

优秀射箭运动员专项技术运动学诊断指标研究

米卫国¹, 杨再淮²

摘要: 射箭运动技术诊断是该项目科学化训练的难点和要点, 研究结果发现, 通过超高速影像和三维红外线运动学分析的方法, 以及高精度的时间、速度、位移等系列运动学指标的测量和射箭运动力学原理的综合运用, 能够有效地监控射箭运动员的专项技术状态; 高水平射箭运动员专项技术动作具有撒放时间短、声动反应快、箭速高、动作稳定性和一致性高的特点; 另外, 从功能原理与专项技术规律角度深入分析了反向动作与动作效率、动作稳定性等要素的因果关系, 提出了优化撒放方式、减小反向动作幅度、增强动作控制能力是提高射箭技术水平的重要途径。

关键词: 射箭; 诊断指标; 动作机制; 运动学

中图分类号: G804.6

文献标志码: A

文章编号: 1006-1207(2013)02-0075-05

On the Indices of the Kinematic Diagnosis of the Specific Technique of Elite Archers

MI Wei-guo¹, YANG zai-hui²

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

Abstract: Technical diagnosis of archery is a difficult key point of scientific training. The result of the study shows that the method of ultra-fast imaging and 3D infrared kinematic analysis and the comprehensive use of the high-precision measurement of the kinematic indicators of time, speed and shift and the principle of archery kinematic principle, may effectively monitor the status of specific technique of elite archers. The specific technique of elite archers features short release time, quick sound-action response, high arrow speed and high stability and consistency of movement. The paper makes an in-depth analysis of the correlation between reverse action and the factors of movement efficiency and stability from the aspects of function principle and the law of specific technique. It concludes that optimizing the way of release, decreasing movement amplitude and strengthening movement control ability are important in improving the technical level of archery.

Key words: archery; diagnosis index; movement mechanics; kinematics

射箭项目技术动作外观简单, 源于复杂的内部机制, 动作外观的简单性往往容易忽视对技术动作机制规律的认识, 但这一项目制胜规律具有复杂性, 它既有别于射击类项目的某些特征, 同时也有自身特有的一些规律, 它需要出众的心理适应能力, 更需要特殊的力量体能基础, 运动员要在承受相当的力量负荷条件下保持稳定, 需要科学合理的专项技术动作结构。

近些年来, 我国的射箭运动项目无论是规模与水平都有所增长, 出台了一些选拔优秀运动员的新方法、新举措, 客观上推动了射箭项目的发展。但在优秀运动员的比赛训练实践中, 射箭运动竞技项目科研攻关与服务意识相对薄弱, 经验和感觉判断在射箭技术训练中仍然占有相当的比例。

随着竞技体育训练科学化发展, 测量技术进一步完善, 研究方法也更为精细可靠, 能掌握专项技术训练中的一些复杂问题。本研究拟从射箭技术原理及精准可靠的生物力学测量方法的基础上, 从运动学角度出发, 测量分析优秀射箭运动员技术特点和规律, 为高水平射箭运动员专项技术科学化训练提供参考。

1 对象与方法

1.1 研究对象

本研究以10名奥运会射箭运动员和7名上海队优秀射箭运动员为研究对象, 分别对他们参加北京奥运会、第十二届全运会赛前备战考核赛中的专项技术数据进行分析讨论。

1.2 研究方法

1.2.1 文献资料法

文献资料收集检索主要通过《中国期刊数据库》, 国家体育总局射击射箭运动中心网站及其出版《射击射箭运动杂志》和有关汇编材料, 国际射箭协会网站、中国期刊网、SportsDiscus等数据库获取相关射箭项目的研究文献。

1.2.2 影像解析法

对训练和比赛录像进行常、高速摄录及编辑处理, 以运动视频分析软件对技术录像进行处理和分析, 获取箭速、技术动作环节的时间参数, 以及专项技术动作的有关运动学数据。

