



备战伦敦奥运会中国自行车队综合科研攻关与科技服务

封文平¹, 何申杰¹, 张斌², 宋翔², 李卫², 孙奕¹, 袁新华¹, 尚文元¹, 冯葆欣¹

摘要: 通过运用运动生理生化、运动营养恢复、运动生物力学、信息服务等多学科(领域)的科研成果,结合运动训练实践,利用多学科优势,从多角度、多层次对中国自行车队备战伦敦奥运会的科研攻关与科技服务进行研究,形成了一套科学有效的攻关与服务体系,提高了国家自行车队的科学训练水平,为中国自行车队在伦敦奥运会上取得好成绩提供科技服务保障。

关键词: 自行车; 训练; 科研攻关; 科技服务; 奥运会

中图分类号: G804 文献标志码: A 文章编号: 1006-1207(2014)05-0010-05

Comprehensive Scientific Researches and Services of the Chinese Cycling Team in Preparing for London Olympic Games

FENG Wenping, HE Shenjie, ZHANG Bin, SONG Xiang, LI Wei, SUN Yi, YUAN Xinhua, SHANG Wenyuan, FENG Baoxin

(China Institute of Sports Science, Beijing 100061, China)

Abstract: In preparing for London Olympic Games, scientific researches and services were carried out for the Chinese Cycling Team by using the research achievements of physiology, biochemistry, sports nutrition recovery, sports biomechanics, information service, etc. Thus an effective scientific research and service system was established for improving the training level of the National Cycling Team. The system helped the Chinese Cycling Team to obtain outstanding results in London Olympic Games.

Key words: cycling; training; scientific research; scientific service; Olympic Games

2009年12月,国际奥委会执行委员会对自行车项目进行了较大调整,增加了2个女子场地短距离自行车项目。女子短距离一直是中国队的传统优势项目,原有的女子短距离项目我国自行车队已连续3届在奥运会上获得奖牌。增加后的我国3个女子短距离项目也已经跻身于世界水平的先列。奥运会短距离项目调整之后,我国自行车队的优势项目将从单一的女子争先赛扩大到女子争先赛、女子凯林赛以及团体竞速赛3个项目。我国自行车队的优势项目女子个人争先赛、凯林赛和团体竞速赛将变得更有夺金竞争力。尤其是女子团体竞速赛一直是我国自行车队近几年来重点投入的项目,因此以我国短距离自行车奥运会项目为重点研究对象,对短距离自行车运动员的夺金重点问题为主要研究内容进行研究,开展备战伦敦奥运会中国自行车队的综合科研攻关与科技服务研究是十分紧迫和重要的。在此背景下,中国自行车队对科研工作的需求非常突出,对科研攻关与科技服务的内容也提出了更高的要求。因此,针对中国自行车队备战伦敦奥运会实施综合系统的科研攻关与科技服务具有重要的现实意义和实践价值。

1 研究对象

主要研究对象为8名中国自行车队备战伦敦奥运会的

重点场地女子短距离自行车运动员,其中国际健将级运动员5人,国家健将级运动员3人。研究对象基本情况见表1。

表1 女子运动员基本情况(N=8)

Table 1 Basic Information of the Female Athletes (N=8)

年龄/岁	身高/cm	体重/kg	训练年限/年
22.38±2.07	169.38±4.37	65.84±5.62	6.88±1.96

2 研究方法

2.1 重点场地自行车运动员个性化机能评定、科学训练监控及疲劳恢复的研究与应用

针对8名重点场地短距离自行车运动员的日常生理生化机能评定、训练的生理生化监控及疲劳恢复、伤病的防治和医疗保障等各个方面进行科研攻关与服务。研究内容包括:场地短距离自行车运动员身体形态素质和生理生化机能测试;运用生理生化指标进行训练的科学化监控,并进行反馈和应用;对运动员进行疲劳恢复和伤病的医务监控;训练和比赛的赛前、赛中、赛后疲劳恢复的研究;筛选和利用有效的指标对重点运动员进行个性化、针对性的训练监控及疲劳恢复监控应用。

