

# 田径科技动态

2023 年第 1~2 期

2023 年 2 月编辑出版

中国田径协会

国家体育总局体育科学研究所 合编

- 于洪臣：科技助力推动中国田径事业高质量发展和进步-----1
- 苑廷刚：2022年度世界田径竞争格局及亚运会中国实力分析-----6
- 刘嘉伟：世界顶尖男子400m栏运动员运动技术分析报告-----20
- 韩鹏鹏：2024年巴黎奥运会田径项目参赛达标资格和标准-----37

## 科技助力推动中国田径事业高质量发展和进步

于洪臣 中国田径协会主席

受《田径科技动态》编辑部的特别邀约和委托，为 2023 年度《田径科技动态》撰写刊首寄语，寄希望在新的巴黎奥运备战周期内，与全国田径界有志之士一起，继续为中国田径事业的高质量发展而同心奋斗！

回顾过去，中国田径协会紧紧把握住中国社会的发展机遇，深入学习贯彻习近平新时代中国特色社会主义思想，抗击新冠疫情，取得了东京奥运会和尤金世锦赛较好的成绩，实现了短跑、跳跃和投掷等项目的重大突破；同时以马拉松热潮为代表的全民健身运动蓬勃发展，田径为国争光实力和能力不断提升。中国田径科技助力和科学化应用水平不断得到提高和进步，中国田径竞技运动和科学化训练蓬勃发展，涌现了以苏炳添、巩立姣、刘诗颖、王嘉男和冯彬等为代表的一大批杰出中国田径人才，对中国体育事业的发展和进步做出了积极贡献，对中国社会主义精神文明建设和文化建设起到了较好的正向引导，为中国社会起到了榜样力量和示范作用，中国田径事业为中国社会发展和全民主动健康贡献了智慧和力量。

在新的巴黎奥运会备战周期内，中国田径将继续秉承优良传统，继续

坚持科技助力，坚持解放思想和改革创新，推进中国田径事业高质量发展和进步，希望继续创造中国田径事业的辉煌成就和光辉进程。

### 一、坚持“科技是第一生产力”，依靠科技助力带来不断突破和进步

在2021年东京奥运会上以9.83s的成绩打破亚洲男子100m记录的运动员苏炳添曾说：“在竞技体育比赛中，当运动员水平达到一定程度后，面临的不仅是身体上的竞技，也是整体素质的比拼。加强学习、提升素养、科学训练，是运动员成长的必经之路。我不仅是一名运动员，同时也是一名大学老师，从赛场到课堂，从起跑线到讲台，对读书学习的重要性有深切感受。近年来，很多运动员意识到文化素养的重要性，非常珍惜学习的机会。基础文化水平的提高，运动、心理、科技相关知识的汲取，有助于加快和加深运动员对训练的理解，知其然也知其所以然，达到事半功倍的训练效果。当前，世界竞技体育大变局的发令枪已经打响，中国竞技体育的高质量发展离不开科学训练这一关键动能。我希望，科学能为“中国速度”再提速、为中国田径再创辉煌提供源源不断的智慧和力量。”

在2021年东京奥运会上获得男子三级跳远银牌的运动员朱亚明，对其科学训练进行总结时发现，在封闭备战的最后一年半里，领队、外教和中方教练组都非常重视科技助力和科技支撑。外教 Neilo 带给团队新的理念和方法，使得整体训练实现了从“经验化指导”进入“数据化监控”的新阶段，运用定量的数据对训练成果进行更详细的描述和评价，主教练刘剑波、体能师朱昌宇和科研人员韩鹏鹏等组成的团队，给予了朱亚明强力的科技支撑和保驾护航。科研团队通过对运动员训练和比赛数据的采集分析，并与“冠军模型”对标、进行“重要国际对手数据模型”对比分析，精准定位，寻找差距，解决瓶颈问题。使用 Gymware 速度-功率监测设备、1080 短跑抗阻训练器和视频全景分析技术等先进科研仪器和工具，帮助了朱亚明在体能、技能和综合能力方面得以全面提高，并保障朱亚明获得东京奥运会的亚军。

除苏炳添和朱亚明外，科技助力的显著成果还有很多，例如2022年尤金世锦赛夺得男子跳远项目冠军的王嘉男，也是在主教练王国杰博士的指导下，通过大量的数据支撑和定量监控获得了成功。另外，广大中国国家

田径队队员及各省市运动员受益于科学训练，在体育总局的统一领导和部署下，中国田径协会带领各省市队伍从思想上认识到科技助力的重要性，从行动上保障科技助力的贯彻执行，在提炼推广共性科技助力手段的基础上，根据项目特征探索个性化科技助力措施，不断提升中国体育发展的科技助力水平。

## **二、继续强化体能，解决制约中国田径的瓶颈问题**

东京奥运会，中国队在田径项目上不断突破，取得不俗战绩。这离不开东京奥运备战周期内国家体育总局采取的一系列的强化体能举措。国家田径队从教练员到运动员对体能训练有了新的认识和再提高，并在训练方法上不断创新。

众所周知，中国运动员的运动技术能力并不比欧美运动员差，在某些方面我们的运动技术水平较为优秀，甚至高于欧美运动员的技术水平。我们的竞技能力主要是落后在体能方面，这是大家公认的事实。因此我们需要继续强化体能，恶补体能短板，以体能为王，解决制约中国田径运动员的瓶颈问题。

2022年4月18日至19日，田径项目运动员运动水平测试在北体大二七国家冰雪运动训练基地进行，为田径项目巴黎奥运会全项目备赛工作奠定基础，提升项目整体竞争力。根据测试分析结果，中国田径协会于4月20日开展强化体能训练营，全面提升运动员的身体素质，以杭州亚运会为抓手，以目标为导向，恶补体能短板。通过强化运动员基础体能，提升专项竞技水平。今后，中国田径协会将在田径青少年训练营及青少年比赛中，增加主副项和身体素质比赛项目，不断激励运动员强化体能，提高自身素质，以期更好地解决制约中国田径的瓶颈问题。

## **三、各队委会继续推进“争气计划”，树立必胜信心**

为深入贯彻学习国家体育总局《落实贺电精神提高为国争光能力，以赢的目标做好巴黎奥运会备战工作的指导意见》，进一步做好巴黎奥运备战周期田径项目“争气计划”的推进实施工作，中国田径协会于2022年2月起组织国家田径队各项群队委会召开“争气计划”工作推进会，竞走、投掷、

跳跃、短跑、跨栏、中跑、长跑和马拉松项目陆续召开了项群争气计划会议，确立了本项目的争气科学方案。此次会议不仅为各项群队伍备战 2023 年杭州亚运会、布达佩斯世锦赛以及 2024 年巴黎奥运会奠定了坚实基础，更进一步明确了田径全项参赛的目标，坚定了队伍全员的备战信心和取胜决心。大家纷纷表示，要在新周期实现新突破，努力实现通过田径建设体育强国的奋斗目标。

#### **四、坚决杜绝误服或使用兴奋剂，中国田径赢来“干净的回报”**

东京奥运会结束后，因对手先后涉兴奋剂，中国男子接力队递补获东京奥运会铜牌，中国选手切阳什姐、刘虹、吕秀芝也有望递补伦敦奥运会金、银、铜牌。中国田径赢来“干净的回报”。世界田联官网日前更新了包括苏炳添在内的中国男子 4×100m 接力队成员资料介绍，在荣誉一栏中均写明了“奥运会铜牌得主”。2022 年 2 月 18 日，国际体育仲裁法庭(CAS)发布公告，认定英国短跑运动员乌贾在东京奥运会期间违反了反兴奋剂条例，乌贾在东京奥运会男子 4×100m 接力决赛和男子 100m 比赛中取得的成绩都将被取消。由于英国队的银牌被收回，加拿大队递补银牌，排名第四的中国队递补铜牌。这也是中国男子接力队在奥运会上获得的首枚奖牌。

此前，独立于世界田联的田径诚信委员会(AIU)也宣布，2012 年伦敦奥运会女子 20Km 竞走金牌获得者拉什马诺娃因兴奋剂问题，将被取消从 2012 年 2 月 8 日至 2014 年 1 月 3 日期间取得的所有成绩，其中包括 2012 年伦敦奥运会金牌，以及 2013 年莫斯科田径世锦赛冠军。在 2012 年举行的伦敦奥运会女子 20Km 竞走比赛中，切阳什姐获得季军，刘虹排名第四，吕秀芝排名第六，中国选手占据前六名中的三个席位。不过目前，前六名中另外三名运动员的成绩均先后被取消，这意味着中国选手切阳什姐有望递补获得伦敦奥运会金牌。另外两名中国选手将递补获得银牌和铜牌。此外，刘虹也将有望递补获得 2013 年世锦赛女子 20Km 竞走金牌，成为该项目世锦赛“四冠王”。

近年来，中国体育界高度重视反兴奋剂工作，推进反兴奋剂治理体系和治理能力现代化建设，致力于实现“拿干净金牌”的目标。

## 五、坚持科技助力推动中国田径高质量的发展，希冀 2024 年再创中国田径事业的新辉煌

2022 年 10 月，国家田径队军训在全国 6 个省、7 个训练基地正式拉开帷幕，来自国家田径队的 296 名运动员、教练员、辅助人员和管理人员参加了为期 10 天的军训。严明备战纪律是本次军训最为重要的目的之一，也是国家田径队实现巴黎奥运会备战目标最为重要的保障。传承田径精神、磨砺坚强意志、增强团队凝聚力、转变队伍作风也是本次军训要达到的重要目标。队伍要以实际行动和优异成绩贯彻落实好孙春兰副总理和高志丹局长关于“担使命，转作风、抓落实、做好巴黎奥运会备战工作”的重要指示精神。中国田径协会、国家田径队的全体人员将牢记田径项目肩负的使命和责任，凝心聚力，团结一致，为在巴黎奥运会上取得新的更大的突破不懈奋斗！

最后，2023 年度中国田径协会和国家体育总局田径运动管理中心将继续资助公益性内刊《田径科技动态》的编辑、出版和发行。多年来《田径科技动态》编辑部一直坚持高质量服务于国家田径队、各省市田径运动队和大专院校田径专业队，结合中国田径的科学化训练实践，刊发最新国内外专项科技信息、最新科研成果和科技训练动态，为中国田径运动队提供权威性、科学性和实效性的田径科技动态专项信息，为中国田径整体水平的发展和提高做出了贡献。

在新的一年里，我们希望《田径科技动态》继续坚持高质量服务国家田径队的宗旨，坚持办成国内最权威和最科学的田径专项信息期刊，为广大田径工作者提供更高质量的田径科技动态信息！在新的一年里感谢田径科技动态编辑部为中国田径运动科学化付出的辛苦工作和努力，同时衷心祝愿《田径科技动态》越办越好！

2023 年 2 月于北京

# 2022 年度世界田径竞争格局及亚运会中国实力分析

苑廷刚、刘嘉伟 国家体育总局体育科学研究所

## 1 前言

2022 年田径项目上的竞争变得愈加激烈和丰富，在许多项目上都存在实力水平提升明显和运动表现持续低迷的国家，许多在项目上具备传统优势的国家也受到多方面的冲击。本文将田径奥运单人项目分为 8 个集群，收集整理 2022 年世界成绩排名前 10 位的运动员数据，按照项目集群进行国家和地域实力情况的分析，了解世界田径强国在 2022 年运动员竞技状态和实力提升情况，以此掌握国际田径竞技实力的新态势；同时对中国田径运动员在 2022 年的成绩进行整理分析，掌握中国在现今田径项目上的实力和排名情况，了解中国在 2023 年杭州亚运会和 2024 年巴黎奥运会上的优势与不足，做到知彼知己，以更好地备战杭州亚运会和巴黎奥运会。

## 2 研究对象与方法

### 2.1 研究对象

以世界田联 WA 官方网站(<https://www.worldathletics.org/>)发布的 2022 年奥运项目世界成绩排名前 10 位的运动员及亚洲成绩排名前 8 位的运动员为研究对象，在本文的分析讨论中将其统称为世界级优秀运动员。

### 2.2 研究方法

#### 2.2.1 文献资料法

根据本文的研究目的，在世界田联官方网站查询并整合 2022 年奥运项目世界成绩排名位列前 10 的运动员及亚洲成绩排名前 8 位的运动员数据，为本文的撰写提供数据支持。并且查阅世界田联官方网站、中国田径协会官方网站和中国知网等平台，了解 2022 年田径奥运会项目的相关动态和运动员实力发展情况，为本文的撰写提供理论支持。

#### 2.2.2 数理统计法

将田径奥运项目进行归类，分为短跑、跨栏、中长跑、马拉松、竞走、跳跃、投掷和全能 8 个项目集群。运用 Excel 将收集到的运动员数据进行

整理分类,统计出不同国家和地域中进入 2022 年田径奥运项目世界成绩排名前 10 位的运动员人数,及亚洲成绩排名前 8 位的运动员人数,并将其制作成图表形式。

### 2.2.3 逻辑分析法

对不同国家和地域进入 2022 年田径奥运项目世界成绩排名前 10 位的运动员人数及亚洲成绩排名前 8 位的运动员人数进行对比分析,总结出在八个项目集群上不同国家和地域之间的实力情况。

### 2.2.4 田径奥运项目集群的划分

根据田径奥运项目的项目特点和世界田联官方网站的项目划分情况(<https://www.worldathletics.org/our-sport>),将田径奥运项目划分为表 1 中的八个项目集群以便于进行分析讨论。

表 1 田径奥运项目的归类和不同集群所包含的项目

序号	项目集群	所包含的小项
1	短跑	男子/女子 100m、200m、400m
2	跨栏	男子 110m 栏、女子 100m 栏、男子/女子 400m 栏
3	中长跑	男子/女子 800m、1500m、3000m 障碍、5000m、10000m
4	竞走	男子/女子 20km
5	马拉松	男子/女子 马拉松
6	跳跃	男子/女子 跳远、三级跳远、跳高、撑杆跳高
7	投掷	男子/女子 铅球、铁饼、链球、标枪
8	全能	男子十项全能、女子七项全能