收稿日期: 2013-02-25

基金项目: 上海市体育局攻关课题

第一作者简介: 米卫国, 男, 副研究员, 在读博士, 主要研究方向: 运动生物力学测量方法、竞技体能训练理论与方法。

作者单位: 1. 上海体育科学研究所, 上海 200030; 2. 澳门理工学院体育暨运动高等学校



1.2.3 高速三维红外线测量法

采用 Qualisys 高速三维红外动态跟踪测量法,对运动员在训练考核赛中完成动作时的运动学三维数据进行采集与分析。

1.2.4 测试指标

时间指标:射箭完成各技术动作环节的时间,包括开弓、持续用力及瞄准、撒放(放箭)时间,即弓弦脱离勾弦手指所用的总时间,由于撒放时间非常短,常规拍摄频率难以满足需要,研究中采用 1 200 帧的拍摄频率来观察运动员射箭技术动作的撒放时间。

速度指标:撒放后,箭枝飞行速度参数,数据来源于两方面,奥运会选手的箭枝速度参数来源于国际箭联比赛现场直播提供的数据,上海队优秀运动员的箭枝速度参数以影像解析方法获取。

位移指标:即开弓稳定用力及撒放两个技术环节持弓臂三维位移参数,位移参数以高速红外三维运动捕捉的方法采集获取,采样频率为 300 Hz。

2 结果与讨论

2.1 声—动反应时变化规律

射箭运动中的弓把定位片是提示开弓拉距到位的装置,拉距到位提示运动员每个动作的弓弦对箭的推力一致,在射箭运动的发展历程中,定位片是了不起的发明,自从有了这个小弹簧片,射箭运动水平得以大幅度提高,世界纪录不断被刷新。射箭运动员的声—动反应时是指运动员继续用力瞄准,拉响定位片后(定位片响即提示拉距到位),运动员立即开始撒放动作,这一系列连续的动作是运动员多年的训练和比赛中形成的声—动条件反射的牢固动力定型。国际上优秀运动员参加北京奥运会时的声—动反射如表1,表2为上海队射箭运动员的声—动反应时数据。

从表1、表2看,上海队优秀射箭运动员与国际优秀运动员的数据相比较,在声—动反应上存在的差异性较大,主要表现在,平均声—动反应时间较长,并且多数队员声—动反应存在较大的差异性。还有个别运动员的声—动反应数据异常低,小于人的生理反应极限,其中朱××的数据说明,她在训练中拉响定位片时,没有听定位片的声音撒放信号,完全依靠对动作的感觉来完成开弓、继续用力拉响定位片并完成撒放的,说明她在当时的训练过程中,动作具有较高的一致性,技术动作感觉精准,但另一方面,也说明她的专项技术表现没有利用定位片的功能。

数据分析还显示,无论是参加奥运会的顶级选手,还是上海队优秀运动员,多数在比赛开始的前2箭声—动反应较慢,出现了动作的调整适应过程,其原因可能是刚进入场地,对比赛环境和心理上还未完全适应,不能即刻全身心进入状态,另外,决赛的氛围导致动作反应变慢、动作上出现求稳、长时间瞄准、撒放犹豫的现象。

顶级奥运射箭选手的声—动反应特点是时间短,多数箭次动作反应0.12~0.14 s之间,比较接近人的生理反应极限,这一结果与H.Ertan^[1]等人的研究结果部分相似(研究认为,优秀选手声—动反应为100 ms左右,初级射箭运动员和非射箭运动员的声动反应为200~300 ms之间),优秀

