



拖拉机使用节油 技术

TUOLAJI SHIYONG
JIEYOU JISHU

工省农业机械管理局科技处 编著

时读物出版社

2

5-11

拖拉机使用节油技术

黑龙江省农业机械管理局科技处 编著

农业出版社

1984.12

拖 拉 机 使 用 节 油 技 术

黑龙江省农业机械管理局科技处 编著

农 村 读 物 出 版 社 出 版

※

※

黑 龙 江 省 新 华 书 店 发 行

哈 尔 滨 市 137 印 刷 厂 印 刷

※

※

开本787×1092毫米 1/32 印张7 字数: 140,000

1984年12月第1版 1984年12月第1次印刷

印数: 1—10,400册

书号: 15267.2 定价: 0.96元

前 言

农业能源问题是我国农业现代化建设中的一个重要问题，在发展农业机械化事业中，坚持正确、科学使用油料是一项重大的节能措施。黑龙江省农业机械化科研部门开展了有关节能方面的研究项目，并且经过部、省两级的鉴定，确定为科研成果，并获国家或省优秀科技成果奖。这些科技成果在生产中已得到推广应用，经济效益显著。根据最新科研成果，我们编著了《拖拉机使用节油技术》以适应农村经济发展的需要。本书可供从事农业机械化管理干部工作参考，也可做拖拉机驾驶员的培训参考书。参加本书编著人员有：黑龙江省农业机械管理局科技处周书宽，黑龙江省农业机械运用研究所谭维喜、浦甲辰、廉英华，黑龙江省农业机械维修研究所任乐亭、张金德，勃利县农业机械管理总站胡文成。本书由东北农学院农机系戴有忠、瞿德懋副教授，黑龙江省农业机械管理局麻相臣、王晶工程师审定。

由于本书的编著属于科研成果的技术开发工作，从事这方面工作还有待于积累经验。~~望农机化方面~~专家学者提出意见，以便再版时完善。

目 录

一、农机节油的理论基础	(1)
(一) 油料消耗指标	(1)
1. 发动机有效功率耗油率	(1)
2. 拖拉机牵引功率耗油率	(3)
3. 机组作业的单位工作量耗油率	(4)
(二) 燃料的燃烧	(6)
1. 燃烧过程	(6)
2. 可燃混合气的形成	(9)
3. 影响燃烧的因素	(11)
(三) 柴油机特性	(15)
1. 负荷特性	(15)
2. 速度特性	(17)
3. 调速特性	(18)
(四) 拖拉机牵引特性	(20)
1. 拖拉机的滑转率	(21)
2. 拖拉机的牵引功率	(22)
3. 拖拉机耗油率	(24)
(五) 农具的牵引阻力	(25)
1. 牵引阻力的构成	(25)
2. 牵引阻力的不稳定性	(26)
3. 农具的比阻	(27)
二、农机运用中的节油技术	(30)
(一) 农业机械的合理编组	(30)

1. 合理编组的原则.....	(30)
2. 编组的方法.....	(32)
3. 存在的主要问题.....	(35)
4. 编组中应考虑的油措施.....	(37)
(二) 机组的正确使用.....	(41)
1. 机组使用的要求.....	(41)
2. 行走方法的选择.....	(44)
3. 作业规范的选择.....	(46)
(三) 班内时间的充分利用.....	(49)
1. 班内时间的组成.....	(49)
2. 班内时间利用的评定指标.....	(51)
3. 存在的主要问题.....	(55)
4. 提高时间利用率的措施.....	(60)
(四) 作业条件的改善.....	(62)
1. 地块合理规划.....	(62)
2. 道路规划和清理田间障碍.....	(63)
3. 保证各生产环节中的作业质量.....	(65)
(五) 加强技术维护.....	(67)
1. 保持标准的技术状态.....	(67)
2. 技术状态变化的原因.....	(71)
3. 存在的主要问题.....	(72)
4. 节油的主要措施.....	(74)
三、油料管理技术.....	(81)
(一) 油料的基本知识.....	(81)
1. 油料的化学组成.....	(81)
2. 油料主要质量指标.....	(82)
3. 农机常用油料牌号和规格.....	(88)

