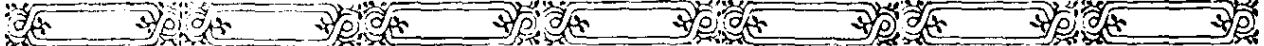


农业机械的几个理论问题

苏联专家·技术科学博士 А·Ф·烏里揚諾夫教授 / 著

1957

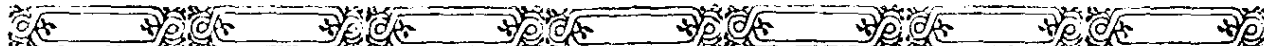
· 北京 ·



農業機械的几个理論問題

A. Ф. 烏里揚諾夫 著

北京農業機械化學院



本書是苏联农业机械专家、技术科学博士、A.Φ. 烏里揚諾夫教授于1956~1957年，在北京农业机械化学院講授“农业机械的几个理論問題”所写的講稿，由我院专家工作室譯校，並經农业机械教研組李翰如、丁鴻基、李自华、吳春江校閱而成。書中所敘述的都是比較重要的农业机械的理論及农业机械試驗等問題。它可作为我国农业机械教師、工程師及科学研究人員的一本极有价值的参考書。由于出版時間匆促及譯校水平有限，書中难免有欠妥善和錯誤之处，請讀者指正。

農業機械的幾個理論問題

A.Φ. 烏里揚諾夫 著

北京農業機械化學院出版

北京農業機械化學院印刷所印

編號 C 5801 1958年1月出版 印數 0001—2000

Предисловие

Китайская Народная Республика быстро темпами осуществляет индустриализацию своего народного хозяйства и в ближайшее время выйдет передовой мировой державой. Усиленно механизмируются многие отрасли производства, в том числе и сельскохозяйственное. Для механизации сельского хозяйства необходимы инженерные кадры, подготовки которых требует наличие в вузах квалифицированного преподавательского состава. Настоящий курс лекций прочитан нами, по некоторым вопросам теории сельскохозяйственных машин, курсантам-педагогам при Пекинском Институте механизации сельского хозяйства, по программам, составленным кафедрой СХ машин того-же института.

Выражаю глубокую благодарность профессору Ли Кан-хей и его сотрудникам по кафедре, директору института и группе переводчиков за активную работу по изданию моих лекций.

Профессор, доктор технических наук

А. Ульманов.

目 录

作者的話（原文）	
序言	1
农业机械的行走輪和牽引裝置	4
切割时順着刀刃滑切的意义	35
螺旋型犁鏵的构成	38
犁的平衡	40
机引犁的起落机构	44
拖拉机犁的悬裝机构	74
旋轉式土壤耕作机械（轉耕机）	92
中耕机起落机构的計算	99
机引播种机的起落机构	105
施肥机械	106
收获机械切割器曲柄連桿机构慣性力的平衡	111
乾草压捆机的理論	117
、脫谷滾筒平衡	127
、逐囊器	132
、滑板	146
、分离篩	148
、第一風扇清粮器	154
、物体在帶縱向振动的斜面上的运动	157
、風扇	165
、清粮和分級机械	186
馬鈴薯收获机械的理論	205
CKEM—3 甜 菜 康拜因	215

乳脂分离器的理論.....	219
亞麻拔麻器.....	232
梳麻器的理論.....	256
犁的試驗.....	265
康拜因的試驗大綱及方法.....	275
清粮机的試驗.....	326
农业机械的动力測定.....	336

序 言

农业机械化給予人們許多好处。首先它能大大地提高农业生产的劳动生产率。例如，采用谷物康拜因来收割谷物，比用人力来收割谷物，其劳动生产率可提高 200 倍。由於农业中的劳动生产率提高了，国家便有可能去开垦新的土地，在从前用人力劳动的时候，要做到这一点是不可能的。

农业机械化还可降低农产品的成本，提高农作物的产量，而且会使国家从农业部門勻出大量劳动力去支援其他国民經济部門。例如去支援工业部門。

农业机械化能使每一个单位面积的收穫量增加，这是因为用机械动力来驱动农业机械的工作質量比較高。大家都知道，用机引犁来翻耕，較之用畜力犁翻耕要深，其碎土能力較强，覆盖殘株的程度較好。用机引播种机比用畜力播种机或用手播种，可以使种籽更好地覆盖在土壤中。用谷物康拜因收割谷物，比用人力或用簡單的机器来收割谷物，可以使谷物的損失大大地減少。損失的減少就意味着單位面积的产量大大地增加。

