

DOI:10.13718/j.cnki.xsxb.2022.04.016

2016—2019 年中国大学生田径男子十项全能 竞技实力分析与模型构建^①

蒋波^{1,2}, 罗雯², 韦颂¹, 肖宇翔³

1. 宜宾学院 体育与大健康学院, 四川 宜宾 644000; 2. 西南大学 体育学院, 重庆 400715;
3. 重庆人文科技学院, 重庆 合川 401524

摘要: 该研究以 2016—2019 年大学生田径运动会男子十项全能竞技项目为研究对象, 主要采用文献资料法、数理统计法、比较法等研究方法对我国大学生男子十项全能成绩进行实证研究, 运用灰色预测模型预测了未来大学生田径锦标赛十项全能的最好成绩和平均成绩。研究认为, 大学生十项全能成绩影响较大的因素依次为: 上肢力量、速度爆发力、下肢爆发力, 各项目之间都存在明显相关性。建议应根据不同运动员的特征和情况, 制定符合运动员自身的训练方案, 针对性科学训练, 以期达到理想成绩, 旨在促进大学高水平竞技体育后备人才的储备、提升中国大学生田径竞技水平、推动人才强国与体育强国建设。

关键词: 中国; 大学生; 十项全能; 竞技水平; 实证分析; 灰色预测

中图分类号: G82

文献标志码: A

文章编号: 1000-5471(2022)04-0119-06

Analysis on Competitive Strength of Chinese University Students' Men's Decathlon in Track and Field from 2016 to 2019 and Build with Gray Model

JIANG Bo^{1,2}, LUO Wen², WEI Song¹, XIAO Yuxiang³

1. Physical Education College of Health, Yi Bin University, Yibin Sichuan 644000, China;

2. Physical Education College, Southwest University, Chongqing 400715, China;

3. Chongqing College of Humanities, Science & Technology, Hechuan, Chongqing 401524, China

Abstract: In the research, the 2016—2019 college student track and field games men's decathlon competition level has been taken as the research object. Literature data, mathematical statistics, comparative methods and other research methods have been used to conduct empirical analysis on Chinese college students' men's decathlon performance, using gray the prediction model predicts the best score and average

① 收稿日期: 2021-09-14

基金项目: 全国教育科学“十四五”规划 2021 年度课题教育部重点项目(DLA210371); 2019 年重庆市教委人文社会科学研究项目(19SKGH223); 2020 年西南大学教师教学发展研究项目(SWFZ202016); 西南大学 2020 年教学改革科研项目(2020JY069); 重庆市体育局 2020 年体育科学研究项目(D202010)。

作者简介: 蒋波, 教育学博士, 体育学博士后, 教授, 硕士生导师, 主要从事学校体育教学与训练方面研究。

通信作者: 韦颂, 硕士, 副教授。

score of the decathlon in the future college student track and field championships. It is concluded that the factors with a greater impact on the decathlon performance of college students are: upper limb strength, speed explosive power, lower limb explosive power, and there is a clear correlation between the various items. It is suggested that, according to the characteristics and conditions of different athletes, a training program that suits the athletes should be formulated, and scientific training should be carried out in a targeted manner in order to achieve ideal results. The purpose of the research is to take the spirit of the 19th National Congress of the Communist Party of China as the guide, implement the deep integration of sports and education, promote the reserve of high-level competitive sports talents in universities, improve the athletics level of Chinese college students, and promote the construction of a country with talents and sports.

Key words: China; college students; decathlon; competitive level; empirical analysis; grey forecast

田径项目是运动会的基础比赛项目,也是在运动会中设项最多的运动项目.因此,田径比赛项目成为各竞技体育强国必抓的共识.当前世界田径格局也呈现多极化趋势,田径竞赛成绩正向人类体能极限不断发起冲击和挑战,并不断创造出一个个崭新成果^[1].男子十项全能项目是田径运动中的综合性项目,既要追求速度爆发,也要发展力量耐力,因此,在比赛中每一个独立的项目和技术动作都发挥着至关重要的作用^[2].

