

81.65013

660

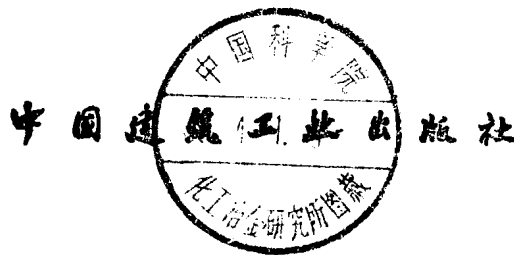
=1

煤 气 设 计 手 册

上 册

《煤气设计手册》编写组

2



《煤气设计手册》是我国煤气工程设计方面的第一部综合性工具书。全书分上、中、下三册。上册为基础资料、液化石油气供应；中册为煤气生产与净化；下册为煤气输配与应用。

上册包括第一篇与第二篇。第一篇内容有：煤气、液态烃的物理、热力、燃烧特性；城市煤气的分类与质量要求；常用资料、常用材料、单位换算等。第二篇内容有：液化石油气运输、接收、储存、灌装等工艺计算；储配站、供应站、用户等工程设计方法；专用设备、阀件的性能与选用等。本册中提供了大量设计数据、图表与设计示例，是一本具有科学性、系统性与实用性的工具书。

本手册供从事煤气生产、输配、应用的设计、科研、施工、运行管理的工程技术人员，能源工作者以及有关院校师生等参考使用。

煤气设计手册

上册

《煤气设计手册》编写组

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
中国建筑工业出版社印刷厂印刷(北京阜外南礼士路)

*

开本：787×1092毫米 1/16 印张：43¹/₂ 字数：1053千字

1983年8月第一版 1983年8月第一次印刷

印数：1—10,700册 定价：5.50元

统一书号：15040·4480

前 言

煤气工程是现代化城乡建设的重要组成部分。为了适应煤气事业和能源建设的发展，受城乡建设环境保护部设计局委托，由中国市政工程华北设计院会同有关单位编写《煤气设计手册》。

本手册在编写过程中，编写组成员进行了大量调查研究，认真吸取和总结了国内煤气设计、生产和运行单位的实践经验。在此基础上，整理成初稿，广泛征求意见后，修改补充定稿。在此，谨向为本手册提供宝贵资料和意见的煤气公司、高等院校等单位及有关技术人员致以热忱的谢意。

本手册是我国城市煤气工程设计方面的第一部综合性工具书。全书分上、中、下三册。上册为基础资料、液化石油气供应；中册为煤气生产与净化；下册为煤气输配与应用。书中采用的是1981年底前出版的技术标准规范，如有新颁发的技术标准规范，应以新的为准。

上册编写人员：中国市政工程华北设计院冯长海、徐良、戴吾明；北京市煤气热力设计所曾享麟、戚大明、曹永根、蔡玉琢、陈素华；由曾享麟任主编，冯长海、戚大明、徐良任副主编；常玉春参加了定稿审核工作；黎光华参加了初稿编写工作。

本手册系初次编写，由于我们水平有限，经验不足，难免有缺点和错误，希望读者批评指正，以期本手册逐步完善、提高。

《煤气设计手册》编写组

一九八二年十月

目 录

第一篇 煤气的性质和常用资料	
第一章 煤气的物理性质	1
第一节 单一气体在标准状态下	
物理热力性质	1
第二节 混合物组分的换算	1
一、混合气体组分的换算	1
二、混合液体组分的换算	1
第三节 分子量	4
第四节 重度、比容和比重	4
一、气体的重度、比容和比重	4
二、液体的重度、比容和比重	5
第五节 气体状态方程式和	
气体临界参数	14
一、气体状态方程式	14
二、气体的临界参数	16
第六节 粘度	18
一、气体粘度	18
二、液体粘度	23
第七节 蒸气压力和相平衡常数	28
一、蒸气压力	28
二、相平衡常数	31
第八节 沸点、露点和熔点	33
一、沸点	33
二、露点	33
三、熔点	35
第九节 溶解度	35
一、气体在水中的溶解度	35
二、烃的饱和含水量	37
三、水化物	37
第十节 体积膨胀系数	39
一、单一液体的体积膨胀系数	39
二、体积膨胀量计算	39
第十一节 表面张力	40
第二章 煤气的热力性质	44
第一节 比热	44
一、气体比热	44
二、液体比热	51
第二节 导热系数	54
一、气体的导热系数	54
二、液体的导热系数	60
第三节 气化潜热	63
第四节 焓和熵	66
一、焓	66
二、熵	68
第五节 状态图及其应用	69
一、状态图	69
二、状态图使用举例	83
第三章 煤气的主要燃烧特性	84
第一节 热值与华白指数	84
第二节 理论空气量和烟气量	86
一、理论空气量	86
二、理论烟气量	86
三、理论烟气的重度	87
第三节 着火温度、爆炸极限	
和辛烷值	87
一、着火温度	87
二、爆炸极限	88
三、辛烷值	89
第四节 燃烧温度	90
第五节 燃烧速度	93
第四章 煤气的分类和质量要求	96
第一节 煤气的分类	96
一、我国煤气的分类	96
二、国际煤气的分类	99
第二节 煤气质量要求	99
一、我国煤气质量要求	99
二、国外煤气质量要求	100
第五章 常用资料与数据	107
第一节 常用符号、代号	107

