

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510095623.2

[51] Int. Cl.

G01D 21/00 (2006.01)

A63C 19/00 (2006.01)

G06F 19/00 (2006.01)

[43] 公开日 2006年8月16日

[11] 公开号 CN 1818569A

[22] 申请日 2005.11.16

[21] 申请号 200510095623.2

[71] 申请人 中国科学院合肥物质科学研究院

地址 230031 安徽省合肥市西郊董铺 1130 号  
信箱

[72] 发明人 孙怡宁 周旭 杨先军 赵兰迎  
丁力

[74] 专利代理机构 安徽省合肥新安专利代理有限责  
任公司

代理人 赵晓薇

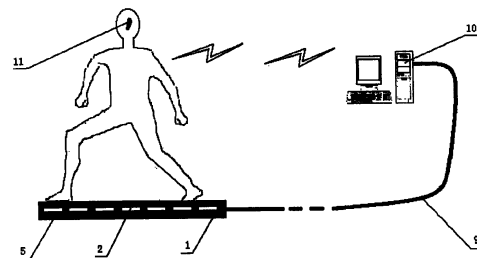
权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图 2 页

## [54] 发明名称

基于数字跑道的田径训练信息采集和反馈系统

## [57] 摘要

本发明公开了一种基于数字跑道的田径训练信息采集和反馈系统。其结构为多个传感器单元置于起保护作用上塑胶层和下塑胶层之间，传感器单元由行引线和列引线连接，构成传感器采集节点，多个传感器采集节点与上塑胶层和下塑胶层、现场总线单元连接构成作为训练平台的大面积柔性数字跑道模块，以组成数字化跑道放置在地面。采集运动员运动时的信息，如运动员的脚底与跑道接触的形状、时间、蹬地力和支撑力、腾空时间等，这些信息通过现场总线传送到计算机，经过运动学、动力学分析，然后由训练专家系统将针对性地训练建议，通过无线网络实时反馈给运动员。解决了目前田径科学化训练手段比较单一，实时反馈性能较差



1、一种基于数字跑道的田径训练信息采集和反馈系统，由上塑胶层(1)、传感器单元(2)、行引线(3)、列引线(4)、下塑胶层(5)、传感器采集节点(6)、现场总线单元(7)、数字跑道模块(8)、现场总线(9)、计算机(10)、无线耳麦(11)组成，其特征在于：

所述的反馈系统为基于丝网印刷工艺的阵列柔性传感器的结构，多个传感器单元(2)置于起保护作用的上塑胶层(1)和下塑胶层(5)之间，传感器单元(2)由行引线(3)和列引线(4)连接，构成传感器采集节点(6)，多个传感器采集节点(6)与上塑胶层(1)和下塑胶层(5)、现场总线单元(7)连接构成作为训练平台的大面积柔性数字跑道模块(8)放置在地面，在大面积柔性数字跑道模块(8)中，每一行传感器单元(2)的行引线(3)和每一列传感器单元(2)的列引线(4)连接到现场总线单元(7)上，再通过现场总线(9)与计算机(10)相连接，完成信息采集到计算机(10)的传递，无线耳麦(11)通过无线通讯网络接受计算机(10)的反馈信息。

2、根据权利要求1所述的一种基于数字跑道的田径训练信息采集和反馈系统，其特征是：所述的传感器单元(2)的点阵密度 $\leq 1 \sim 4$ 点/平方厘米。

3、根据权利要求1所述的一种基于数字跑道的田径训练信息采集和反馈系统，其特征是：所述的作为训练平台的大面积柔性数字跑道模块(8)用于测试跑步速度、步态模式特征的田径运动项目训练信息采集，或乒乓球和羽毛球运动员步伐信息获取，或体操落地稳定性研究。

## 基于数字跑道的田径训练信息采集和反馈系统

**所属领域** 本发明涉及体育训练自动化领域,特别涉及一种基于数字化跑道的田径训练信息采集和反馈系统。

**技术背景** 在田径项目中,我国在女子中长跑和竞走、男子110米高栏等小项上具有一定的基础,在多次奥运会和世界田径竞标赛上取得优异成绩。但田径是欧美国家的传统项目,即便是在我国的强势小项目上,我们也谈不上有多少优势,最多只能说具有世界先进水平,更别提众多的其它田径项目了。

