



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
全国交通土建高职高专规划教材

(第二版)

工程机械施工

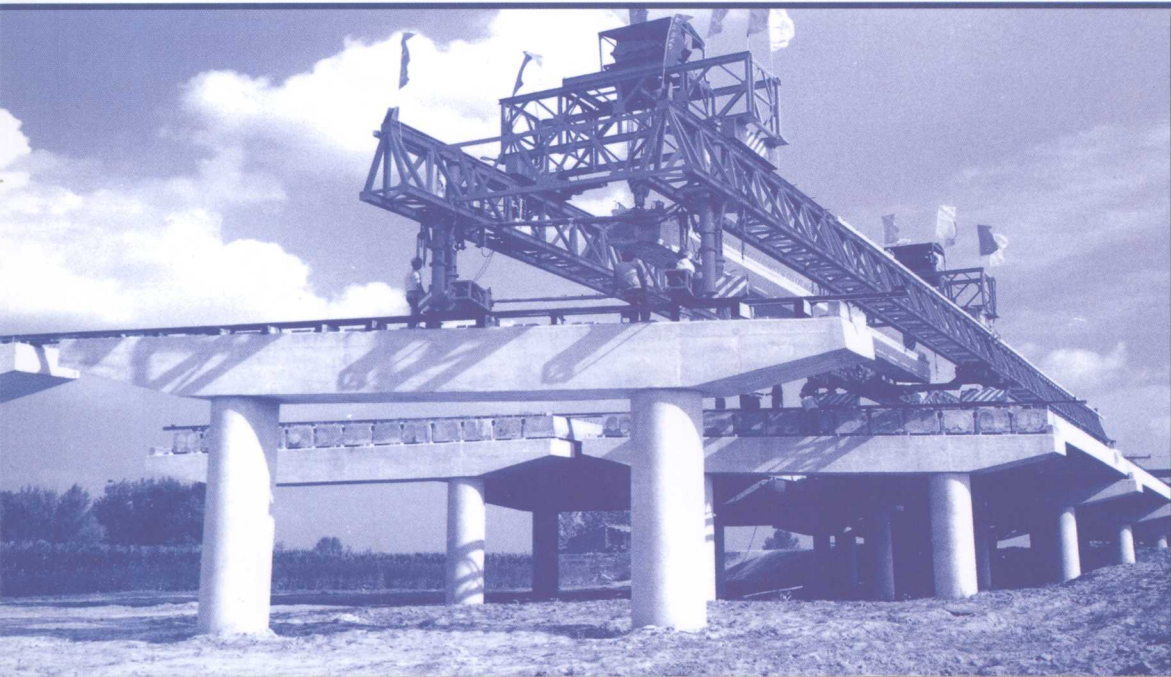
Gongcheng Jixie Shigong

王定祥 尚晓梅 主编

彭光裕 [三一重工股份有限公司]

应立军 [中南大学]

主审



人民交通出版社
China Communications Press

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
全国交通土建高职高专规划教材

Gongcheng Jixie Shigong

工程机械施工

(第二版)

王定祥 尚晓梅 主编
彭光裕[三一重工股份有限公司] 主审
应立军[中南大学]

人民交通出版社

内 容 提 要

本书为普通高等教育“十一五”国家级规划教材、全国交通土建高职高专规划教材。本书较全面地阐述了公路与桥梁工程机械化施工中常用的各种工程机械的施工技术、施工组织、施工作业方法、施工管理和机械选用原则,对各类工程机械的组成、构造和性能也作了简要的介绍。

全书共分八章,内容分别为:工程机械基础,土方机械施工,石方机械施工,压实机械施工,路面机械施工,桥梁机械施工,养护机械施工简介,工程机械施工管理等。

本书可供高职院校路桥专业和工程机械专业师生使用,也可作为公路工程机械化施工企业技术人员和管理人员指导机械化施工使用,还可作为公路工程机械化施工人员的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

工程机械施工/王定祥等主编. —2版. —北京:人民交通出版社,2008.4

ISBN 978-7-114-07114-0

I.工… II.王… III.①道路工程-工程机械-高等学校:技术学校—教材②桥梁工程-工程机械-高等学校:技术学校—教材 IV.U415.5 U445.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第054036号

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

书 名:全国交通土建高职高专规划教材
工程机械施工(第二版)

著 者:王定祥 尚晓梅

责任编辑:卢仲贤 郑蕉林

出版发行:人民交通出版社

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址:<http://www.cepress.com.cn>

销售电话:(010)85285838,85285995

总 经 销:北京中交盛世书刊有限公司

经 销:各地新华书店

印 刷:北京凯通印刷厂

开 本:787×1092 1/16

印 张:19

字 数:480千

版 次:2001年10月 第1版 2008年4月 第2版

印 次:2008年4月 第2版 第1次印刷 总第11次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-07114-0

印 数:34001~37000册

定 价:35.00元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

21 世纪交通版

全国交通土建高职高专规划教材编审委员会

主任委员 张洪滨(吉林交通职业技术学院)

副主任委员(按姓氏笔画为序)

田平(河北交通职业技术学院)

李全文(四川交通职业技术学院)

陈方晔(湖北交通职业技术学院)

