



职业院校双元制教学用书
汽车机电工职业培训教材

学习领域5

发动机机械方面的检查与修理

主 编 王 伟 盛 康
副主编 陈日骏



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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



职业院校双元制教学用书

汽车机电工职业培训教材

学习领域 5——

发动机机械方面的检查与修理

主 编 王 伟 盛 康

副主编 陈日骏

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书根据03年版《德国双元制汽车机电工教学大纲》要求,依据德国双元制教学模式,结合我国职业学校的教学特点,关注我国汽车维修行业发展的人才需求,以培养学生的职业能力为宗旨,以使学生熟练掌握各项实用的职业技能为目标。

本书以发动机机械方面的检测与修理为主要内容,用车间工作任务的形式导入,以学生掌握发动机机械部分的检测与修理知识、技能为目标,用图片结合文字叙述,介绍发动机机械部分检测与修理的知识与技能。主要内容包括发动机基础知识、发动机二大机构的结构与检修、发动机用燃料的基础知识、发动机润滑与冷却系统的结构与检修。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

发动机机械方面的检查与修理 / 王伟, 盛康主编. — 北京: 电子工业出版社, 2011.5

职业院校双元制教学用书. 汽车机电工职业培训教材. 学习领域5

ISBN 978-7-121-13249-0

I. ①发… II. ①王… ②盛… III. ①汽车—发动机—车辆修理—中等专业学校—教材 IV. ①U472.43

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第058530号

策划编辑: 杨宏利 yhl@phei.com.cn

责任编辑: 杨宏利 特约编辑: 赵红梅

印 刷: 北京市顺义兴华印刷厂

装 订: 三河市双峰印刷装订有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 14.5 字数: 371.2 千字

印 次: 2011 年 5 月第 1 次印刷

印 数: 4000册 定价: 27.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

丛书编委会

丛书顾问:

阿尔布雷希特·弗乐尔 (Albrecht Flor)

卡利多·施罗德 (Carlito Schroeder)

汉斯·凯夫勒 (Hans Käfler)

朱爱武

冯春军

丛书专家:

奥古斯特·戴因伯克 (August Deinböck)

斯文-奥拉夫·克勒贝尔 (Sven-Olaav Kleber)

约瑟夫·布伦贝格 (Josef Bremberger)

丛书编委会主任: 荣大成

丛书编委会副主任: 董安徽 李 奇

丛书策划: 杨宏利

丛书编委会委员:

张剑峰	陈春萍	占百春	张玉青	张巨浪
唐子江	张建成	王建军	许 婕	吴顺利
王 伟	张建雄	扈佩令	诸新炯	张恩威
邱贺平	肖 阳	吕丕华	赵超越	盛 康
徐兴振	韩玉霞	陈日骏	赵学斌	李宏亮
赵培召				

序

世界上闻名遐迩、独具特色的德国“二元制”职业教育模式，被誉为德国经济腾飞的秘密武器。这一模式的最大特征，是学校和企业合作办学、知识学习与职业实践紧密结合。多年以来，“二元制”成为世界各国争相学习和借鉴的样板。

中国改革开放伊始，就与德国开展了职业教育合作。时至今日，已成功走过 30 年。还是在 1990 年，中国建设行业的职业院校，就在教育部和职业技术教育中心研究所的大力支持和指导下，与汉斯·赛德尔基金会等德国有关机构合作，开始在建设行业进行职业教育改革实验。在我国，城市交通和出租车、汽车租赁行业曾由建设部主管。1996 年，全国公交公司系统所属技工学校，在赛会职业教育专家弗乐尔（Albrecht Flor）先生的具体指导下，开展了汽车维修专业的教学改革试点。

