

塑料压模设计

〔苏〕 E.H. 傑 明 著

0.63

化学工业出版社

塑料压模設計

〔苏〕 E. H. 傑明 著

化学工业設計院翻譯科 譯

化学工业出版社

这是一本全面講述塑料压模設計的書，書中闡述了各种类型压模的結構及其主要另件，还包含有計算压模部件的主要数据和資料，并对各种压塑料及其所用設備作了簡單的介紹。

本書供有关工程技术人员、工长和具有高熱鍊程度的工具制造者閱讀。

本書由化工設計院翻譯科翻譯，成都工学院刘及成同志校閱，并由刘友希同志作最后整理。

Е. Н. ДЕМИН
КОНСТРУКЦИИ ПРЕССФОРМ
ДЛЯ ПЛАСТИЧЕСКИХ МАСС
МАШГИЗ (МОСКВА 1952 ЛЕНИНГРАД)

塑料压模設計

化学工业设计院翻譯科 譯

化学工业出版社(北京安定門外和平北路)出版

北京市書刊出版业营业許可証出字第092号

化学工业出版社印刷厂印刷 新华書店发行

开本：850 × 1168 · 1/32

印张：6

字数：134 千字

定价：(10) 1.00 元

1959年1月第1版

1959年1月第1次印刷

印数：1—7300

書号：15063·0323

目 录

原 序	5
第一章 塑料	6
1. 緒論	6
2. 物理化学性能	7
3. 热固性塑料	9
4. 热塑性塑料	10
第二章 塑料压制用的设备	11
5. 液压机	12
6. 机械压机	13
7. 注射机	14
8. 压片机	17
第三章 塑料零件的制造工艺	19
9. 压制过程的一般說明	19
10. 制取塑料零件的方法	19
11. 塑料压制的工艺过程	23
12. 塑料制件	27
第四章 压模的分类	28
13. 压制压模	30
14. 鑄压式压模	33
15. 注射压模	35
16. 压模零件的分类	35
第五章 工艺用途的零件	36
17. 模套和阴模	36
18. 阳 模	44
19. 成型离孔和阳模尺寸	48
20. 衬 模	50
21. 圓 杆	52
22. 螺絲杆和环	55
23. 压模工作零件的表面状态	60
24. 制造压模用材料	60
第六章 结构用途的零件	63
25. 导向零件	63

26. 頂出杆	68
27. 承压板和承压环	79
28. 加热板	81
29. 手 柄	85
30. 开模装置的零件	86
31. 浇鑄系統	87
32. 外加装料室	95
第七章 塑料压模的計算	97
33. 压制能力的計算	97
34. 压模成型零件工作尺寸的計算	100
35. 装料室尺寸的計算	105
36. 阴模壁厚的計算(按强度)	111
37. 頂出装置推柱长度的計算	114
第八章 压模設計的主要資料	116
38. 概 論	116
39. 压制方法的选择	117
40. 压模的选择	119
41. 压模的标准化	122
42. 压模的快速設計	133
第九章 移动式压模	134
43. 概論	134
44. 水平分型面的压模	135
45. 垂直分型面的压模	151
第十章 固定式压制压模	153
46. 概論	153
47. 敞开型与半密閉型压模	154
48. 密閉型压模	159
49. 其他类型的固定式压模	162
第十一章 鑄压模	165
50. 移动式鑄压模	166
51. 固定式鑄压模	172
第十二章 注射模	182
52. 注射模的构造	183
53. 在液压机上用注射法进行热塑性塑料加工的装置	189
参考文献	192

原 序

在我国斯大林五年计划的年代里，建立了新的非金属材料——塑料的生产。

目前，塑料在我国的许多工业部门，如机械制造、仪表制造、无线电及电讯器材以及日用品等方面，它都是一种主要的材料。最初，塑料是作为金属和天然材料的代用品出现的，但由于它有优良的使用性能（比重小；电绝缘性和绝热性能好，有漂亮的外观）和工艺特性（有可能用简单的压制获得最复杂的另件和部件，且最后的加工量亦很小），所以它在许多场合下成了不可代替的材料；同时由它制成的新型制件，其结构也发生了根本的改变。

