

# 压腿机的制造材料改良

刘文, 王云侠, 王羽奇, 刘书含  
辽宁石油化工大学外语学院, 辽宁 抚顺 113001  
DOI: 10.61369/VDE.2025040029

**摘要** : 中国压腿机市场在全民健身和体育产业发展的推动下迅速增长, 但面临中低端产品过剩、高端依赖进口等问题。本文针对框架结构、承重部件及表面材料提出优化方案, 包括采用高强度合金钢、陶瓷轴承、智能配重系统及抗菌表面处理, 以提升产品性能和用户体验。未来行业需加强技术创新, 融合智能化技术, 推动国产压腿机向高端化发展, 增强市场竞争力, 满足消费者多样化需求。

**关键词** : 压腿机; 材料; 改进升级

## The Manufacturing Materials of the Leg Extension Machine Have Been Improved

Liu Wen, Wang Yunxia, Wang Yuqi, Liu Shuhan  
School of Foreign Languages, Liaoning Petrochemical University, Fushun, Liaoning 113001

**Abstract** : The Chinese leg press market has grown rapidly driven by the development of national fitness and the sports industry, but it faces problems such as an oversupply of mid-to-low-end products and reliance on imports for high-end products. This paper proposes optimization schemes for the frame structure, load-bearing components and surface materials, including the adoption of high-strength alloy steel, ceramic bearings, intelligent counterweight systems and antibacterial surface treatment, in order to enhance product performance and user experience. In the future, the industry needs to enhance technological innovation, integrate intelligent technologies, promote the high-end development of domestic leg presses, strengthen market competitiveness, and meet the diverse demands of consumers.

**Keywords** : leg lengthening machine; materials; improvement and upgrade

## 引言

中国压腿机市场在全民健身热潮的推动下展现出强劲的增长潜力, 但同时也面临着产品同质化、技术短板和市场竞争加剧等挑战。根据最新市场调研数据, 2024年中国压腿机市场规模已达数十亿元, 预计未来几年仍将保持较高增速, 2025年规模预计突破28亿元人民币, 年复合增长率达到12.4%。在产品类型上, 30度、45度和60度等不同角度的压腿机满足了不同用户的训练需求。然而, 行业仍存在问题: 首先, 中低端产品过剩, 高端产品依赖进口, 技术水平和质量与国际品牌存在差距; 其次, 部分国产压腿机在材料选择、结构设计和稳定性方面仍有不足, 影响了用户体验和安全性; 此外, 市场竞争加剧导致部分企业以低价策略抢占市场, 可能影响行业整体质量提升<sup>[1-3]</sup>。未来, 随着智能化、个性化需求的增长, 压腿机行业需加强技术创新和品质提升, 以满足消费者日益多样化的需求。下面是改良版压腿机的改进措施。

## 一、框架结构材料的升级方案

压腿机的框架结构承载着整个设备的稳定性和耐用性, 当前市场上多数产品采用普通钢材作为主体框架材料, 虽然成本较低, 但存在重量大、易腐蚀等问题。针对这些问题, 建议从以下几个方面进行材料改进:

首先, 高强度合金钢的应用可以显著提升框架的承载能力同时减轻设备重量。例如, 采用铬钼合金钢(如4130钢)替代普通Q235钢材, 可使框架强度提高30%以上, 而重量减轻15-20%。这种材料在航空航天和汽车工业已有成熟应用, 其优异的强度重量比也特别适合需要承受反复动态载荷的健身器材<sup>[4-7]</sup>。

其次，复合材料的局部应用也是减轻重量的有效途径。在非关键承重部位，如侧护板、装饰罩等，可采用玻璃纤维增强塑料或碳纤维复合材料。这些材料不仅重量轻（密度仅为钢材的1/4-1/5），而且具有良好的抗冲击性和设计自由度，可以实现更复杂的流线型外观。需要注意的是，复合材料的连接部位需特殊处理，可采用金属嵌件或加强筋设计来保证连接强度<sup>[8]</sup>。

第三，模块化设计结合差异化材料选择能够优化成本与性能的平衡。对于商用高端压腿机，可全部采用高性能合金材料；而对于家用或轻商用产品，可采用“关键部位合金钢+次要部位普通钢”的混合材料方案。这种模块化设计也便于后期维修和部件更换，延长产品整体使用寿命。

