



## 优秀短跑运动员苏炳添阻力跑和助力跑训练研究

彭秋艳<sup>1</sup>, 苏炳添<sup>1,2</sup>, 章碧玉<sup>1\*</sup>, 王国杰<sup>3</sup>

(1. 北京体育大学, 北京 100084; 2. 暨南大学 体育学院, 广东 广州 510632;

3. 南京体育学院, 江苏 南京 210014)

**摘要:**目的:探究优秀短跑运动员苏炳添1个赛季中不同训练阶段阻力跑和助力跑训练负荷特征及训练效果。方法:运用跟踪记录法对苏炳添同一赛季不同训练阶段阻力跑和助力跑的训练负荷参数进行测试和记录,使用Microsoft excel 2016软件对数据进行对比分析。结果:1)教练员主要采用17.1%~37.1% BW的阻力负荷和5~20 m的练习距离来提高苏炳添的起跑能力;采用10%~17.1% BW阻力负荷和30~40 m练习距离来提高苏炳添的加速能力。2)采用8.6%~10% BW助力负荷、86.4%~99.1%  $V_{max}$ 助力速度和20~40 m牵引距离来提高苏炳添的次最大速度条件下跑动技术的稳定性;采用8.6% BW助力负荷,99.1%~102%  $V_{max}$ 助力速度和20 m牵引距离来提高苏炳添最大速度能力。3)苏炳添常用的辅助性练习阻力负荷为2.9% BW、练习距离为40~45 m,小栏架跑的阻力负荷为9%~11.4% BW、练习距离为30~50 m。结论:苏炳添阻力跑和助力跑训练在发展起跑、加速跑及加速跑能力方面具有明显的效果,根据不同训练阶段和专项需求,系统、交替地安排阻力跑和助力跑训练是苏炳添在60 m和100 m两个项目上均取得重大突破的主要原因之一。

**关键词:**阻力跑;助力跑;周期安排;负荷控制

**中图分类号:**G808.1 **文献标识码:**A

阻力跑训练(RST)和助力跑训练(AST)是提高速度能力最常用且有效的方法之一,两者的动作模式分别与短跑起动的加速和最大速度阶段较为接近(姜自立等, 2015; Murray et al., 2005),可以给神经肌肉系统带来较强的负荷刺激,产生专项训练适应,提高速度能力。阻力跑可以发展下肢力量输出速率,增加向前的驱动力,提高加速能力;阻力跑中的变阻跑可以提高起动的转换能力;助力跑可以发展最大速度阶段步频,突破速度障碍(姜自立等, 2015),提高最大速度能力。

当前在训练实践中阻力跑训练手段主要包括阻力雪橇、阻力伞、阻力带、上坡跑等(Alcaraz et al., 2008, 2018; Clark et al., 2010),但都存在负荷强度不易量化的弊端,且阻力负荷在不同设备、不同跑道材质、不同附着点和不同距离的浮动范围较大,一般为10%~120%自身体重(BW)(Alcaraz et al., 2018; Hichs, 2017; Kawamori et al., 2014; Martinez et al., 2014; Petrakos et al., 2016),过大的阻力负荷会导致运动员躯干前倾幅度增加和踝、膝、髌关节屈伸范围减小,带来蹬伸不充分的问题,不利于提高力量输出速率和掌握正确的短跑技术(Bachero et al., 2014; Lockie et al., 2003; Slawinski et al., 2008; Zafeiridis et al.,

2005)。助力跑训练手段主要有下坡跑、牵引跑和高速跑台等(Bret et al., 2002; Clark et al., 2009),助力负荷相对统一,采用下坡跑时,斜坡角度一般在 $3^{\circ}$ ~ $5^{\circ}$ (姜自立等, 2015)。助力跑速度训练强度为超过5%~10%最大速度( $V_{max}$ ),但同样存在负荷强度不易量化的问题。当助力跑练习超过一定负荷,可能会导致运动员髌、膝、踝关节活动范围增大,着地距离增加、随之制动时间和制动力增加,破坏正确的短跑技术结构并增加膝关节和腘绳肌的运动损伤概率(Clark et al., 2009; Ebben, 2008)。此外,关于阻力跑和助力跑训练研究多为一般水平人群的单次负荷干预研究,鲜有针对高水平短跑运动员系统的阻力跑和助力跑训练干预研究。

收稿日期:2021-08-26; 修订日期:2021-10-11

基金项目:教育部人文社会科学研究规划基金(19YJA890039);田径跳跃远度项目国家队一组备战东京奥运会(2021年度)科技攻关与科技服务(TJ2021002);中央高校基本科研业务费专项基金(20211018)。

第一作者简介:彭秋艳(1993-),女,在读博士研究生,主要研究方向为田径教学与训练,E-mail: pengqiuande@163.com。

\*通信作者简介:章碧玉(1964-),女,教授,博士,博士研究生导师,主要研究方向为田径教学与训练、青少年选材与训练,E-mail: 944415231@qq.com。

