

全国农垦中等专业学校試用教材

农 业 机 械

(下 册)

农业机械化专业用

农牧漁业部农垦局农业机械
编写组

全国农垦中等专业学校試用教材

农 业 机 械

(下 册)

农业机械化专业

农牧漁业部农垦局农业机械
编写组

目 录

第八章 收获机械	1
第一节 概述.....	1
第二节 联合收获机的结构和工作过程.....	5
第三节 拨禾装置.....	6
第四节 切割装置.....	16
第五节 脱粒装置.....	31
第六节 分离装置.....	43
第七节 清选装置.....	52
第八节 输送装置.....	61
第九节 割晒机和拾禾器.....	63
第十节 东风ZKB—5 自走式谷物联合收获机.....	69
第十一节 GT—4.9B牵引式谷物联合收获机.....	102
第十二节 国外谷物联合收获机的结构特点	119
第十三节 玉米收获机械	136
第十四节 水稻收获机械	152
第九章 场上作业机械	162
第一节 谷物清选的方法	162
第二节 扬场机	168
第三节 清粮机	170
第四节 种子精选机	172
第五节 谷物干燥机械	182
第六节 其他场上作业机械	192
第十章 畜牧机械	199
第一节 牧草收获机械	199
第二节 青饲料收获机械	228
第三节 饲料加工机械	233
第四节 挤奶和剪毛机械	242
附录：农机具型号、分类号及组别号	251

第八章 收获机械

作物收获是整个农业生产过程中的重要环节，是夺取高产丰收的最后一道关键作业。这一作业环节季节性强、时间紧、任务重、用工多。因此使用机械收获，对于提高劳动生产率，减轻劳动强度、降低收获损失、抢农时、保证丰产丰收等，都具有重要的意义。

第一节 概 述

一、机械收获的农业技术要求

1. 适时收获。收获过早，谷粒尚未成熟，使产量和质量都降低；收获过晚，不仅千粒重减少，还可造成落粒损失。因此收获的适宜时间甚短。如小麦最佳的收获期一般只有5—8天。

2. 质量好，损失少。用联合收获机收获谷物时，一般总损失率（包括割台、脱粒、分离和清选的损失）应低于2%；破碎率，麦类不应超过1.5%，水稻不应超过1%；清洁率应达90%以上。

3. 割晒时的几项要求：

（1）作物的高度与密度 小麦植株高度低于70厘米，亩保苗少于30万株及倒伏严重的不能割晒。

（2）割茬的高度 小麦割茬应为15—20厘米，过高易塌铺，过低通风不好。

（3）条铺的角度 茎秆与前进方向应成30°—50°；或成鱼鳞状（扇形）条铺。

（4）条铺的厚度 乳熟末期应稍厚些，可充分利用作物的后熟作用，一般应为10—15厘米；蜡熟中期可稍薄些，一般不应超过10厘米。

（5）条铺的宽度 目前常用的捡禾器工作幅宽为2米，因此条铺的宽度不应超过1.5米。

二、收获的方法

作物的收获方法，依作物种类、自然条件、耕作制度、机械化程度和技术水平的差异而有所区别。目前就谷类作物机械收获的方法主要有以下几种。

（一）分别收获法

这种收获方法是用不同机械，分别来完成收割、铺放、打捆、搬运、脱粒和清选等项作业。目前在机械化水平较低的地区，收获某些作物时，仍采用此种方法。它的优点是所用机器构造比较简单，故障少，易掌握，价格便宜。但收获的总时间较长，劳动强度大，生产率低，总的损失亦较大。

（二）分段收获法

分段收获法也叫分解收获法。一般整个收获过程分为两个阶段。首先用割晒机将作物割下，并按要求的角度、厚度成条状地铺放在割茬上，经过3—7天的晾晒，利用作物的后熟作用，使其成熟一致，并降低了含水量。然后，用装有拾禾器的联合收获机，把条铺捡拾起来，进行脱粒和清选。这种收获方法具有以下优点：

1. 提前收获, 一般情况下, 比直接收获, 可提前一星期左右。因此, 可以缓和收获工作的紧张程度, 以及劳动力过于集中的矛盾。提高了机器的利用率。

2. 充分利用作物的后熟作用, 使谷粒饱满、坚实、光泽好, 千粒重和产量都有所提高。

3. 割晒作业是在作物的乳熟末期至蜡熟初期进行, 作物不会出现落粒掉穗现象, 经过晾晒成熟一致, 干燥一致, 脱粒干净, 损失少。另外, 还可以减轻晒场压力, 加快粮食处理。

分段收获法, 在新疆和黑龙江的国营农场应用较为普遍, 经济效果显著。但在收获期间若遇阴雨天过多, 籽粒在条铺中易发霉、生芽造成损失。因此, 要根据各地区的具体自然条件, 适当选用此种方法。

(三) 直接收获法

用联合收获机在田间一次完成收割、脱粒、分离、清选等项作业, 称为直接收获法。这种方法可以大幅度地提高劳动生产率, 减轻劳动强度, 并能减少收获损失。但因割后立即脱粒, 由于作物成熟不一致的生物学特性, 所以在脱下的谷粒中会有一部分是不够饱满的, 而且容易产生破碎粒。在杂草多、茎秆潮湿的情况下, 容易发生脱粒不净及机器堵塞、缠草等故障。另外, 因适时收获的时间短, 机器全年的利用率低。

三、收获机械的类型

收获机械包括收割机、脱粒机和联合收获机。

(一) 收割机

收割机能完成作物的收割和铺放(或打捆)两道工序。按作物铺放的形式不同, 可分为收割机、割晒机和割捆机。

1. 收割机 收割时, 将作物铺放在割茬上, 形成“转向条铺”(茎秆倾倒方向约与机器前进方向垂直)或间断性条堆。割后适于人工打捆。此机型号较多, 一般与手扶或小型拖拉机配套, 多为悬挂式。如上海—108、北京—185、4GW—2.5等。也有自走式的如浙江—1003。

2. 割晒机 收割时, 将作物放成“顺向条铺”, 适于联合收获机拾禾脱谷。割晒机的割幅较大, 一般为4米或4米以上。割晒机有牵引式、悬挂式和自走式三种。如GS—4.6型牵引式割晒机和4SX—3.8型悬挂式割晒机等。

