

QICHE RUNHUA JISHU

汽车润滑技术

黄志坚 编著



化学工业出版社



QICHE RUNHUA JISHU 汽车润滑技术

黄志坚 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

本书系统且简明扼要地介绍了汽车润滑技术理论方法的应用。本书共分 7 章。第 1 章介绍润滑技术基础及汽车润滑概要,第 2 章介绍汽车发动机润滑技术及应用,第 3 章介绍汽车传动系统润滑技术及应用,第 4 章介绍汽车行驶系统润滑技术及应用,第 5 章介绍汽车制动系统润滑技术及应用,第 6 章介绍汽车转向系统润滑技术及应用,第 7 章介绍汽车液压系统及液压油应用。

本书的读者主要是汽车设计维修人员。本书可作高校(职业技术学院)汽车、工程机械或机电类专业师生的教学参考书,也可作汽车润滑专业技术培训的教材。

图书在版编目(CIP)数据

汽车润滑技术/黄志坚编著. —北京:化学工业出版社, 2016.6

ISBN 978-7-122-26457-2

I. ①汽… II. ①黄… III. ①汽车-润滑系统 IV. ①U464.137

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 046450 号

责任编辑:黄 澄

文字编辑:陈 喆

责任校对:程晓彤

装帧设计:王晓宇

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装:三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 14 字数 375 千字 2016 年 6 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 88.00 元

版权所有 违者必究

| 前言 |

| FOREWORD |



机械系统的运转都是靠各种运动副的相对运动来实现的，而相对运动时必然伴随着摩擦的发生。摩擦首先是造成不必要的能量损失，其次是使摩擦副相互作用的表面发热、磨损乃至失效。润滑是减少摩擦、降低磨损的重要措施。润滑技术与管理是现代设备系统技术与管理活动的重要组成部分，是设备正常润滑与正常运行的重要保证，是企业提高经济效益的重要途径。我国汽车工业的生产规模不断壮大，产量逐年提高，随着我国经济实力的日益强大，国民生活水平的提高，社会汽车保有量也在不断攀升。汽车润滑对汽车性能及效益至关重要，主要影响有降低摩擦磨损，延长汽车使用寿命，保证车辆行驶安全，提高汽车动力的效率，保证行车的舒适性，满足苛刻的环保要求。

汽车润滑工作的基本任务是正确选择、使用好润滑剂和润滑方式，及时、合理润滑设备，防止设备发生润滑故障，使汽车始终处于良好的工作状态，保证汽车顺利安全运行；同时还要做好润滑剂的保管及定额消耗工作，保证汽车运营企业获得较好的效益。

为帮助广大汽车润滑专业技术人员更好地掌握润滑知识与方法，特编写了本书。

本书系统且简明扼要地介绍了汽车润滑技术理论方法的应用。本书共分7章。第1章介绍润滑技术基础及汽车润滑概要，第2章介绍汽车发动机润滑技术及应用，第3章介绍汽车传动系统润滑技术及应用，第4章介绍汽车行驶系统润滑技术及应用，第5章介绍汽车制动系统润滑技术及应用，第6章介绍汽车转向系统润滑技术及应用，第7章介绍汽车液压系统及液压油应用。

本书有以下特点。

① 既介绍汽车润滑技术知识也收入了汽车润滑工作实例，以利读者既掌握润滑工作要领又通过实例掌握具体的方法。

② 尽量体现汽车润滑新技术的应用，书中部分资料是本领域新成果的总结，以利本领域的技术创新与进步。

③ 体现汽车润滑工程的学科交叉。

本书的读者主要是汽车设计维修人员。本书可作高校（职业技术学院）汽车、工程机械或机电类专业师生的教学参考书，也可作汽车润滑专业技术培训的教材。

编著者

I 目录 I

CONTENTS



第 1 章 汽车润滑技术概述	1	2.2.9 新能源汽车发动机润滑油	37
1.1 机械摩擦、磨损与润滑	1	2.2.10 发动机润滑油的更换标准	38
1.1.1 摩擦、磨损与润滑的概念	1	2.3 发动机润滑技术方法与应用	
1.1.2 摩擦分类法	1	实例	39
1.1.3 产生摩擦的原因	2	2.3.1 发动机润滑系统常见	
1.1.4 磨损	2	故障	39
1.1.5 润滑	4	2.3.2 发动机润滑系统沉积物的	
1.2 汽车润滑重要性与工作任务	5	生成因素	41
1.2.1 汽车润滑的重要性	5	2.3.3 发动机烧机油故障的辨别及	
1.2.2 汽车润滑的工作任务	8	处理	44
1.3 汽车润滑部位及润滑剂概况	9	2.3.4 发动机汽缸套磨损因素及	
1.3.1 轿车润滑部位及润滑剂	9	预防措施	44
1.3.2 中型载重汽车润滑部位及		2.3.5 发动机润滑故障的技术	
润滑剂	10	确认	46
1.3.3 柴油机汽车润滑部位及		2.3.6 发动机润滑油的简单检验	
润滑剂	11	方法	48
第 2 章 汽车发动机润滑技术	13	2.3.7 延缓润滑油使用时变质的	
2.1 汽车发动机润滑系统	13	措施	49
2.1.1 发动机润滑方式	13	2.3.8 润滑油分析技术在发动机	
2.1.2 发动机润滑系统的组成	13	状态监控中的应用	50
2.1.3 发动机润滑油路	14	2.3.9 车用滤清器的应用	53
2.1.4 柴油发动机润滑系统	16	2.3.10 发动机润滑系统不解体	
2.1.5 发动机润滑系统主要元件	17	清洗	55
2.2 发动机润滑油及应用	22	2.4 轿车发动机润滑系统的维修	57
2.2.1 发动机的工作特点	22	2.4.1 发动机机油泵主动轴的	
2.2.2 发动机润滑油的基本性能	22	改进	57
2.2.3 发动机润滑油的分类	23	2.4.2 汽油发动机凸轮轴凸轮异常	
2.2.4 发动机润滑油的技术参数	26	磨损分析及改进	58
2.2.5 发动机润滑油的选用	31	2.4.3 润滑系统维护与故障	
2.2.6 车用发动机技术进步对润滑油		排除	60
性能的要求	33	2.4.4 轿车电喷发动机润滑系统及	
2.2.7 LPG 双燃料发动机润滑油	33	维护	62
2.2.8 发动机活塞环的抗磨与固体		2.4.5 奔驰发动机正时异响的分析	
润滑技术应用	36	与处理	65
		2.5 重型车发动机润滑系统的	
		维修	66

