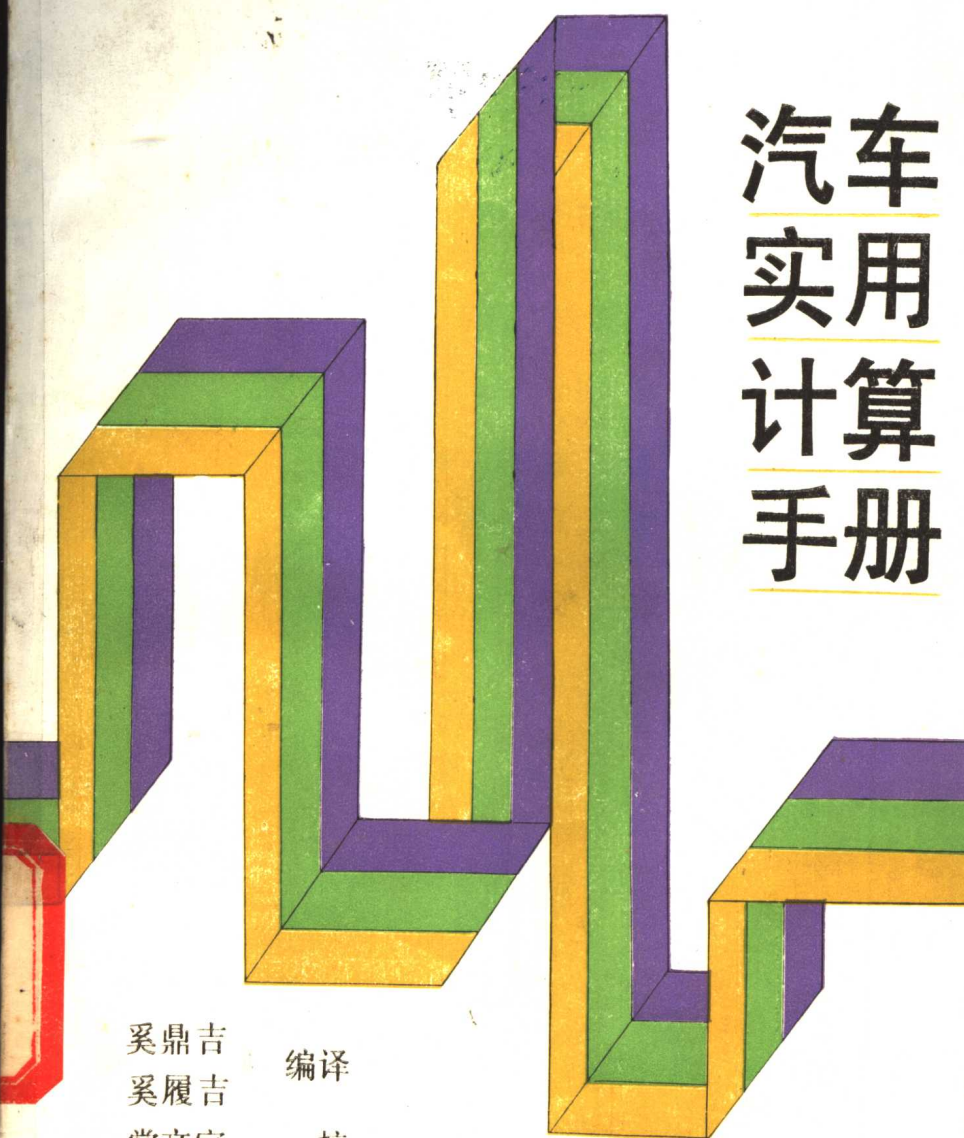


汽车 实用 计算 手册



奚鼎吉 编译
奚履吉 校
常文宣

人民交通出版社

QICHE SHIYONG JISUAN SHOUCHE

汽车实用计算手册

奚鼎吉 奚履吉 编译

常 文 宣 校

人民交通出版社

汽车实用计算手册

奚鼎吉 奚履吉 编译

常 文 宣 校

人民交通出版社出版发行

(北京和平里东街10号)