3. 割捆机 收割时, 将作物捆成小捆并抛于地面。打捆所用的绳子有麻绳、草绳及尼龙绳等。用麻绳和草绳打捆的割晒机因捆束机构复杂、故障多, 目前已不使用。

(二) 脱粒机

脱粒机按其完成脱粒工作的情况, 可分为简易式、半复式和复式三种。

1. 简易式 这种脱粒机仅能完成谷粒从穗上脱下来的作用, 如锥形滚筒简易脱粒机等。

2. 半复式 这种脱粒机除具有脱粒机构外, 还有简易的分离机构, 能把脱出物中的茎秆和部分颖壳等杂物分离出来, 但还必须经过清选, 才能得到较清洁的谷粒。主要机型有红旗—700全喂入脱粒机和工农—400半喂入脱粒机等。

3. 复式 这种脱粒机具有完备的脱粒、分离和清选机构。应用此种脱粒机不仅能直接获得较纯净的谷粒, 而且能将谷粒分级。主要机型如丰收—1100型复式脱粒机。

(三) 联合收获机

1. 按动力供给方式分类

(1) 牵引式 工作时由拖拉机牵引, 机组较长, 机动性差, 不能自行开道, 多为小型联合收获机。如 4 LQ—2.5 牵引式联合收获机, 其动力由拖拉机动力输出轴供给。也有个别机型较大, 如开封 GT—4.9B 型牵引式联合收获机, 它自带 45 马力柴油机驱动工作部件, 由东方红—54 或 75 拖拉机牵引。国外目前也有由大马力拖拉机动力输出轴驱动的较大型的牵引式联合收获机。牵引式联合收获机的优点在于造价较低, 且拖拉机可以全年充分利用。

(2) 自走式 收割台和脱粒机呈“T”型配置, 结构紧凑, 机动性好, 收获时能自行开道和进行选择收割, 生产率高, 如东风—5、丰收—3.0 等联合收获机。但造价高, 动力和底盘不能全年充分利用。目前, 工业发达国家生产的联合收获机绝大部分都是自走式的。

(3) 悬挂式 将联合收获机悬挂在拖拉机上, 割台位于拖拉机的前方, 脱粒机位于拖拉机的后方, 中间输送装置在一侧, 如珠江—2.5 联合收获机。它具有自走式的某些优点, 造价较低。但其总体配置受到拖拉机的限制, 如驾驶员的视野较差, 中间输送装置很长, 变速挡位不能充分满足收获的要求, 而且联合收获机是分部件悬挂在拖拉机上, 装卸较费工, 整体性较差。

此外, 还有一种半悬挂式, 它侧挂在拖拉机上。割台位于拖拉机的前方, 脱粒机位于其右侧, 外侧安装有一个行走轮支承联合收获机的大部分重量, 内侧有前后两点与拖拉机铰接, 以适应地形, 如开封生产的 HQ—3 联合收获机。这种机型装卸方便, 整体性好, 造价较低, 还能有效地利用拖拉机动力。缺点是驾驶员视野较差, 工作时产生偏牵引, 机组较宽, 机动性不及全悬挂式和自走式好。

(4) 通用底盘式 将联合收获机悬挂在通用底盘上, 收获季节过后, 拆下联合收获机再装上其它农具, 可以充分发挥动力机和底盘的作用。

2. 按作物喂入方式分类

(1) 全喂入式 作物茎秆和穗头全部喂入脱粒装置中进行脱粒。按作物在脱粒滚筒下通过的方向不同, 又可分为切向流滚筒和轴向流滚筒两种型式。传统型式是切向流滚筒, 即作物沿旋转滚筒的前部切线方向喂入, 经短时间脱粒后, 沿滚筒后部切线方向排出, 近年来, 开始采用轴向流滚筒型式 (简称轴流滚筒), 即作物从滚筒轴的一端喂入, 沿滚筒轴向作螺旋状运动, 一边脱粒, 一边分离。它通过滚筒的时间较长, 最后从滚筒的另一端排出。这种型式可以省去庞大的逐稿器, 缩小了联合收获机的体积, 减轻了机器的重量, 并且对大豆、玉米、小麦和水稻等多种作物都能通用。我国南方研制的全喂入联合收获机多采用轴流滚筒式。美国的新荷兰和万国等公司已成批生产轴流滚筒式联合收获机。

(2) 半喂入式 用夹持输送装置夹住作物茎秆, 只将穗部喂入滚筒, 并沿滚筒轴线方向运动进行脱粒。由于茎秆不进入脱粒装置, 因而减化了结构, 降低了功率消耗, 并保持了茎秆的完整性。但对进入脱粒装置前的茎秆整齐度要求较高, 生产率较低, 喂入量不超过 2 公斤/秒。主要用在小型水稻联合收获机上。

除以上分类外, 还可以按下列分类:

1. 按作物名称分类, 如小麦收获机、水稻收获机、玉米收获机、棉花收获机等。

2. 按作物流向和割台相对脱粒机的位置分类, 如 T 型、Γ 型、L 型和直流型联合收获

机等。

3. 按生产率大小分类, 如大型(生产率5公斤/秒以上)、中型(3~5公斤/秒)、小型(3公斤/秒以下)。

4. 按行走部件分类, 如轮式、半履带式和履带式。

5. 按地面条件分类, 如平地型和坡地形等。

四、收获机械的发展动向

几十年来, 联合收获机在结构和性能方面虽有很多改进和提高, 但是, 其基本型式变化不大。其主要工作部件如拨禾轮、切割器、脱粒滚筒、逐稿器和清粮装置等在原理方面仍和以前基本相同。但其工效和作业质量有了显著的提高。目前生产的联合收获机, 绝大部分为传统式的, 其发展特点如下:

1. 向自走高效和通用方面发展 五十年代初, 世界各国牵引式联合收获机占多数, 1950年美国牵引式的占75%, 苏联牵引式的占80%以上。到六十年代中后期, 美国生产的自走式占90~95%, 苏联则停止生产牵引式联合收获机。目前, 世界上只有少数国家仍继续生产少量的牵引式, 主要是为大马力拖拉机配套, 也有个别国家生产小型牵引式和半悬挂式联合收获机。日本近年来大量生产半喂入自走式联合收获机。

以收小麦为主的联合收获机, 普遍向大型高效发展。生产率从4—5公斤/秒发展到7—8公斤/秒, 个别已达到10公斤/秒以上。如东德由E—512发展为E—516, 生产率由5公斤/秒提高到10公斤/秒。E—516联合收获机是目前世界上最大型的收获机械之一, 其最大割幅为7.6米, 脱粒机宽为1.625米, 发动机220马力, 整机重量达12吨。

