

毛主席语录

列宁为什么说对资产阶级专政，这个问题要搞清楚。这个问题不搞清楚，就会变修正主义。要使全国知道。

我们的教育方针，应该使受教育者在德育、智育、体育几方面都得到发展，成为有社会主义觉悟的有文化的劳动者。

胸中有“数”。这是说，对情况和问题一定要注意到它们的数量方面，要有基本的数量的分析。

人们为着要在自然界里得到自由，就要用自然科学来了解自然，克服自然和改造自然，从自然里得到自由。

自力更生为主，争取外援为辅，破除迷信，独立自主地干工业、干农业，干技术革命和文化革命，打倒奴隶思想，埋葬教条主义，认真学习外国的好经验，也一定研究外国的坏经验——引以为戒，这就是我们的路线。



200424790

前

言



00296878

为了适应教育改革的实践的需要，我们编纂了这本“石油炼制及石油化工计算方法图表集”。

本图表集的内容主要是烃类和石油及其馏份的物性数据计算方法和图表，每一部分均按纯烃、烃类混合物和石油馏份的次序排列，其后附列炼油厂和石油化工厂常用的一些非烃类物质的有关资料。

各种计算方法和图表种类繁多，在选材过程中，尽可能介绍最新的、比较准确的和使用较简便的方法和图表；更换了一些陈旧的，准确性不高的方法和图表。

根据唯物辩证法的观点，任何一种计算方法或图表都不可能绝对地适用于所有的化合物和任何条件，而且也不可能是绝对准确的。它们都只能是相对地反映了一定的客观规律，适用于一定的范围和条件，而且有一定的误差。因此对各种计算方法和图表，都不能盲目信赖，到处套用，而必须视具体情况和具体条件，作具体分析，灵活运用。

一部分计算方法和图表，系根据实验数据直接标绘或归纳而成，是比较可靠的，误差一般在1.0%左右（与实验数据相较）；但其缺点是适用范围局限在实验条件范围以内，曲线的延长部分，准确性就较差。对这类方法和图表，必须注意其适用范围，不要任意外延。对一些理论公式以及由此计算推导而得的图表，一般适用范围较广，但其可靠性则视公式反映客观实际的接近程度而异，时常由于简化假设而引进不小的误差。实践是检验理论的唯一标准，对这类方法和图表，必须注意与实践情况相对照，以实际数据来校核其可靠程度。

为此，我们对一些主要的计算方法和图表，尽可能一分为二地阐明其来源、局限性及准确性，并举例说明其使用方法，以方便读者。

本书所收集的计算方法和图表，主要是供人工计算用的。考虑到电子计算机的使用日益普及，也适当的附录一些应用于计算机计算的公式，以供参考。

由于任务紧迫，时间仓促，部分图表未来得及换为公制单位，有待以后改进。

工作过程中，得到上海化工学院炼油教研组和石油化工教研组的大力支持和协助，谨致谢意。

由于水平所限，本书的缺点、错误定然不少，望读者批评指正。

编者

1975年7月

目 录

第一章 常用数据与单位换算	1
一、常用数据	1
(一) 基本数根	1
(二) 气体常数	1
(三) 重力加速度	1
(四) 其它常数	1
二、单位换算	2
(一) 长度换算	2
(二) 面积换算	3
(三) 体积(容积)换算	3
(四) 重量(质量)换算	5
(五) 密度换算	5
(六) 速度换算	6
(七) 流率换算	7
图1-2-1 公制—英制单位换算图	9
(八) 力的换算	10
(九) 压力换算	11
(十) 能量换算	12
(十一) 功率换算	13
(十二) 单位质量的能量换算	14
(十三) 温度变化1度单位质量的能量(如比热)的换算	14
(十四) 传热速度换算	15
(十五) 传热系数换算	15
(十六) 导热系数换算	16
(十七) 表面张力换算	16
(十八) 扩散系数换算	16
(十九) 粘度换算	17
(二十) 温度换算	18
(二十一) 比重换算	22
(二十二) 浓度	26
三、常用物质的主要理化性质	26
表1-3-1 某些气体的燃点及爆炸范围	27
表1-3-2 油品的安全性质	27
表1-3-3 烃类的主要理化性质	插26后
表1-3-4 常用溶剂的主要理化性质	插26后
表1-3-5 饱和蒸汽和饱和水性质(以温度为基准)	28

