

煤气应用手册

烏鐸·白歇尔著

高等教育出版社

本书系根据德意志民主共和国柏林技术出版社(VEB Verlag Technik Berlin)出版、工学博士烏鐸·白歇尔教授(Prof. Dr.-Ing. Udo Becher)著“煤气应用手册”(Handbuch der Gasanwendung)一书1953年版译出。

本书中对煤气的性质及煤气设备的工程、经济、卫生等方面的重要问题叙述周详。在这些方面个别问题的专论虽有,但综合性的著述还极少见,事实上本书可以说是第一本。

本书供煤气使用人员和机械设计人员、煤气管理工程师以及器械制造人员等作参考之用。高等理、工、医学院工作人员常须应用煤气,自应研究其合理使用及有关卫生等问题,故亦宜备作参考。

本书由西安交通大学热工教研室陆振国、向一敏、季诚和袁忱澐合译,由翟钰、石华鑫校阅。

煤 气 应 用 手 册

烏鐸·白歇尔著 陆振国等译

高等教育出版社出版 北京宣武门内永恩寺7号

(北京市书刊出版业营业许可出字第054号)

民族印刷厂印装,新华书店发行

统一书号15010·841 787×1092^{1/16} 印张22^{5/8} 插页1
字数477,000 印数000,1—4,500 定价(8)年2.40
1953年3月第1版 1953年3月北京第1次印刷

煤 气 应 用 手 册

供煤气使用人員和机械設計人員, 煤气管理工程师
以及器械制造人員等参考用

烏鐸·白歇尔著

陆 振 国 等 譯



第一章 煤气对于国民經济的意义

地球上所存在能源的利用,对于国民經济和技术发展已有不容忽视的影响。一般說来,能量的利用,在广大范围里減輕了人类的体力劳动。除风力、水力以及石油而外,原煤依旧經常供应人类社会以最大部分的能量。利用地球上存在的其他能源,例如潮汐能、太阳能、地心热能(火山作用能)、原子能等,固然已由工程专家千方百计地在钻研,可是大規模使用它們,还有待于来日。水电站的建設近年来已有了很大的进展,但是全球的水能还不能滿足人类对整个能量的要求。

在世界上所有的原料中,原煤一直占有最主要的地位。它构成任何一种工业的基础,同时也是能量中最重要的原料。

称它为“原料”是有意的,因为在一切应用范围中,我們必須辨清原煤不是燃料而是一种原料,并且它和风力、水力、木材与泥煤等不同,是不能繼續生长的原料。对工业經济的責任感,促使我們常常想到在使用消耗掉的原煤这类物質,它是不能重行迅速产生的,总有一天这种原料将会耗用殆尽。所以必須正确地使用原煤,并应尽量合理而节省地加以使用。

我們設想一下:原煤在炉篦上燃燒时,原煤中所含有的有价值的物質都将完全喪失,而它們对于国民經济和工程來說都是极为重要的,同时对于許多工业部門,尤其对化工部門來說都是属于基本原料。因此用这种方法来燃燒特別可貴的原煤,只能算是一种原始方式的燃燒。当然,如果原煤已經由机械加工,变成煤粉燃料,那它自然可以有較好的热經济利用率;但就能量經济观点来看,若把原煤用于化工方面作为加工原料,实不失为尽可能最佳的利用途徑。

倘使把原煤在隔絕空气情况下加热,使其进行化学分解,則恒有煤气产生,按照所获得的主要产品为煤焦、煤气或油,可以区分为:

炼焦厂,

煤气厂,

或干餾厂。

炼焦厂主要炼制煤焦,它被应用在高炉中作为炼鉄时的还原剂。这里产生的煤气是副产品。由于此一原因,数十年前这种煤气即在炼焦厂中进行无謂的燃燒。現在这种寶貴的煤气业已收集起来,一并輸送到工业长途煤气管及都市中去作为載热質来加以利用了。

相反的,煤气厂应当主要生产煤气。为了在最优良的煤气成分时能够获得尽可能高的煤气产生量,必須注意到原煤种类的选择。在这里所产生的煤焦大都用于鑄造車間,集中供暖装置或单独供暖装置方面。但是煤焦也同样地可在工业中作为原料,或作为生产水煤气的原料,此时尚未确定的只是将此水煤气作为輔助煤气来燃燒,还是再度地在化学工业中作为原料来应用。

