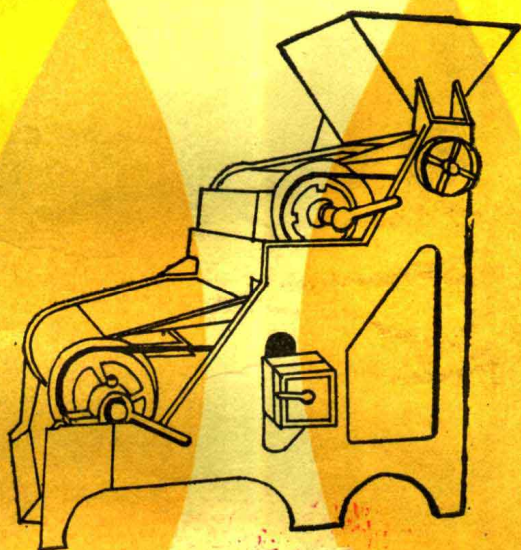


庞 声 海 编



石子加工机械

中国农业机械出版社

种子加工机械

鹿声海 编

中国农业机械出版社

前 言

种子机械加工，是农业机械化的一个方面。但在这方面，对我们来说还是一个新课题。因此，掌握、运用与发展这门新技术，宣传它的优越性，普及它的科学知识，是十分必要的。本书就是为此目的编写的。本书从我国农业生产的实际情况出发，重点介绍种子脱粒、清选、通风干燥和种子处理等加工机械。同时，为使读者对种子加工机械成套设备有一个概略的了解，还简单地介绍了种子加工厂的工艺布置及其辅助设备（包括称重、输送及仓储设备）的特点。在编写方法上，不限于某台设备的结构细节及使用操作方法，而是通过典型设备的工作原理、构造特点及加工工艺流程等方面的介绍，使读者能比较全面的获得关于种子加工机械的基本知识。因此，本书可做为从事种子工作的干部培训教材，也可做为农业机械管理干部和种子加工厂有关人员的参考书。

本书在编写过程中，曾得到华中农学院饶应昌、张伯高、饶秘等同志的帮助与支持。在此谨致谢意。

限于编者的经验和水平，本书一定会有不少缺点和错误，敬请读者批评指出。

编 者

1981年12月于武昌

目 录

第一章 种子脱粒机械	1
第一节 概述	1
第二节 脱粒装置	4
第三节 分离装置	15
第四节 脱粒机的构造	18
第二章 种子清选机械	27
第一节 种子质量标准	27
第二节 清选工作原理	29
第三节 种子清选分级机	50
第三章 种子的通风和干燥	58
第一节 干燥的原理和方法	58
第二节 通风干燥	69
第三节 燃料热力干燥	78
第四节 太阳能干燥	91
第五节 远红外辐射干燥	96
第四章 种子处理机械	100
第一节 棉籽脱绒	100
第二节 种子消毒	105
第三节 种子的剥裂和丸粒化	108
第四节 物理法处理种子	111
第五章 称重设备	115
第一节 概述	115
第二节 台秤	117

第三节	地中衡	119
第四节	电控机械秤	121
第六章	仓储运输设备	125
第一节	装卸输送机械	125
第二节	堆包机械	132
第三节	装卸车辆	134
第七章	种子加工厂	137
第一节	建设加工厂的一些问题	137
第二节	加工厂站举例	141
附:	国外种子加工技术概况	147

第一章 种子脱粒机械

种子脱粒机械与普通谷物脱粒机械没有显著的差别，但由于加工的情况不同，要求的侧重点也不大一样，而且由于种子类别比谷物要多得多，种子脱粒机械的型式也就更多些。

第一节 概 述

一、对脱粒机的要求

对种子脱粒机，除了坚固耐用，故障少，结构简单可靠，使用维修方便等一般要求外，对脱粒机的工作性能，还应满足三点要求：第一，对种子破碎与损伤要少，否则会降低种子发芽率，也不易贮存。第二，损失要少。脱粒机的损失包括未脱净损失、秸秆和颖壳中的夹带损失等。第三，种子的清洁度要高，夹杂的颖壳、草籽等夹杂物要少，以便下道工序（干燥或清选）的进行。