表1—3—6 饱和蒸汽和饱和水性质 (以压力为基准)	34
表1—3—7 过热蒸汽性质	38
表1—3—8 氨的性质	48
表1—3—9 固体筛分与粒径对照表	51
第二章 烃类与石油馏份的特性数据	52
一、沸点与平均沸点	52
二、特性因数与分子量	53
三、偏心因数	54
图2—1—1 平均沸点温度校正图	56
表2—2—1 纯烃的特性因数与偏心因数	57
图2—2—1 石油馏份分子量和特性因数图	60
图2—2—2 重质石油馏份分子量图	61
图2—2—3 润滑油的分子量、比重、粘度关系图	62
图2—2—4 特性因数与粘度、比重关系图 (一)	63
图2—2—5 特性因数与粘度、比重关系图 (二)	64
图2—2—6 特性因数与粘度、比重关系图 (三)	65
图2—2—7 分子量与比重关系图	67
图2—2—8 特性因数与氢含量、分子平均沸点关系图	68
图2—3—1 烃类偏心因数图	69
图2—3—2 石油馏份偏心因数图	70
第三章 蒸馏曲线换算	72
一、石油馏份的蒸馏曲线	72
二、常压下蒸馏曲线的相互换算	73
三、减压 (残压10毫米汞柱) 下蒸馏曲线的相互换算	73
四、减压 (残压10毫米汞柱) 下蒸馏曲线换算为常压下蒸馏曲线	73
五、不同压力下平衡汽化曲线的相互换算	73
六、平衡汽化所得汽、液相产品的比重及馏份组成	74
图3—2—1 常压恩氏蒸馏曲线各段温差与真沸点蒸馏曲线各段温差换算图	75
图3—2—2 常压恩氏蒸馏50%馏出温度与真沸点蒸馏50%馏出温度换算图	76
图3—2—3 常压恩氏蒸馏曲线各段温差与平衡汽化曲线各段温差换算图	78
图3—2—4 常压恩氏蒸馏50%馏出温度与平衡汽化50%点换算图	79
图3—2—5 常压真沸点蒸馏曲线与平衡汽化曲线换算图	80
图3—2—6 恩氏蒸馏曲线座标纸	83
图3—3—1 10毫米汞柱残压下恩氏蒸馏曲线各段 温差与真沸点蒸馏曲线各段温差换算图	85
图3—3—2 10毫米汞柱残压下恩氏蒸馏50%馏出温度 与平衡汽化50%点温度换算图	86
图3—3—3 10毫米汞柱残压下恩氏蒸馏曲线各段温差 与平衡汽化曲线各段温差换算图	86
图3—3—4 10毫米汞柱残压下真沸点蒸馏50%馏出温度 与平衡汽化50%点温度换算图	86
图3—3—5 10毫米汞柱残压下真沸点蒸馏曲线各段温差	86

	与平衡汽化曲线各段温差换算图	87
图3-4-1	纯烃和石油馏份常减压沸点换算图	89
图3-5-1	平衡汽化曲线坐标纸 (0~300°C)	90
图3-5-2	平衡汽化曲线坐标纸 (100~700°C)	91
图3-5-3	石油馏份焦点温度图	93
图3-5-4	石油馏份焦点压力图	94
图3-5-5	常压与减压下平衡汽化30%或50%点温度换算图	95
图3-6-1	平衡汽化所得汽相产物的恩氏蒸馏温度图	97
图3-6-2	平衡汽化所得液相产物的恩氏蒸馏温度图	98
图3-6-3	平衡汽化所得汽、液相产物的比重图	99
第四章	临界性质	101
一、	烃类的临界性质	101
二、	烃类混合物和石油馏份的临界性质	101
图4-1-1	纯烃临界温度图	103
图4-1-2	纯烃临界压力图	104
图4-2-1	烃类混合物和石油馏份的真假临界温度图 (一)	105
图4-2-2	烃类混合物和石油馏份的真假临界温度图 (二)	106
图4-2-3	烃类混合物和石油馏份的临界压力图	109
图4-2-4	烃类混合物和石油馏份的假临界压力图	110
图4-2-5	物质临界密度图	113
第五章	比重	114
一、	液相系统	114
(一)	烃类的比重	114
(二)	烃类混合物和油品的比重	114
(三)	液相比重与温度、压力的关系	115
(四)	非烃类的液相比重	115
二、	气相系统	115
三、	气-液混合相的比重	116
图5-1-1	比重 $d_{15.6}^{15.6}$ 、比重指数与波美度的换算图	117
图5-1-2	比重 ($d_{15.6}^{20}$ 、 $d_{15.6}^{50}$ 、 $d_{15.6}^{60}$) 换算图	118
图5-1-3	烷烃液体比重图	119
图5-1-4	环烷烃和异构烷烃液体比重图	120
图5-1-5	烯烃和二烯烃液体比重图	121
图5-1-6	芳香烃液体比重图	122
图5-1-7	烷烃和烯烃常压液体比重图	124
图5-1-8	环烷烃和芳香烃常压液体比重图	127
图5-1-9	低分子量烃类与原油混合时的体积收缩率图	132
图5-1-10	石油馏份常压液体密度图	133
图5-1-11	温度、压力对比重的影响图	134
图5-1-12	烃类及油品的比重与温度、压力关系图	136
图5-1-13	油品高压密度校正系数图 (一)	137

