

# 刘翔竞技状态诊断与调控的研究

许以诚, 米卫国, 尹晓峰

**摘要:** 根据跨栏项目特点, 在调查、咨询部分优秀教练员和跨栏专家的基础上, 结合刘翔平时训练内容和手段, 确定影响刘翔竞技状态评价指标及权重。通过对刘翔的竞技状态评价指标数据的监控, 可以有效地观察刘翔的竞技能力变化和发展, 及时向教练员反馈与交流, 为调控训练过程提供的科学依据。

**关键词:** 刘翔; 跨栏; 竞技状态; 诊断

中图分类号: G804.6 文献标识码: A

文章编号: 1006-1207(2010)01-0048-04

## Diagnosis and Regulation of Liu Xiang's Competitive State

XU Yi-cheng, MI Wei-guo, YIN Xiao-feng

(Shanghai Research Institute of Sports Science, Shanghai 200030, China)

**Abstract:** According to the characteristics of hurdle race and on the basis of consulting some elite coaches and experts, the article tries to define the evaluation indices and weight for Liu Xiang's competitive state in line with Liu Xiang's training contents and methods. Through the monitoring of the evaluation indices of Liu Xiang's competitive state, we may observe the changes and development of Liu Xiang's competitive ability effectively, communicate with coaches and provide scientific basis for training regulation.

**Key words:** Liu Xiang; hurdle race; competitive state; diagnosis

运动员的竞技状态主要是指根据训练目标和相应的训练计划, 运动员经过科学、系统的训练, 其竞技能力在比赛期间所出现的相对最高和相对稳定的状态。竞技状态的形成和出现需要一定的时间, 且因运动项目而异、因人而异、因比赛任务而异。从准备国际大赛的实际需要出发, 在对优秀运动员共性规律研究的基础上, 高度重视高水平运动员训练监控与竞技状态调整的个性特征研究。这是因为, 运动员训练水平越高, 成绩越好, 个性特点也就越突出, 因此, 在实施科学监控时, 注重对优秀运动员的长期跟踪与监测, 系统地认识和总结运动员在训练过程中的各种特征, 并用于反馈训练实践<sup>[1]</sup>。

运动员竞技状态的诊断与调控问题是国内外运动训练研究中的重点问题, 优秀运动员竞技状态调控不仅是提高运动员的运动能力, 而且是要在比赛中最大限度地发挥获得的最佳运动能力, 赛前训练的成功与否, 将直接影响运动员的竞技状态和比赛结果<sup>[2]</sup>。对于竞技状态的调控由于其研究难度和训练实施难度较大, 尤其对顶尖级优秀运动员竞技状态的调控, 缺乏成熟和可靠的经验可供利用, 在优秀运动员的训练实践当中, 尽管也有过一些成功的训练经验, 但由于优秀运动员不同个体之间鲜明的个体性差异, 以及项目的制胜规律不同对训练方法调控手段的要求具有特异性, 因而, 很难适用其他不同运动项目的优秀运动员, 对优秀运动员竞技状态调控规律的研究就显得尤为必要。

刘翔在2004年第28届雅典奥运会上以12秒91成绩获得男子110 m栏的金牌后, 2006年打破了该项目的世界纪录, 成为第一个获得奥运田径短跨项目世界冠军并打破世界纪录的中国人。然而, 刘翔要在2008奥运会上保持优势, 完

成夺金任务, 我们还需要在各方面提供更有效的保障工作。而运用运动生物力学和运动训练学的技术、仪器设备及训练方法, 将有助于提高训练的针对性、有效性和创造性, 帮助运动员提高和完善技术水平, 使其竞技能力在比赛期间表现出相对高且相对稳定的状态。

对刘翔的专项技术、体能状态等进行长期系统地跟踪研究, 有针对性地对赛前训练竞技状态调控模式和赛前训练负荷与恢复进行归纳分析, 以期提高刘翔竞技能力的整体水平, 为竞技状态调控实践提供参考模式, 为刘翔保持竞技水平提供科技支持, 并完成奥运会任务。

