

建筑机械基础知识丛书

建筑机械动力装置

张 淑 玉

中国建筑工程出版社

建筑机械基础知识丛书

建筑机械动力装置

张 淑 玉

中国建筑工业出版社

本书系建筑机械基础知识丛书之一。内容以国产内燃机特别是建筑机械中应用最广泛的120系列和135系列(指缸径)柴油机为主,比较详细地叙述机械的构造、工作原理、技术性能、操作保养以及常见故障及其排除方法的基础知识。书末附有国产和国外建筑机械用柴油机的主要结构参数和技术指标。

本书可供建筑机械工人、工程技术人员及有关管理干部习参考,也可作为技工培训读物。

建筑机械基础知识丛书

建筑机械动力装置

张淑玉

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
中国建筑工业出版社印刷厂印刷(北京阜外南礼士路)

开本: 787×1092毫米 1/32 印张: 8 1/2 字数: 181千字

1984年12月第一版 1984年12月第一次印刷

印数: 1—11,200册 定价: 0.65元

统一书号: 15040·4697

出版说明

现代化建筑工程的施工，要求广泛采用各种类型的建筑机械（包括机械化工具）。施工机械化水平直接影响到工程质量和施工速度，对克服公害、扩大施工范围、降低工程成本和减轻劳动强度也有重要作用。为此，国内外建筑部门都在不断提高机械装备率，加强建筑机械的使用与管理工作。

为了适应建筑部门广大职工学习建筑机械基础知识的需要，我们组织编写了这套《建筑机械基础知识丛书》。主要读者对象是具有初中以上文化水平的建筑机械工人、工程技术人员及有关管理干部。

这套丛书以建筑机械中使用最广泛、结构较复杂的挖掘机械、建筑用起重机械、铲土运输机械等为重点，介绍其工作原理、结构特征和简要的设计计算方法。

丛书计划先出以下九册：

1. 建筑机械概论
2. 建筑机械设计
3. 建筑机械底盘
4. 建筑机械工作装置
5. 建筑机械液压传动
6. 建筑机械液力传动
7. 建筑机械动力装置
8. 建筑机械常用电气设备
9. 建筑机械的现代化

每分册重点突出，既有一定的系统性，又有相对独立性。深度介于《建筑机械工人技术学习丛书》和中等专业学校有关教材之间，是前者理论上的提高和系统化，是后者内容的浓缩和简化，与施工实际结合得更紧密。文字力求通俗易懂，适于自学。目的在于让读者通过自学本丛书，掌握建筑机械基础知识，以适应机械化施工的需要。

这套丛书由天津工程机械研究所、北京建筑工程学院和太原重型机械学院等单位的部分同志参加编写。全套丛书由天津工程机械研究所高衡、张全根同志主编。

由于我们缺乏经验，丛书在编辑和内容上的错误和不当之处在所难免，欢迎广大读者批评、指正。

中国建筑工业出版社

目 录

第一章	概述	1
第一节	建筑机械工况特点及对动力装置的要求	1
第二节	建筑机械动力装置的种类及其选择原则	3
第二章	内燃机的组成和工作原理	10
第一节	内燃机的基本概念及组成	10
第二节	内燃机的工作过程	15
第三节	内燃机的名称和型号编制规则	22
第三章	柴油机的主要性能指标	25
第一节	柴油机的主要性能	25
第二节	柴油机的特性	29
第四章	柴油机的曲柄连杆机构	36
第一节	活塞组	36
第二节	连杆组	47
第三节	曲轴飞轮组	53
第四节	机体零件	61
第五章	柴油机的配气机构	68
第一节	配气机构的组成及其作用	68
第二节	配气相位与气门间隙	76
第三节	进、排气系统	79
第六章	柴油机的燃料供给系统	83
第一节	柴油机供给系的组成	83

第二节	可燃混合气的形成与燃烧过程	86
第三节	喷油泵	96
第四节	喷油器	108
第五节	调速器	112
第六节	柴油机燃油供给系的附属设备	124
第七节	柴油机增压系统	130
第七章	柴油机的润滑系统	137
第一节	润滑油的性能与选用	137
第二节	润滑方式和润滑系的组成	141
第三节	润滑系主要部件	149
第八章	柴油机的冷却系统	158
第一节	冷却系统的功用与常见冷却方式	158
第二节	冷却系统主要部件的构造	161
第三节	冷却水	170
第四节	冷却系统的使用与维护	172
第九章	柴油机的启动系统	175
第一节	启动系统的作用、性能及启动方式	175
第二节	柴油机减压装置和汽油起动机的 传动机构及其操作	178
第三节	低温启动	185
第十章	建筑机械其他动力装置	191
第一节	汽油机	191
第二节	燃气轮机	196
第三节	旋转活塞发动机	198
第四节	绝热发动机	201
第十一章	建筑机械动力装置的技术 保养与故障排除	204
第一节	建筑机械动力装置保养的基本内容 (以4125型柴油机为例)	205

