

高等学校試用教科书

汽车理论

吉林工业大学汽車教研室編著



中国工业出版社

高等学校試用教科書



汽 車 理 論

吉林工业大学汽車教研室編著

中国工业出版社

本书阐述了汽车运动的基本规律，研究了汽车的主要使用性能：牵引性（动力性）、制动性、通过性（越野性）、燃料经济性、行驶稳定性及行驶平顺性；分析了影响汽车使用性能的因素和提高汽车使用性能的途径。同时，书中反映了汽车设计和汽车使用的经验总结及汽车科学技术的新成就；叙述了汽车性能的研究方法和试验方法。

本书系根据高等学校“汽车理论”课程的教学大纲编写，作为工科院校的汽车、汽车拖拉机、汽车运用、汽车发动机等有关专业或专门化在讲授“汽车理论”课程时的教科书，亦可供有关工厂、企业和科学研究机关之工程技术人员参考。

汽 車 理 論

吉林工业大学汽車教研室編著

*

中国工业出版社出版（北京佟麟閣路丙10号）

（北京市书刊出版事业許可証出字第110号）

机工印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 787×1092¹/₁₆·印張 11³/₄·字数 270,000

1961年7月北京第一版·1961年7月北京第一次印刷

印数 0,001—2,033·定价(10-6) 1.40元

統一书号: 15165·347(一-46)

前 言

这本书是按照1959年修訂的“汽車理論、設計与計算”教学大綱汽車理論部分所規定的內容和系統，并在我們1960年所編写的“汽車理論”讲义的基础上編写的。在編写过程中，吸取了历年教学經驗，并參照了B. B. 戈里德及B. C. 法里凱維奇著“汽車理論、設計与計算”（1957年版）及Г. B. 西米列夫著“汽車理論”（1959年版）等教科书及其他有关文献。

在这本书里，我們着重汽車运动物理过程的分析，以便学生通过各章节的学习，能够掌握各种現象的本质，为今后独立工作打下較好的基础。在闡述汽車各使用性能时，貫徹“理論联系实际”的原則，加强对汽車使用性能影响因素的分析，指出提高汽車使用性能的途徑，以帮助學生将学到的理論用之于解决实际問題。此外，书中內容也在一定程度上反映了汽車科学研究中的新成就和我国的具体条件。

本书是为汽車、汽車拖拉机、汽車运用、汽車发动机等专业編写的。不同专业在采用这本书时，可根据教学大綱的規定、按照专业要求，对书中內容作适当取舍。对于主要內容和次要內容，我們采用了不同字体排印的作法，以帮助學生扩大知識領域。关于液力傳动，也讲解了屬於水力学基本知識的部分，这是由于不同专业的學生，在学习“汽車理論”之前，不一定都具备了这部分知識，所以用小号字排印，以兼顧各門課程間的配合衔接和本課程的系統完整。

学习本課程之前，學生应掌握高等数学、物理、理論力学、机械原理、水力学及水力机械和汽車构造等方面的知識。汽車发动机理論最好安排在本課之前学习。

“汽車理論”課程是由讲课、試驗、課程作业等教学环节所組成，各教学环节最好配合讲课进度統一安排。对于汽車試驗，本书給予很大重視，在每一章中都闡述了試驗的基本方法和原則。至于具体的操作技术和步驟則通过汽車試驗来掌握。

在編写本书的过程中，曾得到长春第一汽車制造厂設計处、汽車研究所、清华大学汽車教研組、湖北工学院汽車拖拉机教研室等单位的热情支持，并对本书初稿提供了許多宝贵意見，我們在这里表示衷心的感谢。由于我們的政治、业务水平所限，編写時間又較仓促，书中的缺点一定不少，希望讀者批評和指正。

吉林工业大学汽車教研室

1961年5月长春

目 次

前言.....	3	第四节 多轴汽车的功率循环	107
绪论.....	5	第五节 汽车通过性试验	112
第一章 汽车动力学.....	8	第五章 汽车燃料经济性	114
第一节 汽车的牵引力.....	8	第一节 汽车燃料经济性的评价指标	114
第二节 汽车的运动阻力.....	16	第二节 稳定行驶的汽车燃料经济性	116
第三节 汽车运动的牵引与附着条件.....	29	第三节 非稳定行驶的汽车燃料经济性	120
第四节 作用在汽车上的力及反作用力.....	33	第四节 影响汽车燃料经济性的因素	126
第二章 汽车牵引性.....	42	第五节 装有液力传动汽车的燃料经济性	132
第一节 汽车的牵引平衡.....	42	第六章 汽车行驶稳定性	134
第二节 汽车的动力特性.....	47	第一节 汽车纵向和横向的行驶稳定性	134
第三节 汽车的功率平衡.....	54	第二节 汽车抗侧向偏离的行驶稳定性	142
第四节 影响汽车牵引性的因素.....	57	第三节 汽车转向轮的振动及其稳定效应	151
第五节 装有液力传动汽车的牵引性.....	62	第四节 汽车悬架对行驶稳定性的影响	157
第六节 汽车牵引性试验.....	70	第五节 汽车行驶稳定性试验	161
第七节 汽车的牵引计算.....	75	第七章 汽车行驶平顺性	164
第三章 汽车制动性.....	83	第一节 汽车行驶平顺性的评价指标	164
第一节 汽车的制动过程.....	83	第二节 汽车的自由振动	166
第二节 影响汽车制动性的因素.....	88	第三节 有阻尼时汽车的自由振动	176
第三节 汽车制动性试验.....	93	第四节 计及非悬挂质量的汽车自由振动	179
第四章 汽车通过性.....	94	第五节 道路不平对汽车行驶平顺性的影响	186
第一节 汽车通过性的几何参数.....	94	第六节 影响汽车行驶平顺性的结构因素	182
第二节 汽车通过性的支承与牵引参数.....	97	第七节 汽车行驶平顺性的实验	186
第三节 影响汽车通过性的因素.....	99	参考文献	187

