

SHIYONG QICHE WEIXIU YU JIANCE JISHU

实用汽车维修与 检测技术

于建淑

于进河

李祥启

编著



人民交通出版社

SHIYONG QICHE WEIXIU YU JIANCE JISHU

实用汽车维修与检测技术

于建淑 于进河 李祥启 编著

人民交通出版社

内 容 提 要

本书是根据交通部颁布的《交通运输业车辆技术管理规定》而编写的。全书共分三章,主要以解放 CA1091 和东风 EQ1090 型载货汽车为例,着重阐述了“视情修理”的意义,详细介绍了汽车修理工艺设计的原理、方法以及现代汽车检测诊断技术的应用。

本书图文并茂,集理、法、例于一体,突出了实用性,可供汽车维修工、驾驶员及汽车运输业技术管理人员使用。

实用汽车维修与检测技术

于建淑 于进河 李祥启 编著

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街 10 号)

各地新华书店经销

北京云浩印制厂印刷

开本:850×1168 $\frac{1}{32}$ 印张:10.375 字数:271 千

1995 年 12 月 第 1 版

1995 年 12 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数:0001—4000 册 定价:16.00 元

ISBN 7-114-02194-1

U · 01505

前 言

1990年实施的《汽车运输业车辆技术管理规定》指出：“车辆修理应贯彻视情修理的原则，即根据车辆检测诊断和技术鉴定的结果，视情按不同作业范围和深度进行，既要防止拖延修理造成车况恶化，又要防止提前修理造成浪费。”“视情修理”的可能性是建立在我国运输行业车辆装备状况的改善和汽车检测诊断技术日臻完善和提高的基础上，也不能忽视我国汽车维修市场急剧变化的现实。据全国32家骨干汽车修理厂统计：1986~1989年，解放牌大客车平均单车大修费用由9 926元增加到16 413元，平均增长18.25%；解放牌载货汽车大修费用平均增长10.13%。修理费用的猛增，使汽车大修数量逐年下降，若以1986年为100，则1987~1988年三年分别为74.56、70.98和39.86。作为汽车运输业的技术管理者所应当考虑的，不再只是汽车修理的技术和工艺，还应当运用价值工程的观点和方法去研究汽车大修的时机和范围。

本书共三章，第一章阐明了以现代设备管理的思想，对视情修理的理解，开宗明义强调了在组织汽车大修中技术与经济相结合的重要性；第二章阐述了汽车或总成大修作业的主要工艺方法，在继承我国汽车修理传统技术的同时，介绍了近年来汽车维修行业的经验，以供大家在视情修理的工艺设计中选用；第三章向读者介绍了当前常见的汽车检测方法，作为一种手段它为视情修理提供依据，只有以“测”定“情”，才能“视情修理”。另外，检测还可定性或定量地对修竣汽车或总成的修理质量进行技术监督。

本书力求追随汽车修理行业科技进步，体现改革意识和现代设备管理思想，反映国内外汽车修理技术的新水平，使广大读者对

汽车修理这门普通而又古老的技术,产生一点新颖感。

衷心感谢山东省交通厅戚扬高级工程师对本书编写的指导。
敬请各位读者对书中的谬误之处斧正。

编 者

目 录

第一章 汽车的视情修理	1
第一节 汽车修理的必要性	1
第二节 汽车大修理论和制度的沿革	2
第三节 汽车修理的技术经济效果控制	4
一、视情修理的依据	5
二、修理时机的选择	5
三、汽车修理质量的控制	7
四、汽车修理的质量指标	7
第二章 汽车修理的工艺设计	9
第一节 清洗	9
一、整车清洗	9
二、零件清洗	15
第二节 拆检	17
一、拆卸的工艺要求	17
二、拆卸工艺路线	17
三、零件检验分类技术	18
第三节 零件的修复工艺方法	27
一、机械加工	27
二、焊接	59
三、电镀	75
四、刷镀	87
五、金属喷涂	98
六、粘接	104
七、校正	115
八、表面强化与表面处理	121

第四节 零件形状和位置误差的检测	132
一、预备知识——有关名词术语和基本概念	132
二、零件形状误差的检测	135
三、零件位置误差的检测	143
第五节 装配	169
一、装配工艺原则与要求	169
二、总成装配前零件和组合件的平衡	170
三、主要总成的装配、调整要点	174
第六节 发动机的磨合	206
第三章 汽车大修的检测与试验	212
第一节 汽车大修检测的常见程序和方法	213
一、人工直观检测	213
二、仪器测试	217
三、道路测试	219
四、路试后复试	220
第二节 发动机测试	220
一、发动机异响测试	220
二、发动机功率、油耗测试	223
三、发动机气缸技术状况测试	230
四、发动机性能的综合检测	233
第三节 汽车前轮定位参数的测试	245
一、前轮定位参数的静态测量	245
二、前轮定位参数的动态测量	251
第四节 汽车制动性能和装备质量的测试	257
一、对汽车制动性能的基本要求	257
二、汽车制动性能的测试	258
第五节 车轮不平衡量的测试	271
一、车轮动不平衡的成因及危害	271
二、车轮不平衡的测试原理	272
三、车轮不平衡的检测与校正	272