此外，农业机械化还可以減輕人們的劳动，把农业生产中繁重的累人的劳动改变为輕松的劳动。使农民不致於疲憊过度，使他們在工作之余仍有可能进一步开展文化娱乐活动。

因此，当中华人民共和国提出了走农业机械化的道路时，便采取了正确的措施来迅速地提高国民經济，迅速地提高本国人民的文化水平。目前，中华人民共和国在农业机械化方面稍为落后於苏联和其他国家。但是她决定在最近时期內消滅这一落后的现象。

中华人民共和国在消滅农业机械化方面的落后現象的时候，應該善於利用其他国家在这方面的經驗，首先是利用鄰邦苏联在这方面的經驗。

中国的农业科学家和工作人員在吸取其他国家农业机械化的經驗时，應該記住，不能生搬硬套其他国家在这方面的經驗。許多农业机械的构造形状是与当地（农业机械的工作地区）的土壤气候条件有密切关系的。

假如中国农业地区的土壤气候条件与其他国家有所不同，那么农业技术在某些情况下也应该有本国的特点。中国的农业科学家和科学工作者在这方面担负着重大而光荣的工作。应该从国外农业技术中吸取一切有益的东西，並以本国的新的农业技术来丰富它。

中国科学家在根据外国的农业技术选择适合於本国的机器的时候，应该进行巨大的試驗研究性質的工作。同时需要建立区域性的机器試驗所和試驗站网。試驗站的任务是选择和研究农业机械的类型。当然，高等学校在解决这些重大的任务方面是不能袖手旁观的。

机器試驗所、試驗站和高等学校有那些最重要的任务呢？任务是很的。首先，中国农业科学研究机关应该同机器試驗站一起，进行土壤耕作机械的类型选择工作，尤其是鐮式犁的类型的选择工作。为什么我們要特別重視鐮式犁的选择工作呢？这是因为耕地是費用最昂貴而又最重要的田間作业。耕地所需的費用在机械化谷物农場中，几乎佔全部生产費用的50%。若犁鐮曲面的形狀选择得不够恰当，就要使农場增加附加費用，增加燃油的消耗和加速拖拉机机組的磨損。此外，若犁鐮的形狀不恰当，工作質量就不会好。如果工作質量不好，势必影响作物的产量。目前拖拉机鐮式犁的鐮面型式有四种：熟地型、半螺旋型、螺旋型和园柱型。因此，中国农业工作者应该根据不同的土壤来选择最适合的犁鐮。近来苏联开始推广馬尔采夫院士的无鐮犁，但是在中华人民共和国的条件下要采用馬尔采夫院士的无鐮犁，应首先进行全面的試驗。

正确地选择播种机的工作部份，在农业中具有重大的意义。譬如机引播种机的园盘开溝器的构造、保养和修理都比較复杂，而且工作阻力几乎比鐮式开溝器要大兩倍。鐮式开溝器工作輕便，构造和保养較为簡單。因此，中国科学家应该研究在播种机上采用那一种工作机构最为适宜。

目前，收穫谷物有两种方法：分解收穫法和用康拜因直接联合收穫法。根据苏联的經驗，谷类作物的分解收穫法具有很多优点，所以中国应该广泛地利用这一經驗。

目前有許多构造上不同的谷物康拜因，中国农业科学家应当研究各种不同构造的谷物康拜因，並为本国选择构造最合理的康拜因。

中国农业工作者所面臨着的畜牧业机械化这一任务也是很重要的。以收穫牧草的問題为例，在苏联收穫牧草的方法是很多的。中国同志应当研究这些方法，並选择对本国条件最适合的方法。

