

爬楼梯轮椅发展及关键技术的研究

程昱博 王 硕 王 源 刘政克 郝一江

（沈阳城市建设学院，辽宁 沈阳 110167）

摘 要 近年来，我国社会经济飞速发展，同时住房人口密度也越发庞大，在这种建筑用地情况愈发紧张的背景之下，楼梯应用频率也越来越高，增强了人们对于建筑空间的利用效率。然而也为残障人士带来了不便，爬楼梯轮椅的出现有效解决了残障人士上下楼问题，本文主要探究了国内外爬楼梯轮椅的发展历程，对其相关机械构造以及控制系统设计两部分进行了综合性的关键技术问题阐述，同时也对未来的发展趋势做出了展望。

关键词 爬楼梯轮椅 机构设计 控制系统

中图分类号: TH122

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2022)01-0073-03

1 研究背景

现阶段最为普遍的建筑物在设计过程中没有对残障人士或是行动不便的老年人做出应有的照顾，或是规划特殊通道。在这种背景下，建筑楼梯反而成为了残障人士或是老年用户的一个巨大障碍，在极大程度上妨碍了他们的日常出行，并且这一情况受到老年人以及残障人士总量的影响，在日益恶化。

对于年老体弱的居民或是肢体伤残的居民而言，轮椅属于极为重要的代步工具，并在近几年市场需求愈发庞大。然而，市面上普遍运用的轮椅仅仅能够使用在平地之上，只有很少一部分拥有爬楼梯以及翻过路障的性能，从而就在极大程度上妨碍了轮椅使用的方便。再加上伤残人士以及独立生活的老年人渴望资深独立生活，如此就致使轮椅的性能以及质量要实现持续性的优化完善。对此，现阶段，众多研究人员逐步加强了关于爬楼梯轮椅的研究力度。

近几年，我国轮椅领域进展较慢，具有爬楼梯功能的轮椅在国内还没有相应的成熟产品，社会生产力的进一步增强，带动着人们生活质量的大幅度提升，如此老年人以及残障人士的出行工作，逐步走进了大众的视野，可见，研发出拥有爬楼梯的轮椅，拥有着极为重要的现实价值。在当前已有的爬楼梯器械之中，爬楼梯轮椅包含轮式、履带式、多履带式以及轮腿复合式、和轮履复合式等一系列，上述涉及工作的主要目的就是确保轮椅能够适用于多种地形，并增强和接触面的触摸面积，从而提升牵引力以及轮椅的稳定性。除此以外，就是确保越过障碍时具有连续性，能够增强综合性的越障性能。

2 国内外研究现状

近几年，国内外诸多大学、企业和公司都加强了对爬楼梯轮椅的研发力度，同时也提出了不同的最终产品以及应对方案。总体上看，依据不同的爬升结构，一般状况下会应用到三种结构原理：第一种就是借助行星轮结构，这种结构在环绕自身轴旋转的基础之上，还设计出一个共有轴；第二种就是履带轮型爬楼梯轮椅（如图 1 所示）；第三种就是腿足式结构^[1]。

现阶段，国外为了确保乘坐轮椅人员能够有效跨越楼梯，就会运用到建筑的紧急疏散运输设施，也就是爬楼车，这种设备会将轮椅固定在爬楼车之上，随后协助人员进行上下楼，使用过后再拆卸还原，整体流程较为繁琐复杂，即便轮椅乘坐人员的上下楼问题得到了解决，然而，在缺乏爬楼车的情况下，仍然无法进行上下楼。

国内买爬楼梯轮椅的主要结构就是行星轮结构（如图 2 所示），这种结构的爬楼梯轮椅结构简单，再加上自身的自锁机构能够确保上下楼梯时不会出现倾斜的情况。然而，这种爬楼梯轮椅缺乏针对楼梯的适应性，从而，相关使用人员的舒适性以及可靠性就无法得到有效满足。