第二节 常用数据	119	第一节 常用金属材料	230
第三节 常用几何图形计算公式 和作图法	130	一、型钢	230
一、常用几何图形计算公式	130	二、钢板	250
二、圆的弓形面积、弦长与 拱高的关系	135	三、钢管	259
三、平面几何图形作图法	135	四、铸铁管及管件	274
第四节 常用气象、地质、 地震资料	139	五、常用管材及管接头	284
第五节 常用物质的性质	152	六、金属软管	286
一、空气的主要性质	152	七、有色金属管	287
二、水和水蒸气的性质	156	八、电焊条	296
三、常用溶液的主要性质	173	第二节 常用非金属材料	300
四、一些化学品的主要性质	181	一、塑料管	300
五、常用油品以及氨、氟里昂 的主要性质	188	二、胶管	303
第六章 计量单位及其换算	194	三、混凝土管、钢筋混凝土管	306
第一节 计量单位	194	四、石棉水泥管	314
一、国际单位制(简称SI)	194	五、玻璃管	317
二、其它米制单位和制外单位	196	六、工业橡胶板	324
第二节 常用单位换算	198	七、分子筛	329
一、时间	198	第三节 常用耐火材料	330
二、长度	199	一、耐火砖	330
三、面积	201	二、耐火混凝土	333
四、体积	201	三、耐火泥	339
五、质量	203	四、硅藻土耐火保温材料	340
六、流量	207	第四节 常用保温材料	344
七、力、力矩	209	一、石棉及其制品	344
八、动量、动量矩、惯性矩	209	二、蛭石及其制品	351
九、压力	211	三、珍珠岩及其制品	357
十、粘度	213	四、矿渣棉及其制品	368
十一、速度、加速度	214	五、火山岩棉及其制品	369
十二、平面角	215	六、玻璃棉及其制品	370
十三、比面积	215	七、泡沫塑料	373
十四、浓度	217	八、加气混凝土	381
十五、密度、比容、重度	217	九、泡沫混凝土与陶粒珍珠 岩混凝土	383
十六、功、功率与能、热量	219	十、某些材料的热工、 声学特性	334
十七、比热	223	第五节 常用防腐材料	392
十八、热强度、能量密度	225	一、油漆的种类与选用	392
十九、温度	226	二、涂料的特性	394
二十、传热	227	三、埋地管路防腐材料	425
第七章 常用材料	230		
		第二篇 液化石油气供应	
		第一章 运输	426

第一节 供应系统与运输方式	426	第四章 储配站	506
一、供应系统	426	第一节 任务和分类	506
二、运输方式	426	一、任务	506
三、运输方案的选择	427	二、分类	506
第二节 管道输送	427	第二节 工艺流程	507
一、设计资料准备	428	一、大型储配站工艺流程	507
二、管道工艺计算	428	二、小型储配站工艺流程	507
三、管道强度计算	436	三、储存站工艺流程	511
四、管道设计	437	第三节 基本设计参数	511
第三节 槽车及槽船运输	445	一、设计规模	511
一、铁路槽车运输	445	二、液化石油气组分	513
二、汽车槽车运输	449	三、设计温度和设计压力	513
三、槽船运输	455	第四节 站址选择和总平面布置	513
第二章 接收、储存和灌装	457	一、站址选择	513
第一节 接收	457	二、总平面布置	514
一、利用地形高程差所产生的		第五节 铁路槽车装卸线	522
静压头卸车	457	一、站内铁路线	522
二、借助地形高程差用泵卸车	458	二、铁路槽车装卸栈桥	522
三、利用气化升压器卸车	459	三、工艺管道及装卸鹤管	523
四、利用压缩气体卸车	459	第六节 贮罐区	525
五、利用液化石油气压缩		一、工艺布置	525
机卸车	460	二、液化石油气泵的安装	528
第二节 储存	463	三、贮罐的接管、附件及	
一、储存方式	463	检测仪表	529
二、贮罐储存	463	第七节 灌瓶车间	533
三、地层储存	474	一、日灌瓶量的确定	533
四、固态储存	475	二、灌瓶秤和残液倒空架	
第三节 灌装	475	台数的确定	533
一、灌瓶	475	三、灌瓶车间及附属瓶库	
二、装车	481	建筑面积	534
第三章 气化和混气	482	四、灌瓶车间的工艺布置	535
第一节 自然气化	482	五、灌瓶车间的工艺管道布置	537
一、原理和特点	482	六、灌瓶车间的布置示例	539
二、气化能力的推算	483	第八节 液化石油气压缩机室	540
第二节 强制气化	490	一、压缩机室工艺布置	540
一、方式、原理和特点	490	二、压缩机室的工艺管道布置	541
二、工艺计算	492	第九节 汽车槽车装卸台	543
第三节 液化石油气-空气		第十节 新瓶库和真空泵房	544
混合气	497	一、新瓶库	544
一、混气及其特点	497	二、真空泵的选择	544
二、混合方式	498	三、钢瓶抽真空系统	544
三、引射器的工艺计算	499	四、新瓶库及真空泵房的	

布置示例	545	第一节 贮罐及容器	605
第十一节 安全技术	546	一、卧式圆筒罐	605
一、有关规范、标准、规定	546	二、球形罐	613
二、建、构筑物的安全		三、活动罐	616
防火要求	546	四、钢瓶和角阀	618
三、站区消防	547	第二节 泵和压缩机	620
四、防爆、防雷、防静电	551	一、泵	620
五、检漏报警器和通讯设备	556	二、压缩机	635
六、液化石油气灌瓶的		第三节 灌瓶车间的灌瓶和	
注意事项	557	运瓶设备	639
第五章 液化石油气供应站	558	一、灌瓶秤	639
第一节 瓶装供应站	558	二、灌瓶嘴和抽真空接头	641
一、设计参数	558	三、钢瓶运输机	641
二、站址选择与平面布置	558	第四节 分离设备	646
三、技术经济指标	559	一、气液分离器	646
第二节 气化站	562	二、过滤器	648
一、设计参数	562	第五节 气化和调压设备	649
二、工艺流程和设备选择	563	一、气化器	649
三、站址选择与平面布置	565	二、调压器	652
第三节 混气站	571	第六节 安全附件	653
一、设计参数	571	一、安全阀	653
二、工艺流程和供应方式	571	二、紧急切断装置	657
三、主要设备的选择	573	三、过流阀	661
四、站址选择与总平面布置	573	四、液相安全回流阀	662
第四节 安全技术	578	五、管道安全阀	662
第六章 用户	579	第七节 液位计	663
第一节 概述	579	一、玻璃板液位计	663
一、设计步骤与内容	579	二、旋转管式液位计	663
二、供应方式与选择	579	三、滑管式液位计	664
三、安全技术	581	四、磁力式液位计	664
第二节 瓶组供应	582	第八节 管道连接件	664
一、钢瓶数量的确定	582	一、高压胶管接头	664
二、站址选择与平面布置	584	二、快速接头	665
第三节 户内管道	586	三、排污箱	666
一、水力计算	586	第九节 燃烧设备	666
二、设计细则	593	一、家庭与公共建筑用灶具	666
第四节 应用	597	二、其它用气设备	674
一、居民用户	597	第十节 空气压缩与干燥装置	676
二、公共建筑用户	597	一、空气压缩机	676
三、锅炉房	603	二、空气干燥装置	678
第七章 设备及阀件	605	主要参考资料	685