## 3 世界成绩排名前 10 的运动员分析

### 3.1 运动员进入 2022 年项目集群世界成绩排名前 10 的国家情况

#### 3.1.1 世界短跑项目情况

2022 年度世界田径短跑项目中,男子前 10 名运动员总计来自于 11 个国家,其中美国运动员有 17 人,占比达到了 56.70%,毫无疑问在男子短跑项目上美国拥有强大的竞争力,传统强国牙买加仅 3 名运动员进入前 10 名。在女子项目上,美国和牙买加分别以 9 人和 8 人位列项目前 10 名,女子前 10 名运动员总计来自于 13 个国家,竞争局势较男子项目来说更加复杂、选手多样性更丰富。

表 2 2022 年短跑项目集群世界成绩排名前 10 位国家运动员人数

男子		女子	
国家	数量	国家	数量
英国	1	英国	2
牙买加	3	牙买加	8
特立尼达和多巴哥	1	塞浦路斯	1
南非	2	尼日利亚	1
美国	17	尼日尔	1
利比里亚	1	纳米比亚	1
肯尼亚	1	美国	9
加纳	1	科特迪瓦	1
古巴	1	荷兰	1
格林纳达	1	多米尼加	2
巴林	1	波兰	1
		巴林	1
		巴巴多斯	1

### 3.1.2 世界中长跑项目情况

表 3 2022 年中长跑项目集群世界成绩排名前 10 位国家运动员人数

男子		女子	
国家	数量	国家	数量
英国	5	英国	4
印度	1	牙买加	1
意大利	2	乌干达	1
西班牙	2	文莱	1
挪威	1	挪威	1
南苏丹	1	美国	9
摩洛哥	2	肯尼亚	6
美国	2	加拿大	1
肯尼亚	14	荷兰	1
加拿大	3	哈萨克斯坦	2
法国	1	法国	1
澳大利亚	4	厄立特里亚	2
埃塞俄比亚	11	德国	1
阿尔及利亚	1	爱尔兰	1
		埃塞俄比亚	18

2022 年度世界田径中长跑项目中，男子前 10 名运动员总计来自于 14 个国家，其中肯尼亚运动员有 14 人，占比达到了 28%；埃塞俄比亚有 11 名运动员，占比达到 22%，两国拥有在中长跑项目上的绝对实力。在女子项目上，埃塞俄比亚有 18 人进入项目前 10 名，美国、肯尼亚和英国在该项目上也具有一定的项目优势。同短跑项目一致，中长跑项目上女子运动员的竞争更加激烈。

### 3.1.3 世界竞走项目情况

2022 年度世界田径竞走项目中，男子前 10 名运动员中 4 人来自于俄



罗斯、3人来自于日本，两国对于男子竞走项目具有统治地位。女子前10名运动员中3人来自于俄罗斯、3人来自于中国，中国与俄罗斯在女子竞走项目上共同面对西班牙、秘鲁、波兰和澳大利亚4国的冲击。

表4 2022年竞走项目集群世界成绩排名前10位国家运动员人数

男子		女子	
国家	数量	国家	数量
西班牙	1	中国	3
瑞典	1	西班牙	1
日本	3	秘鲁	1
俄罗斯	4	俄罗斯	3
巴西	1	波兰	1
		澳大利亚	1

### 3.1.4 世界跨栏项目情况

表5 2022年跨栏项目集群世界成绩排名前10位国家运动员人数

男子		女子	
国家	数量	国家	数量
英属维尔京群岛	1	牙买加	8
牙买加	3	尼日利亚	1
西班牙	1	美国	8
日本	1	荷兰	1
挪威	1	波多黎各	1
美国	10	巴拿马	1
法国	2		
巴西	1		
爱沙尼亚	1		

2022年度世界田径跨栏项目中，男子前10名运动员总计来自于9个国家，其中10人均来自于美国，占比达到了47.6%，这体现出美国男子运动员对于跨栏项目的统治力，出美国外牙买加有3人进入前10名、法国有2人，但均无法比拟美国所具备的优秀运动员人数优势。女子前10名运动员总计来自于6个国家，其中牙买加和美国各有8名运动员上榜，均达到占比40%，两国对该项目具有垄断地位，相较于男子项目，女子跨栏项目的竞争较为集中、缺乏丰富性。

### 3.1.5 世界跳跃项目情况

2022年度世界田径跳跃项目中，男子前10名运动员总计来自于27个国家，是所有项目中前10名运动员国家数量最多的一类项目，体现出项目

竞争的百花齐放态势，在 27 个国家中美国有 7 人上榜，古巴、德国分别有 4 人上榜，较其他国家体现出优秀运动员人数优势。女子前 10 名运动员总计来自于 23 个国家，同样也是所有项目中前 10 名运动员国家数量最多的一类项目，其中美国有 10 名运动员进入项目前 10 名，体现出强大的硬实力，虽有 4 名澳大利亚选手上榜，在 23 个国家中也稍具优势。

表 6 2022 年跳跃项目集群世界成绩排名前 10 位国家运动员人数

男子		女子	
国家	数量	国家	数量
中国	3	意大利	2
印度	1	牙买加	2
意大利	2	希腊	1
以色列	2	乌兹别克斯坦	1
牙买加	1	乌克兰	3
新西兰	1	委内瑞拉	1
希腊	1	斯洛文尼亚	1
乌拉圭	1	塞尔维亚	2
乌克兰	1	瑞典	1
土耳其	1	尼日利亚	1
瑞士	1	美国	10
瑞典	2	加纳	1
日本	2	哈萨克斯坦	2
葡萄牙	1	古巴	1
挪威	2	芬兰	2
美国	7	俄罗斯	2
卡塔尔	1	多米尼克	1
荷兰	1	多米尼加	1
韩国	1	德国	2
古巴	4	比利时	1
菲律宾	1	巴西	1
法国	1	澳大利亚	4
俄罗斯	2	爱沙尼亚	1
德国	4		
布基纳法索	1		
白俄罗斯	1		
巴西	1		

### 3.1.6 世界投掷项目情况

2022 年度世界田径投掷项目中，男子前 10 名运动员总计来自于 26 个国家，竞争丰富性仅次于跳跃类项目，在 26 个国家中除美国有 8 名运动员进入前 10 名以外，其余国家均未有较多的优秀运动员数量。女子前 10 名运动员总计来自于 18 个国家，竞争丰富性同样仅次于跳跃类项目，其中美国有 10 名运动员进入项目前 10 名，除美国外，中国和德国也分别有 4 名运动员上榜，具有在该项目上的一定实力优势。

表 7 2022 年投掷项目集群世界成绩排名前 10 位国家运动员人数

男子		女子	
国家	数量	国家	数量
智利	1	中国	4
英国	1	意大利	1
印度	1	牙买加	1
意大利	1	新西兰	1
匈牙利	1	希腊	1
新西兰	2	瑞典	1
乌克兰	1	日本	1
特立尼达和多巴哥	1	葡萄牙	2
斯洛文尼亚	1	美国	10
瑞典	2	克罗地亚	1
挪威	1	加拿大	2
美国	8	荷兰	2
立陶宛	2	古巴	2
克罗地亚	1	德国	4
捷克	2	波兰	2
格林纳达	1	白俄罗斯	2
芬兰	1	澳大利亚	2
法国	1	阿塞拜疆	1
俄罗斯	2		
德国	2		
波兰	2		
白俄罗斯	1		
巴西	1		
巴基斯坦	1		
澳大利亚	1		
奥地利	1		

### 3.1.7 世界全能项目情况

2022 年度世界田径全能项目中，男子前 10 名运动员分别来自于 7 个国家，其中美国和加拿大稍显实力优势，总体竞争格局较为紧缩。女子前 10 名运动员分别来自于 8 个国家，其中仅比利时和荷兰有 2 名运动员上榜，其余 6 国均仅 1 人上榜，较男子项目来说，竞争局势更加激烈。

表 8 2022 年全能项目集群世界成绩排名前 10 位国家运动员人数

男子		女子	
国家	数量	国家	数量
瑞士	1	英国	1
美国	3	匈牙利	1
加拿大	2	瑞士	1
格林纳达	1	美国	1
法国	1	荷兰	2
德国	1	德国	1
波多黎各	1	波兰	1
		比利时	2

### 3.1.8 世界马拉松项目情况

表 9 2022 年马拉松项目集群世界成绩排名前 10 位国家运动员人数

男子		女子	
国家	数量	国家	数量
肯尼亚	5	肯尼亚	3
坦桑尼亚	1	埃塞俄比亚	7
埃塞俄比亚	3		
土耳其	1		

2022 年度世界田径马拉松项目中，男子前 10 名运动员中肯尼亚占据 50%、埃塞俄比亚占据 30%，其余由坦桑尼亚及土耳其运动员组成；女子前 10 名运动员则由 7 名埃塞俄比亚运动员和 3 名肯尼亚运动员组成，总体体现出肯尼亚和埃塞俄比亚两国对于马拉松项目的统治地位。

## 3.2 进入 2022 年项目集群世界成绩排名前 10 的大洲情况

### 3.2.1 大洲短跑项目情况

表 10 2022 年短跑项目集群世界成绩排名前 10 位大洲运动员人数

男子		女子		总计	
大洲	数量	大洲	数量	大洲	数量
亚洲	1	亚洲	1	亚洲	2
欧洲	1	欧洲	5	欧洲	6
非洲	5	非洲	4	非洲	9
北美洲	23	北美洲	20	北美洲	43

在短跑项目 2022 年前 10 名运动员大洲分布情况上，男子运动员上北美洲选手有 23 人，占比达到 76.67%，女子运动员上北美洲选手也占比达到 66.67%，毋庸置疑成为短跑项目最为实力强劲的大洲，欧洲和非洲实力相当，亚洲仅 2 人进入项目前 10 名。

### 3.2.2 大洲中长跑项目情况

表 11 2022 年中长跑项目集群世界成绩排名前 10 位大洲运动员人数

男子		女子		总计	
大洲	数量	大洲	数量	大洲	数量
亚洲	1	亚洲	3	亚洲	4
欧洲	14	欧洲	10	欧洲	24
非洲	29	非洲	27	非洲	56
北美洲	2	北美洲	10	北美洲	12
大洋洲	4			大洋洲	4

在短跑项目 2022 年前 10 名运动员大洲分布情况上，男子运动员上非洲有 29 名运动员、欧洲有 14 名运动员，女子运动员上非洲有 27 名运动员、欧洲和北美洲各有 10 人上榜，总体来看非洲在中长跑项目上实力显著，欧洲紧随其后，亚洲和大洋洲实力稍弱。

### 3.2.3 大洲竞走项目情况

表 12 2022 年竞走项目集群世界成绩排名前 10 位大洲运动员人数

男子		女子		总计	
大洲	数量	大洲	数量	大洲	数量
亚洲	3	亚洲	3	亚洲	6
欧洲	6	欧洲	5	欧洲	11
南美洲	1	南美洲	1	南美洲	2
		大洋洲	1	大洋洲	1

在竞走项目 2022 年前 10 名运动员大洲分布情况上，男子运动员集中于亚洲、欧洲和南美洲，其中欧洲人数优势显著；女子运动员同样为欧洲的 5 名运动员为最多人数的的大洲。总体来说，在竞走项目上欧洲具备 11 名顶尖运动员，亚洲具备 6 名顶尖运动员，两大洲对竞走项目具有统治优势。

### 3.2.4 大洲跨栏项目情况

表 13 2022 年跨栏项目集群世界成绩排名前 10 位大洲运动员人数

男子		女子		总计	
大洲	数量	大洲	数量	大洲	数量
亚洲	1	欧洲	1	亚洲	1
欧洲	5	南美洲	1	欧洲	6
南美洲	1	非洲	1	南美洲	2
北美洲	14	北美洲	17	非洲	1
				北美洲	31

在跨栏项目 2022 年前 10 名运动员大洲分布情况上，北美洲男子运动员人数达到 14、女子运动员人数达到 17，总体上看北美洲在跨栏项目上具有垄断优势，欧洲总体具备 6 名顶尖运动员人数，同样实力显著。

### 3.2.5 大洲跳跃项目情况

在跳跃项目 2022 年前 10 名运动员大洲分布情况上，男子运动员中欧洲占据 20 人、亚洲和北美洲分别占据 12 人，三大洲竞争激烈；女子运动员中欧洲占据 18 人、北美洲占据 15 人，两大洲呈现分庭抗争格局，总体来看欧洲和北美洲实力显著，亚洲在该项目上紧随其后。

表 14 2022 年跳跃项目集群世界成绩排名前 10 位大洲运动员人数

男子		女子		总计	
大洲	数量	大洲	数量	大洲	数量
亚洲	12	亚洲	3	亚洲	15
欧洲	20	欧洲	18	欧洲	38
南美洲	2	南美洲	2	南美洲	4
非洲	1	非洲	2	非洲	3
北美洲	12	北美洲	15	北美洲	27
		大洋洲	4	大洋洲	4

### 3.2.6 大洲投掷项目情况

表 15 2022 年投掷项目集群世界成绩排名前 10 位大洲运动员人数

男子		女子		总计	
大洲	数量	大洲	数量	大洲	数量
亚洲	2	亚洲	6	亚洲	8
欧洲	25	欧洲	19	欧洲	44
南美洲	2	大洋洲	2	南美洲	2
大洋洲	1	北美洲	13	大洋洲	3
北美洲	10			北美洲	23

在投掷项目 2022 年前 10 名运动员大洲分布情况上，男子运动员中欧洲占据 25 人，具有较为显著的实力优势；女子运动员中欧洲 19 人、北美洲 13 人，两大洲实力水平强劲。总体来看，在投掷项目上欧洲具有 44 人的强劲实力，北美洲 23 名顶尖运动员同样不可小觑。

### 3.2.7 大洲全能项目情况

在全能项目 2022 年前 10 名运动员大洲分布情况上，仅有欧洲和北美洲的运动员上榜，其中在男子运动员上欧洲和北美洲人数相同，在女子运动员上欧洲运动员人数呈明显优势，总体来看欧洲运动员在全能项目上具有统治地位。