高等学校試用教科書



汽 車 理 論

吉林工业大学汽車教研室編著

中国工业出版社

本书阐述了汽车运动的基本规律，研究了汽车的主要使用性能：牵引性（动力性）、制动性、通过性（越野性）、燃料经济性、行驶稳定性及行驶平顺性；分析了影响汽车使用性能的因素和提高汽车使用性能的途径。同时，书中反映了汽车设计和汽车使用的经验总结及汽车科学技术的新成就；叙述了汽车性能的研究方法和试验方法。

本书系根据高等学校“汽车理论”课程的教学大纲编写，作为工学院的汽车、汽车拖拉机、汽车运用、汽车发动机等有关专业或专门化在讲授“汽车理论”课程时的教科书，亦可供有关工厂、企业和科学研究机关之工程技术人员参考。

汽 車 理 論

吉林工业大学汽车教研室編著

*

中国工业出版社出版（北京佟麟阁路丙10号）

（北京市书刊出版事业许可证出字第110号）

机工印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 787×1092¹/₁₆·印张 11³/₄·字数 270,000

1961年7月北京第一版·1961年7月北京第一次印刷

印数 0,001—2,033·定价(10-6) 1.40元

统一书号：15165·347（一册-46）

前 言

这本书是按照1959年修訂的“汽車理論、設計与計算”教学大綱汽車理論部分所規定的內容和系統，并在我們1960年所編写的“汽車理論”讲义的基础上編写的。在編写过程中，吸取了历年教学經驗，并參照了B. B. 戈里德及B. C. 法里凱維奇著“汽車理論、設計与計算”（1957年版）及Г. B. 西米列夫著“汽車理論”（1959年版）等教科书及其他有关文献。

在这本书里，我們着重汽車运动物理过程的分析，以便学生通过各章节的学习，能够掌握各种現象的本质，为今后独立工作打下較好的基础。在闡述汽車各使用性能时，貫彻“理論联系实际”的原則，加强对汽車使用性能影响因素的分析，指出提高汽車使用性能的途徑，以帮助學生将学到的理論用之于解决实际問題。此外，书中內容也在一定程度上反映了汽車科学研究中的新成就和我国的具体条件。

本书是为汽車、汽車拖拉机、汽車运用、汽車发动机等专业編写的。不同专业在采用这本书时，可根据教学大綱的規定、按照专业要求，对书中內容作适当取舍。对于主要內容和次要內容，我們采用了不同字体排印的作法，以帮助學生扩大知識領域。关于液力傳动，也讲解了屬於水力学基本知識的部分，这是由于不同专业的學生，在学习“汽車理論”之前，不一定都具备了这部分知識，所以用小号字排印，以兼顧各門課程間的配合銜接和本課程的系統完整。

学习本課程之前，學生应掌握高等数学、物理、理論力学、机械原理、水力学及水力机械和汽車构造等方面的知識。汽車发动机理論最好安排在本課之前学习。

“汽車理論”課程是由讲课、試驗、課程作业等教学环节所組成，各教学环节最好配合讲课进度統一安排。对于汽車試驗，本书給予很大重視，在每一章中都闡述了試驗的基本方法和原則。至于具体的操作技术和步驟則通过汽車試驗来掌握。

在編写本书的过程中，曾得到长春第一汽車制造厂設計处、汽車研究所、清华大学汽車教研組、湖北工学院汽車拖拉机教研室等单位的热情支持，并对本书初稿提供了許多宝贵意見，我們在这里表示衷心的感谢。由于我們的政治、业务水平所限，編写時間又較仓促，书中的缺点一定不少，希望讀者批評和指正。

