

# 公共交通工具扶手吊环发电与手机充电一体装置设计研究

刘少有

重庆科技学院 重庆 401331

**[摘要]**我国是一个能源需求大国，而电能又是我们生活中应用广泛的一种能源。但目前我国的发电方式主要以火力发电为主，对环境的危害较大。而我国拥有基数庞大的公共交通系统，利用好这一优势，就能找到一种节能减排解决方案，将无座乘客手握扶手吊环稳定身体过程中对吊环施加的作用力转化为发电的动力，带动发电机构运转发电并为手机实时充电，从而减少家庭用电。

**[关键词]**节能减排；公共交通工具；扶手吊环；发电；双碳目标

**[DOI]** 10.12252/j.issn.2096-6288.2021.11.1431

中国是世界能源生产和能源消费大国。由于我国煤炭资源极其丰富，我国也是世界上最大的煤炭生产国和消费国。煤炭生产量和消费量占世界总产量的1/3左右。已探明的煤炭储量已超过3万亿吨，仅次于美国和俄罗斯居于世界第三位。相比较而言，我国人均能源拥有量较低，已探明的石油资源和天然气资源则相对较乏。因此能源结构以煤炭为主，多年以来，煤炭在我国一次能源消费构成中一直占70%左右<sup>[1]</sup>。节能减排就逐渐成为一个热门话题，许多人也致力于这方面的研究。不仅是我国存在这样的问题，世界上大多数国家都存在同样的问题。并且随着化石能源的大量消耗，所排放的有害气体对于大气环境造成了巨大的破坏。全球变暖也逐渐成为一个越来越重要的事情而受到国际社会的广泛关注。越来越多的人致力于对全球变暖的研究中，他们呼吁人们选择低碳的生活方式，以此来减缓全球变暖的趋势。并且国际上也有了关于对碳排放的限制公约出现。我国也向世界宣布了双碳目标。

我国同样也是一个交通大国，公共交通工具目前是人们工作出行的主要方式。人们每天都要利用公共交通工具上下班。交通部对外发布了2020年城市轨道交通运营数据。截至2020年12月31日，全国（不含港澳台）共有44个城市开通运营城市轨道交通线路233条，运营里程7545.5公里，车站4660座，实际开行列车2528万列次，完成客运量175.9亿人次。基于如此强大的规模，利用公共交通工具发电从而达到节约能源的目的是能够实现的，并且具有相当可观的效益。

我国城市公共交通系统运营以地铁和公交车为主，在地铁和公交车中，吊环拉手是不可或缺的一部分，它可有效地保障乘车人员的安全，国内许多研究者对公共交通工具的扶手设计展开深入研究<sup>[2]</sup>。对于公共交通工具扶手吊环的研究，不仅能从外观来研究，对于其他方面的创新研究也有许多。在不改变扶手的原有功能和效果的基础上，利用公共交通工具的扶手吊环来发电，就是一个具有创新想法的研究。

在不改变现有扶手吊环基本安装、使用体验的前提下，将扶手吊环设计为发电与手机充电一体装置，乘客通过对扶手吊环施加转动和倾斜运动实现发电并为手机充电，减少家

庭用电，达到节能减排的效果。

在研究此装置之前，我们在公交车、地铁等实际交通工具上观察其内部结构，研究吊环、电机、转换设备的合适摆放位置。实地测量其内部空间的真实尺寸，并与客车结构安全标准要求GB 13094-2017中的相关规定作比较，初步构建一套扶手吊环发电与手机充电一体装置。

公共交通工具扶手吊环发电与手机充电一体装置基本结构如图1所示，主要由传动机构、发电机构、控制系统组成。

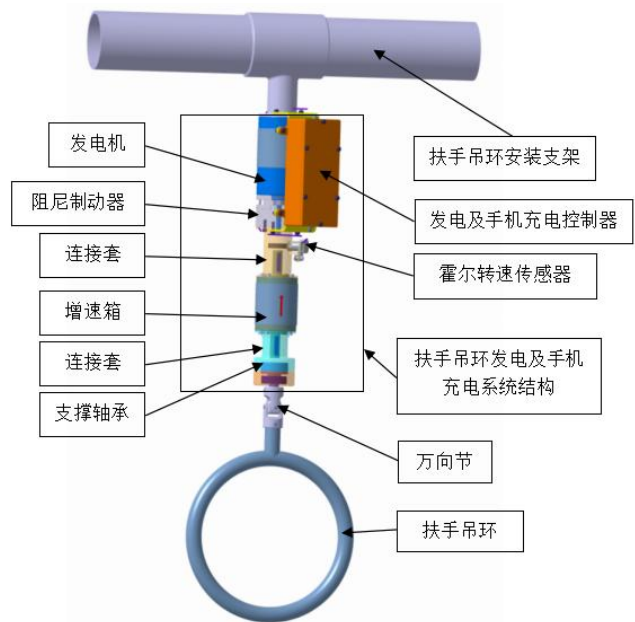


图1 公共交通工具扶手吊环发电与手机充电一体装置基本结构

## 增速箱设计方案

增速装置包括变向行星齿轮组、变向增速一体齿圈、增速齿轮和增速齿圈。变向行星齿轮组与输入轴固定连接，变向增速一体齿圈与变向行星齿轮组啮合，增速齿轮与输出轴固定连接，增速齿圈与变向行星齿轮组固定连接，通过启动输入轴，带动变向行星齿轮组转动，变向增速一体齿圈与变向行星齿轮组啮合，可以带动增速齿轮转动，变向增速一体齿圈通过变向行星齿轮组与增速齿圈连接，通过增速齿圈的转动，带动变向行星齿轮组转动，输出轴跟随转动，能够减

