

外籍学者讲学材料之二

耕作机械化

西德霍恩海姆大学A.Stroppel教授

1980年9月17日—9月30日

农业部教育局
北京农业大学

1980.12

说 明

西德霍恩海姆大学农业工程专家A.Stroppel教授应中华人民共和国农业部的邀请来我国讲学，由北京农业大学和中国农业机械化科学研究院共同举办了耕作机械化讲习班，有关兄弟院校和科研单位的教师和科技人员参加了讲习班，本材料就是讲习班的讲课记录，是由农大和农机院的有关人员根据A.Stroppel教授讲课的翻译的录音整理的，未经A.Stroppel教授本人审阅和修改，由于时间仓促和业务水平的限制，一定有很多错误之处，而且文字也很粗糙，请大家谅解，并对错误和不当之处予以指正。

1980年11月

目 录

1、西德概况	1
1.1德意志联邦共和国概况	1
1.2巴登—符腾堡州的概况	1
1.3霍恩海姆大学	2
1.4种植业的生产过程	2
2、西德的耕整地技术	3
2.1耕整地的目的	3
2.2灭茬	7
2.3深耕	12
2.4种床准备	20
2.5谷物、玉米和甜菜播种的问题	24
3、耕地作业的功率和能源消耗	30
3.1以工作效率为前提制定耕作过程的方法(译文)	30
3.2关于“牵引型和驱动型耕地机具的功率消耗和能量消耗”的报告(译文)	39
3.3牵引式土壤耕作机具在不同的拖拉机发动机负荷时的能量与工时消耗(译文)	46
4、耕地用试验仪器和设备	53
5、耕地动力学方面研究成果	58
5.1菱形犁与传统犁对比试验	58
5.2锄铲式机具的土壤比阻和工作效果	64
6、耕地联合作业机具	70
6.1与分段耕地作业机具相比联合作业机具的优缺点	70
6.2霍恩海姆农机研究所的联合耕作机具	71
附1、西德的农业工程教育和研究	74
附2、拖拉机和耕整地机具节省能源的意义和可能性	81
附3、西德140特别研究项目简介	87

1. 西德概况

1.1. 德意志联邦共和国概况

德意志联邦共和国位于欧洲东部，总面积为247400平方公里；人口6144万；人口密度248人/平方公里。人口在百万以上的城市有：西柏林（2.05百万）、汉堡（1.75百万）、慕尼黑（1.34百万）和科隆（1.02百万）。共有劳动力26百万，其中农林劳动力占6%、产业工业占44.9%、外贸和交通方面占17.8%、其它经济部门（服务部门）占19.3%，政府部门占11.9%。在国民经济总收入中，农林经济占3%、工业占50.6%、贸易和交通占15.7%其它经济部门（服务行业）占19.8%，国家和私人财政收入占10.9%。西德是世界上先进的工业国，出口方面生产的经济力量占世界经济力量的25%，每人平均收入占世界第四位（仅次于美国、瑞士、瑞典）。

德意志联邦共和国由许多州组成。其地形是南部最高、中部次之、北部最低。

西德的南部有阿尔卑斯山，其最高点达3000米以上。靠阿尔卑斯山的北部有多瑙河，阿尔卑斯山和多瑙河中部的地区主要是牧区，也种植甜菜和其它作物。这地区的最大城市是慕尼黑。

中部地区由各种各样的农业种植区组成，还有很多森林，中部的高地种植葡萄。河流有莱茵河、美茵河和维思河。其最大地区是海米特铺。

北部是一些低地，主要种植马铃薯和粮食作物。由于地形较低，所以在种植作物前，必须先进行排水。这里有大量的沼泽地，必须用重型深耕犁进行排水。北部的最大城市是汉堡。

德意志联邦共和国总面积为24.74百万公顷（371百万亩）农业用地为13.18百万公顷（198百万亩）占53.3%。农业用地中57%为可耕地，39%为草地和放牧地。有土地面积在1公顷以上的农户共有84.4万个，其中土地面积在100公顷以上的农户有4200个，平均每农户拥有土地14.6公顷。在农户中，有61%的农户主要从事农业，其它的39%从事付业生产。在农业方面主要种植的作物有冬小麦、冬大麦、春大麦、燕麦、冬黑麦、玉米、甜菜、马铃薯等，西德共有拖拉机145.7万台，共5500万马力，平均每台拖拉机约有40马力，平均每百公顷土地约有400马力。在畜牧业方面，拥有马：40万匹。牛：1500万头（其中奶牛占540万头）、猪2260万头（其中260万头是幼猪）、禽类904万只。（以上都是1978年的统计材料）。

1.2. 巴登—符腾堡州的概况

巴登——符腾堡州位于西德的南部，它由许多地区组成，例如巴登符、黑森、梅克等地区。巴登符地区盛产牛奶、其周围地区盛产水果——葡萄、苹果等。在西德，水果收获已基本上实现机械化，此处还生产大量的啤酒花（也是机械化摘收）。在莱茵和黑森地区的中

部，气候较暖和，种植大量烟草、玉米和蔬菜。这地区的最大城市是符来堡。黑森地区种植大量松树和杉树，周围有很多温泉，因此建立了很多疗养院，已成为一旅游地区。这地区有许多由石灰岩组成的地带、多瑙河在这带穿行，风景优美。梅克地区盛产葡萄和葡萄酒，也种植粮食作物，此外还有一些畜牧业。斯图加特城是工业城市，很多大公司像本茨汽车公司就在此城。它是巴登——符腾堡州的首府，也是交通枢纽，霍恩海姆大学就在斯图加特城。