吉林工业大学汽車教研室

1961年5月长春

目 次

前言	3	第四节	多轴汽车的功率循环	107
绪论	5	第五节	汽车通过性试验	112
第一章 汽车动力学	8	第五章	汽车燃料经济性	114
第一节	8	第一节	汽车燃料经济性的评价指标	114
第二节	16	第二节	稳定行驶的汽车燃料经济性	116
第三节	29	第三节	非稳定行驶的汽车燃料经济性	120
第四节	33	第四节	影响汽车燃料经济性的因素	126
第二章 汽车牵引性	42	第五节	装有液力传动汽车的燃料经济性	132
第一节	42	第六章	汽车行驶稳定性	134
第二节	47	第一节	汽车纵向和横向的行驶稳定性	134
第三节	54	第二节	汽车抗侧向偏离的行驶稳定性	142
第四节	57	第三节	汽车转向轮的振动及其稳定效应	151
第五节	62	第四节	汽车悬架对行驶稳定性的影响	157
第六节	70	第五节	汽车行驶稳定性试验	161
第七节	75	第七章	汽车行驶平顺性	164
第三章 汽车制动性	83	第一节	汽车行驶平顺性的评价指标	164
第一节	83	第二节	汽车的自由振动	166
第二节	88	第三节	有阻尼时汽车的自由振动	176
第三节	93	第四节	计及非悬挂质量的汽车自由振动	179
第四章 汽车通过性	94	第五节	道路不平对汽车行驶平顺性的影响	184
第一节	94	第六节	影响汽车行驶平顺性的结构因素	182
第二节	97	第七节	汽车行驶平顺性的实验	186
第三节	99	参考文献	187	

緒 論

汽車理論是研究汽車主要使用性能的科学。

汽車理論在分析汽車运动基本規律的基础上，以理論分析和試驗研究密切結合的方法，研究汽車主要使用性能与其結構之間的內在联系，分析汽車主要使用性能的各种影响因素，从而指出正确設計汽車和合理使用汽車的基本途徑。

汽車是一种应用范围极广的交通运输工具，其使用条件甚为复杂多样，因而对汽車提出的要求亦就各有不同，所以評價汽車的完善程度时，不能以其某一結構特征为准，而需要結合具体使用条件，綜合地采用一系列使用性能来进行評價。所謂汽車的使用性能是指汽車能适应使用条件而發揮最大工作效率的能力。

評價汽車工作效率的全面指标是汽車的运输生产率和运输成本。

汽車运输生产率是指单位時間运送貨物的重量（或乘客数量）与运输距离之乘积（吨公里/小时或客公里/小时）。运输生产率的高低取决于汽車的容載量、平均技术速度及其他汽車主要使用性能。

容載量 汽車的容載量表示汽車能裝載貨物的最大数量（或乘坐旅客的最多人数）。汽車的容載量与汽車的載重量、車身的尺寸、貨物的比重、座位数和站立乘客的地板面积等有关。采用汽車列車是提高汽車容載量的有效途徑。

平均技术速度 汽車的平均技术速度指汽車行駛時間內（不包括裝卸貨物、上下乘客、排除技术故障的停歇時間；包括遵照交通規則須要停車的時間）的平均速度。由平均技术速度表示的汽車使用性能常称为速度性。速度性与下述汽車性能有关：

牽引性（亦称动力性） 汽車的牽引性能愈好，汽車就会具有較高的速度，較好的加速能力和上坡能力，从而保證汽車有較高的平均技术速度。

通过性（亦称越野性） 汽車通过性指汽車在各种道路和无路地带行駛的能力。通过性愈好，汽車使用可能性愈广，其平均技术速度亦可能愈高。

制动性 汽車的制动性指汽車强制停車和降低速度的能力。制动性在汽車使用上有非常重要的意义，因为制动性的好坏关系着行駛安全。制动性愈好，汽車始能以較高的速度行駛，因而有利于平均技术速度的提高。

行駛穩定性 汽車行駛穩定性指汽車遵循駕駛者指定的方向行駛的能力。行駛穩定性关系到汽車行駛的安全。只有当汽車具有良好的行駛穩定性时，汽車才能以較高的速度行駛。

行駛平順性 汽車行駛平順性指汽車在不平道路上行駛时，車身免受冲击和振动的能力。汽車行駛平順性对汽車平均技术速度、駕駛員和乘客的疲乏程度、运送貨物的完整性等有巨大影响。

此外，操纵輕便、視野良好、汽車各机构坚固耐用、保养維修簡便等使用性能，对汽車运输生产率均有影响。

運輸成本指汽車單位運輸工作量（噸公里、客公里或公里）的消耗費用。運輸成本與運輸生產率有密切的關係，一般而言，生產率愈高，則生產成本愈低。因此，影響運輸生產率的各使用性能，也對運輸成本發生影響。運輸成本還和燃料、消耗性材料、保養維護、折舊、工資等費用有關。其中燃料費用決定於汽車的燃料經濟性。所謂汽車燃料經濟性是指汽車能以最低燃料消耗量完成運輸工作的性能。燃料經濟性是汽車主要使用性能之一，因為燃料費用在運輸成本中占甚大之比重。

