

卓越工程师教育培养计划实施教材



QICHE FADONGJI
PIPEI SHEJI



汽车发动机 匹配设计

穆芳影 朱增怀 编著



合肥工业大学出版社
HEFEI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

非外借

卓越工程师教育培养计划实施教材

汽车发动机匹配设计

穆芳影 朱增怀 编著



合肥工业大学出版社

内容简介

本书是作者结合自己多年来从事汽车发动机设计和匹配设计的工程实践经验,对汽车发动机匹配设计过程中的相关知识、工作流程、核心要点、经验数据和工具表单进行较为系统的归纳和总结,其主要内容包括汽车发动机匹配设计过程中经验积累、匹配设计流程、动力总成布置设计、整车性能匹配设计、发动机与整车接口系统及其附配件的匹配设计等。

本书可供汽车底盘设计工程师、发动机设计工程师和总布置设计工程师等工程技术人员作为参考用书,也可供高等院校车辆工程专业学生作为教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机匹配设计/穆芳影,朱增怀编著. —合肥:合肥工业大学出版社,2017.12

ISBN 978-7-5650-3809-9

I. ①汽… II. ①穆…②朱… III. ①汽车—发动机—设计 IV. ①U464.02

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 328071 号

汽车发动机匹配设计

穆芳影 朱增怀 编著

责任编辑 汤礼广

出 版	合肥工业大学出版社	版 次	2017 年 12 月第 1 版
地 址	合肥市屯溪路 193 号	印 次	2018 年 8 月第 1 次印刷
邮 编	230009	开 本	710 毫米×1000 毫米 1/16
电 话	理工编辑部:0551-62903087 市场营销部:0551-62903198	印 张	14.25
网 址	www.hfutpress.com.cn	字 数	230 千字
E-mail	hfutpress@163.com	印 刷	合肥现代印务有限公司
		发 行	全国新华书店

ISBN 978-7-5650-3809-9

定价:38.00 元

如果有影响阅读的印装质量问题,请与出版社市场营销部联系调换。

前 言

随着汽车产业的发展，汽车产销量不断增加，如今在我国，汽车已不再是一种奢侈品，而是作为人们生活必需品进入了千万平常百姓家。我国汽车产业的增长速度已处于全球领先地位，汽车研发能力不断增强，正在从汽车大国向汽车强国转变。

汽车是一个由车身、底盘、动力总成和电器四大系统组成的复杂系统，其中动力总成是汽车的动力源泉，是汽车的核心系统之一。发动机则是动力总成的主要部分，是汽车的“心脏”，它直接决定了汽车的多项性能，与用户的使用密切相关。

目前市场上论述汽车的著作很多。其中，关于汽车构造和汽车设计方面的著作，主要是介绍汽车各系统结构功能 and 设计要点等方面的内容，可让人们学习汽车整体方面的专业知识；关于内燃机原理和发动机设计方面的著作，重点阐述的是发动机内部结构设计、电控设计、台架标定等方面的内容，可让人们学习发动机设计、电控标定方面的专业知识。但在从事汽车发动机设计过程中，人们发现关于汽车发动机匹配设计方面的专业参考书籍却并不多，目前的工程实际工作主要还是靠发动机设计工程师、匹配设计工程师和整车总布置工程师等从业人员的经验积累来支撑，而积累需要一个长期过程。如何让工作经验较少的从业人员尽快掌握汽车发动机匹配设计过程，让人人都成为合格的匹配设计工程师，从而实现将好的发动机变成好的动力的目标呢？作者总结了自己十多年来从事发动机设计和匹配设计的经验，并吸收了同仁的优秀经验和成果，编写了这本《汽车发动机匹配设计》一书。在本书中，作者对工程实践中汽车发动机匹配设计需要用到的相关知识、工作流程、核心要点、经验数据和工具表单等进行了较为详细地归纳和整理，目的是期望对从事汽车总布置设计、发动机附件设计和动力匹配设计的相关工程师提供力所能及的帮助。

