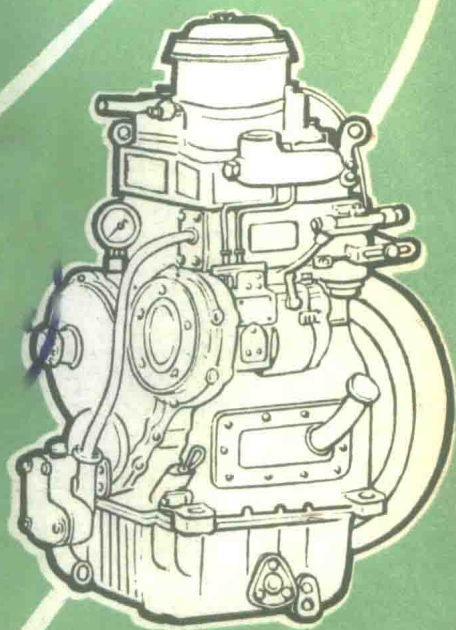


养路机械化丛书

养路机械化内燃机知识



人民铁道出版社

养路机械化丛书

养路机械化内燃机知识

天津铁路工程学校线路机械组编

人 民 铁 道 出 版 社

1976年·北京

内 容 简 介

全书除附录外共分十四章。第一章至第十三章系统地叙述了以四行程为重点的汽油机和柴油机的构造和工作原理，以及各主要部件的基本技术要求，并分别以NJ-70型汽油机和2105柴油机作为解释实例。第十四章介绍汽油机和柴油机的常见故障及其排除方法。本书可供各工务段培训养路机械化工区工人教学之用，也可作为养路工人自学读物。

养路机械化丛书

养路机械内燃机知识

天津铁道工程学校线路机械组编

人民铁道出版社出版

(北京市东单三条14号)

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民铁道出版社印刷厂印

开本：787×1092 1/32 印张：9.25 插页：2 字数：200千

1976年6月 第1版

1976年6月第1版 第1次印刷

印数：0001—18,000册 定价(科二)：0.65元

毛主席语录

阶级斗争是纲，其余都是目。

列宁为什么说对资产阶级专政，这个问题要搞清楚。这个问题不搞清楚，就会变修正主义。要使全国知道。

我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

要认真总结经验。

前 言

在毛主席的无产阶级革命路线指引下，全路工务部门广大职工狠批了刘少奇、林彪鼓吹的“天命论”、“上智下愚”、“爬行主义”、“洋奴哲学”等修正主义黑货，发扬了自力更生、艰苦奋斗的革命精神，几年来养路机械化取得了迅速发展。

本书于1974年在现场由工人、教师、学员以三结合形式编写的。曾在各种短训班讲用过，以后又根据工人、学员及有关单位的意见作了多次修改和补充。

在编写和修改过程中，得到北京铁路局工务电务处、石家庄铁路分局工务电务科、石家庄、张家口、沧州、邢台、衡水、三家店等工务段的大力支持和帮助，我们表示深切感谢。

由于编者水平有限，本书存在的缺点和错误一定不少，诚恳地希望读者批评指正。

天津铁路工程学校线路机械组

目 录

第一章 内燃机基本概念	1
§ 1. 什么是内燃机.....	1
§ 2. 内燃机的应用.....	1
§ 3. 内燃机的分类和型号.....	2
§ 4. 内燃机名词解释.....	5
第二章 内燃机基本构造	7
§ 1. 2105型柴油机.....	7
§ 2. NJ—70 汽油机	8
第三章 内燃机工作原理	9
§ 1. 单缸四行程内燃机工作原理.....	9
§ 2. 四行程柴油机和汽油机的比较.....	12
§ 3. 二行程内燃机工作原理.....	14
§ 4. 二行程内燃机的优缺点.....	16
§ 5. 多缸内燃机工作原理.....	17
第四章 气缸体与气缸盖	22
§ 1. 气缸体和曲轴箱.....	23
§ 2. 气缸.....	25
§ 3. 气缸盖.....	28
§ 4. 气缸体、气缸盖的检查和修理.....	30
§ 5. 气缸的磨损和修理.....	36
第五章 活塞、连杆组	46
§ 1. 活塞组.....	46
§ 2. 连杆组.....	55