第六节 汽车速度表的检测	274
一、汽车速度表测试的必要性	274
二、车速表的测试原理	274
三、车速表试验台的构造	275
四、车速表的测试方法	277
第七节 汽车底盘输出功率和传动系性能测试	278
一、汽车底盘的功率测试	278
二、汽车传动系的性能测试	287
第八节 汽车前照灯的测试	292
一、反映前照灯性能的技术参数	292
二、前照灯检测仪的测试原理	294
三、自动追踪光束式前照灯检测仪的构造和工作原理	294
四、前照灯的测试方法和标准	296
第九节 汽车减振器的测试	298
一、汽车减振器测试的必要性	298
二、减振器常见故障	298
三、减振器试验台的结构和工作原理	298
四、减振器的测试方法	299
第十节 汽车噪声的测试	300
一、汽车噪声测试的必要性	300
二、汽车噪声的构成	301
三、声级计的工作原理	304
四、汽车噪声的测试方法	306
第十一节 汽车废气污染物测试	308
一、废气污染物的构成与危害	308
二、废气污染物的来源	311
三、我国对汽车污染物的控制范围	313
四、废气测试设备的构造及原理	313
五、汽车废气的测试方法	318
参考文献	323

第一章 汽车的视情修理

第一节 汽车修理的必要性

使损坏的东西恢复原来的形状或作用,称为修理。汽车经长期使用后,各种零部件将产生不同程度的损坏,主要表现为磨损、腐蚀、疲劳、断裂、老化等形式。无论汽车的设计制造者多么高明,由于汽车各个总成、部件的工作条件与环境不同,其损坏的程度和快慢也不相同。所谓“无维修保养设计”的汽车等强度理想界限,企望汽车全部总成和零件在相同的时间内更换,就不存在修理问题了,这在实际中是做不到的。早在 60 年代,前苏联就统计了格斯 51、吉尔 130 货车主要总成的修理间隔里程(表 1-1)。

格斯 51 载货汽车主要总成修理间隔里程 表 1-1
吉尔 130

修理间隔里程(万 km) \ 总成	车 架	驾驶室	发动机	变速器	后 桥	前 桥
第一次大修	12	12	8	8	10	10
大修后	9	9	4	4	6	6

从表 1-1 可见各总成的损坏情况是不同的。这两种车型的极限寿命约为 30~34 万 km,从新车到报废,车架、驾驶室需要大修 2 次,发动机和变速器需大修 6 次,前、后桥要大修 4 次,才能使各部件的技术状况得到均衡。倘不进行大修,各部件的技术状况根本不可能达到均衡。

汽车大修是汽车制造的必要补充,它特别符合我国能源、原材料比较缺乏,对节约能源、原材料,提高资源利用率特别重视的国

情。汽车大修可以充分利用被保留下来的汽车零部件,有效地延长车辆使用寿命。比如造价昂贵的轿车和客车,其车身价格约占整车价格的 75%~80%,大修可比制造节约金属板料 75%~78%。我国每年都有数百万辆汽车大修,这无疑补充了汽车的亏缺,增加其保有量。即使在汽车大国日本,尽管对 2t 以下的小型车在行驶 25 万 km 即报废,但对大型车仍不惜以新车价格的 1/3 费用进行大修。例如有的公司公共汽车行驶 20 万 km 即更换缸套、活塞;行驶 40 多万 km 即大修。35t 的集装箱牵引车大修里程为 40 万 km 左右,使用寿命为 15 年。总之,今后,不论我国还是世界发达国家,都将实行重要技术政策,保留和发展汽车大修。

车辆大修是新车或经过大修后的车辆,在行驶一定里程(或时间)后,经过检测诊断和技术鉴定,用修理或更换车辆任何零部件的方法,恢复车辆的完好技术状况,完全或接近完全恢复车辆寿命的恢复性修理。