目前随着 1080Sprint(Hicks, 2017)阻力助力训练系统在训练中的普及,可以实现负荷强度的精确控制,最大限度地提高训练负荷的针对性和有效性。苏炳添作为国内优秀短跑运动员,在近 2 年的训练中,运用 1080Sprint 训练取得了一定的突破(王国杰等,2019)。通过对苏炳添阻力跑和助力跑训练的梳理,以丰富高水平短跑运动员阻力跑和助力跑训练理论研究。

## 1 研究对象与方法

### 1.1 研究对象

以我国优秀短跑运动员苏炳添(身高 1.73 m,体重 70 kg,60 m 最好成绩 6.42 s,100 m 最好成绩 9.83 s)2018 赛季阻力跑和助力跑训练周期安排、负荷设定、训练效果为研究对象。与历年成绩相比较,苏炳添 2018 赛季在 60 m 和 100 m 项目上均取得了巨大的成功。

### 1.2 研究方法

#### 1.2.1 跟踪记录法

跟踪记录苏炳添 2018 赛季(时间跨度为 2017 年 10 月 5 日—2018 年 11 月 11 日)结合 1080Sprint 训练系统(瑞典)的阻力跑和助力跑训练安排与负荷设定,记录阻力跑和助力跑练习距离、练习组数、负荷强度、跑动时的功率、力值、速度和加速度。训练中,1080Sprint 放置于距离起跑线后 10 m 处位置,将与人体连接部分的阻力绳标定在距离起跑线后 0.50~0.60 m 处,并设置好负荷强度(图 1)。待运动员就位后,根据预备姿态再次标定起点位置,并记录该位置与起跑线差值,留作后续测试时继续使用,从而保证测试条件的一致性。记录从起动至运动结束时的速

度、力值和功率数据。

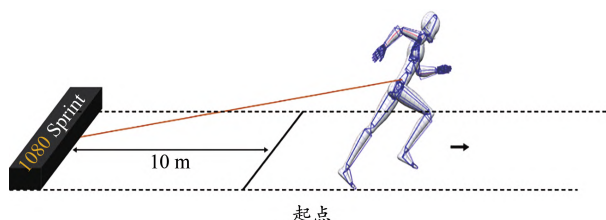


图 1 1080 阻力助力跑训练系统

Figure 1. 1080 Resisted Sprint and Assisted Sprint Training System

#### 1.2.2 数理统计法

运用 Microsoft excel 2016 对数据进行整理,对苏炳添不同训练阶段中 1080Sprint 阻力助力跑训练系统的功率、力值、速度和加速度等数据进行对比分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 苏炳添训练安排与任务

苏炳添 2018 赛季共参加 25 场比赛(包含 4×100 m 接力比赛),其中室内 60 m 比赛 11 场,室外 100 m 比赛 14 场。比赛时间跨度为:1 月 26 日—3 月 3 日(室内赛阶段)、5 月 6 日—26 日(室外赛第 1 阶段)、6 月 22 日—7 月 19 日(室外赛第 2 阶段)和 8 月 25 日—9 月 9 日(室外赛第 3 阶段),主要竞赛目标依次为:检验冬训效果、室内赛适应性比赛;逐渐进入竞技状态、提高竞技水平;稳定竞技状态、逐渐达到最佳竞技状态;达到最佳竞技状态、完成年度重要比赛(亚运会)。所以根据比赛安排和时间分布,将苏炳添 2018 年度训练安排分为 4 个准备期(表 1)。

表 1 苏炳添 2018 赛季训练安排

Table 1 Training Arrangements of Su Bingtian in 2018 Season

训练安排	准备期 1	竞赛期 1	准备期 2	竞赛期 2	准备期 3	竞赛期 3	准备期 4	竞赛期 4	恢复期
时间	2017/10/5—2018/1/25	1/26—3/3	3/4—5/5	5/6—5/26	5/27—6/21	6/22—7/19	7/20—8/6	8/25—9/9	9/10—11/11
训练目标	夯实基础体能;改进技术,提高起跑及起跑后的加速能力	检验冬训效果	巩固提高起跑及加速能力,建立 100 m 跑全程节奏	室外赛适应预防伤病,提高专项水平,稳定训练强度,完成年度重要比赛	预防伤病,提高专项水平,稳定训练强度,完成年度重要比赛	预防伤病,提高专项水平,稳定训练强度,完成年度重要比赛	预防伤病,提高专项水平,稳定训练强度,完成年度重要比赛	预防伤病,提高专项水平,稳定训练强度,完成年度重要比赛	休息调整

### 2.2 苏炳添阻力跑和助力跑训练安排

#### 2.2.1 冬训准备期(准备期 1)

准备期 1 是冬训阶段,本阶段的主要目标是改进和优化跑动技术、提高起跑和起跑后的加速能力,并为后续的室内 60 m 比赛做好准备。改进和优化跑动技术的主要手段为轻阻力 2.9% BW、中长距离 15~50 m、中等量 160~300 m 的辅助性练习,如小步跑、快速下压腿、快速绞剪腿和垫步下压等,通过上述手段来提高单步着地动作效果,加大臀肌用力比例、减小着地距离、提高下压与前摆配合