§ 3. 活塞环的检查、修理和装配	58
§ 4. 活塞连杆组的修配	62
第六章 曲轴	72
§ 1. 曲轴结构	72
§ 2. 主轴承	74
§ 3. 飞轮	76
§ 4. 曲轴组的检查修理	76
第七章 配气机构	83
§ 1. 配气机构的功用	83
§ 2. 配气机构的型式	83
§ 3. 配气机构的主要机件	85
§ 4. 四行程内燃机的配气相位和气门定时	88
§ 5. 气门的校正	89
§ 6. 减压机构	92
§ 7. 配气机构的检查修理	92
第八章 柴油机的燃料系及进排气系统	98
§ 1. 混合汽的形成	98
§ 2. 柴油机的燃烧过程	101
§ 3. 燃烧室	102
§ 4. 柴油	106
§ 5. 柴油滤清器	107
§ 6. 低压输油泵	110
§ 7. 高压喷油泵	112
§ 8. 喷油咀	127
§ 9. 调速器	131
§ 10. 柴油机的进、排气装置	137
第九章 内燃机的润滑系	139
§ 1. 润滑的目的与作用	139

§ 2.	內燃机的润滑部位及润滑方法	140
§ 3.	润滑系的组成	143
§ 4.	润滑系的保养和故障	151
§ 5.	机油的牌号和选用	152
§ 6.	两种內燃机的润滑系统图	154
§ 7.	曲轴箱通风	156
第十章	內燃机的冷却系	157
§ 1.	冷却的目的和作用	157
§ 2.	冷却的方法	158
§ 3.	水冷却系的组成	160
§ 4.	冷却系的保养和故障	164
第十一章	汽油机燃料系	167
§ 1.	汽油机燃料系组成	167
§ 2.	汽油的牌号和选用	168
§ 3.	燃料系各主要部件	168
§ 4.	汽化器	173
§ 5.	汽油机燃料系的保养调整及故障	183
第十二章	汽油机点火系	189
§ 1.	蓄电池点火系	189
§ 2.	蓄电池点火系的故障、使用和保养	219
§ 3.	磁电机点火系	227
第十三章	內燃机起动装置	231
§ 1.	直接操纵式起动机	231
§ 2.	电磁操纵式起动机	235
§ 3.	起动预热器	238
§ 4.	起动机的保养	239
第十四章	內燃机的技术保养和故障排除	240
§ 1.	內燃机的技术保养	240

§ 2. 內燃机的故障排除	242
---------------------	-----

附 录

附录一 硅整流交流发电机	252
§ 1. 硅整流交流发电机的构造	252
§ 2. 硅整流交流发电机和调节器共同工作	256
§ 3. 硅整流交流发电机的使用和保养	258
附录二 新2105柴油机技术数据及主要零件的 配合间隙	261
附录三 2105柴油机技术数据及主要零件的配 合间隙	271
附录四 285 型柴油机的技术数据及主要零件 的配合间隙	275
附录五 NJ—70 型汽油机的技术数据及主要 零件配合间隙	279
附录六 解放牌CA—10B 和 NJ—70 汽油机点 火系线路图	285
附录七 2105型柴油机和新2105柴油机电气起 动线路图	287

第一章 内燃机基本概念

§ 1. 什么是内燃机

通过燃烧能放出大量热能的物质，称为燃料，如常见的煤、木炭、柴油、汽油、天然气和煤气等。

把燃料在燃烧时所放出的热能转化为机械能的机器，称为热机（或称热力发动机）。

内燃机是热机的一种，它的主要特点是：利用燃料在气缸内部燃烧，放出热能，并直接利用燃气的膨胀，推动活塞对外做功。也就是说，凡是将燃料直接送到气缸里燃烧而产生动力的机器，称为内燃机。