按作业范围不同,除车辆大修之外,汽车修理还包括总成大修、零件修理和车辆小修。总成大修是用修理或更换总成任何零部件(包括基础件)的方法,恢复总成完好的技术状况和寿命的恢复性修理;零件修理是对因磨损、变形、损伤等而不能继续使用的零件进行修理;车辆小修是车辆使用部门利用修理或更换个别零件的方法,保证或恢复车辆工作能力的运行性修理,其目的在于消除车辆在运行过程或维护作业过程中发生或发现的故障或隐患。汽车大修、总成大修和零件修理均因工艺难度大,必须在专业修理厂完成。本书所讨论的就是这三种修理。

第二节 汽车大修理论和制度的沿革

建国初期,我国引进前苏联的设备计划维修制度,结合国情于 1954 年颁布了《汽车运输企业技术标准与技术经济定额》(俗称“红皮书”)。它明确划分了汽车保修分级和作业范围,提出了“计划修理”的重要性,围绕计划~预防保修制度编制了许多标准、定额

和规范,这在当时最大限度地挖掘了厂牌繁杂、车况老旧的进口车的潜力,为恢复国民经济起了重要作用。

1963年,在第一次修订后的“红皮书”中,提出了“严格管理、合理使用、强制保养、计划修理”的原则,针对当时车辆失修、车况恶化的被动局面,再次强调了“计划修理”。

1965年,交通部根据当时形势,对刚刚颁布的“红皮书”修订本精练改写,其中主要一点是取消了中修,汽车保养由三级改为四级,但是由于文革,该版本并未执行。80年代初,交通部根据“调整、改革、整顿、提高”八字方针要求,对文革前的“红皮书”又一次修订,在编写《汽车修理技术标准》中提出:“汽车大修是恢复性修理,要求基本上达到新车标准。”该标准经过验证,于1981年以部标JT 3101—81予以颁布实施。继之,又在全国实施了十多种有关汽车修理的标准和技术文件,使汽车修理制度更趋完善。

科技管理水平的提高和装备状况的改善,引起了汽车运输业关于汽车保修制度改革的讨论。其中一个焦点是汽车保修的指导思想究竟是以预防为主,还是以可靠性为中心。讨论的结果是:以可靠性为中心,并非不要预防,但不能盲目预防,而是通过“定期检测”定量地分析车况,实现“强制维护”和“视情修理”。1990年交通部以13号令发布施行的《汽车运输业车辆技术管理规定》明确提出:“车辆技术管理应坚持预防为主和经济与技术相结合的原则。”

六七十年代以来,世界发达国家在设备管理理论与实践上实现了重大突破,从狭义的维修管理发展为广义的“设备一生管理”理论。

前苏联的“计划预防制”为防止设备的意外损坏,按计划进行一系列的预防性维护和修理,排除了设备故障的偶然性、意外性和自发性,减少了修理费用和工作量。

英国的“设备综合工程学”是对设备进行全面管理的一种形式,它在搞好设备维修的基础上,追求设备的技术经济效益。它吸取了系统论、控制论、信息论、经营决策论等现代化管理理论,综合了故障物理学、可靠性工程、维修性工程等现代化科技成就,从工程技

术、财务经济和组织管理三个方面进行综合管理和研究,强调了设备的可靠性和维修性设计的研究,追求车辆寿命周期费用最优化。

美国的“后勤学”,以产品、机构、程序、设备等硬件和软件的所有资源为对象,追求寿命周期费用的最经济。它要求车辆的制造者和使用者双方的实际总成本减少到最低限度。与英国的“设备综合工程学”相比,它对产品、系统效能的追求,具有更大的深度和广度。

日本的“全员参加的生产维修(TPM制)”,则以美国的生产维修制(PM制)为主体,吸取英国“设备综合工程”的理论与特点,又引进了我国“鞍钢宪法”中“两参一改三结合”的群众参加管理的方法,以设备的综合效益为最高目标,在设备一生中,从企业的最高领导到操作工人全员参加,对车辆的计划、使用、维修部门进行综合管理。从维修理论角度来看,它从50年代的设备事后维修发展到预防性维修。在60年代,日本开始重视设备的可靠性、维修性和经济性,认识到“无维修设计”不过是一种追求的理想,随着机械化、自动化程度的提高,工人因受机器的束缚日益加重,影响了企业和生产的发展。因此,在设备维修中“行为科学”受到人们的重视,全员参加生产维修制得以推广。

80年代,我国公路运输事业迅猛发展,民用汽车保有量由1980年的178万辆增加到1989年的520万辆,其中从事营业性运输的车辆占47%,形成了一个多层次、多渠道、多方式的新型汽车运输和维修市场结构。但是,由于改革的不配套,汽车运输行业车辆的技术管理遇到一系列新问题,跟不上形势发展的需要。针对这种情况,在对国外一系列管理理论兼收并蓄的基础上,交通部在《汽车运输业车辆技术管理规定》中提出了“择优选配、正确使用、定期检测、强制维护、视情修理、合理改造、适时更新和报废”的汽车全过程综合管理方法。