虽然在北京奥运会上刘翔因伤退赛, 但我们还是要对这方面工作进行总结, 以便找出科研工作的经验和教训及对备战奥运会有帮助的理论与方法, 为今后更好地进行科研攻关服务工作创造条件。

## 1 研究方法

### 1.1 文献资料法

在上海图书馆、上海体育学院、上海体育科学研究所等图书馆及计算机网络检索有关运动训练的文献和专著等, 并对有关资料进行收集与整理。

### 1.2 专家访谈与咨询法

就跨栏运动员专项竞技状态敏感指标及权重问题, 调查、咨询了国内部分优秀教练员、跨栏专家及科研人员。

### 1.3 观察与测试法

长期跟踪观察上海跨栏组运动员的训练和比赛情况, 并对其部分训练内容、训练手段方法进行收集和分析。在部

收稿日期: 2009-12-22

基金项目: 国家科技支撑计划“奥运科技”专项课题(2006BAK12B02)

第一作者简介: 许以诚, 男, 研究员, 主要研究方向: 运动生物力学及运动训练。

作者单位: 上海体育科学研究所, 上海 200030



分训练和比赛中,使用 SONY-V1C 等摄像机进行技术录像,并用 Ariel 运动学分析软件进行二维运动图像解析,获取关键环节运动学参数。

#### 1.4 数理计算法

将有关记录和解析的指标数据录入Excel表格并进行相应的计算。

### 2 主要研究结果

课题组成员长期跟队观摩、测试运动员训练和比赛,并根据需要随时对运动员进行技术诊断和状态评估,协助教练员监控训练过程,为教练员提供运动员竞技状态的定量数据,对刘翔在训练与比赛中的竞技能力变化规律,以及训练方法手段等相关因素进行跟踪研究,为教练员调控运动员竞技状态提供科学的参考依据。

调控运动员竞技状态的主体是教练员,长期、系统的科学实验测试数据是教练员调控运动员竞技状态过程中的科学基础。因此,教练员与科技人员之间进行密切合作,共同系统地研究和解决运动员的竞技状态问题,是成功调控运动员竞技状态的必由之路<sup>[2]</sup>。

#### 2.1 筛选和确定跨栏运动员专项竞技状态敏感指标及权重

刘翔采用的专项速度主要训练手段为:30 m 起跑、60 m 行进间跑、100~150 m 计时跑、小3步跨6栏、跨12栏跑。教练员为刘翔安排的速度训练与110 m 栏跑的项目特点紧密结合,最长的距离不超过150 m。110 m 栏跑对速度的要求非常高,运动员在跨栏跑的过程中主要依靠运动员的 ATP、CP 系统和糖酵解系统供能,其中又以磷酸原系统为主,所以速度训练严格按照110 m 跨栏对运动员的生理特点要求进行<sup>[2]</sup>。

采用30 m、60 m 和小3步跨6栏的练习对于磷酸原系统的提高非常有效,由于 ATP、CP 供能系统最多只能维持6~8 s,而完成110 m 跨栏的时间在12 s 以上,因此,110 m 跨栏运动员必须具有一定的速度耐力水平。采用110~150 m 跑的练习在训练磷酸原供能系统的同时又发展了糖无氧酵解能力,这种训练的结果正符合了110 m 跨栏运动员所必须具有的供能特点<sup>[2]</sup>。

刘翔采用的力量训练手段包括:①背负杠铃片仰卧起坐

+徒手快速对抗仰卧起坐;②背负杠铃片俯卧抬上体+徒手快速对抗俯卧抬上体;③仰卧腹部负重练习;④俯卧腰背部负重练习;⑤杠铃高翻;⑥杠铃半蹲起;⑦仰卧加压腿上抬;⑧俯卧加压腿上抬;⑨原地摆动腿慢动作模仿过栏练习;⑩系橡皮筋高抬腿练习<sup>[3]</sup>。

从训练的安排来看,在每个重量上的练习次数不多,负荷量不是很大,但杠铃重量逐渐增加,最后达到运动员的极限重量,训练强度非常大,使他每次的练习都达到了极限强度,促进了他坚强意志品质的形成<sup>[3]</sup>。

