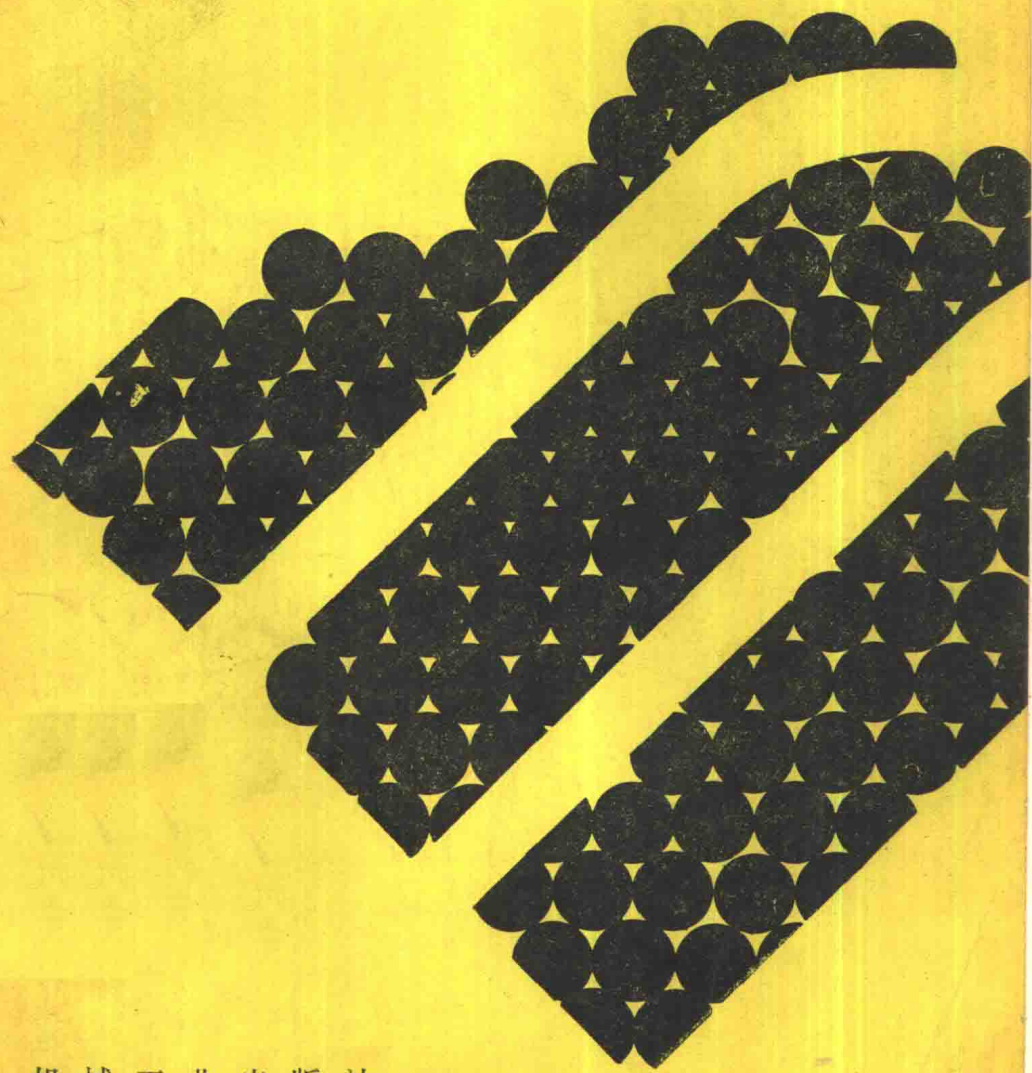


[苏] Н.И.卡蒙斯内 著

机床装料自动化



机械工业出版社

机床装料自动化

〔苏〕 Н.И.卡蒙斯内 著

胡湘译



机械工业出版社

内 容 简 介

本书阐述了机床、自动机床和自动装料装置的结构、设计与计算以及使用方面的问题，并对装卸单件毛坯用的工业机器人作了综述。其中，对振动装料装置的原理、设计与计算方面进行了系统论述，还介绍了一些实用的结构和使用范围。

本书供从事使用和研制自动机床和自动线方面的工程技术人员使用，也可供高等学校有关师生参考。

Автоматизация загрузки станков

Н. И. Камышин

《Машиностроение》

1977

机床装料自动化

〔苏〕 Н. И. 卡蒙斯内

胡湘楠 译

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（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 140×203·印张 9¹/₂·字数 246千字