本书按照汽车发动机匹配设计的主要工作过程来组织内容和安排结构。本书首先从汽车发动机匹配设计常见的问题入手，论述系统进行匹配

设计的必要性和重要性。在接下来的正文部分中,本书先介绍整车匹配开发流程以及在开发的各个阶段汽车发动机匹配设计的工作重点;接着介绍动力总成选型设计、动力总成布置设计和整车性能匹配设计,重点介绍匹配设计过程中如何选择动力总成,以及选择后如何进行汽车发动机在机舱内的物理结构设计和整车动力性经济性计算;然后介绍对发动机在整车上性能发挥影响较大的进气系统、排气系统和冷却系统三大系统,作者认为在匹配设计过程中对这三大系统要特别关注;关于发动机相关附配件和燃油系统,作者认为对发动机性能发挥有一定的影响,或多或少地影响发动机性能的发挥,在发动机匹配设计过程中不能掉以轻心;关于悬置系统和传动系统,作者认为对发动机本身性能发挥的影响较小,但对客户实际驾驶过程中的体验影响较多,是汽车发动机匹配设计的另一重要关注点;至于整车相关附配件系统,主要从整车相关性能角度考虑,由发动机直接或间接提供动力,因此需要在发动机设计过程中给予同步考虑;由于电控系统是发动机工作的大脑,在汽车发动机匹配设计过程中重点关注其余整车接口功能的定义和各项参数的确定,因此其核心控制逻辑和控制算法要由电控设计工程师和电控标定工程师共同确定。随着汽车技术的发展,汽车新技术不断涌现,汽车发动机匹配设计内容和趋势也在不断变化,因此本书结尾部分对汽车发动机匹配新趋势进行了简要介绍。

汽车发动机匹配设计过程需要的知识点较多,书中介绍的知识虽然大多数是作者自己的工作经验和感悟,但也有部分内容是作者同仁的经验和智慧。在此,作者对给自己撰写提供帮助的各位领导、同仁和朋友表示真诚的谢意。特别要对在本书撰写过程中提出大量宝贵意见和建议的安徽江淮汽车集团股份有限公司技术中心华从波先生表示衷心的感谢。

由于作者水平有限,本书的缺点和错误在所难免,期望读者批评指正。

穆芳影 朱增怀

2017年12月于合肥

目 录

第一章 汽车发动机匹配设计常见问题	(1)
第二章 汽车匹配设计开发流程	(8)
第三章 动力总成选型设计	(14)
第一节 发动机基本形式的选择	(14)
第二节 主要性能指标的选择	(16)
第三节 传动系参数的选择	(18)
第四章 动力总成布置设计	(21)
第一节 机舱布置基本原则	(21)
第二节 机舱布置基本步骤	(24)
第五章 整车性能匹配设计	(29)
第一节 动力性计算	(29)
第二节 经济性计算	(35)
第六章 进气系统匹配设计	(39)
第一节 进气系统结构和功能	(39)
第二节 进气系统匹配原则	(41)
第三节 进气系统噪声及其控制	(47)
第四节 进气系统匹配参数表	(48)
第七章 排气系统匹配设计	(52)
第一节 排气系统结构和功能	(52)
第二节 排气系统匹配原则	(55)
第三节 排气系统噪声及其控制	(60)
第四节 排气系统匹配参数表	(62)

第八章 冷却系统匹配设计	(65)
第一节 冷却系统结构和功能	(65)
第二节 冷却系统布置设计原则	(73)
第三节 冷却系统匹配计算	(74)
第四节 冷却系统仿真分析	(76)
第五节 冷却系统优化设计	(82)
第六节 冷却系统匹配验证	(83)
第七节 冷却系统匹配参数表	(85)
第九章 发动机附件匹配设计	(92)
第一节 起动机匹配设计	(93)
第二节 发电机匹配设计	(105)
第十章 燃油系统匹配设计	(119)
第一节 燃油系统结构和功能	(119)
第二节 燃油系统匹配设计	(122)
第三节 燃油系统匹配参数表	(124)
第十一章 悬置系统匹配设计	(127)
第一节 悬置系统的结构和功能	(129)
第二节 悬置系统隔振机理	(134)
第三节 悬置系统设计	(136)
第四节 悬置系统匹配设计参数表	(146)
第十二章 传动系统匹配设计	(149)
第一节 传动系统结构和功能	(149)
第二节 变速箱匹配设计	(155)
第三节 离合系统匹配设计	(157)
第四节 传动系统匹配设计参数表	(162)
第十三章 整车附配件匹配设计	(168)
第一节 动力转向泵匹配设计	(168)

