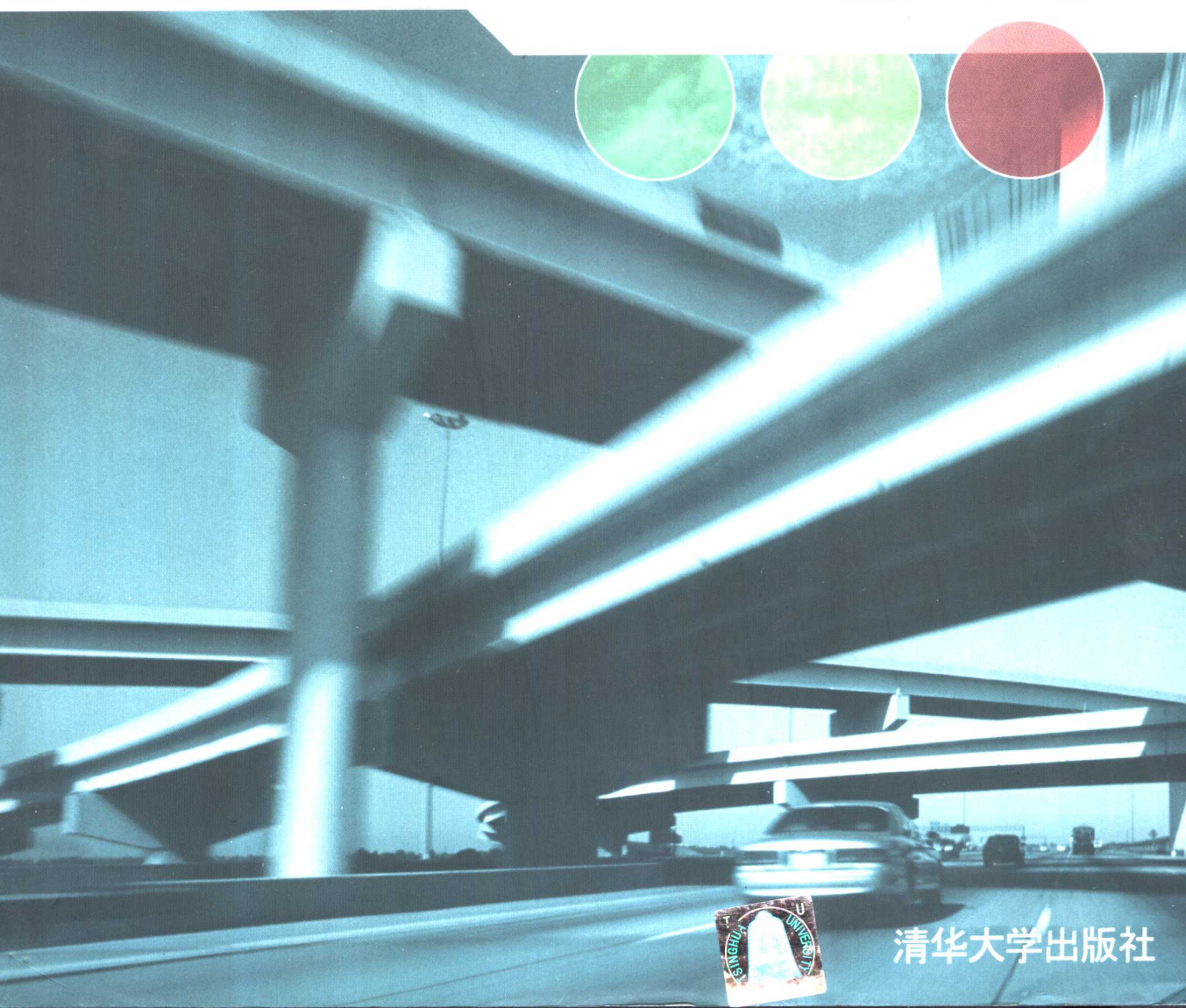


汽车运用工程基础

许洪国 主编
高延龄 主审



清华大学出版社

汽车运用工程基础

许洪国 主编

高延龄 主审

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

汽车工业发展至今,在汽车运用领域已出现许多新问题和新技术。本书就是从实践与理论开始研究与探讨汽车运用科学领域的。本书介绍了汽车运用条件的特性,汽车使用性能及其合理使用,汽车技术状况变化规律及其故障诊断方法,汽车使用寿命的评价方法,汽车保险及营销。除在理论上对汽车运用领域进行阐述外,还力图以定量分析方法来推出汽车运用工程的有关问题。编写内容注意了科学性,知识性,还特别注重在实用性。本书可作为高等学校或高等专科学校汽车运用工程、交通运输及交通工程专业的教材或教学参考用书。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13901104297 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

