

城市煤气供应

M. A. 涅恰耶夫 著

建筑工程出版社

城市煤气供应

朱 聘 珊 译

建筑工程出版社出版

• 1959 •

內容提要 本書闡明了城市煤氣供應的組織、城市煤氣管網及其構筑物的敷設等問題；並且介紹了煤氣設備和配件，以及它們的裝設方法。對於各種城市煤氣供應工程的施工安裝質量的技術監督、技術檢驗、驗收、試驗、管理及保安技術等，也都敘述得極為詳盡。

在培養和提高城市煤氣事業的中等技術員、施工員和管理員時，本書可作為實用教學參考書。

原本說明

書 名 ГАЗОСНАБЖЕНИЕ ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА

著 者 М. А. НЕЧАЕВ

出版者 ИЗДАТЕЛЬСТВО МИНИСТЕРСТВА
КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА РСФСР

出版地點 及 日期 МОСКВА—1953

城 市 煤 氣 供 應

朱 聘 珊 譯

1956年10月第1版 1959年2月第2次印刷 2,201—3,910冊

850×1168· $\frac{1}{32}$ · 140千字 · 印張6 $\frac{3}{16}$ · 定價(11) 1.30元

建築工程出版社印刷廠印刷 新華書店發行 書號：1522

建築工程出版社出版（北京市西郊百萬莊）

（北京市書刊出版業營業許可証出字第052號）

目 錄

序言.....	5
第一章 可燃煤气及气体基本定律.....	7
可燃煤气的特性.....	7
气态定律.....	8
煤气管網的計算原理.....	13
第二章 煤气的热量及燃烧.....	18
气体燃料的發热量.....	18
燃燒反应.....	19
煤气的爆炸性.....	23
煤气燃燒器.....	25
第三章 城市煤气供应机构.....	29
对可燃煤气的質量要求.....	29
城市收容煤气及貯存煤气.....	30
液化煤气.....	36
第四章 用气量标准及煤气設備.....	38
日常生活及公用設施的用气量标准.....	38
家用煤气設備.....	40
社会公用設施煤气設備.....	52
第五章 建造煤气管道的材料.....	59
管子.....	59
电鋸条、气鋸条和螺紋接头的填料.....	61
絕緣材料.....	63
附件及管網設備.....	64
自动化和調節用煤气装备.....	77
第六章 建造煤气管道.....	89
煤气管道的線路及設備.....	89
煤气管道的鋸接.....	100

防止地下煤气管道腐蚀	106
第七章 居住及公用房屋的煤气供应	112
房屋煤气供应的方案	112
敷設房屋煤气管道及裝設煤气用具	114
供居住房屋用的液化煤气	122
对房屋的装备和設計的要求	124
通風及煤气燃燒产物的排出	130
第八章 煤气管道建筑施工中的質量檢查	136
施工檢查机构	136
檢查土建施工的質量	137
檢查施焊工作的質量	138
檢查管子絕緣工程的質量	148
第九章 煤气管網的試驗及驗收	151
技术文件	151
外表檢查	153
煤气管道的强度試驗和緊密性試驗	154
(甲)配气用煤气管道及庭院煤气管道(引入管)	159
(乙)調压站	161
(丙)房屋内部的煤气管道	161
第十章 城市煤气設施的管理	164
管理部門的任务和組織机构	164
貯气站的管理	167
調压站的管理	168
配气管道的管理	172
房屋煤气供应管系的管理	174
公用企業及工業企業煤气設施的管理	176
第十一章 安全技术、有煤气中毒危險的工作 及急救站	179
安全技术的基本問題	179
安全救护用具	185
煤气指示計	188
有危險的煤气工作	190
急救站	194

序 言

执行了苏联共产党和政府的指示以后，苏联战后的煤气工业已经迅速发展起来。由于天然煤气和石油伴生煤气的开采量不断增加、油母页岩气化工業的扩大、大量煉焦煤气的用于日常生活用途，以及远距离輸气工程的发展；因此，使得許多城市和居住区能普遍地使用煤气，人民生活水平也就跟着提高了。