第一篇 煤气的性质和常用资料

第一章 煤气的物理性质

第一节 单一气体在标准状态下的物理热力性质^{[1]、[2]、[7]、[11]}

单一气体在标准状态下的物理热力性质见表1-1-1。本书以0°C、760毫米汞柱时的状态为标准状态。

第二节 混合物组分的换算

一、混合气体组分的换算^{[3] [10]}

已知混合气体的体积（或分子）组分换算成重量组分可按下式计算：

$$g_i = \frac{V_i M_i}{\sum V_i M_i} \times 100 \quad (1-1-1)$$

式中 g_i ——混合气体各重量组分（%）；

V_i ——混合气体各体积组分（%）；

M_i ——混合气体中各组分的分子量，查表1-1-1。

已知混合气体的重量组分换算成体积（或分子）组分可按下式计算：

$$V_i = \frac{g_i / M_i}{\sum g_i / M_i} \times 100 \quad (1-1-2)$$

混合气体分子组分在数值上等于其体积组分。

二、混合液体组分的换算^{[3] [10]}

已知混合液体的重量组分换算成体积组分可按下式计算：

$$V_i = \frac{g_i / \gamma_i}{\sum g_i / \gamma_i} \times 100 \quad (1-1-3)$$

式中 V_i ——混合液体各体积组分（%）；

g_i ——混合液体各重量组分（%）；

γ_i ——混合液体各组分的重度（公斤/米³）。

已知混合液体的体积组分换算成重量组分可按下式计算：

$$g_i = \frac{V_i \gamma_i}{\sum V_i \gamma_i} \times 100 \quad (1-1-4)$$

已知混合液体的重量组分换算成分子组分可按下式计算：

$$x_i = \frac{n_i}{\sum n_i} \times 100 \quad (1-1-5)$$

表 1-1-1

单一气体在标准状态下的物理热力学性质

气体名称	分子式	分子量 M	公斤分子体积 (标米 ³ /公斤分子)	气体常数 R (公斤·米/公斤·K)	比重 S (空气=1)	熔点 (°C)	沸点 (°C)	定压比热 C _p (千卡/标米 ³ ·°C)	绝热指数 k	临界压力 P _k (绝对大气压)	临界温度 T _k (°K)	临界压缩系数 Z _k	导热系数 λ (千卡/米·时·°C)	运动粘度 ν × 10 ⁻⁶ (米 ² /秒)	动力粘度 μ × 10 ⁻⁶ (公斤·秒/米 ²)
氢	H ₂	2.0160	22.4270	420.66	0.0899	-259.18	-252.75	0.310	1.407	12.8	33.3	0.304	0.1860	93.00	0.852
一氧化碳	CO	28.0104	22.3984	30.29	1.2506	-205	-191.48	0.311	1.403	34.5	133.0	0.294	0.0198	13.30	1.690
甲烷	CH ₄	16.0430	22.3621	52.88	0.7174	-182.5	-161.49	0.369	1.309	45.8	190.7	0.290	0.0260	14.50	1.060
乙炔	C ₂ H ₂	26.0380		32.58	1.1709	-81	-84	0.456	1.269	—	—	—	0.0161	8.05	0.960
乙烯	C ₂ H ₄	28.0540	22.2567	30.23	1.2605	-169.4	-103.9	0.451	1.258	50.5	283.1	0.270	0.0141	7.46	0.950
乙烷	C ₂ H ₆	30.0700	22.1872	28.20	1.3553	-172	-88.3	0.536	1.198	48.2	305.4	0.285	0.0160	6.41	0.877
丙烯	C ₃ H ₆	42.0810	21.9900	20.16	1.9136	-185.2	-47.7	0.639	1.170	45.4	365.1	0.274	—	3.99	0.780
丙烷	C ₃ H ₈	44.0970	21.9362	19.23	2.0102	-189.9	-42.17	0.707	1.161	42.0	369.9	0.277	0.013	3.81	0.765
丁烯	C ₄ H ₈	56.1080	21.6067	15.12	2.5968	-139.0	-6	—	1.146	—	—	—	—	2.81	0.747
正丁烷	n-C ₄ H ₁₀	58.1240	21.5036	14.59	2.7030	-135	-0.5	0.886	1.144	37.5	425.2	0.274	0.0116	2.53	0.697
异丁烷	i-C ₄ H ₁₀	58.1240	21.5977	14.59	2.6912	-145	-11.73	—	1.144	36.0	408.1	0.283	—	—	—
戊烯	C ₅ H ₁₀	70.1350	21.2177	12.09	3.3055	-165.22	29.97	—	—	—	—	—	—	1.99	0.669
正戊烷	C ₅ H ₁₂	72.1510	20.8910	11.75	3.4537	-129.7	36.1	—	1.121	33.3	469.5	0.269	—	1.85	0.648
苯	C ₆ H ₆	78.1140	20.3609	10.86	3.8365	5.533	80.10	0.780	1.120	—	—	—	0.0076	1.82	0.712
硫化氢	H ₂ S	34.0760	22.1802	24.89	1.5363	-82.9	-61.8	0.372	1.320	—	—	—	0.0113	7.63	1.190
二氧化碳	CO ₂	44.0098	22.2601	19.27	1.9771	-56.6	-78.2	0.387	1.304	—	—	—	0.0118	7.09	1.430
二氧化硫	SO ₂	64.0590	21.8821	13.24	2.9275	-10.8	(5.2大气压) -75.5	0.425	1.272	72.9	304.2	0.274	—	4.14	1.230
氧	O ₂	31.9988	22.3923	26.50	1.4291	-218.4	-182.98	0.314	1.400	50.1	154.8	0.292	0.0215	13.60	1.980
氮	N ₂	28.0134	22.4035	30.27	1.2504	-209.9	-195.78	0.311	1.402	93.5	126.2	0.297	0.0214	13.30	1.700
氨	NH ₃	17.0310		49.79	0.7714	-77.7	-33.4	0.380	1.330	111.5	405.55	0.242	0.0185	12.0	0.932
二氧化氮	NO ₂	46.0100				-9.3	21.2	—	—	100.0	431.35	—	0.0344	—	—
氦	He	4.0026	22.4315		0.1786	-272.2	-268.9	—	—	2.26	5.25	—	0.1226	—	—
氖	Ne	20.188	22.4244		0.9003	-250.5	-246	—	—	27.2	44.4	0.311	—	—	—
氩	Ar	39.948	22.3919		1.7823	-189.2	-185.7	—	—	48.1	150.8	0.291	—	—	—
氪	Kr	83.80	22.3506		3.7388	-157.2	-153.2	—	—	54.3	209.4	0.288	—	—	—
氙	Xe	131.30	22.266		5.8581	-111.7	-108	—	—	57.6	289.7	0.286	—	—	—
氟	F ₂	37.997				-219.5	-188	—	—	55.0	144.15	0.288	—	—	—
氟化氢	HF	20.006				-83	19.4	—	—	64	503.85	0.12	—	—	—
空气		28.9660	22.4003	29.28	1.2931	-192	-192	0.312	1.401	37.17	192.5	—	0.0214	13.40	1.750
水蒸气	H ₂ O	18.0154	21.6290	47.07	0.833	-83	-192	0.356	1.335	218.3	647	0.230	0.0139	10.12	0.860