第二节	建筑机械动力装置的调整	207
第三节	柴油机的故障分析	215
第四节	内燃机易损件的修理	232
附录一	国产建筑机械用柴油机主要结构参数和技术 指标	244
附录二	国外建筑机械用柴油机主要结构参数和技术 指标	248

第一章 概 述

建筑机械与其它机械设备一样都是由动力装置（发动机）、传动机构和工作机构三部分组成。动力装置是机器的核心，是机器各种力和速度的来源。没有性能良好的动力装置，就不可能有经济适用的机器。

本书拟着重论述建筑机械常用动力装置——柴油机的构造、工作原理和使用保养常识，同时介绍新发展的其它形式的动力装置。

第一节 建筑机械工况特点及对动力装置的要求

一、建筑机械工况特点

建筑机械使用工况多变，工作地点不固定，载荷波动大、工作条件恶劣、维护保养条件差。例如挖掘机械、铲土运输机械经常在荒郊野外、无路地带、杂草树根、砖石瓦块等场所作业，挖掘或铲装经常受风砂、雨雪等的侵袭，机件磨损严重，建筑用起重机总是露天作业，露天存放。气候、温度等的变化都会影响机械的使用质量。

随着生产的发展，建筑机械的应用范围也不断扩大。港口、矿山、水电、铁道、公路、机场等多种建筑工程都要使用建筑机械。由于发动机有了净化装置，建筑机械还广泛用于各种地下工程。因而工况更加恶劣，要求机械耐磨损、耐

腐蚀，在高原施工的建筑机械还要求发动机功率下降后仍能满足所要求。

所以，建筑机械使用工况复杂，环境多变，条件苛刻。是一般固定设备或室内工作机械所不能比拟的。

二、建筑机械对动力装置的要求

1. 建筑机械工作时振动冲击较大，要求发动机零部件有较高的强度和刚度；

2. 发动机的扭矩要大，扭矩储备系数一般为1.25~1.4，不得低于1.15；

3. 必须保证建筑机械在各种工况下所必须的牵引力变化范围；一般最大牵引力与最小牵引力之比应达到10~16倍；

4. 保证建筑机械在各种工况下，满足主机对速度和负荷变化的要求，速度变化范围应能从零变到最大，必须有性能良好的全制式调速器；

5. 在满足上述剧烈变动的牵引力和速度的情况下，保持输出功率不变或高的利用率，以便使建筑机械有较高的生产率和低的能量消耗；

6. 保证建筑机械能够在动力装置旋转方向不变的情况下获得倒档行驶特性；

7. 能源供应方便；

8. 对环境适应性要强，能适应 $\pm 40 \sim \pm 60^{\circ}\text{C}$ 的气温变化。燃油、机油、冷却系统均应有特殊考虑；工地含尘量大，应配有效率高、容量大的空气滤清器和燃油、机油滤清器；在隧道工作的机械应配有空气净化装置；水下工作时应有防水密封装置；应能在左右倾斜 $30^{\circ} \sim 35^{\circ}$ 的场地可靠运转；

9. 军用及其它专用建筑机械应能适应地面、空运、空投

的需要。发动机应有较小的比重量和较高的体积功率，

10.维护保养方便等。

第二节 建筑机械动力装置的种类

及其选择原则

一、建筑机械动力装置的种类

蒸汽机、内燃机、电动机和空气压缩机等均可用作建筑机械的动力装置。目前使用最广的是内燃机和电动机。

蒸汽机是一种热力机械，利用廉价的煤作燃料，把水烧成蒸汽，再由蒸汽作为热介质去推动活塞在气缸内作往复运动，然后又通过曲柄——连杆机构把往复运动转变为旋转运动而输出动力。蒸汽机一般由蒸汽锅炉和活塞式蒸汽机两部分组成。由于它所用的热介质（水蒸汽）是由燃料在机器外部燃烧后所得，所以也称外燃机。

蒸汽机构造简单，工作可靠，耐用，成本低。早期生产的一些建筑机械如挖掘机、起重机、压路机等都曾采用过。由于必须配备蒸汽锅炉，使得整套设备变得复杂、笨重，而且耗于锅炉生火等辅助时间和人力都较大，费时费工，总效率低。所以早已为内燃机所取代。

