

奥运女子投掷类冠军年龄分布特征及贝叶斯估计

颜善青, 赵一平

(淮北师范大学体育学院, 安徽 淮北 235000)

摘要:运用贝叶斯统计法对奥运会历届女子投掷类,共62+2个冠军年龄数据进行分析和估计,这对国内女子投掷类项目的后备衔接及新老更替具有参考意义。研究表明:女子铅球、标枪和链球项目的最佳夺冠年龄分别为24、25和30岁,女子铁饼为27~28岁,其中女子铅球项目对年龄干预较为敏感;未来各项目夺冠年龄估计:女子链球(30.20岁)>女子铁饼(26.84岁)>女子铅球(26.40岁)>女子标枪(25.98岁),其中铁饼和标枪项目冠军年龄具有“年轻化”趋势,而铅球和链球项目具有“大龄化”走势,且各项最佳夺冠年龄变化与此相同;未来各项冠军竞技年限比较:女子铅球>女子标枪>女子铁饼项目,链球项目由于先验信息不同,无法参与比较,但各项均有下降。2020年东京奥运会的中国女子投掷项目中,女子铁饼项目最有希望夺牌。

关键词:贝叶斯;奥运会;女子投掷;冠军;年龄;分布;估计

中图分类号:G824;G811.211 **文献标志码:**A **文章编号:**1673-1891(2019)04-0092-06

Distribution Characteristics and Bayesian Estimation of the Ages of Olympic Women Throwing Champions

YAN Shanqing, ZHAO Yiping

(School of Physical Education, Huaibei Normal University, Huaibei, Anhui 235000, China)

Abstract: The age data of 62 + 2 Olympic women throwing champions are analyzed and estimated by Bayesian statistical method, which is instructive for women's throwing events in China in the reserve force building-up and the succession of the new to the old. The study shows that the optimum age for woman championship at shot put, javelin throw and hammer throw is 24, 25 and 30 years old respectively, and is 27 to 28 years old at discus throw. Among them, women's shot put is more sensitive to age intervention. The estimated age for future event's championship is: women's hammer throw (30.20 years old)>women's discus throw (26.84 years old)>women's shot put (26.40 years old)>women's javelin throw (25.98 years old). Among them, discus and javelin champions tend to be "younger", while shot put and hammer throw tend to be "older", and the best championship age for each event changes the same way; the future championship competition years are compared as: women shot put > women javelin throw > women discus throw, and hammer throw, due to different prior information, cannot be included in the comparison, but all years have been lowered. In the year 2020 Tokyo Olympic Games, women's discus throw is most promising for Chinese women's throwing events.

Keywords: Bayes; Olympic Games; women's throwing; champion; age; distribution; estimation

0 引言

运动员的年龄关系到周期训练和比赛安排,把握项目的竞技年龄发展规律,对运动员竞技水平的培养尤为重要,田径运动也不例外。田径是奥运会的一个综合项目,其中女子投掷类项目是我国田径在“后刘翔时代”为数不多的、国际比赛中稳定夺牌的项目。女子投掷类项目分为女子铅球、女子标枪、女子铁饼和女子链球,在1984年中华人民共和

国恢复合法的奥委会成员身份后的首次奥运会上,女子铅球就获得了第5名,4年后的1988年汉城(现称为首尔)奥运会,女子铅球首次进入前3名,在随后的各类国际大赛上,国内女子投掷类项目开始全面开花,在2012年伦敦和2016年里约奥运会上分别获得2铜和1银的成绩,在2017年伦敦田径世锦赛中又获得了1金2银1铜的好成绩,实力已经得到了国际上的认可。一个项目冠军的成绩、训练手段、始训年龄乃至训练年限,都有可能成为标杆