上述汽車各使用性能，在汽車理論中，為便於分析計，常逐一分別進行研究。但應着重說明，汽車的各使用性能是密切聯繫、互相制約的。例如：設計汽車時，為了獲得較好的行駛穩定性，而希望將汽車的重心位置盡量降低，但這常與保證汽車的通過性發生矛盾；又如：最大行駛速度首先取決於汽車的牽引性，但在滑溜的道路上行駛時，前者卻受到汽車行駛穩定性的限制。所以在評定汽車工作效能時，應根據汽車用途對其各使用性能進行綜合分析。由於不同用途的汽車對上述使用性能的要求程度各不相同，所以汽車根據其使用條件而具有不同的結構，以保證在其經常工作的使用條件下能最有效地發揮工作效能，例如：經常在野外行駛的軍用汽車，首先應該有良好的通過性；而城市交通運輸用汽車的牽引性與燃料經濟性則具有首要意義。

綜合上述可知，對汽車提出的使用性能的要求是多方面的。在汽車科學里，常將具有某種共性的各種性能按科學系統分類。其中與汽車運動有密切關係的牽引性、制動性、通過性、燃料經濟性、行駛穩定性、行駛平順性將在本課程中加以研究。有關如何滿足使用要求進行汽車設計，如何保證結構的堅固耐久，使用可靠和原料節約等方面的問題將在汽車設計課程中論述。而有關容載量、保養、修理等問題將在汽車運用基礎課程中討論。

汽車理論是在長時期生產實踐過程中形成和建立起來的科學。隨著人們對客觀事物認識的深化和整個科學技術的進步，汽車理論也日益豐富和不斷發展。

前已述及，運輸生產率和運輸成本是評價汽車的全面指標，因而如何提高生產率，如何降低運輸成本是促進汽車結構不斷完善的積極因素。而速度性又對前者起着重要影響。所以，汽車作為一種交通運輸工具能否在一定的使用條件下行駛，抑或以怎樣的的速度行駛，一直是汽車發展過程中的首要問題。

十九世紀末，廿世紀初，在汽車工業發展的初期，生產實踐中提出來迫切需要解決的問題，是汽車應該具有多大功率的發動機，始能保證使用上比較經濟，而汽車又有足夠高的速度。這個時期，汽車牽引性和燃料經濟性的研究占着重要地位。牽引性和燃料經濟性的研究成果不僅滿足了當時汽車工業發展上的需要，而且為汽車理論的形成，無論從內容上，或者從研究方法上都打下了良好的基礎。在以後的年代里，隨著汽車在農業、建築、採礦和林业中的廣泛應用和軍事上的需要，要求汽車能在各種惡劣的地面上完成運輸工作，因此，汽車通過性的研究逐漸占有重要地位。我國幅員遼闊，除須解決上述地區使用汽車的問題外，對於高原、熱帶等特殊使用條件下所進行的科學研究工作，對發展汽車理論均有重大現實意義。

隨著汽車在國民經濟各部門中的廣泛採用，提高汽車的運輸生產率和降低運輸成本問題更為突出。如前所述，運輸速度始終是提高生產率和降低成本的關鍵問題。近二三十年

来汽車的行駛速度提高很快。由于速度的提高，除牵引性、通过性、燃料經濟性外，行駛稳定性、行駛平順性以及制动性等性能也日益显得重要。近年来这方面的研究成果使汽車理論在体系上更趋完备，在內容上更为丰富。由于对行駛稳定性的深入研究，已經获得車輪彈性对汽車运动状况影响的大量知識，并已有可能采取許多卓有成效的措施来提高汽車的行駛稳定性。同样，在行駛平順性方面，近年来無論在理論研究或試驗方法上，均获得了很大的发展。

提高生产率的另一途徑是增加容載量。如前所述，汽車列車化是提高容載量的有效途徑。汽車列車在我国城乡各地的广泛使用提出了許多理論和实际問題。例如关于合理載重量、合理行駛速度、合理的牵引車和挂車結構等一系列具有重大意义的問題。已經获得的研究成果对生产实践起着良好的作用。

总之，汽車的生产实践是推动汽車理論发展的最积极最活跃的因素。人們在汽車生产和使用中所获得的經驗不断地丰富了汽車理論的內容，而汽車理論的研究成果又不断地促进了生产的繼續发展。

最后，还应该指出，在汽車理論的形成和发展过程中，第一个社会主义国家——苏联的汽車工业方面的工作者們，第一次在全体的規模上，总结和系統化了有关汽車运动規律的知識，使汽車理論形成了一門有严密系統的科学，为汽車科学的发展作出了卓越的貢獻。

第一章 汽車动力学

如前所述，汽車理論是研究汽車主要使用性能的科学。在汽車理論課程中，对汽車各主要使用性能将逐一进行討論。在研究汽車的每一使用性能时，都涉及到作用在汽車上的力与其运动間的相互关系。为便于今后之分析，故在未討論汽車各使用性能之前，首先研究汽車动力学的一般問題，作为学习汽車理論課程的基础。

汽車行駛时需要不断克服行駛中所遇到的各种运动阻力。为克服这些运动阻力，汽車必須具备足够的牽引力，如以 ΣP 表示汽車的諸运动阻力，則对于一定的汽車运动状态有

$$P_k = \Sigma P \quad (1-1)$$

此方程式亦称为汽車运动方程式。

在研究物体运动一般規律时，常运用作用力和反作用力的概念，从分析作用力和反作用力的对立和統一来研究物体运动的物理过程。牽引力和运动阻力的概念，是在汽車設計中为便于工程計算而引用的。所以在汽車理論中，除分析作用在汽車上的力和反作用力外，也闡述汽車的牽引力和运动阻力。

