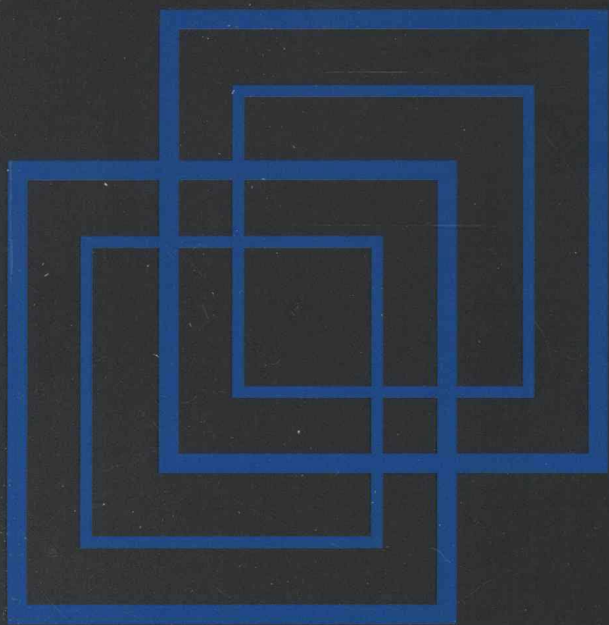




通信电源设备 使用维护手册

通信用
柴油发电机组

杜润田 高欣 编著

通信电源设备 使用维护手册

通信用
柴油发电机组

杜润田 高欣 编著

人 民 邮 电 出 版 社
北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

通信用柴油发电机组/杜润田、高欣编著. —北京: 人民邮电出版社, 2008.8

(通信电源设备使用维护手册)

ISBN 978-7-115-17964-7

I. 通… II. ①杜…②高… III. 通信系统—内燃发电机—机组—基本知识 IV. TM314

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 052855 号

内 容 提 要

本书是《通信电源设备使用维护手册》丛书之一。本书系统全面地介绍了通信用柴油发电机组的构成、工作原理、性能及使用。全书共分为 9 章: 第 1 章概述了柴油发电机组; 第 2 章介绍柴油机的基本知识和柴油机机体主要部件; 第 3 章介绍交流发电机; 第 4 章介绍柴油发电机组的技术条件、性能及选购; 第 5 章介绍柴油发电机组机房的设计、安装及验收; 第 6 章介绍柴油发电机组的使用、日常维护及保养; 第 7 章介绍柴油发电机组的常见故障及排除方法; 第 8 章介绍几种常见进口柴油发电机组的性能参数; 第 9 章介绍电喷式柴油机。

本书语言简洁, 内容通俗实用, 理论联系实际, 可操作性强。它是从事通信电源设计、施工和维护工作的技术人员必备的工具书, 也可作为高等院校有关专业的课本或教学参考用书, 对从事自备发电设备维护的人员也有很好的参考价值。

通信电源设备使用维护手册

通信用柴油发电机组

-
- ◆ 编 著 杜润田 高 欣
责任编辑 王建军
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京昌平百善印刷厂印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 14.5
字数: 247 千字 2008 年 8 月第 1 版
印数: 1—2 000 册 2008 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-17964-7/TN

定价: 38.00 元

读者服务热线: (010)67119329 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154



前 言

随着通信事业的发展,保证通信设备的安全供电越来越重要,而当市电供电紧张或市电出现故障时,自备柴油发电机组就成了保证通信设备安全供电的最后一道屏障。所以,正确使用和维护柴油发电机组就显得非常重要。近年来,出于对柴油发电机组使用安全的考虑,通信企业引进了大量进口的柴油发电机组,这些机组的使用极大地提高了在紧急情况下向通信设备供电的可靠性。但是,由于值班、操作人员的不断更新,部分人员对柴油发电机组使用和维护的知识掌握得较少,为了帮助他们尽快掌握使用和维护柴油发电机组的技能,我们编写了《通信用柴油发电机组》这本书。它是《通信电源设备使用维护手册》丛书之一。

本书着重讲解了柴油发电机组的基本原理,柴油发电机组的工作条件、性能及选购、机房的设计安装及验收,柴油发电机组的使用和日常维护及保养、常见故障及排除方法。为了让大家能够看得懂、学得会,本书只讲解柴油发电机组最基本的知识,既不进行深入的理论探讨,又尽量避免深奥的数学计算。

