

高等学校教材

农业机械学

下册

(第2版)

江苏工学院 吴守一 主编

机械工业出版社

高等学校试用教材

农业机械学

下册

(第2版)

江苏工学院 吴守一 主编



机械工业出版社

(京)新登字054号

本书为高等学校农业机械专业课程的教材,全书分上、下册。此书为下册,主要包括:谷物收获机械、玉米收获机械及经济作物收获机械等农田作业机械的典型结构、工作原理、基本理论、主要工作部件的设计以及试验研究方法。本书适用于农业机械专业师生使用,也可供农业机械科研设计单位、工厂企业的工程技术人员参考。

农 业 机 械 学

下 册

(第2版)

江苏工学院 吴守一 主编

*

责任编辑:王世刚

责任印制:王国光

*

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)

机械工业出版社京丰印刷厂印刷

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 $15^{1/4}$ ·字数370千字

1981年4月重庆第1版

1987年11月北京第2版·1992年10月北京第7次印刷

印数 22 801—25 300·定价:4.35元

*

ISBN 7-111-03328-0/S·49(课)

6-2.2

修 订 版 前 言

全国高等学校农业机械专业教材编审委员会于1984年4月在江苏省镇江市召开了课程教学大纲讨论会，根据这次会议所通过的教学大纲，本书在第一版的基础上进行了修订。

为了适应专业课学时的削减，本书以原书体系为基础，加以精选和提炼，删除了过于繁琐和次要的内容。重点章节也并不在于追求内容的艰深，而着眼于培养学生运用基础知识分析实际问题的能力。

本书上册主要内容包括：耕地机械，整地、中耕机械，种植机械，植物保护机械，行走装置，下册主要内容包括：谷物收获机械，玉米收获机械及经济作物收获机械。

本书还按照新大纲的要求，就某些章节的内容进行了调整，在经济作物收获机械一章中除包括原书的甜菜、马铃薯、棉花收获机械以外，还增加了花生、甘蔗和茶叶收获机械，在本书修订时删去了谷物干燥机械和禽畜饲养机械两部分内容。

为了有利于学生掌握所学的知识，在每章后附加了若干习题，可供师生参考。

本书由江苏工学院桑正中同志（上册）、吴守一同志（下册）负责主编。参加本书修订的还有吉林工业大学何春岁同志（上册）、张兰星同志（下册）、洛阳工学院白崇仁同志（上册）、江苏工学院陈翠英同志（上册）、王光亮同志（上册）、方如明同志（下册）、孙正和同志（下册）。

本书在修订过程中，袁矿苏教授对此书进行了细心的审阅，并提出了不少宝贵意见，谨致谢意。

限于编者水平，难免有缺点和错误，诚恳地希望读者批评指正。

编者 1986.9

目 录

第一章 谷物收获机械概论	1	§ 6-6 钉齿滚筒式脱粒装置	105
§ 1-1 谷物的生物学特性	1	§ 6-7 其他类型脱粒装置	107
§ 1-2 谷物收获工艺及机械种类	2	第七章 分离装置	112
第二章 稻麦收割机械	4	§ 7-1 分离装置的类型及其构造	112
§ 2-1 立式割台收割机	4	§ 7-2 键式逐稿器的分离原理	115
§ 2-2 卧式割台收割机	7	§ 7-3 键式逐稿器主要参数的选择	118
§ 2-3 悬挂式割晒机	9	§ 7-4 键式逐稿器的改进	121
第三章 切割装置	11	第八章 清粮装置	123
§ 3-1 茎秆切割过程的影响因素	11	§ 8-1 清选原理	123
§ 3-2 切割器的类型	15	§ 8-2 清粮装置	127
§ 3-3 标准型切割器的型式和构造	17	§ 8-3 筛子的尺寸和传动机构	134
§ 3-4 往复式割刀的运动	21	§ 8-4 风扇的基本理论	139
§ 3-5 刀片切割茎秆的条件和速度	27	§ 8-5 风扇的计算	145
§ 3-6 割刀速度和机器速度的关系	29	第九章 输送装置	150
§ 3-7 往复式切割器惯性力的平衡	33	§ 9-1 带式输送机	150
§ 3-8 粗茎秆切割器	37	§ 9-2 螺旋推运器	153
§ 3-9 回转式切割器	39	§ 9-3 刮板式输送机	156
§ 3-10 挠性切割器	42	§ 9-4 抛扔式输送机	159
第四章 拨禾扶禾装置	45	第十章 谷物联合收割机	161
§ 4-1 拨禾轮的运动分析	45	§ 10-1 联合收割机的类型和特点	161
§ 4-2 拨禾轮的工作过程	47	§ 10-2 联合收割机的收割台	166
§ 4-3 拨禾轮的主要参数	49	§ 10-3 联合收割机的辅助部件	174
§ 4-4 拨禾轮的调节机构	53	§ 10-4 联合收割机的传动	177
§ 4-5 偏心拨禾轮	55	§ 10-5 联合收割机的监视装置	184
§ 4-6 扶禾器的类型及一般构造	57	§ 10-6 联合收割机的自动调节	187
§ 4-7 扶禾器的工作过程	60	第十一章 玉米收获机械	194
§ 4-8 扶禾器的主要参数	66	§ 11-1 概述	194
第五章 脱粒机	70	§ 11-2 玉米摘穗剥苞叶机	195
§ 5-1 全喂入式脱粒机	70	§ 11-3 玉米摘穗装置	196
§ 5-2 半喂入式脱粒机	75	§ 11-4 玉米剥苞叶装置	202
§ 5-3 玉米脱粒机	75	第十二章 经济作物收获机械	207
第六章 脱粒装置	79	§ 12-1 棉花收获机械	207
§ 6-1 谷物的脱粒特性与脱粒原理	79	§ 12-2 甜菜收获机械	215
§ 6-2 脱粒装置的类型与构造	81	§ 12-3 马铃薯收获机械	219
§ 6-3 纹杆滚筒式脱粒装置	92	§ 12-4 花生收获机械	225
§ 6-4 纹杆滚筒式脱粒装置的工作特 性及参数选择	97	§ 12-5 甘蔗收获机械	230
§ 6-5 弓齿滚筒式脱粒装置	101	§ 12-6 茶叶收获机械	233