表 16 2022 年全能项目集群世界成绩排名前 10 位大洲运动员人数

男子		女子		总计	
大洲	数量	大洲	数量	大洲	数量
欧洲	5	欧洲	9	欧洲	14
北美洲	5	北美洲	1	北美洲	6

### 3.2.8 大洲马拉松项目情况

在马拉松项目 2022 年前 10 名运动员大洲分布情况上，非洲在男子及女子运动员上占据绝对的统治地位，女子运动员前 10 名由非洲全部包揽，

男子运动员前 10 名也仅有一人为欧洲运动员，体现出非洲在该项目上的绝对实力。

表 17 2022 年马拉松项目集群世界成绩排名前 10 位大洲运动员人数

男子		女子	
大洲	数量	大洲	数量
非洲	9	非洲	10
欧洲	1		

### 3.3 田径竞技实力世界格局总结

#### 3.3.1 世界田径竞技实力国家分布格局情况

在 2022 年田径项目前 10 名运动员国家分布情况上：

- ①短跑项目上呈现出美国具备显著优势、牙买加紧随其后的态势；
- ②中长跑项目上肯尼亚和埃塞俄比亚两国分庭抗争；
- ③竞走项目上俄罗斯、日本和中国 3 国具有显著优势；
- ④跨栏项目上牙买加和美国的实力强劲；

⑤跳跃和投掷项目竞争激烈，参与竞争的国家丰富性最高，其中美国稍具优势；

⑥全能项目上美国和加拿大具有优秀运动员人数优势；

⑦马拉松项目上由肯尼亚和埃塞俄比亚占据统治地位。

#### 3.3.2 世界田径竞技实力大洲分布格局情况

在 2022 年田径项目前 10 名运动员大洲分布情况上：

- ①北美洲在短跑、跨栏和跳跃项目上具备显著优势；
- ②非洲在中长跑项目上实力强劲，在马拉松项目上也占据着统治地位；
- ③欧洲在竞走、跳跃、投掷和全能上实力强劲；
- ④亚洲则仅在竞走项目上具备优势。

## 4 亚洲成绩排名前 8 的运动员分析

### 4.1 亚洲短跑项目情况

2022 年度亚洲田径短跑项目中，在男子运动员中有 8 名选手来自于日本、4 名选手来自于印度、中国未能有男子运动员上榜，在女子运动员中日本选手有 4 人、印度选手有 11、中国仅 2 名运动员上榜，可以看出在短跑

项目上印度和日本实力强劲，其中印度以女子运动员为主、日本则以男子运动员为主。

表 18 2022 年度短跑项目亚洲运动员前 8 名所属国家情况

男子		女子	
国家	数量	国家	数量
印度尼西亚	1	<u>中国</u>	<u>2</u>
印度	4	印度	11
文莱	2	文莱	3
泰国	1	日本	4
斯里兰卡	2	马来西亚	1
沙特阿拉伯	1	哈萨克斯坦	2
日本	8	菲律宾	1
马来西亚	1		
韩国	1		
哈萨克斯坦	2		
菲律宾	1		

#### 4.2 亚洲中长跑项目情况

表 19 2022 年度中长跑项目亚洲运动员前 8 名所属国家情况

男子		女子	
国家	数量	国家	数量
印度	4	<u>中国</u>	<u>3</u>
文莱	1	印度	6
泰国	1	文莱	2
日本	31	斯里兰卡	2
科威特国	1	日本	21
卡塔尔	3	哈萨克斯坦	6

2022 年度亚洲田径中长跑项目中，在男子运动员中有 31 名选手来自于日本、占比达到 75.61%，在女子运动员中日本运动员同样占据 52.50%，可以看出日本在中长跑项目上占据亚洲主导地位，除日本外印度整体水平较高、哈萨克斯坦女子运动员实力显著，中国在该项目上仍是以女子运动员为主。

#### 4.3 亚洲竞走项目情况

表 20 2022 年度竞走项目亚洲运动员前 8 名所属国家情况

男子		女子	
国家	数量	国家	数量
<u>中国</u>	<u>3</u>	<u>中国</u>	<u>7</u>
日本	5	日本	1



2022 年度亚洲田径竞走项目中，仅日本和中国进入排名前 8 位，在男子运动员上日本优秀运动员人数优于中国，但在女子运动员上中国则遥遥领先于日本，比较整体实力来看中国仍具有一定优势地位。

#### 4.4 亚洲跨栏项目情况

表 21 2022 年度跨栏项目亚洲运动员前 8 名所属国家情况

男子		女子	
国家	数量	国家	数量
<u>中国台北</u>	<u>2</u>	<u>中国</u>	<u>1</u>
<u>中国</u>	<u>2</u>	越南	2
印度	1	印度	2
日本	9	文莱	1
科威特国	1	日本	9
卡塔尔	1	菲律宾	1
菲律宾	1		

2022 年度亚洲田径跨栏项目中，日本进入项目前 8 名的男子和女子运动员均有 9 人，在优秀运动员人数上具有显著优势，中国在男子运动员上有 4 名选手进入项目前 8 名（中国台北 2 人、中国 2 人）、女子运动员上仅有 1 名选手，在优秀运动员人数上尚不具备优势。

#### 4.5 亚洲跳跃项目情况

表 22 2022 年度跳跃项目亚洲运动员前 8 名所属国家情况

男子		女子	
国家	数量	国家	数量
<u>中国</u>	<u>8</u>	<u>中国香港</u>	<u>1</u>
印度	9	<u>中国</u>	<u>12</u>
叙利亚	1	印度	3
斯里兰卡	1	乌兹别克斯坦	4
沙特阿拉伯	1	斯里兰卡	1
日本	10	日本	6
卡塔尔	1	哈萨克斯坦	4
韩国	2	菲律宾	1
菲律宾	1		

2022 年度亚洲田径跳跃项目中，竞争国家较多、项目竞争激烈，在男子运动员上日本有 10 名选手进入项目前 8 名、印度有 10 名选手、中国有 8 名选手，在女子运动员上中国有 13 名选手（中国香港 1 名、中国 12 名）进入项目前 8 名、日本有 6 名、乌兹别克斯坦和哈萨克斯坦各有 4 名选手。

可以看出在跳跃项目上中国占据优势地位，但在男子项目上面临日本和印度的强烈冲击。

#### 4.6 亚洲投掷项目情况

2022 年度亚洲田径投掷项目中，男子运动员前 8 名分别来自于 12 个国家、女子则分别来自于 3 个国家，说明男子与女子发展不均衡现象严重。在项目前 8 名的男子运动员中日本有 8 名选手、印度有 7 名选手、中国有 6 名选手，3 国在男子项目上具有显著优秀运动员人数优势。在项目前 8 名的女子运动员中中国以 20 名优秀运动员人数遥遥领先，印度和日本分别有 5 人和 7 人上榜，说明中国在女子投掷项目上的统治地位明显。

表 23 2022 年度投掷项目亚洲运动员前 8 名所属国家情况

男子		女子	
国家	数量	国家	数量
印度	7	<b>中国</b>	<b>20</b>
文莱	1	印度	5
沙特阿拉伯	1	日本	7
伊朗	3		
<b>中国</b>	<b>6</b>		
科威特国	1		
马来西亚	1		
卡塔尔	1		
日本	8		
乌兹别克斯坦	1		
巴基斯坦	1		
斯里兰卡	1		

#### 4.7 亚洲全能项目情况

表 24 2022 年度全能项目亚洲运动员前 8 名所属国家情况

男子		女子	
国家	数量	国家	数量
日本	5	乌兹别克斯坦	1
印度	1	日本	6
<b>中国</b>	<b>1</b>	<b>中国</b>	<b>1</b>
<b>中国台北</b>	<b>1</b>		

2022 年度亚洲田径全能项目中，男子运动员前 8 名选手中有 5 人来自于日本、女子运动员前 8 名选手中有 6 人来自于日本，可以看出日本在全能项目上的极显著优秀且男女子运动员发展均衡，中国在男子和女子全能

项目上分别有 2 名（中国台北 1 人、中国 1 人）和 1 名运动员上榜，竞争力较弱。

#### 4.8 亚洲马拉松项目情况

表 25 2022 年度马拉松项目亚洲运动员前 8 名所属国家情况

男子		女子	
国家	数量	国家	数量
日本	8	日本	9
文莱	2	文莱	1

2022 年度亚洲田径马拉松项目中，仅日本和文莱运动员进入项目前 8 名，其中日本男子运动员占据 80%、女子运动员占据 90%，体现出日本马拉松项目上在亚洲处于统治地位。

#### 4.9 亚洲田径竞技实力分布格局总结

在 2022 年田径项目亚洲前 8 名运动员国家分布情况上：

①短跑项目以日本和印度占据主要优势，其中印度以女子运动员为主、日本则以男子运动员为主，中国在该项目上仅有 2 名运动员上榜；

②中长跑项目日本具有显著实力优势，哈萨克斯在中长跑上女子运动员水平也实力强劲；

③竞走项目上以中日对抗为主，其中日本男子运动员人数占据优势、中国女子运动员人数占优；

④跨栏项目上日本男女发展均衡且竞技水平较高，中国则以男子运动员为主导；

⑤跳跃项目竞争局势激烈且丰富，男子项目上以中国、日本和印度的三足鼎立为主，女子项目上则是中国、日本、乌兹别克斯坦和哈萨克斯坦的互相争夺；

⑥投掷项目上则是中国、日本和印度 3 国进行实力垄断；

⑦全能项目和马拉松项目上日本均占据统治地位。

# 世界顶尖男子 400m 栏运动员运动技术分析报告

刘嘉伟、苑廷刚 国家体育总局体育科学研究所

## 1 前言

田径男子 400m 栏是在平跑的基础上连续跨越 10 个间距为 35m、高度为 91.4cm 的栏架的速度耐性项目，其中从起跑线至第 1 栏距离为 45m，从第 10 栏至终点线距离为 40m，这一项目对于运动员的速度素质、耐力素质和专项技术都有相当高的要求。在 2021 年 8 月 3 日东京奥运会田径男子 400m 栏项目上挪威选手 Kaesten WARHOLK 以 45.94s 的成绩夺得冠军，同时打破该项目世界纪录，成为首位进入 46.00s 以内的运动员，在 2000 年之后已有 4 名运动员、累计 9 次跑进 47.00s 以内，该项目整体水平呈现出快速提升趋势。

## 2 研究对象

表 1 世界顶尖 400m 栏运动员分组及成绩情况

分组	排名	运动员	年龄	国家	比赛日期	成绩/s	备注
A 组世界 顶尖运动 员	1	Kaesten WARHOLK	23	挪威	2021/8/3	45.94	PB
	2	Rai BENJAMIN	24	美国	2021/8/3	46.17	PB
	3	Kaesten WARHOLK	23	挪威	2021/7/1	46.70	
	4	Alison DOS SANTOS	21	巴西	2021/8/3	46.72	PB
	5	Rai BENJAMIN	23	美国	2021/6/26	46.83	
	6	Kaesten WARHOLK	22	挪威	2020/8/23	46.87	
	7	Kaesten WARHOLK	21	挪威	2019/8/29	46.92	
	8	Abderrahman SAMBA	25	卡塔尔	2018/6/30	46.98	PB
	9	Rai BENJAMIN	22	美国	2019/8/29	46.98	
Mean±SD						46.68±0.37	
B 组优秀 运动员	1	CAMPBELL Luke	26	德国	2021/8/1	48.62	PB
	2	ROWE Shawn	28	牙买加	2021/8/1	48.83	PB
	3	LAHOULOU Abdelmalik	29	阿尔及利亚	2021/7/30	48.83	SB
	4	ZAZINI Sokwakhana	21	南非	2021/8/1	48.99	SB
	5	VAILLANT Ludvy	26	法国	2021/8/1	49.02	SB
	6	SMIDT Nick	24	荷兰	2021/8/1	49.35	SB
	7	ABUAKU Joshua	25	德国	2021/7/30	49.50	SB
	8	TELES Marcio	27	巴西	2021/7/30	49.70	SB
Mean±SD						49.11±0.37	
独立样本	F 检验 显著性					0.76	
T 检验	T 检验 显著性					0.00	

本文以世界田联官网(<https://olympics.com/tokyo-2020/zh>)和东京奥运会官网(<https://olympics.com/tokyo-2020/zh/>)公布的 2000 年后在男子 400m 栏项目上跑进 47.00s 的 4 名世界顶尖运动员的 9 段运动员比赛录像, 以及东京奥运会田径男子 400m 栏项目 3 个赛事单元中在 48.50s-50.00s 之间创造赛季最好成绩的 8 名优秀运动员的比赛录像, 总计 12 名运动员的 17 段比赛录像为研究对象(见表 1)。

对两组运动员成绩进行独立样本 T 检验, 以检验两组数据的方差齐性及差异性情况是否满足进行对比的统计学条件。经过统计分析后得出方差显著性=0.76>0.05, 两组数据的方差无显著差异, 满足方差齐性条件下均值显著性=0.00<0.05, 可以认为两组的成绩有显著差异, 即 A、B 两组满足进行对比分析的统计学条件。

### 3 研究结果与分析

#### 3.1 速度类运动学参数对比分析

##### 3.1.1 按分栏速度进行全程分段划分

从图 1 和表 2 可以看出两组运动员呈现出相同的速度变化曲线, 依照速度曲线的变化对男子 400m 栏全程进行划分。起点到第 1 栏为第一阶段, 呈现出速度的快速增长, 将第一阶段称为加速阶段; 第 1-5 栏为第二阶段, 第 2 栏处达到最大速度后速度开始小幅下降, 将第二阶段称为速度保持阶段; 第 5-6 栏为第三阶段, 这一阶段速度出现较大幅度的降低, 将第三阶段称为调整阶段; 第 6-10 栏位第四阶段, 速度持续下降, 将第四阶段称为速度衰减阶段; 第 10 栏到终点位第五阶段, 速度的下降速率有所减少, 将第五阶段称为冲刺阶段。

表 2 两组运动员分栏速度的情况/(m/s)

组别	运动员	S-H1	H1-2	H2-3	H3-4	H4-5	H5-6	H6-7	H7-8	H8-9	H9-10	H10-F
A 组	WARHOLKM	8.35	9.95	9.67	9.67	9.59	8.86	8.71	8.36	8.17	7.92	7.57
	BENJAMIN	8.30	9.86	9.33	9.50	9.50	8.93	8.71	8.50	8.30	7.92	7.43
	WARHOLKM	8.31	9.86	9.68	9.51	9.09	8.86	8.50	8.37	7.99	7.42	7.63
	DOS SANTOS	8.11	9.59	9.50	9.25	9.17	8.64	8.37	8.30	8.24	7.98	7.77
	BENJAMIN	7.92	9.52	9.19	8.80	8.95	8.73	8.80	8.45	8.12	7.99	8.07
	WARHOLKM	8.16	9.69	9.60	9.26	9.03	8.72	8.58	8.44	8.18	7.59	7.51
	WARHOLKM	8.15	9.86	9.67	9.50	9.33	8.64	8.50	8.17	7.86	7.52	7.65