1.3. 霍恩海姆大学

霍恩海姆大学的前身是从事农业方面研究的单位。在大学的周围有很多实验室和试验地，这样，可用直观教学的方法来获得更好的教学效果。关于霍恩海姆大学，可追溯到1818年。由于此地区的人民生活比较贫困，为了摆脱饥饿的威胁，此地区的人民努力发展农业生产、成立了一个农业讲习所，这是欧洲最早的农业讲习所。此后，不但在德国，在欧洲也逐步建立起一些研究农业方面的讲习所和学校。到1904年，在这里成立了一个很有名的类似于农业学院性质的学校。那时研究农业的人较少，例如霍恩海姆大学前身的学校，平均每年只有100—150个学员。二次世界大战后，学员数量逐步增加到500人/年。近二十年来，从五十年代开始，霍恩海姆大学发生了深刻的变化，特别是成立了农业工程系后，变化更大，目前霍恩海姆大学有五个专门研究农业方面的系。

①研究自然科学的系。

②生物系。

③植物种植系。

④农业经济和畜牧系

⑤社会科学系。

每个系都由许多教研室和一些小的专业室组成。农业工程系有七个研究室，有22名教授。学院的最高领导是校长，校长是校董事的负责人之一。目前有3500个学生，560名教师（其中170名是教授）。

1.4 种植业的生产过程

下面介绍西德使用的各种机具：

埋管机：有开沟埋管和直接埋管二种。

清淤机：根据沟的断面大小不同可以调节工作部件，它采用先割草，后清淤的工序。

深耕犁：履带式拖拉机牵引，耕深可达二米，并使淤泥和沙混合。

深耕耢：用动力输出轴带动，耢可以上下左右活动，以减轻牵引阻力。

捡石机：由捡拾滚筒捡起，通过输送带送入旁边的拖车。

碎石机：由捡拾筒捡起，经破碎后撒在地面上。

离心式撒肥机：由于它价格便宜，使用很普遍，但施肥不均匀。它可以与农用汽车联合作业，以减少运送及装御时间。

气动输送撒肥机：采用气动转液，喷头喷撒，因此施肥均匀。它可以折叠运输。为防止

污染，现在用铲头开沟施入地下。

目前西德粮食的收获全部实现机械化。联合收割机多为自走式，可收油菜；玉米，向日葵。也有一些牵引式联合收割机，因其价格便宜，但工作不自如。联合收割机的最大弱点是分离和清选机构限制了喂入量，也受到运输宽度的限制，所以人们在逐稿器上加逐稿耙，强化分离效果，现在我们所也正研究如何提高分离效率。逐稿耙是克拉斯公司发明的，用来加强分离效果，还能防止在坡地上工作时茎秆轴向移动。美国发明新型轴流式联合收割机，它用新的原理进行分离。这种收割机的滚筒不是横向的、而是两个纵向并列的滚筒。这种轴流式联合收割机茎秆从滚筒出来后还要经过一个辅助滚筒，再次进行分离，然后茎秆撒出机体，它没有典型的分离装置，当然还存在问题。出产这种类型器的有新荷兰，万国，约翰狄尔等公司。这种型号在欧洲试用过，因欧洲茎秆多，影响分离质量，目前还不太实用。人们曾有很多争论，认为联合收割机发展到目前，再向前发展很困难了，但轴流式联合收割机却提供了新的途径，特别在英国。

玉米生产，除草除虫基本上都用化学方法，但也有采用机械中耕的。玉米收割采用传统型收割机，由于收割时玉米湿度较高，（一般在35—40%）传统型纹杆式滚筒破碎率比较高，所以发明了专门收玉米的自走式联合收割机，其不同点主要是脱粒装置。它采用两个轴流式滚筒，滚筒下面装有凹板。收割后的茎秆用打捆机打成捆，捡拾车将草捆捡拾装车。打捆有方形的，也有园形的，园形捆又有二种形式，美国是从里向外打捆，西德是从外向里压，后者的优点是在室外存放时，能防雨水渗透；美国园捆内紧外松，雨水易渗透。草捆用液压叉车输送，也可以就地堆放，如堆放合理，可保存较长时间。与方捆相比，园捆的优点是收获后便于及时清理、腾地。

甜菜种植：种植、中耕均用机械，机收占收获的95%，自走式二行甜菜收割机，只收茎块，叶子翻入地下作肥料，也可以用捡拾器捡起。德国有些农场种植粮食，不饲养牲畜，将甜菜叶切碎撒在地面上，在法国用两段收割，拖拉机前悬挂切顶器，后面挖掘，然后用捡拾器捡拾。

马铃薯栽种机：装有条的旋转链条，把薯块，转到下部时放到沟里，然后培土，种子箱靠液压传动向上移动。马铃薯收割机：薯块挖掘出来后，顺旋转筛到旋转筒，再送入槽内，在这个过程中，土与薯块完全分离。

饲料收获：在前后轮之间装割刀的方式较为普遍，切割部分有带护刃器与不带护刃器二种，不带护刃器的切割速度快。不久前生产了电刀式饲料收割机，优点是效率高，刀片更换方便。

2. 西德的耕整地技术

2.1. 耕整地的目的

首先讲讲德国典型的耕地方法。先讲1950年，在未经耕种的土地都自然保持其生长能力。生长与土地肥力能自然地保持其生态平衡，不需要进行任何耕整地过程都能在几十年、

几百年甚至几千年保持生长的肥力。因为我们目前种植的都是经人们培育后的植物，因此需要人工手段对土地进行加工，人们利用各种手段对土地进行耕整，主要目的是使种植的植物顺利生长和达到很高的产量。

耕地主要任务有以下几个方面：

- 1. 除草灭虫
- 2. 收获后将留在地中的肥料和人工施加的肥料经耕地后加以混合。
- 3. 改变土壤的形态，例如因有的地层不透水，水土保持不好，用耕地方法使之改善。
- 4. 生长过程的一些耕作。因为在植物生长初期，植株矮，叶片少，不能覆盖大地、由于风吹雨打破坏了土壤结构、用耕整方法改善这种情况。所以耕整的最终目的是创造良好的土壤环境，使种子发芽率达到最高水平。