在研究汽車的一般运动状态时，取汽車的重心为相对坐标軸系的原点，以通过汽車重心的纵軸，橫軸和垂直軸作为三个坐标軸。同时亦取車輪与支承面的接触面中心为另一相对坐标系的原点，以通过該点相对于車輪的切向，側向和法向軸綫为此相对坐标軸系的三个座标軸。而作用在汽車上所有的不同大小、不同方向的作用力和反作用力均換算为上述各軸上的力。

汽車是陆上交通运输工具，是在以陆地为支承面上运动，所以汽車的运动規律与其支承面的关系甚为密切（例如，汽車运动时所受的外力——牽引力和运动阻力，以及作用在汽車車輪上的反作用力，均系汽車与其支承面相互作用的結果）。汽車与其支承面的相互作用是借助汽車車輪而实现的，因此，車輪在支承面上的运动对汽車的运动状况影响甚大。同时，汽車也是在空气介质中运动，因而汽車与空气的相互作用也与汽車的运动状态有关。

綜上所述，在汽車动力学一章中将分別对汽車的牽引力，汽車的运动阻力，汽車运动的牽引与附着条件和汽車运动时作用在汽車上的作用力及反作用力加以逐一論述。此外，关于車輪与支承面的相互作用及汽車与空气介质的相互作用等問題在本章中亦将論及。

第一节 汽車的牽引力

汽車发动机所发出之扭矩經傳动系而作用在汽車的驅動輪上。作用在驅動輪上的扭矩 M_k 使車輪对道路产生一圓周力 P 。圓周力 P 是車輪对道路的作用力，与此圓周力大小相等，方向相反的道路对車輪的反作用力 P_k 是驅動汽車行駛的外力。图 1-1 所示为汽車驅動輪上的受力簡图。

图中仅示出圓周力 P 以及牽引力 P_k ，至于作用在驅動車輪上尚有其他的力及力矩，为清晰計，图中均未繪出。上述 P_k 力通常即称为汽車的牽引力，且其值为

$$P_k = P = \frac{M_k}{r_k} \quad (1-2)$$

式中 r_k ——車輪半徑。

作用在驅動輪上的扭矩 M_k 是由汽車動力裝置（汽油發動機，柴油機，燃氣輪機等）所發出的扭矩經傳動系而傳遞到驅動輪的，如以 M_e 表示發動機所發出的扭矩， i_k 及 i_0 分別代表變速器及主傳動器的傳動比，並以 η_m 表示傳動系的效率，則作用在驅動輪上的扭矩為

$$M_k = M_e i_k i_0 \eta_m \quad (1-3)$$

此處系對具有有級機械變速的一般傳動系之汽車而言，對於具有分動器，輪邊減速器，液力傳動等之汽車，公式（1-3）中均應計入相應的傳動比及其效率。

將公式（1-3）代入公式（1-2），則可得

$$P_k = \frac{M_e i_k i_0 \eta_m}{r_k} \quad (1-4)$$

由此公式可知，汽車牽引力 P_k 與發動機所發出之扭矩（亦即與發動機轉速特性）有關，與傳動系效率有關，與車輪半徑有關。此外，尚與傳動系的傳動比有關。傳動比 i_k 及 i_0 在本書中尚有專論，故此處可視為對某一具體汽車而言，傳動比為已知常數，僅就發動機轉速特性，傳動系效率及車輪半徑分別加以闡述。

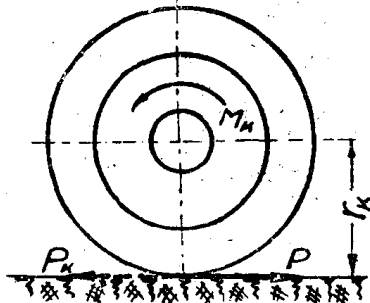


圖1-1 驅動輪上的圓周力與牽引力。

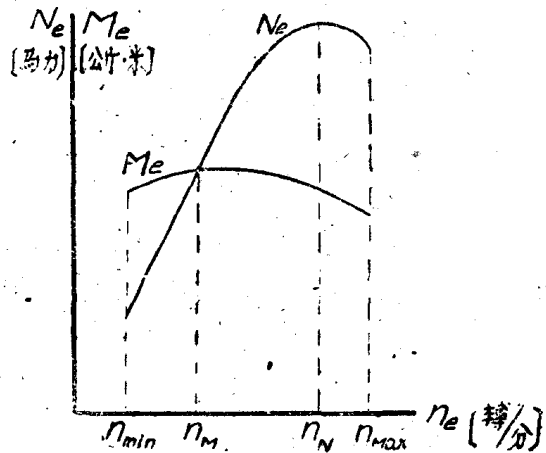


圖1-2 汽油發動機的外特性。

發動機的轉速特性 如將發動機所發出的功率 N_e ，扭矩 M_e 以及單位燃料消耗量 q_e 與發動機曲軸的轉速 n_e 之間的函數關係以曲線表之，則此曲線稱為發動機轉速特性，或發動機特性曲線。如果此曲線是當節氣閥全開（或最大供油量）時所得，則稱為發動機的外特性；而在節氣閥部分開啟（或部分供油量）時所得之上述曲線，則稱為發動機的部分負荷特性或發動機的節流特性。