二、脱粒机的一般构造和工作过程

国产脱粒机类型繁多，构造差异也甚大。现以山东省牟平农业机械厂生产的工农2S-700型脱粒机为例，其一般构造和工作过程，如图1-1所示。

作物铺放到输送台1上后，被送到机内，喂入轮4把作物喂入脱粒装置。脱粒装置由前滚筒5和前凹板3、后滚筒6和后凹板7组成。凹板固定不动，滚筒则以高速回转。喂入的作物被前滚筒抓住后，通过前滚筒与前凹板间的间隙而

被脱粒。脱下的种子大部分通过凹板筛孔漏下。秸秆及其夹带的种子再被后滚筒抓取，由后滚筒与后凹板再脱粒一次。

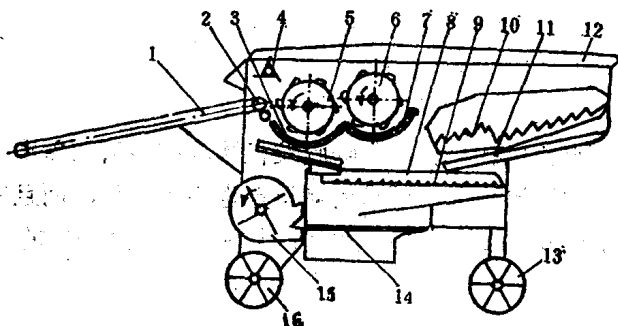


图 1-1 工农 2S-700 型脱粒机

- 1—输送台 2—主动链轮 3—前凹板 4—喂入轮
5—前滚筒 6—后滚筒 7—后凹板 8—筛箱
9—分离筛 10—逐秸器 11—滑板 12—大罩盖
13—前导轮 14—清洁筛 15—风扇 16—后轮

这样，不仅脱净率较高，而且从凹板筛漏下的籽粒也比单滚筒脱粒机的多，使后面的分离机构的负荷可以减轻。从后滚筒抛出的秸秆（还夹带有少部分籽粒），落在逐秸器10上，逐秸器抖松秸秆，使籽粒从秸秆中分离出来，通过逐秸器上的孔漏到滑板11上，秸秆则被抛至机外。

由凹板和逐秸器上落下的籽粒，夹杂有大量的颖壳和短秸秆，它们被滑板送到分离筛9上，在风扇15和分离筛作用下，颖壳和短秸秆从筛尾排出机外，籽粒则由分离筛下的滑板滑到清洁筛14上，清洁筛筛去断穗及其它夹杂物，得到比较清洁纯净的种子。

脱粒机的主要工作部件是脱粒装置、逐秸器、分离筛、清粮器和输送装置。脱粒装置由滚筒和凹板组成，用于脱粒并分离部分籽粒。逐秸器是一个作摇摆运动的部件，用来分

离夹在秸秆中的籽粒。分离筛由风扇和筛子组成，筛子常用鱼鳞筛、编织筛，它用来分离混杂在谷粒中的颖壳、短秸秆等夹杂物。清粮器由风扇和筛子组成清粮室，复式脱粒机可有数个清粮室，可得到清洁度较高的籽粒，有的还可将种子分级。

脱粒机的辅助部件有机架、行走、传动等部分。有的复式脱粒机有比较完善的喂入装置，设有解捆装置、喂入量自动调整机构等。

三、脱粒机的种类

按脱粒机的工作部件及其完成的工作项目，可以分为三类。第一，筒式脱粒机，除脱粒器外无其它工作部件，工作时由人直接喂入滚筒脱粒，分离清选要由人工完成。第二，复式脱粒机，具有完备的脱粒和分离装置，有两三个清粮器。可进行脱粒、分离、清选和分级作业。它的优点是机械化程度高、生产率高、作业质量好。但构造复杂、价格高，作业时需要劳力的绝对数量也较多。第三，半复式脱粒机，是介于前二类之间的一种类型，其工作部件的多少差别也很大，一般除脱粒装置外，还有分离筛和清粮器，但不完备，籽粒清洁度较低，不能分级。半复式脱粒机造价不太高、节约劳力，比较适合我们当前生产水平。

按脱粒机的用途，可分为小麦脱粒机、水稻脱粒机、玉米脱粒机、通用脱粒机等等。大多数脱粒机以脱一种作物为主，可兼脱另一些作物，或稍加改装（更换某些工作部件、改变转速等）可兼脱另一些作物。所以，又可分为脱小麦为主的脱粒机械、脱水稻为主的脱粒机械、脱旱粮为主的脱粒机械，以及特种作物脱粒机械。此外还有专门用途的脱粒机械，如育种科研用的单穗脱粒机等。

