利用基元图谱提升体育项目训练水平初探——以 5000 米跑为例

程 橙
陆军兵种大学北京营区，北京 100072

[摘要]当前院校中长跑训练时，主要依靠经验主导、依赖主观经验的组训方式。在训练理念上，主要秉持大强度、大运动量、多重复的训练理念；在训练计划制定上，与身体能力和运动发展规律结合得还不紧密；在组训模式上，循序渐进、前后衔接、难易搭配、适宜负荷及个性化训练做得还不够。以上情况容易导致依经验施训和粗放组训，能力生成机理不清晰，出现教学质效低、成绩提高难、训练伤情多等问题。为解决上述问题，本研究依托体能基元理论，以力量、速度、耐力、柔韧、灵敏五类最小功能单元为基础，对 5000 米跑各动作环节进行基元解构，筛选 15 项实测指标，通过皮尔逊相关分析与归一化权重计算构建专项体能基元图谱。有效识别个体能力短板、科学划定训练重难点，实现从经验施训到数据施训的转变，对提升中长跑训练科学化水平、优化训练负荷、降低运动损伤具有积极实践价值。

[关键词]基元图谱；体能基元；中长跑；科学训练
DOI：10.33142/jscs.v6i5.20670　　中图分类号：G808　　文献标识码：A

Exploration on the Use of Primitive Graph to Improve the Training Level of Sports Events — Taking the 5,000 Meter Run as an Example

CHENG Cheng
Beijing Campus of Army Services University, Beijing, 100072, China

Abstract: Currently, in the training of middle and long distance running in colleges and universities, the group training method mainly relies on experience led and subjective experience. In terms of training philosophy, we mainly adhere to the training concept of high intensity, large amount of exercise, and multiple repetitions; In terms of training plan formulation, it is not yet closely integrated with physical ability and exercise development laws; In terms of group training mode, there is still insufficient progress, continuity before and after, difficulty in matching, suitable load, and personalized training. The above situation can easily lead to experience based training and extensive group training, unclear mechanism of ability generation, low teaching quality and efficiency, difficulty in improving grades, and multiple training injuries. To solve the above problems, this study relies on the theory of physical fitness elements and uses the five smallest functional units of strength, speed, endurance, flexibility, and agility as the basis to deconstruct the basic elements of each movement in the 5,000 meter run. Fifteen measured indicators are selected, and a specialized physical fitness element map is constructed through Pearson correlation analysis and normalized weight calculation. Effectively identifying individual skill weaknesses, scientifically defining training priorities and difficulties, and achieving a transition from experience based training to data based training have positive practical value for improving the scientific level of middle and long-distance running training, optimizing training load and reducing sports injuries.

Keywords: primitive graph; physical fitness element; middle distance race; scientific training

引言

5000 米跑是典型的耐力主导项目，对人体综合体能能力要求高，是学校体育训练的重点项目。现有研究主要是针对有氧能力（最大摄氧量、无氧阈值）、代谢与能量供给（血乳酸浓度、脂肪氧化率）、运动表现（跑步经济性）等相关指标开展。但生理指标与运动能力的对应关系并非唯一性，无法精准量化各体能要素之间的协同作用，无法清晰表现出各自贡献占比。无法形成便于操作的训练重难点体系，研究理论成果直接对接基层训练实践不实，并且在一线教学中操作性不强。基于上述研究缺口，本研

Copyright © 2026 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

究以体能基元理论为支撑，将力量、速度、耐力、柔韧、灵敏视为人体运动能力的最小功能单元[1]，对 5000 米跑动作模式进行系统解构，通过实测数据与相关性建模构建专项体能基元图谱。通过量化计算各基元指标的权重占比，明确 5000 米跑的核心主导基元指标与配套基元指标，旨在为一线教学中长跑精准训练、短板补差、负荷调控及伤病预防提供可落地的科学化工具。

1 体育项目基元解构方法

1.1 体能基元

力量、速度、耐力、柔韧、灵敏构成五类体能基元，是人体运动能力的最小功能单元[1]。5000 米长跑属于耐力主导型专项技能，耐力基元占据核心地位，其余四类基元构成支撑与保障。力量基元决定耐力能力的输出上限；速度基元提供起跑、变速、冲刺所需的短时速率调整能力；柔韧基元降低长时间持续运动的能量内耗；灵敏基元维持持续跑动中的身体动态稳定。专项运动表现，是五大体能基元在长跑动作模式约束下产生的综合结果。

将训练项目降解，分析项目所需的体能基元，查找课目成绩与这些体能基元的逻辑关系，能够有效突出关键基元，查找受训者基元水平差距，是个性化训练、优化动作表现的核心前提。同时，体能基元具有可测量、可评估、可训练、可量化的特征，各体能基元之间相互依存，相互作用，共同构成完成体育项目的物质基础。

为量化评估五类基元的现实水平，本研究选取 15 项可实操的测试指标作为各基元的观测载体。其训练科学性及测量评价的精准性直接关系到项目的训练效果及运动损伤的预防。

1.2 项目解构方法

1.2.1 对项目运动模式及表现形式进行分析

对项目运动模式及表现形式进行分析，确定哪些体能基元主要提供支撑。具体为：明确目标项目的核心表现指标（如爆发速度、持续耐力等），同时查找目标项目的动作特点（如爆发性、耐力性、技巧性等），圈定基元拆解的范围。