2.5.1	重型汽车发动机润滑油	66
2.5.2	车用柴油机润滑故障检排实例	68
2.5.3	柴油发动机烧瓦抱轴原因的分析与改进	70
2.5.4	康明斯 B 系列发动机润滑故障的诊断及修理	74

3.7.1	磨合期换油及使用中齿轮损伤	108
3.7.2	用油不当所引起的故障	108
3.7.3	齿轮油的管理维护	109
3.8	自动变速器润滑技术	111
3.8.1	自动变速器概述	111
3.8.2	汽车液力传动油及应用	113

第 3 章 汽车传动系统润滑技术 ... 76

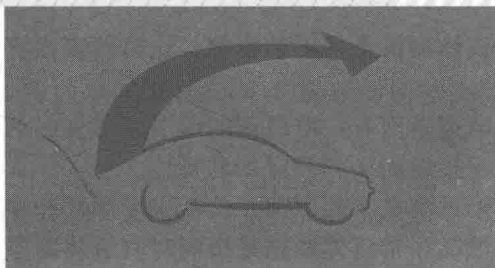
3.1	汽车传动系统的组成和功能	76
3.1.1	汽车传动系统的组成	76
3.1.2	汽车传动系统的功能	76
3.1.3	汽车传动系统的布置方案	78
3.2	汽车传动系统的类型	80
3.2.1	液力式传动系统	80
3.2.2	电力式传动系统	81
3.3	离合器	81
3.3.1	离合器的功用	81
3.3.2	摩擦离合器的工作原理与技术要求	82
3.3.3	摩擦离合器类型	83
3.3.4	离合器液压式操纵机构与用油	83
3.4	变速器与分动器	85
3.4.1	变速器	85
3.4.2	分动器	88
3.5	驱动桥	89
3.5.1	驱动桥概述	89
3.5.2	单级主减速器	91
3.5.3	双级主减速器	94
3.6	汽车传动系统润滑油	95
3.6.1	汽车传动系统润滑油应用概况	95
3.6.2	汽车传动系统用润滑油部位	95
3.6.3	汽车齿轮润滑的条件和类型	96
3.6.4	齿轮油的性能要求	97
3.6.5	齿轮油的分类	100
3.6.6	齿轮油的规格	103
3.6.7	齿轮油的选用	105
3.7	齿轮油使用与故障	108

第 4 章 汽车行驶系统润滑

技术	121
4.1 汽车行驶系统	121
4.1.1 汽车行驶系统概述	121
4.1.2 车架	122
4.1.3 车桥与车轮	125
4.1.4 悬架	129
4.1.5 汽车行驶系统的润滑	130
4.2 减振器的润滑	131
4.2.1 减振器的作用与原理	131
4.2.2 减振器油及阻尼油	132
4.3 汽车润滑脂的应用	132
4.3.1 汽车轮毂轴承中脂的应用	133
4.3.2 底盘和操纵系统中润滑脂的应用	134
4.3.3 汽车电器机泵轴及车身附件润滑脂的应用	135
4.3.4 国产 7903 号耐油密封润滑脂在汽车的应用	137
4.3.5 国产中型载重车润滑脂的应用	138
4.3.6 空毂润滑	139
4.3.7 复合锂基润滑脂在轮毂轴承及底盘润滑中的应用	140
4.3.8 轮毂轴承耐水润滑脂	147
4.3.9 聚脲润滑脂在汽车上的应用	149
4.3.10 润滑脂的加注及更换周期	154
4.4 汽车集中润滑系统及应用	156
4.4.1 底盘自动集中加脂润滑系统	156
4.4.2 车载集中润滑技术存在的问题及解决方法	157

4.4.3	自卸车递进式集中润滑系统	160	6.2	转向系统的润滑	181	
4.4.4	公交车底盘集中润滑控制系统	163	6.2.1	转向系统用脂润滑	181	
第5章 汽车制动系统润滑技术			166	6.2.2	转向系统用油润滑	181
5.1	汽车制动系统	166	6.3	转向系统的维护	182	
5.1.1	制动系统概述	166	6.3.1	BPS系统中转向器异响问题分析	182	
5.1.2	制动系统的工作原理与组成	167	6.3.2	汽车动力转向系统的使用维护	184	
5.1.3	制动系统的类型	168	第7章 汽车液压系统及液压油应用			188
5.2	汽车制动液及应用	169	7.1	汽车液压系统	188	
5.2.1	汽车制动液概述	169	7.1.1	自动变速器液压控制系统	188	
5.2.2	汽车制动液的性能	170	7.1.2	ABS 液压系统	194	
5.2.3	汽车制动液的分类	171	7.1.3	汽车电控液压悬架系统	200	
5.2.4	制动液的正确使用与管理	176	7.1.4	液压动力转向系统	203	
第6章 汽车转向系统润滑技术			178	7.2	汽车液压油的应用	206
6.1	汽车转向系统	178	7.2.1	液压油的分类	206	
6.1.1	机械转向系统	178	7.2.2	液压油的性能参数	208	
6.1.2	动力转向系统	178	7.2.3	汽车液压油的选择	215	
6.1.3	转向器	179	7.2.4	液压油换油指标及换油周期	216	
			参考文献			218

第1章



汽车润滑技术概述

1.1 机械摩擦、磨损与润滑

1.1.1 摩擦、磨损与润滑的概念

当两个紧密接触的物体沿着它们的接触面作相对运动时，会产生一个阻碍这种运动的阻力（图 1-1），这种现象叫摩擦，这个阻力就叫作摩擦力。

摩擦力与垂直载荷的比值叫摩擦系数。

机器中凡是互相接触和相互之间有相对运动的两个构件组成的连接都称为“运动副”（也可称为“摩擦副”），如机床里的滑块与导轨，滚动轴承里的滚珠与套环，火车的车轮与铁轨等。

