

电动清洗车行驶能耗测试方法研究

严丽 谭鹏 夏靖武 何兴 陶雷

长沙中联重科环境产业有限公司

摘要:目前专用车的能耗测试只能依照 GB/T 18386.2-2022《电动汽车能量消耗量和续驶里程试验方法 第2部分:重型商用车辆》进行,然而专用车种类繁多,需要根据不同车型制定测试场景来确定车辆能耗,评价车辆能耗的优劣。我们梳理了清洗车常用的行驶工况,依据常用工况来指定能耗测试工况,并使用电流钳以及 CAN 数据两种方法来测试计算清洗车行驶能耗,最后将数据进行对比分析,判断数据的有效性。

关键词:电动清洗车;行驶能耗;能耗测试

0 前言

近年来,环卫行业电动化趋势越来越明显,新能源环卫车的销量与日递增。而环卫行业运营模式也在发生改变,从以前的单卖设备给各级政府单位到现在的卖设备给各城市服务公司,城市服务公司再承包各城市的清洁服务工作。城市服务公司十分关注环卫设备的各项性能,包括作业性能、故障率和能耗性能等。能耗优秀的设备能直接省电,为企业节省成本,带来经济效益。例如,一辆大型电动清洗车,每天工作 8h,一天用电约 180 kW·h,如果能降低 25% 能耗,每度电成本 0.7 元,若一年工作 300 天,则一台车一年能节省 9450 元。

我国环卫车的主流厂家有盈峰环境、宇通重工和福建龙马等,这些公司的环卫车产品大多是在二类底盘上加装自研上装而成。目前环卫车主机厂和底盘厂进行测试能耗的标准工况主要采用 40 km/h 等速工况,与用户实际使用工况存在较大偏差,业内尚未建立电动环卫车行驶能耗测试与评价标准。

本文首先从工况选择入手,根据大数据分析出电动清洗车常用工况并选择常用工况作为测试工况进行测试,然后使用专业的能耗测试设备电流钳进行不同工况下的能耗测试,测试的同时要实时记录整车 CAN 数据。能耗计算可以通过电流钳记录的数据算出,也可以通过 CAN 数据上的电压电流信号进行积分得出。将两种方法计算出的数据进行分析比较,可得出该工况下比较准确有效的能耗数据。测试不同工况的能耗数据可以评价清洗车的能耗表现,全面了解和评价电

动清洗车行驶能耗,指导客户选择能耗优、性价比高的环卫设备,同时也可以指导设备厂家进行能耗优化。

1 工况选择

我国新能源能耗相关测试工况使用较多的是 NEDC 以及 CLTC 工况等,这些工况主要用于乘用车续驶里程标定。清洗车用于城市道路清洗,一般有固定的作业线路和作业时长,相对于乘用车而言工况更简单,我们可以通过大数据平台汇总统计分析清洗车的使用工况,制定出电动清洗车行驶能耗专用测试工况。依照专用测试工况进行电动清洗车行驶能耗测试,此时测试所得数据会更接近客户的真实使用情况。

以某台电动清洗车单次作业数据为例,作业时长 2h39min,行驶距离 62 km,停车 65 次,具体的工况曲线如图 1 所示。

根据车辆工况数据提取车辆行驶过程中不同速度的占比情况。数据处理时,需要选取匀速运行时段,扣除加减速时段数据,另外对于环卫车而言 70 km/h 以上的速度为高车速且出现概率小,可将大于 70 km/h 的速度统一为 70 km/h 这一档,简化数据处理。