任何一类教育的人才培养方案，其核心都是课程。课程是职业教育作为一种类型教育的最本质体现。要提高教学质量，职业教育的教学改革必须首先进行课程改革。上世纪 80 年代末、90 年代初，随着科学技术的飞速发展，生产工艺的改进，德国于 1996 年在职业教育领域着手进行工作过程导向的“学习领域”的课程改革。这是一种以个体在企业里的工作过程为主线，以学生在实际工作过程中制定计划、采取行动并能最终对行动结果进行评价的能力培养为目标，在教学过程中实现实践教学与理论教学的一体化，并把技能与知识及价值观的教育紧密结合在一起的课程方案。基于工作过程的“学习领域”课程取代了传统的分科课程，创立了真正体现职业教育特有的职业属性的课程模式。2003 年 5 月 16 日，按照这一改革思想，德国各州文教部长联席会议颁布了新一轮基于学习领域设计的“汽车机电一体化教学大纲（草案）”。2004 年，几乎与德国同步，中国建设教育协会就在赛会长期专家弗乐尔（Albrecht Flor）、施罗德（Carlito Schroeder）和短期专家戴因伯克（August Deinböck）、克勒贝尔（Sven-Olaav Kleber）和布伦贝格（Bremberger）的指导下，组织全国 8 所汽车类职业院校，与德国同类职业学校合作，开展“汽车机电一体化”专业的改革试点。试点院校借鉴德国经验，强化校企合作办学，每所试点院校都与 10 家以上的企业建立了紧密的合作关系，一些院校的合作企业甚至达到 30 多家。

5 年教改实验的成果表明，学生在专业教学、实践教学和企业顶岗培训的过程中，既掌握了相关专业技能和专业知识，又在社会能力和方法能力的培养上卓有成效，综合素质大大提高。2007 年到 2009 年，10 所试点院校近 1 千名毕业生，不仅参加了我

国劳动部门的职业资格考试，而且也参加了德国工商行会海外部上海代表处（AHK in Shanghai）组织的考试，80%以上的考生取得了我国劳动部门的职业资格证书以及德国行业协会认可的职业资格证书，走上了工作岗位，受到企业界的普遍欢迎。

学习领域课程方案所指的工作过程，是一个能覆盖职业资格、工作任务和职业活动的系统。它以工作过程作为职业教育课程开发的主线，突显了职业教育的职业性、实践性与开放性的特点。这是因为：其一，工作过程是一个清晰的结构，任何一个具体的工作过程，都有着明晰的步骤、环节、程序，具有可操作的“抓手”；其二，工作过程是一个动态的结构，同一个职业的不同时段或同一个时段的不同职业，其工作过程是不同的。特别是，工作过程不仅是具体的，形而下的；而且又是抽象的，形而上的。因为，任何一个人，在完成任何一个具体的工作任务之中，尽管具体的工作过程大相径庭，但其思维过程的完整性却是一致的。由此，从变化的具体的工作过程之中寻求相对不变的“思维的工作过程”，由具体获得一般，实现能力的内化，进而应对新的具体的工作过程，实现能力的迁移。这就从逻辑的、方法论的角度，解决了一个关于职业教育课程结构相对的“静”与职业变化绝对的“动”两者之间的矛盾。由此，我们可以推论：一个职业之所以成为一个职业，是因为其具有特殊的工作过程。这一逻辑推理的结果表明，以工作过程作为课程内容序化的依据，突破了职业教育课程开发的瓶颈。

显见，在中德职业教育合作30年的进程中，只有善于把握“双元制”职业教育模式中所蕴涵的“魂”，并将其本土化，才能取得成效，才是合作的应有之义。这套中德合作编写的“汽车机电技术专业”教材，是在中德双方专家的共同指导下，对那些辛勤工作在职业教育改革一线教师编制的工作页及其教学实践经验予以总结、加工和概括的结果。我们相信，这套教材对提高汽车行业一线技能型人才的技能和专业水平，对汽车行业的职业教育改革，将会起到积极的推动作用。