另外,本书还介绍了部分进口柴油发电机组的技术参数,以方便大家在选购柴油发电机组时参考。

本书语言简洁,内容通俗实用,理论联系实际,可操作性强。它是从事通信电源设计、施工和维护工作的管理人员和技术人员必备的工具书,也可作为高等院校有关专业的教材或教学参考用书,对其他具有自备发电设备的单位的工程技术人员和维护人员也有很好的参考价值。

此书编写过程中得到北京博文机电设备有限公司和维斯特中国机械设备有限公司的大力协助,在此表示衷心的感谢。

由于水平有限,书中可能存在一些错误甚至是谬误之处,望广大读者给予批评指正。

作 者

目 录

第 1 章 柴油发电机组概论	1
1.1 柴油发电机组的发展史	2
1.2 柴油发电机组的分类	4
1.2.1 按用途分类	4
1.2.2 按控制方法分类	4
1.2.3 按外观构造分类	5
第 2 章 柴油机	7
2.1 柴油机的基本知识	8
2.1.1 柴油机的总体结构	8
2.1.2 柴油机的常用术语	8
2.1.3 柴油机的类型	10
2.1.4 四冲程柴油机的工作原理	10
2.2 柴油机机体的主要部件	12
2.2.1 机体组件	12
2.2.2 曲柄连杆机构	15
2.2.3 活塞组	15
2.2.4 连杆组	18
2.2.5 V 型连杆	19
2.2.6 曲轴飞轮组	20
2.2.7 曲轴飞轮组件结构	21
2.2.8 多缸柴油机曲柄排列及发火顺序	23
2.2.9 配气机构	25
2.2.10 进、排气系统	29
2.2.11 废气涡轮增压系统	31
2.3 柴油机的燃油系统	34
2.3.1 燃油	34
2.3.2 燃油喷射系统	35
2.4 柴油机的润滑系统	49



目 录

2.4.1	润滑系统的作用	50
2.4.2	润滑的方式	50
2.4.3	润滑系统的组成	50
2.4.4	润滑系统主要部件的结构和原理	51
2.5	柴油机的启动系统	54
2.5.1	启动系统的分类	54
2.5.2	直流电动机启动系统的原理	55
2.5.3	蓄电池及蓄电池充电	58
2.5.4	充电发电机	60
2.6	柴油机的冷却系统	61
2.6.1	冷却的作用	61
2.6.2	冷却方式	62
2.6.3	水冷系统	63
2.6.4	水温调节方式	64
2.6.5	水冷系统的工作原理及主要部件	65
2.7	传感器	70
2.7.1	传感器的基本工作原理	70
2.7.2	传感器的分类	70
2.7.3	传感器的要求	72
2.7.4	传感器结构及其原理	72
第3章	交流发电机	77
3.1	交流发电机的基本结构	78
3.1.1	静止部分	78
3.1.2	转动部分	80
3.2	交流无刷发电机常用配件	82
3.2.1	自动调压器	82
3.2.2	辅助线圈供电励磁	85
3.2.3	永磁发电机	85
3.2.4	定子温度传感器	86
3.2.5	电机驱潮器	86
第4章	柴油发电机组的工作条件、性能及选购	87
4.1	柴油发电机组的工作条件	88
4.2	柴油发电机组的标定功率和修正	89

4.2.1	柴油机的标定功率	89
4.2.2	交流同步发电机的标定功率	90
4.2.3	柴油发电机组的标定功率	90
4.2.4	柴油发电机组的功率匹配比	91
4.2.5	柴油发电机组的功率修正	91
4.3	柴油发电机组的电气性能指标	92
4.3.1	主要技术性能	92
4.3.2	电气性能指标	97
4.4	柴油发电机组的选购	100
4.4.1	柴油发电机组产品的生产依据和标准	100
4.4.2	柴油发电机组技术性能和相关指标	100
4.4.3	怎样选择柴油发电机组	103
4.4.4	容量的估算	106
4.4.5	特殊用途机组的应用	108
第 5 章	柴油发电机组机房的设计、安装及验收	109
5.1	机房设计概述	110
5.1.1	机房总体布置	110
5.1.2	机房的要求	111
5.1.3	柴油发电机组机房的选址	112
5.1.4	柴油发电机组在机房内的布置原则	113
5.1.5	一个机房内同时放置多台发电机组时的注意事项	113
5.1.6	其他要求	113
5.2	柴油发电机组基础	114
5.2.1	基础的作用	114
5.2.2	基础的设计	115
5.2.3	基础的常见做法	115
5.2.4	地基材料与混凝土的配合比例	116
5.2.5	基础的尺寸	117
5.2.6	基础的浇筑	117
5.3	机房通风	118
5.3.1	排气系统	118
5.3.2	通风系统	124





