

21 世纪高职高专规划教材

模具设计与制造系列

冲压与塑压设备

CHONGYA YU SUYA SHEBEI

主编/吴 萍
主审/秦松祥

HONGYA YU
SUYA SHEBEI

中国人民大学出版社

21 世纪高职高专规划教材·模具设计与制造系列

冲压与塑压设备

主 编 吴 萍

主 审 秦松祥

中国人民大学出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

冲压与塑压设备/吴萍主编

北京: 中国人民大学出版社, 2009

21 世纪高职高专规划教材·模具设计与制造系列

ISBN 978-7-300-10651-9

I. 冲…

II. 吴…

III. ①冲压机-高等学校: 技术学校-教材

②塑料成型加工设备-高等学校: 技术学校-教材

IV. TG385.1 TQ320.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 070254 号

21 世纪高职高专规划教材·模具设计与制造系列

冲压与塑压设备

主编 吴 萍

主审 秦松祥

出版发行 中国人民大学出版社

社 址 北京中关村大街 31 号

电 话 010-62511242 (总编室)

010-82501766 (邮购部)

010-62515195 (发行公司)

网 址 <http://www.crup.com.cn>

<http://www.ttrnet.com> (人大教研网)

经 销 新华书店

印 刷 北京东君印刷有限公司

规 格 185mm×260mm 16 开本

印 张 10.5

字 数 242 000

邮政编码 100080

010-62511398 (质管部)

010-62514148 (门市部)

010-62515275 (盗版举报)

版 次 2009 年 8 月第 1 版

印 次 2009 年 8 月第 1 次印刷

定 价 20.00 元

版权所有 侵权必究 印装差错 负责调换

21 世纪高职高专机电类教材建设专家指导委员会

(按姓氏笔画为序)

- | | | |
|-----|-----|----------------------------|
| 陈 东 | 秘书长 | 教育部高职高专机电设备技术专业
教学指导委员会 |
| 马必学 | 院 长 | 武汉职业技术学院 |
| 于志云 | 副院长 | 青岛职业技术学院海尔学院 |
| 王蒙田 | 副院长 | 太原城市职业技术学院 |
| 孙慧平 | 院 长 | 宁波职业技术学院海天机电学院 |
| 杜建根 | 副院长 | 河南工业职业技术学院 |
| 金志涛 | 院 长 | 威海职业（技术）学院 |
| 钟 健 | 副院长 | 深圳职业技术学院机电工程学院 |
| 贾晓枫 | 院 长 | 合肥通用职业技术学院 |
| 陶 昆 | 副院长 | 平顶山工业职业技术学院 |
| 翟 轰 | 院 长 | 陕西工业职业技术学院 |

教师信息反馈表

为了更好地为您服务，提高教学质量，中国人民大学出版社愿意为您提供全面的教学支持，期望与您建立更广泛的合作关系。请您填好下表后以电子邮件或信件的形式反馈给我们。

您使用过或正在使用的我社教材名称		版次	
您希望获得哪些相关教学资料			
您对本书的建议（可附页）			
您的姓名			
您所在的学校、院系			
您所讲授课程的名称			
学生人数			
您的联系地址			
邮政编码		联系电话	
电子邮件（必填）			
您是否为人大社教研网会员	☐ 是，会员卡号：_____ ☐ 不是，现在申请		
您在相关专业是否有主编或参编教材意向	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不一定		
您所希望参编或主编的教材的基本情况（包括内容、框架结构、特色等，可附页）			

我们的联系方式：北京市海淀区中关村大街 31 号
 中国人民大学出版社教育分社
 邮政编码：100872
 电话：010 - 62515921
 网址：<http://www.crup.com.cn/jiaoyu/>
 E-mail：jyfs_2007@126.com

出版说明

随着数控技术、电气自动化等技术的迅速发展以及机电加工设备数量的急剧增长,我国制造类企业急需大批机电类技术人才,而目前在劳动力市场上,这种高等技术应用型人才严重短缺。为此,2003年教育部会同劳动和社会保障部、国防科工委、信息产业部、交通部、卫生部等联合启动了“职业院校制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程”,明确了高等职业教育的根本任务就是要从劳动力市场的实际需要出发,坚持以就业为导向,以全面素质为基础,以能力为本位,努力造就数以千万计的制造业和现代服务业一线迫切需要的高素质技能型人才。

