

性能参数 构造原理 驾驶操作 维护检修

GONGCHENG
JIXIECHUANG DE

工程机械车辆的 使用与维修

朱则刚 陆 刚 主编
肖永清 主审



中国电力出版社
www.cepp.com.cn



工程机械车辆的 使用与维修

朱则刚 陆 刚 主编
肖永清 主审



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

随着我国企业厂内工程机械车辆的应用日渐增多,企业厂内工程机械车辆的驾驶及维修队伍逐步扩大。为了适应厂内工程机械车辆发展的需要,更好地开展企业厂内工程机械车辆驾驶及维修作业人员的培训、考核取证和复审工作,培养具有一定专业技术水平和安全意识的驾驶员,根据作者多年从事企业厂内工程机械车辆驾驶及维修作业人员的培训、复审和考核的实践经验,特编写本书。

全书共分五章,主要针对国内使用较多的企业厂内工程机械车辆,如厂内货车、内燃叉车、起重机、电瓶叉车、装载机、挖掘机、推土机、前置翻斗车等,介绍了其动力装置、车辆底盘、电气系统、安全驾驶,以及使用、维护与故障检修等基本知识。

本书文字通俗易懂、图文并茂、实用性强,可作为企业厂内工程机械车辆驾修人员的专业技术培训教材,也可供现场施工管理人员和其他有关技术人员参考,还可作为高等工科学校工程机械车辆等相关专业的辅导教材。

图书在版编目(CIP)数据

工程机械车辆的使用与维修/朱则刚,陆刚主编. —北京:中国电力出版社,2007
ISBN 978-7-5083-5411-8

I. 工… II. ①朱…②陆… III. ①工程车-使用②工程车-维修 IV. U469.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第045496号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2007年6月第一版 2007年6月北京第一次印刷
787毫米×1092毫米 16开本 21.375印张 603千字
印数 0001—4000册 定价 32.00元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前 言

preface

工程机械车辆的发展与国民经济建设有着密切的关系。随着现代社会文明的发展,企业厂内工程机械车辆的使用越来越多,它已从过去的港口码头和基建工地,进入了整个社会,成为当今社会生产和人们生活中不可缺少的工具,企业厂内工程机械车辆在我国有一定的市场需求,并愈来愈显示出它的巨大作用。近些年来,国家和地方性工程建设项目投资来源呈多元化发展趋势,国家投资、地方投资、世行贷款、国际财团和民营资本的投资等为厂内工程机械车辆发展提供了良好的环境。据报道,2003年我国厂内工程机械车辆曾出现了“井喷”现象,共计实现销售收入780亿元,各主要类别产品的销售均出现了比较大的增幅。

工程机械车辆在工程建设领域代替了人的体力劳动,扩展了人的手脚功能。尤其现代化工程机械车辆,更是被赋予了灵性,配有思维头脑(微电脑)、感觉器官(传感器)、神经网络(电子传输)、五脏六腑(动力与传动)及手足骨骼(工作机构与行走装置)等机、电、信一体化系统。新的工程机械车辆产品在工作效率、作业质量、环境保护、操作性能及自动化程度等诸多方面都是以往的工程机械车辆所不可比拟的,并且在向着进一步的智能化和机器人化方向迈进。

随着我国企业厂内工程机械车辆的应用日渐增多,企业厂内工程机械车辆驾驶及维修队伍逐步扩大,为了适应厂内工程机械车辆发展的需要,更好地开展企业厂内工程机械车辆驾驶及维修作业人员的培训、考核取证和复审工作,培养具有一定专业技术水平和安全意识的驾驶员,根据作者多年从事企业厂内工程机械车辆驾驶及维修作业人员的培训、复审和考核的实践经验,特编写了本书。

全书共分五章,主要针对国内使用较多的企业厂内工程机械车辆,如厂内货车、内燃叉车、起重机、电瓶叉车、装载机、挖掘机、推土机、前置翻斗车等全面阐述了其性能参数、构造原理、驾驶操作、维护检修以及驾驶使用等内容。

本书力求基本理论与实践相结合,准确、简练,突出重点。本书文字通俗易懂、图文并茂、实用性强。可作为企业厂内工程机械车辆驾修人员的技术培训教材,也可供现场施工管理人员和其他有关技术人员参考,还可作为高等工科学学校工程机械车辆等相关专业的辅导教材。

参加本书编写和提供帮助的还有刘道春、肖艳、张祖尧、李兴普、陆文、杨忠敏、燕来荣、肖军、莫翠兰、燕美、邵莉、陆荣庭、陈念、朱俊、丁延军、钟晓俊、刘晓凤、钟家良、杨忠惠、严伯昌、钟华等。本书还参考了大量文献资料,借鉴了部分数据和图表。在此谨向原书作者和资料的提供者表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中不足之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

2007.1

目 录

CONTENTS

前 言

第一章 厂内工程机械车辆动力装置的基本常识	1
第一节 厂内工程机械车辆的动力装置	1
一、车用动力装置内燃机概述	1
二、柴油机和汽油机	3
三、车用蓄电池与直流电动机	6
第二节 内燃机的结构原理	8
一、曲柄连杆机构	8
二、配气机构	10
三、燃料供给系统	14
四、润滑系统	22
五、冷却系统	27
第二章 厂内工程机械车辆底盘的基本常识	31
第一节 厂内工程机械车辆的传动系统	31
一、传动系统的功用与组成	31
二、主离合器	33
三、变速器	36
四、液力变矩器	37
五、万向传动装置	40
六、驱动桥	40
第二节 厂内工程机械车辆的行驶系统	43
一、行驶系统的功用与组成	43
二、车架	44
三、车桥	44
四、车轮和轮胎	46
五、悬架	47
第三节 厂内工程机械车辆的转向系统	48
一、转向系统的功用与组成	48
二、转向器	49
三、转向传动机构	50