近十年来,男子十项全能项目成绩突飞猛进,2018年法国名将马耶尔取得9 126分的成绩打破十项全能成绩世界纪录.纵观我国十项全能水平,还处于停滞不前的尴尬状态,尽管其他各单项运动项目纪录在不断刷新,但十项全能项目成绩一直没取得大幅度提升.大学生田径运动会的开展使我国青少年体育备受国家重视,中国大学生田径锦标赛是中国大学生田径比赛的大型赛事,每年举行一次,作为我国大学生田径人才选拔的大型比赛之一,推动了我国田径事业的高质量发展,受到了全国各高校的高度重视^[3].到目前为止,我国大学生男子十项全能项目竞技水平仍然存在较大瓶颈,项目竞争激烈、成绩提升困难、综合性强,各单项之间难以均衡协同发展^[4].

在深化体教融合、促进青少年健康发展的新时代背景下,分析我国大学生田径锦标赛男子十项全能项目水平,对探讨我国田径后备人才的训练方案、培养路径、培养计划有重要的现实意义.由于受2020年新冠疫情影响,中国多项大型赛事出现停摆,因此本研究仅对2016—2019年中国大学生田径锦标赛男子十项全能总成绩的相关性进行统计分析,探索出速度爆发因子、上肢力量因子、下肢爆发因子对十项全能总成绩的影响,引起教练员和运动员在体育教研中对田径运动训练的高度重视,为提高大学高水平田径运动员的选材成功率、提高运动成绩、提升中国大学生在国际田径赛事中的竞技实力提供参考依据.

1 研究样本与数据处理

1.1 研究样本和变量的设计

该研究中的大学生男子十项全能成绩来源于田径大本营公众号、中国田径联合会官方网站、中国田径协会档案库、国家体育总局档案库、中国田径运动史.将收集到的2016—2019年全国大学生田径锦标赛男子十项全能运动员成绩运用SPSS 25.0进行统计学处理,运用主成分分析法、最大方差法及线性回归进行相应的列表分析.

根据相关研究的结果,将近4年全国大学生田径锦标赛十项全能成绩作为因变量,十项全能项目分别为100 m(V₁)、跳远(V₂)、铅球(V₃)、跳高(V₄)、400 m(V₅)、110 m栏(V₆)、铁饼(V₇)、撑杆跳高(V₈)、标枪(V₉)、1 500 m(V₁₀),其成绩分别用 $V_1, V_2, V_3, V_4, V_5, V_6, V_7, V_8, V_9, V_{10}$ 表示,总分用 V_{11} 表示.把我国近4年大学生田径锦标赛男子十项全能成绩作为观测样本,表1中为各单项成绩的最大值、最小值、均值、标准偏差,可以看出目前中国大学生男子十项全能成绩水平处于5 000~7 700分数段,铁饼、撑杆跳高、1 500 m的标准偏差较大,说明偏离平均成绩越大,运动员间的这几项成绩差异就越大.

表1 大学生田径锦标赛男子十项全能运动员有效成绩描述性统计(N=43)

项目成绩	N	最小值	最大值	均值	标准偏差
V ₁	43	10.97	11.99	11.36	0.25
V ₂	43	5.94	7.35	6.80	0.33
V ₃	43	8.88	14.09	11.28	1.04
V ₄	43	1.69	2.02	1.88	0.08
V ₅	43	49.25	59.39	51.96	1.92
V ₆	43	14.61	18.12	15.85	0.85
V ₇	43	24.39	40.91	33.39	4.64
V ₈	43	2.80	4.70	3.87	0.49
V ₉	43	32.72	63.79	47.98	8.08
V ₁₀	43	275.90	502.34	310.79	34.31
V ₁₁	43	5 040.00	7 664.00	6 508.72	548.11

1.2 各单项成绩数据标准化处理

研究中选取了近4年男子甲组十项全能成绩为常规变量,其中常规变量因各单项成绩的计量单位不同,分秒时间差异都会明显影响成绩的分析结果,因此,将各单项成绩的计量单位分别精确到秒和米.根据主成分系数矩阵分析及各主成分在各变量上的载荷,计算出各主成分的表达式,分析出十项全能中各项目的成绩对总成绩的影响程度;再运用因子分析法对全能比赛的各单项比赛项目进行处理,并根据分析后项目特点命名新因子,然后用命名的新因子对运动员进行归纳比较研究,找出规律与联系并加以统计.最后运用灰色预测模型预测出我国大学生男子十项全能新成绩.