射箭运动员在拉响定位片与完成撒放动作之间的时间较短,当运动员的状态发生改变时,声—动反应也发生变化,一般情况下,当开弓继续用力过程或撒放动作出现问题时,声动反应时间变长;当动作感觉灵敏,状态比较好时,声—动反应表现出速度快的特点。顶级射箭选手声—动反应的另一个特点是 consistency 好,这说明撒放动作呈现高度自动化特点。从数据也可以看出,奥运会冠军和世界著名的射箭运动员朴成贤也有声—动反应小于0.1的情况,即她们在这几箭的动作过程中没有声—动反应过程,没有听响片的指示信号,而是依靠动作感觉拉距到位,成功完成撒放动作。因此,优秀的运动员不仅仅依靠响片的声音提示完成撒放,也能依靠对专项动作的感觉顺利进行撒放。当动作达到满弓的时候,运动员可以感觉到身体完全处于绷紧状态,随着训练经验的积累,即使没有响片的声音,运动员也能够根据自己身体的感觉,准确地把握撒放时机,并顺利完成撒放动作。撒放动作不是专门做出来的,是开弓动作的延续,在拉响定位片的同时撒手放箭。李起式^[2]认为,撒放是发生在感觉定位片发出声音的一瞬间,定位片的激活是放箭中一个阶段,必须能察觉或感觉到,而不是能听到,这可能是一种难于领悟的理念。如果当运动员等着去听定位片发出的声音,然后才撒放,则有意识地将思维转向了定位片,将再次失去与背肌的连接,影响了动作的流畅性和一致性。

2.2 射箭关键技术环节时间变化规律

2.2.1 撒放时间与动作效率

撒放时间是与撒放效率紧密相关的一个指标,撒放时,弓弦推开勾弦手指推动箭向前加速,此刻勾弦手指对弦的拉力方向与箭飞行的方向相反,该作用力对箭而言作负功,负功的大小与反向移动的距离,或松开手指的时间成正比。根据冲量定理推导:

$$v_{损} = \frac{ft}{m_{箭}}$$

式中, $v_{损}$ 表示撒放手指作负功导致箭体速度的损失量, $m_{箭}$ 表示箭体质量, f 表示作用力的大小, t 表示作用时间。从式中看出,箭体速度的损失与作用力的大小和作用时间成正比。减少阻力意味着尽可能地放松手指关节,减少作用时间意味着尽可能短的时间完成放箭动作,即无反向动作。

从表3可知,总体上看,优秀运动员的撒放时间呈现较高的一致性,但同时我们也发现,不同的运动员,甚至同一名运动员在不同的箭次中,撒放时间还是表现出一定的差异性。如果运动员的撒放动作出现明显反向,或撒放方式出现变化时,一般都能体现在撒放时间上。从数据上看,优秀运动员的撒放时间(以勾弦手指脱弦的时间为准)在10~18 ms之间,当状态发生改变时,撒放时间变化幅度可达30 ms。由冲量定理可知,撒放时间越短,撒放动作的效率越高,运动员在训练中每组次的数据一般变化不大,但在不同的训练阶段,撒放时间可发生较大变化。

从弓弦对箭枝推动的力学原理来分析,如果一名运动员完成撒放的时间越短,那么他动作的效率就越高,产生的箭速也就越高,动作变形的可能性也越小,越有利于形成正确的技术动作定型。



表1 优秀射箭运动员在北京奥运会比赛中声—动反应时(s)

Table I Sound-Action Response Time of the Elite Archers in the Competitions of Beijing Olympic Games (s)

箭次	朱贤贞	尹玉姬	张娟娟	朴敬模	维克托	朴成贤
1	0.20	0.16	0.16	0.12	0.14	0.16
2	0.16	0.12	0.16	0.12	0.16	0.16
3	0.12	0.12	0.16	0.12	0.12	0.16
4	0.12	0.16	0.12	0.12	0.12	0.12
5	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
6	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
7	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.16
8	0.12	0.16	0.12	0.12	0.12	0.12
9	0.12	0.12	0.12	—	0.12	0.12
10	0.12	0.16	0.12	—	—	0.08
11	0.12	0.16	0.08	—	—	0.08
12	0.12	0.16	0.12	—	—	0.08
13	—	—	0.12	—	—	0.08
14	—	—	0.08	—	—	0.12

表2 上海队优秀射箭运动员声—反应时(s)

Table II Sound-action Time of Shanghai Elite Archers (s)