各地新华书店经销

人民交通出版社印刷厂印刷

开本: 787×1092_{毫米} 印张: 9.875 字数: 209千

1988年9月 第1版

1988年9月 第1版 第1次印刷

印数: 0001—23,150册 定价: 3.65元

内 容 提 要

本手册系根据日本吉村勝夫《自動車工学公式集・解説》一书为蓝本编译而成，手册内容浅显易懂，实用性较强。

本手册共分22章，内容主要包括与汽车基础理论、使用直接有关的数学、力学、热学、燃烧学、电学等学科的有关计算公式，不仅给出公式，还有公式推导、证明和例题。

手册供具有中等专业水平的读者查阅。

前 言

近年来，我国汽车技术取得了长足的进步，新型汽车、新的结构不断被研制出来，汽车的性能也越来越好。同时，由于四化建设的需要，我国还进口了许多工业发达国家的汽车。因此，要求从事汽车使用与维修的工程技术人员，以及广大修理工、驾驶员，应具备更新的技术与理论水平，以适应工作的要求。鉴于此，我们以日本吉村勝夫的《自動車工学公式集・解説》为蓝本编译成本手册，希望它能对上述各方面的人员有所帮助。

原书内容丰富，在日本颇受欢迎。但是，为了使本手册成为一部真正便于查阅的工具书，重新编写时删节了原书中一些与计算无关的章节。此外，为使本手册适于我国读者的阅读习惯，还对原书的体例作了变动，补充了一些公式推导，增加了一些常用公式与例题。力求深入浅出、层次分明。凡具有中等文化程度和一定专业知识的读者想必都能接受与掌握。

本手册采用的计量单位为我国法定计量单位（某些图表有例外）。但考虑到过去许多科技图书中出现的非法定计量单位不少读者印象很深，因此本手册的计算过程中进行了单位换算。

由于我们水平有限，书中错误之处在所难免，敬希读者批评指正。

目 录

一、坡度与前轮定位	1
〔1-1〕 坡道角(θ)与百分比坡度(i)	1
〔1-2〕 汽车的爬坡能力($i_{\max}$)	3
〔1-3〕 前轮定位	4
〔1-4〕 主销内倾角(β)的测定	4
〔1-5〕 主销后倾角(γ)的测定	7
二、圆、椭圆、抛物线及等轴双曲线	8
〔2-1〕 圆周长(L)公式	8
〔2-2〕 圆面积(S)公式	8
〔2-3〕 椭圆方程	9
〔2-4〕 椭圆的性质	9
〔2-5〕 活塞顶部与裙部的直径差	11
〔2-6〕 万向节从动轴的转速	11
〔2-7〕 抛物线及抛物线方程	14
〔2-8〕 抛物线的焦距公式	16
〔2-9〕 球面反射镜及圆、球面的方程	18
〔2-10〕 等轴双曲线方程	19
三、表面积、体积的计算公式	20
〔3-1〕 球体的表面积(S)	20
〔3-2〕 球冠(球缺)的表面积(A)	21
〔3-3〕 圆锥的体积(V)	22
〔3-4〕 球冠的体积(V)	23

[3-5] 半球的体积 (V)	27
[3-6] 球的体积 (V)	27
[3-7] 气缸排量 (V_h) 与发动机排量 (V_L)	28
[3-8] 压缩比 (ε)	29

四、质量、重量、密度和比重的计算

[4-1] 质量 (m) 和重量 (G)	30
[4-2] 密度 (ρ) 和比重 (γ)	31
[4-3] 蓄电池电解液的配制	32
[4-4] 任意温度下蓄电池电解液的比重 (γ_t)	33
[4-5] 流量 (q)	34
[4-6] 柴油机各缸供油不均匀度 (ρ_1)	34

五、速度、运动的合成、转动、转弯、运动定律、进动

及虎克定律

[5-1] 线速度 (v)	38
[5-2] 角速度 (ω)	39
[5-3] 角速度方向的确定	39
[5-4] 线速度与角速度的关系	40
[5-5] 直线运动与转动	41
[5-6] 转动瞬心	41
[5-7] 活塞速度 (v_s)	42
[5-8] 汽车行驶速度 (v_a)	43
[5-9] 转向半径 (R)	44
[5-10] 最小转弯半径 (R_{min})	45
[5-11] 转向轮的转弯半径 (R_0)	46
[5-12] 阿卡曼梯形转向机构	48
[5-13] 加速度 (a)	49
[5-14] 速度、加速度与距离的关系	50

