

高等学校教材

曲柄压力机

(修订版)

清华大学 何德誉 主编

GAO DENG XUE
XIAO JIAO CAI

5.5

机械工业出版社

本书主要介绍通用曲柄压力机的运动原理、结构特点及设计计算,并简单介绍曲柄压力机有关零部件的有限元计算和优化设计等新的设计计算方法。全书共分十章,第一章至第七章介绍曲柄滑块机构的运动规律和受力分析,介绍通用压力机主要零部件的结构和设计计算;第八章、第九章介绍曲柄压力机附属装置和辅助系统的工作原理;第十章简单介绍专用压力机的工艺特点和结构特点。本书主要供高等学校锻压专业的学生使用,也可供从事曲柄压力机设计、使用和维修的技术人员参考。

曲 柄 压 力 机

(修订版)

清华大学 何德誉 主编

*

责任编辑:周衍康、杨燕

封面设计:郭景云

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南里一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ · 印张 $15^{3/4}$ · 字数 382 千字

1981年7月北京第一版

1987年6月北京第二版·1987年6月北京第六次印刷

印数 23,301—28,400 · 定价:2.65元

*

统一书号:15033·5037

再 版 前 言

本书是在1981年出版的高等学校试用教材《曲柄压力机》基础上,根据1983年11月高等学校锻压专业教材分编审委员会制订的新教学计划和教学大纲以及1984年审定的修改大纲修订的。

在修订过程中,对摩擦离合器制动器的参数设计,组合机身的强度计算,滑块的刚度计算以及滑块许用负荷图的阐述等作了较大的修改,增加了传动系统和开式机身的优化设计,摩擦制动器温升过程的计算以及安全刚性离合器的结构等内容。经1985年全国锻压专业教材分编审委员会第四次会议审定,认为修订稿在基本概念、原理叙述和公式推导等方面有所加强,并增加了国内外近年来科研与生产方面的新成果,使教材的深度和广度有所提高,丰富了专业理论内容。

此外,修订稿还精简了一些内容,例如删去了曲轴的弹性基础梁计算方法和滚柱式刚性离合器的结构等内容。专用压力机由一篇压缩为一章。

修订稿还根据新的机械制图国家标准对所有的图稿进行修改;根据新的国家法定计量单位对所有的单位进行订正。经高等学校锻压专业教材分编审委员会第四次会议审定,认为本书修订版的内容和篇幅符合大纲要求,可作为高等学校教材再版。

凡章节前面带“*”号的为选读内容,不属教学大纲要求,各校可根据实际情况讲授。

本书修订编写分工如下:第1~7章和第10章的第4节由清华大学何德誉副教授修订,第8~9章由清华大学杨津光副教授修订,第10章第1节由重庆大学陈观鹏副教授修订,第2节由北京工业大学林道盛修订,第3节由山东工业大学陈庄副教授修订。全书由何德誉担任主编。

参加审阅的有华南工学院黄家骧教授,上海交通大学夏萼辉副教授和华中工学院王运赣副教授。由黄家骧担任主审。

在修订过程中,得到有关工厂、学校和设计科研部门的大力帮助,深表谢意。

欠妥之处,恳希指正。

目 录

第一章 概述	7
第一节 曲柄压力机的工作原理与结构组成	7
第二节 曲柄压力机的主要类型	3
第三节 曲柄压力机的发展概况	5
第四节 通用曲柄压力机的型号和技术参数	6
第二章 曲柄滑块机构的运动分析与受力分析	11
第一节 曲柄滑块机构的运动规律	11
第二节 曲柄滑块机构的受力分析	16
第三章 曲柄滑块机构的设计计算	25
第一节 曲柄滑块机构的结构	25
第二节 曲轴设计计算	28
第三节 芯轴设计计算	38
第四节 连杆及装模高度调节机构	42
第五节 曲柄滑块机构中的滑动轴承	52
第六节 滑块与导轨	53
* 第七节 多点压力机滑块倾斜度分析	60
第四章 传动系统	66
第一节 传动系统布置及设计	66
第二节 传动零件计算特点	75
第三节 曲柄压力机滑块许用负荷图	82
* 第四节 传动系统的优化设计	85
第五章 离合器和制动器	89
第一节 刚性离合器	89
第二节 摩擦离合器—制动器结构	94
第三节 摩擦材料	102
第四节 摩擦离合器的设计计算	104
第五节 摩擦制动器的设计计算	113
第六节 带式制动器	118
* 第七节 摩擦制动器温升过程的计算	122
第六章 电动机选择和飞轮设计	130
第一节 曲柄压力机电力拖动特征	130
第二节 电动机功率计算	131
第三节 曲柄压力机工作周期的能量损耗	132
第四节 飞轮转动惯量计算及尺寸确定	138
第五节 电动机型号选择及参数修正	143
第六节 电动机功率和飞轮转动惯量的概略计算方法	144

第七节 飞轮起动时间核算	146
第七章 机身	155
第一节 机身类型	155
第二节 机身结构设计	156
第三节 开式机身强度计算	157
第四节 开式机身刚度计算	160
第五节 闭式组合机身强度计算	166
第六节 闭式组合机身变形计算	176
第七节 闭式整体机身的应力和变形计算	179
* 第八节 开式机身的优化设计	181
* 第九节 开式机身的有限元计算	185
第八章 附属装置	190
第一节 过载保护装置	190
第二节 拉伸垫	194
第三节 滑块平衡装置	200
第四节 顶料装置	202
第五节 移动工作台和快速换模装置	203
第六节 监控装置	207
第九章 辅助系统	211
第一节 气路系统	211
第二节 润滑系统	222
第十章 专用压力机	226
第一节 热模锻压力机	226
第二节 挤压机	231
第三节 拉伸压力机	235
第四节 平锻机	239
参考资料	243