四、动力转向的基本组成及工作原理	51
五、厂内工程机械车辆的转向系统	51
第四节 厂内工程机械车辆的制动系统	53
一、概述	53
二、制动器	55
三、制动驱动机构	57
四、轮胎式装载机的制动系统	59
第五节 履带式工程机械车辆的底盘	62
一、履带式工程机械车辆的传动系统	62
二、上部转台的回转装置	63
三、履带式工程车辆的行驶系统	65
第六节 厂内工程机械车辆的液压系统及元件	70
一、液压传动的基本原理和系统组成	71
二、泵	72
三、阀	74
四、油缸与马达	77
五、厂内工程机械车辆的液压系统	78
第七节 厂内工程机械车辆的工作装置	81
一、叉车的工作装置	82
二、起重机的工作装置	84
三、装载机的工作装置	86
四、推土机的工作装置	87
五、挖掘机的工作装置	90
第三章 厂内工程机械车辆的电气系统	93
第一节 内燃机为动力的厂内工程机械车辆电气系统	93
一、蓄电池	94
二、交流发电机及其调节器	96
三、汽油机点火系统	97
四、起动机	98
五、机动车的电气设备、仪表与灯具	99
第二节 电动车辆	100
一、电动车辆动力部分的结构	100
二、电动车辆的电气系统	101
三、四支点电动平衡叉车的结构	102
第四章 厂内工程机械车辆的安全驾驶和使用	104
第一节 厂内工程机械车辆的使用	104
一、厂内工程机械车辆使用性能和使用要点	104
二、厂内工程机械车辆故障的预防	109
第二节 典型的厂内工程机械车辆结构特点及操作安全	116
一、叉车	117

二、蓄电池运输车 and 牵引车	118
三、固定平台搬运车	120
四、机动翻斗车	121
五、起重机	122
六、装载机	126
七、推土机	130
八、履带式挖掘机及挖掘装载机	133
九、铲运机	142
第三节 厂内工程机械车辆的燃、润油料及特种液	143
一、车用汽油	143
二、车用柴油	145
三、发动机润滑油	147
四、车辆齿轮油	152
五、车辆自动传动液 (液力传动油)	155
六、车用润滑脂	157
七、车用发动机的冷却液	161
八、车辆制动液	168
第五章 厂内工程机械车辆的维护、检修与故障排除	170
第一节 厂内工程机械车辆的维护	170
一、发动机的维护	170
二、动力装置零部件的使用与维护	174
三、底盘零部件的使用与维护	182
四、整车维护	189
第二节 厂内工程机械车辆的润滑	196
一、工程机械车辆常用润滑剂	197
二、工程机械用钢绳润滑剂	198
三、集中润滑在挖掘机、装载机等工程机械设备上的使用	200
四、厂内工程机械车辆液压系统的润滑	202
第三节 厂内工程机械车辆电器的使用维护	207
一、蓄电池的维护	207
二、电瓶叉车电动机部件的维护	209
三、仪表、传感器的安装事项	210
第四节 厂内工程机械车辆的维修	210
一、工程机械车辆大修的基本要求	210
二、柴油机的维修	211
三、零部件的紧固和装配	214
四、厂内工程机械车辆的维修	219
五、厂内工程机械车辆的调整	225
六、传动系统的维修	236
七、制动系统的维修	244

八、前桥转向系统的维修	247
九、液压系统的维修	254
十、厂内工程机械车辆工作装置的典型维修实例	259
第五节 厂内工程机械车辆的常见故障诊断和排除	261
一、厂内工程机械车辆常见故障的分析方法	261
二、厂内工程机械车辆常见故障的诊断方法	262
三、发动机常见故障的诊断实例	266
四、底盘的常见故障诊断和排除	276
五、液压系统的常见故障诊断和排除	282
六、厂内工程机械车辆典型的故障检修	286
七、电瓶运输车和电瓶叉车的故障诊断	303
八、厂内工程机械车辆的疑难故障诊断实例	304
第六节 工程机械车辆的技术检验	321
一、工程机械车辆的技术状况检验	321
二、工程机械车辆的安全检验	325
三、车辆送修前的检验	326
四、车辆年度检验	327
五、车辆调试	331
参考文献	333

厂内工程机械车辆动力装置的基本常识

企业厂内工程机械车辆的动力装置因使用性能不同而种类不同,它们由于机构、装置的构造和安装位置各异,可以构成不同型式,但总体构造和工作原理都是遵循一个基本规律。

企业厂内工程机械车辆的动力装置的构造及工作原理,是企业厂内工程机械车辆驾驶员应知应会的重要内容,在企业厂内工程机械车辆的装卸运输作业中,掌握其性能特点和工作原理,以发挥它们的最大效能并保障其运行的安全,是十分重要的。

第一节 厂内工程机械车辆的动力装置

一、车用动力装置内燃机概述

1. 机动车动力装置及其功用和特点

可将其他形式的能量转变为机械能的机器统称为动力装置。按照所转换能量分类,动力装置可分为热力发动机(热机)、电动机、水力机、风力机、原子能发动机等等。目前企业厂内机动车广泛使用的动力装置主要有电动机和内燃机两种。

动力装置的功用是供给车辆工作所需的能量,驱动车辆运行,驱动工作装置和动力转向系统的液压油泵,以及满足其他装置对能量的要求。热力发动机是将燃料燃烧所得到的热能转变为机械能的机器。内燃机是热力发动机的一种,其特点是燃料直接在发动机内部燃烧。燃料在发动机外部燃烧的热力发动机称为外燃机,如蒸汽机、汽轮机等等。内燃机与外燃机相比,具有热效率高、体积小、启动迅速等优点,因而广泛地应用在包括企业厂内机动车辆在内的各种车辆上。

内燃机是一种动力机械,它通过使燃料在机器内部燃烧,并将其放出的热能直接转换为动力。广义上的内燃机不仅包括往复式活塞式内燃机、旋转活塞式发动机和自由活塞式发动机,也包括旋转叶轮的燃气轮机、喷气式发动机等,但通常所说的内燃机是指活塞式内燃机。

活塞式内燃机以往复式最为普遍。活塞式内燃机将燃料和空气混合,在其气缸内燃烧,释放出的热能使气缸内产生高温高压的燃气。燃气膨胀推动活塞做功,再通过曲柄连杆机构或其他机构将机械功输出,驱动从动机械工作。