收稿日期:2019-09-02

基金项目:安徽省教育厅质量工程重大项目:立德树人视角下高校足球学院人才联合培养模式的研究(2017jyxm0209)。

作者简介:颜善青(1992—),男,安徽合肥人,硕士,研究方向:田径专项教学训练理论与实践。

或参照标准。本研究以历届奥运会女子投掷项目金牌获得者为调查对象,对其年龄分布和变化特征进行分析,并对未来趋势进行预测,这对国内女子投掷类项目运动员的训练和比赛安排,以及新老更替和后备力量的储备具有参考意义;同时,在多元化的学术时代,也可帮助贝叶斯统计在体育科学中的推广。

1 研究对象和方法

1.1 研究对象

历届奥运会女子投掷类金牌运动员年龄为调查对象。奥运会女子投掷类项目冠军年龄分布特征及估计为研究对象。

1.2 研究方法

1.2.1 文献资料法

历届冠军年龄数据来源于www.olympic.org。

1.2.2 贝叶斯统计法

运用极大似然估计对存在缺失数据的总体参数进行估计;运用贝叶斯假设检验估计缺失值,以确定各项目冠军的最适竞技年龄;运用贝叶斯参数估计,确定各项目未来冠军年龄,以此判断变化趋势;运用贝叶斯区间估计,判断各项目顶尖竞技水平的竞技保持年限。

2 结果与分析

2.1 投掷类项目冠军年龄的分布情况

收集历届奥运会女子投掷类项目金牌运动员年龄,共64个数据,其中1956年第16届墨尔本奥运会女子铅球和标枪项目的冠军年龄信息缺失,运用Excel做出历届奥运会女子投掷项目的冠军年龄分布图,如图1。

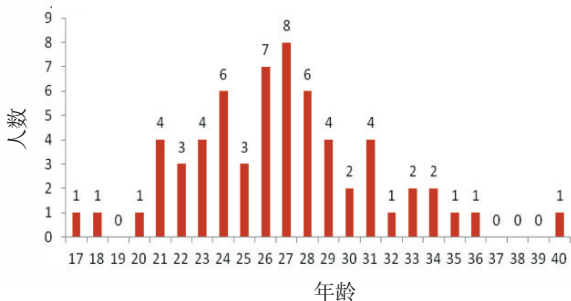


图1 投掷项目冠军年龄分布

从图中1可看出,年龄总体分布具有集中性,该项目年龄的跨度为17~40岁,分布人数最多的年龄是27岁,紧随其后的是26岁;从图形看,近似呈现正态分布之势,由于所缺失的样本少,无论是哪个

年龄值的缺失,均不会影响到整体分布的类型;对于项目顶尖水平的最适年龄问题,单从总体分布方面看,仍比较片面。

对于有缺失的总体,将其看成总体的样本,采用极大似然估计方法对其均值 μ 和标准差 σ 进行估计,在茆诗松等所著的《高等数理统计》中,对正态分布总体参数的极大似然估计进行了简单介绍,证出总体均值的估计为样本均值,总体方差为样本方差^[1]。至此,以上总体分布满足 $X \sim N(26.76, 4.43^2)$ (结果保留2位有效数字)。

2.2 各项目历届冠军年龄的分布特征

2.2.1 女子铅球和标枪冠军年龄的分布特征

对于女子铅球冠军所缺失的年龄信息,采用贝叶斯假设检验来进行估计;根据所统计的数据,女子铅球冠军年龄中,有4个24岁、3个26岁、3个27岁,是分布人数最多的3个年龄值,也就是最有可能成为冠军最适年龄的几个备选年龄数值,可对此提出4个假设, $H_0: \theta=24, H_1: \theta=26, H_2: \theta=27, H_3: \theta=24, 26, 27$ 之外的年龄,这里的 θ 为缺失值;总体样本为 $X \sim N(26.76, 4.43^2)$,将历届女子铅球冠军除去缺失值的17个年龄数值作为“样本”,其均值(结果保留2位有效数字);在贝叶斯方法中关键的一步是确定先验分布^[2],而先验分布来自于先验信息。据统计,历届女子铅球冠军的年龄分布区间是21~35岁,其中22、25和30岁无对应运动员;在用SPSS21.0统计各年龄人数时,发现“35岁”为“Extremes”(极端值),在此忽略,换句话说,如果缺失值处在21~31岁外,极有可能是极端值,对总体分布影响不大,并且与贝叶斯统计借助先验信息计算概率的理论相违背,所以选择忽略。从图1可看出,21~31岁的运动员人数直方图,整体呈现中间高两边低并且左右基本对称的形状,可以近似看作呈正态分布,在茆诗松和汤银才所著的《贝叶斯统计》中,有一案例也运用了此方式判断^[2];将总体中21~31岁的人数分布 $X \sim N(26.02, 2.87^2)$ 作为 θ 的先验分布,利用公式:

$$\bar{\theta} = \frac{\bar{x}\sigma_0^{-2} + \mu\tau^{-2}}{\sigma_0^{-2} + \tau^{-2}}, \quad \tau_1 = \sqrt{\frac{1}{\frac{n}{\sigma_0^2} + \frac{1}{\tau^2}}}$$

分别求出缺失值 θ 的后验分布均值 $\bar{\theta}$ 和标准差 τ_1 ,其中, σ_0 是总体分布标准差, τ 和 μ 分别为先验分布标准差和均值, n 为样本数量17,计算得出:

$$\bar{\theta} = \frac{26.18 \times 4.43^2 + 26.02 \times 2.87^2}{4.43^2 + 2.87^2} \approx 26.11, \quad \tau_1 = \sqrt{\frac{1}{\frac{17}{4.43^2} + \frac{1}{2.87^2}}} \approx 1.01。$$

依照:

$$P(\theta|x) = \varphi\left(\frac{\theta - \bar{\theta}}{\tau_1}\right)$$

分别计算假设 H_0, H_1, H_2, H_3 成立的概率:

$$P(\theta = 24|x) = \varphi\left(\frac{24 - 26.11}{1.01}\right) = \varphi(-2.0891) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{2.0891^2}{2}} = 0.0450,$$

$$P(\theta = 26|x) = \varphi\left(\frac{26 - 26.11}{1.01}\right) = \varphi(-0.1089) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{0.1089^2}{2}} = 0.3966,$$

$$P(\theta = 27|x) = \varphi\left(\frac{27 - 26.11}{1.01}\right) = \varphi(0.8812) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{0.8812^2}{2}} = 0.2706,$$

$$P(\theta \neq 24, 26, 27|x) = 1 - 0.0450 - 0.3966 - 0.2706 = 0.2878。$$

结果可发现,缺失值为“26”的可能性最大,在此即视为26岁,也就是说24和26岁是此项目冠军的最适年龄。

以同样的方法对女子标枪缺失值进行判断;女子标枪项目冠军年龄的跨度为17~34岁,比女子铅球项目冠军年龄的跨度区间大,但断层现象比较严重,在18、19、20、23、24和32岁均没有对应运动员,其中分布较多的几个年龄和人数的对应关系是3个21、3个25、2个22、2个26以及2个30岁,对此提出6个假设, $H_0: \theta=21, H_1: \theta=25, H_2: \theta=22, H_3: \theta=26, H_4: \theta=30, H_5: \theta \neq 21, 22, 25, 26, 30$ 岁的年龄,这里将女子标枪除去缺失值的19个年龄数据作为“样本”,均值约为25.95,先验信息取总体中的17~34岁,运用SPSS21.0对其分布的偏度和峰度进行计算,分别为-0.062和-0.204,可近似看作为满足 $X \sim N(26.24, 3.83^2)$ 的正态分布,经计算,缺失值的后验分布均值 $\bar{\theta}$ 和标准差 τ_1 分别为26.09和0.98,再对各假设的概率进行换算, $P(\theta=21)$ 约为 $5.5343E-7$,即为 5.5343×10^{-7} ,大于且接近于零, $P(\theta=25)=0.2149, P(\theta=22)=6.5869E-5, P(\theta=26)=0.3973, P(\theta=30)=0.0001, P(\theta \neq 21, 22, 25, 26, 30) < 1 - 0.2149 - 0.3973 - 0.0001 = 0.3877$,从结果看出,缺失值为“26”的概率最大,此项目冠军的最适年龄有21、25和26岁。将缺失值补进图1,可发现女子投掷类项目,26岁是其冠军最适年龄。