数据经过处理后得到的不同车速占比情况如表 1 所示。

从以上单次作业数据可以看出此电动清洗车作业过程中 10 km/h、20 km/h、30 km/h 以及 50 km/h 车速占比较高。

收集大数据平台近 20 多个城市 200 余台此型号电动清洗车行驶工况并进行分析得出车速占比汇总表,详细数据如表 2 所示。

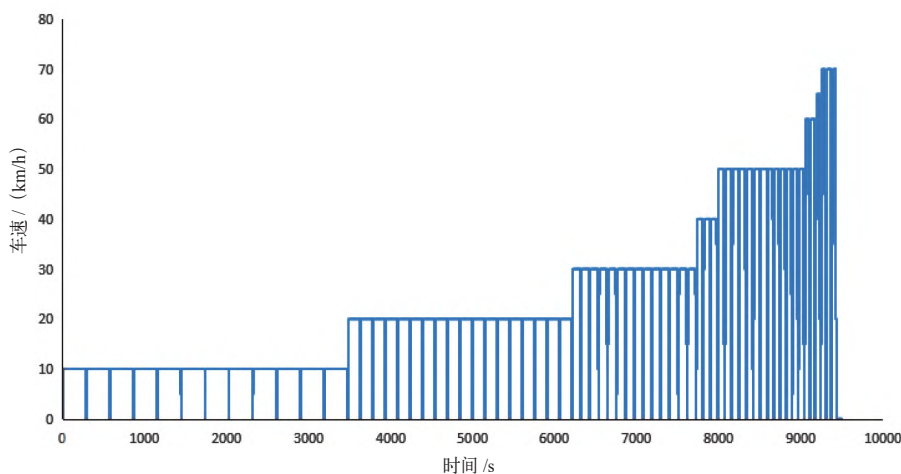


图1 电动清洗车作业工况

从汇总表中的数据可以看出,此款电动清洗车在工作过程中依然是 10 km/h、20 km/h、30 km/h 和 50 km/h 车速占比较高,所以我们在测试能耗时选取 10 km/h、20 km/h、30 km/h 以及 50 km/h 的等速工况进行,各速度测试时长为 30 min。由于这些工况速度没有高车速,所以需要再增加一组 70 km/h 的车速进行等速能耗测试,测试高速时电动清洗车行驶的能耗表现。

2 测试执行

如无特殊规定,试验应在温度 0 ~ 40℃、相对湿度 45 % ~ 85 % 和气压 86 ~ 106 kPa 的环境条件下进行。

测试时要注意以下事项:

(1) 测试过程中试验仪器由移动电源供电,以免外部用电器件用电对测试数据造成干扰。

(2) 测试时布线应注意不与驾驶室及其他部件干涉,布线应每间隔 0.5 m 进行固定,防止线路磨损或缠绕损坏线路以及线路松动。

(3) 为减少试验误差,电流钳需选取适当量程,一般匀速工况电流值均偏小,因此建议优先考虑使用 0 ~ 200 A 的电流钳。但考虑到部分被测件线径影响可以使用 0 ~ 500 A 电流钳。

(4) 测试开始前,整车应下电,静置 3 min 后对电

流钳进行清零,去除零漂影响。

(5) 所有行驶能耗要求通过 GPS 记录行驶车速和行驶距离,参考 GPS 车速与距离进行能耗计算。

(6) 试验场地要求地面尽量平整,起始地点与终止地点为同一地点,减少上下坡对测试结果的影响。

准备好测试车辆,并将测试设备总线数据记录仪、电流钳和 GPS 按照要求安装

完成,车辆按照 10 km/h 的定速巡航模式行驶,测试电脑实时记录电流钳以及总线数据,测试时长为 30 min。10 km/h 等速能耗测试完成后继续进行 20 km/h、30 km/h、50 km/h 以及 70 km/h 车速的等速能耗测试。

每个工况速度需要进行两轮能耗测试,将两次测试的平均值作为该车速能耗测试结果,如果两次测试结果差异大,需要排查原因,再进行第三轮测试,排除差异较大的数据后再进行数据处理。同理,电流钳数据与 CAN 总线数据相差不能太大,如果差异较大需要排查电流钳精度问题或者 CAN 数据上的电流采样问题。

3 测试结果

Dewsoft 软件可以根据设备记录的电压电流进行积分自动计算测试过程中的能耗。

图 2 所示为某电动清洗车 10 km/h 能耗测试过程中 Dewsoft 数据采集仪记录的电流钳数据以及 GPS 数据。此次测试行驶距离 4.98 km,所用电量为 0.913 kW · h,计算百公里能耗为 18.33 kW · h。

图 3 所示为某电动清洗车 10 km/h 能耗测试过程中 Dewsoft 数据采集仪记录的 CAN 数据以及 GPS 数据。此次测试行驶距离 4.98 km,所用电量为 0.922 kW · h,计算百公里能耗为 18.51 kW · h。

表 1 不同车速占比表

车速/(km/h)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
车速占比(%)	1.5	39.19	1.23	28.68	0.82	14.53	0.5	2.42	0.27	8.37	0.14	0.85	0.33	1.17

表 2 不同车速占比汇总表

车速/(km/h)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
车速占比(%)	3.06	26.02	2.85	18.19	1.19	18.41	2.37	3.51	1.99	10.37	2.53	4.22	0.98	4.31

