

內 燃 机 工 作 过 程 热 計 算 手 册

〔苏联〕B. M. 塔列也夫著

文 楫 譯 校

國 際 工 業 出 版 社

內 容 簡 介

本手册包括內燃机热計算的主要問題。手册共分两篇：第一篇叙述热計算的基本理論和进行計算时所用的輔助資料；第二篇包括十二个不同型式发动机热計算的实例，而这些发动机在所用的燃料、冲程数、压缩比、扫气型式、是否增压、高速性等方面都有所不同。

編写本手册时，在不同程度上利用了已发表的各种方案的热計算資料，它們均以 В. И. 格里涅維茨基教授的方法为基础。

本手册可供高等学校內燃机专业学生和研究生之用，也可供科学研究部門和工厂設計部門有关人員参考。

СПРАВОЧНИК ПО ТЕПЛОВОМУ РАСЧЕТУ
РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ДВИГАТЕЛЕЙ
ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ
〔苏联〕 В. М. Тареев
ИЗДАТЕЛЬСТВО “РЕЧНОЙ ТРАНСПОРТ” 1961

內燃机工作过程热計算手册

文 輯 譯 校

國防工業出版社 出版

北京市书刊出版业营业許可證出字第 074 号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店經售
国防工业出版社印刷厂印装

850 × 1168 $\frac{1}{32}$ 印張 $13\frac{1}{2}$ 344 千字

1965 年 9 月第一版 1965 年 9 月第一次印刷 印数：0,001—5,600 册

統一书号：15034·860 定价：(科七)2.20 元

序 言

目前，以 В. И. 格里涅維茨基 (В. И. Гриневецкий) 方法为基础的內燃机的热力計算，已由許多作者发表了很多不同方案的計算方法而聞名于世。这些計算方法之間的区别，在于对計算步驟总的安排和对各种类型发动机的适用范围不同，并且所选用的部分符号也互有出入。而各种热力計算方法的最大不同，在于确定其原始参数和系数的准备阶段。

本手册作者并不准备把現已发表的各种热力計算方法加以汇总綜合，而是根据自己的見解，从已有的計算方法中，选择一些最方便的解算方法，或者提出一些自己所創議的方法。只是在某些較重要的計算环节上，才对各种方法进行分析比較。

在整理手册所需的資料时，困难之一是符号系統的选择。

現列举不同含义而采用相同符号的一些实例如下：

p_H ——增压器后的空气压力，扫气孔开启瞬时气缸內的压力，进排气冲程的阻力；

p_k ——气缸前压缩空气的压力，增压器的阻力；

p_m ——摩擦阻力，渦輪前的燃气压力，燃气輪机的单位功；

p_r ——气缸內的排气压力，渦輪前的压力，摩擦阻力；

η_v ——四种不同概念的充气系数（按外界空气状态或气缸前贮气室內的空气状态計算；換算为活塞整个冲程或者是活塞有效冲程的充气系数）等等。

同一个参数常常用不同的符号表示，例如 p_k , p_H 和 p_s ——均为气缸前贮气室內的空气压力； p_m , p_p 和 p_r ——渦輪前的燃气压力； $p_{тр}$, p_m 和 p_{λ} ——摩擦阻力； π , ω , ε_H 和 λ_H ——增压器的压力升高比； φ_H , φ_{λ} , ζ 和 a ——示功图丰满系数等。

比較 A. C. 奥尔林 (A. C. Орлин) 教授多年来从事的工作，就可証明符号的选择确屬困难。

其实，主要参数符号的不統一，不仅閱讀文献有困难，而且也可能造成錯誤。

将各位作者所推荐的計算系数数值(剩余廢气系数、过量扫气空气系数等)有根据地加以总结也非易事。

本手册第三版与第二版(1959)的不同之处，除全面經過修改以外，第一篇作了某些删节，第二篇計算例题增为 12 个(仍保持原书篇幅)。

第一篇增訂的内容有：第二章的 § 5 ~ 7；第三章的 § 6；第四章的 § 2、5 和 6；第五章的 § 2 ~ 8；第八章的 § 7；第十章的 § 6 和第十二章的 § 11。

