



国家级职业教育规划教材

高等职业教育汽车运用与维修专业教材

# 汽车发动机 构造与维修

(第二版)

- 主 编 姜 勇 高 寒
- 副主编 刘彦成 娄万军
- 主 审 冷传广

QICHE FADONGJI GOUZAO YU WEIXIU



中国劳动社会保障出版社





国家级职业教育规划教材

高等职业教育汽车运用与维修专业教材

# 汽车发动机 构造与维修

(第二版)

- 主 编 姜 勇 高 寒
- 副主编 刘彦成 姜万军
- 主 审 冷传广

QICHE FADONGJI GOUZAO YU WEIXIU



中国劳动社会保障出版社



**图书在版编目(CIP)数据**

汽车发动机构造与维修/姜勇,高寒主编. —2版. —北京:中国劳动社会保障出版社,  
2009

高等职业教育汽车运用与维修专业教材

ISBN 978-7-5045-7767-2

I. 汽… II. ①姜…②高… III. ①汽车-发动机-构造-高等学校:技术学校-教材  
②汽车-发动机-车辆修理-高等学校:技术学校-教材 IV. U472.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 027692 号

**中国劳动社会保障出版社出版发行**

(北京市惠新东街1号 邮政编码:100029)

出 版 人:张梦欣

北京谊兴印刷有限公司印刷装订 新华书店经销  
787毫米×1092毫米 16开本 22.25印张 498千字  
2009年3月第2版 2009年3月第1次印刷

定价:39.00元

读者服务部电话:010-64929211

发行部电话:010-64927085

出版社网址:<http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话:010-64954652

# 编 委 会

(按姓氏笔画)

主任委员 刘 锐 张 浩

副主任委员 王 宇 屠卫星

委 员 归艳荣 刘利胜 刘跃国 刘 锋

朱学军 冷传广 张 汛 姜 勇

郭 玲 黄秋平 黄 斌 戴 强

## 内 容 简 介

---

本书共分为十章，主要包括：维修基础、发动机工作原理、曲柄连杆机构、配气机构、冷却系、润滑系、汽油机燃料供给系、柴油机燃料供给系、发动机总装与验收、发动机综合故障诊断与实例等知识。是从理论到结构，然后到维修的方式循序渐进地进行介绍。

本书可作为高职高专院校汽车检测与维修专业、汽车运用技术专业等学生用教材，也可供本科及相关专业师生作为教辅教材，也可供汽车维修、汽车运输等工程技术人员自学和作为参考用书。

本书由吉林交通职业技术学院姜勇、高寒任主编，由吉林交通职业技术学院刘彦成、娄万军任副主编；河南交通职业技术学院冷传广任主审。吉林交通职业技术学院张万春、徐艳参编，长春通立汽车销售服务有限公司技术经理耿金兵参加了编写工作，并提出宝贵的意见和建议。

本书在编写过程中，得到同行、汽车维修企业以及兄弟院校给予的大力支持和帮助，在此一并致以衷心感谢！

# 前 言

为了贯彻《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》以及《关于实施职业院校制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程的通知》的精神，推动高职院校教材建设，满足职业教育改革发展的需要，人力资源和社会保障部教材办按照《汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训方案》，结合《国家职业标准》的要求，组织开发了这套教材。

本套教材具有以下特点：

1. 能力目标定位准确。本套教材的编写以汽车运用与维修行业人才的技能需求为基本依据，面向汽车后市场相关企业各岗位，以提高学生的职业实践能力和职业素养为宗旨，倡导以学生为本位的教育培训理念，突出职业教育特色，着力提高学生的操作技能和技术服务能力。

2. 内容选择注重先进性和前瞻性。本套教材内容的选择注重汽车制造与维修行业最新的技术发展，突出专业领域的新知识、新技术、新工艺和新方法，克服专业教学存在的内容陈旧，更新缓慢，片面强调学科体系完整的弊端，实现教材的基础性和先进性的统一。