耕整地还有一些问题弄不清楚，即何种土壤结构最有利于作物的生长，因为随时随地观察土壤结构是比较困难的。

在德国我们进行了一些土壤方面的试验，从表 2 — 1 上看到作物生长最佳的土壤孔隙度沙壤土为40%，沙粘土为45%，粘土为47%。

表 2 — 1 作物生长的最佳孔隙度和土壤的比重

土 壤 类 型	孔 隙 度 %	干燥空间比例g/cm
沙 粘 土	40	1.6
沙 粘 土	45	1.45
粘 土	47	1.4

图 2 — 1 图表示一种怎么样的环境造成怎么样的一种土层结构比较适合于种子的发芽和生长。

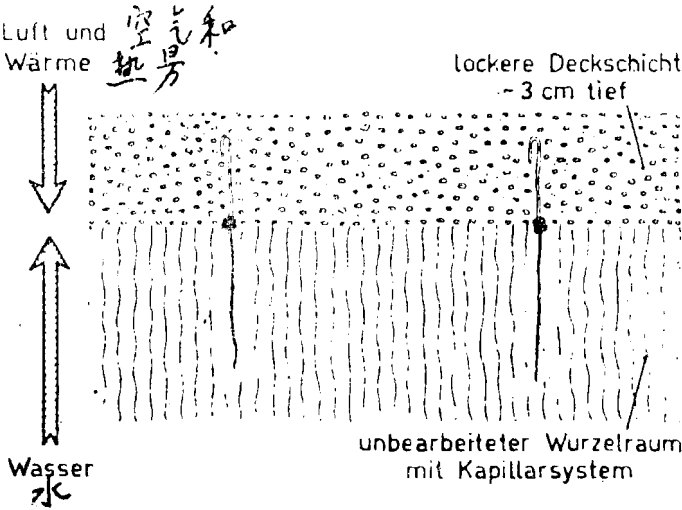


图 2 — 1

在1950年以前德国的耕地作业是比较繁重的。农民起早贪黑的工作，一周工作六天，工

作时间较长，故相对来说时间比较充分。但从1950年以后，这种情况发生了变化，因此耕整地的重点也有所改变。例如灭草已不是一种繁重的劳动了，因为使用了化学灭草剂，以后的耕作方法可称为经济的耕作方法。现在介绍现代化的耕整地方法。

从1950年以来，农村发生了较大的变化，特别是劳动力外流的问题。有许多农民倒流城市。1950年平均每百公顷土地上有29个劳动力，到1979年平均每百公顷土地上只有8个劳动力。不但劳动力减少了，劳动时间也相对减少了。1977年每个农村劳动力每周劳动时间为44小时。每年农民有4—5个星期休假。因为耕地的数量没减少而人的数量减少了，就需要增加更多的机器提高机器的工作效率。因为现在德国粮食种植面积愈来愈大，并且有的地方不止种一季，收获和耕翻时间大大缩短、时间较紧迫，故需要发展更多更现代化的机器。

1950年粮食种植面积为49%，大部分是春播作物。甜菜、马铃薯的种植面积占19%，到1978年粮食种植面积达68%，甜菜、马铃薯面积从19%下降到10%，主要原因是粮食种植面积扩大。因为粮食作物种植化费的劳动力比种植其他作物为少。

粮食生产花费的时间一般每公顷20个人工小时，机械化水平较高的每公顷只要7个人工小时。

甜菜、马铃薯一般水平每公顷花费55个人工小时，机械化水平较高的每公顷20个人工小时。这就是西德粮食种植面积大幅度增长的原因。

德国目前主要种植作物为冬大麦、冬小麦和油菜、这几种作物收割期很接近，七月份开始收获油菜，紧接着是收获冬大麦、冬小麦，在两三个星期内要完成作物的收获，紧接着就是耕翻，时间紧。在两、三个星期中要进行破茬、初耕、细耕和种床耕作作业。故需要效率高的农业机械。

1950年平均每100公顷土地有27马力（20KW）

1979年平均每100公顷土地有400马力（300KW）

最近5年统计数字表明，每个农民平均占有50KW的功率。

1950年每100公顷有13匹畜力（例如13匹马）

1979年每100公顷不到2匹畜力，且只用于儿童们的骑乘。

耕整地除上述各项任务外，还因作物种类或种植要求而有不同的要求。例如：对耕整种植马铃薯的地块，要求土壤整得较细、土块的平均直径不大于20毫米。这是因为在马铃薯收获时，当被铲起的马铃薯和土块一起向上经过旋转输送筛带时，土块必须被分离出来，因此土块的直径不能超过收获机输送筛带上的间隔。再如，以前对种植甜菜的地块整地要求不太高、而近几年来因采用了单粒播种，每棵间距18厘米，播后不再间苗。为保证播种质量和作物生长，对种床的要求也就提高了。

近年来粮食产量大幅度增长，例如1950年的粮食平均产量为25百公斤/公顷，而1978年为45百公斤/公顷。这也是和强化耕整土地相联系的。

由于使用了大功率的农机具和大量使用农药使农业劳动力大量节省，例如1950年每百公顷耕地需29个劳动力，到1979年减为8.5个劳动力，而同时每个劳动力的工资却从0.77马克增加到8.48马克。

* 机引犁作业时的能量消耗问题。

一般能量消耗的计算都是按时间、能量消耗二者计算。

(1) 时间的计算主要是按三方面来计算。

- ①主要化费时间：犁工作所消耗的时间。
 - ②非作业时间：指地头转弯的空行时间。
 - ③损失时间：指清除堵塞或其它故障所化费的时间。
- ①犁进行作业所耗费的时间计算

$$\text{耕每公顷土地所需时间} = \frac{10}{b \cdot u} \quad [\text{小时/公顷}]$$

其中 b ：犁的工作幅宽，单位为 [米]。

u ：犁的工作速度、单位为 [公里/小时]。

②非作业时间的计算。

$$\text{每公顷所化费的非工作时间} = \frac{10000 \cdot t_w}{l_s \cdot b \cdot 60} \quad [\text{小时/公顷}]$$