收稿日期: 2014-08-25

基金项目: 国家体育总局备战伦敦奥运会科研攻关与科技服务项目(2011A077)。

第一作者简介: 封文平,女,博士,研究员。研究方向:运动员的机能评定和训练监控。

作者单位: 1. 国家体育总局体育科学研究所,北京 100061; 2. 国家体育总局自行车击剑运动管理中心,北京 100043



2.2 国际自行车争先赛、凯琳赛主要竞争对手的技战术特征分析及对策研究

对国外自行车争先赛、凯琳赛主要竞争对手的技战术特征进行分析及对策研究。对大型国际、国内比赛的自行车场地短距离项目的比赛录像进行收集、整理、统计分析和对比研究，初步形成场地短距离项目训练和比赛的技战术特征信息资料库。结合我国短距离自行车运动员的个体实际情况，对我国短距离自行车运动员的技战术特征进行整理、归纳和分析研究。

2.3 提高重点场地短距离自行车项目运动员起动能力的对策及相关措施研究

针对我国场地短距离自行车运动员的起动技术进行研究。在对我国重点场地短距离自行车运动员的起动能力进行研究的基础上，针对重点运动员建立个性化的对策及相应的相关改进措施。

2.4 重点场地自行车项目训练及比赛快速反馈系统的建立、完善和应用

建立并优化训练及比赛数据的数据采集方式和方法，选取适合项目训练和比赛特点的仪器设备，完善重点场地自行车项目训练及比赛快速反馈仪器设备的配置，帮助建立和完善场地自行车训练及比赛信息数据库，形成训练和比赛的信息化系统。

3 结果与分析

3.1 重点场地自行车运动员个性化机能评定、科学训练监控及疲劳恢复的研究与应用

3.1.1 重点场地自行车运动员个性化机能评定数据库

通过逐步研究，建立重点运动员的个性化机能评定数据库，旨在为阶段性的训练进行评估，以及为个性化的训练提供机能评定的参考数据，为解决科学训练的机能评定和监控等环节问题提供数据支持的基础。

3.1.1.1 备战奥运会前阶段性的机能评定

备战伦敦奥运会周期中，中国自行车队的机能评定工作一直都是不间断地周期进行，每一次测试后科研人员都会对运动员的机能状况测试结果进行分析，针对测试结果为教练员的训练提出参考建议，并及时反馈给教练员，为教练员训练计划的制定和调整提供参考依据。备战奥运会前中国自行车队运动员阶段性的机能评定数据见表 2。

赛前 2~3 个月是赛前训练的关键期，运动员机能评定指标表达了运动员对运动训练强度和训练量等训练内容的综合反应，也能反应出运动员机能状态的好坏。由表 2 可知运动员在备战伦敦奥运会前 3 个月既对运动训练的内容有一定的应答反应，同时运动员也维持在了一个较好的机能状态。

3.1.1.2 伦敦奥运会 2 名参赛运动员备战奥运会前阶段个性化的机能评定

经过选拔，最终确定中国自行车队 2 名运动员参加伦敦奥运会的 3 个女子短距离项目，并承担着冲击奥运会金牌的任务，对这 2 名运动员赛前也进行了机能评定的跟踪

表 2 参加伦敦奥运会重点运动员主要机能指标参照一览表 (N=8)
Table II Main Functional Indicators of the Key Cyclists Participating in London Olympic Games (N=8)