紧密程度、提高下肢支撑刚度(Bret et al., 2002; Chelly et al., 2001; Morin et al., 2006)。在优化改进单步跑动技术的同时,采用负荷 9%~11.4% BW、长距离 30~50 m、中等量 200~300 m 的抗阻力小栏架跑(栏高 25~35 cm、间距 1.90~2.10 m)提高单步技术组合后的连贯性和流畅性,提高跑动配合效果(王国杰等,2019)。提高起跑能力方面,采用中等负荷 10%~17.1% BW、短距离 10~15 m、低量 60 m 的抗阻力起跑。一方面可以在阻力负荷下加大起跑躯干前倾角、减小胫骨角和力线(force line)(Kawamori

et al., 2014; Keogh et al., 2010; Winwood et al., 2016), 提高用力效果; 另一方面, 可以提高启动加速阶段蹬地力量, 强化伸膝、伸髋肌群力量, 提高起跑阶段功率输出(Lockie et al., 2003)。本阶段周训练课次为2~3次, 持续6周以上。

### 2.2.2 室外赛前准备期(准备期2)

准备期2是室外赛前准备阶段, 本阶段的训练目标是巩固提高起跑及加速能力, 建立100 m跑全程节奏。本阶段阻力跑训练距离逐渐延长, 阻力负荷“重-轻”结合, 抗阻力起跑训练, 采用重负荷22.9%~37.1% BW、短距离5~10 m、低量40~50 m与中等负荷17.1% BW、中等距离20~40 m、中高量60~490 m的加速跑相结合以提高起跑能力和起跑后的加速能力。有研究显示, 短距离、重负荷阻力跑后, 会产生PAP效应(Comyns et al., 2010; Kawamori et al., 2014)在处理好疲劳与恢复关系的前提下, 可以提高后续无阻力起跑能力, 提高加速效果。

本阶段助力跑训练采用次最大速度和最大速度训练结合的方法。助力跑练习形式为预跑15~20 m(此阶段无助力), 随后在机械牵引下达到设定速度(预定的速度强度和助力牵引强度)跑动20 m, 随后为15~20 m的无助力下的跑动。苏炳添的助力跑训练采用98.3%~99.1%  $V_{max}$ -10% BW强度、中等距离40 m、低量60~80 m, 来发展次最大速度条件下跑动技术的稳定性, 采用99.1%~102%  $V_{max}$ -8.6% BW强度、短距离20 m、低量60~80 m来发展最大速度。此阶段中次最大速度和最大速度训练课次安排为每周1次课, 课训练中先是进行次最大速度训练1~2次, 随后进行最大速度训练1~2次。

### 2.2.3 室外赛前准备期(准备期3)

准备期3的目标是预防伤病、强化体能、优化技术和逐渐提升竞技状态。阻力跑训练多采用变阻训练, 高强度→中强度(21.4% BW→10% BW, 速度阈值7.5 m/s→8.5 m/s)、中等距离30~40 m、中等量120~240 m来发展起跑加速的转换能力。此阶段阻力跑训练课次减少, 每周1~2次课。此阶段助力跑训练以次最大速度为主, 重在提高途中跑技术的稳定性和对速度的控制能力, 尤其是着地阶段鞭打动作效果和腾空阶段动作的舒展性。以86.4%~95.8%  $V_{max}$ -8.5%~10% BW强度、短距离20 m、低量60~120 m为主, 每周1次训练课。

### 2.2.4 室外赛前准备期(准备期4)

准备期4的目标是提高专项训练强度, 防治伤病, 为即将开始的第十八届亚运会做好准备。阻力跑训练以抗阻力起跑和起跑后的加速能力为主, 中等强度17.1%~21.4% BW、短距离15~25 m、中等量130~200 m、每周1~2次训练。助力跑训练以次最大速度强度为主, 次最大强度91.5%~94.9%  $V_{max}$ -10% BW、短距离20~25 m、中等量130~200 m, 每周1次训练, 以提高途中跑技术稳定

性和规范性为主, 突出动作幅度。助力强度相比上一个准备期有所提高。

### 2.2.5 阻力跑和助力跑训练思路

阻力跑和助力跑是速度训练中的一部分, 在采用上述方法进行训练的同时, 也结合无阻力和助力条件下的加速跑训练, 采用规定时间监控训练强度(表2)。常用的方法是1次阻力跑+2次加速跑(20~30 m)和1次助力跑+1次加速跑(40~60 m)。阻力负荷下, 一方面可以对主要用力肌群产生预先负荷, 在随后的训练中产生PAP效应, 另一方面阻力跑也是一种理想的技术教学方法, 形成正确的动作模式, 如躯干前倾角度、小腿胫骨角等, 通过阻力负荷可将上述的运动技术表现放大, 并在随后的无负荷条件下产生痕迹效应, 提高加速跑训练效果。