2011年1月27日

前 言

众所周知，第二次世界大战后德国经济与综合国力的迅速崛起，很大程度上因当归功于高度发达的德国职业教育体制。特别是 20 世纪六七十年代产生的“双元制”职业教育体制，被喻为德国经济发展的“秘密武器”，成为德国职业教育的代名词。先进的德国职业教育也成为世界其他国家学习的榜样。中国自改革开放以来，在职业教育发展与改革方面作了很多的努力与探索。其中包括学习与借鉴德国职业教育体制。自 1983 年中国与德国开展第一个合作项目起，到目前正在全国各地各专业各领域进行的中德职业教育“双元制”合作项目的试点，历经 20 多年。

鲜为人知的是，德国职业教育的腾飞与其教育体制的与时俱进，不断创新原有的内容适应时代发展的要求是分不开的。被称为德国职业教育的代名词的“双元制”也是根据时代发展的需要不断改革着自己。因此现在的“双元制”较之最初的“双元制”乃至与几年前的“双元制”在内容与形式上都有了较大的变化。本文称其为新“双元制”。

始于 2004 年，由中国建设教育协会与德国汉斯 - 塞德尔基金会合作，由全国 10 所学校参加的中德合作汽车机电工“双元制”项目，正是新“双元制”在中国的首次试点。此试点项目使用由 2003 年 5 月 16 日德国文教部长级会议决议颁布的汽车机电工新教学大纲进行教学。在我国新教学大纲的执行保证了教学内容和要求与德国本土汽车工业发展的同步性。

目前在出版市场上有许多中德“双元制”教材。其中有德国教材的翻译本，有中方专家的自编本。这样就造成了德国本土教材难以适应我国国情，我方自编教材有很重的旧双元制的痕迹。此本书的编者都是从 2004 年至今一直从事中德“双元制”汽车机电工教学工作，有丰富的新“双元制”教学经验。

本书自始至终贯彻了新“双元制”教学的精髓，工作任务为主的行为导向教学法。及以导向、信息、计划、实施、检验、展示的步骤为顺序进行编写：

1. 导向环节是推动学生在独立解决任务前获取相关的知识。
2. 信息环节是培养学生根据课题学会独立利用其他信息(例如:厂内规定、维修手册、网络相关内容)的能力。
3. 计划环节是培养学生针对某一课题，利用导向与信息环节所获得的知识与信息，在实际工作前列出工作步骤的能力。
4. 实施环节是培养学生根据所列的工作计划准确、规范地进行实际操作的能力。

5. 检验环节是学生在独立实施工作过程后,对工作的对象进行检验以确保其性能优良运转正常的过程。培养学生复检与谨慎对待工作的习惯与能力。

6. 展示环节又称“专业会谈训练阶段”,是使学生通过分角色练习和口头表述加多媒体演示等多种形式,将自己通过前几个环节学到的知识表述或演艺出来,以加深对课题内容的记忆与理解,培养学生的基本能力和养成对待客户和蔼的服务习惯。

本书为新“双元制”汽车机电工专业12个学习领域中的领域5(发动机机械方面的检查与修理)。本书中引用的实施车辆都是国内各技工学校普遍使用的车型,内容方面由发动机基础知识、发动机二大机构结构与检修知识、发动机燃料的基础知识、发动机润滑与冷却系统结构与检修知识四个部分,25个企业中常见工作任务组成。

参加本书编写工作的有:南京公用事业技工学校盛康(第一部分)、南京公用事业技工学校王伟(第二部分、第四部分、前言)、南京公用事业技工学校程德、马强(第三部分)。本书由盛康担任主编。

这里编者想特别感谢德国汉斯-塞德尔基金会施洛德先生与朱爱武老师、中国节能减排技术委员会董安徽女士、中国建设教育协会李奇先生、以及全国从事“双元制”教学试点的10所试点学校的领导与老师们。