	奥运会前 3 个月	奥运会前 2 个月	奥运会前 1 个月
白细胞数 / (10 ⁹ /l)	5.22 ± 0.61	6.41 ± 1.63	5.59 ± 0.86
血红蛋白 / (g/L)	139.22 ± 0.41	144.33 ± 7.02	141.33 ± 8.53
血尿素 / (mmol/L)	5.26 ± 0.92	5.98 ± 0.87	5.08 ± 0.77
肌酸激酶 / (IU/L)	146.78 ± 109.83	103.78 ± 38.74	105.67 ± 45.29
睾酮 / (ng/dl)	55.84 ± 11.94	61.95 ± 12.09	58.62 ± 11.24
皮质醇 / (ug/dl)	14.96 ± 1.89	17.02 ± 2.06	16.52 ± 1.65

服务。赛前周期监测结果见表 3，提示赛前的训练内容对 2 名重点运动员的刺激较大，运动员的机能状态数据提示运动员的身体机能对训练有一定的应答反应。

表 3 伦敦奥运会 2 名重点参赛运动员赛前主要机能指标参照一览表
Table III Main Pre-Game Functional Indicators of the Two Key Cyclists Participating in London Olympic Games

	甲运动员 / (g/L)	血尿素 / (mmo l/L)	肌酸激酶 (IU/L)	睾酮 / (ng/dl)
奥运会前 3 个月	136	4.58	91	62.8
奥运会前 2 个月	141	6.51	150	62.63
奥运会前 1 个月	139	5.00	140	56.75
奥运会前 2 周	139	5.64	300	50.52
乙运动员				
奥运会前 3 个月	132	5.38	397	52.12
奥运会前 2 个月	139	6.03	170	53.65
奥运会前 1 个月	133	4.56	208	67.21
奥运会前 2 周	133	5.45	209	56.41

3.1.2 重点场地自行车运动员个性化运动训练监控的实施

中国自行车队重点场地自行车运动员的运动训练监控主要采用的是训练课中或训练课后采血测试血乳酸或 CK 的方法来监控。以此评价运动员完成训练计划的质量、运动员身体受训练刺激的程度以及恢复的情况。也可以为教练员制定训练计划提供数据基础。2 名重点参赛运动员历次训练中完成 200 m 计时后血乳酸测定见表 4。

200 m 计时赛事争先赛的排位赛，200 m 计时赛成绩的好坏直接决定了运动员争先赛的对阵对手的情况。200 m 计时赛运动后血乳酸数值是反应运动员的无氧糖酵解能力，运动员的血乳酸数值越高，说明运动员具备的速度耐力能力越强。再结合运动员的 200 m 计时赛的成绩，能大致分析和反映出运动员所具备的短距离的速度耐力的高低。表 4 血乳酸数据显示甲乙两名运动员均具备了很强的速度耐力能力。奥运会前夕，由于 2 名运动员参加团体竞速赛的圈



表4 伦敦奥运会2名重点参赛运动员血乳酸测定一览表
Table IV Blood Lactic Acid Values of the Two Key Cyclists Participating in London Olympic Games

甲运动员	血乳酸平均值/(mmol/L)	血乳酸最高值/(mmol/L)
2011年11月—2012年初国际赛季开始	19.72	21.33
2012年4-5月广州训练期间	20	22.28
2012年7-8月北京备战奥运会前夕	18.4	23.01
乙运动员		
2011年11月—2012年初国际赛季开始	21.52	22.5
2012年4-5月广州训练期间	23.2	27.87
2012年7-8月北京备战奥运会前夕	17.6	18.57

次是有不同的,一个是起动圈运动员,一个是冲刺圈运动员。因此甲运动员比乙运动员具备的无氧糖酵解能力更为突出。

3.1.3 重点场地自行车运动员个性化运动营养保障

3.1.3.1 膳食保障

积极与我国自行车队训练基地的食堂配合,在基地提供的科学合理膳食的基础上,为运动员提供指导和帮助,让运动员科学合理地选择一日三餐的膳食。

3.1.3.2 运动营养保障

(1) 全程贯彻使用运动营养品的总体思路

针对场地短距离项目自行车运动员的特点,确定使用运动营养品的总体思路为调节内分泌系统,维持或提高血清睾酮水平;双向调节中枢神经系统,一方面缓解中枢神经疲劳,另一方面维持神经系统的兴奋性;为运动中的骨骼肌提供充分的能量,快速缓解肌肉疲劳,及时修复运动后肌细胞的微损伤;提高运动员的免疫力,预防运动性贫血。