为了提高刘翔的髋部力量,孙海平特别设计了加压练习,主要是通过器械与人力的辅助来完成,因为短跑的动力主要来源于大腿以髋关节为轴的摆动。110 m 跨栏跑的技术已经趋向于跑栏,对运动员髋部力量的要求非常高,而且在110 m 跨栏跑中,运动员必须跨过10个高栏,在过栏时摆动腿的摆动和起跨腿的摆动过栏都需要有强大的髋部力量来保证,快速的过栏动作是刘翔制胜的关键因素,而这种优势正是由于他所具有的符合专项要求的、强大的髋部力量所决定的。通过模仿过栏动作和利用橡皮筋的高抬腿练习,紧密结合专项动作特点,在提高髋部力量的同时也促进了刘翔对于跨栏技术的改善<sup>[3]</sup>。

上述训练方法手段安排,充分体现出了孙海平先进的力量训练的理念:即力量训练的过程同时又是对神经系统进行刺激的过程,通过相对少的量、相对高的强度的力量刺激,增强运动员的神经对其肌肉的控制能力;又通过力量训练与速度的结合达到提高神经控制肌肉进行快速运动的能力,这种结果正好符合110 m 栏的专项要求。

我们根据对刘翔长期训练监控的结果,研究分析得出了刘翔创造最佳运动成绩时的各种运动技术和身体素质状态的指标。另一方面,我们也根据跨栏项目特点,调查、咨询了部分优秀教练员和跨栏专家,结合刘翔平时训练内容和手段,确定影响刘翔竞技状态的专项技术监控指标主要有:跨栏分段时间、过栏腾空时间、栏间3步时间;专项素质监控指标有:110~150 m 计时跑、杠铃下蹲起,杠铃高翻、小3步跨6栏。对刘翔在训练和比赛中技术和素质表现进行系统的综合监控和准确诊断,确定相应的评价方法(见表1)。

表1 跨栏运动员专项竞技状态指标及权重表  
Table 1 Specific Performance Indices and Weight of Hurdlers

指标	反映的特征	权重
跨栏分段时间	运动员专项技术和动作速度的综合。	0.2
过栏腾空时间	跨栏技术的合理程度,神经控制肌肉能力。	0.15
栏间3步时间	动作速度及快速步频水平,神经系统兴奋程度。	0.15
110~150 m 计时跑	速度耐力水平,ATP-CP 结合乳酸能供能能力。	0.1
杠铃下蹲起	下肢最大力量的专项力量能力。	0.05
杠铃高翻	腰背躯干力量的能力。	0.05
小3步跨6栏	专项速度、专项节奏水平。	0.3

根据运动员专项竞技状态敏感指标的表现,结合教练员的训练经验与观察,以及运动员的自我感受,就能够比较准确地评价运动员的竞技状态,并通过适当的训练干预,在赛前调整运动员的状态至最佳状态,确保创造优异的运动成绩。

#### 2.2 专项技术监控

##### 2.2.1 专项技术的诊断

我们在研究过程中,应用了高速摄像解析系统,对刘翔跨栏动作技术的解析和诊断,提供技术追踪的数据、监测其快速过栏技术和快频率栏间跑,完善起跑至前三栏技术的



变化的专项技术诊断。

对运动员在重要比赛中和每周的大强度专项训练课进行运动影像拍摄,通过对运动员的技术动作进行高速摄像解析和分析,把运动员技术数据与国外优秀运动员技术数据的横向比较;与运动员自己以前技术数据的纵向比较,对运动员技术上的长处与短处,及其变化情况做出诊断,并分析其原因,提出改进、完善技术的建议,供教练员在制订训

练计划和掌握训练规律提供参考。

对刘翔在2007年的日本大阪和美国纽约2次比赛中,我们对110 m栏分段时间进行计算分析。

从表2中的数据可以看出,刘翔全程节奏比较稳定,后程能力比较强。在2007年纽约站比赛中刘翔的全程节奏快速及稳定,冲刺速度达到历史最快。

表2 刘翔与世界优秀跨栏选手的110 m栏分段时间  
Table II Segmented Time of Liu Xiang and Some Other World Elite Hurdlers in 110m Hurdle Race

