

二手车发动机、变速箱、传动系达标检测方法探讨

冯忠贵¹, 吴明²

(1. 东莞市永发机动车检测有限公司, 广东 东莞 523717; 2. 中山市道路运输车辆综合性能小机检测站, 广东 中山 528415)

摘要: 为安全、快捷、准确地检测二手车重要部件的核心性能, 在发动机额定扭矩部分负荷下进行发动机、变速箱、传动系达标检测, 从 OBD 读取发动机转速, 计算同一时刻车速与发动机转速之比 K_i ; 在 75% 发动机额定扭矩的部分负荷恒力加载下, 以发动机额定扭矩转速对应车速 v_m 作为限值, 用检测稳定车速 v_w 来判定发动机技术状况是否达标, 以换挡过程和挡位稳定状态的 K_i 变化来判定自动变速箱技术状况是否达标, 以 50 km/h 车速的传动系阻力来判定传动系技术状况是否达标, 从而使车况信息透明, 保障二手车质量。

关键词: 汽车; 二手车; 发动机; 变速箱; 传动系; 达标检测

中图分类号: U467.4

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2021)06-0010-03

中国二手车市场发展迅速, 成为汽车消费新的增长点。当前二手车交易中存在车况信息不透明、质量难以保障等问题, 主要原因是二手车检测与现有汽车检测技术的发展严重脱节, 没有定量检测二手车重要部件的核心性能。下面探讨二手车发动机、变速箱、传动系的达标检测方法。

1 各重要部件的达标检测

1.1 发动机额定扭矩部分负荷的达标检测

二手车大多是乘用车, 发动机额定转速较高, 实际使用中负荷和转速并不高, 由于二手车的发动机和变速箱等技术状况参差不齐, 如果在发动机全负荷工况检测, 可能会损坏发动机和车辆。按 GB 7258—2017《机动车运行安全技术条件》, 汽车发动机功率不得小于标牌(或产品使用说明书)标明额定功率的 75%, 以此作为发动机达标评价的限值。为避免乘用车很高的发动机额定转速, 提高检测的安全性, 在底盘测功机上, 在 75% 发动机额定扭矩部分负荷的恒力加载下, 以发动机额定扭矩转速对应车速 v_m 作为限值, 检测稳定车速 $v_w \geq v_m$ 时发动机技术状况达标, 最大油门位置 $v_w < v_m$ 或无法稳定车速时则不达标, 从而使发动机的技术状况信息透明, 保证二手车发动机的基本质量。

随着自动变速箱二手乘用车的增多, 在发动机额定扭矩达标检测过程中, 可以检测自动变速箱的换挡稳定时间, 在检测完发动机和自动变速箱后, 以空挡滑行测量车辆传动系阻力 F_h , 准确评价自动变速箱和传动系的技术状况。

1.2 发动机的达标检测

1.2.1 手动变速箱乘用车

根据 GB 18565—2016《道路运输车辆综合性能要求和检验方法》第 6.5.5 条, 对于汽油乘用车, 可从 OBD 读取发动机转速, 无需在发动机额定扭矩转速下测量车速, 在挂上变速箱三挡后, 为提高检测安全性、准确性和规范性, 在较低速 40 km/h 左右稳定后计算机自动取样同一时刻的发动机转速和车轮车速, 代替发动机额定扭矩转速 n_m 和车速 v_m 来计算。其优点是可减小观察发动机转速表的误差, 更重要的是可防止操作上弄虚作假。计算机按登录的发动机额定扭矩转速 n_m 来计算, 如果驾驶稳定转速 n_s 大于 n_m 则取样对应车速 v_s , $v_s > v_m$, 计算机所计算的 $n_m/v_s < n_m/v_m$, 检测环境状态下发动机达标扭矩换算在驱动轮上的驱动力 F_m 就会相应减小, 从而降低了限值; 反之, F_m 增大则提高了限值, 造成较大检测误差, 受操作的随意性影响造成检测不规范。

手动变速箱乘用车的传动系效率为 0.9~0.92, 取传动系效率为 0.9, 车辆传动系允许阻力 $F_t = (1-0.9)(F_m - F_f) = 0.1(F_m - F_f)$, 比 $0.18(F_m - F_f)$ 更符合实际情况。