第二节 空调系统匹配设计	(180)
第三节 真空泵匹配设计	(191)
第四节 空气压缩机匹配设计	(196)
第十四章 电控系统匹配设计	(207)
第十五章 汽车发动机匹配设计新趋势	(216)
参考文献	(220)

第一章 汽车发动机匹配设计常见问题

汽车诞生百余年来，特别是从汽车产品的大批量生产及汽车工业的大发展以来，汽车已为世界经济的大发展和人类社会的进步做出了不可磨灭的贡献。进入 21 世纪，世界汽车行业呈现出组织集团化、技术高新化、供货系统化和经营全球化等新特点。2002 年我国正式加入 WTO 以后，我国汽车产业不但没有受到严重冲击，反而出现爆发式增长，汽车生产继续大幅提速，汽车产业对经济增长的贡献明显提高，汽车产业已成为我国国民经济的重要支柱产业。我国汽车制造业的迅速崛起，不仅使自身在国民经济发展中完成了从“配角”到“主角”的转变，同时也为中国确立了世界汽车制造大国的地位。从全球汽车产量排名表看，2000 年的世界 10 大产车国分别是美国、日本、德国、法国、韩国、西班牙、加拿大、意大利、巴西和墨西哥，中国在第 11 位。在后来的两年中，我国汽车产量超过意大利、巴西、墨西哥、韩国、西班牙和加拿大等 6 个国家，一举跃居世界第 5。目前，中国已成为全球第一大汽车市场，2016 年产销量分别为 2811.9 万辆和 2802.8 万辆，持续保持高速增长态势。

尽管我国已经成为汽车制造和消费大国，但我国远非汽车制造强国，长期存在的开发能力弱是严重制约我国汽车工业发展的突出问题，因此，重视开发能力建设，加大技术创新力度，提高企业产品的自主开发能力是增加市场竞争力的客观需要，也是解决当前我国汽车企业开拓生存空间和发展空间的有效措施。另一方面，由于目前汽车发动机使用的仍是石油燃料，随着汽车保有量的增加以及国民经济的进步和交通运输业的发展，能源供给将日趋紧张，诸如此类的问题都需要大力提高汽车设计技术水平和设计能力。在汽车研制工作中，由于专业分工过细，因此汽车总装厂往往是选择某厂的发动机和另一厂家生产的传动系统进行匹配装车。因此容易出现这样的情况，即发动机研发部门着重于改善发动机的工作过程，降低机械损失，以减少燃油消耗率；底盘研制部门则着重于提高传动效率、整车运行阻力等。这些工作无疑是很重要的，但如果不将发动机与底盘视为

一个有联系的整体进行合理匹配，任何一个部件的性能改进完全有可能由于另一部件的匹配不当而造成整体性能未得到应有的改进。统计表明，目前汽车发动机使用工况多数是远离最佳经济油耗区域，未能实现动力和传动系统的最佳匹配，而这项工作对汽车性能有决定性的影响。通过合理匹配汽车动力和传动系统、降低燃油消耗是一个值得进一步研究的课题。在总体布置开始之前进行整车和发动机性能的分析 and 匹配研究，能对整车的性能进行初步预测，在整车方案和各总成的参数确定之后，还能根据各总成、部件设计所提供的具体数据对整车性能尽快地做出全面、准确的预测，便于及早发现问题，进行调整和修改，这些工作都可以大幅提高设计质量、缩短研制周期。

通常对汽车的动力性和燃料经济性水平的评价，是在道路试验后进行的。这样做不但周期长、成本高，而且在产品设计阶段对整车及总成方案的确定、结构参数的选择、传动系参数与发动机的匹配等，都有一定的盲目性，可能使较优的方案遗漏，进而造成人力、财力和物力的浪费。

由于测试手段和计算工具的限制，动力传动系统的匹配，一直都采用定性分析和简单计算，靠大量积累的试验数据和反复测试的结果进行设计，需花费大量的时间和费用。随着计算机技术在汽车工程中的应用不断深入以及现代计算方法的发展，目前美国、日本以及欧洲的一些著名的汽车公司在汽车设计中广泛地采用了计算机模拟技术，并在这方面做了大量的工作，形成了一整套新的理论和新方法，并研制出了方便、可靠的计算机模拟程序，使汽车设计工作在提高汽车性能、加快研制周期方面起了巨大的作用。