内燃机是利用液体燃料（汽油或柴油）或气体燃料（煤气）在机器内部直接燃烧而将热能转变为机械能。既轻便，又容易发动，机动性好，效率高。

电动机是将电能转换成机械能的发动机。电动机的驱动方式可分为：交流电动机集中驱动、交流多电机分别驱动、直流发电机供电的直流多电动机分别驱动。

空气压缩机是由内燃机或电动机来驱动，它所制备的压

缩空气则又直接驱动各种机具或工作装置。

除此之外，还有燃气轮机、旋转活塞发动机、绝热发动机等新型动力装置。

二、动力装置的选择

建筑机械动力装置的选择一般根据具体的使用条件确定。

工作地点比较固定，电源又容易得到的场所多采用电驱动。用直流电动机分别驱动各主要机构时，可省去离合器和传动机件等。这种驱动方式操纵方便，司机劳动强度低，甚至可以远距离控制；直流发电机——电动机系统，电动机的调速范围大，有较大的超载能力，而且不受外界温度的影响，既保证短时间内克服大的外载荷，又可保证在正常载荷下获得高的生产率。

流动性大或无电源的地区采用内燃机。其特点是重量轻，经济性好，且能迅速发动投入工作。但超载能力低，调速范围大。若采用液力变矩器，则可改善它的特性。

内燃机是目前建筑机械中应用最广的一种动力装置。除批量生产的汽车拖拉机用柴油机和部分汽油机均可用于建筑机械外，还发展了专用型工程柴油机。

三、建筑机械内燃机的使用特点和要求

1. 工作环境恶劣多变

1) 工地含尘量大，最大可达 $1.5\text{克}/\text{米}^3$ ，因此要配以高效率、大容量、低流通阻力的空气滤清器；

2) 工作场地凹凸不平，这就使得车架底盘承受很大冲击，并将此冲击传到内燃机机体及其附件上。为此，要求机体有较大的强度和刚度，附件要有可靠的连接。为了减少底盘的变形对内燃机的影响，可在内燃机与底盘之间采用三点

支承的连接方式。

3) 有时需在纵向、横向、前后或左右倾斜 $30^{\circ}\sim 85^{\circ}$ 的坡道上作业，因此对润滑、冷却和燃油供给等问题要有相应措施；

4) 使用条件多样复杂，可能在热带、寒带、沙漠地区和高原地区使用（气温在 $\pm 40\sim \pm 50^{\circ}\text{C}$ 的范围内变化），要求润滑、冷却、燃油供给及启动等系统应有相应防护装置；

5) 隧道和井下作业的建筑机械须考虑内燃机废气净化和降低噪声的措施；

6) 水下作业的建筑机械须考虑内燃机密封、进气、排气及遥控等问题。

2. 负荷重而多变，且有冲击性

很多建筑机械承受脉冲负荷（即负载从零突然增至满载，随后突然卸载）。例如，装载机、单斗挖掘机在全负荷下工作时间约占 $70\sim 80\%$ ，常常突然加载。

3. 要有足够的扭矩储备系数及转速适应性系数

建筑机械用内燃机经常承受突加负荷，有时还须在超负荷下工作。因此，扭矩储备要大，工作转速范围要宽。一般来说，建筑机械内燃机的扭矩储备系数最好不小于 15% ，转速适应性系数不小于 1.4 。

4. 要求使用性能良好的全制式调速器，以保证内燃机在任何转速下均能稳定运转，从而保证了建筑机械在速度和负荷急速变化的情况下仍能很好地工作。

5. 建筑机械对内燃机结构布置上的特殊要求

1) 某些建筑机械（如推土机及装载机）要求内燃机在飞轮处有侧向动力输出装置，以便于提升及转向等机构取力（其输出功率为内燃机输出功率的 $50\sim 70\%$ ）；

2) 单斗液压挖掘机要求内燃机前端(自由端)也能输出功率, 甚至输出内燃机的全部功率;

3) 液压传动的建筑机械要求内燃机冷却系考虑液力变矩器的冷却。

6. 几种典型建筑机械对内燃机功率的要求

推土机 8~10马力/吨(机重)

履带装载机 80马力/米³(斗容量)

轮式装载机 70马力/米³(斗容量)

挖掘机 135~160马力/米³(斗容量)

建筑机械的上述特点, 要求内燃机性能和一些零部件及辅助系统的结构上应能满足。

为保证足够的使用寿命, 建筑机械采用汽车拖拉机发动机时, 应将功率和转速适当降低使用。降低后的功率和转速为:

$$N_w = (0.7 \sim 0.75) N_g$$

$$n_w = (0.7 \sim 0.75) n_g$$

式中 N_w ——建筑机械所用的内燃机名义功率;