3. 教材体系结构灵活，适合大多数学校的教学模式。本套教材采用“大专业化，小专门化”的体系结构，力求在学习内容、教学组织、教学评价等方面给教师和学生提供选择和创新的空間，构建开放式的课程体系，用本专业职业能力结构中的通用部分构筑能力平台，用若干专门化部分适应各地方学校的实际教学需要。

4. 借鉴国内外同类优秀教材的编写模式，更适合于该专业师生使用。本系列教材坚持理论与实践相结合，在讲述原理的过程中，穿插进行故障现象分析、原因推断、位置确定以及排除的一般步骤和方法的教授，教材中各章包括有“技术提示”“安全提示”“常见问题”“故障诊断”等栏目，不但丰富了知识点，而且有助于锻炼学生解决实际问题的能力。

该系列教材不但适合于汽车运用与维修高职院校的教学用书，而且还可供技能鉴定和维修企业员工培训、自学使用。

# 目 录

|                       |        |
|-----------------------|--------|
| 第一章 维修基础 .....        | ( 1 )  |
| 第一节 发动机概述 .....       | ( 1 )  |
| 一、发动机的分类 .....        | ( 1 )  |
| 二、发动机的编号 .....        | ( 2 )  |
| 第二节 汽车维修基础 .....      | ( 4 )  |
| 一、汽车维护基础 .....        | ( 4 )  |
| 二、汽车修理基础 .....        | ( 6 )  |
| 三、常用工具 .....          | ( 11 ) |
| 复习思考题 .....           | ( 16 ) |
| 第二章 发动机工作原理 .....     | ( 17 ) |
| 第一节 概述 .....          | ( 17 ) |
| 一、发动机的总体构造 .....      | ( 17 ) |
| 二、基本名词术语 .....        | ( 20 ) |
| 三、四冲程发动机的基本工作原理 ..... | ( 21 ) |
| 第二节 发动机的性能指标 .....    | ( 23 ) |
| 一、指示性能指标 .....        | ( 23 ) |
| 二、有效性能指标 .....        | ( 24 ) |
| 三、其他性能指标 .....        | ( 25 ) |
| 四、机械损失 .....          | ( 25 ) |
| 第三节 发动机的换气过程 .....    | ( 27 ) |
| 一、四冲程发动机的充气效率 .....   | ( 27 ) |
| 二、提高充气效率的措施 .....     | ( 28 ) |
| 第四节 汽油机的燃烧过程 .....    | ( 29 ) |
| 一、汽油 .....            | ( 29 ) |
| 二、汽油机混合气的形成 .....     | ( 29 ) |
| 三、汽油机的燃烧过程 .....      | ( 30 ) |
| 四、汽油机燃烧室 .....        | ( 33 ) |
| 第五节 柴油机的燃烧过程 .....    | ( 33 ) |
| 一、柴油 .....            | ( 33 ) |
| 二、柴油机混合气的形成 .....     | ( 33 ) |