第二篇增加的热力計算实例，分別編写成第十八、二十、二十一、二十二和二十三各章。原有的第十六和二十一章已予删去。

作 者

目 录

序 言	9
主要符号	11
計算曲綫图目录	18

第一篇 热計算的理論基础

第一章 內燃机热計算的任务、方法、主要阶段、工作

混合气和燃烧产物的成分	19
-------------------	----

§ 1 內燃机热計算的任务	19
§ 2 內燃机热計算的方法	20
§ 3 內燃机热計算的主要阶段	22
§ 4 燃料种类	24
§ 5 液体燃料的空气需要量、燃烧产物和热值	26
§ 6 可燃气的空气需要量、燃烧产物和热值	32
§ 7 內燃机中燃烧时工作混合气体体积的相对变化	37

第二章 四冲程发动机充气过程特性系数和温度

§ 1 B. И. 格里涅維茨基和 E. K. 馬津格的一些公式	43
§ 2 C. E. 列別杰夫方程式	47
§ 3 充气系数和始点温度的精确公式	51
§ 4 四冲程发动机剩余废气系数 γ 的公式	53
§ 5 本章主要公式汇集	57
§ 6 四冲程发动机的計算实例	60
§ 7 确定四冲程发动机的系数 ξ_c	64

第三章 二冲程发动机充气过程的特性系数

§ 1 气缸充气特性系数	70
§ 2 扫气时相对空气消耗量的特性系数	72
§ 3 剩余废气系数与过量扫气空气系数的关系	76
§ 4 二冲程发动机压缩始点温度 T_a 的确定	81
§ 5 二冲程发动机充气系数的公式	85

§ 6 确定二冲程发动机的系数 ξ_c	87
第四章 二冲程发动机配气机构的运动学	89
§ 1 活塞位置与曲柄轉角的关系	89
§ 2 活塞位移的角度-冲程分数的积分 計算	96
§ 3 角度-冲程分数积分的经验公式	99
§ 4 从下死点算起的角度-冲程分数 b 的积分曲线	102
§ 5 时间-截面和角度-截面, 及其与角度-冲程分数的联系	103
§ 6 配气机构(气孔式或气阀式)近似計算用的通用线图	114
第五章 扫气孔的計算	124
§ 1 扫气所需时间-截面的計算	124
§ 2 采用简单迴綫形扫气方式时, 扫气孔高度的确定	129
§ 3 系数的选择和公式进一步化簡	132
§ 4 曲軸箱扫气	137
§ 5 具有实现增压用調节滑閥或自动閥門的迴綫形扫气	139
§ 6 直流气孔式扫气	141
§ 7 双曲軸对向活塞式发动机扫气孔的計算	142
§ 8 单曲軸对向活塞式发动机扫气孔的計算	146
第六章 提前排气的計算	150
§ 1 所需的时间-截面	150
§ 2 配置的时间-截面	154
§ 3 根据时间-截面計算最終压力 p_m	156
§ 4 計算提前排气用的簡化公式	158
§ 5 通过依次研究过程的各基元阶段的方法, 計算排气綫 上的各点	159
§ 6 排气过程方程式的精确积分	161
第七章 几种主要燃料的燃燒产物和工作混合气的比热	166
§ 1 混合气的比热	166
§ 2 一般成分的燃油在理論上完全燃燒的产物	166
§ 3 燃油的廢气比热 $C_{vm, \lambda}$	170
§ 4 石油发动机中工作混合气的比热 $C_{vm, cm}$	173
§ 5 噴水式石油发动机的燃燒产物的比热 $C_{vm, \lambda \Pi}$	175
§ 6 噴水式石油发动机工作混合气的分子变化系数和 比热 $C_{cm, \Pi}$	175