一、匹配设计主要关注点

当我们评价某款整车时，首先想到的是其搭载的发动机型号，进而会考虑到其变速箱种类。由此可见，发动机和变速箱对一款汽车的重要性是毋庸置疑的。如果说发动机是汽车的心脏，那变速箱就是心脏的主动脉。发动机的动力只有经过变速箱才能传递到整车传动系统，进而驱动整车前进。那么，搭载了好的发动机的汽车就能算一款“好”车吗？一般来说，要想把好的发动机变成好的动力，需要做好发动机与整车的匹配工作，即一方面要让发动机舒服地工作，另一方面要将发动机的动力在合适的时机

传递给整车，驱动整车前进。下面从这两个方面简要说明：

首先，如何让发动机舒服地工作。发动机在开发过程中，经过了大量的开发和标定工作，开发和标定工作是在特定的边界条件下完成的。发动机在整车上实际使用过程中，整车相关系统若能在发动机开发和标定中覆盖的边界条件下，则发动机将工作得更舒服，性能将发挥得更优越。若发动机工作的边界条件得不到保证，则发动机的性能将会受到很大的影响。

其次，发动机的动力能否很好地传递到整车。发动机发挥的性能，用于驱动整车前进的部分则为有用部分，其余损耗部分为无用功。努力提高有用部分比例，减少无用功占比，是需要汽车工程师重点考虑的问题。

二、匹配设计常见问题

汽车发动机匹配设计过程中常见的问题和需要注意的地方如下。

1. 进气系统匹配设计常见问题

进气系统方面，进气阻力和进气噪声是匹配过程中需要重点关注的问题。发动机设计开发初期会设定进气阻力边界条件，发动机台架标定和性能开发过程中一般按照设定的边界条件进行标定和开发。若整车进气阻力数据与发动机开发初期设定目标偏差较大，则发动机在整车上将不能很好地发挥出其真实性能，易出现发动机性能下降的情况。对于增压发动机，进气阻力还会影响增压器中间体与压气机端的压差，若进气阻力过大，易造成增压器中间体部分漏油，进而造成增压器的损坏。增压器在运转过程中，叶轮处于高速旋转状态，为了防止其过热和有足够的润滑，中间体一般用机油进行润滑，进气阻力过大将导致压气机侧负压增大，对压气机端油封产生更大的压力，且极易导致油封密封失效损坏。进气系统匹配过程中经常出现的另一个问题是噪音的问题。发动机高速运转过程中，进气流量每小时可达几百千克，气流快速通过进气管道的过程中易产生较大的声音，部分声音容易让车内乘员产生不舒服的感受。因此，在进气系统匹配设计过程中需要进行进气噪声的分析，通过分析，在进气管路合适的位置增加谐振腔和合理设计进气管道，可大幅降低进气噪声，提高用户体验。

2. 排气系统匹配设计常见问题

排气系统方面，排气背压和排气噪声是匹配过程中需要重点关注的问题。

题。和进气系统类似，发动机设计初期同样会设定排气背压边界条件，发动机台架标定和性能开发过程中按照设定的边界条件进行标定和开发。若整车排气背压数据与发动机开发初期设定的排气背压目标偏差较大，则发动机在整车上性能发挥将受到影响，出现动力下降的情况。对于增压发动机，排气背压过大也会导致增压器中间体油封失效，进而导致增压器漏油和增压器的损坏。排气噪声是排气系统匹配设计过程中需要重点关注的问题。排气管直径的选择和消声器结构设计均会对排气噪声产生较大的影响。实际开发过程中，通过对排气系统噪声分析和消声器设计结构的专项分析，可有效控制排气系统噪声。另外，排气噪声品质控制越来越被汽车企业所重视。从用户听觉角度出发，声音的大小和用户的体验不直接相关，高分贝的声音听起来不一定刺耳，低分贝的声音听起来也不一定悦耳。高档汽车开发过程中一方面关注排气噪声声压级的控制，另一方面也在关注排气噪声品质的控制，部分汽车企业已形成其家族化音品质。