在以上分析中,女子铅球和标枪项目冠军的最适年龄有多个,并且不易定位区间,这里将对各项目“最适”年龄出现的时间来进一步论述。奥运会女子铅球是从1948年第14届奥运会开始纳入比赛项目的,女子标枪是1932年第10届奥运会开始。将女子铅球冠军年龄进行赋值,对24岁赋值0,26岁赋值1;女子标枪中,21岁赋值2,25岁赋值3,26岁赋值4,以此做出图2。

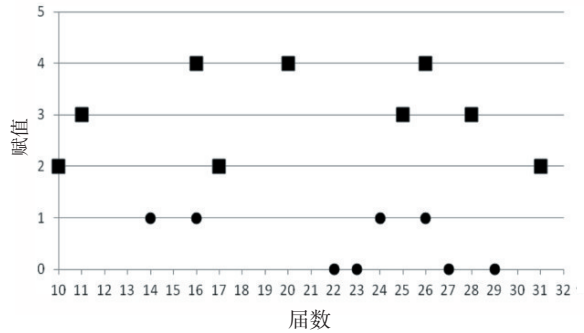


图2 铅球和标枪项目冠军最适年龄分布情况

在贝叶斯学派中,特别关注先验信息的确定问题,以摸球实验来说明先验和后验的关系,如若一个袋子里装了未知数目的黑白球,摸了10次,共出现6次白球,4次黑球,那第11次摸到白球的概率就视为6/10,黑球概率就是4/10,所出现的“6次白球和4次黑球”就是先验信息,借助此信息推断出的第11次摸球概率就是后验概率;如若不采取10次实验的结果,而采用前5次出现的2次白球和3次黑球的结果,那后验概率就可视为摸到白球的概率为2/5,黑球为3/5,这就是在不同先验信息下的后验概率确定。此类研究中,区域获奖牌的后验概率高低可直接反映区域竞技实力的强弱;先验信息还可来自主观推断。在女子铅球和标枪项目冠军年龄分布的先验信息选择中,近期情况往往比总体情况更具有可靠性,本文选择近10届奥运会为先验信息。图2显示,在近10届奥运会,即第22届往后,女子铅球冠军年龄为24岁的较多,而女子标枪25岁的较多,可推论,女子铅球冠军的最适年龄为24岁,女子标枪的最适年龄为25岁。

历届女子铅球和标枪的冠军年龄与最适年龄的差值来定义自变量,以此来描述波动情况。

以先验信息为标准,将第22届之前的看作前期,22届及以后看作为后期;从图3看,历届女子铅球除去第15、17和25届,其余均是正值,差值的波动幅度前期也明显高于后期,比较离散系数:前期(0.1536) > 后期(0.1021),可说明图像表露与此是正相关关系,表明该项目冠军运动员年龄逐渐趋于稳定化;在绝对高度上,前期高于后期,说明顶尖竞技实力的保持年限有所下降;根据所统计的年龄数值,计算前后期的均值:前期(26.50) > 后期(25.90),整体呈下降走势,表现出年轻化势头。女子标枪项目前期的极值差要大于后期,可表明女子标枪顶尖竞技水平的保持年限也有所缩短,这也许跟日渐增长的竞技水平有关;比较女子标枪前后期均值:前期(25.10) < 后期(26.80),整体年龄呈现上升走势,与

铅球恰好相反,大龄化趋势较为明显;离散系数比较:前期(0.197 4) > 后期(0.147 0),这表明前期波动程度要大于后期,也在逐渐向稳定化靠近,但女子标枪在总体波动性上,要高于女子铅球项目,间接说明了女子铅球项目的顶尖竞技水平对年龄较为敏感,因为离散程度小,说明冠军年龄较为固定,只在某一年龄阶段才能具有的竞技实力。

