

基于人体工程学的下肢肌群康复训练设备结构优化设计

刘力源 樊熠玮

西京学院，陕西省西安市，710000；

摘要：本课题设计的是一种腿部肌肉拉伸机构，在借鉴以往的研究人员的实际设计经验和部分参数结构的前提下重点对其对腿部拉伸结构的设计进行了改进优化，能够实现有效的锻炼，拉伸力度，拉伸方向等都可实现方便操作。提高运动训练的质量、加速身体运动状态的恢复、改善肌肉生理机能与预防运动损伤。

关键词：痉挛；拉伸；安全；有效；方便

DOI：10.69979/3041-0673.25.06.022

引言

腿部拉伸机是目前大多数人们锻炼或者是运动后所需要的运动器材。它的存在很大程度上对人的腿部肌肉的修复和放松有着更加高效的作用，而腿部拉伸机发展的技术水平也很大程度上能够决定大多数人们在体育运动后和高强度训练后腿部拉伸的安全性和高效性。腿部拉伸机的发展水平和人们的身体健康水平息息相关。人们对器材的拉伸方法的需求在不断进步，也正在不断的提出更加高的要求，这在一定程度上也极大的促进了腿部拉伸机这一块领域的进化和发展。

就目前国内对腿部拉伸机方面的研究而言，新的腿部拉伸机的设计需具备更高的要求。为了保证腿部拉伸机的质量，一方面，从安全性角度考虑，在保证拉伸质量的同时，要考虑到当拉伸过程中韧带承受不住时，能够及时的收回正常的状态，从而保护腿部不受伤害。另一方面，腿部拉伸机的结构设计本身直接决定了对拉伸效果的优异，所以需要在现有的腿部拉伸机的基础上，不断改进和提高，确保安全性的同时也确保拉伸质量的优异。腿部拉伸机的发展促进了人们在体育训练，下肢康复训练，以及高强度训练后腿部肌肉拉伸、按摩、修复的发展。而近年来我国对体育运动的重视，促进了我国对体育运动的器材的重视，同时也为我国对腿部拉伸机方面的研究发展提供了广泛的发展空间。但是遗憾的是，我国目前对腿部拉伸机的研究水平还不足以广泛运用在市场中。国内对腿部拉伸机的研究还需要不断的深入，但目前国内大多数人才对训练类器材的研究并不够重视，导致人们对体育锻炼提不起兴趣，进而导致人们的体育素质普遍有待提高。目前，国内相关的单位也组织必须的人力、物力和技术力量进行人体肌肉所需的

训练并且用机进行辅助，提高训练效率。预计腿部拉伸机在不断的改进和升级下应该在未来的几年有可能问世。本次对腿部拉伸机的结构设计是在借鉴以往的研究人员的实际设计经验和部分参数结构的前提下，重点对其对腿部拉伸结构的纵向拉伸设计进行改进。

1 整体结构设计

本次研究课题主要分为横向拉伸部分和纵向拉伸部分两部分机构设计。如图1所示，左侧的是横向拉伸机构的设计，右侧是纵向拉伸机构的设计。横向拉伸时，通过手动转动手轮，使双腿张开至合适的角度，创新点在于，能够迅速通过手轮将双腿调整到合适的位置，除此以外，能够在腿部需要恢复至正常的位置时，迅速恢复，不用需要长时间的转动手轮恢复至正常的位置，避免了腿部恢复至正常状态不及时导致腿部拉伤。右侧是纵向拉伸机构的设计，创新点是，纵向拉伸时，同过伺服电机以及一个简单的曲柄滑块机构，带动设计的挡板在托板上直线运动，从而达到纵向腿部拉伸的效果。^[1]