第一章 谷物收获机械概论

收获作业是谷物栽培的最后一个环节，对于谷物的产量和质量具有重要的影响。它有很强的季节性。如小麦最适宜的收获期一般只有5~8天。收获过早，籽粒还不饱满，会影响产量；过迟，又容易造成自然落粒损失。我国部分地区的小麦收获期正临雨季，所以农谚形容收获象“龙口夺粮”。双季早稻更需抢收，以免影响晚稻的及时插秧而造成减产，故有所谓“早黄晚青”的要求。收获作业的劳动强度很大，与插秧、除草一样，是急需解决的“三弯腰”作业之一。因此，实现谷物收获作业机械化具有重要的意义。

§ 1-1 谷物的生物学特性

谷物的成熟期分为乳熟、腊熟和完熟等几个阶段。在不同的成熟期，籽粒的饱满程度、湿度、与穗轴之间的连结强度等也都不同。完熟的籽粒比重最大，发芽率最高。过熟以后，容易造成自然落粒损失。

同块地的作物，因生长发育条件的差异，成熟度并不完全一致。同一谷穗上的籽粒，由于形成花蕾和开花的次序有先后，成熟也参差不齐。小麦（属于穗状花序）最先开花和结实的是穗头的中部，然后是穗头的顶部和底部，因此，穗头中部的籽粒最重，顶部和底部的较轻（图1-1）。水稻（属于圆锥花序）是依次由上而下地开花和成熟（图1-2）。这种成熟的不

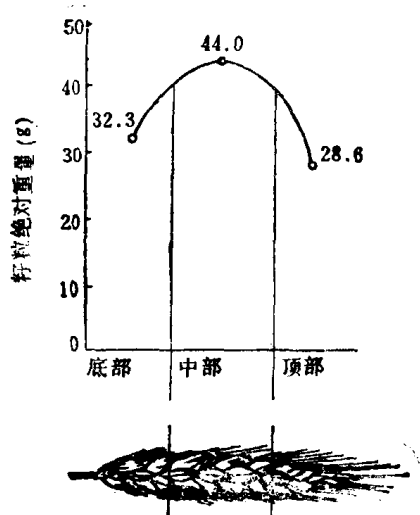


图1-1 麦穗各部位籽粒的重量^[1]

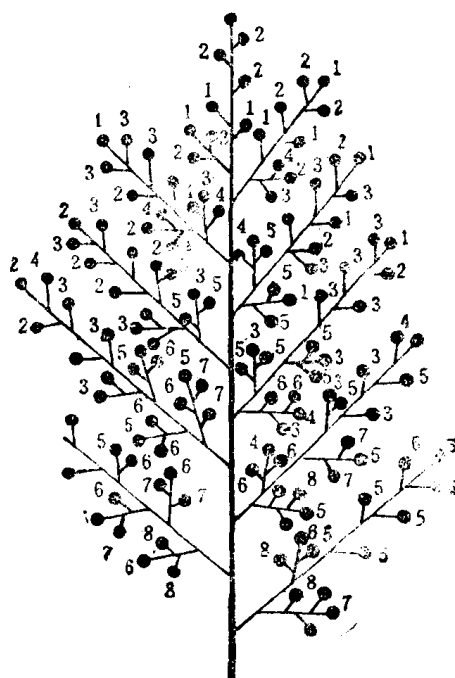


图1-2 水稻籽粒开花顺序调查实例^[2]
(图中数字代表开花日期)

一致性，有时会相当显著。所以，应该选择合适的收割日期并采用合适的收获工艺。

植物生理研究表明，割断后的麦株，茎叶中的养分仍会继续向籽粒输送（称为“后熟”作用），故小麦在条件合适的地区可适当提前收割。试验表明，在腊熟中期收割要比完熟期收割增产2~6%，籽粒的品质（表面光泽、蛋白质及脂肪含量）也较好。

作物湿度是影响收获机械作业性能的重要因素。对湿度大的作物，不论切割、脱粒或清选都较困难，使机器的作业质量变坏、功率消耗增加。有些地区收割期雨水较多；有些地区习惯于在田间脱粒，因此，收获机械需要提高对“湿脱”和“湿分离”的适应性。

谷物的湿度随着成熟度的提高而减少。茎秆不同高度的含水率变化很大，如小麦根基部可达75%，茎秆下部约35%，而靠穗头处则可少至15%。籽粒中的水分有化合水和自由水两种，化合水的极限值为14~15%，超过它，水份即以自由状态而存在，给细菌活动创造了条件，以致堆放的籽粒会发热和霉坏。因此，国家规定进包谷粒的允许含水率为14%。

作物的倒伏，会给机械收割造成困难（增加损失，降低效率）。必须培育抗倒伏品种；在栽培管理方面采取防倒伏的措施；试验研究适应倒伏作物的机具，从多方面配合来解决这个问题。

§ 1-2 谷物收获工艺及机械种类

一、谷物收获工艺（方法）

根据不同的自然条件、栽培制度、经济和技术水平，我国目前采用的机械化谷物收获工艺有以下几种：

1. 分段收获法

先用收割机将谷物割断成条地铺放在田里，用人工分把捆束（也可以采用割捆机一次完成收割、打捆作业），用脱粒机进行脱粒（在田间或在脱粒场上），再用人工进行清扬和晒场。这种方法使用的机器结构简单、造价较低，保养、维修方便，易于推广。但整个收获过程还需不少劳力配合，工效较低，谷粒的总损失较大。

2. 联合收获法

这是采用谷物联合收割机一次完成收割、脱粒、分离和清粮作业。与分段收获法相比，工效较高，减轻了劳动强度，能及时清理田地，以利下茬作物的耕种，谷粒的总损失也较低。但联合收割机的构造复杂，造价较高，每年使用时间短，收获成本较高，还要求有较大的田块和较高的管理与使用水平。