图5-1-14	油品高压密度校正模数图 (二)	138
图5-1-15	常用溶剂比重图	140
图5-1-16	腈类液体比重图	141
图5-1-17	乙二醇醚水溶液比重图	141
图5-1-18	乙二醇醚-三乙二醇醚混合物比重图	141
图5-1-19	有机液体比重图	142
图5-1-20	水的比重图	144
图5-1-21	氯化钙水溶液比重图	145
图5-1-22	浓硫酸水溶液比重图	146
图5-1-23	稀硫酸及硝酸、盐酸水溶液比重图	147
图5-1-24	氢氧化钠水溶液比重图	148
图5-2-1	理想气体的 P-V-T 关系图	149
图5-2-2	烷烃和烯烃饱和蒸汽比容图	150
图5-2-3	饱和油品蒸汽常压比容图	151
图5-2-4	气体对比密度图	152
图5-2-5	烃类在大于临界条件下的对比压力、温度、体积关系图	153
图5-2-6	气体通用压缩因数图	154
图5-2-7	氢、氮、氧、氩压缩因数图	155
图5-2-8	简单流体压缩因数图	156
图5-2-9	简单流体压缩因数图 (放大部份)	157
图5-2-10	非简单流体压缩因数校正图	158
图5-2-11	非简单流体压缩因数校正图 (放大部份)	159
表5-2-1	饱和蒸汽的 Z ⁰ 及 Z ¹ 值	160
附录1	用计算机计算纯烃的比重	161
附录2	用计算机计算烃类混合物的比重	161
附录3	用计算机计算高压下石油馏份液体比重	162
附录4	用计算机计算烃类和非极性气体的比重	163
附录5	用计算机计算烃类和非极性气体混合物的比重	164
第六章	蒸汽压	166
一、	纯烃的蒸汽压	166
二、	烃类混合物及石油馏份的蒸汽压	166
三、	非烃类的蒸汽压	167
图6-1-1	C ₁ -C ₄ 烷烃蒸汽压图 (-150~+50°C)	168
图6-1-2	C ₁ -C ₄ 烷烃蒸汽压图 (-20~140°C)	169
图6-1-3	C ₅ -C ₆ 烷烃蒸汽压图	170
图6-1-4	烯烃蒸汽压图 (一)	171
图6-1-5	烯烃蒸汽压图 (二)	172
图6-1-6	支链烃蒸汽压图 (一)	173
图6-1-7	支链烃蒸汽压图 (二)	174
图6-1-8	炔烃蒸汽压图 (一)	175
图6-1-9	炔烃蒸汽压图 (二)	176
图6-1-10	三烯烃蒸汽压图 (一)	177

图6-1-11	二烯烃蒸汽压图(二)	178
图6-1-12	环烷烃蒸汽压图(一)	179
图6-1-13	环烷烃蒸汽压图(二)	180
图6-1-14	芳香烃与酚类蒸汽压图	181
图6-1-15	烃类和石油产品蒸汽压图	182
图6-1-16	烃类蒸汽压校正项求定图	184
图6-1-17	烃类蒸汽压与常压沸点关系图	186
图6-1-18	烃类与石油窄馏份的蒸汽压图(一)	187
图6-1-19	烃类与石油窄馏份的蒸汽压图(二)	188
图6-1-20	烃类与石油窄馏份蒸汽压图的校正图	189
图6-2-1	汽油和其它油品真实蒸汽压图	191
图6-2-2	原油蒸汽压图	192
图6-2-3	润滑油蒸汽压图	193
图6-3-1	芳香烃卤素和氮化合物蒸汽压图	194
图6-3-2	醇、醛、酮、醚蒸汽压图	195
图6-3-3	羧酸、胺类蒸汽压图	196
图6-3-4	腈类蒸汽压图	197
图6-3-5	溶剂的蒸汽压图	198
第七章	焓	199
一、	纯烃的焓	199
二、	烃类混合物的焓	199
三、	石油馏份的焓	200
四、	非烃化合物的焓	200
五、	压力对气体的焓的影响	200
六、	压焓图	200
表7-1-1	纯烃理想气体焓	201
表7-1-2	纯烃理想气体面焓的计算系数	203
图7-1-1	甲烷焓图	206
图7-1-2	乙烷焓图	207
图7-1-3	丙烷焓图	208
图7-1-4	正丁烷焓图	209
图7-1-5	异丁烷焓图	210
图7-1-6	正戊烷焓图	211
图7-1-7	异戊烷焓图	212
图7-1-8	正己烷焓图	213
图7-1-9	正庚烷焓图	214
图7-1-10	正辛烷焓图	215
图7-1-11	乙烯焓图	216
图7-1-12	丙烯焓图	217
图7-1-13	丁烯-1焓图(一)	218
图7-1-14	丁烯-1焓图(二)	219
图7-1-15	顺丁烯-2焓图(一)	220

