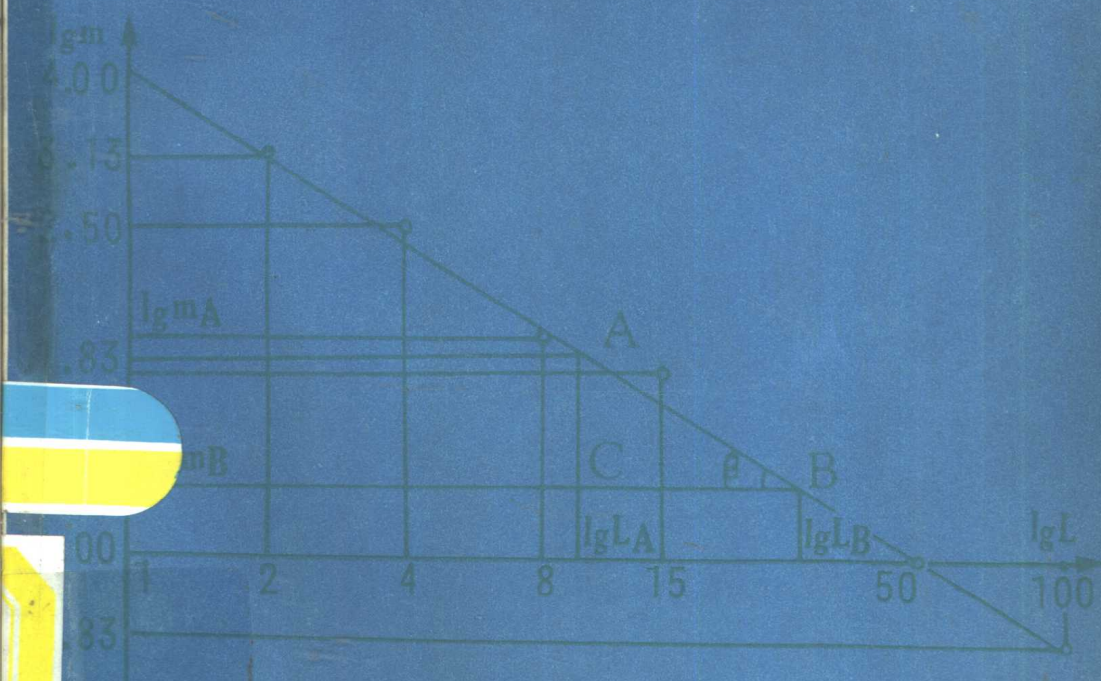


人体运动 负荷的研究



人民體育出版社

人体运动负荷的研究

安朝臣 著

人民体育出版社

内 容 介 绍

本书是一本有关运动訓練的理论著作。在书中，較多的利用数学知識和数理逻辑推演，分析推导出等水平成绩定律，定义与求解百分强度，归纳负荷公理，推演出累加负荷原理，进而初步讨论了运动负荷与有机体的恢复，科学地制定訓練方案等问题。

本书力求把較为复杂的人体的运动訓練问题，放在初等数学的范围内来分析研究，所有的公式都是属于初等数学的，一般具有高中以上数学基础的体育科研人员，体育教师，教练员，以及其他体育工作者和体育爱好者都能閱讀。

从某种意义来说，本书又是解决体育运动訓練中一部分实际问题的一本“工程工具书”。在本书的附表中刊出了《基本公式表》，《功率指数表》，《百分强度表》，《负荷系数表》等各种应用表册，并且有較为詳細的浅显的使用说明，即使对閱讀理论部分比較困难或者暂时没时间去閱讀的同志来说，都能很容易地学会应用。

作 者 的 话

学生时代我是一个业余运动员。每当我在运动场锻炼时，对任何一种训练手段、训练方法，总喜欢问自己：“我这样训练，是有效的吗？什么样的训练手段和方式是最有效的呢？”带着这样的问题，我读了不少体育书刊，但只看到一些优秀运动员的训练实例，以及诸如“循序渐进”“因材施教”等原则。究竟要“遵循”什么样的“序”，会有什么样的“进”，根据怎样的“材”，施行怎么样的“教”呢？得不到解答。渐渐地我决心放弃我非常热爱并决意要为之献身的机床设计与机制工艺专业，改从事运动训练与体育研究。

