



气体加工工程 数据手册

石油工业出版社

7.7876
147

气体加工工程 数据手册

〔美〕气体加工和供应者联合会 编

潘光坦 译 郭福民 赵增泰 校

石油工业出版社

内 容 提 要

本书自1935年在美国问世以来,前后共发行了大约135000册。因手册内容丰富,数据全面,被世界各地的工程师、高等院校师生广泛使用。现译本为第九版第四次修订本。

全书共分十八章,重点介绍气体加工工程的基本设计资料、数据和方法,其中包括仪表、电气、机泵、换热器、冷却塔等主要设备的有关数据,同时还汇聚了大量有关的气体(特别是石油烃类气体)的基础数据和处理方法。本手册将设计资料和设计方法结合在一起,以简单而适用的形式表达出来,易于读者确定设计和操作参数。书中还附有计算例题,以便读者加深理解。

本手册可供石油化工专业从事气体加工和处理的工程技术人员使用,亦可供大专院校师生参考。

SI

Engineering Data Book

Published as a service to the gas processing and
related process industries by the
Gas Processors Suppliers Association
*Compiled and edited in co-operation with the
Gas Processors Association*

1 9 8 0

气体加工工程

数 据 手 册

【美】 气体加工和供应者联合会 编

潘光坦 译 郭福民 赵增泰 校

石油工业出版社出版
(北京安定门外外馆东后街甲36号)
新城县印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行

787×1092毫米 16开本 33¹/₂印张 1插页 863千字 印1—6,200

1984年3月北京第1版 1984年3月北京第1次印刷

书号: 15037·2417 定价: 3.45元

出版说明

“气体加工工程数据手册”是美国气体加工和供应者联合会提供的一本内容丰富、数据全面的实用手册。为了将这本手册介绍给我国从事气体加工和处理的工程技术人员、科学研究人员，曾以1977年英制单位版进行翻译。译稿审校完毕，即将付印时，又得到1980年国际单位制（SI）的修订版。为了使读者能见到最新版本的书，我们决定按新版本修订后出版。

新版本（1980年版）与老版本（1977年版）比较，大部分章节的单位由英制单位改成国际单位，部分单位仍保留英制。在文字和内容上，除第二章“控制阀”作了较大的改动外，其它各章改动不大。

在翻译1977年版本时，袁明贵、周润才、刘慎英、傅敏等同志为译稿进行过校对。郭福民同志进行了全稿的审校。华东石油学院时铭显副教授作最后审订。

进行1980年版本的修订时，赵增泰同志承担前言和第十五章的修订工作，并对全稿进行了最后审校。

目 录

前 言	(1)
第 一 章 计 量	(4)
第 二 章 控制阀	(47)
第 三 章 泄压阀	(60)
第 四 章 往复式压缩机	(73)
第 五 章 离心压缩机和膨胀机	(95)
第 六 章 泵	(116)
第 七 章 电气部分	(125)
第 八 章 管程和壳程的传热	(145)
第 九 章 空气冷却器	(174)
第 十 章 流体的流动和管道	(192)
第十一章 水处理	(216)
第十二章 冷却塔	(231)
第十三章 贮存	(235)
第十四章 换算系数	(248)
第十五章 脱水、处理和吸收	(257)
第十六章 物理性质	(310)
第十七章 热力学	(362)
第十八章 平衡系数K的资料	(412)

前 言

气体加工供应者联合会是各公司的联合机构，这些公司对气体加工及有关工业的供应和服务具有专门的知识，这本技术数据手册正体现了这样一项主要的服务工作。它于1935年初版，现已发行的英制单位的第九版约八万册，正在被全世界的工程师、操作人员和大学生们所使用。

这本技术手册试图把气田和生产装置的工程师为确定操作和设计参数所能用的数据和计算方法，与基础设计资料一起，汇集于一册。尽管电子计算机程序和其他先进设计技术的应用不断扩大，这本数据手册还是想帮助设计人员进行估算、做可行性研究、初步设计和在操作现场进行判断等一般性工作时，得到一个符合工程技术实际的指南。

1977年，气体加工供应者联合会曾经许诺，编辑一本使用国际单位制（SI）的技术数据手册，作为现行英制数据手册的姐妹篇。这个许诺是在世界范围内推广使用国际单位制得到公认的情况下作出的。这样一本书将便于从英制转换为国际单位制，并能满足实际工程日益增长的需求。

气体加工供应者联合会计划编辑一本将全部表格、图表、关系曲线和其他数据完全转换为国际单位制的数据手册。转换工作的第一阶段已经完成，但是数据手册的某些部分还没有转换，或者没有彻底转换。许多规定、标准、法规和一些生产数据还没有使用国际单位制。气体加工供应者联合会试图将这些资料转换为国际单位制是不适宜的。同时，许多关系曲线，如象“相平衡常数K值图”，转换为国际单位制是很困难的，很费时间的。预期几年以后法规和标准将改为国际单位制，生产厂家的数据不久也将会改用国际单位制。修订的法规和标准将作为使用国际单位制的附加资料出版。