其中： t_w 为作业机组地头转一次弯所需时间，单位为 [分]。

l_s 为地块的长度，单位为 [米]。

b 为犁的工作幅宽，单位为 [米]

③损失时间的计算。

每公顷所需化费的损失时间按占上两项所需时间的百分比来估算。用 ϕ —时间损失率来计算。

$$\text{所以总需时间} = \left(\frac{10}{b \cdot u} + \frac{10000 t_w}{l_s \cdot b \cdot 90} \right) \left(1 + \frac{\phi}{100} \right)$$

上述公式所计算的总时间不包括农民从家里向地里行走，在路上所耗费的时间。

(2) 能量消耗的计算。

在这里能量消耗主要是指工作时间上的能量消耗，因为工作时间，拖拉机都处于全负荷状态下工作，能量消耗大，而转弯等空行时消耗的功率仅占工作时的10%，所以下面的计算主要是指工作时间的能量消耗。

现假说有一台60瓩的拖拉机（下面讲的拖拉机都以60瓩为基础）。机引犁的最佳工作速度为7 [公里/小时]。土壤是中型土壤。土壤比阻是600 [牛顿/分米²]。（ $\cong 60$ [马力/分米²]）。

$\therefore$ 每米宽所需的功率数为22 [瓩/米]

$$60 \text{ 瓩拖拉机能带动的机引犁宽} = \frac{60}{22} = 2.7 \quad [\text{米}]。$$

$$\text{这台机引犁耕每公顷土地所需时间 } t_c = \frac{10}{b \cdot u}。$$

$$t_c = \frac{10}{2.7 \times 7} = 0.5 \quad [\text{小时/公顷}]$$

$$\text{能量消耗 (E)} = 60 \cdot 0.5 = 30 \quad [\text{瓩小时/公顷}]$$

(8) 燃油消耗量的计算。

如果使用的是柴油，按公升计算。

根据图 2—2 可知，此拖拉机在全负荷时（处于 1.0 时），耗油率为 241 [克/瓩小时]
发动机的热效率为 35%。

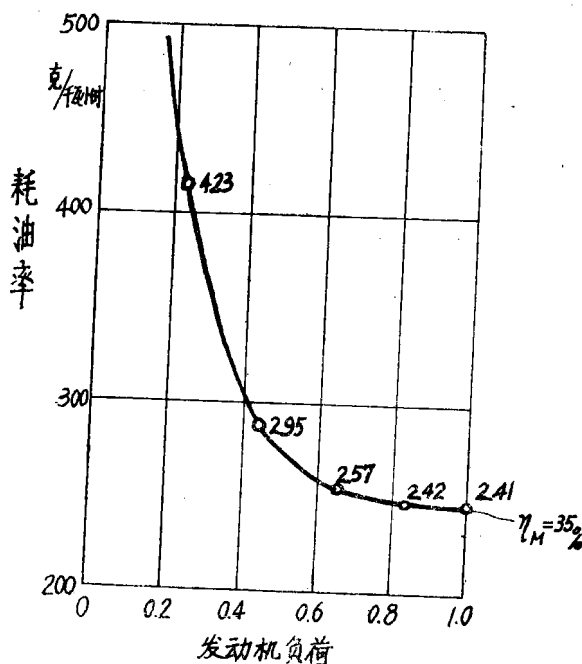


图 2—2

$$\text{所以耕每公顷地需耗费的燃油数量} = \frac{\text{能量} \cdot \text{耗油率}}{1000 \cdot \text{燃油比重}}$$

∵ 柴油的比重是 0.835 公斤/公升

$$\therefore \text{耕每公顷地需耗费的燃油数量} = \frac{30 \cdot 2.41}{1000 \cdot 0.835} = 8 \text{ [1 公升/公顷]}$$

2.2. 灭茬

西德春耕季节的土地耕整程序如下：上一年的八月份开始灭茬、十月份深耕、到来年的三月进行种床准备。

(1) 混合茎秆、残茬和肥料。

(2) 表层松土。

(3) 破坏杂草的根系。

为下一茬作物的种植准备较好的条件。目前在西德使用的各种灭茬农具是机引犁、中耕机、园盘犁、园盘耙、铲式旋转耙、旋转犁、钉齿耙和旋耕机。较宽的机引犁可宽达 15 米，中部可调整以适应于不同的地形。

在德国深耕锄用得较多，主要用于灭茬。深耕锄有一个框架（采用80毫米×80毫米的型钢）。锄铲有刚性结构和弹性结构两种。

灭茬最好的机具是旋耕机。旋耕机的最佳工作速度为5公里/小时。

灭茬也用圆盘耙在地里来回行走达到灭茬的作用。圆盘耙一般最佳工作速度为8公里/小时、能量消耗15瓩/米。铲耢式耙的作用效果大致与圆盘耙相同，最佳工作速度为12公里/小时，能量消耗15瓩/米的灭茬最好的机具是旋耕机，其最佳速度为5公里/小时，能量消耗22瓩/米，旋耕机耕作一遍立刻可投入播种工作。

旋耕和播种同时进行也可使用联合作业机，前面为旋耕机，后面为播种机，种子直接播种在旋耕后的土壤内，这种工作方式的缺点是播种的深度差别很大。

过去灭茬是大部分茎秆已拉走后的灭茬。现在则是全部的茎秆皆留在地中。过去德国大部分茎秆用于喂牲畜，德国农民有句俗话“粪肥是金子”。但随着纯农业生产的农场建立后，茎秆就成了负担，但德国有些地区用来取暖或加工后作饲料，也有些农民不利用茎秆就把它在田地里烧掉，但现在德国已不允许这样做，因为怕造成环境污染和引起火灾，而是利用相应的机具首先将之粉碎，然后撒入地中，其优点是增加了土壤腐殖质及矿物质，改善了土壤的结构。处理茎秆不能用犁，犁将茎秆翻下形成土堡下面的茎秆隔离层对以后工作不利，最好的方法是将它粉碎后均匀地撒在地里与土壤相混合。