〔5-15〕 运动定律.....	51
〔5-16〕 进动(陀螺效应)	53
〔5-17〕 虎克定律.....	54
六、与汽车行驶性能有关的计算公式.....	55
〔6-1〕 汽车的起步加速性.....	55
〔6-2〕 汽车的车轮驱动力 (F_t)	58
〔6-3〕 汽车在车轮驱动力作用下产生的加速 度(a).....	60
〔6-4〕 考虑旋转质量时的加速度值.....	61
〔6-5〕 静摩擦力与动摩擦力.....	62
〔6-6〕 坡路驻车极限坡道角 (θ_0)	63
〔6-7〕 车轮驱动力与坡道角的关系.....	64
〔6-8〕 爬坡能力.....	65
〔6-9〕 行驶性能曲线图.....	67
〔6-10〕 制动器制动力 (F_μ)	68
〔6-11〕 轮胎与地面的附着力 (F_s)	68
〔6-12〕 制动减速度 (j)	70
〔6-13〕 最大制动减速度 (j_{max})	71
〔6-14〕 制动距离的估算.....	72
七、扭矩、离心力的计算公式及车检结果判定公式.....	74
〔7-1〕 扭矩 (M)	74
〔7-2〕 发动机有效扭矩 (M_e) 与传动轴有效扭 矩 (M_g) 的关系.....	77
〔7-3〕 摩擦式离合器的极限扭矩 (M_{clmt}).....	78
〔7-4〕 制动器的制动力矩 (M_μ)	78
〔7-5〕 螺栓、螺母拆装扭矩表.....	78
〔7-6〕 离心加速度 (a)	78

〔7-7〕 离心力 (F_n)	80
〔7-8〕 传动轴的离心力	83
〔7-9〕 弯道路面超高倾角 (θ)	83
〔7-10〕 车检结果判定公式	85
八、载荷分布计算公式	93
〔8-1〕 物体平衡的条件	93
〔8-2〕 汽车前、后轴负荷 (G_1 、 G_2)	97
〔8-3〕 汽车重心高度 (H)	99
〔8-4〕 两点支承公式	101
〔8-5〕 三点支承公式	102
〔8-6〕 四点支承	104
〔8-7〕 汽车重心的平面位置 (一)	105
〔8-8〕 汽车重心的平面位置 (二)	107
〔8-9〕 汽车临界倾翻角 (θ_0)	108
〔8-10〕 离心力引起汽车的倾翻	110
九、压力、阻力、示功图与行驶方程	111
〔9-1〕 压力与压强 (p)	111
〔9-2〕 气缸压缩压力 (p_c)	111
〔9-3〕 液体的压强 (p_h)	112
〔9-4〕 阿基米德定律	114
〔9-5〕 真空度	116
〔9-6〕 进气歧管真空度及气缸真空度	116
〔9-7〕 压强与沸点及冰点的关系	117
〔9-8〕 风压 (p)	118
〔9-9〕 空气阻力系数 (C_D)	121
〔9-10〕 汽车的总迎风面积 (S)	121
〔9-11〕 静压 (p_s)、动压 (p_d) 和全压 (p_t)	122

〔9-12〕	伯努利定律.....	122
〔9-13〕	化油器喉管原理.....	123
〔9-14〕	示功图.....	124
〔9-15〕	柴油机爆震.....	124
〔9-16〕	汽车的行驶方程式.....	126
〔9-17〕	汽车的行驶条件.....	127
十、能量、功和功率的计算公式		129
〔10-1〕	重力势能 (E_p)	129
〔10-2〕	动能 (E_k)	129
〔10-3〕	势能与动能的相互转变.....	133
〔10-4〕	能量守恒定律与质量守恒定律.....	133
〔10-5〕	功 (W)	134
〔10-6〕	发动机气缸平均有效压力 (p_e).....	134
〔10-7〕	气缸在作功冲程中作的功 (W_0).....	134
〔10-8〕	功率 (P)	135
〔10-9〕	外力使物体旋转所消耗的功率公式.....	135
〔10-10〕	发动机的有效功率 (P_e)	136
〔10-11〕	四冲程发动机的有效功率 (P_{e4})	137
〔10-12〕	二冲程发动机的有效功率 (P_{e2})	138
〔10-13〕	功率与力的关系.....	139
〔10-14〕	发动机的升功率 (P_L)	139
十一、温度、热、燃料发热量及热效率		140
〔11-1〕	温度的单位.....	140
〔11-2〕	汽化热的应用.....	141
〔11-3〕	功热守恒关系.....	142
〔11-4〕	表示汽车燃料经济性的几个参量.....	144
〔11-5〕	汽车燃油经济性计算公式.....	145

