

气体运输手册

气 体 运 输 手 册

苏联 K.C.扎連波著

樂 菊譯

石 油 工 业 出 版 社

本書是一本手冊。書中介紹了工業可燃氣體的基本物理化學特性，分析方法，以及脫除氣體中化學雜質與機械雜質的工業方法，闡述了千綫輸氣管及礦場輸氣管的計算、建造以及運行和修理。書中還列有壓氣站及其附屬設備的基本數據。關於壓縮可燃氣體及液態可燃氣體的運輸問題，本書也有專章論述。

本手冊供從事氣體運輸的工程技術人員使用。

К.С. ЗАРЕМБО
СПРАВОЧНИК ПО ТРАНСПОРТУ
ГАЗОВ

根據蘇聯國立石油燃料科技書籍出版社（ГОСТОПТЕХИЗДАТ）
1954年莫斯科版翻譯

統一書號：15037·431

氣體運輸手冊

張 蕪譯

*

石油工業出版社出版（社址：北京六鋪炕石油工業部內）

北京市書刊出版業營業許可證出字第063號

石油工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

*

850×1168 $\frac{1}{32}$ 開本 * 印張20 $\frac{1}{4}$ * 495千字 * 印1—1,500冊

1958年12月北京第1版第1次印刷

定價(10)3.45元

編者序言

苏共党第十九次党代表大会的決議，确定要进一步地发展苏維埃气体工業。气体工業所有各部門——天然气的开采、人造可燃气体的生产、这些气体的利用，以及气体作業不可缺少的要素——由开采地点或生产地点將可燃气体往消費地点的輸送，都获得日益增大的发展。

包括强大压气站在內的漫長干綫輸气管，已經在許多地区横越苏联的辽闊疆土。目前面临着建造長达数百公里的新輸气干管。沿管道、用鉄路槽車、汽車槽車及气瓶进行的石油气运输業务正在发展。看管輸气干管和压气站的工作干部及工程技術人員在培养中。

鉴于进一步发展輸气技术的任务，和在輸气設備的設計、建造与运行上已积累起的大量經驗，有必要以手册的形式来概括并闡明該領域內丰富而全面的資料。

按照发展規模，在本手册中主要注意于沿干綫輸气管的气体輸送。

参与手册編輯工作者主要为：第一章及第七章——技术科学碩士、講師 K. C. 扎連波与 Л. K. 扎連波；第二章——A. E. 卡尔包夫与 A. Ф. 莫西尼娜；第三章——M. A. 聶察耶夫；第四章——H. C. 赫列諾夫；第五章——Ю. H. 布洛得斯基；第六章——技术科学碩士 И. E. 霍丹諾維契；第八章——技术科学碩士 P. C. 帕尔塔；第九章——A. H. 普拉东諾夫、B. B. 吉尔与 C. M. 克拉伊捷尔曼；第十章——M. Д. 賈法洛夫；第十一章——化学科学碩士 A. Ф. 魯涅夫(阴极防蝕裝置及避蝕器防蝕裝置各节)与技术科学碩士 И. M. 耶尔紹夫(排流防蝕裝置一节)；第十二章——П. Л.

庫茲涅佐夫；第十三章——技术科学碩士 A. A. 布列斯克曼与經濟科学碩士 Л. Э. 古列維契；第十四章——E. C. 扎連波与 Г. Ф. 耶格尔曼；第十五章及第十六章——Л. П. 沙罗瓦托夫，有 Г. К. 赫拉帕契参加（振動一节——技术科学碩士 П. A. 格拉得奇赫）；第十七章——З. Я. 拉賓諾維契；第十八章——M. П. 瑪尔蒂諾娃；第十九章——П. H. 卡里亞金；第二十章——B. M. 斯克沃尔佐夫与 Г. Ф. 耶格尔曼；第二十一章——M. Я. 罗津；第二十二章——技术科学碩士 И. И. 戈尔德布拉特；第二十三章——技术科学碩士 Г. И. 薩莫尔。原稿修飾——Г. A. 汉堡格。

將可燃气体的輸送准备技术方面，干綫輸气管及压气站建造与运行技术方面以及可燃气体的非管道輸送方式方面鉅量資料加以概括，本手册是初次嚐試。作者同人如有助于进一步改进手册内容的一切意見与愿望而謹向讀者預致謝忱。

目 录

編者序言	1
------	---

第一篇 总論

第一章 可燃气体及其組成与性質	6
第1节 可燃气体的組成	6
第2节 理想气体与真实气体的基本定律	8
第3节 空气的湿度	19
第4节 烓类气体的水合結晶	23
第5节 气体的粘度	29
第6节 气体的扩散	33
第7节 多相物系	34
第8节 气体在液体中的溶解度	41
第9节 气体的热容	44
第10节 节流作用的热效应	49
第11节 热传导与傳热的基本原理	54
第12节 气体的燃燒	56
第一章 参考文献	60
第二章 气体的分析	61
第1节 气析用气体的取样	61
第2节 气体密度与比重的測定	63
第3节 气体中水分的測定	70
第4节 气体热值的測定	76
第5节 气体中灰尘的測定	79
第6节 气体中焦油的測定	81
第7节 气体中含硫化化合物的測定	82
第8节 气体中萘的測定	85
第9节 气体成分的測定	86
第二章 参考文献	87

第二篇 气体的加工及在输送前的准备

第三章 气体的除萘	89
第三章 参考文献	93
第四章 气体的脱二氧化碳	97
第1节 脱 CO_2 的方法	97
第2节 流程与操作制度	97
第3节 CO_2 在水中的溶解度	99
第4节 吸收动力学与填充物体积的确定	101
第5节 在各种压力下用水脱除二氧化碳时的水量消耗及电能消耗	102
第6节 除气的计算	104
第7节 许可气流与许可水流	105
第8节 工业设备的正常操作条件	108
第四章 参考文献	108
第五章 气体的脱硫化氢	109
第1节 气体脱硫化氢的目的与任务	109
第2节 气体脱硫化氢的现行方法	110
第3节 乙醇胺法	111
第4节 气体干燥与净化的联合式乙二醇-乙醇胺法	138
第5节 砷碱法	141
第五章 参考文献	156
第六章 气体的干燥	158
第1节 气体干燥的目的与任务	158
第2节 气体干燥的方法	159
第3节 气体的吸收干燥法	159
第4节 气体的吸附干燥法	176
第5节 气体的低温分离干燥法	182
第6节 气体的乙二醇喷射干燥法	183
第六章 参考文献	185
第七章 气体的加味	186
第1节 目的与任务	186

第2节	加味剂	187
第3节	加味剂的耗量	193
第4节	加味器	194
第5节	气体加味度的检查	198
第6节	可换式流量孔板	199
第7节	安全技术	201
第七章	参考文献	202

第三篇 輸气管的計算、建造与运行

第八章	干綫輸气管的計算	203
-----	----------------	-----

第1节	計算的基本任务	203
第2节	鋼管的强度計算	203
第3节	輸气管通过能力的計算	204
第4节	最适送气参数的选择	231
第5节	干綫輸气管的計算	232
第6节	某些个别的計算情况	235
第八章	参考文献	240

第九章	干綫輸气管的建造	240
-----	----------------	-----

第1节	作为建筑工程项目的干綫輸气管	240
第2节	管子和焊接用材料的技术规范	243
第3节	土方工程与准备作業	254
第4节	管子的焊接	260
第5节	熔剂层下自动电焊	261
第6节	加压气焊	267
第7节	接触电焊	274
第8节	輸气管的下溝	281
第9节	干綫輸气管的吹扫与試驗	288
第九章	参考文献	294

第十章	利用瀝青絕緣防止地下輸气管的腐蝕	295
-----	------------------------	-----

第1节	絕緣材料	297
第2节	各种絕緣作業的施工順序	301
第3节	刷管与涂底漆	302
第4节	防蝕絕緣的完成	303

第5节	絕緣作業的冬季施工	320
第6节	絕緣質量的檢查	321
第7节	絕緣的防潮措施与缺陷的修補	325
第8节	技术文件	325
第9节	安全技术	326
第十章	参考文献	328
第十一章	干綫輸气管在土壤中的阴极防蝕裝置、避	
	蝕器防蝕裝置及排流防蝕裝置	329
第1节	基本定义与术语	329
第2节	阴极防蝕裝置	332
第3节	避蝕器防蝕裝置	349
第4节	土壤腐蝕活性的測定法	361
第5节	輸气管道的排流防蝕裝置	362
第十一章	参考文献	372
第十二章	干綫輸气管的运行	374
第1节	輸气管运行管理機構	375
第2节	輸气管运行与修理方面的科室	375
第3节	輸气管綫路及其構筑物的保养	380
第4节	輸气管道的运行操作规范	388
第5节	干綫輸气管上的修理作業	397
第6节	輸气管操作条件的恢复	409
第十二章	参考文献	411
第十三章	矿坊輸气管	411
第1节	矿坊輸气管的計算	419
第2节	管子	425
第3节	矿坊輸气管的建造	428
第4节	矿坊輸气管的管理	428
第5节	气体的計量	431
第6节	管理矿坊輸气管时的安全技术問題	438
第十三章	参考文献	440

第四篇 幹綫輸气管的压气站

第十四章	在压气站脫除气体中的机械污垢	443
-------------	-----------------------------	------------

第十四章 参考文献	449
第十五章 压气站的压缩机車間	449
第1节 啣送气体用的压缩机	452
第2节 活塞式压缩机的工作过程	462
第3节 压缩机的工作系数	463
第4节 活塞式燃气机压缩机生产率及压力的調节	464
第5节 燃气机压缩机的潤滑	466
第6节 压气站燃气机压缩机裝置的发动机与压缩机的修理	467
第7节 压气站的振动与灭振方法	472
第十六章 参考文献	478
第十六章 干綫輸气管压气站上的燃气机	480
第1节 活塞式燃气动的分类	481
第2节 发动机的燃气供給系統	482
第3节 燃气机的基本类型	485
第十六章 参考文献	498
第十七章 干綫輸气管压气机站的供电与电气装备	499
第1节 压气站車間的动力电气装备	511
第2节 爆炸危险性車間的电气装备	515
第3节 压气站的輸电綫路	521
第4节 压气站或搶修站車間及站区工业场地的照明	525
第5节 保护裝置与避雷裝置	527
第6节 电气装备的运行与修理	529
第十七章 参考文献	533
第十八章 潤滑油在压气站的再生	535
第1节 潤滑油再生方法	535
第2节 航空潤滑油再生設備	538
第3节 漂白土	538
第4节 潤滑油質量檢查	539
第十八章 参考文献	540
第十九章 压气站的給水設備	540
第1节 用水量定額	540
第2节 循环給水系統	545

第3节 冷却水塔	547
第4节 水泵室	551
第5节 水泵	551
第十九章 参考文献	555
第二十章 压气站与干綫輸气管上的檢查測量仪表	556
第1节 測压用仪表	558
第2节 測溫用仪表	564
第3节 自动調节表	568
第4节 測流量用仪表	588
第二十章 参考文献	598
第二十一章 干綫輸气管的气体分配調节与混合裝置	599
第1节 干綫輸气管的檢配室与調气室	599
第2节 干綫輸气管的配气站	603
第3节 由于綫輸气管对小用戶的給气	607
第4节 混气站	608
第二十一章 参考文献	611
第五篇 可燃气体的非管道輸送法	
第二十二章 压縮气体的輸送	613
第1节 压縮气体的生产	613
第2节 压縮气体气瓶	628
第3节 运输及利用压縮气体的典型汽車裝置	634
第4节 压縮气体在高压蓄气筒內的运输	636
第二十二章 参考文献	637
第二十三章 液态气体的輸送	638
第1节 概論	638
第2节 制取液态气体的原料	639
第3节 液态气体的运输方法	639
第4节 液态气体容器	644
第5节 裝气設備	653
第6节 运输液态气体时的安全技术	658
第二十三章 参考文献	660

第一篇 总論

規定符号

- V ——体积([公尺³]、[公分³]);
- kl' ——公斤-力([公斤(力)/公分²]);
- m ——公斤-質量([公斤]);
- am ——工業大'气压([大气压]、[公斤(力)/公分²]、735.56 [公厘]汞柱);
- amm ——标准大气压、物理大气压([大气压(标准)]、760 [公厘]汞柱);
- P ——压力(735.56 [公厘]汞柱、760 [公厘]汞柱、[公斤(力)/公分²]、[公厘]汞柱、[公厘]水柱);
- d ——比重(以空气 $d=1$);
- γ ——重度^①([公斤(力)/公尺³]、[克(力)/公分³]);
- ρ ——密度^①([公斤/公尺³]、[克/公分³]、[公斤(力)·秒²/公尺⁴]);
- g ——重量([吨]、[公斤(力)]、[克(力)]);
- ama ——絕對大气压([大气压(絕對)]、[公斤(力)/公分²(絕對)]);
- amu ——表压([大气压(表压)]、[公斤(力)/公分²]);
- t ——温度([°C]);

① 在适当选择測量單位的情況下，物理單位制中的密度与工業單位制中的密度在数值上相等。当以不大于0.2%的精确度进行測量时，則可以認為以1 [公斤(力)]所表示的力，等于以1 [公斤]所表示之質量的重量。

- T ——绝对温度([°K]);
 T_K ——绝对临界温度([°K]);
 P_K ——绝对临界压力([大气压(标准)]);
 ρ_K ——临界密度([克/公分³]);
 c_p ——恒压比热([千卡/公斤·度]、[卡/克·度]);
 c_v ——恒容比热([千卡/公斤·度]、[卡/克·度]);
 η ——动力粘度([公斤/公尺·秒]、[公斤(力)·秒/公尺²]);
 ν ——运动粘度([公尺²/秒])。

力学单位间的关系

質量單位	[克]	[公斤]	[吨]	$\left[\frac{\text{公斤(力)} \cdot \text{秒}^2}{\text{公尺}}\right]$
1 [克]	1	10^{-3}	10^{-6}	$0.010197 \cdot 10^{-3}$
1 [公斤]	10^3	1	10^{-3}	0.010197
1 [吨]	10^6	10^3	1	101.97
$1 \left[\frac{\text{公斤(力)} \cdot \text{秒}^2}{\text{公尺}}\right]$	9806.7	9.867	$9.867 \cdot 10^{-3}$	1

力的單位	[达因]	$\left[\frac{\text{公斤} \cdot \text{公尺}}{\text{秒}^2}\right]$	[斯坦]	[公斤(力)]	[克(力)]
$1 \left[\frac{\text{克} \cdot \text{公分}}{\text{秒}^2}\right]$ (达因)	1	10^{-5}	10^{-8}	$1.0197 \cdot 10^{-8}$	$1.0197 \cdot 10^{-3}$
$1 \left[\frac{\text{公斤} \cdot \text{公尺}}{\text{秒}^2}\right]$	10^5	1	10^{-3}	0.010197	101.97
$1 \left[\frac{\text{吨} \cdot \text{公尺}}{\text{秒}^2}\right]$ (斯坦)	10^8	10^3	1	101.97	10197
1 [公斤(力)]	980670	9.8067	$0.98067 \cdot 10^{-2}$	1	10^3
1 [克(力)]	980.67	$9.8067 \cdot 10^{-3}$	$0.98067 \cdot 10^{-5}$	10^{-3}	1

压力单位	巴	皮	兹	$\left[\frac{\text{公斤(力)}}{\text{公分}^2}\right]$	[大气压 (标准)]	[公厘]汞柱	[公厘]水柱	$\left[\frac{\text{公斤}}{\text{公尺} \cdot \text{秒}^2}\right]$	$\left[\frac{\text{公斤(力)}}{\text{公尺}^2}\right]$
1 巴 = $\left[\frac{\text{达因}}{\text{公分}^2}\right]$	1	10^{-4}		$1.02 \cdot 10^{-6}$	$0.9869 \cdot 10^{-6}$	$7.5 \cdot 10^{-4}$	0.0102	0.1	0.010197
1 皮兹 = $\left[\frac{\text{斯堪}}{\text{公尺}^2}\right]$	10^4	1		0.010197	0.009869	7.5	101.97	10^{-3}	101.97
1 $\left[\frac{\text{公斤(力)}}{\text{公分}^2}\right]$	980670	98.067		1	0.96785	735.56	10^4	98067	10^4
1 [大气压(标准)]	1013246	101.3246		1.033223	1	760	10332	10^5	10332
1 [公厘]汞柱	1333.2	0.13332		$1.3595 \cdot 10^{-3}$	$1.3158 \cdot 10^{-3}$	1	13.5951	131.58	13.5951
1 [公厘]水柱	98.067	$98.06 \cdot 10^{-4}$		10^{-4}	$0.968 \cdot 10^{-4}$	0.0736	1	9.68	1
1 $\left[\frac{\text{公斤}}{\text{公尺} \cdot \text{秒}^2}\right]$	10	10^3		$1.0197 \cdot 10^{-5}$	10^{-5}	0.00760	0.102	1	0.10197
1 $\left[\frac{\text{公斤(力)}}{\text{公尺}^2}\right]$	98.067	$98.06 \cdot 10^{-4}$		10^{-4}	$0.968 \cdot 10^{-4}$	0.0736	1	9.8067	1

功与能量單位	[尔格]	[焦耳]	[公斤(力)·公尺]	[瓦·小时]	卡	[公升-大气压 (标准)]
1 [尔格]=1 [达因·公分]	1	10^{-7}	$1.02 \cdot 10^{-8}$	$2.78 \cdot 10^{-11}$	$2.39 \cdot 10^{-8}$	$9.87 \cdot 10^{-10}$
1 [焦耳]=1 [瓦·秒]	10^7	1	$1.02 \cdot 10^{-1}$	$2.78 \cdot 10^{-4}$	0.239	$9.87 \cdot 10^{-3}$
1 [公斤(力)·公尺]	$9.81 \cdot 10^7$	9.81	1	$2.72 \cdot 10^{-3}$	2.345	$9.68 \cdot 10^{-2}$
1 [瓦·小时]	$3.6 \cdot 10^{10}$	$3.6 \cdot 10^3$	367	1	861.1	35.5
1 [卡]	$4.182 \cdot 10^7$	4.182	0.4268	$1.161 \cdot 10^{-3}$	1	$4.13 \cdot 10^{-2}$
1 [公升-大气压 (标准)]	$1.0133 \cdot 10^9$	101.33	10.333	$2.82 \cdot 10^{-2}$	24.2	1

某些常数

常数名称	数值
重力加速度(标准)	9.80655 [公尺/秒 ²]
同上(对于緯度 45°)	9.80616 [公尺/秒 ²]
在 1 [大气压(标准)] 下水的最高密度	0.999972 [克/公分 ³]
按绝对温标计之冰的融点	273.16 [°K]
水銀的正常密度	13.5951 [克/公分 ³]
热功当量	426.8 [公斤(力)·公尺/千卡]
功热当量	0.002345 [千卡/公斤(力)·公尺]
公升([公升])=1000 [毫升]	1000.028 [公分 ³]
1 [克分子] 的干燥理想气体在 0 [°C]、760 [公厘] 汞柱时的体积	22.4140 [公升]
1 [克分子] 物質中的分子数目(亚佛加得罗数)	6.02×10^{23}
自然对数底(e)	2.718282
π	3.141592

主要元素的原子量(1952年)

元 素	化 学 符 号	原子序	原 子 量	元 素	化 学 符 号	原子序	原 子 量
氮	N	7	14.008	钠	Na	11	22.997
铝	Al	13	26.97	氖	Ne	10	20.183
氩	Ar	18	39.944	镍	Ni	28	58.69
钡	Ba	56	137.36	铌	Nb	41	92.91
溴	Br	35	79.916	锡	Sn	50	118.70
钒	V	23	50.95	钯	Pd	46	106.7
铋	Bi	83	209.00	铂	Pt	78	195.23
氢	H	1	1.0080	铑	Rh	45	102.91
钨	W	74	183.92	汞	Hg	80	200.61
氦	He	2	4.003	铷	Rb	37	85.48
铁	Fe	26	55.85	钌	Ru	44	101.7
金	Au	79	197.2	铅	Pb	82	207.21
碘	I	53	126.91	硒	Se	34	78.96
铱	Ir	77	193.1	硫	S	16	32.066
镉	Cd	48	112.41	银	Ag	47	107.880
钾	K	19	39.100	锶	Sr	38	87.63
钙	Ca	20	40.08	锑	Sb	51	121.76
氧	O	8	16	碲	Te	52	127.61
钴	Co	27	58.94	钛	Ti	22	47.90
硅	Si	14	28.06	钍	Th	90	232.12
氪	Kr	36	83.80	铀	U	92	238.07
氙	Xe	54	131.3	碳	C	6	12.010
锂	Li	3	6.940	铀	U	92	238.07
镁	Mg	12	24.32	磷	P	15	30.076
锰	Mn	25	54.93	氟	F	9	19.00
铜	Cu	29	63.54	氯	Cl	17	35.457
钼	Mo	42	95.95	铬	Cr	24	52.01
砷	As	33	74.91	锌	Zn	30	65.38
				锆	Zr	40	91.22

第一章 可燃气体及其組成与性質

第1节 可燃气体的組成[1、5、6、12]

天 然 气

表 1

苏联某些产地天然气的平均組成

产 地	气体的組成, [体积 %]							比 重 (对空气)
	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	C ₅ H ₁₂ 及 更高级之 烴类	CO ₂	H ₂ S	N ₂ +R

產自气田 (乾燥的)

达沙瓦	97.8	0.5	0.2	0.1	0.05	0.05	无	1.3	0.565
奥帕雷	89.0	9.1		1.9		无	"	—	0.613
烏格爾斯科	97.51	0.37	0.07	0.22	0.43	"	"	1.4	0.579
烏赫塔	88.0	1.9	0.2	0.3	—	0.3	"	9.3	0.634
阿尔契达	95.5	1.0	0.2	0.1	痕量	0.1	"	3.1	0.746
耶尔善卡	93.4	2.1	0.8	0.4	0.3	0.3	痕量	2.7	0.576
烏麦特砂地	93.0	1.8	0.6	0.2		0.9	"	3.5	0.600

產自油氣田 (伴生的)

羅馬什基諾	39.0	20.0	18.5	6.2	4.7	0.1	无	11.5	1.070
巴符費	35.0	22.0	19.0	7.4	4.6	痕量	"	12.0	1.112
杜馬茲	42.0	21.0	18.4	6.8	4.6	0.1	"	7.1	1.062
佐尔內依	36.0	23.5	23.0	9.3	3.5	0.2	"	4.5	1.132
日尔諾耶	82.0	5.0	3.0	2.5	1.0	5.0	"	1.5	0.721
塞茲蘭石油	31.9	23.9	5.9	2.7	0.8	1.6	1.7	31.5	0.932
伊申拜	42.4	12.0	20.5	7.2	3.1	1.0	2.8	11.0	1.046
安集延	66.5	16.6	9.4	3.1		0.2	0.03	4.17	0.801