对于履带轮行爬楼梯轮椅而言，主要借助履带轮结构，从而确保上下楼存在连贯性。然而，这种履带轮型的爬楼梯已不能实现斜面与平面之间的平衡性转换，并且整体结构厚重繁琐，会在极大程度上损害楼梯边缘，再加上运动时阻力过大，转向工作困难以及能源损耗较高，从而在极大程度上妨碍了这种爬楼梯轮椅的运用以及普及^[2]。



图 1 履带型爬楼梯轮椅

对于腿足式结构爬楼梯轮椅而言，主要原理就是仿照人体上下楼的肢体动作，借助一组或是多组退组交替升降，从而实现爬楼的效果，并且能够有效适用于多种楼梯结构。然而，这种方式所具有的承载重心位置过高，侧翻的可能性过大，再加上控制较为困难且结构过于复杂，因此，还需要长时间的优化以及完善才可进行大范围运用。

3 爬楼梯轮椅系统关键技术

3.1 机械结构设计

3.1.1 爬升机构设计

爬升结构是爬楼梯轮椅系统整体结构设计工作的中心以及核心，星轮式、腿足式以及履带式三种结构都可实现爬升楼梯工作。上述三种爬升结构之中，优点各不相同，在近几年的爬楼梯装置研发工作中，复合式爬楼梯设施仍是主要的研究方向。

3.1.2 辅助支撑机构设计

行动不便的老年人以及残障人士是电动爬楼梯轮椅的主要受用群体，因此，对相关轮椅就有了较高水平的安全性要求。与此同时，在进行上下楼梯时，轮椅的质心位置、支撑状况都会出现持续性的变化，从而对系统安全以及运动轨迹设计提出了更高水平的标准^[3]。

要想确保爬升工作的安全性得到有效保障，就要确保爬升设施轮椅以及使用人员的整体重心持续保持

在支撑装置和楼梯支撑点的中间。相关爬升系统是在平地情况下开始运用，因此，会受到自身惯性的影响而产生后倾的情况，要想上述问题得到有效解决，就要在系统结构后端安置防后倾设施。要想确保上下楼梯过程的整体安全性得到有效保障，就要设置相关的锁定设施，如果轮椅的倾斜角度超出了有关稳定性，所规划的范围就要立即锁定装置，使支撑设施及时停止在楼梯台阶之上。

站在乘坐人员舒适性的角度之上，轮椅要尽可能长时间维持水平，如果轮椅出现过度前倾或是后仰，就会威胁到乘坐人员的人身安全，如果轮椅出现后倾，乘坐人员的后背就会将重力集中在轮椅支架上，甚至还会加速轮椅后倾的情况出现。要想轮椅的椅面始终维持水平状态，就要借助三点高副球铰接结构，以此来作为轮椅的平衡调节结构^[4]。

3.2 控制系统设计

3.2.1 控制系统结构设计

爬楼梯轮椅系统不但要拥有普通轮椅所普遍拥有的功能以及性能，在此基础之上，还要确保电动轮椅拥有上下楼梯两种运行方式，从而在控制功能方面，还要分别设置两种互相独立的控制系统，如此就可使得平地行走以及斜坡攀爬工作得到有效落实，从而在一定程度上加大了电动爬楼梯轮椅的设计难度，使之运动形