西德粮食的种植面积是逐年增加的，目前接近70%的面积用来种植粮食，于是产生了大量茎秆，粮食的产量也是逐年增加，从每公顷3吨增加到每公顷4.7吨，粮食产量增加，当然使茎秆的数量也增加了。

1950年以前德国农民把收获的庄稼拉到场院上脱粒，1950年以后德国生产了联合收割机，目前已有联合收割机15万台，所以大部分茎秆则留在田间。现在茎秆的分配见图2—3。

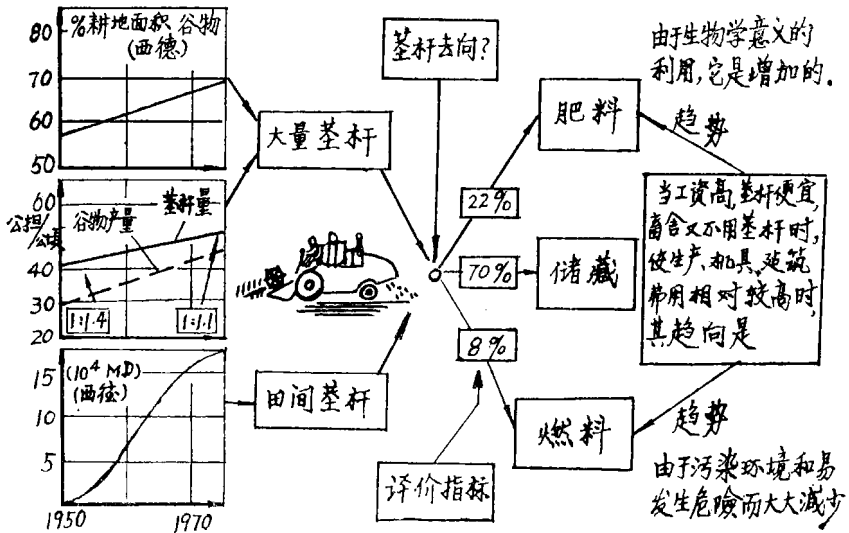


图 2 — 3

1976年统计，但有些地方有些小小的变动。其中22%茎秆做为肥料，70%收集起来用于

工业，8%则在田地中烧掉，在这以前德国已公布禁令禁止烧茎秆，但还是有烧的，可是已经很少了。目前发展的趋势是茎秆做为肥料用；另一部分茎秆做为饲料用，但需用机器将茎秆加工才能使牲畜易于消化。目前也有用茎秆取暖，德国为此专门设计了烧茎秆取暖的锅炉。1公顷茎秆可使90吨粮食的湿度从20%下降到14%，但必须使用专门燃烧茎秆的锅炉，1公顷茎秆也可供一个家庭冬季取暖使用一个月。

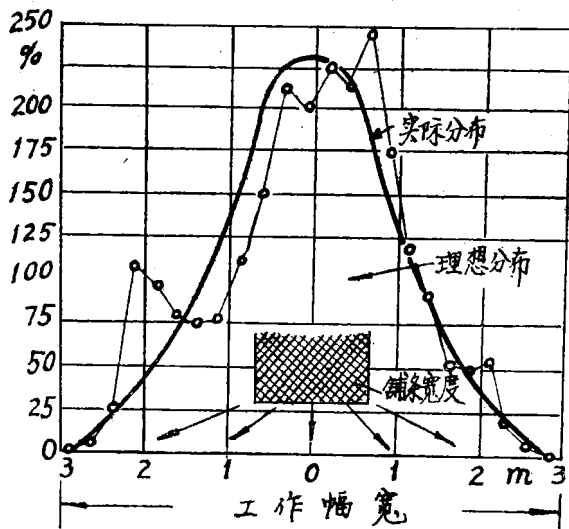


图 2—4

茎秆的均匀性，见图 2—4。

撒布宽度为 6 米，在每个点上都测其撒布的均匀性、最佳效果。在 100 个点上，通过曲线可找到最佳点，其他部分撒布也是均匀的。目前在德国也在研究使用什么方法和机具可使茎秆撒布得更均匀。

图 2—5 中 x 轴是茎秆长度，y 轴是分布的百分数。联合收割机切碎茎秆的最短长度为 5 厘米，有时切碎长度理想，但撒布的均匀性就不太好了。地里的割茬对切碎的茎秆的分布有影响，特别是收获时割茬较高，就使茎秆撒布均匀性成为问题。从表上可见到割茬高度应为 15—20 厘米。以前在德国处理茎秆的主要方法是耕翻，这会造成一个茎秆层既不易腐烂也隔断了地下水方向上输送，并使作物的根长到这里不易向下扎，所以现在德国聪明的农民从来不用耕翻的方法处理茎秆。

图 2—6 上 x 轴表示月份，y 轴表示腐烂程度 (%)。表上靠下面的一根曲线是犁翻耕

在处理茎秆工作中，粉碎茎秆并均匀地撒在田地中是一个较重要的工作环节。在德国粮食的产量为 8—9 吨/公顷、茎秆的产量也差不多。把茎秆均匀撒入田间的一种方法是在联合收割机后装一个茎秆切碎机。另一种方法是采用专门悬挂在拖拉机后的切碎机。因为刚刚脱谷后的茎秆较湿，所以切碎时消耗能量较大；为了保证联合收割机的有效工作，有时可把装在它后面的切碎机卸掉。待茎秆干燥后将之切碎。如果联合收割机割台宽度是 4—5 米，则切碎机应将茎秆均匀撒在 4—5 米的宽度上。切碎机上都标有可均匀撒布茎秆的宽度。