由于编者水平有限,书中疏漏之处在所难免,如果读者在阅读过程中产生疑问或存在其他意见,请与编者联系。

编 者
2010年8月

目 录

工作任务 1	发动机分类与型号表示方法的学习	1
工作任务 2	发动机基本结构的学习	8
工作任务 3	发动机基本术语与参数的学习	14
工作任务 4	发动机工作原理的学习	20
工作任务 5	发动机工作特性曲线的学习	27
工作任务 6	发动机结构的认知	33
工作任务 7	机体组的结构与检修	41
工作任务 8	曲轴飞轮组的结构与检修	53
工作任务 9	活塞连杆组的结构与检修	65
工作任务 10	配气机构气门组的修理	84
工作任务 11	配气机构气门驱动组的结构与检修	99
工作任务 12	配气相位的检查与调整	108
工作任务 13	汽缸压力检测与分析	119
工作任务 14	汽缸漏气状态的检验与分析	123
工作任务 15	进气管真空度的检测与分析	129
工作任务 16	汽油相关知识的学习	135
工作任务 17	柴油相关知识的学习	143
工作任务 18	代用燃料相关知识的学习	149
工作任务 19	润滑系结构的学习	163

工作任务 20	发动机用润滑油相关知识的学习	176
工作任务 21	润滑系的检修	186
工作任务 22	曲轴箱通风装置的结构与检修	194
工作任务 23	冷却系结构的学习	199
工作任务 24	发动机防冻液相关知识的学习	211
工作任务 25	冷却系的检修	216



工作任务 **I**

发动机分类与型号表示方法的学习



导向

1. 任务描述

要求学生通过任务的学习，具有理解发动机分类的相关知识及区分不同类型发动机的能力，具有熟练读取发动机型号的表示方法、掌握搜索发动机相关性能参数的能力。

2. 基础知识

(1) 发动机的分类

发动机是汽车行驶中的关键总成，在专业领域又将汽车用发动机称为内燃机。内燃机（Internal combustion engine）是将液体或气体燃料与空气混合后，直接输入机器内部燃烧产生热能再转化为机械能的一种热机。内燃机具有体积小、质量小、便于移动、热效率高、启动性能好的特点。但是内燃机一般使用石油燃料，排出的废气中含有有害气体的成分较高。从1860年法国工人鲁诺阿尔发明了内燃机至今，内燃机的发展在各个领域已经日渐成熟，在汽车领域也是如此。通常所说的发动机有多种分类形式：

1) 按工作行程分类

如图1-1所示，发动机按照完成一个工作循环所需的行程数可分为四行程发动机和二行程发动机。把曲轴转两圈（ 720° ），活塞在汽缸内上下往复运动四个行程，完成一个工作循环的发动机称为四行程发动机；而把曲轴转一圈（ 360° ），活塞在汽缸内上下往复运动两个行程，完成一个工作循环的发动机称为二行程发动机。汽车发动机广泛使用四行程发动机。

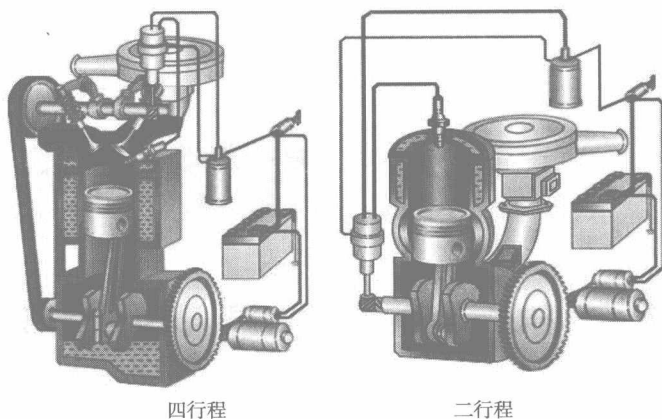


图1-1 二行程与四行程发动机对比图

2) 按所用燃料不同分类

如图1-2所示, 发动机按照所使用燃料的不同可以分为汽油机和柴油机。使用汽油为燃料的发动机称为汽油机; 使用柴油为燃料的发动机称为柴油机。汽油机与柴油机各有特点: 汽油机转速高, 质量小, 噪声小, 启动容易, 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。