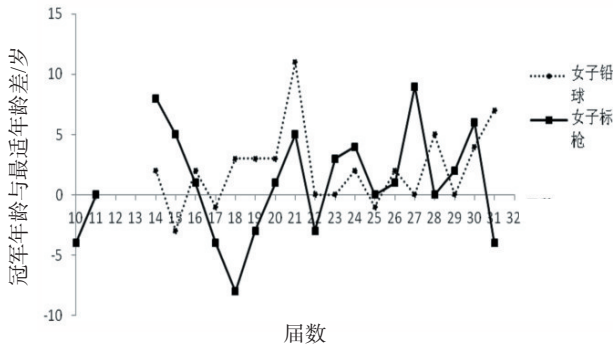


图3 铅球和标枪项目冠军年龄波动情况

2.2.2 铁饼和链球项目冠军年龄的分布特征

女子铁饼项目开始于1928年第9届奥运会,是女子投掷类项目中起步最早的;而奥运女子链球起步于2000年第27届奥运会,是其中起步最晚的。从图4可以看出,历届女子铁饼和链球项目的冠军年龄均有明显的波动,女子铁饼项目冠军年龄出现次数最多的是27和28岁,而以近10届的先验信息看,27和28岁均只出现一次,且各年龄值均是独立存在,故这里将27~28岁视作该项目冠军的最适年龄段;在竞技年限问题上,第22届之前,两极值是36和20岁,后期两极值是40和22,但在首段的图表统计中,SPSS21.0显示“40”是极端值,平均数的主要缺点是易受数据极端值的影响^[9],因此忽略,以33和22岁的差距作为竞技年限,可看出有所缩短;女子铁饼前后期均值比较:前期(26.64) > 后期(27.78)(忽略极端值),呈上升走势,离散系数比较:前期(0.163 0) < 后期(0.127 0)。奥运女子链球由于起步较晚,故不选择分期讨论,从图像可看出,有明显的上升趋势,其均值为27.60,离散系数为0.218 3,对于女子链球冠军的最适年龄,结合“起步晚,届数少”的特点,选择将波动程度相对较小的,28~31届的均值30.00岁视为最佳夺冠年龄。

2.3 投掷类项目冠军年龄相关问题的贝叶斯估计

据相关文献统计结果,将从各项目的年龄走势、最适年龄、竞技年限等几个方面进行估计。

2.3.1 各项目冠军年龄及最适年龄的趋势估计

1) 女子铅球、标枪和铁饼冠军的年龄变化趋势估计

各项目冠军年龄变化走势的估计,即对各项

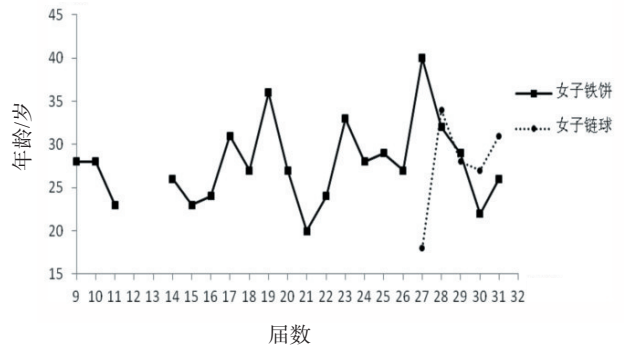


图4 铁饼和链球项目冠军年龄分布情况

目冠军年龄均值的走势估计;以同样的第22~31届为先验信息来源,女子铅球在此阶段的年龄上下限为23~31岁,运用SPSS21.0对总体中23~31岁的分布进行偏态和峰态检验,系数分别为0.191和-0.677(填补缺失值后的分布检验),再结合图1,可以正态分布 $X \sim N(26.72, 2.312)$ 看待,历届18个样本的均值 θ 为26.17,计算女子铅球冠军年龄的后验均值为26.40,比较后期均值25.90,有所上升。