3. 两段联合收获法

这种方法将收获分为两个阶段。例如，在小麦的腊熟期，用割晒机将割下的作物成条铺放在割茬上，经过3~5天晾晒，利用后熟作用，使籽粒逐渐成熟一致。然后，用带捡拾器的联合收割机沿条铺进行捡拾、脱粒、分离和清粮的联合作业。与一次联合收获法相比，其优点是：谷粒经后熟作用，提高了产量与质量。谷物经晾晒，湿度减小，作业效率提高，故障减少。提前收割，在一定程度上缓和了收获工作量过于集中的矛盾。其缺点是：增加了机械作业的次数，雨量较多时，可能造成籽粒的发芽和霉烂。

二、谷物收获机械的种类

谷物收获时，各种不同收获工艺（方法）所采用的机器，在用途上和构造上都不相同，

它们构成了谷物收获的机器系统（图 1-3）。

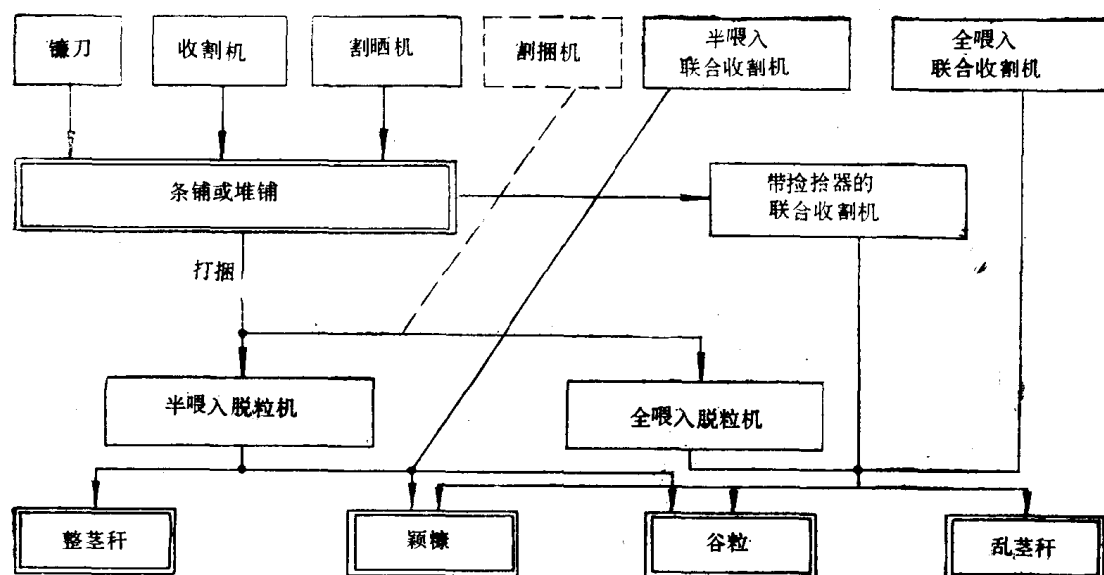


图 1-3 谷物收获机器系统

根据不同的用途，收获机械可分为三类：

1. 收割机械

（1）收割机——用于分段收获。它能将作物割断，经过割台输送，将茎秆在地上放成“转向条铺”（转成约与机器前进方向垂直），以供人工分把和打捆。

（2）割晒机——用于两段联合收获。它能将作物割断，并在地上顺势放成首尾相互搭接的“顺向条铺”，经晾晒后进行捡拾联合收获。

（3）割捆机——能将作物割断，用绳索自动打捆并放于地面。

2. 脱粒机械

（1）半喂入脱粒机——将作物带穗头的上半部分喂入机器进行脱粒，使茎秆能大部保持完整。

（2）全喂入脱粒机——将作物全部喂入机器进行脱粒，茎秆也全被揉乱、打碎。

3. 联合收割机

（1）半喂入联合收割机——先将作物割断，经输送装置将作物带穗的上半段喂入脱粒装置，进行脱粒、清选作业，茎秆可基本保持完整。

（2）全喂入联合收割机——先割断作物，然后将其全部喂入脱粒装置，并完成分离、清选作业。

参 考 文 献

- 〔1〕 И. Ф. Василенко., Зерновые комбайны СССР и зарубежных стран, Сельхозгиз, 1958.
- 〔2〕 江崎春雄, バインダとコンバイン, 農業図書株式会社, 1970.

习 题

一、试解释下列名词

1. 后熟 2. (籽粒中的)自由水

二、谷物经机械收割后在田间放成的“转向条铺”和“顺向条铺”各适用于哪一种收获方法？为什么？

第二章 稻麦收割机械

用以完成稻麦作物的收割和放铺（或捆束）两项作业的机械，统称为收割机械。从不同的角度，可对收割机械进行不同的分类。

按其功能可分为收割机、割晒机和割捆机三类。收割机用于分段收获作业，能将作物割断，并在地上放成“转向条铺”，以利于下道工序由人工分把和打捆；割晒机用于两段联合收获作业，它将作物割断后，在田间放成首尾相搭接的“顺向条铺”，这种条铺不便于人工分把或捆束，它是专为装有捡拾装置的联合收割机配套使用的，作物在条铺中经过晾晒及后熟，再进行捡拾—脱粒—清选的联合作业；割捆机也是分段收获时使用的一种机器，它能同时完成收割与打捆两项作业，可减轻收获的劳动强度，但捆束机构比较复杂，捆绳也较贵，目前尚在试验研制中。

收割机的主要工作部分称为割台，它由分禾器、切割器、拨禾（或扶禾）装置以及输送装置组成。根据割台台面的位置，可分为立式和卧式两种；根据割台的结构形式，有固定式和回转式两种。所以在有些场合下又以其割台形式来给收割机分类和命名。