第一章 概 述

第一节 曲柄压力机的工作原理与结构组成

曲柄压力机是采用机械传动的锻压机器。通过传动系统把电动机的运动和能量传给工作机构，从而使坯料获得确定的变形，制成所需的工件。

图1-1、图1-2和图1-3分别是曲柄压力机的外形图、结构图和运动原理图。其工作原理如下：电动机1通过三角皮带将运动传给大皮带轮3，从而通过齿轮6、7、8把运动传给偏心齿轮9，连杆12的上端套在偏心齿轮上，下端与滑块13用铰链连接，因此，就将齿轮的旋转运动变成滑块的往复运动。上模14装在滑块上，下模16装在工作台17上。当材料放在上下模之间时，即能进行冲裁或其他变形工艺，制成工件。气垫18是用来顶出工件或在拉伸时作压边用。由于工艺操作的需要，滑块时而运动，时而停止，因此装有离合器5和制动器4。压力机在整个工作周期内进行工艺操作的时间很短，即有负荷的工作时间很短，大部分时间为无负荷的空程。为了使电动机的负荷均匀，有效地利用能量，因而装有飞轮。大皮带轮即起飞轮作用。

从上述的工作原理可以看出，曲柄压力机一般由下面几部分组成：

- (1) 工作机构 一般为曲柄滑块机构，由曲轴、连杆和滑块等零件组成。
- (2) 传动系统 包括齿轮传动和皮带传动等机构。
- (3) 操纵系统 如离合器和制动器。
- (4) 能源系统 如电动机和飞轮。
- (5) 支承部件 如机身。

除上述基本部分以外，还有多种辅助系统与附属装置，如润滑系统、保护装置以及气垫等。

曲柄压力机的工作机构代表压力机的工作特征，其运动规律将影响压力机的工作性能，而其受力状况则是压力机强度和刚度设计的基础。压力机的传动系统将影响压力机的整体布置、外形尺寸、美观以及重量和成本。离合器和制动器是压力机能否正常稳定工作的关键，它们的正确设计与使用将会大大提高压力机的工作可靠性和寿命。压力机工作时，除需要其具有足够的压力外，还需要具有足够的能量。电动机和飞轮的正确选用与合理设计是获得足



图1-1 J31-315压力机外形图
(济南第二机床厂供图)

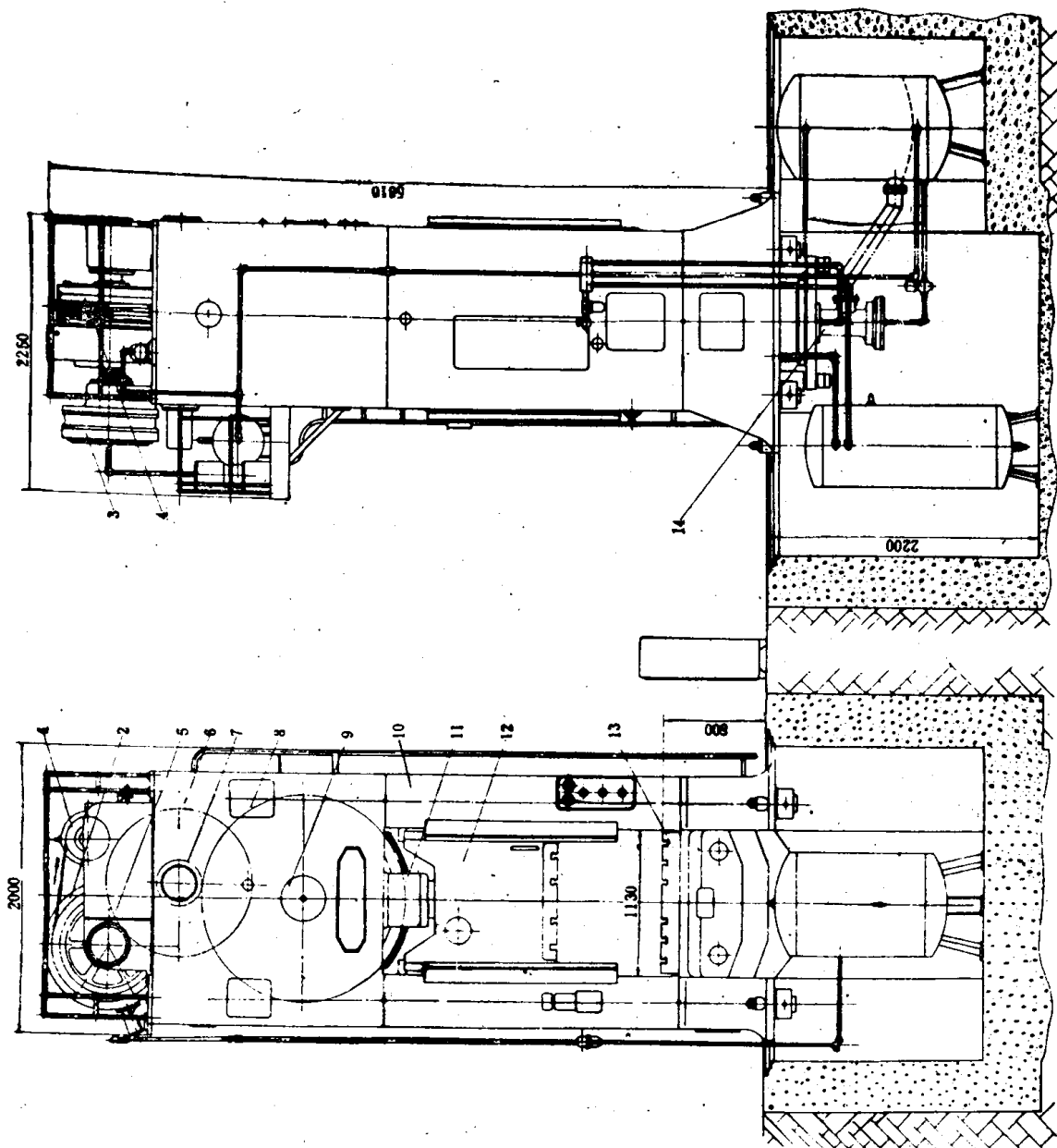


图1-2 J31-315压力机结构图

1—小皮带轮 2—大皮带轮 3—制动器 4—离合器 5—小齿轮 6—大齿轮 7—小齿轮
8—偏心齿轮 9—芯轴 10—机身 11—连杆 12—滑块 13—垫板 14—气垫