曾经做过茎秆切碎机的试验研究撒布

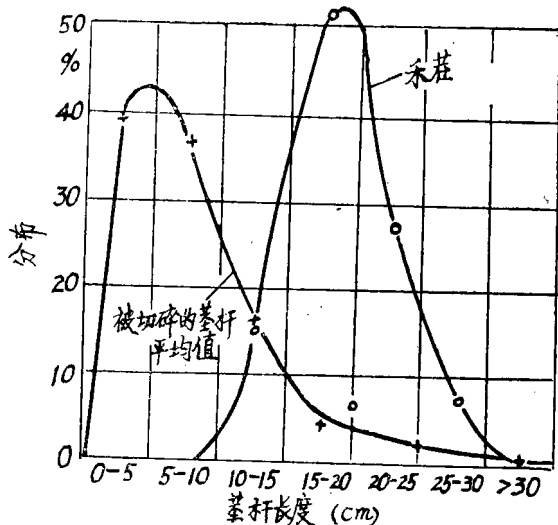


图 2—5

被切碎的茎秆和禾茬长度构造的比较

后的茎杆，上面的一根曲线是旋耕机旋耕后的效果，由图中可看到旋耕机处理比用犁翻耕茎

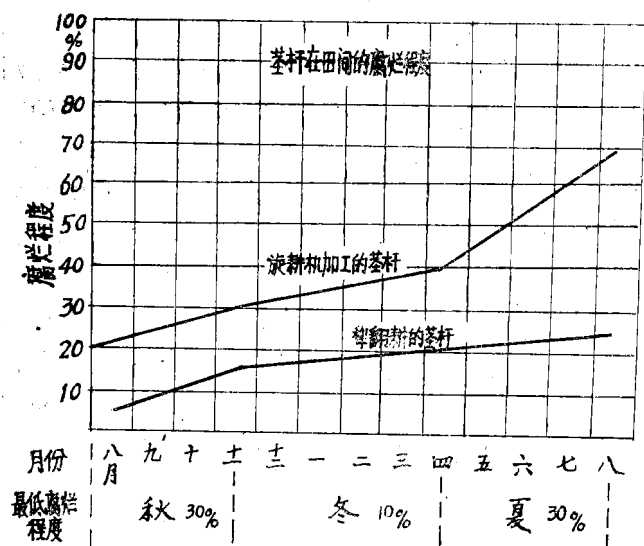


图 2—6

杆经过一段时间后腐烂的效果要好得多。如 8 月份处理的茎杆。腐烂的情况，旋耕机处理的那根曲线上升的很快，而且越来越快。用犁处理的茎杆，则腐烂较慢，这里强调一下德国的情况和美国不同，在德国田地中茎杆的数量比美国多得多。甜菜生长的情况是因土壤中空隙较大，生长遇到阻力小，结果甜菜根系长得乱而不匀，造成收获的困难。现在德国也在进行试验即茎杆埋到什么样的深度才最利于腐烂。我们选择了一块试验地，试验地的茎杆每公顷 5 吨，从 0 开始试验，混合深度分别为 0—4 厘米，0—8 厘米，0—12 厘米……，

见图 2—7（注：把同等数量茎杆分别混合在 0—4 厘米，0—8 厘米等的土层内，如每公顷 5 吨茎杆折合撒铺在 1 平方米内有 0.5 公斤的茎杆，把 0.5 公斤茎杆混合在一平方米面积 0—4 厘米或 0—8 厘米等这样一层土内）。茎杆分散混合在 0—4 厘米土层内和与茎杆分散混合在 0—16 厘米土层内相比，前者由于茎杆过分密集，腐烂效果不太好。所以把每公顷 5 吨的茎杆（折合或每平方米 0.5 公斤）等数量的分别混合入 0—4 厘米，0—8 厘米，0—12 厘米等土层内进行试验。如果田地中茎杆不太多如每公顷 3 吨，就不需混入太深，如使用旋耕机，混入 10 厘米深的土层即可，如每公顷 5 吨茎杆就要加深耕作深度，如从 2—7 中可见混入 0—16 厘米深度较合适，才能使茎杆很好的腐烂。