新生产的联合收获机为扩大用途, 提高利用率, 一般除配有几种不同割幅的小麦割台外, 还配有专用的玉米割台、大豆割台和水稻割台等。当收获不同作物时, 只要快速换装割台, 并对某些工作部件进行必要的改装和调整, 即可进行作业。

2. 为提高生产率而广泛采用自动控制和监视装置 收获季节十分繁忙, 适宜收获的时间比较短, 联合收获机的造价又很高。因此要求联合收获机要高效可靠地工作, 才能及时完成收获任务, 才能符合经济效益的要求。所以, 在现代联合收获机上广泛采用自动控制和监视装置, 以保证联合收获机正常高效地工作。

3. 收割台快速挂接 为适应宽割台运输的需要, 割台过桥广泛采用快速连接和拆卸装置。一个驾驶员只需十几分钟时间, 即可安装或拆卸完毕。其中包括: 割台和过桥的快速连接或拆卸; 割台传动轴的快速连接或拆卸; 高压油管快速接头的装卸等项。

4. 行走装置的改进 在大型联合收获机上, 液压驱动行走装置和驱动工作部件的机具逐渐增多。由于行走三角带无级变速器的打滑现象比较明显, 因而广泛采用液压驱动。但是, 由于液压驱动的效率较低, 价格较高等问题, 使用上受到一定的限制。为了解决联合收获机在湿地上的通过性问题, 多数采用高花纹低压大轮胎和四轮驱动的办法, 也有采用半履带和全履带式的行走装置。

5. 轴流滚筒式的联合收获机大量投产 我国南方用于收获水稻的全喂入轴流型联合收获机(珠江—2.5等)已成批生产, 使用效果良好。美国新荷兰公司的TR—70双轴流滚筒、万国公司的1400系列单轴流滚筒等联合收获机均已大量生产。

6. 操作的舒适性和安全性 现代的联合收获机对驾驶员的工作条件十分注意, 根据人体工程学的研究, 除提供可调节高低的沙发椅外, 驾驶室还采用防震、隔热、防噪音和空调

等装置。驾驶室内有各种仪表，用来显示各工作部件的作业状况和工作质量。还有电子计算机记录生产率等。利用电液或气液等装置，使操作省力而方便。有的国家安全法规定驾驶室必须采用钢柱结构和系带，并需通过大锤打击和翻车试验，以保证在万一翻车时驾驶员的人身安全。

随着科学技术的飞速发展，电子计算机等新技术的广泛应用，联合收获机的自动化、无人化的幻想已变为现实。1976年日本井关农机公司已发明制造了X—HD1500D无人驾驶联合收获机，只要在开始时按一下按钮，以后机器就自动往返行走完成作业。

第二节 联合收获机的结构和工作过程

目前我国北方国营农场所使用的谷物联合收获机，基本上都是全喂入式的，无论自走式、牵引式或悬挂式的，其总体结构虽有差别，但其工作过程基本相同，主要工作部件也大同小异。

全喂入式的谷物联合收获机由收割台、脱粒和清选部分、发动机（或动力输入传动部分）、行走部分、粮箱、集草箱、驾驶操纵台、电气系统和液压系统等组成。

收割台位于机器的正前方或一侧，用于切割和输送谷物。脱粒清选部分包括脱粒装置、分离装置、清粮装置、谷粒和杂余的输送装置等，用以脱粒、分离和清选，并将干净的谷粒送至粮箱，茎秆和颖壳等送到集草箱或排出机外。

联合收获机的工作过程(图8—1)，在直接收获时，分禾器把待割和暂不收割的作物分开，拨禾轮将待割作物导向切割器，并把割断的作物及时从切割器上清理掉，整齐地铺放在收割台上。收割台螺旋推运器把割下的作物推送到收割台中部，由推运器上的伸缩拨指将作物拨向喂入输送器。喂入输送器将作物向上运到脱粒装置进行脱粒，脱下的大部分谷粒、颖壳和小的杂物，通过凹板的筛孔落到抖动板上。滚筒和逐稿轮将长茎秆、部分谷粒和未脱净的穗头等，沿凹板延伸栅条抛送到逐稿器上。挡帘使抛出的脱出物落在逐稿器的前部，以便充分利用分离面积，并使脱出物的厚度较为均匀。脱出物在逐稿器的抛扬和抖动下，其中的谷粒、碎茎秆和未脱净的穗头等通过逐稿器的筛孔被分离出来，沿逐稿器键箱的滑板落到抖动板上；长茎秆被抛送到集草箱或

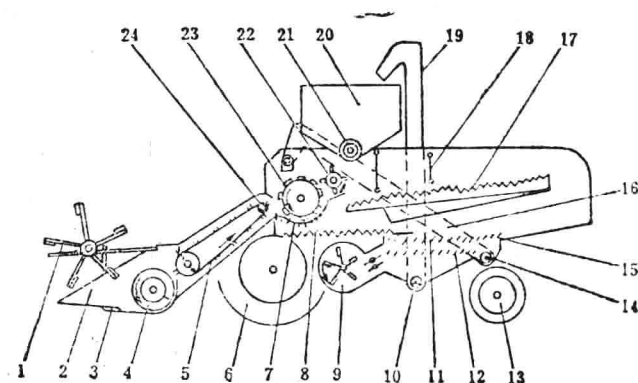


图8—1 联合收获机的结构和工作过程

1. 拨禾轮 2. 分禾器 3. 切割器 4. 收割台螺旋推运器 5. 喂入输送器 6. 驱动轮 7. 凹板 8. 抖动板 9. 风扇 10. 谷粒螺旋推运器 11. 上筛 12. 下筛 13. 转向轮 14. 杂余螺旋推运器 15. 尾筛 16. 杂余升运器 17. 逐稿器 18. 挡帘 19. 谷粒升运器 20. 粮箱 21. 卸粮螺旋推运器 22. 逐稿轮 23. 脱粒滚筒 24. 输送器上轴