本章介绍使用较为广泛的立式和卧式割台收割机以及悬挂式割晒机。

§ 2-1 立式割台收割机

一、类型和工艺流程

所谓立式割台，是指割台台面的位置基本呈直立状（常略有倾斜）。

当立式割台收割机工作时，将割断后的作物直立地进行输送并使之转向铺放。由于这种割台结构比较紧凑，重量轻，因此使整机可以缩短，改善机动性，适用于地块较小的场合，但它对于倒伏作物的适应能力较差。

根据作物输送路线和放铺方向的不同，立式割台收割机可分为以下几种：

1. 侧放铺型

这种收割机将割断后的作物铺放于机器的侧面。按作物在割台上的输送方向，有两种结构。

图 2-1 所示是侧向输送侧放铺型。割下的作物被输送带向一边输送，在八角星轮的配合下，作物在机侧放铺。当以梭式进行收割作业时，机器到地头转向后，使输送带反转，作物就被送向机器的另一侧并放铺。

图 2-2 所示是中间输送侧放铺型。它先将作物向割台中部输送，经换向阀门 4 的引导，将作物送至输送带后方，再经导禾槽 5 而向机侧放铺。这种结构的优点是：只需改变非传动件的换向阀门，即可改变放铺方向，结构简单，换向时冲击力较小；其缺点是中间输入口处容易发生堵塞。

2. 后放铺型

在小麦、玉米套作地区（图 2-3），为了不致压伤玉米苗，割后的小麦需向机器后方放

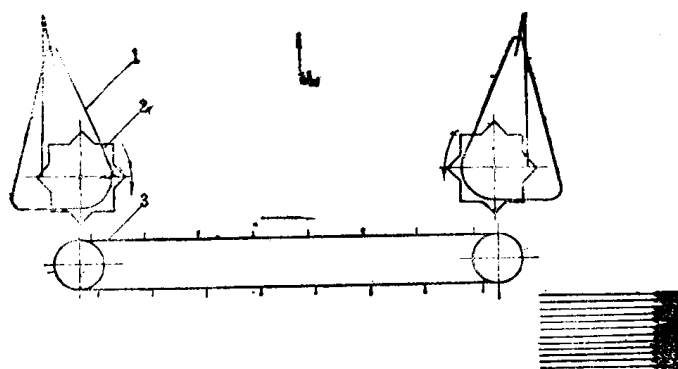


图2-1 侧向输送侧放铺型收割机
1—分禾器 2—扶禾轮 3—输送带

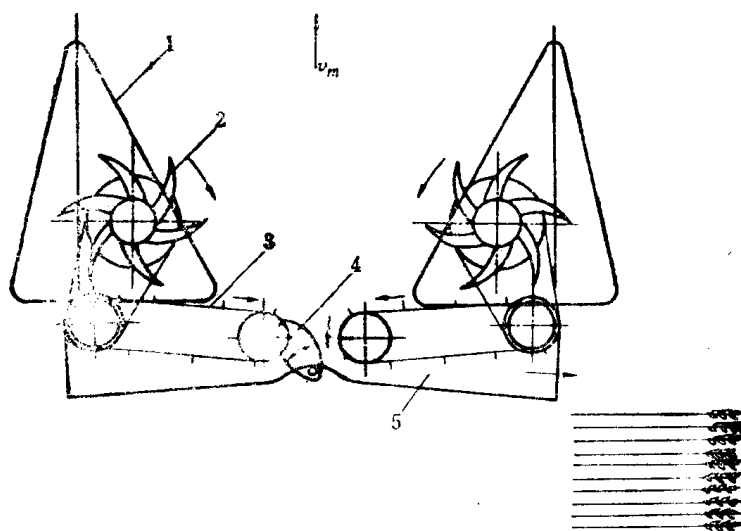


图2-2 中间输送侧放铺型收割机
1—分禾器 2—扶禾器 3—输送带 4—换向阀门 5—导禾横

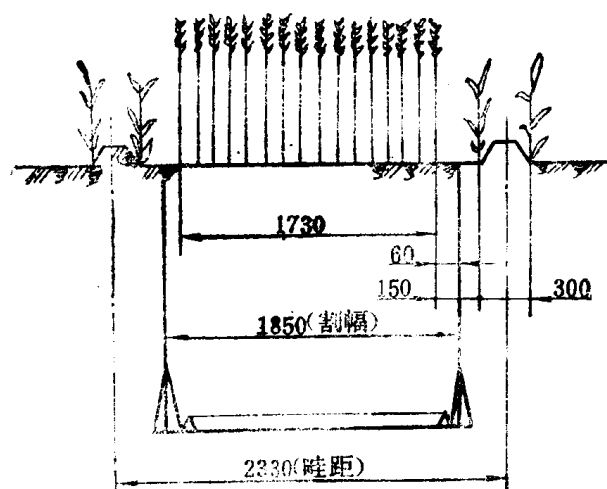


图2-3 小麦玉米间作套种示意图

铺。如图 2-4 所示，割台前面装有小分禾器 1，其拨齿在与星轮相配合下能将轻度倒伏的作物自下而上地扶起，割断后的作物，在星轮和输送器的配合作用下，先向右输送，再通过转向星轮和转向输送带向后输送，并在机后放铺。