汽车运用工程基础/许洪国主编. —北京:清华大学出版社, 2004.10

ISBN 7-302-09076-9

I. 汽… II. 许… III. 汽车工程—高等学校—教材 IV. U46

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 071183 号

出 版 者: 清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社总机: 010-62770175

地 址: 北京清华大学学研大厦

邮 编: 100084

客户服务: 010-62776969

责任编辑: 徐培忠

印 刷 者: 北京密云胶印厂

装 订 者: 三河市李旗庄少明装订厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185×260 印 张: 25.5 字 数: 632 千字

版 次: 2004 年 10 月第 1 版 2004 年 10 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-09076-9/TH·129

印 数: 1~3000

定 价: 35.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770175-3103 或(010)62795704

前 言

随着中国交通运输的高速发展，汽车运用领域新理论、新技术和新问题不断出现，需要人们去探索和研究。汽车运用工程涉及到车辆使用性能、道路环境以及服务等诸多方面的因素。本书旨在系统地探讨汽车运用学科领域的理论和实践。许多科学工作者和工程技术人员进行了大量艰辛的研究工作，也获得了大量的研究成果并付诸应用，取得了良好的效果。

本书主要介绍汽车运用条件的特性，汽车使用性能及其合理使用，汽车技术状况变化规律及其故障诊断方法，汽车使用寿命的评价方法，汽车保险，汽车营销以及汽车评估方法。

本书主要结合近年来的科学研究和教学实践，在参考国内外大量最新研究成果的基础上，力图以定量分析的方法阐述汽车运用工程的有关问题。编写时除注意科学性和知识性外，力图突出实用性。

本书由吉林大学许洪国教授主编，参加编写者有：许洪国(第一至五章)、隗海林(第六章)、关志伟(第七、八章)、李世武(第一章部分、第八章部分)、储江伟(第九章)、崔鹏飞(第九章部分、第四章部分)、任有(第五章部分、第十章)、李显生(第十一章)、高蔚(第十二章)、初秀民(第十三章)。全书最后由许洪国教授统稿，吉林大学高延令教授主审。

周立和陈琳也参与了本书的文字修改工作。

本书可作为高等学校汽车运用工程专业的参考教材，也可作为交通运输、车辆工程、交通工程等专业师生及汽车运用工程专业技术人员的参考书。

在本书的编写过程中，得到了吉林大学许多同仁的指导和关注，并参考了大量的国内外文献资料，谨此深表谢意。

本书得到吉林大学继续教育教材建设基金的资助。

鉴于汽车运用问题的复杂性，许多问题尚待探索，并由于编者水平有限，书中若有遗漏和不妥之处，诚恳希望使用本书的师生和读者批评指正。

许洪国

2003年5月10日

于长春南岭

目 录

第一章 汽车使用条件及性能指标	1
1.1 汽车使用条件	1
1.1.1 气候条件.....	1
1.1.2 道路条件.....	2
1.1.3 汽车高速公路使用条件.....	6
1.1.4 运输条件.....	8
1.1.5 汽车运用水平	11
1.1.6 汽车运行技术条件	11
1.2 汽车运行工况.....	12
1.2.1 汽车运行工况调查	13
1.2.2 运行工况分析	15
1.3 汽车使用性能量标.....	16
1.3.1 概述	16
1.3.2 容载量	17
1.3.3 汽车的质量利用	18
1.3.4 使用方便性	19
第二章 汽车动力性	22
2.1 汽车动力性指标.....	22
2.1.1 汽车加速性	22
2.1.2 最高车速	23
2.1.3 汽车上坡能力	23
2.2 汽车行驶力学基础.....	23
2.2.1 汽车驱动力	24
2.2.2 汽车行驶阻力	29
2.2.3 汽车行驶方程式	38
2.3 汽车动力性分析.....	39
2.3.1 汽车驱动力和行驶阻力平衡	39
2.3.2 汽车动力特性图	42
2.3.3 汽车功率平衡	42
2.3.4 传动系最小传动比与最高车速	44
2.3.5 传动系最大传动比与最大爬坡度	45
2.4 汽车的驱动附着条件.....	45

