

# 氢能源汽车电动汽车与燃油车生命周期评价

甄文婷

(合肥共达职业技术学院, 安徽 合肥 231135)

**摘要:**经济的高速发展导致环境污染问题日益凸显,环境评估中最重要的评估标准就是碳排放。为响应国家实现2030年碳达峰、2060碳中和发展目标,针对燃油汽车、电动汽车和氢能源汽车的环境和社会生命周期进行评价,通过对比给出相关的可持续发展建议。

**关键词:**氢能源汽车;燃油汽车;电动汽车;生命周期评价;CO<sub>2</sub>排放量

**中图分类号:**F426 **文献标识码:**A **doi:**10.3969/j.issn.1672-2272.202210130

## 1 研究背景

我国能源消费和二氧化碳排放量仅次于美国,预计到2025年前后二氧化碳排放量上升到第一位。我国人口众多,机动车尾气已成为碳排放的重要来源,而燃油汽车是机动车污染物排放的主要贡献者<sup>[1]</sup>;我国石油消耗对外依存度高达72%<sup>[2]</sup>,这一数字表明在环境和能源方面面临很大的压力。考虑到新能源汽车不论在节能还是环保方面都表现较好,当前在国内迫切要求对新能源汽车进行推广,国务院也陆续推出了《新能源汽车发展的中长期规划》<sup>[3]</sup>。市场上主流新能源汽车的类别有纯电动汽车、混合动力汽车、燃料电池汽车,其中以电能和氢能为主要能源的纯电动汽车和燃料电池汽车在整个汽车运行过程中具有零排放优势,但是考虑电能和氢能的来源及车辆制造过程中可能的排放,需对电动汽车和燃料电池汽车整个生命周期进行相关的研究。本文采用生命周期评价(Life Cycle Assessment, LCA)法,对汽车整个生命周期过程中4个阶段可能涉及到的污染物排放和能源消耗做出评价。4个阶段分别是:电能和氢能等能源材料的获取,汽车的制造使用及回收处理。通过对比几种不同类型汽车的生命周期指出当前新能源汽车存在的不足,并给出提升新能源汽车社会认可度的建议。

## 2 研究方法

### 2.1 生命周期评价法

本文对这3种不同类型的汽车采用生命周期评价(LCA)法,评价电能和氢能等能源材料的获取,汽车的制造使用及回收处理这四个阶段可能涉及到的

污染物排放和能源消耗。具体过程如图1所示。基于以往诸多学者对新能源汽车的评价,进一步分析纯电动汽车和燃料电池汽车相对燃油汽车存在的问题,并对新能源汽车生命周期评价进行了前瞻性研究,为汽车生命周期降低环境污染提供意见。

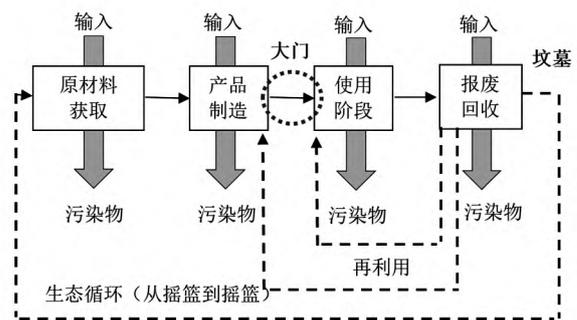


图1 汽车生命周期过程

### 2.2 研究假设

为了方便对比研究,假设汽车重量为1.5吨,从消费者购买使用到最终回收处理生命周期为10年,每年的行驶里程是1.5万km;燃油汽车油耗是9L/100km;纯电动汽车平均电能消耗为20kwh/100km<sup>[3]</sup>;根据当前氢能源汽车百公里的消耗数据,结合当前国际上现有典型的氢能源汽车品牌本田Clarity的氢能源消耗,假定百公里消耗氢气为0.93kg<sup>[4]</sup>,废旧汽车全部通过回收处理。