大量培养高技能型人才中的一个重要基础问题就是教材建设。为了适应机电类高职教育迅速发展的形势,中国人民大学出版社依托教育部高等职业教育机电类专业的专家指导,进行了广泛的调研,期望探索出建设符合高职教育教学模式、教学方式、教学改革教材的新路子。中国人民大学出版社先后组织全国20多所高职院校的院系领导及骨干教师召开了多次教材建设研讨会,对机电类具有工学结合特色的高职教材的编写指导思想,以及教材的定位、特色、名称、内容、篇幅进行了充分的论证,成立了中国人民大学出版社机电类专业规划教材编委会以及机电类教材建设专家指导委员会,组织出版高等职业教育机电类专业系列教材。

根据高等技术应用性人才培养目标,本套教材既具有高等教育的知识内涵,又具有职业教育的职业能力内涵,主要体现了以下特色:

1. 以综合素质为基础,以能力为本位。本套教材把提高学生能力放在突出的位置,符合教育部机电类专业教学基本要求和人才培养目标,注重创新能力和综合素质培养。

2. 以社会需求为基本依据,以就业为导向。本套教材以机电类企业的生产需求为依据,体现工学结合的特色,明确职业岗位对职业核心能力的要求,重点培养学生的技术运用能力和岗位工作能力。

3. 反映了机电领域的新知识、新技术、新工艺、新方法。本套教材注意克服以往专业教材中存在的陈旧、更新缓慢的弊端,选择了目前最新的控制系统为典型实例,采用了最新的国家标准及相关技术标准。

4. 贯彻学历教育与职业资格证书、技能证考试相结合的精神。本套教材把职业资格证书、技能证考证的知识点与教材内容相结合,将实践教学体系与国家职业技能鉴定标准实行对接,使学生在学校学习的同时,也能顺利地获得职业资格证书。

5. 教材体系立体化。为了方便教师教学和学生自主学习,本套教材配备了电子课件、电子教案、教学指导、题库、案例素材等教学资源,并将配备相应的教学支持服务平台。

在本套教材的研发与编写过程中,要感谢诸多专家、领导,感谢他们对机电类专

业规划教材研发所投入的大量精力，同时要感谢关注高等职业教育、参加本套教材研发与编写的各位老师，我们希望能够得到大家一如既往的支持，为我国的高等职业教育发展作出更大的贡献。

中国人民大学出版社

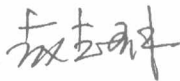
总 序

制造业在国民经济中占有举足轻重的地位，世界上具有重要影响力的国家无一不是制造业强国。制造业的持续发展是我国实现新型工业化的重要组成部分，是今后很长时期带动我国国民经济发展的火车头。中国要想成为制造业强国，目前还面临很多困难，其中很重要的一个就是缺乏高素质专业人才，包括相对稳定的、掌握先进生产技术的技能型人才，而以精益生产为代表的先进制造模式，是将柔性制造技术、高素质劳动者以及企业内部和企业之间的灵活管理方式集成在一起，对技能型人才的工作能力又提出了新的要求。

近年来，我国加工制造类职业教育取得了较大发展，中、高等职业院校加工制造类专业学生总数不仅逐年增加，而且占学生总数的比例也在增加。制造类职业教育取得的进步，特别是数量上的发展，为我国实现走向制造业大国的阶段性战略目标奠定了基础。然而，制造类职业教育还存在着很多问题，特别是在教育质量方面，主要表现在课程设置、教学内容选择、教学设计以及教材建设上没有充分考虑企业需求和学生的职业发展规律；教学不能满足企业技术进步和劳动组织发展需要等方面，这已经成为困扰职业教育教学质量提高的瓶颈。因此，加强课程和教材建设，已经成为众多职业院校教育教学工作的重要内容。