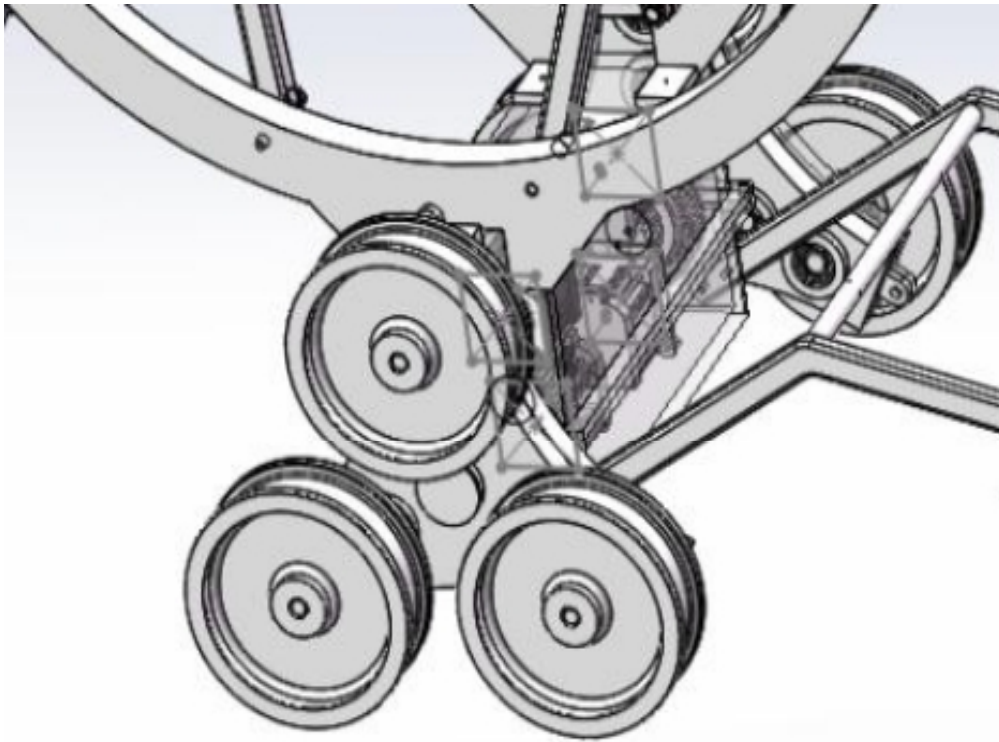


图 2 星轮式爬楼轮椅行走结构

式愈发复杂。对此，就要依据在不同环境下使用的轮椅，进行相应的动作结构设计控制系统规划^[5]。

3.2.2 控制系统算法

如果在环境不明朗的情况之下，应用爬楼梯轮椅，就要及时借助多种传感器系统进行数据信息的收集工作，以此来确定周边环境信息以及自身状态，同时，还要借助相关的算法方式来实现数据信息的分析以及整合，从而更为完善的明确自身状态以及周边环境特点，最终，确保运动系统得到更加精确的数据信息。爬楼梯轮椅在使用过程中务必要实时性探究周边环境情况以及自身状态情况，因此，相关控制系统算法就要进行实时性的信息处理以及整合，并且还要确保相关信息数据的完整性以及科学性。

4 结语

目前，我国的人工智能技术、传感器信息融合技术以及计算机技术等诸多先进技术，实现了飞速发展并取得了不错的成果，从而也致使爬楼梯轮椅的研发工作取得了全新的成就，并逐步转向为人机一体化。综上所述，在未来几年，电动爬楼梯轮椅必将大范围运用于行动不便的老年人以及残障人士的日常生活之中，从而显著提高相关人群的生活质量水平，使其日

常出行更加方便快捷，并使得楼梯以及路面障碍不会再妨碍到相关人群的出行体验效果，确保有关人群更加高效地融入到社会生活之中。

参考文献：

- [1] 王宇飞, 张庆. 爬楼梯轮椅升降轮机构尺寸优化设计 [J]. 机械设计与制造工程, 2021(05):1-5.
- [2] 王燕燕, 徐西凡, 王长乾, 等. 一种轮椅爬楼梯辅助装置的设计 [J]. 陕西理工大学学报(自然科学版), 2021(02):18-22.
- [3] 张富强, 张宇. 国内爬楼梯轮椅车的设计研究现状及发展趋势 [J]. 现代工业经济和信息化, 2019, 09(08):2.
- [4] 章伟滨, 唐炜. 行星轮式爬楼梯轮椅的设计与分析 [J]. 机械传动, 2019, 43(08):5.
- [5] 张林, 黄亚宇. 基于 TRIZ 理论的爬楼梯轮椅行走机构创新分析与设计 [J]. 新技术新工艺, 2014(10):62-64.