从原煤中，例如从烟煤中不但能够得到煤气和煤焦，而且还可获得下列贵重的副产品，——目前称为煤的贵重物质的——主要有：

原煤胶，

氨，

苯，

和硫。

如所周知，仅原煤胶一项就构成了化学工业中的一个分支。倘使没有它，也不会有柏油、萘、蒽、蒾、苯酚等化学品。它和原苯的加工情形相类似。整个说来，目前有数百种不同的化学产品，从任何角度来看，对今天的国民经济都是不可以缺少的，并且它们只有在煤的贵重物质的继续加工中才能获得。但是如把原煤放在炉篦上燃烧时，则这些物质将全部丧失。在技术发展过程中，煤气炉特别是大型煤气厂的煤气炉，在构造上已逐渐与炼焦炉相接近，因此现时的大型煤气厂实际上已和炼焦厂不再有区别。

在较低温度下促成焦化的干馏法主要是提炼煤胶。这种干馏煤胶乃是制造动力油和燃烧油的原料。

这里也可附带产生煤焦和煤气。由于炼制的方法不同，其分解温度仅 400 至 500°C (炼焦炉中的焦化温度则为 1100 至 1200°C)，当然，煤焦和煤气的性质不同，干馏焦并不具有煤气焦的硬度，甚至即使以烟煤代替褐煤来加以干馏也是如此，但它的着火温度低而热值则相当高。

特别由于油和石蜡的获得，干馏厂现在对国民经济具有巨大的重要性。

即在煤的液化过程中，合成汽油是由原煤直接按照拜尔奇司或间接根据费休和脱洛浦喜方法获得，其中除所希望获得的液态动力油外，也还有煤气产生。

许多气化方法，例如双重煤气产生法，罗尔奇的压力气化法(褐煤，煤砖，煤屑)、苏申-盖乐西的方法等在这里仅略予提及。

在所观察的范围内，现在不拟把上列各方法的细微区别详加叙述，因在有关专门书籍 [1.01, 1.02]^①中已有详尽报道。这里仅指出，当原煤进行化学处理时，无论依据任何观点及在任何情况下，它总有煤气产生。在许多方面中，原煤在化学上的精炼虽还刚在发展开端，但原煤所趋的途径，则为从燃料到原料。

所有从事能量经济方面专家们的任务：是除了放弃陈旧争论——这里用电那里用煤气——外，不仅要上述能量经济的考虑变成事实，还要照顾到现存能源的最合理使用，因此首先要轮到考虑那原煤的运用；并且还得把这种为了整体经济利益所绝对必要的思考方式扩展到更广泛的应用范围去。在一切部署方面，特别是对能量经济设备的新建筑物，其方向还只容许考虑主要能源的运用，使之达到最大可能的利用率。

在这种意义下的所谓能量经济性乃是：煤矿、煤焦厂和煤气厂中原煤的精炼，以及动力工厂锅炉中、工业炉中、家用和工商业用炉中原煤的燃烧。

^① 此数字指书末参考书目中的序号——编者注。

因此,要把能量经济性的考虑扩展到各个范围去,那才真有意义。将来建设动力厂和煤气厂时,即将根据这些考虑来决定。两类厂综合作业的想法并不是新的。在有关的专门书籍中已有不少闻名的专家对这些问题加以叙述过了[1.03,1.04]。

在这种综合作业中,原煤的燃烧得以避免。为了产生汽轮机所需的蒸汽,动力厂中的锅炉加热,只须使用已被提去煤气的燃料。原煤中的贵重物质则留作为化学工业的基础,而煤气则作为载热质而具有足够的经济性。

通过原始能量转变为另一种能量的形式,尤其是原煤的转变,也就是能量品质的提高,使能量经济性获得了巨大的进展。当然,能量转变本身会有一定的能量损耗,但即使如此,就整体来说,转变过程,可主要带来能量的节省。