俞高明(安徽交通职业技术学院)

彭富强(湖南交通职业技术学院)

程兴新(陕西交通职业技术学院)

刘建明(青海交通职业技术学院)

张润虎(贵州交通职业技术学院)

陆春其(南京交通职业技术学院)

钟建民(山西交通职业技术学院)

谢远光(重庆交通职业技术学院)

郭发忠(浙江交通职业技术学院)

委员(按姓氏笔画为序)

王彤(辽宁交通高等专科学校)

王连威(吉林交通职业技术学院)

王常才(安徽交通职业技术学院)

白淑毅(广东交通职业技术学院)

刘孟良(湖南城建职业技术学院)

刘福明(南昌工学院)

张世海(甘肃交通职业技术学院)

张美珍(山西交通职业技术学院)

李中秋(河北交通职业技术学院)

李加林(广东交通职业技术学院)

杨晓丰(黑龙江工程学院)

周传林(南京交通职业技术学院)

金仲秋(浙江交通职业技术学院)

赵树青(山东交通职业学院)

曹雪梅(四川交通职业技术学院)

黄万才(四川交通职业技术学院)

裴俊华(甘肃林业职业技术学院)

晏杉(云南交通职业技术学院)

王海春(青海交通职业技术学院)

王穗平(河南交通职业技术学院)

孙元桃(宁夏交通学校)

吴继锋(江西交通职业技术学院)

张保成(内蒙古大学职业技术学院)

李仕东(鲁东大学交通学院)

沈建康(徐州建筑职业技术学院)

李绪梅(新疆交通职业技术学院)

周志坚(福建交通职业技术学院)

郭秀芹(山东省公路高级技工学校)

金桃(贵州交通职业技术学院)

姚丽(辽宁交通高等专科学校)

夏连学(河南交通职业技术学院)

彭芳(内蒙古河套大学)

梁金江(广西交通职业技术学院)

薛安顺(陕西交通职业技术学院)

秘书长 卢仲贤(人民交通出版社)

总 序

针对高职高专教材建设与发展问题,教育部在《关于加强高职高专教材建设的若干意见》中明确指出:先用2至3年时间,解决好高职高专教材的有无问题。再用2至3年时间,推出一批特色鲜明的高质量的高职高专教育教材,形成**一纲多本、优化配套**的高职高专教育教材体系。

2001年7月,由人民交通出版社发起组织,15所交通高职院校的路桥系主任和骨干教师相聚昆明,研讨交通土建高职高专教材的建设规划,提出了28种高职高专教材的编写与出版计划。后在交通部科教司路桥工程学科委员会的具体指导下,在人民交通出版社精心安排、精心组织下,于2002年7月前完成了28种路桥专业高职高专教材出版工作。

这套教材的出版发行首先解决了交通高职教育教材的有无问题,有力支持了路桥专业高职教育的顺利发展,也受到了全国各高职院校的普遍欢迎。

随着高职教育教学改革的深入发展、高职教学经验的丰富与积累,以及本行业有关技术标准规范的更新,本套教材在使用了2至3轮的基础上,对教材适时进行修订是十分必要的,时机也是成熟的。

2004年8月,人民交通出版社在新疆乌鲁木齐召开了有19所交通高职院校领导、系主任、骨干教师共41人参加的教材修订研讨会。会议商定了本套教材修订的基本原则、方法和具体要求。会议决定本套教材更名为“交通土建高职高专统编教材”,并成立了以吉林交通职业技术学院张洪滨为主任委员的“交通土建高职高专统编教材编审委员会”,全面负责本套教材的修订与后续补充教材的建设工作。

2005年6月,编委会在长春召开了同属交通土建大类、与路桥专业链接紧密的“工程监理专业、工程造价专业、高等级公路维护与管理专业”主干课程教材研讨会,正式规划和启动了这三个专业教材的编写出版工作。

2005年12月,教育部高等教育司发布了“关于申报普通高等教育‘十一五’国家级规划教材”选题的通知(教高司函[2005]195号),人民交通出版社积极推荐本套教材参加了“十一五”国家级规划教材选题的评选。

2006年6月,经教育部组织专家评选、网上公示,本套教材中有十五种入选为“十一五”国家级规划教材,标志着广大参与本套教材编写的教师的辛勤劳动得到了社会的认可、本套教材的编写质量得到了社会的认同。

在本套教材多数入选“十一五”国家级规划教材的结果的鼓舞和推动下,2006年7月,交通土建高职高专统编教材编审委员会及时在银川召开会议,有24所各省区交通高职院校或开办有交通土建类专业的高等学校系部主任、专业带头人、骨干教师以及人民交通出版社领导共39位代表出席了本次会议。会议就全面落实教育部“十一五”国家级规划教材的编写工作进行了研讨。与会代表一致认为必须以入选的十五种国家级规划教材为基本标准,进一步全面提升本套教材的编写质量,编审委员会将严格按照国家级规划教材的要求审稿把关,并决定本套教材更名为“**全国交通土建高职高专规划教材**”,原编委会相应更名为“**全国交通土建高职高专规划教材编审委员会**”。以期在全国绝大多数交通高职院校和开办有交通土建类专业的