通过对苏炳添阻力跑与助力跑训练的梳理与总结, 发现其冬训准备期的训练以改进跑动技术, 建立良好的跑动技术动作模式(包含加速技术和途中跑技术)为重点, 在此基础之上, 不断提高加速能力训练强度, 发展加速爆发力和加速转换衔接技术。期间, 也较为注重跑动技术训练强度的提升和技术稳定性的发展, 以便为后续最大速度训练(助力跑)建立良好的跑动技术和跑动能力基础。在训练手段上以低强度、高负荷量的阻力跑动技术和轻负荷量的小栏架跑训练来完善跑动技术和实现跑动技术向专项跑的转化。在准备期2中, 在保证加速技术和途中跑跑动技术训练日常化的同时, 注重加速能力和最大速度能力的同步发展, 并逐步提高训练强度。在训练手段上以中高强度、较高训练量的阻力起跑和阻力加速跑来发展加速能力、加速转换衔接能力及加速爆发力; 采用最大速度、低训练量的助力跑发展最大速度能力。准备期3和4中, 延续阶段2的训练内容, 在确保足够训练强度的同时, 逐步降低训练量, 来促进运动员进入竞技状态。训练手段上以中高强度、低训练量的阻力起跑和加速跑加速爆发力及加速转换衔接能力; 采用次最大速度的助力跑发展最大速度的稳定性(图2)。

## 2.3 苏炳添阻力跑和助力跑训练示例

### 2.3.1 阻力跑训练示例

起跑时由于运动员处于静止状态, 需要产生较大的蹬地力值克服惯性, 从而摆脱静止状态, 因此起跑阶段表现出支撑时间长、腾空时间短和身体前倾幅度大的特点。优秀男子短跑运动员起跑至前2步, 支撑时间分别为0.280 s、0.140 s和0.123 s, 腾空时间分别为0.050 s、0.060 s和0.067 s, 躯干角分别为35°、48°和47°(Ralph et al., 2015)。为达到产生较大作用力的效果, 在负荷设定上采用重负荷、短距离, 着重提高起跑阶段运动员的力量输出, 或者重负荷与轻负荷相结合, 提高起跑到加速跑的转换能力, 着重提高运动员的功率输出。

表2 苏炳添2018赛季速度训练强度表  
Table 2 Speed Training Intensity of Su Bingtian in 2018 Season

距离/m	时间/s	强度/s											
		105%	102%	98%	95%	92%	90%	85%	80%	75%	70%	65%	60%
400	44.15			45.04	46.36	47.68	48.57	50.78	52.98	55.19	57.40	59.61	61.81
300	32.05	30.45	31.41	32.69	33.65	34.61	35.26	36.86	38.46	40.06	41.67	43.27	44.87
250	26.71	25.37	26.17	27.24	28.04	28.85	29.38	30.71	32.05	33.39	34.72	36.06	37.39
200	19.95	18.95	19.55	20.35	20.95	21.54	21.94	22.94	23.94	24.94	25.93	26.93	27.93
150	14.91	14.17	14.62	15.21	15.66	16.11	16.40	17.15	17.90	18.64	19.39	20.13	20.88
120	11.93	11.33	11.69	12.17	12.53	12.89	13.12	13.72	14.32	14.91	15.51	16.11	16.70
100	9.88	9.38	9.68	10.08	10.37	10.67	10.87	11.36	11.85	12.35	12.84	13.34	13.83
90	8.89	8.45	8.71	9.07	9.34	9.60	9.78	10.22	10.67	11.11	11.56	12.00	12.45
80	7.90	7.51	7.74	8.06	8.30	8.53	8.69	9.09	9.48	9.88	10.27	10.67	11.06
75	7.41	7.04	7.26	7.56	7.78	8.00	8.15	8.52	8.89	9.26	9.63	10.00	10.37
70	6.91	6.57	6.78	7.05	7.26	7.47	7.61	7.95	8.30	8.64	8.99	9.34	9.68
60	6.43	6.10	6.30	6.55	6.75	6.94	7.07	7.39	7.71	8.03	8.35	8.67	9.00
55	5.89	5.60	5.77	6.01	6.18	6.36	6.48	6.77	7.07	7.36	7.66	7.95	8.25
50	5.35	5.09	5.25	5.46	5.62	5.78	5.89	6.16	6.43	6.69	6.96	7.23	7.50
45	4.82	4.58	4.72	4.92	5.06	5.20	5.30	5.54	5.78	6.02	6.26	6.51	6.75
40	4.28	4.07	4.20	4.37	4.50	4.63	4.71	4.93	5.14	5.35	5.57	5.78	6.00
35	3.75	3.56	3.67	3.82	3.94	4.05	4.12	4.31	4.50	4.68	4.87	5.06	5.25
30	3.66	3.47	3.58	3.73	3.84	3.95	4.02	4.20	4.39	4.57	4.75	4.94	5.12