1) 通过相关性分析将各项之间的相关关系进行分析,判断十项全能项目中100 m、跳远、铅球、跳高、400 m、110 m 栏、铁饼、撑杆跳高、标枪、1 500 m 10个变量与总成绩的相关性.

2) 使用主成分分析作为潜在的起支配作用的因子模型的方法有一定的局限性:当主成分的因子负荷的符号有正负时,综合评价函数意义就不明确,命名的清晰性较低.^[4]

3) 上述所有统计分析都通过SPSS 25.0完成,运用其加权最小二乘法(WLS)为不同数据赋予不同的权重,从而可以平衡不同变异数据的影响.

4) 本研究首先尝试采用两阶段最小二乘法进行成绩预算,但预算的最终结果偏差较大,后将2016—2019年的最好成绩和平均成绩标准化,带入灰色预测模型 $GM(1, 1)x_k^{(1)} = \sum_{i=1}^k x_i^{(0)}$, $k=1, 2, 3$,得到最终的预测成绩.

2 研究结果与分析

2.1 中国大学生田径男子十项全能项目主成分分析

通过对表2各项目之间的相关性分析,得出各个项目之间的相关密切程度,可见许多变量之间有较强的相关性,再通过表3和表4将十项全能运动项目成绩作为变量进行因子分析.表4中采用主成分分析法、方差极大旋转法旋转进行分析,利用旋转后的3个主成分来计算综合成绩.根据因子提取条件,特征值大于1的主成分有3个,同时比对表2的总方差解释可知,在第1因子中,特征值为3.943,方差贡献率为39.425%,铅球($\alpha=0.828$)、铁饼($\alpha=0.831$)、撑杆跳高($\alpha=0.717$)、标枪($\alpha=0.795$)4项因子载荷较高,称为上肢力量因子;在第2因子中,特征值为2.059,方差贡献率为20.586%,100 m($\alpha=0.867$)、400 m($\alpha=0.855$)、110 m 栏($\alpha=0.674$)、1 500 m($\alpha=0.036$)4项因子的载荷率较高,称为速度耐力因子;在第3因子中,特征值为1.116,方差贡献率为11.165%,跳远($\alpha=0.395$)、跳高($\alpha=0.858$)两项载荷率较高,称为下肢爆发因子.因此,在全国大学生男子十项全能运动中最主要的项目是这3个成分所载荷的,可将男子十项全能项目分为三大因子,分别将其表达为上肢力量因子、速度耐力因子、下肢爆发因子.

表 2 男子十项全能各单项成绩相关性分析

项目	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10
V2	-0.507**	1								
V3	-0.149	0.224	1							
V4	-0.174	0.518**	0.246	1						
V5	0.661**	-0.482**	-0.098	-0.266	1					
V6	0.527**	-0.543**	-0.341*	-0.442**	0.522**	1				
V7	-0.079	0.108	0.701**	0.073	0.109	-0.295	1			
V8	-0.302*	0.483**	0.570**	0.213	-0.290	-0.527**	0.465**	1		
V9	0.051	0.064	0.546**	0.052	-0.135	-0.218	0.457**	0.571**	1	
V10	0.143	-0.220	-0.460**	-0.448**	0.130	0.382*	-0.174	-0.307*	-0.303*	1