职业院校以市场和需求为导向的课程和教材建设，应当从专业所面向的职业工作任务和岗位要求出发，明确培养规格和关键能力要求，从而为学生的职业生涯发展奠定良好的基础，这不论是在理论上还是实践上都面临着巨大的挑战。这里不仅要引入先进的职业教育理念，需要丰富的专业实践经验，而且需要把先进、实用的技术有针对性地与职业院校的教学工作有机结合起来。在此，这套由中国人民大学出版社组织编写的针对机械制造、数控、自动化等专业的“21世纪高职高专规划教材”都进行了有益的探索。希望这套教材的出版不但能帮助职业院校更快、更好、更容易地培养出社会所紧缺的技能型人才，而且也能为我国职业教育的教学改革提供有价值的经验。

北京师范大学 技术与职业教育研究所所长



前 言

本书根据作者长期工程实践和教学工作的经验编写而成。在内容的安排上,大胆取舍并注重创新,与过去同类教材相比,重点突出,精心挑选了在模具企业中应用最为广泛的设备型号,深入浅出地讲解设备的工作原理、结构、维护等内容,并且补充了模具专业学生需要掌握的工厂实践内容,能真正提高高等职业院校、技师学院的模具专业学生的技能水平。

本书突出职业教育特色,以增强应用性、加强能力与素质培养为指导,根据工程实践对设备知识与操作能力的要求和学科自身规律,突破传统专业教材的框架,建立了新的教学内容体系。本书第1章介绍了冲压与塑压设备的发展概况、冲压与塑压设备的分类和这门课程的学习方法,第2章介绍了通用压力机的工作原理、结构、使用及维护;第3章介绍了企业中应用比较广泛的其他成型设备的工作原理、分类方法、典型结构;第4章介绍了液压机的工作原理和基本结构,以及液压机在冲压和塑压设备中的应用;第5章介绍塑料注射成型机的工作原理、结构、使用及维护;第6章介绍塑料挤出机的工作原理和零部件。本书贯彻了最新国家标准,内容详实,重点突出。

本书在讲授时,可根据实际情况将内容进行适当增减,学时控制在32~40。本课程需要6学时以上的实验,以掌握设备的工作原理、使用与维护要求、模具与设备的装配关系,使学生能够真正掌握模具设备专业知识。

本书可作为高等职业院校模具专业的主干专业课程教材,也可作为职工大学、职业大学、技师学院、高级技工学校等相关专业教材,并可供从事模具制造专业的工程技术人员参考。本书由泰州职业技术学院吴萍高级工程师任主编,张斌老师、唐娟老师参加了编写。全书由吴萍老师负责统稿工作。

本书在编写过程中,得到中国模具工业协会和各兄弟院校的大力支持和热情帮助,泰州职业技术学院高级工程师秦松祥研究员对书稿进行了全面、认真的审查,对教材的体系和内容提出了许多宝贵意见,在此表示衷心的感谢。本书在编写过程中,得到了泰州职业技术学院李卫民副教授及机电技术学院相关老师的大力支持与帮助,在此一并致谢!

由于编者水平有限,编写时间仓促,书中错误和不妥之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者

2009年5月

目 录

第1章 绪论	1
1.1 冲压与塑压设备的发展现状	1
1.2 冲压与塑压设备的发展趋势	2
1.3 冲压与塑压设备的分类	2
1.4 本课程的学习要求	3
第2章 通用压力机	5
2.1 概述	5
2.2 曲柄滑块机构	13
2.3 离合器和制动器	24
2.4 附属装置	31
2.5 压力机的选择和使用	38
第3章 其他成型设备	44
3.1 冷挤压压力机	44
3.2 双动拉深压力机	49
3.3 板料多工位压力机	55
3.4 高速自动压力机	60
3.5 数控冲模回转头压力机	63
3.6 摩擦螺旋压力机	67
3.7 压铸机	70
第4章 液压机	78
4.1 概述	78
4.2 液压机的结构	85
4.3 冲压液压机	89
4.4 塑料液压机	94
第5章 塑料注射成型机	100
5.1 概述	100
5.2 注射装置	111
5.3 合模装置	123
5.4 注射机的使用和维护	131
第6章 塑料挤出机	136
6.1 概述	136