2.4.1	汽车附着力	45
2.4.2	地面法向反作用力	46
2.4.3	汽车驱动型式与附着力	47
2.4.4	附着利用率	48
2.4.5	附着条件制约的汽车加速能力	49
2.5	装有液力变矩器汽车的动力性	50
2.6	汽车动力性试验	55
2.6.1	道路试验	55
2.6.2	室内试验	57
第三章	汽车使用经济性	60
3.1	汽车燃料经济性	60
3.1.1	汽车燃料经济性的评价指标	61
3.1.2	汽车燃料经济性试验方法	61
3.1.3	汽车燃料经济性的计算方法	67
3.2	提高汽车使用燃料经济性的途径和技术	73
3.2.1	政策性措施	73
3.2.2	提高汽车燃料经济性的结构措施	75
3.2.3	汽车驾驶技术和维护的影响	80
3.3	润滑材料的合理使用	83
3.3.1	发动机润滑油的合理使用	83
3.3.2	汽车齿轮油的合理使用	89
3.3.3	汽车润滑脂的合理使用	91
3.3.4	润滑油的再生	93
3.4	轮胎的合理使用	94
3.4.1	轮胎的类型和特点	94
3.4.2	轮胎的合理使用	98
3.4.3	高速公路行车轮胎的使用	101
第四章	汽车行驶安全性	103
4.1	汽车安全性分类	103
4.2	汽车制动性	104
4.2.1	基本概念	104
4.2.2	制动时车轮受力分析	105
4.2.3	汽车制动效能	109
4.2.4	汽车制动方向稳定性	113
4.2.5	制动力分配	116
4.3	汽车操纵稳定性	129
4.3.1	汽车操纵稳定性的基本内容	130

4.3.2	轮胎侧偏特性	134
4.3.3	线性二自由度汽车模型对前轮角输入的响应	142
4.3.4	汽车操纵稳定性与悬架的关系	149
4.3.5	转向系对汽车横摆角速度稳态响应的影响	154
4.3.6	传动系对汽车操纵稳定性的影响	156
4.3.7	提高操纵稳定性的电子控制系统	157
4.3.8	汽车的侧翻	160
4.4	汽车被动碰撞安全技术	161
4.4.1	车身碰撞特性	161
4.4.2	车身结构设计思想	162
4.4.3	安全带	170
4.4.4	气囊(辅助约束系统)	172
4.4.5	吸能式转向柱	173
4.4.6	座椅及头枕	175
4.4.7	座椅头枕	177
第五章	汽车公害	179
5.1	概述	179
5.1.1	排气公害	179
5.1.2	噪声公害	181
5.1.3	电波公害	182
5.2	汽车排气污染物形成及检测	182
5.2.1	发动机污染物的形成	183
5.2.2	使用因素对排气中有害气体浓度的影响	185
5.2.3	排气污染物的检测	191
5.3	汽车噪声	197
5.3.1	声学基础知识	197
5.3.2	汽车噪声特性	199
5.3.3	发动机噪声	201
5.3.4	传动系噪声	206
5.3.5	轮胎噪声	207
5.3.6	汽车噪声的测定	209
第六章	汽车通过性和汽车平顺性	213
6.1	汽车的通过性	213
6.1.1	轮廓通过性	213
6.1.2	牵引支承通过性	215
6.1.3	汽车的倾覆失效	216
6.1.4	影响汽车通过性的因素	217

6.2	汽车行驶的平顺性	226
6.2.1	汽车行驶平顺性的评价指标	226
6.2.2	影响汽车行驶平顺性的结构因素	229
第七章	汽车在特殊条件下的使用	235
7.1	车走合期的使用	235
7.2	汽车在低温条件下的使用	237
7.2.1	发动机的低温启动	237
7.2.2	低温对汽车总成磨损的影响	240
7.2.3	改善汽车低温使用性能的主要措施	241
7.2.4	汽车在低温条件下使用的其他问题	244
7.3	汽车在高原和山区条件下的使用	245
7.3.1	海拔高度对发动机动力性的影响	245
7.3.2	海拔高度对燃油经济性的影响	247
7.3.3	海拔高度对排放的影响	247
7.3.4	在高原地区改善发动机性能的主要措施	247
7.3.5	高原及山区条件下汽车制动系的使用特点及其改进措施	249
7.4	汽车在高温条件下的使用	250
7.4.1	汽车在高温条件下的使用特点	250
7.4.2	提高在高温条件下汽车使用性能的主要措施	252
7.5	汽车在坏路和无路条件下的使用	254
7.5.1	汽车在坏路和无路条件下的使用特点	254
7.5.2	汽车在坏路和无路条件下使用时采取的主要措施	256
第八章	汽车技术状况的变化	259
8.1	汽车技术状况与汽车运用性能的变化	259
8.1.1	汽车技术状况	259
8.1.2	汽车运用性能的变化	260
8.2	汽车技术状况变化的原因与影响因素	261
8.2.1	汽车技术状况变化的基本原因	261
8.2.2	运用条件对汽车技术状况变化的影响	263
8.2.3	汽车故障	266
8.3	汽车技术状况变化规律	268
8.3.1	汽车技术状况变化规律的分类	268
8.3.2	汽车技术状况渐发性的变化过程	269
8.3.3	汽车技术状况的偶发性变化过程	269
第九章	汽车诊断	273
9.1	概述	273

