中国科学技术大学

“科学与社会”新生研讨课研究报告

报告题目：跑步常用设备原理及使用情况

小组组长：李明达

小组成员：安文超、邓俊龙、黄思远

导师姓名：秦胜勇

2018 年 4 月 20 日

一、**研究小组成员及其承担的主要工作**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 学号 | 姓名 | 所在学院 | 在研究和报告撰写中承担的主要工作 |
| PB18020616 | 李明达 | 物理学院 | 资料搜集/资料整合/  报告撰写/问卷分析 |
| PB18020609 | 邓俊龙 | 物理学院 | 资料搜集/资料整合 |
| PB18020615 | 黄思远 | 物理学院 | 资料搜集/问卷撰写 |
| PB18020605 | 安文超 | 物理学院 | 资料搜集/资料整合 |

**二、进度安排**

|  |
| --- |
| 研究工作的具体时间节点和工作进度  2019.01.08 组建队伍，形成课题雏形  2019.01.20 确定课题  2019.02.20 确定各个小点  2019.03.14 确定任务分工  2019.04.12 李明达和邓俊龙基本完成  2019.04.29 问卷收集完成  2019.05.05 安文超和黄思远任务完成  2019.05.10 论文基本完成 |

**三、摘要、关键词**

|  |
| --- |
| 简要概述此研究报告的主要内容，包括研究目的、方法、结果和结论。不超过300字。摘要下方列出3-5个关键词。  摘要：  健康在如今社会变得更加重要，这个健康，不止体现在更有营养更加均衡的食物上，还体现在人们更加注重户外运动。而当我们谈论中高强度户外运动的时候，其实或多或少总有会伴有一些受伤，所以很多人都会选择带运动设备，这些运动设备价格不菲，主要是因为背后有强硬的科技。本课题拟研究这些强硬的科技背后的具体原理，并且做社会调研去研究当今社会群众对这些运动设备的态度和看法，从而对广大群众普及这些简单而有趣的知识，并在一定程度上更好地指导生产生活实际，让本来强大的科技发挥更有效地作用。  关键词：运动，运动设备，科技，社会情况 |