中国的灌溉农业是很发达的，但在灌溉机械化方面还有着巨大的工作，即不仅要吸取外国的經驗，而且主要的要創立新的本国的农业技术。这任务是光荣而重大的。

本書主要是闡述目前中国大学生未曾学到过的，或者是学得不够深刻的一些农业机械的理論性問題，作为科学研究人員、高等学校教师和农业机务工作者們的参考。

農業機械的行走輪和牽引裝置

§1. 概述

農業機械中的大部分機器是能夠移動的，也就是說，工作時能夠行走。因而，對這種機器來說，正確的安裝行走輪和正確地設計牽引裝置就具有重大的意義。農業機器的行走部分必須符合下列的主要要求：機器不論在工作位置或在運輸位置都要穩定，轉彎時必須靈活方便，必須良好地適應起伏的地形，必須使機器在地面上滾動時消耗最小的牽引力。最好是：

$$\rho_M \leq \rho_{TP},$$

式中 ρ_{TP} ——拖拉機的迴轉半徑；

ρ_M ——農業機器的迴轉半徑。

為了保證機器的穩定性，必須使它具有三個支持點，並使三個支持點構成這樣的位置：即不論在工作位置或運輸位置時，機器重心投影點不越出三個支持點所構成的三角形之外。在某些情況下，例如機器很高，設計師還必須估計到慣性力對機器穩定性的影響。

為了使機器具有良好的迴轉性能，輪子必須這樣裝置：當機器不論向任何方向移動和轉彎時，輪子須有正確的行走方向。也就是說，輪面在任何時候都應符合於機器行走的方向。這種情況只有當所有輪子在轉彎時具有同一瞬時迴轉中心時才能實現。從帶前導輪的三個輪子的簡圖（圖1）可以看出：當所有輪子具有同一迴轉中心時，就保證了機器的靈活性（即保證其迴轉性能）。但是，不是在任何時候設計師都能滿足這個要求；因為事實證明，所有的輪子不會產生一致的運動，其中，某些輪子轉彎時較困難，因而損壞較快。從圖2所示的機引式康拜因的行走輪上可看出：不是所有的輪子都具有同一的迴轉中心。收割台的地輪在轉彎時較為困難，而產生側移，同時也引起