N_g ——汽车拖拉机用同-内燃机最大功率;

n_w ——建筑机械用内燃机转速;

n_g ——汽车拖拉机用内燃机的最高转速。

柴油机与汽油机相比, 具有工作可靠、经济性好及功率使用范围宽等特点, 因而建筑机械以内燃机为动力时广泛采用柴油机。

美、英、联邦德国和日本等国有为建筑机械配套的专用柴油机系列。我国目前多采取改装通用柴油机的办法来解决。例如135系列、6120型、4160型、4125型、4120F型等都是通用柴油机。其中135系列柴油机性能指标较好, 质量较稳

定，三化程度较高，系列的功率范围宽。经过改装后可适用于各种以内燃机为动力的建筑机械。

四、建筑机械用柴油机的发展方向

随着建筑机械化的发展，工地规模愈来愈大，建筑周期要求缩短，因此均在向大功率、小型化、高速化、增压、防止公害及提高可靠性和使用寿命等方面发展。

1. 仍以采用四冲程柴油机为主

四冲程柴油机不但在工作可靠性、使用寿命、热负荷及经济性等方面优于二冲程柴油机，而且它的平均有效压力也高于二冲程柴油机。因此，国外较先进的建筑机械柴油机，如美国的寇敏斯(Cummins)及卡特匹勒(Caterpillar)、联邦德国的麦塞台斯—奔茨(Mer—Cedes—Benz)、日本的小松等公司的产品以及国产建筑机械均采用四冲程柴油机。

2. 采用V型结构

一般柴油机中，六缸以下者采用直列式，六缸以上者采用V型结构。柴油机的功率要求增大，国外已达400马力以上。国内也急待生产200~400马力或更大的建筑机械用柴油机，例如已研制的100吨自卸载重汽车所需柴油机功率为1000马力左右。随着柴油机功率的增大，缸数也相应增多，因此平衡良好的、夹角为 90° 的八缸V型柴油机将得到优先发展。但V型机宽度较大，平台布置将受到一定影响。

3. 提高转速

提高转速是提高功率的一个有效途径，但这将受到机件磨损、混合气形成、燃烧过程恶化及热负荷的限制。建筑机械用柴油机的转速较汽车用柴油机为低，这是因为前者受底盘系统传动齿轮强度的限制所致。建筑机械用柴油机转速范

围,国外为2000~2600转/分(活塞平均速度一般为9~11米/秒),国内已达2000转/分左右。

4. 增压

采用废气涡轮增压是提高功率、降低燃油消耗率的最有效的措施,它还能降低废气有害成分的排放量、改善废气烟色及在高原地区起到补偿功率的作用。载重汽车及建筑机械用柴油机与大型柴油机相比,废气涡轮增压的发展较晚,但随着小型径流式增压器的发展,增压器对工况变化及加速性能的适应性得到改善。目前,国外功率在200马力以上的建筑机械用柴油机已有50~80%采用废气涡轮增压。国内也开始采用增压柴油机,如抚顺挖掘机厂的W1-1001单斗挖掘机已用4146Z型柴油机取代6146W型柴油机。由于建筑机械用柴油机使用条件较差,为使柴油机具有较高寿命,一般采用中、低增压,增压度约为30~70%。

5. 水冷和风冷的选用

水冷和风冷各有特点,虽然风冷机有结构简单、维修方便、能适应多样化的使用条件等优点,但要保证强化内燃机及大缸径内燃机的正常冷却却有困难,且结构刚度和坚固性较水冷机差,噪音较大,制造工艺较复杂,因而单缸功率在20马力以上的内燃机大部分采用水冷。

6. 燃烧室的选择

选择燃烧室时要考虑的因素很多,如柴油机的转速、缸径、用途,制造厂的制造水平及传统,使用及维修水平等等。其中,缸径的大小是首先要考虑的因素。建筑机械用柴油机大部分为中高速、中小功率柴油机,其缸径在85~150毫米之间,个别大功率柴油机缸径可达200毫米左右。

由于直接喷射式燃烧室具有结构简单、燃油消耗率低、

起动容易等优点，广泛用于缸径为150~200毫米的柴油机。有时，为了降低机械负荷和改善对高速的适应性能力，选用预燃室也较为有利。

当缸径为85~150毫米时，通常采用直接喷射式或涡流室燃烧室。在此范围内，缸径较大者一般采用直接喷射式燃烧室。涡流室燃烧室一般用于小缸径、高速机中。随着空气利用技术的不断改进，半开式燃烧室对高速适应能力有不少提高，因此它在小缸径范围内也应用很广。

7. 废气净化和降低噪音

随着内燃机对环境污染和噪音公害的日益严重，废气净化和降低噪音愈来愈受到关注。尤其是对地下及井下施工用的建筑机械用柴油机，显得更为突出。所以，在研究发展建筑机械用柴油机时，必须考虑上述公害的解决和处理。工业发达国家对于内燃机所引起的废气污染和噪音问题已作了严格的规定，我国对此也应予以足够的重视。