§ 7 汽油燃燒不完全時的燃燒產物的分子變化系數 μ_0 和比 熱 $C_{\text{срм.н}}$	176
§ 8 汽油的理論 ($\alpha = 1$ 時) 完全燃燒產物的成分	179
§ 9 汽油的理論完全燃燒產物比熱	182
§ 10 $\alpha > 1$ 時汽油完全燃燒產物的比熱	183
§ 11 不完全燃燒時, 含有剩餘廢氣的汽油-空氣工作混合 氣的比熱	184
§ 12 汽油完全燃燒時工作混合氣的比熱	185
§ 13 ($\alpha = 1$) 時, 發生爐煤氣理論完全燃燒產物的成分	187
§ 14 發生爐煤氣理論燃燒產物的比熱	188
§ 15 當 $\alpha > 1$ 為任意值時, 發生爐煤氣的廢氣比熱	190
§ 16 發生爐煤氣的比熱	192
§ 17 發生爐煤氣的煤氣-空氣 (純的) 混合氣的比熱	193
§ 18 發生爐煤氣發動機的工作混合氣比熱	195
§ 19 發生爐煤氣發動機工作混合氣比熱的近似公式	195
§ 20 天然氣及其他高熱值煤氣 ($\alpha = 1$ 時) 理論燃燒產物 的成分	196
§ 21 天然氣理論燃燒產物的比熱	202
§ 22 α 為任意值時天然氣的廢氣比熱	203
§ 23 天然氣工作混合氣的比熱	205
第八章 壓縮過程	208
§ 1 基本公式	208
§ 2 平均絕熱壓縮指數 k_1	208
§ 3 重質燃油 (柴油或摩托油) 發動機的指數 k_1	211
§ 4 當 $\alpha < 1$ 時汽油機的平均絕熱指數 k_1	212
§ 5 發生爐煤氣發動機的指數 k_1	213
§ 6 天然氣發動機的指數 k_1	214
§ 7 壓縮多變指數 n_1 的選定	216
第九章 燃燒方程式	219
§ 1 混合燃燒基本公式的推導	219
§ 2 定容加熱的基本燃燒方程式	226
§ 3 定壓加熱的基本燃燒方程式	227
§ 4 燃燒方程式的一些最主要特例	228

第十章 膨胀过程	234
§1 基本公式	234
§2 重油发动机的 k_2 指数	235
§3 汽油机 $\alpha < 1$ 时的指数 k_2	237
§4 发生炉煤气发动机的指数 k_2	238
§5 天然气发动机的指数 k_2	239
§6 膨胀多变指数 n_2 的选择	240
第十一章 进排气损失、摩擦损失、增压器损失	244
§1 四冲程发动机中的进排气损失	244
§2 四冲程发动机的摩擦损失	247
§3 二冲程发动机的摩擦损失	251
§4 增压器所消耗的功	253
§5 废气涡轮所产生的功	256
§6 废气的温度 T_r'	258
§7 压力 p_s 和 p_p 的关系	262
第十二章 平均指示压力和平均有效压力的计算, 气缸主要尺寸的确定, 发动机工作经济指标的求法, 示功图的绘制	266
§1 预期的(理论的)平均指示压力的公式	266
§2 二冲程发动机的修正平均指示压力	266
§3 未扣除进排气损失的四冲程发动机修正平均指示压力	267
§4 扣除进排气损失的修正平均指示压力	268
§5 二冲程发动机的平均有效压力	268
§6 四冲程发动机的平均有效压力	269
§7 二冲程发动机的机械效率	270
§8 四冲程发动机的机械效率	270
§9 气缸主要尺寸的确定	271
§10 燃料消耗率和效率	274
§11 在热计算准备部分中系数 α 的选择	281
§12 示功图的绘制	283