一九六〇年读完大学，我到四川省体委从事运动训练工作。长期以来，我一直在实践中琢磨、探索着一些问题。

一九七六年以后，我把多年来在思想上反复琢磨的一些想法写出来，刊登在内部的油印刊物《体育科学与技术》上，受到不少体育界的老前辈、科研人员、体育教师、教练员的关注。一九七八年五月，我被邀请到国家体育科研所作了学术汇报后，许多同志满腔热情地希望和鼓励我继续研究下去，走出一条路来。我深刻领会到，在我们伟大的社会主义祖国，我们所做的哪怕是很平常的工作，都肩负着党和同志们的殷切希望，这一切，成为我克服种种困难的动力。借此机会，对那些曾支持、鼓励以及提供过意见的同志，表示感谢。

国家体委、国家体育科研所的领导同志，四川省体委郭炎、李铁民副主任对我的研究工作的重视和关怀，将始终激励我为党的体育事业作更多的工作。

四川省运动技术学院张春惠老师、重庆大学体育教研组陈翠

11272/2004

08

然同志、国家体育科研所李福田同志、四川省二机局办公室主任高应同志、《知识就是力量》编辑部的赵兰慧同志、国家体育集训队曾铎同志、四川省运动技术学院宋道均同志对我的工作的大力支持、鼓励和帮助，在此，一并表示衷心的感谢。

一九八〇年八月



作者简介

北京体育学院副教授

游泳教研室副主任

游泳国家级裁判

世界水下活动联合会

蹼泳国际裁判

中国蹼泳协会

裁判委员会副主任

责任编辑：周大强

封面设计：张继国

内文设计：樊振杰



目 录

前 言	(1)
第一章 等水平成绩定律	(5)
第一节 最高平均成绩随作业距离而变化 的规律	(5)
第二节 功率指数值	(12)
第三节 等水平成绩定律的推广应用	(23)
第二章 作业强度	(31)
第一节 世界各国对作业强度研究的现状	(31)
第二节 百分强度的确切定义及求解公式	(34)
第三节 求百分强度的功率指数及求百分强度的 实例	(40)
第四节 百分强度比值	(49)
第三章 负荷公理及均匀强度作业产生的负荷值	(53)
第一节 负荷公理	(53)
第二节 均匀强度作业所产生的负荷值	(59)
第四章 负荷累加原理	(72)
第一节 均匀强度作业求负荷值	(73)
第二节 不均匀强度作业求负荷值	(79)
第三节 体力分配的最佳方案	(86)
第五章 累增负荷值	(93)
第一节 连续作业的累增负荷值	(93)
第二节 作业密度与累增负荷值	(102)
第六章 运动负荷与有机体的恢复	(109)

第一节	运动负荷与有机体的恢复	(110)
第二节	累加负荷值与累加负债负荷值	(115)
第七章	训练方案	(119)
第一节	概述	(119)
第二节	合理负荷值	(122)
第三节	负荷累加原理与课业负荷安排	(131)
结 束 语		(138)

附表说明	(140)
------------	-------

附 表

表 1	等水平成绩表	(164)
表 2	常用作业距离的功率指数表	(168)
表 3	求百分强度的功率指数表	(170)
表 4	百分强度表	(174)
表 5	负荷系数表	(316)
表 6	合理作业次数表	(318)
表 7	恢复时间表	(320)
表 8	反复作业需要的合理间隔休息时间表	(322)
表 9	1.3544 次方根表	(323)
表10	1.3544 次乘方表	(326)
表11	基本公式表	(329)

前 言

如果我们能使二十世纪七十年代的运动员,乘坐航船,沿时间的河流逆向航驶到1924年,去参加奥林匹克运动会的比赛,那么当时男子400米自由泳的冠军,身高1.91米,体重86公斤,年龄20岁的约翰尼·韦斯摩勒比美国现在年仅14岁的女孩辛季亚·乌德赫德(1978年400米自由泳的成绩为4'0"15)慢57秒!足足要被拉下大约75米远!这对20年代的游泳观众来讲是不可思议的事情,要知道,韦斯摩勒后来是电影“人猿泰山”的主角。

一名女孩能以神话般的优势战胜“泰山”,这是事实。产生这一事实的原因,是人们比半个世纪以前有了更多的关于人体的知识,积累了更多的训练经验,能用较为正确的方法来训练。但是现今仍不能说体育运动训练的方法已经尽善尽美,相反,运动训练中没有弄清楚、有待于进一步研究的问题还很多很多,有的甚至是空白。