高等院校的参与、统筹、规划下,本套教材中有更多的进入“十一五”国家级规划教材行列。

本套高职高专规划教材具有以下特色:

——顺应交通高职院校人才培养模式和教学内容体系改革的要求,按照专业培养目标,进一步加强教材内容的针对性和实用性,适应学制转变,合理精简和完善内容,调整教材体系,贴近模块式教学的要求;

——实施开放式的教材编审模式,聘请高等院校知名教授和生产一线专家直接介入教材的编审工作,更加有利于对教材基本理论的严格把关,有利于反映科研生产一线的最新技术,也使得技能培训与实际紧密结合;

——全面反映 2003 年以来的公路工程行业已颁布实施的新标准规范;

——服务于师生、服务于教学,重点突出,逐章均配有思考题或习题,并给出本教材的参考教学大纲;

——注重学生基本素质、基本能力的培养,教材从内容上、形式上力求更加贴近实际;

——为加强学生的实际动手能力,针对《工程测量》、《道路建筑材料》等课程,本套教材特别配套有实训类辅导教材。

本套教材的出版与修订再版始终得到了交通部科教司路桥工程学科委员会和全国交通教路桥专业委员会的指导与支持,凝聚了交通行业专家、教师群体的智慧和辛勤劳动。愿我们共同向精品教材的目标持续努力。

向所有关心、支持本套教材编写出版的各级领导、专家、教师、同学和朋友们致以敬意和谢意。

全国交通土建高职高专规划教材编审委员会

人民交通出版社

2006年8月

第一版前言

高等级公路建设的特点是:工程量浩大,工程质量要求高,施工工艺复杂,建设周期短,施工战线长,投资回收快。为了适应现代化建设的需要,达到提高施工质量、加快施工进度、降低施工成本的预期目标,就必须以现代化的生产模式进行机械化施工。

要实现机械化施工,每一项公路工程,无论是新建、改建还是大修,都必须配备足够种类、规格和型号的各种施工机械和电器设备。同时,以先进的施工技术、合理的施工组织、科学的施工管理进行施工。为了满足公路工程机械化施工的要求,目前,各个施工企业都特别注重对综合性人才的培养,并引进了许多性能优良、技术先进的大型(或专用)的施工机械和电器设备,以提高其机械化施工的水平。

一、《工程机械与施工用电》的编写

为了适应现代公路工程机械化施工的要求,根据交通教职委路桥工程学科委员会和路桥专业委员会意见。2000年7月在贵州交通职业技术学院召开的“路桥专业教材及参考书编写工作会”决定,对原《工程机械》(朱保达主编)统编教材进行修订完善后,转为交通职业技术学院路桥专业通用教材,并委托人民交通出版社正式出版发行。

同年8月,在四川交通职业技术学院召开了《工程机械与施工用电》教材编写工作会。参加会议的人员有:人民交通出版社的卢仲贤,路桥工程学科委员会、专业委员会副主任、贵州交通职业技术学院的张润虎,路桥工程学科委员、四川交通职业技术学院的李全文,教材中工程机械部分主编、湖南交通职业技术学院的王定祥;教材中施工用电部分主编、四川交通职业技术学院的郭远辉;教材主审、烟台师范学院交通学院的徐永杰;教材参编:河北省交通学校的尚晓梅和四川交通职业技术学院的陈斌。本次会议的主题是:

1. 对新教材编写的基本思想和注意事项进行了研讨:强调突出职教特点,注重路桥工程的实用性,具有一定的超前意识,能适应高职和中专两个层次的教学,并纳入学分制评分标准;
2. 对编写教材注意事项做了详细说明。

2001年5月,在河北省交通学校召开了《工程机械与施工用电》教材的审定会。本次会议的主题是:

1. 对已编写好的各部分内容进行审定,找出存在的不足,加以完善补充;
2. 统一编写格式,确定定稿时间。

以上三次会议,会议期间都及时向路桥工程学科委员会、专业委员会柴金义主任,学科委员会、专业委员会金仲秋、马健中、李加林等三位副主任和各委员通报了会议的具体情况。

二、《工程机械与施工用电》的内容和特点

本教材充分考虑了机械化施工的发展情况,从目前公路工程机械化施工的实际出发,按机电的用途归类编章:第一章工程机械基础,主要叙述内燃机和工程机械底盘各系统的组成、构造原理及性能等基本知识;第二章土石方工程机械;第三章压实机械;第四章路面工程机械;第五章桥梁工程机械;第六章养护机械,分别叙述了各种机械的组成、工作装置构造、操纵机构、

机械的用途和性能、施工技术、施工作业和机械选用等知识;第七章电工电子技术基础,主要叙述电工电子的基本知识;第八章 路桥施工常用电器,主要叙述各种常用电器的组成、工作原理和选用;第九章 路桥施工供电,主要叙述电网供电、工地照明和路桥施工供电设计;第十章 机械设备和施工管理,主要叙述机械和电的“管、用、养、修”方面的基本知识。