**四、研究报告**

|  |
| --- |
| **请参照下列报告大纲撰写：**  **一、背景和目标**  **二、研究报告正文**  **三、结论/总结**  **四、致谢**  **五、附录**  **六、参考文献**  **一、背景和目标**   * 研究背景   健康在如今社会变得更加重要，许许多多中国人的健康状况不佳[1]。虽然物质生活提高了，可这个健康不止体现在更有营养更加均衡的食物上，还体现在人们更加注重户外运动。而当我们谈论中高强度户外运动的时候，或多或少总有会伴有一些受伤，有一些甚至会对我们的身体造成不可逆的创伤。于是随之而来，就会有越来越专业和方便的运动设备供我们挑选，但有许多运动设备价格不菲，究其原因，主要是因为背后有强硬的科技。这启发我们去研究运动设备以及他们的在社会上认可的情况。   * 研究目标   研究几种常用设备的原理，并用问卷形式调研各年龄段运动以及运动设备的使用情况，得出各种设备使用情况在各年龄段的分布，并预测未来趋势。  **二、研究报告正文**  **第一部分 运动设备的原理**  **这一部分包括三个方面：舒适型设备、保护型设备、专业型设备。**   1. **舒适型设备** 2. **降噪耳机的原理**   **噪声的来源**  在人们的各种听音环境中，绝大部分并非身处审听室，或许是大街等公共环境，或者噪声更大的施工工地旁。在日常生活中，一般称大于 90 dB 且人们不主观接受的声音为噪声，而声音是由物体振动产生的，而造成物体的振动是方方面面的，因此这些噪声的产生和存在是不可避免的。不言而喻，各种各样的噪声会严重影响听众的心情和感受如何解决这种矛盾，还聆听者一个相对安静的空间呢？  **降噪方法**  通常我们使用的降噪手段有两种，即被动降噪(Passive Noise-Cancelling)和主动降噪(Active Noise-Cancelling )：  被动手段降低噪音通常所采用三种降噪措施，即在声源处降噪、在传播过程中降噪及在人耳处降噪。  而为了主动地消除噪声，人们发明了“有源消声”这一技术，即主动降噪。其原理是：所有的声音都由一定的频谱组成，如果可以找到一种声音，其频谱与所要消除的噪声完全一样，只是相位刚好相反（相差180°），就可以将这噪声完全抵消掉。关键就在于如何得到那抵消噪声的声音。实际采用的办法是：从噪声源本身着手，设法通过电子线路将原噪声的相位倒过来。由此看来，有源消声这一技术实际上是“以毒攻毒”。  **降噪耳机**  被动降噪从耳机发明使用时就开始了，无论是从耳机的外型出发，还是从耳机的空间的设计。如目前的入耳式耳机，本身原理就是配戴后发声单元可以嵌入耳道较深位置，获得更直接的听音感受；而入耳式耳机的胶质套可以隔绝外界噪声，使得入耳式成为高端耳机的一种象征。另外从空间设计上，相对来说，封闭式耳机要比开放式和半开放式的降噪效果好得多，因此专业领域内的监听耳机封闭式较多。  主动降噪耳机采用主动噪音控制，不同于一般耳机的被动隔音。其原理为：  先由安置于耳机内的讯号麦克风侦测耳朵能听到的环境中低频噪音 (100 ～ 1000Hz)（目前已经可以到3000Hz）；  再将噪声讯号传至控制电路，控制电路进行实时运算；  通过 Hi-Fi 喇叭发射与噪音相位相反、振幅相同的声波来抵消噪音；  噪音消失；  主动降噪耳机价格昂贵，但是一般效果优秀，佩戴舒适。但是需要独立电池供电，大多数被动降噪耳机可以不耗电使用（也不主动降噪）。  **降噪原理图解[2]**  b  A 曲线 ( 一些外界的噪声 ) 通过耳机传入耳内，置于耳机内的微型话筒采集“耳朵”能听到的环境中的中 / 低频噪声，然后传至降噪电路，由降噪电路进行实时运算；在降噪电路处理完成后，通过扬声器产生与噪声相位相反的 B 曲线 ( 振幅相同的声波 ) 信号来抵消噪声，从而形成平缓，振幅小的 C 曲线 ( 声波 )。人耳对声音强弱的主观感觉来自声音大小的量度——响度，响度和声波振动的幅度密切相关噪声声波振动的幅度小了，则响度也就小了，从而消除了噪声干扰  **主动降噪的算法[3]**  ①有源降噪算法原理  自适应滤波算法  最速下降算法  LMS 自适应滤波器算法  变步长控制算法  ②自适应有源噪声控制原理  处理噪声信号的 AANC 系统  处理混合信号的 AANC 系统  ③信噪分离算法  基于小波变换理论的信噪分离  小波阈值滤波算法  阈值确定方法   1. **骨传导耳机原理**   **背景**  声音的传导介质有三种，分别是气体、液体和固体。人类听到的大部分声音，都是声波经过空气到达鼓膜，然后声波使鼓膜发生震动进而将声音传至内耳，目前市面上的传统耳机，都是以空气作为传导介质来传递声音。  18 世纪末 19 世纪初，著名的作曲家贝多芬在失聪后是用牙齿咬住一根木棍的一端，将另一端顶在钢琴上来分辨钢琴声调的高低，从而可以继续谱写出伟大的音乐作品。这启发人们通过骨传导声音来制造耳机。  **原理**  a  声波的振动通过牙齿、牙床、上下颌骨等骨头的“中转”，可以直接传送声音到内部耳神经。这样，声波通过骨头振动直接传至内耳而不经过鼓膜，这种声音传播方式就是骨传导。骨传导耳机就是运用了这种原理。[4]  然而骨传导耳机有两个致命的弱点：音质差和漏音重。  为了提高音质与降低漏音，生产厂家采用扩频的复合振动专利技术（可以实现骨传导耳机较宽的频率响应范围）提高耳机音质，同时采用“漏音屠龙专利技术”以及Premium Pitch+双悬挂传震系统以及悬浮减震专利技术降低漏音。这些都属于骨传导耳机提升音质和体验的核心基础专利。  **优点**  首先，因为耳机不会堵住双耳，在听音乐、打电话的同时也可以听到外界的环境音，从而保持对周围情况的警觉；  其次，由于骨传导耳机传递声音的介质是颞骨，而不是耳膜，因此长期佩戴也不会对耳膜造成伤害，最大程度地保护了耳膜；  并且，由于耳机不用塞入耳朵，所以更舒适，也不会出现胀痛、出汗、发炎等问题；最后，这种技术也可以为耳膜损伤而失聪的人提供再次获得听力的机会。   1. **对几种新型跑鞋的介绍**   **1 引言**  **随着现代社会的发展，人的生产方式和生活方式都发生了巨大的改变，在闲暇时间增多，营养过剩等多种因素的影响，人们越来越重视体育运动。而跑步作为最基础的体育运动，受到绝大多数人的青睐。说到跑步，可以随时随地的进行，简单的跑步也不需要什么特殊的运动设备，最重要的设备就是一双合适的跑鞋了。**  **然而，随着科技的不断发展，人们也不再满足于传统意义上的跑鞋了。因此，各大企业都在研发新的科技，力求为跑步爱好者创造出更舒适，更便捷的跑鞋——新型跑鞋。下面就来介绍几种新型跑鞋。**  IMG_256**2 “回到未来” NIKE AIR MAG**  **相信不少人都看过斯皮尔伯格监制的美国科幻电影《回到未来》，除了对剧中能穿梭时间隧道的跑车着迷之外，男主角脚上那双超炫的NIKE鞋也同样让人着迷。自1989年以来，在26年后的2015年，NIKE公司为致敬这部电影，真的发售了这款鞋NIKE AIR MAG。作为新型跑鞋，它最大的亮点就是“自动化系带”系统。[15]**  **其原理并不难，只是在鞋底部与鞋舌出放置传感器，当人的足部接触到位于后脚跟的传感器时，自动系带系统就会开始工作，利用马达将鞋带拉紧，而在鞋舌感应到和脚面的摩擦力后，系带动作停止。鞋带就系好了。如果松紧度并不舒适，用户还可以通过鞋侧面的按钮来做手动微调。**  **3 “漂浮鞋”** **Brooks Levitate**  IMG_256  **Brooks 慢跑鞋是世界四大跑鞋之一，它也是进入中国市场最晚的品牌，Brooks是率先使用运动鞋EVA中底材质的专业品牌，2017下半年，Brooks推出了其全新的跑鞋系列Levitate，并将其定位为缓震轻便舒适透气专业运动跑鞋，这款鞋属于能量系列，其主要亮点就是:采用了Brooks与德国化工巨头巴斯夫一同研究的聚氨酯中底材料DNA AMP，号称每尺磅有72%的能量回弹。**  **DNA AMP是一种基于聚氨酯的全新缓震系统，旨在提供无与伦比的能量反馈。DNA AMP的基本构造是一种能够自然拉伸的聚氨酯泡沫，可在受力时反馈能量。为了提供更好的体验，Brooks在泡沫表面裹上了一层热塑性聚氨酯，以防止出现横向拉伸，从而为跑步者直接提供能量反馈。这一经改造的化合物能够提供卓越的能量反馈，让跑者的脚感特别舒适。[16]**  **4 “脚趾鞋” ToPo分趾跑步鞋**  [IMG_256](https://pic.baike.soso.com/p/20130122/20130122171839-1932126889.jpg)  **ToPo分趾跑步鞋是由Vibram橡胶鞋底和赤足跑步公司的前老板Tony Post投资五趾运动鞋，而不是二趾鞋。这款鞋并不像是给脚戴上脚套，更像是蹄脚。大脚趾和其他的脚趾之间有一个难看的槽把它们分开。**  **曾是马拉松运动员、现为Profeet的教练和经纪人的Richard Felton说：“分趾鞋告诉我们的不仅仅是设计的奇特。大脚趾是脚最重要的部分，想要让自己的大脚趾活动同时保持其他脚趾的稳定。触地时大脚趾有效地向上翘起，促使前脚掌着地，使脚跟到前脚掌有一个稳定的支点。赤足运动鞋可以增强抓地力，增加灵活性。”[17]这款鞋就是基于这样的目的而设计的。但值得一提的是：由于其独特的外形，这款鞋的销量并不是很高。**  **5 结语**  **新型跑鞋的例子还有很多，但从现实出发，并不是所有的新型跑鞋都比传统跑鞋要优秀，只有适合自己的跑鞋而才是最好的。希望跑步爱好者能在享受科技给我们带来便捷的同时守住自己为运动而跑步的本心。**   1. **保护性设备**   **a）压缩装备与运动表现的关系探究**  **引言**  **谈到跑步，一身清爽舒适、适合运动的服装是必不可少的。目前广受跑者欢迎的是弹力服装或压缩服装。其具有高弹力、可塑形的特点，穿着时相较于日常衣物束缚感较弱，体感舒适，跑起来也更加轻松。**  **压缩服装提供了一种在身体表面施加机械压力的方法，从而压缩并可能稳定或支撑被覆盖组织。服装的用途是为了减轻运动引起的不适或有助于当前或随后的运动表现。潜在的好处可能由物理、生理或心理影响带来，但潜在的机制通常没有很好地被阐明。**  **为了探讨压缩服装与运动表现的关系，本文回顾了已发表的关于运动和/或运动恢复期间穿着压缩服装的影响的部分研究。我们倾向于提供广泛的、可获取的信息，而不是强有力的综合性研究结果，因为这个主题特别容易受到研究结果的概括和外推的影响，这样做可能不谨慎。压缩服装（Compression Garments, CGs, 下文简称CG）在运动和锻炼的语境下被定义为这样一种服装，即：（i）该服装对身体特定部位施加压力,以减轻运动引起的不适，或有助于当前或后续运动表现；以及（ii）一种能长时间穿着的服装（如果需要）。**  **由于研究方向的不同，文献是零散的。变量包括运动类型、持续时间和强度；作为运动表现或恢复水平的指标；参与者的训练状态；穿着CG的持续时间；服装的类型、覆盖的身体区域、施加的压力大小等。目前对这些因素是否真正影响运动表现知之甚少。[5]**  **运动过程中的效应**    ***总述***  **如表一[5]所总结，在运动过程中，穿着CGs的有益效应很少能被证明。在心率、跑步距离、冲刺时长、髋膝活动范围、耗氧量、配速等运动表现指标下，穿着CGs组与未穿着CGs组没有表现出显著区别。虽然CGs在某些情况下似乎有助于提高跳跃性能，只有有限的数据可表明它对其他形式的运动有积极影响。