当今是宇宙航行取得可喜成就、原子核能开始利用以及电子计算机普遍运用的年代,可是关于运动训练,只有诸如“循序渐进”、“由浅入深”、“因材施教”等笼统的原则或者训练实例,尚无一整套严密的促使有机体功能提高的训练规律的理论,因此,世界各国的教练员们遵循参照的是个体经验与具体实例,训练方法和手段是“百花齐放”“各有千秋”。

随着人类社会的进步、科学技术的发展,体育运动训练必将会完全建立在科学数据的基础上。用电子计算机来对人体的运动训练作程序控制的日子,在不久的将来即会来临。

要实现用科学数据来控制运动训练,第一步,必须对运动训练有科学的分析认识,归纳、掌握它们的基本规律,形成一套独立的、完整的有关运动训练的基础理论。第二步,用统筹法、优

选法等科学精选方法，探索寻找出最佳训练方案，使人类能用最科学的方法，最快的速度，最短的时间，发挥出最大的运动能力。

在本书中，我们将从体育运动中作业手段比较单一，易于对比分析的运动项目——田径中的径赛项目、游泳、速度滑冰、赛场自行车等项目着手，进行分析研究。主要研究如何科学地来评定训练作业手段的“份量”，及不同“份量”的训练作业手段刺激以后，人类有机体可能产生的效果和反应。

运动训练中，训练作业是由不同的作业手段、作业时间、作业强度、作业密度以及各种组合方式所组织成的。用不同的手段，不同的时间、强度、密度和方式来作业，对人体将产生不同的效应。好像用槌子敲击鼓一样，敲打的力量大一些，鼓声响亮一些；敲打的力量小一些，鼓的响声就小一些；运动训练也一样，训练作业的“份量”大一些，有机体被刺激而产生的效果和反应就深刻一些、强烈一些；训练作业的“份量”小一些，有机体产生的效应就小一些，轻微一些。因此，我将训练作业的“份量”用“运动负荷”的大小来描述。

“运动负荷”是训练作业数量、质量及其难度的综合的客观量度。训练作业刺激的直接效果，是有机体内能源物质的消耗，种种生理机能和生物化学过程的变化，并在恢复过程中使有机体的功能得到提高。

世界各国都在积极研究运动负荷问题。在运动训练和竞赛的实践中，教练员、运动员和体育科研工作者在日积月累地记录实践数据、资料。他们不论是在运动场上或是在实验室内都在不倦地研究运动负荷对人体作用产生的各种变化，希望探索出合理负荷的内在规律。根据运动员的不同情况，研究应当采用什么样的训练手段，以什么样的强度、训练多少时间、多少次数、多少数量，以及用什么样的组合方式才为合适，这的确是个科学性很强的问题。我把这些总称为《人体运动负荷的研究》。

研究运动负荷，首先要确定用什么方法来评定运动负荷。

为了排除各种个体因素的影响，建立起对任何人都适用的简单易行的评定运动负荷的方法，我们采用运动负荷相对比值——简称负荷值的方法来评定运动负荷。

定义（一），在某一时期，对某一选手而言，经过认真的训练准备，在参加重大比赛或者举行测验的情况下，尽最大努力用最好的成绩来完成一次主项距离的作业所产生的负荷，定义为该运动员在其主项距离上的运动负荷比值的基数；所谓运动负荷值，就是实际运动训练作业所产生的负荷与在有训练准备全力参加比赛或测验的情况下尽最大努力用最好的成绩来完成主项距离的作业所产生的负荷两者之间的比值，即：

$$\text{负荷值} = \frac{\text{实际训练作业所产生的负荷}}{\text{全力参加一次主项距离比赛所产生的负荷}}。$$

那么，实际训练课业的负荷怎么衡量呢？什么样的运动负荷及负荷安排方案是合理的呢？这就是本书要探讨的课题。在本书中将着重讨论下述问题：

- 一、等水平成绩定律；
- 二、百分强度的准确定义及求解公式；
- 三、负荷公理及均匀强度作业所产生的负荷值；
- 四、不均匀强度作业所产生的负荷值；
- 五、作业密度与累增负荷值；
- 六、运动负荷值与有机体的恢复；
- 七、训练方案的初步探索；

对上述这些问题的研究，属于运动训练基础理论的研究。它要借助于有关方面的知识，及严格的数理逻辑推导。对某些技术术语和概念，要赋予明确的意义，即要下定义；能够归纳总结出肯定的规律的，要推导出定律；为人们所公认，但目前还不能被证明为定律的，先认定为公理运用；在现阶段暂时还没有掌握，但又需要了解其规律的，暂时要提出假说给以解释，等在实践中

