

高等学校教学用书

拖拉机试验学

利哈切夫著



机械工业出版社

高等学校教学用书

拖拉机试验学

利哈切夫著

傅振林等译

机械工业出版社

1959

出版者的話

本書經苏联高等教育部机器制造与工业專科高等学校总管理局批准作为高等工业学校拖拉机专业的教学参考書。

書中詳細地叙述了有关拖拉机的試驗問題：拖拉机試驗概述，对农业拖拉机要求的分析，拖拉机及其發动机特性、工作指标和参数。此外，还介绍了在試驗时所采用的仪器和设备，以及試驗方法和試驗結果的整理，并研究了设备和仪器的檢驗問題，及試驗結果的精确性。

本書可作为大專学校有关专业的教学用書，也可供拖拉机試驗研究人員参考。

本書由長春汽車拖拉机学院 拖拉机教研室傅振栋、黃祖永、程悅蓀、汪康洪、李以盛、李宜春、修正学、徐挺等同志翻譯，并分別由傅振栋、黃祖永、程悅蓀、李宜春等同志校訂，全書由陈秉聰同志校閱。

苏联B. C. Лихачев 著 Испытания тракторов (Машиз 1955 年第一版)

NO. 2232

1959年4月第一版 1959年4月第一版第一次印刷

787×1092/32 字數269千字 印張13¹/₁₆ 0,001—3,760 册

机械工业出版社(北京阜成門外百万庄)出版

北京三五五工厂印刷 新华書店發行

北京市書刊出版业营业許可證出字第008号 定价(10)1.60 元

目 次

原序	6
----------	---

前言	7
----------	---

第一篇 拖拉机的实验室試驗 和实验室-田间試驗

第一章 拖拉机的动力性能和經濟性能	12
-------------------------	----

1 拖拉机动力性能和經濟性能的概念	12
-------------------------	----

2 发动机的动力性能和經濟性能	13
-----------------------	----

3 拖拉机的动力性能和經濟性能	27
-----------------------	----

第二章 发动机制动試驗所需的設備和儀器	35
---------------------------	----

1 試驗發動機所需的制動裝置	35
----------------------	----

2 測量轉數和時間的儀器	52
--------------------	----

3 測量燃料消耗的儀器	57
-------------------	----

4 測量溫度的儀器	59
-----------------	----

5 拖拉机發動機典型試驗所用的其他儀器	64
---------------------------	----

第三章 拖拉机牽引試驗的設備和儀器	68
-------------------------	----

1 繪制拖拉机牽引特性所必需的設備和儀器一覽表	68
-------------------------------	----

2 牽引測力計	69
---------------	----

3 迴轉式自動記錄測力儀	94
--------------------	----

4 測功器小車	110
---------------	-----

5 在拖拉机牽引試驗中所採用的其它一些儀器	129
-----------------------------	-----

6. 試驗整個拖拉機的試驗台	137
----------------------	-----

第四章 儀器與設備的檢驗	139
--------------------	-----

1 牽引測力計的檢驗	139
------------------	-----

2 迴轉式自動記錄測力儀的檢驗	150
-----------------------	-----

3 制動裝置的檢驗	151
-----------------	-----

4 彈簧的校準	152
---------------	-----

5 轉速表的檢驗	153
6 秒表的檢驗	154
7 溫度計的檢驗	155
8 量度用的油箱和容器的校准	155
第五章 拖拉机發動机的實驗室試驗方法	156
1 試驗任务及發動机在試驗前的准备	156
2 發動机制動試驗時實驗小組的成員	158
3 方法上的一般指示	159
4 特性曲綫的測定	166
5 制動試驗过程中所进行的其它一些工作	174
第六章 拖拉机實驗室、田間試驗的方法	176
1 拖拉机牽引試驗實驗小組的成員	176
2 牽引試驗場地的選擇。田間情況及大氣情況的評定。 場地的准备	177
3 制取牽引特性圖的方法	183
4 拖拉机牽引試驗結果的整理	189
5 采用迴轉式測力儀进行的拖拉机牽引試驗	200
6 拖拉机和农业机具的編組	206
7 煤氣拖拉机試驗的特点	212
8 具有悬挂系統的拖拉机試驗的特点	217
第七章 对試驗結果的精确度和測量誤差的評价	223