排出机外。集草箱装满茎秆和颖壳后，可成堆卸放在田间。

落在抖动板上的细小脱出物，在抖动板的作用下谷粒下沉，颖壳和碎茎秆浮在上面，并一起向后移动，落到清粮装置上筛的前部。细小脱出物沿摆动的上筛向后运动中，同时受风扇气流的作用而分开。谷粒通过上筛孔落到下筛上；碎茎秆和未脱净的穗头沿上筛向后运动，未脱净的穗头通过尾筛的较大筛孔落入杂余螺旋推运器中，碎茎秆被筛子逐出，落入集草箱或排出机外；颖壳和轻杂物被风扇的气流吹到集草箱或排出机外。谷粒因体积小、重量大，在沿下筛向后运动中，通过下筛的较小筛孔而落下，由谷粒螺旋推进器和谷粒升运器运送到粮箱中。粮箱装满谷粒时，用卸粮螺旋推运器把谷粒卸到汽车或拖车上；部分碎茎秆、断穗和谷粒等沿摆动的下筛，向后运动，并落入杂余螺旋推运器中。

落入杂余螺旋推运器中的未脱净的穗头和杂余，由杂余升运器送到脱粒装置中再次脱粒，或由复脱器脱粒后送到清粮装置中再进行清选。

联合收获机在进行分段收获的捡拾作业时，应卸掉拨禾轮和割刀的传动，在收割台上装上拾禾器，用拾禾器将作物条铺拣起，经割台螺旋推运器送入喂入输送机。以后作物的运动过程与直接收获相同。

第三节 拨禾装置

为使切割器更好地工作，则需要拨禾装置。其作用有三个：一是引导，将待割作物引向切割器；二是扶持，在切割器进行切割时扶持作物配合切割；三是清理与铺放，将切割器割下来的作物及时的从切割器上清理掉，并整齐地铺放到收割台上。拨禾装置在完成上述作用的同时，对作物会造成一定的损失，即拨禾装置对作物的打击和摩擦而造成落粒；作物在收割台上清理与铺放的效果不好而引起掉穗；拨禾装置对倒伏作物引导不好而产生漏割。

在工作中，拨禾装置造成的损失往往占机器总损失的相当大一部分，所以，拨禾装置的使用调整、合理的结构和最佳的工作参数等，对适应收获各种状况的作物减少损失和提高工作质量，都有重要的意义。

一、拨禾装置的类型及结构特点

在收获机械上，拨禾装置的种类较多，常见的有拨禾轮和扶禾器。

（一）拨禾轮

拨禾轮的结构比较简单、工作可靠，一般用在大中型收割机和联合收获机上。按结构的不同，有普通式和偏心式两种。

1. 普通式拨禾轮

普通式拨禾轮主要由压板、辐条、拉筋、轮轴、皮带轮（或链轮）等组成（图8—2）。工作时，由压板完成引导、扶持、清理与铺放等作用。其特点是构造简单，制造方便，适于收获直立或倒伏不严重的作物。而对倒伏严重的作物适应性较差。

2. 偏心拨禾轮

偏心拨禾轮的构造如图8—3所示，主要由拨禾轮轴、带弹齿的管轴、辐盘、主辐条、偏心盘、副辐条、偏心导杆、弹齿角度调节杆等组成。工作时，弹齿起到普通式拨禾轮压板的作用，同时又通过偏心机构能使弹齿作平面运动，从而有利于向倒伏的作物丛插入，并将其扶起，减少漏割损失。

(二) 扶禾器

偏心拨禾轮对倒伏作物虽有一定的适应能力, 但倒伏超过 45° 时仍不能适应。近年来在中耕作物收获机上采用扶禾器, 它对倒伏作物适应性很强, 倒伏 $70^\circ - 80^\circ$ 的作物, 扶禾器都能将其扶起。

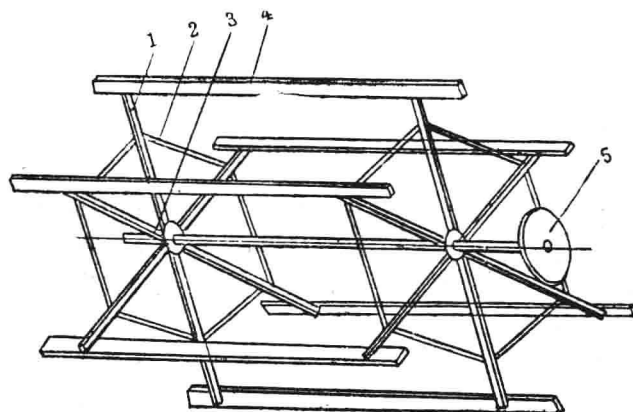


图 8-2 普通拨禾轮

1. 辐条 2. 拉筋 3. 拨禾轮轴
4. 压板 5. 皮带轮 (或链轮)

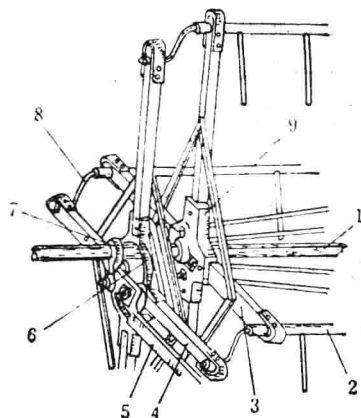


图 8-3 偏心拨禾轮

1. 拨禾轮轴 2. 管轴 3. 主辐条
4. 副辐条 5. 弹齿角度调节杆 6. 偏心盘
7. 偏心导杆 8. 曲柄 9. 辐盘

扶禾器的构造如图 8-4 所示, 它由滑道、滚子链和拨禾齿等组成, 装在链盒内, 倾斜地置于收割台的前方。拨禾齿通常用铁皮或尼龙制成, 铰接在套筒滚子链的链轴上。滚子链在特制的滑道内运动, 滑道上设有挡板, 可控制拨禾齿自链盒内伸出或缩入, 起扶禾作用。

二、拨禾轮压板的运动轨迹

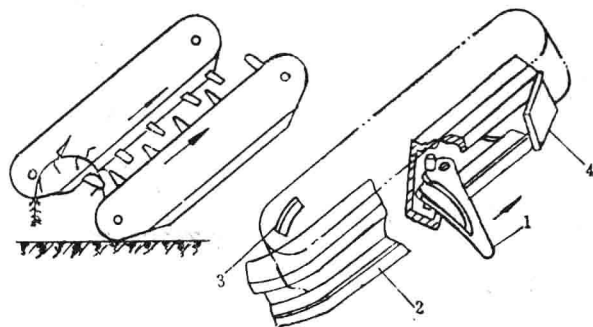


图 8-4 扶禾器

1. 拨禾齿 2. 滑道 3、4. 控制拨齿伸缩的挡板

拨禾轮的三个作用, 是靠工作部件压板相对作物的运动来完成的。作物被切割前相对地面是静止的。所以拨禾轮要完成它的作用与压板相对地面的运动轨迹有密切关系。拨禾轮工作时, 压板一面随机器前进作水平运动, 一面绕拨禾轮轴作圆周运动。因此压板上任何一点的绝对运动轨迹都是这两种运动的合成。