在德国,提高能量品质主要着眼于烟煤和褐煤方面。从而证实了采用原煤品质提高来使能量转变这一方法,可以使原煤的利用率达到最有利的高度[1.05]。

下列包脱对照表可据以显示出应用煤气,电流和原煤来产生热量时的效率概况,其中原料(指原煤)的利用总效率对国民经济的利益特别有关,所以必须郑重考虑。

表 1. 热量产生效率(取送用除外), %

供給能量 = 7000 大卡	煤 气		电 流		原 煤	
	家 用	工 业	家 用	工 业	家 用	工 业
第一次转变时的效率(产生)	86	86	20	20	100	100
考虑到各种损失以及輸送时能量的耗費	68	75	16	18	95	95
第二次转变时的效率(使用)	50	53	60	78	15	30
原料(原煤)利用总效率	34	40	10	14	14	29

工作温度假定为:家用 100°C;工业 1000°C。电流系产生在凝汽式的蒸汽动力厂中。

任何一种能量的转变,总是附带有损耗的。但是,其中损耗的大小,极为悬殊,同时它是发生在能量流动过程(从原煤直到能量使用处)的各个不同地方。倘使不计运输损失,则在燃烧原煤时的损耗,就只限于使用时。在提高原煤品质时,如果仍不计及运输损失,则损耗只限于生产和使用时,这特别在从原煤转变为电能的情形下是正确的。就整个经济性而言,原煤供气的能量损失为最小。

除了由于能量经济性,以及由于国民经济的需要,应该最节省地使用原煤外,也即是除了提高原煤的品质外,使用煤气,对于都市卫生还有其特殊的重要性。大都市中煤烟和灰尘的烦恼,从来就是卫生学家所面对的一个严重问题。每年从都市上空下降的灰量以成千上万吨来计。所造成的损失(由于碳)很大,同时从卫生方面来看,对于都市居民呼吸所赖的空气,也是一个极端有害的因素。

近几年来,许多闻名著作家们发表了关于能量产生和使用范围方面的方向性论著,这对技术经济性的继续发展将不会没有影响的。来日我们自会相信:以煤气当作载热质来利用,对提高国民经济性是很重要的。

第二章 作为載热质的煤气在工程上的意义

煤气事业至今虽已超过一百年,但它在許多問題上可以說是还只处于发展的开始。

不但今天而且也在将来,假定电能是从一个能量經濟的綜合企业中不再由燃燒原煤而产生时,那么能量經濟家在这里将有責任来考虑能量种类的最好利用。这里就应该首先明了能量使用的目的。根据統計資料,整个載热质所給出的能量:其 $\frac{1}{3}$ 用于动力生产,其余 $\frac{2}{3}$ 用于热量生产[2.01]。前者之中以家用和工业用約各占半数,而后者中,交通用和工业用亦各約占半数。电流应当主要用于照明和动力方面,而煤气最好用于加热方面。当然,任务的范围不应作硬性規定,可是必須考虑到其中的最好利用。常常会发现这种能量比那种能量更为合适的情形。起决定性作用的,应当是从原煤到完成产品的总效率。这种考虑方式就要求一方面掌握从原煤到电流与到煤气的各种能量的正确知識及其比較可能性;另一方面要求掌握多种能量使用范围在工艺学上的知識。

最近德拉佛在他的一篇重要著作“燃料的价值”[2.02]中詳細分析了所有能量利用的发展方向,以及按燃料价值所发现的各种利用的必要性。他根据数十年研究所积累的經驗簡要地綜括出如下結論:

“最早的燃料工艺时代乃是固体燃料时代,其后則是液体燃料时代,我們目前正处在第三期,即煤气时代的开始。”

关于燃料的价值可作下列的說明:

一种燃料的价值,决定于它的燃燒工艺的性质,也就是要看它在工艺上和經濟上适用程度較好还是較差而确定。

純煤亦即是在天然固体燃料中的可燃物质是由碳,氢与氧以及直至現在尚未深知的多分子化合物所組成。經過燃料的每一热处理,其中也包括燃燒在內,純煤的分解經歷三个阶段:固体的,液体的和气体的阶段。只由于这一个原因,天然蘊藏的燃料是极不一致的。这种情形就大大地促使燃料难以进行完全燃燒。因此,固体燃料即使采用了很高的过量空气系数,但煤烟与烟臭的形成,却总不能避免,从而热力工程上的損失和卫生方面的危害性也即由此产生。