图7-1-16 顺丁烯-2焓图 (二)	221
图7-1-17 反丁烯-2焓图 (一)	222
图7-1-18 反丁烯-2焓图 (二)	223
图7-1-19 2-甲基丙烯 (异丁烯) 焓图 (一)	224
图7-1-20 2-甲基丙烯 (异丁烯) 焓图 (二)	225
图7-1-21 丁二烯-1,3焓图	226
图7-1-22 二烯烃、炔烃蒸汽焓图	227
图7-1-23 环戊烷系烃蒸汽焓图	228
图7-1-24 环己烷系烃蒸汽焓图	229
图7-1-25 环己烷焓图 (一)	230
图7-1-26 环己烷焓图 (二)	231
图7-1-27 苯的焓图	232
图7-1-28 甲苯焓图 (一)	233
图7-1-29 甲苯焓图 (二)	234
图7-1-30 芳香烃蒸汽焓图	235
√ 图7-3-1 石油馏分焓图	插236后
图7-4-1 溶剂饱和液体焓图	238
图7-4-2 溶剂饱和蒸汽焓图	239
图7-4-3 甲醇焓图	240
图7-4-4 常用气体焓图	241
图7-5-1 烃类汽相焓的压力校正图 (简单流体)	242
图7-5-2 烃类汽相焓的压力校正图 (非简单流体)	243
图7-5-3 烃类汽相焓的压力校正图 (非简单流体) (放大部分)	244
图7-6-1 氢的压焓图 (-110~+300)	248
图7-6-2 氢的压焓图 (-250~-110)	249
图7-6-3 氮的压焓图 (4~120大气压)	250
图7-6-4 氮的压焓图 (0.07~20大气压) (一)	251
图7-6-5 氮的压焓图 (0.07~20大气压) (二)	252
图7-6-6 甲烷的压焓图 (一)	253
图7-6-7 甲烷的压焓图 (二)	254
图7-6-8 乙烯的压焓图 (一)	255
图7-6-9 乙烯的压焓图 (二)	256
图7-6-10 乙烷的压焓图 (一)	257
图7-6-11 乙烷的压焓图 (二)	258
图7-6-12 丙烯的压焓图	259
图7-6-13 丙烷的压焓图	260
图7-6-14 异丁烷的压焓图	261
图7-6-15 正丁烷的压焓图	262
图7-6-16 正戊烷的压焓图	263
图7-6-17 空气的湿焓图	264
第八章 比热 (热容)	265
一、真比热和平均比热	265

二、气体的比热	265
三、液体的比热	266
四、气体的绝热指数	267
表8-2-1 纯烃理想气体的恒压比热	268
表8-2-2 理想气体恒压比热计算系数	270
图8-2-1 烷烃蒸汽比热图	272
图8-2-2 烯烃蒸汽比热图	273
图8-2-3 二烯烃、炔烃、二氯乙烷蒸汽比热图	274
图8-2-4 环戊烷系烃蒸汽比热图	275
图8-2-5 环己烷系烃蒸汽比热图	276
图8-2-6 环烷烃蒸汽比热图	277
图8-2-7 芳香烃蒸汽比热图	278
图8-2-8 石油蒸汽常压比热图	279
图8-2-9 气体真比热图	280
图8-2-10 常用气体平均分子比热图	282
图8-2-11 腈类蒸汽比热图	283
图8-2-12 气体恒压比热的压力校正图(简单流体)	284
图8-2-13 气体恒压比热的压力校正图(非简单流体)	285
图8-3-1 烷烃、烯烃、二烯烃液体比热图	287
图8-3-2 环烷烃液体比热图	288
图8-3-3 芳香烃液体比热图	289
图8-3-4 纯烃液体比热图	290
图8-3-5 比热校正系数 ψ_1 及 ψ_2 图	292
图8-3-6 比热校正系数 ψ_3 及 ψ_4 图	293
图8-3-7 比热校正系数 ψ_5 及 ψ_6 图	294
图8-3-8 石油馏分液体比热图	295
图8-3-9 有机溶剂比热图	298
图8-3-10 二乙二醇醚水溶液比热图	299
图8-3-11 三乙二醇醚水溶液比热图	299
图8-3-12 腈类液体比热图	300
图8-3-13 一般液体比热图	301
图8-3-14 常用酸碱水溶液比热图	303
图8-3-15 液氨比热图	304
图8-3-16 氯化钙水溶液比热图	305
图8-4-1 气体 C_p-C_v 图	306
图8-4-2 烃类蒸汽绝热指数图	307
表8-4-1 常用物质的绝热指数	307
第九章 汽化潜热(蒸发潜热)	308
图9-1 烷烃汽化潜热图	310
图9-2 环烷烃汽化潜热图	311
图9-3 烯烃、二烯烃汽化潜热图	312
图9-4 芳香烃汽化潜热图	313

图9—5	C ₆ 芳香烃汽化潜热图	314
图9—6	纯烃的汽化潜热图	315
图9—7	正烷烃汽化潜热与压力、温度关系图	316
图9—8	烃类减压汽化潜热图	317
图9—9	石油馏份常压汽化潜热与中平均沸点关系图	318
图9—10	石油馏份汽化潜热校正图	319
图9—11	腈类汽化潜热图	321
图9—12	常用溶剂汽化潜热图	322
第十章	导热系数	323
一、	液体的导热系数	323
二、	气体的导热系数	324
表10—1—1	纯烃液体导热系数	325
图10—1—1	烷烃液体导热系数图	327
图10—1—2	烯烃、二烯烃、炔烃液体导热系数图	328
图10—1—3	环烷烃液体导热系数图	329
图10—1—4	芳香烃液体导热系数图	330
图10—1—5	石油馏份液体导热系数图	331
图10—1—6	常用水溶液在20°C时的导热系数图	332
图10—1—7	水的导热系数图	332
图10—1—8	醇类液体导热系数图	333
图10—1—9	腈类液体导热系数图	334
图10—1—10	液体烃高压导热系数图	335
图10—2—1	正构烷烃气体导热系数图	337
图10—2—2	异烷烃、烯烃气体导热系数图	338
图10—2—3	二烯烃、炔烃、醇类气体导热系数图	339
图10—2—4	芳香烃气体导热系数图	340
图10—2—5	烃蒸汽低压导热系数图	341
图10—2—6	石油馏份低压蒸汽导热系数图	342
图10—2—7	常用气体导热系数图	343
图10—2—8	腈类蒸汽导热系数图	344
图10—2—9	密相气体及高温液体烃类导热系数图	345
图10—2—10	氢的导热系数图	348
图10—2—11	乙烯导热系数图	349
图10—2—12	二原子气体导热系数图	350
图10—2—13	二氧化碳导热系数图	351
图10—2—14	氨的导热系数图	352
第十一章	粘度	353
一、	液相系统的粘度	353
(一)	液体的常压粘度	353
(二)	液体粘度与温度的关系	354
(三)	粘度指数	355
(四)	压力对液体粘度的影响	355