1.2.2 自动变速箱乘用车

自动变速箱乘用车会随着负荷的变化而自动变速, 如果采用 GB 18565—2016 中的方法, 在功率吸收装置未加载的工况下计算 n_m/v_m , 在恒力加载时, 变速箱已自动降低了挡位, 在相同的 v_m 车速点, 车轮驱动力增大而发动机转速增大, 造成很大的检

测误差。

测量检测环境的温度、气压、湿度,计算功率校正系数 Φ ,输入驱动轮半径 R ,从OBD读取发动机瞬时转速 n_i ,输入发动机额定扭矩为 M_m ,额定扭矩转速为 n_m ,测取汽车的驱动轴空载质量 G_R ,确定初始规定车速 $v_0=50\text{ km/h}$,计算 50 km/h 车速点的车轮与滚筒的滚动阻力 $F_c=f_c G_R g$ 和滚动阻力矩 $M_c=F_c R$ (f_c 为滚动阻力系数,子午线轮胎的 $f_c=0.009$; g 为重力加速度)。通过试验或统计确定以下参数:轻型底盘测功机台架内阻 $F_{tc}=110\text{ N}$,台架阻力矩 $M_{tc}=F_{tc} R$,发动机附件消耗扭矩 $M_f=f_m M_m$ (f_m 为发动机附件消耗扭矩系数, $f_m=0.06$);自动变速箱的传动系效率略低一点,传动系阻力系数 $\Psi=0.12$,传动系阻力矩 $M_{ai}=\Psi(M_{si}-M_f)=0.12(M_{si}-M_f)$ 。

驱动车轮驶入底盘测功机,自动变速箱挂D挡,计算机记录同一时刻的发动机转速 n_i 、驱动轮车速 v_i 和驱动轮加载扭矩 M_i ,计算同一时刻车速与发动机转速之比 $K_i=v_i/n_i$,把车辆各种阻力矩都换算在发动机曲轴上,计算同一时刻发动机输出扭矩 $M_{si}=M_f+\Psi(M_{si}-M_f)+K_i(M_i+M_c+M_{tc})/(0.377R)$,得 $M_{si}=M_f+[K_i(M_i+M_c+M_{tc})/(0.377R)]/(1-\Psi)$ 。标准环境状态下发动机输出扭矩 $M_{bi}=\Phi M_{si}$ 。设 $M_{bi}=\delta M_m$,得功率吸收装置对应驱动轮加载扭矩 $M_b=[\delta M_m(1-\Psi)/\Phi-M_f+\Psi M_f]\times 0.377R/K_i-M_c-M_{tc}$ 。

功率吸收装置逐步加载,调整油门踏板,稳定车速在 50 km/h 或从 50 km/h 急加速至 65 km/h ,当计算机判断自动变速箱自动降挡 K_i 明显下降时,按降挡后的 K_i 计算,可得 $M_{bi}=\delta M_m$ 对应的 M_b ,功率吸收装置以恒扭矩控制或恒力控制对驱动轮加载 M_b 。按额定扭矩转速 n_m 和降挡后的 K_i 计算对应车速 $v_m=K_i n_m$,显示屏提示车速 v_m ,当恒扭矩控制加载 M_b 或恒力控制加载稳定后,调整并稳定油门,检测稳定车速 $v_w\geq v_m$ 。 $v_w\geq v_m$ 时,检测发动机的技术状况达标;若 $v_w<v_m$ 或无法稳定车速,则检测发动机技术状况不达标。

1.3 自动变速箱的达标检测

通过 K_i 的变化可判断变速箱的技术状况,若在恒力和车速稳定工况下 K_i 波动较大,则自动变速箱的技术状况不正常。当变速箱在各稳定挡位下 K_i 波动不超过 $\pm 6\%$ 时可判定达标, K_i 波动超过 $\pm 6\%$ 时可判定不达标。在降挡过程中, K_i 变化过渡到稳

态的时间不大于 1.5 s ,可判定变速箱达标,超 1.5 s 则判定变速箱不达标。对于无极变速自动变速箱,在逐步加载变速的过程中, K_i 应表现出有规律的减小变化,否则技术状况不正常。