本教材公路工程机械部分由湖南交通职业技术学院的王定祥主编,施工用电部分由四川交通职业技术学院的郭远辉主编。第一、三章由河北省交通学校的尚晓梅编写,第二章土方机械由王定祥编写,第二章石方机械、第六章由南京交通职业技术学院的沈旭编写,第四章由烟台师范学院交通学院徐永杰编写,第五章由湖南交通职业技术学院的单新周编写,第八、九章由四川交通职业技术学院的郭远辉编写,第七、十章由四川交通职业技术学院的陈斌讲师编写。全书由烟台师范学院交通学院的徐永杰主审。

本教材适用于高职路桥专业和工程机械专业学生教学使用,也可作为公路工程机械化施工企业技术人员和管理人员指导机械化施工使用,同时也可作为公路工程机械化施工人员的培训教材。

本教材主要面向路桥专业学生的教学,而路桥专业的学生对机械构造、机械原理、材料性能与加工、机械制图与识图等知识相对比较缺乏。因此在编写过程中,以机械的施工技术、施工组织和选用为主,以机械构造为辅。在编写机械构造和原理时,尽量选用现用主打和先进超前的机型,并选配外貌图和简单平面图,以提高学生的兴趣和接受能力。

本教材在编写过程中,得到了各参编人员所在院校的领导和教师的大力支持,并提出了许多宝贵的意见,特别是四川交通职业技术学院的李全文、贵州交通职业技术学院的张润虎、湖南交通职业技术学院的彭运钧、烟台师范学院交通学院的于敦荣、人民交通出版社的卢仲贤,他们都对本教材的编写提出了指导性的意见。在此,我们所有参编人员表示衷心的感谢!

由于编写人员地区差异比较大,编者水平有限,一定存在不少缺点和不足,望使用本教材的师生和其他读者给予批评指正。

三、本课程的教学特点和教学方法

本课程设置课时为 70 ~ 80 学时,各校可根据本地区教学的实际执行情况来执行。课时不足时,可根据本地区生源及就业的需求差异,对教材中的内容进行适当取舍。

在本课程的教学过程中,尽量与本地区公路工程机械化施工的实际情况结合起来,注重实践性教学。有条件的院校可采用试验、参观、电化教学、多媒体课件等多种教学手段,以提高学生学习的兴趣和接受能力。

本课程每一章都有复习思考题,引导学生有重点的对所学内容进行复习,以便巩固和提高。

第二版前言

本教材第一版于2001年10月出版。经过全国各交通职业院校近7年时间的教学实践检验,本书得到了相关院校师生的肯定与好评。随着我国公路建设的快速发展,公路施工机械化程度越来越高,因此本书的内容亦亟待更新。同时,本教材于2006年6月被教育部评为“普通高等教育‘十一五’国家级规划教材”。针对以上情况,在全国交通土建高职高专规划教材编审委员会的统一协调下,根据“十一五”国家级规划教材的编写要求,在充分吸取各使用院校和工程单位意见的基础上对本书进行了重新编写。2007年4月,交通土建高职高专规划教材编审委员会在湖南交通职业技术学院召开“‘十一五’国家级规划教材编写工作会议”,会议对所属专业的教材编写工作提出了新的要求。根据目前各院校的教学特点,会议决定将原《工程机械与施工用电》一书分为两本书进行编写,其一为《工程机械施工》,其二为《工程施工用电》,此教材正是基于本次会议精神而写。

从目前公路工程机械化施工的实际出发,基于施工过程考虑,全书共分八章:第一章,工程机械基础,主要叙述内燃机和工程机械底盘各系统的组成、构造原理及性能等最基本的知识;第二章,土方机械施工;第三章,石方机械施工;第四章,压实机械施工;第五章,路面机械施工;第六章,桥梁机械施工;第七章,养护机械施工简介;第二章~第七章分别叙述了各种机械的组成、构造、用途、性能、选用原则、施工技术、施工组织、施工作业方法等内容,其中重点介绍了选用原则、施工技术、施工组织和施工作业方法;第八章,工程机械施工管理,主要叙述了机械的“管、用、养、修”方面的基本知识。本课程每一章均设有复习思考题,引导学生有重点的对所学内容进行思考,以便巩固和提高所学内容。

本书可供高职院校路桥专业和工程机械专业师生使用,也可作为公路工程机械化施工企业技术人员和管理人员指导机械化施工使用,还可作为公路工程机械化施工人员的培训教材。

本教材的主要读者对象是路桥专业的学生,而路桥专业的学生对机械构造、机械原理、材料性能与加工、机械制图与识图等知识相对比较缺乏。因此在编写过程中,以机械的施工技术、施工组织和选用为主,以机械构造为辅。在编写机械构造和原理时,尽量选用现用主打和先进超前的机型,并选配外貌图和简单平面图,以提高学生的兴趣和接受能力。在教学过程中,最重要的是与本地区公路与桥梁工程机械化施工的实际相结合,注重实践性教学,注重工作过程教学。有条件的院校可采用试验、参观、电化教学、多媒体课件等多种教学手段,条件不够的也应创造条件,以提高学生学习的兴趣和接受能力。本课程的建议设置课时为54学时,各校可完全根据本地区教学的实际来执行。课程内容也可根据本地区生源及毕业生职业内容的差异,对教材中的内容进行适当取舍。