最后，框架的连接部位需要特别关注。建议采用高精度铸造或锻造工艺制造的专用连接件，替代传统的焊接或螺栓连接，以减少应力集中点。连接部位可考虑使用减摩材料如青铜衬套或特殊工程塑料，降低磨损并消除异响。

## 二、承重与运动部件的材料优化

压腿机的承重与运动部件直接关系到使用安全和训练效果，这些部件包括滑轨、轴承、液压缸和配重系统等。当前产品在这些关键部件上的材料选择往往过于注重成本而忽视性能，存在易磨损、运动不顺畅等问题。针对这些问题，提出以下改进建议：

滑轨系统是压腿机最核心的运动部件，其材料选择至关重要。建议采用高碳铬轴承钢（如GCr15）经特殊热处理制成的线性滑轨，替代普通的钢制滑轨。这种材料经过淬火和低温回火后，硬度可达HRC60以上，耐磨性是普通钢材的3-5倍。为进一步降低摩擦系数，可在滑轨表面进行镀铬或DLC（类金刚石碳）涂层处理，使摩擦系数降至0.1以下，同时增强防腐蚀能力。

对于轴承部件，建议采用氧化锆增韧氧化铝（ZTA）陶瓷轴承替代传统的钢制轴承。ZTA陶瓷在保持氧化铝陶瓷原有特性的同时，还获得了优异的抗弯强度和断裂韧性，从而显著提高了材料的可靠性。ZTA陶瓷具有极高的硬度（HRA90以上）和耐磨性，且不受润滑条件限制，可实现“终身免维护”。虽然陶瓷轴承成本较高，但对于高端商用压腿机而言，其长寿命和免维护特性可显著降低总拥有成本。

液压系统方面，目前多数压腿机采用普通液压油缸，存在漏油、压力不稳等问题。建议采用双油缸设计配合高性能密封材料，如聚四氟乙烯（PTFE）复合材料密封圈。PTFE具有极好的化学稳定性、耐腐蚀性和耐高温性。液压缸筒内壁可进行精密珩磨和镀硬铬处理，表面粗糙度控制在Ra0.2以下，确保活塞运动顺畅无卡滞。

配重系统的材料也可进行创新。传统铸铁配重块易生锈且笨重，建议采用高密度复合材料配重，如钨粉填充聚合物。这种材料密度可达15g/cm<sup>3</sup>以上（与铅相当），但无毒性且耐腐蚀，同时可以通过注塑成型实现复杂形状，便于集成安全锁止机构<sup>[9]</sup>。对于高端产品，可引入电磁变阻系统替代物理配重，通过改变电磁场强度无级调节阻力，这种系统采用钕铁硼永磁材料，具有体积小、响应快、精度高等优点。

## 三、表面处理与人体接触材料的改进

压腿机的表面材料和人体接触部位直接影响用户的使用体验和卫生状况。当前产品在这些方面的材料选择往往忽视舒适性和抗菌性，导致用户体验不佳。针对这些问题，提出以下改进建议：

把手和靠垫是用户接触最频繁的部位，其材料应兼具舒适性、耐磨性和抗菌性。建议采用医用级硅胶或热塑性弹性体（TPE）替代传统的PVC或普通橡胶。这些材料不仅触感舒适，而且具有优异的抗撕裂性和耐候性。可进一步添加抗菌剂如银离子或锌离子，使产品具有持续抗菌功能，抑制细菌和真菌滋生<sup>[10-12]</sup>。OSG公司在环保产品开发中注入了抗菌材料技术，这一理念可应用于健身器材的人体接触部位。对于高端产品，可考虑采用具有温感特性的相变材料<sup>[13]</sup>。

座椅和靠背的支撑材料需要进行革新。目前的聚氨酯泡沫材料易老化变形，建议采用高弹性聚合物网格结构替代传统泡棉。这种网格结构由弹性高分子材料通过3D打印技术制成，具有优异的透气性和支撑性，能根据用户体型自动调节支撑力度分布<sup>[14]</sup>。某体育生用热身压腿设备在腿部支撑部位采用了弧形凹面设计并配有软垫层，显著提升了使用舒适性，这一设计思路可扩展到整个座椅系统。