(2) 紧密结合训练计划,全天候跟踪保障

针对每一阶段的训练计划,根据训练量和训练强度等不同训练内容制定运动营养的摄入方案。围绕运动员一天的生活和训练节奏进行合理的运动营养摄入,详细安排到早、中、晚不同的具体时间,保证运动营养能切实到位并保证服用。

(3) 营养保障方案的个性化

运动员的营养保障方案中有很多共性的解决方法,同时也需要根据不同个体的个性情况,解决每个人的实际问题。

3.2 自行车冲金项目主要竞争对手的技战术特征分析及对策研究

3.2.1 对大型国际比赛的自行车场地短距离项目的比赛录像进行收集、整理、统计分析和对比研究

初步形成场地短距离项目训练和比赛的技战术特征信息资料库。并由科研组的体育工程科研人员对视频资料进行编辑整理,依赖于科研人员所在单位的强大服务器系统的支撑,完成了基于网络的视频系统的初步调试上线。利用网络支持随时随地调看视频资料信息。

选取2011—2012年国外赛事争先赛、凯琳赛的大会成绩及比赛视频录像进行研究,所选取的国外赛事情况见表5。

表5 研究选取的国外赛事一览表
Table V Foreign Competition Events Adopted by the Research

时间	赛事名称
2011.11	2011—2012 哈萨克斯坦世界杯
2011.12	2011—2012 哥伦比亚世界杯
2012.01	2011—2012 北京世界杯
2012.02	2011—2012 伦敦世界杯
2012.04	2012 澳大利亚墨尔本世界锦标赛

3.2.2 自行车争先赛、凯琳赛主要竞争对手的技战术特征分析研究

对国外自行车争先赛、凯琳赛主要竞争对手的技战术特征进行分析研究,并针对主要对手的技战术特征进行分析及对策研究。确定了我国女子短距离冲金项目自行车争先赛、凯琳赛的主要竞争对手见表6。依赖于建立的对手数据库,对对手的技战术特征进行分析。

3.2.3 团体竞速赛主要竞争对手的技战术特征分析研究

对国外自行车团体主要竞争对手的技战术特征进行分析研究,并针对主要对手的技战术特征进行分析及对策研究。女子团体竞速主要对手情况分析及其对策措施见表7。

3.3 提高重点场地短距离自行车项目运动员起动力度的对策及相关措施研究

我国短距离自行车冲击金牌的重点是紧紧围绕着团体竞速赛项目而展开的,场地自行车团体竞速赛比赛的起动力度是极其重要的组成部分之一。自行车骑行时突出的运动特点是当自行车克服静摩擦力获得一定速度后,即具备了一定的惯性。因此,对需要原地起动的场地自行车项目来说,运动员起动力度的好坏、起动力度提高的幅度,将直接影响到后续段落的速度,以致直接影响比赛成绩。因此有针对性地选择国家队教练员和运动员急需解决的问题——也就是团体竞速赛中的起动力度问题作为本研究的重点显得更为重要。

3.3.1 对国内外比赛优秀短距离自行车运动员的起动力度进行比较分析,对重点场地短距离自行车项目运动员起动力度进行研究

针对世界范围内成绩较好的国家,选取他们团体竞速赛的起动力度进行比较分析是本研究的内容之一。因此我们选取了我国女子团体竞速赛的主要对手的澳大利亚队、英国队、德国队、荷兰队、法国队、乌克兰队和委内瑞拉队女子团体竞速赛在世界级比赛中的起动力度进行了比较分析。