4. 油料的简易识别与检验	(96)
(二) 油料的使用性能和选用	(98)
(三) 油料消耗定额	(104)
1. 油料消耗定额的制定	(105)
2. 各主要农机具配套机组的油耗定额	(106)
3. 定额的使用	(117)
(四) 油料的保管	(117)
1. 油库的建设	(118)
2. 柴油的净化	(119)
3. 油料的加注	(124)
4. 油料保管的质量维护	(126)
5. 油料的安全知识	(129)
四、燃油器体的修理及节油技术	(132)
(一) 喷油器体磨损穴坑及其对发动机工作性能的影响	(132)
1. 喷油器针阀升程增加的原因	(132)
2. 喷油器磨损穴坑对喷油器工作性能的影响	(133)
3. 喷油器磨损穴坑对发动机工作性能影响	(137)
(二) 喷油器体磨损穴坑的检验	(141)
1. 喷油器体磨损穴坑的特点	(141)
2. 检验仪器	(142)
3. 测量方法	(142)
4. 修理尺寸的确定	(143)
(三) 喷油器体的修复	(143)
1. 在外圆磨床上的修复	(144)
2. 在平面磨床上修复	(145)

3. 喷油器体修复后质量检验	(146)
4. 喷油器体修复的经济效益	(147)
五、机油过滤装置及其检测技术	(148)
(一) 机油过滤装置及对机油滤芯的技术要求	(148)
1. 过滤形式及其分类	(148)
2. 发动机对机油滤芯的技术要求	(151)
(二) 锯末机油滤芯的构造与原理	(153)
1. 锯末机油滤芯的构造	(153)
2. 锯末机油滤芯的工作过程	(154)
3. 锯末机油滤芯的工作原理	(155)
(三) 锯末滤芯的使用	(156)
1. 安装方法(以4125型锯末机油滤芯为例)	(156)
2. 注意事项	(157)
3. 锯末机油滤芯的使用效果	(157)
(四) 机油简易分析器	(165)
1. 机油的作用及对机油性能的要求	(166)
2. 按质换油的必要性	(170)
3. 机油的检测技术	(174)
4. SJY—1型柴油机油简易分析器	(181)
5. 实用价值与经济效益	(191)
六、小四轮拖拉机的正确使用及其节油技术	(197)
(一) 小四轮拖拉机的正确使用	(197)
(二) 小四轮拖拉机的技术保养	(200)
(三) 小四轮拖拉机的节油技术	(205)

一、农机节油的理论基础

目前在农机运用中，减少油料消耗的途径主要是保持农机具的良好技术状态，合理地运用机组，使用新的节油装置和加强油料的技术管理等。为了理解节油技术的理论知识，掌握行之有效的节油技术和方法，就必须了解油料消耗的影响因素，熟悉发动机和拖拉机的工作性能和节油原理。只有这样，才能使节油新技术得以推广应用，有效地发挥农具在农业生产中的作用，尽量地节省农机工作用油。

（一）油料消耗指标

在农业生产中使用机器进行作业，就必然要消耗燃油和润滑油、润滑油脂。燃油主要是指柴油（发动机上有起动机的还要耗用汽油）。润滑油主要是指机油和齿轮油。润滑脂就是俗称的黄油。

柴油是拖拉机运转工作的能源，柴油主要消耗在拖拉机工作上（包括空转、空行和负荷工作），另外还有拖拉机的保养、维修时的零部件清洗和管理上的损失浪费等消耗。润滑油、润滑脂的主要作用是保证农机具的正常工作，减少摩擦，减少能量损失，延长零件使用寿命。润滑油、润滑脂主要消耗在变质更换，以及机油串入气缸烧掉和泄漏。

衡量燃油消耗的指标主要有发动机有效功率耗油率、拖拉机牵引功率耗油率、以及拖拉机——农具组成的机组完成单位工作量的耗油率。

1. 发动机有效功率耗油率

有效功率是指从发动机曲轴上测得的功率，即曲轴单位时间所作的功，单位用马力来表示。发动机有效功率耗油率是表示单位时间每个有效功率所消耗的燃油量。可用下列公式表示：

$$g_e = \frac{1000 G_r}{N_e}$$

式中： g_e ——发动机有效功率耗油率，克/马力小时；

N_e ——发动机的有效功率，马力；

G_r ——发动机小时耗油量，公斤/小时。

发动机有效功率耗油率，简称发动机耗油率，可以用它衡量发动机的燃油经济性。例如，一台发动机的耗油率为200克/马力小时，而另一台发动机的耗油率为190克/马力小时，由于后一台每马力小时耗油比前一台每马力小时耗油少10克，所以可以认定后一台发动机的燃油经济性较好。