9.1.1	汽车诊断	273
9.1.2	汽车诊断仪器与装置	274
9.1.3	汽车故障诊断系统	277
9.1.4	汽车诊断的目的	280
9.2	汽车故障及其诊断策略	280
9.2.1	汽车群体特征	281
9.2.2	汽车故障	283
9.2.3	汽车故障诊断策略	284
9.3	汽车诊断参数	285
9.3.1	诊断参数的类型	285
9.3.2	诊断参数的选择	286
9.3.3	诊断参数的标准	287
9.3.4	汽车常用诊断参数	288
9.4	常用发动机诊断仪器	291
9.4.1	气缸活塞组诊断仪器	291
9.4.2	点火系诊断仪器	293
9.4.3	供给系诊断仪器	295
9.4.4	润滑系诊断仪器	295
9.4.5	发动机性能综合分析仪	297
9.4.6	发动机无外载测功仪	301
9.4.7	解码器	302
9.5	常用底盘诊断仪器和设备	304
9.5.1	车轮定位检验仪器和设备	304
9.5.2	制动试验台	307
9.5.3	车轮动平衡检测设备	309
9.5.4	减振器试验台	309
9.5.5	底盘测功机	310
第十章	汽车使用寿命	311
10.1	概述	311
10.2	汽车使用寿命评价指标	312
10.2.1	汽车物理寿命	313
10.2.2	汽车技术使用寿命	313
10.2.3	汽车经济使用寿命	313
10.2.4	汽车折旧寿命	314
10.3	更新理论	314
10.3.1	有形磨损	314
10.3.2	无形磨损	315
10.3.3	综合磨损	315

10.4	更新时刻的确定	316
10.4.1	低劣化数值法	316
10.4.2	应用现值及投资回收系数估算法	318
10.4.3	面值法	319
10.4.4	判定大修与更新界限计算法	320
10.5	总成互换修理的汽车寿命	322
第十一章	在用汽车鉴定估价	324
11.1	概述	324
11.1.1	在用汽车鉴定估价	324
11.1.2	旧车估价的标准和基本假设	326
11.1.3	旧车鉴定估价的依据和原则	328
11.1.4	旧车鉴定估价的程序	329
11.2	旧车评估的基本方法	329
11.2.1	现行市价法	330
11.2.2	收益现值法	332
11.2.3	清算价格法	335
11.2.4	重置成本法	336
11.2.5	旧车成新率的确定	342
11.2.6	旧车估价与折旧	346
第十二章	机动车保险	349
12.1	机动车辆保险的作用	349
12.1.1	保障车辆所有者及受害人的经济利益	349
12.1.2	有利于交通安全	349
12.1.3	有利于生产经营和市场经济的发展	350
12.2	机动车保险的保险责任	350
12.2.1	机动车保险种类	350
12.2.2	车辆损失险的保险责任	352
12.2.3	第三者责任保险的保险责任	353
12.3	机动车辆保险的保险金额、费率、赔偿方式	355
12.3.1	保险金额	355
12.3.2	费率	356
12.3.3	赔偿方式	357
12.3.4	第三者责任赔偿方式	358
12.4	机动车辆保险的投保与索赔	358
12.4.1	机动车辆保险的投保	359
12.4.2	机动车辆保险的索赔	360
12.4.3	机动车辆保险的其他规定	361

12.5	保险车辆的防灾防损	361
12.5.1	保险车辆防灾防险的主要方法	362
12.5.2	车辆保险的心理分析	364
12.5.3	保险欺诈	366
12.5.4	保险误区	366
第十三章	汽车市场营销	368
13.1	概述	368
13.2	汽车目标市场营销	369
13.2.1	汽车市场细分的概念与方法	369
13.2.2	汽车目标市场营销	370
13.2.3	当前汽车营销模式的基本情况分析	371
13.3	汽车市场营销环境	373
13.3.1	营销环境的概念	373
13.3.2	汽车市场微观环境	373
13.3.3	汽车市场营销宏观环境	374
13.4	汽车市场营销调研与市场预测	374
13.4.1	汽车市场营销调研	375
13.4.2	汽车市场营销预测	379
13.5	汽车产品组合策略	381
13.5.1	产品的概念	381
13.5.2	形式产品的决策	382
13.5.3	汽车产品的组合策略	385
13.6	汽车产品销售渠道	385
13.6.1	销售渠道的概念与作用	385
13.6.2	销售渠道的设计	386
13.6.3	销售渠道的组建方式	387
13.6.4	销售渠道举例	387
13.7	汽车产品促销策略	388
13.7.1	促销与促销组合策略	388
13.7.2	各种促销方式的特点	389
13.7.3	促销组合策略	390
13.8	汽车产品售后服务策略	391
13.8.1	售后服务的由来	391
13.8.2	售后服务的职责	391
13.8.3	售后服务的商业化	392
13.8.4	售后服务的工作内容	392
	主要参考文献	395