第二篇 拖拉机的使用試驗

第一章 使用試驗的任务、计划和組織	236
1 使用試驗的任务和計劃	236
2 試驗的条件	238
3 使用試驗小組的組成和职责	239
4 試驗的組織准备	242
5 拖拉机的試驗准备	242
6 工作日的規章和工作的組織	243
7 技术保养的組織	245
8 試驗質量和工作完成期限的檢查	246

第二章 技术統計和技术观测的組織和方法	250
1 技术統計的方式	250
2 田間時間測定和技术观测的方法	252
3 观测登記表的整理方法	257
第三章 拖拉机主要使用性能的評價	261
1 拖拉机工作的生产率和經濟性	261
2 拖拉机使用的可靠性	264
3 维护和技术保养的簡易性和方便性的評價	267
4 在長期使用中發动机工作指标的穩定性	267
5 發动机的起勁性能	268
第四章 燃料及潤滑材料	271
1 拖拉机的維護	271
2 燃料及潤滑油的分析	275

第三篇 技术 檢驗

第一章 技术檢驗的任务与方法	282
1 技术檢驗的任务和計劃。工作組織	282
2 拖拉机結構参数的測定	285
3 零件磨損的研究方法	292
4 拖拉机零件精密測量所需要的仪器和工具	302
5 精密測量的方法	307
6 零件耐磨性的确定	318
第二章 零件的實驗室研究和拖拉机的修理特性	323
1 實驗室研究的任务和方法	323
2 零件硬度和机械强度的确定	327
3 拖拉机的修理特性	330
結束語	333

原 序

苏联拖拉机制造业的飞速发展和农业上大量采用新型拖拉机，特别是大馬力的柴油拖拉机这一事实，迫使增加拖拉机及其部件試驗的工作量，以便确定生产上采用这些拖拉机的合理性。对拖拉机厂已生产的产品进行成批試样的檢驗性試驗的工作量也增加了。

为了研究合理使用拖拉机的方法，在拖拉机試驗方面进行了巨大的工作；在制定拖拉机工作的技术定額和解决其他問題方面，也进行了巨大的工作。

所有这些工作都是由科学研究机关、机器試驗站和拖拉机厂的試驗站所組成的广泛分布的試驗網来进行的。

因此，在机器制造学院和农业机械化学院的教学大綱中，規定了学习拖拉机試驗的方法和技术。

但是必須指出，到目前为止还没有任何有关拖拉机試驗的書籍。

在本課本中，試圖綜合近二十年来各种研究机关和机器試驗站所积累的一些拖拉机試驗方面的經驗，并加以系統化。

應該指出，試驗人員可能面临各种不同的任务，要想概括拖拉机試驗与研究方面的所有經驗是不可能的，因此不能認為本書中所敘述的材料是詳尽无遺的。

不要認為本書中所敘述的試驗方法和解決問題的途徑，以及試驗結果的記錄格式是不可改变的。書中仅提出了拖拉机典型試驗的一些普遍采用的成功經驗，和进行試驗中解決問題的一些成功的例子。

虽然如此，書中所敘述的材料可以帮助讀者，正確地处理試驗的問題，選擇仪器，拟定試驗方法和評價試驗結果，并且帮助讀者寻求进一步改进試驗方法和試驗技术的途徑。

緒 言

在俄國會系統地進行了拖拉機的試驗，其目的不僅在於表演和競賽，而且是為了研究學術。1912年在彼得堡附近離中羅格特卡不遠的地方，在農業部農業技術局的地段上進行了「吉唐」式拖拉機的試驗。1913年春天在離彼得堡不遠的地方，國際汽車展覽會評判委員會進行了几種拖拉機和機動犁的試驗。同一年在基輔附近，基輔市全俄工業展覽會組織了數種拖拉機耕地的表演性試驗。1913年在梯弗里斯區舉行了拖拉機和其他機器的國際競賽。所有這些試驗亦僅為表演或競賽性質，但是俄國的專家和學者們知道，為了在農業上順利地採用拖拉機，需要的不是這些膚淺的競賽試驗，而是深入地、系統地、有組織地研究這些機器。