式中 x_i ——混合液体各分子组分(%)；

n_i ——混合液体各组分的分子数；

$$n_i = \frac{g_i}{M_i}$$

M_i ——混合液体各组分的分子量。

【例 1-1-1】已知混合气体的体积组分(%)为：甲烷 23.4；氢 59.2；一氧化碳 8.6；乙烷 2.0；氧 1.2；氮 3.6；二氧化碳 2.0。计算其重量组分。

【解】根据公式(1-1-1)，计算结果见表1-1-2。

混合气体的体积(或分子)组分换算成重量组分

表 1-1-2

名 称	体 积 组 分 $V_i(\%)$	分 子 量 M_i	$V_i M_i$	重 量 组 分 $g_i(\%)$
甲 烷	23.4	16.0430	375.40	36.70
氢	59.2	2.0160	119.34	11.67
一 氧 化 碳	8.6	28.0140	240.92	23.55
乙 烷	2.0	30.0700	60.14	5.88
氧	1.2	31.9988	38.39	3.75
氮	3.6	28.0134	100.84	9.85
二 氧 化 碳	2.0	44.0098	88.02	8.60
总 值			$\Sigma V_i M_i = 1023.04$	$\Sigma g_i = 100$

【例 1-1-2】已知混合液体的体积组分(%)为：丙烯 25；丁烯-1 25；丙烷 25；异丁烷 25。计算温度在15°C时的重量组分和分子组分。

【解】单一组分液体的重度由图1-1-1、图1-1-2查得。根据公式(1-1-4)公式、(1-1-5)，计算结果见表1-1-3、表1-1-4。

混合液体体积组分换算为重量组分

表 1-1-3

名 称	体 积 组 分 $V_i(\%)$	各 组 分 重 度 $\gamma_i(\text{公斤/升})$	$V_i \gamma_i$	重 量 组 分 $g_i(\%)$
丙 烯(C_3H_6)	25	0.52	13.0	23.7
丙 烷(C_3H_8)	25	0.509	12.72	23.19
丁 烯-1(C_4H_8-1)	25	0.601	15.02	27.38
异 丁 烷($i-C_4H_{10}$)	25	0.565	14.12	25.73
总 值			$\Sigma V_i \gamma_i = 54.86$	$\Sigma g_i = 100$

混合液体重量组分换算为分子组分

表 1-1-4

名 称	重 量 组 分 $g_i(\%)$	各 组 分 分 子 量 M_i	g_i/M_i	分 子 组 分 $x_i(\%)$
丙 烯(C_3H_6)	23.70	42.080	0.5632	27.89
丙 烷(C_3H_8)	23.19	44.097	0.5258	26.03
丁 烯-1(C_4H_8-1)	27.38	56.107	0.4879	24.16
异 丁 烷($i-C_4H_{10}$)	25.73	58.120	0.4427	21.92
总 值			$\Sigma g_i/M_i = 2.0196$	$\Sigma x_i = 100$

第三节 分子量

单一气体的分子量见表1-1-1。

混合气体的平均分子量按下列方式计算：

已知混合气体的体积组分时，其平均分子量可按下式计算：

$$M_m = \sum V_i M_i / 100 \quad (1-1-6)$$

已知混合气体的重量组分时，其平均分子量可按下式计算：

$$M_m = \frac{100}{\sum g_i / M_i} \quad (1-1-7)$$

式中 M_m ——混合气体的平均分子量；

V_i ——混合气体各体积组分（%）；

g_i ——混合气体各重量组分（%）；

M_i ——混合气体各组分的分子量。

混合液体的平均分子量按下列方式计算：

已知混合液体的体积组分时，其平均分子量按下式计算：

$$M_m = \frac{\sum V_i \gamma_i}{\sum V_i \gamma_i / M_i} \quad (1-1-8)$$

已知混合液体的重量组分时，其平均分子量按公式（1-1-7）计算。

已知混合液体的分子组分时，其平均分子量按下式计算：

$$M_m = \sum x_i M_i / 100 \quad (1-1-9)$$

式中 M_m ——混合液体平均分子量；

V_i ——混合液体各体积组分（%）；

g_i ——混合液体各重量组分（%）；

x_i ——混合液体各分子组分（%）；

γ_i ——混合液体各组分的重度（公斤/米³）；

M_i ——混合液体各组分的分子量。

第四节 重度、比容和比重

一、气体的重度、比容和比重

（一）重度

$$\gamma_0 = \frac{M}{V_s} \quad (1-1-10)$$

式中 γ_0 ——单一气体在标准状态下的重度（公斤/标米³）；

V_s ——公斤分子气体体积，查表1-1-1（标米³/公斤分子）；

M ——单一气体的分子量。

混合气体的平均重度可按下式计算：

$$\gamma_m = \sum \gamma_i V_i / 100 \quad (1-1-11)$$

式中 γ_m ——混合气体重度 (公斤/标米³) ;
 γ_i ——混合气体各组分的重度 (公斤/标米³) ;
 V_i ——混合气体各体积组分 (%) 。

工作状态下气体的重度可按式计算:

$$\gamma_a = 0.022 \frac{\gamma_o + \varphi d_b}{0.833 + \varphi d_b} \frac{P}{273 + t} \frac{1}{Z} \quad (1-1-12)$$

式中 γ_a ——工作状态下气体的重度 (公斤/米³) ;
 γ_o ——标准状态下干气体重度 (公斤/标米³) ;
 φ ——工作气体相对湿度;
 d_b ——工作气体温度为 t 时的饱和水蒸气含量, 见表 1-5-41 (公斤/标米³·干气);
 P ——工作气体绝对压力 (毫米水柱);
 t ——工作气体温度 (°C);
0.833——水蒸气重度 (公斤/标米³) ;
 Z ——压缩系数。