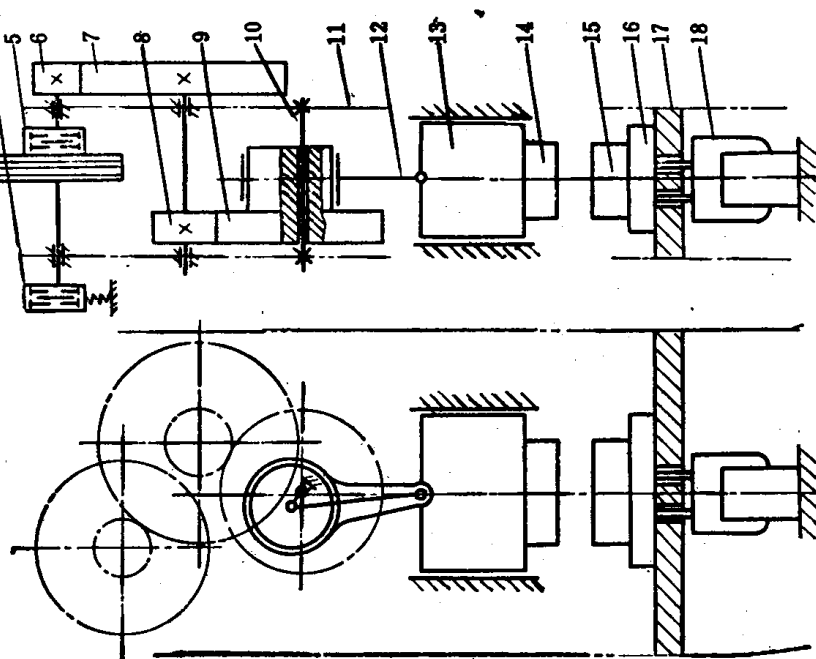


图1-3 J31-315压力机运动原理图

1—电动机 2—小皮带轮 3—大皮带轮 4—制动器 5—离合器 6—小齿轮 7—大齿轮 8—小齿轮 9—偏心齿轮 10—芯轴 11—机身 12—连杆 13—滑块 14—上模 15—下模 16—垫板 17—工作台 18—液压气缸

够能量的基础,同时也给节约能量提供了途径。所有的部件和零件都支承在机身上,机身的合理设计将降低压力机的重量,提高压力机的刚度。压力机的辅助装置与系统将使压力机获得必要的辅助功能,使其安全运转,是提高压力机使用效率不可缺少的组成部分,其设计好坏在一定程度上标志着压力机的先进与否。

第二节 曲柄压力机的主要类型

根据 JB/GQ2003-84 标准,锻压机械分为八类,其中第一类机械压力机包括曲柄压力机的主要类型,此外,在第三类线材成形自动机、第五类锻机、第六类剪切机和第七类弯曲校正机中都包括有曲柄压力机。根据工艺用途也可将曲柄压力机按下述进行分类:

1. 板料冲压压力机

- (1) 通用压力机 用来进行冲裁、落料、弯曲、成形和浅拉伸等工艺。
- (2) 拉伸压力机 用来进行拉伸工艺。
- (3) 板冲高速自动机 适用于连续级进送料的自动冲压工艺。
- (4) 板冲多工位自动机 适用于连续传送工件的自动冲压工艺。

2. 体积模锻压力机

- (1) 挤压机 用来进行冷挤压工艺。
- (2) 热模锻压力机 用来进行热模锻工艺。
- (3) 精压机 用来进行平面精压、体积精压和表面压印等工艺。
- (4) 平锻机 用来进行平锻工艺。
- (5) 冷墩自动机 用于制造如螺钉螺母等各种标准件。

- (6) 精锻机 用来精锻各种轴类工件。

3. 剪切机

- (1) 板料剪切机 用于裁剪板料。
- (2) 棒料剪切机 用于截裁棒料。

本书以介绍通用曲柄压力机为主,故下面介绍通用压力机的类别。

在 JB/GQ2003-84 的型谱中,单柱压力机、开式压力机和闭式压力机属于通用压力机。所谓单柱、开式和闭式是指机身的型式,图1-1、图1-2、图1-3为闭式压力机,即机身左右封闭,只能从前后方向接近模具,操作不太方便,但机身刚度高,压力机精度好。图1-4、图1-5为开式压力机。其机身左右及前面均敞开,能从三个方向接近模具,操作方便,但机身刚度差,特别是有角变形存在,影响精度。此种压力机机身的后壁还有一个开口,便于出料。图1-6为单柱压力机,其机身也是左右及前面敞开,但后壁无开口。有

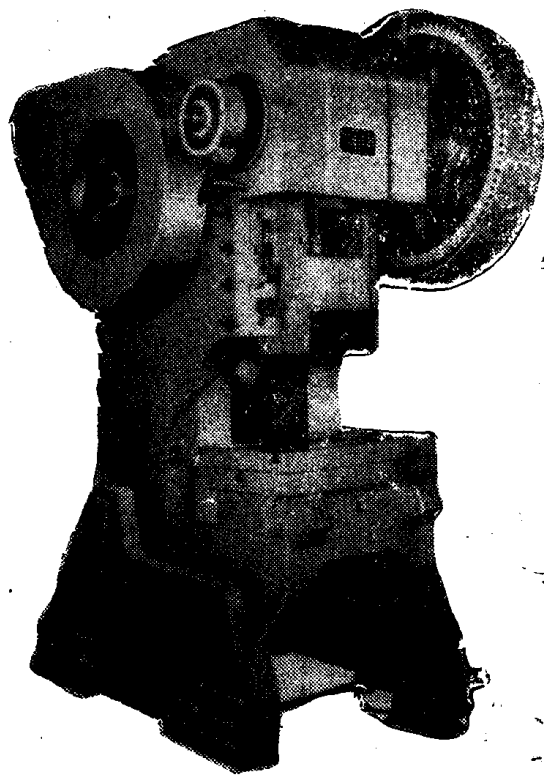


图1-4 JB23-63压力机外形图
(上海第二锻压机床厂供图)