拨禾轮压板的运动轨迹, 可以用作图法求得 (图 8-5)。首先以 O 为圆心, 以拨禾轮半径 R 为半径画圆, 并将此圆周分成 m 等分 (图中为 12 等分)。然后求出压板每转过一等

分的时间隔内机器的前进距离 S , 则

$$S = V_m t$$

(8-1)

式中 V_m —机器前进速度 (米/秒);
 t —压板转一等分的时间 (秒);

而
$$t = \frac{60}{mn}$$

式中 m —圆周上的等分数;
 n —拨禾轮转数 (转/分)。

由点 1 沿机器前进方向量取长度为 S 的线段得 $1'$ 点, 这就是压板上 A_0 点转过一等分

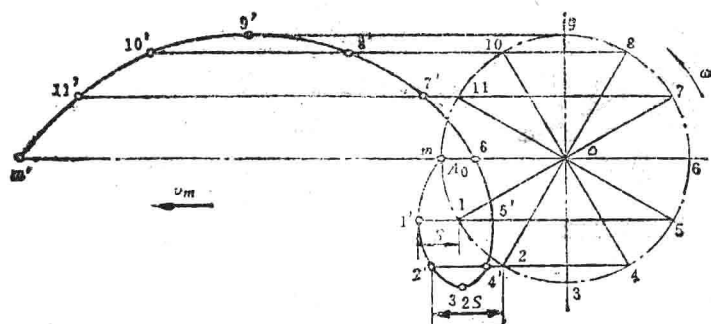


图 8-5 拨禾轮压板的运动轨迹

圆周时的绝对位置。同理, 从 2、3…… m 点也沿前进方向量取线段, 其长度分别为 $2S$ 、 $3S$ …… mS , 也可得出 $2'$ 、 $3'$ …… m' 点, 这些点就是 A_0 转过 2、3…… m 等分圆周时的绝对位置。过 $1'$ 、 $2'$ …… m' 点作一圆滑曲线, 就得到压板上 A_0 点的运动轨迹。此轨迹是一条余摆线。

在所得轨迹的任意点上作

切线, 切线的方向就是压板上 A_0 点在各种位置时绝对速度的方向。在图 8-6 中, EE' 为余摆线摆节最长横弦。在最长横弦的两端点 E 、 E' 处的绝对速度的方向都是垂直的。在 EE' 以上的部分, 压板的水平分速度的方向都是向前的, 将作物向前推, 不能完成引导作物、配合切割及清理铺放的作用, 只有在 EE' 以下的部分, 压板才具有方向向后的水平分速度, 这个向后的水平分速度才能将作物引向割刀、配合切割及清理铺放。由此可见, 拨禾轮压板的三个作用是靠余摆线摆节的下半部分来完成的。

拨禾轮压板的运动是由机器的前进运动和压板的回转运动所合成的, 两种运动速度的配合关系不同, 则运动轨迹也不一样。

设拨禾轮圆周速度 V_r 与机器前进速度 V_m 的比值为 λ , 则

$$\lambda = \frac{V_r}{V_m} \quad (8-2)$$

λ 称为拨禾速度比, 它决定拨禾轮压板运动轨迹的形状。

由图 8-7 可见, 当 $\lambda < 1$ 和 $\lambda = 1$ 时, 其轨迹曲线上任何一点的水平分速度的方向都是向前的, 根本不能把作物引向切割器; 只有当 $\lambda > 1$ 时 (即 $V_r > V_m$), 才能形成余摆线, 也才有可能扶持作物, 将其拨向切割器进行切割, 并在割后继续向后推送作物。

因此, $\lambda > 1$ 是拨禾轮正常工作的必要条件。

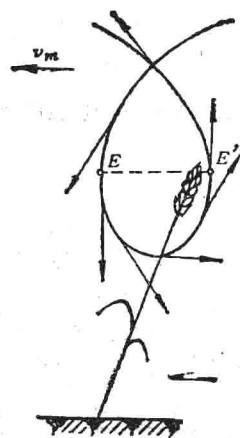


图 8-6

拨禾轮压板的绝对速度

拨禾轮压板的运动轨迹也可以用方程来表示(图8—8), 如果取拨禾轮轴 O 。在地面上的投影点 O 为坐标原点, X 轴沿地面指向前进方向, Y 轴垂直向上, 拨禾轮压板在水平位置 A_0 处为起始相位, 则压板位移方程式为

$$X = V_m t + R \cos \omega t_1 \quad (8-3)$$

$$y = H + h - R \sin \omega t_1 \quad (8-4)$$

式中 R —拨禾轮半径(米);
 V_m —机器的前进速度(米/秒);
 t —压板由水平位置开始转动的时间(秒);

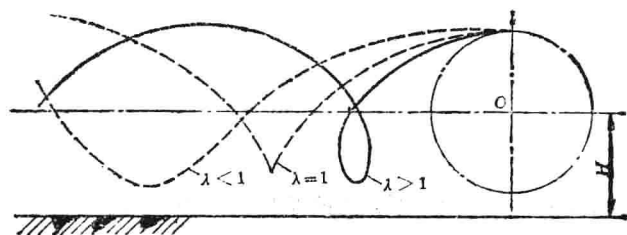


图8—7 不同 λ 值的压板运动轨迹的形状

ω —拨禾轮的角速度(1/秒);

H —拨禾轮的安装高度(米);

h —割茬高度(米)。

取式(8—3)及式(8—4)对时间的导数, 得出压板的水平分速度及垂直分速度方程式。即

$$V_x = \frac{dx}{dt} = V_m - R \omega \sin \omega t_1 \quad (8-5)$$

$$V_y = \frac{dy}{dt} = -R \omega \cos \omega t_1 \quad (8-6)$$

三、拨禾轮压板的作用过程

从对拨禾轮压板运动轨迹的分析中看出, $\lambda > 1$ 是拨禾轮正常工作的必要条件, 而要使拨禾轮具有良好的工作质量, 还必须满足两个要求: 第一, 拨禾轮压板插入作物丛中时, 要尽量减少对谷穗的打击, 以免造成落粒损失; 第二, 在扶持作物配合切割以后, 要继续向后推送, 以防止作物向前翻倒或被压板向上挑起造成损失。