干、湿煤气体积组分可按式换算:

$$V_a = \frac{0.833}{0.833 + \varphi d_b} V_t \quad (1-1-13)$$

式中 V_a ——湿煤气体积组分 (%) ;
 V_t ——干煤气体积组分 (%) 。

(二) 比容

$$v = \frac{1}{\gamma} \quad (1-1-14)$$

式中 v ——气体的比容 (米³/公斤) 。

(三) 比重

$$S = \frac{\gamma}{1.293} \quad (1-1-15)$$

式中 S ——气体比重;
 γ ——气体重度 (公斤/标米³) ;
1.293——空气重度 (公斤/标米³) 。

二、液体的重度、比容和比重

(一) 单一液体

液体的比重是相对水而言。由于水在 4°C 时的重度等于 1 公斤/升, 故液体的比重和重度在数值上相等。液体的比容为重度的倒数。

某些烷烃和烯烃液体的比重和温度关系如图 1-1-1、图 1-1-2 所示。

某些芳香烃液体的比重和温度关系如图 1-1-3 所示。

不同温度时, 某些烃类在饱和状态下液体和蒸气的重度、比容见表 1-1-5 至表 1-1-

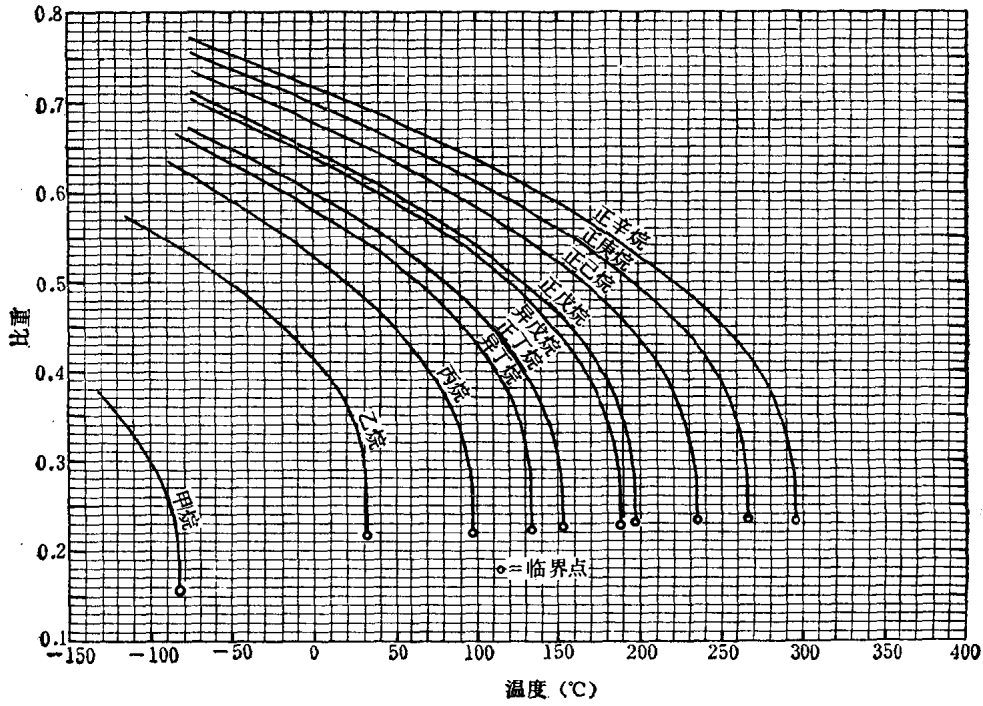


图 1-1-1 某些烷烃液体的比重和温度关系^[6]

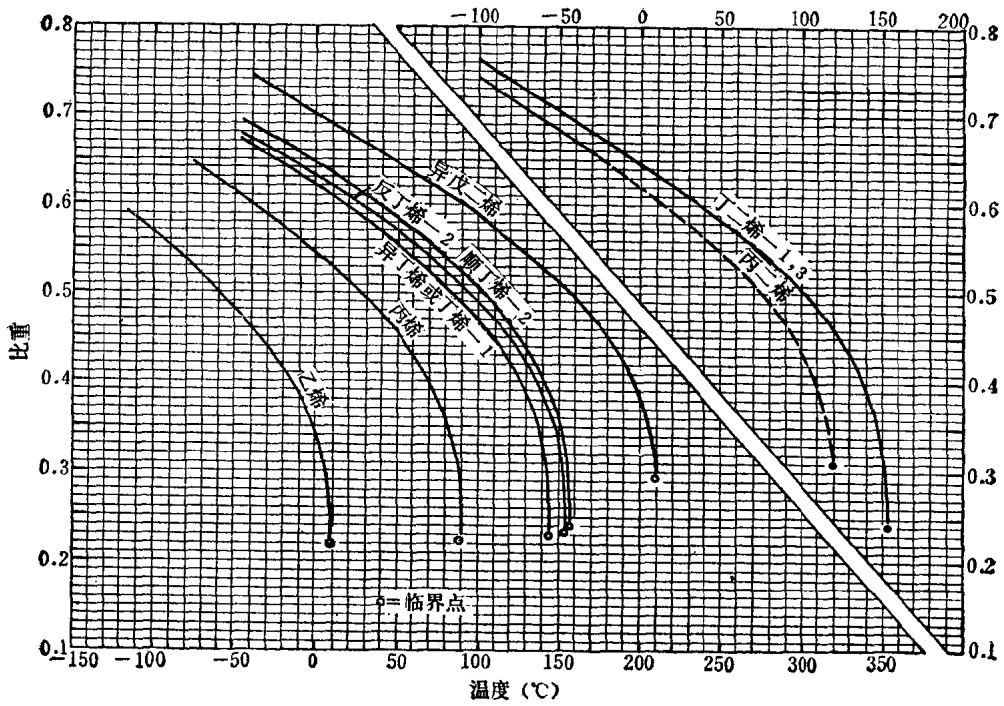


图 1-1-2 某些烯烃液体的比重和温度关系^[6]

(二) 混合液体

$$\gamma_m = \frac{\sum \gamma_i V_i}{100} \text{ 或 } \gamma_m = \frac{100}{\sum g_i / \gamma_i} \quad (1-1-16)$$