當研究汽車牽引性能時，在發動機特性圖上可省去單位燃料消耗量 q_e 。圖1-2所示為近代小客車汽油發動機的外特性。圖中： n_{min} 為發動機最小穩定工作轉速。隨著曲軸轉速的提高，發動機所發出的扭矩和功率都在增加。當曲軸轉速為 n_M 時，發動機扭矩達到其最大值 M_{max} ，進一步提高曲軸轉速則發動機扭矩將下降，但發動機功率仍將繼續增加，一直增至其最大值 N_{max} 。發動機的最大功率 N_{max} 和最大扭矩 M_{max} ，以及與其相應的曲軸轉速 n_N 及 n_M ，通常記載在發動機的技术說明書中。繼續提高曲軸轉速，則發動機所發出之功率由於氣缸充氣之惡化、機械損失之加劇等原因將逐漸降低。此時發動機之磨損甚為劇烈。故

一般发动机设计均使其最大转速 n_{max} 不大于最大功率时的转速 n_N 的 10~25%。

图 1-2 所示系指发动机在全负荷工作时，即节气阀全开时的特性曲线。在汽车使用过程中，常不需要发动机全负荷工作，此时为获得较小的功率输出仅需部分开启节气阀，亦即利用发动机的部分负荷特性。图 1-3 所示为汽油发动机之部分负荷特性曲线，图中之符号 α 系指发动机节气阀之开度，相应之曲线即表示在各个开度下发动机所发出之功率与转速之关系。

载重汽车上所用之发动机，为了限制发动机的高速运转，常装有限速器，装有限速器的发动机外特性如图 1-4 所示。

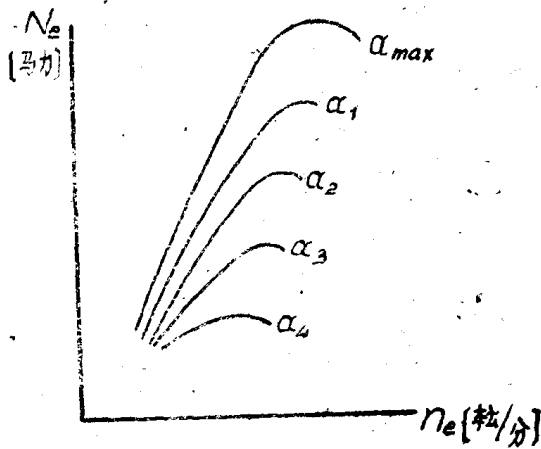


图 1-3 汽油发动机的部分负荷特性。

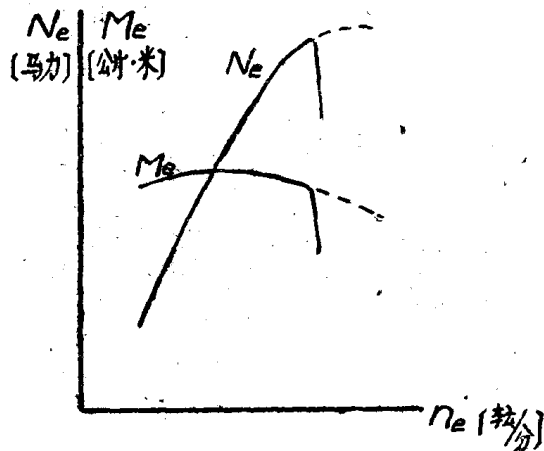


图 1-4 装有限速器的发动机外特性。

发动机所发出之扭矩随曲轴转速的降低而增大的程度对发动机的工作性能甚为重要。通常以发动机的适应性系数来表征发动机的这种工作性能，发动机适应性系数 a 系指最大扭矩 M_{max} 与最大功率时的扭矩 M_N 之比值。

$$a = \frac{M_{max}}{M_N}$$

发动机适应性系数愈大，则发动机适应负荷变化的性能愈佳，且在负荷增大时发动机熄火的可能性愈小。由所引汽车发动机之特性曲线图可知，无论是汽油发动机，或是柴油机，发动机所发出之扭矩随曲轴转速变化的增减程度甚小，亦即此类发动机之适应性系数甚小，一般汽油发动机的适应性系数在 1.2~1.4 之间，而柴油机在 1.05~1.25 之间。此类动力装置的特性曲线不适合交通运输机械的使用要求，所以在汽车上装有这种型式的动力装置时，则必须在汽车传动系中装置改变力矩的机构（变速器，液力变扭器等），用以改善扭矩的变化曲线，以适应汽车在各种不同的运行条件下对牵引力大幅度变化的要求。