1985年8月北京第一版·1985年8月北京第一次印刷

印数 0,001—8,700·定价 2.80元

统一书号：15033·5804

译 者 序

工艺过程自动化是现今机械制造技术进步的主要方向，而机床装料自动化是实现工艺过程自动化的重要方面。本书系统地介绍了各种机床装料装置方面的主要内容，阐述了振动装料装置的原理、结构和设计计算以及有关使用方面的问题，并对装卸单个工件用的工业机器人（工业机械手）进行了综述。本书对我国从事机床自动化和自动线方面工作的工程技术人员以及高等院校有关专业的师生，具有一定的参考价值。

本书由廖子高对前言和第一章、陈刚正对第二、三章、蒋建敏对第九、十章作了初校，全书由张曙、陶崇德两同志总校。胡作群同志为整理本书译稿作了较多工作。在此一并谨致谢意！

在翻译过程中，虽对原文中某些有误之处作了更正，但由于个人水平所限，对存在不足之处，希望读者予以指正。

前 言

生产过程自动化是技术进步的主要方向。随着社会和经济的发展，将设计和制造出各种机器、装置和仪器，以使整个生产工艺过程实现综合的机械化和自动化。

机床自动化通过缩短空程时间就可以大大提高其生产率。在许多情况下，仅以装卸零件的时间来说，就占零件加工所需总时间的40%。

利用供料装置能使与装卸工件有关的操作实现自动化，这种供料装置在设计新机床或改装现有机床时应该予以研制。采用自动供料装置所供的料，可以用模锻或精密铸造制造出来的、预先经过加工或未经加工的各种单件毛坯；也可以用预先经过校正调直的棒料；和在送料过程中进行调直的金属线材。本书只对单件毛坯和零件的自动供料装置进行研究。

合理地采用自动供料装置，首先要考虑经济效果，同时还要考虑其他一些因素：减轻劳动强度、工作安全、满足生产中的卫生要求。

用于自动机床和自动线的供料装置，其结构样式繁多，因此为了分析简单起见，将它们进行了分类。根据各种毛坯的生产方式（大量的、大批的和成批的），本书介绍了如何设计最优结构的供料装置。同时分析了在工艺振动装置中，毛坯在充满工作介质（例如液体、膏状体）的料斗内在运动过程中进行加工的情况，并对这些装置的结构和计算方法进行了研究，指出了它们的应用范围和工作规范。

工业机器人（装有程序控制的万能操作机）是使单件毛坯和零件实现装卸、运输和堆放自动化的、很有发展前途的新的自动化装置。机器人具有快速可调性和自理性，因而可以很容易地用它

们来看管各种不同的机床和机组。工业机器人能照管几台机床，这些是机器人不同于自动供料装置的特点。后者在更换毛坯时不是随时可以调整的，而且也不能随时按新的运动轨迹供料。使用工业机器人的实践证明，在许多情况下，机器人可以成功地代替人的劳动，而且比人完成得更快，质量更好，效率也更高。

在总结国内外有关设计和使用工业机器人的经验基础上，本书对其构造作了分类和分析，研究了工业机器人的设计和自动控制系统，并指出了它们的应用范围。在本书编写过程中，作者主要以工业上的成就和苏联学者的著作为基础，同时也有本人在研究和设计单件毛坯自动装料装置方面的一些经验。

现代的自动化生产的特点是，在零件制造的工艺过程中，包含工艺特点完全不同的工序。例如，在自动线上可完成如下工序：切削加工、测量、热处理、清洗、去脂、装配、滚压、熔焊、镀层、包装以及其他工序。当然，研究这些工序种类繁多的工艺过程，要求工艺专家具有广博的学识，不仅熟悉机械制造的自动化方法和自动化工具，而且也要了解其他工业部门的有关知识。