从发动机耗油率公式可以看出：有效功率耗油率只与小时耗油量和有效功率的大小有关。发动机耗油率与小时耗油量成正比，与有效功率成反比。所以，在耗油量相等的条件下，发动机发出的有效功率愈大，耗油率愈低，燃油经济性愈好。

发动机的有效功率是表示曲轴单位时间做功的能力，有效功率等于在活塞接近压缩行程上止点时燃油喷入气缸燃烧后，使气体受膨胀在气缸中产生的功率(称为指示功率)与发动机内部损失的功率之差。在小时耗油量相等的条件下，增加有效功率，降低耗油率的办法就是提高指示功率和减少内部损失功率。指示功率的大小和燃油的燃烧质量有关，燃油充分燃烧，产生的热量就大，气体在气缸中发出的功率也高；

反之，燃烧质量不好，产生的热量就少，指示功率也低。发动机的内部损失功率主要是由发动机的曲柄连杆机构（包括活塞组）的摩擦和驱动发动机的风扇、配气机构、燃油供给装置、水泵、发电机等产生的。因此，要减少发动机内部损失功率就必须保证良好的润滑和减少各部的驱动力。

2. 拖拉机牵引功率耗油率

牵引功率是指在拖拉机牵引挂钩上测得的功率。它的数值等于拖拉机挂钩牵引力和拖拉机工作速度的乘积。牵引功率耗油率是表示单位时间内每牵引功率所消耗的燃油量。用公式表示则为：

$$g_T = \frac{1000 G_T}{N_T}$$

式中： g_T ——拖拉机牵引功率耗油率，克/牵引马力小时，

N_T ——拖拉机的牵引功率，马力，

G_T ——拖拉机小时耗油量，公斤/小时。

拖拉机的牵引功率耗油率，又称拖拉机耗油率，可以用这一指标评价拖拉机的燃油经济性。例如，二台东方红——75拖拉机的牵引功率都是56牵引马力，其中一台耗油率为300克/牵引马力小时，另一台为280克/牵引马力小时，则可以认定后一台燃油经济性好。如果用这二台拖拉机都在56牵引马力条件下工作10小时，则后一台拖拉机的耗油将比前一台少消耗燃油11.2公斤。

拖拉机耗油率与小时耗油量成正比，与牵引功率成反比。在耗油量相等的条件下，牵引功率大，则拖拉机耗油率低。

拖拉机牵引功率是发动机的有效功率由曲轴经过拖拉机

的传动系统和行走装置，与地面作用后传递到拖拉机挂钩上形成的。在功率的传递中，由于传动系统和行走装置的阻力而造成功率损失，使牵引功率比有效功率小，并且耗油率增加。传动系统的阻力主要由各传动零件间的摩擦阻力和齿轮的搅油阻力及不正确的安装、调整引起的。行走系统的阻力主要由链轨或者轮胎对土壤的挤压，轮胎的变形，行走装置滑转和零件之间的摩擦造成的。

发动机有效功率在传递过程中的功率损失程度，可用牵引效率来表示。牵引效率 η_T 的计算公式是：

$$\eta_T = \frac{N_T}{N_e}$$

即：牵引效率等于牵引功率与有效功率的比值。在发动机有效功率一定的情况下，牵引效率高，则牵引功率大。所以减少拖拉机传动系统和行走装置的阻力，可以提高牵引效率，使拖拉机耗油率下降。