2. 内燃机组成与功能

往复式活塞式内燃机的组成部分主要有曲柄连杆机构、机体和气缸盖、配气机构、供油系统、润滑系统、冷却系统、启动装置等。气缸是一个圆筒形金属机件。密封的气缸是实现工作循环、产生动力的源地。各个装有气缸套的气缸安装在机体里,它的顶端用气缸盖封闭着。活塞可在气缸套内往复运动,并从气缸下部封闭气缸,从而形成容积作规律变化的密封空间。燃料在此空间内燃烧,产生的燃气动力推动活塞运动。活塞的往复运动经过连杆推动曲轴作旋转运动,曲轴再从飞轮端将动力输出。由活塞组、连杆组、曲轴和飞轮组成的曲柄连杆机构是内燃机传递动力的主要部分。活塞组由活塞、活塞环、活塞销等组成。活塞呈圆柱形,上面装有活塞环,借以在活塞往复运动时密闭气缸。上面的几道活塞环称为气环,用来封闭气缸,防止气缸内的气体漏泄;下面的环称为油环,用来将气缸壁上的多余润滑油刮下,防止润滑油窜入气缸。活塞销呈圆筒形,它穿入活塞上的销孔和连杆小头中,将活塞和连杆连接起来。连杆大头端分成两半,由连杆螺钉连接起来,它与曲轴的曲柄销相连。连杆工

作时，连杆小头端随活塞作往复运动，连杆大头端随曲柄销绕曲轴轴线作旋转运动，连杆大头与小头间的杆身作复杂的摇摆运动。

曲轴的作用是将活塞的往复运动转换为旋转运动，并将膨胀行程所作的功，通过安装在曲轴后端上的飞轮传递出去。飞轮能储存能量，使活塞的其他行程能正常工作，并使曲轴旋转均匀。为了平衡惯性力和减轻内燃机的振动，在曲轴的曲柄上还适当装置平衡质量。

气缸盖中有进气道和排气道，内装进、排气门。新鲜充量（空气或空气与燃料的可燃混合气）经空气滤清器、进气管、进气道和进气门充入气缸。膨胀后的燃气经排气门、排气道和排气管，最后经排气消声器排入大气。进、排气门的开启和关闭是由凸轮轴上的进、排气凸轮，通过挺柱、推杆、摇臂和气门弹簧等传动件分别加以控制的，这一套机件称为内燃机配气机构。通常由空气滤清器、进气管、排气管和排气消声器组成进排气系统。

为向气缸内供入燃料，内燃机均设有供油系统。汽油机通过安装在进气管入口端的化油器将空气与汽油按一定比例（空燃比）混合，然后经进气管供入气缸，由汽油机点火系统控制的电火花定时点燃。柴油机的燃油则通过柴油机喷油系统喷入燃烧室，在高温高压下自行着火燃烧。

内燃机气缸内的燃料燃烧使活塞、气缸套、气缸盖和气门等零件受热，温度升高。为了保证内燃机正常运转，上述零件必须在许可的温度下工作，避免零件因过热而损坏，所以必须备有冷却系统。

内燃机不能从停车状态自行转入运转状态，必须由外力转动曲轴，使之启动。这种产生外力的装置称为启动装置。常用的有电启动、压缩空气启动、汽油机启动和人力启动等方式。

3. 内燃机的工作循环

由进气、压缩、燃烧和膨胀、排气等过程组成。这些过程中只有膨胀过程是对外作功的过程，其他过程都是为更好地实现作功过程而需要的过程。按实现一个工作循环的行程数，工作循环可分为四冲程和二冲程两类。四冲程发动机工作原理如图 1-1 所示。

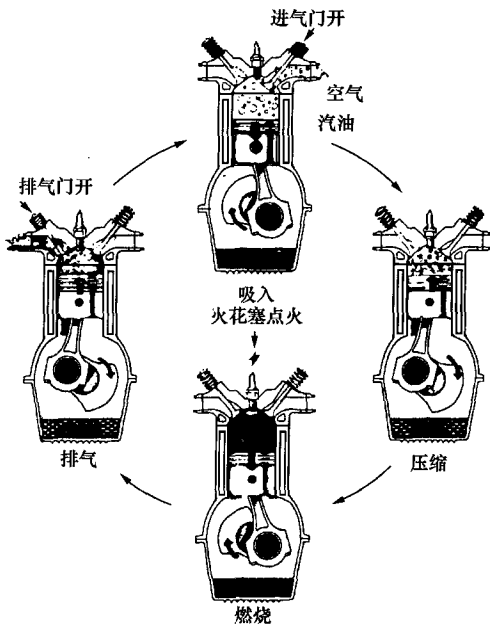


图 1-1 四冲程发动机工作原理

四冲程是指在进气、压缩、膨胀和排气四个行程内完成一个工作循环，此间曲轴旋转两圈。进气行程时，进气门开启，排气门关闭。流过空气滤清器的空气，或经化油器与汽油混合形成的可燃混合气，经进气管道、进气门进入气缸；压缩行程时，气缸内气体受到压缩，压力增高，温度上升；膨胀行程是在压缩上止点前喷油或点火，使混合气燃烧，产生高温、高压，推动活塞下行并作功；排气行程时，活塞推挤气缸内废气经排气门排出。此后再由进气行程开始，进行下一个工作循环。

二冲程是指在两个行程内完成一个工作循环，此期间曲轴旋转一圈。首先，当活塞在下止点时，进、排气口都开启，新鲜充量由进气口充入气缸，并扫除气缸内的废气，使之从排气口排出；随后活塞上行，将进、排气口均关闭，气缸内充量开始受到压缩，直至活塞接近上止点时点火或喷油，使气缸内可燃混合气燃烧；然后气缸内燃气膨胀，推动活塞下行做功；当活塞下行使排气口开启时，废气由此排出，活塞继续下行至下止点，完成一个工作循环。

内燃机的排气过程和进气过程统称为换气过程。换气的主要作用是尽可能把上一循环的废气排除

干净,使本循环供入尽可能多的新鲜充量,以使尽可能多的燃料在气缸内完全燃烧,从而发出更大的功率。换气过程的好坏直接影响内燃机的性能。为此除了降低进、排气系统的流动阻力外,主要是使进、排气门在最适当的时刻开启和关闭。实际上,进气门是在上止点前开启,以保证活塞下行时进气门有较大的开度,这样可在进气过程开始时减小流动阻力,减少吸气所消耗的功,同时也可充入较多的新鲜充量。当活塞在进气行程中运行到下止点时,由于气流惯性,新鲜充量仍可继续充入气缸,故使进气门在下止点后延迟关闭。