第三节 汽车修理的技术经济效果控制

汽车大修是必要的,然而大修费用也是很高的,比如一辆客车

从投产到报废运行 70 万 km,需大修三次,其中包括更新车厢一次,总修理费用高达 6.5 万元,占新车价格的 82%。粗略计算,全国 500 多万辆民用汽车,仅用于维修的费用每年高达 150 多亿元。用技术经济学的观点和方法对汽车大修的经济效果进行分析和评估,可保证其技术上的先进性、经济上的合理性和实践中的可行性。视情修理就是技术经济学在汽车大修中的应用成果,它既可防止因拖延修理而导致车况恶化,又避免了提前修理造成的浪费。

一、视情修理的依据

1. 汽车在理论上所具有的可靠性特点

汽车是一种通用机械,虽然从行驶安全性角度要求转向、制动等部位有较高的安全可靠度,但从整体上说,它不必象飞机、航天器和电子设备那样,要求“无故障”这种太高的固有可靠度和系统可靠度。同时,汽车又是可维修系统,即在出现故障或工作不正常时,可以进行维修。这是视情修理的理论依据。

2. 汽车技术和质量水平的提高,增加了其固有可靠性

近十几年来,国外汽车发动机第一次大修里程大大增加,如前苏联吉尔 130 汽车发动机大修间隔里程已由 1964 年的 12 万 km 延长到 25 万 km。欧、美、日本汽车的该项指标都在 30~40 万 km。前苏联制造的 3.48L 发动机气缸磨损率,在 1951 年为 $5.1 \mu\text{m}/10^3\text{km}$,而 1967 年为 $1.85 \mu\text{m}/10^3\text{km}$,17 年下降了三倍。我国汽车工业正在快速发展,与国际先进水平的差距正在缩短,新车型的无故障里程明显增长。当前的汽车大修,特别是新车首次大修,不必全部总成同时大修,因而,将整车大修改为视情对部分总成进行大修是完全可行的。

二、修理时机的选择

这里所说的修理时机仍是传统的整车大修时机。单从技术上说,它是由主要总成技术状况确定的。大修标志:客车以车厢为主,结合发动机总成;货车以发动机总成为主,结合车架总成或其它两

个总成应符合大修条件。这种方法简单,可操作性强,但是从技术经济的角度全面考虑,应当确定汽车大修的极限状态。

汽车在使用或闲置过程中,会逐渐发生磨损,这里只考虑有形磨损。第一种有形磨损是在使用过程中,由于机械力的作用,其零部件受到摩擦、冲击、振动或疲劳,使其磨损而引起尺寸、形状的变化,公差配合等级降低,以致丧失原有的精度、稳定性和可靠性;第二种有形磨损是汽车即使在闲置过程中,由于自然力的作用或保管不善而产生锈蚀,以致丧失其工作精度,甚至失去工作能力。

要抵抗有形磨损引起的汽车功能的削弱或丧失,就得支付一定的费用,我们称之为维持费用。第一种是使用维修费,主要包括汽车各级维护及小修作业花费的工人工资、配件和材料费、设备维修费、用于维修支付的固定资金和周转资金的摊提部分、燃润料费用、管理费等。由设备的低劣化理论得知,年度的汽车使用维修费与大修间隔期成正比,即:

$$S_u = bt_i/2$$

式中: S_u ——车辆年度使用维修费,元/年;

b ——年度使用维修费增长率,元/年²;

t_i ——大修间隔期,年。

第二种费用是大修费用的年度平均值,该值与修理间隔期成反比,即:

$$\bar{S} = S_i/t_i$$

式中: S_i ——大修费用,元。

这样,第 i 年的年度汽车维持费用为:

$$S_{\Sigma} = \bar{S} + S_u = \frac{S_i}{t_i} + \frac{bt_i}{2}$$

在上式中对 t 取一阶导数,并令 $\frac{dS_{\Sigma}}{dt} = 0$, 即

$$\frac{dS_{\Sigma}}{dt} = -\frac{S_i}{t_i^2} + \frac{b}{2} = 0$$

则得:

$$t_i = \sqrt{\frac{2S_i}{b}}$$

t_i 就是汽车最佳的修理间隔期,就是说汽车使用 t_i 年即达到使用极限,若再不大修,其使用的总经济效益会降低。对应于使用年限 t_i 的汽车总的技术状态,便是汽车大修极限状态。