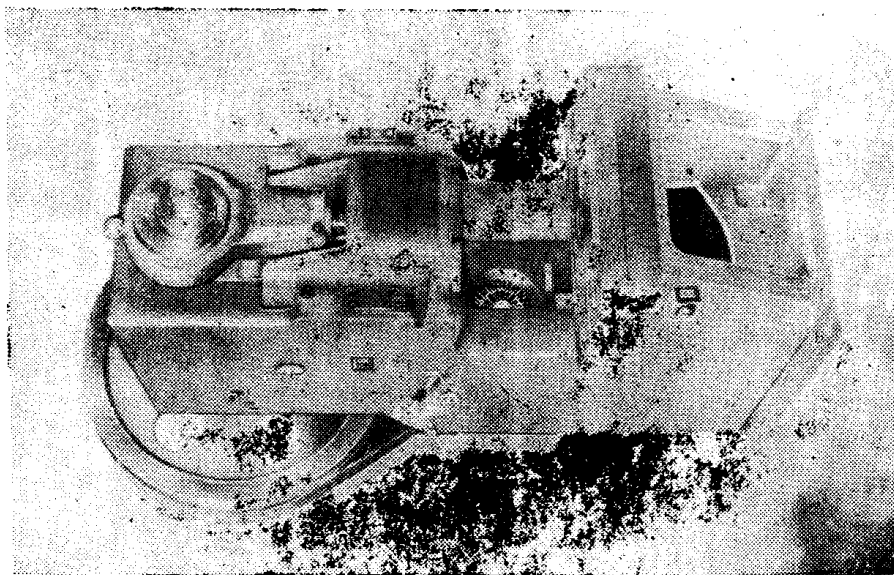


图1-6 单柱压力机外形图
(营口锻压机床厂供图)

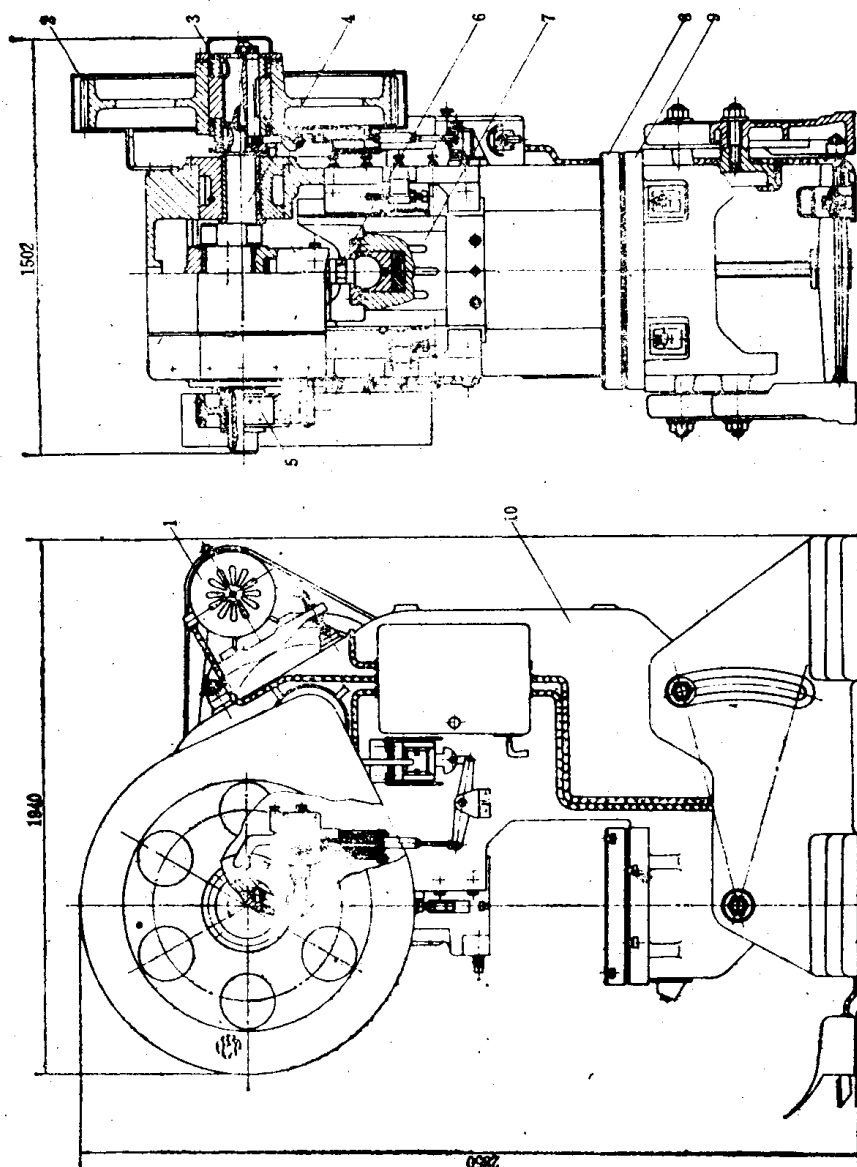


图1-5 JB23-63压力机结构图
1—电动机 2—大齿轮 3—离合器 4—曲轴 5—制动器 6—连杆
7—滑块 8—垫板 9—工作台 10—机身

时, 我们把后面两种压力机统称为开式压力机。上述的三种压力机中均只有一组曲柄滑块机构, 称为单点压力机。适用于小型压力机, 或工作台较小的中大型压力机。若工作台面较大, 则有两组或四组曲柄滑块机构, 相应称为双点或四点压力机。此外, 按照工作台的形式, 机身是否可倾等尚可分为固定台、活动台、柱形台以及可倾压力机等。