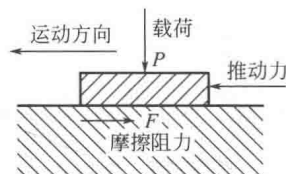


图 1-1 摩擦及摩擦力示意图

任何机器的运转都是靠各种运动副的相对运动来实现的，而相对运动时必然伴随着摩擦的发生。摩擦首先是造成不必要的能量损失，其次是使摩擦副相互作用的表面发热、磨损乃至失效。磨损是运动副表面材料不断损失的现象，它引起了运动副的尺寸和形状的变化，从而导致损坏。例如，轴在轴承内运转，轴承孔表面和轴径逐渐磨损，间隙逐渐扩大、发热，使得机器精度和效率下降，伴随着产生冲击载荷，摩擦损失加大，磨损速度加剧，最后使机器失效。润滑是在相对运动部件相互作用表面上涂有润滑物质，把两个相对运动表面隔开，使运动副表面不直接发生摩擦，而只是润滑物质内部分子与分子之间的摩擦。所以，摩擦是运动副作相对运动时的物理现象，磨损是伴随摩擦而发生的事实，润滑则是减少摩擦、降低磨损的重要措施。

1.1.2 摩擦分类法

（1）按摩擦副运动状态分

静摩擦：一个物体沿着另一个物体表面有相对运动趋势时产生的摩擦，叫作静摩擦，这种摩擦力叫作静摩擦力。静摩擦力随作用于物体上的外力变化而变化。当外力克服了最大静摩擦力时，物体才开始宏观运动。

动摩擦：一个物体沿着另一个物体表面相对运动时产生的摩擦叫作动摩擦，这时，产生的阻碍物体运动的切向力叫作动摩擦力。

（2）按摩擦副接触形式分

滑动摩擦：接触表面相对滑动时的摩擦叫作滑动摩擦。

滚动摩擦：在力矩作用下，物体沿接触表面滚动时的摩擦叫作滚动摩擦。

（3）按摩擦副表面润滑状态分

干摩擦：指既无润滑又无湿气的摩擦。



流体摩擦：即流体润滑条件下的摩擦。这时两表面完全被液体油膜隔开，摩擦表现为由黏性流体引起。

边界摩擦：指摩擦表面有一层极薄的润滑膜存在时的摩擦。这时，摩擦不取决于润滑剂的黏度，而是取决于接触表面和润滑剂的特性。

混合摩擦：属于过渡状态的摩擦，包括半干摩擦和半流体摩擦。半干摩擦是指同时有边界摩擦和干摩擦的情况。半流体摩擦是指同时有流体摩擦和干摩擦的情况。

现代机器设备中的一些摩擦副的工作条件是复杂的，如处于高速、高温，或低温、真空等苛刻环境条件下工作，其摩擦、磨损情况也各有不同的特点。

1.1.3 产生摩擦的原因

对于接触表面作相对运动时产生摩擦力这一现象有各种各样的解释，综合起来有以下几点。

① 机械上发生相对运动的部位一般都经过加工，具有光滑的表面。但实际上，无论加工程度怎样精密，机件表面都不可能“绝对”平滑，在显微镜下看来，都是有高有低、凸凹不平的，如图 1-2 所示。如果摩擦表面承受载荷而又紧密接触，两个表面上的突起和陷下部分就会犬牙交错地嵌合在一起，两个接触表面作相对运动时，表面上的突起部分就会互相碰撞，阻碍表面间的相对运动。



图 1-2 摩擦及摩擦力产生原因示意图

② 由于两个摩擦表面承受载荷并紧密接触，表面是由若干突起部分支撑着的，支撑点处两表面之间的距离极小，处于分子引力的作用范围之内，表面作相对运动时，突起部分也要跟着移动，因此就必须克服支撑点处的分子引力。

③ 由于碰撞点和支撑点都要承受极高的压力，这就使这些地方的金属表面发生严重的变形，一个表面上的突起就会嵌入另一表面中去。碰撞和塑性变形都会导致产生局部瞬间高温，而撕裂黏结点要消耗动力。

以上各点综合起来就表现为摩擦力。

1.1.4 磨损

物体工作表面的物质，由于表面相对运动而不断损失的现象，叫作磨损。

(1) 磨损过程

机械零件正常运动的磨损过程一般分为三个阶段，如图 1-3 所示。

① **跑合阶段（又称磨合阶段）** 新的摩擦副表面具有一定的粗糙度，真实接触面积较小。跑合阶段，表面逐渐磨平，真实接触面积逐渐增大，磨损速度减缓，如图 1-3 中 0-a 线段所示。人们有意利用跑合阶段的轻微磨损，为正常运行的稳定磨损创造条件。选择合理的跑合规程，采取适当的摩擦副材料及加工工艺，使用含活性添加剂的润滑油（磨合油）等方法，都能缩短跑合期。跑合结束应重新换油。

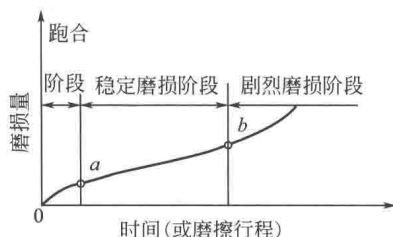


图 1-3 磨损量与时间的关系示意图

② **稳定磨损阶段** 这一阶段磨损缓慢稳定，如图 1-3 中 a-b 线段所示。这一线段的斜率就是磨损速度，横坐标时间就是零件耐磨寿命。

③ **剧烈磨损阶段** 图 1-3 中 b 点以后，磨损速度急剧增长，机械效率下降，功率和润滑油的损耗增加，精度丧失，产生异常噪声及振动，摩擦副温度迅速升高，最终导致零件失效。

有时也会发生下述情况。

① 转入稳定磨损阶段后, 长时间内磨损甚微, 并无明显的剧烈磨损阶段, 零件寿命较长。

② 跑合阶段和稳定磨损阶段无明显磨损, 当表层达到疲劳极限后, 产生剧烈磨损。

③ 磨损条件恶劣, 跑合阶段后立即转入剧烈磨损阶段, 机器无法正常运转。

(2) 磨损类型

根据磨损的破坏机理及机械零件表面磨损状态, 磨损可大体分为下列几种类型。

① 黏着磨损 摩擦副相对运动时, 由于固相焊合, 接触表面的材料从一个表面转移到另一个表面的现象, 叫作黏着磨损, 严重时摩擦副咬死。黏着磨损可按摩擦表面破坏程度分为五类, 见表 1-1。