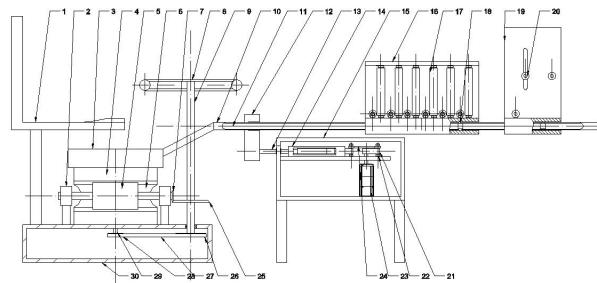


图1 总装配图主视图

1、座椅 2、轴座 3、齿轮 4、支撑管 5、蜗杆 6、涡轮管 7、第一锥齿轮 8、手轮 9、立柱 10、托板 11、滑道 12、竖直杆件 13、滑块 14、滑块底座 15、底座二 16、挡板 17、按摩滚轮 18、滚轮 19、束脚器挡板 20、束脚器横轴 21、曲柄杆 22、轴 23、伺服电机 24、连杆

杆件 25、第二锥齿轮 26、第一链轮 27、链条 28、第二链轮 29、支撑轴 30、底座一 31、卡槽 32、透槽 33、拨杆 34、螺纹柱 35、移动环 36、水平杆件 37、弹簧杆 38、丝母

具体使用方法：首先坐在座板上，并背靠靠背，将双腿放置到对应的托板上，使腿分别位于对应的两个挡板之间，腿拉伸时，首先使双腿主动张开适当的角度，至主动张开双腿费力，此时通过手轮反向转动竖轴，竖轴驱动卡接装置，卡接装置使蜗轮管与支撑管卡接配合连接，同时竖轴通过第二斜齿轮带动第一斜齿轮、蜗杆转动，蜗杆带动蜗轮管、支撑管转动，支撑管通过单向轴承带动第二齿轮转动，第二齿轮带动第一齿轮转动，第一齿轮、第二齿轮分别带动对应的托板、挡板继续张开转动，从而对双腿进行拉伸；

当双腿合拢时，通过手轮正向转动竖轴，竖轴驱动卡接装置，卡接装置使蜗轮管与支撑管之间的卡接配合连接断开，腿能够主动带动托板快速合拢，托板合拢时带动第二齿轮、第二齿轮通过单向轴承带动支撑管转动，支撑管能够相对蜗轮管转动。

2 横向拉伸部分结构设计

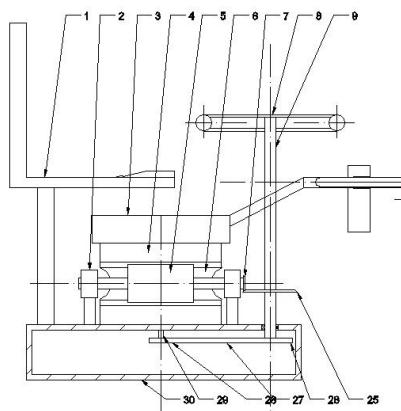


图 2 横向拉伸部分主视图

通过手动转动手轮使双腿进行很想拉伸至所需要的角度，从而达到横向拉伸的需求，不同人群可根据自身需求对拉伸的角度进行调整至合适的角度，当人们使用本机构时，该机构能根据使用这转动首轮的角度，使双腿张开一定的角度，从而对腿部进行水平方向上的拉伸，通过迅速转动手轮，可以使腿部迅速张开到合适的角度，便于快速进入拉伸状态。腿合拢时，可以通过手轮反向转动，先使腿小幅度合拢后，配合腿部的对挡板收回时向中间输出的作用力，能够使腿主动的快速想机

构中间合拢，并且本文设计的机构能够使腿在不断张开与合拢过程中摆动且安全有效的达到横向拉伸的目的。

[2]