3. 冷却系统匹配设计常见问题

冷却系统方面，发动机水温的控制是关注的重点。高温条件下，需要控制发动机的水温，使其在发动机许用水温范围内，不出现水温报警、开锅、限扭、切空调等情况。水温高于限定值时，整车一般会采取切空调和限扭的措施，不管切空调还是限扭，都会对用户使用体验产生较大影响。水温较高的情况一般出现在环境温度较高的夏季，此时切断空调，将给用户带来极大的不便，易造成用户的不适和抱怨。限扭指的是达到一定的触发条件时通过 ECU 限定发动机输出扭矩的现象，发动机水温偏高是触发限扭策略的条件之一。限扭后，发动机输出扭矩减少，给客户的直接感觉是汽车动力减弱，若车辆处于满载或爬坡状态，这种感觉将更明显。冷却系统开锅将导致发动机冷却液喷出，若不能及时停车，将因为缺少冷却液导致发动机的损坏。发动机水温过高时，发动机的排气温度一般也较高，为了降低排气温度，一般采用燃油后喷或加浓的方式降低排温，直接导致整车油耗的增加。冷却系统匹配设计过程中经常遗漏的地方是冷却系统管路的设计和膨胀水壶位置的确定。冷却系统管路设计得不合理以及膨胀水壶位置布置得不合理将直接导致冷却液在冷却系统中流动困难，影响发动机的散热。冷却系统管路布置过程中应尽量避免反 U 形结构，即中间不宜出现明显的凸起部分，若系统布置中不可避免凸起部分，则在凸起的最高

点需设置排气口，排气口一般通过管路连接至膨胀水壶。对于 U 形结构的冷却管路布置形式，需要在 U 形的两个最高点处设置排气口并用管路连接至膨胀水壶，确保冷却系统管路内的气体能顺利排出。膨胀水壶要布置在冷却系统的最高点，其下刻度线要超过其他冷却系统的最高点。

4. 燃油系统匹配设计常见问题

燃油系统方面，油路的通畅和排气是关注的重点。发动机燃油系统对进入发动机的燃油有一定的压力、流量和清洁度的要求，燃油系统匹配设计的要点就是保证发动机的需求得到实现。对汽油车而言，大部分燃油泵和燃油滤清器布置在燃油箱内，需要关注的是燃油泵的压力去除燃油管路的压力损失后，到达发动机的压力是否满足其需求；燃油泵的流量是否满足发动机工作对油量的需求；燃油滤清器的过滤效率和过滤能力等是否满足发动机对燃油品质的要求。对柴油车而言，大部分采用高压共轨技术，高压油泵布置在发动机上，不需要在整车燃油系统内再布置低压燃油泵。近年来，随着排放的升级，整车高压共轨系统的压力越来越大，对整车燃油系统供油压力提出了更高的要求，部分柴油车需要在整车燃油系统中增加低压输油泵。发动机燃油系统和整车燃油系统单独设计，在整车装配时连接起来，其接口部分的设计显得尤为重要，一方面需要保证燃油的密封，另一方面需要能够快速插拔。以前大多采用钢管与软管配合并用卡箍进行密封，近些年大多采用快插接头的形式。在快插接头匹配的过程中，需要关注快插接头的公母接头和快插接口的大小及采用的标准，任何一个小细节未关注到，均有可能导致燃油系统接头的不匹配。燃油系统的排气是燃油系统匹配设计过程中需要关注的部分，一般来说，在燃油系统中布置手油泵，一方面可以排气，另一方面可以通过低压泵油排除油路中的空气，保证发动机启动后顺利工作。对汽油车可以从低压油轨接头处放气，对柴油车可以从喷油器上部螺栓处放气。

5. 发电机匹配设计常见问题

发电机方面，电量的匹配是重要关注点。发动机的主要作用是为整车提供电能，因此，在任何条件下，整车不能处于馈电状态，否则将影响整车的正常使用。匹配过程中一般关注怠速时电量匹配和最大负载时电量匹配。怠速时电量匹配是按照怠速时可能遇到的最大用电负荷状态进行估