第二篇 最主要型式內燃机的热計算

第十三章	用无烟煤发生炉煤气工作的四冲程低压 縮比低速发动机的热計算	287
第十四章	热球式发动机的計算	299
第十五章	四冲程汽車用汽油机的計算	310
第十六章	增压航空汽油机的簡化計算 (按馬斯連 尼柯夫 方法)	319
第十七章	曲軸箱扫气的預燃室式柴油机計算	327
第十八章	四冲程統一式燃燒室高速柴油机的計算 (发动机型式 $3Д6-64CH \frac{15}{18}$)	338
第十九章	增压器后无空气冷却的廢气渦輪增压式 四冲程柴油机 (船用或內燃機車用) 的 計算 (按 Д50 型发动机和它的变型)	347
第二十章	具有增压用自动閥門和活塞式增压器的 迴流扫气式低速船用柴油机的計算 (发 动机 型式 $8Д \frac{42}{50}$)	361
第二十一章	直流气閥-气孔扫气式二冲程柴油机的 計算 (ДАЗ-204 型)	371
第二十二章	直流气閥-气孔式配气机构的內燃機車 发动机, 采用中間冷却的复合式高增 压时的热計算 (高洛明斯克古比雪夫 工厂的 Д-45 型发动机)	385
第二十三章	对向活塞式二冲程柴油机的計算 (2Д -100型)	400
第二十四章	天然气的四冲程气体-液体燃料发动机 的計算	421

內 燃 机 工 作 过 程 热 計 算 手 册

[苏联] B. M. 塔列也夫著

文 楫 譯 校

國 際 工 業 出 版 社

內 容 簡 介

本手册包括內燃机热計算的主要問題。手册共分两篇：第一篇叙述热計算的基本理論和进行計算时所用的輔助資料；第二篇包括十二个不同型式发动机热計算的实例，而这些发动机在所用的燃料、冲程数、压缩比、扫气型式、是否增压、高速性等方面都有所不同。

编写本手册时，在不同程度上利用了已发表的各种方案的热計算資料，它們均以 В. И. 格里涅維茨基教授的方法为基础。

本手册可供高等学校內燃机专业学生和研究生之用，也可供科学研究部門和工厂設計部門有关人員参考。

СПРАВОЧНИК ПО ТЕПЛОВОМУ РАСЧЕТУ
РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ДВИГАТЕЛЕЙ
ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ
〔苏联〕 В. М. Тареев
ИЗДАТЕЛЬСТВО “РЕЧНОЙ ТРАНСПОРТ” 1961

內燃机工作过程热計算手册
文 輯 譯 校

國防工業出版社 出版

北京市书刊出版业营业許可證出字第 074 号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店經售
国防工业出版社印刷厂印装

850 × 1168 $\frac{1}{32}$ 印張 $13\frac{1}{2}$ 344 千字

1965 年 9 月第一版 1965 年 9 月第一次印刷 印数：0,001—5,600 册

統一书号：15034·860 定价：(科七)2.20 元

目 录

序 言	9
主要符号	11
計算曲綫图目录	18

第一篇 热計算的理論基础

第一章 內燃机热計算的任务、方法、主要阶段、工作

混合气和燃烧产物的成分	19
-------------------	----

§ 1 內燃机热計算的任务	19
§ 2 內燃机热計算的方法	20
§ 3 內燃机热計算的主要阶段	22
§ 4 燃料种类	24
§ 5 液体燃料的空气需要量、燃烧产物和热值	26
§ 6 可燃气的空气需要量、燃烧产物和热值	32
§ 7 內燃机中燃烧时工作混合气体积的相对变化	37

第二章 四冲程发动机充气过程特性系数和温度

§ 1 B. И. 格里涅維茨基和 E. K. 馬津格的一些公式	43
§ 2 C. E. 列別杰夫方程式	47
§ 3 充气系数和始点温度的精确公式	51
§ 4 四冲程发动机剩余废气系数 γ 的公式	53
§ 5 本章主要公式汇集	57
§ 6 四冲程发动机的計算实例	60
§ 7 确定四冲程发动机的系数 ξ_c	64