目前田径科学化训练手段比较单一,除了常规的生理生化指标的监控、专项能力锻炼与提高外,主要靠高速影像解析系统来获得训练过程的运动学信息,以此评价分析运动技术,这种分析工作量巨大,需要离线实施,无法做到实时便捷,而且受场景变化和标定系统的约束,只能采用单点离散的办法,获取局部过程信息。

对田径项目训练的动力学信息获取,国内外尚未见到特别有效的方法,而动力学信息对分析、评价运动员的竞技战术能力,找到改进技术缺陷的方法十分重要,因此为保持我国在田径部分小项上的先进水平,全面提高其他田径项目的竞争能力,迫切需要开发田径项目训练动力学信息获取技术,以及实时性和适应性更强的运动学信息获取技术。基于阵列柔性传感器研制的数字跑道,能实时检测、获取运动员进行田径项目训练时,其脚底与跑道接触的形状、时间、蹬地力

和支撑力等信息，从而获得运动员的步长、步频、动作时序，据此可精确获得运动员在任意时刻的速度、加速度、弯道离心力，做到运动学和动力学信息的同步获取，同时系统的实时性和项目适应性也能得到保证。

系统的核心技术是数字跑道，应用阵列柔性力/触觉传感器，来检测运动员的足底压力分布和足底接触图像。对压力分布的检测较早的可见于足底压力分布测量技术。据文献记载，早在 1882 年 Beely 就完成了足底压力分布测量研究。测量技术从最简单的直接复印技术一直发展到比较先进的鞋内垫测量技术。美国 Tekscan 公司研制出一种经济、快速、精确、高效、直观的压力分布测量系统，就是 Tekscan 压力分布测量系统的传感器结构。Tekscan 压力分布测量系统的独特之处在于其专利技术——柔性薄膜网格传感器。

标准的 Tekscan 压力传感器由两片很薄的聚酯薄膜组成，其中一片薄膜的内表面铺设若干行的带状导体，另一片薄膜的内表面铺设若干列的带状导体。导体本身的宽度以及行间距可以根据不同的测量需要而设计。导体外表涂有特殊的压敏半导体材料涂层。当两片薄膜合为一体时，大量的横向导体和纵向导体的交叉点就形成了压力感应点阵列。当外力作用到感应点上时，半导体的阻值会随外力的变化而成比例变化，由此来反映感应点的压力值。即压力为零时，阻值最大，压力越大，阻值越小，从而可以反映出两接触面间的压力分布情况。

由于压力分布测量在工业、人体科学、行为科学等领域的应用价值越来越为人类所认识和重视，引起了发达国家的重点关注，除上

述的 Tekscan 外，还有美国 SPI、比利时 Rrscan 等知名品牌在全世界占据了绝大部分市场份额，这些国外品牌价格十分昂贵，以鞋内垫检测系统为例，多数国外产品售价都达到数万美元，国内业界很难承担。

根据专利查新，用于体育信息检测的如“Training Script”(WO 03/10080 A2)，主要是通过不同的传感器获取相应的身体信息，如加速度、心跳的频率、血压，利用系统中自带软件系统进行简单的比较处理，比较锻炼者是否达到预定的训练目标，如次数等，从而给出一定的反馈信息，使其能够在一定的距离或时间内以某种特定的要求进行运动，达到塑造形体的效果。优点是占地少，适合大众使用，但其针对的是家庭自我锻炼领域，为个人获得更好的形体给出必要的指导信息，并不适合于真正的体育竞技比赛中的训练。目前国内体育竞技比赛中的训练迫切需要的是：通过测量运动员在运动过程中的步姿，获得运动员的步长、步频、动作时序等技术参数，从而进行运动学、动力学分析。

**发明内容** 本发明的目的在于：针对目前国内外体育竞技训练的缺陷，提出一种新型的基于数字跑道的田径训练信息采集和反馈系统。根据获得的运动学和动力学信息，通过反馈系统实现及时反馈，提高运动员的训练水平。

本发明的技术方案是：一种基于数字跑道的田径训练信息采集和反馈系统，由上塑胶层、传感器单元、行引线、列引线、下塑胶层、传感器采集节点、现场总线单元、数字跑道模块、现场总线、计算机、

