

内燃机结构 与原理

姬慧勇 董德才 周春华 王新晴 陆明 主编

NEIRANJI JIEGOU YU YUANLI



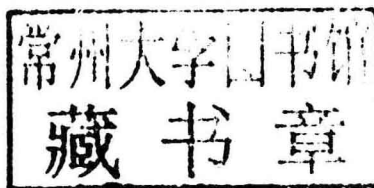
國防工業出版社

National Defense Industry Press

工程机械系列教材

内燃机结构与原理

姬慧勇 董德才 周春华 王新晴 陆明 主编



国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本教材共分 11 章,介绍了内燃机的组成、结构和工作原理。其中,第一章介绍了内燃机分类、内燃机的基本组成和常用术语;第二章介绍了内燃机工作原理、内燃机性能指标;第三章至第十一章分别介绍了机体曲轴连杆机构、配气机构、汽油机燃料系、柴油机燃料系、润滑系、冷却系、启动系、汽油机点火系和内燃机特性。以上各章节内容的介绍主要围绕 EQ6100、CA6102 汽油机,SH135 系列、NT855、EQ6BT5.9 和 WD615 型柴油机展开。

本教材可供大专院校工程机械类各专业学生使用,也可供工程机械相关专业人士参考。

图书在版编目(CIP)数据

内燃机结构与原理 / 姬慧勇等主编. —北京:国防工业出版社,2012.7

工程机械系列教材

ISBN 978-7-118-07937-1

I. ①内... II. ①姬... III. ①内燃机—构造—高等学校—教材②内燃机—理论—高等学校—教材 IV. ①TK4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 010509 号

※

国防工业出版社出版发行
(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

腾飞印务有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 15 $\frac{3}{4}$ 字数 354 千字

2012 年 7 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 34.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

《工程机械系列教材》 编写委员会成员

主任委员 王耀华 龚烈航

副主任委员 高亚明 苏凡圉 周建钊

委 员 (按姓氏笔画为序)

王 强 王占录 王新晴 李 均

陈六海 陈明宏 宋胜利 张梅军

赵建民 姬慧勇 鲁冬林 储伟俊

程建辉

前 言

《内燃机结构与原理》教材是为适应近年来工程机械内燃机型号的更新而编写的。

本教材从我军工程装备实际情况以及新的人才培养目标的要求出发,在继承以往同类教材基本构架的基础上,以部队动力装备使用较多的典型活塞式内燃机,如 EQ6100、CA6102 汽油机,SH135 系列、NT855、EQ6BT5.9 和 WD615 型柴油机等为主导,编写了内燃机各机构与系统的结构和工作原理,同时还介绍了部队使用较多的 F6L912 风冷式柴油机的结构特点。

为了对内燃机有一全面了解,在教材中还增加了与内燃机内容相关的一些基础知识。对近年来正在广泛使用的汽油喷射新技术、内燃机增压技术,本教材也作了基本介绍。

本教材可作为工程装备专业本科生、大专生的学习教材,也可作为部队工程装备专业人员的参考书。

全书共 11 章,由解放军理工大学工程兵工程学院王新晴、陆明、姬慧勇、董德才编写,王立源、洪津对原稿进行了审阅及校对,并经本院 03 机械本科专业学员试用。编者在吸取各方意见的基础上又对原稿进行了修改,在此谨向他们表示诚挚感谢。