1913年十一月在農業部學術委員會農業技術局領導下，成立了動力農具與發動機研究處。動力農具與發動機研究處的拖拉機試驗工作是在米里多波爾城附近的阿基摩夫村進行的。

動力農具與發動機研究處所進行的試驗具有學術性質。不僅提出了為農業選擇拖拉機型式的任務，而且要研究它們的質量。

所採用的試驗大綱中包括了現代試驗大綱的所有基本部分。並且提到了拖拉機和發動機所有主要指標的確定方法。動力農具和發動機研究處在總結報告中所提出的制動試驗和牽引試驗結果（圖表）的形式，直到今天基本上仍然保留下來。在試驗拖拉機的工作中，長時期內採用了當時所設計的設備。這些設備包括：裝在皮帶輪軸上用水來冷卻的機械式制動器，制動器的臂經過液力測力計支承在磅稱上。此外，還採用了燃料消耗量體積測定法和重量測量法。

阿基摩夫拖拉機試驗站，在偉大的十月社會主義革命成功後，仍然繼續進行很多拖拉機試驗方面的工作。1930年這個試驗站改

組为乌克兰国立农业机械化科学研究所 (УНДИМ) 的試驗站。

1922年在农业中采用 ФП 型拖拉机，其試驗工作是在彼德洛夫农业研究所 (后来的季米拉节夫农业研究所) 的机器試驗站进行的。这个机器試驗站系1912年建立的，它在俄国和苏联的試驗事业發展中，具有重要的意义。这个試驗站的同人和領導者高列赤金 (В. П. Горячкин) 院士的著作，一直到今天，对于試驗人員來說仍然是寶貴的指南。試驗站所設計的一些仪器到今天仍然被采用，成为新仪器的前身。1929年，在这个試驗站的基础上，成立了全苏农业机械科学研究所 (ВИСХОМ)。这个研究所进行了很多关于試驗设备与試驗仪器的創制工作与試驗方法的研究改进工作。

在二十年代的后期，提出了关于選擇苏联大量生产的拖拉机与农业机器类型的問題。为此，1927年在新切尔卡斯克城附近的彼尔新雅諾夫克村組織了各种牌号的拖拉机 (輪式和履带式) 和农具的广泛竞赛試驗。

彼尔新雅諾夫克村的試驗結果，大大地刺激了苏联拖拉机和农业机械理論的發展。

1934年进行的全苏柴油拖拉机竞赛試驗，也具有重大意义。这次試驗的結果成为設計師們設計本国压缩点火式拖拉机發动机的基础。

汽車拖拉机研究所 (НАТИ) 在發展拖拉机試驗的事业中，也占有主导的地位。这个研究所創制了大家公認的測功器小車、制動裝置、試驗台和測力設備。

1930年在北高加索铁路綫上的駱駝站 (在現在罗斯托夫省节尔諾夫城) 所成立的国营农場部机械試驗科学研究所 (НИМИС)，在苏联拖拉机試驗方法与試驗技術的發展与改进的事业中，也起了重要的作用 (1949年改組成为全苏国营农場机械化与电气化研究所)。在这个研究所中，从1934年就开始进行了很多重要的拖拉机試驗工作。

全苏农业机械化科学研究所(ВИМ)所作的創制試驗仪器、改进拖拉机試驗方法,以及拖拉机在田間工作条件下燃料与潤滑油的研究等方面的工作,也是拖拉机試驗事业發展中的重大貢獻。

同样必須指出的是,莫斯科罗蒙諾索夫自动車学院(МАМИ)和莫斯科农业机械化与电气化学院(МИМЭСХ)所發表的著述也大大地促进了拖拉机試驗工作的进一步發展和改进。

1946年进行了 КД-35 型拖拉机的国家試驗,1946~1947年各主管业务部門举行了 ДТ-54 型拖拉机的联合試驗。1947年举行了 С-80型拖拉机的联合試驗。