算,结合蓄电池的电量和发电机的发电量,在一定时间内蓄电池不处于馈电状态即视为满足要求。在比较恶劣的工况下,如夏季的雨夜,车辆开远光灯、开空调、开雨刮器和转向灯,车内音响全开且车辆处于怠速状态,四个小时蓄电池不馈电即为满足要求。尽管这种工况在用户使用过程中极少会遇到,但不排除这种可能性。最大负载电量一般计算整车各用电器的耗电量与发电机的额定发电量之间的关系。发电机与整车线束之间的接插件匹配和部分车型转速表的匹配也是需要关注的。少量车型的发动机转速从发电机处获取,因此,需关注其数据的匹配关系。

6. 空调匹配设计常见问题

空调方面,重点关注空调压缩机安装、驱动和冷凝器对前端模块布置的影响。一般来说,空调压缩机由整车部门负责选型,但安装在发动机上,由发动机进行驱动。因此,在空调压缩机的匹配方面重点需要关注空调压缩机的安装和驱动情况。若空调压缩机不能直接安装在发动机上,可以借助空调压缩机支架进行安装。空调压缩机一般通过皮带进行驱动,在皮带选择方面需要关注各驱动部件的功率和皮带的包角等信息,选择合适的皮带宽度并在合适的位置设置张紧轮。皮带驱动的前端轮系结构,对各驱动部件的共面性要求较高,为了精确地对空调压缩机进行定位,一般在空调压缩机支架上设置定位套,同时在空调压缩机上设置定位套孔。空调压缩机的性能计算需要结合车辆乘员舱空间和制冷要求、使用环境等方面综合进行计算。如果目标市场是中东地区的车辆,那么空调系统的富余量要大于销往一般地区的车辆。空调系统匹配设计的另一个关注重点是冷凝器的布置。对于大部分乘用车型,冷凝器布置在模块散热器前端,冷凝器会对通过其空气进行加热,一定程度上影响散热器效率,布置时需要注意冷凝器与散热器之间间隙的合理性。冷凝器与前保险杠之间的密封、冷凝器与散热器之间的密封也非常重要,良好的密封可最大限度地提高进入格栅的空氣的利用效率,提高前端冷却模块的换热效果,获得良好的空调性能和合适的冷却温度。冷凝器与前保险杠之间的密封一般采用塑料板类结构加橡胶片密封,冷凝器与散热器之间的密封一般采用条状海绵密封条密封。

7. 转向系统匹配设计常见问题

转向系统方面,重点关注转向泵性能的匹配。汽车出现之初,车辆并

没有配备转向助力系统，彼时转动方向盘很费力。为了提高驾驶员的驾驶舒适性，目前，绝大部分车辆都配有转向助力系统。转向助力系统的核心部件是转向泵、方向机。发动机带动转向泵转动，将低压油加压，通过转向管路输送到方向机，推动方向机内部机构运转，为驾驶员转向提供助力。推动方向机后的转向油压力降低，变成低压油，再通过管路回到转向泵继续循环。转向泵性能与整车转向助力系统性能密切相关，因此，需要关注转向泵性能的匹配。根据整车质量不同，转向系统结构和性能需求不同，对转向泵的性能略有区别。一般来说，低速时需要提供更大的助力，便于驾驶员转向；高速时提供的助力略微降低，保持整车的安全性能。转向泵出油管内通过的为高压油，对不同的车型，转向泵出油管路的长度和布置形式有一定的要求，转向系统的噪音很大一部分由转向管路布置不合理造成的。

8. 制动系统匹配设计常见问题

制动系统方面，重点关注真空助力系统性能或打气泵性能对整车制动性能的影响。为了获取良好的制动性能，很多车辆采用真空助力式制动系统。对于自然吸气式发动机，可以通过从进气歧管上取真空的形式为整车制动系统提供真空助力。对于增压发动机，一般需要配备机械式真空泵或电子式真空泵。机械式真空泵由发动机驱动，电子式真空泵单独驱动。常见的机械式真空泵分为凸轮轴驱动式和发电机驱动式。凸轮轴驱动式需要关注真空泵的排量、转速、抽真空速度等，需要确保其满足整车制动系统需求。发电机驱动式因为抽真空效果相对较差，慢慢被凸轮轴驱动式取代。电子式真空泵一般根据整车制动系统需求选型即可。对于重型载货车辆，因为车辆较重，靠真空为制动系统提供助力不足以满足要求，需要通过打气泵为其提供制动助力。真空泵的性能受一个大气压的限制，打气泵的性能可以较真空泵的性能更优，可以为制动系统提供更强的助力。为了防止打气泵出气管路产生较大噪声，一般在管路上布置消声器。制动系统匹配结果对整车安全性能有很大影响，因此，需要重点关注，避免发生助力不足影响整车制动效果的情况。