表 1-1 黏着磨损的分类

类别	破坏现象	损坏原因	实例
轻微磨损	剪切破坏发生在黏着结合面上, 表面转移的材料极轻微	黏着结合强度比摩擦副的两基本金属都弱	缸套-活塞环的正常磨损
涂抹	剪切破坏发生在离黏着结合面不远的较软金属浅层内, 软金属涂抹在硬金属表面	黏着结合强度大于较软金属的剪切强度	重载蜗杆副的蜗杆上常见
擦伤	剪切破坏主要发生在软金属的亚表层内; 有时硬金属亚表面也有划痕	黏着结合强度比两基体金属都高, 转移到硬面上的黏着物质又拉削软金属表面	内燃机的铝活塞壁与缸体摩擦常见此现象
撕脱(胶合)	剪切破坏发生在摩擦副一方或两方金属较深处	黏着结合强度大于任一基体金属的剪切强度, 剪切应力高于黏着结合强度	主轴-轴瓦摩擦副的轴承表面经常可见
咬死	摩擦副之间咬死, 不能相对运动	黏着结合强度比任一基体金属的剪切强度都高, 而且黏着区域大, 切应力低于黏着结合强度	不锈钢螺母在拧紧过程中常发生这种现象

润滑状态对黏着磨损值影响较大, 边界润滑黏着磨损值大于流体动压润滑, 而流体动压润滑又大于流体静压润滑。润滑油、脂中加入油性和极压添加剂能提高润滑油吸附能力及油膜强度, 能成倍地提高抗磨损能力。

② 磨料磨损 硬的颗粒或硬的突起物, 在摩擦过程中引起材料脱落, 这种现象叫作磨料磨损。在汽车、农业机械、工程机械或矿山机械中许多机械零件与泥沙、矿石等直接摩擦, 有的是硬的颗粒进入相对运动副间, 有的是借助流体或气体输送矿物颗粒时与壳体摩擦, 都会发生不同形式的磨料磨损。根据磨损的产生条件和破坏形式可以把磨料磨损分成三类: 凿削式磨料磨损、高应力碾碎式磨料磨损和低应力擦伤式磨料磨损。

③ 表面疲劳磨损 两接触表面作滚动或滚动滑动复合摩擦时, 在交变接触压应力作用下, 使材料表面疲劳而产生物质损失的现象叫作表面疲劳磨损。齿轮副、滚动轴承、钢轨与轮箍及凸轮副都能产生表面疲劳磨损。表面疲劳磨损分为扩展性及非扩展性两种。当交变压应力较大时, 由于材料塑性稍差或润滑选择不当而发生扩展性表面疲劳磨损。

④ 腐蚀磨损(或称腐蚀机械磨损) 在摩擦过程中, 金属同时与周围介质发生化学或电化学反应, 产生物质损失, 这种现象称为腐蚀磨损。由于介质的性质、介质作用在摩擦面上的状态及摩擦材料性能的不同, 腐蚀磨损出现的状态也不同, 分类见表 1-2。



表 1-2 腐蚀磨损的分类

类别	产生的基本条件	损坏特征	示例
氧化磨损	金属表面与氧化性介质的反应速度很快,形成的氧化膜从表面磨掉后,又很快形成新的氧化膜。一般在空气中,其磨损速度较小	金属的摩擦表面沿滑动方向呈均匀细磨痕,磨损产物为红褐色片状 FeO 或为黑色丝状 Fe_2O_3	曲轴轴颈,铝合金零件等摩擦副表面
特殊介质腐蚀磨损	摩擦副与酸、碱、盐等特殊介质作用,其磨损机理与氧化磨损相似,但磨损速度较大	摩擦表面遍布点状或丝状腐蚀痕迹,一般比氧化磨损痕迹深,磨损产物为酸、碱、盐的金属化合物	化工设备中的零件表面
微动腐蚀磨损	机械零件配合较紧的部位,在载荷和一定频率振动条件下,使零件表面产生微小滑动,其磨损产物为氧化物	摩擦表面有较集中的小凹坑,使紧配合部位松动,磨损产物为红褐色氧化铁细颗粒	紧配合轴颈、螺母、螺栓及键槽处
汽蚀	液体与零件接触处,发生相对摩擦,液体在高压区形成涡流,气泡在高压区突然溃灭,产生较大的循环冲击力使零件表面疲劳破坏,流体介质的化学与电化学反应作用,加速了表面破坏	受液体作用零件,表面先产生麻点,再扩展成泡沫或海绵状穴蚀,严重者,深度可达 20mm	水泵零件,水轮机转轮,柴油机气缸壁

1.1.5 润滑

在发生相对运动的各种摩擦副的接触面之间加入润滑剂,从而使两摩擦面之间形成润滑膜,将原来直接接触的干摩擦面分隔开来,变干摩擦为润滑剂分子间的摩擦,达到减小摩擦、降低磨损、延长机械设备的使用寿命的目的。

(1) 润滑要求

由于各摩擦副的作用、工作条件及其性质不同,对于润滑的要求也是各不相同的,归纳有以下几点。

① 根据摩擦副的工作条件和作用性质,选用适当的润滑剂。

② 根据摩擦副的工作条件和作用性质,确定正确的润滑方式和方法,将润滑油按一定的量分配到各摩擦面之间。

③ 搞好润滑管理。

(2) 润滑剂的作用

使用润滑剂的目的,是为了润滑机械的摩擦部位,减少摩擦抵抗,防止烧结和磨损,减少动力的消耗,以提高机械效率,除此之外,还有一些实用方面的作用。归纳如下。

① 减少摩擦 在摩擦面之间加入润滑剂,能使摩擦系数降低,从而减少摩擦阻力,降低能源的消耗。在流体润滑条件下,润滑油的黏度和油膜厚度对减少摩擦起到十分重要的作用。随着摩擦副接触面间金属-金属接触点的增多,出现了边界润滑条件,此时润滑剂的化学性质(添加剂的化学活性)就显得极为重要了。