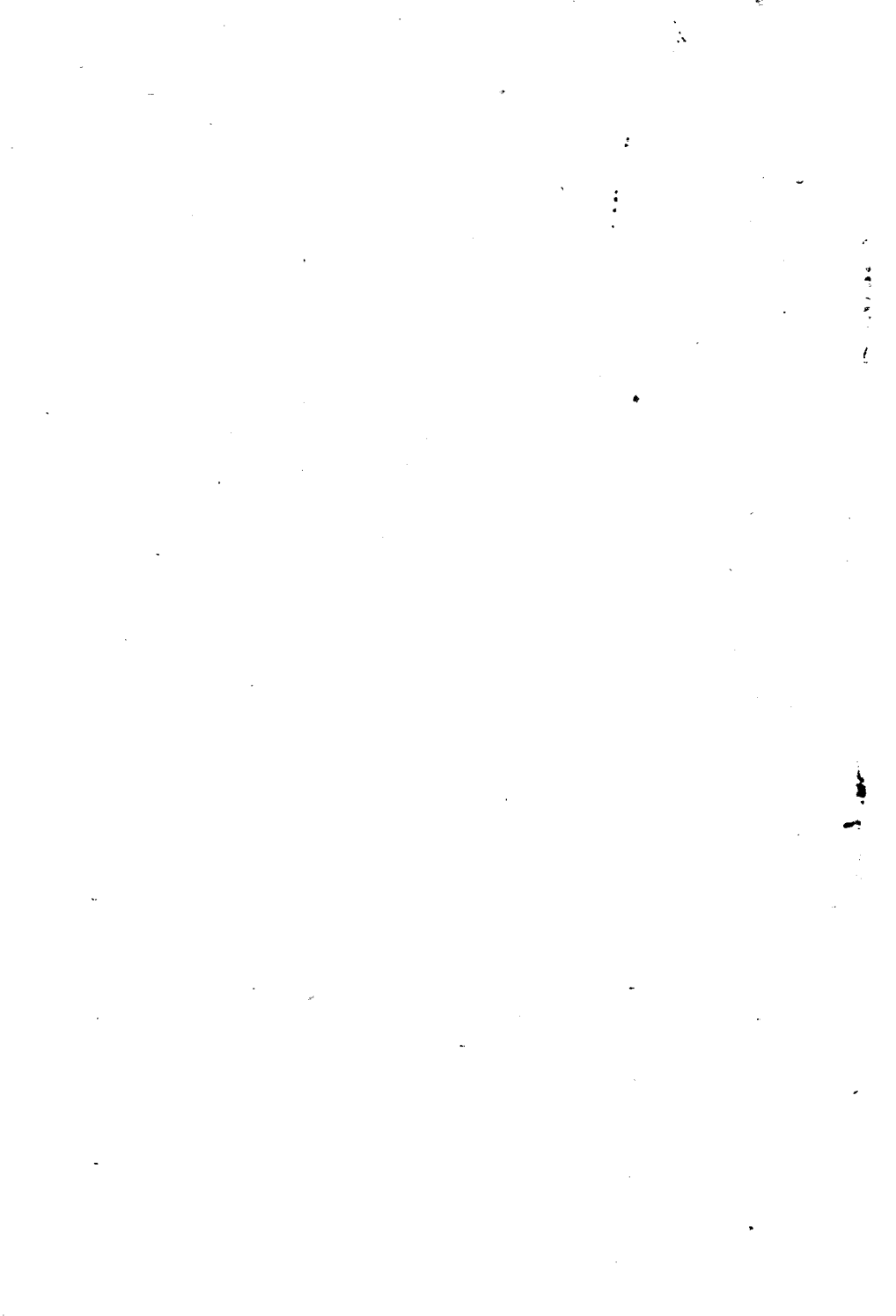
苏共第 19 次代表大会关于 1951~1955 年发展苏联国民經济的第五个五年计划的法令中已经规定：为了繼續扩大苏联劳动人民住宅煤气供应的范围，要把天然煤气和石油伴生煤气的开采量以及用煤和油母页岩煉制的煤气产量增加 80% 左右。

完成这项重要的国民經济任务的条件之一，就是出版有助于培养城市煤气供应工作干部的技术書籍。

为此，著者編写了这本书。書中介紹了城市煤气供应机构、煤气设备和煤气用具、敷設城市煤气網道及用戶的煤气管網。此外，另闢篇幅說明煤气管網的建造問題、煤气设备和煤气用具的安裝問題、管網设备的正确管理問題及安全技术措施等。