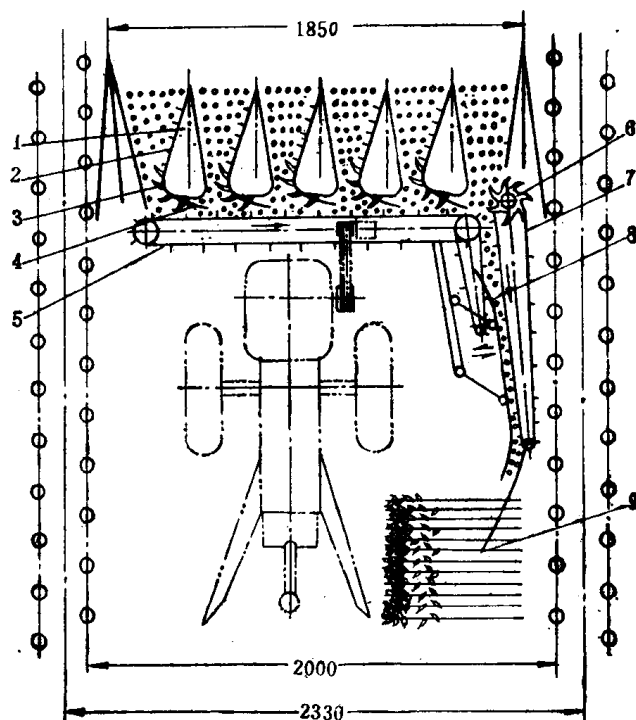


图2-4 后放铺收割机

- 1—小分禾器 2—扶禾三角带拨齿 3—星轮 4—压簧 5—输送带
6—转向星轮 7—转向夹持输送带 8—压杆 9—导向杆

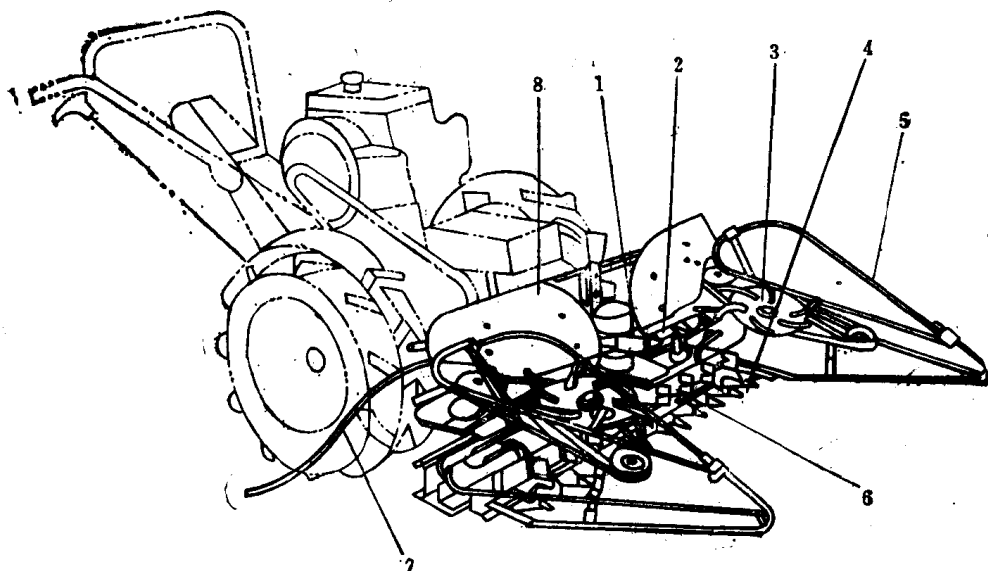


图2-5 立式割台收割机

- 1—换向阀门 2—上输送带 3—扶禾星轮 4—切割器 5—分禾器
6—下输送带 7—铺禾杆 8—后挡板

二、一般构造

立式割台收割机可以配置在小动力底盘的前方，由人步行操作，也可以和手扶拖拉机配套，后面装上尾轮和座位，由机手乘坐操作。由于机组的重心在前面，为了平衡，在底盘的后方一般加有适当的配重。

立式割台收割机由割台、底盘和操纵机构等部分组成。割台是收割机的主要工作部分。图 2-5 是一种立式割台收割机，属于中间输送侧放铺型，其割台由中间换向阀门、输送带、拨禾星轮、切割器、分禾器、铺禾杆、挡板等组成。

§ 2-2 卧式割台收割机

一、一般构造和工作过程

所谓卧式割台是指其台面的位置基本呈平卧状（常略向前倾）。

图 2-6 所示是一种卧式割台稻麦收割机，割幅为 2m，挂在 15kW(20 马力)的轮式拖拉机正前方。整机由拨禾轮 1、帆布输送带 2、分禾器 3、切割器 4 和传动机构等组成。工作时，作物在拨禾轮压板的配合下被切割器割断，随即向后卧倒在帆布输送带上，并被送向机器的左侧。利用输送带的输送速度和机组前进速度的配合，使作物转至与机器前进方向基本垂直的状态而成条地铺放在田间。

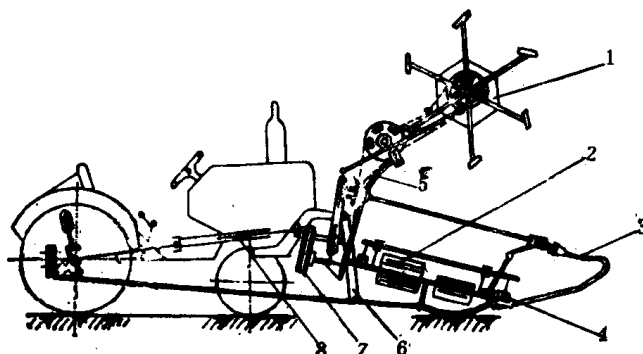


图2-6 卧式割台收割机

- 1—拨禾轮 2—帆布输送带 3—分禾器 4—切割器
5—机架 6—悬挂架 7—传动皮带轮 8—传动联轴节

二、传动机构

拖拉机的动力输出皮带轮 12 经三角皮带把动力传给收割机传动轴（图 2-7），该轴上装有万向节 10 和伸缩方轴 11，当收割机升降时，方轴可以伸缩。动力传动轴和动力分配轴 8 相连，在轴 8 的前端装有曲柄皮带轮 9，通过连杆 6、扭摆杆 4 和小连杆 3 驱动割刀工作往复运动，同时通过三角皮带 13 把动力传给左端皮带轮，该皮带轮上的三角皮带利用张紧轮的作用扭转 90°，再经中间传动皮带轮 16 传动拨禾轮。在轴 8 的后端也装有一皮带轮，通过三角皮带传动输送带主动轴 7。