女子标枪近10届的冠军年龄处在21~34岁之间,其中21~31岁占到了90.00%,属于主要年龄段,结合先验信息的主观选择性,同时为迎合正态分布,选取总体中的21~31岁为先验信息;从图1看,形状接近正态分布,并且SPSS21.0检验的偏态和峰态系数分别为-0.074和-0.715,可以以正态分布 $X \sim N(26.02, 2.81)$ 进行处理;以女子标枪历届年龄数值为“样本”,求其后验均值为25.98,比较其后期均值26.80,有所下降。

女子铁饼近10届冠军年龄区间为22~33(忽略极端值),选择总体中22~32为先验信息,满足 $X \sim N(26.54, 2.602)$,依旧计算后验均值,为26.84,比较其后期均值27.78,有所下降,以后期均值和后验均值之差,来定义下降速率,发现女子铁饼大于女子标枪。

2) 女子链球冠军年龄的变化趋势估计

女子链球项目由于参考值较少,特征表现不明显,对于第27届18岁的冠军运动员,存在是否为极端值的模糊概念,以近4届为先验信息,以此来排除模糊干扰;28~31届奥运女子链球冠军的年龄区间为27~34,按照结果的百分位标准,[27,34]年龄区间中有701个数据,据中心极限定理,满足正态分布 $X \sim N(30.50, 2.03^2)$,再以具体的4个年龄数值34、28、27和31为“样本”,其均值为30.00,进而对后验均值和标准差计算:

$$\bar{\theta} = \frac{30.00 \times 4.43^2 + 30.50 \times 2.03^2}{4.43^2 + 2.03^2} = 30.20,$$

$$\tau_1 = \sqrt{\frac{1}{\frac{4}{4.43^2} + \frac{1}{2.03^2}}} = 1.50$$

均值为30.20岁,较近4届有上升趋势,且速率小于女子铅球。

3) 各项目冠军的最适年龄估计

冠军的最适年龄具体值,此处不易估计,最适年龄在本研究中定义为项目出现次数最多的年龄值,也就是众数;平均数代表“平均水平”,众数代表“多数水平”,多数水平直接影响到了平均水平的走势,应与均值呈现正相关的关系。在女子投掷类各项目中,女子标枪和铁饼呈下降走势,而女子铅球和链球呈上升趋势。

2.3.2 各项目冠军竞技年限估计

依照贝叶斯区间估计方法,对未来各项目冠军年龄的可能区间进行估计,即均值的波动区间估计,这可间接说明运动员的最佳竞技年限问题;借助女子铅球冠军年龄的后验均值26.40,先验分布标准差2.31,得出后验分布标准差为0.95,利用

$$P(\bar{\theta} - \tau_1 \alpha_{\frac{\alpha}{2}} \leq \theta \leq \bar{\theta} + \tau_1 \alpha_{\frac{\alpha}{2}}) = 1 - \alpha$$

求其1-α(95%)可信区间:

$$P(26.40 - 1.96 \times 0.95 \leq \theta \leq 26.40 + 1.96 \times 0.95) = 0.95$$

得到 $P(24.54 \leq \theta \leq 28.26) = 0.95$ 。

女子铅球冠军年龄的未来竞技年限则视为28.26-24.54=3.72年,也就是运动员自身最佳状态的保持时间;类似进行计算(表1)。

表1 女子投掷类各项目冠军竞技年限估计值

女子铅球/年	女子标枪/年	女子铁饼/年	女子链球/年
3.72	3.64	3.56	—

女子链球的先验信息选择范围不同,结果不具有可比性,其余3项中女子标枪竞技保持时间最长,女子铁饼时间最短。从这可发现,估计区间跟均值和标准差有关,在比较自身竞技年限增减的过程中,运用先验和后验分布均值的差异来确定。

从表2可以看出,女子铅球和标枪顶尖水平的保持年限呈下降趋势;女子铁饼的标准差下降幅度远大于均值的上升幅度,说明也呈下降趋势;女子链球的后验均值和标准差均小于先验信息,说明呈下降趋势。