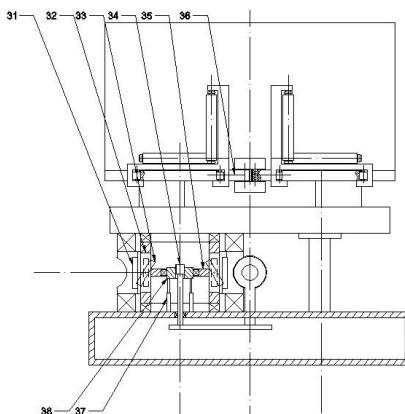


图 3 卡接装置右视图

横向拉伸零件布置包括底座一通过立柱的转动安装第一齿轮，第一齿轮通过轴承的转动安装在立柱的一端，立柱的另一端与底座一固定连接，第一齿轮的一侧啮合配合设有第二齿轮，第一齿轮与第二齿轮是型号相同的齿轮，第二齿轮的底侧通过单向轴承转动连接支撑管的一端，支撑管转动安装在底座上，支撑管与第二齿轮中心线共线，支撑管的另一端与底座的顶侧通过轴承转动连接，支撑管的外周活动套装蜗轮管，蜗轮管与支撑管中心线共线，蜗轮管转动安装在底座上，蜗轮管的一端与底座通过轴承转动连接，蜗轮管的另一端与第二齿轮通过轴承转动连接，蜗轮管与支撑管通过卡接装置卡接配合连接；蜗轮管的一侧啮合配合设有蜗杆，蜗轮管无法带动蜗杆转动，蜗杆转动安装在底座上，蜗杆外周的两端分别通过轴承连接轴座，轴座固定安装在底座一上，蜗杆的一端固定安装第一斜齿轮，第一斜齿轮的一侧啮合配合设有第二斜齿轮，第二斜齿轮上固定安装竖轴，竖轴的外周与第二斜齿轮的内周固定连接，第二斜齿轮与竖轴中心线共线，竖轴转动安装在底座上，竖轴的上端固定安装手轮，底座上固定安装坐板，坐板上设有靠背，第一齿轮和第二齿轮的侧面分别固定安装托板，第一齿轮和第二齿轮与对应的托板分别通过连接板固定连接，托板前后对称分布，托板的前后两侧分别固定安装挡板；竖轴与卡接装置传动配合连接，正向转动竖轴，卡接装置断开蜗轮管与支撑管之间的卡接配合连接，反向转动竖轴，卡接装置使蜗轮管与支撑管卡接配合连接。

3 纵向拉伸部分结构设计

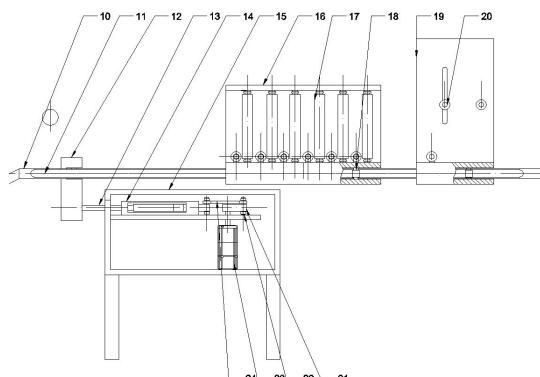


图4 纵向拉伸部分主视图

纵向拉伸的零件布置主要包括，伺服电机与底座底座焊接在一起，伺服电机的输出端通过轴与曲柄焊接在一起，伺服电机的转动带动曲柄的转动，曲柄通过轴与连杆通过轴承连接在一起，曲柄的转动带动连杆的转动，连杆转动通过轴与滑块连接在一起，连杆的运动，带动滑块沿着滑块的底座沿直线水平运动，滑块通过轴与竖直杆件通过焊接连接在一起，滑块的水平直线运动，带动竖直杆件沿着水平方向直线运动，竖直杆件通过两个轴与水平杆件连接，水平杆件可以沿着托板的滑道方向直线

运动，与此同时，水平杆件也可以沿着竖直杆件的轴转动，水平杆件的另一端连接着挡板，挡板的底侧通过滚轮与滑道连接，可沿着滑道直线运动。通过水平杆件沿着滑道方向的直线运动带动挡板沿着滑道直线运动。除此以外，挡板上设有水平和竖直的按摩滚轮各6个，随着挡板沿着滑道沿着直线方向的运动，以及横向拉伸后，腿部内测会紧贴挡板且对挡板受力，所以随着挡板的直线运动，可以带动按摩滚轮的滚动，从而达到纵向拉伸的效果。