(五) 液体混合物的粘度	356
(六) 压力下气体溶于烃或烃类混合物中时液体粘度的求定	357
二、气相系统的粘度	357
(一) 纯烃气体的低压粘度	357
(二) 气体混合物的低压粘度	358
(三) 压力对气体粘度的影响	358
三、非烃类的粘度	359
图11-0-1 粘度换算图(一)	360
图11-0-2 粘度换算图(二)	361
图11-1-1 烷烃常压液体粘度图	362
图11-1-2 异构烷烃常压液体粘度图	363
图11-1-3 不饱和烃常压液体粘度图	364
图11-1-4 环烷烃和芳香烃常压液体粘度图	365
图11-1-5 烃类液体粘度图(常压及中压)	366
图11-1-6 石油馏份常压液体粘度图	367
图11-1-7 残油、沥青粘度图	368
图11-1-8 油品粘温关系图(低粘度)	369
图11-1-9 油品粘温关系图(高粘度)	370
表11-1-1 计算粘度指数用标准系列油品的粘度值	372
图11-1-10 粘度指数列线图	376
图11-1-11 油品粘度指数计算图	377
表11-1-2 简单流体的对比粘度	378
表11-1-3 非简单流体的对比粘度	379
表11-1-4 烷烃的临界粘度	380
图11-1-12 液体粘度的压力校正图(简单流体)	381
图11-1-13 液体粘度的压力校正图(非简单流体)	382
图11-1-14 高分子烃类及石油馏份的高压粘度图	383
图11-1-15 石油馏份高压粘度图	384
图11-1-16 油品混合粘度图	385
图11-2-1 烷烃、烯烃、二烯烃、炔烃常压蒸汽粘度图	387
图11-2-2 环烷烃和芳香烃常压蒸汽粘度图	388
表11-2-1 式(11-2-1)中的碰撞直径	389
表11-2-2 式(11-2-1)中的碰撞常数	390
图11-2-3 气体混合物粘度相互作用参数图	391
图11-2-4 烃类气体混合物低压粘度图	393
图11-2-5 气体粘度压力校正图	394
图11-3-1 有机化合物液体粘度图	396
图11-3-2 脂类液体粘度图	397
图11-3-3 一般液体常压粘度图	398
图11-3-4 硫酸水溶液粘度图	401
图11-3-5 氯化钙水溶液粘度图	401
图11-3-6 氢氧化钠水溶液粘度图	402

图11-3-7	醇类蒸汽粘度图	403
图11-3-8	腈类蒸汽粘度图	404
图11-3-9	常用气体常压粘度图	405
图11-3-10	一般气体常压粘度图	406
图11-3-11	氢的粘度图	408
图11-3-12	二原子气体粘度图	409
图11-3-13	二氧化碳粘度图	410
图11-3-14	氨的粘度图	411
图11-3-15	二氧化硫粘度图	411
图11-3-16	饱和水、饱和水蒸汽粘度图	412
图11-3-17	过热水蒸汽粘度图	413
第十二章 汽液相平衡常数		414
图12-1	烃类相平衡常数图	416
图12-2	烃类相平衡常数图 (0~200°C)	417
图12-3	烃类相平衡常数图 (-70~+20°C)	418
图12-4	烃类相平衡常数图 (-40~-155°C)	419
图12-5	丁二烯-1,3的相平衡常数图	420
图12-6	苯的相平衡常数图	421
图12-7	甲苯的相平衡常数图	422
图12-8	纯组份逸度系数图	423
第十三章 水-烃系统相平衡 (溶解度)		424
一、气体在液体中的溶解度		424
二、液体与液体的相互溶解度		424
三、天然气的含水量及水合物		425
表13-1-1	气体的亨利常数 (溶于水时)	426
图13-1-1	气体在水中的溶解度图	427
图13-1-2	硫化氢在水中的溶解度图	428
图13-1-3	硫化氢在一乙醇胺溶液中的溶解度图 (一)	429
图13-1-4	硫化氢在一乙醇胺溶液中溶解度图 (二)	430
图13-1-5	硫化氢在二乙醇胺溶液中溶解度图	431
图13-1-6	氢在裂化汽油、煤油中溶解度图	432
图13-1-7	氢在水中溶解度图	433
图13-1-8	常压下烃类、氢、二氧化碳在水中溶解度图	434
图13-2-1	水在液体烃中的溶解度图	435
图13-2-2	水在烃类和石油馏份中的溶解度图	437
图13-2-3	水在石油馏份中的溶解度图	438
图13-2-4	环烷烃在水中的溶解度图	440
图13-2-5	芳香烃在水中的溶解度图	441
图13-2-6	烃类苯胺点图	442
图13-2-7	油品苯胺点图	443
图13-2-8	溶剂在水中的溶解度图	444
图13-3-1	天然气与水接触时的含水量图	445