6.2 挤出机的主要零部件 142

6.3 挤出机的其他零部件 147

参考文献 155

1. 挤出机的主要零部件

2. 挤出机的其他零部件

3. 参考文献

4. 参考文献

5. 参考文献

6. 参考文献

7. 参考文献

8. 参考文献

9. 参考文献

10. 参考文献

11. 参考文献

12. 参考文献

13. 参考文献

14. 参考文献

15. 参考文献

16. 参考文献

17. 参考文献

18. 参考文献

19. 参考文献

20. 参考文献

21. 参考文献

22. 参考文献

23. 参考文献

24. 参考文献

25. 参考文献

26. 参考文献

27. 参考文献

28. 参考文献

29. 参考文献

30. 参考文献

31. 参考文献

32. 参考文献

33. 参考文献

34. 参考文献

35. 参考文献

36. 参考文献

37. 参考文献

38. 参考文献

39. 参考文献

40. 参考文献

41. 参考文献

42. 参考文献

43. 参考文献

44. 参考文献

45. 参考文献

46. 参考文献

47. 参考文献

48. 参考文献

49. 参考文献

50. 参考文献

51. 参考文献

52. 参考文献

53. 参考文献

54. 参考文献

55. 参考文献

56. 参考文献

57. 参考文献

58. 参考文献

59. 参考文献

60. 参考文献

61. 参考文献

62. 参考文献

63. 参考文献

64. 参考文献

65. 参考文献

66. 参考文献

67. 参考文献

68. 参考文献

69. 参考文献

70. 参考文献

71. 参考文献

72. 参考文献

73. 参考文献

74. 参考文献

75. 参考文献

76. 参考文献

77. 参考文献

78. 参考文献

79. 参考文献

80. 参考文献

81. 参考文献

82. 参考文献

83. 参考文献

84. 参考文献

85. 参考文献

86. 参考文献

87. 参考文献

88. 参考文献

89. 参考文献

90. 参考文献

91. 参考文献

92. 参考文献

93. 参考文献

94. 参考文献

95. 参考文献

96. 参考文献

97. 参考文献

98. 参考文献

99. 参考文献

100. 参考文献

第1章 绪 论

教学重点

冲压设备与塑压设备的分类。

1.1 冲压与塑压设备的发展现状

冲压和塑料成型机械分别是指材料冲压成型加工和塑料成型加工所用的设备。

冲压成型加工以金属材料为主,在常温下利用金属的塑性特性,在冲压机械上通过冲压模具成型金属零件。塑料成型加工利用以树脂为主要成分的高分子聚合物,即塑料,在一定温度和压力下具有可塑的特性,在塑料成型机械上通过塑料模具加工成型塑料制品。在成型设备上充分发挥模具的作用以生产各种制件,使得冲压成型加工和塑料成型加工成为现代工业生产的重要工艺手段之一。采用冲压工艺生产的产品具有效率高、品质好、耗能低和成本低的优点,这种无切削加工工艺越来越多地替代切削、焊接和其他工艺。冲压机械在机床中占的比例也越来越大。各种塑料特别是工程塑料的发展,使塑料在工业产品与生活产品中获得了广泛的应用,以塑料替代金属的情况很广泛,适用于不同塑料成型工艺方法的各种塑料成型机械得到了迅速发展。

我国的冲压设备和塑压设备的生产,经过几十年的努力奋斗,在生产品种、数量、质量和技术水平上发展迅速,经历了一个从无到有、从基本满足国内生产需要到接近国际先进技术水平的阶段。通过引进、消化、吸收国外先进技术,形成了一套从研究开发到生产的完整体系。

1991年,以山东济南铸锻机械研究所为首的8家单位在甘肃天水建成了我国第一条板材加工柔性制造体系(FMS),该系统由冲孔单元、剪切单元、仓库单元、中心计算机控制室和后援设备组成,FMS的建成标志着我国板材冲压加工技术进入了国际先进行列。数控冲压机械也有了新的突破,济南铸锻机械研究所研制开发的J92K-25数控冲模回转头压力机,是我国第一台自行研制的数控压力机。上海第二锻压机床厂又相继开发了J92K-30型数控冲模回转头压力机,哈尔滨锻压机床厂和国外联合研制了400kN数控冲压加工中心。另外,数控激光切割机、数控剪板机、数控板料折弯机和数控辗环机相继开发成功。济南第二机床厂研制的J47-1250/2000型闭式四点双动压力机是目前我国规格最大、技术水平最高的双动拉深压力机,是国产轿车生产急需的关键冲压设备。济南铸锻机械研究所首次开发的DS-048型600kN高速自动压力机结束了我国高速自动压力机一直依赖进口的局面。