目 录

5.4	机房的通风散热	127
5.4.1	机房的散热和空气循环	128
5.4.2	水冷柴油发电机组机房的通风和散热	129
5.4.3	风冷柴油发电机组机房的通风和散热	130
5.5	柴油发电机组的验收	130
5.5.1	机房布局	130
5.5.2	安装工艺	131
5.5.3	设备状况及性能	131
第 6 章	柴油发电机组的使用、日常维护及保养	135
6.1	柴油发电机组的维护使用要求	136
6.2	柴油发电机组开机前的检查	137
6.3	开机操作	138
6.4	柴油发电机组供电过程中的注意事项	140
6.5	停机操作	141
6.6	日常维护工作中的一些操作方法	142
6.7	柴油发电机组的周期性保养	145
6.7.1	柴油发电机组技术保养制度	146
6.7.2	柴油机各级技术保养作业内容	147
6.7.3	柴油机的日常维护和保养	147
第 7 章	柴油发电机组的常见故障及排除方法	149
7.1	柴油机常见故障判断及排除方法	150
7.1.1	柴油机不能启动	150
7.1.2	机油压力不正常	151
7.1.3	柴油机发不出规定的功率	152
7.1.4	柴油机运转时有不正常的声响	153
7.1.5	柴油机排气烟色不正常	154
7.1.6	机油过稀、温度过高、消耗量过大	154
7.1.7	油底壳机油平面升高	155
7.1.8	柴油机过热	155
7.1.9	柴油机喷油泵的一般故障	156
7.1.10	喷油器的一般故障	157
7.1.11	电动机启动装置的故障	157

7.1.12	充电发电机工作不正常	158
7.2	交流发电机常见故障判断及排除方法	159
7.2.1	机组运转后发电机不能发电	159
7.2.2	发电机运行时温升过高	159
7.2.3	发电机输出电压时高时低不稳定	160
7.2.4	旋转整流器无输出电压	160
7.2.5	发电机绝缘电阻降低	161
7.2.6	发电机三相电压不平衡	161
7.2.7	发电机启动正常而接负载后跳闸	161
7.3	自动转换柜常见故障及排除方法	161
7.4	典型故障案例	162
第8章	几种常见进口柴油发电机组的性能参数	185
8.1	美国CATERPILLAR柴油发电机组	186
8.2	美国CUMMINS柴油发电机组	189
8.3	英国威尔信柴油发电机组	193
8.4	法国SDMO柴油发电机组	197
第9章	电喷式柴油机	201
9.1	电喷式柴油机的优点	202
9.2	电喷燃油系统概述	203
9.2.1	电子控制模块	203
9.2.2	传感器	204
9.2.3	执行器	206
9.2.4	EUI电喷系统	206
9.3	电子诊断仪器	208
9.3.1	基于计算机的诊断仪器	209
9.3.2	手提扫描仪	211
9.4	HEUI电喷系统	211



第 1 章

柴油发电机组概论

在通信企业和其他一些对供电的连续性有严格要求的企业，为了防止在市电停电或出现故障时造成停电事故，都备有一台或多台由发动机、发电机和控制系统组成的发电机组。由于柴油机工作可靠、故障率低、功率范围广，柴油存放时安全性较好，而且柴油的热效率高、价格却相对便宜，因此，现代的发电机组一般都使用柴油机作为原动力。柴油发电机组的种类很多，若按发动机燃料分，可分为柴油发电机组和复合燃料发电机组；若按转速分，可分为高、中、低速机组；若按功率分可分为大、中、小型机组；若按用途分类，可分为长行和备用两类；若按控制方法分，可分为手动、自动、遥控、并车等几种；若按外观构造分，可分为基本型机组、防噪音型机组、拖车机组、车载机组等几种……



第1章 柴油发电机组概论

在通信企业和其他一些对供电的连续性有严格要求的企业，为了防止在市电停电或出现故障时造成的停电事故，都备有一台或多台发电机组。

发电机组由发动机、发电机和控制系统组成，所以叫发电机组。

这些发电机组一般都是使用汽油、柴油、天然气等燃料在发动机内部燃烧，将热能转变为机械能带动发电机旋转而产生电力的。这些燃料在发动机内部燃烧产生动力的发动机叫作内燃机。