设备表面处理工艺也需改进。传统的喷漆或喷粉处理易划伤脱落，建议采用汽车工业级的阴极电泳涂装或纳米陶瓷涂层。阴极电泳涂层具有极强的附着力和均匀性，耐腐蚀性是普通喷漆的5-8倍；由于纳米陶瓷晶粒的细化，晶界数量大幅度增加，可使材料的强度、韧性和超塑性大为提高，并对材料的力学、电学、热学、磁学、光学等性能产生重要的影响<sup>[15]</sup>。纳米陶瓷涂层具有超强的耐磨性和疏油性，易于清洁保养。对于金属裸露部位，可采用微弧氧化处理，在铝合金表面生成一层高硬度陶瓷膜，既美观又耐用。

防滑表面的处理同样重要。脚踏板和把手接触面可采用激光蚀刻或微注塑成型技术制造微观纹理结构，替代传统的橡胶凸点。这种设计摩擦系数高且不易藏污纳垢，便于清洁。

针对卫生要求高的场所如公共健身房，可在所有人体接触表面使用光触媒材料如二氧化钛涂层。这种材料在光照下能分解有机物，具有自清洁和除臭功能，特别适合高频使用的商用设备。另一种方案是采用可拆卸、可消毒的接触部件设计，方便定期进行彻底清洁。

总体而言，通过持续的技术创新和品质升级，中国压腿机产业有望在全球健身器材市场中占据更重要的地位，并为用户提供更安全、高效、舒适的训练体验。

## 参考文献

- [1] 董志翔, 杨俊峰, 范芳雄, 等. 高强度合金钢应力腐蚀性能研究 [J]. 材料开发与应用, 2024, 39(03):56-60.
- [2] 李延阁, 唐晓朋, 邢宏宇, 等. 增材制造颞下颌关节陶瓷假体材料与结构设计研究进展 [J]. 精密成形工程, 2024, 16(12):91-107.
- [3] 丁凯东, 李响, 卢响, 等. 氧化锆增韧氧化铝陶瓷研究进展 [J]. 材料工程, 2025, 53(04):75-90.
- [4] 林煦航, 钱善华, 张炜, 卞达, 倪自丰. 表面修饰三氧化钨填充聚四氟乙烯复合材料的制备及其性能研究 [J]. 中国塑料, 2024, 38(4):6-12.
- [5] 李金成. 氧化铝及其复合陶瓷的闪烧制备技术研究 [D]. 东莞理工学院, 2024.
- [6] 朱琳琳, 石双林, 王洁. 氧化锆增韧氧化铝陶瓷的研究进展 [J]. 佛山陶瓷, 2023, 33(09):6-8.
- [7] 苏奕衡. 金属掺杂氧化锆增韧氧化铝陶瓷的生物相容性研究 [D]. 西南交通大学, 2022.
- [8] 陈煌, 林新华, 曾毅, 等. 热喷涂纳米陶瓷涂层研究进展 [J]. 硅酸盐学报, 2002, 30(2):235-239.
- [9] 张国庆, 李晓拓, 蒲颖. 连续纤维增强热塑性复合材料一体成型工艺研究进展及其应用 [J]. 化学推进剂与高分子材料, 2024, 22(06):34-38.
- [10] 陈柏森. YSZ对等离子喷涂 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub>-CeO<sub>2</sub> 涂层组织与性能影响研究 [D]. 山东交通学院, 2024.
- [11] 于永东. 铝氧燃烧合成亚稳态 YSZ/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 粉热压微纳结构演化及增韧机理 [D]. 哈尔滨工业大学, 2022.
- [12] 和旭升. 纤维增强聚四氟乙烯透波复合材料制备及性能研究 [D]. 中国科学技术大学, 2024.
- [13] 林煦航. 填充改性聚四氟乙烯复合材料的制备和性能研究 [D]. 江南大学, 2024.
- [14] 国彤, 王迎娣, 贾志军, 等. 不同填料对聚四氟乙烯导热性能的影响 [J]. 塑料, 2023, 52(01):28-33.
- [15] 曾海松. 聚四氟乙烯及其无机复合材料的辐照改性研究 [D]. 东华大学, 2023.