式中 γ_m ——混合液体的重度 (公斤/升);
 γ_i ——混合液体各组分的重度 (公斤/升);
 V_i ——混合液体各体积组分 (%);
 g_i ——混合液体各重量组分 (%);

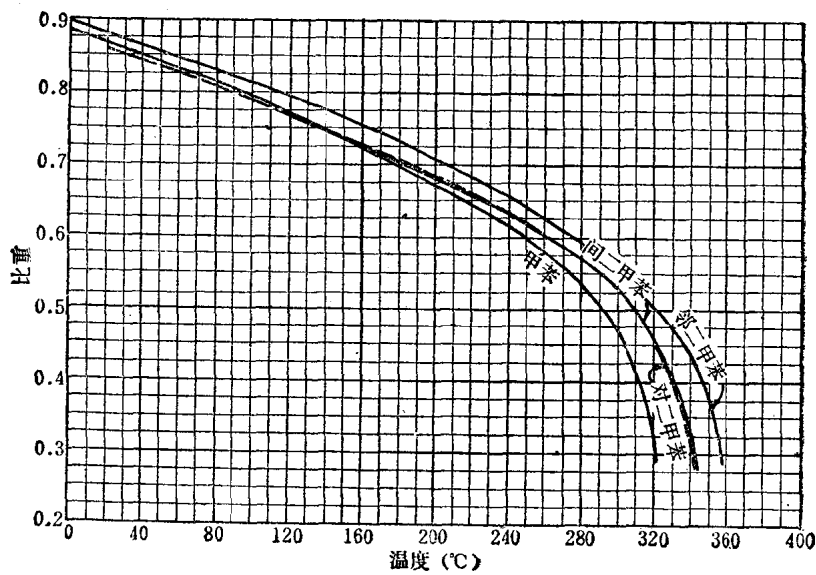
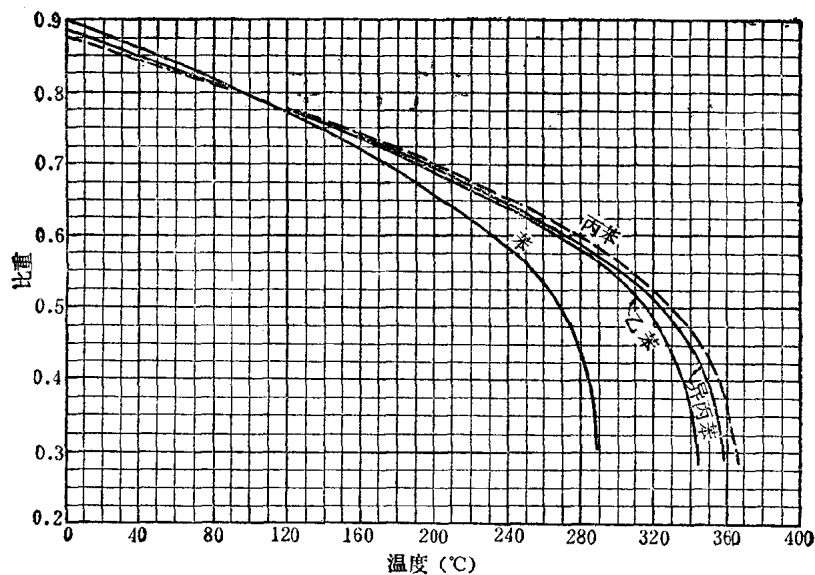


图 1-1-3 某些芳香烃液体的比重和温度关系^[63]

不同温度下某些烃类液体在饱和状态时的重度 (公斤/升)^[4] 表 1-1-5

温 度 (°C)	乙 烯	乙 烷	丙 烯	丙 烷	异 丁 烷	正 丁 烷	异 戊 烷	正 戊 烷
-50	0.4831	0.4961	0.5662	0.5909	0.6352	0.6510	0.6880	0.6919
49	0.4812	0.4946	0.5658	0.5897	0.6342	0.6501	0.6870	0.6910
48	0.4793	0.4932	0.5654	0.5886	0.6332	0.6492	0.6861	0.6900
47	0.4773	0.4917	0.5651	0.5874	0.6321	0.6482	0.6852	0.6891
46	0.4754	0.4903	0.5647	0.5863	0.6311	0.6472	0.6843	0.6882
45	0.4734	0.4888	0.5644	0.5852	0.6300	0.6464	0.6834	0.6874
44	0.4714	0.4872	0.5641	0.5841	0.6290	0.6454	0.6824	0.6865
43	0.4695	0.4857	0.5637	0.5830	0.6279	0.6444	0.6815	0.6855
42	0.4673	0.4842	0.5634	0.5817	0.6268	0.6434	0.6806	0.6846
41	0.4646	0.4826	0.5630	0.5808	0.6257	0.6425	0.6796	0.6837
40	0.4632	0.4810	0.5627	0.5795	0.6247	0.6414	0.6787	0.6828
39	0.4612	0.4794	0.5623	0.5783	0.6237	0.6406	0.6778	0.6818
38	0.4591	0.4779	0.5620	0.5773	0.6226	0.6397	0.6768	0.6809
37	0.4568	0.4763	0.5616	0.5760	0.6215	0.6385	0.6758	0.6800
36	0.4547	0.4747	0.5613	0.5747	0.6205	0.6375	0.6749	0.6791
35	0.4525	0.4731	0.5609	0.5737	0.6195	0.6367	0.6739	0.6782
34	0.4503	0.4715	0.5605	0.5723	0.6183	0.6356	0.6729	0.6773
33	0.4481	0.4698	0.5601	0.5712	0.6173	0.6346	0.6720	0.6764
32	0.4457	0.4682	0.5598	0.5700	0.6162	0.6337	0.6712	0.6754
31	0.4434	0.4665	0.5594	0.5687	0.6151	0.6326	0.6702	0.6745
30	0.4411	0.4649	0.5590	0.5677	0.6142	0.6317	0.6692	0.6735
29	0.4388	0.4632	0.5586	0.5665	0.6131	0.6308	0.6683	0.6726
28	0.4363	0.4615	0.5582	0.5653	0.6120	0.6298	0.6673	0.6717
27	0.4338	0.4598	0.5578	0.5641	0.6109	0.6287	0.6664	0.6708
26	0.4313	0.4580	0.5574	0.5629	0.6098	0.6278	0.6655	0.6698
25	0.4288	0.4563	0.5570	0.5616	0.6087	0.6268	0.6645	0.6690
24	0.4262	0.4545	0.5566	0.5604	0.6078	0.6257	0.6635	0.6680
23	0.4236	0.4527	0.5562	0.5592	0.6065	0.6248	0.6626	0.6671
22	0.4208	0.4509	0.5558	0.5580	0.6055	0.6238	0.6617	0.6662
21	0.4181	0.4491	0.5554	0.5568	0.6044	0.6227	0.6606	0.6652
20	0.4154	0.4473	0.5550	0.5555	0.6033	0.6218	0.6597	0.6643
19	0.4126	0.4454	0.5546	0.5543	0.6023	0.6208	0.6588	0.6633
18	0.4098	0.4435	0.5541	0.5531	0.6012	0.6197	0.6578	0.6624
17	0.4068	0.4416	0.5537	0.5518	0.6001	0.6188	0.6568	0.6614
16	0.4038	0.4397	0.5532	0.5506	0.5989	0.6177	0.6559	0.6605
15	0.4007	0.4378	0.5528	0.5493	0.5978	0.6166	0.6549	0.6596
14	0.3978	0.4356	0.5523	0.5481	0.5967	0.6157	0.6539	0.6587
13	0.3946	0.4338	0.5518	0.5471	0.5956	0.6146	0.6529	0.6577
12	0.3913	0.4318	0.5513	0.5454	0.5945	0.6136	0.6520	0.6568
11	0.3880	0.4297	0.5509	0.5442	0.5934	0.6125	0.6509	0.6558
10	0.3846	0.4275	0.5504	0.5429	0.5924	0.6115	0.6500	0.6549
9	0.3812	0.4254	0.5499	0.5416	0.5912	0.6105	0.6491	0.6539
8	0.3776	0.4233	0.5494	0.5403	0.5901	0.6094	0.6480	0.6529
7	0.3739	0.4211	0.5490	0.5390	0.5889	0.6085	0.6471	0.6519
6	0.3700	0.4189	0.5485	0.5377	0.5878	0.6074	0.6461	0.6509
5	0.3662	0.4166	0.5480	0.5364	0.5867	0.6066	0.6452	0.6501
4	0.3622	0.4144	0.5475	0.5350	0.5856	0.6053	0.6442	0.6491
3	0.3582	0.4120	0.5470	0.5338	0.5844	0.6042	0.6432	0.6481
2	0.3539	0.4097	0.5464	0.5324	0.5833	0.6031	0.6423	0.6472
-1	0.3495	0.4073	0.5459	0.5310	0.5821	0.6021	0.6412	0.6462