本教材由湖南交通职业技术学院王定祥主持编写,河北省交通职业技术学院尚晓梅任副主编。编审委员会特邀三一重工股份有限公司彭光裕高级工程师、中南大学应立军教授对本书进行审定。本书具体执笔情况如下:第一章工程机械基础由河北省交通职业技术学院尚晓梅编写,第二章土方机械施工由湖南交通职业技术学院王定祥编写,第三章石方机械施工由湖

南交通职业技术学院周玉甲编写,第四章压实机械施工由河北省交通职业技术学院宗明建编写,第五章路面机械施工由鲁东大学交通学院徐永杰编写,第六章桥梁机械施工由湖南交通职业技术学院单新周编写,第七章养护机械施工简介由南京交通职业技术学院沈旭编写,第八章工程机械施工管理由山西交通职业技术学院李云峰编写。

由于编写人员地区差异比较大,编者水平有限,书中谬误及疏漏之处在所难免,敬请使用本教材的师生和其他读者给予批评指正,以便我们不断改进和提高,不胜感激之至。

2008年2月1日

第一章 绪论

第三节	清障车施工	230
第四节	除雪机械施工	233
第五节	划线机械施工	235
第六节	路面铣削机械施工	238
第七节	沥青路面修补车施工	241
第八节	沥青路面再生机械施工	244
第九节	乳化沥青稀浆封层机施工	245
第十节	水泥路面维修机械施工	248
第十一节	桥梁检测车施工	252
第八章	工程机械施工管理	256
第一节	施工设备管理	256
第二节	施工成本管理	269
第三节	施工安全管理	283
参考文献		290
70	工流册属封	廿四第
88	工流册州平	廿五第
99	工流册册式下	章三第
99	工流册册式下空	廿一第
001	工流册册式下	廿二第
201	工流册册式下	廿三第
111	工流册册式下	廿四第
121	工流册册式下	章四第
121	工流册册式下	廿一第
121	工流册册式下	廿二第
121	工流册册式下	廿三第
121	工流册册式下	廿四第
121	工流册册式下	廿五第
141	工流册册式下	章五第
141	工流册册式下	廿一第
141	工流册册式下	廿二第
161	工流册册式下	廿三第
171	工流册册式下	廿四第
181	工流册册式下	章六第
181	工流册册式下	廿一第
191	工流册册式下	廿二第
211	工流册册式下	廿三第
211	工流册册式下	廿四第
221	工流册册式下	章七第
221	工流册册式下	廿一第
221	工流册册式下	廿二第

第一章 工程机械基础

[重点内容和学习要求]

本章重点叙述工程机械内燃机和底盘的分类、组成、工作原理与结构；液压与液力传动的组成、工作原理、结构与特点。

通过学习，熟悉内燃机、底盘的分类、组成和工作原理；熟悉液压与液力传动的组成、工作原理与使用；了解工程机械基础车上主要部件的结构。

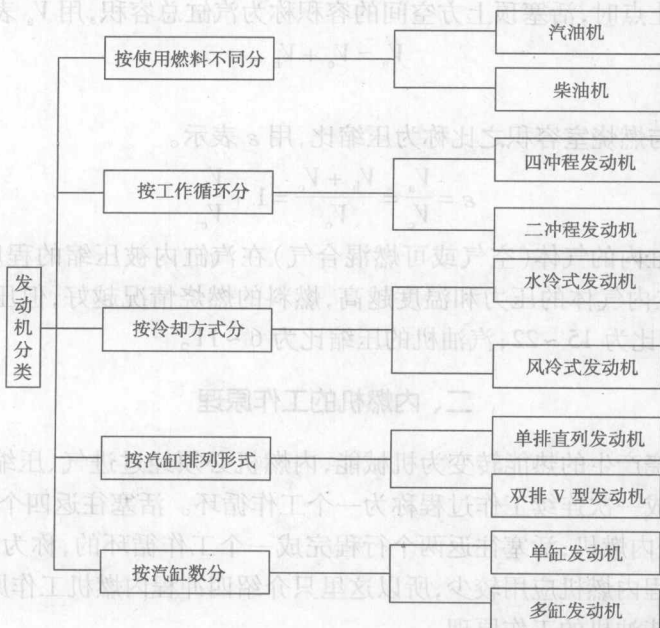
工程机械由基础车和工作装置两部分组成。工程机械的基础车又包括动力装置和底盘两部分。

第一节 内 燃 机

工程机械的动力装置，除一些固定工作或工作中很少移动的机械设备采用电动机外，多数采用内燃机。

内燃机是把燃料燃烧产生的热能在汽缸内部转变为机械能的装置。目前，工程机械用内燃机绝大多数采用往返活塞式内燃机。本章主要介绍这种类型的内燃机。

往返活塞式内燃机按分类方式不同，可以分为以下几种：



一、内燃机的基本术语

单缸内燃机示意图如图 1-1-1 所示,汽缸内装有可上下移动的活塞,连杆将活塞与曲轴相连,使活塞的往返运动转变为曲轴的旋转运动。

1. 上止点

即活塞顶离曲轴回转中心最远处,通常指活塞的最高位置。

2. 下止点

即活塞顶离曲轴回转中心最近处,通常指活塞的最低位置。

3. 活塞行程

活塞在上下止点间运动的过程叫冲程,上下两止点间的距离叫做活塞行程,用 S 表示。如果用符号“ R ”表示曲轴的回转半径,则 $S = 2R$ 。

4. 汽缸的工作容积

活塞从上止点运动到下止点所让出空间的容积叫汽缸工作容积,用 V_h 表示。

$$V_h = \frac{\pi D^2 \times S}{4 \times 10^6} \quad (\text{L})$$

式中: D ——汽缸直径,mm;