在内燃机中，热和功的转化是直接在水缸里进行的，而对另一种热机——蒸汽机来说，煤（或其它燃料）是在专设的锅炉里燃烧的，通过锅炉把水变成蒸汽，再把蒸汽送到气缸里膨胀做功，顾名思义，蒸汽机称为外燃机。

由此可见，内燃机比外燃机精简了一套设备，减少了热能损失，因此，内燃机的用途十分广泛。

§ 2. 内燃机的应用

内燃机是一种动力机械。它具有热效率高、结构紧凑、体积小、重量轻、移动方便，起动容易，机械性能好等优点，目前已广泛应用在交通运输、国防建设等领域。据统计，在各个部门中所使用的动力的一半以上是由内燃机发出的。由此可见，内燃机在国民经济和国防建设中所占的重要地位。

毛主席教导说：“……在一切能够使用机器操作的部门和地方，统统使用机器操作，才能使社会经济面貌全部改观。”随着我国养路机械化日益发展，目前各工务段大工区都配备了一定数量的内燃机做动力。由于我们工务部门的工作大都处在野外，工作条件较差，流动性大，它对动力设备既要求有足够大的功率，又要结构紧凑轻巧，便于运输安装，燃料和水的消耗量少。因此，在养路工作中选用内燃机做动力是很适宜的。