教材中不妥之处,敬请批评指正。

编 者

目 录

第一章 概述	1
第一节 内燃机发展简史	1
第二节 工程机械内燃机的发展趋势	2
一、专用系列化	2
二、提高转速	3
三、采用废气涡轮增压	3
四、降低燃油消耗率和采用代用燃料	3
五、废气净化和降低噪声	3
六、计算机辅助设计	3
第三节 内燃机分类	4
第四节 内燃机名称与型号编制规则	4
相关知识 汽车型号含义	5
第五节 内燃机的基本组成和常用术语	8
一、基本组成	8
二、常用术语	8
思考题	9
第二章 内燃机工作原理	10
第一节 四冲程内燃机的工作原理	10
一、单缸四冲程柴油机工作原理	10
二、单缸四冲程汽油机工作原理	11
第二节 内燃机示功图与性能指标	11
一、示功图	11
二、内燃机的性能指标	13
思考题	16
第三章 机体和曲轴连杆机构	17
第一节 机体组	17
一、汽缸体	17
二、汽缸套	18
三、汽缸盖与汽缸垫	20
四、油底壳	23
第二节 活塞连杆组	23
一、活塞组	23

二、连杆组	31
第三节 曲轴飞轮组	33
一、曲轴	33
二、飞轮	38
三、曲轴扭转减震器	39
思考题	40
第四章 配气机构	42
第一节 配气机构的功用和形式	42
一、配气机构的功用	42
二、配气机构的形式	42
三、每缸气门数的选择	42
四、配气机构的工作过程	43
第二节 配气机构的主要零部件	44
一、气门组	44
二、气门传动组	46
三、气门驱动组	48
第三节 配气相位与气门间隙	49
一、配气相位	49
二、气门间隙	51
思考题	53
第五章 汽油机燃料系	54
第一节 内燃机的燃料	54
一、内燃机的燃料	54
二、燃料的使用特性	54
第二节 汽油机燃料系统的组成	55
第三节 汽油机可燃混合气的形成及燃烧	56
一、混合气浓度	56
相关背景 空燃比和过量空气系数	56
二、混合气浓度对汽油机工作的影响	57
三、汽油燃烧过程	58
第四节 化油器	60
一、主供油装置	60
二、辅助供油装置	60
三、化油器附属装置	64
第五节 化油器类型及几种典型化油器	66
一、化油器分类	66
二、国产化油器型号的编制规则	67
三、典型化油器介绍	68
第六节 汽油供给装置	69

一、汽油箱	69
二、汽油滤清器	69
三、汽油泵	70
第七节 进排气装置	72
一、空气滤清器	72
二、进气管与排气管	73
三、排气消声器	74
四、排气污染及其净化主要措施	74
相关知识	74
第八节 电控汽油喷射系统	77
一、概述	77
二、电控内燃机分类	77
相关知识 电喷内燃机发展简介	78
三、汽油喷射系统的组成及工作原理	79
四、汽油喷射系统主要器件	80
五、电控策略	86
相关知识 脉谱图	86
思考题	89
第六章 柴油机燃料系统	90
第一节 柴油机燃料系统的功用和组成	90
第二节 柴油机可燃混合气的形成与燃烧	90
一、柴油机可燃混合气的形成	90
二、影响混合气形成的主要因素	91
三、混合气的燃烧过程	92
四、影响燃烧过程的主要因素	93
五、废气的烟色	95
第三节 柴油机燃烧室	95
一、统一式燃烧室	95
二、分隔式燃烧室	96
第四节 喷油器	97
一、喷油器的作用与分类	97
二、喷油器的结构及工作原理	97
第五节 喷油泵	100
一、喷油泵的作用和分类	100
二、B 型喷油泵	101
三、II 号喷油泵	105
四、P 型喷油泵	106
五、FM 泵	109
六、A 型喷油泵	110

七、VE 型分配泵	110
第六节 喷油泵的驱动与供油正时	112
一、喷油泵的驱动	112
二、供油提前角	112
三、联轴器	113
四、喷油泵的正时与联接	113
五、供油提前角调节装置	114
第七节 调速器	116
一、调速器的功用	116
二、调速器的分类	117
三、机械式调速器工作原理	117
四、几种常见调速器	119
相关知识 调速器代号	119
第八节 PT 燃油系的组成与结构	129
一、PT 燃油系的组成	129
二、PT 燃油泵	130
三、PT 喷油器	144
四、PT 燃料系的特点	146
第九节 柴油机燃料系辅助装置	147
一、柴油箱	147
二、活塞式输油泵	147
三、燃油滤清器	149
第十节 内燃机增压	151
一、增压的一般概念	151
二、名词和术语	151
三、废气涡轮增压器	152
四、气波增压	158
思考题	158
第七章 润滑系	160
第一节 润滑系的作用	160
一、润滑系的功用	160
二、润滑油的主要性能指标	160
三、机油的分类	161
第二节 润滑原理、润滑方式和润滑系的组成	164
一、润滑原理	164
二、润滑方式	165
三、润滑系的组成	165
第三节 内燃机润滑油路	166
一、基本润滑油路	166