	SAMBA	8.13	9.47	9.56	9.47	9.22	8.76	8.41	8.21	7.84	7.84	7.63
	BENJAMIN	8.05	9.76	9.41	9.24	9.08	8.85	8.57	8.29	7.98	7.69	7.61
	<b>Mean</b>	<b>8.17</b>	<b>9.73</b>	<b>9.51</b>	<b>9.36</b>	<b>9.22</b>	<b>8.78</b>	<b>8.57</b>	<b>8.34</b>	<b>8.07</b>	<b>7.76</b>	<b>7.65</b>
	速度变化率(差值)/%	↑16.06	↓2.21		↓1.65	↓1.48	↓4.78	↓2.35	↓2.66	↓3.23	↓3.83	↓1.45
					(-0.56)	(-0.17)	(+3.30)	(-2.43)	(+0.31)	(+0.57)	(+0.60)	(-2.38)
B 组	CAMPBELL	8.02	9.70	9.27	9.19	9.19	8.45	8.12	8.00	7.54	7.28	6.98
	ROWE	7.88	9.61	9.03	9.19	8.95	8.59	8.19	7.70	7.54	7.23	7.26
	LAHOULOU	7.73	9.50	9.33	9.33	8.93	8.36	8.04	7.75	7.58	7.31	7.35
	ZAZINI	7.74	9.11	8.87	9.03	8.73	8.51	8.18	7.93	7.65	7.54	7.30
	VAILLANT	7.83	9.70	9.18	9.11	9.03	8.31	8.12	7.82	7.59	7.33	6.96
	SMIDT	7.70	9.36	9.04	9.04	8.96	8.52	8.13	7.77	7.49	7.18	7.08
	ABUAKU	7.83	9.35	9.11	9.03	8.65	8.06	7.82	7.76	7.54	7.38	7.24
	TELES	7.65	9.02	8.87	8.58	8.44	7.99	8.12	7.99	7.76	7.53	7.22
	<b>Mean</b>	<b>7.80</b>	<b>9.42</b>	<b>9.09</b>	<b>9.06</b>	<b>8.86</b>	<b>8.35</b>	<b>8.09</b>	<b>7.84</b>	<b>7.58</b>	<b>7.35</b>	<b>7.18</b>
	速度变化率(差值)/%	↑17.18	↓3.48		↓0.33	↓2.21	↓5.76	↓3.11	↓3.09	↓3.32	↓3.03	↓2.31
				(-3.15)	(+1.88)	(+3.55)	(-2.64)	(-0.02)	(+0.23)	(-0.28)	(-0.72)	

注：S 代表起点，H 代表栏数，F 代表终点。

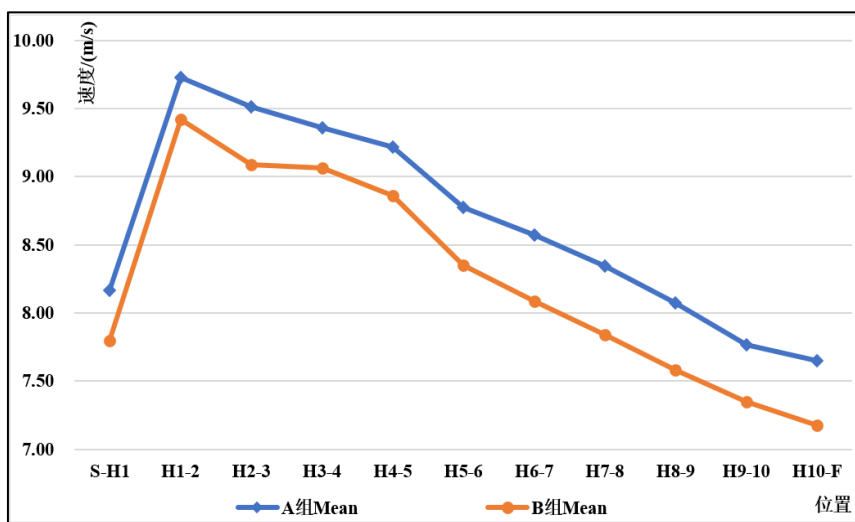


图 1 两组运动员平均分栏速度变化曲线

对比两组情况可以看出，A 组在全程五个分段的速度上均快于 B 组，在第一阶段 A 组平均速度达到了 8.00m/s 以上，B 组则在 7.80m/s 左右；在第二阶段 A 组平均最大速度在 9.70m/s 左右、B 组在 9.40m/s 左右，但 A 组(16.06%)在 1-2 栏处加速幅度小于 B 组 (17.18%)，在后续的第 2-5 栏速度保持中，A 组速度下降较 B 组更加平稳，B 组的速度浮动较大，B 组早期加速幅度过大导致体能储备和能量供应较早的出现大量损耗，无法有效

的保持已经达到的速度水平;第三阶段两组均出现跑动速度大幅降低,A组速度下降率(4.78%)较小于B组(5.76%);第四阶段6-7栏速度降低率的浮动上A组(-2.43%)较B组(-2.64%)更小,在7-10栏中A组与B组均呈现出平稳的速度下降;在第五阶段A组冲刺加速更为明显,终点处的速度较第10栏处A组下降了1.45%、B组下降2.31%,B组运动员无法进行最后冲刺的速度提升。

综上所述,A组世界顶尖运动员较B组优秀运动员呈现全程速度分配合理、高强度速度耐力出色、无氧和有氧能量供应更加充沛。

### 3.1.2 全程五个阶段速度对比与分析

表3中的速度变异系数(标准差/平均值)能够体现出运动员在不同阶段中的速度稳定程度,变异系数越低,则表示速度变化越平稳。两组运动员共性情况在于第二阶段(1-5栏)的速度变异系数均小于第四阶段(6-10栏),说明运动员在前200m的速度变化较后200m更加稳定。

表3 两组运动员分段速度变异系数及极值分栏速度情况

组别	运动员	分段速度变异系数/%			最大分栏 速度/(m/s)	最小分栏 速度/(m/s)	极值分栏速 度差值/(m/s)	90%最大速 度分栏数量
		二	四	全程				
A组	WARHOLKM	1.62	4.01	9.2	9.95	7.57	2.38	4
	BENJAMIN	2.33	4.02	8.57	9.86	7.43	2.43	5
	WARHOLKM	3.46	6.01	9.47	9.86	7.42	2.44	4
	DOS SANTOS	2.13	2.04	7.46	9.59	7.77	1.83	5
	BENJAMIN	3.43	4.33	6.12	9.52	7.92	1.59	6
	WARHOLKM	3.29	5.36	8.55	9.69	7.51	2.18	5
	WARHOLKM	2.37	5.2	9.75	9.86	7.52	2.33	4
	SAMBA	1.54	3.48	8.49	9.56	7.63	1.92	5
	BENJAMIN	3.09	4.69	8.47	9.76	7.61	2.15	5
	<b>Mean</b>	<b>2.58</b>	<b>4.35</b>	<b>8.45</b>	<b>9.74</b>	<b>7.60</b>	<b>2.14</b>	<b>5</b>
B组	CAMPBELL	2.62	5.1	10.77	9.7	6.98	2.72	4
	ROWE	3.19	5.22	10.02	9.61	7.23	2.38	4
	LAHOULOU	2.58	3.99	10.13	9.5	7.31	2.18	4
	ZAZINI	1.88	3.73	7.83	9.11	7.3	1.80	5
	VAILLANT	3.26	4.37	10.56	9.7	6.96	2.73	4
	SMIDT	1.95	5.27	9.94	9.36	7.08	2.27	5
	ABUAKU	3.18	2.67	9.12	9.35	7.24	2.10	4
	TELES	3.04	3.28	7.01	9.02	7.22	1.80	5
	<b>Mean</b>	<b>2.71</b>	<b>4.2</b>	<b>9.42</b>	<b>9.42</b>	<b>7.17</b>	<b>2.25</b>	<b>4</b>
	F检验	显著性	0.18	0.81	0.36	0.14	0.98	0.67
T检验	显著性	0.70	0.79	0.12	0.01	0.00	0.51	0.20
成绩相关性检验	r	0.18	-0.11	0.26	-7.46	-7.64	0.02	-0.18
	p	0.50	0.67	0.31	0.00	0.00	0.94	0.49

对比两组情况可以看出,首先 A 组在第二阶段和全程的速度变异系数上小于 B 组,但 B 组在第四阶段的速度变异系数上优于 A 组,体现出 A 组速度的大幅波动出现在比赛后半段中,全程速度较为平稳;B 组在比赛前半段出现了速度大幅波动,影响了全程速度的保持。其次 A 组最大速度快于 B 组 0.32m/s、最小速度快 0.43m/s,极值速度差值上 A 组较 B 组少 0.11m/s,并且 A 组在保持 90%最大速度的分栏数量上多于 A 组,说明 A 组能够达到更高的速度水平并维持更长的时间,并且保证全程速度的变化幅度趋于稳定。

与成绩继续相关性分析后发现,最大分栏速度和最小分栏速度与成绩呈非常显著的负相关,且相关程度上最小分栏速度>最大分栏速度,说明稳定速度变化和保持栏间速度的稳定对于成绩至关重要。综上所述,A 组世界顶尖运动员在比赛前 200m 速度浮动较小,在达到最大速度后保持速度能力较强,避免了最小速度下降过多,确保了全程速度的平稳变化。

### 3.2 时间类运动学参数对比分析

#### 3.2.1 全程五个阶段时间对比与分析

从表 4 可以看出,男子 400m 栏全程五个阶段用时与成绩呈非常显著的正向强相关性,按相关程度排列为第四阶段>第一阶段>第三阶段>第二阶段>第五阶段;前 5 栏和后 5 栏用时与成绩呈显著中等程度正向相关,且前 5 栏相关程度大于后 5 栏,说明男子 400m 栏运动中平跑能力和过栏技术需要兼顾发展,提高跑动速度以缩短跑动时间的同时发展跑跨技术的连贯衔接对于取得优异成绩至关重要。

对比两组情况可以看出,B 组在五个阶段时间上与 A 组相差最大的是第四阶段(6-10 栏),相差 1.05s,说明 A 组在比赛后半程的速度耐力较强,能够减少比赛后程的用时情况;在不同阶段用时占比上 B 组在第一、二阶段用时占比小于 A 组,在第三阶段两组运动员用时相同,A 组在第四、五阶段用时占比上小于 B 组,说明 A 组全程分配更为均衡、后程减速幅度小。此外 A 组前五栏的过栏时间总和比 B 组快 0.074s、后五栏的过栏时间总和比 B 组快 0.147s,这说明 A 组运动员过栏用时少且后程过栏技术没有出现



明显变形。

表 4 两组运动员分段时间统计学分析情况

组别	运动员	分段时间/s					过栏时间/s	
		第一阶段	第二阶段	第三阶段	第四阶段	第五阶段	H1-5	H5-10
A 组	WARHOLKM	5.387	14.405	3.952	16.908	5.286	1.763	1.996
	BENJAMIN	5.420	14.673	3.918	16.776	5.387	1.925	1.959
	WARHOLKM	5.417	14.694	3.949	17.397	5.240	1.822	1.989
	DOS SANTOS	5.551	14.931	4.050	17.034	5.151	1.863	1.897
	BENJAMIN	5.679	15.374	4.011	16.810	4.958	1.982	2.015
	WARHOLKM	5.513	14.911	4.012	17.113	5.323	1.854	1.821
	WARHOLKM	5.520	14.606	4.052	17.508	5.230	1.779	1.913
	SAMBA	5.532	14.854	3.997	17.356	5.242	1.900	2.037
	BENJAMIN	5.588	14.944	3.953	17.246	5.254	1.841	1.973
	<b>Mean</b>	<b>5.512</b>	<b>14.821</b>	<b>3.988</b>	<b>17.128</b>	<b>5.230</b>	<b>1.859</b>	<b>1.956</b>
时间占比/%	11.81	31.75	8.54	36.69	11.21			
B 组	CAMPBELL	5.610	14.999	4.142	18.136	5.734	1.814	1.748
	ROWE	5.711	15.236	4.076	18.305	5.506	1.814	1.982
	LAHOULOU	5.820	15.107	4.185	18.276	5.443	1.940	2.239
	ZAZINI	5.812	15.676	4.111	17.910	5.479	1.921	2.220
	VAILLANT	5.746	15.142	4.211	18.178	5.746	1.921	2.287
	SMIDT	5.842	15.392	4.107	18.362	5.646	1.911	2.010
	ABUAKU	5.746	15.509	4.344	18.378	5.522	2.086	2.152
	TELES	5.881	16.050	4.380	17.852	5.539	2.057	2.185
	<b>Mean</b>	<b>5.771</b>	<b>15.389</b>	<b>4.195</b>	<b>18.175</b>	<b>5.577</b>	<b>1.933</b>	<b>2.103</b>
	时间占比/%	11.75	31.34	8.54	37.01	11.36		
F 检验 显著性	<b>0.953</b>	<b>0.471</b>	0.045	<b>0.272</b>	<b>0.566</b>	0.474	0.019	
T 检验 显著性	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.090	0.036	
成绩相关性检验	r	<b>0.910</b>	<b>0.809</b>	<b>0.868</b>	<b>0.917</b>	<b>0.765</b>	<b>0.547</b>	<b>0.540</b>
	p	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.023	0.025

综上所述，A 组世界顶尖运动员能够避免速度在比赛前程出现大幅度提升而影响全程速度的分配情况，在保证全程速度平稳的同时缩短全程各分段的用时，此外世界顶尖运动员具备更加良好和稳固的跑跨结合技术，过栏速度波动小且较为稳定。