第一章 汽车使用条件及性能指标

1.1 汽车使用条件

汽车使用条件，是指影响汽车完成运输工作的各类外界条件。它主要包括气候条件、道路条件、运输条件和汽车安全运行技术条件等。

汽车在复杂的外界条件下工作，这些外界条件随时间和空间而变化，并影响汽车使用效果。汽车效率的发挥取决于驾驶员操作水平、汽车性能以及汽车对外界的适应性。即汽车的主要技术经济指标也随外界条件变化。在汽车运行过程中，汽车必须不断地调节自身的使用性能以适应外界条件的变化。例如，在恶劣的道路条件下，通过换低挡降低汽车速度。另外，汽车运行速度、燃料经济性、各总成和轮胎可靠性、耐久性以及驾驶员疲劳程度等，都与汽车使用条件有关。

1.1.1 气候条件

我国幅员辽阔，各地气候条件差异很大。有高原寒冷和干燥地区，北方寒冷和干燥地区，南方高温和潮湿地区等。大多数地区一年四季温差和湿度差别很大。例如，东北北部地区最低气温可达 -40°C ，南方炎热地区夏季气温高达 40°C ，而西北、西南地区的气候条件变化又极为复杂。

环境温度对汽车，特别是对发动机的热工况影响很大。在寒冷地区，发动机起动困难，运行油耗增加，机件磨损量增大；风窗玻璃容易结霜、结冰；冰雪道路易发生交通事故。在寒冷气候条件下，为了保证驾驶员处在适当的工作条件、乘客的舒适和安全、货物的防冻，需从结构上对汽车采取相应措施。

在炎热地区，发动机容易过热，工作效率低，燃料消耗增加；汽车电气系统、燃料供给系元件易过热，导致故障，如蓄电池电解液蒸发过快所引起的故障。环境温度过高，若散热不良或燃料品质不佳，容易在燃料供给系形成气阻和气湿，影响发动机正常工作。高温可能造成润滑脂溶化，被热空气从密封不良的缝隙挤出。高温也会逐渐烘干里程表、雨刮器等机件中的润滑脂，增加机件磨损，导致故障。高温还会导致制动液粘度下降，在制动系中形成气阻，导致制动故障。高温会加速非金属零件的老化及变形。另外，高温影响驾驶员的工作条件，影响行车安全。

在气候干燥、风沙大的地区，汽车及其各总成的运动副易因风沙侵入，而加剧磨损。

在气候潮湿和雨季较长的地区及沿海地区，如果发动机、驾驶室、车厢的防水和泄水不良，将引起零件锈蚀，以及因潮湿使电气系统工作不可靠。另外，大气湿度过高，会降低发动机气缸的充气效率，降低发动机的动力性和燃料经济性。

在高原地区，空气稀薄，大气压力低，水的沸点下降；且一日内温差大，由此使发动

机的混合气过浓，真空点火提前调节器失效，冷却水易沸腾，气压制动系统气压不足，以及使驾驶员体力下降。

不同气候条件对车辆结构和使用提出了不同的要求。应针对具体的气候和季节条件，使用相应的变型汽车或对标准型汽车进行技术改造，以提高车辆与气候的适应程度。汽车运输企业需要针对当地的气候特点，合理选用汽车，并制定相应的技术措施，努力克服或减少气候条件造成的各种困难，做到合理使用，取得较佳的使用效果。

1.1.2 道路条件

道路条件是指由道路状况决定的，并影响汽车运用的因素，汽车结构、汽车运行工况、汽车技术状况都与汽车运行的道路条件密切相关。

汽车运输对道路的要求是：在充分发挥汽车速度特性的情况下，保证车辆安全行驶；满足该地区对此道路所要求的最大通行能力；车辆通过方便，乘客有舒适感；车辆通过此道路的运行材料消耗量最低，零件损坏最小。

车辆运行速度和道路通行能力是道路条件的主要特征指标。它们是确定道路等级、车道宽度、车道数、路面强度以及道路纵断面和横断面的依据。

道路条件对汽车运行速度、行驶平顺性及装载质量利用程度的主要影响来自道路等级和道路养护水平。例如，汽车在良好路面上行驶，可获得较高车速和良好燃料经济性；汽车在崎岖不平的道路上行驶，平均技术速度低，需要频繁地进行换挡和制动操作，加剧了零件的磨损，增加了油耗和驾驶员工作强度；路面不平也使零部件冲击载荷增加，加剧汽车行走系损伤和轮胎磨损。