〔11-6〕 燃料的热值 (H)	145
十二、汽车发动机的特性	147
〔12-1〕 汽油发动机速度特性曲线	147
〔12-2〕 柴油机的速度特性曲线	148
十三、热力学定律、热膨胀、理想气体状态方程与绝热变化	151
〔13-1〕 热力学第一定律	151
〔13-2〕 热力学第二定律与卡诺定理	151
〔13-3〕 热量 (Q)、温度 (T) 和比热 (C) 的关系	152
〔13-4〕 热膨胀	152
〔13-5〕 玻义耳-马略特定律	153
〔13-6〕 盖·吕萨克定律	154
〔13-7〕 理想气体状态方程	155
〔13-8〕 绝热变化	157
〔13-9〕 内燃机气缸中气体状态的变化	158
〔13-10〕 绝热变化公式与近似绝热变化公式的一般形式	159
〔13-11〕 绝热变化的 p 、 T 关系式	160
〔13-12〕 绝热变化的 V 、 T 关系式	162
十四、燃料及燃烧	164
〔14-1〕 汽油、柴油与液化石油气 (LPG)	164
〔14-2〕 汽油辛烷值计算式	164
〔14-3〕 柴油十六烷值计算式	165
〔14-4〕 苯胺点、A.P.I 密度与柴油指数	166
〔14-5〕 混合比与理论混合比	167
〔14-6〕 碳氢化合物的不完全燃烧	170
〔14-7〕 尾气成分与混合比的关系	170

〔14-8〕 背压.....	171
十五、光与声音.....	172
〔15-1〕 光通量 (Φ)	172
〔15-2〕 立体角 (Ω)	172
〔15-3〕 发光强度 (I)	172
〔15-4〕 照度 (E_e)	173
〔15-5〕 照度与距离的关系.....	174
〔15-6〕 声强与声强级 (J)	175
〔15-7〕 噪声.....	176
十六、齿轮公式.....	177
〔16-1〕 齿轮的齿型.....	177
〔16-2〕 齿轮的分类.....	178
〔16-3〕 齿轮各部分的名称及主要参数.....	180
〔16-4〕 渐开线直齿圆柱齿轮的正确啮合条件.....	181
〔16-5〕 齿轮的模数 (m)	182
〔16-6〕 外啮合标准直齿、斜齿 (人字齿)、圆 柱齿轮的计算.....	182
十七、传动比与变速器的计算.....	185
〔17-1〕 定轴轮系总传动比 ($i_{1,k}$) 的计算公式.....	185
〔17-2〕 汽车总传动比 (i_t) 与汽车最大总传动 比 (i_{tmax}).....	189
〔17-3〕 变速器的计算公式.....	190
十八、行星轮系与汽车自动变速器.....	194
〔18-1〕 行星轮系传动.....	194
〔18-2〕 汽车自动变速器的结构及其有关计算 公式.....	206
〔18-3〕 汽车自动变速器各档变速比的计算.....	213

〔18-4〕 汽车自动变速器中制动器与离合器的 工作	214
〔18-5〕 汽车自动变速器的操作及工作状况 简介	214
十九、电学公式简介	223
〔19-1〕 电流 (I) 与电阻 (R)	223
〔19-2〕 欧姆定律表达式	223
〔19-3〕 电流的功率 (P_E)	224
〔19-4〕 克希荷夫第一定律	226
〔19-5〕 克希荷夫第二定律	226
〔19-6〕 惠斯通电桥公式	228
〔19-7〕 电池的联接	229
〔19-8〕 串联电路与并联电路公式	229
〔19-9〕 电池组的排列	236
〔19-10〕 绝缘电阻、接触电阻和电解质电阻	238
〔19-11〕 稀硫酸的密度与冻结温度、电阻的关系	239
〔19-12〕 焦耳定律表达式	239
〔19-13〕 平行板电容器的电容 (C)	240
〔19-14〕 电容器的串、并联计算	241
二十、有关蓄电池的计算公式	242
〔20-1〕 蓄电池的20h放电率(额定容量) (λ_{20})	242
〔20-2〕 蓄电池组的总20h放电率 ($\lambda_{\Sigma 20}$)	242
〔20-3〕 蓄电池的充电容量 ($Q_{充}$) 与放电 容量 ($Q_{放}$)	243
〔20-4〕 蓄电池的能量 (E) 与比能量 (w)	245
〔20-5〕 蓄电池的理论功率 (P) 与利用系数 (k)	245
〔20-6〕 蓄电池的效率	246
〔20-7〕 蓄电池性能与温度的关系	247

〔20-8〕 电解液的比重、蓄电池的开路电压、充 放电状态的关系.....	248
〔20-9〕 自放电.....	250
〔20-10〕 过放电.....	251
〔20-11〕 充电时的充电电流强度.....	251
二十一、起动、点火与气门开闭计算公式.....	253
〔21-1〕 串激式电动机的特性.....	253
〔21-2〕 点火线圈.....	256
〔21-3〕 发动机的点火顺序.....	256
〔21-4〕 点火延迟问题中的计算.....	259
〔21-5〕 断电器凸轮工作角 (β)	260
〔21-6〕 断电器触点闭合角 (γ) 与闭合率 (η_B)	261
〔21-7〕 凸轮夹角.....	263
〔21-8〕 配气重叠.....	263
〔21-9〕 四冲程发动机凸轮转角 ($\beta_{凸}$) 与曲轴转 角 ($\beta_{曲}$) 间的关系.....	264
〔21-10〕 发动机工作情况图析.....	264
〔21-11〕 汽油机的点火间隔 (α_Q).....	277
二十二、数学公式.....	282