1.4 传动系的达标检测

发动机动力性达标检测结束、功率吸收装置卸载后,显示屏提示松油门挂空挡。挂空挡滑行,测量 50 km/h 车速点的减速度,以底盘测功机基本惯量与乘用车空挡转动件当量惯量之和计算车辆台架系统的滑行阻力 f_1 ,减去底盘测功机台架内阻 $F_{tc}=110\text{ N}$,得到空挡滑行车辆传动系阻力 $F_h=f_1-110\text{ N}$ 。

按试验统计,技术状况良好的乘用车子午线轮胎的台试综合阻力系数为 0.012 ,该系数包含车轮滚筒摩擦系数和车辆传动系摩擦系数。如允许车辆传动系阻力增大 50% ,按驱动轴空载质量 G_R 计算车辆传动系阻力限值为 $1.5\times 0.012G_R\times 9.81\approx 0.18G_R$ 。当检测传动系阻力 F_h 小于等于限值时达标,大于限值时则不达标。为减小温度影响,提高检测准确性,可把检测传动系阻力 F_h 换算成基准温度的阻力后,再与限值比较。

1.5 全时四驱乘用车的达标检测

进行全时四驱乘用车达标检测时,可把前后轴车轮都放在底盘测功机组台架上进行检测,如没有组合台架,则可以发动机惯量作为负荷来动态快速检测。

动态快速检测首先要通过试验统计不同排量发动机的转动惯量,并得到转动惯量与排量的函数关系,登录所检发动机排量即可得到转动惯量 I_e 。从OBD读取瞬时发动机转速 n_i ,换算成角速度后计算发动机的瞬时角加速度 ϵ ,急踩油门到底稳定 1 s 后松油门,计算各时刻发动机输出扭矩。

由于发动机结构有增压和非增压的不同扭矩特性,无外载负荷时有限速和非限速的不同,油门踏板加速时有附加供油和非附加供油的不同,检测计算机程序较复杂,先根据发动机型号有T则为增压,然后根据检测记录数据判断是否限速或是否加速附加供油,根据不同情况采用不同程序计算发动机最大检测扭矩。

全时四驱乘用车传动系的达标检测可采用人工法。已知乘用车的整车质量 M ,通过人工手推力传感器使乘用车滚动,检测第一过程,乘用车空挡,用人工作用力水平推动或拉动力传感器,使乘用车沿

纵向对称中心线向前直线滚动,记录同一时刻乘用车瞬时车速 v_i 和力传感器的作用力 F_i ,计算各时间区间 Δt 的乘用车空挡传动系阻力并取均值 f_{pi} ;检测第二过程,使乘用车在原滚动地面上反向,重复第一过程检测,取检测第一过程均值 f_{p1} 和第二过程均值 f_{p2} 的平均值作为空挡传动系阻力检测值 f 。通过试验统计,按技术状况良好乘用车路面空挡滚动阻力系数为 0.007 来计算,如允许车辆传动系阻力增大 50%,按整车质量 G_z 计算,车辆传动系阻力限值为 $1.5 \times 0.007 G_z \times 9.81 \approx 0.103 G_z$,同理判断是否达标。

2 达标检测举例

以自动变速箱乘用车检测为例,汽油发动机额定扭矩 $M_m = 185 \text{ N} \cdot \text{m}$,额定扭矩转速 $n_m = 4\ 000 \text{ r/min}$,子午线轮胎驱动轮计算半径 $R = 0.315 \text{ m}$,驱动空载轴重 $G_R = 866 \text{ kg}$,轻型底盘测功机基本惯量为 896 kg ,乘用车空挡传动系转动件当量惯量为 50 kg ;以安全运行条件确定系数 $\delta = 0.75$,测量检测环境的温度、气压、湿度,计算功率校正系数 $\Phi = 0.962$;设定初始规定车速 $v_0 = 50 \text{ km/h}$,传动系阻力系数 $\Psi = 0.12$;设 K_i 波动限值为不超过 $\pm 6\%$,在降挡过程中 K_i 变化过渡到稳态的时间限值为不大于 2 s ,从 OBD 读取发动机的瞬时转速 n_i 。