二、典型内燃机的润滑油路	168
第四节 润滑系主要零部件	172
一、机油泵	172
二、机油滤清器	173
三、机油散热器	176
第五节 曲轴箱通风	177
思考题	178
第八章 冷却系	179
第一节 冷却系的功用和形式	179
一、冷却系的功用	179
二、冷却系的形式	179
三、冷却水和防冻液	182
第二节 强制循环水冷系主要机件	183
一、散热器	183
二、水箱盖(散热器盖)	184
三、膨胀水箱	185
四、装有储液罐的冷却系	186
五、水泵	186
六、水套和分水管	187
七、冷却强度调节装置	187
第三节 空气中间冷却器	190
思考题	191
第九章 启动系	193
第一节 启动系的作用	193
一、启动系的功用	193
二、常用启动方式	193
第二节 电动机启动	195
一、电启动机总体结构	195
二、启动电机的特性	195
三、直流电动机	196
四、传动机构	197
五、操纵装置	200
第三节 其他形式电启动机	203
一、同轴移动式启动机	203
二、减速启动机	206
第四节 内燃机低温启动	206
一、低温启动的必要措施	206
二、减压机构	207
三、预热装置	208

四、冷启动装置	209
思考题	210
第十章 点火系	211
第一节 概述	211
一、点火系的作用	211
二、电压制与线路制	211
第二节 电源设备	211
一、蓄电池	211
二、交流发电机	213
第三节 汽油机点火系组成与工作原理	216
一、点火系工作原理	216
二、蓄电池点火系	218
三、电子点火系统	224
思考题	230
第十一章 内燃机特性	231
第一节 内燃机的工况	231
第二节 负荷特性	232
一、汽油机的负荷特性	232
二、柴油机负荷特性	233
第三节 速度特性	233
一、外特性	234
二、部分速度特性	235
三、内燃机工作的稳定性	236
四、柴油机的调速特性	237
第四节 万有特性	238
思考题	240

第一章 概 述

第一节 内燃机发展简史

内燃机是热效率较高的热力发动机之一,其结构简单、比质量轻(单位输出功率的质量)、移动方便,广泛应用于交通运输、农业机械、工程机械和发电等领域。

内燃机出现于19世纪。1860年,莱诺依尔(J J E Lenoir, 1822—1900年)发明了一种大气压力式内燃机。煤气和空气在活塞下行的上半个冲程被吸入汽缸,然后被火花点燃;后半冲程为膨胀冲程,燃烧的煤气推动活塞下行做功,活塞上行时开始排气冲程。

1867年,奥托(Nicolaus A Otto, 1832—1891年)和浪琴(Eugen Langen, 1833—1895年)发明了一种更为成功的大气压力式内燃机。它在膨胀冲程时加速一个自由活塞和齿条机构,齿条通过滚轮离合器与输出轴相啮合,输出功率。

为了克服这种大气压力式内燃机热效率低、质量大的缺点,奥托提出了一种四冲程内燃机,即进气、压缩、做功、排气。他的四冲程原型机于1876年投入运行,这种内燃机的热效率提高到了14%,而质量则减小了近70%,从而有效地投入工业应用而形成了内燃机工业。