第二节 脱粒装置

一、对脱粒装置的要求

(1) 种子损伤率低。种子无脱皮(小麦)、破壳(水稻)和裂纹,更不允许有破碎,以保持种子的生理生长特性。

(2) 脱净率高、分离率高。脱净可减少种子损失,脱粒装置的分离率高,可减轻分离装置的负荷,或在相同分离能力的情况下,减少籽粒损失。

(3) 通用性好,能脱多种作物。

(4) 适应性好。在脱同种作物时,对于不同的成熟度、湿度和品种都能适应,即不影响损伤率、脱净率、分离率和生产率等指标,或者影响较小。

(5) 生产率高、功率消耗小,结构简单、节约钢材。

(6) 某些地区要求将某些作物秸秆作其他用途,脱粒时需保持秸秆完整。

二、种子的脱粒特性

脱粒作业的目的,是既要使种子与谷穗分离,又要使种子不受任何损伤。种子的脱粒特性,即脱粒的难易与损伤的程度,直接影响脱粒质量。因此,应该根据不同作物的脱粒特性,来选择不同的脱粒装置。种子的脱粒特性与下列因素有关。

1. 作物的种类与品种

根据试验得知小麦比较容易脱粒,秈稻次之,梗稻最难脱粒;而水稻比小麦易破损,梗稻比秈稻易破损。因此梗稻的脱粒性能较差。

2. 作物湿度

湿度愈大，愈难脱粒，一般也易破损。故作物愈干燥，脱粒性能愈好。含水量大于18%时的脱粒称为湿脱，小于18%时称为干脱。

3. 作物成熟度

作物愈成熟，愈易脱粒，愈不易破碎。同一谷穗上的籽粒因成熟度不同，脱粒的难易程度也不同。因此在同一脱粒条件下（速度、间隙等），往往未成熟籽粒尚未脱落，而已成熟的籽粒已经受到损伤，从而造成脱粒过程中，同时出现脱不净与籽粒破碎的现象。小麦脱粒时，此问题比较严重，梗稻湿脱时此矛盾更为突出。当然，脱不净和破碎同时出现的程度，与脱粒装置的类型、脱粒机的制造与使用技术关系也很大。

三、脱粒原理

根据作物不同的脱粒特性，必须相应地采用不同脱粒原理的脱粒装置进行脱粒。现有的脱粒装置应用的脱粒原理，较常见的有以下几种。

1. 冲击脱粒

使谷穗和脱粒部件发生相互冲击，从而达到脱粒的目的，称为冲击脱粒。增大冲击力，可提高脱净率及生产率，但导致破碎率的增加。减小冲击强度，可减少种子损伤，但不易脱净。为提高脱净率，需要延长脱粒时间，或增加脱粒次数，但却降低了机器的生产率。冲击强度随冲击速度增高而加强。故在许多脱粒装置上，都能改变脱粒速度，以便根据具体情况调节，适应破碎率、脱净率和生产率的要求。

扮桶、槌枷等脱粒工具，就是利用冲击脱粒原理工作的。钉齿滚筒式脱粒装置，主要是利用冲击脱粒原理工作。冲击脱粒应用很广，但一般地说，它不适应易破碎种子的脱

粒。

2. 揉搓脱粒

揉搓脱粒主要靠谷穗与机械部件、作物与作物之间的摩擦脱粒。脱净率与摩擦力的大小有关。增强对谷穗的揉搓作用，如改变脱粒间隙、改善工作部件摩擦表面等，可提高脱净率和生产率，但往往易导致种子的脱壳与脱皮。提高工作部件（例如纹杆）的工作速度，也可以增强揉搓作用，从而提高脱净率和生产率。但此速度超过一定范围，也会使破碎率大大增加。