排气门也在下止点前提前开启,即在膨胀行程后部分即开始排气,这是为了利用气缸内较高的燃气压力,使废气自动流出气缸,从而使活塞从下止点向上止点运动时,气缸内气体压力低些,以减少活塞将废气排挤出气缸所消耗的功。排气门在上止点后关闭的目的,是利用气体流动的惯性,使气缸内的残余废气排除得更干净。

4. 内燃机性能

内燃机性能主要包括动力性能和经济性能。动力性能是指内燃机发出的功率(扭矩),表示内燃机在能量转换中量的大小,标志动力性能的参数有扭矩和功率。经济性能是指发出一定功率时燃料消耗的多少,表示能量转换中质的优劣,标志经济性能的参数有热效率和燃料消耗率。

内燃机未来的发展将着重于:改进燃烧过程,提高机械效率,减少散热损失,降低燃料消耗率;开发和利用非石油制品燃料、扩大燃料资源;减少排气中有害成分,降低噪声和振动,减轻对环境的污染;采用高增压技术,进一步强化内燃机,提高单机功率;研制复合式发动机、绝热式涡轮复合式发动机等;采用微处理机控制内燃机,使之在最佳工况下运转;加强结构强度的研究,以提高工作可靠性和寿命,不断研制新型内燃机。

二、柴油机和汽油机

1. 柴油机

(1) 柴油机概述。柴油机是用柴油作燃料的内燃机。柴油机属于压缩点火式发动机,常以主要发明者狄塞尔的名字命名,被称为狄塞尔引擎。

柴油在工作时,吸入柴油机气缸内的空气,因活塞的运动而受到较高程度的压缩,达到 $500\sim 700^{\circ}\text{C}$ 的高温。然后燃油以雾状喷入高温空气中,与空气混合形成可燃混合气,自动着火燃烧。燃烧中释放的能量作用在活塞顶面上,推动活塞并通过连杆和曲轴转换为旋转的机械功。

(2) 柴油机的分类。按转速分为高速、中速和低速柴油机;按燃烧室的型式分为直接喷射式、涡流室式和预燃室式柴油机等;按气缸进气方式分为增压和非增压柴油机;按气体压力作用方式分为单作用式、双作用式和对置活塞式柴油机等;按用途分为船用柴油机、机车柴油机等。柴油机燃料主要是柴油,通常高速柴油机用轻柴油,中、低速柴油机用轻柴油或重柴油。柴油机用油泵和喷油器将燃油以高压喷入气缸,喷入的燃油呈雾状,与空气混合燃烧。因此柴油机可用挥发性较差的重质燃料或劣质燃料,如原油和渣油等。

在燃用原油和渣油时,除须滤除杂质和水分外,还要对供油系统进行预热保温,降低黏度,以便输送和喷射。柴油机如采用某种合适的燃烧室也可用乙醇、汽油和甲醇等轻质燃料。为了改善轻质燃料的着火性,可加入添加剂提高十六烷值,或与柴油混合使用。一些气体燃料,如天然气、液化石油气、沼气和发生炉煤气等也可作为柴油机的燃料,但这时通常以气体燃料为主,以少量柴油引燃,这种发动机称为双燃料内燃机。

(3) 柴油机的燃烧过程。柴油机的燃烧一般分为着火延迟期、速燃期、缓燃期和后燃期四个阶段。着火延迟期是指从燃料开始喷射到着火,其间经过喷散、加热蒸发、扩散、混合和初期氧化等一系列物理的和化学的准备过程。它是燃烧过程的一个重要参数,对燃烧放热过程的特性有直接影响。在着火延迟期内喷入燃烧室的燃料,在速燃期内几乎是同时燃烧的,所以放热速度很快,压力升高也

特别快。缓燃期阶段中,燃料的燃烧取决于混合的速度。因此,加强燃烧室内的空气扰动和加速空气与燃料的混合,对保证燃料在上止点附近迅速而完全地燃烧有重要作用。

柴油机的混合和燃烧时间很短,以致有些燃料不能在上止点附近及时烧完,而拖到膨胀行程的后期放出的热量不能得到充分利用,因此应尽量避免燃料在后燃期燃烧。

(4) 柴油机的燃烧室。燃烧室的优劣对柴油机的性能有决定性的作用,因此是柴油机设计的关键。燃烧室按组织燃烧过程的特点和结构不同,分为开式、半开式、预燃室式和涡流室式四类。前两类属于直接喷射式燃烧室,后两类属于分隔式燃烧室。

低速柴油机和部分中、高速柴油机主要用无涡流的开式燃烧室。燃烧室由气缸盖底面和活塞顶面形成,具有一定形状的整体空间。多孔喷油器(6~10孔)能使燃油雾化良好,并均匀分布在燃烧室空间。因此,开式燃烧室中的燃烧属于典型的空燃式燃烧过程,要求燃烧室与油束形状和分布相配合。它的优点是燃料消耗率低,启动容易;缺点是燃料雾化要求高,难于适应变转速工作。小型高速柴油机大多采用有涡流的半开式燃烧室。这种燃烧室又分为多种类型,主要有油膜式燃烧室和复合式燃烧室等。

油膜式燃烧室是1956年由德国的莫勒发明的。燃烧室位于活塞顶内,呈球形。燃料喷向燃烧室壁面,大部分燃油在强涡流作用下喷涂在燃烧室壁面上,形成很薄的油膜,小部分燃油雾化分布在燃烧室空间并首先着火,随后即引燃从壁面上蒸发的燃料。这种燃烧室可使工作过程柔和,燃烧完全,声轻无烟,并可使用轻质燃料;缺点是低温时启动较困难。

