

数字铅球、数字铁饼及运动员辅助训练系统

■ 文/葛运建 中国科学院合肥智能机械研究所

“科技奥运”是2008年北京奥运会的三大理念之一，也是奥运史上首次明确地把科学技术的作用与举办奥运会相结合，将对现代奥林匹克运动的发展产生深远的影响。中国科学院合肥智能机械研究所机器人传感器实验室在运动生物力学及其应用研究方向与河北师范大学体育学院、沈阳体育学院等单位合作，以多年来实验室完成的国家863课题成果六维力传感器等为基础，以促进我国体育运动员的训练科学化、数据化为目标，开展信息获取、处理和融合技术、专家系统和知识获取技术，以及和生物力学、运动力学等多学科的交叉研究，挖掘新的技术增长点和学科方向。数字铅球/铁饼等科研项目是实验室多年来科研工作的积累，是力学量传感器在游离肢体信息采集中的应用，技术完全自主研发，拥有自主知识产权。

数字铅球/铁饼是世界上首个可以直接获取铅球/铁饼运动动力学数据的仪器，能够实时获取铅球/铁饼运动员投掷过程中的三维力、速度、出手角度等信息。对于田径运动的投掷项目来说，准确获得投掷过程中运动员的运动学数据和动力学数据，研究运动员发力状态与运动成绩的关系，具有重要意义。各级教练员和体育科研人员借助具体的数据分析不但可以直接用于指导教学，及时纠正错误技术动作，而且还可以对高水平运动员进行技术分析诊断，尽快提高运动成绩，提高训练的技术含量，摆脱以往完全经验主义的作法。但与现今国内外十分发达先进的体育运动学影像采集技术与仪器相比，相应的动力学数据采集仪器和相关技术显

得落后，国内状况尤其明显。若要采集铅球运动员投掷过程中的动力学数据用于指导运动员训练，目前还没有很理想的专用仪器设备，严重制约了体育科研工作的深入开展。前人对铅球项目的研究多是从运动学角度去分析动作技术结构，试图通过对运动员在投掷过程中身体各环节的姿态变化特点，利用力学原理从理论上进行分析诊断，以达到提高出手速度、增加投掷距离的目的。铅球投掷技术从古老的上步推球方法，变为侧向滑步推球，后来发展为背向滑步推球和旋转推球，它们的动作方法各不相同，但分别都是一个有机联系的完整动作，目前国内外普遍采用的是背向滑步推球的技术。背向滑步推球包括以下几个方面：预备姿势、蹬摆、滑步、最后用力，其中滑步和最后用力是决定成绩的主要技术环节。提高出手初速度并获得合理的出手角度，是投掷铅球技术研究的出发点和最终目标，而腿部支撑技术和力量的正确运用，则是完整技术中至关重要的因素。但是到目前为止仍然没有可直接测量铅球运动过程中动力学数据的设备，因此无法将运动员技术动作和力量运用结合成有机整体，对运动员的动作的优劣进行评判。数字铅球和比赛铅球重量一致，但里面的数据系统可是大有神通，就像在铅球里装了个“U盘”，运动员投掷铅球的全部过程都会被其保存。当数字铅球插上数据线之后，铅球运动员投掷过程中的速度、推力、出手角度等信息就全部转化为数据显示在电脑屏幕上。数字铁饼还可以将数据通过无线方式传输到电脑系统中。数字铅球可以对运动员的技术动作

进行基于定量数据的诊断与分析，实现了铅球/铁饼运动动力学测试手段的创新与突破，可直接用于优秀铅球运动员的动力学数据测试以及广大铅球运动员日常训练使用，为运动员及教练员动作修正、新的动作设计提供定量数据基础。