### 2.3 数据来源

文中主要数据来源于中国生命周期基础数据库,并参考了以往相关文献中的数据,同时也查阅借鉴了国家信息网、国家数据网、国家能源网以及相关的汽车官方网站获取相应的数据信息。

**作者简介:**甄文婷(1991—),女,硕士,合肥共达职业技术学院助教,研究方向:决策科学与管理。

### 3 汽车生命周期评价

#### 3.1 燃油汽车生命周期评价

李书华等<sup>[5]</sup>、刘宏等<sup>[6]</sup>通过清单分析的方法研究燃油汽车在全生命周期中污染物的排放,其中考虑到环境影响因素有全球变暖、酸化、富营养化、人体健康损害、光化学烟雾和能源消耗,得出这几种环境指标对应的数据清单如表 1 所示。

表 1 燃油汽车和纯电动汽车生命周期清单

影响分类	指标当量	燃油汽车				纯电动汽车			
		制造阶段	使用阶段	报废阶段	汇总	制造阶段	使用阶段	报废回收	汇总
全球变暖	CO <sub>2</sub> (kg)	19.64	21.30	8.90	49.84	30.81	0	752.10	782.91
酸化	SO <sub>x</sub> (g)	46.04	2.80	0.03	48.87	42.28	0	2.92	45.20
富营养化	Phosphate(g)	1.44	38.50	0	39.94	10.20	0	0.16	10.36
人体损害健康	PM <sub>10</sub> (g)	147.86	9.60	0	157.46	143.22	0	0.40	143.62
光化学烟雾	NMVOG(g)	10.74	21.63	0	32.37	6.24	0	0.06	6.30
能源消耗	MJ	194.00	279.09	0.10	473.19	116.36	171.87	8.65	296.88

#### 3.3 氢能源汽车生命周期评价

本文氢能源汽车生命周期评价也从能源材料获取阶段、制造阶段、使用阶段和报废阶段进行分析。制造阶段和燃油汽车的主要差异是氢燃料电池装置,实际上氢燃料电池并非是一种储电装置,而是发电装置<sup>[10]</sup>,具体氢燃料电池的结构如图 2 所示。当前氢燃料电池的催化剂需要铂金的参与,而铂金在自然环境中比较稀缺,因此大量生产该种电池会对环境造成损害<sup>[15]</sup>。由此可见在制造过程中环境损害大于燃油汽车生产。

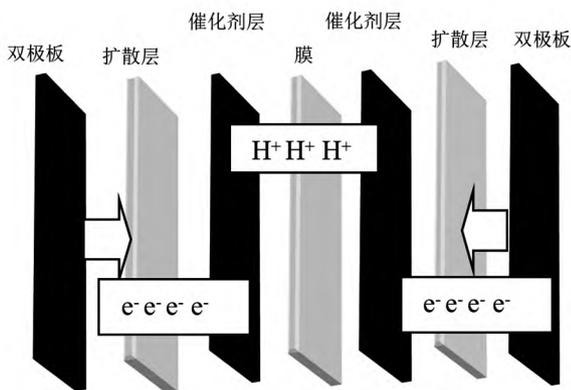


图 2 氢燃料电池结构

使用阶段氢能源汽车相对其他两种类型的汽车具有领先优势。氢燃料电池效率高,普通的油车发动机转换效率在 36%~40%,然而氢燃料电池转换率高达 60%及以上(因为氢燃料电池是将化学能直接转化为电能,不需要经过热机等设备过渡)<sup>[11]</sup>。但是考虑常规的 H<sub>2</sub> 的生产过程会造成环境污染,根据林婷等<sup>[13]</sup>的研究,当前主要有 5 种比较常

#### 3.2 电动汽车生命周期评价

通过查询各类电动汽车官网上的数据信息可知,当前市场上大部分电动汽车的电池选用的是锂电池<sup>[7]</sup>,因此,本文也假定电动汽车的供能形式是锂电池。此外,本文研究中所提到的有关电动汽车报废后,电池所带来的环境影响参考了李书华<sup>[5]</sup>和高洋<sup>[8]</sup>等文献;同时,电力能源结构的数据参考了文献<sup>[9]</sup>,数据清单如表 1 所示。