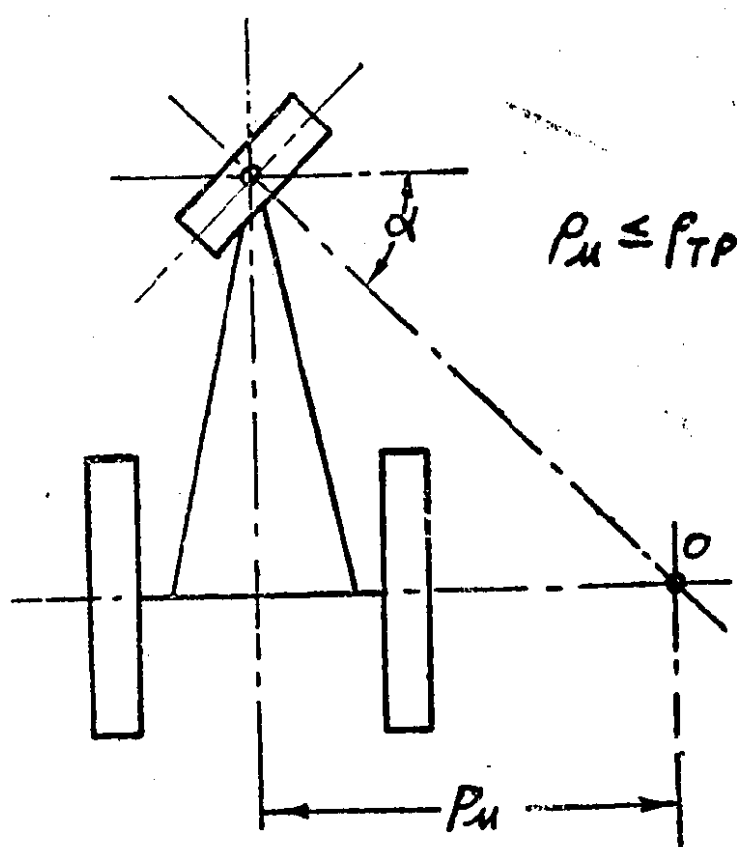


图 1

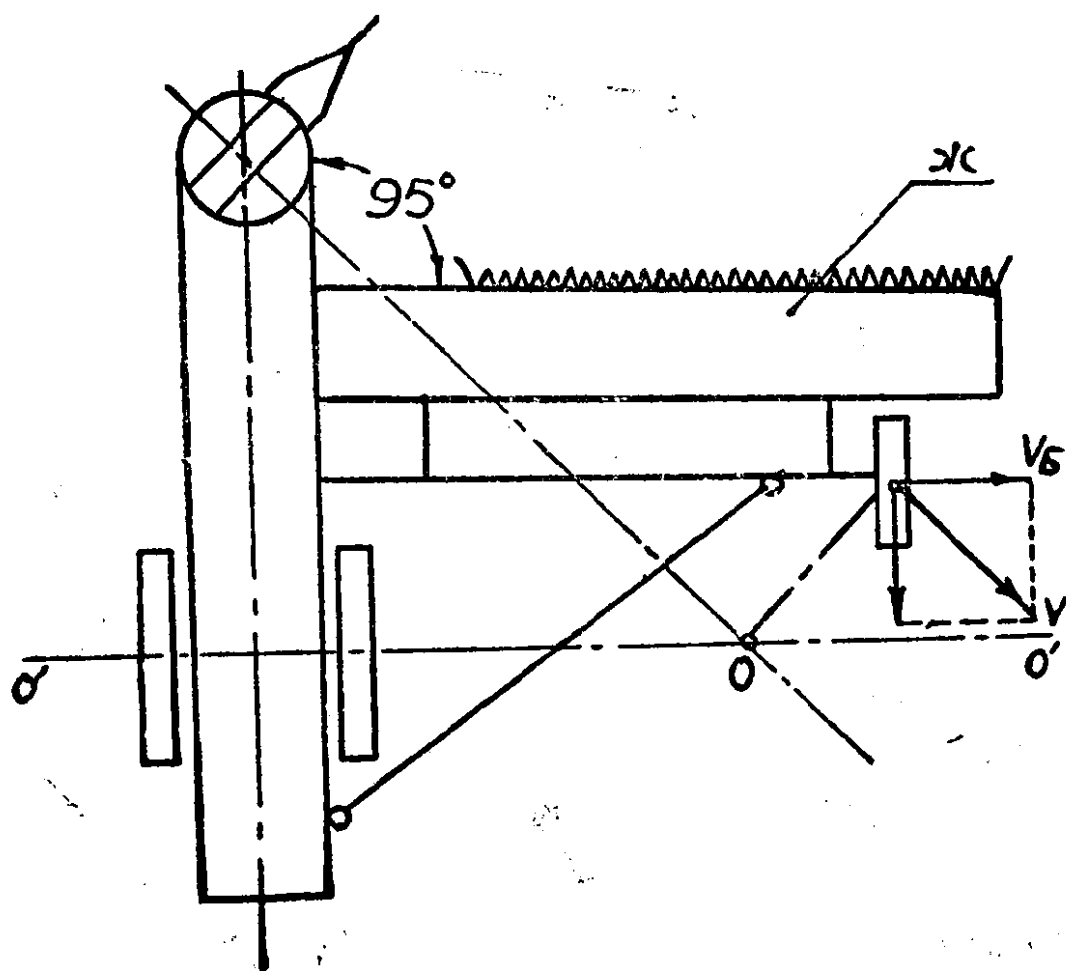


图 2

土壤的侧位移和轮子的额外应力；有时还会使轮子损坏。为了减小这种缺点，收割台“Ж”须向后偏斜，使地轮紧紧靠近“O'—O'”轴。

机器对地形的适应性的好坏决定于轮子的安装情况和牵引部分的构造。如图3所示的双轮式机器简图，机器的第三支持点为拖拉机的挂钩。许多土壤耕耘机械（中耕机）和播种机械（播种机）等的行走部分都是如此。从图3所示的机器迴转的分析中可以作出重要的结论。分析了速度的方向及在土壤中的工作部件（中耕机的锄头、播种机的开沟器）（图3）就可看出：这样的工作部件的安装位置应尽可能