第三节 曲柄压力机的发展概况

锻压生产已有悠久的历史, 但是, 采用锻压机械进行锻压生产却只有百余年的历史。十九世纪三十年代, 世界上出现了第一台简易的平锻机和蒸汽锤。六十年代生产了一些冲压用的液压机。直到十九世纪末期, 才出现相当规模的曲柄压力机和锻造用的液压机。二十世纪前期, 由于汽车工业的兴起, 曲柄压力机以及其他锻压设备得到了迅速发展。众所周知, 由于采用现代化的锻压工艺生产工件具有效率高、质量好、能量省和成本低的特点。所以, 工业先进的国家越来越多地采用锻压工艺代替切削工艺和其他工艺。锻压生产在工业生产中的地位越来越重要, 锻压机械在机床中所占的比重也越来越大。近年来, 锻压机械的拥有量日本为 34%, 美国为 32.4%。在锻压机械中, 又以曲柄压力机最多, 占一半以上。用曲柄压力机可以进行冲压和模锻等工艺生产, 它广泛用于汽车、农业机械、电器仪表、国防工业以及日用品等生产部门。随着工业的发展, 曲柄压力机的品种和数量越来越多, 质量要求越来越高, 压力越来越大。它在机械制造业以及其他工业的锻压生产中的作用越来越显著。例如, 在汽车拖拉机工厂中, 用热模锻压力机代替模锻锤生产模锻件已经成为一个发展趋势。日本已有数条热模锻压力机生产线, 其中一条 110000kN 热模锻压力机生产线是在 1971 年建成的, 可以生产重达 140kg, 长达 1.3m 的曲轴以及重达 100kg, 长达 2m 的汽车前梁, 生产效率为每小时 60 件。从装料、预热、剪切、锻造、检验到包装、发送全部自动进行。全线仅用 24 人, 比模锻锤的生产效率高得多, 劳动条件大为改善。联邦德国已经制造了若干条 120000kN 的热模锻压力机自动生产线, 供应世界各国。我国也购置一条, 对汽车锻件的生产起着良好的作用。又如, 冷挤压工艺是一项新兴的工艺, 用冷挤压生产的零件表面粗糙度小, 尺寸精度高, 直径为 20~30mm 的零件其公差范围可控制在 0.015mm 以内, 因此, 所生产的零件不需进行或少量进行切削加工即可使用。大大提高了生产率, 并节约了原材料。随着冷挤压工艺的发展, 各种类型的挤压机应运而生, 正在使加工行业产生巨大的变化。再如, 在日用品及家用电器生产中, 如果不采用高速冲压自动机, 产品的成本与质量在国际市场上将失去竞争能力。因此大量制造和使用曲柄压力机, 已成为工业先进国家的发展方向之一。

近年来, 曲柄压力机正向着高速度和高精度的方向发展, 并努力降低噪音, 提高安全性, 扩大自动化程度, 改善劳动条件。特别是采用微型计算机控制的曲柄压力机, 更具有先进的水平。

例如, 行程次数 500 次/min 左右的高速压力机已普遍应用, 美国明斯特 (Minster) 公司已生产 250kN 2000 次/min 的超高速压力机。美国国民 (National) 公司发展了新系列的高速冷墩机, M12 四工位螺母冷墩机生产率为每分钟 250 件。

精密冲裁的压力机已发展到 25000kN, 可冲裁的最大板厚已达 25mm, 加工的零件周边的表面粗糙度很小, 尺寸精度很高, 冲切面的垂直度可达 $89^{\circ}30'$ 。

挤压机已发展到 50000kN, 多工位挤压机已发展到 45000kN, 机器精度不断提高, 刚

度已达到同规格的通用压力机的 2~3 倍。

1982 年在日本大阪国际机床展览会上展出了 55 台锻压设备,其中采用数控的占 34.5%,可以人机对话,编程十分方便。日本会田公司制造的 2000kN “冲压中心”,采用微型计算机控制,自动换模、换料和调整工艺参数,全部时间只需 5min。联邦德国奥穆科(Eumuco)公司近年来制造的热模锻压力机和平锻机,都已采用微机巡回检测各轴承的温度,显示工艺力,对压力机的安全运转起着重要作用。

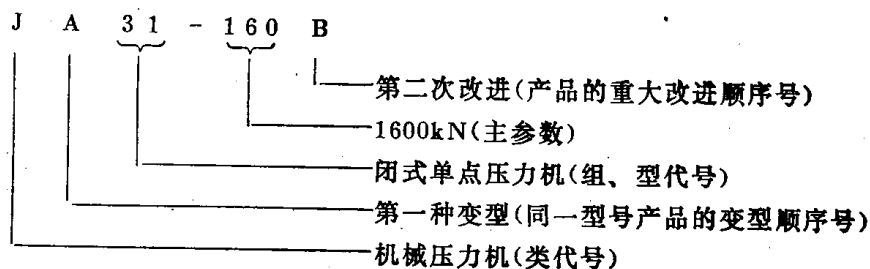
国际标准化组织(ISO)规定,在 85~90dB 的连续噪音下,工作时间不能超过 8h,而美国和瑞士规定为 85dB。现在联邦德国舒勒(Schuler)公司制造的开式压力机已为 75dB。还有一些公司正在研制低噪音(75dB)的折弯机和冷墩自动机。

我国解放以前,曲柄压力机的生产非常落后,只能制造一些手动冲床。解放以后才有了飞速的发展,到目前为止,我们已经制造了 80000kN 的热模锻压力机,40000kN 的双点压力机以及其他各种型号的压力机。近年来,由于自行研究和引进技术,研制水平达到了一个新的高度。我国的汽车制造厂,电机电器制造厂以及有关的工厂都装备着不少新型的曲柄锻压机械。但是,与工业先进的国家比较,我国的曲柄压力机制造业仍属落后,主要表现在质量不高,性能不好和品种不全等方面,特别缺乏大型高效的设备。因此,必需大力发展曲柄压力机,以满足四个现代化的需要。