箭次	张××	刘×	齐××	陆××	朱××	钱××	刘××
1	0.13	0.12	0.12	0.13	0.06	0.15	0.15
2	0.17	0.12	0.12	0.12	0.07	0.15	0.15
3	0.15	0.15	0.12	0.13	0.07	0.17	0.15
4	0.15	0.17	0.12	0.13	0.07	0.17	0.17
5	0.15	0.15	0.15	0.13	0.07	0.17	0.17
6	0.15	0.17	0.15	0.12	0.07	0.17	0.15
7	0.15	0.15	0.15	0.13	0.07	0.17	0.15
8	0.15	0.17	0.17	0.13	0.07	0.13	0.15
9	0.15	0.13	0.12	0.12	0.07	0.17	0.15
10	0.15	0.12	0.15	0.13	0.06	0.17	0.15
11	0.15	0.13	0.17	0.12	0.06	0.17	0.15
12	0.15	0.17	0.15	0.12	0.08	0.17	0.15
均值	0.15	0.14	0.14	0.12	0.07	0.16	0.15

表4 上海优秀男子运动员在不同阶段技术环节时间参数(s)

Table IV Technique Time Parameters of Shanghai Elite Male Archers at the Different Stages (s)

时段	时间	刘××	徐××	张××	刘××
开举弓	7月	4.4±0.4	4.5±0.3	4.3±0.3	4.1±0.3
	8月	3.6±0.4	5.1±0.5	4.2±0.4	4.1±0.4
持续用力	7月	2.4±0.7	0.9±0.4	1.8±0.3	2.1±0.6
	8月	3.9±1.6	2.3±1.5	3.9±2.3	2.6±1.2
总时间	7月	6.7±1.1	5.4±0.4	6.1±0.3	6.2±0.5
	8月	7.6±1.7	7.4±1.7	8.1±2.1	6.7±1.2

表5 上海优秀女子射箭运动员技术环节时间参数(s)

Table V Technique Time Parameters of Shanghai Elite Female Archers (s)

时段	陆××	钱××	齐××	朱××
开举弓	2.9±1.1	2.5±0.2	2.9±0.4	2.8±0.2
持续用力	4.6±1.2	2.2±0.8	1.7±0.7	2.3±1.2
总时间	7.5±1.1	4.7±0.7	4.7±0.7	5.2±1.4

表3 上海优秀运动员撒放时间参数(s)

Table III Parameters of the Release Time of Shanghai Elite Archers (s)

箭次	钱××	陆××	朱××	齐××	刘××	张××
1	0.023	0.015	0.022	0.011	0.012	0.011
2	0.025	0.012	0.028	0.01	0.015	0.013
3	0.025	0.017	0.028	0.011	0.011	0.016
4	0.026	0.013	0.016	0.011	0.011	0.011
5	0.028	0.015	0.02	0.013	0.01	0.011
6	0.028	0.012	0.026	0.01	0.014	0.012
7	0.026	0.012	0.019	0.011	0.011	0.014

2.2.2 开弓及持续用力关键技术环节用力时间变化规律

开举弓时间为运动员举弓、开弓两个动作,有些运动员在举弓的同时完成开弓动作,也有不少运动员先将弓把平稳举至接近水平,再完成开弓动作,依个人的动作习惯有所不同,无论运动员采取何种方式完成上述动作,都以最稳定、顺利完成后续的瞄准、持续加力、撒放为准。表4、表5分别为上海队优秀男、女运动员在备战全运会训练期间的开举弓、持续用力主要技术环节时间参数。

表4数据说明上海优秀男子运动员的主要技术环节的时间参数差别不大,不同的运动员在开举弓段的时间惊人的一致,无论是不同的运动员个体,还是在不同的训练阶段,数据差异不大,标准差极小,这是多年系统训练形成的动作自动化的结果。从射箭运动技术角度看,如果仅从时间角度考虑,说明开举弓阶段技术环节是优秀射箭运动员必须具备的精确技术细节,也说明这一阶段不是射箭技术动作的难点和关键。从表5中的数据不难发现,女子运动员开举弓数据也呈现较高的一致性,与男子不同的是,女子运动员的开举弓时间要短,节奏上要快得多。