S ——活塞行程,mm。

多缸内燃机的各缸的工作容积之和,称为内燃机排量,用 V_L 表示。若内燃机缸数为 i 表示,则 $V_L = i \cdot V_h$ 。

5. 燃烧室容积

当活塞位于上止点时,活塞顶上方空间的容积,称为燃烧室容积,用 V_c 表示。

6. 汽缸的总容积

当活塞位于下止点时,活塞顶上方空间的容积称为汽缸总容积,用 V_a 表示。

$$V_a = V_c + V_h$$

7. 压缩比

汽缸的总容积与燃烧室容积之比称为压缩比,用 ε 表示。

$$\varepsilon = \frac{V_a}{V_c} = \frac{V_h + V_c}{V_c} = 1 + \frac{V_h}{V_c}$$

压缩比表示汽缸内的气体(空气或可燃混合气)在汽缸内被压缩的程度。一般压缩比越大,压缩终了时汽缸内气体的压力和温度越高,燃料的燃烧情况越好,但压缩比也不宜太大。目前,柴油机的压缩比为 15~22;汽油机的压缩比为 6~11。

二、内燃机的工作原理

为了使燃料燃烧产生的热能转变为机械能,内燃机必须经过进气、压缩、做功和排气的连续工作过程。每完成一次连续工作过程称为一个工作循环。活塞往返四个行程完成一个工作循环的,称为四冲程内燃机;活塞往返两个行程完成一个工作循环的,称为二冲程内燃机。因目前工程机械二冲程内燃机应用较少,所以这里只介绍四冲程内燃机工作原理。

1. 单缸四冲程柴油机的工作原理

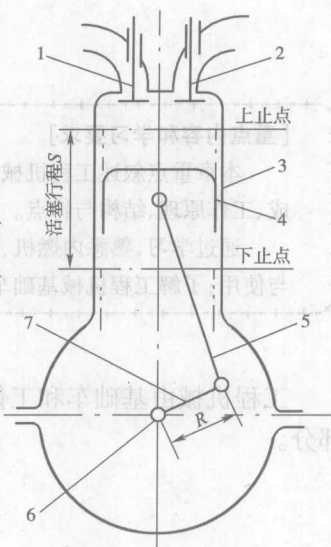


图 1-1-1 单缸四冲程内燃机示意图

1-进气门;2-排气门;3-汽缸;4-活塞;5-连杆;6-曲轴中心;7-曲轴

进气行程[图 1-1-2a)]：在进气行程开始时，活塞位于上止点，此时进气门开，排气门关。当活塞在曲轴带动下由上止点向下止点移动时，汽缸内容积增大，压力降低到小于大气压。新鲜空气在内外压力差的作用下被吸入缸内，直至活塞到达下止点，进气门关闭，完成进气行程。

压缩行程[图 1-1-2b)]：随着曲轴继续旋转，活塞由下止点向上止点移动，此时进、排气门均关闭，汽缸容积减小，汽缸内气体的压力和温度不断升高，这为柴油喷入汽缸进行点火燃烧创造了有利条件，当活塞运行到上止点时，压缩行程结束。

做功行程[图 1-1-2c)]：当压缩行程接近终了时，喷油器将高压柴油呈雾状喷入汽缸，并迅速与空气形成可燃混合气。由于汽缸内温度高于柴油自燃的温度(约 500K)，柴油便自行点火。汽缸内温度、压力升高，推动活塞下行做功。

排气行程[图 1-1-2d)]：此时排气门打开，曲轴由于惯性继续旋转，推动活塞由下止点向上止点移动，燃烧后的废气被排出汽缸。活塞到达上止点时，排气行程结束，排气门关闭，进气门重新开启，即开始第二个循环。这样周而复始地连续进行，柴油机就能持续运转。

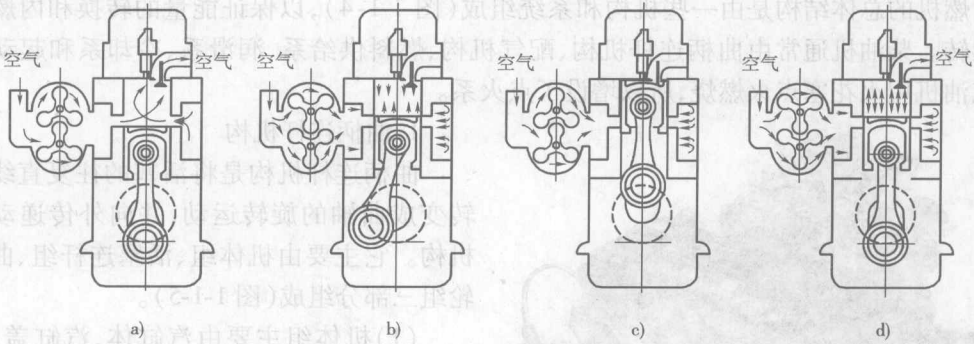


图 1-1-2 单缸四冲程柴油机的工作过程

a) 进气; b) 压缩; c) 做功; d) 排气

2. 单缸四冲程汽油机的工作原理

四冲程汽油机与柴油机一样，每个工作循环也经历进气、压缩、做功、排气四个行程。但因汽油机所用燃料是汽油，易挥发，其自燃温度比柴油高得多，所以可燃混合气的形成及点火方式与柴油机不同。