本书提供了机床、自动线在装卸自动化方面的现代科学技术水平的资料，同时也有其他工业部门在机床装料自动化方面的一些实例。

书中所列举的有关单件毛坯和机床供料系统的分类，装卸机构的结构和技术特性及其使用方面的介绍，都可以作为设计新的工艺过程时选择高度自动化设备的依据。

目 录

前言

第一章 供料装置和自动线的分类..... 1

1. 供料装置是机床和生产线自动化的手段 1
2. 单件毛坯及其供料系统 2
3. 供料装置的构造 7
4. 自动线的分类 10

第二章 料斗定向装置元件的设计与计算..... 17

1. 料斗和前料斗 17
2. 料斗形状对毛坯定向的作用 23
3. 抓料机构 26
4. 毛坯定向机构 29
5. 料斗定向装置与机床生产率的同步化 53
6. 多余毛坯的排除 59
7. 料槽 61
8. 传动装置 67

第三章 料斗定向装置..... 72

1. 钩式、销式装置 72
2. 狭槽式装置（扇形式的，叶片式的，板式的） 78
3. 具有定形槽的袋囊式和盘式料斗定向装置 87
4. 带回转机构的盘式装置 89
5. 定向管装置 92

第四章 料仓装料装置..... 93

1. 概述 93
2. 料仓（储料器） 94
3. 毛坯在料仓中的存在和正确定向的控制机构 100
4. 隔料器、供料器和抓料器 101
5. 夹紧机构、推入器和顶出器 114

| | |
|------------------------|------------|
| 6. 料仓装料装置的结构 | 116 |
| 7. 多工序机床的料仓式装卸料装置 | 125 |
| 8. 卸料机构 | 131 |
| 第五章 振动送料原理 | 134 |
| 1. 振动装料装置的构造和功能机构 | 134 |
| 2. 毛坯沿水平料槽的运动 相位和临界振幅 | 140 |
| 3. 毛坯沿水平料槽运动的典型状态 | 148 |
| 4. 最佳的弹簧架斜角 | 156 |
| 5. 毛坯沿倾斜料槽的运动 | 157 |
| 第六章 振动装料装置的结构 | 163 |
| 1. 螺旋式料槽振动料斗 | 163 |
| 2. 毛坯在圆料斗中的定向 | 167 |
| 3. 圆料斗及其生产率 | 170 |
| 4. 带固定料斗和直线式料槽的振动装料装置 | 174 |
| 5. 毛坯的磁化和噪音的排除 | 176 |
| 第七章 振动装料装置的计算 | 179 |
| 1. 料斗的外形尺寸和弹簧架斜角 | 179 |
| 2. 电磁铁振动器 | 180 |
| 3. 振动装料装置的计算简图 | 189 |
| 4. 隔振器 | 198 |
| 5. 圆料斗振动装料装置的计算 | 202 |
| 第八章 工艺与配置振动装置 | 210 |
| 1. 要求和构造 | 210 |
| 2. 毛坯在充满工作液的振动装置料筒中的运动 | 210 |
| 3. 工艺振动装置的工作状态和生产率 | 215 |
| 4. 工艺振动料斗装置的结构 | 220 |
| 5. 粉状物料在振动料斗装置中的运动和配量 | 227 |
| 6. 料斗配量装置的结构、调节和使用性能 | 236 |
| 第九章 工业机器人 | 243 |
| 1. 应用范围和尺寸系列 | 243 |
| 2. 工业机器人的经济效果 | 247 |
| 3. 功能机构 | 251 |

| | |
|--------------------------------|------------|
| 4. 机器人的运动学..... | 253 |
| 5. 机器人的结构..... | 258 |
| 6. 抓料机构..... | 267 |
| 第十章 工业机器人的控制系统和计算 | 270 |
| 1. 传动装置..... | 270 |
| 2. 控制系统..... | 272 |
| 3. 机器人的刚度和定位精度的计算..... | 277 |
| 4. 机器人的动力学分析..... | 283 |
| 参考文献 | 292 |

第一章 供料装置和自动线的分类

1. 供料装置是机床和生产线自动化的手段

供料装置可以变半自动机床为自动机床。其结构极其多样化，而且与毛坯形式、生产率和自动机床的构成有关。

所谓“自动供料”应当理解为自动地把毛坯送到加工位置、使其定位、夹紧以及加工完后取下。因而，自动供料装置就是为实现将毛坯自动送入加工位置、准确的定位、夹紧以及取下加工完的零件所必需的许多功能机构的总和。功能机构在大多数情况下只完成一种功能，例如料仓式装料装置的料仓（料槽）是储存毛坯的，隔料器是调节料仓供给供料器毛坯数量的，而供料器将毛坯送到自动机床的加工位置，顶杆将毛坯推入，定程器确定位置，夹紧装置夹紧，卸料机构则将加工完的零件从加工位置取下。上述各个功能机构组合起来，就构成了自动供料装置，即料仓式装料装置。