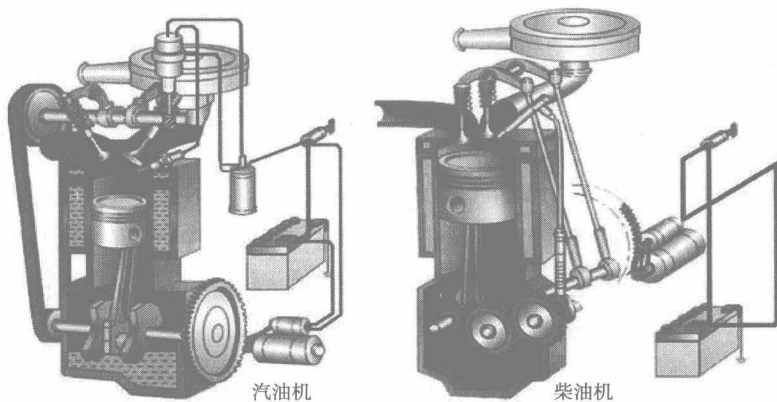


图1-2 汽油发动机与柴油发动机对比图

3) 按冷却方式分类

如图1-3所示, 发动机按照冷却方式不同可以分为水冷发动机和风冷发动机。水冷发动机是利用在汽缸体和汽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; 而风冷发动机是利用流动于汽缸体与汽缸盖外表面散热片之间的空气作为冷却介质进行冷却的。水冷发动机冷却均匀, 工作可靠, 冷却效果好, 被广泛地应用于现代车用发动机中。

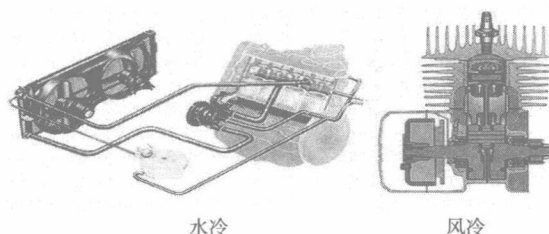


图1-3 水冷式发动机与风冷式发动机对比图

4) 按汽缸数来分类

如图 1-4 所示, 发动机按照汽缸数目不同可以分为单缸发动机和多缸发动机。仅有一个汽缸的发动机称为单缸发动机; 有两个以上汽缸的发动机称为多缸发动机。如双缸、三缸、四缸、五缸、六缸、八缸、十二缸等都是多缸发动机。现代车用发动机多为四缸、六缸、八缸发动机。

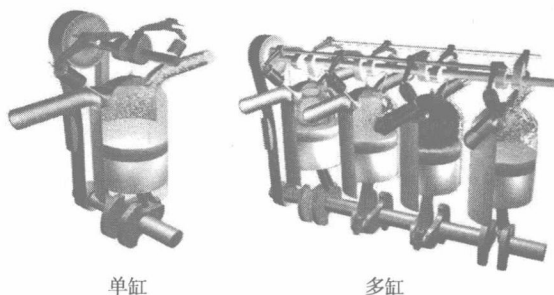


图1-4 单缸发动机与多缸发动机对比图

5) 按汽缸排列方式分类

如图 1-5 所示, 发动机按照汽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汽缸排成一列, 一般是垂直布置的, 但为了降低高度, 有时也把汽缸布置成倾斜的甚至水平的; 双列式发动机把汽缸排成两列, 两列之间的夹角小于 180° (一般为 90°) 称为 V 形发动机, 若两列之间的夹角等于 180° 称为对置式发动机。