(1) 汽油机在进气行程进入汽缸的一般不是纯空气。化油器汽油机是由化油器制备出来的混合气；电控汽油机缸外喷射的，在进气行程之前将汽油喷射在进气管内部。

(2) 汽油机在压缩行程接近终了时，汽油机用火花塞强制点火燃烧汽油。

3. 增压柴油机工作原理

从柴油机的工作原理可以看出，在柴油机的进气行程中，是利用汽缸内的气压差将空气吸入汽缸里的，气体的密度较低，使内燃机的空气量不足，使柴油燃烧不完全。为了克服这一缺点，大部分柴油机增设了增压器。

增压器根据动力源不同，可分为机械增压和废气涡轮增压。由于废气涡轮增压结构紧凑、体积小、效率高、不消耗内燃机功率，所以它在内燃机上获得了广泛的应用。

废气涡轮增压器工作原理如图 1-1-3 所示。柴油机工作时，排出的高温废气以一定的压力和速度进入增压器的涡轮壳内，冲击涡轮，使涡轮高速运转，然后排入大气。涡轮与压力机叶轮装在同一根轴上，故叶轮同速旋转。一方面将经空气滤清器滤清的空气吸入压力机壳内，另一方面又把空气甩向叶轮边缘，使其降速增压。增压后的空气经进气管进入汽缸，提高了内

燃机的空气量,从而使内燃机发出了更大的功率。同时由于柴油燃烧较完善,也降低了耗油率,减少排气污染,还可以改善内燃机对各种工作条件的适应,扩大内燃机的使用范围。

柴油机与汽油机相比较,各有特点,柴油机具有压缩比高、耗油率低、燃料经济性较好等特点,故柴油机广泛应用于大中型工程机械和载货汽车上;汽油机具有转速高、质量轻、工作噪声小、启动容易、制造维修费用低等特点,故常用在一些小型工程机械上。

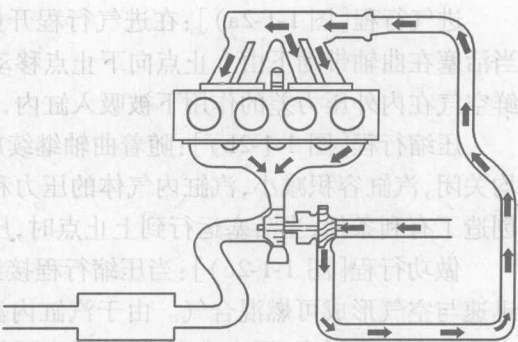


图 1-1-3 废气涡轮增压器工作原理示意图

三、内燃机构造

内燃机的总体结构是由一些机构和系统组成(图 1-1-4),以保证能量的转换和内燃机的正常运转。柴油机通常由曲柄连杆机构、配气机构、燃料供给系、润滑系、冷却系和起动系组成。汽油机用火花塞点火燃烧,所以增设了点火系。

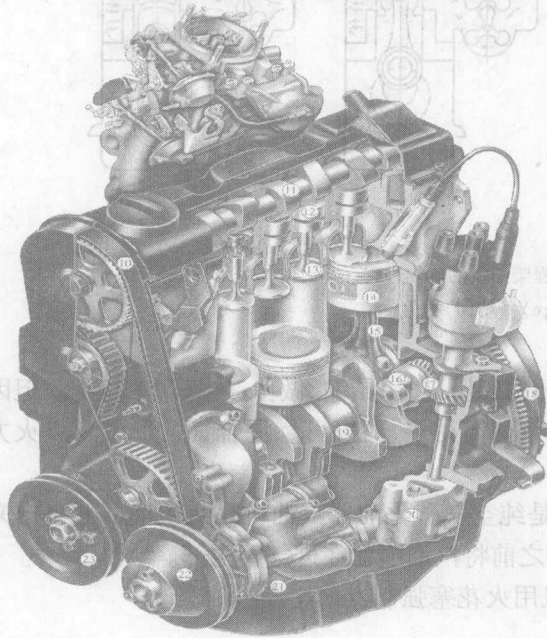


图 1-1-4 内燃机的总体结构

1. 曲柄连杆机构

曲柄连杆机构是将活塞的往复直线运动转变成曲轴的旋转运动,并对外传递动力的机构。它主要由机体组、活塞连杆组、曲轴飞轮组三部分组成(图 1-1-5)。

(1) 机体组主要由汽缸体、汽缸盖、曲轴箱、汽缸套和汽缸垫和油底壳等组成。

汽缸体是以汽缸组成的机体,是内燃机的安装机体。汽缸体的上平面安装汽缸盖,下平面安装下曲轴箱(也称油底壳),汽缸体内加工有镗孔,用以安装活塞,水冷式内燃机汽缸盖与汽缸体内壁铸有存装冷却液的水套。