纵向拉伸在横向拉伸的基础上进行的拉伸，纵向拉伸主要功能是对腿部肌肉来回往复进行纵向的拉伸，采用的方式是利用伺服电机作为动力源，带动一个曲柄滑块机构，从而带动滑块按照既定的轨道滑动，从而带动挡板沿着托板的方向进行纵向运动，由于在横向拉伸的作用下，双腿内测紧贴挡板内测，使腿部肌肉与挡板间的摩擦力增加，挡板沿着腿部延伸方向进行的同时，带动双腿拉伸，从而满足纵向拉伸的需求。当人们使用本课题的机构时，该机构能够使腿在张开适当程度后，再对腿部的肌肉进行纵向拉伸，便于快速将肌肉酸痛减缓以达到纵向拉伸效果。

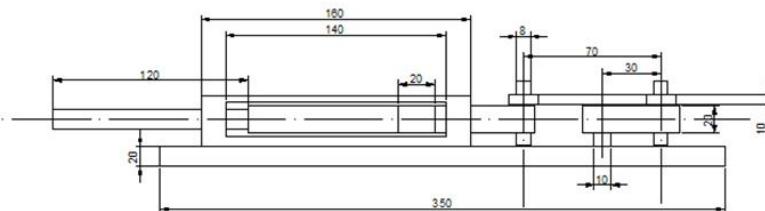


图5 曲柄滑块机构主视图

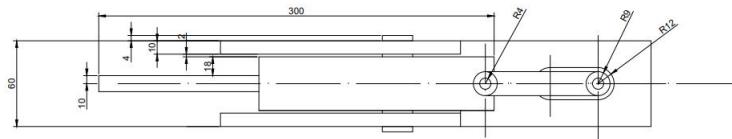


图6 曲柄滑块机构俯视图

曲柄的长度为3cm，厚度等于2cm，连杆的长度为7cm，厚度等于2cm，滑块的参数为30cm，厚度等于2cm，滑块长18cm，宽5.8cm。一侧通过焊接拦截的一个水平轴，长度等于12cm，直径等于2cm。此结构设计为曲柄滑块机构，通过曲柄进行圆周运动，曲柄和连杆通过转动副连接，带动连杆运动，连杆和滑块也通过转动副连接，连杆运动带动滑块做直线运动。曲柄，连杆和滑块均采用不锈钢材质。

计算滑块的行程

$$\text{最大行程} = AB + BC = 3 + 7 = 10\text{cm}$$

$$\text{最小行程} = BC - AB = 7 - 3 = 4\text{cm}$$

所以当纵向拉伸机构运作时，挡板沿着腿部的延伸方向拉伸的行程为6cm，达到最小极限位置时是距离托板最开始位置14cm，当达到最大极限位置时距离托板最开始的位置是20cm。^[3]

4 结论

本次腿部拉伸机的结构设计旨在解决现有腿部拉

伸装置在拉伸角度调节、按摩功能、脚部固定以及使用便捷性等方面存在的问题。通过对横向拉伸和纵向拉伸机构的优化设计，本课题提出了一种新型的腿部拉伸机，具有以下优点：1、快速调节拉伸角度：通过手轮和卡接装置的巧妙设计，用户能够快速调整双腿的张开角度，满足不同人群的拉伸需求，提高了拉伸效率。2、多重按摩功能：在挡板上设计了水平和竖直的按摩滚轮，能够在拉伸过程中对腿部肌肉进行按摩，缓解肌肉疲劳，提升使用舒适度。3、脚部固定与拉伸：采用卡口装置固定脚部，确保锻炼过程中的稳定性，同时通过卡口装置对脚部肌肉进行拉伸和按摩，增强锻炼效果。4、结

构简单、操作便捷：整体结构设计简洁，固定和拆卸方便，适用于广泛的人群，解决了传统腿部拉伸装置结构复杂、操作不便的问题。

参考文献

- [1] 韩明李硕. 机械传动设计（现代机械设计手册：单行本）. 北京：化学工业出版社，2013. 3
- [2] 《机械设计手册》第四版. 化学工业出版社. 第3卷. 成大先主编。
- [3] 罗圣国龚桂义. 机械设计-课程设计指导书. 第二版. 北京：高等教育出版社，2011. 8