许多的科学研究院在试制新型塑料及研究其加工方法的问题上，进行了不少富有成效的工作，从而使得生产优良的塑料制件有了更大的可能。

塑料制件的制造，和其他生产过程一样，必须在最低的成本下获得质量最佳的制件。影响这个指标的主要因素是：制件的结构、原料的质量、压制过程的条件和压模的设计。在现行工厂中，制件的结构是一定的，通常没有巨大的变化；压塑料的质量可经过相应的检验得到保证；制件的最宜工艺条件，可在掌握制件压制过程中拟订出来。因此，在这些因素里面，压模的因素就具有很大的意义。

在近数十年来（25~30年内），塑料压模的设计和制造获得很大的成就。

在工厂中，已培养出许多具有高熟练程度的设计师和工具制造者。由于他们的劳动创造了许多优良的压模结构，这些压模可用以制造我国国民经济中所需要的极复杂的制件。

如果缺乏关于压模设计和制造方面的综合性资料，就会妨碍对塑料压模的进一步改善。

本书在一定程度上弥补了这个缺点，同时根据列宁格勒许多工厂的经验，对整体的压模及其个别部件的代表性结构作出了说明。

本书对压模的设计给以极大的注意。

读者对本书的意见，希寄至出版社。

第一章 塑 料

1. 緒 論

塑料是由数种有机物质，有时亦由无机物质所组成的复合物。

这些复合物在热和压力的作用下在工艺加工的一定阶段内变成具有可塑性，然后硬化，这样，使塑料有可能获得所需的形状。

任何一种塑料的组成中均包括下列成分：

- 1) 粘結物质——树脂，纖維脂(酯)类和其它；
- 2) 为降低复合物的成本，增加强度和防止收缩而加入的填料——木粉、石棉、纖維及其它等；
- 3) 为增加粘結物质可塑性的增塑剂——苯二甲酸二丁酯，三甲酚磷酸酯，五氯联苯(Совол)及其它。
- 4) 防止粘結物质粘在压模上用的潤滑剂——硬脂酸、蜡及其它等；
- 5) 催化剂(硬化过程的加速剂)——六次甲基四胺及其它等；
- 6) 使塑料具有所需颜色的染料——无机染料、有机染料和顏料。

塑料由两种树脂制成：热固性的和热塑性的。热固性树脂在第一次加热以后形成不熔产品；而热塑性树脂在重复加热后还能熔化。热固性树脂經加热后，从最初的产品形式(称为甲阶段)——固体状态的或液体状态的，可溶解于酒精、丙酮以及苛性碱的水溶液中——转变为有弹性的粘滯物质(乙阶段)。經少許时间后，該阶段转变到下一阶段(丙阶段)，丙阶段的物质为固体的，在再次加热时不熔化，并且在酒精、丙酮和碱的水溶液中不溶解。

塑料由于粘結树脂的不同而分为：

- 1) 热固性塑料，其組成成分中有热固性粘結树脂；
- 2) 热塑性塑料，其主要成分是热塑性树脂。

塑料可由一种粘結物质制成，由这种塑料制成的制件通常具有透明而美丽的外观；但其机械性能不高。

为了改进塑料的性能(提高物理机械性能，取得必需的耐热性能、介电性能和化学性能等)，在其成分中应加入第二种重要的成分——填料。

塑料中的填料，按种类可分为粉状、纖維状和层状的。

填料是浸以树脂的一种粉状物质或纤维物质。粉状填料多采用木粉或研磨成粉状的石棉；纤维状填料采用石棉纤维，纸屑或纸片，织物和木片。

塑料的性能取决于各组成成分的数量比。为了获得所需性能的材料，可改变塑料成分的配合和数量比。例如：层状塑料和纤维状塑料具有高的机械强度；用石棉做填料的塑料有很高的耐热性；云母能使塑料具有良好的介电性和热稳定性。