力量基元：人体肌肉群对抗阻力产生的能力，是所有运动表现的基础，可分为最大力量、快速力量、力量耐力三类；速度基元：单位时间内完成位移的能力，可分为反应速度、动作速度两类；耐力基元：人体持续完成运动的能力，可分为有氧耐力、无氧耐力两类；柔韧基元：关节活动范围和肌肉伸展能力的综合体现；灵敏、协调基元：快速可控改变身体方向与速度的能力，身体各部位协同完成复杂动作的能力[2]。

在以上体能素质分类的基础上，匹配五大体能基元，筛选对应的观测指标。

1.2.2 分解目标项目关键技术动作

把目标项目的完整动作拆解为单个动作单元，明确各动作单元的动作模式及所需身体素质。

5000 米跑可拆解为起跑-加速-途中跑-变速调整-冲线跑 5 个单元。起跑环节重点是抢占有利占位，主要依赖速度和力量；加速环节重点是逐步提升步幅和频率，调整节奏，主要依赖协调和耐力；途中跑环节主要是保持稳定的步幅、频率和呼吸节奏，主要依赖耐力、力量和协调；变速调整环节主要是全程超越别人时需短暂提升步幅、频率，主要依赖速度、耐力；冲线跑环节主要是步频提到极限，上肢摆动加大带动下肢发力，全力冲刺，主要依赖速度、力量和协调。

1.2.3 匹配动作单元与体能基元

针对目标项目拆解后的动作单元，结合它所需要的身体素质，分析所依赖的体能基元，匹配结果见表 1。

表 1　5000 米跑动作单元与主导体能基元匹配表

动作单元	核心目标	主导基元	主要观测要素
起跑	抢占有利位置	速度、力量	反应速度、加速速度、爆发力
加速	提升步频步幅	速度、耐力、灵敏	加速速度、动态平衡、无氧耐力
途中跑	维持步频步幅及呼吸节奏稳定	速度、耐力、灵敏	有氧耐力、力量耐力、动态平衡
变速调整	完成超越动作	速度、耐力、灵敏	加速速度、有氧耐力
冲线跑	提升步频步幅至极限，完成冲刺	速度、耐力、灵敏	加速速度、爆发力、动态平衡

2 基元图谱构建

2.1 数据收集

根据 5000 米跑的基元解构，确定影响 5000 米跑成绩的五大体能基元，选取 15 项可实操观测指标。按照统一测试标准与控制条件，对上述 15 项观测指标开展简易测试并采集数据，同时开展 5000 米跑测试并记录成绩。各指标测试方案与记录标准见表 2。

Copyright © 2026 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

表 2 体能基元观测指标测试方案与记录标准

所属体能基元	观测指标名称	测试方法	成绩记录标准
力量基元	上肢力量	单杠引体向上测试	记录标准动作的完成次数
	下肢力量	单腿蹲测试	单腿支撑下蹲，另一腿可后抬，记录两腿的最大完成次数
	核心力量	交替触脚卷腹测试	记录 1 分钟内完成的标准次数，动作不标准不计入成绩
	爆发力	立定跳远测试	记录 3 次跳远中的最远距离
耐力基元	上肢耐力	俯卧撑测试	记录 2 分钟内完成的标准次数，动作不标准不计入成绩；除双手、双脚外身体其他任意位置触地，结束测试
	下肢耐力	徒手深蹲测试	记录 2 分钟内完成的标准次数，动作不标准不计入成绩
	核心耐力	仰卧举腿测试	记录 2 分钟内完成的标准次数，动作不标准不计入成绩
	有氧耐力	12 分钟跑测试	记录 12 分钟内跑进的总距离
	无氧耐力	30 秒高抬腿测试	记录 30 秒内完成的标准次数，动作不标准不计入成绩
速度基元	反应速度	5 米冲刺跑测试	记录从发令到完成 5 米距离所需时间
	加速速度	10 米冲刺跑测试	记录从发令到完成 10 米距离所需时间
柔韧基元	关节肌肉柔韧	立姿体前屈测试	两腿直立、膝盖并拢，上体缓慢前屈，记录指尖触碰位置（指尖超过脚的位置记正数，未超过记负数）
灵敏基元	身体灵敏	5 米×4 往返跑测试	记录从发令到完成全程所需时间
	手脚协调	1 分钟十字跳测试	场地画十字，中间及上下左右各 1 点、间距 50cm，双脚并拢按 0-1-0-2-0-3-0-4-0 顺序跳，记录 1 分钟完成的轮次
	动态平衡	闭眼单腿支撑测试	闭眼状态下一腿支撑，另一腿离地，记录最长支撑时间