### 3.2.2 步时对比与分析

依表 5 对比两组情况后发现，A 组 9 个栏间步时仅在 9-10 栏间达到了 4s 以上，B 组从 7-8 栏间开始用时就已达到 4s 且在 4s 以上的共有 3 个栏间。此外 9 个栏间步时之间的时间差值均值 A 组为 0.109s、B 组为 0.121s，A 组在 1-8 栏的栏间用时增长上 A 组小于 B 组，但在 8-10 栏的栏间用时增长上 B 组小于 A 组，两组运动员在 6-7 栏(0.233s)和 7-8 栏(0.265s)的栏间步时以及最后冲刺(0.363s)的步时上差值最大。

表 5 两组运动员步时统计分析情况

组别	运动员	栏间步时										
		S-1	H1-2	H2-3	H3-4	H4-5	H5-6	H6-7	H7-8	H8-9	H9-10	H10-F
A 组	WARHOLKM	5.277	3.175	3.209	3.275	3.275	3.575	3.642	3.776	3.876	4.010	5.087
	BENJAMIN	5.276	3.208	3.341	3.241	3.341	3.475	3.608	3.708	3.808	4.009	5.276
	WARHOLKM	5.116	3.180	3.247	3.314	3.481	3.581	3.748	3.781	4.015	4.281	5.141
	DOS SANTOS	5.444	3.275	3.342	3.275	3.409	3.743	3.743	3.809	3.909	3.976	5.034
	BENJAMIN	5.475	3.306	3.439	3.473	3.539	3.606	3.573	3.740	3.873	3.973	4.841
	WARHOLKM	5.275	3.207	3.340	3.407	3.474	3.607	3.707	3.774	4.041	4.208	5.155
	WARHOLKM	5.315	3.213	3.279	3.279	3.413	3.613	3.780	3.847	4.180	4.180	5.125
	SAMBA	5.319	3.283	3.317	3.317	3.417	3.550	3.751	3.851	4.084	4.118	5.032
	BENJAMIN	5.381	3.245	3.278	3.379	3.512	3.579	3.746	3.845	3.979	4.179	5.047
	<b>Mean</b>	<b>5.320</b>	<b>3.232</b>	<b>3.310</b>	<b>3.329</b>	<b>3.429</b>	<b>3.592</b>	<b>3.700</b>	<b>3.792</b>	<b>3.974</b>	<b>4.104</b>	<b>5.082</b>
栏间差值		-2.087	+0.078	+0.019	+0.100	+0.163	+0.108	+0.093	+0.182	+0.130		
B 组	CAMPBELL	5.408	3.272	3.373	3.406	3.506	3.773	3.940	4.040	4.273	4.407	5.665
	ROWE	5.508	3.306	3.439	3.406	3.539	3.740	3.906	4.173	4.207	4.374	5.438
	LAHOULOU	5.613	3.311	3.277	3.378	3.578	3.678	3.945	4.078	4.212	4.245	5.336
	ZAZINI	5.609	3.407	3.540	3.507	3.607	3.774	3.807	3.974	4.141	4.208	5.275
	VAILLANT	5.476	3.273	3.340	3.474	3.574	3.707	3.907	4.008	4.174	4.341	5.539
	SMIDT	5.607	3.405	3.472	3.505	3.505	3.638	3.972	4.106	4.305	4.373	5.545
	ABUAKU	5.509	3.307	3.374	3.474	3.640	3.907	4.041	4.141	4.174	4.308	5.386
	TELES	5.610	3.475	3.508	3.642	3.775	3.908	3.942	3.942	4.042	4.242	5.375
	<b>Mean</b>	<b>5.543</b>	<b>3.345</b>	<b>3.415</b>	<b>3.474</b>	<b>3.591</b>	<b>3.766</b>	<b>3.933</b>	<b>4.058</b>	<b>4.191</b>	<b>4.312</b>	<b>5.445</b>
	栏间差值		-2.198	+0.071	+0.059	+0.117	+0.175	+0.167	+0.125	+0.133	+0.121	
<b>A、B 两组步时差值</b>	<b>0.223</b>	<b>0.112</b>	<b>0.105</b>	<b>0.145</b>	<b>0.162</b>	<b>0.174</b>	<b>0.233</b>	<b>0.265</b>	<b>0.217</b>	<b>0.208</b>	<b>0.363</b>	

从表 6 可以看出，最大栏间步时和最小栏间步时均与成绩呈现非常显著的正向强相关，并且最小栏间步时与成绩的显著性较高于最大栏间步时，A、B 两组在这两项运动学指标上均存在显著性差异，A 组的最大栏间步时比 B 组短 0.208s、最小栏间步时比 B 组短 0.108s、两极值步时的差值上 A 组比 B 组短 0.101s。说明提高栏间速度、缩短栏间步时并在 400m 全程尽可能的维持栏间步时对于成绩的提升有着积极的促进作用。

此外，A 组在第二、三阶段中的栏间步时差异为 0.267s、第三、四阶段为 0.300s，，B 组为 0.310s、0.358s。两组运动员栏间步时总和占比均在 69.00%左右，进行相关性检验后发现第二、三、四阶段平均栏间步时与成绩呈非常显著的正向强相关，按相关程度排列为第四阶段>第二阶段>第

三阶段。对比两组平均栏间步时后发现，B组在阶段平均栏间步时上与A组的差距大小排列上第四阶段(0.231s) > 第三阶段(0.174s) > 第二阶段(0.131s)，说明第四阶段的栏间步时对成绩至关重要的，B组世界优秀运动员与A组世界顶尖运动员栏间步时差异最大也出现在第四阶段处。

表6 两组运动员极值步时的统计学分析情况

组别	运动员	分段平均栏间步时/s 总栏间步时/s					极值栏间步时/s		
		二	三	四	总时间占比/%	最大栏间步时	最小栏间步时	差值	
A组	WARHOLKM	3.234	3.575	3.826	31.813	69.25	4.010	3.175	0.835
	BENJAMIN	3.283	3.475	3.783	31.739	68.74	4.009	3.208	0.801
	WARHOLKM	3.306	3.581	3.956	32.628	69.87	4.281	3.180	1.101
	DOS SANTOS	3.325	3.743	3.859	32.481	69.52	3.976	3.275	0.701
	BENJAMIN	3.439	3.606	3.790	32.522	69.45	3.973	3.306	0.667
	WARHOLKM	3.357	3.607	3.933	32.765	69.91	4.208	3.207	1.001
	WARHOLKM	3.296	3.613	3.997	32.784	69.87	4.180	3.213	0.967
	SAMBA	3.334	3.550	3.951	32.688	69.58	4.118	3.283	0.835
	BENJAMIN	3.354	3.579	3.937	32.742	69.69	4.179	3.245	0.934
<b>Mean</b>		<b>3.325</b>	<b>3.592</b>	<b>3.892</b>	<b>32.462</b>	<b>69.54</b>	<b>4.104</b>	<b>3.232</b>	<b>0.871</b>
B组	CAMPBELL	3.389	3.773	4.165	33.990	69.91	4.407	3.272	1.135
	ROWE	3.423	3.740	4.165	34.090	69.81	4.374	3.306	1.068
	LAHOULOU	3.386	3.678	4.120	33.702	69.02	4.245	3.277	0.968
	ZAZINI	3.515	3.774	4.033	33.965	69.33	4.208	3.407	0.801
	VAILLANT	3.415	3.707	4.108	33.798	68.95	4.341	3.273	1.068
	SMIDT	3.472	3.638	4.189	34.281	69.47	4.373	3.405	0.968
	ABUAKU	3.449	3.907	4.166	34.366	69.43	4.308	3.307	1.001
	TELES	3.600	3.908	4.042	34.476	69.37	4.242	3.475	0.767
<b>Mean</b>		<b>3.456</b>	<b>3.766</b>	<b>4.123</b>	<b>34.084</b>	<b>69.41</b>	<b>4.312</b>	<b>3.340</b>	<b>0.972</b>
F检验	显著性	0.48	0.27	0.16	0.39	<b>0.83</b>	0.07	0.05	<b>0.61</b>
T检验	显著性	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>0.46</b>	0.00	0.00	<b>0.15</b>
成绩相关性检验	r	0.84	0.79	0.88	0.98	<b>-0.10</b>	0.75	0.77	<b>0.31</b>
	p	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>0.70</b>	0.00	0.00	<b>0.22</b>

综上所述，A组世界顶尖运动员能够在全程9个栏间尽可能保持较高速度和较为稳定的栏间跑步节奏，在全程第四阶段处仍能维持栏间步时是与世界优秀运动员拉开较大差异的关键所在。

### 3.3 空间类运动学参数对比分析

#### 3.3.1 全程步数的对比与分析

从表7可以看出，两组运动员在第一阶段即起跑-1栏处的步数在20-23步之间，A组平均为20步、B组平均为21步；在第二阶段即1-5栏处，两组栏间步数均为13步；在第三阶段即5-6栏处，A组均为13步、B组平均为14步；在第四阶段即6-10栏处，两组均出现了栏间步数节奏的变

化, A 组平均栏间步数在 9-10 栏由 13 步增加至 14 步、B 组平均栏间步数在 7-10 栏处由 14 步增加至 15 步; 在第五阶段即 10 栏-终点处 A 组平均步数为 17.3、B 组为 18.1。

男子 400m 栏运动中的步数节奏及其稳定性是取得优异成绩的前提, 起跑至第 1 栏的步数 A 组平均值比 B 组少 1 步凸显了世界顶尖运动员更加卓越的短距离加速能力; 9 个栏间步数节奏上, 两组运动员均出现步数的变化, 说明熟练掌握左右腿起跨技术对于运动员全程节奏有着良好的促进作用, 但对比发现 A 组平均步数仅在 9-10 栏处发生一次变化、呈现“单-双”节奏, B 组则在 5-6 栏和 7-8 栏处发生两次变化、呈现“单-双-单”节奏, 体现出 A 组世界顶尖运动员在栏间跑动过程中有着更加稳定的步幅和节奏; 10 栏-终点的终点冲刺过程中 A 组平均步数比 B 组少 0.8 步, 体现出的是 A 组世界顶尖运动员更好的耐乳酸能力和有氧供能能力。

表 7 两组运动员全程步数情况

组别	运动员	步数										
		S-1	H1-2	H2-3	H3-4	H4-5	H5-6	H6-7	H7-8	H8-9	H9-10	H10-F
A 组	WARHOLKM	20	13	13	13	13	13	13	13	13	15	17.9
	BENJAMIN	20	13	13	13	13	13	13	13	13	13	16.9
	WARHOLKM	20	13	13	13	13	13	13	13	13	15	17.9
	DOS SANTOS	20	13	13	12	12	13	13	13	13	13	16.3
	BENJAMIN	20	13	13	13	13	13	13	13	13	13	16
	WARHOLKM	20	13	13	13	13	13	13	13	13	15	18
	WARHOLKM	20	13	13	13	13	13	13	13	15	15	18.3
	SAMBA	21	13	13	13	13	13	13	14	14	14	17.4
	BENJAMIN	20	13	13	13	13	13	13	13	13	14	17
	<b>Mean</b>	<b>20</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>17.3</b>
B 组	CAMPBELL	21	13	13	13	13	14	14	15	15	15	18.6
	ROWE	20	13	13	13	13	13	13	15	15	14	17
	LAHOULOU	22	13	13	13	13	13	15	15	15	15	17.6
	ZAZINI	23	15	15	15	15	15	15	15	16	16	19.9
	VAILLANT	21	13	13	13	13	13	14	14	14	14	17.7
	SMIDT	20	13	13	13	13	13	14	15	15	15	17.9
	ABUAKU	20	13	13	13	13	13	14	14	15	14	17.9
	TELES	21	13	14	14	14	14	14	15	15	15	18
		<b>Mean</b>	<b>21</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>

综上所述, A 组世界顶尖运动员有着更好的短距离加速能力、栏间步幅大能够达到 13 步、栏间步数节奏稳定仅出现一次变化呈现“单-双”节奏以及冲刺阶段有更好的体能储备和速度耐力。

### 3.3.2 全程步频的对比与分析

从表 8 和图 2 进行两组对比可以看出，在起跑-1 栏处两组步频基本相同，但 A 组平均速度快于 B 组且 B 组平均步数多于 A 组；在 1-6 栏处两组均呈现步频的逐渐减慢，但 A 组步频始终比 B 组快，这一区段中两组平均步数基本相同但 A 组速度更快，这均说明 A 组运动员的步长更长、跑动能力更强。在 6-9 栏处 B 组的步频呈现出“平稳-提升-下降”的变化趋势，A 组步频持续减慢，并且在这 3 个分栏阶段 B 组步频高于 A 组，在 7-8 栏处 B 组平均栏间步数提升至 15 步，但在此之后的步频呈现出快速的减慢，说明 B 组在提高栏间步数的同时无法稳定步频、保持栏间的快速跑动。在 9 栏-终点处，A 组在步频上再次高于 B 组，呈现出“增加-下降”的最后一个栏间与终点冲刺的步频衔接，B 组则是大幅度的步频下降，在 400m 栏的最后 75m 仍能够提高步频以起到终点加速冲刺的效果，体现出 A 组世界顶尖运动员体能储备、速度素质和耐力素质的优势。

此外，两组在最大步频出现时刻大部分在 1-2 栏处，但在最小步频出现时刻上则体现出了差异性，A 组 9 个成绩的步频最小值在 7-8 栏、8-9 栏、9-10 栏和 10 栏至终点均有分布，其中在 8-9 栏处出现步频最小值的情况最多；B 组 8 个成绩的步频最小值则分布在 9-10 栏和 10 栏至终点处，其中大部分集中在 0 栏至终点处，说明 A 组世界顶尖运动员的全程步频具备更加平稳的过渡、对全程步频有着良好控制，这使得 400m 栏全程跑动中避免因跑动节奏变化出现的大幅体能消耗，同时还有助于在赛程的最后阶段进行有效的加速冲刺。