自动线的供料装置需附加运输装置来完成工件在机床间的传送。所谓自动机床供料装置，应当理解为实现自动供给待加工材料（单件毛坯、棒料、乱绕的金属丝、粉末等等）的各种装卸料装置的所有结构型式。各种供料装置的其他一些名称，只不过是更准确地说明其特殊的用途及其工作性能。例如，“料斗定向装置”这一名称是反映了它的工作特性为单件毛坯自动定向，而“振动装料装置”这一名称是说明在料斗和料槽振动作用下毛坯的定向和运动的特性。

书中使用了“自动供料装置”这一总的术语，同时也采用了确切说明该装置属于某种供料装置的有关特性的术语，例如“料斗定向装置”、“振动装料装置”、“料仓式装料装置”等等。上述所有装置，都是自动机床的供料装置。

个别机床在供料自动化过程中,由于毛坯尺寸大、形状复杂,因而必需的毛坯贮备、自动定向、将毛坯送到工位上并使之固定都很难实现。在遇到这些困难时,就应采用手工装料。在某些情况下,这比花大量费用去设计、制造、运用和管理那些复杂而昂贵的自动供料装置更为有利。

供料装置的工作原理和结构,取决于待加工毛坯的形状以及机床的生产率和机床的型式。

机床供料装置的配置地点,决定于机床或自动线的工作区域,以及从人-机工程学的角度为便于看管设备而提出的要求。供给单件毛坯的功能机构,可分为装在机床上的和不安装到机床上的两个部分。传动装置、料斗、搅动器、抓料器、定向器、传送料槽、联锁机构、隔料器等属于不安装在机床上的机构,而供料器(个别部分)、推入器、定程器、夹头、顶出器(取出装置)等属于装在机床上的机构。

根据装料装置的不同型式,有些功能机构也可能不包含在该装置内。例如,料斗式装料装置包括所有上述的功能机构,而在振动装料装置中则没有搅动器和抓料机构;在料仓式装料装置中没有抓料机构和定向器。

不安装在机床上的功能机构,虽然范围有限,但却能用来供给同类型的零件,并可装到另一些机床上去。而安装在机床上的功能机构则很难用到其他的机床上去。

对于供给单件毛坯的供料装置所提出的主要要求是:结构简单,工作可靠,由装料装置发出毛坯的效率,料斗内能储存必需的毛坯储存量,排除故障时(毛坯卡住了)有便于通向机构的入口,便于装卸零件,动作迅速以及供料装置的空程与工作循环相吻合。

2. 单件毛坯及其供料系统

单件毛坯 单件毛坯是现时大量生产中最常见的一种毛坯形式。

由于单件毛坯的形状和性质多种多样,而使得供料自动化变

得非常复杂，有时甚至不可能。因此，在大量生产中，除了自动机床以外，还经常遇到用手工装料的机床。

单件毛坯分类法对发展机床自动化供料方式具有很大的意义。单件毛坯的分类通常只是根据形状这一标志来进行。但是形状总是不能十分全面地代表那些影响自动化供料方式的毛坯特性。除了形状以外，外形尺寸、质量、余量、公差、表面粗糙度、强度、加工持续时间以及毛坯的物理状态（硬的、软的、热的），都是对自动化供料方式有影响的单件毛坯性质。进行单件毛坯的分类时，应当考虑到上述的这些性质；根据分类法可以确定对于某一种形式的单件毛坯应采用什么样的供料系统才算合理，是料斗式的，还是料仓式的，或者是手动的。

在料斗式的供料系统中，毛坯定向是自动实现的，在料仓供料系统中，毛坯定向和供料都是手工进行的。

根据机床供料自动化的程度，可以把所有毛坯分为三组。属于第一组的是大量生产的外形尺寸不大的单件毛坯，其形式如图 1 所示。这类毛坯的加工持续时间短、形状简单、强度低，可以实现自动定向。属于第二组的是大量生产和成批生产的单件毛坯，其形式如图 2 所示。由于这类毛坯的工序时间长，形状复杂，不能进行自动定向，而且外形尺寸大。因此，料斗很难保证在机床连续工作所需的时间内建立必需的毛坯储备。每调整一次料仓，机床连续工作的最短周期约为 8~10 分钟，这一点已为许多工厂使用料仓式装料装置的经验所证实。属于第三组的单件毛坯是一些尺寸和重量（图 3）都很大（如发动机体）以及单件小批生产的毛坯。这样一些毛坯是用手工或借助于机械化工具来进行装卸。