从表4、表5看,持续用力段总的时间均在2s左右,但标准差却要大得多,总体上看,女子运动员在持续用力技术环节要较男子运动员稳定性高。这两个技术环节的时间差异可与运动员的动作概念、力量素质、技术水平、比赛环境等等因素有关。现代射箭运动技术要求动作流畅、节奏明快、动作稳定、一致性强,在数据上体现为时间相对要短、不同箭次技术环节的时间变化要小。

2.3 箭速指标分析

箭速是矢量参数,它有大小,也有方向,是运动员完成一系列连续动作后的效果体现。如果不考虑箭道因素,箭速指标确定了箭枝着靶环数。因此,箭速从另一角度考量了运动员的技术水平,并且比环数成绩指标更能体现运动员的

实际运动技术状态。它消除了器材、箭道因素等等一系列可能影响箭枝着靶的差异性,以及由此可能作出的错误判断。

从表6、表7看出,奥运会选手和上海队优秀射箭运动员的箭速情况看,男子射箭运动员箭速要高得多,主要得益于男子运动员的弓重磅数高,而上海队男子运动员的箭速与奥运会男子冠、亚军的箭速比较接近,但在一致性上,上海男子2名优秀运动员显然要差些,分别达到3.6 km/h和3.5 km/h,而奥运会顶级选手仅为0.5 km/h和1 km/h。说明这两名优秀男子选手与奥运会顶级选手在动作一致性上还存在一定的差距。我国优秀女子运动员与韩国顶级选手相比,有差别,但差别不大。

表6 奥运会女子射箭运动员箭速指标(km/h)

Table VI Arrow Speed Indices of the Female Archers at the Olympics (km/h)

箭次	张娟娟	朴成贤	郭丹	陈玲	尹玉姬	朱贤贞
1	203	202	203	203	195	203
2	204	202	206	201	191	202
3	201	202	202	202	195	202
4	201	199	204	203	196	202
5	204	202	205	203	197	203
6	201	201	205	203	-	-
7	203	-	204	202	-	-
8	204	-	205	-	-	-
9	201	-	-	-	-	-
10	203	-	-	-	-	-
均值	202.5	201.3	204.3	202.4	194.8	202.4
	±1.4	±1.2	±1.3	±0.8	±2.3	±0.5

表7 优秀男子射箭运动员箭速指标(km/h)

Table VII Arrow Speed Indices of the Elite Male Archers (km/h)

箭次	刘××	张××	朴敬模(奥)	维克多(奥)
1	210	214	219	220
2	215	212	218	221
3	210	220	219	222
4	215	220	219	222
5	213	220	219	220
6	210	218	218	220
7	217	214	-	-
8	210	212	-	-
9	213	220	-	-
10	215	214	-	-
11	212	218	-	-
12	203	218	-	-
均值	211.8 ± 3.6	216.7 ± 3.5	218.7 ± 0.5	220.8 ± 1

2.4 优秀射箭运动员手部位移变化规律

2.4.1 射箭弓把稳定性与偏移曲线

射箭运动员动作稳定性是影响箭枝命中率的关键因素,但稳具有相对性,不稳是绝对的,越是求稳,越不利于技术的发挥。研究中,我们采用高速(300 fps)三维红外

动作分析系统来分析运动员在赛前备战过程中的持弓臂的动作偏移发生规律。

图1显示的是射箭运动员由开举弓、持续用力瞄准到撒放过程中,持弓臂水平面的位移典型变化曲线,曲线前段半段波动平稳,显示开举弓阶段逐渐进入瞄区的动作过程,优秀运动员一般偏移也就在10 cm左右;在曲线后半段,进入瞄区后,动作平稳,且偏移极小,在1~3 mm内。曲线末端的最大偏移发生在撒放动作过程中,一般在接近波谷段箭离弦,此后,持弓臂偏移不对箭枝产生任何影响。不难看出,最大偏移是影响箭枝飞行方向的最主要因素,而不是瞄准段的稳定性,当然,它们亦是相互影响、相互作用的。