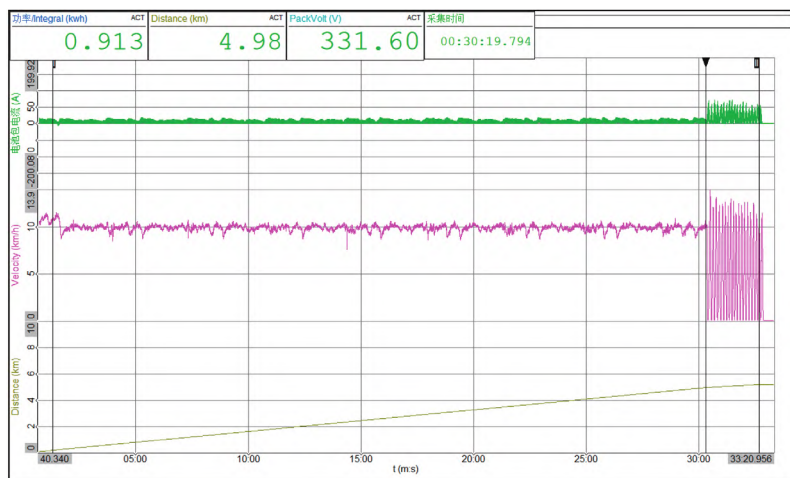


图2 Dewsoft 采集电流钳数据记录

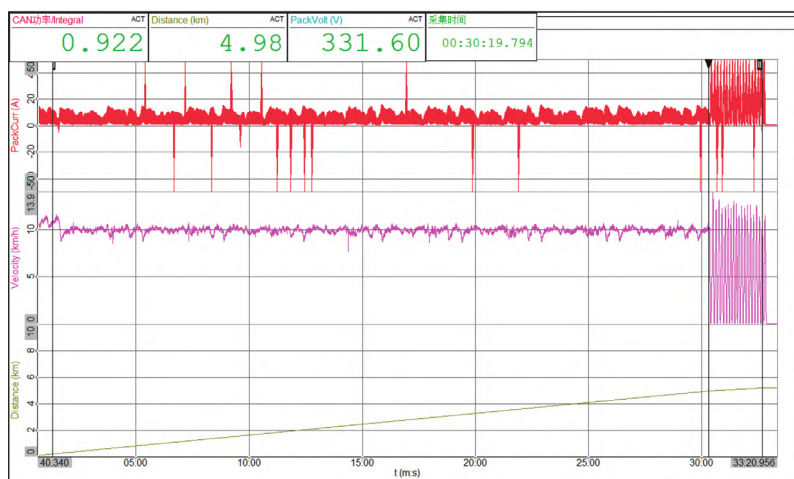


图3 Dewsoft 采集CAN总线数据记录

用同样的方法计算第二次 10 km/h 的电流钳采集的百公里能耗为 18.07 kW · h，CAN 总线采集的百公里能耗为 18.29 kW · h。

两次的电流钳测试结果间相差 0.26 kW · h，差异小于 5%，且电流钳数据与 CAN 总线数据最大相差 0.22 kW · h，差异也小于 5%，判定为数据有效，求平均，得出 10 km/h 的电流钳计算能耗为 18.20 kW · h，CAN 数据计算能耗为 18.40 kW · h。电流钳的精度以及可靠性更高，一般情况选取电流钳计算数据作为最终能耗计算数据，CAN 总线计算数据作参考用。

同样方法测试计算出其他车速的能耗，表 3 所示为不同车速百公里能耗。

表3 不同车速百公里能耗表

车速 / (km/h)	10	20	30	50	70
百公里能耗 / (kW · h)	18.20	17.33	14.35	17.64	22.84

4 结语

对 CAN 数据以及电流钳设备采集数据进行处理后可以得到电动清洗车的行驶能耗数据。以上数据可以看出，此车在 30 km/h 时的能耗最低，按照同样的方法可以测试不同电动清洗车的行驶能耗，进行能耗对比，摸底各清洗车能耗表现，选择出能耗表现优秀、性价比高的电动清洗车车型。同时后续可以进行细分能耗测试，如回馈能量、空调等附件端能耗、电机端能耗以及充电效率等，再根据测试数据分析各清洗车能耗差异点在哪里，对现有产品进行后期的能耗优化。

参考文献

- [1] 王福坚, 谢佑宏, 邵杰, 等. 微型纯电动汽车能量流测试研究 [J]. 汽车与配件, 2023(11): 24-28.
- [2] 夏靖武, 谭鹏, 李钱, 等. 新能源环卫车电机技术发展现状与趋势研究 [J]. 汽车电器, 2024(01): 22-26.
- [3] 王维, 蔡博, 吴杰灵, 等. 纯电动清洗车测试方法研究 [J]. 专用汽车, 2018(12): 76-78.
- [4] 曹甜马. NEDC 工况下的前驱车型整车能耗测试与研究电动环卫车动力性仿真及优化 [D]. 湖北: 武汉理工大学, 2016: 1-12.
- [5] 曹芳博. 基于驾驶员行车数据的驾驶风格分析和新能源公交车能耗预测 [D]. 湖北: 华中科技大学, 2021: 1-10.
- [6] 王政, 丛日振, 郭宇辉, 等. 某混合动力车型低温纯电续航里程能耗分解 [J]. 时代汽车, 2024(01): 128-130.