** . 在 0.01 级别(双尾), 相关性显著. * . 在 0.05 级别(双尾), 相关性显著.

表 3 男子十项全能运动员成绩总方差解释

成分	初始特征值			提取载荷平方和		
	总计	方差百分比	累积/%	总计	方差百分比	累积/%
1	3.943	39.425	39.425	3.943	39.425	39.425
2	2.059	20.586	60.012	2.059	20.586	60.012
3	1.116	11.165	71.176	1.116	11.165	71.176
4	0.737	7.374	78.550			
5	0.645	6.451	85.002			
6	0.439	4.389	89.391			
7	0.420	4.200	93.591			
8	0.248	2.479	96.070			
9	0.233	2.330	98.400			
10	0.160	1.600	100.000			

提取方法: 主成分分析法.

表 4 旋转后的成分矩阵

项目	成分		
	1	2	3
V1	-0.030	0.867	0.018
V2	0.089	-0.699	0.395
V3	0.828	-0.074	0.289
V4	-0.019	-0.252	0.858
V5	0.016	0.855	-0.047
V6	-0.306	0.674	-0.371
V7	0.831	0.018	0.023
V8	0.717	-0.430	0.135
V9	0.795	-0.007	0.043
V10	-0.303	0.036	-0.763

提取方法: 主成分分析法. 旋转方法: 凯撒正态化最大方差法. 旋转在 4 次迭代后已收敛.

2.1.1 上肢力量因子相关性分析(铅球、铁饼、撑杆跳高、标枪)

由旋转后的结果可以看出第一公因子在铅球、铁饼、撑杆跳高、标枪等的项目上有较大载荷, 命名为上肢力量因子. 这些项目虽然两两之间均呈正相关, 且各项之间的相关性相对较高, 都高于 0.7, 认为在各项目之间存在互相影响, 但各单项的独立性较强, 无明显规律. 根据表 4 的主成分载荷, 将表达式中各变量标准化, 从而得出主成分公因子表达式: $F_1 = \sqrt{3.943} \times (-0.030 \times Zx_1 + 0.089 \times Zx_2 + 0.828 \times Zx_3 - 0.019 \times Zx_4 + 0.016 \times Zx_5 - 0.306 \times Zx_6 + 0.831 \times Zx_7 + 0.717 \times Zx_8 + 0.795 \times Zx_9 - 0.303 \times Zx_{10})$.

2.1.2 速度耐力因子相关性分析(100 m、400 m、110 m 栏、1 500 m)

将跑类项目中分为速度型和耐力型两类,由旋转后的结果可以看出第二公因子 100 m、110 m 栏、400 m、1 500 m 都属于以时间为成绩计量单位的运动项目,100 m、400 m、110 m 栏 3 个项目要求运动员具有反应敏捷、绝对速度强、爆发力好、快速力量出色、高速下的保持能力强、协调性强的素质,虽然这 3 个跑类项目两两之间都呈正相关,但 110 m 栏的相关性并不是很高,低于 0.7,影响效果不大.1 500 m 需要运动员具有速度耐力水平高并具有较高保持能力、冲刺能力强的身体素质,根据相关性表所示,1 500 m 虽然与其余 3 个项目属于跑类项目,但与其相关性微乎其微.根据表 4 的主成分载荷显示,将表达式中各变量标准化,得出主成分公因子表达式: $F_1 = \sqrt{2.059} \times (0.867 \times Zx_1 - 0.699 \times Zx_2 - 0.074 \times Zx_3 - 0.252 \times Zx_4 + 0.855 \times Zx_5 + 0.674 \times Zx_6 + 0.018 \times Zx_7 - 0.430 \times Zx_8 - 0.007 \times Zx_9 + 0.036 \times Zx_{10})$.

