

第 1 章 汽车故障诊断的基本知识

汽车是一个复杂的技术系统，是许多总成、机构和元件的有序构成。在汽车的使用过程中，由于某一种或几种原因的影响，其技术状况将随行驶里程的增加而变化，其动力性、经济性、可靠性、安全性将逐渐或迅速地下降，排气污染和噪声加剧，故障率增加，这不仅对汽车的运行安全、运行消耗、运输效率、运输成本及环境造成极大的影响，甚至还直接影响到汽车的使用寿命。所以，研究汽车故障的变化规律，定期检测汽车的使用性能，及时而准确地诊断出故障部位并排除故障，就成为汽车应用技术的一项重要内容。

1.1 汽车故障诊断的基本概念

汽车故障诊断技术是指在整车不解体情况下，确定汽车的技术状况，查明故障原因和故障部位的汽车应用技术。

汽车故障诊断技术是随着汽车的发展从无到有而逐渐发展起来的一门技术。国外的一些发达国家，早在 20 世纪 40~50 年代就发展起以故障诊断和性能调试为主的单项检测技术。进入 20 世纪 60 年代后，汽车故障诊断与检测技术获得较大发展，逐渐由单项检测技术联线建站（出现汽车检测站）技术演变成为既能进行维修诊断又能进行安全环保检测的综合检测技术。随着电子计算机的发展，20 世纪 70 年代初出现了集检测控制自动化、数据采集自动化、数据处理自动化、检测结果自动打印等功能为一体的现代综合故障检测技术，使检测效率获得极大提高。进入 20 世纪 80 年代后，一些先进国家的现代诊断检测技术已达到广泛应用的阶段，为交通、环境、能源、运输成本和运输力等方面带来了明显的社会效益和经济效益。

我国的汽车故障诊断与检测技术起步较晚，在 20 世纪 30 年代，汽车故障诊断完全依靠工人和技术人员掌握的知识和经验来分析、判断汽车故障之所在；在 20 世纪 60~70 年代，我国开始引进和研制汽车故障诊断与检测设备；进入 20 世纪 80 年代以后，随着国民经济的发展，特别是随着汽车制造业、公路交通运输业的发展和进口车辆的增多，我国机动车的保有量迅速增加，汽车故障诊断与检测技术成为国家“六五”重点推广项目，并视其为推进汽车维修管理现代化的一项重要技术措施；20 世纪 90 年代初，除交通、公安两部门外，机械、石油、冶金、外贸等系统和部分大专院校，也相继建成了相当数量的汽车检测站；到 20 世纪 90 年代末，我国汽车诊断与检测技术已初具规模，基本形成了遍布全国的汽车检测网。与此同时，交通部颁布了第 13 号部令《汽车运输业车辆技术管理规定》、第 28 号部令《汽车维修质量管理办法》和第 29 号部令《汽车运输业车辆综合性能检测站管理办法》，对汽车故障诊断检测技术、检测制度和综合性能检测站等均做出了明确规定，其组织管理也步入正轨。随着公路交通运输企业、汽车制造企业和整个国民经济的发展，我国的汽车故障诊断检测技术在本世纪必将获得进一步发展。

1. 汽车故障

汽车故障是指汽车部分或完全丧失工作能力的现象，其实质是汽车零件本身或零件之间的配合状态发生了异常变化。

汽车的工作能力是其动力性、经济性、工作可靠性及安全环保等性能的总称。

汽车故障有如下分类：

(1) 按丧失工作能力的程度分为局部故障和完全故障。局部故障是指汽车部分丧失了工作能力，降低了使用性能的故障。完全故障是指汽车完全丧失工作能力，不能行驶的故障。

(2) 按产生后果的严重程度分为一般故障、严重故障和致命故障。一般故障是指在汽车运行中能及时排除的故障或不能排除的局部故障。严重故障是指在汽车运行中无法排除的完全故障。致命故障是指导致汽车产生严重损坏的故障。

2. 汽车故障诊断

汽车故障诊断是指在汽车不解体（或仅拆下个别零件）的情况下，确定汽车的状况，查明故障部位及故障原因的汽车应用技术。

汽车的技术状况是指定量测得的表征某一时刻汽车外观和性能参数值的总和。

汽车技术状况的诊断是通过检查、测量、分析、判断等一系列活动完成的，其基本方法主要分为两种：直观诊断法和现代仪器设备诊断法。

(1) 直观诊断法。直观诊断法又称为人工经验诊断法，是指诊断人员凭丰富的实践经验和一定的理论知识，在汽车不解体或局部解体的情况下，依靠直观的感觉印象，借助简单的工具，采用眼观、耳听、手摸和鼻闻等手段，进行检查、试验、分析，确定汽车的技术状况，查明故障原因和故障部位的诊断方法。

(2) 现代仪器设备诊断法。现代仪器设备诊断法是在人工经验诊断法的基础上发展起来的一种诊断方法，是指在汽车不解体的情况下，利用测试仪器、检测设备和检验工具，检测整车、总成或机构的参数、曲线和波形，为分析、判断汽车技术状况提供定量依据的诊断方法。

实际上，上述两种方法往往同时综合使用，故称为综合诊断法。

1.2 汽车故障的成因、症状及变化规律

1. 汽车故障的成因

汽车故障的成因主要有自然因素和人为因素。

(1) 自然故障。自然故障是指汽车在正常的使用和维护条件下，由于不可抗拒的原因而形成的故障。例如：在汽车的使用过程中，零件会产生自然磨损；在长期交变载荷下，零件会产生疲劳；在外载荷及温度残余内应力作用下，零件会产生变形；此外，非金属零件及电器元件会产生老化等，这些原因均会引起故障。

(2) 人为故障。人为故障是指由于人为的不慎而造成的汽车故障。这类故障起因于在汽车设计、制造、维护过程中的人为因素，具体如下：

汽车设计制造上的因素。在汽车设计中，尽管车辆设计者们考虑得很周全，也难免在设计中存在薄弱环节和不足之处。例如，发动机水套内的冷却水流向欠合理而影响散热，导致个别汽缸磨损剧烈；因空气压缩机结构不合理而严重影响上机油；因总体布置不合理或其他原因而导致制动侧滑；有的进口汽车不符合我国国情而造成大客车的车身强度不足等。

维修配件质量的因素。随着我国汽车保有量的急剧增长，维修配件的需求量也大大增加了。由于使用单位把关不严，致使伪劣产品鱼目混珠，引发了各种各样的故障。例如，同一发动机汽缸盖各燃烧室容积不等，导致发动机动力不足或爆震；凸轮轴正时齿轮的键槽

位置超差，会破坏正常的配气相位，降低发动机的动力性；空气滤清器的滤清效果差，会引起汽缸早期磨损；前轮左右钢板弹簧的刚度、挠度不一致、不标准，会影响前轮的定位参数，破坏汽车的操纵稳定性等。

燃油、机油选用因素。根据车型选用燃油和机油，是保证汽车正确使用的必要条件。例如，要求使用 93 号汽油的车辆，若选用了 90 号汽油，发动机就会产生爆震，冲坏汽缸垫或烧毁活塞顶，并使动力性下降；若压缩比高、热负荷大的汽油发动机使用了与之不配套的机油，会使汽缸活塞的配合副产生早期磨损；若柴油车在严寒地区使用高凝固点的柴油，会导致汽车起动困难等。

管理方面的问题。由于使用单位和个人不了解或不严格执行车辆技术管理规定，导致车辆使用不合理，维护不定期，修理不及时，从而导致人为故障丛生。在汽车使用中不重视日常维护，新车或大修车不走合，不执行出车前、行驶中、收车后的“三检”工作，不定期进行“三清”工作等，均会使随机故障频发，不但影响了汽车的使用寿命，而且会危及行车安全。

2. 汽车故障的症状

汽车故障的症状也称为故障现象，是故障的具体表现。汽车故障有下面一些症状：

(1) 工况突变。所谓工况突变，是指汽车的工作状况突然出现不正常现象，这是比较常见的故障症状。例如，发动机突然熄火后再发动困难，甚至不能发动；发动机在行驶中动力突然降低，使汽车行驶无力；汽车在行驶中突然制动失灵或跑偏等。这种故障虽然症状明显，容易察觉，但其成因复杂，而且往往是由渐变到突变，因此在诊断时，必须认真调查分析突变前有无可疑症状，去伪存真，判明故障的位置。

(2) 声响异常。有些故障，往往可以引起汽车发动机或底盘部分的不正常响声，这种故障症状明显，一般可以及时发现。应当指出的是，有些声响异常的故障可能酿成机件事故，故必须认真对待。经验表明，凡声响沉重并伴有明显振抖的现象，多数是恶性故障，应立即停车并查明原因。一般的声响常因成因不同而带有不同的特征，在判断时，应当仔细查听，正确分辨。

(3) 过热现象。过热现象通常表现在发动机、变速器、驱动桥和制动器等总成上。在正常情况下，无论汽车工作多长时间，这些总成均应保持一定的工作温度。除发动机外，若用手触试时，感到烫疼难忍，即表明该处过热。发动机过热说明冷却系存在故障，如不及时排除，会引起爆震、早燃、行驶无力，甚至造成活塞等部件的烧熔事故。驱动桥过热通常是由装配不良或缺少机油等故障所致，如不及时排除，将引起齿轮及轴承等零件烧损。因此，对过热症状不可掉以轻心。

(4) 渗漏现象。渗漏是指汽车的燃油、机油、冷却液、制动液（或压缩空气）以及动力转向系油液的渗漏现象。这也是一种明显可察的故障症状。渗漏易造成过热、烧损及转向、制动失灵等故障，一旦发现应及时排除。

(5) 排烟颜色不正常。发动机在工作过程中，正常的燃烧生成物的主要成分应当是二氧化碳和少量的水蒸气。如果发动机燃烧不正常，废气中会掺有未燃烧完全的碳粒、碳化氢、一氧化碳及氮氧化物等。对于汽油机而言，正常的废气应无明显的烟雾。但是，汽缸上机油时，废气呈蓝色；燃烧不完全时，废气呈黑色；油中掺水时，废气呈白色。柴油发动机的排气颜色不正常时，通常是发动机无力或不易发动的伴随现象。因此，烟色为诊断柴油机故障的重要依据之一。

(6) 失控或振抖。汽车或总成工作时，可能出现操纵困难或失灵，有时可能出现自身振抖。例如，由于前轮定位不正确而出现前轮振摆或跑偏；由于曲轴或传动轴动不平衡而相应使发动机或传动系统在运转中产生振抖等。

(7) 燃油、润滑油消耗异常。燃油、润滑油消耗异常，也是一种故障症状。燃油消耗增多，一般为发动机工作不良或底盘（传动系、制动系）调整不当所致。

润滑油的消耗过甚，除了渗漏原因之外，多数是发动机存在故障，这时常常伴有加机油口处大量冒烟或脉动冒烟，排气烟色不正等现象，其原因主要是活塞与汽缸壁的配合间隙过大或活塞与汽缸壁有严重损伤。若发动机在工作中，润滑油的消耗量有增无减，可能是润滑系统中掺入冷却水或汽油。因此，燃油、机油消耗异常是发动机存在故障的一个重要标志。

(8) 有特殊气味。汽车在运行中，如有制动拖滞或离合器打滑等故障，则会散发出摩擦片的焦臭味；发动机过热或润滑油、制动液（带有真空增压器的液压制动系）燃烧时，会散发出一种特殊气味；电路短路、搭铁导致导线烧毁时，也会产生异味。行车中一经发觉车内有特殊气味，应立即停车并查明故障的位置。

(9) 汽车外观异常。将汽车停放在平坦场地上，检查其外形状况，如有横向或纵向歪斜等现象，即为外观异常，其原因多数是车架、车身、悬挂、轮胎等出现异常。汽车外观异常会引起方向不稳，行驶跑偏，重心转移，车轮吃胎等故障。

3. 汽车故障的变化规律

汽车故障的变化规律是指汽车故障率随行驶里程的变化规律。

汽车故障率是指使用达到某行驶里程的汽车，在单位行驶里程内发生故障的概率，也称失效率或故障程度。它是衡量汽车可靠性的一个重要参数，体现了汽车在使用中丧失工作能力的程度。

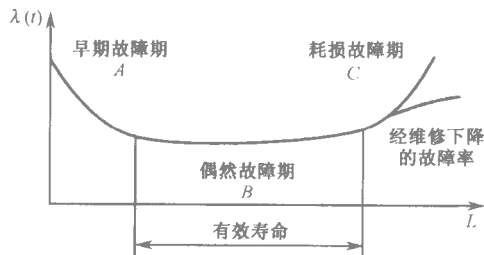


图 1.1 汽车故障变化规律曲线

在正常的使用和维护条件下，汽车故障率 $\lambda(t)$ 与行驶里程 L 之间的关系呈“浴盆”形曲线，如图 1.1 所示。由图可见，汽车故障变化规律呈现出三个明显的阶段：

(1) 早期故障期。早期故障期相当于汽车的磨合期。因初期磨损量较大，所以故障率较高，但随着行驶里程增加而逐渐下降。

(2) 随机故障期或偶然故障期。在随机故障期，汽车故障的发生是随机性的，没有一种特定的故障在起主导作用，多由于使用不当、操作疏忽、润滑不良、维护欠佳，以及材料内部隐患或工艺和结构缺陷等偶然因素所致。在此期间，汽车或总成处于最佳状态，其故障率低而稳定，其对应的行驶里程一般称为汽车的有效寿命。

(3) 耗损故障期。在耗损故障期，由于零件磨损量急剧增加，大部分零件老化耗损严重，特别是大多数受交变载荷作用而极易磨损的零件已经老化，因而故障率急剧上升，出现大量故障，若不及时维修，将导致汽车或总成报废。因此，必须把握好耗损点，制定合理的维修周期。

由上述可知，早期故障期和随机故障期所对应的行驶里程即为汽车的修理周期或称为修理间隔里程。

1.3 汽车故障的诊断方法

在汽车故障诊断中，可以采用人工经验诊断的方法，也可以采用仪器设备诊断的方法，或者两种方法兼用。

1. 人工经验诊断法

人工经验诊断汽车故障的特点是不需要任何仪表器具或其他条件，在任何场合下都可以进行，特别是对汽车运行中出现的随机故障，它仍不失为一种行之有效的诊断方法。然而，它只能对故障进行定性的分析，而对于因诸多因素导致的复杂故障则诊断困难，诊断的准确与快慢取决于诊断技术人员的技术水平。人工经验诊断法经过不断地积累、总结和完善的，已朝着人工智能分析、逻辑推理的方向发展。在使用本方法时，一般应先了解汽车的使用和维护情况，搞清故障特征及其伴随现象，然后由简到繁、由表及里进行推理分析，做出判断。其诊断方法大致分为问、看、听、嗅、触、试等六种。

(1) 问，就是了解汽车的使用和维护情况。除驾驶员诊断自己驾驶的车辆之外，其他人在诊断前，必须先了解情况，包括车辆的已行驶里程、使用条件、近期维护情况、故障的预兆，以及故障是渐变还是突变等，此外，车辆的技术档案是一个重要的调查资料和依据。即便是有丰富经验的诊断人员，若不先问清情况就着手诊断，也难免出现错误诊断。

(2) 看，就是观察。首先要观察汽车的日常维护情况。例如，有无油或水泄漏，有无连接松动，排气颜色是否正常，空气滤清器有无被堵塞，车轮有无吃胎等，这些症状都可一目了然，而且许多重大故障都起因于此。

(3) 听，就是凭听觉判断汽车或总成在工作时有无异响。若有，应确定其部位和原因。

(4) 嗅，就是凭汽车或总成在运转时所发出的某些特殊气味来判断故障的位置。这对于诊断电气线路、离合器、制动器等摩擦部位的故障，是简便有效的。

(5) 触，就是用手触试可能产生故障的部位，判断其工作是否正常。如传动轴中的轴承外壳、制动鼓、轮毂等装配过紧或制动器拖滞均将引起温度升高，通过用手触试相关部位即可查明故障部位。又如，触试柴油机高压油管的脉动情况，即可大致了解各缸的供油情况。

(6) 试，就是试验验证。例如，用单缸断火（油）法判定发动机产生某些异响的部位；突然加速查听异响的变化；用试换零件法，找出故障的部位；在道路试验中，根据加速性能、滑行距离判断发动机的动力性和底盘的调整润滑情况。

对于以上六种方法，在诊断中可交替地灵活运用，但作为了解情况的“问”，则是必不可少的。

人工经验诊断法不需要专用的仪器设备，投资少，见效快；但诊断速度慢，准确性差，不能进行定量分析，需要诊断人员有较高的技术水平。人工经验诊断法多适用于中小型维修企业和运输企业，虽然有一定的缺点，但它在相当长的时期内仍有十分重要的实用价值，即使普遍使用现代仪器设备进行故障诊断，也不能完全脱离人工经验诊断法。近年来刚刚起步研制的专家诊断系统，也是把人脑的分析、判断功能通过计算机语言变成微机的分析、判断功能。所以，不能轻视人工经验诊断法，更不能忽视其实用性。

2. 仪器设备诊断法

仪器设备诊断法是在传统的人工经验诊断法的基础上随着社会和科学技术的进步，逐渐发展起来的。与人工经验诊断法相比较，其不同点在于：一是要借助于仪器；二是将检查

结果定量化了。

目前可供利用的仪器设备有：万用表、点火正时灯、汽缸压力表、真空表、油压表、声级计、流量计、油耗仪、示波器、汽缸漏气量检测仪、曲轴箱窜气量检测仪、气体分析仪、烟度计，以及功能比较齐全的测功机、四轮定位仪、制动试验台、侧滑试验台、发动机综合检测仪、底盘测功机等等。这些仪器设备给人们提供了可靠的工具，使汽车故障诊断从定性诊断发展为定量诊断。

现代仪器设备诊断法具有检测速度快，准确性高，能定量分析，可实现快速诊断等优点，而且采用微机控制的现代电子仪器设备能自动分析、判断、存储并打印出汽车各项性能参数。但其缺点是投资大，需有专用厂房，需要培训操作人员，检测成本高等。这种诊断方法适用于汽车检测站和大中型维修企业。使用现代仪器设备诊断法是汽车诊断与检测技术发展的必然趋势。

复习思考题

1. 什么是汽车故障？汽车故障怎样分类？
2. 什么原因会造成汽车的人为故障？
3. 举例说明汽车各总成有故障时会产生哪些症状。
4. 汽车故障有什么变化规律？
5. 对汽车故障进行人工诊断时可采用哪几种方法？

第 2 章 化油器式汽油发动机故障诊断

发动机是汽车的心脏，汽车的动力性、经济性、可靠性以及排气净化性等性能都直接和发动机有关。汽油发动机的常见故障有发动机不能发动，怠速不良，发动机无力、过热、润滑不良以及有异响等。由于它结构复杂，工作条件又很不稳定，经常受转速与负载的交变影响，它的某些零件还要在高温、高压及冲击等恶劣条件下工作，所以，它产生故障的比率最高，必须及时诊断、检测和排除发动机故障，才能保证汽车的动力性、经济性和可靠性。

2.1 发动机不能发动

发动机不能发动主要表现为：起动机不能带动发动机运转，起动机能带动发动机运转但转动无力，起动机能带动发动机运转但不能发动等。前两者主要与起动系故障（参见第 6 章）或发动机内部机械故障有关，而第三者则常与点火系、供给系和发动机内部机械故障（即通常所说的油路、电路和机械综合故障）有关。在进行故障诊断时，一般应先检查起动系、点火系，再检查供给系，最后检查发动机内部机械故障。

2.1.1 点火系故障诊断

目前汽车使用的点火系主要有传统点火系、电子点火系和微机控制点火系。下面分别介绍化油器式汽油发动机常用的传统点火系和电子点火系的故障诊断方法。

1. 传统点火系故障诊断

传统点火系的组成如图 2.1 所示。它由蓄电池、点火线圈、分电器（断电器和配电器）、点火开关和火花塞等组成。

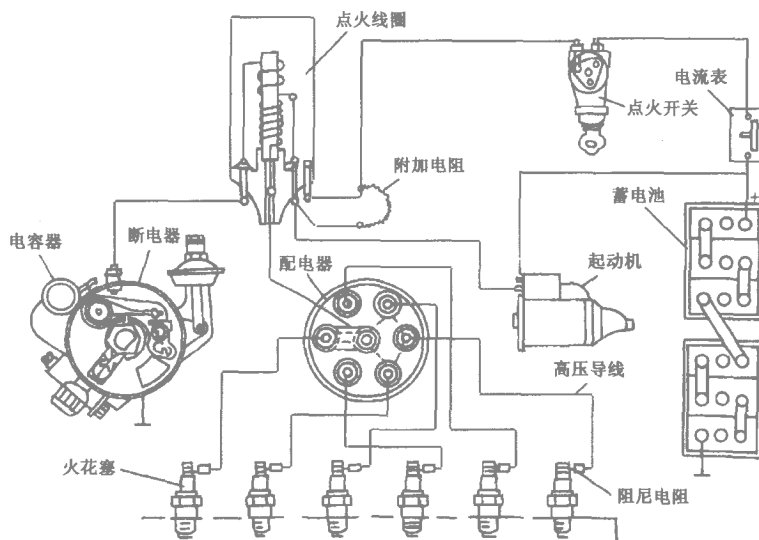


图 2.1 传统点火系组成示意图

其工作原理是：接通点火开关，当发动机旋转时，分电器内的断电器的凸轮轴也随之转动，断电器的触点交替地闭合和打开。在触点闭合时，点火线圈初级绕组中有电流通过，且逐渐增大。当触点打开时，在次级绕组中产生 15~25 kV 的高压电，经配电器按发动机点火顺序将高压电分配给各汽缸的火花塞，产生电火花。诸如解放 CA10D、东风 EQ1090 等车型均采用传统点火系。

当传统点火系发生故障时，应首先判断故障是在低压电路还是在高压电路，其方法是：接通点火开关，起动发动机，观察电流表，如电流表指针指示放电为 3~5 A 并间歇地摆回零位，表示低压电路良好，故障在高压电路。如电流表指示为零或者指示放电为 3~5 A 且不摆回零位，或者指示大电流放电，则表示低压电路有故障。

(1) 低压电路断路。

故障现象：电流表指示为零且不动，不做间歇摆动；发动机不能起动。

故障原因。

蓄电池存电量严重不足或其内部断路。

- 蓄电池接线柱与导线夹头、搭铁线松脱或接触不良。

点火开关断路。

附加电阻断路。

点火线圈的低压线圈断路（或接线处松脱）。

断电器触点的间隙过大或严重烧蚀、脏污。

- 低压电路的连接导线断路，或其接头松脱或接触不良。

故障诊断与排除。低压电路断路的故障原因和部位较多，贯穿于整个低压电路之中。因此，排除断路故障可采用逐点检查电压的方法进行检查，或采用分段短路（又称分段搭铁）试火的方法进行检查。低压电路断路的故障诊断流程如图 2.2 所示。

注意事项。

- 提倡采用试灯法或仪表（如万用表、电压表等）检测法诊断故障。

采用搭铁试火法诊断故障时，应注意安全。

(2) 低压电路对地短路。

故障现象：打开点火开关，电流表指针指示放电且在 3~5 A 的位置不动；用起动机起动发动机时，电流表指示放电略有增加，发动机不能起动。

故障原因。

点火线圈的初级线圈至断电器触点间接地短路。

电容器接地短路。

断电器触点不能张开。

故障诊断与排除。低压电路对地短路的故障诊断流程如图 2.3 所示。

(3) 低压电路短路。

故障现象：打开点火开关并摇转曲轴，电流表指示 10 A 以上大电流放电，指针在 10 A 左右不摆动。

故障原因。

点火开关内部接地短路。

点火开关至点火线圈电源接线柱间的导线或接线柱接地短路。

点火开关至组合继电器间的导线或接线柱接地短路。

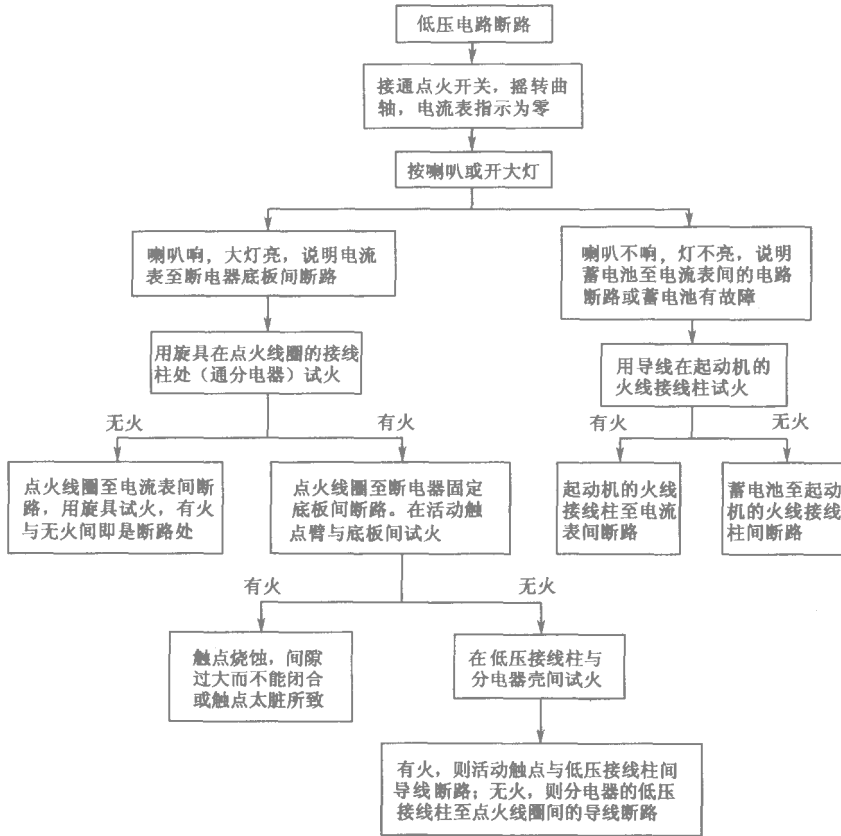


图 2.2 低压电路断路的故障诊断流程图

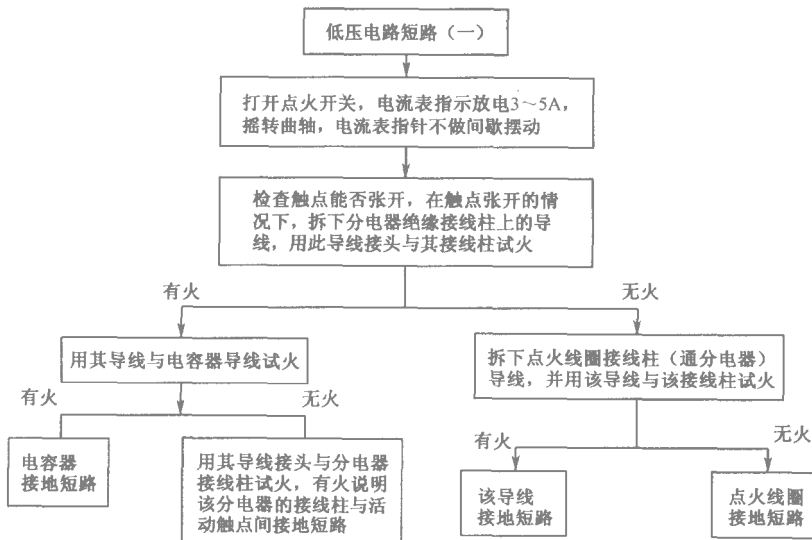


图 2.3 低压电路对地短路的故障诊断流程图

故障诊断与排除。低压电路短路的故障诊断流程如图 2.4 所示。

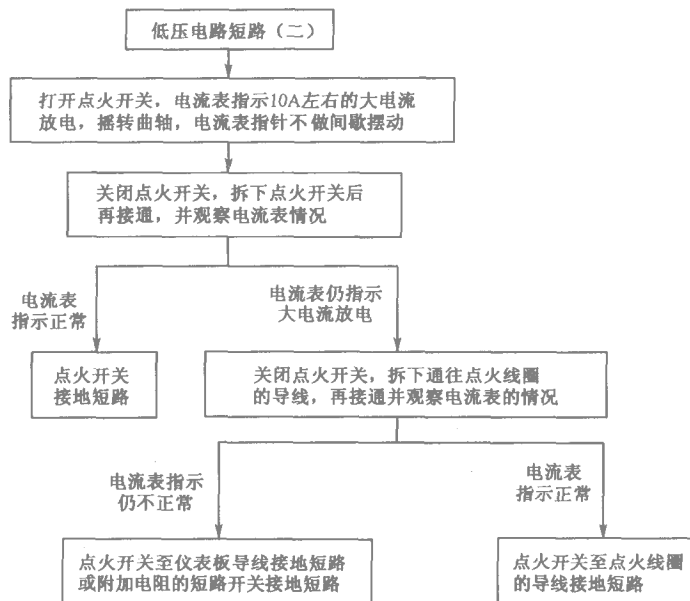


图 2.4 低压电路短路的故障诊断流程图

注意事项。

- 发现大电流放电故障后，应立即切断电源，以免烧坏线束或用电设备。
- 排除此故障时应灵活运用。发生故障处的电源线常常会有焦臭或过热的现象，一般可通过触摸发现故障部位，不必再反复接通电源。

(4) 高压电路故障。

故障现象：打开点火开关，起动发动机，电流表指针在 3~5 A 间做间歇摆动，但发动机无着火征兆，不能起动。

故障原因。

- 分火头被击穿。
- 点火线圈的中央高压线的插孔漏电。
- 中央高压线脱落或漏电。
- 高压线圈接地短路或断路。
- 分电器盖破裂或中央插孔有绝缘物。

故障诊断与排除。高压电路故障的诊断流程如图 2.5 所示。

2. 电子点火系故障诊断

电子点火系包括半导体辅助点火系和电子点火系。

半导体辅助点火系统的初级电流是由断电器的触点控制半导体三级管的导通和截止而产生的。由于断电器的触点对污染较敏感，特别是当分电器高速转动时，由于机械惯性的作用，该触点会产生跳震，使次级电压降低；同时，凸轮和触点臂胶木块的磨损会影响点火系的正常工作。所以，它已在现代轿车中较少被采用。

电子点火系由内含信号发生器和点火提前装置的分电器、点火控制器、点火线圈和火花塞等组成，如图 2.6 所示。

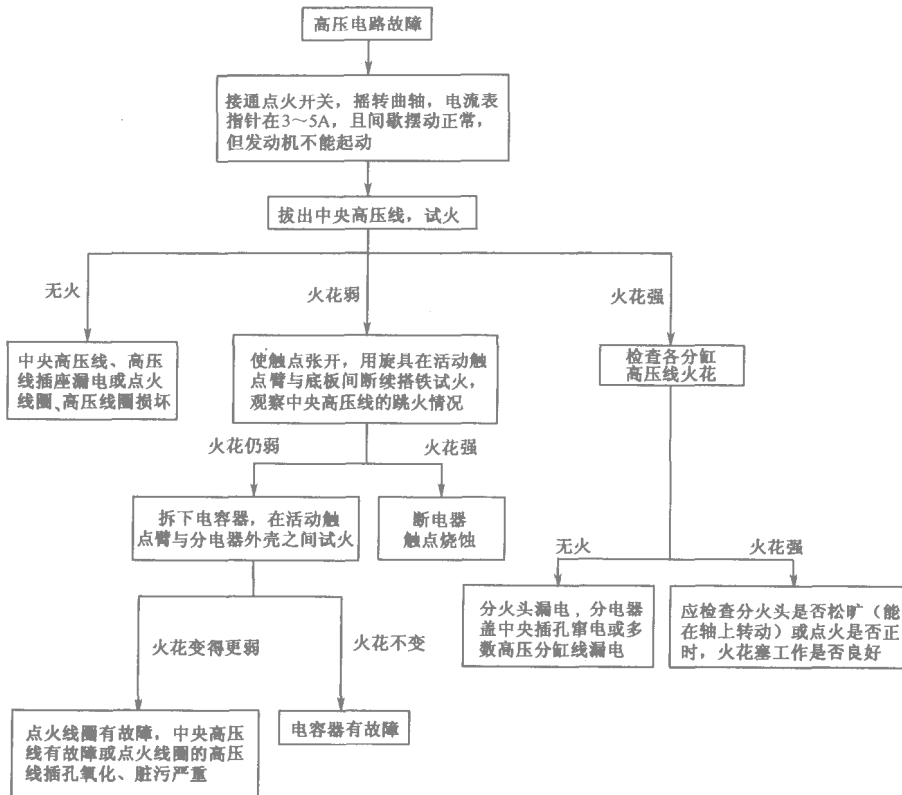


图 2.5 高压电路故障的诊断流程图

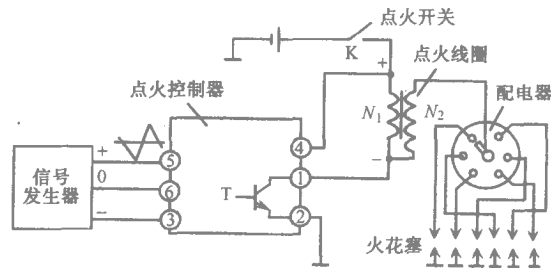


图 2.6 电子点火系的组成示意图

电子点火系的基本工作原理是：信号发生器转动时，其周围磁场发生变化，在传感器中产生电压信号。该信号经过点火控制器的放大、整形来控制末级大功率三极管的导通与截止，使点火线圈中的初级电流发生变化，并在次级绕组中感应出高压电。点火控制器中的闭合角（指在末级大功率三极管导通期间分电器转过的角度。该角度越大，三极管导通时间越长，初级电流越大）控制、恒流控制（高能点火线圈是利用减小初级绕组的电阻值来增加初级电流的，该电流较大，易烧坏末级大功率三极管，必须限制）性能使初级绕组的电流不论在发动机高速或低速运转时，都为一个定值，次级电压也为一个定值，从而提高了点火性能。采用电子点火系的代表车型有桑塔纳、奥迪、捷达等。

诊断电子点火系故障时，可首先判断故障在点火控制电路还是在高压电路：拔下配电器盖上的中央高压线，使高压线的端部距发动机的机体 $6\sim 8\text{ mm}$ ，起动发动机，观察高压线

的跳火情况。若能跳火，说明点火控制电路中的信号发生器、点火控制器、点火线圈正常，故障发生在高压电路；若不能跳火，说明故障发生在信号发生器、点火控制器、点火线圈等点火控制电路。

(1) 高压电路故障。若故障发生在高压电路，其检查方法与上述传统点火系相同，在此不再叙述。

(2) 点火控制电路故障。

故障现象：拔下配电器盖上的中央高压线，使高压线的端部距发动机的机体 $6\sim 8\text{ mm}$ ，起动发动机，高压线无跳火。

故障原因。

- 低压电路断路或搭铁不良。
- 点火开关有故障。
- 点火线圈有故障。
- 信号发生器有故障。
- 点火控制器有故障。

故障诊断与排除。若故障发生在点火控制电路，则应检查点火线圈、信号发生器、点火控制器。

- 点火线圈的检查。接通点火开关，不起动发动机，用万用表直流电压挡测量点火线圈“+”接线柱与搭铁间的电压值，检查是否等于蓄电池电压。若电压过低或为零，则应检查蓄电池以及蓄电池至点火线圈“+”接线柱之间的连接导线和熔断器。若电压等于蓄电池电压，则应断开点火开关，检查点火线圈的初、次级电阻是否符合规定。
- 信号发生器的检查。电子点火系常采用霍尔信号发生器。在点火线圈、点火控制器、连接导线工作良好的情况下可拔下配电器盖上的中央高压线，使高压线的端部距发动机的机体 $6\sim 8\text{ mm}$ ，转动发动机使霍尔信号发生器转子的缺口对正霍尔信号发生器。接通点火开关，用钢锯片插入霍尔信号发生器，然后迅速拔出钢锯片。若能跳火，说明霍尔信号发生器良好；否则说明霍尔信号发生器损坏。
- 点火控制器的检查。在点火线圈正常的情况下，将连接插头从点火控制器上拔下，将电压表接在如图 2.6 所示的端子 2 和 4 之间，然后接通点火开关，此时测得的电压值应与蓄电池的电压值相近；断开点火开关，重新将连接插头插在点火控制器上，然后拔下霍尔信号发生器上的插头，将电压表接在点火线圈“+”和“-”接线柱上并接通点火开关，此时，测得的电压值应不小于 2 V ，并在 $1\sim 2\text{ s}$ 后下降到零；快速将分电器的中央高压线拔出并搭铁，电压值应在瞬间上升到 2 V ；断开点火开关，将电压表接到点火控制器的端子 5 和 6 之间，接通点火开关，测得的电压值应不小于 5 V ，否则应更换点火控制器。

2.1.2 供给系故障诊断

供给系是根据发动机各种不同工作的要求，供给发动机所需浓度的可燃混合气，它既要保证发动机有足够的动力性，又要保证其能达到良好的燃油经济性及合格的排气净化性。供给系故障从表面看似很复杂，但其实质无非是堵、漏、坏，以及化油器特性失调等几种情况。一般按油路发生故障的部位可分为内、外油路两部分。内油路是指从化油器的进油口到化油器座这部分的油路，即化油器的内部。外油路是指从化油器的进油口至油箱的油路，即化油器的外部。图 2.7 给出了油路故障的常见部位。

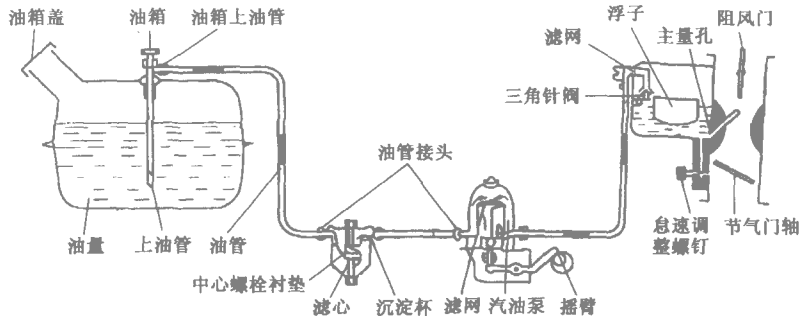


图 2.7 油路故障常见部位的示意图

1. 不来油或来油不畅故障

(1) 故障现象。

起动发动机时火花塞跳火正常，但发动机不能起动或起动后逐渐熄火。

多次踩加速踏板，发动机虽能勉强发动，但在加速时化油器有回火现象且发动机很快又熄火。

用汽油泵手柄泵油，待汽油充入化油器浮子室后，发动机仅运转很短的时间后就自动熄火。

(2) 故障原因。

油箱内无油或油面低于上油管孔的下口；油箱内的油管滤清网被堵塞或油箱盖上的空气阀被堵塞，致使汽油吸不上来。

上油管被堵塞或脱焊、有裂缝，油箱开关未打开或未完全打开，油管被堵塞、破裂或油管接头因松动而漏油、漏气。

汽油滤清器被堵塞。

汽油泵摇臂磨损严重而使内摇臂与外摇臂之间的间隙过大或摇臂折断，摇臂轴窜出，油杯衬垫漏气，滤网被堵塞，泵膜破裂，进油阀密封不良，泵膜弹簧过软或折断等，从而导致汽油泵失效。