§ 3. 内燃机的分类和型号

内燃机的种类很多，按照工作原理和构造的不同，可分往复式活塞式内燃机，旋转活塞式内燃机等。这里我们只讲往复式活塞式内燃机，即一般所说的内燃机。

内燃机可从不同的角度分类。常见分类方法如表 1 — 1，

内燃机的型号按照国家标准 (GB 725—65) 规定。产品名称和型号按编制规则编制。现将有关内容摘要如下：

1. 内燃机型号依次由下列三部分组成：

首部：为缸数符号，用数字表示气缸数。

中部：机型系列代号，由冲程符号和缸径符号组成。

(1) 冲程符号：用字母表示冲程数。

(2) 缸径符号：用数字表示气缸直径。

尾部：变型符号，用数字顺序表示，与前面符号用短横（读“减”）隔开。该数字序号由系列产品的主导厂按产品出现的顺序统一编定。

必要时，在短横前可增加机器特征符号。机器特征符号用字母表示，工厂可根据机器特征选定字母之一表示，但仅限一个字母不能多用。如工厂必须选用其他字母时，应经主

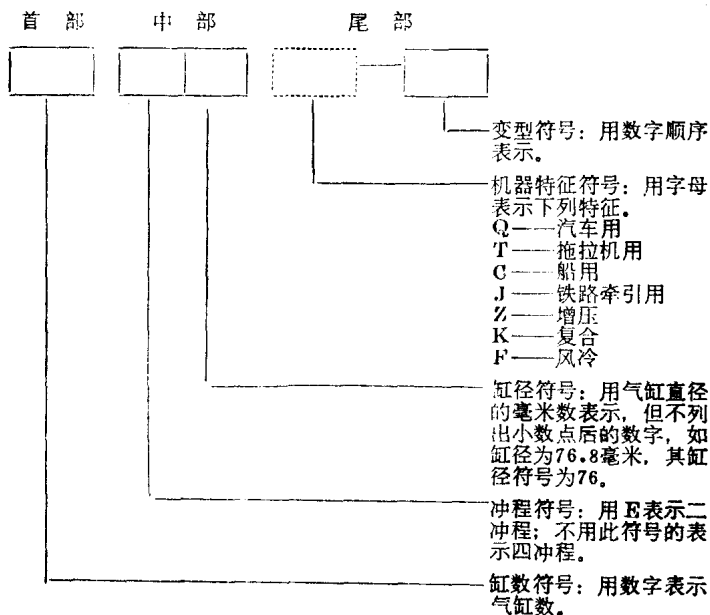
管部门批准。

内 燃 机 分 类

表 1—1

分 类 特 征	类 型
1. 燃料	1. 柴油机; 2. 汽油机; 3. 煤气机。
2. 行程	1. 四行程; 2. 二行程。
3. 转数	1. 高速 (1000转/分以上)。 2. 中速 (600~1000转/分)。 3. 低速 (600转/分以下)。
4. 点火方式	1. 压燃式; 2. 点燃式。
5. 进气方式	1. 吸入式; 2. 增压式。
6. 用途	1. 固定式; 2. 船用式; 3. 汽车、拖拉机式; 4. 航空式。
7. 气缸数目	1. 单缸; 2. 多缸。
8. 气缸排列	1. 直列; 2. V型; 3. 卧式; 4. W型; 5. 星型。
9. 冷却方式	1. 水冷; 2. 风冷。
10. 起动方法	1. 手摇; 2. 电力; 3. 其它。

2. 型号的排列顺序及符号规定如下页表:



注：型号示例：

- ① 1 E 56 F 汽油机——表示单缸，二冲程，缸径56毫米，风冷。
- ② 195 柴油机——表示单缸，卧式，四冲程，缸径95毫米，水冷，通用式。
- ③ 6135 柴油机——表示6缸，四冲程，缸径135毫米，水冷，通用式。
- ④ 6135 Z 柴油机——表示6缸，四冲程，缸径135毫米，增压。
- ⑤ 6135 C — 1 柴油机——表示6缸，四冲程，缸径135毫米，船用，第一种变型产品。
- ⑥ 12 E 230 C 柴油机——表示12缸，二冲程，缸径230毫米，船用。
- ⑦ 8 E 430 Z 柴油机——表示8缸，二冲程，缸径430毫米，增压。
- ⑧ 4100 Q — 4 汽油机——表示4缸，四冲程，缸径100毫米，汽车用，第四种变型产品。
- ⑨ 6160 — 1 柴油机——表示6缸，四冲程，缸径160毫米，水冷，第一种变型产品。

§ 4. 内燃机名词解释

图 1—1 表示内燃机构造示意图。在圆形的气缸中有一个可以上下运动的活塞，活塞借连杆和曲轴相连，因此活塞的直线运动可转变为曲轴的圆周运动。此外还有气缸盖、曲轴箱和飞轮等。为了便于学习内燃机的原理，现将常用名词解释如下：

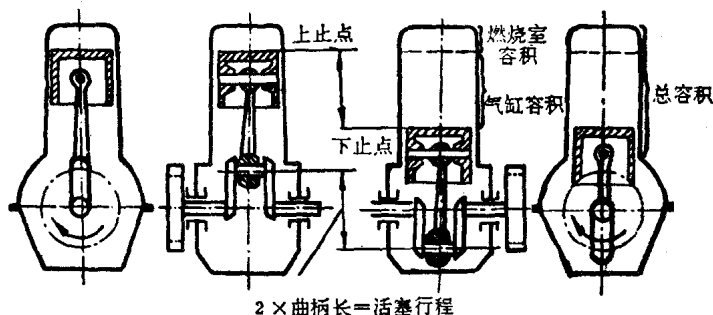


图 1—1 内燃机构造示意图

一、上止点和下止点（又称上死点和下死点）：活塞在气缸中上下运动时所达到的极端位置，活塞的顶部所达到的最高位置叫上止点（或称上死点）所达到的最低位置叫下止点（或称下死点）。

二、活塞行程（又称活塞冲程）：活塞在气缸中上下运动，由上止点到下止点的距离叫活塞行程。每一个行程相当于曲轴旋转半圈（ 180° ）。

三、燃烧室容积（又称压缩容积）：活塞到达上止点时，活塞顶至气缸盖之间的空隙叫燃烧室，其容积叫燃烧室容积。

四、气缸工作容积（又称活塞排量）：上止点与下止点之间的容积叫气缸工作容积。活塞在气缸中上下运动时每

次进气或排气量就等于这个容积，由此可见内燃机的工作容积越大，马力也就越大。

气缸工作容积 = 气缸断面积 × 活塞行程。通常以“升”计算（1升 = 1000立方厘米），则气缸工作容积按下式计算：

$$\text{气缸工作容积} = \frac{(\text{气缸直径})^2 \times \pi \times \text{活塞行程}}{4 \times 1000} \quad (\text{升})$$