虽然天然固体燃料存在着这种不一致性以及含有灰、盐、水和硫的有害杂质(其中水份倒是比較容易除去的),但是由于其热量价格比較低廉,燃燒比較容易,貯存又方便,所以它仍属于最广泛采用的材料。

德拉佛曾正确地指出蒸汽鍋炉(機車也包括在內)直到今天还是消耗燃料的主要設備。但是,天然固体燃料的价值,可以通过抑降可燃物质的一致性而相应地予以大大增高。关于这方面的著名方法就是在隔絕空气下除去气体。按照高温供气或低温焦化的不同方法便可以获得高温焦或干餾焦。前者是燃料中最难燃燒的。相反地干餾焦却是具有均一性的燃

工商业煤气应用范围和煤气应用举例

(表中所列设备都是采用煤气的,但并非全由煤气设备制造厂所生产)

工商业类别	应用煤气设备举例	工商业类别	应用煤气设备举例
印刷业	印刷机 压花机 烫金机 排字机 铸铅字锅 烘干板 熔锅	车辆工业	电车和火车轮箍压力机 煮透锅 轴承金属熔锅 烘漆炉和烘漆柜 曲轴淬火机 轮箍加热设备
排字房	铸造活字机 熔铅锅 重熔锅 浇铸器 排字机	橡胶和人造橡胶的加工	橡胶压制机 弹性橡胶成型机 冲压机 压光机加热 加硫硬化设备 塑胶粉压机 蒸汽锅炉 浸平器皿加热装置 烘干机 卷管机 修理用的加热炉
雕刻乐谱部	烘干板 熔锅 (排字机)	化验器械, 医疗用具, 化学工业	蒸馏器 干燥箱 细菌培养箱 消毒箱(椅和箱) 压力煮器 快速干燥器 安瓿机
纸类加工	纸盒压制机 圆筒压制机 封套压制机 糖果纸包机 自动纸环机 压光机, 辊筒内部加热 信封折制机 硬印机 打印机 纸筒机	玻璃制造	熔炉 吹灯 制造灯泡的特种煤气燃器 熔底机 熔解坩埚 制瓶螺旋纹机 折断机
金属加工	彰化炉(即退火炉) 淬火炉 鼓风机 (铜笔式) 回火箱 套筒退火机 熔铁 金属熔锅 熔铁加热器 压铸机 焊枪 工作枱火焰 焊罐头机	洗衣作和熨衣作	洗衣机 熨衣机 研光机 上装压挺设备 熨领带机 袖子熨平机 包装机(打包机) 洗濯物研光机 烘干箱 煤气熨斗 盆形熨衣机 盆形研光机
电镀工业	电镀用旋转锅 烘干板 熔液池加热器 浸渍煤气加热器		

續前表

工 商 业 类 别	应用煤气设备举例	工 商 业 类 别	应用煤气设备举例
服装业	折迭皱襞机 熨衣滚筒 熨衣烙铁 除毛机 烙铁加热器 鞋子加工机		烘焙炉 煮菜锅 平底煎鱼锅 沸水蒸锅
颜料工业	煮漆锅 熔树脂锅	食品业	煮糖果锅 裹糖衣机 糖制杏仁拌搅器 混合机 饼干烘焙器 方格薄饼烘机 方格薄饼自动烘机 咖啡烘炙器 可可烘炙器 杏仁烘炙器 速煮锅 提炼(浸出)器 濃縮煮锅 牛乳温热器 香料煮锅 蔬菜烘干设备 煎香肠炉排 小香肠蒸锅 煮鱼炉 冰箱 孵卵箱
面包房和糕饼作	烘炉 发酵柜 小型烘炉 分层烘炉 煮糖锅 平底煎餅锅 长糕餅烘烤设备 煎炉 击碎机 煮咖啡器 咖啡保温设备		
屠宰业	屠宰用锅 煎炉 除毛机 兽骨去脂器	烟草加工业	烟草烤制滚筒 干燥滚筒
大厨房	大型灶 煮锅 傾倒罐 特种热水设备 烤肉器 暖气椅 器皿冲洗机 烤炉 轉动鉄串烤燒器 暖箱 活动平底煎锅 深煮锅	理发业	燙发鉗加热器 耐久波紋燙发器 吹风机
		供暖装置	煤气空气加热器 集中式供暖鍋炉 汽鍋的燃燒设备 单独式供暖炉