纹杆滚筒脱粒装置，主要是利用揉搓脱粒原理工作。这种脱粒装置一般适用于脱麦类为主的脱粒机。

3. 碾压脱粒

碾压脱粒主要是靠脱粒部件对谷穗的挤压而脱粒（象石碾打场一样）。其优点是冲击力很小，种子不易破碎与脱皮。碾压脱粒适用于易破碎、易脱皮的豆类脱粒，其效果很好。

4. 梳刷脱粒

梳刷脱粒是靠脱粒部件对籽粒施加拉力而脱粒的。利用梳刷脱粒原理脱水稻具有良好的效果。例如，打稻机、半喂入式水稻脱粒机等都是利用此原理脱粒。

现代脱粒装置中，一般都是利用某种脱粒原理为主、其它为辅，很难说是某种原理的单一作用。例如，钉齿滚筒脱粒装置，主要是冲击脱粒，但也有揉搓、挤压和梳刷等作用。

四、脱粒装置的种类

现用的脱粒装置绝大多数是滚筒式。滚筒式脱粒装置种类很多。按喂入方式分类，可分为全喂入和半喂入两种。脱

粒时，谷穗和秸秆各部分全部经过工作区（滚筒与凹板所构成的工作空间）的，称为全喂入式（图 1-2 a、c）。脱粒时，仅穗头经过滚筒——凹板工作区的，称为半喂入式（图 1-2 b）。

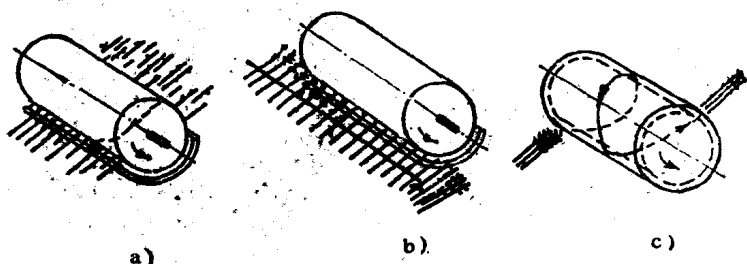


图 1-2 滚筒的类型

a) 全喂入切流式 b) 半喂入轴流式 c) 全喂入轴流式

按被脱作物在脱粒时的流动方向分，可分为切流式及轴流式两种。切流式脱粒装置工作时，作物顺滚筒回转的切线方向运动，通过滚筒——凹板工作区后，沿切线被抛出（图 1-2 a）。轴流式脱粒装置工作时，作物从滚筒一端喂入，顺滚筒轴线方向运动，秸秆从另一端排出（图 1-2 b）；或者一方面顺滚筒轴线方向运动，同时又沿滚筒圆周运动，即在筒形的滚筒——凹板工作区作螺旋线运动，秸秆从滚筒的另一端排出（图 1-2 c）。

按滚筒工作部件的型式，可分为纹杆式、钉齿式、杆齿式和弓齿式滚筒等等。按滚筒回转体的型式，又可分为开式和闭式滚筒。

五、脱粒装置的构造

1. 纹杆滚筒脱粒装置

纹杆滚筒是一种全喂入切流式脱粒装置；由纹杆滚筒和

栅状凹板组成(图1-3b)。是一种开式滚筒。

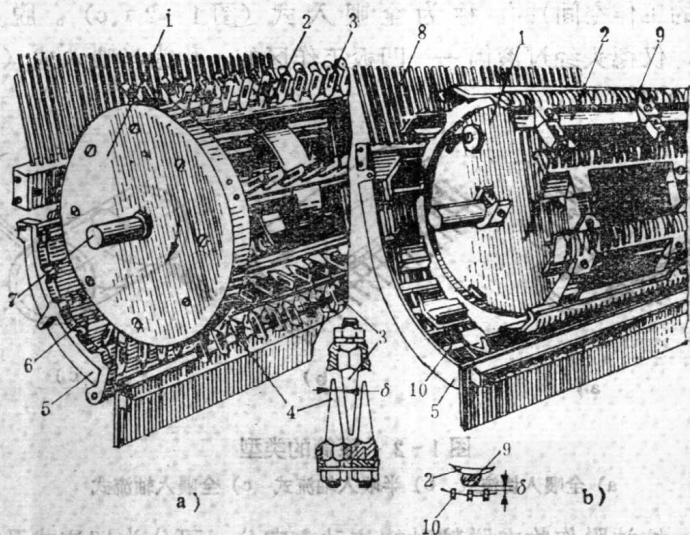


图1-3 纹杆和钉齿滚筒脱粒装置

a) 纹杆滚筒 b) 钉齿滚筒

1—滚筒 2—纹杆座(板条) 3,4—钉齿

5—凹板 6—栅状筛 7—滚筒轴

8—筛尾筛条 9—纹杆 10—格板

滚筒由纹杆、纹杆座、辐盘和滚筒轴组成。左右两个辐盘用钩头斜键和滚筒轴连接。纹杆固定在纹杆座上,再用螺栓固定到辐盘上。当滚筒的宽度较大时,往往在两端辐盘之间增设几个辐圈,以提高纹杆的刚度。辐圈与纹杆座用螺栓固定,它们中间有大孔套在滚筒轴上,但不与轴相连接。

