

高等学校教学用书

汽车拖拉机 发动机试验学

索罗柯-诺维茨基著



机械工业出版社

出版者的話

本書系根据苏联国立机器制造書籍出版社 (Машгиз) 出版的, 索罗柯-諾維茨基 (В. И. Сороко-новицкий) 教授所著汽車拖拉机發动机試驗学 (Испытания автотракторных двигателей) 1955 年增訂第四版譯出。原書經苏联高等教育部工業和机器制造学院总局审定为高等工業学校教学参考書。

本書闡明了內燃机研究中所应用的設備和仪器的工作原理, 进行測量的方法, 試驗結果的整理和汽車及拖拉机發动机各种試驗的方法。可供高等工業学校学生學習「汽車拖拉机發动机試驗学」課程作为教学参考用書, 并可推荐为汽車拖拉机科学研究院研究生和工作者以及在这方工作的工作人員作为参考書。

NO. 1577

1958 年 1 月第一版 1958 年 1 月第一版第一次印刷

850×1168 ¹/₃₂ 字数 454 千字 印張 18 插頁 2 0,001—1,100 册

机械工業出版社(北京东交民巷 27 号)出版

机械工業出版社印刷厂印刷 新华書店發行

北京市書刊出版業營業
許可証出字第 008 号

統一書号 15033·811

定 价 (10) 3.00 元

原 序

汽車和拖拉機工業的發展有必要建立專門的實驗室，以便對發動機中發生的一切現象作綜合的研究。

科學研究工作廣泛的發展，要求高等學校培養通曉在高速汽車拖拉機發動機研究中應用的試驗方法和測量儀器工作特性的工程師。

本書限于篇幅，只能按照發動機試驗目的介紹正確選擇儀器和研究方法所必需的基本知識。基于同樣原因對於特殊問題的研究，例如：供給燃料的設備，燃燒過程，燃料的噴射霧化，汽化作用等問題的研究只能稍稍涉及。

在闡述試驗的理論基礎和儀器的方案時，書中所列材料，為使讀者能選擇研究的方法和必須的設備以記錄或測量所要的數值，並了解這些儀器使用的範圍；但書中不詳細描述這些儀器。

因本書指定為教學參考，故有些地方列出數學推演步驟以獲得最後的應用公式。這樣作為的是向學生指明把複雜的計算如何歸納成簡單的算式以節省演算的時間。

與前一版比較，本書已經有很大的修訂和補充。新增第三、四、十二和十四章。修訂了第六、九、十三章。其餘各章作了補充。

測量儀器的理論基礎排在書的開始。這樣就可能更嚴格地分析發動機試驗用所有設備的工作原理。

目 次

原序	7
第一章 發动机試驗概論	9
1 試驗的目的	9
2 發动机試驗时測定的主要数值	11
第二章 測量儀器的理論基础	13
3 概論	13
4 振动的基本方程式	19
5 运用振动方程式分析測量儀器的工作举例	30
記錄高速变化的压力的儀器(30)——記錄振动的儀器(32)——电流計(35)	
6 摩擦力的作用	41
第三章 研究机械变量的电測方法	45
7 概論	45
8 能量的換送器	46
發電的換送器(46)——电磁的換送器(51)——压电的換送器(52)	
9 物性参数換送器	56
电容的換送器(56)——电感的換送器(61)——电阻的換送器(66)	
10 間接轉換的換送器	80
光电的換送器(81)——幅射能量的換送器(83)	
第四章 示波器	85
11 电磁的示波器	85
12 电子的(陰極的)示波器	91
第五章 汽車拖拉机發动机試驗的裝置和試驗台	104
13 發动机試驗的裝置	104
14 發动机的試驗台	112
第六章 吸收和測量發动机功率的設備和儀器	131
15 概論	131
16 机械測功器	131
17 水力測功器	135

18 电力测功器	151
19 测功器工作的稳定性	173
20 发动机曲轴扭矩的测量, 秤	175
21 发动机曲轴转速的测量	183
22 时间的测量	196
第七章 发动机供给燃料和冷却系统的设备	200
23 燃料消耗量的测量	200
24 发动机的冷却	208
第八章 测绘发动机示功图的仪器	218
25 概論	218
26 高速发动机用示功器	221
有很小自由振动周期, 机械记录压力变化的弹簧示功器(223)——有很小的自由振动周期, 光学记录压力变化的弹簧示功器(225)——电气的高速示功器, 记录部分有很高的自由振动频率(230)——转换发动机循环的频率, 点迹或闪光观测的高速示功器(240)	
27 示功图的误差	249
28 直接测定平均指示压力的仪器	254
第九章 温度的测量	257
29 基本概念	257
30 用液体的玻璃温度计	261
31 压力表式温度计	266
32 热电偶高温计	268
33 热电偶电动势的测量	276
34 用热电偶测量温度时经常的误差	284
35 电阻温度计	298
36 测量温度的其他方法	307
第十章 空气消耗量的测量	329
37 空气消耗量测量仪器的工作原理	329
38 经过管道缩口测量流体消耗量的仪器的构造	334
39 压力的测量	348
40 用电的方法测量气体流速和消耗量	351