讀者对于本書的各种意見，著者都是深表欢迎的，並將在今后工作中予以考虑。

著 者



第一章

可燃煤气及气体基本定律

可燃煤气的特性

气体燃料通常是由几种不同的气体所组成的混合气体。气体燃料分为可燃部分和惰性部分，前者可以燃烧，后者不能燃烧。

气体燃料的可燃部分是由氢 (H_2)、甲烷 (CH_4)、一氧化碳 (CO)、以及饱和烃或不饱和烃 (即碳和氢在不同比例下的化合物，如乙烷 C_2H_6 、乙烯 C_2H_4 等) 组成。

煤气的惰性部分，就是氮 (N_2)、二氧化碳 (CO_2)、水蒸汽 (H_2O) 及很少的氧气 (O_2)。

硫化氢 (H_2S) 是一种有害的杂质，虽然它在燃烧时也能放出相当多的热量，但由于硫化氢及其燃烧产物 (SO_2) 的有害性，必须由气体燃料中把它除掉。

高级气体燃料的惰性部分含量是极少的。

某些可燃煤气可用于城市煤气供应。按其产源，可分为天然煤气及人造煤气。天然煤气是由地下资源中开采出来的，而人造煤气是用固体燃料或液体燃料炼成的。天然煤气又可分为两种：1) 真正的天然煤气，是由纯粹的煤气矿田中开采得出的；2) 石油伴生煤气，是由油田开采石油的同时取得的。

人造可燃煤气基本上也可分为两种：1) 把固体或液体燃料用密闭加热炼制法炼制而产生的煤气；2) 输入定量的空气或氧气，用气化法炼制固体燃料产生的煤气。

用于煤气供应的丙烷 (C_3H_8) 丁烷 (C_4H_{10}) 混合物，要单独分开

来介绍。这种常在液态下使用的煤气(所谓液化煤气或液体煤气),可用石油伴生煤气来提取,也是蒸馏石油的一种副产品。因此,丙烷和丁烷既有天然产源,又可用人工制造。

气 态 定 律

气体的物理状态是用它的温度、压力和体积来表示的。

温度常用摄氏度($^{\circ}\text{C}$)来测计。相当于零下 273°C 的温度,叫做绝对零度;由绝对零度起算的温度,叫做绝对温度。绝对温度用 T 来表示。

绝对温度和摄氏温度的关系,如下式所示。

$$T = t^{\circ}\text{C} + 273^{\circ}.$$

由大气压力起算的压力叫做相对压力或表压力,由绝对真空起算的压力叫做绝对压力。

绝对压力如用大气压力来量度,用 ata 表示;而相对压力或表压力用 atm 表示。

作为量度单位的大气压力,就是地面的空气压力。它等于 760 公厘水银柱 (pt. ct.) 或 10333 公厘水柱,或是 1.033 公斤/平方公分。

物理用和工程用大气压力是有区别的。物理用大气压力相当于 760 公厘水银柱的压力。工程用大气压力等于每平方公分 1 公斤的压力 (公斤/平方公分),或 735.5 公厘水银柱。因此,一个物理用大气压力 atm 等于 1.0333 个工程用大气压力。

气体的体积是用立方公尺来量度的。

上述三种气体参数是互相关联的。如果一定重量气体的其中一种参数发生了变化,则其他一种或两种参数也就要发生变化。

气体参数的变化关系是用所谓气态定律来确定的。恒温时,升高或降低气体的温度,就使其体积膨胀或缩小。当温度升降 1° 时,各种一定重量气体的体积增减量,实际上都等于该气体在 0° 和同一压力下的容积的 $\frac{1}{273}$ 。

因此,把 $\frac{1}{273}$ 或 0.00367 这个数值叫做气体热胀系数。这种关系可得出下面的数学式:

$$V_1 = V_0 + V_0 \cdot \frac{1}{273} \cdot t_1 = V_0 \left(1 + \frac{1}{273} \cdot t_1 \right), \quad (1)$$

式中: V_1 ——气体在温度 t_1 时的体积;

V_0 ——气体在 0° 时的体积;

t_1 ——气体的温度。

在另外一种温度 t_2 时,同一重量气体的体积如下:

$$V_2 = V_0 \left(1 + \frac{1}{273} \cdot t_2 \right)。$$

把已求出的等式彼此相除,得出下式:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1}。 \quad (2)$$