内燃机是以使用的燃料分类的：使用汽油作燃料的叫汽油机，使用柴油作燃料的就叫柴油机。现代的发电机组一般都使用柴油机作为原动力，这是因为柴油机工作可靠、故障率低、功率范围广，柴油存放时安全性较好，而且柴油的热效率高、价格却相对便宜，即经济性好。随着柴油机生产技术的不断提高，自动化程度的不断发展，柴油机的应用会越来越多。

1.1 柴油发电机组的发展史

现代柴油机是在德国机械工程师狄塞尔发明的柴油机的基础上发展起来的，1892年，德国机械工程师狄塞尔取得了内燃机压缩点火的专利。他的做法是以提高发动机的压缩比来提高热效率，利用压缩气体的高温来点燃进入汽缸的燃料，这样做的好处是不但省去了点火装置和汽化器，而且可以使用比汽油价格更低的柴油做燃料。

狄塞尔经过了5年的实验，在1897年制成了第一台具有实用价值的压缩点火内燃机，即压燃式柴油机。与以前的内燃机相比，它延长了汽缸内气体的压缩过程，大大提高了压缩终了时气体的压力和温度，实现了不用点火系统而使柴油自动点火燃烧的功能。狄塞尔发明的柴油发动机能将35%的燃料潜能转变成动力，而当时最有效的汽油发动机也只能将28%的燃料潜能转变成动力，这是内燃机技术第二次革命性的突破。但是，当时狄塞尔发明的柴油发动机存在着很多的缺点，比如重量重、噪声大、冒黑烟，排出的大量废气会对环境影响很大，而且喷油泵还不完善，从而严重限制和影响了柴油机的使用。可以说，狄塞尔先生生前只看到发动机的成功的开端，却没有看到柴油机技术的飞跃发展，没有看到柴油机的广泛应用。

据资料记载，柴油机技术在1914年以前发展比较缓慢，在第一次世界大战期间，由于战争的需要柴油发动机才开始大量生产，用于军事目的。柴油发动机

真正得到广泛应用是在 1950 年左右。早期的柴油机都是四冲程的, 1899 年德国工程师雨果·古尔德纳制造出了二冲程柴油发动机, 他把当时采用相同缸径的四冲程柴油机的功率提高了 60%~80%。二冲程柴油机的结构简单, 造价低廉, 但其燃油和润滑油的消耗量较高、冷却比较困难、耐用性较差, 而且很难制造出功率较大的发动机, 所以至今实际使用的功率比较大的柴油机都是四冲程的。

世界上第一台发电机是 1831 年由英国的物理学家迈克尔·法拉第发明的。当时法拉第在试验中发现, 当磁铁在线圈中移动时, 线圈会产生电流, 即今天我们大家所熟知的电磁感应现象。法拉第发现了电磁感应现象之后不久, 便利用电磁感应原理发明了世界上第一台发电机, 即法拉第圆盘发电机。这台发电机的构造与现代的发电机不同, 在磁场中转动的不是线圈, 而是一个用紫铜做的圆盘。圆心处固定一个摇柄, 圆盘的边缘和圆心处各与一个黄铜电刷紧贴, 用导线把电刷与电流表连接起来; 紫铜圆盘放置在马蹄形磁铁的磁场中。当法拉第转动摇柄使紫铜圆盘旋转起来的时候, 电流表的指针偏向一边, 这说明电路中产生了持续的电流。这就是法拉第试制出的世界上第一台发电机。当年法拉第曾在英国皇家学会上表演他的发电机。当时, 有一位贵夫人问法拉第: “这玩艺儿有什么用呢?” 法拉第非常有礼貌地回答道: “夫人, 新生的婴儿又有什么用处呢?” 这一绝妙的回答受到大家的交口称赞。

当年法拉第发明的圆盘发电机虽然非常简单, 它产生的电流甚至不能让一只小灯泡发光, 但是, 这是世界上第一台发电机, 是它首先向人类揭开了机械能转化为电能的序幕。后来, 人们在此基础上将马蹄形永久磁铁改为能产生强大磁场的电磁铁, 用多股导线绕制的线框代替紫铜圆盘, 对电刷也进行了改进, 终于制成了功率较大的可供实用的发电机。目前, 即使功率为 1GW、10GW 的特大型发电机, 也是根据法拉第圆盘发电机的基本原理——电磁感应原理制成的。