用的制氢方法:电解水制氢、天然气重整、煤气化、焦炉煤气(COG)提取氢以及生物质气化。这 5 种制氢方法中除了通过电网电力电解水制氢这一路径不能降低化石能源消耗,剩余 4 种方法都可以实现化石能耗的削减。虽然通过电解水制氢方法提供的氢燃料经济性方面的优势不能抵消运行阶段的大量能耗。但是如果是利用清洁的可再生能源比如风能、太阳能等发电的电力,那么同燃油汽车相比,就可以实现约 94%的化石能耗的削减,这种方法是节约化石能耗最好的方式。使用生物质制氢方法大约可以实现 87%的化石能耗削减。其他制氢方法可实现 39%~58%的化石能耗削减,其中 COG 制氢削减程度最高,其次是天然气制氢。利用可再生能源、天然气以及 COG 提取氢气的方法下可以较好地削减 CO<sub>2</sub> 在汽车整个生命周期中的排放。但是如果选择电解水制取氢气来供应氢能源汽车,则 CO<sub>2</sub> 排放高于燃油汽车。考虑制氢方法不同具体每公里 CO<sub>2</sub> 的排放量和燃油汽车及电动汽车对比如图 3 所示<sup>[13]</sup>。

回收处理阶段氢能源汽车本身主体会被回收,电池的处理对环境的污染性大于燃油汽车,但总体小于纯电动汽车。纯电动汽车以电池为主,并且电池很容易老化,据国际能源机构统计,汽车用锂电池的回收使用率大概在 40%左右,而不能回收利用的电池内部的汞、锂等重金属离子会在很大程度上污染环境。氢能源 PEM 电池的回收利用率远远高于纯电动汽车<sup>[12]</sup>。

### 4 结论与建议

#### 4.1 研究结论

(1)相对电动汽车,燃油汽车在制造阶段 CO<sub>2</sub> 的

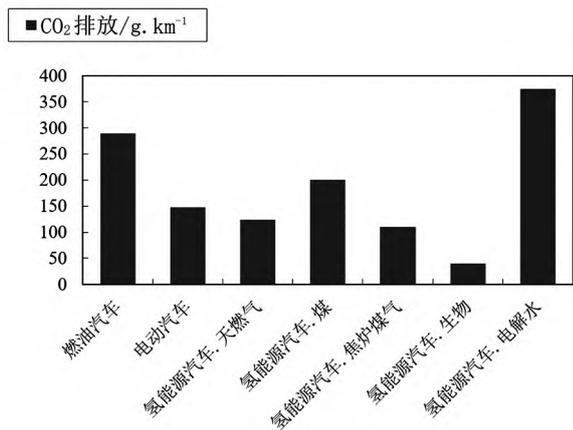


图3 不同类别汽车考虑燃料来源使用阶段 CO<sub>2</sub> 排放量

排放量明显具有优势。主要是电动汽车电池生产过程会排放大量的 CO<sub>2</sub> 不利于国家碳中和目标的实现。氢能源汽车和电动汽车一样有电池的生产过程, 因此 CO<sub>2</sub> 的排放量也不具有优势。

(2) 氢能源汽车相对燃油汽车和电动汽车更具有环保性还有待商榷。通过分析氢能源汽车能量转化率高, 但如果通过电解制氢会产生大量的 CO<sub>2</sub>, 并且氢气的加压条件和运输条件都比较苛刻, 综合考虑氢能源汽车是否低碳环保取决于关键核心技术是否能够有所突破。

(3) 氢能源汽车的推广具有一定难度。正如本文所述, 氢能源汽车的电池发电装置需要大量的铂金等稀有金属, 势必导致车辆的生产成本增加, 而增加的成本最终会推送给末端消费者承担, 偏高的价格会使消费者更倾向于购买价格选择空间大的燃油汽车或电动汽车。另外氢能源汽车的配套设施成本昂贵, 比如氢气加油站, 如何大量建成符合标准的氢气加油站也是推广过程中需要考虑的问题。