除了极少的例外，国际单位制技术数据手册中的国际单位制规定和术语，来自 ASTM E-380 “公制规范标准” (Standard for Metric Practice)。同时，大量引用了 API 2564号出版物“生产操作和工艺测量单位转换为公制（国际单位制）”和加拿大石油联合会“石油和天然气工业及服务中公制规范增补指南”里的资料。每种参考文献中都对国际单位制的术语进行了充分的讨论。

预期国际单位制将作为世界范围内测量单位标准化的基础。国际单位制是以七个有充分定义的单位为基础的完全的连贯的系统。按照惯例，这七个单位的因次是独立的，它们是：

量	单位名称 ^①	单位符号
长 度	米	m
质 量	千克，（公斤） ^②	kg
时 间	秒	s
电 流	安〔培〕	A
热力学温度	开〔尔文〕	K
物 质 的 量	摩〔尔〕	mol
发 光 强 度	坎〔德拉〕	cd

①表中单位名称，去掉方括号时为单位名称的全称，去掉方括号及其中的字即成为单位名称的简称。

②圆括号中的名称与它前面的名称是同义词。

在工程计算中使用的一些推导出来的单位，具有以下专门名称：

量	单位名称 ^①	单位符号	因次式
频率	赫〔兹〕	Hz	1/s
力	牛〔顿〕	N	kg·m/s ²
压力，应力	帕〔斯卡〕	Pa	N/m ²
功，能，热量	焦〔尔〕	J	N·m
功率，辐射通量	瓦〔特〕	W	J/s
电量，电荷	库〔仑〕	C	A·s
电位，电位差，电势	伏〔特〕	V	W/A
摄氏温度	摄氏度	℃	K-273.15

①表中单位名称，去掉方括号时为单位名称的全称，去掉方括号及其中的字即成为单位名称的简称。

国际单位制术语与习惯使用的米制相区别的特点之一，是优先使用10³的词头。建议使用的一些词头如下：

因 数	词 头	符 号
1 000 000 000=10 ⁹	giga 一	G
1 000 000=10 ⁶	mega 兆	M
1 000=10 ³	kilo 千	k
0.001=10 ⁻³	milli 毫	m
0.000 001=10 ⁻⁶	micro 微	μ
0.000 000 001=10 ⁻⁹	nano 一	n

国际单位制不鼓励用10³以外的词头。词头百 (hecto)、分(deci)和厘(centi)允许用于表示面积和体积的特定场合。

在国际单位制技术数据手册中，编审委员会选择了一些单位，这些单位与工业规范一致，可以简化向国际单位制的转换。这些单位并非全部严格地符合国际单位制的术语，例如转数、升和分或小时。适当选择单位可以得到适宜的数值。在大多数情况下，选用千帕 (kPa) 作为压力单位。

在整个手册中，用标准状态下的立方米表示气体体积，称为标准米³，用米³ (GPA)或米³ (GPA标准) 表示。使用者须注意，本数据手册中的图表和关系曲线，并非全部以这个标准状态 (101.325千帕，15℃) 为基础，其他机构不一定必须选用这个标准状态。

正如已经注明的那样，气体加工供应者联合会或图表的创始单位对数据手册所作的频繁修改，将作为附加资料出版。

气体加工供应者联合会承认，这次国际单位制的转换工作是不充分的，在这一重要工作中，错误是不可避免的。因此，欢迎使用者提出意见，特别是提出补充的转换结果。对于本数据手册的意见，请寄到俄克拉何马州塔尔萨城第一广场1812号，气体加工供应者联合会，邮政编码74103(Gas Processors Suppliers Association, 1812 First Place, Tulsa, Oklahoma 74103)。

气体加工供应者联合会技术数据手册于1935年首次出版，是一本刊有许多广告和小技术消息的小册子。后来的版本扩大了技术消息，数据手册逐渐成为气体加工工业通用的技术参考书。同时，数据手册在石油炼制、气体输送和石油化学工业中被广泛接受。现行的第九版英制数据手册于1972年出版，在随后的七年中进行了四次修订。

气体加工供应者联合会（GPSA）作为天然汽油供应者联合会（NGSMA）于1928年成立。其主要目的是作为美国天然石油协会（NGAA）的服务机构。

随着工业状况的变化，这两个机构的名称都更改过。1961年，这个组织改为众所周知的天然气加工联合会（NGPA）和天然气加工供应者联合会（NGPSA）；1974年名称再次改为现用的名称，即气体加工联合会（GPA）和气体加工供应者联合会（GPSA）。

这本手册的使用者应该注意，数据手册中的许多参考资料，可能指的是该资料出版时的机构名称。

第一章 计 量

本章的孔板计量部分，主要是引用美国气体联合会（AGA）的3号报告，这个报告已经被采用作为美国国家标准，标准号是ANSI/API 2530。报告的编写者还没有将这个资料的单位变成SI单位，因此建议：在没有完成单位变换以前，可用现有的英制单位进行全部计算。使用本书第十四章的换算系数和下面补充的系数，可将流量的测量值和有因次的数从SI单位变换成英制单位。