第四节 通用曲柄压力机的型号和技术参数

一、曲柄压力机的型号

按照 JB/GQ2003-84 型谱,曲柄压力机的型号用汉语拼音字母、英文字母和数字表示,例如 JA31-160B 型号的意义是:



现将型号的表示方法叙述如下:

第一个字母为类代号,代表八类锻压设备中某类设备。在八类锻压设备中,与曲柄压力机有关的有五类。机械压力机用拼音字母 J 表示,线材成形自动机、锻机、剪切机和弯曲校正机分别用 Z、D、Q 和 W 表示。

第二个字母代表同一型号产品的变型顺序号,凡主参数与基本型号相同,但其他某些基本参数与基本型号不同的,称为变型,用字母 A、B、C……表示第一、第二、第三……种变型产品。

第三、四个数字为组、型代号。在型谱中,每类锻压设备分为 10 组,每组分为 10 型。第一个数字代表“组”,第二个代表“型”。“31”在型谱中查得为:“闭式单点压力机”。

横线后面的数字代表主参数。一般用压力机的公称压力（见下面叙述）作为主参数。型谱中的公称压力用工程单位制的“吨”表示，故转化为法定单位制的“千牛”时，应把此数字乘以10。例如此处160代表160 tf，乘以10即为1600kN。

最后一个字母代表产品的重大改进顺序号，凡型号已确定的锻压机械，若结构和性能上与原产品有显著不同，则称为改进，用字母A、B、C代表第一、第二、第三……次改进。有些锻压设备，紧接组、型代号的后面还有一个字母，代表设备的通用特性，如字母K代表数控，G代表高速等。

现将通用压力机的型号列于附录1-1。其它曲柄压力机及锻压设备的型谱详见资料[53]。

二、通用曲柄压力机的技术参数

曲柄压力机的技术参数反映了压力机的工艺能力、加工零件的尺寸范围以及有关生产率等指标，现分述如下：

1. 公称压力 P_e 及公称压力行程 S_e

曲柄压力机的公称压力（或称额定压力）是指滑块离下死点前某一特定距离（此特定距离称为公称压力行程或额定压力行程）或曲柄旋转到离下死点前某一特定角度（此特定角度称为公称压力角或额定压力角）时，滑块所容许承受的最大作用力（详见第四章）。例如630、1000、1600、2500、3150、4000、6300kN……。这个系列是从生产实践中归纳整理后制订的，既能满足生产需要，又不致使曲柄压力机的规格过多，给制造带来困难。当然专为实现某工艺的压力机也可以按实际需要的工艺力来确定公称压力。在型谱中，通用压力机一般以公称压力作为主参数，其他技术参数称为基本参数。

2. 滑块行程 S

它是指滑块从上死点到下死点所经过的距离。它的大小将反映压力机的工作范围。行程较长，则能生产高度较高的零件，通用性较大。但压力机的曲柄尺寸要加大，随之而来的是齿轮模数和离合器尺寸均要增大，压力机造价增加。而且模具的导柱导套可能脱离，影响工件精度和模具寿命。此外，滑块的速度也要加大。所以，应该适当选择行程长度。

3. 滑块行程次数 n

它是指滑块每分钟从上死点到下死点，然后再回到上死点所往复的次数。行程次数越高，生产率越高，但次数超过一定数值以后，必需配备机械化自动化送料装置，否则不可能实现高生产率。行程次数提高以后，机器的振动和噪音也将增加。现代的压力机，有提高行程次数的趋势。

4. 最大装模高度 H_1 及装模高度调节量 ΔH_1

装模高度是指滑块在下死点时，滑块下表面到工作台板上表面的距离。当装模高度调节装置将滑块调整到最上位置时，装模高度达最大值，称为最大装模高度。上下模的闭合高度应小于压力机的最大装模高度。装模高度调节装置所能调节的距离，称为装模高度调节量。与装模高度并行的标准尚有封闭高度。所谓封闭高度是指滑块在下死点时，滑块下表面到工作台上表面的距离。它和装模高度之差恰是工作台板的厚度。装模高度及其调节量必需适当，增大其数值固然能安装闭合高度较大的模具，适应性较大，但若安装高度较小的模具时，则需增添附加垫板，给工作带来不便。而且，压力机的高度也相应增加。

5. 工作台板及滑块底面尺寸

它是指压力机工作空间的平面尺寸。它的大小直接影响所安装的模具的平面尺寸以及压

力机平面轮廓的大小。

6. 喉深

它是指滑块的中心线至机身的距离，是开式压力机和单柱压力机的特有参数。尺寸选得太小，则加工的零件尺寸受到限制。尺寸选得过大，则给机身的设计，特别是刚度设计带来困难。

我国已制定通用压力机的技术参数标准，见附录1-2、1-3及1-4。

附录1-1 通用曲柄压力机型号

组	型①	锻 压 机 械 名 称
单柱压力机	11	单柱固定台压力机
	12	单柱活动台压力机
	13	单柱柱形台压力机
开式压力机	21	开式固定台压力机
	22	开式活动台压力机
	23	开式可倾压力机
	24	开式转台压力机
	25	开式双点压力机
	28	开式柱形台压力机
	29	开式底传动压力机
闭式压力机	31	闭式单点压力机
	32	闭式单点切边压力机
	33	闭式侧滑块压力机
	36	闭式双点压力机
	37	闭式双点切边压力机
	39	闭式四点压力机

① 从11至39型号中，凡未列出的序号均留作待发展的型号使用

附录1-2 闭式单点压力机技术参数(机械部标准JB1647-77)