注:训练强度依据训练中途中跑30 m跑成绩进行测算。

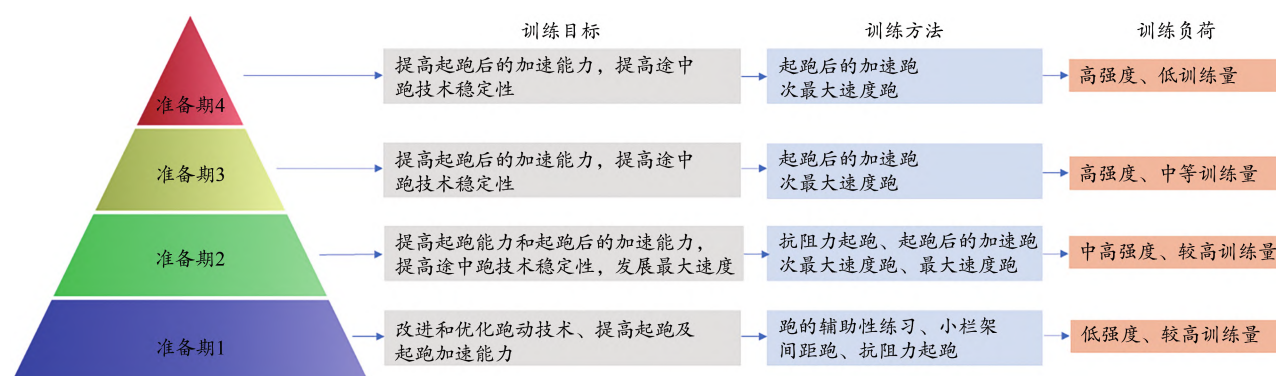


图2 苏炳添2018年赛季阻力和助力跑训练思路  
Figure 2. Su Bingtian's Training Ideas of Resisted and Assisted Sprint in 2018 Season

2.3.2 助力跑训练示例

教练员在助力跑训练中,通常采用超过100%  $V_{max}$  的助力速度来发展最大速度能力,虽然可以给神经中枢带来高强度刺激,提高大脑皮质兴奋与抑制的转换速度,但是在超过运动员个人最大速度能力的牵引速度下,运动员通常会出着地制动、扒地不充分的问题,无形间增加了腓绳肌和脚踝的损伤风险。所以,苏炳添发展最大速度主要采用次最大速度与最大速度助力跑结合的训练方法。主要目的在于借助次最大速度的牵引,使运动员降低主动用力同时实现最大速度,重点是在接近最大速度的奔跑中实现跑动技术的协调放松,提高跑动技术的实效性。在助力跑后,采用小栏架跑练习,进一步强化高速跑中的肌肉用力,巩固助力跑训练效果(表3)。

2.4 苏炳添阻力跑和助力跑训练效果

在短跑训练实践中,为了实现力量素质向速度的有效转化,需要进行一些既包含有专项跑的成分、又包含力量训练成分的训练(姜自立等,2017),而阻力跑和助力跑符合起跑加速和最大速度的技术要求,能有效促进力量素质向速度的转化。苏炳添采用1080Sprint阻力助力跑训练系统开展训练,取得了一定效果。30 m和60 m分别反应运动员的加速能力和最大速度能力的指标,通过图3可以看出,苏炳添的30 m成绩从5月16日—8月6日,呈不断提升态势,并在第十八届亚运会前达到年度高峰状态3.48 s。60 m成绩也是从6月25日(竞赛期)的6.57 s,提升至第十八届亚运会前准备末期6.49 s,进步幅度较大,表明该年度整体阻力跑和助力跑训练对提升速度能力具有一定成效。

表3 苏炳添阻力跑和助力跑训练示例

Table 3 Su Bingtian's Resistance Running and Resistance Running Training Examples

训练方式	训练任务	训练内容	目标与要求
阻力跑训练示例	提高起跑阶段功率输出,提高起跑加速能力	①热身 ②站立起动加速10 m×3次/组×3组 ③3点支撑起动加速托雪橇15 m(30 kg)×3次/组×3组 ④1080起跑器起跑15 m(9~12 kg)×3次/组×3组 ⑤起跑器起跑15 m×4次/组×3组 ⑥起跑器起跑30 m×3次/组×2组 ⑦起跑器起跑45 m×2次/组×1组 ⑧直腿弹性跑50 m×4次	①加大起跑躯干前倾角、减小胫骨角,提高用力效果 ②提高起动加速阶段蹬地力量,强化伸膝、伸髋肌群力量
助力跑训练示例	提高最大速度能力和发展高速跑中技术的规范性和稳定性	①热身 ②助力跑50 m×6次,98.3%~99.1% Vmax-10% BW ③小栏架跑×5次(18个小栏架,栏架间距2.15 m-2.35 m,每个距离6个栏架) ④力量训练 ⑤核心素质训练	高速跑中加快摆动腿下压鞭打的速度,缩减着地距离,体会空中放松动作,要求其在高速条件下达到高规格的技术要求