图13-3-2	水合物压力-温度平衡图(一)	446
图13-3-3	水合物压力-温度平衡图(二)	447
图13-3-4	天然气水合物平衡图	448
图13-3-5	天然气(比重0.6)的允许膨胀率图	449
图13-3-6	天然气(比重0.7)的允许膨胀率图	450
图13-3-7	天然气(比重0.8)的允许膨胀率图	451
图13-3-8	天然气(比重0.9)的允许膨胀率图	452
图13-4-1	氢氧化钠、尿素在水中溶解度图	454
第十四章 表面张力		455
一、烃类的表面张力		455
二、烃类混合物的表面张力		455
三、原油和石油馏份的表面张力		456
表14-1-1	结构基团的等张比容值	456
图14-1-1	液体烃类常压表面张力图(低温区)	458
图14-1-2	液体烃类常压表面张力图(高温区)	460
图14-1-3	烷烃表面张力图	462
图14-1-4	不饱和烃表面张力图	463
图14-1-5	环烷烃表面张力图	464
图14-1-6	芳香烃表面张力图	465
图14-2-1	烃类混合物的表面张力图	466
图14-3-1	原油及石油馏份动态表面张力图	467
图14-4-1	醇类、二乙二醇醚水溶液表面张力图	469
图14-4-2	腈类表面张力图	470
图14-4-3	一般液体表面张力图	471
第十五章 燃烧热		473
图15-1	石油馏份燃烧热图	475
图15-2	炼厂气燃烧时有效热量图(一)	477
图15-3	炼厂气燃烧时有效热量图(二)	478
图15-4	燃料油燃烧时有效热量图(一)	479
图15-5	燃料油燃烧时有效热量图(二)	480
图15-6	燃料油燃烧时有效热量图(三)	481
图15-7	燃料油燃烧时有效热量图(四)	482
图15-8	燃料油燃烧时有效热量图(五)	483
图15-9	烟道气生成量求定图	485
图15-10	烟道气中二氧化碳含量图	486
图15-11	烟道气各组份(H_2O 、 CO 、 CO_2 、 SO_2)低压焓图(一)	487
图15-12	烟道气各组份(H_2O 、 CO 、 CO_2 、 SO_2)低压焓图(二)	488
图15-13	烟道气各组份(空气、 O_2 、 N_2)低压焓图(三)	489
图15-14	烟道气各组份(空气、 O_2 、 N_2)低压焓图(四)	490
附图	石油馏份反应热图	492
参考文献		493

第一章 常用数据与单位换算

一、常用数据 [1, 2, 3]

(一) 基本数据

光速 (真空)	$C = 2.997925 \times 10^{10}$	厘米/秒
阿伏加德罗常数	$N_A = 6.02252 \times 10^{23}$	分子/克分子
普朗克常数	$h = 6.6256 \times 10^{-27}$	尔格·秒/分子
法拉第常数	$F = 96487.0$	库伦/当量
“冰”点的绝对温度	$0^\circ\text{C} = 273.15^\circ\text{K}$	
	$32^\circ\text{F} = 491.67^\circ\text{R}$	

每克分子理想气在 0°C 和压力为 0 时的压力体积乘积

$$(PV)_{T=0}^P = 2271.06 \text{ 焦耳/克分子}$$

$$= 22.4136 \text{ 升·大气压/克分子}$$

(二) 气体常数

$R = 1.9872$	千卡/公斤分子·°K
$= 8.3143$	焦耳/克分子·°K
$= 82.053$	大气压·厘米 ³ /克分子·°K
$= 0.082053$	大气压·米 ³ /公斤分子·°K
$= 62.366$	毫米汞柱·升/克分子·°K
$= 0.084778$	(公斤/厘米 ²)·米 ³ /公斤分子·°K
$= 1.9859$	英热单位/磅分子·°R
$= 0.0007805$	马力·时/磅分子·°R
$= 0.0005819$	仟瓦·时/磅分子·°R
$= 0.73020$	大气压·呎 ³ /磅分子·°R
$= 21.85$	吋汞柱·呎 ³ /磅分子·°R
$= 554.95$	毫米汞柱·呎 ³ /磅分子·°R
$= 1545.2$	呎·磅(力)/磅分子·°R
$= 10.731$	(磅/吋 ²)·呎 ³ /磅分子·°R

(三) 重力加速度

以纬度 45° 平均海平线处重力加速度为准。

$g = 9.80665$	米/秒 ²
$= 32.174$	呎/秒 ²
$= 4.17 \times 10^8$	呎/时 ²
$= 1.27 \times 10^8$	米/时 ²

(四) 其它常数

波尔兹曼常数 $K = \frac{R}{N_A} = 1.38054 \times 10^{-16}$ 尔格/分子·°K

圆周率 $\pi = 3.14159$

自然对数的底

$e = 2.71828$

自然对数

$\log_e 10 = \ln 10 = 2.30258509$

二、单位换算

(一) 长度换算

表 1—2—1 长度换算表 (一)