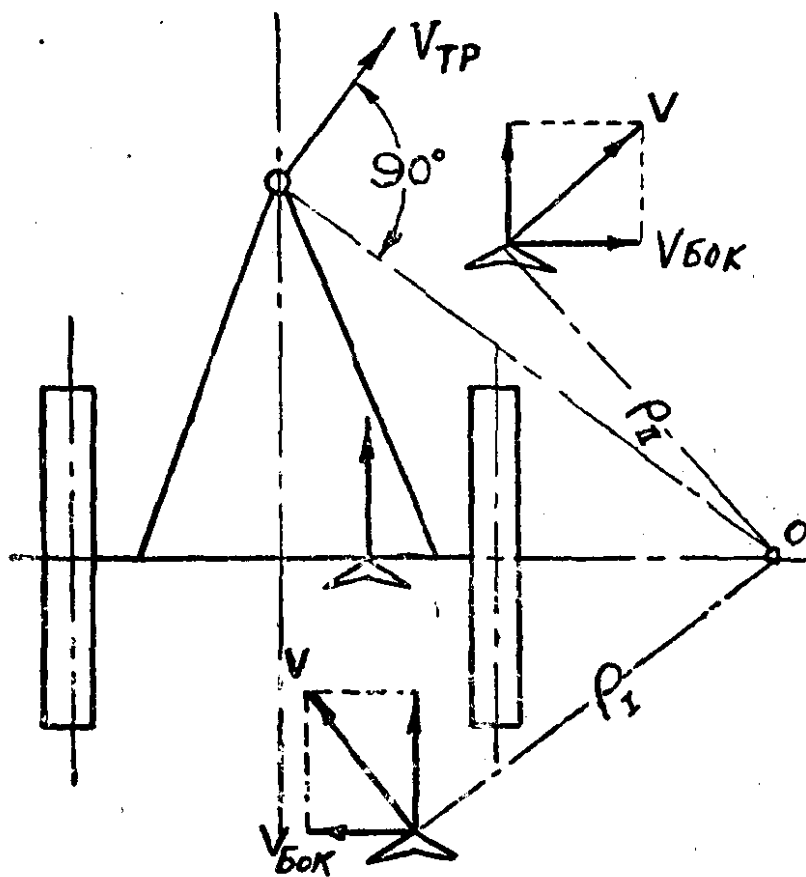


图 3

能地靠近主行走轮的轴。只有在这种情况下，中耕机的锄头、播种机的开沟器及其他类似的工作部件才不会发生侧位移；同时在这种情况下，才可以用简单的吊杆来固定它们。如果这种工作部件不是装在主行走轮的轴上，则必定会发生侧位移（其速度为 $V_{бок}$ ），那时就需要用刚性固定法代替吊杆来固定住工作部件。否则，在某些情况下会降低工作部件的工作质量。双轮式机器的第三支持点是拖拉机的挂钩。这

为了改善机器对地面的适应性，牵引部分与拖拉机的连接必须通过活铰节，使机器能绕水平纵轴偏倾以适应横向地形起伏，又能绕水平横轴偏倾以适应于纵向地形起伏；并使机器在迴转时或非直线运动时能绕铅垂轴转动。要满足这样的要求只有采用球形铰节。在实际情况下，活铰节构造是较简单的，而机器对地形起伏的适应性係借助于牵引部分的间隙来达到的。图4所示为双轮式机器简图。机器的两个

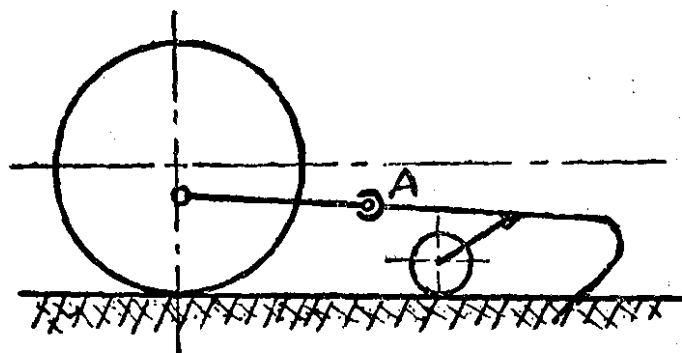


图 4

支持点在輪子上，第三个支持点在拖拉机的牵引桿上。为了保証机器适应于地形起伏，活鉸节“A”必須是球形的；但它也像上述的活鉸节一样，构造是简单的。因而机器对地形起伏的适应性藉助于牵引部分的間隙来达到。