复合式燃烧室是1964年由中国的史绍熙等发明的,燃烧室在活塞顶内呈深盆形,口部略有收缩,用特殊形状的进气道形成进气涡流,采用单孔轴针式喷油器。喷油器轴线与燃烧室壁面基本平行,燃料喷向燃烧室的周边空间。在涡流作用下,粗大的油粒散落在燃烧室壁面上形成油膜,细小的油粒在空间与空气混合。当转速较高时,燃烧室涡流速度高,壁面上的油膜燃料增多,具有油膜燃烧的特点;而在低转速和启动时,涡流速度低,空间混合的燃料量增多,具有空间式燃烧的特点,能改善冷启动性能。

复合式燃烧室把油膜蒸发混合燃烧与空间混合燃烧合理地结合起来,兼有两者的优点,故又称为复合式燃烧系统,其工作过程柔和,可燃用多种燃料,对喷油系统要求低,而且启动容易。缺点是低负荷排气中未燃的碳氢化合物含量较高。

预燃室式燃烧室由预燃室和主燃烧室两部分组成。预燃室在气缸盖内,占压缩容积的25%~40%,有一个或数个通孔与主燃烧室连通。燃料喷入预燃室中,着火后部分燃料燃烧,将未燃的混合物高速喷入主燃烧室,与空气进一步混合燃烧。这种燃烧室适用于中、小功率柴油机。

涡流室式燃烧室由涡流室和主燃烧室组成。涡流室位于气缸盖上,呈球形或倒钟形,占总压缩容积的50%~80%,有切向通道与主燃烧室相通。在压缩行程时,压入涡流室的空气产生强烈的涡流运动,促使喷入其中的燃料与空气混合。着火后混物流入主燃烧室,形成二次流动,进一步与主燃烧室内的空气混合燃烧。涡流室式燃烧室和预燃室式燃烧室都用轴针式喷油器,喷油压力较低,工作可靠。由于涡流室内涡流随转速增高而加强,柴油机高转速时柴油和空气仍能很好地混合。涡流室式柴油机的转速可达4000r/min以上,工作过程柔和,排气中有害成分较少。但散热损失和气体流动损失大;后燃较严重,故燃料消耗率较高;冷车启动困难,往往需要加装预热塞。

2. 车用汽油机

(1) 车用汽油机的组成。汽油机是用汽油作燃料的一种火花点火式内燃发动机。汽油机一般采用往复式活塞式结构,由本体(缸盖、缸体、曲轴箱)、曲柄连杆机构、配气系统、供油系统、润滑系统和点火系统等部分组成。

(2) 车用汽油机的分类。按配气系统的不同,汽油机分为二冲程的和四冲程的两类。二冲程汽油

机用于提供较小的动力，轻、小且成本低。四冲程汽油机又可分为侧置气门式、顶置气门侧置凸轮轴式和顶置凸轮轴式三种，以顶置凸轮轴式汽油机性能最好。

按气缸进气方式的不同，汽油机分为增压的和非增压的两类。按供油系统的不同，汽油机分为化油器式和汽油喷射式两类。20世纪80年代，汽油喷射式的应用迅速增多，许多厂家的产品已用汽油喷射式代替化油器式。汽油喷射式又可分为多点喷射和单点喷射两种，多点喷射汽油机性能最好，但成本较高。

按混合气形成的方法，汽油机分为均匀混合气式、火焰点火式（用电火花将辅室中的少量浓混合气点燃后，利用喷出的火焰点燃主室中的过稀混合气）和分层充气式（在统一燃烧室内，一部分为可燃混合气，另外一部分只是空气）三类。商业产品基本上都是均匀混合气式，正在发展的稀混合气汽油机也是均匀混合气汽油机。

(3) 车用汽油机的工作原理。汽油是多种烃的液态混合物，馏出温度在 210°C 以下，易于蒸发成气态。汽油机在工作时，空气流过化油器，按比例携带适量汽油进入进气管。在流经进气管、进入气缸和压缩过程中，汽油迅速蒸发，到压缩末期已完全成气态，并与空气混合成相当均匀的可燃混合气。这时，汽油机点火系统提供瞬时高压电，在火花塞的火花间隙处打出火花，使该处微量混合气发生化学反应，累积热量而提高温度，并使次层混合气受热发生化学反应。当逐渐发展到气缸内压力明显上升时，便形成明亮的火焰核心。从火花点火到此刻的时间称为着火延迟期，火焰核心能否形成和着火延迟时期的长短，均取决于火花间隙处混合气的化学性质、火花能量和该处气流速度。火焰核心形成后，引起火焰传播，将气缸内混合气烧尽，使缸内压力迅速上升。

混合气热量主要在火焰传播时期放出，这是决定一个循环做功多少的关键。此后仍有补充燃烧现象，但放热很少。其他蒸发性好的液体燃料如酒精等，或气态燃料在适当改动燃料供给系统后，也可用于汽油机。

在汽油机中要求火焰传播速度高，而且火焰传播发生在上止点前后。对火焰传播速度影响最大的是混合气紊流强度，这决定于燃烧室的结构，在结构一定时，又大致与转速成正比。为使火焰传播发生在上止点前后，必须选择在最有利的时刻点火。汽油机转速提高和负荷率减低时，最佳点火提前角均应加大。在不同转速和负荷的工况下，最佳点火提前角也不同。因此，在分电器中应有转速及其真空自动调整装置。

(4) 车用汽油机的热效率与压缩比。汽油机的热效率与压缩比有直接关系，提高汽油机的压缩比，则热效率随之提高。压缩比已由早期的4.5提高到10。当压缩比达到9以上时会使气缸内产生积炭，积炭会点燃混合气，形成不正常燃烧的现象，称为表面点火。在人们重视内燃机排污问题后，实用压缩比又有所下降。使压缩比得以提高的因素除燃烧室结构等的设计外，主要在于汽油品质的提高。20世纪20年代中，人们发现在汽油中添加四乙铅可以提高汽油机的压缩比。此外，通过对燃烧现象进行研究，已经能用合理设计燃烧室的方法，降低汽油机对汽油辛烷值的要求。铅是排气中的有害成分，现在已出现不使用含铅汽油的趋势。