设计需在自动机床和自动线上加工的大量生产的零件时，在大多数情况下没有考虑到装料和运输自动化的方便。结果使得机床和自动线的结构复杂化。设计任何一个自动机床的结构时，总是要联系到供料系统的选择，这是为了使装料过程中消耗的劳动量最小而又保证所必需的生产率。这个任务只有在全面研究了单

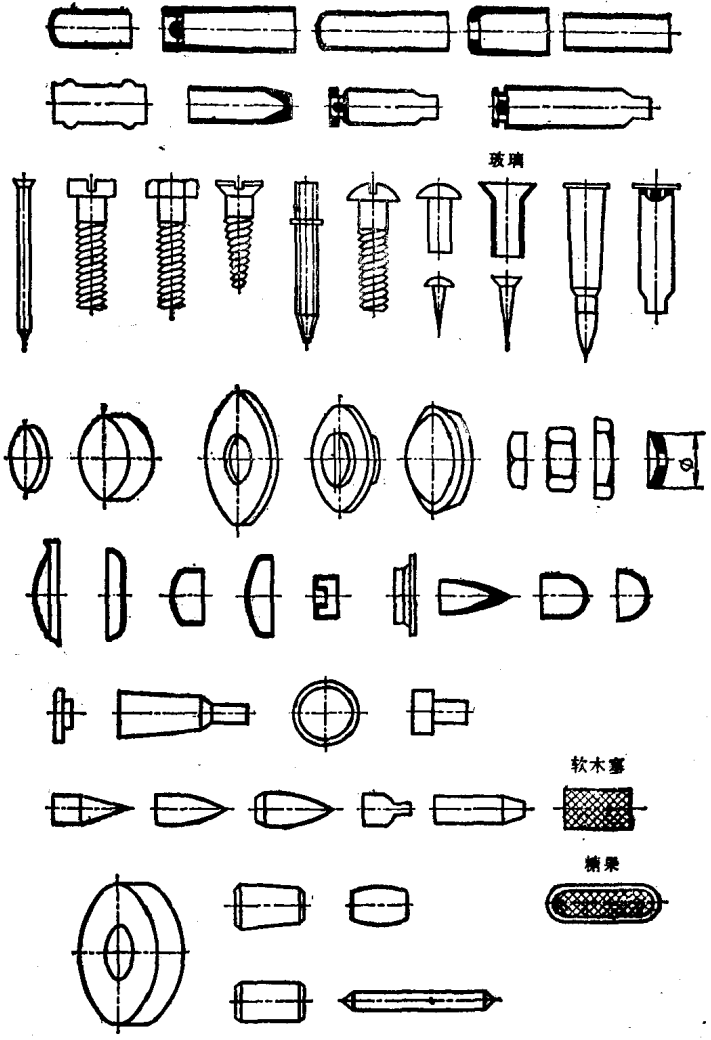


图 1 自动定向的毛坯样式

件毛坯的性质对机床供料自动化程度影响的基础上才能有效地得到解决。

单件毛坯的形状常常使机床供料自动化程度受到限制。例如螺旋弹簧就是这样一种不能采用料斗供料的毛坯形状。因为装入料斗内的弹簧会互相缠绕起来，要使它们单个地从料斗中发出是