#### 4.2 对策建议

(1) 氢能源汽车在生命周期过程中如果能通过环保的方式获取 H<sub>2</sub>, 那么对比燃油汽车和电动汽车非常有优势。因此建议政府可以对 H<sub>2</sub> 的制取过程加大投资力度, 比如利用太阳能、风能等环保方式制取 H<sub>2</sub>。

(2) 氢能源汽车比电动汽车在运行过程更加节能环保, 但是后期如果大规模推广氢能源汽车首要考虑的是价格, 政府部门可以效仿电动汽车推广过程给予

补贴, 但是最重要是从根源降低成本, 可以考虑是否有相应低价格物质可以替代铂金等稀有昂贵金属。

(3) 对比燃油汽车, 电动汽车在低碳环保方面具有优势, 当前氢能源汽车技术和配套设施还不是很完善, 可以先大量推广电动汽车, 让民众形成低碳环保出行的习惯和观念, 有利于后期氢能源汽车的推广。

#### 参考文献:

- [1] 中华人民共和国环保部. 中国机动车环境管理年报 (2017) [R]. 北京: 国家环保部, 2017.
- [2] 尹佳音. 新冠疫情背景下中国石油进口安全问题研究 [J]. 中国能源, 2021, 43(1): 64-67.
- [3] 刘宏, 汪映荣. 中国核学会 2009 年学术年会论文集 (第 1 卷第 10 册) [C]. 北京: 原子能出版社, 2010: 51-55.
- [4] OFFICE OF ENERGY EFFICIENCY & RENEWABLE ENERGY, U.S. Department of energy, compare fuel cell vehicles [EB/OL]. [2022-10-31]. [http://www.Fueleconomy.gov/feg/fcv\\_sbs.shtml](http://www.Fueleconomy.gov/feg/fcv_sbs.shtml).
- [5] 李书华. 电动汽车全生命周期分析及环境效益评价 [D]. 长春: 吉林大学, 2014.
- [6] 刘宏, 汪映荣. 核电和电动汽车协同发展的生命周期评价分析 [C]. 中国核学会 2009 年学术年会论文集, 2009.
- [7] 奇瑞新能源网车型技术参数 [EB/OL]. (2022-10-31). [www.cheryev.cn/home/product/arrizoe/index.shtml](http://www.cheryev.cn/home/product/arrizoe/index.shtml).
- [8] 高洋, 王佳, 朱一方, 等. 车用动力电池回收利用环境影响研究 [J]. 汽车与配件, 2014(20): 41-43.
- [9] 产业信息网. 2021 年中国能源消费结构、生产结构及世界能源发展趋势分析 [EB/OL]. [2022-10-31]. <https://www.chyxx.com/industry/1100211.html>.
- [10] 张爽. 氢能与燃料电池的发展现状分析及展望 [J]. 当代化工研究, 2022(11): 3.
- [11] 有驾信息网. 续航轻松超 600km! 氢燃料电池车究竟如何? 造价成本大揭秘 [EB/OL]. [2022-10-31]. <https://www.yoojia.com/article/9636490685995565758.html>.
- [12] 瑞佩尔. 新能源汽车结构与原理 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2018: 240-242.
- [13] 林婷, 吴焯, 何晓琦, 等. 中国氢燃料电池车燃料生命周期的化石能源消耗和 CO<sub>2</sub> 排放 [J]. 环境科学, 2018, 39(8): 8.
- [14] 徐建全, 杨沿平. 考虑回收利用过程的汽车产品全生命周期评价 [J]. 中国机械工程, 2019, 30(11): 1343-1351.
- [15] 刘佳慧. 氢燃料电池汽车生命周期评价 [D]. 西安: 长安大学, 2020.

(责任编辑: 吴 汉)