续表

温 度 (°C)	乙 烯	乙 烷	丙 烯	丙 烷	异 丁 烷	正 丁 烷	异 戊 烷	正 戊 烷
0	0.3450	0.4848	0.5454	0.5297	0.5810	0.6010	0.6403	0.6452
+1	0.3404	0.4024	0.5449	0.5284	0.5795	0.5999	0.6393	0.6443
2	0.3356	0.3998	0.5443	0.5270	0.5787	0.5989	0.6383	0.6433
3	0.3305	0.3972	0.5437	0.5256	0.5776	0.5978	0.6373	0.6423
4	0.3254	0.3946	0.5432	0.5242	0.5764	0.5967	0.6364	0.6414
5	0.3200	0.3918	0.5426	0.5228	0.5753	0.5957	0.6354	0.6405
6	0.3144	0.3892	0.5420	0.5215	0.5740	0.5946	0.6343	0.6395
7	0.3085	0.3863	0.5415	0.5200	0.5729	0.5935	0.6334	0.6385
8	0.3023	0.3835	0.5409	0.5187	0.5717	0.5924	0.6324	0.6375
9	0.2960	0.3798	0.5403	0.5172	0.5706	0.5913	0.6314	0.6366
10	—	0.3775	0.5396	0.5159	0.5694	0.5901	0.6304	0.6356
11	—	0.3744	0.5390	0.5144	0.5682	0.5891	0.6294	0.6346
12	—	0.3718	0.5383	0.5130	0.5670	0.5879	0.6284	0.6336
13	—	0.3679	0.5377	0.5111	0.5658	0.5868	0.6274	0.6328
14	—	0.3645	0.5371	0.5100	0.5646	0.5857	0.6264	0.6316
15	—	0.3611	0.5364	0.5086	0.5634	0.5846	0.6254	0.6306
16	—	0.3575	0.5357	0.5070	0.5623	0.5834	0.6244	0.6297
17	—	0.3538	0.5351	0.5056	0.5610	0.5823	0.6234	0.6288
18	—	0.3501	0.5344	0.5041	0.5598	0.5812	0.6224	0.6277
19	—	0.3462	0.5336	0.5027	0.5585	0.5801	0.6214	0.6268
20	—	0.3421	0.5329	0.5011	0.5573	0.5789	0.6204	0.6258
21	—	0.3379	0.5322	0.4997	0.5562	0.5778	0.6194	0.6248
22	—	0.3338	0.5314	0.4984	0.5549	0.5766	0.6183	0.6238
23	—	0.3292	0.5307	0.4966	0.5537	0.5754	0.6174	0.6227
24	—	0.3245	0.5299	0.4950	0.5524	0.5744	0.6164	0.6217
25	—	0.3197	0.5292	0.4934	0.5511	0.5732	0.6153	0.6207
26	—	0.3146	0.5284	0.4919	0.5498	0.5720	0.6143	0.6198
27	—	0.3092	0.5276	0.4903	0.5487	0.5709	0.6133	0.6188
28	—	0.3037	0.5268	0.4887	0.5474	0.5696	0.6123	0.6178
29	—	0.2980	0.5260	0.4871	0.5462	0.5684	0.6112	0.6168
30	—	0.2919	0.5251	0.4856	0.5448	0.5673	0.6102	0.6158
31	—	—	0.5243	0.4837	0.5435	0.5660	0.6092	0.6147
32	—	—	0.5234	0.4824	0.5424	0.5649	0.6081	0.6137
33	—	—	0.5225	0.4806	0.5409	0.5638	0.6071	0.6127
34	—	—	0.5216	0.4789	0.5397	0.5624	0.6061	0.6117
35	—	—	0.5206	0.4775	0.5385	0.5613	0.6050	0.6106
36	—	—	0.5198	0.4757	0.5371	0.5601	0.6040	0.6097
37	—	—	0.5188	0.4739	0.5357	0.5589	0.6030	0.6087
38	—	—	0.5178	0.4725	0.5346	0.5577	0.6020	0.6076
39	—	—	0.5169	0.4707	0.5331	0.5564	0.6008	0.6066
40	—	—	0.5158	0.4689	0.5319	0.5552	0.5998	0.6055
41	—	—	0.5148	0.4671	0.5305	0.5639	0.5988	0.6045
42	—	—	0.5237	0.4653	0.5290	0.5526	0.5977	0.6034
43	—	—	0.5127	0.4640	0.5279	0.5516	0.5967	0.6024
44	—	—	0.5116	0.4621	0.5266	0.5502	0.5955	0.6013
45	—	—	0.5104	0.4604	0.5252	0.5490	0.5944	0.6003
46	—	—	0.5093	0.4585	0.5237	0.5478	0.5934	0.5993
47	—	—	0.5081	0.4568	0.5225	0.5465	0.5923	0.5983
48	—	—	0.5069	0.4550	0.5210	0.5452	0.5913	0.5972
49	—	—	0.5057	0.4533	0.5196	0.5439	0.5901	0.5961
+50	—	—	0.5044	0.4513	0.5181	0.5426	0.5891	0.5950