无线耳麦组成，其特征在于：所述的反馈系统为基于丝网印刷工艺的阵列柔性传感器的结构，多个传感器单元置于起保护作用上塑胶层和下塑胶层之间，传感器单元由行引线和列引线连接，构成传感器采集节点，多个传感器采集节点与下塑胶层和上塑胶层、现场总线单元连接构成作为训练平台的大面积柔性数字跑道模块固定在地面，在大面积柔性数字跑道模块中，每一行传感器单元的行引线和每一列传感器单元的列引线连接到现场总线单元上，再通过现场总线与计算机相连接，完成信息采集到计算机的传递，无线耳麦通过无线通讯网络接受计算机的反馈信息。

所述的传感器单元的点阵密度 $\leq 1\sim 4$ 点/平方厘米。

所述的作为训练平台的大面积柔性数字跑道模块用于测试跑步速度、步态模式特征的田径运动项目训练信息采集，或乒乓球和羽毛球运动员步伐信息获取，或体操落地稳定性研究。

本发明相对于现有技术的有益效果是：

其一，申请专利中采用了对比文献（Training Script）中所没有的技术，如基于丝网印刷工艺的阵列柔性传感器的结构，即多个传感器单元置于起保护作用上塑胶层和下塑胶层之间，传感器单元由行引线和列引线连接，构成传感器采集节点，多个传感器采集节点与上塑胶层和下塑胶层、现场总线单元连接构成作为训练平台的大面积柔性数字跑道模块。运动员在数字化跑道上进行训练时，其脚底与跑道接触的形状、时间、蹬地力和支撑力、腾空时间等信息均可由传感器单元实时获取，从而获得运动员的步长、步频、动作时序等技术参数，

据此可精确获得运动员在任意时刻的速度、加速度、弯道离心力。

其二，相对于现有技术，本发明申请在大面积柔性数字跑道模块中，每一行传感器单元的行引线和每一列传感器单元的列引线连接到现场总线单元上，再通过现场总线与计算机相连，完成信息采集到计算机的传递，无线耳麦通过无线通讯网络接受计算机的反馈信息，亦即可以进行实时的人机交互，实现信息反馈。反馈信息可以添加到计算机中的专家系统，并可与其他运动员的反馈信息进行交流。

其三，申请专利中数字跑道模块可作为测试平台应用于其它测量步姿的场合。在其它需要测试跑步速度、步态模式特征的田径运动项目，乒乓球和羽毛球运动，体操中都可以得到具体的应用。

其四，申请专利中的传感器单元，在解决了其量程扩展技术后，该产品还可广泛应用于智能交通、工业自动化等领域。

**附图说明** 下面结合附图和实施例对本发明专利做进一步的说明。

图 1 是该发明的连接结构示意图；

图 2 是阵列柔性传感器采集节点体系结构框图；

图 3 是该发明的系统结构示意图；

图 4 是该发明的系统流程图。

图 1 中，1、上塑胶层；2、传感器单元；3、行引线；4、列引线；5、下塑胶层；6、传感器采集节点；7、现场总线单元；8、数字跑道模块；9、现场总线；10、计算机。

图 2 中，2、传感器单元；3、行引线；4、列引线；6、传感器

采集节点；7、现场总线单元。

图3中，1、上塑胶层；2、传感器单元；5、下塑胶层；9、现场总线；10、计算机；11、无线耳麦。

### 具体实施方式

图1是该发明的平面连接结构示意图。在图1中，多个传感器单元2置于上塑胶层1和下塑胶层5之间，塑胶层起保护作用，传感器单元2由行引线3和列引线4连接，构成传感器采集节点6，多个传感器采集节点6与上塑胶层1和下塑胶层5、现场总线单元7连接构成作为训练平台的大面积柔性数字跑道模块8，在大面积柔性数字跑道模块8中，每一行传感器单元2的行引线3和每一列传感器单元2的列引线4连接到现场总线单元7上，再通过现场总线9与计算机10相连，完成信息采集到计算机10的传递，无线耳麦11通过无线网络接受计算机10的反馈信息。运动员在数字化跑道上进行训练时，其脚底与跑道接触的形状、时间、蹬地力和支撑力、腾空时间等信息均可由传感器单元2实时获取，从而获得运动员的步长、步频、动作时序等技术参数，据此可精确获得运动员在任意时刻的速度、加速度、弯道离心力，实现模式化训练控制和实时训练的及时反馈。