表 8 两组运动员全程步频情况

组别	运动员	步频/HZ										最大步频 数值时刻	最小步频 数值时刻			
		S-1	H1-2	H2-3	H3-4	H4-5	H5-6	H6-7	H7-8	H8-9	H9-10			H10-F		
A 组	WARHOLKM	3.79	4.09	4.05	3.97	3.97	3.64	3.57	3.44	3.35	3.74	3.52	4.09	H1-2	3.35	H8-9
	BENJAMIN	3.79	4.05	3.89	4.01	3.89	3.74	3.60	3.51	3.41	3.24	3.20	4.05	H1-2	3.20	H10-F
	WARHOLKM	3.91	4.09	4.00	3.92	3.73	3.63	3.47	3.44	3.24	3.50	3.48	4.09	H1-2	3.24	H8-9
	DOS SANTOS	3.67	3.97	3.89	3.66	3.52	3.47	3.47	3.41	3.33	3.27	3.24	3.97	H1-2	3.24	H10-F
	BENJAMIN	3.65	3.93	3.78	3.74	3.67	3.61	3.64	3.48	3.36	3.27	3.31	3.93	H1-2	3.27	H9-10
	WARHOLKM	3.79	4.05	3.89	3.82	3.74	3.6	3.51	3.44	3.22	3.56	3.49	4.05	H1-2	3.22	H8-9
	WARHOLKM	3.76	4.05	3.96	3.96	3.81	3.6	3.44	3.38	3.59	3.59	3.57	4.05	H1-2	3.38	H7-8
	SAMBA	3.95	3.96	3.92	3.92	3.80	3.66	3.47	3.64	3.43	3.40	3.46	3.96	H1-2	3.40	H9-10

	BENJAMIN	3.72	4.01	3.97	3.85	3.70	3.63	3.47	3.38	3.27	3.35	3.37	4.01	H1-2	3.27	H8-9
	Mean	3.78	4.02	3.93	3.87	3.76	3.62	3.51	3.46	3.35	3.44	3.40	4.02		3.29	
	差值		0.24	-0.09	-0.06	-0.11	-0.14	-0.11	-0.06	-0.10	0.08	-0.03				
B 组	CAMPBELL	3.88	3.97	3.85	3.82	3.71	3.71	3.55	3.71	3.51	3.40	3.28	3.97	H1-2	3.28	H10-F
	ROWE	3.63	3.93	3.78	3.82	3.67	3.48	3.33	3.59	3.57	3.20	3.13	3.93	H1-2	3.13	H10-F
	LAHOULOU	3.92	3.93	3.97	3.85	3.63	3.53	3.80	3.68	3.56	3.53	3.30	3.97	H2-3	3.30	H10-F
	ZAZINI	4.10	4.40	4.24	4.28	4.16	3.97	3.94	3.77	3.86	3.80	3.77	4.40	H1-2	3.77	H10-F
	VAILLANT	3.83	3.97	3.89	3.74	3.64	3.51	3.58	3.49	3.35	3.23	3.20	3.97	H1-2	3.20	H10-F
	SMIDT	3.57	3.82	3.74	3.71	3.71	3.57	3.52	3.65	3.48	3.43	3.23	3.82	H1-2	3.23	H10-F
	ABUAKU	3.63	3.93	3.85	3.74	3.57	3.33	3.46	3.38	3.59	3.25	3.32	3.93	H1-2	3.25	H9-10
	TELES	3.74	3.74	3.99	3.84	3.71	3.58	3.55	3.81	3.71	3.54	3.35	3.99	H2-3	3.35	H10-F
	Mean	3.79	3.96	3.91	3.85	3.72	3.59	3.59	3.64	3.58	3.42	3.32	4.00		3.31	
	差值		0.17	-0.05	-0.07	-0.12	-0.14	0.01	0.04	-0.06	-0.16	-0.10				

综上所述，A 组世界顶尖运动员全程跑动节奏更好、全程步频更加平稳，栏间的速度快、步频高和步长长，凸显出更加高效和快速的跑动能力，在后程冲刺过程中世界顶尖运动员有着更加显著的冲刺加速能力。

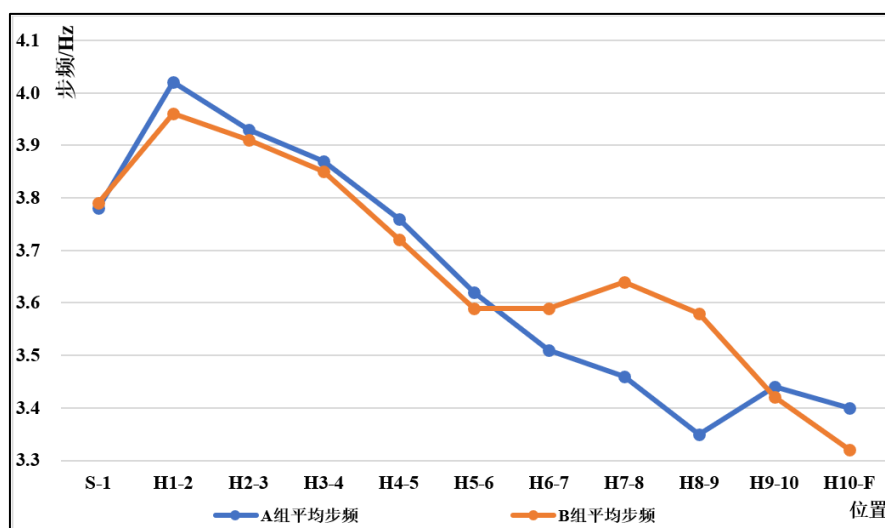


图2 两组运动员全程平均步频变化曲线

## 4 分析与讨论

### 4.1 世界纪录保持者 Kaesten WARHOLKM 关键技术分析

Kaesten WARHOLKM 在东京奥运会上以 45.94s 的成绩夺得男子 400m 栏项目冠军并成为首位打开 46s 大关的运动员，对 WARHOLKM 与其他 3 名跑进 47s 以内运动员的个人最好成绩情况(Rai BENJAMIN: 46.17s、Alison DOS SANTOS: 46.72s 和 Abderrahman SAMBA: 46.98s)展开比较，进一步明

确 WARHOLKM 较其他 3 名顶尖运动员在运动技术特征上的区别与优势。

### 4.1.1 分栏时间与速度分析

图 3 体现了 WARHOLKM 在跑出 45.94s 时的分栏时间与速度较其他 3 名跑进 47s 以内的运动员平均水平的情况，可以看出 WARHOLKM 在全程 11 个分栏段中除在 H10-终点处的速度较慢(-0.04m/s)、用时较长以外，其他的 10 个分栏段上均速度较快、用时较短，在起点-H10 的 10 个分栏段中 WARHOLKM 的分栏速度平均领先 0.16m/s，其中在 H1-H5 的四个分栏段处领先幅度最大，分别为：0.31m/s、0.21m/s、0.26m/s 和 0.29m/s。所以，WARHOLKM 在 H1-2 分栏处能够达到较其他 3 名运动员更高的速度值，并在 H2-5 的分栏处保持较高的跑动速度。

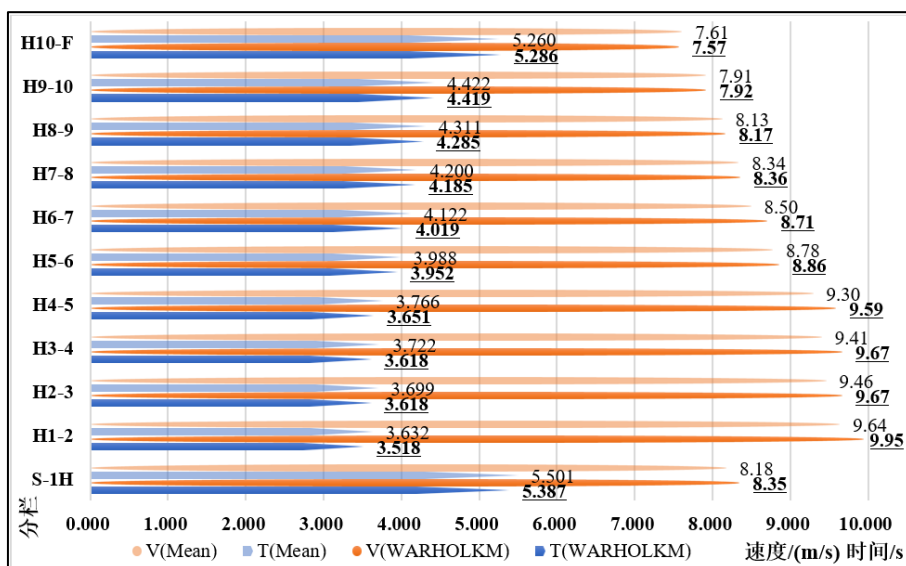


图 3 WARHOLKM 与其他 3 名运动员分栏时间与速度图

表 9 是对 WARHOLKM 和其他 3 名运动员分栏速度进行统计学分析得出的结果，可以看出 WARHOLKM 在最大分栏速度和平均分栏速度上均领先于其他 3 名运动员，最大分栏速度达 9.95m/s、平均分栏速度达 8.80m/s，说明 WARHOLKM 的速度素质优于其他 3 名运动员。但在 95% 和 90% 最大速度分栏数量上 WARHOLKM 均为 4，其他 3 名运动员的 90% 最大速度分栏数量上较 95% 均有数量上的提升，并且在全程速度变异系数上

WARHOLKM 达到了 9.20、为 4 中的最大值,说明 WARHOLKM 的全程速度波动较大。

表 9 WARHOLKM 与其他 3 名运动员分栏速度统计分析

运动员	变异系数	Mean /(m/s)	Max /(m/s)	Min /(m/s)	Max-Min /(m/s)	95% V <sub>Max</sub> 过栏数量	90% V <sub>Max</sub> 过栏数量
WARHOLKM	9.20	8.80	9.95	7.57	2.38	4	4
BENJAMIN	8.57	8.75	9.86	7.43	2.43	3	5
SANTOS	7.46	8.63	9.59	7.77	1.83	4	5
SAMBA	8.49	8.59	9.56	7.63	1.92	4	5

综上所述, WARHOLKM 较其他 3 名运动员有着更加出色的最大速度跑动能力,能够在 H1-5 分栏处达到更大的速度并将其保持,但全程速度变化上浮动较大,在 H10-终点分栏段处速度小于其他 3 名运动员均值。

#### 4.1.2 栏间步时、步数与步频分析

从表 10 可以看出, BENJAMIN 是 4 名运动员中唯一一位在栏间全程保持 13 步节奏的运动员, SANTOS 是 4 名运动员中唯一一位在栏间节奏中出现 12 步的运动员, SAMBA 则是在起点-1H 处使用了 21 步、在 H7-10 三个栏间由 13 步过渡为 14 步节奏, WARHOLKM 则是在 H9-10 处由 13 步转为 15 步,并且在 H10-终点段 WARHOLKM 的步数最多、达到 17.9 步。

表 10 WARHOLKM 与其他 3 名运动员全程步数

运动员	步数										
	S-1H	H1-2	H2-3	H3-4	H4-5	H5-6	H6-7	H7-8	H8-9	H9-10	H10-F
WARHOLKM	20	13	13	13	13	13	13	13	13	15	17.9
BENJAMIN	20	13	13	13	13	13	13	13	13	13	16.9
SANTOS	20	13	13	12	12	13	13	13	13	13	16.3
SAMBA	21	13	13	13	13	13	13	14	14	14	17.4

图 4 体现了 WARHOLKM 在跑出 45.94s 时的全程步时与步频上较其他 3 名跑进 47s 以内的运动员平均水平的情况,可以看出 WARHOLKM 全程 11 个分栏段上的步时均短于平均水平,在 H1-7 和 H9-终点总计 8 个分栏段上的步频高于平均水平(平均高 0.16Hz),在步时上 WARHOLKM 快出平均水平最多的两个分栏段分别是 H2-3(0.12s)和 H4-5(0.11s)。结合全程步数节奏来看, WARHOLKM 虽然在 H9-终点两个分栏段处的步数最多,但步频上也领先平均值较多(H9-10 快 0.44Hz、H10-终点快 0.22Hz),体现出



WARHOLKM 在最后的约 75m 上仍能够提高步频来使速度提升，说明 WARHOLKM 较其他 3 名运动员有着极强的耐乳酸能力和后程加速能力。

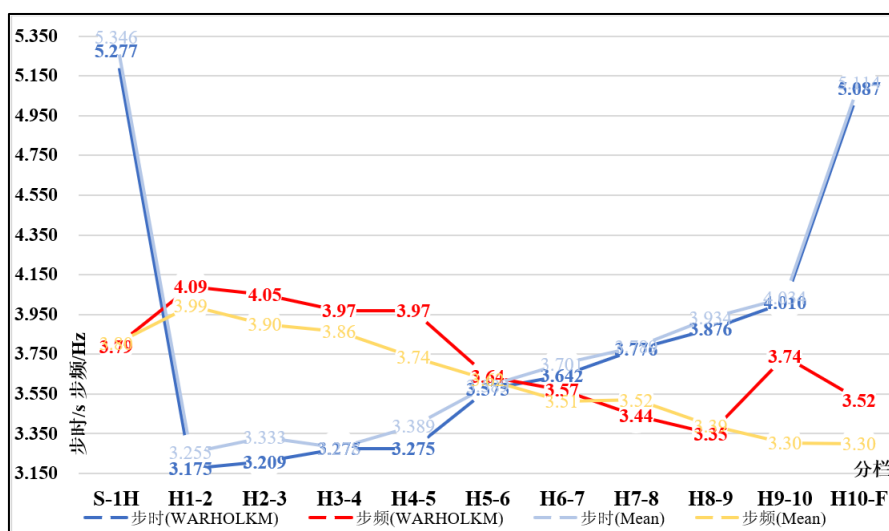


图 4 WARHOLKM 与其他 3 名运动员全程步时与步频图

### 4.1.3 过栏时间分析

表 11 和图 5 是 WARHOLKM 和其他 3 名运动员过栏时间情况，可以看出 BENJAMIN 和 SANTOS 的过栏时间较为稳定(变异系数分别为 0.061 和 0.083); SAMBA 的过栏时间波动较大(变异系数为 0.083); WARHOLKM 的过栏时间从 H1-10 过程中波动幅度最大(0.106)，且整体呈增长趋势，但 WARHOLKM 在 10 个过栏时间中有 7 个用时小于 0.4s，这一数量也多余其他 3 名运动员。综上所述，WARHOLKM 的过栏技术与过栏速度由于其他 3 名运动员，但 10 个栏的过栏时间波动幅度较大。