纹杆是最重要的脱粒部件,用专门轧制的纹杆钢制成,韧性强而耐磨。国产纹杆钢已标准化了,纹杆上的沟纹可提高脱粒能力,沟纹有左纹和右纹两种,在滚筒上间隔地安装,以防脱粒时纹杆将作物推向一侧。

凹板装在滚筒下方，两侧各有一块凹板架，架上焊有许多根钢板条，称为格板。格板上有孔穿入很多钢丝，构成凹板栅状筛。

滚筒上纹杆的顶部与凹板格板上端之间的间隙，称为脱粒间隙。当滚筒回转，纹杆抓住作物，通过脱粒间隙（工作区）时，纹杆与格板对作物产生强烈的揉搓、摩擦与冲击作用，使作物脱粒。脱下的籽粒中约有70~85%通过栅状筛漏下，剩下的籽粒则和秸秆一起被抛到逐秸器上。改变凹板的上下安装位置，可以调整脱粒间隙。

纹杆滚筒式脱粒装置已有百余年的历史。由于它的生产率高，脱粒质量好，分离能力强，秸秆破碎少，同时制造容易，使用调整方便，所以仍是目前应用最广的一种脱粒装置。经过适当调整，还可脱玉米等多种作物。它被广泛地用于以脱小麦为主的脱粒机和联合收获机上。纹杆滚筒式脱粒装置的缺点是消耗功率多，对潮湿脱粒的适应性差，不适用于脱水稻。

2. 钉齿滚筒脱粒装置

它也是一种全喂入切流式脱粒装置，开式滚筒。也由滚筒与凹板组成（图1-3a）。滚筒上装有6~10排钉齿，凹板上装有2~4排钉齿。滚筒钉齿与凹板钉齿侧面之间的间隙，称为脱粒间隙（图中的 δ ）。脱粒时，滚筒钉齿抓住作物通过工作区，在脱粒间隙处发生强烈地打击、搓擦作用而脱粒。钉齿的工作部分呈楔形，故当变动凹板上下安装位置时，可调整脱粒间隙的大小。

钉齿滚筒的脱粒间隙很小，调整范围也很小，如果滚筒轴向位置不正确，或钉齿安装不当、变形，则使钉齿两侧间隙不等，会同时增加种子的破碎率和脱不净率。工作时，

必须注意检查调整，在要求的范围以内，使两侧间隙一致。在脱成熟而干燥的作物时，可将凹板钉齿卸掉一部份，以降低破碎率。

钉齿滚筒脱粒装置的优点是：脱粒能力强，能脱潮湿、难脱的作物，生产率也很高，脱粒干净，通用性好。但是籽粒破碎率高，制造和装配要求严格，使用调整也比较复杂，容易因齿侧间隙不一致而影响脱粒质量。所以目前应用较少。

3. 弓齿滚筒脱粒装置

它是一种半喂入轴流式脱粒装置。它的主要工作部件是一个装有多排弓齿的闭式滚筒。人力打稻机是最简单的一种

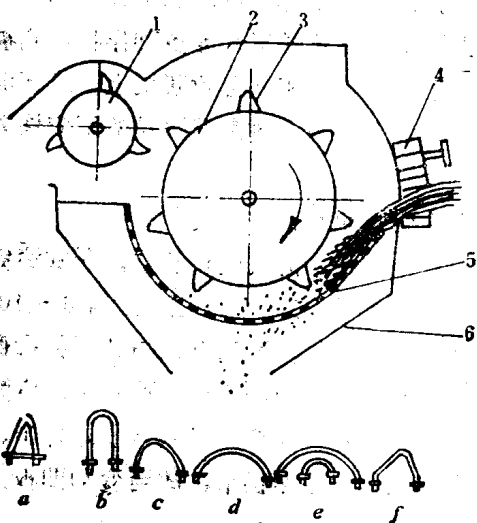


图 1-4 弓齿滚筒脱粒装置

- | | | |
|-------|-------|------|
| 1—排秸轮 | 2—滚筒 | 3—弓齿 |
| 4—夹持链 | 5—编织筛 | 6—滑板 |