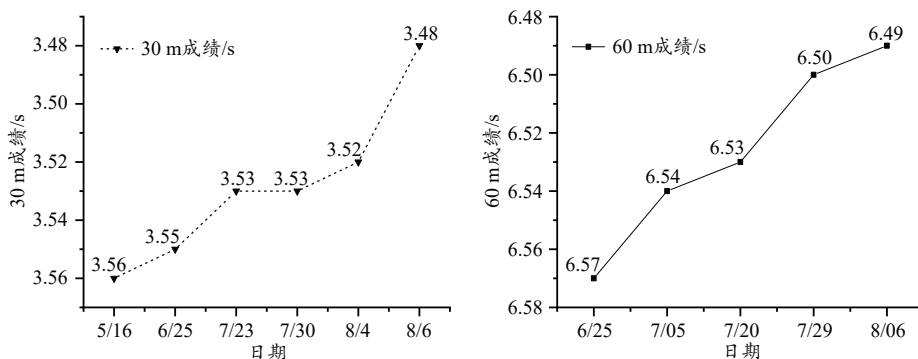


图3 苏炳添起跑加速30 m和60 m跑成绩变化

Figure 3. Changes of Su Bingtian's Speed in 30 m and 60 m Sprint

2.4.1 阻力起跑训练效果

从表4中可见,2个不同训练阶段采用相同的15 kg(21.4% BW)负重、15 m阻力起跑训练手段时,准备期1中有更高的峰值力值(318.05 N),准备期4中则有相对高的峰值速度(7.97 m/s)和功率(1 178.83 W)。早期训练处于力量训练分期中的最大力量训练阶段,此时的阻力起跑与最大力量训练分期相匹配,更注重力量输出;而后期训练中力量训练分期逐渐向功率和专项速度转移,更加凸显速度和功率的重要性。就整体而言,通过3个阶段的阻力起跑训练,苏炳添起跑后的峰值速度(+1.53 m/s)和功率(+56.92 W)有所提高,加速能力有所提升。

为达到较大的作用力的效果,苏炳添起跑能力训练主要采用重阻力负荷,12~26 kg(17.1%~37.1% BW)和短距离5~20 m,着重提高起跑阶段运动员的力量输出和功率输出。在重阻力负荷下不仅可以加大起跑躯干前倾角、减小胫骨角和力线(Kawamori et al., 2014; Keogh et al., 2010; Winwood et al., 2016),提高用力效果,而且可以提高启动加速阶段蹬地力量,强化伸膝、伸髋肌群力

量,发展起跑阶段的蹬伸能力。

2.4.2 阻力加速跑训练效果

加速跑阶段的力学特点与起跑不同,随着跑动距离的加长和跑动速度的提高,运动员逐渐过渡到途中跑阶段,此时速度和功率是主要目标,因此负荷强度有所降低,并采用了变阻形式,负荷重量由17.1% BW转至10.0% BW(速度阈值7.0 m/s),旨在提高加速爆发力和加速转换衔接技术的稳定性,跑动距离在30~40 m。由表4可见,通过2个阶段的阻力加速跑训练,苏炳添准备期3中阻力加速跑的峰值速度、峰值力值和峰值功率相比准备期2均有提升,增值分别为0.26 m/s、30.32 N和104.19 W。

变阻训练是根据运动员跑动中速度变化(由低速转为高速)、阻力形式变化(水平推动力逐渐减小)、躯干角度变化(由前倾转为竖直)的专项需求而进行的,其中变阻的速度阈值设定是关键。此方法不仅可以发展起动加速阶段能力,而且可以通过变阻的形式实现“重-轻”负荷的转换,在发展起跑能力的同时,可以针对性的发展起跑后加速跑的转换衔接能力。

表4 苏炳添阻力起跑、阻力加速跑、阻力辅助训练、助力跑训练效果

训练方式	训练阶段	阻力/kg	峰值速度/(m·s <sup>-1</sup> )	峰值力值/N	峰值功率/W
阻力起跑训练效果	准备期1	15(21.4% BW)	6.44	318.05	1121.91
	准备期4	15(21.4% BW)	7.97(1.53 ↑)	232.01(86.04 ↓)	1 178.83(56.92 ↑)
阻力加速跑训练效果	准备期2	12→7(17.1% BW→10.0% BW)	8.62	214.82	1019.87
	准备期3	12→7(17.1% BW→10.0% BW)	8.88(0.26 ↑)	235.14(30.32 ↑)	1 124.06(104.19 ↑)
阻力辅助训练效果	准备期1前期	2(2.9% BW)	8.24	71.83	—
	准备期1后期	2(2.9% BW)	9.92(1.68 ↑)	85.63(13.8 ↑)	—
助力跑训练效果	准备期3	7(10% BW)(94.9% V <sub>max</sub> )	11.23	71.23	—
	准备期4	7(10% BW)(94.9% V <sub>max</sub> )	11.57(0.34 ↑)	54.67(16.56 ↓)	—

注:—表示缺失值;↑及括号内数字表示前后2个时期的数据对比出现增长及增长值;↓及括号内数字表示前后2个时期的数据对比出现减少及减少值。

#### 2.4.3 阻力辅助性练习训练效果

辅助性练习通常是每周的调整训练内容,多在速度训练或者力量训练的次日进行,以阻力跑的辅助性练习和小栏架跑为主,该练习一般在冬训阶段,室外赛季准备阶段训练较少。在进行辅助性练习时较为注重峰值力值,原因在于跑的辅助性练习是完整跑动技术的分解练习,其中多数练习以着地时的鞭打下压作为动作重点,而下压着地效果的好坏可以通过着地阶段的峰值力值来体现。如表4所示,准备期1后期中辅助性练习峰值速度和峰值力值均较准备期1前期有所提升,增值分别为1.68 m/s和13.8 N。