用的过程中来验证、充实、完善，最终总结出定律。全面研究运动负荷是一项新的、严格的理论探讨。为了使大多数的人都能看懂，我把复杂的运动训练问题尽可能地简化，用初等数学公式来表达叙述，所以，只要具备高中以上数学水平的同志都可以阅读。但因为它的内容毕竟是数学推导多，比较抽象，希望有兴趣研究这一问题的同志们在阅看时要有耐心，力求在基本上理解了前面章节的基础上，再看阅后面的章节。

第一章

等水平成绩定律

第一节 最高平均成绩随作业距离 而变化的规律

生活实践告诉人们，从事某种生产劳动或体育运动时，作业强度越大，所能坚持的时间越短；反之，作业强度越低，所能坚持的时间越长。那么，作业强度和所能坚持的时间之间究竟是怎么样的—种关系呢？在回答这个问题之前，我们先分析一下历届奥运会男子径赛各项目前六名的平均成绩（见表1）。

奥运会径赛各项目所达到的成绩，可以说是人体在当时条件下所能达到的最高成绩。尽管这些成绩可能受到自然气候、场地条件、地理位置等各种因素的影响，但是分析这些平均成绩，仍然可以找到最高平均成绩随作业距离而变化的必然规律。试将距离从100M~马拉松跑长度的数值（单位：百米）取其对数值为横座标，取各个项目的平均成绩（单位：秒/百米）的对数值为纵座标，把各届奥运会男子径赛各项目的平均成绩在座标图上标出，并联结成曲线，把这一曲线命名为《有机体的等水平成绩曲线》（以下简称为《等水平成绩曲线》）。我们发现各届奥运会的《等水平成绩曲线》在座标图上是大致平行的，这就说明它们具大致相同的规律性（图1）。为了尽可能地降低影响这些成绩的各种偶然因素的作用，可作出各届奥运会男子径赛前六名的总平均成绩的《等水平成绩曲线》（图2）（鉴于前几届资料不齐全，只取战后14~21届前六名的总平均成绩来分析。请注意，

为了使读者在阅读时得到直观的印象，纵座标与横标的数值并不与线段长度成比例，纵座标的数值放大了一些。）

表1 历届奥运会男子径赛前六名平均成绩表 (单位:秒/百米)

届 别 \ 径赛项目	100M	200M	400M	800M	1500M	5000M	10000M	马拉松
第 4 届	10.98	11.32	12.50	14.47	16.26			25.47
5	10.90	10.96	12.18	14.02	15.81	17.99	19.43	23.91
6								
7	10.88	11.05	12.44	14.20	16.16	18.13	19.08	22.06
8	10.82	10.92	11.06	14.15	15.76	18.02	18.64	23.98
9	10.93	10.98	11.09	14.18	15.75	17.77	18.63	22.02
10	10.48	10.70	11.88	13.99	15.54	17.69	18.50	21.48
11	10.57	10.68	11.78	14.25	15.30	17.40	18.36	21.69
12								
13								
14	10.45	10.57	11.87	13.78	15.41	17.36	18.49	22.20
15	10.43	10.48	11.65	13.73	15.05	17.07	17.83	20.37
16	10.70	10.48	11.83	13.55	14.81	16.74	17.38	21.02
17	10.28	10.36	11.36	13.49	14.61	16.55	17.21	19.62
18	10.27	10.31	11.40	13.25	14.64	16.60	17.17	19.39
19	10.03	10.10	11.16	13.17	14.72	16.99	17.75	20.52
20	10.31	10.16	11.26	13.28	14.52	16.18	16.67	19.21
21	10.17	10.27	11.22	13.08	14.64	16.11	16.73	18.72
14~21届 平均成绩	10.330	10.341	11.469	13.416	14.800	16.700	17.408	20.175