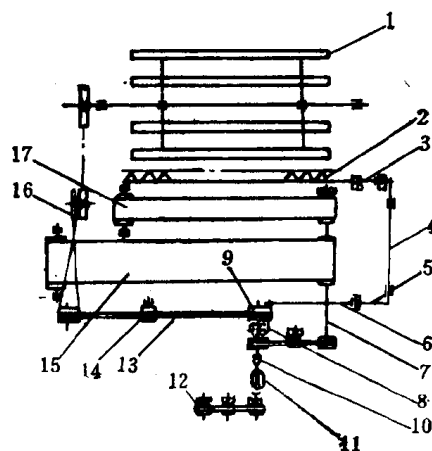


图2-7 卧式割台收割机传动系统图

- 1—拨禾轮 2—割刀 3—小连杆 4—扭摆杆
5—后摆杆 6—连杆 7—输送带主动轴 8—动力分配轴
9—曲柄皮带轮 10—万向节 11—伸缩方轴 12—动力输出皮带轮
13—三角皮带 14—张紧轮 15—后输送带 16—中间传动皮带轮 17—前输送带

三、输送带

这种收割机，在收割台上配置了前后两条输送带，其长短宽窄和运动速度都不相同，前带窄而短，后带宽而长。输送带上铆有木条，背面铆有平皮带。

作物被送到割台左侧时，根部先着地，穗部由后带继续输送，在带速 v_b 和机速 v_m 的配合下

用下，穗部以速度 v 绕根部着地点转过约 90° 再着地，从而实现转向铺放(图 2-8 b)。

作物的输送和铺放过程，受到许多因素的影响。铺放质量不但与输送带的结构尺寸、运动速度以及机组作业速度有关，还和作物的自然生长状态、产量高低等因素有关。因此，有时会出现茎秆交叉、倾斜、乱铺等现象。

图 2-8 a 所示是这种收割机前、后输送带的配置尺寸。其输送速度 v 与机组前进速度 v_s 之比约为 $0.7 \sim 0.9$ ，前带速度 1.5 m/s ，后带速度为 1.38 m/s 。

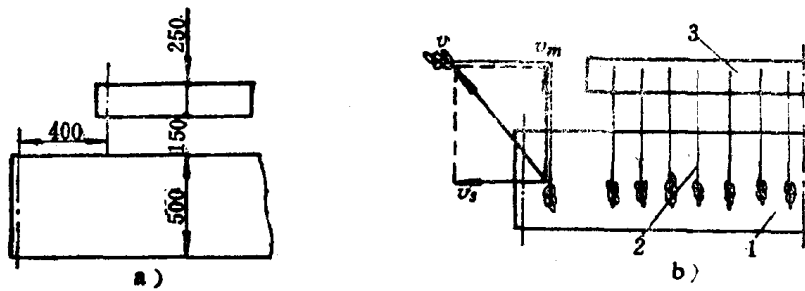


图2-8 转向铺放输送带

a) 输送带配置尺寸 b) 转向原理示意图

1—后输送带 2—作物 3—前输送带

四、悬挂机构

收割台的升降由拖拉机液压升降机构操纵(图 2-9)。为使拖拉机升降臂的动力传给割台，采用一套连动杆件，包括升降臂拉环 1、钢丝绳 2、三角转臂 3、补偿弹簧 4、顶杆 5、悬挂座 6 等。悬挂座固定在发动机壳体上，割台的悬挂点与悬挂座支承点相铰接。在拖拉机后桥半轴壳体上的左右两侧分别固定着方形钢管，其上铰接有三角转臂。三角转臂的上支点通过拉环、钢丝绳与拖拉机的液压升降臂铰接，转臂的下支点通过顶杆与收割台下支点 8 铰接。这样就在拖拉机的两侧各形成一组四杆机构。

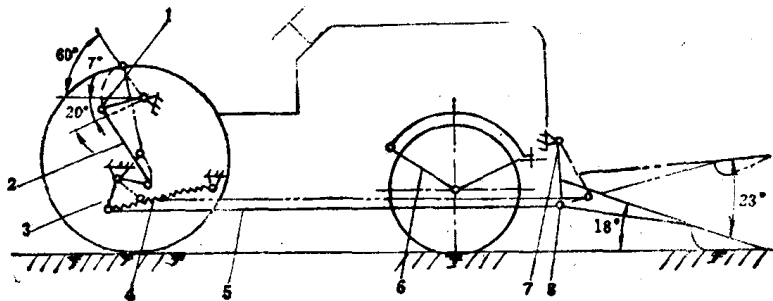


图2-9 悬挂起落机构机动示意图

1—升降臂拉环 2—钢丝绳 3—三角转臂 4—补偿弹簧 5—顶杆
6—悬挂座 7—割台上支承点 8—割台下支承点

当拖拉机的液压升降臂上提时，通过钢丝绳拉动三角转臂逆时针方向转动，转臂下支点推动顶杆前移，收割台升起。当液压升降臂下落时，顶杆失去控制力，在割台重力作用下，顶杆后移，使补偿弹簧伸长，割台缓慢下落。补偿弹簧的拉力使割台有一“浮起”的趋势，以减轻对地面的压力，提高割台对地面的仿形性能。当割台提升时，弹簧的拉力可使液压机

构的负荷有所减轻。

§ 2-3 悬挂式割晒机

一、一般构造和工作过程

图 2-10 所示是一种悬挂式割晒机，它由拨禾轮、切割器、输送带、平衡弹簧、传动机构及悬挂架等组成，悬挂在东方红 54 或 75 型拖拉机的前方。这种机型工作时比较机动灵活，能自行开道，耗用材料较牵引型少。但它不便在多种拖拉机上悬挂，因为拖拉机动力输出轴的位置各不相同，悬挂架不能通用；此外，铺放的作物首尾相接，不便分把打捆，故只能用于分段联合收获作业。