姓名	成绩	1栏	2栏	3栏	4栏	5栏	6栏	7栏	8栏	9栏	10栏	冲刺	备注
刘翔	12.92	2.64	1.02	1.00	0.97	0.98	0.97	0.98	0.98	1.01	1.03	1.34	07.6 纽约
特拉梅尔	12.95	2.53	1.02	1.00	0.98	0.98	0.98	1.04	1.00	1.02	1.04	1.36	
刘翔	12.95	2.59	1.02	1.00	1.00	0.98	0.98	1.00	1.00	1.00	1.04	1.34	07.8 大阪
罗伯斯	12.88	2.50	1.00	1.00	0.98	0.98	0.98	1.00	1.01	1.01	1.06	1.36	08.7 巴黎

进一步分析发现,刘翔在2次比赛中的起跑上第一栏时间平均为2.62 s,前3栏分段时间平均4.64 s;而罗伯斯起跑上第一栏时间是2.50 s,前3栏分段时间是4.50 s;特拉梅尔分别是2.53 s和4.55 s。说明刘翔起跑和前三栏节奏不够稳定,速度还可以提高,但要把起跑和前三栏及全程节奏一并考虑,并不影响全程节奏前提下,发展专项能力,逐步提高起跑能力和前三栏水平。

刘翔在备战奥运会的关键冬训练阶段,即通过2007年底和2008年上半年的系统训练,在2008年4月底5月初的训练中刘翔的起跑和前三栏能力有了一定的提高,孙海平教练安排的专项素质训练与起跑训练取得良好的效果。

### 2.2.2 专项训练的监控

在对运动员训练及比赛中技术进行系统研究分析的基础上,协助教练员有效地观察和控制运动员的训练变化和发展,并提供调控训练过程的科学依据。

通过对运动员在2007-2008年每周的大强度技术训练课中进行技术录像,对刘翔训练中的技术动作的数据有长期的积累和分析,对掌握其竞技能力状况变化特点有一个较明确了解。通过对刘翔专项训练时的分栏时间、跨栏步腾空时间、栏间时间等技术指标数据比较,2008年上半年训练期间,刘翔的技术指标都有提高,说明刘翔训练强度和竞技能力在逐步提高,技术数据基本上达到了比赛强度,机体能够适应更高水平的训练和比赛;在7月份,由于前一段时期腿部肌肉的伤病等原因,专项训练受到影响,故这些技术指标数值与3~4月的比较都有所增大,反映其竞技能力水平的下降;根据对运动员进行技术诊断和状态评估,为教练员提供运动员竞技能力的定量数据,作为教练员调控运动员竞技状态时的科学参考依据。通过孙海平精心设计的赛前训练安排,8月5日训练时专项技术数据显示,刘翔的技术指标都超过了上半年的水平,说明教练员的赛前训练安排是卓有成效的,刘翔的竞技能力水平有了提高。

### 2.3 专项素质监控

通过对刘翔专项素质训练时的110 m或120 m或150 m计时跑、杠铃下蹲起、杠铃高翻、小3步跨栏等专项素质监控指标数据比较,2008年1~4月份训练期间,刘翔的专项素质

监控指标均保持在较高水平,监控指标数据在逐步提高,竞技能力正在逐步提高,竞技状态初步形成,机体能够适应更高水平的训练和比赛;在6月份,由于5月份腿部肌肉的伤病等原因,训练受到较大的影响,故这些专项素质监控指标与3~4月的比较都有较大下降,反映其竞技能力水平的下降;通过孙海平有针对性安排的赛前训练,7月份的专项素质监控指标有所回升,恢复到3~4月份是水平,在8月份刘翔的专项素质有了一定的突破,专项素质监控指标达到近年来较高的水平,都超过了上半年的水平,说明孙海平的赛前训练安排是非常有成效的,刘翔的竞技状态水平有了提高。

### 2.4 竞技状态的分析与评定

专项技术和专项素质监控指标是反映竞技状态主要的评价指标,在运动训练实际条件下展示的技术和素质监控指标数值,反映了运动员对专项运动成绩的准备程度的各个方面。只有当监控指标值的出现带有一定的频率,并且以客观指标进行评定的时候,才有足够的根据此来判断竞技状态。