2.1.3 下肢爆发因子相关性分析(跳远、跳高)

在十项全能项目中跳跃类项目为跳远、跳高两项,可以命名为下肢力量爆发力因子.在跳跃类项目中,两项运动两两之间的相关性呈正相关,相关性也低于 0.7,两两项目之间的影响较小.运用主成分分析法,将表 4 旋转后的成分矩阵进行各变量的标准化得到表 5,将表达式中各变量标准化,从而得出主成分公因子表达式: $F_1 = \sqrt{1.116} \times (0.018 \times Zx_1 + 0.395 \times Zx_2 + 0.289 \times Zx_3 + 0.858 \times Zx_4 - 0.047 \times Zx_5 - 0.371 \times Zx_6 + 0.023 \times Zx_7 + 0.135 \times Zx_8 + 0.043 \times Zx_9 - 0.763 \times Zx_{10})$.

2.2 中国大学生田径男子十项全能未来成绩预测

对我国大学生男子十项全能运动员的成绩进行统计学处理,由表 4 中的 3 个因子中载荷最大的 3 个指标项目铁饼(V7)、100 m(V1)、跳高(V4)作线性回归.预测方程显著性,显著性明显($p < 0.01$).根据表 5 数据建立我国大学生男子十项全能运动成绩的灰色回归预测模型为: $Y = 7622.567 - 126.538 \times V_1 + 166.256 \times V_2 + 50.242 \times V_3 + 891.165 \times V_4 - 69.601 \times V_5 - 111.660 \times V_6 + 22.076 \times V_7 + 349.952 \times V_8 + 11.83 \times V_9 - 1.051 \times V_{10}$,将我国 2016—2019 年 4 届大学生田径锦标赛男子十项全能项目的最好成绩和平均成绩导入灰色预测模型 $GM(1, 1)x_k^{(1)} = \sum_{i=1}^k x_i^{(0)}$, $k = 1, 2, 3$,最好成绩取值 0.4,得到预测成绩 7 135 分,平均成绩取值 0.5,得到预测成绩 6 762 分(表 6).

表 5 男子十项全能成绩标准化

模型	未标准化系数		标准化系数		t	显著性	B 的 95.0%置信区间	
	B	标准错误	Beta				下限	上限
(常量)	7 622.567	853.660			8.929	0.000	5 883.719	9 361.416
V ₁	-126.538	71.983	-0.058		-1.758	0.088	-273.164	20.087
V ₂	166.256	52.704	0.100		3.155	0.003	58.901	273.610
V ₃	50.242	19.093	0.096		2.631	0.013	11.350	89.133
V ₄	891.165	195.084	0.130		4.568	0.000	493.792	1 288.538
V ₅	-69.601	9.633	-0.244		-7.225	0.000	-89.223	-49.979
V ₆	-111.660	20.907	-0.173		-5.341	0.000	-154.246	-69.074
V ₇	22.076	4.052	0.187		5.448	0.000	13.823	30.330
V ₈	349.952	37.931	0.314		9.226	0.000	272.689	427.214
V ₉	11.836	2.098	0.174		5.642	0.000	7.563	16.108
V ₁₀	-1.051	0.442	-0.066		-2.380	0.023	-1.950	-0.152

因变量:总分.

表 6 中国大学生田径锦标赛男子十项全能成绩预测

	2016	2017	2018	2019	预测成绩
最好成绩	7 070	7 077	7 122	7 012	7 135
平均成绩	6 797	6 752	6 850	6 789	6 762

因变量:总分.

3 讨论

本研究证实了最初的假设结果,在我国大学生田径锦标赛男子十项全能项目中,各单项之间存在着明

显的相关性. 研究表明, 体能类速度力量耐力型项目是十项全能运动的典型特征, 成绩与运动员在比赛中各个单项成绩的发挥有着密切关联, 这与余章彪^[5]的研究结果相符, 即运动员的体能对各个单项成绩有很大程度的影响, 说明运动员体能居于核心和主导地位. 研究还认为, 体能是对构成运动员竞技能力结构的最关键因素, 并且各个单项的侧重点有所不同, 我国大学生十项全能整体实力存在两极分化, 100 m、400 m、跳远等项目成绩与世界大学生十项全能的单项成绩可与之较量, 但中长跑项目 1 500 m 成绩与世界大学生十项全能的 1 500 m 单项成绩还相差甚远.