三、汽车修理质量的控制

1. 汽车修理质量的定义

汽车修理质量,是汽车经过大修后,满足使用要求所具备的特性,即适用性。这种适用性是各种技术性能、安全性、可靠性、经济性及寿命的综合指标。

2. 汽车修理质量的保障措施

汽车修理质量取决于许多因素,要保证质量,必须增强质量意识,从基础工作入手,抓好修理生产全过程、全员参加的全面质量管理工作,主要包括:

①抓好基础工作。要有一个先进合理的标准和技术经济定额;有必要的计量工作制度、足够的计量器具和先进的检测设备;有完善的质量教育培训体系、合理的质量责任制和保证体系等。

②严格工艺管理。要有合理的工艺规程、严格的工艺纪律、技术先进的工艺装备,要跟上技术进步的步伐,不断研制、推广新工艺、新技术、新设备、新材料,努力提高修理质量中的科技含量。

③采用科学的生产管理方法,从技术、经济、组织和社会各方面建立汽车修理质量综合管理系统。首先是获取被管理对象的信息,以先进检测手段检查送修车辆,确定修理范围和项目,并检查各工序的工艺规范、工艺装备,利用数理统计方法分析信息,制订合理的工艺流程,选择先进的工艺方法。要按 PDCA 循环的科学方法,搞好质量计划、实施、检查反馈和改进处理。

④重视行为科学,坚持经济效益的主导作用,在分配和奖惩等方面,突出质量否决权。

四、汽车修理的质量指标

对于汽车修理而言,强调的是整体质量指标,这是和同一型号

新车质量指标相比较而言的,可以说明质量水平。这种整体质量指标可由下式表达:

$$\eta = \eta_s \cdot \eta_R \cdot \eta_L \cdot \eta_F \cdot \eta_E$$

式中: η_s ——综合性指标,用以评价汽车的功能,它是大修车的载质量、功率、扭矩、燃料经济性、制动距离、滑行距离、最高车速、加速性能等指标与新车原设计指标的比值。取新车的这些指标为 1,则 $\eta_s = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdots \eta_i \leq 1$;

η_R ——可靠性指标,是在时间 T 内,大修汽车的损坏数 $\sum n_0$ 与新车在同期内损坏数 $\sum n_N$ 比值的倒数,即 $\eta_R = \frac{\sum n_N}{\sum n_0}$,显然 $\eta_R \leq 1$;

η_L ——寿命或修理间隔里程指标,是汽车修理间隔里程 L_0 与新车第一次大修里程 L_N 之比,即 $\eta_L = \frac{L_0}{L_N}$;

η_F ——装备指标。新车的 $\eta_F = 1$,大修后汽车的装备程度按相应的小数值计算,并按以下规定打分:轮胎 0.5,蓄电池 0.3,随车工具 0.1,其它(倒车镜、灭火器等) 0.1。比如大修后若缺少随车工具,则其装备指标 $\eta_F = \frac{0.5+0.3+0.1}{0.5+0.3+0.1+0.1} = 0.9$;

η_E ——装饰或美观指标。以新车 $\eta_E = 1$,大修后的 η_E 按某种规定办法打分,如油漆损坏或有缺陷打 0.6 分,缺装饰条打 0.8 分等。

第二章 汽车修理的工艺设计

第一节 清 洗

一、整 车 清 洗

整车清洗,是对汽车外露表面的清洗作业。汽车外露表面的污垢,不仅影响车容的整洁,加剧外表的腐蚀,而且影响着车辆的维修质量,增加维修成本。目前国内外汽车维修业都十分重视车辆的整车清洗,并依靠科技进步,不断研制专用清洗设备。如国内许多汽车自动化清洗站(台),采用电子、液压和机械等技术,并设有污水处理、废水回收、排污与挖泥等综合性设备,全部动作采用电子计算机程序控制。而国外的汽车外部清洗技术更进一步,如早在70年代末,原西德奥瓦斯公司采用了“阿波罗”宇宙飞船上的微波技术,对汽车采用无水清洗,尘土和污物在高频电场的作用下,自行离开车身表面。由于去除了传统清洗法中清洗剂或刷子对车身的冲击和摩擦,在清洗过程中可保持车身漆层完好无损,且清洗效率高,仅需几秒钟即可完成一部汽车的外部清洗作业。

(一)清洗目的

送修汽车拆卸前,必须进行外部清洗,以冲洗掉表面的附土、油垢、铁锈等,使外表清洁,拆卸方便,及时发现外表缺陷,保持作业场地的清洁卫生。

(二)清洗设备

1. 清洗设备分类

汽车外部清洗设备,按使用的清洗剂可分为水(冷、热水)、蒸