3.3.2 国内外优秀短距离自行车运动员的起动力度比较分析

利用2011—2012年在我国境内举办的北京世界杯,采用高速摄像技术对参加女子团体竞速赛的国内外优秀短距离运动员的资格赛和决赛的起动力度进行收集、比较分析研究。

分析结果可知,我国运动员团体竞速赛起动的反应时很快,居所有运动队的前列,中国队第一脚踏蹬出去后0~5 m所用时间是所有国家中最短的,说明我国运动员的起动力度最好,位于世界前列。其他国内外运动队中反应



表 6 女子争先赛和凯林赛主要对手情况分析

Table VI Analysis of the Main Rivals in Women's Sprint and Keirin Race

姓名	出生日期	身高、 体重	国籍	最好成绩和主要成绩	情况分析
维多利亚	1980.09.24	166cm、 62kg	英国	200m: 10.904; 500m: 33.838; 北京奥运会争先赛冠军, 2006、2007、2008 年世界锦标赛争先赛冠军	爆发力、速度、速度耐力俱佳, 战术变化较少, 主要依靠自身实力战胜对手。弱点是胆量比较小。可以同时兼争先、凯林和竞速赛项目。
安娜	1983.09.21	171cm、 79kg	澳大利亚	200m: 11.0; 500m: 33.583; 北京奥运会争先赛亚军, 2004 年奥运会 500m 冠军	高速耐力超群, 行进间爆发力出众, 速度能力不是非常出色, 战术变化多样, 临场比赛经验丰富。膝关节有伤病。
坎尼斯	1984.07.27	175cm、 79kg	荷兰	200m: 11.172; 500m: 33.984 北京奥运会争先赛第 4 名	爆发力突出, 速度较好, 速度耐力较弱, 战术单一。
西蒙娜	1982.12.13	172cm、 70kg	立陶宛	200m: 10.794; 500m 世界纪录, 成绩 33.296	速度和速度耐力超群, 发挥不稳定, 战术意识较弱。
潘瑞娜	1985.09.16	170cm、 65kg	白俄罗斯	200m: 11.0; 500m: 33.8	爆发、速度和速度耐力水平较为平均并具有相当实力和潜力, 比赛经验较为缺乏, 发挥不稳定。
克拉	1983.09.20	169cm、 66kg	法国	200m: 11.270; 2006 年世锦赛凯林赛冠军	爆发力非常弱, 速度一般, 速度耐力较好, 战术意识非常强, 具有强烈的取胜欲望, 在凯林赛上具有一定实力。

表 7 女子团体竞速主要对手分析及对策措施

Table VII Analysis of the Main Rivals in Women's Team Sprint and the Relative Measures

队别	情况分析
澳大利亚	第一圈安娜具有全面的能力, 最大速度快, 爆发力强, 速度耐力好。第一圈的成绩处于世界前 2 名。第二圈的运动员成绩稍弱, 这也是澳大利亚队的弱点。
英国	英国队第一圈队员的实力稍弱些, 运动成绩一般。第二圈队员具有全面的能力, 技术好, 最大速度快, 速度耐力好, 频率快, 可以最大速度维持最后一圈的骑行。
德国	是奥运会年新晋的很突出的运动队。第一圈运动员成绩突出, 第二圈运动员的速度耐力好, 长时间维持高速度骑行最后一圈。
中国	对策措施: 解决第一圈运动员的后半程降速问题; 加强第二圈运动员的耐乳酸训练, 提高糖酵解能力, 减少速度的下降; 解决第一、二圈运动员交接棒的配合问题, 力图做到节省时间; 更加完善起动技术。

时和 0~5 m 踏蹬用时时间较短的是 MTT 俱乐部队 (中国运动员)、新西兰队、MSP 俱乐部队 (中国运动员)、GPC 俱乐部队、西班牙队和俄罗斯队。在接下来的起动前几脚踏蹬中用时比较短的是中国队、英国队、立陶宛队和乌克兰队。MTT 俱乐部队和 GPC 俱乐部队也处于较好水平, 表现出来很好的起动技术和能力。