第十一章 气体分析	359
41 气体分析应用仪器簡論	359
42 气体分析的方法和誤差的来源	391
43 廢气分析結果的整理	395
44 气体分析結果的圖解	406
第十二章 研究發动机中振动的仪器	413
45 轉速仪	413
46 研究發动机曲軸扭轉振动的設備。扭振仪	414
47 扭振圖的整理	418
第十三章 測量誤差的理論基础	423
48 測量的誤差和測量的准确程度	423
49 或然誤差的算术平均值	425
50 以后測量的誤差值和各次測量的或然平均誤差	427
51 測量誤差的計算举例	433
52 不同分量的測量結果的整理	436
53 用試驗方法所得曲綫的修整	438
54 运用最小二乘方的方法以确定系列数值的函数	441
第十四章 發动机試驗的組織	451
55 試驗的計劃	451
56 測量的数量和計算的准确度	454
关于精确，正确和測定与准确度和有效数字間的相互关系的一般概念 (455)——算术的平均值和相对的誤差(457)	
57 發动机試驗中具有自动化过程的裝置	465
58 發动机試驗的准备	475
59 参加試驗的人和觀測的記錄	479
60 試驗的延續時間和讀数的頻率	482
第十五章 發动机試驗的主要类型	486
61 發动机的調整試驗	486
汽化器式發动机供給系統的調整(486)——压缩 点火式發动机供給系統的 調整(497)——煤气發动机供給系統的調整(500)——按照 点火 提早角的 調整曲綫(501)——按照供油角度的調整特性(503)	

62 發动机工作的經濟性和效率的試驗方法	505
發动机的轉速特性 (或速度特性)(505)——發动机的載荷特性(507)	
63 發动机指示功率和摩擦功率的測定	515
64 測定二行程和四行程發动机的換气系数	519
65 發动机机件磨損的測定	526
66 改算机件磨損的数值到指定的發动机工作的小时数	540
67 試驗材料的整理	542
附录	
I 液体燃料比重的平均溫度改正值	549
II 热电偶溫度电动势对照表	549
参考文献	565
中俄名詞对照表	567
对本書的書評	571

高等学校教学用书



汽车拖拉机发动机试验学

嵇和译

苏联高等教育部工业和机器制造学院总局
审定为高等工业学校教学参考书

机械工业出版社

1958

出版者的話

本書系根据苏联国立机器制造書籍出版社 (Машгиз) 出版的, 索罗柯-諾維茨基 (В. И. Сороко-новицкий) 教授所著汽車拖拉机發动机試驗学 (Испытания автотракторных двигателей) 1955 年增訂第四版譯出。原書經苏联高等教育部工業和机器制造学院总局审定为高等工業学校教学参考書。

本書闡明了內燃机研究中所应用的設備和仪器的工作原理, 进行測量的方法, 試驗結果的整理和汽車及拖拉机發动机各种試驗的方法。可供高等工業学校学生學習「汽車拖拉机發动机試驗学」課程作为教学参考用書, 并可推荐为汽車拖拉机科学研究院研究生和工作者以及在这方面工作的工程技术人员作为参考書。