1866 年, 德国的电工学家、实业家恩斯脱·韦尔纳·冯·西门子在法拉第圆盘发电机的基础上研制出自激励式发电机, 1870 年, 比利时的 Z·T·克拉姆又研制出了自激励式直流发电机。在经过不断改进之后, 电机技术已经走向成熟, 1877 年真正实用的发电机开始进入商业化生产阶段。

100 多年过去了, 正是这简陋、不成熟、像初生婴儿一样的圆盘发电机把人类带入了电气时代, 为人类利用电能做出了重大贡献。

21 世纪是科学技术飞跃发展的时代, 特别是电脑技术等高科技成果在柴油发电机组上的应用, 使柴油发电机组有了更广阔的发展前景。以柴油机为动力



的柴油发电机组已经是通信等企业必不可少的重要设备。

1.2 柴油发电机组的分类

柴油发电机组的种类很多,按照发动机燃料可分为柴油发电机组和复合燃料发电机组;按照转速可分为高、中、低速机组;按功率分可分为大、中、小型机组。此外,的分类方法还有很多,下面介绍常用的发电机组的分类方法。

1.2.1 按用途分类

柴油发电机组若按用途分类,可分为长行和备用两类。

1. 长行用途

此种类型机组主要作为自备电源,对非恒定负载提供连续的电力供应,对连续运行时间没有限制,并允许每 12h 有 1h 在过载 10%以内运行,适用于偏远、无市电供应或市电供应不稳定的地区,作为与市电完全独立的电源,满足所在地方的生产和生活用电。这类机组因运行时间较长、负荷较重,因此,相对于机组的极限功率,其许用功率可被调至较低点。

2. 备用用途

此类机组作为备用电源,对非恒定负载提供连续的电力供应,对连续运行时间没有限制,并允许每 12h 有 1h 在过载 10%以内运行,适用于高层建筑、医院、机场、电信部门或供电紧张的生产企业等必须保持电力连续供应的用电单位。此类机组随时保持备用状态,当市电失效时启动运行,供应电力,满足用户的基本生产和生活需要。

1.2.2 按控制方法分类

柴油发电机组若按控制方法分类,可分为手动、自动、遥控及并车等几种。

1. 手动机组

此类机组控制系统较简单,要求现场配备操作人员进行启动、合闸、分闸、停机等操作。

2. 自动机组

此类机组多半同时也为备用机组,具有自动启动、停机的功能,只要配备了 ATS 自动切换系统便可实现负载在市电和机组之间的切换,保证电力的持续供应。此类机组的优点是大大减少了对操作人员的依赖性,并缩短了人工在市

1.2 柴油发电机组的分类

1

电失效时启动、切换至发电机组供电之间的电力真空阶段，即缩短了从市电失效到机组供电的时间。

3. 遥控机组

远程监控自动化柴油发电机组或带智能接口的机组，采用微机控制技术对柴油发电机组实行全面自动控制，并由串行通信接口（RS232、RS485 或 RS422）实现中心站对分散于各处的机组进行遥控、遥信、遥测，从而达到无人值守，适用于作为通信设备的应急备用电源，亦可用作智能化大楼的应急备用电源。

4. 并车机组

当某些情况要求多台机组甚至机组与市电并联供电时，就需要采用并车机组。此类机组除了具备自动机组的全部功能外，还具有全自动的并车控制系统。并车机组通过先进的全自动并车控制系统，实现机组与机组、机组与市电间的自动同步、并联，以便联合对负载供应电力。

1.2.3 按外观构造分类

柴油发电机组若按外观构造分类，可分为基本型机组、防噪音型机组、拖车机组、车载机组等几种。

1. 基本机组

基本机组就是只配备了发电机组基本运行部件的机组。

2. 防噪音机组

防噪音机组与基本机组的本质区别是机组外部加装了防噪音箱体，并内置了消声器，从而降低了机组噪音，适用于对噪音有特殊要求的场合，如办公场所、学校、医院等等。图 1-1 所示为目前常见的一种低噪音柴油发电机组产品。