该研究通过因子分析和回归分析对 2016—2019 年全国大学生田径锦标赛男子十项全能的比赛成绩分析得出: 十项全能项目可划分为 3 个因子: 上肢力量因子、速度耐力因子、下肢爆发因子, 对于我国所有的十项全能运动员, 速度耐力因子中 1 500 m 是制约总成绩的最关键因素. 在今后 1 500 m 跑训练中可进行科学有氧训练, 采用等张训练、等速训练以及等长训练等肌力抗阻训练的方法进行训练, 利用胸腹外压抗阻训练可以使运动员机体即使处在运动强度较大时仍然可以提高机体的抗疲劳能力和肌肉的工作效率, 增加肺通气效率, 使摄氧平台延迟出现, 有效提高运动员呼吸肌^[6-7]. 在上肢力量因子铅球、铁饼、标枪项目中比的是出手速度, 下肢爆发因子跳远、跳高中比的是助跑和起跳的速度, 速度耐力因子 100 m、400 m、110 m 栏、1 500 m 比的是时间速度, 在十项全能项目中, 要在技术和技能的基础上, 发挥速度的最优化, 这才是十项全能项目中最重要的一部分^[8]. 所以要做好高校田径运动训练负荷的科学检测, 做好不同项目之间训练负荷的协同调配, 做好以教练为主导、学生为主体的科学化训练, 注重身体素质的全面提高, 提高选材的科学性, 让科技推动田径训练理论、观念的进步^[9], 在日常训练工作中, 重视运动员速度、爆发力和速度耐力等全面身体素质的训练^[10].

4 结语

该研究首先将我国大学生田径锦标赛男子十项全能成绩作为参考值应用于因子分析和回归分析, 将十项全能成绩数据作为以后研究的基础数据, 可与国外男子十项全能成绩进行横向比较或与历年来我国大学生男子十项全能成绩进行纵向比较, 深入剖析我国大学生男子十项全能发展的局限性, 提出参考性建议. 其次, 本研究对十项全能成绩的预测用了传统的灰色预测回归模型得出最后的假设, 但男子十项全能运动是非线性的, 在未来的研究中可采用蒙特卡洛、智能算法等方法进行数据处理, 探索在各项比赛中运动员的体能、技能、战术能力、心理等各方面对比赛成绩的影响, 获取更为详细的赛事总结报告, 提高选材成功率, 促进大学生竞技体育后备人才的储备, 提升我国田径总体实力水平, 推动中国人才强国与体育强国建设.

参考文献:

- [1] 田麦久. 运动训练学 [M]. 2 版. 北京: 人民体育出版社, 2000.
- [2] 许晶. 我国优秀男子十项全能运动员竞技特征及实力分析 [J]. 广州体育学院学报, 2008, 28(5): 61-64.
- [3] 韩纪光, 周明华. 中外优秀男子十项全能运动员成绩的比较分析 [J]. 体育与科学, 2003, 24(2): 67-70.
- [4] 张文彤. SPSS 统计分析高级教程 [M]. 3 版. 北京: 高等教育出版社, 2004.
- [5] 余章彪. 我国优秀男子十项全能运动员体能结构特征研究 [J]. 山东体育学院学报, 2009, 25(5): 60-64.
- [6] 李水根. 对国内外男子优秀十项全能运动员运动成绩的动态分析 [J]. 中国体育科技, 1994, 35(8): 9-15, 48.
- [7] 石宏杰. 青少年中长跑运动员抗阻训练方法分析 [J]. 中国教育学刊, 2020(7): 151.
- [8] 黄绮雯, 周威, 姚慧, 等. 2015—2019 年世界田径锦标赛优势项目发展的洲际特征 [J]. 体育学刊, 2020, 27(6): 139-144.
- [9] 蒋菠, 唐炎. 重庆市田径教练员人才队伍现状调查与研究 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2007, 32(5): 151-155.
- [10] 余军, 田广, 冉清泉, 等. 全运会、世锦赛优秀男子十项全能运动员特征分析 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2012, 37(4): 160-166.