从1949年开始,根据不同使用地区,拖拉机与农业机械分別在各地区的国家机器試驗站进行試驗工作。

根据試驗的对象与試驗任务的不同,試驗可以分为下列各种:

- 1.主管业务部門和工厂試驗,这种試驗的目的在于檢驗試制的拖拉机或其部件,以决定是否可以送去进行国家試驗以提交生产。

这里包括以解决專門問題为目的的主管业务部門进行的試驗(例如为了解决制定拖拉机工作定額問題和确定零件寿命問題等等)。

- 2.各主管业务部門的联合試驗,这种試驗由制造和使用拖拉机的几个主管业务部門联合进行,以便根据对拖拉机提出的要求,来共同全面地评价拖拉机。

- 3.拖拉机的国家試驗,由国家机器試驗站或由專門的国家委员会来主持进行。

根据目的不同,拖拉机試驗可以分为:

- 1.試制拖拉机及其試制部件的試驗,这种試驗的目的在于确定是否宜于将该型式拖拉机提交生产,并在农业中采用。

为了进行拖拉机及康拜因的試制样品的試驗,要組織專門的国家委员会来主持。

- 2.拖拉机檢驗試驗,其目的为檢查拖拉机厂产品的质量。

3. 拖拉机磨损試驗，为了查明拖拉机零件或部件的使用期限（使用寿命）所进行的長期試驗。

4. 以解决專門問題为目的的試驗（結構的研究，拖拉机工作的技术定額等等）。

就試驗任务而言，拖拉机試制样品的試驗是最一般的情况，因此屬於典型試驗。其他种試驗的大綱則根据所提出的任务而有所改变。

在拖拉机試制样品的試驗中，根据基本任务不同来评价拖拉机的某些性質，这些性質确定了在使用中拖拉机的工作效能。拖拉机的这些性質是：

1. 动力性能和經濟性能；
2. 使用性能和农艺性能；
3. 長期使用中的工作可靠性；
4. 零件的耐磨性；
5. 修理特性。

像任何一种科学研究工作一样，拖拉机試驗方法的准备工作和技术准备工作，在一定程度上决定了試驗的成效，所以必須仔細地拟定試驗工作大綱。

每个大綱都应包括下列各部分：

1. 試驗的目的和任务。
2. 工作內容和示意圖（試驗組織、工作程序及其分类、工作內容和工作量）。
3. 試驗条件（每一部分的）。
4. 試驗方法（考虑試驗任务和技术上的可能性等，来詳細制訂每一部分的試驗方法）。
5. 試驗技术（試驗所必需的仪器和设备）。
6. 实验工作結果所要求的精确度和試驗結果可能达到的精确度的评价。
7. 試驗所需人員及其权限与职责。

8. 試驗进度表。

制訂这种試驗工作大綱，可以解决試驗准备工作中的問題，而且可以保證順利完成工作。

第一篇 拖拉机的实验室試驗 和实验室-田間試驗

第一章 拖拉机的动力性能和經濟性能

1 拖拉机动力性能和經濟性能的概念

实验室試驗和实验室-田間試驗的任务是为了評價拖拉机及其发动机的动力性能和經濟性能。

农业用拖拉机的动力性能，是指发动机在最佳調整情況下，在指定的田間和負荷下所能保證發出的定率功率，最大功率以及平均使用功率的性能，因而，拖拉机与农业机械組成的机具組的工作生产率最高。

拖拉机的动力性能 是以在指定的土壤情況下以及在平坦的水平地段上的牵引指标来表示。这些指标包括：

- 1) 不同排档下的最大牵引功率；
- 2) 不同排档下最大牵引功率时的前进行駛速度；
- 3) 不同排档下最大牵引功率时的牵引力；
- 4) 最低排档时的最大牵引力；
- 5) 不同排档下的空駛速度；
- 6) 不同排档下最大牵引功率时前进行駛速度間的差額；
- 7) 以速度的降低表示的拖拉机打滑率；
- 8) 在不換至最低档时，拖拉机克服暂时超载的能力；
- 9) 牵引功率在其最大範圍內变化的特性；
- 10) 拖拉机在負載情況下，其直綫行駛的穩定性，即操縱性。