不同温度下某些烃类蒸气在饱和状态时的重度(公斤/米³)^[4]

表 1-1-6

温度 (°C)	乙炔	乙烯	乙烷	丙烯	丙烷	丁烯-1	丁烯-2	异丁烯	异丁烷	正丁烷	异戊烷	正戊烷
-50	7.70	19.58	10.17	2.32	1.72	—	—	—	—	—	—	—
49	8.00	20.25	10.62	2.39	1.79	—	—	—	—	—	—	—
48	8.32	20.93	11.02	2.49	1.87	—	—	—	—	—	—	—
47	8.64	21.60	11.40	2.59	1.94	—	—	—	—	—	—	—
46	8.96	22.30	11.80	2.69	2.02	—	—	—	—	—	—	—
45	9.30	23.00	12.24	2.78	2.16	—	—	—	—	—	—	—
44	9.67	23.75	12.59	2.89	2.21	—	—	—	—	—	—	—
43	10.05	24.50	12.99	3.00	2.28	—	—	—	—	—	—	—
42	10.45	25.25	13.38	3.11	2.37	—	—	—	—	—	—	—
41	10.87	26.07	13.82	3.22	2.46	—	—	—	—	—	—	—
40	11.30	26.96	14.19	3.33	2.63	—	—	—	—	—	—	—
39	11.78	27.77	14.70	3.46	2.70	—	—	—	—	—	—	—
38	12.27	28.69	15.24	3.58	2.93	—	—	—	—	—	—	—
36	13.31	30.46	16.20	3.85	3.08	—	—	—	—	—	—	—
35	13.90	31.47	16.68	3.99	3.19	—	—	—	—	—	—	—
34	14.45	32.47	17.23	4.12	3.31	—	—	—	—	—	—	—
33	15.00	33.57	17.74	4.25	3.45	—	—	—	—	—	—	—
32	15.60	34.60	18.57	4.39	3.57	—	—	—	—	—	—	—
31	16.22	35.68	18.82	4.54	3.72	—	—	—	—	—	—	—
30	16.90	36.48	19.41	4.71	3.85	—	—	—	—	—	—	—
29	17.57	37.79	20.00	4.86	4.00	—	—	—	—	—	—	—
28	18.25	38.85	20.61	5.04	4.14	—	—	—	—	—	—	—
27	18.95	39.94	21.24	5.22	4.24	—	—	—	—	—	—	—
26	19.18	41.08	21.90	5.40	4.45	—	—	—	—	—	—	—
25	20.40	42.26	22.57	5.58	4.60	—	—	—	—	—	—	—
24	21.14	43.43	23.23	5.78	4.77	—	—	—	—	—	—	—
23	21.89	44.67	23.92	5.97	4.94	—	—	—	—	—	—	—
22	22.16	45.95	24.62	6.17	5.12	—	—	—	—	—	—	—
21	23.46	47.26	25.31	6.36	5.29	—	—	—	—	—	—	—
20	24.80	48.72	26.11	6.58	5.50	—	—	—	2.07	1.07	—	—
19	25.07	50.09	26.82	6.77	5.69	—	—	—	2.16	1.14	—	—
18	25.91	51.62	27.55	6.98	5.88	—	—	—	2.25	1.22	—	—
17	26.76	53.27	28.23	7.20	6.08	—	—	—	2.34	1.28	—	—
16	27.65	55.00	29.03	7.47	6.29	—	—	—	2.44	1.37	—	—
15	28.60	56.87	29.79	7.64	6.50	1.85	1.20	1.93	2.54	1.45	—	—
14	29.43	58.80	30.63	7.87	6.72	1.91	1.24	2.00	2.64	1.54	—	—
13	30.34	61.00	31.41	8.11	6.93	1.97	1.29	2.07	2.74	1.62	—	—
12	31.89	63.50	32.26	8.35	7.16	2.06	1.34	2.14	2.85	1.70	—	—
11	32.25	66.22	33.18	8.61	7.38	2.15	1.40	2.22	2.95	1.79	—	—
10	33.20	69.03	34.12	8.86	7.60	2.25	1.47	2.32	3.05	1.87	—	—
9	34.23	71.77	35.12	9.14	7.81	2.32	1.52	2.40	3.18	1.97	—	—
8	35.27	74.78	36.14	9.44	8.16	2.41	1.59	2.48	3.30	2.07	—	—
7	36.36	77.50	37.24	9.74	8.36	2.50	1.65	2.57	3.42	2.16	—	—
6	37.48	80.50	38.33	10.04	8.65	2.59	1.73	2.67	3.54	2.26	—	—
5	38.70	83.40	39.48	10.33	8.85	2.71	1.81	2.78	3.65	2.34	—	—
4	39.28	87.12	40.65	10.64	9.14	2.79	1.87	2.87	3.79	2.45	—	—
3	41.03	91.00	41.91	10.95	9.42	2.88	1.95	2.98	3.92	2.55	—	—
2	42.30	95.00	43.23	11.22	9.70	2.99	2.02	3.09	4.05	2.65	—	—
-1	43.63	99.25	44.58	11.62	9.98	3.09	2.10	3.19	4.18	2.75	—	—
0	45.00	104.13	45.98	11.93	10.28	3.20	2.18	3.31	4.35	2.85	1.07	0.85