1. 道路等级

根据公路交通量及其使用任务和性质，交通部颁布的《公路工程技术标准》将公路分为五个等级：高速公路、一级公路、二级公路、三级公路和四级公路。

高速公路。一般能适应按折算成小客车的年平均昼夜交通量为 25 000 辆以上，具有特别重要的政治、经济意义，专供汽车分道高速行驶，并实行全线控制出入的公路。

一级公路。一般能适应按折算成小客车的年平均昼夜交通量为 15 000~30 000 辆，为连接重要的政治、经济中心，通往重点工矿区，可供汽车分道行驶，并部分控制出入及部分立体交叉的公路。

二级公路。一般能适应按各种车辆折合成中型载货汽车的年平均昼夜汽车交通量为 3000~7500 辆，为连接政治、经济中心及大型工矿区的干线公路，或交通运输繁忙的城郊公路。

三级公路。一般能适应按各种车辆折合成中型载货汽车的年平均昼夜汽车交通量为 1000~4000 辆，为沟通县及县以上城市的一般干线公路。

四级公路。一般能适应按各种车辆折合成中型载货汽车的年平均昼夜汽车交通量为双车道 1500 辆以下、单车道 200 辆以下，为沟通县、乡、村等支线公路。

《公路工程技术标准》将每级公路规定了相应的技术标准，如车道宽、车道数、最小停车视线距、纵坡、平曲线半径和路面等级等(见表 1-1)。标准中规定的参考取值，均在保

证设计车速的前提下,考虑了汽车行驶安全性、舒适性、驾驶人员的视觉和心理反应。

表 1-1 我国各级公路主要技术指标表(JTJ001-97 公路工程技术标准)

公路等级		高速公路					一		二		三		四		
计算行车速度/(km/h)		120			100	80	60	100	60	80	40	60	30	40	20
车道数		8	6	4	4	4	4	4	4				2	1 或 2	
路基宽度 /m	土路肩	0.75			0.75	0.75	0.50	0.75	0.5	1.5	0.75	0.75	0.75	0.50 或 1.50	
	右侧硬路肩	3.25 或 3.50			3.00	2.75	2.50	3.00	2.50						
	右侧路缘带	0.75			0.75	0.50	0.50	0.50	0.50						
	行车道	2× 15.0	2× 11.25	2× 7.5	2× 7.5	2× 7.5	2× 7.0	2× 7.5	2× 7.0	9.0	7.0	7.0	6.0	3.5 或 6.0	
	左侧路缘带	0.50			0.50	0.25	0.25	0.25	0.25						
	中央分隔带	3.0 (2.0)			2.0 (1.5)	1.5	1.5	2.0 (1.50)	1.50						
路基总 宽/m	一般值	42.5	35.0	27.5	26.0	24.5	22.5	25.5	22.5	12.0	8.5	8.5	7.5	6.5	
	变化值	40.5	33.0	25.5	24.5	23.0	20.0	24.0	20.0	17.0				4.5 或 7.0	
最小平 曲线半 径/m	极限最小半径	650			400	250	125	400	125	250	60	125	30	60	15
	一般最小半径	1000			700	400	200	700	200	400	100	200	65	100	30
	不设超高的 的最小半径	5500			4000	2500	1500	4000	1500	2500	600	1500	350	600	150
凸形竖 曲线半 径/m	极限最小值	11000			6500	3000	1400	6500	1400	3000	450	1400	250	450	100
	一般最小值	17000			10000	4500	2000	10000	2000	4500	700	2000	400	700	200
凹形竖 曲线半 径/m	极限最小值	4000			3000	2000	1000	3000	1000	2000	450	1000	250	450	100
	一般最小值	6000			4500	3000	1500	4500	1500	3000	700	1500	400	700	200
最小竖曲线长/m		100			85	75	50	85	50	70	35	50	25	35	20
行车视距停车视距/m		210			160	100	75	160	75	110	40	75	30	40	20
超车视距/m										550	200	350	150	200	100
最小缓和曲线长/m		100			85	70	50	85	50	70	35	50	25	35	20
最大纵坡/%		3			4	5	5	4	6	5	7	6	8	6	9
最小坡长/m		300			250	200	150	250	150	200	120	150	100	100	60