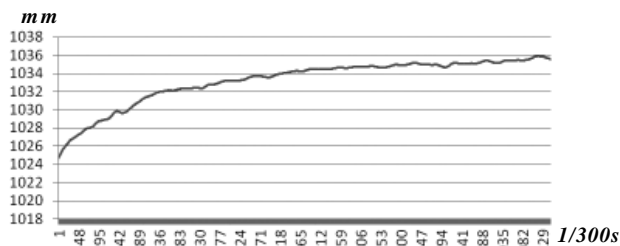


图1 射箭技术动作过程中手部矢状面偏移曲线

Figure 1 Hand Sagittal Offset Curves in the Process of Archery Technical Movement

2.4.2 勾弦手反向动作位移与持弓臂的三维位移指标

反向动作是指运动员在撒放箭枝瞬间,勾弦手在弓弦的牵引下向箭飞行方向产生轻微运动,这一作用力对箭枝作负功,削弱了弓弦推动箭枝的作用力。由功能原理可知,反向运动的幅度越大,对箭枝所做负功越多,那么撒放后离弦之箭的飞行速度也降低,不利于保持动作稳定和着靶精度。

从表8中的数据可以看出,优秀运动员也普遍存在反向动作现象,这可能与撒放动作模式有关。他们的差异在于不同的运动员反向幅度有所不同,幅度最大的有8 mm,多数在2 mm左右,有些运动员在每次反向动作幅度比较一致,如张××反向数据为2 mm左右,钱××为4 mm,刘××为3 mm左右;有个别运动员反向动作幅度与持续用力动作时间有较密切的关系,如刘×,当持续用力时间达到5 s左右时,反向动作大幅度增加,同时,持弓臂位移较大,稳定性大幅度降低,势必影响箭枝着靶命中率;也有部分运动员持弓臂表现出异常的稳定性,如朱××、钱××、张××,虽然也出现持续用力时间过长的情况,但持弓臂三维位移并没有出现较大变化,表现出较强的动作稳定性和动作控制能力。

3 小结

3.1 射箭技术运动学分析指标体系中,声一动反应时、撒放时间、技术环节时间、箭速、高精度勾弦手及持弓臂三维位移等参数的综合运用,能够从不同角度有效地反映优秀运动员的专项技术状态水平。

3.2 优秀射箭运动员专项动作运动学表现具有声一动反应快、撒放时间短、箭速高、主要技术环节节奏明快的特征,技术动作具有良好的动作稳定性和一致性。



表8 上海队5名优秀运动员持续用力时间与反向及持弓臂三维位移

Table VIII 3D Shift of the Sustained Tension Time, Reverse Action and Bow-holding Arm of the 5 Elite Shanghai Archers

	持续用力时间	勾弦手反向	持弓手X向	持弓手Y向	持弓手Z向
朱××	1.18	1.00	0.00	2.00	1.00
	1.58	2.50	0.00	1.00	0.00
	1.38	2.00	0.00	1.00	0.00
	5.04	2.50	0.00	1.00	0.00
	3.04	0.00	0.00	0.00	0.00
	8.08	2.00	0.00	1.00	0.00
钱××	1.65	3.00	0.00	0.00	0.00
	3.00	3.00	0.00	0.00	0.00
	2.01	2.00	0.00	0.00	0.00
	2.06	3.00	1.00	0.00	0.00
	7.89	3.00	0.00	1.00	0.00
	1.76	3.00	0.00	5.00	0.00
刘××	3.68	2.00	0.00	1.00	0.00
	4.19	4.00	1.00	1.00	2.00
	3.14	4.00	0.00	2.00	1.00
	3.31	4.00	0.00	2.00	1.00
	4.29	4.00	1.00	1.00	1.00
	1.51	3.00	0.00	1.00	1.00
刘××	2.11	1.00	1.00	0.00	0.00
	2.69	1.00	0.00	2.00	1.00
	6.21	2.00	1.00	2.00	1.00
	3.20	3.00	2.00	3.00	0.00
	4.47	2.00	2.00	3.00	1.00
	5.13	8.00	7.00	8.00	7.00
张××	4.39	2.00	2.00	1.00	1.00
	2.92	3.00	3.00	2.00	0.00
	4.06	2.00	2.00	1.00	2.00
	1.57	2.50	1.00	1.00	1.00
	2.39	2.00	1.00	1.00	0.00
	2.49	2.00	3.00	1.00	1.00