近年来,塑料成型技术与成型机械的配合更为紧密。塑料成型技术的不断提高以及高性能化,要求成型加工机械、周边机械与其配套,而加工机械的进步又促进成型加工技术的进步,近20年来塑料成型机械朝着微型化、超大型化和自动化的方向发展。德国有注射量为0.1g的微型塑料注射机,可生产0.05g的塑料制件;我国开发了注射量为0.5g的微型塑料注射机,可生产0.1g的塑料制件。法国有注射量为170 000g的超大型塑料注射机;我国宁波海天集团股份有限公司开发生产了国内最大的塑料成型机(HTF 3600),注射量为51 460g。

1.2 冲压与塑压设备的发展趋势

以微电子技术为中心的控制技术和检测技术的发展,为冲压和塑料成型机械的发展提供了良好的基础。另外,随着国际和国内大市场的形成和发展,出现了产业结构和产品结构空前的大调整和大发展。综合十余年来国内外冲压和塑料成型机械的发展,可看出下述发展趋势。

1. 数控成型机械将迅速发展

自数控技术进入冲压和塑料成型机械以来,数控成型机械所占比重不断扩大,数控技术水平也不断提高,这使得成型机械能进行复杂的程序控制、自动调整和自动检测,从而改变了成型机械的结构和性能,扩大成型机械的加工范围,提高了加工质量和加工效率,使成型机械的整体技术水平得到提高。

2. 高速精密成型机械的水平不断提高

以高速自动压力机为代表的冲压成型设备的高速化水平将不断提高,其应用范围也会逐渐扩大,出现从中小型设备扩大到大中型设备、冲裁用加工扩展到其他成型加工的趋势。高速压力机的精度也将提高,同时要求成型机械有更好的刚性、运动机构有更好的平衡性能、导向机构有更好的导向精度。

3. 传统成型技术和新的成型技术进一步结合

随着激光加工技术和等离子加工技术的发展和提高,新的成型技术将与传统的冲压成型技术进一步结合,充分发挥各自的特点和优势,使生产效率和生产经济不断提高,并通过计算机技术控制使自动化程度得到提高。

4. 成型柔性制造系统大有前途

将自动化技术、数控技术和机器人技术与板料冲裁、弯曲加工相结合,出现了板材加工柔性系统(FMS)。在计算机的控制和管理下,该系统能根据生产需要,以最短的生产周期和最小的物耗,生产出最优质的产品,现已在开关、电器、仪表和计算机产品的板材零件生产中得到了很好的应用。目前,世界各国都在大力研究和开发成型柔性制造系统,它将极大地改善冲压工作条件和工作方式。

1.3 冲压与塑压设备的分类

冲压设备的类型很多,以适应不同的冲压工艺要求。在我国锻压机械的八大类中,冲

压设备就占了一半以上。为表述得简明和系统，现将我国锻压机械的分类和冲压机械的名称代号列于表 1—1 中，其中应用最广泛的是机械压力机中的曲柄压力机、摩擦压力机，其次是液压机。

表 1—1 锻压机械分类代号

序号	类别名称	汉语简称及拼音	拼音代号
1	机械压力机	机 Ji	J
2	液压机	液 Ye	Y
3	自动锻压机	自 Zi	Z
4	锤	锤 Chui	C
5	锻机	锻 Duan	D
6	剪切机	切 Qie	Q
7	弯曲	弯 Wan	W
8	其他	他 Ta	T

塑压设备的类型也很多，可以说有多少种成型方法，相应地就有多少种成型设备，如各种模塑成型机械和压延机。塑料机械类的代号为 S，塑料机械分为若干组，其组别与代号为：挤出机 (J)、吹塑中空成型机 (C)、压延机 (Y) 和注射机 (Z)。

