

运动计量学

人民体育出版社

运 动 计 量 学

〔 苏 〕B.M.扎齐奥尔斯基教授主编

吴忠贯	马志德	译
张世杰	王郁周	
吴忠贯	审校	

人 民 体 育 出 版 社

СПОРТИВНАЯ МЕТРОЛОГИЯ

Под общей редакцией
Проф. В. М. Зациорского
Учебник для институтов
физической культуры
Москва « Физкультура и
спорт » 1982.

运 动 计 量 学

[苏] В. М. 扎齐奥尔斯基教授主编
吴忠贯 马志德 张世杰 王郁周译

吴忠贯 审校

人民体育出版社出版

昌平展望印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

787×1092毫米 32开本12¹/₃₂印张 200千字

1988年5月第1版 1988年5月第1次印刷

印数：1—2,000册

7015·2463, ISBN 7-5009-0200-X/G·189

责任编辑：骆勤方 定价：4.00元

译 者 的 话

本书的主要作者B.M.扎齐奥尔斯基教授，是当代苏联运动生物力学的权威。他在体育院校基础理论教材的建设方面，继Л.Л.顿斯柯依之后做了大量的工作。《运动计量学》也是他在这方面的一大建树。本书已由苏联部长会议体育运动委员会正式审定作为体育学院教材。它把边缘学科知识和交叉技术引进体育基础理论教科书，为我国的体育教材建设提供了良好的借鉴。

运动计量学综合了统计学、试验与测量、评价理论、仪器与仪表等多种学科的知识，因此有些译名极难统一。例如，Критерий一词，有时译作“统计检验量”（在统计理论中），有时译作“标准”（在评价理论中），有时又译作“鉴别”（在试验理论中）。类似的情形多有所见。

原书除印刷错误外，也出现过个别逻辑错误和计算错误。译文中皆一一作了订正，并加了注释。仅第三章§3.4.5.一处译者未予改动，只作了注释说明。

本书译文第一稿由下列同志完成：马志德（第1~6章、第8~10章和第13章）；张世杰（第11、12章）；王郁周（第14~16章）；彭毅（第7章）。全书第二稿由吴忠贯完成，并最后审校定稿。译文中凡有错误和不当之处，希读者和同行批评指正，译者深表感谢。

1985年7月

0137 84/06

前 言

运动计量学教程的出版，这是第一次。设置这门课程的主要原因，是力求反映运动实践的需要，使师资（教师和教练员）的专业培训工作直接面向于解决他们在未来工作中一定会接触到的各项任务。

《运动计量学》教程取代了以前讲授的统计学基础、生物测量学和电影制作三门课程。这三门学科研究的课题，大多包括在《运动计量学》课程中但它决不是这三门课程的简单组合。这门新课程的18个课题当中，只有6个课题包含在原先的生物测量学、电影制作和统计学基础的大纲里。其余的课题全是新提出来的，正是这些新课题在很大程度上确定了这门新学科的目的性。

目前，运动计量学既作为一门科学又作为一门学科平行地发展着。许多国家都在讲授运动计量学某些章节的教材内容。其中，在某些国家，如保加利亚，类似的课程也被称作《运动计量学》。而西方许多国家的传统课程《体育运动中的测验与测量》，同《运动计量学》最接近。但究其内容，要比《运动计量学》局狭窄得多。

这本教科书所包含的内容有以下几个方面：

- 1) 体育运动监测的计量学基础；
- 2) 数理统计方法及其在整理、分析监测结果和在教

学、训练过程的规划中的应用；

3) 运动监测的技术手段；

4) 记录、整理、分析运动员身体状况、技术战术水平和训练负荷量等项指标的工艺和方法。

本书共分三篇。第一篇阐述运动教学测量的理论、人体运动能力测验的理论基础，以及分析运动教学测量的数理统计方法和评价理论。

第二篇阐述测量和分析体育运动数据的技术原理、测量仪器和方法。学生通过理论课和实验作业课掌握了这一篇的内容以后，就能学会操作各种测量仪器（运动技术和运动素质发展水平的测试设备、无线电遥测与电视录像技术以及各种训练器材等）。