② 降低磨损 机械零件的黏着磨损、表面疲劳磨损和腐蚀磨损与润滑条件很有关系。在润滑剂中加入抗氧、抗腐剂有利于抑制腐蚀磨损,而加入油性剂、极压抗磨剂可以有效地降低黏着磨损和表面疲劳磨损。

③ 冷却作用 润滑剂可以减轻摩擦,并可以吸热、传热和散热,因而能降低机械运转摩擦所造成的温度上升。

④ 防腐作用 摩擦面上有润滑剂覆盖时,就可以防止或避免因空气、水滴、水蒸气、腐蚀性气体及液体、尘土、氧化物等所引起的腐蚀、锈蚀。润滑剂的防腐能力与保留于金属表面的油膜厚度有直接关系,同时也取决于润滑剂的组成。采用某些表面活性剂作为防锈剂能使润滑剂的防锈能力提高。

⑤ 绝缘性 精制矿物油的电阻大,如作为电绝缘材料的电绝缘油的电阻率是 $2 \times 10^{16} \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ (水是 $0.5 \times 10^{16} \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)。

⑥ 力的传递 油可以作为静力的传递介质,如汽车、起重机的液压油;也可以作为动力的传递介质,如自动变速机油。

⑦ 减振作用 润滑剂吸附在金属表面上,本身应力小,所以,在摩擦副受到冲击载荷时具有吸收冲击能的本领,如汽车的减振器就是油液减振的(将机械能转变为流体能)。

⑧ 清洗作用 通过润滑油的循环可以带走油路系统中的杂质,再经过滤器滤掉。内燃机油还可以分散尘土和各种沉积物,起着保持发动机干净的作用。

⑨ 密封作用 润滑剂对某些外露零部件形成密封,防止水分或杂质的侵入,在汽缸和活塞间起密封作用。

(3) 润滑的类型

按照摩擦副表面润滑状态,可把润滑类型分为流体润滑、边界润滑、混合润滑。

① 流体润滑 在两摩擦面之间加有液体润滑剂,润滑油把两摩擦面完全隔开,变金属接触干摩擦为液体的内摩擦,这就是流体润滑(图1-4)。

流体润滑的优点是液体润滑剂的摩擦系数小,通常为 $0.001 \sim 0.01$,只有金属直接接触时的几十分之一。

② 边界润滑 流体润滑膜遭到破坏后,在接触面上仍然存在着一层极薄(约为 $0.01 \mu\text{m}$)的油膜,这一薄层油膜和摩擦表面之间具有特殊的结合力,形成“膜”,从而在一定程度上继续起保护摩擦表面的作用,这种润滑状态称为边界润滑(图1-5),所生成的膜叫作边界膜。由于边界膜的厚度很小,摩擦表面形貌的表层性质对润滑情况将会有很大影响。

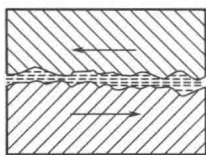


图 1-4 流体润滑状态

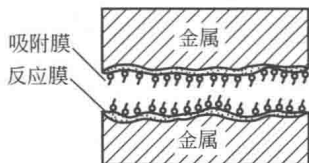


图 1-5 边界润滑状态



图 1-6 半流体润滑状态

③ 半流体润滑(或称混合润滑) 摩擦面上所形成的润滑膜局部遭到破坏,油既不均匀又不连续,使摩擦面上同时出现流体润滑、边界润滑和干摩擦的润滑状态叫作半流体润滑,如图1-6所示。产生半流体润滑的主要原因是载荷过大,或速度、载荷变化频繁,选用油品不当,以及摩擦面粗糙等。

1.2 汽车润滑重要性 with 工作任务

1.2.1 汽车润滑的重要性

我国汽车工业的生产规模不断壮大,产量逐年提高。随着我国经济实力的日益强大,国民生活水平的提高,社会汽车保有量也在不断攀升。汽车润滑对汽车性能及效益至关重要,主要影响有以下几个方面。

(1) 降低摩擦磨损,延长汽车使用寿命

汽车润滑首先是降低摩擦与磨损。系统工作时,传动零件的相对运动表面(如发动机曲轴与主轴承、活塞与汽缸壁、车桥齿轮、轮毂等)产生摩擦,使零件工作表面迅速磨损,而且由于摩擦产生的大量的热可能导致零件工作表面烧损,致使发动机、传动系统或行驶系统无法正常运转。因此,为保证系统正常工作,必须对相对运动表面加以润滑,也就是在摩擦

表面上覆盖一层润滑油,使金属表面间隔一层薄的油膜,减少摩擦阻力及降低功率损耗,减轻机件磨损,延长车辆的使用寿命。

润滑剂能够将摩擦及燃烧使配件接触面产生的高热带出缸体到机油箱,再散发在空气中。这就避免了零部件过热带来的配合间隙的改变和摩擦的加剧,以及内应力的增大,保证了汽车处于平稳适中的工况。

汽车零配件表面的润滑剂阻隔了水、空气及其他有害物质和气体的接触,避免了各类氧化反应,降低了零件表面的腐蚀磨损。

发动机汽缸产生的机械能具有一定的冲击力,使活塞、连杆、曲轴轴承等承受很大的交变压力或应力。机械能通过汽车配件表面的润滑剂传递。这一过程中润滑剂起到了缓冲与衰减冲击力的作用,降低了零件的疲劳磨损。

技术与管理措施不当,难以获得较理想的润滑效果。降低摩擦磨损并延长汽车使用寿命,主要通过正确合适的汽车润滑剂与润滑方式,细致而及时的润滑维护措施,严密的润滑组织管理体系来实现。这既是技术问题,又是管理问题。

(2) 保证车辆行驶安全

行车万里,安全第一。汽车润滑与行车安全息息相关,润滑不良会导致安全问题及事故。

夏季润滑油受热易变稀,抗氧化性变差、变质,甚至造成烧瓦抱轴等故障。因此,汽车曲轴箱和齿轮箱里应换上夏季用润滑油,并经常检查润滑油数量、油质状况,及时加注与更换。要经常清洗机油散热器外部的油污,使其具有良好的散热性能。

汽车制动液用于汽车液压制动系统中。制动液的优劣,直接影响行车安全,如选油不当导致胶管溶解与漏油,汽车将失去制动功能。那么如何正确选择汽车制动液呢?