图2是阵列柔性传感器采集节点体系结构框图。

由传感器单元2获得的上述信息，经行引线3和列引线4，并在现场总线单元7中经过一系列预处理，如滤波、放大、A/D转换后，经由现场总线9连接到计算机。

图3是田径训练信息采集和反馈系统结构示意图。



运动员在数字跑道上进行训练时，获得如图 2 所述技术参数，行引线 3 和列引线 4 连接到现场总线单元 7，再通过现场总线 9 与计算机 10 相连接，完成采集信息到计算机 10 的传递，进行运动学、动力学分析；另一方面，计算机 10 中的专家系统根据采集信息提出针对性的训练建议，由无线网络反馈传输到无线耳麦 11，为运动员的训练提供参考。

图 4 是田径训练信息采集和反馈系统的流程图。

打开计算机 10，系统准备好之后，运动员在数字化跑道上开始训练，此时运动员的脚底与跑道接触的形状、时间、蹬地力和支撑力、腾空时间等信息均被采集记录下来并通过现场总线 9 传送到计算机 10，然后便可以经过运动学、动力学分析，得到运动员的步长、步频、动作时序等技术参数，据此可精确获得运动员在任意时刻的速度、加速度、弯道离心力，通过训练专家系统得出有针对性地意见，反馈给运动员。

实施例：实际使用时，开始训练，运动员在数字跑道上运动，由大面积柔性数字跑道模块 8 中传感器阵列采集记录其压力，传感器单元 2 中半导体阻值发生变化，据此来获得运动员脚底与跑道接触的形状、时间、蹬地力和支撑力、腾空时间等信息，此信息经行引线 3 和列引线 4，传送到大面积柔性数字跑道模块 8 中的现场总线单元 7 中，经滤波、放大、A/D 转换后，所有的现场总线单元 7 由现场总线 9 连接到计算机 10，此时测试分析软件进行处理，完成运动学、动力学分析以及信息的显示、存储，并实现常规文件处理、接触图像描绘、

直方图压力图谱、比例图谱、基于时序的步态参数、总压力中心轨迹、分压力中心轨迹、基本功率谱分析等计算分析功能。分析结果用于完善计算机 10 中的训练专家系统，以便更好的完成基于具体运动项目的训练模型的构建、步态特征的分析与参数定义、特征参数的提取、基于实时测试数据的及时反馈和训练指导等功能。