因此,恒压时,一定重量气体的体积与其绝对温度成正比。

如温度保持不变,气体的体积和压力的关系,可用波义尔-马利奥特定律来确定。这条定律在煤气工程上是有很大意义的。根据这条定律,恒温时一定重量气体的体积和压力的互相变化关系,如下式所示:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{P_2}{P_1}。 \quad (3)$$

因此,恒温时,气体的体积是和压力成反比的;也就是一定重量气体的压力和气体的体积成反比。

式(3)也可写成下式:

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 = \text{常数}。 (\text{const}) \quad (4)$$

因此,恒温时,气体的压力与其体积的乘积是一常数。

如温度不变,任何一种重量的气体膨胀得愈大,则其比重 γ 就愈小。这个关系可用下式来表示:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\gamma_2}{\gamma_1}。 \quad (5)$$

用式(5)求出的气体的比重比,代换式(3)求出的气体的体积

比, 就能得出新的方程式(6)。式(6)可确定气体所受的的压力和与压力相应的比重的关系:

$$\frac{\gamma_2}{\gamma_1} = \frac{P_2}{P_1}, \quad (6)$$

因此, 温度不变时, 一定重量气体的比重和气体所受的的压力成正比。換句話說, 恆温时, 一定重量的气体的压力愈大, 則其比重也愈大。

由式(2)及式(3)又能导出下面的新方程式:

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}. \quad (7)$$

由此可見, 如气体由某种状态轉变到另一种状态, 則其参数的变化結果如下: 在任何一种状态下, 压力和比容的乘积除以绝对温度等於常数。这种关系可用下式表示:

$$\frac{P \cdot V}{T} = \text{常数}, \quad (8)$$

式中: P 、 V 及 T ——任何一种气体状态的参数。

式(8)中的常数叫做气体常数, 如用字母 R 来表示, 上式就可写成下式:

$$\frac{P \cdot V}{T} = R,$$

或

$$P \cdot V = R \cdot T. \quad (9)$$

如气体的重量等於 G , 上式即如下:

$$P \cdot V = G \cdot R \cdot T. \quad (10)$$

式(10)叫做特性方程式, 或气态方程式。当任何一种气体的参数变化时, 該式就能求出一定重量气体的体积、绝对温度及压力的变化結果。

1 氙分子气体的气体常数 R , 可由下式求出:

$$R = \frac{848}{M}, \quad (11)$$

式中: M ——該气体的分子量。

例: 甲烷的分子量 $M=16$, 求甲烷的气体常数。

$$R = \frac{848}{M_{\text{CH}_4}} = \frac{848}{16} = 53。$$

混合气体的气体常数用下式表示:

$$R_{cp} = \frac{848}{M_{cp}} = \frac{848}{\frac{V_1}{V} \cdot M_1 + \frac{V_2}{V} \cdot M_2 + \dots \frac{V_n}{V} \cdot M_n}, \quad (11a)$$

式中: $M_1, M_2, \dots, M_n$ ——混合气体中各种气体的分子量;

M_{cp} ——混合气体的平均分子量;

$\frac{V_1}{V}; \frac{V_2}{V}, \dots, \frac{V_n}{V}$ ——混合气体中各种气体的体积相对含量。

在同一温度及压力时, 各种体积相同的气体的分子数量都是相等的。这是因为在标准状况下 (0°C 及 760 公厘水银柱), 任何一种气体的 1 分子体积都等於 22.4 立方公尺。

用这种关系就能算出任何一种气体的比重。因此, 就能很容易地把重量单位换成体积单位; 反之, 亦然。

任何一种气体的比重 (即 1 立方公尺气体的重量), 都可用下式求出:

$$\gamma = \frac{M}{22.4} \text{ 公斤/立方公尺}, \quad (12)$$

式中: γ ——比重 (公斤/立方公尺);

M ——分子量 (公斤), 数量上等於分子量。

用上式可求出气体燃料的主要成分的比重:

$$\text{氧} \quad \gamma_{\text{O}_2} = \frac{32}{22.4} = 1.43。$$

$$\text{氢} \quad \gamma_{\text{H}_2} = \frac{2}{22.4} = 0.09。$$

$$\text{一氧化碳} \quad \gamma_{\text{CO}} = \frac{28}{22.4} = 1.25。$$

$$\text{二氧化碳} \quad \gamma_{\text{CO}_2} = \frac{44}{22.4} = 1.96。$$

$$\text{水蒸汽} \quad \gamma_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{18}{22.4} = 0.80。$$