对 Kaesten WARHOLKM 从分栏时间和速度、全程的跑动节奏和过栏时间上可以看出，较其他 3 名 47s 以内的运动员来说 WARHOLKM 在体能上有着更加出色的速度素质和速度耐力，在技术上有着更加出色的跑跨结合能力和过栏技术。但 WARHOLKM 全程速度波动较大，这也可能是由于 WARHOLKM 较其他运动员达到了更高的最大速度导致，其次栏间跑动节奏上出现由 13 步转为 15 步的情况，这均与普遍趋势有所不同，体现了世

界顶尖运动员所具备的个体差异性和独特的运动技术特点。

表 11 WARHOLKM 与其他 3 名运动员过栏时间

运动员	过栏时间/s										小于 0.4s 过栏数	变异 系数
	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10		
WARHOLKM	0.339	0.339	0.339	0.373	0.373	0.339	0.406	0.373	0.439	0.439	7	0.106
BENJAMIN	0.338	0.372	0.405	0.405	0.405	0.405	0.405	0.372	0.405	0.372	4	0.061
SANTOS	0.339	0.339	0.406	0.406	0.373	0.373	0.406	0.406	0.339	0.373	6	0.078
SAMBA	0.414	0.344	0.347	0.381	0.414	0.381	0.414	0.414	0.381	0.447	5	0.083

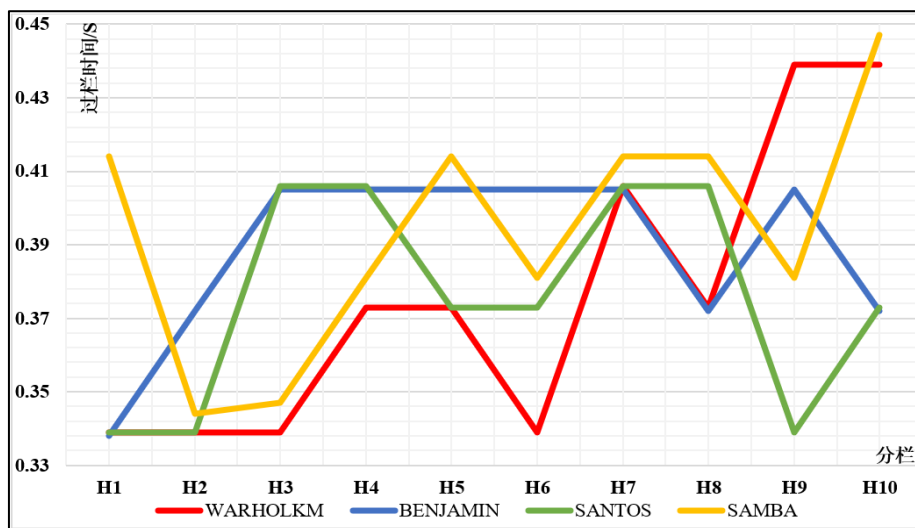


图 5 WARHOLKM 与其他 3 名运动员过栏时间图

#### 4.2 研究存在的不足与展望

本文研究过程中有两点不足，首先是因为全球疫情影响无法在比赛场地采集数据，本文得视频资料均来源于“央视频”平台转播画面，视频的帧速率较低，对视频进行解析后得到的数据存在误差；其次是研究对象并非在相同的外界环境下跑出，无法排除自然环境和比赛压力对于运动员运动技术发挥的影响。在今后对运动员训练或比赛的运动学参数分析过程中，应做到在场地内进行关键点位的标记和准确的视频图像采集，但与此同时也应该了解到再精确的仪器设备与分析软件均会存在一定程度的误差，这也要求我们在视频图像的采集、整理、分析和展现的过程中做到严谨、细致和科学，从人为操作上减少数据的误差值。

## 5 结论与建议

### 5.1 结论

5.1.1 400m 栏全程可分为第一阶段:加速阶段、第二阶段:速度保持阶段、第三阶段:调整阶段、第四阶段:速度衰减阶段和第五阶段:冲刺阶段。

5.1.2 男子 400m 栏全程五个阶段用时与成绩呈非常显著的正向强相关性,按相关程度排列为第四阶段>第一阶段>第三阶段>第二阶段>第五阶段;三个栏间步时与成绩呈非常显著的正向强相关,按相关程度排列为第四阶段>第二阶段>第三阶段;前 5 栏和后 5 栏的过栏用时与成绩呈显著中等程度正向相关,按相关程度排列为前 5 栏>后 5 栏;最大分栏速度和最小分栏速度与成绩呈非常显著的负相关,按相关程度排列为最小分栏速度>最大分栏速度。

5.1.3 世界顶尖男子 400m 栏运动员短距离加速能力强、赛程前 200m 速度浮动小且达到最高速度后保持速度能力强、最后冲刺阶段的速度耐力和冲刺加速能力强,全程速度分配合理且速度变化平稳。

5.1.4 世界顶尖男子 400m 栏运动员具备优良的全程跑动节奏和跑跨结合技术,过栏速度变化波动小且 9 个栏间的跑动速度能够保持较高水平和更加稳定的栏间 13 步跑动节奏,全程跑动节奏更好、全程步频更加平稳,栏间的速度快、步频高和步长长。

5.1.5 世界纪录 45.94s 保持者 WARHOLKM 在体能上有着更加出色的速度素质和速度耐力,在技术上有着更加出色的跑跨结合能力和过栏技术。但 WARHOLKM 全程速度波动较大,这也可能是由于 WARHOLKM 较其他运动员达到了更高的最大速度导致,其次栏间跑动节奏上出现由 13 步转为 15 步的情况,这均与普遍趋势有所不同,体现了世界顶尖运动员所具备的个体差异性和独特的运动技术特点。

### 5.2 建议

5.2.1 男子 400m 栏运动员应重视平跑能力,提高运动员最大速度保持能力和后程速度耐力以使其能够更长时间的将速度维持在较高水平并减缓速度波动情况,兼顾发展运动员短距离加速能力以缩短加速阶段用时;此

外注重运动员全程速度分配更加符合生理学能量供应系统客观情况、项目竞技发展规律和自身竞技能力水平

5.2.2 男子 400m 栏运动员应重视跑动节奏，在保证跑动速度和技术动作不产生消极变化的情况下将全程步数趋于起跑-1 栏为 20-21 步、栏间为 13 步和 10 栏-终点为 16-18 步的更加稳定的跑动节奏；此外对运动员全程步频变化进行监控，注重运动员栏间的步频和步长的提高，提高全程步频的同时将步频变化趋于平稳以避免步频变化波动大造成的体能的大量消耗和技术的扭曲变形。

5.2.3 男子 400m 栏运动员应重视跑跨结合技术，加强运动员栏上技术和跑跨结合能力以提高过栏速度和稳固栏间跑动节奏，使运动员能够最大程度的发挥自身平跑速度能力。

5.2.4 对于高水平运动员的体能训练上要兼顾发展短距离速度能力和高强度速度耐力；技术训练上要认识到运动员个体差异性的存在，根据运动员的自身运动技术特点来有针对性地进行训练安排。

## 2024 年巴黎奥运会田径项目参赛达标资格和标准

世界田径协会 <https://assets.aws.worldathletics.org/document/63a1742ced7e871d1a269206.pdf>

韩鹏鹏、苑廷刚 国家体育总局体育科学研究所

2024 年巴黎奥运会田径项目达标标准号称“史上最难、门槛最高”，目标是 50% 的运动员靠达标期内达标参赛，50% 运动员靠世界田联排名积分达标参赛；另外将在多个径赛项目上增加“复活赛”晋级，对所有的运动员都将是一个新的考验和感受，还有将新增“35Km 竞走男女混合团体”项目，这也是该项目首次在奥运会上亮相。中国田径协会将会参照达标制度，切实帮助运动员实现达标参赛任务和争取更多项目参赛的目标。

## A.项目设置(48个项目)

男子项目(23)	女子项目(23)	混合项目(2)
<u>径赛</u> 100m(56) 200m(48) 400m(48) 800m(48) 1500m(45) 5000m(42) 10000m(27) 110m 栏(40) 400m 栏(40) 3000m 障碍(36) 4x100m 接力(16 支队伍) 4x400m 接力(16 支队伍)	<u>径赛</u> 100m(56) 200m(48) 400m(48) 800m(48) 1500m(45) 5000m(42) 10000m(27) 100m 栏(40) 400m 栏(40) 3000m 障碍(36) 4x100m 接力(16 支队伍) 4x400m 接力(16 支队伍)	<u>径赛</u> 4x400m 混合接力(16 支队伍)
<u>田赛</u> 跳高(32) 撑竿跳高(32) 跳远(32) 三级跳远(32) 铅球(32) 铁饼(32) 链球(32) 标枪(32)	<u>田赛</u> 跳高(32) 撑竿跳高(32) 跳远(32) 三级跳远(32) 铅球(32) 铁饼(32) 链球(32) 标枪(32)	<u>公路项目</u> 35Km 混合团体竞走 (25 支队伍)
<u>全能</u> 十项全能(24)	<u>全能</u> 七项全能(24)	
<u>公路项目</u> 20Km 竞走(48) 马拉松(80)	<u>公路项目</u> 20Km 竞走(48) 马拉松(80)	

## B.名额分配

### B.1.田径项目总名额

分组	配额	主办国配额	普遍性配额
男子		905	
女子		905	
合计		1810	

### B.2.每个项目的运动员最多人数(如适用)

分组	各项目的运动员人数
个人项目	每个国家(地区)奥委会最多有三(3)名运动员
团体项目	每个国家(地区)奥委会最多有两(2)支队伍
接力项目	每个国家(地区)奥委会最多有一(1)支接力队

## ☆个人项目

国家(地区)奥委会可以为田径项目的每个项目最多报三(3)名合格运动员。此外,符合每个项目最大配额的国家(地区)奥委会最多可以为同一项目提名一(1)名后备运动员或 Ap 替补合格运动员。

## ☆接力和团体项目

4x100m、  
4x400m 接力

国家(地区)奥委会可为每个接力项目报一(1)支参赛队伍。一个接力队总共可以有五(5)名运动员参赛。如果一个国家(地区)奥委会在相应的个人项目和接力项目(100m 和 400m)都取得了资格,则参加个人项目的运动员必须包括在参加接力项目的五(5)名运动员之中。

此外,国家(地区)奥委会可以为每个团体提名最多 1 名 Ap 替补运动员。

4x400m  
混合接力

国家奥委会可报一(1)支队伍参加此接力项目。此接力队总共可有四(4)名运动员参赛,其中两(2)人为男子,两(2)人为女子。此外,国家(地区)奥委会可以为队伍提名最多两(2)名 Ap 替补运动员,即一(1)名男子和一(1)名女子。

混合团体竞走

国家(地区)奥委会可报两(2)支队伍参加这个团体项目。每支队伍可报两(2)名运动员参赛,其中一(1)人为女子,一(1)人为男子。此外,国家(地区)奥委会最多可提名两(2)名 Ap 替补运动员,即一(1)名男子和一(1)名女子。

## B.3. 配额分配类型:

在个人项目中,配额将按名字分配给运动员。如果一个国家(地区)奥委会在个人项目中有超过三(3)名合格的运动员,国家(地区)奥委会可以决定哪些运动员将获得名额。

在接力和团体项目中,配额将被分配给国家(地区)奥委会(在某种程度上,根据下文所述条件,马拉松项目也是如此)。

## C. 运动员参赛资格

### C.1. 遵守《奥林匹克宪章》和其他相关规则

所有运动员必须尊重并遵守现行有效的《奥林匹克宪章》的规定,包括但不限于第 41 条(选手国籍)和第 43 条(《世界反兴奋剂条例》和《防止操纵比赛的奥林匹克运动条例》)。

只有尊重和遵守《奥林匹克宪章》、《世界反兴奋剂条例》和《防止操纵比赛的奥林匹克运动条例》,符合国际奥委会规定的参赛条件和世界田径规则的运动员,才能参加 2024 年巴黎奥运会。

### C.2. 年龄要求

有资格参加 2024 年巴黎奥运会,运动员必须达到以下年龄要求:

成人运动员 比赛当年 12 月 31 日前满 20 岁的运动员(2004 年或以前出生)可以参加任何项目。

**U20 运动员** 比赛当年 12 月 31 日前为 18 或 19 岁的运动员(2005 或 2006 年出生)可以参加除马拉松和 35Km 混合团体竞走以外的任何项目。

**U18 运动员** 比赛当年 12 月 31 日前为 16 或 17 岁的运动员(2007 年和 2008 年出生), 可以参加除投掷、七项全能、十项全能、10000m、马拉松和竞走以外的任何项目。

**不满 16 岁的运动员** 比赛当年 12 月 31 日前不满 16 岁的运动员(2009 年或以后出生)不得参加本届奥运会。

### C.3.IF 附加的资格标准/要求

运动员还必须符合以下标准:

- 遵守世界田径 [《资格规则》](#) (Book C 3.3) 中的规定

## D. 获得参赛资格的途径

### D.1. 配额

#### ☆ 个人项目的参赛资格

下表列出了个人项目的配额数量。

男子	项目	女子
56	100m	56
48	200m	48
48	400m	48
48	800m	48
45	1500m	45
42	5000m	42
27	10000m	27
40	110m 栏/100m 栏	40
40	400m 栏	40
36	3000m 障碍	36
32	跳高	32
32	撑竿跳高	32
32	跳远	32
32	三级跳远	32
32	铅球	32
32	铁饼	32
32	链球	32
32	标枪	32
24	十项全能/七项全能	24
48	20Km 竞走	48
80	马拉松赛	80