3.3.3 短距离自行车运动员起动技术的相关身体素质特征研究

利用 FMS 测试结果、功率自行车模拟起动测试结果、场地起动训练 SRM 测试结果以及弱链测试结果, 分析我国场地短距离自行车运动员的起动特征。

3.3.4 短距离自行车运动员起动技术的生物学研究初探

结合第一部分重点场地自行车运动员个性化机能评定、科学训练监控及疲劳恢复的研究与应用的研究, 筛选出我国短距离自行车运动员起动技术相关性较高的生物学指标, 与运动员的起动技术进行相关性研究。生物学指标选取了晨脉和运动员自述疲劳; 血红蛋白、红细胞计数及部分红细胞指标; 肌酸激酶指标; 血液内分泌指标血睾酮、皮质醇。并将我国场地短距离自行车运动员起动特征与相

关生物学指标关系进行了初探。

3.3.5 提高我国重点场地短距离自行车运动员起动能力的对策及相关措施研究

结合我国重点短距离自行车运动员的个体实际, 从运动训练学、运动生物力学、运动生理学、运动医学、运动心理学等不同学科角度入手, 通过以上各个方面对我国短距离自行车运动员的起动技战术特征进行的分析研究结果, 提出提高我国重点场地短距离自行车运动员起动能力的对策及相关措施。

3.3.5.1 起动技术的规范

针对短距离自行车运动员的起动技术特征的设计及其训练的实验研究分为 3 个阶段: 准备姿势阶段 (倒计时开始)、预备姿势阶段 (倒计时最后 1S)、出发姿势阶段 (出发枪声响后)。

3.3.5.2 甲运动员起动能力的对策及相关措施实例一

根据对甲运动员个性化的综合分析, 提出了针对甲运动员的起动出发需解决的具体问题, 并提出针对性的改进措施。针对甲运动员的以下几个方面提出改进措施。



- (1) 完善和加强起动技术。
- (2) 提高针对甲运动员的核心力量训练问题。
- (3) 提高针对甲运动员的专项力量训练, 提高甲运动员起动技术专项能力的相关身体素质的问题。
- (4) 针对甲运动员, 进行爆发力评定、爆发力训练和提高爆发力训练的营养补充问题。
- (5) 加强团体竞速赛的二人配合。
- (6) 加强上肢力量训练。
- (7) 安排必要的实验室测试。
- (8) 减少体脂、增加瘦体重问题。
- (9) 训练后的恢复。
- (10) 进行心理干预, 增强抗干扰能力。

3.3.5.3 奥运会前夕关于重点短距离运动员起动技术改进措施实例二

在伦敦奥运会前, 针对重点运动员起动技术的改进提出了以下几个方面的应对措施建议。

- (1) 关于重点运动员踏蹬频率和踏蹬功率的应对措施建议。
- (2) 关于重点运动员准备活动的应对措施建议。
- (3) 关于重点运动员营养计划的应对措施建议。

3.4 重点场地自行车项目训练及比赛快速反馈系统的建立、完善和应用

3.4.1 实时反馈

为突出重点场地自行车项目训练和比赛的实时反馈特点, 选取以 SD 高速卡为主要储存方式的摄像设备。在运动员比赛时, 每一个轮次结束都能实时看到比赛的情况, 有助于教练员实时分析技战术, 及时找出对策并布置给运动员。在运动员训练时, 也能实时看到每一个训练手段的情况, 并及时反馈给运动员和教练员。

3.4.2 系统实施技战术视频反馈

每一堂训练课后和每一场国际、国内比赛结束后, 运动员的比赛视频都能快速整理归纳, 并储存进入视频数据库, 供日后教练员和运动员的随时调看。对重点运动员进行系统的技战术分析诊断和生物力学技术反馈, 为教练员和运动员分析掌握和改进优化关键技术环节提供参考, 为教练员和运动员训练和比赛后的深入分析提供依据。