根据线性加权评价模型,其公式为:

$$Y = \sum W_i * D_i \quad i=1, 2, 3, \dots, n \quad (1)$$

式(1)中,Y为的综合评价价值;W<sub>i</sub>为相应指标的达到最大值的百分比值,D<sub>i</sub>是对应指标的权重。

$$W_i = (B_i - C_i) / B_i \times 100\% \quad (2)$$

式(1)中,B<sub>i</sub>为相应指标本人的最大值;C<sub>i</sub>为相应指标的测试值。把反映竞技状态的专项技术和专项素质监控指标进行计算。

一般认为反映监控指标的综合评价价值在个人最好水平的98%~98.5%为竞技状态评定的区间。刘翔在6月份的竞技状态监控指标的综合评价价值仅为89.81%,这是因为5月份刘翔腿部肌肉的伤病等原因,训练受到影响,竞技能力水平的下降,我们及时向教练员反馈,使教练员有针对性地安排合理的训练计划;在8月份的竞技状态监控指标的综合评价价值为101.35%,说明孙海平的赛前训练安排是非常有成效,刘翔的竞技状态水平有了明显提高。

我们通过刘翔在比赛和训练中的专项技术监控指标和在训练中的专项素质监控指标数据进行监控,可以有效地观察运动员的竞技能力变化和发展,及时向教练员反馈与交



流, 提出意见供教练员参考, 为教练员调控训练过程提供的科学依据。协助教练员及时调整的训练负荷, 有针对性地安排合理的训练计划, 在大赛前使运动员保持或提高竞技状态水平。

### 3 小结

3.1 根据对刘翔训练长期监控的结果, 并根据跨栏项目特点, 调查、咨询了部分优秀教练员和跨栏专家, 结合刘翔平时训练内容和手段, 确定影响刘翔竞技状态的专项技术监控指标主要有: 跨栏分段时间、过栏腾空时间、栏间3步时间; 专项素质监控指标有: 150 m 计时跑、杠铃下蹲起, 杠铃高翻、小3步跨6栏。竞技状态评价指标及权重的制定, 初步建立了跨栏项目运动员竞技状态调控的监控体系, 今后对跨栏项目的训练有指导意义。

3.2 通过刘翔在比赛和训练中的竞技状态评价指标数据进行监控, 可以有效地观察运动员的竞技能力变化和发展, 及时向教练员反馈与交流, 为教练员调控训练过程提供的科学依据。协助教练员及时调整的训练负荷, 有针对性地安排合理的训练计划, 在大赛前使运动员保持或提高竞技状态水平。运用专项技术和专项素质监控指标数据进行竞技状态调控的监控, 推动了运动训练科学化水平的进程, 形成了具有中国优秀运动员特色的运动训练科学监控与竞技状态研究。

### 参考文献:

- [1] 田野, 等. 优秀运动员运动训练科学监控与竞技状态监控[J]. 体育科学, 2008, 9
- [2] 陶宏军, 等. 刘翔备战奥运会的专项竞技能力训练特征分析[J]. 天津体育学院学报, 2008, 5
- [3] 陶宏军, 等. 刘翔备战奥运会的专项运动能力训练特征分析[J]. 军事体育进修学院学报, 2008, 7
- [4] 文超, 等. 田径运动高级教程[M]. 北京: 人民体育出版社, 2003, 6
- [5] 冯敦寿, 等. 短跑、跨栏技术研究(专集)[J]. 田径指南 1998, 7-8, 49
- [6] 卢德明, 王云德, 等. 运动生物力学测量方法[M]. 北京: 北京体育大学出版社. 2001. 5: 185-193
- [7] 许以诚, 等. 刘翔110m跨栏的栏间跑节奏分析与诊断[J]. 体育科研. 2005, 5
- [8] 李良标, 吕秋平, 等. 运动生物力学[M]. 北京: 北京体育大学出版社. 1991. 6: 400
- [9] 李建臣, 等. 对我国男子110米栏的跑跨与跨跑技术的运动学分析[J]. 中国体育科技. 2000, 36(5)

(责任编辑: 何聪)