(5) 车用汽油机的燃烧室结构。侧置气门式燃烧室结构简单，混合气集中于火花塞附近，并靠活塞的挤压，使混合气有较强的涡流。距火花塞较远处的混合气量较少并受燃烧室壁冷却，因而有利于避免爆振，同时使混合气主要部分燃烧放热快。这种燃烧室的缺点是混合气进路曲折，气缸充气效率较低，许用压缩比低，已较少采用。

顶置气门式燃烧室结构较复杂，其中澡盆形的结构略为简单；半球形的可容纳较大的气门，混合气流动通顺，最有利于提高升功率，但结构复杂；楔形燃烧室有挤气面积，一般比半球形燃烧室的压缩比高0.5，这种结构适于大量生产，因此是20世纪60年代以来，发动机最常用的结构。半球形燃烧室散热面积较小，又因无涡流而能减少热损失，其燃料消耗率与楔形燃烧室相近。半球形燃烧室中

燃烧压力上升较快,对机件的冲击负荷大,因而兼具楔形和半球形两者的优点。

(6) 车用汽油机的冷却类型。排量较小的汽油机(缸径在70mm以下)常用风冷式,较大的则多用水冷式。由于汽油机的压缩比低于柴油机,其燃烧压力较低、机件较轻、惯性较小,因此可以用较高的转速运行。大部分多气缸汽油机采用直立式和V形排列。

汽油机比柴油机轻巧,制造成本低,噪声较小,低温启动性较好,但热效率低而燃料消耗率大。小功率动力机械,为求轻便、价廉,常用二冲程风冷式汽油机;固定式小功率汽油机为求结构简单、工作可靠且成本较低,大多用四冲程水冷式;轻型车则大多用顶置气门水冷式汽油机。

三、车用蓄电池与直流电动机

1. 电动车的蓄电池

(1) 车用蓄电池的功用。企业厂内蓄电池运输车和蓄电池叉车,也称蓄电池电动车。其动力装置均是采用直流串励电动机,动力源是蓄电池。蓄电池电动车因具有能耗低、污染小、操作简单、维修方便等特点而被广泛使用。

铅蓄电池用途极为广泛,它使用于各种汽车、拖拉机、铁路客车、内燃机车、矿山牵引车、有线和无线电通信、航空、水上航标、轮船、舰艇、战车及电子计算机、摄像机、电视机、医疗设施等。工业、农业、交通运输、通信、国防都离不开蓄电池,它是国民经济各部门必不可少的一种化学电源产品。

(2) 电动车对电池的基本要求。常见电动车对电池有以下的基本要求。

1) 比能量。比能量是保证电动车能够达到基本合理的行驶里程的重要性能,2h放电率时电池的比能量至少不低于 $44\text{W}\cdot\text{h}/\text{kg}$ 。

2) 充电时间短。电池对充电技术没有特殊要求,能够实现感应充电。电池的正常充电时间应小于6h,电池能够适应快速充电的要求,电池快速充电达到额定容量50%时的时间为20min左右。

3) 连续放电率高、自放电率低。电池能够适应快速放电的要求,连续1h放电率可以达到额定容量的70%左右。自放电率要低,电池能够长期存放。

4) 不需要复杂的运行环境。电池能够在常温条件下正常稳定地工作,不受环境温度的影响,不需要特殊的加热,保温热管理系统,能够适应电动车行驶时振动的要求。

5) 安全可靠。电池应干燥、洁净,电解质不会渗漏腐蚀接线柱、外壳。不会引起自燃或燃烧,在发生碰撞等事故时,不会对人员造成伤害。废电池能够回收处理和再生处理,电池中有害重金属能够集中回收处理。电池组可以用机械装置进行整体快速更换,线路连接方便。

6) 寿命长、免维修、制造成本低。电池的循环寿命不低于1000次,在使用寿命限定期间内,不需要进行维护和修理。

电动车的蓄电池是牵引型蓄电池,其容量大,达 $200\sim 500\text{A}\cdot\text{h}$ 。在电动车上装用的是蓄电池组,输出电压达 $24\sim 48\text{V}$ 。常使用的是酸性蓄电池,电解液为浓度是27%~37%的硫酸(H_2SO_4)水溶液,正极板是活性物质二氧化铅(PbO_2),负极板是海绵状铅(Pb)。

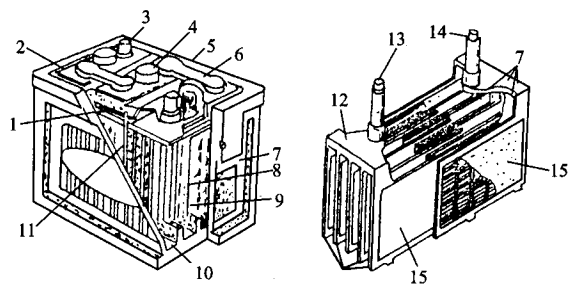


图 1-2 铅酸蓄电池的构造

1—单格电池; 2—盖; 3—负极接线柱; 4—电解液加入口;
5—外壳; 6—电极连接板; 7—负极板; 8—隔板; 9—正极板;
10—沉淀物存储槽; 11—外隔板; 12—极板连接板; 13—单格
电池正极接线柱; 14—单格电池负极接线柱; 15—活性物质

(3) 铅蓄电池的基本结构。铅酸蓄电池是在盛有稀硫酸的容器中插入两组极板而构成的电能储存器,基本结构如图1-2、图1-3所示。它是由极板、电解液和外壳等部分组成的,即耐酸型

料或硬橡皮压制成的蓄电池壳（电池槽）；两种不同材料制成的电极极板（正极板为 PbO_2 ，负极板为海绵状铅）；插在正、负极板之间的木质或塑料隔膜（也称隔板或隔离板）；由纯硫酸和蒸馏水混合而成的溶液（电解质）等；此外还有其他一些零部件，如连接条，封口剂等。容器分为 3 格或 6 格，每格里装有电解液，正、负极板组浸入电解液中成为单格电池。每个单格电池的标称电压为 2V，3 格串联起来成为 6V 蓄电池，6 格串联起来成为 12V 蓄电池。因为车用蓄电池的正极板是二氧化铅，负极板是纯铅，电解液是稀硫酸，所以称铅酸蓄电池。