辅助性练习主要是用于提高单步技术组合后的连贯性和流畅性,提高跑动配合效果。提高单步着地动作效果,加大臀肌用力比例,减小着地距离,提高下压与前摆配合紧密程度,提高下肢支撑刚度(Bret et al., 2002; Chell et al., 2001; Morin al., 2006)。

#### 2.4.4 助力跑训练效果

助力跑一般采用高出运动员5%~10% V<sub>max</sub>的区间范围来进行。为减少腓绳肌和脚踝损伤风险,苏炳添的助力跑训练多采用89.8%~94.9% V<sub>max</sub> 10% BW的负荷强度,超过最大速度强度的训练比重较少。本研究选取了2个不同训练阶段,7 kg(10% BW)助力牵引助力、11.2 m/s(94.9% V<sub>max</sub>)和50 m距离,相同训练条件下的助力跑训练数据,从表4可知,准备期3和准备期4阶段的助力跑训练后,相同负荷强度下,准备期4中苏炳添的峰值速度较准备期3提高了0.34 m/s,制动力下降16.56 N,表明其自身奔跑速度已超出了助力速度,且跑动中着地支撑距离有所缩减,是助力跑训练适应良好的表现。

助力跑目的在于提高高速跑中技术的稳定和最大速度能力,苏炳添助力跑采用次最大速度和最大速度训练相结合的方法。采用次最大速度强度助力跑,运动员无须主动加速用力即可达到较高的速度水平,此时运动员将注意力放在跑动技术的保持与核心技术环节的细致要求上(如高速跑进中加快摆动腿下压鞭打速度、缩减着地

距离、体会空中放松动作),提高运动员对速度的控制能力和跑动技术的稳定性。采用最大速度强度进行助力牵引,旨在提高最大速度条件下,中枢神经系统的兴奋性,加强神经肌肉快速收缩能力,突破速度障碍,提高最大速度。

### 3 结论

1)苏炳添2018赛季的阻力跑和助力跑训练在发展起跑、加速跑、最大速度能力方面具有明显的效果。结合年度竞赛计划,划分训练准备阶段,根据不同训练阶段时间跨度和专项需求特点,系统、交替安排阻力跑和助力跑训练是苏炳添2018赛季在60 m和100 m两个项目上均取得重大突破的主要原因之一。

2)教练员主要采用17.1%~37.1% BW阻力负荷和5~20 m练习距离提高苏炳添的起跑能力;采用10%~17.1% BW和30~40 m练习距离提高苏炳添的加速能力;采用8.6%~10% BW助力负荷、86.4%~99.1% V<sub>max</sub>助力速度和20~40 m牵引距离来提高苏炳添次最大速度条件下跑动技术的稳定性;采用10% BW助力负荷,99.1%~102%V<sub>max</sub>助力速度和20 m牵引距离来提高苏炳添的最大速度能力;苏炳添常用的辅助性练习阻力负荷为2.9% BW,练习距离为40~45 m,小栏架跑的阻力负荷为9%~11.4% BW,练习距离30~50 m。

#### 参考文献:

- 姜自立,李庆,2015.阻力跑和助力跑在速度训练中的应用研究进展[J].山东体育学院学报,31(6):96-101.
- 姜自立,李庆,2017.对短跑力量训练的再思考[J].山东体育学院学报,33(5):86-93.
- 王国杰,苏炳添,章碧玉,等,2019.优秀短跑运动员苏炳添的技术优化训练研究[J].成都体育学院学报,45(6):82-87.
- ALCARAZ P E, CARLOS-VIVAS J, OPONJURU B O, et al., 2018. The effectiveness of Resisted Sled Training (RST) for sprint performance: A systematic review and meta analysis[J]. Sports Med, 48(9):2167-2168.
- ALCARAZ P E, PALAO J M, ELVIRA J L L, et al., 2008. Effects of