第三篇的内容是关于教学训练监测过程中各种具体的计量学问题。这部分向学生介绍运动员身体训练水平、技术战术训练水平以及训练负荷等等的监测方法。

《运动计量学》课程在莫斯科中央体育学院是从1975年开始讲授的（前几年还属试验性质）。本书是由莫斯科中央体育学院生物力学教研室和全苏体育科研所生物力学研究室同仁根据这几年积累的讲授经验共同编写的。

作者欢迎对本书提出批评和建议，以期促进这门课程的内容和教学方法臻于完善。

目 录

前言	1
(B.M.扎齐奥尔斯基)	
第一篇 运动计量学理论基础	1
第一章 运动计量学导论	1
(B.M.扎齐奥尔斯基)	
1.1. 运动计量学的研究对象	1
1.2. 运动训练是一个控制过程	2
1.2.1. 关于控制的概念	2
1.2.2. 运动训练中的控制	5
1.2.3. 运动训练中的监测	7
第二章 测量理论基础	9
(B.M.扎齐奥尔斯基, B.П.乌特金)	
2.1. 测量量表	9
2.1.1. 名称量表(称名量表)	9
2.1.2. 有序量表	10
2.1.3. 区间量表	10
2.1.4. 比例量表	11
2.2. 测量单位	12
2.3. 测量精度	15
2.3.1. 基本误差和附加误差	15

2.3.2.	绝对误差和相对误差	15
2.3.3.	系统误差和随机误差	17
第三章	处理测量结果的统计学方法	19
	(C.A.苏斯拉柯夫)	
3.1.	测量结果的一维数列	20
3.1.1.	分布数列的编制及图示法	20
3.1.2.	测量数列的基本统计特征量	25
3.1.3.	正态分布曲线	30
3.1.4.	其他分布特征	33
3.1.5.	直接测量结果的数学分析	35
3.2.	测量结果的相互关系	37
3.2.1.	函数关系与统计关系	37
3.2.2.	相关面	38
3.2.3.	相关关系密切程度的估计	40
3.2.4.	相关的方向性	41
3.2.5.	回归	43
3.3.	计算相关系数的方法	44
3.3.1.	布拉韦-皮尔逊双变量线性相关系数的计算	44
3.3.2.	回归系数的计算	47
3.3.3.	相关比的计算	49
3.3.4.	偏相关系数和复相关系数的计算	51
3.3.5.	等级相关系数的计算方法	52
3.3.6.	四项相关系数的计算方法	55
3.4.	统计假设和统计特征的可靠性	57
3.4.1.	统计假设检验	57
3.4.2.	构造统计特征量的置信区间	59

3.4.3.	两个(不相关)样本算术平均数的比较	62
3.4.4.	两个相关样本平均数的比较	64
3.4.5.	两个样本变异量数的比较	65
3.4.6.	分布的正态性检验	66
3.4.7.	相关系数的可靠性检验	66
3.5.	方差分析	69
3.5.1.	方差分析的基本概念	69
3.5.2.	单因素方差分析	72
3.5.3.	数据相关时的方差分析	76
3.5.4.	组内相关系数	82
第四章	试验理论基础	84

(B.M.扎齐奥尔斯基)

4.1.	基本概念	84
4.2.	试验的可靠性	84
4.2.1.	试验的可靠性概念	85
4.2.2.	根据试验数据估计可靠性	89
4.2.3.	实际试验工作的可靠性	94
4.2.4.	试验的稳定性	95
4.2.5.	试验的一致性	96
4.2.6.	试验的等价性	97
4.2.7.	提高试验可靠性的途径	98
4.3.	试验的信息价值	98
4.3.1.	基本概念	98
4.3.2.	第一类经验信息价值(存在可测鉴标)	100
4.3.3.	第二类经验信息价值(不存在唯一鉴标, 因素信息价值)	102
4.3.4.	实际工作中的经验信息价值	104

4.3.5. 内容信息价值 (逻辑信息价值)	107
第五章 评价理论基础	110

(B.M.扎齐奥尔斯基)

5.1. 评价问题	110
5.1.1. 基本概念	110
5.1.2. 各项运动的评分表与评价量表	111
5.1.3. 评价的基本任务	116
5.1.4. 标准问题	116
5.2. 评价量表	117
5.2.1. 标准量表	117
5.2.2. 百分位数量表	119
5.2.3. 选点量表	121
5.2.4. 参数量表	121
5.2.5. 国立中央体育学院的量表	123
5.2.6. 组合试验的评价	124
5.3. 标准	125
5.3.1. 标准的种类	125
5.3.2. 年龄标准	127
5.3.3. 考虑体型特点	129
5.3.4. 标准的适用性	132

