

# 电动汽车车身结构轻量化研究

吴旭升

江苏悦达专用车有限公司 江苏盐城 224000

**摘要:** 为响应国家可持续发展的号召, 汽车产业重点开展电动汽车生产与研发工作, 在从根本上保障汽车运行效率的同时, 控制汽车在运行过程中的资源消耗量。为保障电动汽车平稳运行, 需要仔细分析电动汽车电池容量特征以及持续行驶要求, 着重开展电动汽车车身结构轻量化设计工作。针对此, 文章分析了电动汽车车身结构轻量化研究现状, 提出了车身结构轻量化研究方式以及未来发展趋势, 以供参考。

**关键词:** 电动汽车; 车身结构轻量化; 设计重点

## Research on lightweight of electric vehicle body structure

Xusheng Wu

Jiangsu Yueda Special Vehicle Co., Ltd. Jiangsu Yancheng 224000

**Abstract:** In response to the national call for sustainable development, the automotive industry focuses on the production and research, and development of electric vehicles to control resource consumption during operation while fundamentally ensuring the operational efficiency of the vehicles. To ensure the smooth operation of electric vehicles, it is necessary to carefully analyze the battery capacity characteristics of electric vehicles and the requirements for continuous driving and to focus on the lightweight design of electric vehicle body structure. In this regard, the article analyzes the current situation of electric vehicle body structure lightweight research and proposes the research methods and future development trends of body structure lightweight for reference.

**Keywords:** electric vehicle; body structure lightweighting; design focus

社会经济的快速发展使大众对汽车运行效率与稳定性提出了更高要求, 为从根本上提升电动汽车运行质量与运行效率, 相关工作人员应当注重开展电动汽车结构轻量化研究工作, 确保电动汽车运行期间的绿色环保优势能被充分发挥出来。

### 1 电动汽车轻量化设计的重要意义

目前, 我国汽车生产行业将电动车作为当前发展前景, 通过充分利用新能源, 缓解因汽车数量增加导致的生态气候污染严重问题, 从根本上保障地区可持续发展。现阶段, 国内电动汽车生产尚未积累丰富经验, 在电动汽车性能、续航能力以及能耗等方面依然存在较大提升空间。基于此, 汽车轻量化可以提高汽车的舒适性、转向响应、操控稳定性及安全性, 节省材料, 降低制造成本。电动汽车轻量化设计优势如图1所示。

具体来说, 电动汽车重量轻了, 汽车驱动电机将产生更高的加速度, 同时, 汽车惯性减小, 刹车距离缩短, 切实提升了电动汽车的续航能力<sup>[1]</sup>。实验证明, 若纯电



图1 电动汽车轻量化设计优势

动汽车整车重量能降低10%, 那么平均续航里程将会增加5%~8%, 汽车整备质量每减少100kg, 100km需要的电耗可降低约7.5%。电动汽车在实际运行过程中, 车身结构重量的下降会使得车辆充电次数缩短, 车辆充电系统运行寿命延长。由于电动汽车内部电池以及附加装置会增加车身结构整体重量, 需对车身结构进行轻量化设计, 通过控制车身整体重量保障电动汽车运行效果。对电动汽车车身结构进行轻量化研究的根本目的就是在

保障或超越汽车原有运行性能的基础上,控制与减轻车辆整体重量,从根本上提升电动汽车的运行水平。从微观角度分析,需要做好设计计算机状态模拟工作,综合分析电动汽车生产过程中的人机工程、工业成本等因素,确保汽车车身结构设计工作能在保证汽车总体开发质量与效率中发挥出重要作用。

## 2 电动车车身结构轻量化研究现状

电动车车身结构轻量化处理主要就是在保障车体强度以及运行性能安全的前提下,尽量控制车体结构重量,从根本上提升车辆的动力性,确保行车时能耗降到最低,确保电动汽车能更好地满足监督环保要求<sup>[2]</sup>。就目前来看,电动车车身轻量化设计工作已经成为当前大部分汽车企业以及研究机构的重点研究课题,车身轻量化研究主要围绕车身轻量化、电池轻量化、驱动装置轻量化以及零部件轻量化四方面开展。车身轻量化技术路线图如图2所示。

	2020年	2025年	2030年
车辆整备质量	较2015年减重10%	较2015年减重20%	较2015年减重35%
高强度钢	强度600MPa以上的AHSS钢应用达到50%	第三代汽车钢应用比例达到白车身重量的30%	2000MPa级以上钢材有一定比例的应用
铝合金	单车用铝量达到190kg	单车用铝量超过250kg	单车用铝量超过350kg
镁合金	单车用镁量达到15kg	单车使用镁合金25kg	单车使用镁合金45kg
碳纤维增强复合材料	碳纤维有一定使用量,成本比2015年降低50%	碳纤维使用量占车重2%,成本比上阶段降低50%	碳纤维使用量占车重5%,成本比上阶段降低50%