单位	公里 km	米 m	厘米 cm	毫米 mm	微米 μ	吋 in	呎 ft	码 yd	哩 mile	市尺
公里 =	1	10^3	10^5	10^6	10^9	3.9370×10^4	3.2808×10^3	1.0936×10^3	0.62137	3×10^3
米 =	10^{-3}	1	10^2	10^3	10^6	39.370	3.2808	1.0936	6.2137×10^{-4}	3
厘米 =	10^{-5}	10^{-2}	1	10	10^4	0.39370	0.032808	0.010936	6.2137×10^{-6}	3×10^{-2}
毫米 =	10^{-6}	10^{-3}	10^{-1}	1	10^3	3.9370×10^{-2}	3.2808×10^{-3}	1.0936×10^{-3}	6.2137×10^{-7}	3×10^{-3}
微米 =	10^{-9}	10^{-6}	10^{-4}	10^{-3}	1	3.9370×10^{-5}	3.2808×10^{-6}	1.0936×10^{-6}	6.2137×10^{-10}	3×10^{-6}
吋 =	2.54×10^{-5}	2.54×10^{-2}	2.54	25.4	2.54×10^4	1	8.3333×10^{-2}	2.7778×10^{-2}	1.5783×10^{-5}	7.62×10^{-2}
呎 =	3.0480×10^{-4}	0.30480	30.480	3.048×10^2	3.048×10^5	12	1	0.33333	1.8939×10^{-4}	0.9144
码 =	9.1440×10^{-4}	0.91440	91.440	9.1440×10^2	9.1440×10^5	36	3	1	5.6818×10^{-4}	2.7432
哩 =	1.6093	1.6093×10^3	1.6093×10^5	1.6093×10^6	1.6093×10^9	6.3360×10^4	5.280×10^3	1.760×10^3	1	4.8279×10^3
市尺 =	3.3333×10^{-4}	0.33333	33.333	3.3333×10^2	3.3333×10^5	13.123	1.0936	0.3645	2.071×10^{-4}	1

1 百米(hm) = 100 米 1 十米(dam) = 10 米 1 公里 = 2 市里 1 市丈 = 10 市尺
 1 分米(dm) = 0.1 米 1 丝米(dmm) = 10^{-4} 米 1 市尺 = 10 市寸 1 市寸 = 3.3333 厘米
 1 忽米(cmm) = 10^{-5} 米 1 毫微米(m μ) = 10^{-9} 米 1 密耳(mil) = 10^{-3} 吋 = 1.3123 吋
 1 埃(Å) = 10^{-10} 米 1 毫米 = 10 丝 = 100 道 (俗称)

表 1—2—2 长度换算表 (二)

吋 in	毫 米 mm	吋 in	毫 米 mm	吋 in	毫 米 mm
1/2	12.7000	1/16	1.5875	15/16	23.8125
1/4	6.3500	3/16	4.7625	1/32	0.7938
3/4	19.0500	5/16	7.9375	11/32	8.7313
1/8	3.1750	7/16	11.1125	21/32	16.6688
3/8	9.5250	9/16	14.2875	31/32	24.6063
5/8	15.8750	11/16	17.4625	1/64	0.3969
7/8	22.2250	13/16	20.6375		

(二) 面积换算

表 1-2-3 面积换算表

单位	毫米 ² mm ²	厘米 ² cm ²	米 ² m ²	吋 ² in ²	呎 ² ft ²	公里 ² km ²	公顷 ha	亩 Acre	市亩	市尺 ²
平方毫米 =	1	10 ⁻²	10 ⁻⁶	1.55 × 10 ⁻³	1.0764 × 10 ⁻⁵	10 ⁻¹²	10 ⁻¹⁰	2.4711 × 10 ⁻¹⁰	1.5 × 10 ⁻⁹	9 × 10 ⁻⁸
平方厘米 =	10 ²	1	10 ⁻⁴	0.1550	1.0764 × 10 ⁻³	10 ⁻¹⁰	10 ⁻⁸	2.4711 × 10 ⁻⁸	1.5 × 10 ⁻⁷	9 × 10 ⁻⁴
平方米 =	10 ⁶	10 ⁴	1	1.550 × 10 ³	10.7639	10 ⁻⁶	10 ⁻⁴	2.4711 × 10 ⁻⁴	1.5 × 10 ⁻³	9.0000
平方吋 =	6.4516 × 10 ²	6.4516	6.4516 × 10 ⁻⁴	1	6.944 × 10 ⁻³	6.4516 × 10 ⁻¹⁰	6.4516 × 10 ⁻⁸	1.5942 × 10 ⁻⁷	9.6774 × 10 ⁻⁷	5.8064 × 10 ⁻³
平方呎 =	9.2903 × 10 ⁴	9.2903 × 10 ²	9.2903 × 10 ⁻²	1.44 × 10 ²	1	9.29 × 10 ⁻⁸	9.29 × 10 ⁻⁶	2.2957 × 10 ⁻⁶	1.3935 × 10 ⁻⁴	0.8361
平方公里 =	10 ¹²	10 ¹⁰	10 ⁶	1.550 × 10 ⁶	1.0764 × 10 ⁷	1	10 ²	2.4711 × 10 ²	1.5 × 10 ³	9 × 10 ⁶
公顷 =	10 ¹⁰	10 ⁸	10 ⁴	1.550 × 10 ⁷	1.0764 × 10 ⁵	10 ⁻²	1	2.4711	15	9 × 10 ¹
亩 =	4.0469 × 10 ⁸	4.0469 × 10 ⁷	4.0469 × 10 ³	6.2726 × 10 ⁶	4.356 × 10 ⁴	4.0469 × 10 ⁻³	0.40469	1	6.0716	3.6422 × 10 ⁴
市亩 =	6.6667 × 10 ⁸	6.6667 × 10 ⁶	6.6667 × 10 ²	1.0333 × 10 ⁶	7.1760 × 10 ³	6.6667 × 10 ⁻⁴	6.6667 × 10 ⁻²	0.16474	1	6000
平方市尺 =	1.111 × 10 ⁵	1.111 × 10 ³	0.1111	1.7222 × 10 ²	1.196	1.111 × 10 ⁻⁷	1.111 × 10 ⁻⁵	2.7454 × 10 ⁻⁵	1.6667 × 10 ⁻⁴	1