1890年,英国的克拉克(Dugald Clerk, 1854—1913年)和罗伯逊(James Robson, 1833—1913年)、德国的卡尔·奔驰(Karl Benz, 1844—1929年)成功地发明了二冲程内燃机,即在膨胀冲程末期和压缩冲程初期进行进气和排气冲程。

1892年,德国工程师鲁道夫·狄塞尔(Rudolf Diesel, 1858—1913年)提出了一种新型内燃机专利,即在压缩终了时将液体燃料喷入缸内,利用压缩终了时气体的高温将燃料点燃。它可以采用大的压缩比和膨胀比,没有爆燃,热效率比当时其他内燃机高1倍。这种构想在5年之后变成现实,即压燃式内燃机——柴油机(以Diesel命名柴油机)。之后,学者们曾提出了各种各样回转式内燃机的结构方案,但一直到1957年才由汪克尔(F Wankel)成功地试验了他发明的转子内燃机。这种内燃机通过多年的努力和发展,在解决密封与缸体震纹之后,也在一定领域(如赛车和军用小型发电机组等)获得了较好的应用。

第一次世界大战以后,对爆燃问题有了进一步的理解,通用汽车公司发现了四乙铅的抗爆燃作用,1923年,美国开始将它用来作为汽油的添加剂。尤金·荷德莱(Eugene Houdry)发明了催化裂化法,既提高了汽油的产量,同时使汽油获得越来越好的抗爆性,从而使内燃机的压缩比不断增加,提高了内燃机的动力性与经济性。

1902年,法国的路易斯·雷诺(Louis Renault)提出了增加缸内压力的发明专利,也就是后来被广泛接受的机械增压。1907年,美国宾夕法尼亚的一家工厂试制成功了世界上

第一台离心式压气机的机械增压内燃机方案。1915 年,瑞士工程师阿尔弗雷德·波希(Alfred Buchi)将这种增压器的机械驱动改造成成为内燃机的废气涡轮驱动,这是第一台用于内燃机的涡轮增压器的雏形。第二次世界大战后,增压技术开始在压燃式内燃机上得到广泛的应用,并逐步扩展到汽油机中。

近 30 年来,影响内燃机设计和运行的主要因素是控制内燃机对环境的污染。20 世纪 40 年代,在洛杉矶出现了由于汽车排放物形成的空气污染事件后,1952 年,哈琴·史密特(A J Haagen Smit)阐明了光化学烟雾来自日照下的氮氧化合物和碳氢化合物所产生的化学反应。而氮氧化合物、碳氢化合物以及一氧化碳主要来自汽车排气,柴油机则是烟气微粒和氮氧化合物的主要来源。美国加州首先建立了汽车排放标准。20 世纪 60 年代,在美国、欧洲、日本相应确立了汽车排放标准,从而导致了汽油喷射、三效催化剂、无铅汽油的应用,以控制汽油机的排放。内燃机也是一个重要的噪声来源,噪声来自空气动力效应、燃烧过程中气体的压力、零部件的机械激励等。20 世纪 70 年代末,国际上开始制定车辆噪声法规,以降低噪声对环境的污染。随着全世界汽车保有量的迅速增加,各国的排放和噪声法规越来越严格。

20 世纪 70 年代初,由于石油危机导致原油价格成倍上涨,引起对内燃机燃油经济性的重视,但由于要控制排气污染,从而增加了改进燃油经济性的困难。为了减少内燃机对日益短缺的石油的依赖,各国正在进行内燃机代用燃料的研究工作,以逐步取代汽油和柴油,如用天然气、液化石油气、甲醇、乙醇、合成汽油、合成柴油、生物柴油及二甲基醚(CH_3OCH_3)等。

内燃机给世界带来了现代物质文明,在经过了一个多世纪的发展之后,它的发展远远没有达到其顶点,在动力性、经济性以及排污控制方面还在不断地改进。新材料的出现导致内燃机可以进一步减轻质量、降低成本和热损失。缸内直喷式汽油机(GDI)、均质混合气压缩燃烧(HCCI)内燃机、各种代用清洁燃料内燃机等,都将会有很好的应用前景。