2.2 模型构建

分析各项观测指标与项目成绩的影响程度，采用皮尔逊积矩相关系数计算各指标与项目成绩的线性相关程度，取相关系数绝对值并进行归一化处理，得到各指标归属基元的权重。

第一步，进行数据筛选。筛选出成绩排名前 20%的受训者作为“关键数据”，构成“数据池”。

第二步，成绩采用线性比例评分法，以标杆成绩为基准，将实际成绩相对标杆成绩的比例，线性映射到 0-100 分的区间，将项目成绩转化为标准分。

第三步，15 项观测指标测试成绩采用线性比例评分法，以标杆成绩为基准，将实际成绩相对标杆成绩的比例，线性映射到 0-100 分的区间，将指标成绩转化为标准分。

第四步，利用 CORREL-Pearson 积矩相关系数衡量各指标标准分与项目成绩标准分的线性关系密切程度。本质是协方差除以两个变量的标准差乘积，用来量化两组数据的线性关联程度。

第五步，合计总关联强度，把所有指标的关联强度加总，作为分母，用于按比例分配权重。

第六步，归一化为百分比权重。将各变量关联强度按比例标准化为 0-100%，所有权重之和为 1。

3 基元图谱的使用

得到五大体能基元对应的指标数据与各基元专项权重后，识别专项核心能力与个体能力短板。借助体能基元与专项成绩的量化映射结果，以权重比例作为依据划定训练重难点。遵循重点基元重点练、薄弱基元补差练的思路，在训练周期方案设计中，提高高权重基元与短板指标的训练占比；权重占比较低的保障性基元，以维持性训练为主，保障基础能力不衰减。需要周期性开展各项指标复测，动态更新个体短板，为下一周期训练计划制定提供依据。

4 研究应用价值

在当前部分学校体育项目训练中，利用测试成绩指导训练多停留在简单成绩对比层面，对教练员长期训练经验依赖性较强，动态数据分析应用不足。训练方案精准度不足，个性化特征不突出，容易诱发运动损伤。本研究构建起体能基元与 5000 米专项成绩之间的量化映射关系。依托基元图谱得到的权重配比，能够区分专项训练中的重点能力与保障性能力，为划定日常训练的重点、难点提供量化依据。从理论层面，在微观生理指标与专项运动技能之间搭建体能基元中间分析层级；在实践层面，实现受训者能力短板诊断、训练资源分配与运动负荷调控，在科学化训练和运动损伤预防方面开展实证探索。

4.1 项目体能基元图谱在精准化训练中的应用

受训者通过动态的指标测试，能够实时查找自身能力短板，对照基元图谱对比自身指标与基准指标之间的差距。在制定训练计划上将更有针对性，在训练过程中补足自身能力短板，同时也便于在单次训练课中更好地把握训练量与训练强度。另外，通过图谱可以发现在此项目上所占权重较大的基元，更好地将训练时间投入到这些基元上，从而提高本项目的训练成绩。比如在 5000 米跑训练中，可以将更多的训练时间和精力用于有氧耐力、下肢耐力等占比较大的指标训练中。

Copyright © 2026 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

4.2 项目体能基元图谱在伤病预防中的应用

训练伤大多源于对受训者实时体能短板掌握不足，训练强度和训练量安排超出身体承受能力[3]。依托受训者动态指标数据，能够有效降低运动损伤风险。通过动态监测各项指标水平，在制定训练方案时合理调控负荷，尽量避免超负荷训练，降低伤病发生概率。例如动态数据显示受训者下肢力量指标近期大幅下降时，训练中应及时降低该模块训练负荷，规避疲劳累积诱发损伤。

5 讨论

5000 米跑作为耐力主导项目，成绩并不是单一耐力能力决定，而是力量、速度、耐力、柔韧、灵敏五大体能基元，在长跑动作模式约束下的综合表现。各项生理要素是体能基元的物质基础，但二者并非一一对应，一项生理指标可以同时支撑多项体能基元，存在一对多的作用特征，难以直接解释专项技能输出。

本研究构建的体能基元与 5000 米专项之间的映射关系，属于统计层面的量化映射，并非严格因果证明。借助基元图谱输出的权重结果，教练员可以跳出纯经验判断，定量区分训练重点与次要保障内容，实现训练资源的差异化分配。

本研究存在一定局限。第一，采用皮尔逊相关分析仅考虑变量线性关联，未处理指标共线性与非线性效应；第二，样本规模有限，受试对象以基层普通受训人群为主，方法不适用于高水平专业运动员；第三，仅选取简易体能测试指标，未纳入动作技术、心理等影响长跑成绩的因素。后续研究可扩大样本量，采用多元回归、机器学习等模型优化权重计算，进一步完善基元图谱体系。

[参考文献]

[1]陈艳,纪鹏.关于“体能基元”理论与数智化训练体系的思考[J].长缨,2026(1):46-48.

[2]田麦久,刘大庆.运动训练学[M].北京:人民体育出版社,2012.

[3]田麦久,田烈,高玉花.运动训练理论核心概念的界定及认知的深化[J].天津体育学院学报,2020,35(5):497-505,512.

作者简介：程橙（1983—），男，汉族，湖北广水人，硕士，副教授，陆军兵种大学北京营区，研究方向：体育教学与训练。

Copyright © 2026 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.