图5所示为四輪式机器簡图。如上所述,为了保証机器的稳定

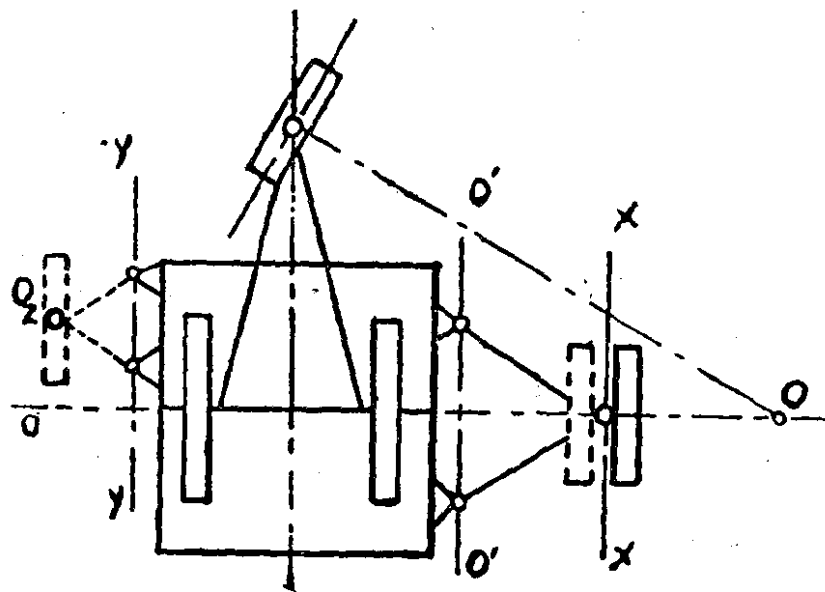


图 5

性，只需三个支持点就足够了。当农业机器在田间工作，即在起伏地面上工作时，第四个支持点是多余的，因为其中一个支持点有时是处于悬空状态。但在实际情况下，有很多四輪式机器，如 **МК—1100** 型脱谷机、畜力割捆机等都具有四个輪子(图 6)。

在这种情况下，第四个輪子应铰接在机架上(图 5)；或使前导輪的两个支持点实际上成为一个支持点(图 6)。这样的构造可使輪子能自动地适应于起伏的地形。

若双輪前架连接在主行

走輪軸上，则需要有繞 $O'-O'$ 和 $X-X$ 軸的两个自由度。輪子不连接在主行走輪軸上，则需要繞 $Y-Y$ 和鉛垂軸 O_z 的两个自由度(图 5)。从带双輪前架的四輪式机器簡图中可以得出这样的結論：为了使机器适应起伏的地形，活铰节“**A**”(机器牽引桿与拖拉机掛鈎的连接点)和“**B**”(机器的主要部分与前架的连接点)必須是球形的(图 6)。在实际情况下，尽管活铰节的构造簡單，但上述这点是考