第二节 工程机械内燃机的发展趋势

随着大型工程项目的增多和规模的扩大,工程机械有向大型化发展的趋势,与其配套的内燃机(主要指柴油机)也在向系列化、提高单机功率、降低燃油消耗率和减少排放及噪声污染的方面发展。

一、专用系列化

动力机械专用系列化、通用化、标准化等程度越高,就越便于大量生产,提高产品质量和降低成本,并且便于使用和维护。同时,它还可以用较少的品种,满足工程机械的多种机型、多挡功率的要求。在工程机械发展较早的国家,如美国、德国、日本和英国等,都已有了工程机械专用的柴油机系列,如美国康明斯公司的 NT、KT 和 VT 柴油机系列,卡特皮勒公司的 3000、3200、3300、3400 及新 3500 柴油机系列。我国在《1981—1990 年全国中小功率柴油机产品发展纲要(试行)》中,特别对柴油机专用系列化做出了

具体的规定,以适应各种机械配套的需要。与工程机械配套的柴油机主要有 H、P、J、M、L、T、K 等系列。

二、提高转速

提高转速是提高功率的一种有效途径,但受到机件磨损、混合气形成、燃烧过程恶化及热载荷的限制。工程机械的载荷沉重且带有冲击性,又受到底盘传动系统齿轮强度的限制,因此转速不宜过高。随着现代设计方法、新结构、新材料、新工艺的不断出现和使用,使机件的强度和寿命不断提高,所以内燃机的转速也有不断提高的趋势。

三、采用废气涡轮增压

采用废气涡轮增压是提高内燃机功率最有效的方法之一,也是内燃机发展的重要趋势。目前,国外工程机械用柴油机,其功率在 150kW 以上的大部分采用废气涡轮增压。根据工程机械的工作特点,柴油机增压多为中等程度的增压。加装中冷器后,其功率还可提高 15% ~ 30%。

最近几十年,气波增压器发展很快,并且初步进入实用阶段,气波增压具有低速时扭矩大、加速性好等优点,这些特点很适合工程机械及汽车的要求。但其噪声、质量和体积均较大,故还需要进一步研究和发展。

四、降低燃油消耗率和采用代用燃料

目前,世界能源供给紧张,节约和采用代用燃料也是内燃机发展的趋势之一。降低燃油消耗率的方法有以下几种:

(1) 改进燃烧方式、燃烧室及燃油喷射系统。例如采用电子控制式燃油喷射系统要比机械控制式燃油喷射系统节约燃油约 7%;汽油机采用缸内喷射分层燃烧技术可使燃油消耗率下降 30%。

(2) 提高机械效率。

(3) 采用增压技术。

(4) 与工程机械合理匹配。

五、废气净化和降低噪声

随着社会的发展,对环境的保护和对生态平衡的要求也越来越高。内燃机工作时,对环境的危害主要是废气和噪声污染,对于隧道或井下作业的工程机械尤为突出。为此,我国已颁布了载重汽车的噪声及废气污染量限制标准、中小功率内燃机噪声限制标准、工程机械噪声国家标准等。

六、计算机辅助设计

计算机辅助设计已广泛应用于现代汽车、工程机械内燃机的研制和新产品的开发中。其优点是可以充分利用现有已成熟的内燃机新技术和新成果,并将内燃机模型的预测与优化融入设计中,实现内燃机设计和选型的计算机化。它不仅能解除设计工作者的繁重

劳动,还能大幅度缩短研发周期和节约开发经费,计算机辅助设计已成为现代内燃机设计的必然趋势。

第三节 内燃机分类

将燃料燃烧产生的热能转变为机械能的机器称为热力机。燃料在机器内部燃烧的热力机称为内燃机,如活塞式内燃机、燃气轮机等;燃料在机器外部燃烧的称为外燃机,如蒸汽机、汽轮机等。

内燃机的分类主要有以下几种方式:

- 按所用的燃料不同,可分为汽油机、柴油机、天然气机等;
- 按工作循环冲程不同,可分为二冲程内燃机和四冲程内燃机;
- 燃料着火方式不同,可分为点燃式内燃机和压燃式内燃机;
- 按冷却方式不同,可分为水冷式内燃机和风冷式内燃机;
- 按活塞的运动方式不同,可分为往复式内燃机和转子式内燃机;
- 按汽缸排列方式不同,可分为单列直立式、双列 V 形、星形排列式等形式内燃机;
- 按曲轴转速 n 不同,可分为高速($n > 1000\text{r/min}$)、中速($300\text{r/min} < n \leq 1000\text{r/min}$)、低速($n \leq 300\text{r/min}$)内燃机。

第四节 内燃机名称与型号编制规则

为了便于识别内燃机的机型、规格和结构特点,我国制定了国家标准 GB 725—82《内燃机产品名称和型号编制规则》。其主要内容如下:

- (1) 内燃机名称按其所采用的燃料名称命名。如柴油机、汽油机、天然气机等。
- (2) 内燃机编号应能反映内燃机的主要结构特征及性能。
- (3) 内燃机型号由四部分组成,每一部分都由代表一定意义的符号来表示,其型号排列顺序及各部分符号所代表的意义如图 1-1 所示。

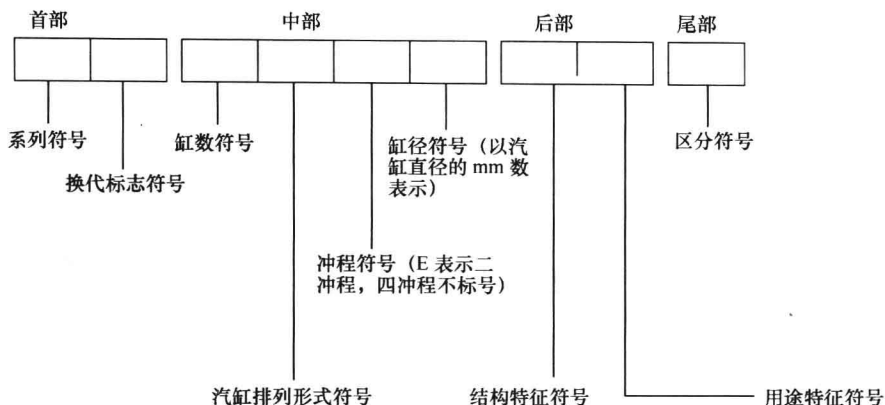
型号编号示例如下:

- 1E56F 汽油机:表示单缸、二冲程、缸径 56mm、风冷。
- 6100Q-1 汽油机:表示六缸、四冲程、缸径 100mm、水冷、汽车用,第一代变形产品。
- 12V135ZG 柴油机:表示 12 缸、V 型、四冲程、缸径 135mm、水冷、增压、工程机械用。

除上述统一规定外,我国一些内燃机的型号编号前还标以内燃机的生产厂家代号。如第一汽车制造厂生产的解放牌 CA1091 汽车内燃机用 CA6102Q 汽油机表示;第二汽车制造厂生产的东风牌 EQ1090 汽车内燃机用 EQ6100Q-1 汽油机表示等。

由国外引进的内燃机,若保持原结构性能不变,允许保留原产品型号。例如:NTA855-C360;N—系列内燃机、T—涡轮增压、A—中冷、855—总排量为 14L(855in³)、C—工程用、360—最大额定功率为 269kW(360HP)。

BF6L912C/BF6L913;B—增压(无此标号者表示自然进气)、F—汽车和设备、6—汽缸



符号	含义
无符号	直列及单缸卧式
V	V 型
P	平卧型

符号	结构特征
无符号	水冷
F	风冷
N	凝气冷却
S	十字头式
D _z	可倒转 (直接换向)
Z	增压
A	中冷

符号	用途
无符号	通用型
T	拖拉机
M	摩托车
G	工程机械
Q	车用
J	铁路机车
D	发电机组
C	船用主机, 右机基本型
C _l	船用主机, 左机基本型