以上的所有估计,在东京奥运会中的准确性最高,因为先验信息决定后验信息,此处先验信息只

表2 投掷类部分项目夺冠年龄先验至后验信息的差异

项目	均值变化	标准差变化
女子铅球	↓	↓
女子铁饼	↑	↓
女子标枪	↓	↓

注:“↑”代表增加,“↓”代表降低。

包含到第31届奥运会,后期会随着先验信息的叠加,而导致后验分布的改变,必然会不同程度地影响到估计结果。

2.4 基于年龄角度对国内女子投掷项目在东京奥运会的竞技展望

东京奥运会备战在即,女子投掷类项目作为我国的传统优势项目,国家必然给予了很高的关注。依旧遵循贝叶斯思想进行分析,以2016年里约奥运会及近期刚结束的2019年亚洲田径锦标赛为先验信息,在亚锦赛,中国代表队获得了女子投掷类4个项目的金牌,女子铁饼、链球、标枪和铅球冠军分别为冯彬、王铮、吕会会和巩立姣,其中王峥和吕会会刷新了赛会纪录;到了2020年东京奥运会,冯彬、王铮、吕会会和巩立姣的年龄分别为26、33、31及31岁,女子铁饼夺冠的最适年龄为28+岁,国内女子铁饼运动员冯彬还未达到最适年龄,也就是还未达到自身最佳竞技水平的时刻,从年龄角度看还处在竞技上升期,冯彬在2019年的亚洲田径锦标赛上铁饼比赛扔出65.36 m,对照2016年里约奥运会,此成绩完全可以进入金牌争夺;女子标枪冠军的最适年龄是25-岁,其竞技保持的年龄区间为[24.16, 25.80],吕会会在亚洲锦标赛标枪投出新赛会纪录65.83 m,较2016年里约奥运会,具有夺牌水平,但吕会会在东京时的年龄为31岁,已超过其下限值,会对该项目竞技成绩有负面影响。由于个体差异性的存在,对吕会会个人竞技实力的影响程度还不得而知,至少时下仍处在成绩上升局面。女子铅球的竞技保持区间为[24.54, 28.26],巩立姣的年龄也超过了其下限值,并且女子铅球项目受年龄干预较大,从理论上来说,巩立姣的自身竞技水平也会受到很大影响,结合里约奥运会19.39 m的第4名成绩,及亚洲锦标赛上的19.18 m,成绩有明显下滑,东京夺牌的概率不大;奥运女子链球的冠军最适年龄为30.20岁,王峥在2020年将达到33岁,并且国际大赛的夺牌经历不多,突破的可能性不大。

3 结论和建议

3.1 结论

(1)对历届奥运会女子投掷类项目冠军年龄的

分析中发现,其各类小项对运动员年龄的敏感度不同,其中女子铅球项目受年龄影响程度最大,女子链球项目受运动员年龄影响程度最小,可据此,对个别项目运动员的年龄因素进行分级别控制。以第22届奥运会为“分割点”,将各项目分为前期和后期,通过两端冠军年龄均值比较,发现除女子铅球呈下降趋势外,其余均呈现上升趋势。

(2)所估计的女子投掷类各项目冠军年龄:女子链球(30.20岁) > 女子铁饼(26.84岁) > 女子铅球(26.40岁) > 女子标枪(25.98岁),其中女子铁饼和标枪的顶尖水平具有“年轻化”趋势,这与历届走势恰好相反,且女子铁饼项目的下降速率要高于女子标枪,在培养相关项目运动员时,可以酌情考虑缩短培养期或提前始训年龄等;女子铅球与女子链球项目的顶尖水平具有“大龄化”走势,且女子铅球上升速率大于女子链球。各项目冠军最适年龄的变化趋势将与其自身后验均值的变化趋势一致。

(3)在各项目顶尖竞技水平保持年限的估计问题上,女子铅球 > 女子标枪 > 女子铁饼,而奥运女子链球由于起步较晚,可参考的信息不多,无法保证先验信息的一致性,故无法估计比较;而各项目顶尖水平的竞技保持年限均有所缩短。