化油器进油口滤网被堵塞或出油口被堵塞，进油针阀、浮子卡滞不能开启等。

⑥ 汽油中掺有水分，不易着火或不能燃烧，并在冬季结冰后被堵塞油路。

⑦ 汽车在高原或高温条件下行驶时产生气阻。

(3) 故障诊断与排除。不出油或出油不畅的故障诊断流程如图 2.8 所示。

2. 混合气过稀

(1) 故障现象。

发动机起动困难或起动后动力不足、行驶无力，但关小阻风门稍有好转；车速不易提高。

怠速不稳，容易熄火。

化油器有回火现象，有时排气管有放炮现象。

(2) 故障原因。

油管被堵塞、破裂、凹瘪或油管松动漏气。

化油器浮子室内的油面过低或主喷管的油孔部分被堵塞。

化油器及进、排气歧管的衬垫处漏气。

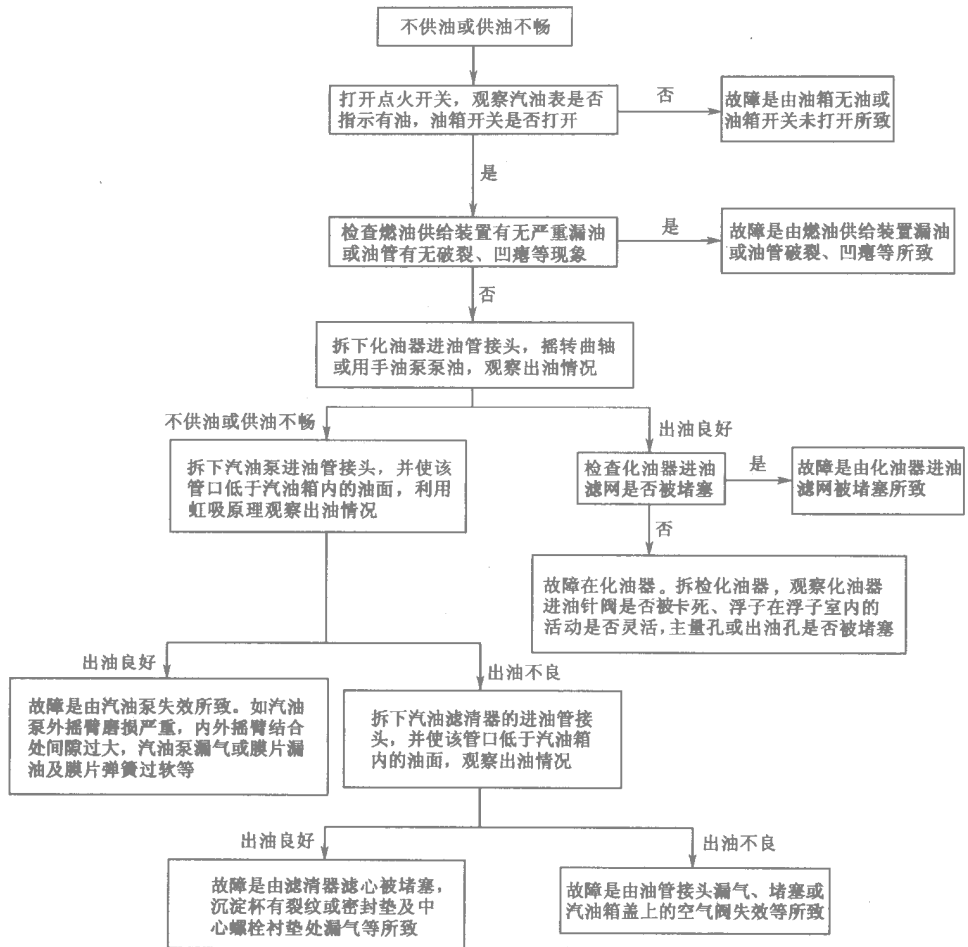


图 2.8 不来油或来油不畅的故障诊断流程图

汽油滤清器部分被堵塞或漏气。

汽油泵外摇臂磨损严重, 外摇臂与内摇臂接合处的间隙过大, 汽油泵漏气或膜片漏油, 膜片弹簧过软以及汽油泵与汽缸体之间的衬垫太厚或固定不牢。

(3) 故障诊断与排除。混合气过稀的故障诊断流程如图 2.9 所示。

3. 混合气过浓

(1) 故障现象。

发动机不易起动或起动后转速不稳, 动力不足, 加速困难。

发动机怠速运转不稳, 排气消声器发出无节奏的“突、突”声, 有时伴有放炮声并冒黑烟。

化油器的节气门轴、浮子室衬垫等处有油渗出。

发动机过热, 耗油量增加。

火花塞电极及燃烧室的积炭增加; 卸下火花塞, 在其电极表面可发现有潮湿的汽油。

(2) 故障原因。

化油器的进油针阀关闭不严或浮子破裂, 使浮子室内的油面过高。

浮子室内的油面调整得过高。

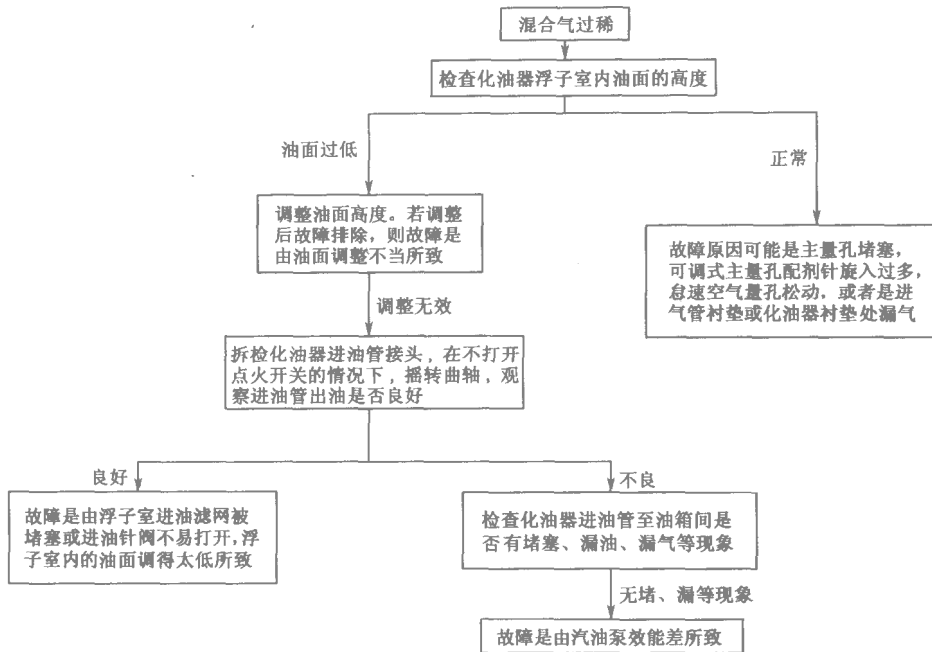


图 2.9 混合气过稀故障诊断流程图

化油器的阻风门不能完全打开或基本处于关闭状态。

空气滤清器因太脏而导致部分被堵塞。

主供油系统的主空气量孔、怠速空气量孔被堵塞。

⑥ 汽油泵的泵油压力过高。

⑦ 加浓装置失效。

(3) 故障诊断与排除。混合气过浓的故障诊断流程如图 2.10 所示。

2.1.3 机械故障诊断

若点火系、供给系工作良好, 发动机仍不能发动, 则为发动机内部机械故障。它通常是因缸压严重降低, 缸内进水或配气相位严重错乱等原因所致。

1. 故障原因

汽缸、活塞、活塞环严重漏气, 或活塞环黏结、卡滞、折断等。

气门与气门座间因磨损而漏气, 或因烧蚀、积炭、气门间隙过小等导致气门关闭不严而漏气。

汽缸垫烧蚀或密封不良。

汽缸体、汽缸盖有裂纹或因磨损而不平, 导致漏水、漏油和漏气。

配气相位严重错乱, 如配气机构磨损或修理装配不当, 正时齿轮轮毂、正时皮带(链)错位, 正时皮带跳齿等。

2. 故障诊断与排除

拆下火花塞, 检测各汽缸的压缩压力, 根据压力变化情况, 确定是汽缸活塞组有故障或气门座有故障, 还是缸体、缸盖、缸垫有故障。

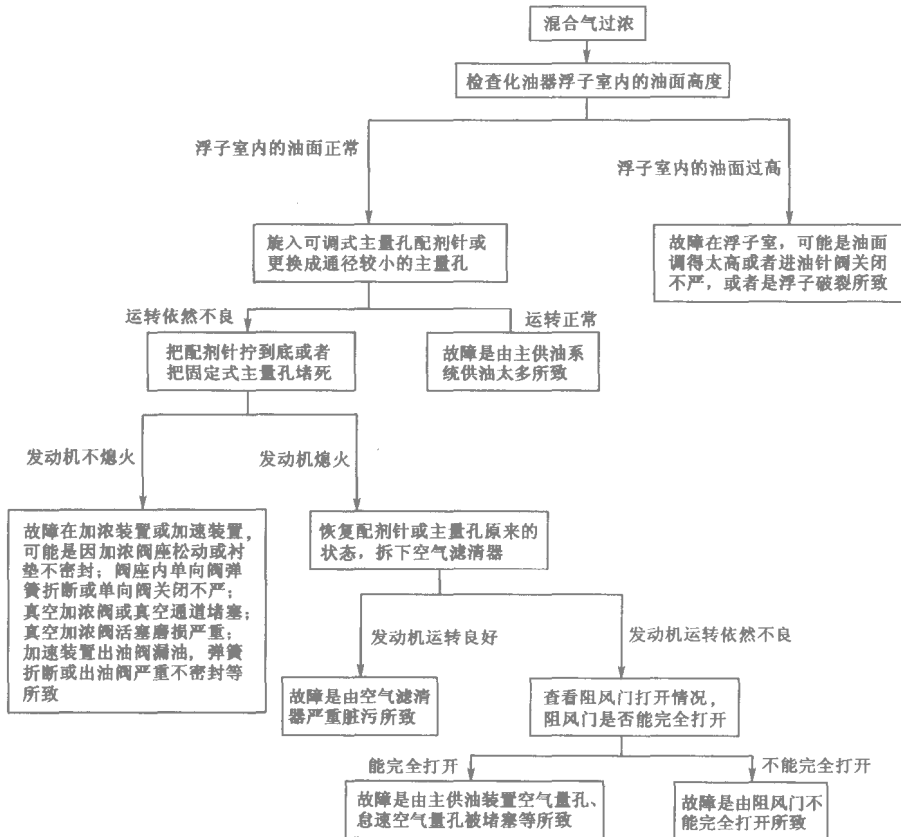


图 2.10 混合气过浓的故障诊断流程图

若在起动机开始转动的瞬间，缸压表指针上升很少，以后由低逐渐升高，但仍达不到标准压力，则可能是汽缸、活塞、活塞环处漏气。此时，可采用加机油法确诊，即向汽缸内加入适量机油（20 mL 左右），再重新检测缸压。若缸压在短时间内明显回升，即可确诊为汽缸、活塞、活塞环处漏气。也可在曲轴箱加机油口听诊，如可听到明显的窜气声，则说明这些地方漏气。