部分研究发现CGs有一些物理和生理效应，包括肌肉振荡的减弱、关节能力的提高、灌注增强和次最大强度下氧气使用的改变，但这些发现是相对孤立的。总的来说，CGs对运动表现无显著效应。**  ***长时间跑步***  **大多数已确定的研究表明，在长时间运动期间，CGs对运动表现几乎没有或根本没有好处。在以增加速度进行的多阶段20米短跑中，无论是否佩戴了膝盖长度的CGs，所跑的总距离是差不多的。[6]同样，在以次最大运动分隔的重复20米短跑的30分钟内，当全身佩戴CGs时，所跑的距离没有统计差异。[7]当以固定速度跑步时，当跑步/铁人三项训练的男性穿着三种CGs（压缩袜、踝至腰CGs或全身CGs）中的每一种时，疲劳时间与对照组没有什么不同。[8]Berry和McMurray同样发现，与不使用CGs相比，膝盖长度的CGs对运动时的疲劳时间没有影响。[10]**  **运动恢复期间的效应**    **如表二[5]所总结,CGs对运动恢复的效应显示出模棱两可的结果。运动后恢复过程中，在肌肉酸痛等级、血浆中肌红蛋白浓度、肌酸激酶浓度、乳酸浓度、摄氧量、心率等指标下，穿着CGs组与未穿着CGs组没有表现出明显不同。**  **通常来说，压力与减轻运动导致的生理或机械性劳损、促进肌肉代谢产物的清除、减少运动引起的肿胀和肌肉酸痛、促进细胞修复以及改善随后的运动范围等作用有关。例如，有人认为，在软组织损伤后，压力可以减轻疼痛感，通过减少炎症相关肿胀的程度，帮助清除损伤区域的心肌细胞蛋白和炎症介质，有促进愈合的生理作用[9]。虽然部分研究表明CGs对运动恢复有积极影响，如肌肉酸痛等级[6、7]，但显示CGs对生理和后续运动性能影响的数据仍然相对较少，而且并没有形成对这些影响的共识或机制上的深刻解释。这还需要进一步的数据。**  **结论**  **CGs广泛应用于运动前、后和过程中，以试图改善运动表现或提高恢复水平。目前的经验证据表明，穿着这些衣服对生理或性能的影响有限（但很少有有害影响的报告）。有证据表明，CGs可能减弱肌肉振荡，提高关节能力，改变运动中的亚最大耗氧量，改变局部血流和蛋白质或代谢物清除率，缓解肿胀，减少运动后恢复期间的肌肉酸痛，但这些发现往往是孤立的（需要证实），或不确定（研究结果参差不齐）。就实验变量而言，文献的零散性使达成共识变得更加复杂。要注意的是，从一个运动类型（如未经训练、跳跃）中获取研究结果并将其应用于其他类型（如经过训练、长时间跑步）是不可取的。服装类型、施用压力和穿着时长的差异使问题进一步复杂化；因此，在作出实际建议之前，需要进行更多的研究。虽然CGs的优点包括成本相对较低、易于使用和无创性，但它们是否最终对运动性能产生有意义的影响仍有待观察。**  **结语**  **从服装的时尚性和穿着的舒适性来看，压缩服装是跑者们不错的选择。但试图通过压缩服装来改善自己跑步表现的想法则是不现实的。希望本文能为跑者们认清压缩服装的效果有所帮助。**   1. **专业型设备** 2. **两种可穿戴式心率测量设备原理的简要介绍**   **引言**  **心率，指心脏每分钟跳动的次数。心率值是反映心脏健康状况的重要生理指标，跑步时的心率值是跑者了解自身跑步水平的重要参数之一。并且，由于可穿戴设备具有便携性好、 操作方便等特点，能测量心率的可穿戴设备广受跑者欢迎。目前，可穿戴式心率测量设备主要有心率带——使用心动电流测量法，和心率测量手环——使用光电容积脉搏波描记法( photoplethysmography, PPG) 。本文将对它们做简要介绍。**  **心动电流测量法**  ***原理***  **心率带是目前为止市面上测量心率较精准的可穿戴设备。它模拟医院里的心电仪，原理是测量心动电流。心脏在每个心动周期中，由起搏点、心房、心室相继兴奋，伴随着无数心肌细胞动作电位变化，这些规律性的神经信号表现为有节奏的电信号，在扩散到体表后可以被电极类仪器监测记录，即心电信号。感应器的极片位于胸带前方两侧，使用者带上胸带后，胸带内的极片采集锻炼者的心动电流波动幅度，测量心肌收缩的电信号，在通过无线传输技术发送给心率表转化为便于观察的心跳数值。下图为处理心电图信号的流程图。[11]**  **这种测量心率方法的优点是测量准确，可在运动中持续精准监测心率。**  **hc0560905007**  ***缺点及改进方法***  **一、佩戴不舒适。由于心电信号的波长较长，通常要求测量仪器的两片电极紧贴皮肤，分处于躯干空间上相隔较远的两个位置，比如胸上较远的两点、左右手等，因此对使用者的自由运动阻碍较大，难以做到小型化、穿戴便捷化。**  **二、易受电磁干扰。心率带两侧的电极测量皮肤中的心动电流或者电势的周期变化，而这个电流非常微小，很容易受到干扰。第一个干扰就是皮肤中的其他电流噪音信号，比如紧张的肌肉也可以产生比较大的电流噪音。 防止的方法是让心率带接近心脏部分，也就是男性离乳头下方小于2厘米的位置，或者女性乳房的下边缘。第二个干扰就是心率带电极与皮肤的位移摩擦产生噪音信号。这个干扰在运动中尤其显著，表现特征为心率表显示的数字忽高忽低。为此传统的心率硬带在导电橡胶处往往设计成类似轮胎的波纹来增加摩擦阻力，减少移动。 在心率信号的采集的抗干扰能力上，柔性织物心率软带和硬带相比有很大的优势，因为柔性薄膜电极可完美地贴合人体胸部轮廓，大大增加了电极和皮肤的接触面积。 其次，和所有光滑表面一样，薄膜电极沾水后对皮肤有很强的吸附性，可以紧密吸附于皮肤，极大地减少运动中摩擦产生的电信号干扰。**  **光电容积脉搏波描记法**  ***概述***  **心率测量手环使用反射式光电法。心脏搏动引起毛细血管和动脉、静脉容积呈规律性改变，对可见光的反射呈波动性，这波动的频率可记录为心率信号。