小输入轴的扭矩，提高输入轴的转速，提高发电效率。

增速箱内部行星架固定，输入轴与太阳轮通过反向棘轮传动，输入轴与齿圈通过正向棘轮传动，输入轴逆时针旋转时带动太阳轮逆时针旋转，太阳轮再通过行星轮带动齿圈顺时针旋转。当输入轴顺时针旋转时，带动齿圈顺时针旋转，从而实现了无论输入轴顺时针还是逆时针旋转，输出轴都是顺时针旋转。

#### 转速测量设计方案

制动器与增速器轴套、带磁铁测量点的轴套通过平键连接，增速器输出轴转动时，通过固定在连接套上的霍尔转速传感器测量转速并将转速信号发送给控制器用于对阻尼制动器的阻尼输出控制。

#### 控制系统设计方案

通过控制系统对不同发电状态进行整流、稳压处理后再给手机充电模块供电，发电与手机充电控制系统通过采集转速信号控制阻尼制动器的电流输入大小，从而控制阻尼制动器转动过程中的阻力，防止发电机损坏或转动扶手吊环扭力过大造成的人与充电危害。

#### 优点

(1) 增速箱的双向输入、单项输出的设计，使得扶手吊环无论顺时针、逆时针转动，增速箱输出即发电机输入均为顺时针转动发电状态；

(2) 发电机转速闭环控制实现了阻尼制动器的阻尼调节，当发电机损坏、扶手吊环转动转矩过大时，发电与手机充电控制器调节阻尼制动器的阻尼增大，防止扶手吊环转动过快，避免人员受伤、手机充电电流过大等危害。

(3) 作品发电并给手机充电可行性高，功能丰富，性能大大超越同类产品，转动吊环采用阻尼控制提供更好的稳定性和体验感，科技感强，可以提升人们的生活品质，提高交通产品竞争力，提升城市形象；

(4) 作品结构设计方案详细，理论与实践可行性高，可推广至公共交通行业，可以推广到新能源公共交通工具中提高续航；

(5) 作品使用成熟的技术方案，零部件设计无特殊要求，生产规模增大可有效降低成本；

(6) 本设计对发电机转速要求不高，因此，对增速箱的精度要求不高，实际产品设计生产中，可以通过简化传动机构降低成本；

(7) 电气控制方案可实现，实际产品可以根据需求增减配置。

#### 创新点

(1) 不改变乘客使用扶手吊环习惯，充分利用无座乘客使用扶手吊环发电并为手机充电，由于乘坐公共交通工具人

群基数庞大，节能效果明显；

(2) 根据转动扶手吊环最佳转矩，独立标定合适的制动器输出阻尼，一是兼顾发电效果、用户体验（防止转动过于轻松、转不动或过于费力），二是避免发电机损坏或转动扶手吊环扭力过大造成的人与手机充电电流过大危险；

(3) 增速箱输入轴两个单项轴承设计，实现了扶手吊环转动方向变化不改变发电机转动方向，左右手使用习惯的乘客均可使用体验；

(4) 相较于传统扶手吊环，制动器的阻尼控制增强了稳定感，同时具有传统固定抓杆不具有的灵活性和舒适度；

(5) 车辆异常起动、停车等突发状况时，通过制动器阻尼调节实现转速闭环控制，帮助乘客迅速稳定身体；

(6) 本设计为独立装置，无损安装，完美匹配现有公共交通工具。

#### 学术价值和实践意义

公共交通工具发电场景基数庞大，同时是人们的刚需，人们乘坐公共交通工具很大一部分能量都消耗在了身体的无规律晃动之中，被动或主动的对吊环施加扭力均未得到有效利用。

本设计利用了扶手吊环发电的主要运动（转动），以国内轨道交通为例，按照每天有1000万人次的规模乘坐轨道交通工具并使用扶手吊环发电给手机充电15分钟，则可节省家庭用电1233万度电/年，按火力发电计算，相当于节省煤炭493万吨/年，同时，每年减少CO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>排放分别为1233万千克、37万千克，节能减排效果显著。

公共交通工具扶手吊环发电与手机充电一体装置特别适合在公共交通工具中推广应用。政府对环保的重视程度与日俱增，低碳出行的首选是公共交通工具，这也为本作品的应用提供沃土，从技术层面与推广层面分析，作品节能减排效果显著，更加满足新时代人们的需求，技术成熟，具有很高的推广价值。

#### 参考文献

[1]周庆凡, 朱又红. 从世界能源统计数据看中国能源现状, 2005, 11: 40-42.

[2]姜良奎, 向泽锐, 刘峰. 无辅助抓握件地铁车内扶手布置设计研究[J]. 包装工程, 2017, 38(2): 15-20.

#### 【基金课题】

重庆科技学院创新训练项目《公共交通工具扶手吊环发电与手机充电一体装置》(202111551015)

#### 作者简介:

刘少有, (2002.3-), 男, 汉族, 四川通江人, 本科, 重庆科技学院在读, 研究方向: 汽车构造。