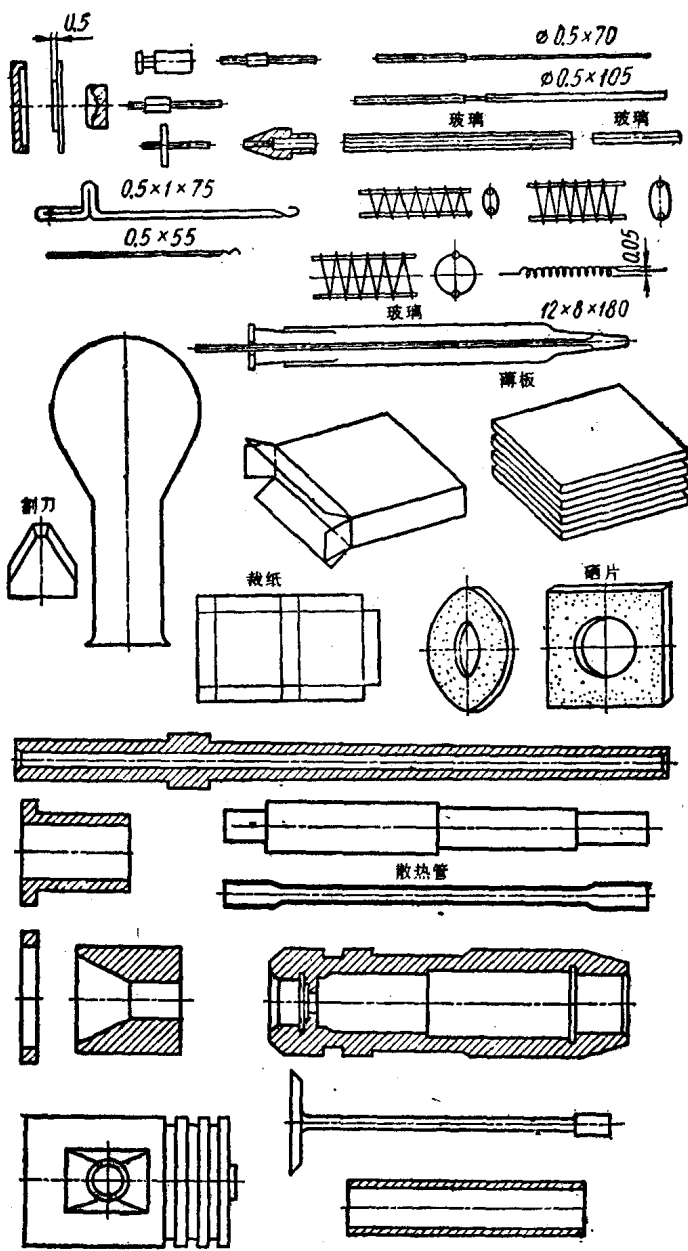


图2 手工定向的毛坯样式

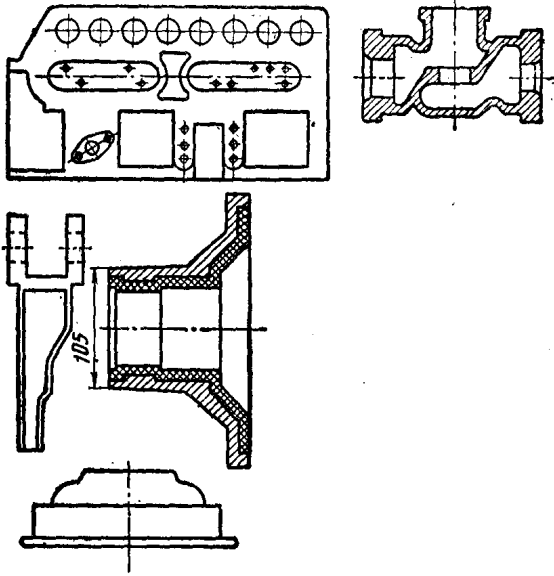


图3 用手工供料的毛坯样式

困难的，因此用一种具有装弹簧用的凹槽形集装器（Кассет）式的料仓装料装置来供料。在这种情况下，毛坯形状就成为限制机床供料自动化程度的一个原因。

毛坯的外形尺寸同样要影响到机床供料自动化的程度。如果毛坯的尺寸很大，那么在一般尺寸的料斗中很难保证毛坯的储备，而且要求经常调整，这就降低了供料装置和整个机床的工作效率。在这种情况下，自动化的程度就降低了，也就是说受到了料仓式装料装置的限制。小尺寸毛坯的装料自动化也是很复杂的。重量很轻的毛坯不能保证它们在料槽和定向机构中可靠地移动，因此很难使毛坯从料仓传送到工作位置。为了保证毛坯能可靠地移动，从而用重物、弹簧等将毛坯压住。

毛坯长度和直径上的余量，要影响到毛坯在料槽内的通过性。在余量很大的情况下，使得毛坯在夹具内的定向和固定就变得非常复杂。机床供料自动化的程度也可能受到毛坯强度的限制。例如，直径0.5毫米、长度100毫米的照明灯泡的铜电极，就没有