料,容易燃燒。倘使和其他固体燃料相比,則煤焦有較高的价值。但以其仍是固体且含杂质,所以和液体及气体燃料相比,它的价值还是較低的。

由于气体燃料的分子最小,因此它在所有燃料中是均一性最高的燃料,也是唯一立即着火的燃料,而且容易互相混合以及和所需的空气互相混和。根据罗墨尔[2.03]的著作,完全混合的煤气与空气,当其温度超过着火温度时,实际上燃燒进行得非常迅速。燃燒煤气在所

有燃料中作为最均匀和最容易燃烧的燃料来讲，是具有最高价值的。由于煤气具有这样优越的燃烧性能，所以它几乎在任何工作范围中都占有相当地位。

制造任何物件总需要原料和能量，有时能量还要备有好几种。举例来说，锻工在锻铁时，就需要机械能使材料变形，并且需要热能来获得可锻性。这种热量大都在锻炉里由煤气的燃烧而获得，在制造纸盒时便须用机械能(用以产生压力)来压成所需要的形状，而用热能来保持已达到的形状(驱除纸盒中潮气)。

因此，煤气不仅可作为载热质用之于家庭(煮具、灶、取暖炉、热水设备、冰箱、洗衣机等)和工业(加热炉、淬火炉、锻冶炉等)并且主要地应用在工艺上各种类型的机器和器械中。关于煤气应用的广泛性，下列工商业的煤气应用范围和煤气应用举例一览表即是最好的说明。表中并有意地把并非由煤气设备制造厂而是由没有煤气设备专家指导的普通机器制造厂所生产的工艺器械列入。

从这张应用煤气的设备表中可以很明显地看出，煤气事业所侵入范围的广大，而这些各种不同机器和器械的制造者也常是这类特种设备的专家。无疑地他们在这方面具有丰富的专门经验和有关范围的工艺知识。但他们很少是热学专家和煤气应用专家，因此他们对煤气应用工程的基本原理就不熟悉。倘使不具备煤气燃烧工程的知识及燃烧器结构及其装置的基础，没有职业卫生的各项要求，无热力经济或能量经济的想象，则对上面所提到的任何一种煤气加热设备的制造将不可能并无法完善地获得成功。

因此，在以下的章节中，对于机械设计人员们，不论他们是站在哪一类的岗位上，将根据理论基础与实例指出在工作中所需要的原理，并对运转工程师指出，他能够从应用煤气的设备中得到些什么，以及如何判断它们的优劣与操作它们。

第三章 不同种类的煤气

为了取得热量,特别在工业方面,有各种不同的煤气可资应用。原则上各种煤气均属可用,只要它们能按与空气混合情况的不同而燃成最短的火焰或最长的火焰以及位于其间的各种长度火焰。含烃的燃气能够燃成有光或无光的火焰而不生烟炱。除此以外,煤气的燃烧,可以控制在过量空气(氧化性气体)或理论空气(中性气体)或过量煤气(还原性气体)下进行,后者即使用含烃的煤气也不会发生烟炱。可燃煤气的气体成分及温度可以按照需要在它流经炉子时予以调节。

煤气作为载热质时,其热量供应的可调节性是最迅速而且最容易获得的。因此,作为载质来说,煤气实具有较高价值,并且对于任何目的都能够很好配合。但是不应忽视,煤气尚存在有不同种类:如贫乏煤气,稀薄煤气,强烈煤气和富裕煤气,它们在各方面是有差别的。举例来说,强烈煤气(都市煤气或远程煤气)用于工业加热炉时,由于热值较高和较为均匀并且也较为清洁,比常用的稀薄煤气(发生炉煤气)就要优越得多。稀薄煤气由于含氮成分高,是一种不均匀的燃料,所以它的价值比几乎不含氮的都市煤气或远程煤气低得多。