我国公路目前尚不能满足汽车运输的发展需要。2000年年底全国公路总里程140.27万km,其中,高速公路1.63万km、一级公路2.01万km、二级公路15.27万km、三级公路27.67万km、四级公路75.03万km,等外公路18.67万km。高级路面里程19.14万km、次高级路面40.41万km、中级路面33.97万km、低级路面38.77万km,无路面7.99万km。国道公路里程12.05万km、省道19.73万km、县道40.67万km、乡道62.35万km、专用公路5.46万km。全国等级公路占公路总里程的86.69%,二级及以上技术等级公路的13.48%。有路面公路里程132.3万km,占总里程的94.3%,其中高级、次高级路面公路里程59.6万km,占公路总里程的42.5%。全国公路密度达到每百平方公里14.6km,全国通公路的乡(镇)和行政村的比重分别为98.3%和89.5%。全国公路养护里程为130.4万km,占总里程的93%;公路绿化里程68.35万km,占总里程的48.7%。

我国已制定了宏伟的公路发展规划，它的实现将使我国的道路现状发生根本性的转变，对我国现代化建设将起到巨大的推动作用。但是，当前的公路现状仍不能令人满意，在修建和改建高等级公路的同时，有许多旧路需要改造。据某省 1996 年统计，省内国道、省道约有 1/3 需要改造。从 1990—1996 年该省仅因自然灾害毁坏公路经济损失就达到 200 亿元。

交通量越大，道路的修建标准就应越高。但道路修建和维护的费用可由路况改善节约的汽车运行费用得到迅速补偿。据推算，将昼夜交通量为 1000 辆的砂石路面 1 万 km，改为沥青路面，约需要沥青 50 万 t，每年可节约燃料 11 万 t，减少汽车运输支出 3.1 亿元，营运 5 年就可收回全部投资。

2. 公路技术特性

影响公路使用质量和车辆使用效率的线路主要技术特性，在水平面内是曲线段的平曲线半径，在纵断面内是纵坡、纵坡长度、竖曲线半径，在横断面内是车道宽度、车道数和路肩宽度等。

汽车弯道行驶，受离心力作用可能会引起侧滑，恶化汽车的操纵性，降低乘员的舒适性，严重时可能翻车。在小平曲线半径行驶的车辆轮胎侧向变形增大，磨损增加，车轮滚动阻力增加，车辆油耗增加。曲线路段影响驾驶员的视线，夜间行车光照距离在曲线段也比直线段短，对行车安全不利。但很长直线路段对行车安全也不利，所以高速公路都避免采用直长路线型。一般都尽量采用大于或等于表 1-1 所列最小半径。当条件不许可时，可设超高或缓和曲线。缓和曲线可使作用在汽车上的离心力逐渐变化，以便于驾驶员平缓操纵方向盘转向，保证行车安全。

公路纵坡使汽车动力消耗增大，后备功率降低，燃料消耗增加。另外，公路的凸形变更，也影响驾驶员的视距。JTJ001—97 规定了各级公路纵坡的允许值。权衡汽车运输指标和修建费用两个方面的要求，是公路修建前进行可行性论证的重要内容之一。

汽车运行工况和安全性与路面质量有关。路面要求具有足够的强度、很高的稳定性、良好的平整度以及适当的粗糙度，以保证汽车的附着条件和最小的运行阻力。路面平整度是路面的主要使用特性之一。它影响汽车运行速度(图 1-1)、动载荷、轮胎磨损、货物完好性及乘员舒适性，从而影响汽车利用指标和使用寿命。

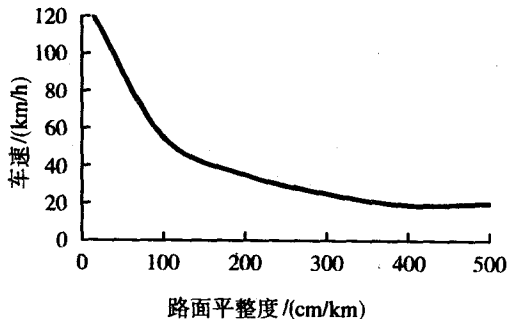


图 1-1 汽车允许速度和路面不平度的关系

注：路面平整度是指用测震仪测得的汽车公里行程振幅累计值。

3. 公路养护水平

公路养护水平的两个评定指标是“好路率”和“养护质量综合值”。根据“公路养护质量检查评定暂行办法”，将公路养护质量分为优、良、次、差四个等级。评定项目包括路面平整、路拱适度、行车顺适、路肩整洁、变坡稳定、标志完善鲜明、行道树齐全。满分为100分，其中路面、路基和其他分别为50、20和30分。公路养护评分值和优、良等级公路要求见表1-2。

表 1-2 公路养护等级评分值 (JT/J 075—94 公路养护质量检查评定标准)