这些指标确定了拖拉机与农业机械組成的机具組在指定排档下工作时最大功率的利用程度，以及在規定的使用条件下可能的生产率数值。

拖拉机的經濟性能 是在規定的載荷情况和規定的工作速度下，用以确定每耕种一公頃土地所需的燃料消耗量的性能。

拖拉机的經濟性能，可用下列指标来表示：

1) 不同排档下最大牵引功率时，每一牵引馬力小时的燃料消耗量（燃料消耗率）；

2) 不同排档下的最小燃料消耗率；

3) 不同排档下具有最小燃料消耗率的牵引功率范围；

4) 拖拉机在部分負荷及超載工作时，燃料消耗率增長的程度；

5) 拖拉机在空駛时，每小时的燃料消耗量。

拖拉机的动力性能与經濟性能反映在它的牵引特性中。

拖拉机的动力性能与經濟性能决定于四个因素：发动机的动力性能与經濟性能，拖拉机的牵引效率，拖拉机傳动系統的傳动比，以及表示拖拉机速度差别的比較数值。

2 发动机的动力性能和經濟性能

发动机的动力性能 在最佳調整情况下，决定于下列指标：

1) 发动机的最大有效功率；

2) 最大扭轉力矩；

3) 最大功率时的扭轉力矩；

4) 最大功率时的曲軸轉速；

5) 調速器不均匀性的程度，亦即在規定的額定轉数时空轉的轉数；

6) 发动机的适应性系数；

7) 在后备扭矩利用范围内，功率变化的特性。

发动机的經濟性能 决定于下列参数：

1) 在最大功率时的燃料消耗率 (每一馬力小时的燃料消耗量);

2) 最低的燃料消耗率;

3) 在最低燃料消耗率时功率的范围;

4) 在部分負荷及超載时, 燃料消耗率增大的程度;

5) 發动机在最大轉速空轉时, 每小时的燃料消耗量;

6) 在最低的空轉轉速时, 每小时的燃料消耗量。

發动机的动力性能与經济性能反映在它的調速特性中。

为了評价及选择發动机的最佳調整, 应研究它的調整特性。

發动机的調整特性

通常是在研究發动机的实验样品时在基層主管部門的研究和試驗过程中来选择最佳調整和确定調整参数。

为了評定工厂所提出的最佳調整的正确性, 以及为了檢查在長期使用中它的稳定性, 在拖拉机的典型試驗中, 可能需要測定某些个别的調整特性。

發动机的調整特性是它的功率和經济性指标以調整参数为函数的关系, 参数的变化影响到發动机热力过程的进行。調整特性包括点火提前角特性 (指汽化器式發动机) 或噴油提前角特性 (柴油机), 燃料消耗量特性, 以及工作时向气缸內噴水的發动机的噴水特性, 这些特性都取决于进气管預热閥的位置及噴油嘴燃料噴射压力等等。

因为燃料消耗率是每小时燃料消耗量与功率的函数, 而功率是轉速与扭矩的函数, 所以發动机的功率和經济性与調整参数之間成为复杂的函数关系。为了簡化起見, 調整特性是在一个最有代表性的速度情况下——即在稳定的額定轉速下測定。对汽化器式發动机而言, 此时应保持节流閥在全开的位置。在压燃式發动机 (柴油机) 中, 則应使燃料泵的齿条固定在相当于燃料消耗实验中所規定的位置。

在此基础上，有可能给出任何调整特性的定义。

1. 汽化器式发动机的点火提前角特性是当节流阀全开，在稳定的曲轴额定转速下，以及汽化器按照使用情况来调整时，发动机的有效功率和燃料消耗率与点火提前角间的变化关系。