图2 车身轻量化技术路线图

车身结构轻量化设计目标是需要保障车身同等强度及刚度的前提下,减轻车身结构总体重量。随着车身体设计计算机辅助技术的快速发展,汽车结构部件优化效果愈加明显。车身结构轻量化研究现围绕车身结构小型化、集成化以及部分零部件真空化、薄壁化设计,通过控制车身覆盖面积以及车身骨架重量等参数数值,实现减轻汽车结构总体重量的目标。通过选择具有密度较低、强度较高的车身材料,可以在保障车辆结构性能良好的前提下,控制车身整体重量。举例来说,在车身结构设计过程中,使用高强度钢材或者低密度合金材料,对车身结构零部件进行设计。使用轻量化车身结构材料不仅能降低电动车整体重量,还能提高电动车运行性能。但就目前来看,汽车材料发展速度较为缓慢,在汽车材料供应能力及试验周期等方面的研究力度明显不足,从根本上增加汽车车身结构轻量化研究成本。同时,现阶段电动车车身结构轻量化研究工作也将重点放置在了选择更加适宜的车身材料方面。通过对车身结构造型进行改良,使得车身重量影响下降。

## 3 电动汽车车身轻量化结构设计关键技术

### 3.1 车身主体构架设计

车身结构设计的第一步就是车身主体构架的设计,因为需要先对车身的主体构架进行初步设计之后,一次为基础通过计算机技术,再将完整的车辆结构设计出来。车身主体构架需要使用拓扑优化的方法,并且需要确保其保持环形结构,且对于悬臂梁的使用应当尽量少甚至杜绝,这是由于悬臂梁会导致简支梁与悬臂梁所承受的重量不同,久而久之会导致悬臂梁的容易受到损害。

### 3.2 环形结构

环形结构是车身主体构架设计的主要内容。如图3所示。

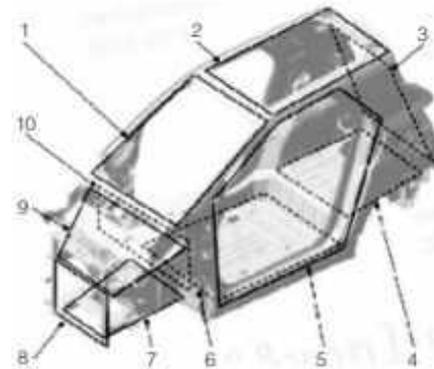


图3 车身主体环形结构

通过上图可以发现,车身主体结构的设计以X、Y、Z向环三类共同构架。X向环有尾部框架三环、前围框架十环、前端框架八环;Y向环有门框五环;Z向环分为上部与下部Z向环,上部Z向环有顶盖两环、前风挡一环、机舱上部九环,下部Z向环有后地板框架四环、前地板框架六环以及机舱下部七环。除了以上所存在的环状结构以外,还存在着隐式环形结构以及立体环形结构。如图4所示。

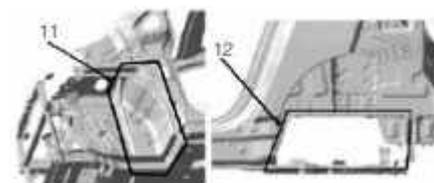


图4 立体环形结构与隐式环形结构

其中立体环形结构为十一环,其包括有减震器固定座、机舱前下纵梁、A柱、轮罩加强板、前围下横梁、机舱前上纵梁。隐式环形结构为十二环,其包括有底盘后副车架以及车身梁架。通过以上的环形结构,可以有效地保障电动汽车的性能并且提升汽车的弯扭刚度,对于车身的轻量化有极大的帮助。

### 3.3 力的传递路径

对汽车车身的力的传递路径的设计也是实现汽车轻量化的关键因素,因为力的传递路径会影响到汽车不同部位的选择,通过对其进行研究,可以明确在什么部位使

用什么材料,提升了材料的使用效率,避免了不必要的浪费,同时在还可以确保汽车的每一部分所使用的材料的质量与性能得到保障。如图5所示。

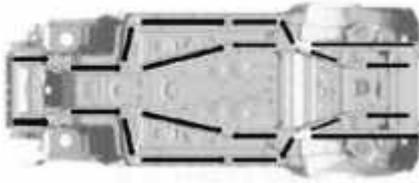


图5 汽车里的传递路径

通过图5可以看出,汽车的力的传递路径从前部碰撞力向机舱下纵梁传递,从而实现将其所承受的力传递到地板纵梁与门槛;对于其所承受的来自后部的撞力从后副车架与后纵梁将力扩散到地板纵梁与门槛,从而实现了前部与后部的力相贯穿的力传递路径。