除掺有纤维状填料(其外观很象刨屑)的材料以外，大多数的压塑料均制成粉状。

用塑料压制制件的过程中，其性能，如：流动性、收缩率、硬化速度、水分含量等的指标，均起着重要的作用。

2. 物理化学性能

流动性 流动性系表示压塑料在热和压力的作用下，充满压模的能力。流动性取决于：

1) 内摩擦，内摩擦又是根据树脂粘度，填料的种类，状态和数量等决定的。

2) 外摩擦，外摩擦是由压模磨光面的质量和物料附着于压模上的程度来确定的。

3) 树脂硬化速度，是根据树脂的性能，压制温度以及为加速或延缓硬化过程而添加在压塑料中的特殊附加物来确定的。

采用流动性大的材料压制时，需要较低的压力。但是，过高的流动性会使压塑料附着在压模成型腔的壁上，因而损坏了制件的外形，并且压模还要进行经常的清净。

测定流动性要采用特殊的压模，其压制过程是在一定条件下进行的。流动性的指标系以压制成的棱柱形杆的长度(公厘)表示。

用木粉做填料的材料，其流动性指标介于35~180公厘之间；而棉纤维塑料的流动性介于20~120公厘之间。

收缩率 收缩率系指塑料从压模中取出后，经冷却而尺寸收缩的性能。

在设计压模时，收缩率应计算得足够精确，因为收缩率计算得不正

确，制件可能由于尺寸不合格而成废品。

收缩率分为实际收缩率和计算收缩率。

物料在加热压制过程中所产生的收缩谓之实际收缩率，可按下式计算：

$$X = \frac{a-b}{b} \times 100$$

式中：X—实际收缩率，以%表示；

a—压模处于压制温度(155~185°)下的尺寸；

b—制件处于室温(15~20°)时的尺寸。

计算收缩率按下式计算：

$$X = \frac{c-d}{d} \times 100$$

式中：X—计算收缩率，以%表示；

C—压模处于室温时的尺寸；

d—制件处于室温时的尺寸。

在确定用以成型制件的压模另件的工作尺寸时，必须采用计算收缩率，因为这些零件的制造和检查都在室温下进行。

收缩率的大小取决于压塑料中填料含量的百分比及其特性。填料含量愈大，则收缩率愈小。含无机填料的材料较含有机填料的材料的收缩率为小。

压塑料中的水分对收缩率同样有影响，压制前若把压塑料加以干燥就能减低收缩率，例如，压塑料收缩率为1%，而在干燥后则减低到0.6%。

与压模一起冷却的制件比在热状态下从压模中取出的制件具有较小的收缩率。

根据压制件在压模中持续时间的长短，收缩率亦会产生变化。过早地从压模中取出的制件较之保持正常时间后再取出的制件有较大的收缩率。制件的几何形状也影响着收缩率，不过还很少研究这个问题。

硬化速度 热固性塑料变成完全聚合①状态的速度(每公厘厚度/秒)

① 多个分子化合成一个大分子谓之聚合。

謂之硬化速度。塑料的快速聚合能力是由粘結物質—熱固性樹脂的性能，塑料的全部成分和制造工艺等來決定的。

壓塑料的硬化速度在很大程度上影響着成型的过程。硬化速度慢，就要延長壓塑料在壓模內的受壓時間，因而將會延緩壓制过程和降低生產率。

含水量 壓塑料的濕度愈大對壓制件的质量影響也愈大，因為：

- 1) 在低溫條件下在壓模中持續的時間要延長；
- 2) 介電指標降低；
- 3) 收縮率增加；
- 4) 制件變形(撓曲)增加。
- 5) 外觀顯著變壞。

壓塑料的濕度必須在2~5%範圍之內。若水分含量大，壓塑料須預行干燥或預先加熱。

3. 熱固性塑料

熱固性塑料的特點是在熱的作用下首先軟化，然後變成不溶的固體狀態(硬化)。這種塑料在再次加熱時不能用壓制的方法進行第二次加工，所以又稱為“不可逆的”。

一些經常使用的熱固性塑料及其性能如下：

K—18—2 (Ty HKXΠ^① 960—43) 為粉狀物料，填料為木粉。用於製造受力不大，且不要求高介電性能的各种零件。質量與其相同者有K—17—2，K—20—2，K—15—2，K—18—13。