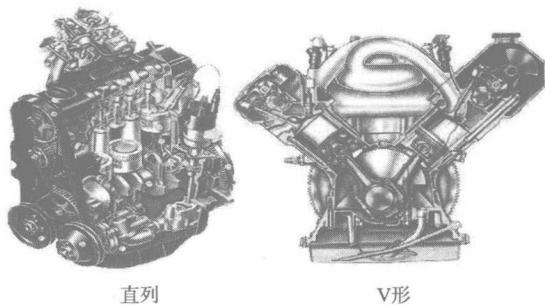


图1-5 直列式发动机与V形发动机对比图

6) 按照进气系统是否加装增压装置分类

如图 1-6 所示, 发动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)式发动机和强制进气(增压)式发动机。汽油机常采用自然吸气式, 柴油机为了提高功率多数采用增压式的。但近些年随着对发动机的动力性能要求逐渐增高, 汽油机加装增压装置提高动力的趋势日渐增强。

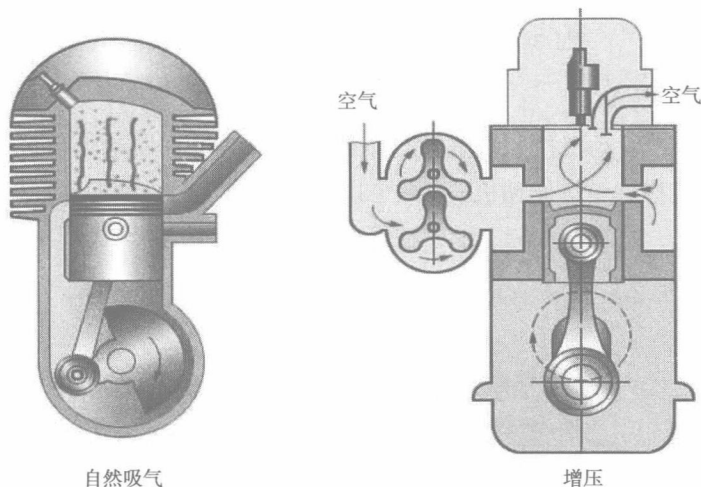


图1-6 自然吸气式发动机与增压式发动机对比图

(2) 发动机型号的表示方法

汽车用发动机的技术虽然相对已经成熟, 但不同类型发动机在不同车型与场合都会有自己的用武之地。为了推进汽车发展的标准化, 让各方面汽车从业人员能迅速知道某款发动机的类型特点, 由国家统一规定发动机型号的表示方法。发动机的型号一般由首部、中部、后部和尾部组成, 如图 1-7 所示。

首部: 由产品系列代号、换代符号、地方或企业代号组成, 由制造厂根据需要自选相应字母表示, 但需经主管部门或标准化机构核准。

中部: 由缸数符号、汽缸布置形式符号(见表 1-1)、冲程符号和缸径符号组成。

后部: 由结构特征符号(见表 1-2)和用途特征符号(见表 1-3)组成, 用字母表示。

尾部: 由区分符号组成, 由制造厂选用适当的符号表示。

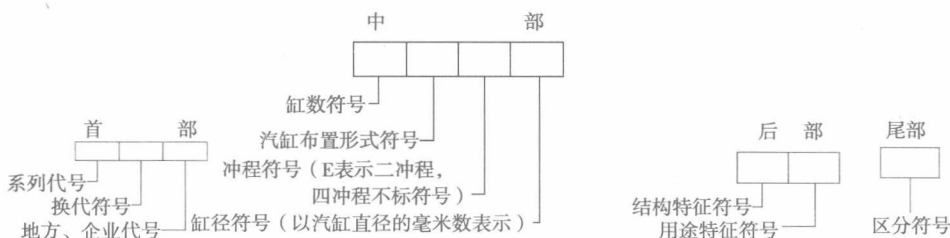


图1-7 发动机的型号表示

表1-1 汽缸布置形式符号

符 号	含 义	符 号	含 义
无符号	多缸直列及单缸	V	V型
P	平卧形		

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	F	风冷
N	凝冷却式	S	十字头式
Z	增压	Z _L	增压中冷
D	可倒转		