届时, 将会有 25 支队伍参加 35Km 混合团体竞走比赛。

配额数量	资格事项
1810 名运动员 (包括接力项)	获得参赛资格的过程: 通用规则

<p>目、主办国和普遍性配额)</p> <p><b>每个项目的具体配额数量见上表</b></p>	<p>一名运动员可以通过以下两种方式之一获得参赛资格:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 50%的资格配额将分配给在下述规定的相应达标期内达到资格标准(见第一节)的运动员。</li> <li>- 资格标准将于2022年11月由世界田径理事会批准。</li> <li>- 剩余的50%的资格配额将根据期限内世界田径的世界排名进行分配。</li> </ul> <p><b>资格与排名期:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 所有个人项目(10000m、马拉松、全能和竞走除外): 2023年7月1日至2024年6月30日</li> <li>- 10000m、全能、竞走和接力项目: 从2022年12月31日-2024年6月30日</li> <li>- 马拉松项目: 2022年11月6日至2024年5月5日</li> </ul> <p><b>马拉松</b></p> <p>2024年1月30日时, 任何在“Road to Paris”名单上排名高于第65位的运动员都将被视为有参赛资格。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 在2024年1月30日以后, 剩余的20%的配额将按照上述两种方式确定, 而不取代按2024年1月30日的排名获得参赛资格的运动员。</li> <li>- 任何国家(地区)奥委会都可以选择将配额重新分配给未达标运动员, 只要在资格期限窗口内该运动员至少达到 2:11:30(男子)/2:29:30(女子)的成绩。</li> </ul> <p>世界田径将于2023年秋季在世界田径网站 (<a href="https://www.worldathletics.org/stats-zone">https://www.worldathletics.org/stats-zone</a>)上发布官方参赛资格监测工具(Road to Paris)。</p> <p>无论采用何种资格途径, 都必须遵守每个国家(地区)奥委会在每个项目上的最大配额限制, 不能超过每个项目规定的参赛人数(见B部分)。</p> <p><b>资格事项:</b></p> <p><b>通用规则</b></p> <p>所有的成绩都必须在世界田径、其地区协会或国家(地区)协会根据世界田径规则(<a href="https://www.worldathletics.org/about-iaaf/documents/book-of-rules">https://www.worldathletics.org/about-iaaf/documents/book-of-rules</a>) 组织或授权的比赛中取得,</p> <p>并公布在世界田径全球赛历上(<a href="https://www.worldathletics.org/competition/calendar-results">https://www.worldathletics.org/competition/calendar-results</a>)。</p> <p><b>成绩有效的特殊条件</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 在径赛项目的混合比赛中取得的成绩将不被接受。特殊情况是, 根据世界田径技术规则第9条, 在5000m和10000m项目中取得的成绩可以被接受, 条件是一个或两个异性的运动员不足以进行单独比赛, 并且没有给其他运动员提供节奏配速或其他协助。</li> <li>- 通过风力辅助取得的成绩或没有风力读数的成绩不得用于获取参赛资格(但经适当调整后可用于世界田径世界排名)。</li> <li>- 不接受100m、200m、400m、800m、110m/100m栏、400m栏和4x100m接力的手动计时成绩。</li> <li>- 所有田赛项目及200m及以上比赛的室内成绩, 将被接受。</li> <li>- 对于200m及以上的跑步项目(包括全能项目), 可以根据技术规则第11条接受在超大尺寸的室内轨道上取得的成绩。</li> <li>- 对于全能项目, 至少必须满足以下一个条件: <ul style="list-style-type: none"> <li>o 任何个人项目的风速都不得超过每秒+4m。</li> <li>o 平均风速(根据每个个人项目测得的风速的代数和, 除以此类项目的数量)不得超过每秒+2m。</li> </ul> </li> <li>- 对于1500m、5000m和10000m, 在同等的道路跑动距离内(公路1英里、5Km、10Km)中有可能达到参赛标准。</li> </ul>
--	---



	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 对于 10000m, 适用以下规定:             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 未通过达到资格标准或 10000m 世界排名取得资格, 但获得世界越野跑排名前 8 名的, 将被视为达到资格标准。</li> </ul> </li> <li>- 对于马拉松项目, 适用以下规定:             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 只有在由世界田径或 AIMS 的“A”级或“B”级国际路跑赛道丈量员所测量的赛道上取得的成绩可以用于获取资格, 且赛道需在比赛日期前 5 年内取得测量证书。</li> <li>○ 对于参赛标准, 起点和终点之间的整体海拔下降不应超过 1:1000, 即每千米 1 米。</li> <li>○ 以下情况也将被视为已达到参赛标准:                 <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 在 2022 年 11 月 1 日至 2024 年 4 月 30 日期间举行的白金标志马拉松赛事中的前 5 名完赛者。</li> <li>○ 在世界排名中, 如果在海拔落差超过 1:1000 的赛道上取得成绩, 则将对成绩分数进行修正, 并根据落差扣分。</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> <p style="margin-left: 40px;">世界田径在其网站上发布了符合上述规定的赛道和比赛清单。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 对于竞走项目, 适用以下规定:             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 只有在世界田径/AIMS 的“A”级或“B”级国际路跑赛道丈量员所测量的赛道上取得的成绩可以用于获取资格, 且赛道需在比赛日期前 5 年内取得测量证书。</li> <li>○ 必须有至少 3 名国际或地区竞走裁判执裁。</li> <li>○ 径赛成绩(20000m/35000m)和在遵循惩罚区判罚的规则进行的比赛中取得的成绩应被接受。</li> <li>○ 对于世界田径规则 1.1(i)中定义的国际比赛, 或在国家比赛中, 有关会员协会必须在比赛前向世界田径提交具体申请(申请表可向世界田径获取)。为 2023 年布达佩斯世界田径锦标赛提交过申请的不需要再次提交。</li> <li>○ 2024 年世界竞走团体锦标赛的前 16 支队伍将自动获得 2024 年巴黎奥运会 35Km 混合团体竞走项目的参赛资格。其余的队伍将根据世界田径竞走排名, 基于男子和女子运动员的总排名得分选择。</li> </ul> </li> </ul> <p style="margin-left: 40px;">世界田径在其网站上发布了符合下述规定的赛道和比赛清单。</p>
--	---

### ☆接力项目的参赛资格

配额数量	资格事项
每个接力赛最多应有 16 支获得参赛资格的队伍	<p><b>世界田径接力赛, 2024 年第二季度(主办方 TBC)</b></p> <p>在 2024 年世界田径接力赛中排名前 14 位的国家(地区)奥委会将自动获得参加 2024 年巴黎奥运会接力项目的资格。国家(地区)奥委会将有两次在世界田径接力赛上获得参赛资格的机会, 如果在第一个比赛日没有成功, 将在第二天的比赛中得到另一次机会。</p> <p><b>世界田径成绩排名</b></p> <p>其余的参赛队伍将根据世界田径在 2022 年 12 月 31 日至 2024 年 6 月 30 日的达标期间的接力赛成绩排名来确定。为了使成绩有效, 至少要有两个代表不同国家的队伍参加比赛。</p> <p>世界田径将通知这些队伍的国家(地区)奥委会, 告知他们有资格参加奥运会接力比赛。</p>

### D.2. 普遍性配额(未达标运动员)

没有男子女子达标运动员或接力队的国家(地区)奥委会将被允许在 100m、800m 或马拉松比赛中使用其排名最好的男子运动员或排名最好的女子运动员参赛。这同样

适用于仅拥有达标男子运动员的国家(地区)奥委会的未达标女子运动员,反之亦然。

在 800m 比赛中,每个性别中未达标参赛者将被限制在三(3)人,此类参赛者是否被接受将由世界田径技术代表根据运动员的技术标准来决定。

必须向世界田径提交一份具体的申请表,说明申请参赛的项目,以及被提名运动员的技术水平和国际参与情况证明。

世界田径随后应以书面形式向各国家(地区)奥委会确认是否批准指定运动员参赛,并抄送巴黎奥组委体育部。

所有未达标运动员的申请表必须由国家(地区)奥委会在 2024 年 5 月 31 日之前提交给世界田联。

## **E.配额的确认流程**

达标期结束后,世界田径应确认达标运动员人数和经批准的未达标运动员人数,随后应确定根据世界田径的世界排名获得参赛资格的运动员。

每个项目的达标运动员名单,包括接力队,应于 2024 年 7 月 2 日在世界田径网站的“Road to Paris”页面中公布。

## **F.重新分配未使用的配额**

### **F.1.重新分配未使用的配额**

在 7 月 2 日公布达标运动员名单后,各国家(地区)奥委会必须在 7 月 4 日截止日期前(摩纳哥时间午夜)通知世界田径他们打算拒绝分配给其的配额,无论是个人项目还是接力项目的配额。通知必须由相关的国家(地区)奥委会/会员协会发送至 [teamservices@worldathletics.org](mailto:teamservices@worldathletics.org),并抄送其各自的国家(地区)奥委会。在上述截止日期后被拒绝的配额将不会被重新分配。

在 7 月 4 日至 6 日期间,世界田径将根据世界排名,将被取消的名额重新分配给同一项目中排名第二的运动员,同时尊重每个项目中国国家(地区)奥委会的最大配额。如果出现平局(相同的世界排名位置和排名分数),将以成绩次好的运动员为优先。

如果分配的团体接力名额被国家(地区)奥委会拒绝,则该名额将重新分配给其接力队在资格期间按照世界田径的接力队资格标准取得次快成绩的国家(地区)奥委会。

2024 年 7 月 7 日,世界田径将发布最后一期“Road to Paris”,列出所有符合最终参赛资格的个人运动员和接力队的最后名单。各国家(地区)奥委会应在 2024 年 7 月 8 日的报名截止日期前,为所有参加 2024 年巴黎奥运会的运动员报名。

### **F.2.重新分配未使用的普遍性配额**

不会重新分配普遍性配额。

## **G.后备运动员和 AP 替补运动员的一般原则**

### **G.1.后备运动员(RESERVE ATHLETES)**

后备运动员是指获得 Aa 注册权限并获得国家(地区)奥委会参赛资格的特定项目的参赛运动员。

作为后备运动员,在满足以下条件时,他们可以被选中在不同的赛事中替代另一名参赛运动员,直到该赛事的最终确认时间:

- 他们在最后报名截止时被提名为该项目的后备运动员
- 他们已达到参赛标准或凭借世界田径世界排名获得资格
- 其国家(地区)奥委会尊重该项目的配额

后备运动员必须遵守上述第 C 段所述的与参赛运动员相同的资格规则。

### **G.2.AP 替补运动员(AP LATERNATE ATHLETES)**

Ap 替补运动员为非参赛运动员，不包括在 B 段所述的运动员配额内。

如果一个国家奥委会在一个项目上有三名运动员参赛，他们有权在同一项目上提名一名 Ap 替补运动员，条件是：

- 他/她在最后的报名截止日期时被提名为该项目的 Ap 替补运动员
- 已达到参赛标准或通过世界田径世界排名获得参赛资格

Ap 替补运动员必须遵守与参赛运动员相同的资格规则，即上文 C 段所述的参赛运动员资格。Ap 替补运动员只有在符合后期运动员替换政策所规定的条件下才能成为参赛运动员。

## H. 获得参赛资格的时间表

日期	关键节点
2022 年 11 月 1 日	马拉松赛的达标和排名期开始
2022 年 12 月	世界田径确定所有项目的参赛标准。这些标准将分发给所有国家奥委会和会员协会
2022 年 12 月 31 日	10000m、全能、竞走和接力项目的达标和排名期开始
2023 年 7 月 1 日	所有个人项目(10000m、马拉松、全能和竞走项目除外)的达标和排名期开始
2024 年 1 月 30 日	马拉松比赛的达标和排名期结束(占配额的 80%)
2024 年 4 月 23 日	没有获得任何参赛资格的运动员的国家奥委会申请让未达标运动员参加马拉松项目的截止日期
2024 年 5 月 4-5 日	世界田径接力赛
2024 年 5 月 5 日	马拉松比赛的达标和排名期结束(剩余配额的 20%)
2024 年 5 月 6 日	世界田径(仅限马拉松赛) - 确认经批准的未达标运动员名单 - 确认通过参赛标准获得参赛资格的运动员名单 - 公布世界田径世界排名和达标的运动员
2024 年 5 月 8 日	拒绝马拉松配额的最后期限
2024 年 5 月 9 日至 11 日	世界田径重新分配未使用的马拉松名额
2024 年 5 月 12 日	世界田径应公布最后一版马拉松项目的“Road to Paris”，以及所有最终有资格参赛的运动员的最终名单。
2024 年 4 月/5 月(日期 TBC)	世界田径竞走团体锦标赛
2024 年 5 月 31 日	没有获得任何参赛资格的运动员的国家奥委会申请让未达标运动员参加 100m 或 800m 项目的截止日期
2024 年 6 月 30 日	所有项目的达标期和排名期结束(马拉松除外)
2024 年 7 月 2 日	世界田径： - 确认经批准的未达标运动员名单 - 确认通过参赛标准获得参赛资格的运动员名单 - 公布世界田径世界排名和达标的运动员 - 公布获得参赛资格的接力队名单
2024 年 7 月 4 日	拒绝所有项目配额名额的截止日期(马拉松除外)
2024 年 7 月 5 日至 6 日	世界田径在所有项目中重新分配未使用的配额名额(马拉松除外)
2024 年 7 月 7 日	世界田径应公布所有项目(马拉松除外)的 Road to Paris 的最后一版，提供有资格参赛的所有运动员和接力队的最终名单。
2024 年 7 月 8 日	2024 年巴黎奥运会报名截止日期
2024 年 7 月 26 日-8 月 11 日	2024 年巴黎奥运会

## I. 参赛标准

以下参赛标准已在 2022 年 11 月由世界田径理事会批准

男子	项目	女子
10.00	100m	11.07
20.16	200m	22.57
45.00	400m	50.95
1:44.70	800m	1:59.30
3:33.50 (3:50.40)	1500m(1 英里)	4:02.50 (4:20.90)
13:05.00	5000m	14:52.00
27:00.00	10000m	30:40.00
13.27	110m 栏/100m 栏	12.77
48.70	400m 栏	54.85
8:15.00	3000m 障碍	9:23.00
2.33	跳高	1.97
5.82	撑竿跳高	4.73
8.27	跳远	6.86
17.22	三级跳远	14.55
21.50	铅球	18.80
67.20	铁饼	64.50
78.20	链球	74.00
85.50	标枪	64.00
8460	十项全能/七项全能	6480
1:20:10	20Km 竞走	1:29:20
2:08:10	马拉松	2:26:50

---

★.《田径科技动态》编委会：主席：于洪臣；副主席：田晓君、赵杰修。

主编：苑廷刚；副主编：刘冉、王国杰；编辑：韩鹏鹏、刘嘉伟、卢巧配。

★.联系人：韩鹏鹏；电话：010-87182520、13233033817，微信名:hpp9797；E-mail：[tkshpp@163.com](mailto:tkshpp@163.com)；[yuantinggang@ciss.cn](mailto:yuantinggang@ciss.cn)。

★.定价为 15 元/本，全年 12 期为 1 份，共 6 本/份，全年定价为 90 元/份。