2. 直流电动机

电动车用电动机多分为直流串励全封闭自冷悬挂式、卧式两种。通常平台搬运车装置一台行驶电动机。叉车除装有一台行驶电动机供车辆行驶外，还装一台油泵电动机，以驱动液压油泵使工作属具升降和门架倾斜进行货物装卸。有的叉车还装有供转向增力的液压转向助力器油泵驱动电动机。这些电动机工作性能虽有所不同，但总体结构与工作原理都是一样的。

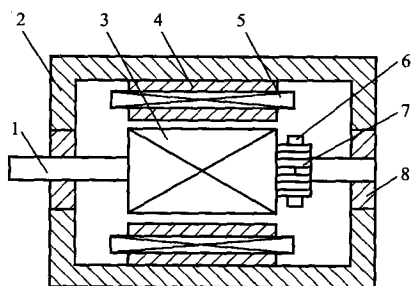


图 1-4 电机结构简图

1—电机轴；2—电机壳；3—电枢；4—励磁铁芯；5—励磁绕组；6—电刷；7—整流子；8—轴承

(1) 直流电动机的构造。电动车用直流电动机在构造上与其他直流电机类同，电动车的直流电动机的功率一般为 2.5~3kW，转速一般是 1250r/min，电压为 24~40V。而一般电机工作电压为 220V，所以，电动车用直流电动机的电枢和励磁绕组的导线比同功率的其他电动机粗，其构造如图 1-4 所示。电动机的端盖与后桥双级减速器等连接在一起。

直流电动机主要由电机壳、电机轴、电枢（转子）、换向器、电刷、励磁绕组、励磁铁芯及轴承等组成。由电枢绕组与铁芯组成的电枢与整流子固装在电动机轴上，电动机轴由轴承支承在电动机壳中，电刷与整流子保持弹性接触。由励磁铁芯与绕组组成磁极，四个磁极两两相对均布在电机壳的内壁上，将电枢围在其中。

(2) 直流电动机的接线方式。为了产生能使电枢旋转的磁场，两相邻磁极应为异性。如图 1-5 所示，将缠在励磁铁芯上的四个励磁绕组连成两个相对的磁极为 S 极，另两个相对的磁极为 N 极。根据励磁绕组与电枢绕组的接线方式不同，电动机可分为串励电机、并励电机和复励电机。电动车用直流电动机均采用串励接线方式，如图 1-6 所示。这种接线方式使电动机具有较软的机械特性，因而过载能力强。

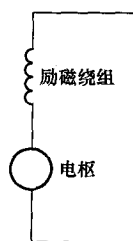


图 1-5 串励接线示意图

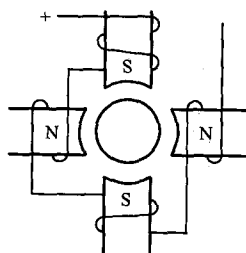


图 1-6 励磁绕组接线示意图

(3) 直流电动机的工作原理。直流电动机接通电源后, 电流从蓄电池的正极流入励磁绕组, 再经电刷、换向器流入电枢绕组后流回蓄电池的负极。在电流的作用下, 四个磁极产生了四个强力磁场, 在电磁感应的作用下, 通电的电枢在磁场作用下旋转, 并通过电动机的轴输出动力, 以驱动车辆和油泵, 为使蓄电池车获得较大的启动转矩并具有较强的过载能力, 采用了串励接线方式。当电动机的励磁电流方向和电枢电流方向确定后, 电枢的旋转方向也就确定了。若改变励磁绕组电流的方向, 或者改变电枢电流的方向, 则电枢的旋转方向将随之改变。因此, 控制行驶电动机的旋转方向(电动车的前进或后退)是通过换向开关变换电动机的励磁电流方向或电枢电流方向而实现的。

第二节 内燃机的结构原理

一、曲柄连杆机构

1. 曲柄连杆机构的组成与功用

曲柄连杆机构, 是往复式内燃机将热能转化为机械能的主要机构, 是内燃机的主要组成部分。它由缸体曲轴箱组、活塞连杆组和曲轴飞轮组三部分组成。它将燃料在内燃机气缸内燃烧放出的热能变为机械能, 即将活塞承受的爆发压力, 通过活塞销、曲柄等传给曲轴, 使活塞的往复直线运动, 变成曲轴的旋转运动。

曲柄连杆机构由运动件和固定件两部分组成。运动件部分由活塞组、连杆组、曲轴组等组成, 它是将活塞往复运动转变为曲轴旋转运动的机件。固定件部分(机体)是支持内燃机以及安装各种附件, 并作为内燃机往车体上安装的支座。

2. 曲柄连杆机构的零部件

机体是车用发动机的主体骨架, 承受燃烧气体产生的作用力, 支撑曲轴运转工作, 并将气缸等机件过多的热量散发给冷却液和空气, 以保证气缸等机件正常工作。机体通常由气缸体、气缸垫、气缸盖和油底壳组成, 构成了内燃机的骨架, 在机体内、外安装着内燃机所有主要的零部件和附件。水冷式内燃机机体内, 设有冷却系统和润滑系统的回路。

气缸是活塞在其内部作往复运动的圆筒状零件, 几个气缸组成的整体叫气缸体。燃烧室内可燃混合气的剧烈燃烧, 为活塞往复运动和曲轴旋转提供动力。曲轴的旋转一般称为发动机的旋转。连续燃烧引起的压力和温度的急剧变化, 以及冷的可燃混合气瞬间冲入等一系列复杂的冲程循环都是在气缸内进行的。其应具有以下性能: 良好的刚度(不易变形和弯曲); 噪声、振动小; 优良的冷却性能, 输出功率高时热传导性好; 优良的耐磨性能, 即使活塞在高速运动的状态下也不会产生磨损。这对保证燃烧室的压力不泄漏和良好的耐用性都是非常重要的基本条件。

气缸体总成是发动机的骨架, 几乎要装上柴油机的所有零件和附件。发动机气缸体总成是由气缸体、气缸套、主轴承盖、主轴承螺栓、正时惰齿轮、齿轮室等许多零件组成。

气缸盖总成由气缸盖罩、气缸盖、气缸盖罩衬垫、气缸盖螺栓、气缸盖衬垫等组成。东风EQ6BT型发动机气缸盖及气缸垫结构见图1-7。气缸盖一般采用整体铸造结构, 镶气门导管和气门座圈。气缸盖总成的作用是密封气缸盖上平面, 安装配气机构、喷油器、进水管、出水管等。