NO. 1577

1958 年 1 月第一版 1958 年 1 月第一版第一次印刷

850×1168 ¹/₃₂ 字数 454 千字 印張 18 插頁 2 0,001—1,100 册

机械工業出版社(北京东交民巷 27 号)出版

机械工業出版社印刷厂印刷 新华書店發行

北京市書刊出版業營業
許可証出字第 008 号

統一書号 15033·811

定 价 (10) 3.00 元

目 次

原序	7
第一章 發动机試驗概論	9
1 試驗的目的	9
2 發动机試驗时測定的主要数值	11
第二章 測量儀器的理論基础	13
3 概論	13
4 振動的基本方程式	19
5 运用振動方程式分析測量儀器的工作举例	30
記錄高速变化的壓力的儀器(30)——記錄振動的儀器(32)——電流計(35)	
6 摩擦力的作用	41
第三章 研究機械變量的電測方法	45
7 概論	45
8 能量的換送器	46
發電的換送器(46)——電磁的換送器(51)——壓電的換送器(52)	
9 物性参数換送器	56
電容的換送器(56)——電感的換送器(61)——電阻的換送器(66)	
10 間接轉換的換送器	80
光電的換送器(81)——幅射能量的換送器(83)	
第四章 示波器	85
11 電磁的示波器	85
12 電子的(陰極的)示波器	91
第五章 汽車拖拉机發动机試驗的裝置和試驗台	104
13 發动机試驗的裝置	104
14 發动机的試驗台	112
第六章 吸收和測量發动机功率的設備和儀器	131
15 概論	131
16 機械測功器	131
17 水力測功器	135

18 电力测功器	151
19 测功器工作的稳定性	173
20 发动机曲轴扭矩的测量, 秤	175
21 发动机曲轴转速的测量	183
22 时间的测量	196
第七章 发动机供给燃料和冷却系统的设备	200
23 燃料消耗量的测量	200
24 发动机的冷却	208
第八章 测绘发动机示功图的仪器	218
25 概論	218
26 高速发动机用示功器	221
有很小自由振动周期, 机械记录压力变化的弹簧示功器(223)——有很小的自由振动周期, 光学记录压力变化的弹簧示功器(225)——电气的高速示功器, 记录部分有很高的自由振动频率(230)——转换发动机循环的频率, 点迹或闪光观测的高速示功器(240)	
27 示功图的误差	249
28 直接测定平均指示压力的仪器	254
第九章 温度的测量	257
29 基本概念	257
30 用液体的玻璃温度计	261
31 压力表式温度计	266
32 热电偶高温计	268
33 热电偶电动势的测量	276
34 用热电偶测量温度时经常的误差	284
35 电阻温度计	298
36 测量温度的其他方法	307
第十章 空气消耗量的测量	329
37 空气消耗量测量仪器的工作原理	329
38 经过管道缩口测量流体消耗量的仪器的构造	334
39 压力的测量	348
40 用电的方法测量气体流速和消耗量	351

第十一章 气体分析	359
41 气体分析应用仪器簡論	359
42 气体分析的方法和誤差的来源	391
43 廢气分析結果的整理	395
44 气体分析結果的圖解	406
第十二章 研究發动机中振动的仪器	413
45 轉速仪	413
46 研究發动机曲軸扭轉振动的設備。扭振仪	414
47 扭振圖的整理	418
第十三章 測量誤差的理論基础	423
48 測量的誤差和測量的准确程度	423
49 或然誤差的算术平均值	425
50 以后測量的誤差值和各次測量的或然平均誤差	427
51 測量誤差的計算举例	433
52 不同分量的測量結果的整理	436
53 用試驗方法所得曲綫的修整	438
54 运用最小二乘方的方法以确定系列数值的函数	441
第十四章 發动机試驗的組織	451
55 試驗的計劃	451
56 測量的数量和計算的准确度	454
关于精确，正确和測定与准确度和有效数字間的相互关系的一般概念 (455)——算术的平均值和相对的誤差(457)	
57 發动机試驗中具有自动化过程的裝置	465
58 發动机試驗的准备	475
59 参加試驗的人和观测的記錄	479
60 試驗的延續時間和讀数的頻率	482
第十五章 發动机試驗的主要类型	486
61 發动机的調整試驗	486
汽化器式發动机供給系統的調整(486)——压缩 点火式發动机供給系統的 調整(497)——煤气發动机供給系統的調整(500)——按照 点火 提早角的 調整曲綫(501)——按照供油角度的調整特性(503)	

62 發动机工作的經濟性和效率的試驗方法	505
發动机的轉速特性 (或速度特性)(505)——發动机的載荷特性(507)	
63 發动机指示功率和摩擦功率的測定	515
64 測定二行程和四行程發动机的換气系数	519
65 發动机机件磨損的測定	526
66 改算机件磨損的数值到指定的發动机工作的小时数	540
67 試驗材料的整理	542
附录	
I 液体燃料比重的平均溫度改正值	549
II 热电偶溫度电动势对照表	549
参考文献	565
中俄名詞对照表	567
对本書的書評	571