a、b为脱粒弓齿 c、d、e为梳整齿 f为加强齿

结构形式。作业时，用手握住稻秆的根部，利用弓齿的梳刷作用脱粒。在水稻脱粒机上，用夹持链4把稻秆夹住（图1-4），并使沿滚筒轴向移动，此时稻穗部受弓齿3的梳刷作用而脱粒。脱下的籽粒通过编织筛5漏下，秸秆从滚筒另一端排出机外。弓齿用钢丝制成，具有各种形状，作用也不相同。

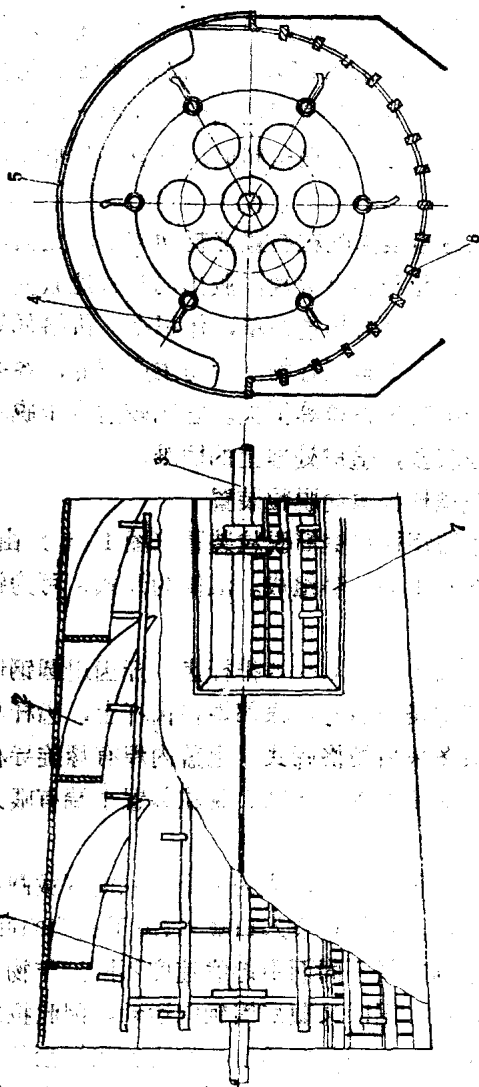
半喂入式弓齿滚筒脱粒装置消耗功率少，无需庞大的分离装置就可使籽粒与秸秆分离，脱出的秸秆比较完整。弓齿滚筒脱粒机一般都具有构造简单，体积小，价格低等优点。但作业时，需用人工整理谷物，劳动生产率低，容易产生脱不净和在秸秆中夹带谷粒等损失。它比较适合于脱水稻。在脱小麦时断穗较多，造成处理上的困难。

4. 轴流型杆齿滚筒脱粒装置

全喂入轴流型杆齿滚筒脱粒装置（图1-5）由杆齿滚筒4、凹板6及上盖5等组成。滚筒为开式，可为锥形或柱形。

在杆齿滚筒上装有6~8排杆齿。杆齿用圆钢制成，呈直线形或在端部略向后弯，根部焊在齿杆上，齿杆与滚筒辐盘连接。凹板多采用栅格筛式。上盖内焊有螺旋导板数块，可引导作物在滚筒内轴向运动。脱粒装置小端有喂入口，大端有排秸口。

凹板与上盖装在一起，成为一个圆锥筒（或圆柱筒），滚筒被包在里面。作物自喂入口喂入，由于滚筒的回转、螺旋导板引导和滚筒直径不同而引起线速度不同，作物一方面随滚筒作圆周运动，同时又顺滚筒轴向运动，因此按螺旋线的轨迹在滚筒与凹板的间隙中通过，作物就在杆齿的打击、揉搓和凹板的搓擦作用下脱粒。脱下的籽粒从凹板筛孔中漏



口入警一 7 出口一 6 橋上— 5 運搬物上— 4 操縦機一 3 救助機一 2 口部一 1

圖 鋼線架型運搬物上到病棟