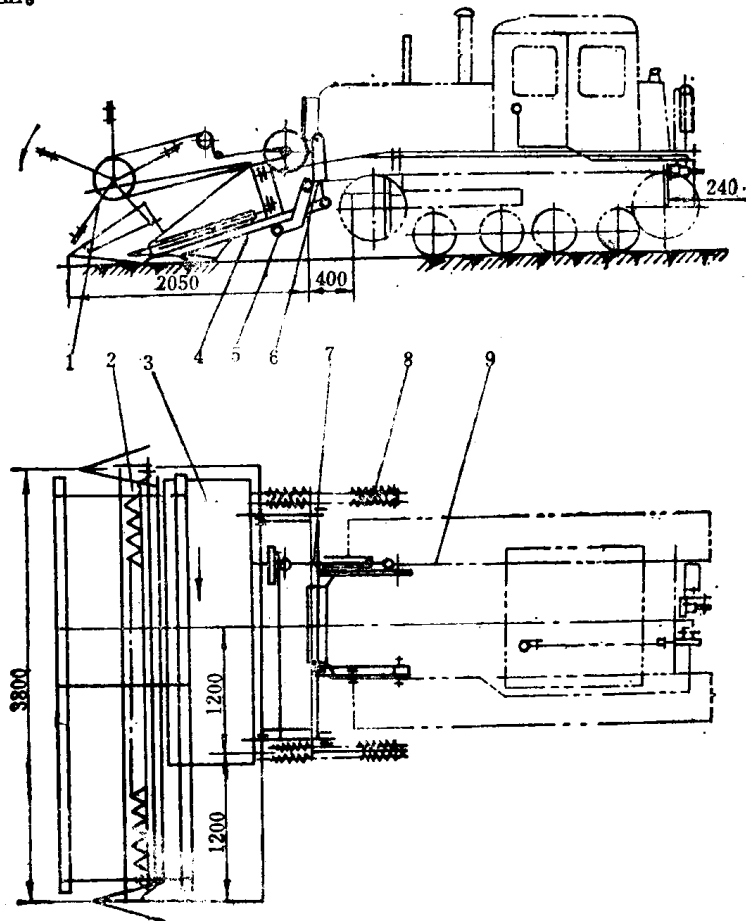


图 2-10 前悬挂式割晒机

- 1—拨禾轮 2—切割器 3—输送带 4—收割台 5—悬挂架
6—油缸 7—伸缩轴 8—平衡弹簧 9—传动轴

机器工作时，割下的作物由输送带送至机器的左侧，铺放在割茬上。割幅为 3.8m，拖拉机用四档作业，生产率约 2ha/h (37 亩/时)。

二、升降机构

收割台采用液压升降，图 2-11 为收割台的液压升降机构示意图。其操纵手柄设在拖拉机驾驶室内动力输出轴操纵杆的左侧，通过它可以控制割茬的高低。进行割晒作业时，割茬高度视作物的生长情况而定，一般在 15~30cm 范围内。

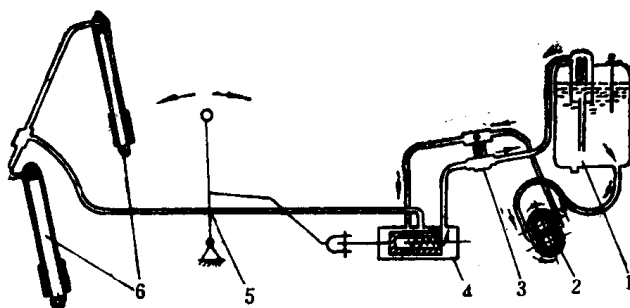


图2-11 液压升降系统示意图

1—油箱 2—齿轮油泵 3—安全阀 4—分配器 5—操纵杆 6—收割台升降油缸

表 2-1 列出几种收割机和割晒机的主要技术参数供参考。

表2-1 几种收割机的主要技术参数

型 号	4GL-1.85	100-3	苏4S-100	G-20	4SX-3.8
类 型	收 割 机	收 割 机	收 割 机	收 割 机	割 晒 机
割 幅 (m)	1.85	1.00	1.00	2.00	3.80
割台型式	立 式	立 式	立 式	卧 式	卧 式
切割器型式	往 复 式	往 复 式	往 复 式	往 复 式	往 复 式
割刀行程 (mm)	76.2	76.2	70	76.2	76.2
曲柄转速 (r/min)	570	662	693	600	500
平均切割速度 (m/s)	1.45	1.68	1.62		
机器前进速度(km/h)	3.8~4.8	I, 3.66 II, 4.62	3~6	5.4	四档: 6.28~7.82
配套动力	北京工农-12 (190发动机)	165 F 柴油机 (2.2kW)	170 F 柴油机 (3kW)	东方红-20	东方红-54/75
扶禾星轮直径 (mm)	280		260	—	—
扶禾星轮转速 (r/min)			68	—	—
输送带线速度 (m/s)	上: 1.9, 下: 1.9	上: 1.42, 下: 1.42	上: 1.17, 下: 1.46	前: 1.50, 1.38	2.32~2.78
输送拨齿高度 (mm)	50	上: 40, 下: 42		—	—
输送拨齿间距 (mm)	132	上: 111, 下: 96		—	—
机组重量 (kg)	628	225			
外 形 尺 寸 (长×宽×高) (mm)	3900×2200×1170	2340×1300×1100	900×1400×400		

参 考 文 献

- 〔1〕 镇江农机学院编,《农机手册》,下册,上海人民出版社,1974。
〔2〕 《农业机械》,北京人民出版社,1978。

习 题

- 一、试比较几种型式的立式割台收割机的优、缺点。
二、试说明立式割台与卧式割台的特点和适用地区。

第三章 切割装置

收获机械上采用的切割装置又称为切割器，它是重要的通用部件之一。对切割器的性能要求是：割茬整齐，不漏割，不堵刀，功率消耗少，在收割水稻、大豆和牧草时，还特别要求能进行低割，以减少损失，增加收获。

§ 3-1 茎秆切割过程的影响因素

茎秆的切割过程与切刀的特性、茎秆的物理机械性质、切刀与茎秆的相对位置以及切割的速度和方向等都有密切的关系。

刀片的断面一般呈楔形，楔角的顶部就是刃口。刃口越薄，工作时对材料产生的单位压力就越大，刃口也越锐利，切割阻力就越小。但是，过于单薄而尖锐的刃口，没有足够的强度，会很快磨损或折断，而缩短寿命。因此，必须正确处理好锐利度与耐磨性的关系。