第二章 汽车匹配设计开发流程

汽车发动机匹配设计流程与整车开发流程相关并贯穿整车开发全过程。目前,各主要主机厂均有各自不同的整车开发流程。不同主机厂的整车开发流程中,关于阶段的定义和节点的划分略有区别,总体来看基本包括以下几个阶段:立项阶段、策划阶段、概念设计阶段、布置设计阶段、详细设计阶段、设计验证阶段、量产准备阶段、量产阶段等。下面就从这八个阶段中匹配设计需要完成的主要工作来对匹配设计开发流程进行介绍。

一、立项阶段

立项阶段是产品开发的源头,立项阶段决定了产品开发的方向,是产品开发成败的重要过程之一。在产品立项阶段,企业经营管理团队需要结合产品市场调研结果、市场效益分析、产品开发可行性分析、投资回报分析等多种因素进行综合决策。在此阶段,匹配设计工程师需要做的工作包括整车性能可行性分析和整车布置空间可行性分析。

整车性能可行性分析是基于市场调研初步确定的整车性能目标,结合具体车型和可能的动力总成方案,开展动力总成选型和性能分析工作,对每一可能选择的动力总成方案进行整车性能分析,给出整车性能可行性分析结果。整车性能可行性分析主要分析发动机和变速箱匹配结果是否满足市场对整车产品性能的要求和国家油耗法规需求;同时,需要分析整车排放性能是否满足目标市场法规需求。

整车布置空间可行性分析主要结合具体车型和可能的动力总成方案,开展机舱布置位置确定和机舱间隙检查分析工作,对每一可能选择的动力总成方案进行分析,给出整车布置空间可行性分析结果。

根据整车性能可行性分析和整车布置空间可行性分析的结果,对可能的动力总成方案进行初步筛选,从技术角度给出动力总成选型结果的初步建议,给公司经营团队进行产品立项决策时参考。

产品开发过程中,由于整车和动力总成产品设计开发的不同步,整车、发动机、变速箱在匹配设计过程中或多或少存在一些问题。针对存在的问题,要从技术角度给出可能的解决方案。在条件允许的情况下要对设计变更给其他相关系统、部件或领域带来的影响进行分析,因为产品的设计变更可能带来工装模具的变更和生产工艺的变更,部分变动需要带来较大的生产投资。

二、策划阶段

产品开发策划阶段,主要围绕产品开发的目标,进行详细工作内容策划、项目管理方案策划和性能目标确定。在此阶段,从机车匹配设计的角度出发,核心内容是开展整车性能匹配目标的确定。整车性能目标确定需结合立项阶段可行性分析结果进一步细化,同时,需要对影响整车性能边界的各系统和零部件的参数进行定义。整车性能边界的系统和零部件的参数定义是后续开发的纲领和约束条件,也是整车性能目标达成的重要保障。

整车性能目标确定中,需要明确发动机性能目标、确定发动机与整车的接口边界需求、明确整车车辆主要参数和确定整车动力性和经济性开发目标。其中,发动机性能目标、整车动力性和经济性开发目标需明确定义的原则,说明性能目标是如何确定的。

发动机开发目标中,主要明确发动机的基本参数、发动机动力性开发目标和经济性开发目标。发动机基本参数包括但不限于排量、燃油种类和型号、排放标准、噪声指标、发动机质量范围、发动机适应海拔高度和适应环境温度范围等。发动机动力性目标包括但不限于净功率、额定转速、最大扭矩和最大扭矩转速范围、低端扭矩(一般定义1000rpm时的扭矩)、怠速转速等。发动机经济性指标一般包括额定工况燃油消耗率、外特性最低燃油消耗率、2000rpm@2bar下燃油消耗率等(注:2000rpm@2bar是发动机运行的关键工况点之一)。

发动机与整车的接口边界需求部分,需要针对影响发动机性能的主要边界参数进行定义,包括但不限于进气阻力、进气温度、排气背压、排气温度、进油温度、中冷器压降等。

车辆主要参数包括车辆基本参数和与动力性经济性密切相关的参数,