1.4 本课程的学习要求

冲压与塑压设备课程是模具设计与制造专业的主要必修课之一，它是在机械原理、机械零件和液压传动等课程的基础上，与冲压工艺与模具设计、塑料成型工艺与模具设计等专业课程相配套、衔接讲授的专业课。本课程所介绍的冲压与塑压设备为冲压工艺冲压模具和塑料成型工艺塑料模具所涉及的成型设备，另外也介绍了部分与专业培养目标相接近的成型设备。

本课程是为成型工艺和模具设计配套的，要求学生了解设备的工作原理过程，掌握设备的主要结构、技术参数、设备的特点和用途，能够根据成型工艺模具结构等因素正确地选用、调整和使用设备，正确地设计模具，保证成型制件的质量和生产效率，提高学生对模具的综合设计水平和使用能力。本课程以通用压力机、万能液压机和热塑性塑料注射成型机为主，同时考虑现代工业的发展及新技术、新工艺的推广应用，还介绍一些专用、先进和精密的成型设备（如高速自动压力机等）的基本结构、特点、性能和技术参数。

本课程的基本要求简述如下：

- 熟悉、了解常用冲压和塑压设备的工作原理，掌握设备的工作过程、规格、技术参数和主要结构；掌握主要机械与模具的关系，能根据工艺要求合理选择机械设备。
- 根据工艺要求和机械说明书，能正确使用、调整和维护主要机械设备，具有分析和排除一般故障的能力。
- 理解专用、先进和精密机械的工作原理、结构特点和性能，能正确选用机械设备。

本章小结

本章介绍了冲压与塑压设备的发展现状、发展趋势、分类,以及本课程的学习要求。通过本章的学习,应对冲压与塑压设备有一定认识,掌握冲压与塑压设备的分类,了解本课程的学习要求。

思考题

1. 简述冲压与塑压设备的分类。
2. 简述冲压与塑压设备的发展概况。

第2章 通用压力机

教学重点

通用压力机的工作原理、结构组成、分类、技术参数。

2.1 概 述

2.1.1 通用压力机的工作原理和结构组成

通用压力机是冲压生产中最基本和应用最广泛的一种设备。它以曲柄滑块机构作为工作机构，利用传动系统把电动机的能量和运动传递给工作机构，通过滑块对模具施加压力，从而使毛坯产生塑性变形，可以完成板料的冲裁、弯曲、浅拉深和成型等工序。