$$\text{氮} \quad \gamma_{\text{N}_2} = \frac{28}{22.4} = 1.25。$$

$$\text{甲烷} \quad \gamma_{\text{CH}_4} = \frac{16}{22.4} = 0.71。$$

$$\text{乙烷} \quad \gamma_{\text{C}_2\text{H}_6} = \frac{30}{22.4} = 1.34。$$

$$\text{乙烯} \quad \gamma_{\text{C}_2\text{H}_4} = \frac{28}{22.4} = 1.25。$$

$$\text{丙烷} \quad \gamma_{\text{C}_3\text{H}_8} = \frac{44}{22.4} = 1.96。$$

$$\text{丁烷} \quad \gamma_{\text{C}_4\text{H}_{10}} = \frac{58}{22.4} = 2.59。$$

已知各个单独成分的比重,根据下式,就很容易求出任何一种气体燃料的比重:

$$\gamma = \frac{A \cdot \gamma_a + B \cdot \gamma_b + C \cdot \gamma_c + \cdots + N \cdot \gamma_n}{100}, \quad (13)$$

式中: γ ——气体燃料的比重(公斤/立方公尺);

A, B, C 及 N ——气体燃料中各种成分的体积百分率;

$\gamma_a, \gamma_b, \gamma_c$ 及 γ_n ——气体燃料中各种成分的比重。

例:求标准状况下炼焦煤气的比重,其成分如下: CO_2 —4%; O_2 —0.5%; C_mH_n —3%; CO —8%; H_2 —52%; CH_4 —25%; N_2 —7.5% (假定不饱和烃 C_mH_n 是乙烯 C_2H_4)。

把炼焦煤气各种成分的体积百分率及与此相应的比重代入上式,求出炼焦煤气的比重如下:

$$\gamma = \frac{4 \times 1.96 + 3 \times 1.25 + 0.5 \times 1.43 + 8 \times 1.25 + 52 \times 0.09 + 25 \times 0.71 + 7.5 \times 1.25}{100}$$

$$= 0.54 \text{ 公斤/立方公尺。}$$

工程上常提到气体的密度或相对比重，即气体比重和空气比重的比值。空气的比重等於 1.293 公斤/立方公尺。因此，任何一种气体的相对比重(密度) S 即如下式：

$$S = \frac{\gamma}{1.293}。$$

在上例中，比重为 $\gamma = 0.54$ 公斤/立方公尺煉焦煤气的密度，等於下值：

$$S = \frac{0.54}{1.293} = 0.42。$$

煤气管網的計算原理

在煤气管道中，煤气始終是由压力較高的管段流入压力較低的管段的。根据这种現象，就能用管子来輸送煤气。煤气在管道中流动，产生煤气压力損失。

煤气管網是用公式、实用計算表和列線圖来計算的。

1952年頒行的“莫斯科市住宅、公共房屋及社会公用房屋中煤气設備的設計、安裝和交工使用規範”，建議用下式来計算低压煤气管道的煤气压力損失：

$$\Delta P = \frac{Q^2 \cdot S \cdot l}{k^2 \cdot d^5}, \quad (14)$$

式中： ΔP ——煤气压力損失(公厘水柱)；

Q ——煤气流量(立方公尺/时)；

S ——煤气的密度或相对比重 $\left(\frac{\gamma}{1.293}\right)$ ；

l ——煤气管道的長度(公尺)；

d ——煤气管道的直徑(公分)；

k ——根据煤气管道直徑而定的系数，可用下列直徑来确定：

煤气管道直径 (公厘)	系数	煤气管道直径 (公厘)	系数
15	0.16	60	0.55
20	0.47	76	0.57
25	0.48	100	0.62
32	0.49	125	0.67
38	0.50	150	0.70
50	0.52		

根据这个公式，如已知煤气流量及这段煤气管道的允许压力损失，可求出需要的管子直径；如已知煤气流量及煤气管道的直径，可算出煤气压力降；如已知煤气管道直径及煤气压力损失，可算出煤气管道的输送能力。

例：一段直通的直径 100 公厘长度为 20 公尺的煤气管道、每小时流过 100 立方公尺炼焦煤气，其相对比重等于 0.42，求压力损失。

把已知数据代入公式(14)中，得出压力损失如下：

$$\Delta P = \frac{100^3 \times 0.42 \times 20}{0.62^2 \times 10^6} = 2.2 \text{ (公厘水柱)}。$$