① 平衡沸点要高。汽车在高速行驶时制动比较频繁,同时会产生大量摩擦热,使制动系统温度升高。如使用沸点较低的制动液,在高温时就会由于制动液蒸发而使局部制动系统的管路内充有蒸气,产生气阻,引起制动失灵。凡是标明平衡回流沸点低于 205°C 的产品均为不合格品,根本不要考虑选购;标明 JC3、JC4、JC5 的指标相当于国际上通用的 DOT-3、DOT-4、DOT-5 的标准,具有良好的高温抗气阻性能和低温性能,在我国的大部分地区都可以使用。

② 良好的黏温性能和低温性能。汽车在恶劣工况下行驶时,需频繁制动,其工作温度可达到 110°C ,大型载货汽车的制动液,有时可高达 150°C ,而在冬季某些地区的制动液温度又可低至 -40°C 以下,因此要求制动液有良好的黏温性能和低温流动性能、适宜的高温载度、较低的凝点和较好的低温黏度。

③ 良好的与橡胶的适应性。在制动系统中有许多橡胶密封件与皮碗等,用以保持制动系统完全密闭,因此制动液应具有良好的与橡胶的适应性,防止橡胶密封件与皮碗因油而膨胀、机械强度降低。在制动液规格中要求橡胶皮碗的膨胀率要小,一般规定皮碗在常温下,浸泡在制动液中 72h,皮碗增重 $\leq (1\% \sim 1.5\%)$ 。

④ 腐蚀性小。制动装置多为铸铁、铜、铝及其他合金制成,长期与制动液接触极易产生腐蚀,使制动失灵。

⑤ 良好的化学安定性。制动液长期在高温作用下使用,因此要求制动液不产生热分解,也不允许生成油泥沉积物。

⑥ 制动液产品的外观应为清亮透明,无悬浮物、尘埃和沉淀物质。不符合该规定的均为不合格产品。

⑦ 标识上应标明产品的商标、规格,生产企业的名称、地址、联系电话等。标识上没中文字样的进口产品,应慎用。

对汽车润滑系统实行必要的检查与监测,以及及时到位的维护,才能保证车辆安全。

(3) 提高汽车动力的效率

润滑不良导致金属表面之间的摩擦,会增大系统内部的功率消耗。正确合理的润滑不但降低摩擦磨损,延长汽车的寿命,同时也减少车辆的运动阻力及消耗,保障车辆能够顺畅地运行工作,保证汽车有较高的机械效率,对节能降耗有重要作用。

汽车发动机的摩擦副主要包括3部分:轴承(曲轴轴承和连杆轴承)、缸套活塞组和气门凸轮机构。这3部分的润滑状态各不相同。在汽车运行中,曲轴轴承和连杆轴承主要处于流体润滑或弹流润滑状态,不过由于它们的负荷参数经常发生变化,而且受燃烧爆发压力(低速时)和惯性力(高速时)的冲击作用,在发动机启动、停止、大负荷运行、突然加速或在一定转速下突然增加负荷时都会出现混合润滑和边界润滑状态。缸套活塞组接触面的几何形状近似滑动轴承,但为往复运动,活塞顶端接触燃烧气体,温度高,不利于实现完全的流体润滑,边界润滑主要发生在第一活塞环和它在上止点时对应的缸套部位。气门机构各零件间接触面积小、压强大,运动属于振动或脉冲形式,大负荷运转时摩擦面处于边界润滑状态。所以,从发动机整体看,总是同时存在着流体润滑(或弹流润滑)、混合润滑和边界润滑3种状态,它们所占比例因发动机设计和运行工况的不同而不同。

汽车传动系统中主要有变速器和主减速器。传动齿轮啮合齿面间是线接触,压强较大。手动变速器由正齿轮和斜齿轮组成,容易形成油楔,在正常运转下以流体润滑(小负荷)或弹流润滑(大负荷)为主。驱动桥降速螺旋伞齿轮啮合齿面间不易形成油楔;准双曲面齿轮啮合齿面负荷很大,而且有横向滑动,很难形成流体润滑或弹流润滑,在有负荷情况下运转基本属于边界润滑。

为获得最佳的节能效果,要求润滑油在各种条件(温度、应力、剪切力)下都应具有最佳黏度,在边界润滑时具有优良的抗磨性能。具体来说,改善润滑达到节能的基本途径是:润滑油低黏度化;润滑油高粘度指数化(多级油);润滑油减摩性能最佳化;润滑油品质高档化。

研究表明,在典型的混合行驶和公路等速行驶情况下,改善发动机润滑油和车辆齿轮油的性能可节省5%~7%的燃料。

(4) 保证行车的舒适性

选择合适的润滑剂可提高汽车的行车舒适性,反之则难以保证车辆行驶平顺。

特种制动液对提高汽车制动系统的舒适性有重要作用。特种润滑剂具有独特的性能和特点,适用于传统润滑剂不能应对的工作条件,如高压、极限高温和低温、振动、冲击荷载、发动和冷却阶段与发动机预热时滑动面承受重荷以及各类恶劣环境。特种润滑剂可应用于制动系统的各种零件,从制动踏板到制动垫。满足各种润滑需求的特种润滑剂在各类外部条件下均能保持卓越性能,如高/低温、不同的速度和荷载、水分和灰尘等。此外,还具有很好的橡胶相容性、防腐性,并具有减噪、减振、密封、绝缘等特性。

摩擦特性是自动变速器油最重要的关键性能。自动换挡通过控制相应的离合器充放油来完成。在换挡即将结束时,充油离合器的主、从动摩擦片转速接近相等,此时摩擦系数由动摩擦系数转变为静摩擦系数,容易产生转矩波动,造成换挡冲击与震感。因此,为提高换挡平稳性,自动变速器油需要有匹配适当的动、静摩擦系数。动摩擦系数过小会影响传递功率,使离合器打滑、换挡时间延长;静摩擦系数过大会使换挡后期扭矩急剧增大,产生换挡冲击,使换挡品质降低。

(5) 满足苛刻的环保要求

环保是推动汽车产业发展的主要动力,为满环保要求,世界各国纷纷出台越来越严格的排放法规对发动机的排放进行限制,我国也不例外。这些法规的实施,迫使发动机必须采取相应的技术来满足这一要求,而发动机技术的提高对润滑油的性能提出新的要求,从而推动