从拨禾轮压板接触未割作物到它将作物向后铺放的整个作用过程, 可分为三个阶段。在这三个阶段中, 拨禾轮压板的运动应分别满足下述要求。

(一) 沿铅垂方向插入作物丛

当压板开始接触谷穗时, 为了减少对谷穗的打击, 要求压板沿铅垂方向插入作物丛中, 即压板应在其水平分速度等于零的时候插入作物丛中(图8—8)。即

$$V_x = V_m - R \omega \sin \omega t_1 = 0$$

$$V_m = R \omega \sin \omega t_1$$

$$\text{所以} \quad \sin \omega t_1 = \frac{V_m}{R \omega} = \frac{1}{\lambda} \quad (8-7)$$

由图8—8可以看出, 当拨禾轮轴安装在切割器正上方时, A_1 点的绝对速度方向垂直向下, 即水平分速度等于零, 且 A_1 点的高度与作物的高度相等, 也就是 A_1 点刚刚接触作物。那么可写出下式:

$$H = L + R \sin \omega t_1 - h \quad (8-8)$$

将式(8—7)代入式(8—8)得:

$$H = L + \frac{R}{\lambda} - h$$

(8-9)

式中 H —拨禾轮轴安装高度(米);

L —作物的高度(米);

R —拨禾轮半径(米);

h —割茬高度(米);

λ —拨禾速度比。

式(8-9)就是要求拨禾轮压板铅垂插入时,各参数之间应该保持的相互关系。由此可知,在工作中,如果拨禾速度比 λ ,拨禾轮半径 R 和割茬高度 h 一定,则收割不同高度的作物时,拨禾轮轴的安装高度 H 就应随之调整。

(二) 拨禾轮压板的作用程度

仍从图8-8所示的拨禾轮轴安装在切割器正上方的情况来看,压板从 A_1 点插入作物丛后,压板沿曲线 $A_1 A_2$ 将茎秆引向切割器。当压板由 A_1 运动到 A_2 位置时,辐条 $O_2 A_2$ 呈铅垂状态,割刀也由 C_1 前进至 C_2 。如不考虑作物之间的相互推挤作用,则生长在 k 点的作物,在压板的扶持下开始被割刀切割。随着机器的前进,生长在 k 点到 f 点范围内的作物,将集成一束在压板扶持状态下由割刀切割。由此可知,每块压板每次能向切割器引导并在其扶持下进行切割的作物量,可以用作物根部的线段 $k f = \Delta X$ 来表示, ΔX 称为每块压板的作用范围。此值越大,表示在每块压板扶持下切割的作物量也越多,当拨禾轮轴安装在割刀的正上方时,压板的作用范围 ΔX 就等于余摆线摆节最长横弦的一半,根据图8-8可求得

$$\begin{aligned} \Delta X &= X_1 - X_2 \\ &= V_m t_1 + R \cos \omega t_1 - V_m t_2 \end{aligned}$$

而

$$\sin \omega t_1 = \frac{1}{\lambda}$$

$$\cos \omega t_1 = \sqrt{1 - \sin^2 \omega t_1} = \frac{\sqrt{\lambda^2 - 1}}{\lambda}$$

$$\omega t_2 = \frac{\pi}{2}, \quad t_2 = \frac{\pi}{2\omega}$$

$$X_1 = V_m \frac{\omega t_1}{\omega} + \frac{R}{\lambda} \sqrt{\lambda^2 - 1} = \frac{R}{\lambda} (\omega t_1 + \sqrt{\lambda^2 - 1})$$

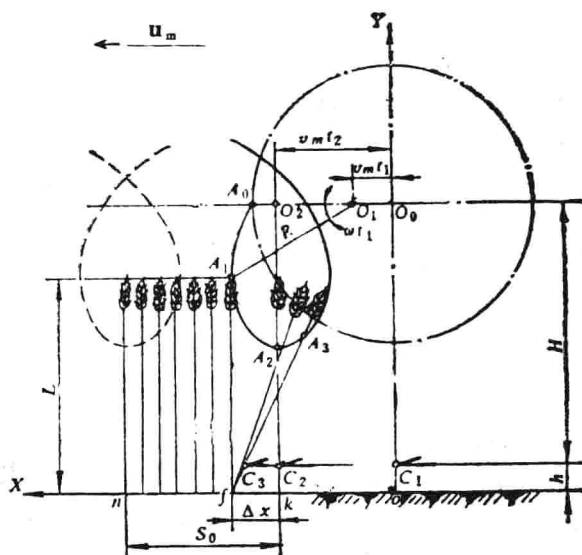


图8-8 拨禾轮工作过程简图

$$X_2 = V_m \frac{\pi}{2\omega} = \frac{\pi R}{2\lambda}$$

所以
$$\Delta X = \frac{R}{\lambda} (\omega t_1 + \sqrt{\lambda^2 - 1} - \frac{\pi}{2})$$

设拨禾轮装有 Z 块压板，则压板的余摆线摆节之间的距离为

$$S_0 = V_m \frac{2\pi}{Z\omega} = \frac{2\pi R}{Z\lambda}$$

根据上述不考虑作物茎秆互相推挤作用的假设，在理论上 $fn = S_0 - \Delta X$ 范围内的作物，都是在没有压板扶持的自由状态下被切割的。

通常把比值 η 称为拨禾轮压板的作用程度，即

$$\eta = \frac{\Delta X}{S_0} = \frac{Z\lambda\Delta X}{2\pi R} \quad (8-10)$$

它表示在拨禾轮压板扶持下切割的作物的百分数。式 (8-10) 表明，作用程度 η 是与压板数 Z 、拨禾速度比 λ 和每块压板的作用范围 ΔX 成正比的。将作用范围 ΔX 与 λ 的关系式代入式 (8-10)，即得

$$\eta = \frac{Z}{2\pi} (\sin^{-1} \frac{1}{\lambda} + \sqrt{\lambda^2 - 1} - \frac{\pi}{2})$$