训练过程中，计算机 10 中的训练专家系统根据训练信息提出针对性的训练建议，由无线网络反馈传输到无线耳麦 11，为运动员的训练提供参考。

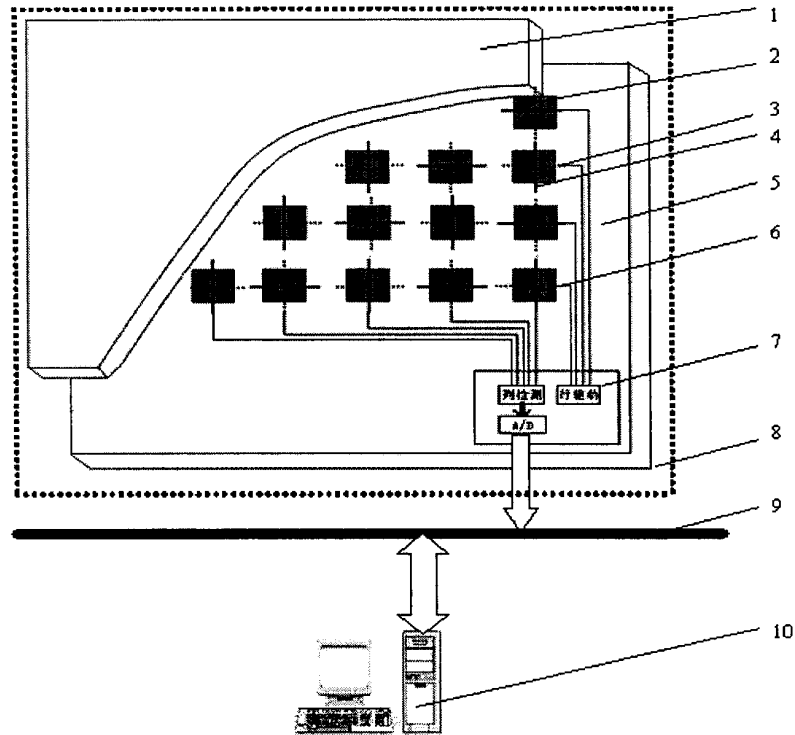


图 1

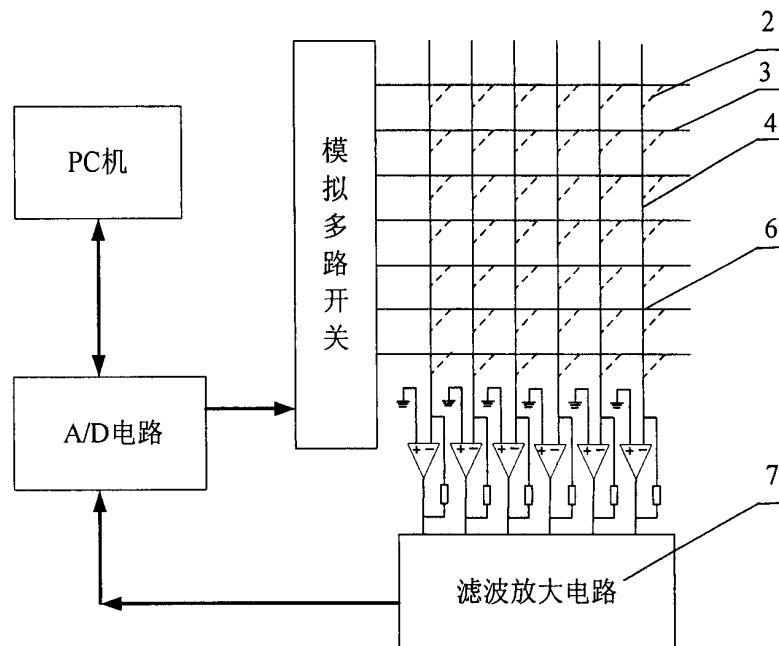


图 2

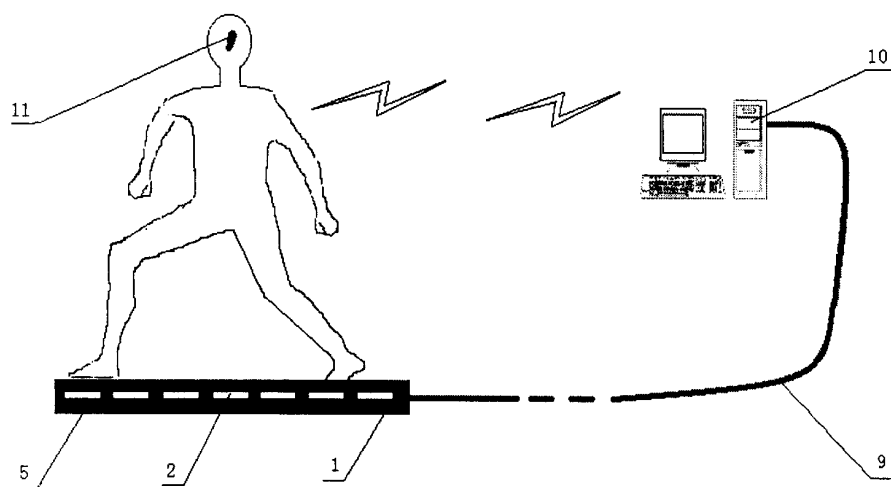


图 3

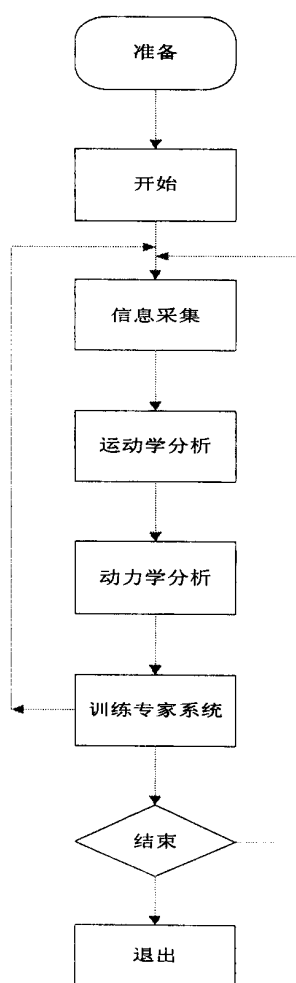


图 4