### 3.4 车身结构设计

当车身的主体构架的设计完成之后,就需要对车身的机构进行设计,确保车身的机构设计遵循着三维数据,需要从点向线再向面再向体进行设计,即制作车身的3D数据,但是在设计3D之前,需要先进行典型断面即2D设计,从而帮助关联配件之间的联系,帮助3D数据的建立,并且对汽车的工艺可行性进行初步的评估。通常情况下,汽车的2D设计需要几十个典型断面,其中有四个为典型的断面,为顶盖后横梁位置、门槛位置、门限位器位置、门上铰链位置。

#### 3.4.1 顶盖后横梁位置

顶盖后横梁位置的断面设计时为了确保汽车在满足了自身性能优化与轻量化的同时,考虑到人机因素,即可以保证车身结构与人机需求实现了相关避让,并且对其进行评估。

#### 3.4.2 门槛位置

对门槛位置多进行的断面设计时为了充分考虑车身钣金尺寸确定,门钣金与车身钣金上电器、内饰件以及外饰件的安装形式,外饰件与车身以及门之间的配合关系,从而实现对电器、外饰件、车身、内饰件以及开闭件之前的专业设计。

#### 3.4.3 门限位器位置

门限位器的断面设计是为了将翼子板躲避门开启所需要的固定结构,并且将限位器为了配合门钣金以及车身钣金所需要的安装形式与运动轨迹以及尺寸与机构。

#### 3.4.4 门上铰链位置

门上铰链位置的断面设计是为了体现出翼子板与门的关系、门的密闭形式、门的运动轨迹以及铰链的固定方式,加强版的构成角度、型面尺寸以及搭接方式。

### 3.5 车身轻量化的策略

#### 3.5.1 应用新型工艺

为了设计电动汽车的车身可以轻量化,需要使用新型的工艺,例如铝挤出冷金属过渡连接,或者铝铝铆接,从而将多种材料进行连接与成型的步骤时,将车身进行了轻量化的优化。

#### 3.5.2 使用新型材料

电动汽车正处于发展的初级阶段,因此需要不断地寻找适合电动汽车的新型材料,通过使用重量更轻但是性能更高的新材料实现对电动汽车轻量化的改造。例如,可以使用钢铝混合的车身机构,钢铝混合汽车里的传递路径的材料可以应用于背门、前盖、复合翼子板等部位,相比较于全钢的车身重量,采用钢铝混合的方式可以减少车身重量的百分之十五以上。

#### 3.5.3 优化车身设计

当对车身的整体设计均完成并且经过测评之后达到指标之后,需要对车身进行灵敏度的分析,将不符合灵敏度的配件进行调整,使用轻量化迭代计算的方法,对汽车的碰撞安全性能、NVH以及耐久性能进行测评,选择更加适合车身的材料,全面提升汽车的灵敏度,并且实现汽车的轻量化的需求。

## 4 结束语

我国电动汽车的研发与推广水平依然处于有待提升阶段,虽然现在市场中已经投入了许多电动汽车,但是这些汽车的自重量依然与实际设计目标存在较大差距,为确保电动汽车生产行业能在推动地区可持续发展过程中发挥出重要作用,相关工作人员应当积极开展车身轻量化设计工作,通过不断完善电动汽车运行性能,从根本上延长电动汽车全生命周期,切实提升电动汽车产业的经济效益。

#### 参考文献:

- [1]周成军,沈嵘枫,周新年,等.电动汽车车身结构轻量化研究进展[J].林业机械与木工设备,2012,40(11):14-18.
- [2]熊锋.车身结构轻量化与抗撞性多目标协同优化设计方法研究[D].长春:吉林大学,2018.
- [3]杨越东.轻质镁合金材料本构模型及汽车前端结构轻量化应用研究[D].广州:华南理工大学,2018.
- [4]罗磊.电动汽车技术进展和发展趋势[J].南方农机,2019,50(2):170.
- [5]白俊涛.电动汽车轻量化技术[J].南方农机,2015,46(12):37+42.
- [6]马东辉,马少康,闫禄平.电动汽车车身结构设计轻量化策略[J].汽车实用技术,2018, No.265(10):13-15+28.
- [7]雷正保,李铁侠,王瑞.纯电动汽车车身多目标拓扑优化设计[J].大连理工大学学报,2015(5):484-491.