燃气轮机或蒸汽机的扭矩曲线则具有完全不同的形式（图 1-5 及图 1-6）。此类动力装置的扭矩曲线随其转速的降低而有较大的增长，因而能在很大范围内适应使用上的要求，所以装有此种类型发动机的汽车有可能在传动系中省去变扭装置，或可采用级数较少，传动比较小的变扭装置。

上述动力装置，就其扭矩曲线而言，对于满足交通运输机械的使用要求，虽远较活塞式内燃机为佳。但由于其他原因（小功率的燃气轮机之燃料经济性甚差，蒸汽机的重量过大等）目前在汽车工业中尚未广泛采用。所以在本书中仅限于研究汽油发动机或柴油机为

动力装置的汽車之使用性能。

求发动机特性曲綫的方法，目前尙无足够准确的理論計算方法可資运用。現有的各种理論計算方法，不但計算复杂，且由于采用了甚多的經驗数据，致使所得結果常与实际情况相差甚大，所以目前发动机的特性曲綫多用試驗方法或經驗方法求得。

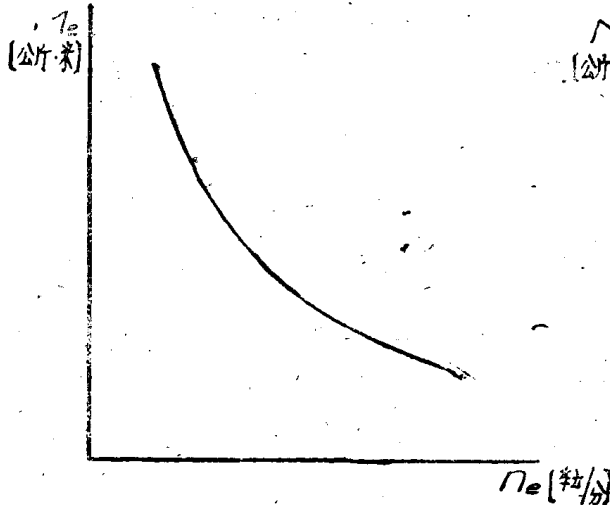


图1-5 燃气輪机的扭矩曲綫。

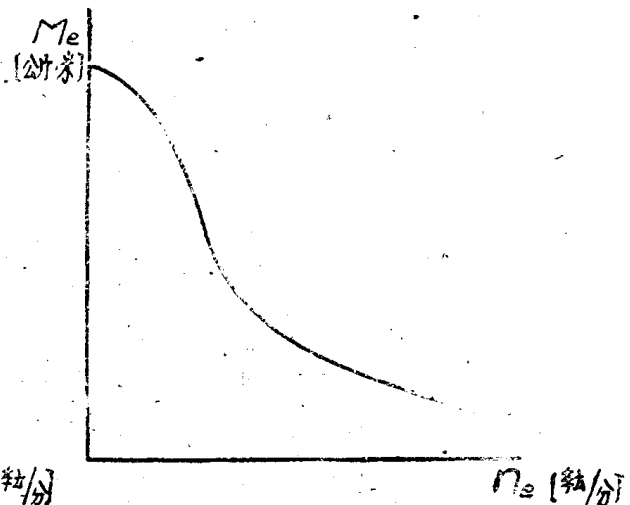


图1-6 蒸汽机的扭矩曲綫。

求发动机特性曲綫的試驗方法系將发动机置于試驗台架上，借助于測功器，轉速表等仪器直接測出发动机的特性曲綫。发动机制造厂所供給的特性曲綫是在試驗台上未带附件（消声器，風扇等）的情况下測得的。在发动机实际使用时，由于要消耗一定的功率用以带动发动机的各种附屬設備，因而发动机的輸出功率常較制造厂所标示的小10%左右。

除用試驗方法測定发动机特性曲綫外，在汽車設計中，亦常以經驗方法获得发动机的特性曲綫。經驗方法系利用在分析大量各种类型发动机特性曲綫的基础上，所歸納之发动机特性曲綫的一般規律。此一般規律或以經驗公式表之，或以函数曲綫表之。

目前采用較广泛的有 C. P. 列杰尔曼所推荐的經驗公式：

$$N_e = N_{\max} \left[C_1 \left(\frac{n_e}{n_N} \right) + C_2 \left(\frac{n_e}{n_N} \right)^2 - \left(\frac{n_e}{n_N} \right)^3 \right] \quad (1-5)$$

式中 N_e 及 n_e —— 发动机特性曲綫上任意（待求）点的功率及其相应轉速；

N_{\max} 及 n_N —— 发动机的最大功率及相应于最大功率时的轉速；

C_1 及 C_2 —— 区别发动机类型的系数，其数值列于表 1-1 中。

表1-1 系数 C_1 及 C_2 之数值

发动机类型	系数	
	C_1	C_2
汽油发动机	1	1
直接噴射式柴油机	0.5	1.5
有予燃室式柴油机	0.6	1.4

1-7所示为汽油发动机的相对特性曲綫。

И. М. 李宁在对大量汽油发动机进行研究的基础上所提出的发动机相对特性曲綫对实际使用极为簡便。所謂相对特性曲綫即以发动机的相对功率 $\frac{N_e}{N_{\max}}$ 与曲軸的相对轉速 $\frac{n_e}{n_N}$ 作为特性曲綫的坐标軸，而所有同一类型的发动机之特性曲綫經換算成相对特性曲綫后均相同。这样，一个相对特性曲綫即可适用于所有同一类型的发动机，使用起来极为方便。图