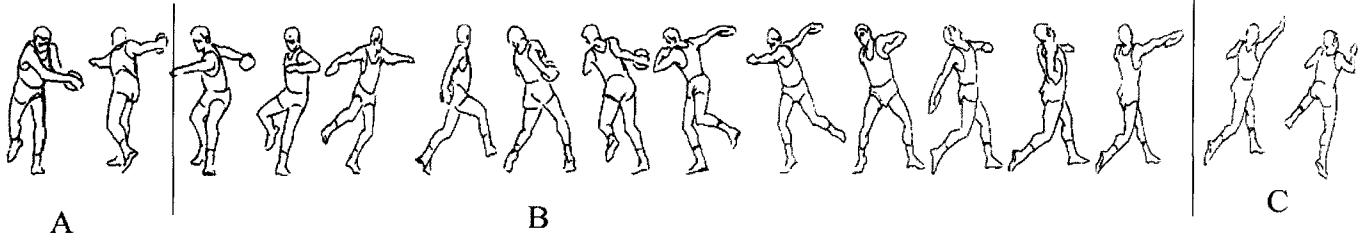


数字铅球/铁饼

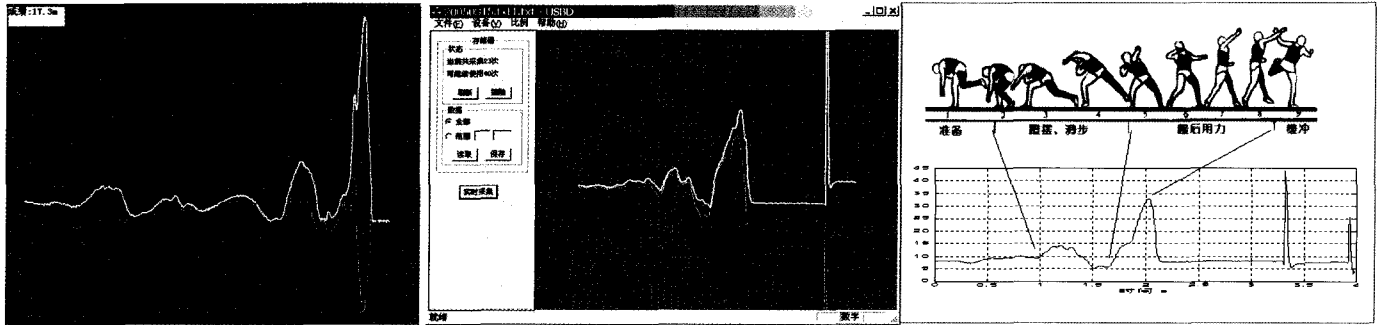


拦网训练指导系统全景

除此之外，智能所在国家支撑计划“体育竞技项目综合训练指导系统的开发”项目中还研制出了排球扣球/发球机器人系统。目前我国排球拦网的训练方式从运动神经控制的角度来说是不够合理的，主要是缺乏针对性。同样一个强攻的技术动作，对于郎平和海曼，其击球高度、起跳时机、出手角度、动作频率，以及队友的占位都有很大区别。因此，对于排球拦网技术来说，如何根据对方运动的时序特点，优化己方的运动过程，以使在实战中能运用出来，这是一个需要进行多次反复训练才



数字铁饼运动员数据分析



某优秀运动员动力学数据

数字铅球软件操作界面

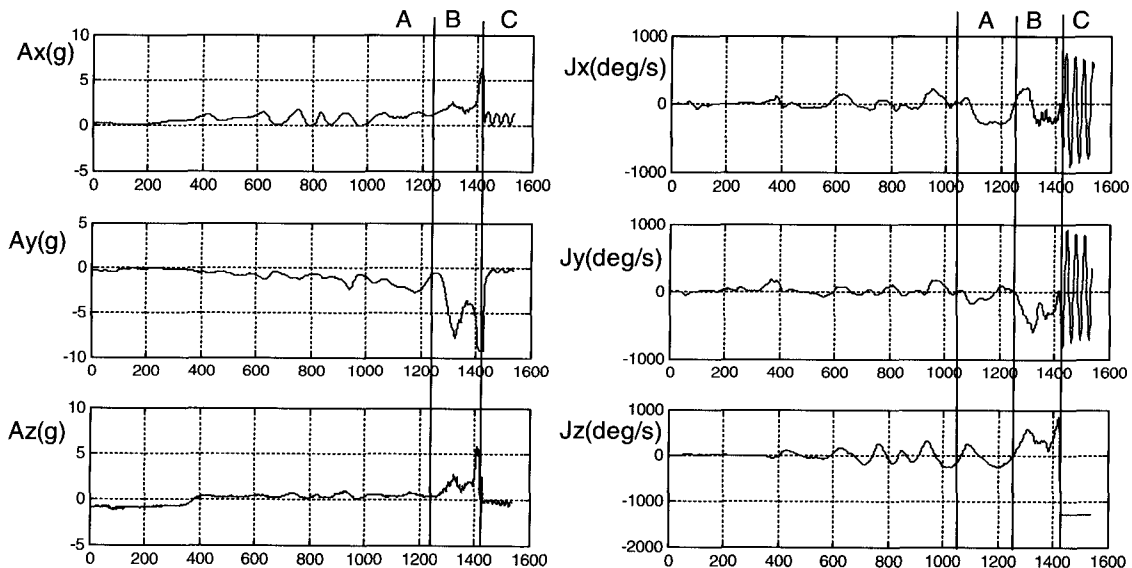
数字铅球运动员数据分析

能获得的能力。而获得这种能力的训练过程也应该是从比赛实战出发的有针对性的训练过程。在排球扣球/发球机器人系统中，我们将记录主要对手比赛实况的影像资料引进训练场，通过在训练场产生一个模仿比赛现场的虚拟环境，特别是将主要对手的战术组合和攻球技术动作再现于运动员面前，使我国运动员能够有针对

性，更客观合理、科学有效地进行拦网训练，其拦网水平一定能大幅度提高。该系统在国内实现多项创新，并被授予多项专利：1、通过对排球比赛中的扣发球录像进行处理和计算，成功解析出主要国际对手的扣球技术特征。2、研制出扣球机器人，扣球球速可达30米/秒；球速和旋转可控，击球高度2米至3.7米；可控制送球，

提供软件和手柄控制，使用方便。3、研制出球可穿透的虚拟屏幕，结合虚拟对手投影的屏幕和排球扣球机器人，构建出模拟实战的训练场。

项目成果不但可应用于国家队备战奥运，提供先进的高科技训练装备，还有望实现规模化、产业化，具有可观的市场前景。



数字铁饼测试的动力学数据