K—21—22 (Ty HKXΠ 980—43) 亦為粉狀物料。用於製造電氣設備的主要零件，這些零件在不大的機械負荷下，要求高的電絕緣性能。和較大的抗水性。

φφ—1 (Ty HKXΠ 623—43) 含有機填料或無機填料，其用途與K—18—2相同。此外，還用於電氣設備，電話機和無線電機的某些零件的生產。此類塑料通常為黑色的。

氨基塑料 (Ty HKXΠ 328—43) 為粉狀物料；用於製造不要求高絕

① 為化學工業人民委員會技術條件——譯者注

緣性能，具有簡單以及复杂外形的零件：外壳零件，电气測量仪表和照明设备的零件。此类塑料可有各种不同的鮮艳色彩，并有足够的耐光性。但在热水作用下，会降低其机械性能。

棉花纖維塑料 (ТУ НКХП—459—41)——用廢棉做填料。它比莫諾利特 (мнולי́т) 和卡尔波利特 (карболи́т) 有較高的机械性能。由棉花纖維塑料制成的零件具有很大的冲击强度。对于有細螺紋的或深横断面的制件，由于棉花纖維塑料的流动性很低，所以不宜采用。棉花纖維塑料具有浅褐色。

K—6—B (ТУ НКХП334—41)——此种塑料按工艺性能來說与棉花纖維塑料相似。用于制造带高介电性能和耐热性的电气设备 (低压整流子及高压整流子) 的零件。

碎布塑料 (Стеклолитовая Крошка) 是切成碎屑狀的，浸以树脂的織物，用于制造要求高的机械性能和耐摩性能的零件，如：軸瓦，工具的手柄等。

4. 熱塑性塑料

熱塑性塑料在加热到熔点时可变成液体状态，經冷却后重新变成固体。此种塑料可經数次熔化，故謂之“可逆的”。

熱塑性塑料包括：以纖維酯 (酯) 类为基础而制成的纖維素塑料 (этро́л)，聚苯乙烯塑料，聚氯乙稀塑料等。

这些塑料的应用范围及其性能如下：

纖維素塑料——制成粉狀物，用于制造无綫电，电话机和照明设备的零件，此及制造裝飾品和日用品。

聚苯乙烯塑料——聚苯乙烯分为数种：乳液聚合的和块状聚合的等。生产有粒狀和細粉狀，用于制造高頻率电气设备及无綫电设备的零件，其优点是有較好的介电性能；但其耐热性不高。

共聚物 MC—8——具有 $60 \sim 65^\circ$ 的耐热性，系由甲基丙烯酸甲酯和苯乙烯共聚合而成。

共聚物 GE—21——系由苯乙烯和少量丙烯腈共聚合而成。此聚合物有較大的机械强度和很高的耐热性 ($95 \sim 100^\circ$)。用于制造电絕緣零件和无綫电工程的零件，以及仪表的零件和自来水笔等。

第二章 塑料压制用的設備

用塑料制造制件采用下列数种設備：压机，注射机和压片机。

压机是使压模操作的机器，用其閉合压模（有时亦用来开启），和获得所需的操作压力，在某些情况下还可用来传送压制过程中所需的热量。

压机的主要规格应包括：操作压力—按所需压力来确定在該压机上制造某一零件是否可能；固定压模用的压板之尺寸和工作行程。压板的尺寸和工作行程对于决定該压模在压机上安装的可能性以及从压模中取出压成的制件來說都是必需的。