- three types of resisted sprint training devices on the kinematics of sprinting at maximum velocity[J]. *J Strength Cond Res*, 22(3): 890-897.
- BACHERO-MENA B, GONZA LEZ-BADILLO J J, 2014. Effects of resisted sprint training on acceleration with three different loads accounting for 5, 12.5, and 20% of body mass[J]. *J Strength Cond Res*, 28(10): 2954-2960.
- BRET C, RAHMANI A, DUFOUR A, et al., 2002. Leg strength and stiffness as ability factors in 100 m sprint running[J]. *J Sports Med Phys Fit*, 42(3): 274-281.
- CHELLY S M, DENIS C, 2001. Leg power and hopping stiffness: Relationship with sprint running performance[J]. *Med Sci Sports Exerc*, 33(2): 326-333.
- CLARK D A, SABICK M B, PFEIFFER R P, et al., 2009. Influence of to-wing force magnitude on the kinematics of supramaximal sprinting[J]. *J Strength Cond Res*, 23(4): 1162-1168.
- CLARK K P, STEARNE D J, WALTS C T, et al., 2010. The longitudinal effects of resisted sprint training using weighted sleds vs. weighted vests[J]. *J Strength Cond Res*, 24(12): 3287-3295.
- COMYNS T M, HARRISON A J, HENNESSY L K, 2010. Effect of squatting on sprinting performance and repeated exposure to complex training in male rugby players [J]. *J Strength Cond Res*, 24(3): 610-618.
- EBBEN W P, 2008. The optimal downhill slope for acute overspeed running[J]. *Int J Sports Physiol Perform*, 3(1): 88-93.
- HICKS D, 2017. Resisted and assisted sprint training determining the transfer to maximal sprinting[J]. *New Studies Athletics*, 32(1): 35-51.
- KAWAMORI N, NEWTON R U, NARUHIRO H, et al., 2014. Effects of weighted sled towing with heavy versus light load on sprint acceleration ability[J]. *J Strength Cond Res*, 28(10): 2738-2745.
- KEOGH J W L, NEULANDS C, BLEWETT S, et al., 2010. A kinematic analysis of a strongman-type event: The heavy sprint-style sled pull[J]. *J Strength Cond Res*, 24(11): 3088-3097.
- LOCKIE R G, MURPHY A J, SPINKS C D, 2003. Effects of resisted sledtowing on sprint kinematics in field sport athletes[J]. *J Strength Cond Res*, 17(4): 760-767.
- MARTÍNEZ-VALENCIA M A, GONZÁLEZ-RAVÉ J M, VALDIVIELSO F N, et al., 2014. Acute effects of sled-towing exercise: A systematic review[J]. *Sports Med*, 9(25): 35-42.
- MORIN J B, JEANNIN T, CHEVALLIER B, et al., 2006. Spring-mass model characteristics during sprint running: Correlation with performance and fatigue-induced changes [J] *Int J Sports Med*, 27(2): 158-165.
- MURRAY A, AITCHISON T C, ROSS G, et al., 2005. The effect of towing a range of relative resistances on sprint performance[J]. *J Sports Sci*, 23(9): 927-935.
- PETRAKOS G, MORIN J B, EGAN B, 2016. Resisted sled sprint training to improve sprint performance: A systematic review [J]. *Sports Med*, 46(3): 381-400.
- RALPH V, MAN AMBER-MURPHY, 2015. *The Mechanics of Sprinting and Hurdling*[M]. Charleston, South Carolina: CreateSpace Independent Publishing Platform: 173-174.
- SLAWINSKI J, DOREL S, HUG F, et al., 2008. Elite long sprint running: A comparison between incline and level training sessions [J]. *Med Sci Sports Exerc*, 40(6): 1155-1164.
- WINWOOD P W, POSTHUMUS L R, CRONIN J B, et al., 2016. The acute potentiating effects of heavy sled pulls on sprint Performance[J]. *J Strength Cond Res*, 30(5): 1248-1254.
- ZAFEIRIDIS A, SARASLANIDIS P, MANOU V, et al., 2005. The effects of resisted sled pulling sprint training on acceleration and maximum speed performance[J]. *J Sports Med Phys Fit*, 45(3): 284-290.

## Research on Resisted Sprint and Assisted Sprint Training of Excellent Sprinter Su Bingtian

PENG Qiuyan<sup>1</sup>, SU Bingtian<sup>1,2</sup>, ZHANG Biyu<sup>1\*</sup>, WANG Guojie<sup>3</sup>

1. Beijing Sport University, Beijing 100084, China;

2. Sport institute, Jinan University, Guangzhou 510632, China; 3. Nanjing Sport Institute, Nanjing 210014, China

**Abstract:** Objective: To explore the characteristics and training effects of resisted sprint and assisted sprint training load in different training stages of elite sprinter Su Bingtian in one season. Methods: The training load parameters of resisted sprint and assisted sprint in different training stages of Su Bingtian in 2018 season was tracked and recorded, then the Microsoft Excel 2016 software was used to compare and analyze the data. Results: 1) The 17.1%~37.1% BW resistance load and 5~20 m practice distance were mainly used to improve Su's starting ability, and a resistance load of 10%~17.1% BW and a practice distance of 30~40 m were used to improve Su's acceleration ability; 2) The 8.6%~10% BW power load, 86.4%~99.1%  $V_{max}$  power speed and 20~40 m traction distance were used to improve Su's running stability during the maximum speed; a 8.6% BW power load, 99.1%~102%  $V_{max}$  power speed and 20 m traction distance were used to improve Su's maximum speed capability; 3) The commonly used resistance load in auxiliary training was 2.9% BW, the training distance was 40~45 m, and the resistance load of small hurdle running was 9%~11.4% BW and the training distance was 30~50 m. Conclusions: The resisted sprint and assisted sprint training improved the starting, acceleration and acceleration abilities of Su Bingtian in the 2018 season. According to different training stages and the specific requirements, the systematacially and alternately arrangement of resisted sprint and assisted sprint training were the main reasons for Su Bingtian to make breakthrough in both 60 m and 100 m sprint in 2018 season.

**Keywords:** resisted sprint training; assisted sprint training; training arrangement; load control