设备通常利用特定绿色波长的发光LED向手腕发射出可见光，光敏传感器接受手臂皮肤的反射光并感测到光场强度的变化，换算为心率。**  **这种测量心率方法的优点是简便，设备佩戴舒适，大部分智能手环、智能手表等可穿戴设备都采取此方法。**  133908tdoweorw0zrmmmw6**133907dtxddj3jrphlkrxd**  ***原理***  **人体心室周期性的收缩和舒张导致主动脉的收缩和舒张,使血流压力以波的形式从主动脉根部开始沿着整个动脉系统传播,这种波称为脉搏波。[13]脉搏波所呈现出的形态、强度、速率和节律等方面的综合信息,很大程度上反映出人体心血管系统中许多生理病理的血流特征。**  **根据朗伯-比尔定律,物质在一定波长处的吸光度和它的浓度成正比，当恒定波长的光照射到人体组织上时,通过人体组织吸收、反射、衰减后测量到的光强在一定程度上反映了被照射部位组织的结构特征。血液是高度不透明的液体，光在一般组织中的穿透性要比在血液中大几十倍。一般情况下，当光子穿越介质时，因能量被吸收而导致的强度衰减可描述为：**  **I = I0exp (-αxε )**  **其中I0是入射光强，α是与组织结构相关的吸收系数（哺乳动物的α值在0.1至100之间），x是沿光轴方向的坐标长度，ε是光子能量。[13]**  **人体的皮肤、骨骼、肉、脂肪等对光的反射为固定数值，一般不发生改变。而人体中毛细血管、动脉和静脉随着脉搏跳动而发生容积的变化。当心脏收缩时外周血容量达到最大数值，此时血管容积扩张，其吸收光的能力增强，检测到光的强度最小。当心脏扩张时，外周血容量少，血管容积收缩，光吸收量少，检测到光的强度最大。因此光接收器接收到的光强度呈脉动性变化。将光强度的变化通过模数转换器转换为电信号，对信号进行处理、加工、完善，即可得到心率。这种技术称为光电容积脉搏波描记法。[12]**  **由于以下几个特点：皮肤的黑色素、皮肤上的水份会吸收大量波长较短的光；红光和接近红外的光相比其他波长的光更容易进入皮肤组织；进入皮肤组织的绿光、黄光易被血红蛋白吸收， 总体来说大部分可穿戴设备采用绿光为光源。但是考虑到皮肤情况的不同（肤色、汗水），高端产品会根据情况自动使用换绿光、红光等多种光源。[14]**  ***缺点及应对措施***  **光电式心率测量设备最大的技术障碍是如何将生物特征信号从各种干扰中分离出来。**  **一、光线干扰。反射式光电法中要检测的反射光是十分微弱的。自然光、人造光等外来光源会干扰光敏传感器对反射光的检测。通过滤波处理、时域分析和频域分析等各种算法可减少误差。如何获得高品质的PPG信号是各可穿戴设备厂商竞争的重点。**  **二、运动干扰。在稳定状态下，反射式光电法表现良好，但使用者开始运动，离心力将使得血液量出现变化；血管收缩压与离心力在血液中交互作用，难以分辨血管中的血量，因此可能降低心率数据的准确度。利用设备上可测量运动的加速计，与光信号结合，通过算法将处理后的信号叠加到PPG波形上，可生成持续的、运动容错的心率数据。**  **三、肤色问题。人类拥有多种肤色。不同的肤色对光的吸收是不同的，每一种肤色有不同的吸光图谱。这意味着光电式心率测量设备传感器捕获的光的强度和波长取决于穿戴者肤色。同样，皮肤上的纹身也会影响心率测量。**  **结语**  **两种心率测量设备各有优劣。心率带可持续准确测量运动中心率，但佩戴不舒适；心率测量手环穿戴舒适，而心率测量准确性有所欠缺。专业的跑者可能会选择心率带，以对自己的心率有更充分准确的认识；一般的跑者可能会选择时尚性更好、功能更多样的智能手环。希望本文能为厂商改进产品、为读者了解设备原理有所帮助。**   1. **跑鞋计步原理**   **工作原理**  **人体迈步过程中,重心会随着人体运动在一定范围内出现规律性的变化。脚蹬地离开地面时,地面的反作用力会使垂直加速度开始增大,身体重心上移,当脚达到最高位置时,脚的垂直速度最小,但垂直加速度最大。当脚向下落时,垂直加速度开始减小,落地时加速度达到最小值。前向加速度由脚与地面的摩擦力产生,加速度最小值对应的是脚离开地面时,最大值对应脚抬最高处。可见加速度变化一个周期就是人体运动的一步。当把加速度传感器装在鞋上时,传感器的输出电压会随着人体的运动出现规律化的变化。单片机获取传感器输出电压的变化,可计算和显示出人体行走的步数。[18]**  **硬件组成**  **根据上述工作原理, 该计步器硬件设计总体结构框图如图1所示。该计步器由PIC16F877单片机,液晶显示模块LCM103和三轴加速度传感器ADXL335构成。传感器采集数据并送单片机处理,处理后的结果送液晶显示。**  **1**  ***1 ADXL335三轴加速度传感器***  **该计步器采用的是ADI公司ADXL335三轴加速度传感器。是一款小尺寸、高精度、低功耗的IC芯片三轴加速度传感器。它的对外输出X、Y、Z三个模拟电压量,工作电压1.8伏到3.6伏之间。在供电电压为3.3伏时,传感器静态的三轴输出电压为1.5伏,灵敏度为300ｍV/g。在－55℃到125℃温度范围内,拥有±3g的测量范围。**  **ADXL335采用先进的MEMS技术。在加速度的作用下,传感器中多晶体硅结构的偏移会导致差动电容器的电容值发生变化。进而导致积分电路中输出的模拟电压值也发生线性变化。其内部结构图如图2所示, ,XＯＵＴ、YＯＵＴ、ZＯＵＴ输出三个与加速度成比例的模拟电压值。**  **2**  ***2 ADXL335防噪滤波电容器的设计***  3**根据ADXL335手册说明,通过原理图中的CＸ、CＹ、CＺ能够给传感器设置一个低通滤波器。由于人行走的速度是有限的,因此 在XＯＵＴ、YＯＵＴ、ZＯＵＴ各管脚接了一个0.01μF的电容,对应的带宽为50Hz,可有效限制传感器在测量中的噪声干扰。