4 小结

通过备战伦敦奥运会的科研攻关与科技服务研究, 基本形成了针对国家自行车队的科研攻关与科技服务的工作体系, 建立起了由多学科支撑的有针对性和有实效性的一支科技服务和保障的科研团队。科研攻关与科技服务的保障工作紧紧围绕着解决重点运动员的个性化问题, 实施系统化、科学化的科技攻关与服务, 协助我国自行车队教练员和重点运动员完成了伦敦奥运会的备战任务。结合备战伦敦奥运会实践的研究, 加强了我国自行车项目科研攻关与科技服务的综合研究的实际应用效果。

参考文献:

- [1] 冯连世,冯美云,冯炜权.优秀运动员身体机能评定方法[M].北京:人民体育出版社,2003.
- [2] 张忠秋,张漓,张勇东.备战雅典奥运会中国跳水队综合科研攻关与科技服务研究[J].体育科学,2006,26(5):33-36.
- [3] 江永华.我国高水平女子短距离自行车运动员全程性多年训练不同阶段的专项训练手段及负荷特征[J].北京体育大学学报,2009,32(2):57-62.
- [4] 李之俊,等.优秀短距离自行车运动员无氧代谢能力特征研究[J].体育科学,2005,25(12):28-31.
- [5] 孙伊.自行车短距离项目速度能力训练方法学指导原则发展回顾[J].首都体育学院学报,2007,19(2):46-48
- [6] 归与恒,陈文斌,曹文元.运用血清肌酸激酶值监控举重运动员的训练负荷承受力[J].中国运动医学杂志,2004,23(2):180-184.
- [7] 苟波.SRM功率自行车模拟场地原地起动训练的研究[J].体育科学,2007,27(5):52-56.
- [8] 李昕,等.对我国优秀女子争先赛运动员200 m计时赛弯道骑行动作的运动生物力学分析[J].北京体育大学学报,2002,25(6):669-786.
- [9] 教材编写组.运动生物力学[M].北京:人民体育出版社,1990第一版.
- [10] 李之俊,等.SRM系统在短距离自行车专项能力测试与评定中的应用研究[J].体育科研,2007,(4):55-58
- [11] 吴向军,等.备战第28届奥运会女子500 m计时赛综合攻关与服务[J].体育科学,2006,26(3):41-45.
- [12] 李卫.世界优秀自行车女子争先赛200m计时赛速度节奏和竞速结构特征的比较[J].中国体育教练员,2008(3):29-30.
- [13] James C. Martin, Christopher J. Davidson, Eric R. Pardyjak. (2007). Understanding Sprint-Cycling Performance: The Integration of Muscle Power, Resistance, and Modeling[J].*Int J Sports Physiology and Performance*. 23(2):5-21
- [14] Watt KK, et al. (2002). Reliability of performance in repeated sprint cycling Tests[J]. *J Sci Med Sport*. 5(4):354-361.
- [15] Mendez-Villanueva A, et al. (2006). Reproducibility of a 6-s maximal cycling sprint test[J]. *J Sci Med Sport*. 31(8):[16] Martin JC, et al. (2005). Power, pedaling rate, and fatigue during the 200 meter time trail performance[J]. *Med Sci Sports Exerc*. 37(5S):S85-S86.
- [17] Gardner AS, et al. (2005). Power output demands of elite track sprint cycling[J]. *Int J Perf Anal Sport*. 5:149-154.
- [18] Dorel S, et al. (2005). Torque and power-velocity relationships incycling: relevance to track sprint performance in world-class cyclists[J]. *Int J Sports Med*. 26(9):739-746.
- [19] 赵芳,周兴龙.九运会场地自行车女子500m计时赛出发动作的运动生物力学分析[J].中国体育科技,2002,(10)
- [20] 张健,李昕.对自行车运动员下肢关节节点轨迹特征的运动生物力学研究[J].中国体育科技,1999,33(8):58-60.

(责任编辑:何聪)