第六章 定性指标的定量评价方法	133
-----------------------	-----

(B.П.乌特金)

6.1. 质量学基本概念	133
6.2. 专家评价方法	135
6.3. 调查研究法	144

第二篇 运动监测的技术手段	146
---------------------	-----

(B.П.特金)

第七章 运动监测的仪器设备法	146
7.1. 测量系统的组成	146
7.2. 记录动作的光学法和光电子学法	147
7.2.1. 光电法的基本类型	147
7.2.2. 摄影过程	150
7.2.3. 摄影测量学	152
7.2.4. 录像	156
7.2.5. 光电设备	157
7.3. 采集运动信息的机电法和遥测法	160
7.3.1. 生物电过程传感器	160
7.3.2. 生物力学特征指标传感器	163
7.3.3. 遥测系统	171
7.3.4. 测量结果的记录	175
第八章 教学训练过程和比赛信息管理的技术保障	180
8.1. 基本概念	180
8.2. 电子计算机的组成与结构	183
8.2.1. 数字计算机	183
8.2.2. 模拟计算机	185
8.3. 电子计算机的软件	186
8.3.1. 模拟计算机的程序设计	186
8.3.2. 数字计算机的软件	187
8.4. 运动竞赛的信息管理	188
8.5. 教学训练过程的信息管理和技术设施	193
8.5.1. 训练的技术设施	193
8.5.2. 运动员训练水平的自动监测	197
第三篇 运动训练监测与体育监测的计量学基础	198

第九章 体育与运动综合监测的计量学基础	198
(M.A.戈吉克)	
9.1. 综合监测的基本原理	198
9.2. 全苏统一运动等级标准的计量学特征	199
9.3. 全苏《准备劳动与卫国》体育制度的计 学特征	202
(E.Я.邦达列夫斯基)	
9.3.1. 劳卫制的内容(一般原理)	202
9.3.2. 选择劳卫制测验项目的计量学基础	204
9.3.3. 劳卫制的评分系统	205
第十章 比赛活动监测的计量学基础	209
(B.П.乌特金)	
10.1. 监测的内容与方向	209
10.2 记录比赛活动的方法	209
10.2.1. 球类比赛与一对一对抗项目中比赛活 动的速记方法	210
10.2.2. 具有技术美感的运动项目和体育表 演活动中动作的速记法	211
10.2.3. 记录周期性项目的比赛活动	212
10.3. 比赛活动记录结果的初步整理	214
第十一章 运动员技术战术训练水平监测的计量学 基础	217
(M.A.戈吉克)	
11.1. 技术训练水平的监测	217
11.2. 技术量的监测	222
11.3. 技术全面性的监测	222
11.4. 技术效果的监测	224

11.4.1. 技术绝对效果的测定.....	224
11.4.2. 技术比较效果的测定.....	225
11.4.3. 技术实现效果的测定.....	227
11.5. 评价技术效果的几种方法.....	229
11.6. 技术掌握程度的监测.....	231
11.7. 运动战术的监测.....	233

(B. П. 乌特金)

11.7.1. 基本概念.....	233
11.7.2. 战术技巧的定量指标.....	235
11.7.3. 合理战术的探索.....	239
11.7.4. 监测战术技巧的仪器设备法.....	242

第十二章 运动员身体训练水平监测的计量学基

础.....	243
--------	-----

(M. A. 戈吉克)

12.1. 监测的一般要求.....	243
12.2. 速度素质的测定.....	244
12.2.1. 反应时的测定.....	245
12.2.2. 运动速度的测定.....	250
12.2.3. 速度素质的品质因数.....	253
12.3. 力量素质的测定.....	257
12.3.1. 测定的种类和测量方法.....	257
12.3.2. 最大力的测量.....	260
12.3.3. 力的梯度的测量.....	263
12.3.4. 冲量的测量.....	264
12.3.5. 不用测量仪器的力量素质测验.....	264
12.3.6. 力量试验的品质因数.....	266
12.4. 耐力发展水平的测定.....	268

12.4.1. 测定的一般要求	268
12.4.2. 耐力测量的方法	270
12.4.3. 耐力试验的品质因数	276
12.5. 柔韧性的测定	280
12.6. 灵活性的测定	283
第十三章 训练负荷与比赛负荷的监测	284