3. 机组作业的单位工作量的耗油率

在农业机械的运用中，衡量机组作业的燃油耗用量，通常用机组完成单位工作量的耗油率来评价。田间作业一般是用完成每作业亩耗油量表示，可用下列公式计算：

$$\theta = \frac{Q_M}{W_M}$$

式中： θ ——机组完成单位工作量的耗油率，公斤/作业亩；

Q_M ——机组班工作时间内燃油消耗量，公斤/班；

W_M ——机组班工作时间内完成作业量，作业亩/班。

班工作时间内的燃油消耗量，由机组作业的三种工作状况的油耗组成：负荷工作、空行（包括转弯）、空转。因此，班工作时间内燃油消耗量 Q_M ，就等于班内每种工作状况的小时耗油量与相应时间的乘积的总和。可用下式表示：

$$Q_M = Q_P T_P + Q_X T_X + Q_O T_O$$

式中： Q_P ——机组负荷工作时小时耗油量，公斤/小时；

T_P ——班内机组负荷工作时间，小时；

Q_X ——机组空行的小时耗油量，公斤/小时；

T_X ——班内机组空行的时间，小时；

Q_O ——发动机空转的小时耗油量，公斤/小时；

T_O ——班内机组停歇而发动机空转的时间，小时。

班工作时间内完成的工作量 W_M ，由班内负荷工作时间与拖拉机负荷工作的速度、机组作业的实际工作幅宽乘积得出。即是：

$$W_M = \frac{1000 V_P T_P B_P}{666.67} = 1.5 V_P T_P B_P$$

式中： V_P ——拖拉机负荷工作的速度，公里/小时；

B_P ——机组作业的实际工作幅宽，米。

将 Q_M 、 W_M 代入 θ 公式，则得：

$$\theta = \frac{Q_P T_P + Q_X T_X + Q_O T_O}{1.5 V_P T_P B_P}$$

这个公式就是机组完成单位工作量耗油率的基本公式。由式中可以看出：减少各种工况的小时耗油量、减少空行和空转时间、增加实际工作幅宽和提高作业的工作速度都可以

降低单位工作量的耗油率。

衡量润滑油、润滑脂消耗的指标，目前是以拖拉机和燃油消耗量的给定百分比来评价。例如，机油消耗量是燃油消耗量的2.5%，齿轮油消耗量是燃油消耗量的1%，黄油消耗量是燃油消耗量的0.5%。润滑油、润滑脂的消耗量与机具的保养次数、机具的技术状态、管理水平等因素有关。技术状态差、管理水平低，润滑油、润滑脂的消耗量就高。

发动机的起动机用的汽油，目前也是按燃油（柴油）消耗量的百分比衡量，一般定为1%。

（二）燃料的燃烧

燃料的燃烧是在拖拉机发动机气缸里进行的。现有的拖拉机发动机一般都是四行程柴油机。柴油机的工作是利用气体受热膨胀的特性，把燃料燃烧的热能转变为机械能。燃料的燃烧质量，直接影响柴油机的耗油率。燃烧完全可以使燃料的化学能全部变成热能，转换成的机械能就多，柴油机耗油率就低，燃烧不完全，使部分燃料的能量得不到释放就随废气排出，因而造成燃料的浪费，柴油机耗油率高升。柴油机燃料的燃烧好坏主要取决于燃料的燃烧过程和可燃混合气形成过程的好坏。

1. 燃烧过程

单缸四行程柴油机的工作，是通过进气、压缩、作功和排气这四个行程连续不断的循环实现的。燃料的燃烧过程是在柴油机的工作过程中进行的。当活塞自上止点向下止点移动时，进气门开启，由于活塞顶上的容积增大，外界气压大于气缸内气压，新鲜空气进入气缸。进气行程终了，进、排

气门都关闭，活塞自下止点向上止点移动，对进入气缸的空气压缩，由于空气被压缩体积变小，气缸内的压力和温度迅速上升。在压缩行程接近上止点时，柴油经喷油泵、喷油器喷入燃烧室内，与压力为 $30\sim 45$ 公斤/厘米²、温度为 $500\sim 700$ ℃的气体混合而形成可燃混合气，开始了燃烧过程。燃料的燃烧是一种剧烈而又复杂的氧化反应过程，根据对实际情况的分析和按过程进展的特点，大致可分为四个时期。图 1—1 表示燃烧过程的进展时期，横座标为曲轴转角，纵座标为气缸内的压力。