原 序

汽車和拖拉機工業的發展有必要建立專門的實驗室，以便對發動機中發生的一切現象作綜合的研究。

科學研究工作廣泛的發展，要求高等學校培養通曉在高速汽車拖拉機發動機研究中應用的試驗方法和測量儀器工作特性的工程師。

本書限于篇幅，只能按照發動機試驗目的介紹正確選擇儀器和研究方法所必需的基本知識。基于同樣原因對於特殊問題的研究，例如：供給燃料的設備，燃燒過程，燃料的噴射霧化，汽化作用等問題的研究只能稍稍涉及。

在闡述試驗的理論基礎和儀器的方案時，書中所列材料，為使讀者能選擇研究的方法和必須的設備以記錄或測量所要的數值，並了解這些儀器使用的範圍；但書中不詳細描述這些儀器。

因本書指定為教學參考，故有些地方列出數學推演步驟以獲得最後的應用公式。這樣作為的是向學生指明把複雜的計算如何歸納成簡單的算式以節省演算的時間。

與前一版比較，本書已經有很大的修訂和補充。新增第三、四、十二和十四章。修訂了第六、九、十三章。其餘各章作了補充。

測量儀器的理論基礎排在書的开始。這樣就可能更嚴格地分析發動機試驗用所有設備的工作原理。

第一章 發動機試驗概論

1 試驗的目的

目前在一切工程技術的領域中，內燃機已得到廣泛應用。內燃機是現代汽車和拖拉機的主要的動力裝置。

汽車和拖拉機發動機的構造，由於它在特殊的條件下工作，其發展的途徑和在固定裝置條件下工作的內燃機發展的途徑不同。

對於汽車拖拉機發動機提出以下主要的要求：

- 1) 發動機重量最小而每單位工作容積的功率最大；
- 2) 在任何情況下——在很大的轉速變化和自很小到全部功率的載荷下，能夠最經濟的工作；
- 3) 能夠在很大的大氣變化情況下工作——在很低的（冬季）和很高的（夏季）溫度，以及在大氣壓力變化的情況下工作；
- 4) 能夠不在基礎上（而在彈性懸置上）工作；
- 5) 在發動機的所有工作情況下有最大的堅固性和最大的耐磨性。

在內燃機中熱能轉變為機械功的過程是非常複雜的。汽油自汽化器噴油嘴出口流出直到廢氣從氣缸排出其間經過很多影響發動機工作的，化學和物理變化過程。在發動機中發生的這些過程的理論研究應當以進行試驗時所得的數據為基礎。

在設計汽車和拖拉機發動機時，計算所根據的許多原始數據只能用試驗方法才可以獲得。當考慮發動機設計時，這些原始數據的選擇必須加以研究並肯定其正確性。

此外，為了全面研究工廠所生產的發動機的質量而進行試驗，以確定新發動機的基本結構、動力特性和經濟特性，以及檢驗個別零

件和整個發動機的耐磨性和機械堅固性。因此，為獲得關於發動機的工作效率和關於它工作的可靠性的必需數據，為獲得此發動機能否符合對它所提出的要求的有關數據，應當進行全面的試驗。

依照發動機試驗的目的，測量數值的數目和它們測定的方法各有不同。如果用技術條件和規範所規定的試驗方法時，所得結果可以達到正確性和比較性。這時每一個別要測定的數值應當按照適當的方法及應用的儀器進行測量，儀器的準確度應符合於此試驗結果的要求。

現代汽車發動機的主要特征是它們的高速度性。現時汽車發動機的正常轉速達到每分鐘 4000 轉。有些汽車發動機的最高轉速已達到每分鐘 9000 轉或更高。

在試驗高速汽車發動機時必須應用適當的儀器，在選擇時應當考慮到應用某種儀器所得的結果，其誤差數值不得超過預先規定的限度。測定同一數值如有幾個方法，必須從它們之間選擇一個能夠得到相適應的測量準確度。在大多數情形汽車拖拉機發動機試驗時進行：

- 1) 測定反映發動機工作外特性的那些數值；
- 2) 測定反映發動機工作經濟性的數據；
- 3) 測定發動機用此種或另一種燃料和滑油在指定的條件下工作時的耐磨性；
- 4) 在發動機中工作過程的研究。

進行汽車拖拉機發動機試驗的目的：

- 1) 汽車拖拉機發動機生產工廠定期的質量檢查，以及在修理廠和車間為了測定發動機修理質量進行的試驗；
- 2) 履行協議書上保證的鑒定（接收試驗）；
- 3) 汽車拖拉機發動機特性的測定；
- 4) 指定種類的燃料或潤滑材料的適用程度的考察；
- 5) 新型發動機的研究，考察不同條件對發動機工作的影響，以