足够的强度来采用料斗装料装置传送这些零件。装入料斗内的毛坯会因抓料机构在料斗中运动而发生弯曲，因此要用料仓式装料装置来输送。

当毛坯表面光洁度有严格要求时，有时就不能采用料斗装料装置。因为毛坯从料斗发出的过程中，抓料机构会使毛坯产生强烈的搅动，从此使毛坯出现擦伤、凹痕和沟纹。在这种情况下，毛坯的定向宜于手动，供料采用料仓式装料装置。在个别情况下甚至采用手工供料。

料斗和料槽内的毛坯储存量不仅与毛坯尺寸有关，而且与加工持续时间有关。例如，假设加工时间为 0.4 秒，那么每分钟的生产率 $Q = \frac{60}{0.4} = 150$ 件/分。按这样节拍来供应毛坯，就只能用料斗装料装置才能保证。因为一个中等劳动力每分钟只能供应 60 个毛坯。对于连续工作 8 分钟的机床，考虑到抓料的效率，就需要容量为 1600 个毛坯的料斗。

如果毛坯的加工时间为 1 分钟，那么连续工作 8 分钟就要求 8 个毛坯。用料仓就能容易地保证这样多的毛坯储备，所以无需采用料斗式装料装置。上述这些例子表明，毛坯的性质对供料系统的选择有着重大的影响。

使装料受到破坏的最主要的原因有：制造毛坯的技术要求不严，也就是毛坯形状和尺寸发生变化，因此不能保证毛坯在料槽和运输装置中定向可靠和顺利通过；抓料机构、定向机构、料槽、滑道以及其他构件的磨损；由于料斗装料装置的生产率不均匀而出现装料装置与机床工作的不同步；切屑很难从零件上脱开，而且积蓄在机床的工作区；零件和料槽受到污染。因此，使零件可靠地通过装料装置的极为重要的条件，就是要遵守制造毛坯的技术规程，并研制出使不合格的毛坯很容易从料槽和其他功能机构中剔除的机构。

3. 供料装置的构造

现今机床设备中所应用的供料装置形式繁多，因此需要对其

构造和分类加以研究。通过对供料装置构造的分析,就有可能全面看出它们的发展过程,并清楚地展现出机床由手工装料发展到自动线的自动化道路。通过分类可以将所有各种型式的供料机构归纳为有限的几种典型结构,从而使得研究和选择最有效的供料装置的任务简化。各种不同供料装置和装料装置由以下一些功能机构所组成(图4):运输装置,料斗定向装置,料仓式装料装置以及装在机床上的一些机构。

单件毛坯供料装置的发展初期,被制成半自动的装置,即料仓式装料装置。料仓式装料装置的采用要求研制一些新的机床机构,如自动夹头、推入器、顶出器等等。自动机床和料仓式装料装置的构造简图见图4上Ⅲ和Ⅳ所示。

应用料仓式装料装置能建立毛坯储备,并能提高机床的生产率。但是在个别情况下,由于毛坯进行加工的时间很短,利用料仓就不能有效地建立所需的毛坯储备。在这样的情况下,为了及时加料,就要求操作者经常在场,而且机床的生产率还会受到手工装料的速度限制。料仓装料装置只有在毛坯加工工序时间相对长时才是有效的。

单件毛坯供料装置的进一步发展,就出现了毛坯自动定向的料斗定向装置。料斗定向装置与料仓装料装置相结合,就是料斗装料装置。

自动线出现之前,料斗装料装置曾是一种供给机床单件毛坯的高度自动化供料装置。料斗装料装置是料仓装料装置的“上层建筑”,它是由料斗、定向装置和接收料槽所组成。如果仔细地观察一下毛坯在料斗装料装置中的运动路线,就可看出毛坯先在料斗中定好向并落入接收料槽,然后经过料仓装料装置而进入到机床部件。料斗装料装置的构造如图4的Ⅱ所示。

料斗装料装置容许建立很大的毛坯储备,保证机床长时间地连续工作,并能提高机床的生产率,因之,机床的工作节拍不受手工装料速度的限制,大大地缩短了看管机床所需的时间,创造了多机床看管的条件,以及小毛坯采用自动线的可能性。