1) 滞燃期

柴油喷入气缸后，虽然气缸中空气温度高于柴油的自然

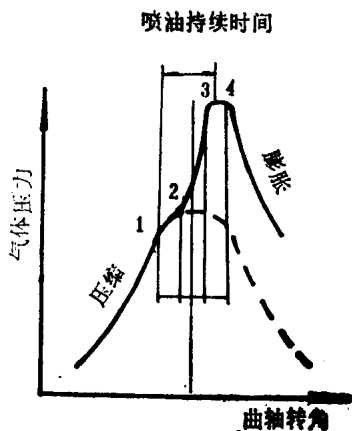


图 1—1 柴油机燃烧过程的几个时期

温度（约为 330°C ），但是柴油并不能马上发火燃烧，而稍有滞后，要经过一个物理和化学的准备过程。在这一时期里，喷入的柴油微粒与高温空气混合在一起，吸收了高温空气的热量，温度升高，逐层蒸发形成“油气”，并向四周扩散与空气进一步混合。随着温度的继续升高，柴油分子发生分解，与空气中的氧气发生化学反应。随着过程的深化，少量柴油分子首先具备了发火条件而发火，形成火焰中心。

图中1点为喷油开始点，2点为火焰中心开始出现点。由喷油开始到出现火焰中心，叫柴油机燃烧过程的滞燃期，也称为自燃延迟期。

2) 速燃期

经过滞燃期，火焰中心已经形成，气缸内已经准备好的可燃混合气迅速被火焰中心点燃，同时着火燃烧，火焰传播至整个燃烧室，使气缸内的温度和压力急剧上升（温度可达 $1500\sim 2000^{\circ}\text{C}$ ，压力可达 $60\sim 90$ 公斤/厘米²），直到上止点稍后的3点压力不再上升。由2点到3点，即由出现火焰中心开始到气缸内出现压力最高点为止，这一时期由于燃烧迅速，称为柴油机燃烧过程的速燃时期。速燃时期压力上升的快，对柴油机动力性和经济性是有利的，但压力上升过猛，会使柴油机工作粗暴，并加速曲柄连杆机构各零件磨损。就一般柴油机而言，工作粗暴性主要决定于自燃延迟期的长短，自燃延迟期越长，发火前积存的柴油越多，速燃时期燃烧速度越快，工作越粗暴。

3) 缓燃期

速燃期喷油器仍在继续喷油。由于气缸内的温度和压力很高，喷入的柴油只经很短时间的准备就开始燃烧，几乎是

边喷射边燃烧。但是随着气缸内氧气的减少，废气的增多，而使燃烧速度逐渐减慢，加之活塞下行，燃烧室容积不断增大，气缸内的气体压力近似不变，并一直维持到4点。以后，随着活塞下行，气缸内气体的压力开始明显下降。由3点到4点这一时期，由于燃烧速度比速燃时期缓慢，叫做柴油机燃烧过程的缓燃时期。

4) 后燃期

虽然喷油在缓燃期结束前已停止，但缓燃结束后仍有一少部分柴油没有燃完，它们将随着活塞的下行继续燃烧。缓燃期以后（4点以后）的燃烧称为后燃期。后燃期的结束没有明确的界限。存在后燃的原因是，随着燃烧的进行，氧气越来越少，废气大量产生，因而使部分尚未燃烧的柴油燃烧速度更为缓慢，以致使燃烧持续到作功行程的后期。后燃期中燃烧放出的热量不能充分用来作功，同时使排气温度增高，发动机过热，动力性及经济性都下降。因此，后燃期应尽可能缩短。

在燃烧过程中，燃料燃烧产生的高压气体使活塞自上止点向下止点移动，完成了作功行程。作功行程结束，排气门打开，活塞自下止点向上止点移动将废气排出，从而柴油机完成了个工作循环。在柴油机的每一个工作循环里，都有一次燃料的燃烧过程，以产生动力使柴油机工作。

2. 可燃混合气的形成

由燃烧过程可知，燃料燃烧的好坏，可燃混合气的形成很关键。可燃混合气是指在压缩接近上止点时柴油喷入气缸与高温高压空气混合而形成的可燃气。形成的可燃混合气质量差，就会出现不正常的燃烧过程，造成燃料的浪费。例