|                         |        |
|-------------------------|--------|
| 三、柴油机的燃烧过程 .....        | ( 34 ) |
| 四、柴油机燃烧过程的影响因素 .....    | ( 35 ) |
| 五、异常喷射现象 .....          | ( 37 ) |
| 六、柴油机燃烧室 .....          | ( 37 ) |
| 第六节 发动机特性 .....         | ( 39 ) |
| 一、发动机的负荷特性 .....        | ( 39 ) |
| 二、发动机的速度特性 .....        | ( 41 ) |
| 三、发动机的万有特性 .....        | ( 43 ) |
| 复习思考题 .....             | ( 43 ) |
| <b>第三章 曲柄连杆机构</b> ..... | ( 45 ) |
| 第一节 机体组 .....           | ( 45 ) |
| 一、气门室罩 .....            | ( 45 ) |
| 二、气缸盖 .....             | ( 45 ) |
| 三、缸盖衬垫 .....            | ( 47 ) |
| 四、机体 .....              | ( 47 ) |
| 五、主轴承盖 .....            | ( 51 ) |
| 六、油底壳 .....             | ( 52 ) |
| 七、发动机的支撑 .....          | ( 53 ) |
| 第二节 活塞连杆组 .....         | ( 54 ) |
| 一、活塞 .....              | ( 54 ) |
| 二、活塞环 .....             | ( 60 ) |
| 三、活塞销 .....             | ( 64 ) |
| 四、连杆 .....              | ( 66 ) |
| 五、连杆轴瓦 .....            | ( 68 ) |
| 第三节 曲轴飞轮组 .....         | ( 69 ) |
| 一、曲轴 .....              | ( 69 ) |
| 二、平衡机构 .....            | ( 73 ) |
| 三、曲轴扭转减振器 .....         | ( 73 ) |
| 四、飞轮 .....              | ( 73 ) |
| 第四节 曲柄连杆机构的维护 .....     | ( 76 ) |
| 一、气缸压缩压力的检测 .....       | ( 76 ) |
| 二、积炭的清除 .....           | ( 78 ) |
| 第五节 曲柄连杆机构的检修 .....     | ( 79 ) |
| 一、气缸体的清洗 .....          | ( 79 ) |
| 二、气缸体、气缸盖的检修 .....      | ( 79 ) |
| 三、缸盖衬垫的更换 .....         | ( 84 ) |
| 四、活塞连杆组的检修 .....        | ( 84 ) |

|                  |       |
|------------------|-------|
| 五、曲轴飞轮组的检修       | (91)  |
| 第六节 曲柄连杆机构的故障诊断  | (95)  |
| 一、曲柄连杆机构的常见异响    | (95)  |
| 二、拉缸             | (97)  |
| 三、缸盖衬垫烧蚀         | (98)  |
| 四、气缸漏气           | (99)  |
| 复习思考题            | (100) |
| <b>第四章 配气机构</b>  | (102) |
| 第一节 概述           | (102) |
| 一、功用与组成          | (102) |
| 二、配气机构的分类        | (103) |
| 三、配气相位与配气相位图     | (106) |
| 第二节 配气机构的主要结构    | (108) |
| 一、气门组            | (108) |
| 二、气门传动组          | (113) |
| 第三节 可变气门控制机构     | (121) |
| 一、VTEC 可变气门控制机构  | (121) |
| 二、VVT-i 可变气门控制机构 | (123) |
| 第四节 配气机构的维护      | (126) |
| 一、气门间隙的检查与调整     | (126) |
| 二、正时带的更换         | (127) |
| 第五节 配气机构的检修      | (128) |
| 一、气门的检修          | (128) |
| 二、气门座的检修         | (128) |
| 三、气门导管的检修        | (131) |
| 四、凸轮轴的检修         | (131) |
| 五、其他部件的检修        | (132) |
| 第六节 配气机构的故障诊断    | (132) |
| 一、气门脚响           | (132) |
| 二、正时齿轮响          | (133) |
| 三、气门座圈响          | (134) |
| 复习思考题            | (134) |
| <b>第五章 冷却系</b>   | (136) |
| 第一节 概述           | (136) |
| 一、冷却系的作用         | (136) |
| 二、冷却系的分类         | (136) |
| 三、冷却系的组成         | (137) |