为了减少电源干扰,将ADXL335电源端外接一个0.1μF去偶电容。其电路如图3所示。[19]**  ***3 控制部分和显示部分***  **该计步器的控制部分由单片机完成。单片机选用PIC16F877,该机最大的特点是省电,适合设计便携式设备;35条简单指令集,编程简便;集成多种外设,简化外围电路。PORTA口的RA0管脚连接ADXL335模块的X\_OUT脚,RA1管脚连接ADXL335模块的Y\_OUT脚,RA2管脚连接ADXL335模块的Z\_OUT脚,获取三轴加速度数据。**  **该计步器选用段码式液晶显示屏LCM103显示测距结果。LCM103是10位多功能通用型8段式液晶显示模块,内含两种频率的蜂鸣驱动电路,内置显示RAM,可显示任意字段笔划,低功耗,显示清晰, 编程简单, 是仪器仪表通用型显示模块。其片选信号与PIC16F877的RB1脚相接,模块数据/指令写入线连RB2,数据输入输出线连RB3。**  **软件部分**  **系统软件主要完成计步器的数据采集,算法处理和信息输出等功能。三轴加速度传感器采集的竖向、前向、侧向加速度的数据经过数字滤波后变得平滑。为了降低计步器的放置位置对测量结果的影响,本设计将三路滤波后的数据取模得到三轴合一的整体加速度。并且动态设定一个阀值,当采集到的整体加速度正负穿越此阀值一次便记一步。同时每采集一定数据就更新一次阀值,以实现动态检测。通常人体每秒行走0.5步到3步,最多不超过5步。设置合适的时间阀值可排除无效振动。数字滤波子程序如图4所示,数据检测流程图如图5所示。[20]**  **45**   1. **跑鞋材质的研究**   **1 引言**  **我们日常跑步都会对膝盖造成冲击。冲击的力量大约是体重的3到5倍。跑步的时候，我们整个人腾空而起，接着落地，然后瞬间再腾空而起，反复进行。这时产生的冲量主要由膝盖的软骨吸收。很多保护不周的跑步爱好者下半生都要承受着膝盖伤病的折磨。然而，一双好的跑鞋可以代替膝盖吸收这些冲击力，保护骨头。**  **跑鞋一般由鞋底和上部鞋面构成。鞋底又可分为与地面接触的外底以及外底到鞋垫之间的中底。跑鞋的“黑科技”主要集中在中底部分。**  **比较经典的鞋底科技有Zoom/React(Nike)，Boost/Futurecraft(Adidas)，GEL缓震技术(Asics)，鞋面科技有Flyknit(Nike)，下文将对几种材质做简要介绍。**  **2 Nike Air Zoom 系列**  ***2.1 概述***  **Nike Air Zoom 是耐克气垫技术中的一种，耐克成熟的气垫技术之一，除此之外还有MAX AIR，AIR-SOLE等技术。Nike Air Zoom特点是超轻、超薄，且这项技术被广泛运用于耐克的篮球鞋、跑步鞋和训练鞋中。它的结构其实就是一片扁平状的气垫再加上织物和尼龙纤维丝共同组成的缓震系统。将织物材料置于气垫的上下面，再使用热压的方式将许多尼龙纤维固定在上下壁的织物面之间，纤维丝起到连接上下壁的作用。因其中灌注的高压气体具有膨胀的趋势，正常状态下，尼龙纤维会被拉直绷紧，以维持气垫的形状，这就形成了我们通常看到的带有垂直纤维丝的Zoom气垫。如果纤维丝断裂，使得力量维持气垫的形状，就出现了所谓鼓包的现象。**  ***2.2 减震原理***  IMG_20190512_225939  IMG_20190512_230048  **Nike air zoom本身就是气垫，已具有气垫的避震缓冲性质，但中间加入了上下端固定的尼龙纤维支撑材料，在避震时可以纤维本身被拉长所增加的张力来阻止受力部分继续溃缩，所以zoom air才能在那么短的距离中，提供相当优异的避震能力，接着再以增加的张力强制拉回纤维平衡状态时的长度，挤压空气使得原本受力部位气压增加而回弹，所以有着令人惊讶的弹性与反馈性。如果就普通air的避震原理来看，主要也是因未受力部位体积增加，塑料皮膨胀所产生的张力，来提供回复的弹性，而Nike Air Zoom除了同样拥有塑料皮的张力，还多了许多尼龙纤维，所以回复速度与弹性就比普通的air更优秀。**  **一言蔽之，利用尼龙纤维的张力与气压之间的相互调节来产生避震与反馈的作用。[23]**  **3 Adidas 的Boost材料**  ***3.1 概述***  IMG_256  **BOOST是一种固体颗粒材料（TPU），经过受热膨胀后形成-颗颗具有能量的小颗粒，每一颗BOOST都能在每一步有 效的积聚和释放能量，缓震性能也极佳。(TPU: 具有卓越的高张力、高拉力、强韧和耐老化的特性，比其它塑料材料强度高、韧性好、耐磨、耐寒、耐油、耐水、耐老化、耐气候，同时他具有高防水性透湿性、防风、防寒、抗菌、防霉、保暖、抗紫外线以及能量释放等许多优异的功能)**  ***3.2 原理***  **一只 Boost 中底大约内含 3000 颗 Boost 颗粒，每一颗 Boost 颗粒都极富弹性，由于结构的独特性，每个颗粒都能在每一步有效积聚并释放能量。****因为TPU的物理特性，Boost中底的耐用度是普通EVA中底的三倍，所以说Boost除了有特别弹性十足的脚感之外，还可以将这种中底运动寿命大大延长。[24]**  **4 Flyknit 科技**  ***4.1 材料***  **由Flyknit科技打造的鞋面的本质，其实就是一块带有弹性的布。它的鞋面是由一条条线编织而成的。这种线名叫聚酯纱线，是由涤纶做成的线形材料，具有弹性好，耐磨，强度大等特点。在编织的时候，采用了高科技编织技术，用电脑编程，按照了人脚在运动的时候的受力位置不同，来计算不同的编织密度，以此来达到更好的支撑作用。