油品规格不断向前发展,发动机的排放物包括润滑剂的成分,润滑材料符合要求,才能保证排放物达到环保标准。

通过提高润滑质量能够有效清除引擎积炭和油污,使燃料得到充分燃烧,进而可以使 NO_x (氧化氮)、HC(碳氢化合物)和CO(一氧化碳)得到有效降低,这是控制和解决汽车尾气污染的最有效的途径之一。同时,润滑油内含的铅、氟以及铜粉、铁氟龙粉等固态添加物属有毒有害品,减少它们的含量或释放量也会减少空气污染。

汽车对环境影响的重要方式之一是噪声,而高效的润滑系统能够大幅度降低零部件之间的摩擦,进而减少噪声污染。

随着汽车产业的快速发展,车用润滑油的升级换代明显加快。在轿车发动机方面,SJ级别油品已经成为主流产品,SL/GF-3和SM/GF-4也已开始从OEM原装到服务市场得到部分应用,SE和SF的份额在很快减少,但仍然保持从SE到SM的非常多元化的市场状态。商用车方面,统治我国市场近20年的CD正在逐步被CF-4所替代,CF-4已成为主流产品,由于汽车发动机生产技术来源和发展的多元化,CH-4、CI-4和一些OEM规格也在一定程度上占有相当的市场,随着EGR等发动机技术的采用,CI-4+这样具有优异烟炱分散性能的发动机油也开始得到局部应用。另外,经济性好以及排放低的柴油轿车和替代燃料汽车(如LPG、CNG、乙醇、甲醇汽车)的出现,促进了专用润滑油品的快速发展。同时,车用油规格不仅限于API规格,汽车及发动机制造商对所用品同时加以台架试验、行车试验作为准入依据。发动机油性能与质量技术指标的要求越来越高,润滑油向低黏度和长寿命方向发展。

1.2.2 汽车润滑的工作任务

汽车润滑工作的基本任务是正确选择、使用好润滑剂和润滑方式,及时、合理润滑设备,防止设备发生润滑故障,使汽车始终处于良好的工作状态,保证汽车顺利安全运行;同时还要做好润滑剂的保管及定额消耗工作,保证汽车运营企业获得较好的效益。根据上述任务,汽车润滑工作主要包括以下内容。

① 建立切实可行的管理机构和规章制度,配备润滑工作人员。

② 制定汽车润滑的技术规范,按要求严格执行“定点、定质、定期、定量、定人”五定工作规范。编制并执行各类型汽车润滑图表。对于重要的车辆,要编制润滑图表及有关注意事项。润滑图表要力求简明、准确、统一。另外,还要建立各种技术操作规程,安全技术规程等。

③ 控制润滑材料的购、储、用全过程。监督油脂按计划的品种、数量、质量及时供应;掌握库存油料状况,要求按定额发给各车辆。要定措施,便于润滑剂区别,防止混杂。

④ 加强对润滑系统工作状态的检查,经常进行记录。对车辆作定期检修,以保证油路畅通,油压及油量适宜,各种分油器、滤油器、压力继电器、仪表和安全装置等灵活可靠。同时还要对润滑剂技术性能进行监测,对车辆运行中的各类润滑故障进行诊断。

⑤ 制订各种车型润滑材料消耗定额。定额包括加油消耗定额、油箱正常消耗、公里添油定额。同时,要治理车辆漏油,这是一项重要而艰难的任务,有相当的车辆存在漏油问题,要坚持防治。

⑥ 不断地学习、应用国内外汽车润滑新技术,试验、推广新润滑材料与润滑方式,以不断地提高润滑效果,适应日益提高的机械性能的需要。采用新科学成就,开展汽车运行状态监测。

⑦ 润滑工作效果的评价与改善。为了不断总结提高,必须知道实行润滑工作的效果怎样反映到提高车辆性能和降低成本上,把实行润滑措施前后的设备保养费、修理费、润滑剂等润滑有关经费,机械运转率等加以对比,从中看出润滑工作效果,并且进一步完善提高。

1.3 汽车润滑部位及润滑剂概况

汽车需要用润滑油脂的部位很多，为了便于维护，在汽车说明书中一般都注明需要维护润滑的位置及所推荐使用润滑油脂的规格、名称、牌号。在此通过实例介绍汽车润滑部位及润滑剂应用概况。

1.3.1 轿车润滑部位及润滑剂

某日系轿车保养中需要润滑的位置见图 1-7，车辆润滑油加注位置及所用润滑剂见表 1-3，发动机润滑系统见图 1-8。

表 1-3 车辆润滑油加注位置及所用的润滑剂

序号	润滑位置	润滑剂
1	发动机	使用标有“API Service SG,SH 或 SJ”的高效发动机润滑油
2	变速器	Genuine Honda ATF PREMIUM(高级自动变速器油)或 DEXRON II 或 III 自动变速器油
3	制动管路(包括 ABS)	DOT3 或 DOT4 ^① 制动液
4	离合器管路	DOT3 或 DOT4 ^① 制动液
5	动力转向齿轮箱	P/N 08773-B070E 转向机润滑脂
6	释放拨叉(手动变速器)	润滑脂 UM264(P/N41211-PY5-305)
7	换挡位线或选挡拉线(手动变速器)	
8	节气门拉线端部(仪表板下板孔处)	聚硅酮润滑脂
9	节气门拉线端(节气门操纵杆)	多用途润滑脂
10	制动器总泵推杆	
11	离合器总泵推杆	
12	发动机盖铰链和发动机盖锁闭	
13	蓄电池极桩	
14	燃油加注口盖	
15	行李箱铰链和锁闭	
16	车门上下铰链和锁闭	聚硅酮润滑脂
17	车门开启卡销	
18	制动卡钳	纯正的 Honda 动力转向油(V、II 或 S)
19	动力转向系统	压缩润滑油:NDOIL8(P/N38897-PR7-003 或 38899-PR7-A01)所用的制冷剂为 HFC-134a(R-134a)
20	空调压缩机	