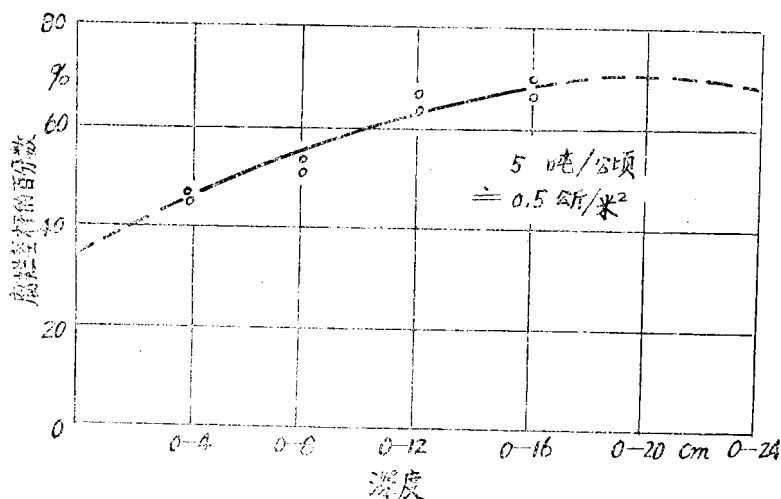


图 2—7

现在在德国使用深耕锄比较多，因为它可使茎秆混合达到一定深度。

有时为增加茎秆腐烂程度，往往再施一些粪，粪内带有能腐烂茎秆的细菌。

图2—8表示茎秆在不同深度分布的情况，x轴表示混入深度，从0至15厘米，y轴表示茎秆按重量分布的情况。

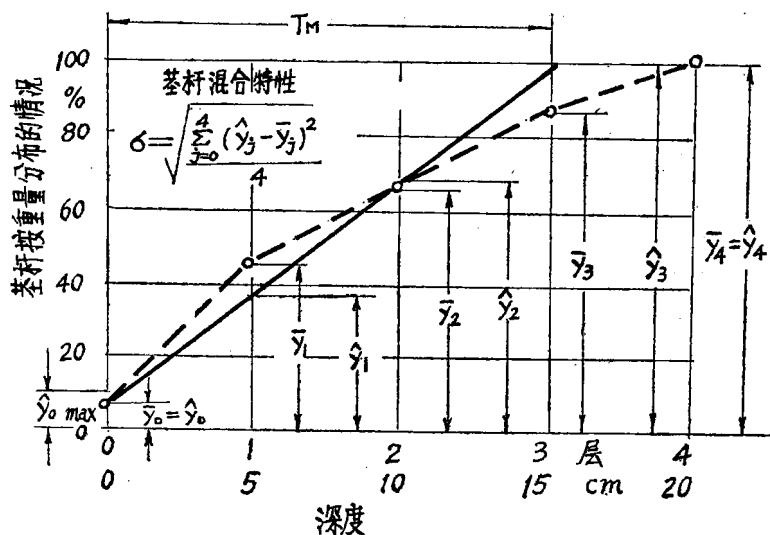


图2—8

$\sigma = \sqrt{\frac{4}{n} \sum_{j=0}^n (\hat{y}_j - \bar{y})^2}$ 是关于测定茎秆加工程度的公式。 σ 是指混合的效果。

茎秆处理可先用深耕锄先锄一作，然后再耕翻。锄能使茎秆混合，但地表仍有茎秆。75年进行试验深耕锄深15cm，茎秆切碎长度<10cm占94%。混合情况见图2—9。

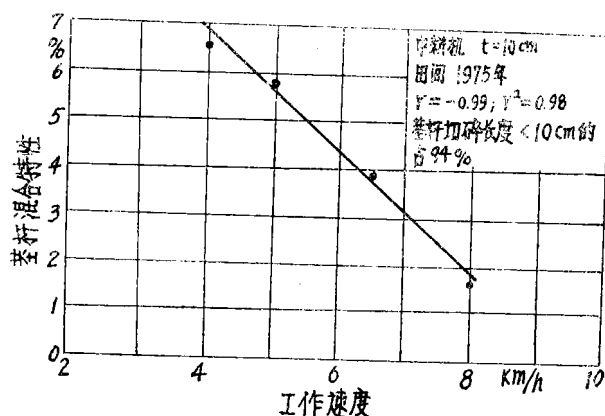


图2—9

目前常用的几种茎秆处理方法：

1. 联合收割机后按装切碎机，切碎后撒在地面，再用旋耕机混合。它是目前西德广泛采

用的一种方法。其缺点是由于切碎功率消耗大，影响联合收割机的工作。

2. 联合收割机收割后，用另一拖拉机带切碎机切碎茎秆，然后用旋耕机混合。其缺点是增加一道工序。

3. 将切碎机与旋耕机组合成联合作业机具，甚至可以和播种机联合作业。图 2—10 表示这种机器的功率消耗，图 2 11 表示这种机器不同深度茎秆混合情况。

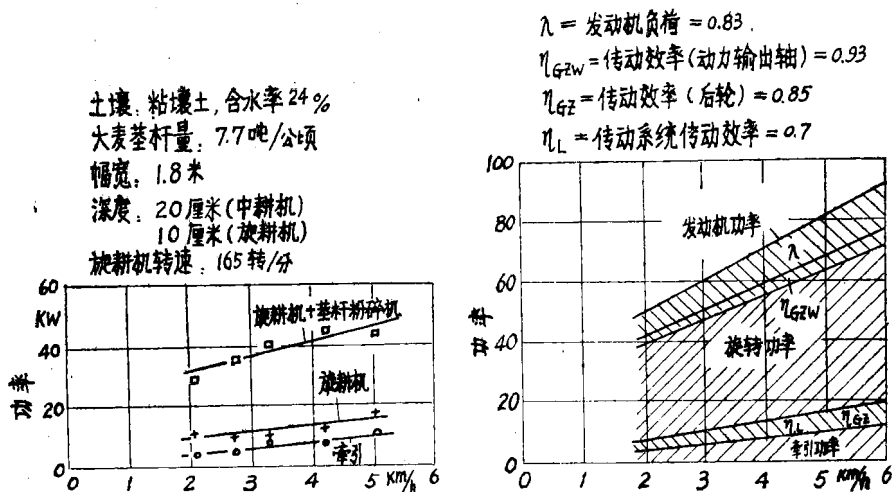


图 2—10 新的茎秆处理机械的功率消耗

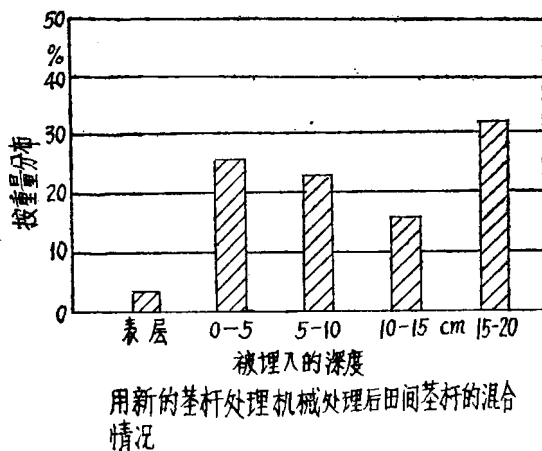


图 2—11

2.3. 深耕

在西德进行深耕的机具主要是深耕犁，有些农场已普遍采用深耕锄（见图 2—12），下面还要讲二者在产量上的对比。园盘犁目前已不太使用了。铲耨犁（见图 2—13），在德国只在极少数粘土潮湿地区使用，它是用动力输出轴带动，其工作方式像锹一样。