汽缸筒是汽缸最易磨损的部位,为延长汽缸体使用寿命和避免采用过多优质材料,大多柴油机采用在汽缸内镶入用耐磨材料制成的汽缸套。

汽缸盖用来封闭汽缸的上部,并与汽缸、活塞顶部共同构成燃烧室。为了保证汽缸体与汽缸盖结合平面的密封,在汽缸体与汽缸盖间垫上汽缸垫。曲轴箱分为上、下两部分,上曲轴箱一般与汽缸体铸成一体,是安装曲轴和凸轮轴的基础;下曲轴箱(也称油底壳)是用钢板件冲压而成的盆状壳体,用来储存润滑油和封闭汽缸体下部。

(2) 活塞连杆组主要由活塞、活塞环、活塞销和连杆组成(图 1-1-6)。活塞的主要作用是承受气体压力,并通过连杆传给曲轴。活塞一般是由铝合金制成的。活塞上部制有若干环槽,用以安装活塞环,活塞中部有活塞销座,用来安装活塞销使活塞与连

杆相连。

活塞环分为气环和油环两类。气环的作用是保证活塞与汽缸壁间的密封;油环是刮去汽缸壁上多余的润滑油。

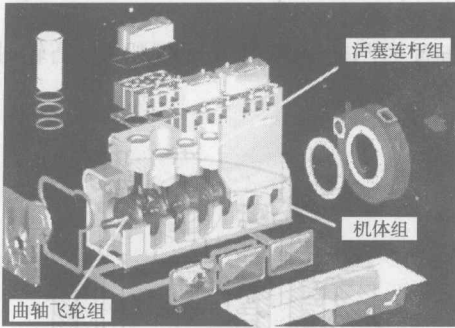


图 1-1-5 曲柄连杆机构

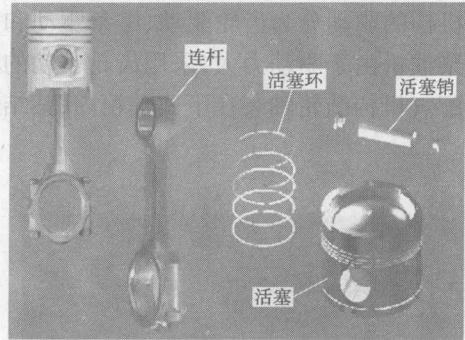


图 1-1-6 柴油机活塞连杆组

连杆的主要作用是连接活塞与曲轴,并将活塞的往复直线运动转变为曲轴的旋转运动。连杆的上端孔内压有青铜衬套,活塞销穿过衬套孔与连杆铰接,连杆的下端孔通过连杆轴承与曲轴的连杆轴颈铰接。连杆大头一般剖分为两部分,安装时连杆螺栓将连杆盖和曲轴及连杆铰接在一起。

(3) 曲轴飞轮组主要由曲轴和飞轮等组成(图 1-1-7)。

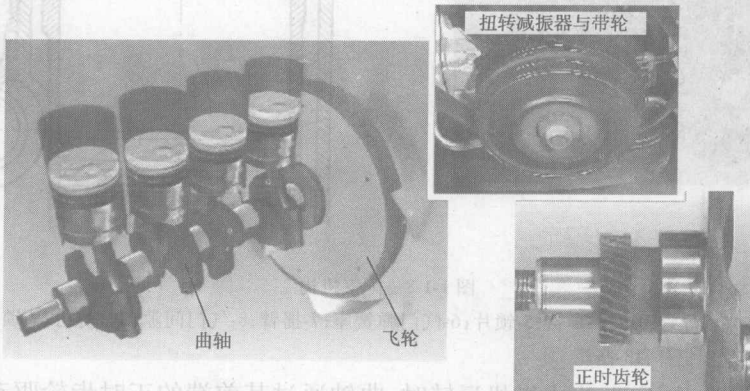


图 1-1-7 曲轴飞轮组

曲轴的功用是把活塞连杆组传来的气体压力转换为转矩对外输出和驱动配气机构及其他附属机构。曲轴主要由主轴颈、连杆轴颈与平衡重等组成。主轴颈是曲轴的支承部分,安装在汽缸体的主轴承座中。连杆轴颈与连杆大头相配合。平衡重的作用是平衡曲轴运转时产生的惯性力和惯性力矩,使内燃机运转平稳。曲轴的前端通过键槽和螺纹安装正时齿轮、皮带轮和起动爪等。后端通过凸缘盘安装飞轮。

飞轮是一个铸铁圆盘,其作用是将做功行程的部分能量储存起来,以便带动曲轴完成其他几个辅助行程,保证内燃机连续运转。飞轮外圆上装有起动齿圈,内燃机启动时与起动机齿轮啮合,使内燃机启动。飞轮上通常有第一缸上止点记号,有的还刻有供油提前角(或点火提前角)刻线,以便检验和调整气门间隙、喷油正时或点火正时等。

2. 配气机构

配气机构的作用是按照内燃机各缸工作行程要求,定时的开启和关闭进、排气门。进气门