如將經驗公式(1-5)所得的特性曲線按相對特性曲線作圖，則可得各種類型發動機的相對特性曲線，此相對特性曲線之坐標列入表1-2中。

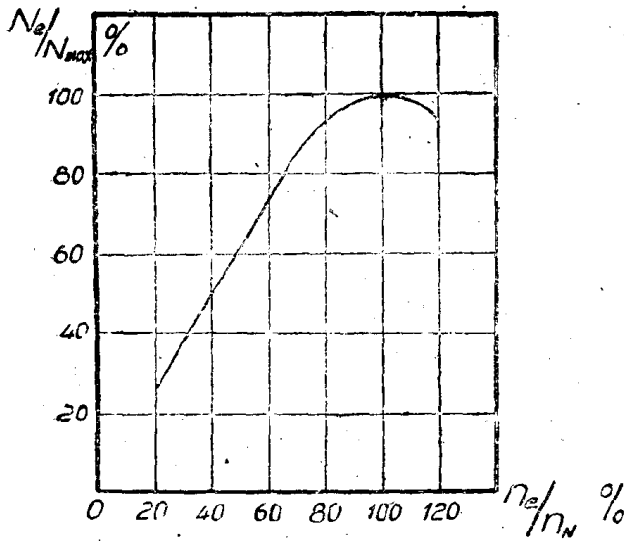


圖1-7 汽油發動機的相對特性曲線。

表1-2 各類發動機相對特性曲線之坐標

$\frac{n_e}{n_N} \%$	$\frac{N_e}{N_{max}} \%$		
	汽油發動機	直接噴射式柴油機	有子燃室式柴油機
20	23	15	17
40	50	38	40
60	74	62	65
80	93	85	84
100	100	100	100
120	91	—	—

傳動系的效率 發動機所發出的功率 N_e 經傳動系傳遞至驅動輪的過程中，常有部分功率消耗於克服傳動系各機構中的阻力。如以 N_T 表示傳動系中的功率損失，則傳動系的效率為

$$\eta_m = \frac{N_e - N_T}{N_e} = 1 - \frac{N_T}{N_e} \quad (1-6)$$

傳動系中的功率損失係由傳動系中各機構——變速器，萬向傳動軸，主傳動器，軸承，油封等的功率損失所組成，其中以變速器及主傳動器中的功率損失占絕大部分，其餘機構中的功率損失甚小，常可忽略不計。

傳動系的效率常用試驗方法求得；可直接測出整個傳動系的效率，亦可分別測出每一機構的效率後，再算出傳動系的總效率。測定傳動系效率的試驗台可分為開式試驗台與閉式試驗台兩種。現以測定變速器的效率為例，對開式及閉式試驗台工作原理和試驗方法分別加以闡述。

測定變速器效率的開式試驗台工作原理示意圖如圖1-8所示。

試驗台由平衡電動機1，待試驗之變速器3及測功器2所組成。試驗是在每一檔位以不同轉速和負荷工作時進行。試驗過程中，同時測出電動機的功率輸出 N_a 及測功器所吸收之功率 N_b ，則可得變速器的效率 η_k 為

$$\eta_k = \frac{N_b}{N_a} = \frac{M_2 n_2}{M_1 n_1} = \frac{1}{i_k} \frac{M_2}{M_1} \quad (1-7)$$

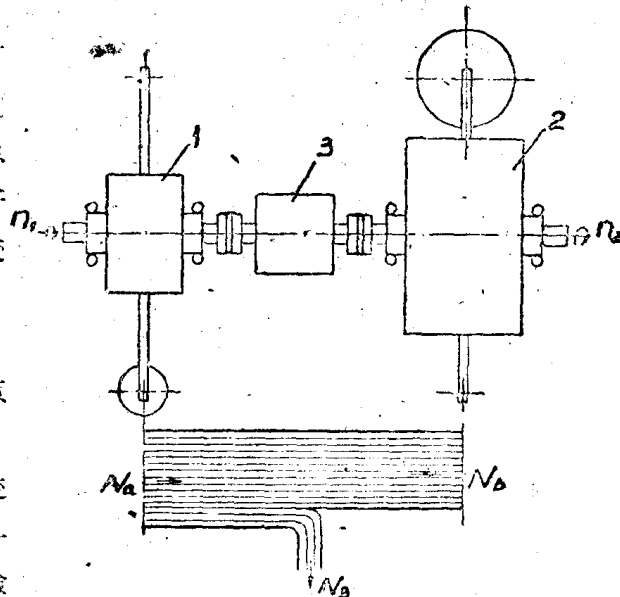


圖1-8 變速器開式試驗台簡圖。