|                      |       |
|----------------------|-------|
| 四、冷却液 .....          | (138) |
| 第二节 水冷系的主要结构 .....   | (138) |
| 一、水冷系的主要部件 .....     | (138) |
| 二、冷却强度的调节装置 .....    | (142) |
| 第三节 冷却系的维护 .....     | (147) |
| 一、冷却系技术状况的变化 .....   | (147) |
| 二、风扇带松紧度的检查与调整 ..... | (147) |
| 三、冷却液的加注或更换 .....    | (147) |
| 第四节 冷却系的检修 .....     | (148) |
| 一、节温器的检测与更换 .....    | (148) |
| 二、水泵的检修 .....        | (149) |
| 三、散热器的检修 .....       | (149) |
| 四、风扇的检修 .....        | (150) |
| 第五节 冷却系的故障诊断 .....   | (150) |
| 一、冷却液消耗异常 .....      | (150) |
| 二、发动机过热 .....        | (151) |
| 三、发动机过冷 .....        | (151) |
| 复习思考题 .....          | (153) |
| <b>第六章 润滑系</b> ..... | (155) |
| 第一节 概述 .....         | (155) |
| 一、润滑系的作用 .....       | (155) |
| 二、润滑剂 .....          | (156) |
| 三、润滑方式 .....         | (157) |
| 四、润滑系的组成 .....       | (158) |
| 五、润滑系的油路 .....       | (158) |
| 第二节 润滑系的主要部件 .....   | (161) |
| 一、机油泵 .....          | (161) |
| 二、机油滤清器 .....        | (163) |
| 三、机油散热器与机油冷却器 .....  | (166) |
| 四、曲轴箱通风装置 .....      | (166) |
| 第三节 润滑系的维护 .....     | (169) |
| 一、润滑系技术状况的变化 .....   | (169) |
| 二、润滑系的维护作业 .....     | (169) |
| 第四节 润滑系的检修 .....     | (170) |
| 一、机油泵的检修 .....       | (170) |
| 二、机油滤清器的检修 .....     | (172) |
| 第五节 润滑系的故障诊断 .....   | (172) |

|                               |       |
|-------------------------------|-------|
| 一、机油压力过低 .....                | (172) |
| 二、机油压力过高 .....                | (173) |
| 三、机油消耗过多 .....                | (174) |
| 四、机油变质 .....                  | (174) |
| 复习思考题 .....                   | (175) |
| <b>第七章 汽油机燃料供给系</b> .....     | (176) |
| 第一节 概述 .....                  | (176) |
| 一、汽油机燃料供给系的类型 .....           | (176) |
| 二、电控汽油喷射式燃料供给系统的组成和工作原理 ..... | (177) |
| 第二节 空气供给系统 .....              | (179) |
| 一、空气滤清器 .....                 | (179) |
| 二、空气流量计 .....                 | (179) |
| 三、节气门体 .....                  | (184) |
| 第三节 燃油输送系统 .....              | (187) |
| 一、燃油箱 .....                   | (188) |
| 二、燃油滤清器 .....                 | (188) |
| 三、燃油泵 .....                   | (188) |
| 四、喷油器 .....                   | (191) |
| 五、燃油压力调节器 .....               | (193) |
| 六、燃油分配管 .....                 | (194) |
| 第四节 电子控制系统 .....              | (195) |
| 一、电控单元 .....                  | (195) |
| 二、传感器 .....                   | (197) |
| 三、执行装置 .....                  | (208) |
| 第五节 集中控制系统 .....              | (212) |
| 一、燃油喷射的控制 .....               | (212) |
| 二、点火控制 .....                  | (215) |
| 三、怠速控制 .....                  | (217) |
| 四、排放控制 .....                  | (219) |
| 五、增压控制 .....                  | (222) |
| 六、汽车巡航控制 .....                | (222) |
| 第六节 自诊断系统 .....               | (224) |
| 一、自诊断系统的功能 .....              | (225) |
| 二、自诊断系统的工作原理 .....            | (226) |
| 三、自诊断系统的测试内容 .....            | (227) |
| 四、自诊断系统的测试方法 .....            | (227) |
| 第七节 电控系统检测的常用设备仪表 .....       | (231) |