**  ***4.2 优缺点***  ***优点：***  **1、相比其他鞋面材料，它的材料使用，不需要采购皮料，也不需要染色，切割等等，它的材料是用了线条纤维编织而成，这样不会对鞋子造成浪费，并且也提升了环保，这也是如今，它被广泛应用的原因之一。**  **2、材质轻盈，Nike的创始人，比尔鲍尔提倡的就是鞋子要轻盈，要赤足化，而Flyknit的诞生，便是在跑鞋中起到了重大作用，轻盈透气的特点，让它能够得以发展至今。**  **3、贴合度好，它的材质柔软，编织时用电脑编程，更好的贴合人的脚面。具有像袜子一样的贴合度。**  ***缺点：***  **1、价格稍贵，鞋子一开始出来，对于科技的新鲜感，以及独特的优势，价格肯定是稍贵的。不过，目前技术比较成熟，也被广泛应用，对于很多朋友们来说，价格应该是可以接受的。**  **2、难打理。作为线编织的材质，也是本身存在的问题。因为它的材质，不会清洗的朋友们，可能会因为错误的清洗方式，影响鞋子的使用寿命。[25]**  **5 结语**  **本篇只简单介绍了几种跑鞋材质，其他著名的科技还有很多，就不一一列举了，不同的跑鞋有不同跑鞋的优缺点，但总而言之，初衷都是为了能让广大跑步爱好者能够过更好的享受跑步，在此也希望读者能多多运动，拥有一个健康的身体。**  **第二部分 调研问卷**   1. **问卷的主题：调查**各年龄段运动和用运动设备情况，以及对运动设备必要性的看法。 2. **问卷内容：考虑到45岁调查对象可能受是否会使用电子设备的影响比较大，我们以18岁、30岁、45岁为年龄的分界线来调查跑步频率，跑步配速，跑步是否穿戴运动设备和对运动设备的看法进行展开。** 3. **数据结果** 4. **年龄和跑步频率**   **chart年龄和跑步频率**  **由此可以看出，随着年龄增加，每周运动次数在逐渐减少。这与年龄增加，随之增加的工作和生活压力有关。**   1. **年龄和跑步配速**   **chart年龄与配速**  **可以看出，随着年龄的增加，跑步的配速逐渐变慢。这也与年龄增加，随之增加的工作和生活压力有关。除此之外，还有身体素质的减弱有关。**   1. **年龄与会不会使用运动设备**   **chart年龄和会不会运动设备**  **可以看出，18岁以下的人群会使用运动设备的部分最多，不会使用运动设备的最少，这可能和年龄小的同学对新的设备有更多的新鲜感有关。而且，30-45岁会使用运动设备的人群也比较多，这可能和人到中年之后开始注重运动的保护，以及经济条件的富足有关。但同时，30-45岁的人群不会使用运动设备的人也最多，这说明有很多年龄大的人并不愿意尝试运动装备，这可能和他们平时运动并不剧烈有关。**   1. **年龄与对运动设备的看法**   **chart穿戴运动设备的必要性**  **可以看出，无论是哪个年龄段，对保护性和舒适性的认可都要比运动设备科学性的要多。**  **第三部分 数据分析＆得出结论**  **由上述调研问卷结果分析可以看出，随着年龄增加，每周运动次数在逐渐减少，跑步的速度也在逐渐减少。分析原因可以猜测，这个现象与随年龄增加的工作和生活压力以及人们身体的衰老有关。**  **同时，通过分析数据的第三统计图可以猜测，18岁以下的人群会使用运动设备的部分最多，不会使用运动设备的最少。这可能和年龄小的同学对新的设备有更多的新鲜感和接受新鲜事物的能力有关。而且，30-45岁会使用运动设备的人群也比较多，这可能和人到中年之后开始注重运动的保护，以及经济条件的富足有关。但与此同时同时，30-45岁的人群不会使用运动设备的人也最多，这说明有很多年龄大的人并不愿意尝试运动装备，这可能和他们平时运动并不剧烈，从而用不到运动装备有关。**  **并且从第四个统计图可以看出，无论是哪个年龄段，对保护性和舒适性的认可都要比运动设备科学性的要多。**  **三、结论/总结**  **从对各个运动设备的调研中可以看出，许多设备都与我们的健康息息相关。这些运动设备有的让我们的运动更加舒适，有的可以保护我们的健康，还有一些可以给我们的健康运动提供更专业的参考。而这些运动设备，看似复杂，给我们的运动提供很大的提升，但其实在他们背后的，都是人们发明的物理原理和计算机技术。在我们做这个调研的同时，我们也在搜集资料中学到了很多知识，也在团队合作中体会到了协作的作用。**  **对于运动设备的分类，我们是从用途考虑的。比如，很多人喜欢跑步的时候听着音乐，耳机就会很有用处，同时新型跑鞋会给我们进行的运动更多的方便，于是我把它们归为舒适类；而**压缩装备会在我们运动的时候很大程度的保护我们的肌肉，减少痉挛发生的情况；最后，在专业设备中，我们介绍了心率测量设备原理、跑鞋材质、跑鞋计步原理，之所以这么分类，是因为许多专业慢跑的人，会根据自己的心率来调整步频步幅，而一些特殊的跑鞋材质，更是能满足我们在特殊运动情况下的特殊需求。  **由上述调研问卷结果分析可以看出，随着年龄增加，每周运动次数在逐渐减少，跑步的速度也在逐渐减少。分析原因可以猜测，这个现象与随年龄增加的工作和生活压力以及人们身体的衰老有关。并且，18岁以下的人群会使用运动设备的部分最多，不会使用运动设备的最少。这可能和年龄小的同学对新的设备有更多的新鲜感和接受新鲜事物的能力有关。而且，30-45岁会使用运动设备的人群也比较多，这可能和人到中年之后开始注重运动的保护，以及经济条件的富足有关。但与此同时，30-45岁的人群不会使用运动设备的人也最多，这说明有很多年龄大的人并不愿意尝试运动装备，这可能和他们平时运动并不剧烈有关。可以看出，无论是哪个年龄段，对保护性和舒适性的认可都要比运动设备科学性的要多。**  **四、致谢**  首先要感谢我们的指导老师秦胜勇，感谢他在我们方案提出和形成的宝贵建议，以及在我们论文书写的过程和定稿过程中给出的指导。