(M. A. 戈吉克)

13.1. 负荷专门性的监测	286
13.2. 负荷目的性的监测	288
13.3. 负荷协调性难度的监测	289
13.4. 运动量的监测	291
13.4.1. 负荷量的监测	291
13.4.2. 负荷强度的监测	294
13.5. 比赛负荷的监测	299
13.5.1. 比赛负荷及其监测方法	300
13.5.2. 比赛练习负荷及其监测方法	300
第十四章 阶段监测、当前监测和实时监测	302

(M. A. 戈吉克)

14.1. 运动员的状态及监测的种类	302
14.2. 阶段监测的内容和组织	304
14.3. 当前监测的内容和组织	308
14.4. 实时监测的内容和组织	310
第十五章 运动预测和选材	316

(B. M. 扎齐奥斯基)

15.1. 模型化特征	317
15.2. 运动预测	319
15.2.1. 世界最高成绩的预测	319

15.2.2. 运动才能的预测	321
15.3. 选材的计量学基础	326
第十六章 运动测量的计量学保障	331
(Ю.И.斯米尔诺夫)	
16.1. 计量保障的内容	332
16.2. 计量保障和标准化	335
16.3. 标准化的法律基础	335
附录1 t 检验临界值表	336
附录2 F 检验临界值表	337
符号一览表	339
名词索引	341

第一篇 运动计量学理论基础

第一章 运动计量学导论

1.1. 运动计量学的研究对象

“计量学”一词源出古希腊语(metron—度量; Logos—科学), 它的意思是关于测量的科学。

普通计量学的基本任务, 是保证测量的一致性和测量的精度。运动计量学作为一门科学学科, 是普通计量学的一个分支。运动计量学的研究对象就是运动监测。运动计量学包含的主要内容有:

1) 对运动员的机能状态、训练负荷、动作技术、运动成绩和比赛行为进行监测;

2) 对上述各方面的逐次监测所获得的数据进行比较、评价和分析。不过, 在体育学院讲授这门课程时, 教学大纲中还包含其他知识领域内的某些内容, 例如数理统计学基础(本书第三章)、仪器与方法(第七章)等等。这是因为这类问题在体育学院讲授时数不会太多, 不宜于作为专门的课程列入教学计划。这样, 《运动计量学》这门课程的内容便超出了运动计量学这门科学的范围。

历来计量学只涉及物理量的测量。近几十年来, 又开发了一些方法, 可以测量各种非物理性指标(如心理学指标, 生物学、社会学、教育学等方面的指标)。但至今计量学

家们对这门科学的界限还没有一个统一的认识。一部分专家认为，计量学仍一如既往，只应该研究物理量的测量问题。其余的人则认为计量学是一切形式测量的科学。本书反映了后一部分人（也是大多数人）的观点。因为在运动实践中，仅仅测量物理量显然是不够的。

1.2. 运动训练是一个控制过程

1.2.1. 关于控制的概念

这一部分的任务是向读者介绍控制科学（控制论）广泛使用的一些术语。

控制的科学定义是：把某一系统引向所期望的状态。下面我们对这个定义做比较详细的分析。

构成统一整体的某些元素的总和称为系统（如人的心血管系统、运动员的机体、《学生—教练员》系统、运动部、运动俱乐部、运动协会等等）。同类系统（例如不同运动员的心血管系统）都具有相同的性能，但这些性能却有数量上的差异。表征系统某一性能的量称为变量（亦称做特征、参量、指标）。一切实际的系统都有大量的变量。但不是所有的变量都同等重要。就所考察的任务而言，具有重要意义的变量，称为主要变量（或者叫做有信息价值的变量），在这方面不太重要的变量则称为非主要变量（或称无信息价值变量）。

系统的状态在给定时刻综合地决定于系统各主要变量值。系统的状态可以很方便地用图象法加以描述，即表现为坐标系中点的形式。例如，人们都知道，对于跳远运动员，最大助跑速度和弹跳力（蹬地时使运动员身体获得最大速度的能力）具有重要的作用。如果把助跑和立定跳远的成绩绘成图象（图1），就可以得到运动员状态的直观描述（二维描述）。图中表示系统状态的点，称为代表点。假如我们把