①建议使用纯正的 Honda 制动液。

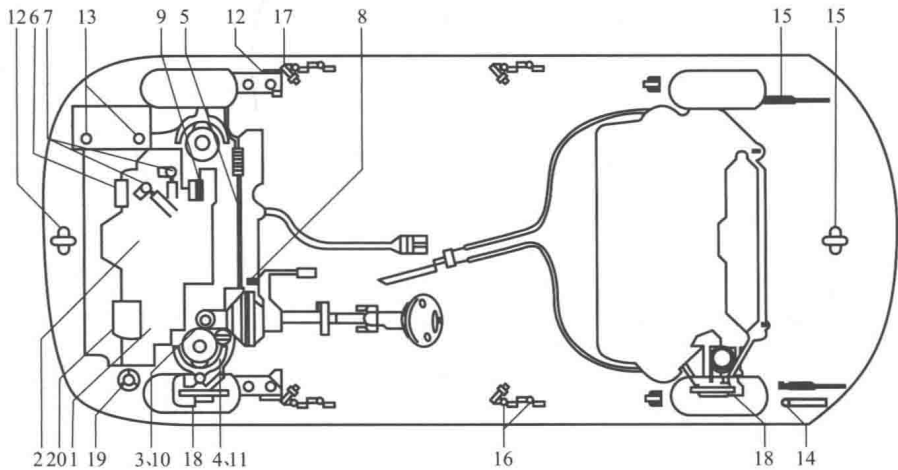


图 1-7 车辆保养中需要润滑的部位

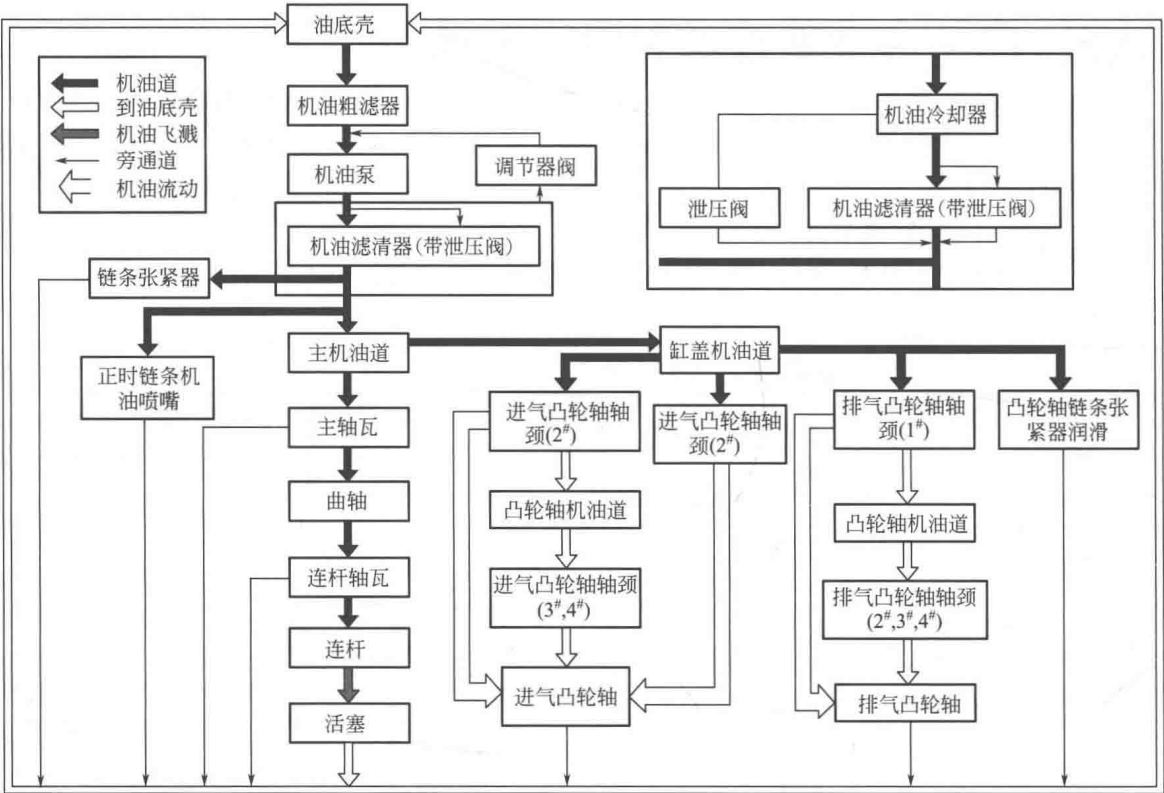


图 1-8 发动机润滑系统

1.3.2 中型载重汽车润滑部位及润滑剂

汽车及车辆的品种众多，结构不断更新改进，对安全性、环保、节能、舒适性各方面的要求日益严格，因此对润滑系统及润滑油不断提出新的要求，主要涉及发动机、底盘、变速箱及自动变速器、传动轴、制动器及离合器、液压系统、各种轴承等有关总成和零部件的润滑。解放 CA1090 及东风 EQ1091 等同类车辆润滑部位及润滑剂见表 1-4。

表 1-4 中型载重汽车各部件润滑部位及润滑剂

润滑部位	润滑点数	用油名称	润滑周期
曲轴箱	1	10W/30SD 级汽油机油 (30SD 长江以南地区全年可使用, 寒区夏季使用)	每天检查油面, 不足时添加, 每行驶 10000~15000km 清洗机件换油
离合器分离轴承	1	10W/30SD 级汽油机油 (30SD 长江以南地区全年可使用, 寒区夏季使用)	每行驶 5000~7000km 用油壶注油 5~8g
分电器凸轮衬套及断电臂轴	2		每行驶 1000km 加注几滴
变速箱	1	90、85W/90、80W/90GL-5 车辆齿轮油	每行驶 5000~7000km, 加油到注油孔为止。换油期为 50000~100000km
后桥	1		
转向器	1		
传动轴滚针轴承	3	2 号通用锂基脂	每行驶 1500km 用油枪加注 1 次
后轮轮毂及前轮轮毂	各 2		每行驶 20000~25000km 清洗轴承换脂
水泵轴	1	2 号通用锂基脂或 2 号钙基脂	使用锂基脂, 每行驶 2000~3000km 加脂; 使用钙基脂, 每行驶 1000~2000km 加脂