2. 压燃式发动机喷油提前角特性是在稳定的曲轴额定转速下，燃料泵齿条相当于用调速器工作的最大功率位置时，其功率和燃料消耗量与喷油提前角间的变化关系。

3. 汽化器发动机燃料消耗量的特性（汽化器特性）决定于在稳定的曲轴额定转速下，节流阀全开，和用该发动机最佳点火提前角时，发动机的功率和燃料消耗率随每小时燃料消耗量而变化的关系。调整汽化器的量孔，以改变燃料消耗量。当测定向气缸内喷水的发动机的特性时，在每次试验中，我们要选择最佳喷水量，此时其功率为最大。

4. 压燃式发动机燃料消耗量特性是在发动机不用调速器时，保持稳定的额定转速并用该发动机的最佳喷油提前角和燃料喷射压力时，发动机的功率和经济性随每小时燃料消耗量而变化的关系。改变燃料泵齿条的位置以使燃料消耗量增加或减少。

如果在构造上许可的话，当测定燃料消耗量的特性时，在每次试验中，应选择最佳的点火提前角或喷油提前角。

比照上面引用的定义，可以为他种调整特性确立定义。

圖1表示汽化器式发动机点火提前角的调整特性，而圖2表示压燃式发动机喷油提前角的调整特性。稳定的转速，节流阀位置固定不变以及汽化器量孔的通过截面不变（或燃料泵齿条位置不变），保证了稳定的燃料消耗量。在此情况下，提前角的改变将引起发动机热力过程的变化，因而也引起功率的变化。当每小时燃料消耗量不变时，最小的燃料消耗率相应于最大的功率，可以从圖1和圖2中看出。这点表示出最佳的点火提前角或喷油提前角。

圖3表示拖拉机用的汽化器式发动机燃料消耗量的调整特

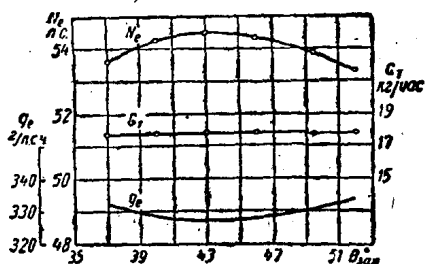


圖1 СТЗ-НАТИ型拖拉機發動
便点火提前角的調整特性
($n = 1250$ 轉/分 = 常數)。

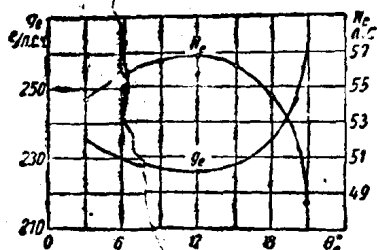


圖2 ДТ-54型拖拉機柴油發
動機噴油提前角調整特性
($n = 1300$ 轉/分 = 常數)。

性。圖上繪出了發動機有效功率 N_e ，燃料消耗率 g_e 和燃料量孔上調節針閥的迴轉隨每小時燃料消耗量 G_T 而變化的曲線。

為了在試驗過程中調節汽化器，也要繪制隨燃料量孔調節針閥的迴轉而變化的特性。

在圖3的特性曲線中，有兩個特殊點：一個點是當燃料消耗量等於8.9公斤/小時，發動機產生最大功率點，另一個點在稀混合氣的範圍內每小時燃料消耗量等於7公斤/小時，這時燃料消耗率最小。當混合氣過稀到燃料消耗量低於7公斤/小時時，功率將急劇降低。發動機在燃料消耗量高於9公斤/小時工作時，也表現出功率的下降，這是因為過量空氣系數變小的緣故。

由於壓燃式發動機要求在較大的過量空氣系數下工作，故當燃料噴射量較大時功率降低，通常降低部分位於由零件的熱應力、排氣冒煙、活塞環過熱的危險和其他不良現象所決定的功率提高容許極限以外。圖4所示是這種發動機燃料消耗量的調整特性。

按照調整特性，我們來研究有關確定燃料消耗量最佳調整的問題。

按照燃料消耗量用分析論證的方法來選擇發動機最佳調整是沒有的，實際上所採用的方法是基於有條件的最佳調整的概念。現有的一些方法可歸納如下：三角法、切綫法和評價系數法。

按照三角法來選擇燃料消耗量的最佳調整時，是假想地採用