使用下面的系数，可将计算出的流量还原为SI单位：

$$Q(\text{米}^3(\text{GPA标准})) = Q_{\text{AGA}}(\text{英尺}^3) \times 0.02833$$

式中：Q(米³(GPA标准))——压力为101.3250千帕，温度为15℃条件下的流量；

Q_{AGA}(英尺³)——压力为14.73磅/英寸²(绝)，温度为60°F条件下的流量。

本章SI修订版仍保留“比重”这个术语，它相当于SI单位制中“在一个大气压或小于一个大气压下的相对密度”。在实际使用中，可以这样来给相对密度下定义：

$$\text{相对密度} = \text{理想气体的比重} = \frac{\text{气体的分子质量}}{\text{空气的分子质量}}$$

然而，如果精度要求达到0.15%，或者要求比上述定义更精确，则需按下式计算：

$$\text{相对密度} = \text{实际气体的比重} = \frac{\text{气体的密度}}{\text{空气的密度}}$$

上式中，气体和空气的密度，应该是在相同压力和相同温度条件下的值。更详细的解释，可参阅ANSI/API 2530（以前叫AGA 3号报告）。

本章参考了美国石油学会（API）制定的石油计量手册。整个手册或手册中的个别章节都可从API得到。

一、静态体积计量

1. 罐的测量和标定

要用人工的方法正确地计量出贮罐中任意液面内的液体量，贮罐本身容积的准确测量和标定是必不可少的条件。对用“尺”量或用“罐测量”的标定方法，下列的计量与标定的标准中都作了具体的叙述。

立式圆柱形罐：API石油计量手册2.2.2节〔美国材料试验协会（ASTM）的标准D 1220-75；美国国家标准协会（ANSI）的标准Z11.197-1971〕；

卧式罐：API石油计量手册2.2.3节（ASTM D 1410-75或ANSI Z11.198-1971）；

球形罐或椭球形罐：API石油计量手册2.3节（ASTM D 1408-75或ANSI Z11.199-1971）；

驳船：API石油计量手册2.4.1节（ASTM D 1407-75或ANSI Z11.200-1971）；

罐车：API石油计量手册2.5节（ASTM D1409-75或ANSI Z11.201-1971）。

将已经计量出数量的液体（通常是水）输入到要标定的容器中，或从要标定的容器中排

出, 这是标定罐容积的另一种方法。这种方法在API石油计量手册2.6节 (ASTM D1406-75或ANSI Z11. 202-1971) 中作了叙述。

2. 罐计量

原油和石油产品: API石油计量手册3.1和3.2节 (ASTM D1085-75或ANSI Z11. 196-1971);

天然气流体的计量、取样和检验: API石油计量手册14.1节;

温度的测量: API石油计量手册7节 (ASTM D1086-75或ANSI Z11. 172-1971);

API重度: API石油计量手册9节 (ASTM D287-72或ANSI Z11. 31-1968);

原油中的水分和沉积物的测定: API石油计量手册10节 (ASTM D96-76或ANSI Z11. 8-1973)。

3. 自动计量

液位自动测量仪表: API石油计量手册3.2节 (ANSI Z11. 250-1969)。为实现自动地将一定体积的石油排放到管线中去, 在称为卸油罐的计量罐上要装备一些仪表, API石油计量手册6.1节 (ANSI Z11. 249-1969)进行了说明。

二、动态体积的计量

1. 容积式流量计和涡轮流量计

1) 气体计量

选择流量计的依据:

- (1) 流量的最大和最小值;
- (2) 压力与温度的最大和最小值;
- (3) 气体的组分;
- (4) 要求的计量精度和流量变化范围。

根据以下条件, 选定合理的流量计:

- (1) 操作压力;
- (2) 比重;
- (3) 压力降;
- (4) 容积式流量计和涡轮流量计旋转转子的转速;
- (5) 隔膜型容积式流量计“刻度盘的速度”;
- (6) 温度;
- (7) 超压缩系数。

将流动条件下的体积修正到标准条件下, 使用的通用公式为:

$$Q=(F_p)(F_t)(Q_d)\left(\frac{1}{Z}\right)$$

式中: Q ——修正的体积, 标准英尺³/小时;

F_p ——压力修正系数, $F_p=\frac{\text{大气压}+\text{测量压力 (表压)}}{14.696}$ (压力用磅/英寸²);

F_t ——温度修正系数, $F_t=\frac{520}{460+\text{管线温度}}$ (温度用[°]F);

Q_d ——没有修正的体积;

$(F_{pv})^2$ 或 $\frac{1}{Z}$ ——气体计量中使用的超压缩系数。

当气体的比重不是0.6时, 下面的表给出近似的最大流量和校正系数;

比 重	乘以下列校正系数
0.45和更小的	1.15
0.6	1.00
1.00	0.77
1.20	0.71
1.50	0.63
2.00	0.55

计量站的设计：流量计制造厂家的手册和有用的文献资料，列举了计量站的正确设计方法。计量站所选用的材料和安全设备，应严格遵守联邦管线最低安全标准中输送分篇 CFR 49.192部分的规定。

站内应设计有标定流量用的预留接头，以便于在现场对流量计进行定期标定。

标定的设备和标定方法：下面介绍几种标定设备和标定方法。

(1) 钟罩标定器；(2) 移动式标定器；(3) 低压和高压流量标定器；(4) 转速的测试（仅适用于涡轮流量计）。

附属设备：它包括 (1) 压力补偿指示器；(2) 体积、压力、温度记录仪；(3) 压力和温度积分器；(4) 流量计算器。

参 考 文 献

- (1) ANSI/API 2530 (A.G.A. Gas Measurement Committee Report No.3).
- (2) American Meter Company—Displacement Meters E-4 Handbook
- (3) Rockwell Manufacturing Co.—Turbo—Meters, Theory and Application
- (4) Rockwell Manufacturing Co.—Bulletin No.1049, Rev.3
- (5) International School of Hydrocarbon Measurement Publications, Norman, Oklahoma.
- (6) The Department of Transportation, Minimum Federal Pipeline Safety Standards—CFR 49, Part 192.

2) 液体计量

设计需要考虑的事项：安装容积式流量计或涡轮流量计必须符合一定的基本要求。同时要安装象过滤器、泄压阀、消气器等适当的保护设备。为了保证精确计量，还应安装可靠的压力和流量控制器。必须做好流量计标定的准备，最好是使流量计在运行条件下进行标定。液体计量站的设计，应考虑下列内容：

(1) 操作条件：a) 流量范围；b) 流动条件（是连续的还是间歇的）；c) 最大操作压力和最大压降；d) 温度的范围。

(2) 计量的条件：a) 流体的种类；b) 粘度；c) 腐蚀性；d) 存在的外来物质，如固体、水等。

(3) 记录的类型：a) 数字的显示；b) 数据打印机；c) 温度补偿；d) 数量预调；e) 附属的记录设备。

(4) 安装和维修：a) 特殊要求；b) 标定的型式和方法；c) 维修的方法和次数。

有关计量系统中的设备、标定器、流量计的标定方法、操作与维修的全部说明，可参照：

“用容积式流量计计量石油液态烃”——API 石油计量手册 4 节 (ANSI Z11.170-1971)。

“机械置换式流量计标定器（标准体积管）”——API石油计量手册4.2节和11.2节（ANSI Z11.171-1976）。

“用涡轮流量计系统计量液态烃”——API石油计量手册5.3节（ANSI Z11.299-1971或ISO DIS2765-1971）。

标定：不论是使用容积式流量计还是使用涡轮流量计，都需要使用某种类型的流量计标定系统，以便确定出液体总体积和流量计计数器记录值之间的关系。流量计的标定，可以用不同的标定器或标定系统。在实际操作的压力和温度条件下进行标定，则是最理想的。

有温度补偿的流量计，要用与没有温度补偿的流量计，不同的标定方法（标定的细节参考上面提到的API标准）进行标定。

双向直管或双向折管型的置换式标定器系统，易于固定安装在计量站上，或安装在可移动到计量装置所在现场的卡车或拖车上（参看图1-1）。

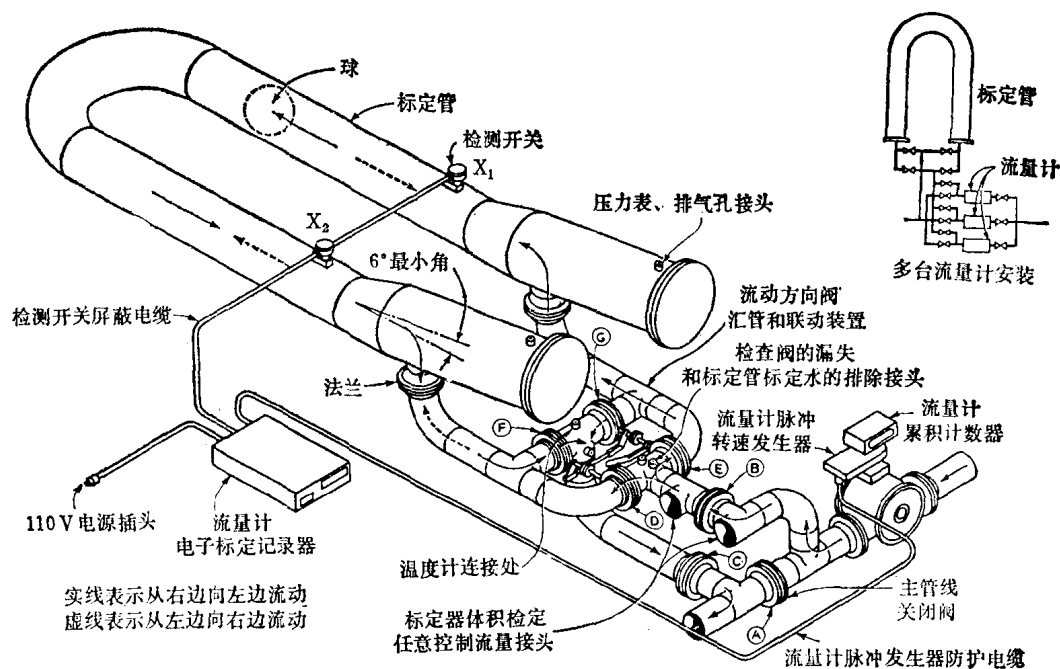


图 1-1 倾斜安装的双向折管型标定系统

置换式标定器遇到的主要问题有：

（1）通过球或活塞产生漏泄；（2）通过汇管阀或其它阀产生漏泄；（3）球、活塞碗或圆筒衬里过度磨损和变形；（4）敏感元件工作失调。

在标定过程中，标定系统中的空气应排除，温度应保持不变。标定操作完毕以后，为了防止球的变形，应使球停留在圆筒的扩大部分。数字显示设备是精密的，也应小心保管。

计算：用上述标定方法得到的流量计系数，乘以流量计计数器的读数，再用温度和压力的修正系数进行修正，则得到净体积。温度修正系数在ASTM石油计量表中给出，表1-1是这个表的缩简表。

这些修正系数是以平衡状态为基础的。压缩系数在API标准中给出，表1-2是压缩系数的缩简表。下面是这种计算的例子：

设：流量计开启时的读数——342169；

流量计停止时的读数——473618；

流量计没有进行补偿的流量——131449;
 流量计系数——1.0123 (标定时确定的);
 温度——80°F;
 比重——0.52;
 压力——500磅/英寸² (表压);
 100°F时的蒸气压——185磅/英寸² (表压);
 80°F时的蒸气压——138磅/英寸² (表压) (从表1-6查得);
 压缩系数——0.0000403 (从表1-2查得);
 体积修正系数——0.969 (从表1-1查得)。

$$\text{净体积} = \frac{(\text{计数器记录的体积}) (MF) (C_{TL})}{1 - (P - VP)F}$$

式中: MF——流量计系数;
 C_{TL}——由温度引起的体积修正系数 (表1-1);
 P——操作压力, 磅/英寸² (表压);
 VP——操作温度下的蒸气压, 磅/英寸² (表压);
 F——压缩系数 (表1-2)。

$$\begin{aligned} \text{净体积} &= \frac{131449 \times 1.0123 \times 0.969}{1 - [(500 - 138) \times 0.0000403]} \\ &= \frac{131449 \times 1.0123 \times 0.969}{0.9854} = 130851 \end{aligned}$$

表 1-1A

温度修正系数, C_{TL}

参考: ASTM-IP石油计量表, 美国出版, ASTM的标准号是D1250

液体的 比重 (在60°F 下)	API 重度 (在60°F 下)	流动流体的温度, °F										
		0	20	40	60	80	100	125	150	200	250	300
0.50	151.5	1.092	1.064	1.033	1.000	0.965	0.927	0.876				
0.51	145.9	1.088	1.061	1.031	1.000	0.967	0.932	0.884				
0.52	140.6	1.084	1.058	1.029	1.000	0.969	0.936	0.890				
0.53	135.5	1.080	1.054	1.028	1.000	0.971	0.940	0.898				
0.54	130.5	1.076	1.051	1.026	1.000	0.972	0.943	0.903				
0.55	125.8	1.073	1.049	1.025	1.000	0.974	0.946	0.909				
0.56	121.2	1.069	1.046	1.024	1.000	0.975	0.949	0.916				
0.57	116.7	1.066	1.044	1.023	1.000	0.977	0.952	0.920				
0.58	112.5	1.063	1.042	1.021	1.000	0.978	0.954	0.925				
0.59	108.3	1.061	1.040	1.020	1.000	0.979	0.958	0.930				
0.60	104.3	1.0573	1.0384	1.0193	1.0000	0.9805	0.9609	0.9361	0.9111			
0.61	100.5	1.0551	1.0369	1.0185	1.0000	0.9813	0.9624	0.9386	0.9146			

表 1-1B

温度修正系数, $C_{T, L}$

根据API标准2540, 表 6A, 1980, (ASTMD-1250) 内插的数据

液体的 比 重 (在60°F 下)	API 重度 (在60°F 下)	流 动 流 体 的 温 度, °F										
		0	20	40	60	80	100	125	150	200	250	300
0.62	96.7	1.0524	1.0351	1.0176	1.0000	0.9822	0.9641	0.9413	0.9184	0.8721		
0.63	93.1	1.0503	1.0340	1.0171	1.0000	0.9827	0.9653	0.9432	0.9210	0.8762		
0.64	89.6	1.0492	1.0330	1.0166	1.0000	0.9832	0.9663	0.9450	0.9234	0.8801		
0.65	86.2	1.0478	1.0320	1.0161	1.0000	0.9838	0.9374	0.9437	0.9258	0.8838		
0.66	82.9	1.0464	1.0311	1.0156	1.0000	0.9842	0.9683	0.9483	0.9281	0.8873		
0.67	79.7	1.0450	1.0301	1.0151	1.0000	0.9847	0.9693	0.9498	0.9303	0.8908		
0.68	76.6	1.0437	1.0293	1.0147	1.0000	0.9852	0.9702	0.9513	0.9323	0.8940		
0.69	73.6	1.0424	1.0284	1.0143	1.0000	0.9856	0.9711	0.9527	0.9343	0.8971		
0.70	70.6	1.0412	1.0276	1.0139	1.0000	0.9860	0.9719	0.9541	0.9362	0.9001		
0.71	67.8	1.0401	1.0269	1.0135	1.0000	0.9864	0.9727	0.9554	0.9380	0.9029		
0.72	65.0	1.0390	1.0261	1.0131	1.0000	0.9868	0.9734	0.9567	0.9398	0.9057		
0.73	62.3	1.0380	1.0255	1.0128	1.0000	0.9871	0.9742	0.9579	0.9414	0.9083		
0.74	59.7	1.0370	1.0247	1.0124	1.0000	0.9875	0.9749	0.9590	0.9430	0.9108		
0.75	57.2	1.0360	1.0241	1.0121	1.0000	0.9878	0.9755	0.9600	0.9445	0.9131		
0.76	54.7	1.0351	1.0235	1.0118	1.0000	0.9881	0.9762	0.9611	0.9460	0.9154		
0.77	52.3	1.0342	1.0229	1.0115	1.0000	0.9884	0.9768	0.9621	0.9474	0.9177		
0.78	49.9	1.0334	1.0223	1.0112	1.0000	0.9887	0.9774	0.9631	0.9488	0.9198	0.8908	
0.79	47.6	1.0325	1.0217	1.0109	1.0000	0.9890	0.9780	0.9641	0.9500	0.9219	0.8935	
0.80	45.4	1.0318	1.0212	1.0107	1.0000	0.9893	0.9785	0.9649	0.9513	0.9238	0.8960	
0.81	43.2	1.0310	1.0207	1.0104	1.0000	0.9896	0.9791	0.9658	0.9525	0.9257	0.8987	
0.82	41.1	1.0302	1.0202	1.0101	1.0000	0.9898	0.9796	0.9667	0.9536	0.9275	0.9012	
0.83	39.0	1.0295	1.0197	1.0099	1.0000	0.9900	0.9800	0.9675	0.9548	0.9293	0.9036	0.8777
0.84	36.9	1.0288	1.0193	1.0097	1.0000	0.9903	0.9805	0.9682	0.9559	0.9311	0.9060	0.8807
0.85	35.0	1.0281	1.0188	1.0094	1.0000	0.9905	0.9810	0.9690	0.9569	0.9326	0.9081	0.8835
0.86	33.0	1.0275	1.0184	1.0092	1.0000	0.9907	0.9814	0.9697	0.9580	0.9342	0.9104	0.8863
0.87	31.1	1.0268	1.0179	1.0090	1.0000	0.9910	0.9819	0.9705	0.9589	0.9358	0.9125	0.8890
0.88	29.3	1.0263	1.0176	1.0088	1.0000	0.9911	0.9822	0.9711	0.9598	0.9372	0.9144	0.8915
0.89	27.5	1.0257	1.0172	1.0086	1.0000	0.9913	0.9827	0.9717	0.9607	0.9386	0.9163	0.8938
0.90	25.7	1.0251	1.0167	1.0084	1.0000	0.9916	0.9831	0.9724	0.9616	0.9400	0.9183	0.8963
0.91	24.0	1.0246	1.0164	1.0082	1.0000	0.9917	0.9834	0.9730	0.9625	0.9413	0.9200	0.8986
0.92	22.3	1.0240	1.0161	1.0081	1.0000	0.9919	0.9837	0.9736	0.9633	0.9427	0.9218	0.9008
0.93	20.7	1.0235	1.0157	1.0079	1.0000	0.9921	0.9841	0.9741	0.9641	0.9438	0.9234	0.9029
0.94	19.0	1.0230	1.0154	1.0077	1.0000	0.9923	0.9845	0.9747	0.9649	0.9451	0.9252	0.9051
0.95	17.5	1.0226	1.0151	1.0076	1.0000	0.9924	0.9848	0.9752	0.9656	0.9462	0.9267	0.9070
0.96	15.9	1.0221	1.0148	1.0074	1.0000	0.9926	0.9851	0.9757	0.9663	0.9474	0.9283	0.9090
0.97	14.4	1.0217	1.0145	1.0073	1.0000	0.9927	0.9854	0.9762	0.9670	0.9485	0.9297	0.9109
0.98	12.9	1.0212	1.0142	1.0071	1.0000	0.9929	0.9857	0.9767	0.9677	0.9494	0.9312	0.9128
0.99	11.4	1.0208	1.0139	1.0070	1.0000	0.9930	0.9860	0.9772	0.9683	0.9506	0.9326	0.9146
1.00	10.0	1.0204	1.0136	1.0068	1.0000	0.9932	0.9863	0.9776	0.9690	0.9515	0.9340	0.9163
1.01	8.6	1.0199	1.0133	1.0067	1.0000	0.9933	0.9866	0.9781	0.9696	0.9525	0.9353	0.9180
1.02	7.2	1.0196	1.0130	1.0065	1.0000	0.9934	0.9869	0.9785	0.9702	0.9535	0.9366	0.9197
1.03	5.9	1.0192	1.0129	1.0064	1.0000	0.9935	0.9870	0.9789	0.9707	0.9544	0.9378	0.9211
1.04	4.6	1.0188	1.0126	1.0063	1.0000	0.9937	0.9873	0.9794	0.9713	0.9552	0.9390	0.9227

续表

温度修正系数, C_{TL}

液体的比重 (在80°F下)	API 重度 (在60°F下)	流动流体的温度, °F										
		0	20	40	60	80	100	125	150	200	250	300
1.05	3.3	1.018	1.0124	1.0062	1.0000	0.9938	0.9875	0.9797	0.9719	0.9561	0.9402	0.9241
1.06	2.0	1.0181	1.0121	1.0061	1.0000	0.9939	0.9878	0.9801	0.9724	0.9569	0.9413	0.9256
1.07	0.7	1.0178	1.0119	1.0059	1.0000	0.9940	0.9881	0.9805	0.9729	0.9578	0.9424	0.9271

表 1-2

液体的压缩系数

(注: 本表中给出的数字, 在前面应加0.0000)

液体的比重 (在60°F下)	API重度 (在60°F下)	油 流 的 温 度, °F									
		20	40	60	80	100	125	150	200	250	300
0.50	151.5	356	396	442	497	564	656				
0.51	145.9	322	356	396	448	507	596				
0.52	140.6	290	322	358	403	455	537				
0.53	135.5	266	293	325	364	412	486				
0.54	130.5	242	267	295	330	375	439				
0.55	125.8	221	244	269	301	342	400				
0.56	121.2	200	221	247	277	314	370				
0.57	116.7	182	201	224	252	287	345				
0.58	112.5	167	185	206	231	263	318				
0.59	108.3	156	170	189	213	242	294				
0.60	104.3	145	158	176	197	225	274				
0.61	100.5	138	149	164	184	209	252				
0.62	96.7	126	138	151	169	191	232				
0.63	93.1	119	130	143	158	178	216				
0.64	89.6	112	122	134	148	167	202				
0.65	86.2	105	114	125	139	157	189				
0.66	82.9	099	108	118	129	146	178				
0.67	79.7	093	101	110	122	137	167				
0.68	76.6	088	096	104	114	129	158				
0.69	73.6	083	090	099	108	121	149				
0.70	70.6	079	085	093	102	114	141				
0.71	67.8	075	081	089	097	109	134				
0.72	65.0	071	077	084	091	103	127				
0.73	62.3	067	073	079	087	098	120				
0.74	59.7	064	070	076	082	093	113				
0.75	57.2	061	066	072	078	088	108				
0.76	54.7	059	063	069	075	084	103				
0.77	52.3	056	060	065	071	081	098				
0.78	49.9	053	058	063	068	077	094				
0.79	47.6	052	056	060	065	074	090				
0.80	45.4	049	053	057	062	070	086				
0.81	43.2	047	051	055	060	067	082				
0.82	41.1	046	049	053	057	065	079				
0.83	39.0	044	048	051	055	063	076				
0.84	36.9	043	046	050	053	060	073				

续表

液体的比重 (在60°F下)	API重度 (在60°F下)	油 流 的 温 度, °F									
		20	40	60	80	100	125	150	200	250	300
0.85	35.0	042	044	048	052	058	070				
0.86	33.0	040	043	046	050	056	067				
0.87	31.1	039	041	044	048	054	065				
0.88	29.3	037	040	043	048	051	063				
0.89	27.5	037	039	042	045	050	060				
0.90	25.7	036	038	041	044	049	059				
0.91	24.0	034	037	039	042	047	056				
0.92	22.3	033	036	038	041	046	054				
0.93	20.7	033	035	037	040	045	053				
0.94	19.0	031	034	036	039	043	051				
0.95	17.5	031	033	036	038	043	050				
0.96	15.9	030	032	034	037	041	048				
0.97	14.4	029	031	033	036	040	047				
0.98	12.9	029	030	033	035	039	046				
0.99	11.4	028	029	032	034	038	044				
1.00	10.0	027	029	031	033	037	043				
1.01	8.8	027	028	031	033	037	043				
1.02	7.2	026	027	030	032	036	041				
1.03	5.8	025	027	029	031	035	040				
1.04	4.6	025	026	028	031	034	040				
1.05	3.3	024	025	028	030	034	038				
1.06	2.0	024	025	027	029	033	038				
1.07	0.7	023	025	026	029	033	037				
1.08		023	024	026	028	032	037				

注: 液体压缩系数 = $\frac{1}{\text{体积系数}}$

参考API“石油计量标准”第4章

参 考 文 献

[1] "Measurement of Petroleum Liquid Hydrocarbons by Positive Displacement Meters"—API Manual of Petroleum Measurement, Chapter 4 (ANSI Z11. 170—1971)

[2] "ASTM-IP Petroleum Measurement Tables"—ASTM D-1250 or IP 200.

2. 差压型流量计

1) 一般要求

用各种差压型的流量计计量流体的流量, 都要求建立良好的流动状态, 合理地安装计量用的一次和二次仪表。

为了预测计量结果, 被计量的流体必须是单相, 通过计量仪表仍保持单相(没有气穴)。

有关详细的要求, 可参考ANSI/API标准2530 (美国气体联合会, 气体计量委员会3号报告, 1969年修订)。

2) 孔板流量计计量蒸气, 液体和水蒸汽

孔板流量计是一种使用最普遍的差压型流量计。它已被工业上广泛地用来计量大流量的

液体或蒸气，它是靠水银浮子或充满液体的波纹管来操作。孔板流量计如果安装得仔细，使用的系数又在管理部门列出的容差范围内，总的计量精度将在 $\pm 2\%$ 以内。

孔板流量计由静压和差压记录仪表组成，利用合适的管子将记录仪表连接到孔板法兰或孔板座上。孔板流量计的计量管（计量管段）由上游和下游管段组成，管段的尺寸和容差通过计算确定，并要符合ANSI/API 2530的技术要求。

孔板用法兰固定，或者夹在孔板座的平面内，与流动方向成 90° 角。孔板的孔径、圆周、边缘和容差都必须符合ANSI/API 2530的技术要求。

只要采用合适的方程式，孔板流量计就可用来计量大流量的蒸气、液体和水蒸汽。典型的用途是：气体和石油产品在输送与大量出售中的计量；在气体加工过程中作为计量蒸气和液体流量的记录装置；用于工业装置、炼厂或气体加工厂内部的计量。

孔板

(1) 孔板的厚度：公称直径从2英寸到10英寸的管子用的孔板，最小厚度为0.115英寸；12英寸以上的管子用的孔板，最小厚度为0.175英寸。从下表可以看到，管的公称直径从2英寸增加到12英寸，孔板的最大厚度从0.130英寸变到0.398英寸。这个表是从修正的ANSI/API 2530中摘取的。如果要求更详细的说明，可参考这个标准。

公称内直径，英寸	2	3		4		6		8		10		12
最小厚度	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.175	0.175
最大厚度	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130	0.163	0.192	0.254	0.269	0.319	0.379	0.398
推荐值	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.250	0.250	0.250

(2) 孔板的上游面应达到在工业上能够做到的平整度，将它置于孔板法兰或孔板座之间时，应垂直于管轴线。要想得到绝对平的平面是困难的，所以，只要沿任一径向方向上，平整度的改变不大于0.01英寸/每英寸堰高 $\left[\frac{(D/d)}{2}\right]$ ，就认为是合格的。孔板上游面应该是光滑的，最低的光洁度要与工厂冷加工的防锈合金不锈钢板、蒙乃尔合金钢板等效。

(3) 孔板孔的上游边缘应该是直角并且是尖锐的，不放大进行检查时，无明显的反射光束。同时在整个使用期间，上游边缘都应保持这种条件。此外，板面在任何时候都要保持清洁，做到没有脏物、冰和其它外来物质的沉积。

(4) 孔板在孔边缘的厚度不得超过：a) 管径D的 $1/50$ ；b) 孔径d的 $1/8$ 。这是在任何情况下都要求控制的最小值。

(5) 孔板的厚度在某些情况下，可能要比第4条中允许的极限值大，在这种情况下，应将孔的下游边缘切去，使与孔板面成 45° 角或小于 45° 角（被做成斜面或凹面），使剩下的厚度，在第4条所规定的范围内，被做成斜面的孔板，直角边缘的一边（即与斜面相反的面）应标上“进口”，或在斜面的一边标上“出口”。

(6) 孔板对中时，孔必须和计量管或孔板座的内圆同心。沿任一径向的不同心度，应保持在计量管或孔板座内直径的 3% 以内。

(7) 测得的孔板孔径，应与计算基本孔板系数时实际使用的孔径接近。测量孔径至少