通过试验统计确定如下参数:滚动阻力矩 $M_c = f_c G_R g R = 0.009 \times 866 \times 9.81 \times 0.315 = 24.08 \text{ N} \cdot \text{m}$;台架阻力矩 $M_{tc} = F_{tc} R = 110 \times 0.315 = 34.65 \text{ N} \cdot \text{m}$;发动机附件消耗扭矩 $M_f = f_m M_m = 0.06 \times 185 = 11.1 \text{ N} \cdot \text{m}$ 。

汽车挂上变速箱规定 D 挡位,功率吸收装置逐步加载,调整油门踏板位置使车速稳定在初始规定车速 50 km/h ,快速踩下油门踏板加速至 65 km/h ,变速箱自动降挡,加速前 $K_i = v_i/n_i = 0.024\ 693$,加速后 $K_i = 0.013\ 768$ 。把车辆各种阻力矩都换算在发动机曲轴上,以加速后降挡 $K_i = 0.013\ 768$ 计算对应驱动轮加载扭矩 $M_b = [\delta M_m (1 - \Psi)/\Phi - M_f + \Psi M_f] \times 0.377 R / K_i - M_c - M_{tc} = [0.75 \times 185 \times (1 - 0.12)/0.962 - 11.1 + 0.12 \times 11.1] \times 0.377 \times 0.315 / 0.013\ 768 - 24.08 - 34.65 \approx 951.8 \text{ N} \cdot \text{m}$ 。

功率吸收装置恒扭矩控制对驱动轮以 $951.8 \text{ N} \cdot \text{m}$ 加载稳定或以恒力 $= M_b / R = 951.8 / 0.315 = 3\ 022 \text{ N}$ 控制加载稳定后,计算额定扭矩转速对应

车速 $v_d = 4\ 000 \times 0.013\ 768 \approx 55.1 \text{ km/h}$ 。在不小于 55.1 km/h 调整并稳定油门测量稳定车速 $v_w = 56.8 \text{ km/h}$,发动机动力性的技术状况达标。自动变速箱在各稳定挡位时的 K_i 波动为 $\pm 3.7\% < \pm 6\%$,在降挡时 K_i 变化过渡到稳定的时间为 $0.896 \text{ s} < 1.5 \text{ s}$,变速箱传递动力的技术状况达标。

检测稳定车速 $v_w = 56.8 \text{ km/h}$ 后,功率装置卸载,显示器提示松油门挂空挡。车辆空挡滑行,测量 50 km/h 车速时车辆台架系统平均减速度为 $0.245\ 6 \text{ m/s}^2$,系统滑行阻力 $F_l = 0.245\ 6 \times (896 + 50) = 232.3 \text{ N}$,传动系阻力 $F_h = 232.3 - 110 = 122.3 \text{ N}$,小于该车传动系阻力限值 $= 0.18 G_R = 0.18 \times 866 = 155.9 \text{ N}$,传动系阻力技术状况达标。

3 结语

通过几十年的检测技术引进、消化、创新,国内已形成了建全的检测技术开发、设备制造、检测站、人员操作等完整的产业链。采用达标法检测二手车的重要部件核心性能,可同步定量测量发动机、自动变速箱、传动系的技术状况,具有安全、快捷、准确、无过加载不伤车等优点,可利用现有安检站作为第三方检测来实现,从而解决当前二手车车况信息不透明、质量难以保障的问题。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国公安部.机动车运行安全技术条件:GB 7258—2017[S].北京:中国标准出版社,2017.
- [2] 全国汽车维修标准化技术委员会.道路运输车辆综合性能要求和检验方法:GB 18565—2016[S].北京:全国汽车维修标准化技术委员会,2016.
- [3] 张军.汽车自动变速器性能检测与分析[J].客车技术与研究,2008(5):52—54.
- [4] 肖冬玲.二手车鉴定评估方法研究[D].西安:长安大学,2007.
- [5] 孙庆.二手车技术鉴定与评估改进[D].成都:西华大学,2015.
- [6] 杜若明.旧机动车鉴定与评估的技巧[J].牡丹江教育学院学报,2008(3):163.
- [7] 黄朝慧.我国二手车市场存在的问题及发展对策[J].汽车维修,2009(1):2—4.
- [8] 陈世飞.二手车价值的实用评估方法[J].汽车维修,2012(3):2—5.