因此，要加大作用程度 η ，就必须增大参数 Z 和 λ ，实际上 Z 和 λ 的增加都是有限制的。因为增加压板数，不仅使结构复杂，而且增加了击穗次数，使落粒损失增加，现有机具上， $Z = 4-6$ 。拨禾速度比 λ 如过分增大，会造成拨禾轮压板对作物穗部冲击力的增加，并使作物产生“回弹”现象。因此，拨禾轮压板的作用程度 η 都小于 1，一般只在 0.25~0.5 范围内。这就是说有很大一部分作物没有直接被压板作用到，但由于作物有一定的密度，在压板的作用下，会产生互相推挤的现象；另外机器在工作时还有一定的前进速度。所以， η 值虽然很小，但也能很好的满足工作需要。

(三) 清理切刀、稳定推送

当作物茎秆被割断后，要求压板继续起推送作用，使其离开割刀，并整齐地向后铺放在收割台上。如此时压板的作用点位于已割作物重心的稍上方，就能将茎秆稳定地向后推送，直到与拨禾轮圆周相切位置（压板相对于割断作物的运动轨迹是圆，而不是余摆线，见图 8-9）。如果压板的作用点过高，清扫割刀的作用将减弱；如压板的作用点在重心之下，则割断的作物可能会绕压板向前翻倒或被挑起抛出，造成损失。

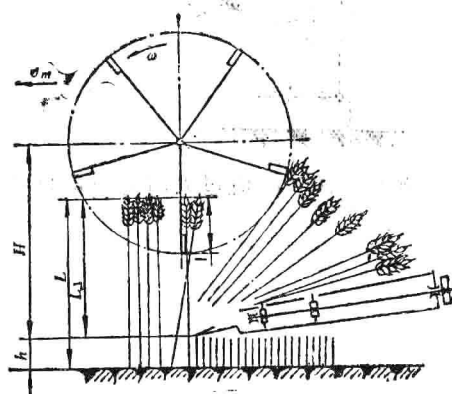


图 8-9 拨禾轮压板的推送作用

已割断作物的重心位置，一般在顶部向下的 $1/3$ 处。设已割部分长为 L_1 ，则 $l = \frac{L_1}{3}$ 。

因此，要使拨禾轮压板作用在割断作物的重心点上，则应保证：

$$H = R + \frac{2}{3}(L - h) \quad (8-11)$$

四、拨禾轮的主要参数

(一) 拨禾轮的转速

在选择拨禾轮的转速时，首先应确定拨禾速度比 λ 。前已分析，拨禾轮正常工作的必要条件为 $\lambda > 1$ 。

加大拨禾速度比 λ ，拨禾轮的作用范围和作用程度都会增加。但是 λ 也不宜过大，它受到两方面因素的限制，其一是当机器前进速度 V_m 一定时，增大 λ 值，就要提高拨禾轮的圆周速度 V_r ，这将因压板对作物穗部的冲击力增加，而使落粒损失剧烈增加。实践证明，对于小麦，压板的圆周速度 V_r 一般不宜超过3米/秒。当机器前进速度 V_m 较高时，为使 V_r 不超过落粒损失限制的允许值，拨禾速度比 λ 就应该减小。其二是当机器前进速度较低时（例如作物产量很高或受拖拉机功率、地形等因素的限制），有可能在 V_r 不超过3米/秒的情况下，也增加了拨禾速度比 λ 。如 λ 值过大会出现作物的“回弹”现象，增大收获损失。

仍以拨禾轮轴安装在切割器正上方的情况来分析，若 λ 值较大，则余摆线的摆节会很宽，以致相邻两块压板的作用范围互相重叠。由图8—10可见，生长在K点的作物，先被第一块压板引向割刀，由于这时压板的速度较快，当茎秆位于向后的极限位置时（茎秆与摆节相切，轮轴轴心在 O_1 点），割刀还在 C_1 位置，未与茎秆相遇，随着压板的上提，作物茎秆就会“回弹”，要到第二块压板重新扶持后，才在 C_2 点被割刀切断。

可见作物发生“回弹”的原因是：每块压板将作用范围内的作物集成一束由割刀依次切割，若割刀未将这束作物割完时，压板已经提升，脱离茎秆，剩下的作物就要发生“回弹”。当拨禾速度比 λ 选得过大时，作物就会在割前多次发生“回弹”，压板这种徒劳无益的击禾动作，会造成大量的掉粒和茎秆紊乱，损失增加，因此要避免发生这种现象。

λ 值的选择应根据作物和机型的具体情况，经过实验而选定最适宜的数值。在麦类联合收获机上 $\lambda = 1.2 \sim 2.0$ ，水稻联合收获机上 $\lambda = 1.3 \sim 2.3$ 。

λ 值确定后，若机器前进速度 V_m 已定，即可求出拨禾轮的转速 n ：

因为
$$\lambda = \frac{V_r}{V_m} = \frac{R\omega}{V_m}$$

而
$$\omega = \frac{\pi n}{30}$$

所以
$$n = \frac{30\lambda V_m}{\pi R} \quad (\text{转/分}) \quad (8-12)$$

式中 R —拨禾轮半径（米）；

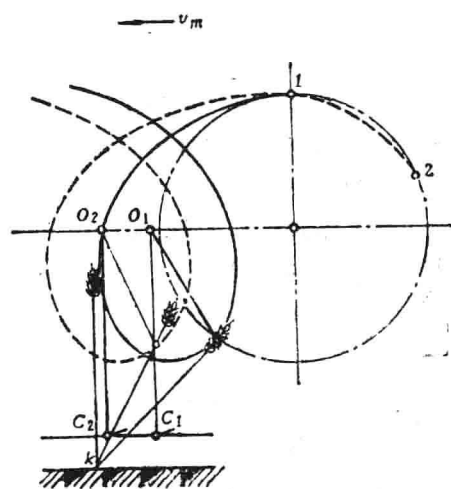


图8—10 λ 值过大时作物的回弹

① 一拨禾轮角速度 (1/秒)。

在实际工作中, 由于作物的干湿、稀密、产量的高低, 以及地形等条件的不同, 常需要改变机器的前进速度。为使拨禾轮具有最佳的工作性能, 要求拨禾轮的转速也能进行调整。通常采用的转速调整方法是更换拨禾轮的传动链轮, 或在拨禾轮的传动中采用无级变速器。前者结构比较简单, 后者操作方便, 多用在高效率的联合收获机上。在新型收获机上是采用液压或电动马达来驱动拨禾轮转动的,