|                             |              |
|-----------------------------|--------------|
| 一、数字式多功能电表 .....            | (231)        |
| 二、解码器 .....                 | (231)        |
| 三、示波器 .....                 | (232)        |
| 四、发动机性能综合分析仪 .....          | (233)        |
| 五、喷油器清洗机 .....              | (234)        |
| 六、燃油压力表 .....               | (234)        |
| 七、其他用具 .....                | (235)        |
| <b>第八节 电控系统的故障诊断 .....</b>  | <b>(236)</b> |
| 一、电控系统故障诊断的注意事项 .....       | (236)        |
| 二、电控系统故障诊断的基本程序 .....       | (237)        |
| 三、间歇故障诊断 .....              | (239)        |
| 四、无故障码故障的诊断 .....           | (240)        |
| 五、故障诊断表 .....               | (241)        |
| <b>第九节 电控系统主要部件检测 .....</b> | <b>(243)</b> |
| 一、传感器的检测 .....              | (243)        |
| 二、执行装置的检测 .....             | (248)        |
| 三、控制单元的检测 .....             | (253)        |
| <b>第十节 燃料供给系统的检修 .....</b>  | <b>(255)</b> |
| 一、燃油系统的清洗 .....             | (256)        |
| 二、燃油系统的压力检测 .....           | (257)        |
| 复习思考题 .....                 | (259)        |
| <b>第八章 柴油机燃料供给系 .....</b>   | <b>(262)</b> |
| <b>第一节 概述 .....</b>         | <b>(262)</b> |
| 一、柴油机燃料供给系的功用 .....         | (262)        |
| 二、柴油机燃料供给系的组成 .....         | (263)        |
| <b>第二节 喷油器 .....</b>        | <b>(264)</b> |
| 一、孔式喷油器 .....               | (264)        |
| 二、轴针式喷油器 .....              | (266)        |
| <b>第三节 喷油泵 .....</b>        | <b>(268)</b> |
| 一、喷油泵的分类 .....              | (268)        |
| 二、直列柱塞泵（A 型泵） .....         | (268)        |
| 三、分配式喷油泵 .....              | (273)        |
| 四、喷油泵的驱动与供油时刻的调整 .....      | (277)        |
| <b>第四节 调速器 .....</b>        | <b>(280)</b> |
| 一、调速器的作用 .....              | (280)        |
| 二、两速调速器 .....               | (280)        |
| 三、全速调速器 .....               | (283)        |

|                            |       |
|----------------------------|-------|
| 第五节 辅助装置 .....             | (286) |
| 一、输油泵 .....                | (286) |
| 二、柴油滤清器 .....              | (287) |
| 第六节 柴油机电控燃油喷射系统 .....      | (287) |
| 一、柴油机电控系统的组成 .....         | (288) |
| 二、柴油机电控系统的分类 .....         | (289) |
| 第七节 燃料供给系统的维修 .....        | (302) |
| 一、柴油滤清器的维护 .....           | (302) |
| 二、输油泵的检修 .....             | (302) |
| 三、柱塞式喷油泵的检修 .....          | (303) |
| 四、VE 型分配泵的检修 .....         | (307) |
| 五、喷油器的检修 .....             | (309) |
| 六、供油正时的检查与调整 .....         | (310) |
| 七、燃料供给系统的排气 .....          | (312) |
| 第八节 燃料供给系统常见故障的诊断与排除 ..... | (312) |
| 一、发动机起动困难 .....            | (312) |
| 二、发动机动力不足 .....            | (314) |
| 三、发动机工作粗暴 .....            | (316) |
| 四、发动机飞车 .....              | (317) |
| 五、发动机怠速不稳 .....            | (319) |
| 第九节 电控燃油喷射系统的故障诊断与维修 ..... | (319) |
| 一、诊断的基本原则和维修的注意事项 .....    | (319) |
| 二、故障自诊断系统 .....            | (319) |
| 三、读取故障码 .....              | (321) |
| 四、柴油机电控系统的常见故障 .....       | (321) |
| 复习思考题 .....                | (322) |
| <b>第九章 发动机总装与验收</b> .....  | (323) |
| 第一节 发动机总装 .....            | (323) |
| 一、发动机总装前的准备 .....          | (323) |
| 二、发动机总装的要求 .....           | (324) |
| 三、发动机总装的一般程序 .....         | (324) |
| 第二节 发动机磨合与验收 .....         | (325) |
| 一、磨合的目的 .....              | (325) |
| 二、影响磨合的因素 .....            | (325) |
| 三、磨合的过程 .....              | (326) |
| 四、发动机总成大修验收的技术要求 .....     | (326) |
| 复习思考题 .....                | (327) |

|                               |       |
|-------------------------------|-------|
| <b>第十章 发动机综合故障诊断与实例</b> ..... | (328) |
| <b>第一节 发动机综合故障诊断</b> .....    | (328) |
| 一、发动机综合故障诊断的原则 .....          | (328) |
| 二、发动机综合故障诊断的方法 .....          | (329) |
| 三、发动机常见故障的诊断 .....            | (329) |
| <b>第二节 发动机故障诊断实例</b> .....    | (333) |
| 一、发动机怠速抖动 .....               | (333) |
| 二、发动机打不着火 .....               | (334) |
| 三、高速收油时发动机熄火 .....            | (334) |
| 四、发动机工作抖动 .....               | (335) |
| 五、耗油量大 .....                  | (335) |
| 六、发动机在工作时抖动，怠速不稳 .....        | (336) |
| 七、发动机怠速不稳 .....               | (336) |
| 八、发动机不能起动 .....               | (337) |
| 九、发动机在运行中熄火 .....             | (337) |
| 十、发动机无法起动 .....               | (338) |
| 十一、发动机加速严重无力 .....            | (338) |
| <b>参考文献</b> .....             | (340) |

# 第一章 维修基础

## 学习目标

1. 记忆发动机的分类及编号方法
2. 掌握汽车维修基础知识
3. 能正确使用汽车维修常用工具

## 第一节 发动机概述

发动机是由多个机构和系统组成的复杂机器，是用来驱动汽车行驶的动力装置，同时也带动汽车其他辅助设备（如电器设备等）。

### 一、发动机的分类

#### 1. 按使用燃料分类

内燃机按照所使用燃料的不同，可以分为汽油机和柴油机。以汽油为燃料的内燃机称为汽油机，以柴油为燃料的内燃机称为柴油机。汽油机与柴油机各有特点，汽油机转速高，质量小，噪声小，起动容易，制造成本低；柴油机压缩比大，热效率高，经济性能和排放性能都比汽油机好。

#### 2. 按实现循环的行程数分类

内燃机按照完成一个工作循环所需的行程数，可分为四冲程内燃机和二冲程内燃机。曲轴转两圈（ $720^\circ$ ），活塞在气缸内上下往复运动四个行程，完成一个工作循环的内燃机称为四冲程内燃机；曲轴转一圈（ $360^\circ$ ），活塞在气缸内上下往复运动两个行程，完成一个工作循环的内燃机称为二冲程内燃机。目前，汽车发动机广泛使用四冲程内燃机。

#### 3. 按冷却方式分类

内燃机按照冷却方式不同，可以分为水冷内燃机和风冷内燃机。水冷内燃机是利用在气缸体和气缸盖冷却水套中进行循环的冷却液作为冷却介质进行冷却的，而风冷内燃机是利用流动于气缸体与气缸盖外表面散热片之间的空气作为冷却介质进行冷却的。水冷内燃机冷却均匀，工作可靠，冷却效果好，被广泛地应用于现代车用发动机。

4. 按点火方式分类

(1) 压燃式内燃机：利用气缸内空气被压缩后产生的高温，使燃油自燃，如柴油机。

(2) 点燃式内燃机：利用火花塞发出的电火花强制点燃燃料，使燃料着火燃烧，如汽油机、煤气机。

5. 按照气缸排列方式分类

内燃机按照气缸排列方式不同，可以分为单列式和双列式。单列式发动机的各个气缸排成一列，一般是垂直布置的，但为了降低高度，有时也把气缸布置成倾斜的甚至水平的；双列式发动机的各气缸排成两列，若两列之间夹角小于  $180^\circ$ （一般为  $90^\circ$ ）称为 V 型发动机，若两列之间夹角为  $180^\circ$  称为对置式发动机。