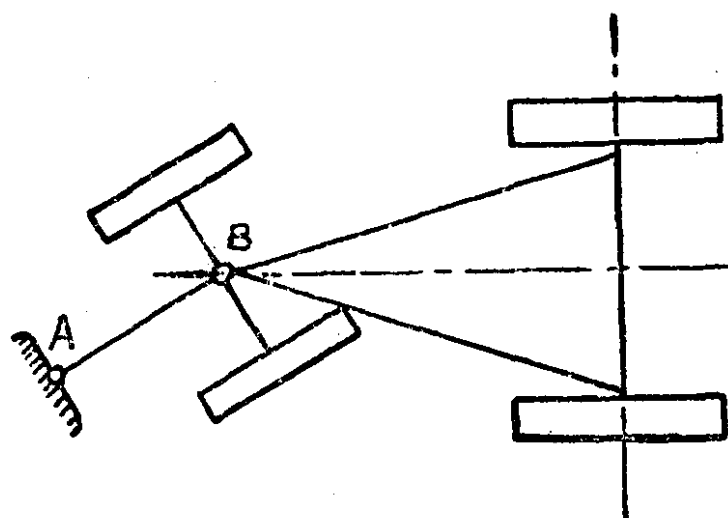


图 6

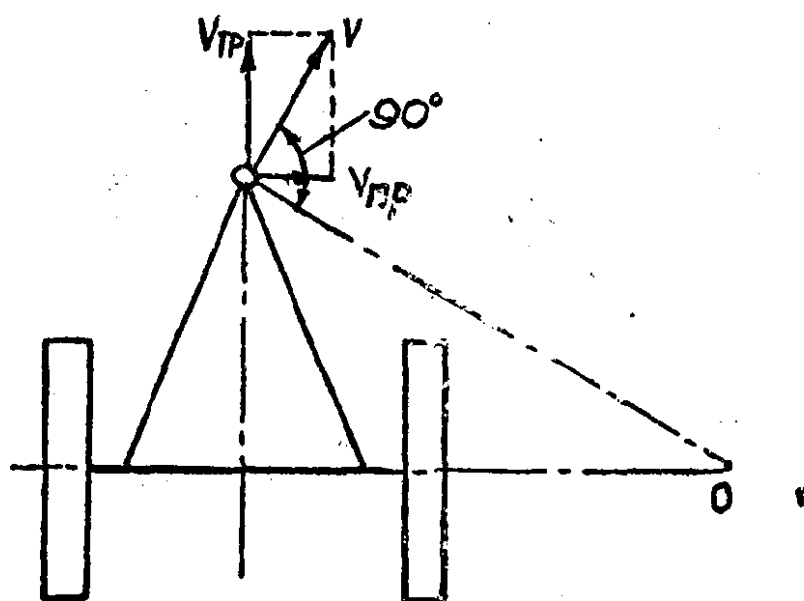


图 7

考虑的，尤其是活铰节“A”。铰节“B”通常是球状支座或者是带间隙的铅垂铰节，藉助于间隙便可使机器适应于起伏的地形。图7所示为带牵引装置的移动点A的双轮式机器简图。有一些带辅助设备（指转向机构）的机器的行走部分的构造简图有时是这样的：当必要时其辅助设备可使牵引点偏向一边，因而改变机器的行走方向。这样行走的迴转中心是由合速度 V 的位置及垂直于此速度的垂直线来确定的。垂直线与主行走轮轴线的相交点即为所求的迴转中心点O。

图8所示为双轮式机器（牵引式割草机）的简图。这种机器藉助于连接杆AB连接在拖拉机上。藉助于特殊机构“B”可以改变自己的位置，同时可以调整割草机的切割器相对于拖拉机的位置。

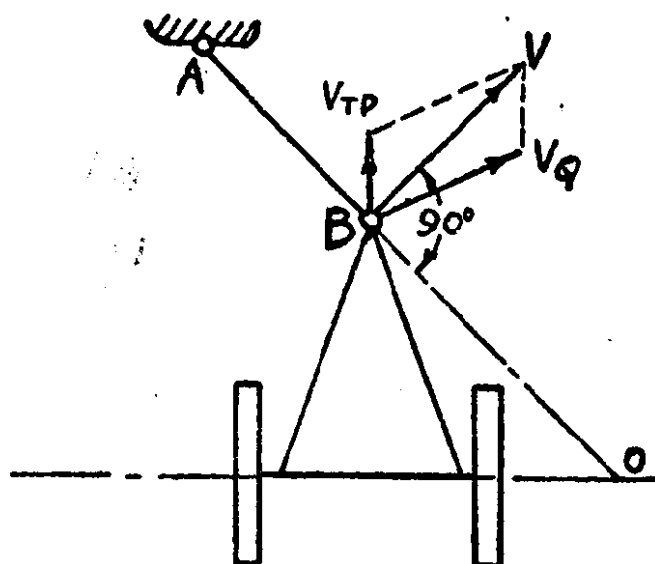


图 8 （註：图中 V_Q 应改为 V_{np} ）

从上述可知：轮子的位置和牵引部分的构造具有重大的意义。如果轮子的位置和牵引部分的构造都很适合，就能保证机器的稳定性、迴转性和对起伏地面的适应性。此外，轮子的位置也能影响机器行走所必需的牵引力的大小。这个问题以后再谈，因为决定机器行走所必需的牵引力的大小除上述因素外，还有其它因素。

§2. 农业机械的轮子及其类型与作用

农业机械的轮子基本上可分为两类：第一类为主动轮，第二类为从动轮。由机器上的发动机通过适当传动装置获得扭动力矩而转动的轮子叫做主动轮，如自走式康拜因的前轮。由外力加到轮子上而使其转