通用压力机的类型较多，但工作原理和结构组成是相同的。

图2—1、图2—2 分别为 JB23—63 型开式双柱可倾式压力机的外形图和工作原理图。

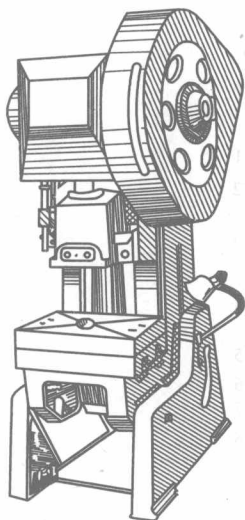


图2—1 JB23—63 型
压力机的外形图

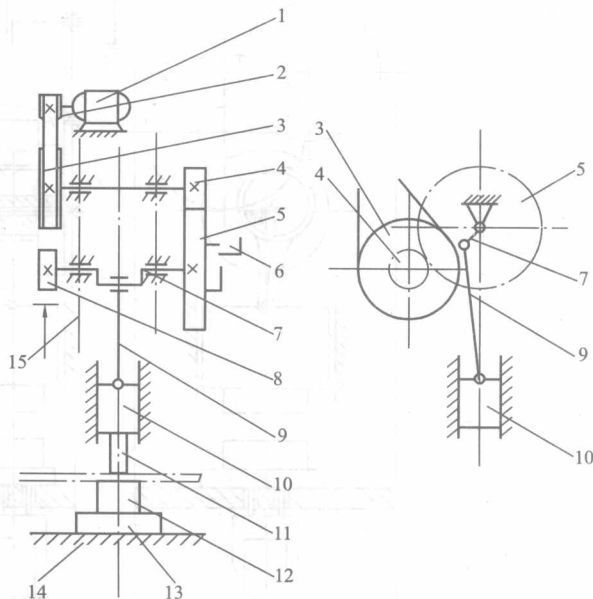


图2—2 JB23—63 型压力机的工作原理图

1—电动机；2—小带轮；3—大带轮；4—小齿轮；5—大齿轮；

6—离合器；7—曲轴；8—制动器；9—连杆；10—滑块；

11—上模；12—下模；13—垫板；14—工作台；15—机身

JB23-63 开式双柱可倾式压力机的工作原理为：电动机的能量和运动通过小带轮 2、传动带、大带轮 3 传给传动轴，再通过小齿轮 4、大齿轮 5 传给曲轴 7，连杆 9 的上端套在曲轴 7 上，下端与滑块 10 铰接，曲柄的旋转运动通过连杆变为滑块的往复直线运动，将上模 11 安装在滑块上，下模 12 固定在工作台 14 的垫板 13 上，这样滑块带动上模对毛坯施加压力，完成冲压加工。

曲轴上装有离合器 6 和制动器 8，只有当离合器和大齿轮啮合时，曲轴才开始转动。曲轴停止转动可通过离合器与齿轮脱开和制动器制动。当制动器制动时，曲轴停止转动，但大齿轮仍在曲轴上自由旋转。压力机在一个工作周期内有负荷的工作时间很短，大部分时间为无负荷的空程时间。为了使电动机的负荷均匀，有效地利用能量，应装有储存能量的飞轮，大带轮 3 起飞轮的作用。

图 2—3、图 2—4 分别是 J31-315 型压力机的外形图和运动原理图。

J31-315 型压力机的工作原理与 JB23-63 型压力机相同。只是它的工作机构采用了偏心齿轮驱动的曲柄连杆机构，即在最

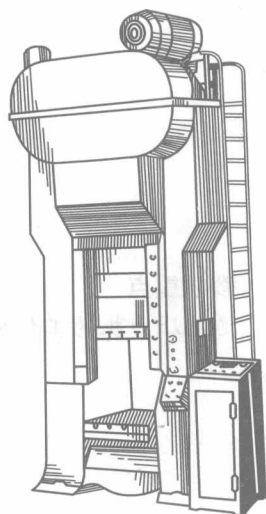


图 2—3 J31-315 型压力机的外形图

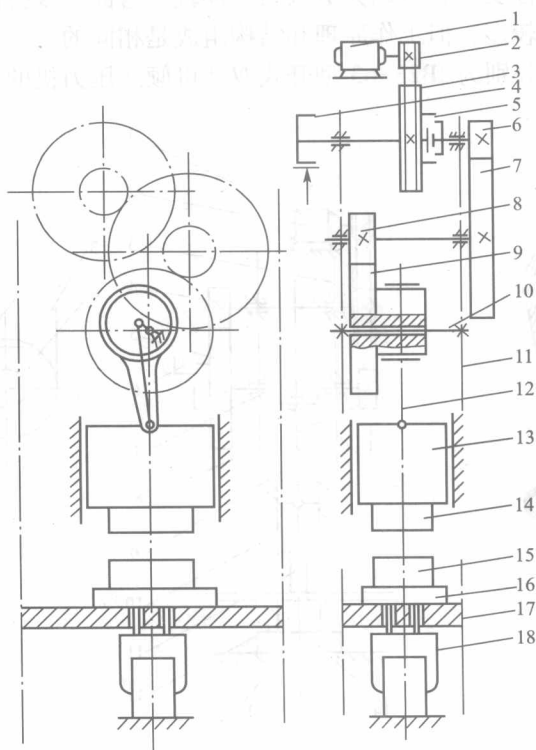


图 2—4 J31-315 型压力机的运动原理图

1—电动机；2—小带轮；3—大带轮；4—制动器；5—离合器；6、8—小齿轮；7—大齿轮；9—偏心齿轮；10—心轴；11—机身；12—连杆；13—滑块；14—上模；15—下模；16—垫板；17—工作台；18—液压气垫