上面公式表示一个气缸的工作容积。如果是多缸内燃机，再乘上缸数就是一台内燃机的全部工作容积。

例如：2105型柴油机为直列二缸，气缸直径为105毫米，活塞行程为130毫米。该柴油机的总排量为：

$$\text{气缸总工作容积} = \frac{3.1416 \times 10.5^2 \times 13 \times 2}{4 \times 1000} = 2.25 \text{升}$$

五、气缸总容积 燃烧室容积与气缸工作容积的和叫气缸总容积。

六、压缩比 气缸总容积与燃烧室容积之比叫压缩比。

$$\text{压缩比} = \frac{\text{气缸总容积}}{\text{燃烧室容积}} = \frac{\text{工作容积} + \text{燃烧室容积}}{\text{燃烧室容积}}$$

气体被压缩后的体积越小，压力也就越大，温度也越高。目前柴油机的压缩比在12~18之间，汽油机的压缩比在4.5~7.5之间。压缩比越大，由于压缩终了时混合气的压力和温度也越高，所以燃烧越迅速，内燃机的马力也越高。但对汽油机来说，压缩比不能过大，否则容易发生敲缸现象。这个问题以后还要讲到。

第二章 內燃机基本构造

內燃机是一种动力机械，它将燃料放出来的热能转化为机械能，从而带动其他机械工作。如前所述，由于內燃机的使用领域十分广泛，不同的用途，不同的使用条件，对內燃机的具体要求也不同。就目前我局工务部门所使用的內燃机来说，型号也是繁多的。“就人类认识运动的秩序来说，总是由认识个别的和特殊的事物，逐步地扩大到认识一般的事物。”我们对內燃机的认识过程也应遵循这个马列主义的认识规律。我们在日常工作中所遇到的不同类型的內燃机，虽然它们各有特点，但是在许多基本点上都是相同的，因此我们采用解剖“麻雀”的学习方法，由此逐步认识內燃机的一般规律。在这里我们以各工务段配备较多的2105型柴油机和NJ—70型汽油机为典型，认识內燃机的基本构造，从而进一步达到由感性认识上升为理性认识的飞跃。

§ 1. 2105型柴油机

2105型柴油机是南昌柴油机厂生产的直列二缸柴油机。它由曲柄连杆机构、配气机构、燃料系统、冷却系统、润滑系统、电气系统组成。如图 2—1 所示。

一、曲柄连杆机构 包括固定机件和运动机件两大部分。固定机件有机体、缸盖、曲轴箱等，它的主要作用是：形成燃烧室，并支承运动机件和一些辅助机件。运动机件有活塞组，连杆、曲轴、飞轮等，它的主要作用是：把活塞的往复直线运动变为曲轴的旋转运动，对外输出机械功。

二、配气机构 包括气门、气门传动件（挺杆、推杆、

摇臂)、凸轮轴、进、排气管、空气滤清器、消音器等。它的主要作用是：按内燃机的工作要求，使新鲜空气充入气缸并将燃烧后的废气排出。

三、燃料系 包括柴油箱、柴油滤清器、高压喷油泵（简称高压泵）、喷油咀和调速器等。它的主要作用是：按内燃机的工作要求，将燃料送入气缸并调节功率的大小。

四、润滑系 包括机油泵、机油滤清器等。它的主要作用是：供给各个作相对运动的部件有足够清洁的润滑油，以保证机器正常运转。

五、电气系 包括起动电机、蓄电池、充电机（直流发电机）、发电机调节器等。它的主要作用是：起动内燃机，以及向蓄电池充电。

§ 2. NJ—70汽油机

NJ—70汽油机是南京汽车制造厂生产的六缸直列式汽油机。构造示于图 2—2。点火顺序是 1—5—3—6—2—4，点火间隔是 120° 曲轴转角。从冷却风扇端看，曲轴的旋转方向是顺时针的。它与柴油机比较在构造上的主要区别是多了一套点火系。