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	T	拖拉机
M	摩托车	G	工程机械
Q	汽车	J	铁路机车
D	发电机组	Y	农用运输车
C _Z	船用主机，左机基本型	C	船用主机，右机基本型
L	林业机械		

发动机型号编制举例：

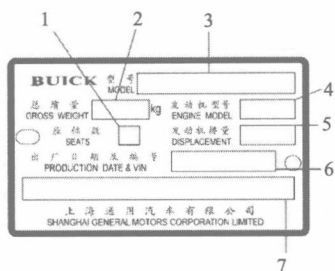
- (1) CA6102 表示由 _____ 生产、_____ 缸、_____、_____、缸径 _____mm、_____ 冷、通用型。
- (2) EQ6100-1 表示由 _____ 厂生产、_____ 缸、_____、_____、缸径 _____mm、_____ 冷、_____ 型、第一次改进型产品。
- (3) YC6105QC 表示由广西玉林柴油机机器股份有限公司生产、_____ 缸、_____、_____ 冲程、缸径 _____mm、_____ 冷、车用柴油机、第二次改进型产品。

@ 信 息

发动机的类型与参数可以通过读取车辆铭牌上的信息来得到。现将车辆铭牌的信息公布如下：

1) 车辆铭牌

车辆铭牌是标明车辆基本特征的标牌。主要内容包括：品牌、车辆型号、发动机型号、发动机排量、发动机功率、车辆识别代号、乘坐人数、制造年月、总质量、制造国、制造公司。车辆必须装置产品铭牌，置于车辆前部易于观察的地方，客车铭牌置于车内前乘客门的上方，如图 1-8 所示。

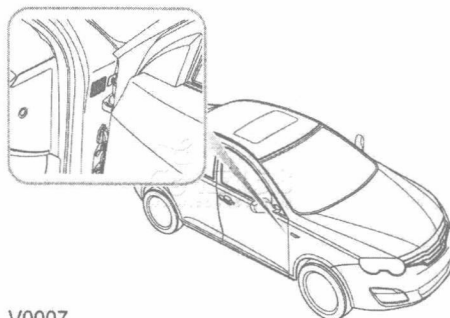


- 1—座位数；
- 2—车辆总质量；
- 3—车型型号；
- 4—发动机型号；
- 5—发动机排量；
- 6—出厂日期；
- 7—车辆识别号（VIN）

图1-8 上海通用车系车辆铭牌图

2) 车辆铭牌的位置

车辆铭牌的安装位置不是固定的，在不同车系、车型的车辆上其安装位置是不同的。因此要通过查阅车辆使用手册或维修资料来找到。如图1-9所示为某品牌轿车的车辆铭牌位置图。



V0007
车辆铭牌位于车辆右前门的顶部铰链附近。

图1-9 铭牌位置图

计划

在表1-4中写出车辆铭牌所包含的全部内容，并对应铭牌信息逐一分析其含义。

表1-4 记录表

序 号	车辆铭牌的信息	信 息 含 义

实施

1. 实践准备

场地准备： 8人用实习场地一块、对应数量的课桌椅、黑板一块、桑塔纳2000GSI型实车一辆	资料准备： 桑塔纳2000GSI维修手册一本、教材、笔记本
--	----------------------------------

2. 记录表

根据桑塔纳 2000GSI 型轿车的车辆铭牌完成表 1-5。

表1-5 记录表

序 号	铭牌项目（含英文）	数据与编号

检 验

请根据在实施环节中完成的表格，在教师与全组同学面前进行铭牌查找过程与内容的讲解，并请同学与教师给予点评。

展 示

1. 用图表的形式列出发动机按不同分类形式划分的种类。
2. 利用各种搜索方法在表 1-6 中自列出三种轿车车型发动机的型号、种类和特征、基本参数。

表1-6 记录表

车 辆 型 号	发动机型号	发动机的种类与特征	发动机的基本参数	市 场 评 价