对每一种煤气来讲,其燃烧技术的性能和燃烧过程的结果都是不同的。它们与煤气的成分有关。这些都是设计人员在计算和设计煤气燃烧器结构和安装时应该考虑的基本原则。

表2中载有工业上最主要的燃烧煤气和它们的性能。所列数字仅属平均值,只可得一比较概念。

可是在计算燃烧器时,这些平均值必须小心取用。值得介绍的是,根据煤气分析来正确进行燃烧计算(参阅第七章),这些正确的数值均载于表15中。

对表中所列不同种类的煤气,设计人员在对煤气应用设备作计算时应该加以考虑。

表2. 工业上用的燃烧煤气

名 称	单 位	烟煤煤气	远程煤气 (焦炉煤气)	都市煤气 (混合煤气)	水煤气	发生炉 煤气	高 炉 气	滤 清 气
燃烧热值 $H_{高}$ (高热值)	大卡/标准米 ³	5200	4600	4200	2700	800	960	8000
热值(低热值) $H_{低}$	大卡/标准米 ³	4600	4100	3800	2450	790	950	7000
重 率	公斤/标准米 ³	0.56	0.50	0.6	0.71	1.16	1.3	0.95
比 重	—	0.43	0.39	0.47	0.55	0.9	0.98	0.73
最小空气量 $L_{最小}$	标准米 ³	4.6	4.1	3.8	2.1	0.9	0.75	7.0
理论的燃烧温度	°C	2130	2100	2150	2250	1300	1500	1900

烟煤煤气系在烟煤除气时所获得。纯粹的烟煤煤气现在生产不多,只是在最小型的煤气工厂中进行。远程煤气是由煤焦工厂和大型煤气厂通过远程煤气网大量供应的一种煤气。

都市煤气系在当地的煤气厂中制造，只供应本区煤气网。它是純粹烟煤煤气与水煤气的混合气体。較低热值的煤气，例如水煤气，发生炉煤气和高炉煤气等，因为不值得在长途管道里花高的代价輸送，所以只是在产生煤气的当地使用。从煤焦获得的水煤气，在煤气厂中是作为烟煤煤气的补充品。虽然因此热值减低一些，但其燃燒性能則較好(火焰温度較高)。发生炉煤气可由不同的原料产生則常用于不能接通煤气管网的工場，而在这些工場中，由于煤气的燃燒性能良好，又希望在工业炉加热时应用煤气。高炉中所产生的高炉煤气，因其热值較低，故总是就地应用。这类煤气可用作鍋炉或工业炉的加热，或用以驅动大型煤气机。濾清煤气(差不多为純沼气)目前在很多地方是大量从濾清设备中获得的，它可以和都市煤气相混合，由于它的热值很高，也可以压缩后装入鋼瓶中当作交通車輛的动力燃料。富裕煤气如丙烷、丙烯和丁烷是在汽油合成过程中大量产生的，由于它們的特殊性能，常作为貯罐煤气应用，这类煤气都以热值高而著称。丙烷在8表气压下即能液化。液态煤气是最适宜于交通車輛中作为驅动燃料。在尚无煤气供应装置的区域內，用它即可供应家用煤气(偏僻的建筑物、山中旅館等)。在尚未敷設煤气管网的都市郊区，富裕煤气实为扩展煤气供应的前导设备。有些地方，也有直接采用干餾煤气作为局部区域的供应煤气，但也有把所产干餾煤气供应于远程煤气网的。干餾煤气的热值与成分，按照所用原料以及所应用的干餾方法的不同，是极不相同的。

由于产生热量所用的煤气种类以及煤气成分的异常多种多样性，所以特別要求設計人員在計算和設計煤气应用设备工作开始之前必須搜集所需一切有关煤气成分、热值、重率、燃燒产物等資料。同样情形，运轉工程师如果没有这些資料，也就无法对他的煤气设备或煤气炉灶的工作情况进行評断。关于工业煤气的詳細說明，可以参考專門書籍[3.03, 3.03]和德国标准协会的标准法規：

DIN 1340 可燃的工业煤气；

DIN 1871 工业煤气每一标准米³的重量；

DIN 1872 工业煤气，热值；

DIN 1875 丙烷、丙烯和丁烷。

各种煤气进行不同燃燒情况时，就其空气需要量、廢气量、火焰温度等來說，如果要保証设备經濟和不漏气，同时还要确保卫生工作上也毫无問題，則在构造方面，尤其在装置煤气燃燒器时，无论如何都应该考慮前述的許多因素。