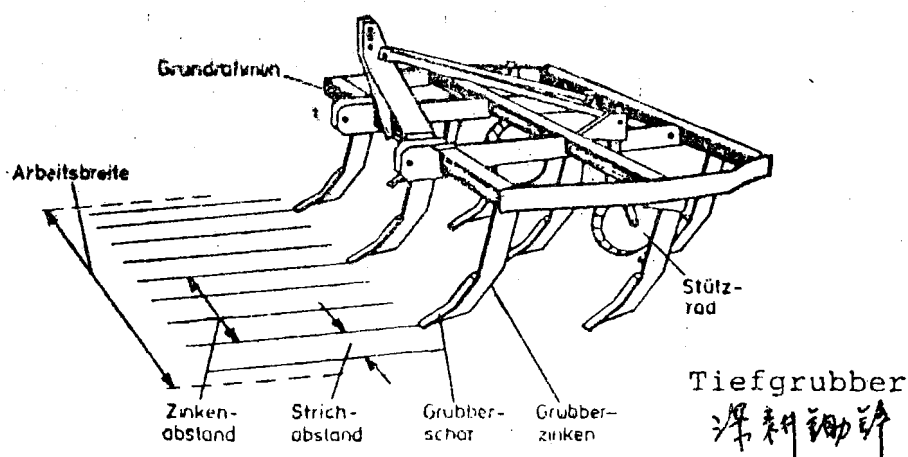


图 2—12 深耕锄

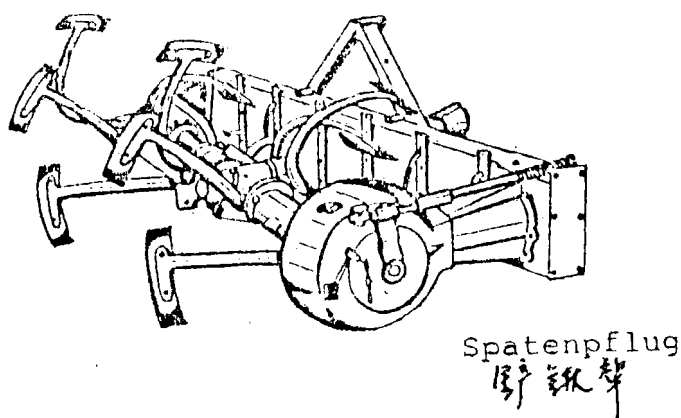


图 2—13 铲铧犁

在中国也经常使用单向犁和翻转犁，单向犁用材料少，重量轻且易调整，价格是翻转犁的一半，运输中问题少。双向犁工作质量好，耕地平整，为种床创造良好条件，目前在西德双向犁占优势。一般双向犁可达10个铧，而单向犁最多可达18个铧。有的每个犁铧上装有安全装置，遇到障碍会抬起，越过后就复位。有的犁采用组合式机架，在重型土壤中可以卸下一个铧。有的犁上坡时最后一犁会升起，而下坡时最后一犁回位工作。凿形犁铧在西德普遍使用，因为它入土较容易。犁壁形状普遍是园柱型或螺旋型，在德国一般轻型土壤上常用园柱型犁壁，在重型土壤上高速作业就要用螺旋型。也有介于这二种犁壁之间的通用性犁壁，约占80%。

下面讲讲深耕锄和深耕犁作业的优缺点，德国曾为使用深耕犁或深耕锄问题进行大讨论，有人提出能否用深耕锄代替深耕犁。下面先就这二种机具能量消耗的问题讲一讲：

深耕锄和深耕犁对比必须采用精确的比较手段，例如在八月份用旋耕机灭茬，十月份用犁翻耕。在进行这二项作业时都可用深耕锄来代替，可以节省很多能量和时间，试验用60Kw拖拉机犁引，在次重型土壤上进行：试验机具参数如表 2—2。

表 2—2

作 业 方 式		深度 (厘米)	速度 (公里/小时)	每米功率消耗 (瓦/米)
深耕犁	旋耕灭茬	10	5	22
	深耕犁	25	5	44
深耕锄	第一次灭茬	15	8	22
	第二次深锄	25	7	49

前面曾讲过:

$$\text{纯工作时间: } te = \frac{10}{v \cdot b} \text{ 小时/公顷}$$

$$\text{总工作时间: } tg = \alpha \cdot \frac{10}{v \cdot b} \text{ 小时/公顷}$$

系数: α 当 $v = 5 - 8$ 公里/小时为 1.35

当 $v = 8 - 12$ 公里/小时为 1.5

$$\text{旋耕作业: } te = \frac{10}{5 \times 2.7} = 0.74 \text{ 小时/公顷}$$

$$tg = 1.35 \times 0.74 = 1 \text{ 小时/公顷}$$

$$\text{犁耕作业: } te = \frac{10}{5 \times 1.36} = 1.47 \text{ 小时/公顷}$$

$$tg = 1.35 \times 1.47 = 2 \text{ 小时/公顷}$$

将旋耕和犁耕作业合在一起, 二项作业的纯工作时间是 2.21 小时/公顷, 它的总的工效是 3 小时/公顷。

二项作业的能量消耗: 是耗油率 $\times$ 拖拉机功率 $\times$ 工作时间。即

$$\frac{241 \times 60 \times 2.21}{1000 \times 0.835} = 38.27 \text{ 公升/公顷}$$

其中 0.835 为柴油比重。

下面看深耕锄工作时的效率和能耗:

$$\text{第一次锄 } te = \frac{10}{8 \times 2.7} = 0.46 \text{ 小时/公顷}$$

$$tg = 1.35 \times 0.46 = 0.62 \text{ 小时/公顷}$$

$$\text{第二次锄 } te = \frac{10}{7 \times 2.1} = 0.68 \text{ 小时/公顷}$$

$$tg = 1.35 \times 0.68 = 0.92 \text{ 小时/公顷}$$

将二次作业合在一起, 它的纯工作时间是 1.14 小时/公顷, 它的总的工效是 1.54 小时/公顷。

它们的能耗是: