教练负责，而且他还需要同时拥有知识和装备，前者需要花时间累积，后者（在过去）则需要高昂的花费。

大部分跑步爱好者未必有能力花钱请教练，但现代逐渐普及的穿戴装置正可以扮演辅助的角色。我认为它是一种帮助跑者认识自己的工具。就像学习使用计算机一样，活在这个时代，你很难不接触计算机。我相信跑步相关的穿戴装置也会越来越方便与普及，所以如果你热爱跑步，一定要学会善用这项绝佳的工具，因为唯有深刻地认识自己的优缺点之后，才能确定接下来该往哪个方向迈进。

这几年有机会在各地担任教练，我因此接触到不少强烈希望变强

或在比赛中突破个人最佳成绩的跑者。他们花了很多时间训练，也购置了多功能跑表。但我发现大部分买表的跑者都只是在训练后看里程数、平均配速或心率等数字，不太了解“数字背后的意义”。看到能提升训练效率的宝物就在他们身边，却不知如何利用，我总觉得很可惜。

大部分跑者的知识还跟不上，所以当他们在买了跑表后，太多无法理解的数据反而变成了他们的心理负担。但其实这些数据不仅能让训练更有效率，还能避免受伤并增加训练的趣味性。

近几年来，在课堂中或社交网站上讲解完各项功能与使用方式后，总会收到许多跑者因此打破个人最佳纪录而寄来的感谢信。每次收到来信，都让我觉得这些分享真的对其他跑步同好有帮助，因此才兴起把这些知识整理成书的念头。

但事情没有我想象得那么简单，并非运动专业出身的我，原本只懂皮毛，深入后才知道背后的知识体系超乎自己的想象。而且有许多刚发明出来的新功能，还没人测试过，因此我必须自己花时间累积数据，才能开始分析与归纳。感谢茗杰和誉寅这段时间的协助，没有他们帮忙收集数据与提供意见，这本书也无法顺利完成。

不论软件或硬件都只是工具，工具永远只是辅助，跑者本身才是主体。不要陷入数据之中，不要执着于数值的高低，数据永远只是协助我们分析与认识自己的参考。训练是一门艺术，没有标准可言，雕刻家打造艺术品时虽然可以用直尺和圆规，但艺术品的优劣绝对跟标尺的精准度无关，而跟创作者有关。身为跑者的你，既是创作者也是艺术品，这本书只是使用工具的方式，用或不用都没关系，因为它只是工具，你才是主角。

但我们必须认清“了解自己”是变强的必经过程，所以希望你能通过这本书提供的知识与工具，学会更深入地剖析自己的实力，进而变得更强韧。

导读一 “量化”是科学训练的关键

训练有三个基本元素，分别是：量化、个人化与周期化，其中量化最为关键，因为如果不量化，其他两项也无法具体落实。量化说白了就是把原本抽象的成果与主观感觉数字化。

我们可以把身体想象成一辆赛车，其中引擎的马力、油箱大小、供油与排气系统就像跑者的“体能”，但如果车体本身不够坚固，引擎再强大也没用。一个体能很好，“肌力”不足的跑者，就像是把F1赛车的引擎装到家用车上，油门踩得过大，车身就可能解体。当然，不管车子的性能如何，驾驶的技巧也很重要，如果你把车钥匙交给一个没有驾照的人，请他把车开回你家，途中很可能发生车祸。因此跑者的“技巧”就像赛车手的开车技术一样重要。所以肌力与技术太差，体能太强正是造成运动伤病的主因。这三种能力环环相扣，想要提升跑步实力，这三者得同步成长。

很多人误以为体能好就一定跑得快，但这可不一定。试想奥运游泳选手，他们的体能一定极佳，但跑步的速度可能不如一位大学校队的选手快。他们在水中训练，所以肌肉很少受到跑步时落地冲击的刺激，因此跑步所需的肌力很弱，再加上他们鲜少训练跑步技巧。可见体能

只是决定跑步速度的一项因素。

想象你在玩角色扮演游戏，扮演的是一位跑者。你的等级取决于体能、肌力与技术三种能力值。对于游泳选手，刚转成跑者时，他的体能值很高，但跑步肌力和技术相对较差；举重选手要开始跑步，肌力绝对不成问题，但跑步体能和技术相对较差。

过去我们一直无法明确自己的实力，也不知道自己成绩进步是因为体能提升了，还是技巧进步了，或只是肌力变强了？主要原因就是我们无法“量化”自己的各项能力。

而科学化训练的关键正是“量化”，没有量化就谈不上科学。书中把目前市面上穿戴装置(包括心率表)的所有功能分成体能、技术、肌力、压力与恢复几大类，其中肌力最容易量化，只需重量、反复次数和组数就可以量化，也可以通过改变重量来控制训练强度和观测未来的训练成效。例如原本蹲举只能做 10 下 50 公斤的，3 个月后可以负重 80 公斤做 10 下，这就是进步(10RM^①从 50 公斤进步到 80 公斤)，非常明确。但体能、技术、压力和恢复就没那么容易量化了。

拜穿戴科技的进步所赐，原本不方便量化的各项数据，现在已经可以“搜集”“演算”与“呈现”。穿戴装置最主要的目的是搜集用户的数据。为了达到这个目的，它必须穿戴在身上。有了原始数据之后，才能演算。演算在手机 APP、云端、计算机或跑表上都可以进行，目前最方便的呈现界面还是手机。当然，跑表也可以呈现一些数据和简易图表，但详细信息还是在手机上看得比较清楚，这也是各家跑表大厂势必都会开发 APP 的原因。但在呈现数据上，跑表有一项比手机更

^①健美运动中，“RM”被约定俗成地规定为能重复试举一定次数的负荷重量。

有利的优势，即可以实时监控跑者当下的状况。当然，这种便利性是需要多花钱的，如果可以忍受带着手机出门跑步并边跑边盯着手机看数据的话，就可以省下这笔钱。虽然本书会提及几款手机 APP 和云端服务，但全书的重点还是以跑表的运用为主。

搜集信息	演算 & 分析	呈现平台
心率带 光学式跑表 智能耳机 智能鞋垫或跑鞋上的其他传感器	跑表 智能手机 APP 云端平台	跑表 智能手机 APP 云端平台

导读二 如何使用本书

本书主要是写给有强烈自主训练需求、没有教练指导但很想进行科学训练的跑者，以及有心担任教练或在社团中帮别人制定训练计划的跑者。通过这本书，你将能学会如何用现代穿戴式装置进行科学化训练，以及判断自己是否进步，或者在成绩进步之后帮你判断进步的是体能还是技术。换句话说，善用这些现代化工具，就能利用数据确定自己的优缺点，进而更有针对性地调整未来的训练方向。

书中谈及的工具主要分为软件和硬件两大类。软件包括手机 APP 和科学化分析网站，本书中会提到相关 APP，网站则以耐力网和 RQ^① 网为主。硬件则用 Garmin 跑表作为范例，但本书讨论的内容并非只限于 Garmin 产品，Polar、Suunto、Epson、TomTom 或其他能搭配手机的蓝牙心率带都适用。书中除了少数几项功能之外，其余功能都能在品牌跑表中找到。（Garmin 的独家功能也可以通过 Coach's Eye 这个手机 APP 获取，书中会详细说明。）

此外，如心率和配速，目前几乎所有的跑表都会记录。如果你已

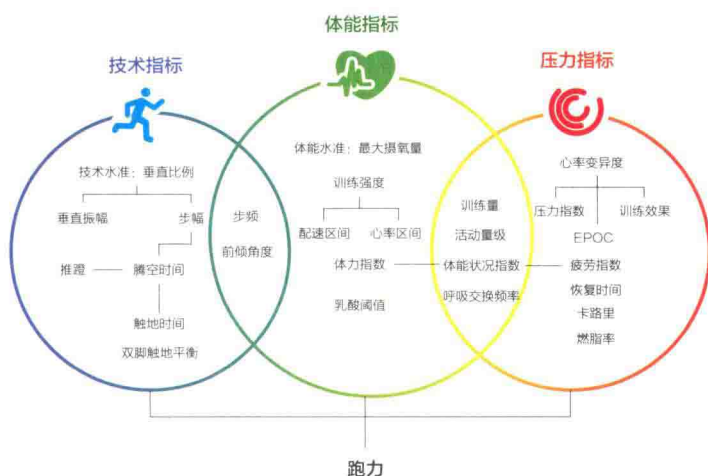
^① Running Quotient.

有跑表，也习惯时常追踪自己各项记录，现在就可以直接拿来使用，不需再购买新的。若是对书中比较专业的分析数据感兴趣，如“训练效果”、“最大摄氧量”、“心率变异度”、“压力指数”和“恢复时间”等，可以购买跟 Firstbeat 公司合作厂商的产品，目前有 Garmin、Samsung、Suunto、Sony、Pear Sports、Bosch、PulseOn 等高阶运动表，详细信息可以到 Firstbeat 的官网上查询。

本书的任务是分享如何运用目前跑表的数据与云端服务的各项分析功能。数据很多，本书把它们分为三大类：

1. 体能指标
2. 技术指标
3. 压力与效果指标

每个大类下还会有详细说明，书中会针对不同的数据解释它们的意义和运用方式（怎么运用），说明采集它们的原因和来由（从何而来）。



如果你对“从何而来”不感兴趣，只读每章中的“怎么运用”部分即可，因为这是本书最主要的目的：每位跑者都能学会解读每一个数据的含义，然后加以运用。至于背后的原理，则是写给不只想学计算机操作，还想了解计算机内部运作原理的人。



CHAPTER 1

最大摄氧量

◀ 量化自己的有氧体能水平! ▶

互相比较是人之常情，所以“体能有没有进步”这个问题一开始很令我困扰。为了厘清问题，第一步必须明确定义“跑者的体能”。有了明确的定义，我们才能了解数据的意义。

量化体能的关键数据是最大摄氧量，它用来衡量你的身体引擎每分钟能输出的最大能量。但在过去，要取得这个数据相当困难——必须进实验室，在身上固定许多管线，让自己跑到力尽。但现在，我们有了许多替代方法。

下面先解释最大摄氧量是什么，跑者的引擎在哪，以及如何挖掘自己的最大输出。当我们明确各项体能的功能与产生位置之后，训练也会更有针对性。

1

心脏只是泵， 跑者的引擎在线粒体

只要活在世上，我们无时无刻不需要氧气。静止时身体的耗氧量比较少，耗氧量随着运动强度而增加，直到达到最大值。就像每个引擎都有最大进气量一样，每个人身体耗氧量也都有上限。最大值越高，体能就越好。虽然体能越好未必跑得越快，还要搭配优秀的技术、跑姿、肌力和意志，但体能是一切的根本，就像汽车引擎的马力一样。汽车想跑得快，引擎的马力当然要够强大，它虽然不是唯一的要素，但没有人可以否认它是最核心的一项。

接下来我们来了解一下身体里“跑步引擎”的动能来自哪里。它不在心脏，也不在肺部，而是源于肌纤维里的小细胞——线粒体。汽车引擎里主要做功的部位是汽缸，当化油器将燃料和氧气送入汽缸，火花塞传送电流将两者点燃，以可控的爆炸使活塞上下运行，进而驱动曲轴，带动轮胎转动。在运动过程中，肌肉里线粒体就像引擎里的汽缸，通过激烈的氧化反应产生能量（运动生理学家把产生的能量单元称为 ATP）驱动骨骼。身体里的“汽缸”越多，产生的动能就越多。

我们无法精确计算身体里的线粒体数量，但代谢的过程需要氧气，所以可以直接从每分钟消耗的耗氧量来评估跑者的有氧体能。能量代

谢与氧气消耗之间有基本的对应关系：身体每消耗 1 升的氧气，大约会产生 5 大卡^①的能量（包括动能与热量）。因此，只要我们知道身体在运动过程中总共消耗了多少氧气，就可以计算出身体消耗了几大卡的能量，这也是一再强调最大摄氧量的原因。（消耗“热量”越多不见得“燃脂率”就越高，这点我们将在后面的章节详细说明。）

但准确的最大摄氧量只能在实验室里测出来。在实验室里的测量方式是让跑者在跑步机上戴着面罩跑步，收集他们呼出的每一口气，



① 1 大卡约等于 1000 卡路里。

逐渐提高跑步机的速度，直到达到跑者的速度上限，测量跑者在最高运动强度下消耗了多少氧气。

跑者每分钟消耗的氧气量称为“绝对摄氧量”，但为了便于比较，运动生理学家大多会用绝对摄氧量除以体重，得到“相对摄氧量”。这样计算后得到的是每分钟身体每公斤体重所消耗的氧气量 (ml/kg/min)，也就是运动生理学家定义的“最大摄氧量 (VO_{2max})”。

不少人会把最大摄氧量跟肺活量画上等号，但其实它们的定义有很大区别。我们只要把它们分别想成“泵”和“引擎”，就可以区分两者。若把身体想成一部机器，肺部就是你进气和出气的泵、心脏则是血液循环的泵，强大的泵（强大的心肺能力）当然有助于引擎的做功效率，可是如果只锻炼肺活量而很少跑步，会导致运送氧气和二氧化碳或代谢氧气的机制不够流畅、肌肉里的线粒体不够多。在这种情况下，肺活量再大或心脏再强壮都没有用。肺容量大的人，进气量多；心脏强有力的人，输送带氧的红细胞比较快。进气又多又快当然对大引擎有帮助，但如果你的引擎还很小，气缸不够、效能不足，送过来的氧气来不及燃烧，再强的心肺能力也没用。这就像原料与能源充足但产能不足的工厂一样。

拿我父亲开了十多年的丰田凯美瑞来说，车的引擎为 3000 毫升的 V6 引擎，也就是说引擎中有 6 个气缸来驱动曲轴，每个气缸 500 毫升，总共 3000 毫升，能燃烧的容量越多，产生的动能也越大。做了那么多解释，重点就是：跑者的引擎不是我们认为最重要的心脏，而是分布在肌肉里的众多线粒体上，心脏只是输送血液的泵。肌肉里的线粒体越多，我们的体能也越好。

最大摄氧量的男子世界纪录

最大摄氧量的世界纪录，之前一直都由越野滑雪选手保持，直到2012年才被来自挪威的奥斯卡·斯文森打破。2012年，他在最大摄氧量测试中（年仅18岁），创下了惊人的97.5 ml/kg/min世界纪录。世界知名的自行车选手，曾7次获得环法冠军的阿姆斯特朗，也才84.0，而我自己是68.7。然而，并非最大摄氧量越高（体能越好）的选手就必定第一个到达终点。若只有强大的体能，而没有肌力与技术，仍无法跑出好成绩。

2

不用进实验室也能 知道自己的最大摄氧量

因为我们无法精确计算身体里的线粒体数量以及各个线粒体的产能效率，所以只能通过计算它们每分钟消耗的最大氧气量来评估它们的效能。过去只有用专业仪器才能测得这些数据，但现在运动科学家可以通过其他生理数据推算出最大摄氧量。以 Garmin 跑表为例，只要你戴上 HRM-Run 心率带慢跑 10 分钟以上，它就会利用你的配速、心率变异度（HRV）与心率数据，通过 Firstbeat 的专利算法，估算出你的最大摄氧量。

目前通过 Garmin、Suunto、SamSung 等跑步穿戴装置测得的许多科学数据（包括最大摄氧量）都是利用 Firstbeat 研发出来的算法估算。一般人要直接测最大摄氧量既麻烦又昂贵，最重要的是不能实时监测，你无法在训练时监控自己的摄氧量。Firstbeat 通过心跳率（HR）和心率变异度两个参数与实验归纳出来的算法来推算最大摄氧量，虽然是间接数据，但方便、便宜又及时。而且我们其实不必知道每次运动的准确最大摄氧量，知道比较值就可以了，训练一段时间后“数字是否上升”（或是发懒停练后数字下降了多少）这件事更为重要。所以不必太在意最大摄氧量的实际值，重点在于每次测量得到的数值都源自同一

套装备、相同的机制（算法）和流程。数值多少并不重要，重要的是是否进步。

值得注意的是，越野跑时测量出的最大摄氧量会比较低。因为越野跑相对吃力，但跑表不知道你在什么路面上跑，所以会以为你退步了。

我最想就职的公司：Firstbeat

我目前使用的是 Garmin Forerunner 920XT，每次训练完设备都会显示一些我原本不太在意的分析数据，像是“恢复时间”、“消耗卡路里”、“训练效果”与“预估最大摄氧量”。我以为这些都是随意估算出的数字，参考价值不大，后来才知道，这些分析数据的算法都是由 Firstbeat 这家公司花大力气研发的。只要你诚实地设定个人基本数据，包括年龄、体重、身高、最大心率、静息心率与心率区间，每次训练完后表上显示的分析数据就极具参考价值，甚至比专业的教练还可靠，因为它们是根据你过去的训练数据统计出来的结果。

早在 20 世纪 90 年代初期，Firstbeat 的创始人之一卢斯科教授在芬兰奥运研究中心就已经致力于自主神经系统与运动员过度训练的研究。他研究的目标是“量化”运动员的表现和恢复情况，量化的关键数据是“心率变异度”。相关的心率变异度研究后来也用于评估非运动员的生理状况和健康指标。

Firstbeat 已成立 14 年，光是聘用的运动生理学、统计学与运动科技专家和运动员就超过了 40 位。这些专家的专业背景不仅包括生理学和数学，还包括行为研究学。这是一家专门分析运动生理数据的公司。他们以实用为目的，提供对个人体能、压力指数、睡眠状况和恢复时间的科学评估。除了为 Garmin 提供训练数据分析与体能评估，他们也同时为 Samsung 与 Suunto 提供穿戴式装置。他们的产品是将数据转换成运动生理研究结果的“算法”，这些算法的原始数据都以心率数据为主，其中最重要的参数是心率函数和心率变异度，我想这也是他们把