公路养护等级	优	良	次	差
总分	>90	>75	>60	<60
路面	>45	>38	—	—

已知某公路的总里程 L 、优等里程 L_y 、良等里程 L_l 、次等里程 L_c 、差等里程 L_{ch} 。好路率 Q 的计算式为

$$Q = \frac{(L_y + L_l)}{L} \times 100\% \quad (1-1)$$

养护质量综合值 P 计算式为

$$P = \frac{4L_y + 3L_l + 2L_c + L_{ch}}{L} \quad (1-2)$$

好路率和养护质量综合值都与车辆运行无关，但它们与直接影响汽车速度、平顺性和总成使用寿命的路面平整度评分有关。因而，它们可粗略地表征道路状况，并可用于粗评价道路对汽车运用的影响。

4. 公路养护水平对汽车使用性能的影响

我国河北和吉林两省根据试验统计数据，得出公路养护状况与汽车运行油耗、维修费用、大修间隔里程之间的关系。

(1) 油耗

为了确切地评估路面质量对汽车百公里油耗的影响，选择典型路段进行试验，测取在不同路段的路面分值和汽车的百公里油耗，回归分析得到指数方程

$$Q_s = ae^{-bx} \quad (1-3)$$

式中， Q_s 为一定车速下汽车的百公里油耗 (L/100 km)， x 为路面分， a 和 b 为回归系数， e 为指数， \exp 的数学表述。

表 1-3 路面分与汽车油耗的关系的指数回归

车速	a	b	相关系数 R
50	34.1376	0.004 83	为 0.7191
40	29.9342	0.002 87	为 0.7461
30	30.0541	0.003 23	为 0.8117
20	28.1121	0.003 23	为 0.8602

在车速为 50 km/h 的情况下, 试验路段的路面分依次为 18 分和 49 分时, 油耗分别为 28.43 L/100 km 和 26.01 L/100 km, 即路面分从 18 增至 49 时, 油耗将下降 8.5%。

(2) 车辆维护费用

一些研究曾对一些地区的车辆维护费用和道路养护质量的关系进行了统计分析, 得到表 1-4 的统计结果, 对其进行回归分析, 可得

$$y = 0.2265 - 0.1586 \ln x \quad (1-4)$$

式中, y 为每公里维护费用/(元/km), x 为道路养护综合值。

表 1-4 车辆维护费用和道路养护综合值

养护综合值	2.48	2.51	2.53	2.58	2.63	2.70	2.78
维护费用(元/km)	0.091	0.082	0.073	0.070	0.073	0.067	0.069

从式(1-4)可知, 道路养护综合值由 2.48 提高到 2.78, 车辆维护费用可减少 22%。即加强道路的养护, 便可大幅度减少车辆损坏, 节约车辆维护费用。

(3) 车辆大修费用

河北省某年公路好路率与汽车大修间隔里程统计数据列于表 1-5。

表 1-5 河北省某年的好路率和大修里程

地区	石家庄	唐山	秦皇岛	邯郸	邢台	保定	承德	沧州
好路率/(%)	72.4	76.2	73.3	64.3	68.5	71.0	64.9	73.8
大修里程/万 km	15.91	19.64	14.76	12.07	6.64	15.23	9.15	17.09

通过相关分析可知, 好路率与汽车大修里程间存在关系式:

$$y = -29.909 + 0.6374x \quad (1-5)$$

式中, y 为汽车大修里程/万 km, x 为好路率/(%)。

1.1.3 汽车高速公路使用条件

自 1984 年开通沈大高速公路以来, 我国高等级公路建设进入高速发展期, 至 2001 年底已修建高速公路 1.9 万多公里。高速公路与高速运输是密切相关的。高速运输的最显著特点就是运输车辆的持续高速运行。高速运输对汽车的动力性、制动性、操纵稳定性、加速性、舒适性的要求更加严格。许多在普通公路上运行不存在的问题, 在高速行驶中却变得至关重要。据统计, 国外高速公路死亡事故率仅为普通公路的 1/3~1/2, 一般性事故率是普通公路的 1/5~1/3。而我国情况则相反, 1995 年高速公路仅为公路总里程的 0.2%, 但交通事故却占 1.5%, 死亡人数占 1.36%, 直接经济损失占 4.36%。有关资料表明, 在高速公路的交通事故中, 汽车机械故障造成的比例逐年升高。例如, 在京石高速公路河北段双幅路开通后不到两年的时间里, 因机械故障引发的交通事故就达 96 起, 其中制动失效和不良的就有 58 起。

1. 高速公路行驶的安全条件

为了避免发生追尾事故, 汽车间应保持一定的车间距。当车辆速度为 100 km/h 时,