若在起动机开始转动的瞬间，缸压表指针上升很少，且缸压表读数一直很低，则可能是气门处漏气，可采用向汽缸注入压缩空气的方法确诊漏气部位。

若相邻两汽缸的压力均低且在发动机运转时化油器有回喷现象，则可确诊为汽缸垫损坏或缸体、缸盖接合面不平而导致严重漏气。若汽缸垫损坏部位与水道相通，则散热器会冒气泡，火花塞电极上会有水珠，甚至缸内会进水，曲轴箱内的机油呈现乳白色。

若上述部位均正常，缸压仍过低，则可能是配气相位错乱所致。这多为正时齿轮轮毂脱转，或正时皮带（链条）松旷（滑齿）或安装误差过大等原因造成气门关闭不严或不能正常开启所致。

3. 汽缸密封性检测

汽缸密封性可通过检测汽缸的压缩压力、曲轴箱窜气量、汽缸漏气量（率）及进气管真空度进行综合诊断。

(1) 汽缸的压缩压力的检测。

用缸压表检测。检测时应保证蓄电池的电压正常，发动机有足够的起动转速，节

气门和阻风门全部打开，发动机工作温度正常。对于电子点火式发动机，应拔掉中央高压线并将其搭铁，以防止电子元件被高压电击坏。对于装有燃油切断电磁阀的发动机，应拆开连接器。有条件时，可装设转速表进行检查。每缸可测量 3 次并将测量值与标准值进行对比，各缸缸压应不低于标准值的 85%，且各缸缸压差应不大于标准值的 3%（极限 10%）。如桑塔纳发动机的缸压为 1~1.3 MPa。

用汽缸压力测试仪检测。可采用压力传感器式汽缸压力测试仪、起动电流或起动电压降式汽缸压力测试仪、电感放电式汽缸压力测试仪检测汽缸压力。起动电流或起动电压降式汽缸压力测试仪的检测原理是：起动机带动发动机曲轴转动所需的转矩是起动机电流的函数，并与汽缸压力成正比。发动机起动时的阻力矩，主要是由曲柄连杆机构产生的摩擦力矩和各缸压缩行程受压空气的反力矩两部分组成的。可把前者认为是稳定的常数，而后者是随各缸汽缸压力变化的波动量。因此，起动电流的变化与汽缸压力的变化之间存在着对应关系，通过检测起动时某缸的起动电流，即可确定该缸的汽缸压力。通过检测起动电源——蓄电池的电压降，也可获得汽缸压力。这是因为起动机工作时，蓄电池端电压的变化取决于起动机电流的变化。当起动电流增大时，蓄电池端电压降低，即起动电流与电压降成正比。如前所述，起动电流与汽缸压力成正比，因此，起动时蓄电池的电压降与汽缸压力也成正比，通过检测蓄电池电压降是可以获得汽缸压力的。

(2) 曲轴箱窜气量的检测。曲轴箱窜气量一般用做辅助诊断，可用气体流量计对其进行检测。测量时，将曲轴箱密封（堵住机油尺口、曲轴箱通风进出口等），在加机油口处用橡胶管将漏窜气体导出并输入气体流量计进行检测。新发动机的曲轴箱窜气量一般在 30 L/min 以内，若超过 100~130 L/min，则应进行大修。注意，曲轴箱窜气量与发动机的转速和负荷（尤其是外部负荷）有关。

2.2 发动机怠速不良

发动机怠速运转是否良好，是发动机正常运转的标志之一。怠速不良的故障主要包括怠速熄火，怠速过高，怠速不稳及快怠速不良等。

2.2.1 怠速不良

发动机怠速不良时，应先按调整怠速的方式进行调整。如调整无效，则根据故障现象进行诊断。

1. 怠速熄火（无怠速）

(1) 故障现象。

发动机起动后，加速踏板不能完全放松，否则就会熄火。

怠速运转不稳，容易熄火。

汽车停驶时怠速良好，但在行驶时换挡手柄拨至空挡，发动机就会熄火。

(2) 故障原因。

化油器的怠速调整螺钉调整不当。

化油器节气门的下方（包括化油器各衬垫、进气管衬垫处）漏气。

怠速量孔、怠速空气量孔及怠速油道被堵塞。