第三章 二冲程发动机充气过程的特性系数

§ 1 气缸充气特性系数	70
§ 2 扫气时相对空气消耗量的特性系数	72
§ 3 剩余废气系数与过量扫气空气系数的关系	76
§ 4 二冲程发动机压缩始点温度 T_a 的确定	81
§ 5 二冲程发动机充气系数的公式	85

§ 6 确定二冲程发动机的系数 ξ_c	87
第四章 二冲程发动机配气机构的运动学	89
§ 1 活塞位置与曲柄轉角的关系	89
§ 2 活塞位移的角度-冲程分数的积分 計算	96
§ 3 角度-冲程分数积分的经验公式	99
§ 4 从下死点算起的角度-冲程分数 b 的积分曲线	102
§ 5 时间-截面和角度-截面, 及其与角度-冲程分数的联系	103
§ 6 配气机构(气孔式或气阀式)近似計算用的通用线图	114
第五章 扫气孔的計算	124
§ 1 扫气所需时间-截面的計算	124
§ 2 采用简单迴綫形扫气方式时, 扫气孔高度的确定	129
§ 3 系数的选择和公式进一步化簡	132
§ 4 曲軸箱扫气	137
§ 5 具有实现增压用調节滑閥或自动閥門的迴綫形扫气	139
§ 6 直流气孔式扫气	141
§ 7 双曲軸对向活塞式发动机扫气孔的計算	142
§ 8 单曲軸对向活塞式发动机扫气孔的計算	146
第六章 提前排气的計算	150
§ 1 所需的时间-截面	150
§ 2 配置的时间-截面	154
§ 3 根据时间-截面計算最終压力 p_m	156
§ 4 計算提前排气用的簡化公式	158
§ 5 通过依次研究过程的各基元阶段的方法, 計算排气綫 上的各点	159
§ 6 排气过程方程式的精确积分	161
第七章 几种主要燃料的燃燒产物和工作混合气的比热	166
§ 1 混合气的比热	166
§ 2 一般成分的燃油在理論上完全燃燒的产物	166
§ 3 燃油的廢气比热 $C_{vm, \lambda}$	170
§ 4 石油发动机中工作混合气的比热 $C_{vm, cm}$	173
§ 5 噴水式石油发动机的燃燒产物的比热 $C_{vm, \lambda \Pi}$	175
§ 6 噴水式石油发动机工作混合气的分子变化系数和 比热 $C_{cm, \Pi}$	175

§ 7 汽油燃燒不完全時的燃燒產物的分子變化系數 μ_0 和比 熱 $C_{\text{срм.н}}$	176
§ 8 汽油的理論 ($\alpha = 1$ 時) 完全燃燒產物的成分	179
§ 9 汽油的理論完全燃燒產物比熱	182
§ 10 $\alpha > 1$ 時汽油完全燃燒產物的比熱	183
§ 11 不完全燃燒時, 含有剩餘廢氣的汽油-空氣工作混合 氣的比熱	184
§ 12 汽油完全燃燒時工作混合氣的比熱	185
§ 13 ($\alpha = 1$) 時, 發生爐煤氣理論完全燃燒產物的成分	187
§ 14 發生爐煤氣理論燃燒產物的比熱	188
§ 15 當 $\alpha > 1$ 為任意值時, 發生爐煤氣的廢氣比熱	190
§ 16 發生爐煤氣的比熱	192
§ 17 發生爐煤氣的煤氣-空氣 (純的) 混合氣的比熱	193
§ 18 發生爐煤氣發動機的工作混合氣比熱	195
§ 19 發生爐煤氣發動機工作混合氣比熱的近似公式	195
§ 20 天然氣及其他高熱值煤氣 ($\alpha = 1$ 時) 理論燃燒產物 的成分	196
§ 21 天然氣理論燃燒產物的比熱	202
§ 22 α 為任意值時天然氣的廢氣比熱	203
§ 23 天然氣工作混合氣的比熱	205
第八章 壓縮過程	208
§ 1 基本公式	208
§ 2 平均絕熱壓縮指數 k_1	208
§ 3 重質燃油 (柴油或摩托油) 發動機的指數 k_1	211
§ 4 當 $\alpha < 1$ 時汽油機的平均絕熱指數 k_1	212
§ 5 發生爐煤氣發動機的指數 k_1	213
§ 6 天然氣發動機的指數 k_1	214
§ 7 壓縮多變指數 n_1 的選定	216
第九章 燃燒方程式	219
§ 1 混合燃燒基本公式的推導	219
§ 2 定容加熱的基本燃燒方程式	226
§ 3 定壓加熱的基本燃燒方程式	227
§ 4 燃燒方程式的一些最主要特例	228