各种結構的水压机可按下列方法区分：

1) 按操作压力：

① 单压水压机（只有上压或下压的）；

② 双压水压机，两压力可在同一方向內作用，或于相反方向（一向上，一向下）內作用，或呈 90° 角作用。

2) 按操纵条件：手动压机，半自动压机，自动压机，使用自动操纵的压机，整个压制周期（除把压塑料装入漏斗的操作以外），如：計量加料、压机的关闭、压模閉合、进行压制、压机的开启、推出压好的制件和清淨压模，均是自动进行的。

3) 按結構：双压板式或多压板式（层式），柱式和框式压机。

4) 按动力来源：

① 水压机，由中央水压站带动操作的，該站保証供应两种压力—高压和低压：低压（8~50气压）是在物料压制前，用以閉合压模；高压（在200气压以下）是用来使完全閉合压模，打开压机，和将制件从分开的压模中推出；

② 由单独的泵带动操作的水压机，此种压机的压力可以調节，故具有各种不同的压力，最大压力通常可达350~450气压；

③ 机械压机：现有各种結構的机械压机中最普遍的有手动双曲柄杠杆压机，其压力达40吨（此种型式压机在苏联几乎不采用。因为操作此种压机非常疲劳）和机械传动的双曲柄杠杆压机（压力为60吨）。

5. 液 压 机

上压式液压机(图1) 机座为框式结构,压模的上部分和下部分固定在压机的工作台上和压机上部可移动的压板上而该压板固定在柱塞上。水压缸配置在机座上方。顶出装置固定在底部横梁上,用两根杆联到上部压板上,当压机回程时,压成的制件即被推出。压机用单独的水泵传动,由压机工操纵。

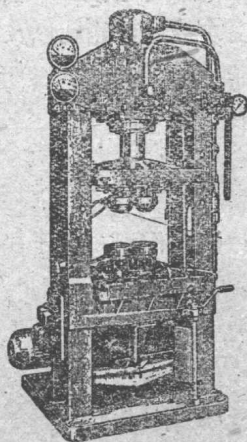


图 1 上压式液压机

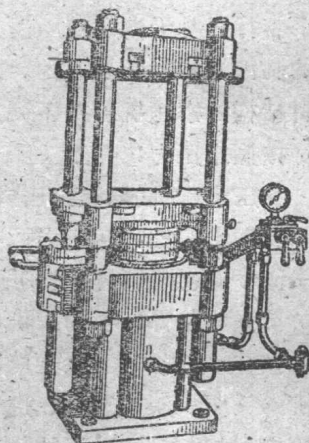


图 2 下压式液压机

下压式液压机(图2) 是由水压缸组成,其内装有带固定的下压板之柱塞。固定的上压板用四根支柱固紧,除主要柱塞外,在这类压机上有时装有自上向下操作的回程液压缸,以提高压制能力。为了防止歪斜起见,压机下压板上有四个孔,固定的支柱即通过这些孔。此压机的柱塞,依其本身的重量和压板的重量可以降下。因之使压机的结构简单化,但分开压模需要很大力量时,不能采用这种压机。