(二) 拨禾轮的直径

在分析拨禾轮的工作过程时, 为了保证“铅垂插入”和“稳定推送”的要求, 则分别推导出公式 (8—9) 和 (8—11) 两个关系公式。它们都与拨禾轮的半径 R 有关。

为了能同时满足上述两项要求, 拨禾轮的半径可由式 (8—9) 和 (8—11) 联立求解得出:

$$\begin{aligned} R &= \frac{\lambda(L-h)}{3(\lambda-1)} \\ D &= \frac{2\lambda(L-h)}{3(\lambda-1)} \end{aligned} \quad (8-13)$$

从上式看出, 拨禾轮的直径与作物的生长高度 L 有密切关系。随着作物高度的改变, 应将拨禾轮的直径适当的变化 (即拨禾轮的直径应该是可以调节的)。但实际上确定拨禾轮的直径还要考虑到结构因素, 为了减轻重量, 简化结构, 拨禾轮的直径一般是不能调整的。并且还要尽可能减少些。特别是在搅龙式收割台上, 为避免和搅龙相碰, 拨禾轮的直径更应适当的减小。目前在小麦联合收获机上 $D=900\sim1200$ 毫米; 水稻联合收获机上, $D=900$ 毫米左右。

(三) 拨禾轮轴的安装位置

为了适应各种不同的作物条件, 在使用中, 还需要对拨禾轮轴的高低和前后位置进行调整。

1. 高低位置

拨禾轮轴相对于割刀的垂直距离 H , 是影响拨禾轮工作质量的重要因素。在前面的分析中, 为使压板“铅垂插入”导出公式 (8—9); 为使已割作物“稳定推送”又导出公式 (8—11)。然而, 由于结构上拨禾轮半径 R 是定值, 作物的生长高度 L 和割茬高度 h 因地而异, 往往用上述两式分别求出的 H 值是不相同的。欲同时满足“垂直插入”和“稳定推送”一般是不可能的。实践表明, 为使机器能够正常工作, 则清理割刀和稳定推送的要求是主要的。因此, 应当按照公式 (8—11) 来确定拨禾轮轴的安装高度。而公式 (8—9) 是设计机器时参照用的, 它比按公式 (8—11) 计算出的数值稍大些。

对于一定直径的拨禾轮, 当作物高度改变时, 安装高度的变化范围可由下式求得。

$$H_{max} = R + \frac{2}{3}(L_{max} - h)$$

$$H_{min} = R + \frac{2}{3}(L_{min} - h)$$

令 S 为拨禾轮安装位置的垂直调整范围, 则

$$S = H_{\max} - H_{\min} = \frac{2}{3}(L_{\max} - L_{\min}) \quad (8-14)$$

式中 $H_{\max}$ —拨禾轮轴最大安装高度 (米)；

$H_{\min}$ —拨禾轮轴最小安装高度 (米)；

$L_{\max}$ —所收作物最大高度 (米)；

$L_{\min}$ —所收作物最小高度 (米)。

考虑到机器在收获作业中常遇到倒伏作物，拨禾轮轴还需要前移和降低才能适应。因此，调节范围 S 应稍大些，以便留有余地。一般机器上的垂直调节范围 $S = 500 \sim 600$ 毫米。

2. 水平位置

拨禾轮轴安装的前后位置，对于拨禾轮的作用范围、扶起性能和推送性能都有很大的影响。

如前分析表明，当拨禾轮轴安装在割刀正上方时，压板的作用范围 ΔX 等于余摆线摆节最大横弦的一半。如果拨禾轮轴相对于割刀前移，则拨禾轮压板的作用范围可以增大。图 8—11 是拨禾轮轴相对割刀前移量为 b 时的工作情况。当压板从 A_1 点插入作物丛引导茎秆至 A_2 点时，割刀还在 C_2 点，未与茎秆相遇。当压板继续转过 $\Delta\phi$ 角度而达到 A_3 点，并且割刀也运动到 C_3 点，压板和割刀同在一条铅垂线上时， mk 范围内的作物开始被扶持切割。由图可知，拨禾轮轴前移后，压板的作用范围，将由 ΔX 增大至 $\Delta X'$ 。

拨禾轮轴也不能前移过多。如果压板在 A_1 点接触的那根茎秆被引导到与余摆线摆节相切的位置 A_4 点时 (图 8—12)，割刀还没达到 C_4 点，则随着拨禾轮压板的提升。茎秆将发生“回弹”。因此，图示的位置是茎秆不发生“回弹”时，拨禾轮轴的最大前移位置。

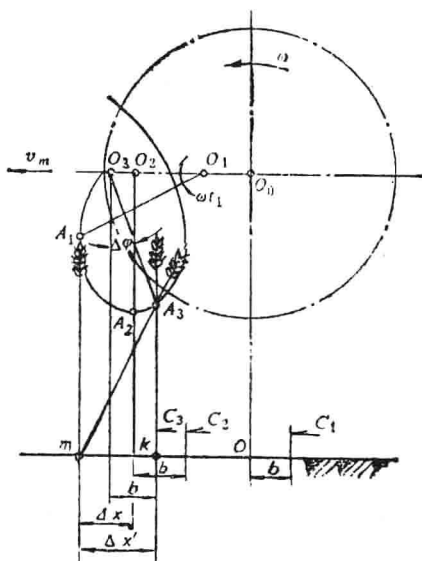


图 8—11 拨禾轮轴前移时的工作情况

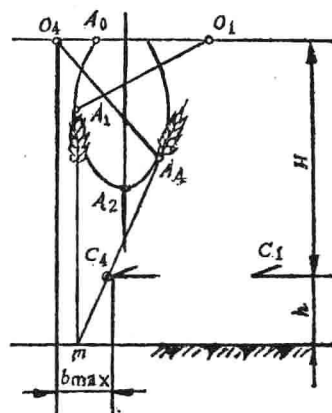


图 8—12 拨禾轮轴的最大前移量

拨禾轮轴前后调整，对于收获倒伏作物的适应性能和推送铺放作用的影响，可用图 8—13 来说明。图中 a 、 b 和 c 分别表示拨禾轮轴安装在割刀正上方，向前移动和向后移动一距离 b 时的工作情况。通常将倒伏作物茎秆根部同谷穗顶部的连线与铅垂线的夹角，称为作物倒