注: X 方向指向靶位

3.3 反向动作在优秀射箭运动员中亦具有一定普遍性, 但反向的幅度、反向的一致性程度个体差别较大, 能够有效地反映射箭运动员的技术状况. 反向动作可能受其它技术环节动作的影响, 亦可能与撒放方式、动作控制能力有关, 优化撒放方式、减小反向动作幅度, 增强动作控制能力是提高射箭技术水平的重要途径, 反向动作的机制及作用有待更深入的研究讨论。

参考文献:

- [1] H.Ertan,B.Kentel. (2003). Activation patterns in forearm muscles during archery shooting[J]. *Human Movement Science*: 37-35
- [2] Murray Elliot. (1997). Archery's reference guide (recurve) April.
- [3] 李起式. 综合射箭技术 (Total Archery)[M]. 北京: 华厦翰林出版社, 2008, 7: 31
- [4] 郭蓓, 姚颂平. 我国射箭运动训练现状的调查与分析[J]. 中国体育科技, 2005, 5 (41)
- [5] 守龙屋一, 郭显德译. 我的射箭技术中国射击射箭, 2009, 4 : 19-20
- [6] 郭蓓. 射箭项目备战重大比赛的训练理论与方法[M]. 黑龙江: 黑龙江科学技术出版社, 2007
- [7] 李良标, 熊开宇, 等. 射箭技术及其诊断指标[J]. 北京体育学院学报, 1992 (4)
- [8] 李良标, 赵墨臣. 射箭技术的生物力学研究[J]. 北京体育学院学报, 1987 (3)
- [9] 中国国家体育总局. 中国体育教练员岗位培训教材一射箭[M]. 北京: 人民体育出版社, 2001. 10
- [10] H.Ertan ect, (2003). Activation patterns in forearm muscles during archery shooting [J].*Human Movemnet Science*, 22:37-45

(责任编辑: 何聪)

(上接第74页)

- [6] 朱卫兵, 张小彬, 陈威威. 北方地区教室内空气质量测试与分析[J]. 暖通空调HV&AC, 2007, 37 (5) : 112-114
- [7] 李裕和, 等. 室内空气污染对运动时人体机能的影响[J]. 广州体育学院学报, 1997, 17 (4) : 20-26
- [8] 李裕和, 王玉昕, 等. 场馆空气污染对力竭运动时血皮质醇等生理生化指标及恢复期血乳酸、心率的影响[J]. 中国运动医学杂志, 1996, (4) : 314
- [9] 李爱华, 朱仲薄, 吕望山. 剧烈运动对自由基影响的实验研究[J]. 中国运动医学杂志, 1991, (2) : 79
- [10] 俞栋, 方振东, 王建, 李旭. 室内空气质量研究现状[J]. 重庆工业高等专科学校学报, 2004, 19 (3) : 14-16
- [11] Dong Yu, Zhendong Fang, Jian Wang, Xu Li. (2004). Study on indoor air quality[J].*Journal of Chongqing Polytechnic College*, 19(3):14-16
- [12] 白玮, 龙惟定. 上海市办公楼室内空气品质的测试和分析[J]. 建筑热能通风空调, 2004, 23 (4) : 11-15
- [13] 王瑞元. 运动生理学[M]. 北京: 人民体育出版社, 2002
- [14] 杨静宜, 徐峻华. 运动处方[M]. 北京: 高等教育出版社, 2005
- [15] 滕淑清. 北方健身场馆室内气象对健康的影响[J]. 哈尔滨体育学院学报, 2007, 96 (25) : 22-26
- [16] 高歌, 陈海焱, 张明星. 室内空气品质评价[J]. 环境科学与管理, 2006, 31 (3) : 173-176
- [17] 玄克勇, 陈喜山. 室内空气品质评估方法评述[J]. 制冷与空调, 2003, (4) : 54-55

(责任编辑: 何聪)