名 称		符 号	单 位	量 值											
公称压力		P_g	t	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000
公称压力行程		S_p	mm	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
滑 块 行 程	I 型	S	mm	250	250	315	400	400	400	500	500	500	500	500	500
	II 型	S	mm	200	200	250	250	315	—	—	—	—	—	—	—
滑块行程次数	I 型	n	次/ min	20	20	20	16	16	12	12	10	10	8	8	8
	II 型	n	次/ min	32	32	28	28	25	—	—	—	—	—	—	—
最大装模高度		H_1	mm	450	450	500	500	550	550	700	700	850	850	950	950
装模高度调节量		ΔH_1	mm	200	200	250	250	250	250	315	315	400	400	400	400
导轨间距离		A	mm	880	980	1080	1200	1330	1480	1580	1680	1680	1880	1880	1880
滑块底面前后尺寸		B_1	mm	700	800	900	1020	1150	1300	1400	1500	1500	1700	1700	1700
工作台板尺寸	左 右	L	mm	800	900	1000	1120	1250	1400	1500	1600	1600	1800	1800	1800
	前 后	B	mm	800	900	1000	1120	1250	1400	1500	1600	1600	1800	1800	1800

附录1-3 闭式双点压力机技术参数(机械部标准JB1647-77)

名 称		符号	单位	量 值														
公称压力		P_g	t	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000
公称压力行程		S_p	mm	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
滑块行程		S	mm	400	400	400	500	500	500	500	630	630	500	500	500	500	500	500
滑块行程次数		n	次/ min	18	18	18	14	14	12	12	10	10	10	10	8	8	8	8
最大装模高度		H_1	mm	600	600	700	700	800	800	950	1250	1250	950	950	950	950	950	950
装模高度调节量		ΔH_1	mm	250	250	315	315	400	400	500	600	600	400	400	400	400	400	400
导轨间距离①		A	mm	1980	2430	2430	2880	2880	3230	3230	3230	3230	3230	5080	5080	7580	7580	10080
滑块底面前后尺寸		B_1	mm	1020	1150	1150	1400	1400	1500	1500	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1900	1900
工作台板尺寸	左右①	L	mm	1900	2350	2350	2800	2800	3150	3150	3150	3150	3150	5000	5000	7500	7500	10000
	前后	B	mm	1120	1250	1250	1500	1500	1600	1600	1800	1800	1800	1800	1800	1800	2000	2000

① 分母数为大规格尺寸

附录1-4 开式压力机技术参数(机械部标准JB1395-74)

名 称		符号	单位	量 值														
公称压力		P_g	t	4	6.3	10	16	25	40	63	80	100	125	160	200	250	315	400
发生公称压力时滑块离下死点距离		S_p	mm	3	3.5	4	5	6	7	8	9	10	10	12	12	13	13	15
滑块行程	固定行程	S	mm	40	50	60	70	80	100	120	130	140	140	160	160	200	200	250
	调节行程	S_1	mm	40	50	60	70	80	100	120	130	140	140	160	—	—	—	—
		S_2	mm	6	6	8	8	10	10	12	12	16	16	20	—	—	—	—
标准行程次数(不小于)		n	次/ min	200	160	135	115	100	80	70	60	60	50	40	40	30	30	25
快 速 型	发生公称压力时滑块离下死点距离	S_p	mm	1	1	1.5	1.5	2	2	2.5	2.5	3	—	—	—	—	—	—
	滑块行程	S'	mm	20	20	30	30	40	40	50	50	60	—	—	—	—	—	—
	行程次数(不小于)	n'	次/ min	400	350	300	250	200	200	150	150	120	—	—	—	—	—	—

(续)

名 称			符号	单位	量 值																	
最大封闭 高 度	固定台和可倾		H	mm	160	170	180	220	250	300	360	380	400	430	450	450	500	500	550			
	活动台 位 置	最低	H_2	mm	—	—	—	300	360	400	460	480	500	—	—	—	—	—	—			
		最高	H_1	mm	—	—	—	160	180	200	220	240	260	—	—	—	—	—	—			
封闭高度调节量			ΔH	mm	35	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	130	150	150	170			
标 准 型	滑块中心到机 身 距 离 (喉深)		C	mm	100	110	130	160	190	220	260	290	320	350	380	380	425	425	480			
	工作台尺寸	左右	L	mm	280	315	360	450	560	630	710	800	900	970	1120	1120	1250	1250	1400			
		前后	B	mm	180	200	240	300	360	420	480	540	600	650	710	710	800	800	900			
	工作台孔尺寸	左右	L_1	mm	130	150	180	220	260	300	340	380	420	460	530	530	650	650	700			
		前后	B_1	mm	60	70	90	110	130	150	180	210	230	250	300	300	350	350	400			
		直径	D	mm	100	110	130	160	180	200	230	260	300	340	400	400	460	460	530			
	立柱间距离(不小于)		A	mm	130	150	180	220	260	300	340	380	420	460	530	530	650	650	700			
	滑块中心到机 身 距 离 (喉深)		C	mm	—	—	—	—	290	—	350	—	425	—	480	—	—	—	—			
	工作台尺寸	左右	L	mm	—	—	—	—	800	—	970	—	1250	—	1400	—	—	—	—			
		前后	B	mm	—	—	—	—	540	—	650	—	800	—	900	—	—	—	—			
大 型	工作台孔尺寸	左右	L_1	mm	—	—	—	—	380	—	460	—	650	—	700	—	—	—	—			
		前后	B_1	mm	—	—	—	—	210	—	250	—	350	—	400	—	—	—	—			
		直径	D	mm	—	—	—	—	260	—	340	—	460	—	530	—	—	—	—			
	立柱间距离(不小于)		A	mm	—	—	—	—	380	—	460	—	650	—	700	—	—	—	—			
模柄孔尺寸(直径×深度)			$d \times l$	mm	$\phi 30 \times 50$				$\phi 50 \times 70$				$\phi 60 \times 75$				$\phi 70 \times 80$				T 型槽	
工作台板厚度			t	mm	35	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	130	150	150	170			