与切割过程有关的茎秆的物理机械性质包括：切割阻力、折断阻力、弯曲阻力、弹性模数和摩擦系数等，这些性质随茎秆的品种、成熟度和湿度的不同而在很大范围内变化。

茎秆的横断面大都呈圆形或略带椭圆形，而叶片则呈扁平形或槽形。茎秆由按照一定规律排列而形成纤维组织的细胞所构成，其外表有一层由硬质纤维形成的韧皮圈，使茎秆具有一定的刚度，里面的维管束用来输送水分和养料，而髓部是空心的。因为茎秆不是均匀体，在不同方向上的机械性能并不相同（称为各向异性），所以在切割茎秆的过程中，刀刃与茎秆的相对位置和相对运动的方向和速度，对切割的效果也有影响。

一、刃厚及刃角对切割阻力的影响

现讨论割刀在对材料进行正切（切割力与切割速度均垂直于刃口）时，割刀的受力状态。

若在刀刃楔角 γ （又称刃角）的两边各增加一个摩擦角 φ （图3-1），即把刀刃看作一个假想楔，这样，切割时作用在假想楔面上的正压力（相当于作用在实际刀刃楔面上的合阻力）等于 $N/\cos\varphi$ 和 $N_1/\cos\varphi$ （图3-1 a）。

根据水平和垂直方向的平衡条件可得

$$N_1 = \frac{N}{\cos\varphi} \cos(\gamma + \varphi)$$

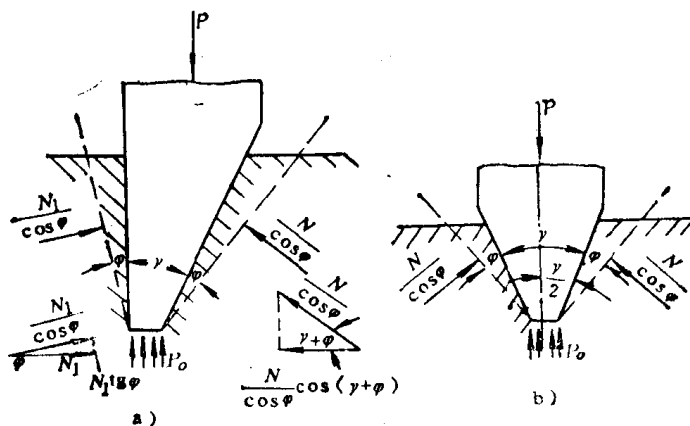


图3-1 正切时作用在楔上的力

a) 单面楔 b) 两面楔

刀刃所需的切割力为

$$P = P_0 + \frac{N_1}{\cos \varphi} \sin \varphi + \frac{N}{\cos \varphi} \sin(\gamma + \varphi)$$

或

$$P = P_0 + N \frac{\sin(\gamma + 2\varphi)}{\cos^2 \varphi} \quad (3-1)$$

式中 P_0 ——刃口透入茎秆的阻力，茎秆相同时决定于刃口厚度，其方向垂直于刃口；
 N, N_1 ——楔面压缩茎秆纤维的正压力。

同理，可得对称的两面楔（图 3-1 b）克服阻力所需的切割力为

$$P = P_0 + \frac{2N}{\cos \varphi} \sin\left(\frac{\gamma}{2} + \varphi\right) \quad (3-2)$$

由式 (3-1) 及 (3-2) 可见，正切时所需的切割力和刃口厚度及刃角 γ 成正比。

二、滑切与切割阻力的关系

戈里亚奇金 (Горячкин) 于 1930 年提出了刃切过程的理论，他所做的试验表明 (表 3-1)：刀刃沿材料的切向位移愈大，切割时所需的法向压力便愈小。因此，他提醒要注意刃口沿着被切材料作相对运动所具有的特殊意义。

表 3-1 刃口切割茎秆时切向滑移量与法向压力的关系

切向滑移量 (mm)	1.5	2	7.9	20	99	159
法向压力 (N)	6	5	4	3	2	1

许多机器 (如收割机、饲料切碎机等) 的切割器，是由动刀把作物压在定刀上进行切割的。图 3-2 表示动刀对定刀的三种配置方法，a 的情况是，割刀运动方向垂直于刀刃，刀刃以速度 v 进入材料进行切割；在 b 和 c 的情况下，割刀速度的方向与刃口倾斜，它可分解为垂直刃口的 v_n 和沿刃口的 v_t 两个分量。戈里亚奇金把 v_n 称为正切速度， v_t 称为滑切速度，比值 $v_t/v_n = \tan \alpha$ 称为滑切系数， α 为滑切角 (即刀刃的运动方向与刀刃法线之间的夹角，有的书上也称为切割角)。实验证明，在对有机材料 (包括作物茎秆) 进行切割时，滑切角愈大、滑切速度愈高，切割便愈省力。这种现象，可以从以下两方面来解释。

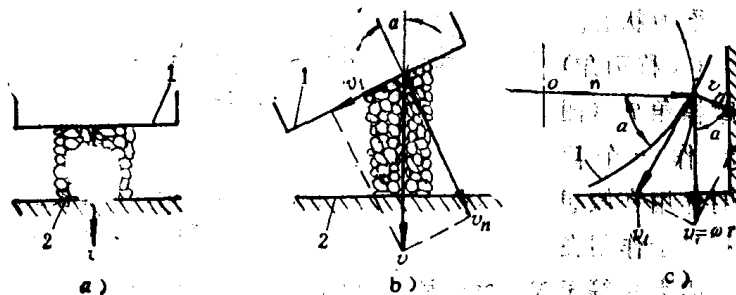


图 3-2 割刀相对于被切材料的三种位置

a) 垂直 b) 倾斜 c) 变斜度 (曲线刃口)

1—动刀 2—定刀 o—瞬时回转中心 r—瞬时半径