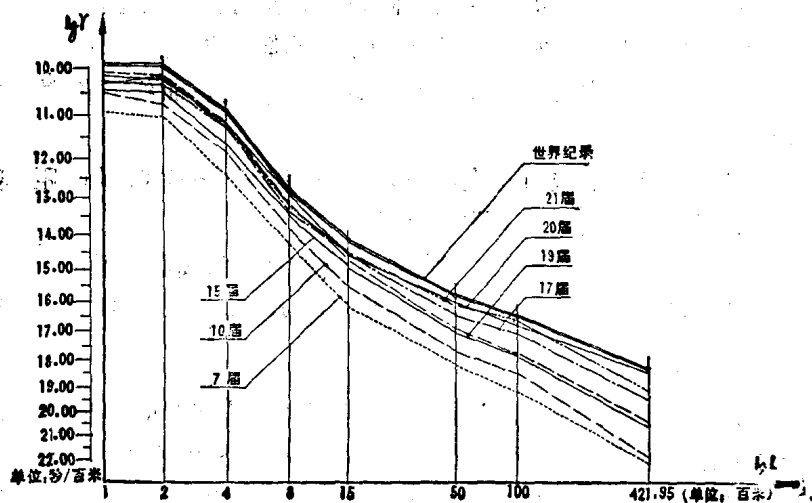


图1 历届奥运会男子径赛项目前六名等水平成绩曲线图

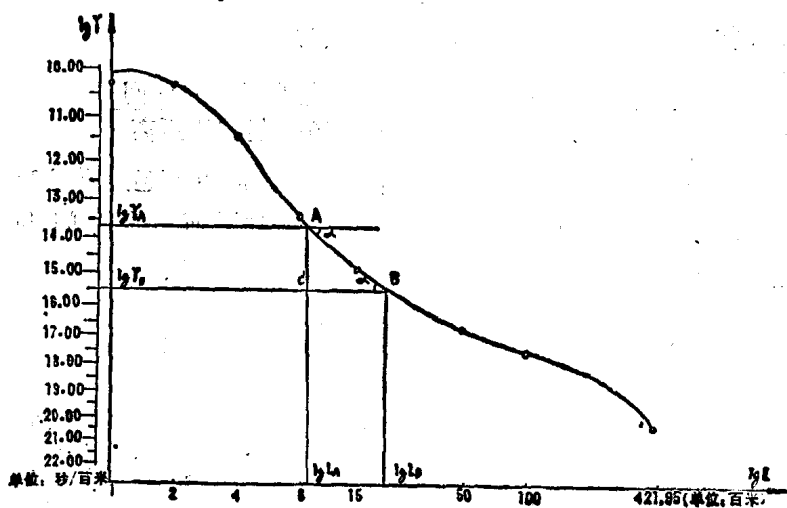


图2 男子径赛项目前六名总平均等水平成绩曲线图

这个总平均成绩的《等水平成绩曲线》大致可以分五段：

一、在 200M 以内的短距离，曲线下降比较平滑；

二、短跑到中跑，即 200M~800M 距离内，曲线下降最陡峻；

三、中跑、中跑到长跑，即 800M~1500M~5000M 的距离内曲线下降的幅度趋于平均值水平；

四、长跑，即 5000M~10000M 距离内，曲线最平缓；

五、超长跑，即 10000M~马拉松距离内，曲线下降又趋于平均值水平。

从表 1 可知，14~21 届奥运会男子 100M 和 200M 跑的前六名的总平均成绩是 10"330 和 10"341，这两个数是接近相等的。但在分析短跑成绩时要考虑到人体从静止状态到发挥最大速度所需的时间。因此，分析短跑成绩，应当除去起跑距离所用的时间来计算后程行进间跑的平均成绩。世界上大多数 100M 跑 10"00 水平的选手，前 30M 起跑大约要用 3.50~3.60 秒的时间，其后程 70M 行进间跑的平均成绩为：

$$r_1 = \frac{100\text{M 总时间} - \text{前 } 30\text{M 起跑用去的时间}}{100\text{M 全程距离} - \text{前 } 30\text{M 起跑的距离}}$$

我们认定 100M 跑 10"00 水平的选手，前 30M 起跑要用 3"55 的时间是准确的平均值，其他水平选手前 30M 所用的时间与其运动成绩水平成正比。这样对 100M 跑 10"00 成绩的选手来说：

$$r_1 = \frac{10"00 - 3"55}{100\text{M} - 30\text{M}} = \frac{6.45\text{秒}}{0.7\text{百米}} = 9.21\text{秒/百米}。$$

在讨论中，用 r ——英文 Record 的第一字母——来表示平均成绩，用 R 来表示总成绩，足标表示项目。例如 r_1 表示 100M 跑的平均成绩， R_2 表示 200M 跑的总成绩， r_A 表示在距离 L_A 上的平均成绩。

运动员起跑成绩的好坏，决定于各自的技术特点。但总的来