图 1-1 内燃机型号编制规则

数、L—风冷、9—结构系列、13—活塞冲程厘米数 (冲程为 12.5cm, 化整为 13cm)、C—中冷, 机型末尾 W 表示为涡流室式低污染柴油机, 机型末尾无此标号则为直接喷射式柴油机。

WD615.67: W—水冷、D—柴油机、6—缸数为 6、15—系列编号 (单缸排量 1.5L)、67—机型变型编号 (国外引进)。

EQ6BTA5.9: EQ—二汽、6—缸数为 6 缸、B—B 系列内燃机、T—废气涡轮增压、A—中冷、5.9—内燃机排量 (L)。

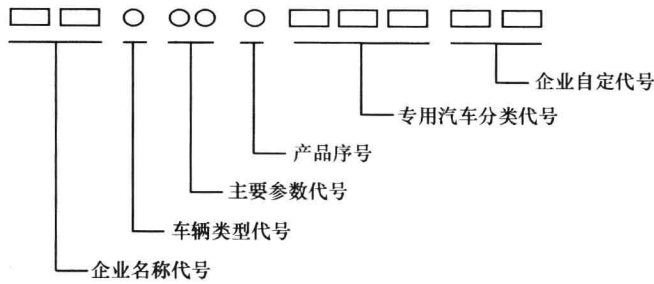
相关知识

汽车型号含义

一、国产汽车类型及型号识别

为了便于识别不同的汽车类型, 国家标准 GB 9417—88《汽车产品型号编制规则》规定, 汽车产品型号由企业名称代号、车辆类别代号、主要参数代号、产品序号组成, 必要时, 附加企业自定代号。对于专用汽车及专用半挂车还应增加专用汽车分类代号。所有代号

由汉语拼音字母和阿拉伯数字组成。汽车编号顺序如下：



1. 企业名称代号

位于产品型号的第一部分,用代表企业名称的两个或三个汉语拼音字母表示。

例如：

CA—第一汽车制造厂

NJ—南京汽车制造厂

EQ—第二汽车制造厂

SH—上海汽车制造厂

BJ—北京汽车制造厂

JN—济南汽车制造厂

CQ—重庆汽车制造厂

SX—陕西汽车制造厂

2. 车辆类别代号

位于产品型号的第二部分,用一位阿拉伯数字表示,具体规定见表 1-1。

表 1-1 车辆类别代号

车辆类别代号	车辆种类	车辆类别代号	车辆种类	车辆类别代号	车辆种类
1	载货汽车	4	牵引汽车	7	轿车
2	越野汽车	5	专用汽车	8	
3	自卸汽车	6	客车	9	挂车及专用半挂车

3. 主参数代号

位于产品型号的第三部分,用两位阿拉伯数字表示。

(1) 载重汽车、越野汽车、自卸汽车、牵引汽车、专用汽车与半挂车及专用挂车的主要参数代号为车辆的总质量(t)。当总质量在 100t 以上时,允许用三位数字表示。

(2) 客车与半挂客车的主参数代号为车辆长度(m)。当车辆长度小于 10m 时,应精确到小数点后一位,并以其值的 10 倍数值表示。

(3) 轿车的主参数代号为发动机排量(L)。应精确到小数后一位,并以其值的 10 倍数值表示。

4. 产品序号

位于产品型号的第四部分,用阿拉伯数字表示,数字由 0、1、2…依次使用。

5. 专用汽车分类代号

位于产品型号的第五部分,用反映车辆结构和用途特征三个汉语拼音字母表示,结构特征代号:X—厢式汽车,G—罐式汽车,Z—专用自卸汽车,T—特种结构汽车,J—起重举升汽车,C—仓栅式汽车。用途特征代号另行规定。