没有他的支持和帮助，我们这篇论文可能根本就不会形成。  其次，感谢我们的学校中国科学技术大学。正是得益于这么有利的平台，我们搜索到了最优秀而且学校公费的论文，如果没有学校，我们的调研进程将会变的十分艰难。  最后，感谢那些在我们调研过程中填写问卷或者给与其他帮助的朋友们，有了你们的参与，我们的论文才能最终完善。  **五、附录**  **六、参考文献**   1. 李扬，秦磊，谢邦昌 . 中国人的运动健康大数据 [ J ]. 中国统计，2017（7）：14-15. 2. 李传忠. 聆听纯净的声音——解析降噪耳机 [ J ]. 音响技术，2009（10）：52-54 3. 李海. 有源降噪耳机算法的研究 [ D ]. 天津. 天津大学电子信息工程学院. 2010: 1-3 4. 王草山. 骨传导原理发展综述 [ D ]. 5. Compression Garments and Exercise: Garment Considerations, Physiology and Performance—Braid A. MacRae, James D. Cotter, Raechel M. Laing 6. Ali A, Caine MP, Snow BG. Graduated compression stockings: physiological and perceptual responses during and after exercise. J Sport Sci 2007; 25 (4): 413–9 7. Duffield R, Portus M. Comparison of three types of fullbody compression garments on throwing and repeat-sprint performance in cricket players. Br J Sports Med 2007; 41 (7): 409–14 8. Sperlich B, Haegele M, Achtzehn S, et al. Different types of compression clothing do not increase sub-maximal and maximal endurance performance in well-trained athletes. J Sport Sci 2010; 28 (6): 609–14 9. Kraemer WJ, French DN, Spiering BA. Compression in the treatment of acute muscle injuries in sport. Int Sport Med J 2004; 5 (3): 200–8 10. Berry MJ, McMurray RG. Effects of graduated compression stockings on blood lactate following an exhaustive bout of exercise. Am J Phys Med 1987; 66 (3): 121–32 11. Heart Rate Variability：Standards of Measurement, Physiological Interpretation, and Clinical Use— Task Force of the European Society of Cardiology the North American Society of Pacing Electrophysiology，Circulation，March 1, 1996，Vol 93, Issue 5 12. 智能手环心率测量系统的设计— 孙超，王游司，陈洪燕，卢宇(内江师范学院) 13. 光电型脉搏传感器的原理及其应用—张先绪，长春理工大学 14. 光学心率测量原理—https://blog.csdn.net/ 15. https://baike.baidu.com/item/NIKE%20AIR%20MAG/10338598?fr=aladdin 16. http://iranshao.com/diaries/199048  1. <http://jandan.net/2013/01/22/split-foot-trainers.html> 2. 卢文,陈慈发.基于STM32和LIS3DSH的高精度计步器设计[J].单片机与嵌入式系统应用,2016,(03):70-73. 3. 张婷.基于单片机的三轴加速度计步器设计[J].山西电子技术, 2016,(6):32-33. 4. 黄元植,黄锐敏.基于蓝牙芯片CC2541的计步器设计[J]电脑与电信,2017,(5):69-72. 5. 周洲.基于单片机的运动计步器设计与实现[J].智能城市,2016, (12):2-3. 6. 李博戈,许晓飞.智能加速度计在电子计步器中的应用[J].电子技 术,2016,(7):55-57. 7. <https://baike.baidu.com/item/nike%20air%20zoom/5934484> 8. www.sohu.com/a/161413497\_615649 9. <https://www.jianshu.com/p/30db24782555> |

**五、导师评审意见**

|  |
| --- |
| 导师根据报告的整体质量、平时讨论时的表现、答辩的情况及在报告中各学生的贡献程度，着重考察学生的科学探索精神、自主学习能力、独立思考能力、逻辑推理能力、实际动手能力、团队合作精神等要素，给小组成员做出评价。  **导师签字： 日期：** |