第十章 膨胀过程	234
§1 基本公式	234
§2 重油发动机的 k_2 指数	235
§3 汽油机 $\alpha < 1$ 时的指数 k_2	237
§4 发生炉煤气发动机的指数 k_2	238
§5 天然气发动机的指数 k_2	239
§6 膨胀多变指数 n_2 的选择	240
第十一章 进排气损失、摩擦损失、增压器损失	244
§1 四冲程发动机中的进排气损失	244
§2 四冲程发动机的摩擦损失	247
§3 二冲程发动机的摩擦损失	251
§4 增压器所消耗的功	253
§5 废气涡轮所产生的功	256
§6 废气的温度 T_r'	258
§7 压力 p_s 和 p_p 的关系	262
第十二章 平均指示压力和平均有效压力的计算, 气缸主要尺寸的确定, 发动机工作经济指标的求法, 示功图的绘制	266
§1 预期的(理论的)平均指示压力的公式	266
§2 二冲程发动机的修正平均指示压力	266
§3 未扣除进排气损失的四冲程发动机修正平均指示压力	267
§4 扣除进排气损失的修正平均指示压力	268
§5 二冲程发动机的平均有效压力	268
§6 四冲程发动机的平均有效压力	269
§7 二冲程发动机的机械效率	270
§8 四冲程发动机的机械效率	270
§9 气缸主要尺寸的确定	271
§10 燃料消耗率和效率	274
§11 在热计算准备部分中系数 α 的选择	281
§12 示功图的绘制	283

第二篇 最主要型式內燃机的热計算

第十三章	用无烟煤发生炉煤气工作的四冲程低压 縮比低速发动机的热計算	287
第十四章	热球式发动机的計算	299
第十五章	四冲程汽車用汽油机的計算	310
第十六章	增压航空汽油机的簡化計算 (按馬斯連 尼柯夫 方法)	319
第十七章	曲軸箱扫气的預燃室式柴油机計算	327
第十八章	四冲程統一式燃燒室高速柴油机的計算 (发动机型式 $3Д6-64CH \frac{15}{18}$)	338
第十九章	增压器后无空气冷却的廢气渦輪增压式 四冲程柴油机 (船用或內燃機車用) 的 計算 (按 Д50 型发动机和它的变型)	347
第二十章	具有增压用自动閥門和活塞式增压器的 迴流扫气式低速船用柴油机的計算 (发 动机 型式 $8Д \frac{42}{50}$)	361
第二十一章	直流气閥-气孔扫气式二冲程柴油机的 計算 (ДАЗ-204 型)	371
第二十二章	直流气閥-气孔式配气机构的內燃機車 发动机, 采用中間冷却的复合式高增 压时的热計算 (高洛明斯克古比雪夫 工厂的 Д-45 型发动机)	385
第二十三章	对向活塞式二冲程柴油机的計算 (2Д -100型)	400
第二十四章	天然气的四冲程气体-液体燃料发动机 的計算	421