1平方公里 = 0.3861平方哩 = 4平方市里 1公顷 = 100公亩 = 1垧 1公亩 = 100公厘 1公厘(ca) = 1平方米

1市亩 = 60平方丈 1平方码 = 9平方呎 = 0.836127平方米

(三) 体积(容积)换算

表 1-2-4 体积换算表

单位	米 ³ m ³	厘米 ³ cm ³	呎 ³ yd ³	呎 ³ ft ³	吋 ³ in ³
立方米 =	1	10 ⁶	1.3080	35.315	6.1024 × 10 ⁴
立方厘米 =	10 ⁻⁶	1	1.3080 × 10 ⁻⁶	3.5315 × 10 ⁻⁵	6.1024 × 10 ⁻²
立方码 =	0.76455	7.6455 × 10 ⁵	1	27	4.6656 × 10 ⁴
立方呎 =	2.8316 × 10 ⁻²	2.8316 × 10 ⁴	3.7037 × 10 ⁻²	1	1.728 × 10 ³
立方吋 =	1.6387 × 10 ⁻⁵	16.387	2.1433 × 10 ⁻⁵	5.7870 × 10 ⁻⁴	1

1米³ = 27市尺³

表 1-2-5 容 积 换 算 表

单 位	毫 升 ml	升 l	千 升 kl	米 ³ m ³	吋 ³ in ³	呎 ³ ft ³	加 仑(美) gal	加 仑(英) gal	石 油 桶(美) bbl	石 油 桶(英) bbl
毫 升 =	1	10 ⁻³	10 ⁻⁶	1.000028 × 10 ⁻⁶	6.1025 × 10 ⁻²	3.5316 × 10 ⁻⁵	2.6418 × 10 ⁻⁴	2.1998 × 10 ⁻⁴	6.2900 × 10 ⁻⁶	6.285 × 10 ⁻⁶
升 =	10 ³	1	10 ⁻³	1.000028 × 10 ⁻³	61.025 × 10 ⁻²	3.5316 × 10 ⁻²	0.26418	0.21998	6.2900 × 10 ⁻³	6.285 × 10 ⁻³
千 升 =	10 ⁶	10 ³	1	1.000028	6.1025 × 10 ⁴	35.316	2.6418 × 10 ²	2.1998 × 10 ²	6.2900	6.285
立 方 米 =	9.99972 × 10 ⁶	9.99972 × 10 ³	0.999972	1	6.1023 × 10 ⁴	35.314	2.6417 × 10 ²	2.1997 × 10 ²	6.2898	6.2848
立 方 吋 =	16.387	1.6387 × 10 ⁻²	1.6387 × 10 ⁻⁵	1.6387 × 10 ⁻⁵	1	5.7870 × 10 ⁻⁴	4.3290 × 10 ⁻³	3.6047 × 10 ⁻⁸	1.0307 × 10 ⁻⁴	1.0299 × 10 ⁻⁴
立 方 呎 =	2.8316 × 10 ⁴	28.316	2.8316 × 10 ⁻²	2.8317 × 10 ⁻²	1.728 × 10 ³	1	7.4805	6.2289	0.17811	0.17797
加 仑(美) =	3.7853 × 10 ³	3.7853	3.7853 × 10 ⁻³	3.7854 × 10 ⁻³	231	0.13368	1	0.83270	2.3809 × 10 ⁻²	2.379 × 10 ⁻²
加 仑(英) =	4.5460 × 10 ³	4.5460	4.5460 × 10 ⁻³	4.5461 × 10 ⁻³	2.7742 × 10 ²	0.16054	1.20094	1	2.8594 × 10 ⁻²	2.8571 × 10 ⁻²
石 油 桶(美) =	1.5898 × 10 ⁵	1.5898 × 10 ²	0.15898	0.15898	9.702 × 10 ³	5.6146	42	34.973	1	0.9992
石 油 桶(英) =	1.5911 × 10 ⁵	1.5911 × 10 ²	0.15911	0.15911	9.7095 × 10 ³	5.6189	42.0337	35.001	1.0008	1

1市石=10市斗 1市斗=10市升 1市升=1升=10市合 1毫升=1.000028厘米³ 100升=2.838桶式耳 1升=0.9081千量夸脱
=1.0567液量夸脱=33.815液桶(美) 1加仑=8品脱=4夸脱(液量) 1品脱=20液桶(英制)=16液桶(美制)