一、坡度与前轮定位

〔1-1〕 坡道角(θ)与百分比坡度(i)

路面所在的平面与水平面间的夹角 θ ，称为道路的坡道角 (图1.1)。

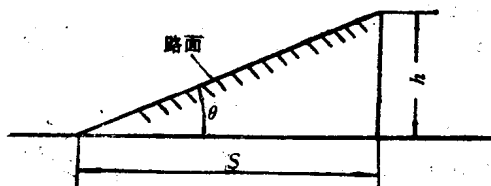


图 1.1

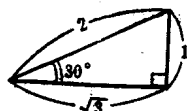


图 1.2

坡道角不等于 0 的道路称为坡路，坡道角等于 0 的道路称为平坦路。道路的坡高 (h) 与底长 (S) 之比的百分数，称为道路的百分比坡度 (i)。即：

$$i = \frac{h}{S} \times 100\% \quad (1.1)$$

百分比坡度还可下式表示：

$$i = \tan \theta \times 100\% \quad (1.2)$$

例1.1

〔已知〕 某坡路的坡道角为 30° (见图1.2)。

〔求〕 此坡路的百分比坡度。

〔解〕 由式(1.2)知

$$i = \operatorname{tg} \theta \times 100\%$$

而 $\theta = 30^\circ$

$$i = \operatorname{tg} 30^\circ \times 100\% = \frac{1}{\sqrt{3}} \times 100\%$$

$$\approx \frac{1.73}{3} \times 100\% \approx 58\%$$

答：此坡路的百分比坡度为58%。

例1.2

〔已知〕 坡路的百分比坡度为5%（见图1.3）。

〔求〕 此坡路的坡道角。

〔解〕 在图1.3中，A、D是单位圆（以1为半径的圆）上两点。

$$AC = \sin \theta$$

$\widehat{AD}$ 之值 = θ （单位：rad）

$$BD \text{ 之值} = \operatorname{tg} \theta$$

当 θ 值很小时

$$AC \approx \widehat{AD} \approx BD$$

即当 θ 值很小时

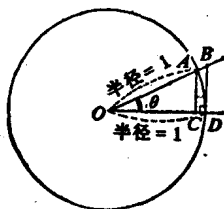


图 1.3

$$\sin \theta \approx \theta \approx \operatorname{tg} \theta \quad (1)$$

又由式(1.2)知

$$i = \operatorname{tg} \theta \times 100\% \quad (2)$$

将(1)代入(2)

$$i \approx \theta \times 100\% \quad (3)$$

将已知百分比坡度值代入(3)

$$5\% \approx \theta \times 100\%$$

$$\theta = \frac{5}{100} = 0.05(\text{rad})$$

$$= 57.295645^\circ \times 0.05 = 2.86^\circ \approx 2^\circ 52'$$

答：此坡路的坡道角为 $2^\circ 52'$ （约为 3° ）。

例1.3

〔已知〕 总重量为 $2t$ 的汽车停在坡道角为 30° 的坡路上（图1.4）。

〔求〕 垂直于路面的重力分力 F_y 及重力沿路面方向的分力 F_x 。

〔解〕 因为总重量 $1t$ 的物体所受重力为

$$9.8N \times 1000 = 9800N$$

所以此汽车受的总重力为

$$9800N \times 2 = 19600N$$

又由图1.4可得

$$\begin{aligned} F_x &= 19600 \times \sin\theta = 19600 \times \sin 30^\circ \\ &= 19600 \times \frac{1}{2} = 9800(N) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_y &= 19600 \times \cos 30^\circ = 19600 \times \frac{\sqrt{3}}{2} \\ &= 9800 \times \sqrt{3} = 9800 \times 1.73 \\ &= 16954(N) \end{aligned}$$

答： $F_x = 9800N$ ， $F_y = 16954N$ 。

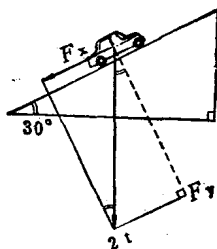


图 1.4

〔1-2〕 汽车的爬坡能力 (i_{max})

汽车的爬坡能力，是指该车能够爬越的最陡坡的百分比坡度。