(4)国内女子投掷类项目在东京奥运会的展望中,女子铁饼的夺牌势头最佳;如果吕会会继续参加奥运女子标枪项目,在成绩涨幅大于年龄负面影响的情况下,有夺牌希望;而女子铅球和链球项目不被看好。

3.2 建议

国内投掷项目是我国田径强项,但要多注意后备人才的培养,在2019年亚洲田径锦标赛中,我国女子投掷类项目确实取得了骄人的战绩,但“崭露头角”的几乎都是“老人”。时下运动项目竞技保持时间在缩短,新老更替的速度加快,应加速新人的培养,减少“吃老本”的现象。

参考文献:

- [1] 茆诗松,王静龙,濮晓龙,等.高等数理统计[M].2版.北京:高等教育出版社,2006:116.
- [2] 茆诗松,汤银才.贝叶斯统计[M].2版.北京:统计出版社,2012:68-73.
- [3] 贾俊平,何晓群,金勇进,等.统计学[M].7版.北京:中国人民大学出版社,2018:77.
- [4] 李思楠,赵海.一种基于贝叶斯估计的脉搏波峰值检测算法[J].小型微型计算机系统,2019(5):1010-1014.
- [5] KANSANEN K, VAUHKONEN J, TIMO L, HIVAARA, et al. Estimating forest stand density and structure using Bayesian individual tree detection, stochastic geometry, and distribution matching[J]. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 2019, 152: 66-78.
- [6] WANG Shuling, HUANG Wei, HONG K, et al. Traffic parameters estimation for signalized intersections based on combined shockwave analysis and Bayesian Network[J]. Transportation Research Part C, 2019, 104: 22-37.
- [7] Tomas Iešmantas, Robertas Alzbutas. Bayesian spatial reliability model for power transmission network lines[J]. Electric Power Systems Research, 2019, 173: 214-219.
- [8] YANG Liu, NAM T D, RALPH C S, et al. Uncertainty quantification of two-phase flow and boiling heat transfer simulations through a data-driven modular Bayesian approach[J]. International Journal of Heat and Mass Transfer, 2019, 138: 1096-1116.
- [9] ADITYA R K, ASHOK K M, DAYTON M L, et al. Modeling post adoption decision in precision agriculture: A Bayesian approach[J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2019, 162: 466-474.
- [10] RAZAVI M, YAZDI H S, TAHERINIA A H. Crowd analysis using Bayesian Risk Kernel Density Estimation[J]. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 2019, 82: 282-293.
- [11] RATIER AUDE, LOPES CHRISTELLE, LABADIE PIERRE, et al. A Bayesian framework for estimating parameters of a generic toxicokinetic model for the bioaccumulation of organic chemicals by benthic invertebrates: Proof of concept with PCB153 and two freshwater species[J]. Ecotoxicology and Environmental Safety, 2019, 180: 33-42.
- [12] CHEN Xinyu, HE Zhaocheng, CHEN Yixian, et al. Missing traffic data imputation and pattern discovery with a Bayesian augmented tensor factorization model[J]. Transportation Research Part C, 2019, 104: 66-77.
- [13] WANG Chao, CHEN Qian, GERLACH R. Bayesian realized-GARCH models for financial tail risk forecasting incorporating the two-sided Weibull distribution[J]. Quantitative Finance, 2019, 19(6): 1017-1042.
- [14] 杨铄.职业足球运动员出场年龄特征问题研究:国家队、联赛与U23政策[J].中国体育科技,2019,55(4):49-62.
- [15] 刘海军,王锦.世界优秀男子跳远运动员的竞技表现特征分析[J].山东师范大学学报(自然科学版),2018,33(2):238-244.
- [16] 林伟伟,秦敬刚,陈正.世界高水平男子职业网球选手竞技特征、成才规律分析[J].武汉体育学院学报,2018,52(11):82-87+100.
- [17] 周浩祥,潘家武,孙朋,等.世界级中跑运动员最佳竞技年龄的特征及发展趋势[J].南京体育学院学报,2018,1(7):69-75.