6. 按可燃混合气形成的方法分类

(1) 外部形成混合气的内燃机：燃料和空气在气缸外先混合，然后进入气缸，如使用化油器的汽油机。

(2) 内部形成混合气的内燃机：燃料在临近压缩终了时才喷入气缸，在气缸内与空气混合，如柴油机。

7. 按进气方式分类

内燃机按照进气系统是否采用增压方式，可以分为自然吸气（非增压）式内燃机和强制进气（增压式）式内燃机。汽油机常采用自然吸气式，柴油机为了提高功率有时采用强制进气式。

二、发动机的编号

为了便于内燃机的生产管理和使用，国家标准（GB 725—1991）《内燃机产品名称和型号编制规则》对内燃机的名称和型号作了统一规定。

1. 内燃机的名称和型号

内燃机均按所使用的燃料命名，例如汽油机、柴油机、煤气机等。内燃机型号由阿拉伯数字、汉语拼音字母和 GB 1883 中关于气缸布置所规定的象形字符号组成。

2. 内燃机型号组成

如图 1—1 所示，内燃机型号由以下四部分组成。

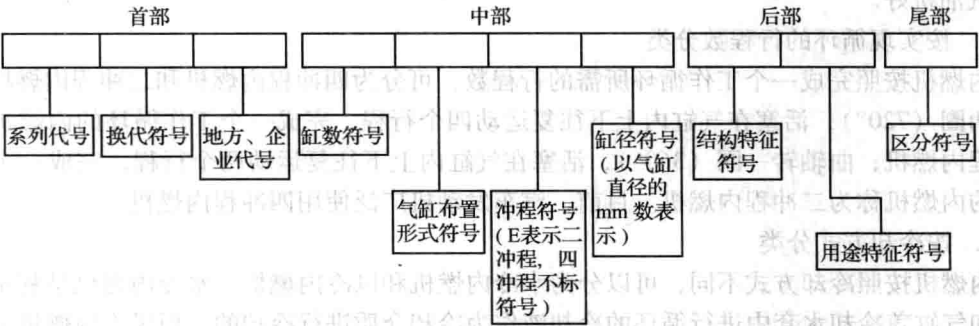


图 1—1 内燃机型号

(1) 首部：产品特征代号，由制造厂根据需要自选相应字母表示，但需经行业标准化归口单位核准、备案。

产品特征代号可包括产品的系列代号、换代符号和地方、企业代号。产品的系列代号为系列产品的代号。产品的换代符号是指产品缸径不变，但其技术参数及结构与原产品有很大差异的产品标志符号。地方、企业代号是标志产品具有本地方或本企业特点的代号，每种符号一般用一个或两个字母表示。

(2) 中部：由缸数符号、气缸布置形式符号（见表 1—1）、冲程符号和缸径符号（气缸直径的 mm 数取整数）组成。

表 1—1 气缸布置形式符号

| 符号  | 含义      | 符号 | 含义  |
|-----|---------|----|-----|
| 无符号 | 多缸直列及单缸 | P  | 平卧型 |
| V   | V 型     |    |     |

(3) 后部：结构特征符号（见表 1—2）和用途特征符号（见表 1—3），以字母表示。

表 1—2 结构特征符号

| 符号  | 结构特征 | 符号             | 结构特征 |
|-----|------|----------------|------|
| 无符号 | 水冷   | Z              | 增压   |
| F   | 风冷   | Z <sub>L</sub> | 增压中冷 |
| N   | 凝汽冷却 | D <sub>Z</sub> | 可倒转  |
| S   | 十字头式 |                |      |

表 1—3 用途特征符号

| 符号  | 用途       | 符号             | 用途         |
|-----|----------|----------------|------------|
| 无符号 | 通用型及固定动力 | D              | 发电机组       |
| T   | 拖拉机      | C              | 船用主机，右机基本型 |
| M   | 摩托车      | C <sub>Z</sub> | 船用主机，左机基本型 |
| G   | 工程机械     | Y              | 农用运输车      |
| Q   | 汽车       | L              | 林业机械       |
| J   | 铁路机车     |                |            |

(4) 尾部：区分符号。同一系列产品因改进等原因需要区分时，由制造厂选用适当符号表示。