双压式液压机 示于图3内,有两个相对方向移动的柱塞:一个从上向下,而第二个从下向上。上柱塞使压模闭合,下柱塞给压塑料以压力,压机由单独的水泵传动。

角型液压机 成 90° 角安装的垂直柱塞和侧向柱塞(图4)。侧向柱塞沿导向板移动。这种压机用于垂直分型面的压模。在压机两侧面压板上

固定压模的两半；在垂直柱塞上固定压模的阳模。

操作时，侧向柱塞将压模闭合，而装有阳模的垂直柱塞使压模空间

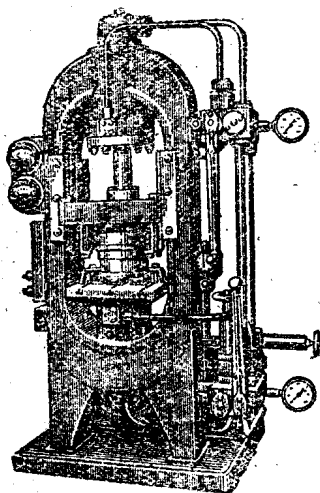


图 3 双压式水压机

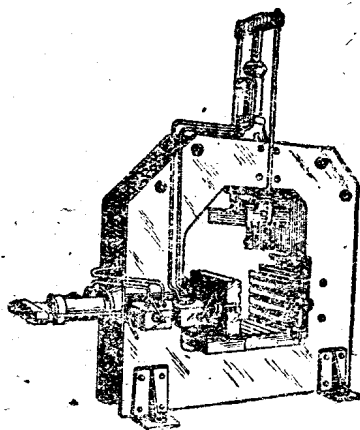


图 4 角型水压机

的压塑料以压力。在持续一定时间后，垂直柱塞向上升起，并将阳模自压模中带出，而侧向柱塞即把压模的两半阴模分开，然后即可推出压成的零件。

侧向柱塞的压力通常应比垂直柱塞的压力大些，以便在压制过程中不致使压模因受其压缩空间内的压塑料之压力而张开。

6. 机械压机

机械压机(图 5) 是用手转动操作盘 1 而操作的。压机借助杠杆系统的旋转使压机滑动压板 2 作往复运动。压机行程可根据压模高度之不同用螺钉 3 来调节，该螺钉拧入连杆 4 的带丝扣套筒内。

此种压机在压模完全闭合时发挥最大压力，在这种状态下压模要保持到压塑料硬化所必需的时间。经持续一定时间后，于相反方向转动操作盘，此时，压机的滑动压板升至最初的位置上，压模即被分开。

半自动机械压机 如图 6 所示是带有两个曲柄杠杆的机械压机，借电动机带动而操作的。在压制过程中，当达到一定压力以后，传动装置即

自动切换，压机放松并第二次压紧压模。在压力下持续一定时间以后，压机进入回程，传动装置各系统回到原来的位置上，压成的制件即从压模中推出。

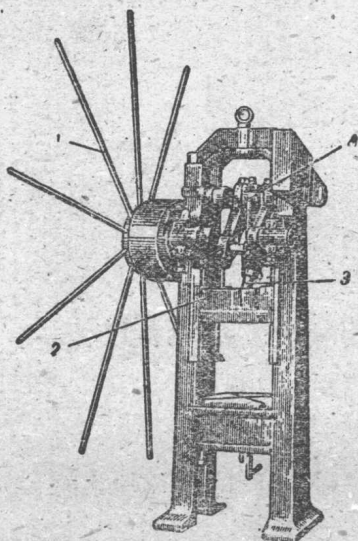


图5 手动机械压机(操作盘式)

1—操作盘；2—滑动压板；3—螺钉；4—连杆。

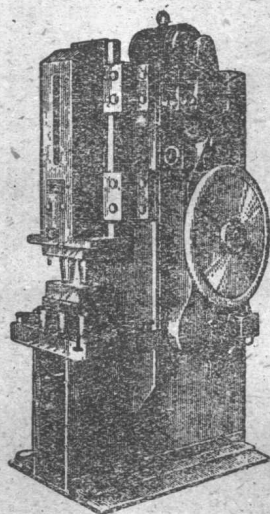


图6 半自动机械压机

机械压机滑动压板的速度和压力在柱塞处在各种位置的时候是不固定的。按接近行程终点的程度，速度减低而压力增大。移动式压模的拆开采用冷冲压车间所用之手动螺旋压机进行。

7. 注射机

为铸造热塑性塑料，采用下列注射机：

- 1) 手动式；
- 2) 机械式—由电动机带动操作；
- 3) 气动式—用在压缩空气压力作用下的柱塞进行注料；
- 4) 水压式—在压缩液体作用下进行注料和闭合模子。

注射机系自动操作的，其顺序如下：

- 1) 注射模的闭合；

2) 注料;

3) 注料柱塞的持續阶段;

4) 柱塞的反向运动;

5) 模子的分开和頂出制件。

装于注射机漏斗內的塑料，在柱塞回到原来的位置时，流入加热料缸內。流入注射机加热料缸內的物料之数量可按制件大小調节。

广泛采用的注射机系由两个主要部件組成：

1) 开启和閉合模子的机构;