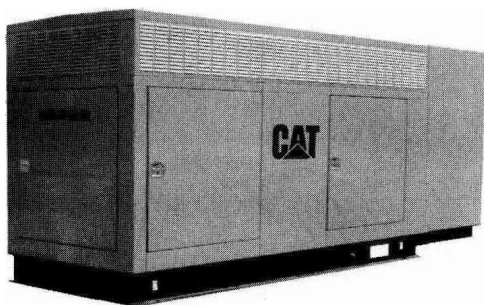


图 1-1 低噪音柴油发电机组



3. 拖车机组

拖车机组是在防噪音型机组的基础上加装了拖曳行走装置，实现了机组的便捷式移动，为城市范围内的短距离应急供电提供了可能。图 1-2 所示为目前常见的一种拖车式柴油发电机组产品。

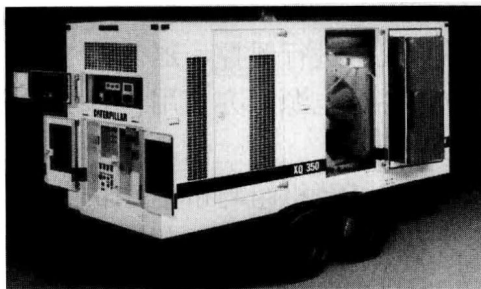
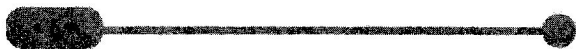


图 1-2 拖车式柴油发电机组

4. 车载机组

车载机组是将整台基本机组安装于汽车车厢内，厢体做防音降噪处理，是专门为远距离应急供电而设计制造的。





第 2 章

柴 油 机

柴油机是柴油发电机组的动力部分,它是内燃机的一种类型。柴油机的类型很多,若按曲轴转速可分为低、中、高速柴油机;若按工作循环可分为四冲程和二冲程;若按是否增压可分为非增压和增压;若按汽缸排列形式可分为直列型和 V 型。发电机用的柴油机几乎都是四冲程的。所谓“四冲程”,即进气冲程、压缩冲程、燃烧和膨胀冲程、排气冲程。柴油机主要由汽缸体一曲轴箱、汽缸盖、汽缸垫、油底壳以及齿轮室和飞轮壳等组成。



2.1 柴油机的基本知识

2.1.1 柴油机的总体结构

柴油机是柴油发电机组的动力部分，是内燃机的一种类型。它是一种将柴油喷射到汽缸内与空气混合，经压缩燃烧释放出热量转变为机械能的热力发动机。下面简要介绍柴油机各部分的功能和组成。

(1) 燃油供应系统。实现燃油向燃烧室源源不断地供给，保证柴油机的能量供应。它包括柴油箱、输油泵、输油循环管道、燃油滤清器、喷油泵以及喷嘴等零部件。

(2) 曲柄连杆机构与机体组件。为了将热能转换为机械能，需要通过曲柄连杆机构来完成。它包括曲轴箱、汽缸体、汽缸盖、活塞、活塞销、连杆、曲轴和飞轮等。当燃料在燃烧室内经活塞压缩燃烧时、由于气体膨胀的作用，推动活塞做直线往复运动，活塞又通过连杆带动曲轴，产生旋转力矩带动交流发电机实现机械能到电能的转换。

(3) 配气机构。燃料需与空气混合才能着火燃烧，配气机构正是保证了燃烧室定期吸入新鲜空气、排出燃烧后的废气。此机构由进气门、排气门、凸轮轴及驱动齿轮零件等组成。

(4) 冷却和润滑系统。柴油机的高温和高速运转的工作状态，必须使用一套有效的冷却和润滑系统。润滑系统包括润滑油泵、润滑油滤清器、润滑管道等。冷却系统由水泵、散热器、节温器、风扇和水套等部件组成。

(5) 启动系统。在柴油机正常运行之前必须有辅助系统来启动。通常，小型机组有手摇启动和电动马达启动；大型机组则多采用气动马达启动方式。

2.1.2 柴油机的常用术语

表示柴油机工作原理的常用术语的图示说明如图 2-1 所示。

1. 工作循环

内燃机在热能与机械能的转换中，是通过活塞在汽缸内工作，连续进行进气、压缩、燃

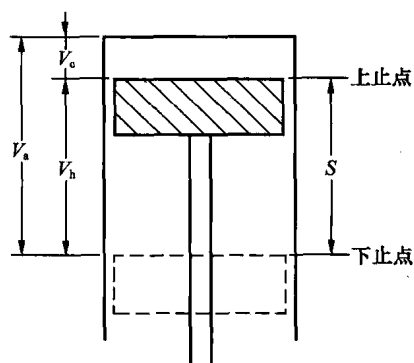


图 2-1 柴油机的几个常用术语标示