第二章 曲柄滑块机构的运动分析与受力分析

曲柄滑块机构是曲柄压力机工作机构中的主要类型。这种机构将旋转运动变为往复运动，并直接承受工件变形力。它代表曲柄压力机的主要特征，是设计曲柄压力机的基础。

第一节 曲柄滑块机构的运动规律

曲柄滑块机构的运动简图如图 2-1 所示。O 点表示曲轴的旋转中心，A 点表示连杆与曲柄的连结点，B 点表示连杆与滑块的连结点，OA 表示曲柄半径，AB 表示连杆长度。当 OA 以角速度 ω 作旋转运动时，B 点则以速度 v 作直线运动。今讨论滑块的位移、速度和加速度与曲柄转角之间的关系。

一、结点正置的曲柄滑块机构

1. 滑块位移

图 2-2 为结点正置的曲柄滑块机构的运动关系简图。(所谓结点正置，是指滑块和连杆的连结点 B 的运动轨迹位于曲柄旋转中心 O 和连结点 B 的连线上。) 滑块的位移和曲柄转角之间的关系可表达为

$$s = (R + L) - (R \cos \alpha + L \cos \beta) \quad (2-1)$$

而
$$\sin \beta = \frac{R \sin \alpha}{L}$$

令

$$\frac{R}{L} = \lambda$$

则

$$\sin \beta = \lambda \sin \alpha$$

$\therefore$

$$\cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = \sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \alpha}$$

代入式 (2-1) 整理得

$$s = R \left[(1 - \cos \alpha) + \frac{1}{\lambda} (1 - \sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \alpha}) \right] \quad (2-2)$$

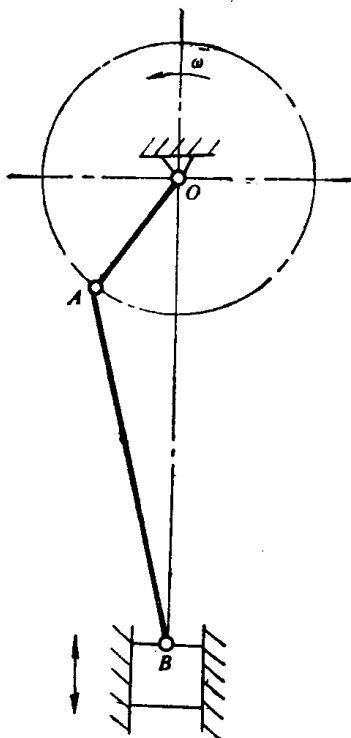


图2-1 曲柄滑块机构运动简图

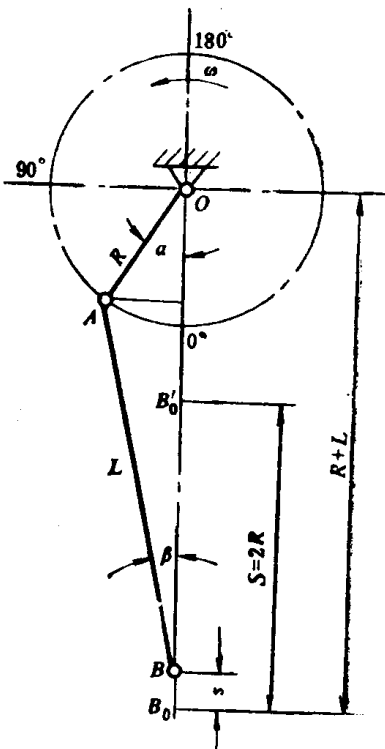


图2-2 结点正置的曲柄滑块机构运动关系计算简图

由于 λ 一般小于 0.3, 对于通用压力机, λ 一般在 0.1~0.2 范围内, 故式 (2-2) 可进行简化。根号部分可用台劳级数展开并取前两项得

$$\sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \alpha} \approx 1 - \frac{1}{2} \lambda^2 \sin^2 \alpha$$

故式 (2-2) 变为

$$s = R \left[(1 - \cos \alpha) + \frac{\lambda}{4} (1 - \cos 2\alpha) \right] \quad (2-3)$$

式中 s —— 滑块位移, 从下死点算起, 向上方向为正, 以下均同;

α —— 曲柄转角, 从下死点算起, 与曲柄旋转方向相反为正, 以下均同;

R —— 曲柄半径;

λ —— 连杆系数。($\lambda = \frac{R}{L}$, 其中 L 是连杆长度, 当连杆长度可调时, 取最短时数值。)

在某些情况下, 还希望求出曲柄转角和滑块位移的关系公式, 即给出某一滑块位移, 求出特定的曲柄转角。为此, 可由图 2-2 并利用余弦定理求出下述公式

$$\cos \alpha = \frac{R^2 + (R + L - s)^2 - L^2}{2R(R + L - s)} \quad (2-4)$$

如令

$$\frac{s}{R} = c$$

则式 (2-4) 可写成

$$\cos \alpha = 1 + \frac{c^2 \lambda - 2c}{2(1 + \lambda - c\lambda)} \quad (2-5)$$

式 (2-4) 和 (2-5) 的符号意义同式 (2-3)。

2. 滑块速度

$$v = \frac{ds}{dt} = \frac{ds}{d\alpha} \frac{d\alpha}{dt} = \frac{d}{d\alpha} \left\{ R \left[(1 - \cos \alpha) + \frac{\lambda}{4} (1 - \cos 2\alpha) \right] \right\} \frac{d\alpha}{dt}$$

而

$$\frac{d\alpha}{dt} = \omega$$

∴

$$v = \omega R \left(\sin \alpha + \frac{\lambda}{2} \sin 2\alpha \right) \quad (2-6)$$

式中 v —— 滑块速度, 向下方向为正;

ω —— 曲柄角速度。

$$\omega = 2\pi n$$

n —— 曲柄转速, 亦即滑块行程次数;

其余符号同式 (2-3)。

在锻压生产中, 一般认为滑块的速度与工艺要求有关。例如, 对于拉伸工艺, 若速度过高, 则会引起工件破裂。表 2-1 为拉伸工艺的合理速度范围, 进行拉伸工艺的压力机, 滑块速度不应超过这个数值。

滑块的速度除受工艺的合理速度限制以外, 还应受到其他一些因素的限制, 例如压力机