气缸体是车用发动机上最主要的固定件, 气缸体上固定和支承着柴油机的各总成、零件和附件, 如喷油泵、曲轴、凸轮轴、机油滤清器、油底壳等。柴油机工作时, 气缸体承受气体压力、惯性力、预紧力等机械负荷和热负荷的作用。

气缸体和曲轴箱由气缸体、气缸套、气缸盖、气缸垫、气门室罩、油底壳、正时齿轮壳和飞轮壳等零件组成。气缸体是设置气缸的机体。它将承受燃烧气体产生的作用力和将气缸等机件过多的热量

散发给冷却系统或空气，以保证气缸等机件正常工作。

曲轴箱是支撑曲轴运转工作的机件，它承受燃烧气体通过活塞连杆作用在曲轴上的各种力。曲轴箱分为上、下两部分：上部安装固定曲轴，称为上曲轴箱；下部贮存机油，称为下曲轴箱，俗称油底壳。气缸体和曲轴箱通常用灰铸铁或铝合金铸成一体。气缸体和上曲轴箱铸成一体，内部中空的圆筒叫气缸，气缸的光滑内表面叫气缸壁。它们是气体的工作室和活塞运动的轨道。

为了修理方便，提高气缸的耐磨性，延长发动机的使用寿命，许多气缸体上装有气缸套。气缸套分干式和湿式两种。外表面不直接与冷却水接触的为干式缸套，如 6102Q 发动机镶干式缸套。外表面直接与冷却水接触的为湿式缸套，如 475Q 型发动机装有湿式缸套。为了防止漏水，缸套下部装有 1~2 个耐油橡胶密封圈。在气缸体和气缸套基体之间，铸有可充水的空心夹层，俗称水套。冷却水在水套内流动，对发动机进行冷却。

柴油发动机气缸分为有气缸套和无气缸套两种。无气缸套的，其缸体本身经过机加工；有气缸套的，其气缸套插入缸体内。干式衬套在与缸体压合后再膛孔和珩磨。为使气缸盖固定气缸套，应使气缸套的顶端略微突出于气缸体的顶端之上。气缸套另有一个突出部分，以防止高压燃烧气体将气缸盖衬垫冲出。为使气缸盖衬垫能长期不泄漏燃烧气体，现开始广泛使用叠片钢型的气缸盖衬垫。

在气缸体下部有三道主轴承座，用以安装曲轴、凸轮轴等机件。气缸体上平面与气缸盖连接，下平面与下曲轴箱连接。其前端安装传动齿轮、齿轮室盖；左侧安装发电机、机油滤清器、放水开关等；右侧安装分电器、起动机、汽油泵、油尺；后端安装后油封、飞轮壳、飞轮及离合器。

气缸盖固装在气缸体上部，用来封闭气缸上部，多用灰铸铁或铝合金铸成。其上有火花塞座孔、燃烧室等，并有水套和气缸体水套相通。顶置式配气机构的发动机气缸盖上还铸有进气道和排气道，并可安装气门、摇臂轴支座等机件。

气缸垫装在气缸体和气缸盖之间，用来保证气缸盖，气缸体，燃烧室之间的水、油和气体的密封。气缸垫采用中间薄钢板、两边覆盖石棉板的结构，中间薄钢板在气缸口位置冲出一个波形槽，然后包上内、外翻边护圈。气缸垫上开设有润滑油、冷却液用的各种通道孔，孔的四周均匀地涂有一圈硅橡胶，以保证油、水的密封。气缸垫表面还进行了防黏处理，便于维修时拆卸方便，不黏缸。目前使用较多的是金属—石棉气缸垫。其结构为石棉板或混有黏合剂和金属丝的石棉，外覆铜皮或钢皮，在气缸孔、水孔、油孔处卷边加强。发动机不同，应改变所使用气缸盖衬垫的厚度，以提高压缩比精确程度。气缸盖衬垫厚度的选择，以活塞高出气缸体的突出量为准。

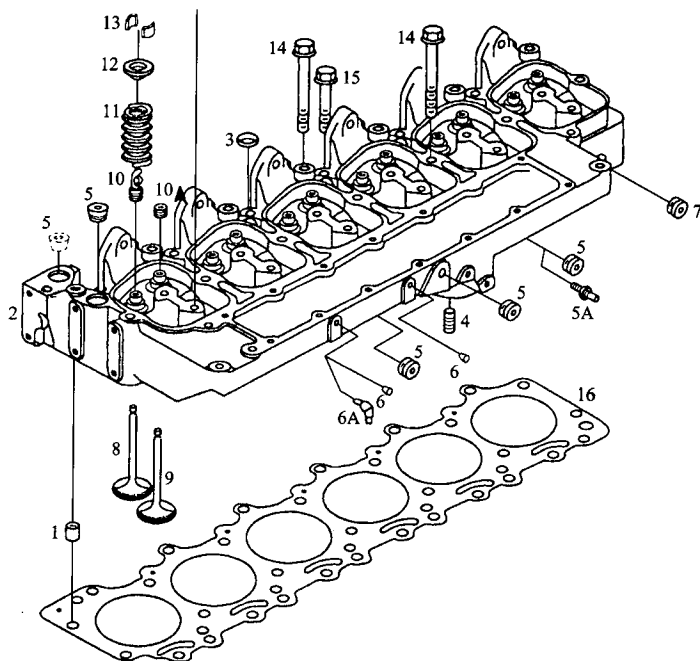


图 1-7 东风 EQ6BT 型发动机气缸盖及气缸垫结构

- 1—气缸盖定位环；2—气缸盖总成；3—碗形塞；4—燃油滤清器座接头；
5、7—内六角锥形螺塞；6—六角头锥形螺塞；8—进气门；9—排气门；
10—排气杆油封；11—气门弹簧；12—气门弹簧座；13—气门锁块；14，
15—气缸盖螺栓；16—气缸垫；5A—接头；6A—直角管接头体