动的輪子叫做从动輪，如播种机的輪子。此外，从动輪又可分为只使机器滚动用的行轉輪或随动輪（如C—6康拜因的輪子）和当滚动时还通过适当的传动机构来驱动机器上的工作部分的傳轉輪或工作輪（如畜力割草机的輪子）。

輪子的構造 苏联在全苏农业机械制造科学研究所(ВИСХОМ)巨大的研究工作的基础上确定了农业机械輪子的主要尺寸作为国家标准ГОСТ3020—45。根据这个标准，规定了如下的輪子直径尺寸：400，500，600，650，700，750，850，900，1220，1380及1500毫米。也就是說，11种尺寸代替了过去的100种。

輪輞的宽度也规定了11种尺寸。这些尺寸代替过去的70种尺寸。这11种尺寸是：40，60，80，100，120，140，180，220，260，300及380毫米。同时也规定了輪輞宽在60~120毫米以內的輪輞断面采用矩形；在140~220毫米以內的用凸出的或凹入的断面；当輞宽为300毫米时，断面上应有一道凹槽；輞宽为380毫米时，断面上应有两道凹槽。直径小于600毫米而負荷小的輪子，采用矩形断面。具有凸出輪輞的輪子，主要应用于轉弯时不能具有同一的迴轉中心的輪子上，例如，机引犁的輪子（在轉弯时发生相当大的側向位移）。当需要增加輪子对側向位移的抵抗力和增加大直径輪子（如搂草机的輪子）的强度时，应采用具有凹入断面的輪輞的輪子。輪子直径在600~900毫米的范围以內时，采用凸出或凹入輪輞。直径为700~1200毫米而負荷重大的輪子，采用具有一道凹槽的輪輞。直径为900~1500毫米的輪子采用两道凹槽的輪輞。

輪輞的材料为CT.3号鋼。絕大多数农业机械的輪子輞条用CT.3号园鋼来制造。輞条数目可按下列經驗公式来决定：

$$n = \frac{D}{6} ,$$

式中 D ——輪子的直径（厘米）。

同时，輞条的数目只限于下列几种：6，8，10，12，14，16，18，20，24，28。輞条与輪輞及輪轂的結合通常用下列两种方法：

1. 先将輞条鉚接在輪輞中，然后再澆鑄輪轂；

2. 把輻條同時鉚接在輪輞和輪轂中。

直径小于 700 毫米的輪子采用第一种方法；这一方法，不但成本高，而且操作也不方便。制造直径为 700~900 毫米的輪子时，采用第二种方法，在专用的机床上来进行，采用这一方法，成本低又便于操作；在这一情况下，通常都是用可鍛鑄鉄来制造輪轂。在大多数情况下，輪子的軸套都采用可換的，用灰口鉄制成。重負荷的輪子上最好采用滾柱和滾珠軸承。

§ 3. 輪子的理論

如上所述，农业机械行走輪滚动时所消耗的牽引力或能量，不仅取决于輪子的正确配置，而且与其他許多因素有关，如輪子的尺寸、构造和类型等。根据实验所得的材料，有时某些机器消耗于輪子滚动的能量竟較消耗于其所作有效工作的能量为大。因此，对正确安裝輪子和輪子构造的問題应給以极大的注意。分析了机器在地面上滚动时作用于輪子的力以后，就可以解决机器輪子滚动时所消耗的能量这一重要問題。然后再分析在輪子稳定运动时和刚性輪輞不变形时作用于輪子的各力。

1. 作用於行轉輪（从動輪）上之力

負荷为 Q 公斤的行轉輪（图 9）在牽引力 P 的作用下，在地面上移动时，压入土中至一定深度 h ，使土壤变形，並在地面上留下輪轍（即凹溝或輪迹）。

当輪子移动时，土壤对輪子产生的反力一般是垂直于輪輞的，即其方向与半径方向相同。显然，这些反力的合力 N 也将是徑向的，並且通过輪心与鉛垂半径成一定角度 β 。除上述力外，当輪子滚动时，在輪子軸套中还产生摩擦力 W ，其作用力臂 r 等于軸套的半径。这样便构成摩擦力矩 $Wr = M_r$ ，它抵抗輪子的轉动。軸套中的摩擦阻力 W 愈大，則所需土壤对輪輞的附着力也愈大。

将 N 力分为 N_1 和 N_2 两力並根据靜力学定理，就可求出作用于輪子上各力及各力矩間的关係：