2) 从加热料缸經接管把塑料送到模子內用的机构。

注射机活动压板的最低点位置按模子高度調节，这样可以加速操作过程。此外还有一减速装置，用以在两半模子密合时，减低活动压板的行程速度，以防止两半模子彼此撞击，因为注射机的活动压板若以固定速度运动时，是会发生撞击的。

装带有浇注套筒的模子部分装在某些注射机的固定压板上，此时，輸送压塑料到模子內的接管是处于与压板經常接触的状态。在大多数注射机上，这类压板利用特制弹簧而作有限的水平运动，借特制弹簧有可能使压板在每次浇注后与接管分离。这个运动可以防止接管冷却和防止模子受热，并能打开与接管相接触的浇口。

水力注射机 普通的臥式水力注射机包括有机座，机座上一端装有閉合压模用的机构，另一端装有送塑料到注射机內用的机构和注射熔融了的塑料到模腔用的机构。

此种型式的注射机一般是由单独的油压泵带动操作。平时见到的亦有带两个泵的注射机：一个是在低压下大量輸送液体，另一个是在高压下輸送較小量的液体。在初期，当被泵压出的液体要克服的阻力不大时，两个泵平行操作。在压力超过低压泵的能力时，低压泵自动切断，而高压泵繼續操作。液体經过分配器供应，同时液体从液压缸中放到貯槽中也通过这些分配器。

在立式注射机內，模子可在垂直位置內或水平位置內（根据固定方法）分开。閉合机构可装于模子下方或从侧面安装，而压塑料的加热室位于模子的上方。压塑料装入注射机漏斗內，从漏斗自动的流入室內。

机械注射机 無論是自动的或半自动的机械注射机均有各种不同的

能力(以克計): 每澆注一次为30、50和100。

物料經過計量加料裝置流入注射機室內进行加热变成液体状态。物料在柱塞的压力下被射入模子的空間, 注射机的操作原理如图7, a 所示。

注射机(图7, 6) 具有下列的主要部分: 計量加料裝置, 給料用的柱塞之操作机构, 模子閉合和开启的机构以及物料加热缸。

能力30克的注射机之规格如下:

- 1) 交流电动机, 每分鐘轉速为 1000轉, 220~480 伏, 功率为3.4 仟瓦;
- 2) 有两种速度的柱塞减速器;
- 3) 减低电动机轉数的起动变阻器, 它使料缸获得五种不同的压力;
- 4) 送料用的柱塞, 直径40公厘;
- 5) 柱塞最大压力16000公斤;
- 6) 柱塞运动速度20~45公厘/秒;
- 7) 压制次数, 每分鐘 3~6次;

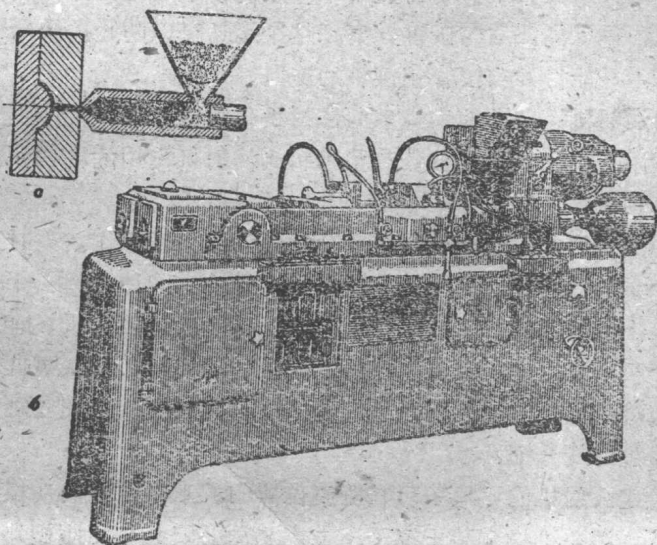


图 7 机械注射机

a—注射机操作簡圖; 6—外型圖。