计算中、高压煤气管道是比较复杂的。由于从事管理工作的人员一般不需要做计算工作，因此不再说明。

在煤气管道内，除了摩擦压力损失以外，还有局部阻力产生的压力损失。

使气流的流动发生变化的煤气管道构件，如使气流偏转、收缩或阻闭，都叫做局部阻力。局部阻力计有弯头（弯管）、分支管、异径管（直径变化）、球阀、开关、闸门、水封器及补偿器等。

局部阻力产生的煤气压力损失，是由这种阻力的特征、煤气流速及煤气比重来决定的，如下式所示：

$$\Delta P_{\kappa} = \xi \cdot \frac{w^3}{2g} \cdot \gamma \text{ (公厘水柱)},$$

式中： ξ ——表明这种局部阻力特征的系数；

w ——管内煤气流速(公尺/秒);

g ——重力加速度(9.81 公尺/平方秒);

γ ——煤气比重(公斤/立方公尺)。

常在屋内煤气管網上發現的局部阻力, 表明它的特征的系数 ξ 值, 都已列入圖 1 內。

煤气表产生的压力损失等於 8~10 公厘水柱。

管内煤气流速是由每秒流过煤气管道的煤气量(立方公尺), 除以管子横断面积(平方公尺)而求出的。

$$w = \frac{Q}{3,600 \times \frac{\pi d^2}{4}},$$

或

$$w = \frac{Q}{900 \times \pi d^2},$$

式中: Q ——每小时流过煤气管道的煤气量(立方公尺);

d ——煤气管道的直径(公尺);

π ——等於 3.14。

煤气管道計算管段的全部煤气压力损失 ($\Delta P_{\text{общ}}$), 等於整段煤气管道的摩擦压力损失 (ΔP), 加上管段上所有局部阻力的总压力损失 ($\Sigma \Delta P_m$):

$$\Delta P_{\text{общ}} = \Delta P + \Sigma \Delta P_m.$$

在計算煤气管道的垂直管段时, 必須計算煤气和空气的比重差所引起的修正值。煤气的比重多半是小於空气的比重。因此, 在垂直管段中, 随着煤气上昇, 煤气压力也就增高。压力增加值可用下式求出:

$$\Delta P_z = (\gamma_o - \gamma_z) Z,$$

式中: ΔP_z ——由於煤气上昇的煤气压力增加值(公厘水柱);

γ_o ——空气比重(1.293 公斤/立方公尺);

γ_z ——煤气比重(公斤/立方公尺);

Z ——煤气上昇高度(公尺)。

弯 管		r/d		1.0	2.0	4.0	≥ 6.0				
		$< \beta^\circ$		30°	0.30	0.20	0.15	0.10			
				45°	0.35	0.20	0.20	0.15			
				60°	0.40	0.25	0.20	0.15			
				90°	0.50	0.30	0.25	0.20			
弯 头		规定直径	σ	规定直径	σ	规定直径	σ				
		1/2"	0.28	1/4"	0.39	2 1/2"	0.47				
		3/4"	0.32	1 1/2"	0.40	3"	0.47				
		1"	0.36	2"	0.44	4"	0.5				
偏置管		$\xi \approx 0.75$									
括弯管		$\xi \approx 1.5$									
分支流出的三通或四通 $< \beta^\circ = 90^\circ$		ξ_M —直通的损失系数									
		Q_1/Q_3	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1
		ξ_M	0	0	0.1	0.25	0.6	3.5	3.5	9.5	49
		ξ° —流入分支的损失系数									
		Q_2/Q_3	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
		d/D	1.0	0.8	0.6	0.4	0.25	0.1	0.05	0.02	0.01
		1.0	101	26	12	7	5	3.8	3	2.5	2.2
		0.8	42	12	6	3.5	2.6	2.2	1.8	1.6	1.5
		0.6	14	42	2.5	1.8	1.5	1.4	1.8	1.2	1.2
		0.4	3.5	1.6	1.3	1.2	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0
≤ 0.25	1.4	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.3		
旋塞开关		规定直径 (公厘)	13	19	25	32	38	50			
		ξ	4	2	2	2	2	2			
直通球阀		规定直径 (公厘)	13	19	25	32	38	≥ 50			
		ξ	11	7	6	6	6	5			

图 1 局部阻力系数