第四章 运轉技术基础

在建造新的煤气设备和煤气炉灶之前恒应检查建造地点的煤气情况。首先要把煤气设备和煤气炉灶的定义予以阐明。

煤气设备和煤气炉灶的分别,仅在于廢气的导出方面[4.01]。

煤气设备是一种耗用煤气的装置(煤气应用装置),由于它产生的燃烧气体不多,或者是安置于相当大的房間中的,它的廢气可以不另需要用廢气管导出,而直接經由房間内空气的交流而被排除。

属于这类煤气设备的,有如煮具、家用煤气灶、淋浴装置、熨斗、煤气照明灯、冰箱以及第二章中所提大部分工商业用煤气设备等等。

煤气炉灶也是一种耗用煤气的装置,它的廢气系經由特有的装备(廢气装备)导出。属于这类煤气炉灶的有取暖炉、洗衣鍋炉、較大的煤气热水器、工业炉(淬火炉、鍛冶炉)等以及第二章中所提大部分的工商业用煤气设备。有些耗用煤气的装置(例如小型热水器),虽然它們的构造是同样的东西(煤气耗用量也相同),但在一种情况下属于煤气设备,而在另一种情况下可以属于煤气炉灶。这完全与安装的环境(例如房間的大小等)有关。因此这种设备的供应,也可能具有或者不具有廢气导出装备。有关这方面的詳細規定列于 TGL 和 TVR [4.01]中。

煤气压力的測量

随着工业不断发展和与此有关的产品方法的改进,以及企业范围的逐渐扩大,就經常需要在企业内装置更多的新型煤气设备或煤气炉灶。人們总以为只要有了安装新型设备所需的地方,就一切妥善。在測量煤气的压力时,也往往会錯誤地只測量靜压力。使用新型设备时,就常会发觉現有的动压力不够来輸送必需的煤气量(接通量以米³小时計)[4.01]。

煤气压力是按毫米水柱来測量的,較高的压力則采用毫米水銀柱。根据意大利物理学家托里拆利(1608—1647)的試驗,我們把“毫米水銀柱”这一单位以“托”表示之。更高的压力則用工程气压作測量单位。

1 工程气压 = 1 公斤厘米² = 735.5 托 = 10000 毫米水柱;

1 托 = 1 毫米水銀柱 = 13.6 毫米水柱。

在測量煤气压力时,必須先把各种压力加以区别(图 1)。

靜压力是煤气不流动时的压力(即气閥在关闭状态时)。

动压力乃是煤气流动时的压力。

接头压力是在设备或煤气炉灶接头处的动压力。

燃烧压力是在燃烧器上的煤气流动压力。

在布置设备的连接时，对于煤气的各种情况应以接头压力为准。这种压力与所取导管尺寸有其密切的关系。例如在一工作管网中，若导管愈长，其导管端剖面愈小，则流过的煤气量就愈少。相反地如果完全关闭所有气阀，即并无煤气流动时，则在整个导管系统中会发生压力的平衡。这种静压力在各位置上都是相等的。^① 因此，静压力并不代表一个新型设备在作业时增加负荷所期待的工作状态。当在安装一种设备之前，管网的压力状态必须加以检验，有时，对功率情况亦应予以核算。

测量煤气压力的最简单仪器为U形管压力计(管中灌以水或水银)。

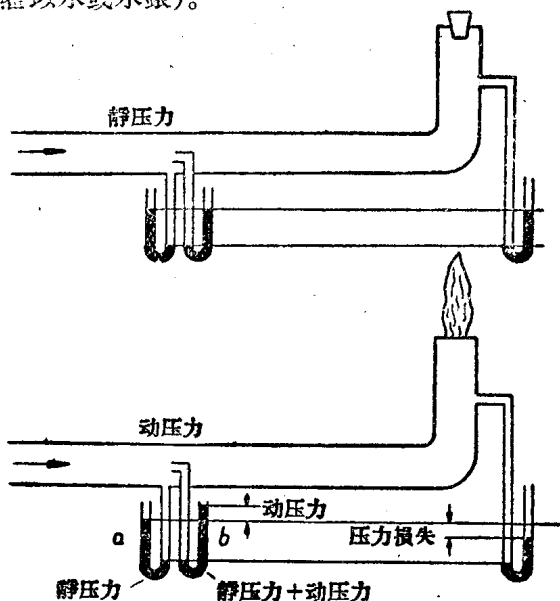


图1. 静压力和动压力。

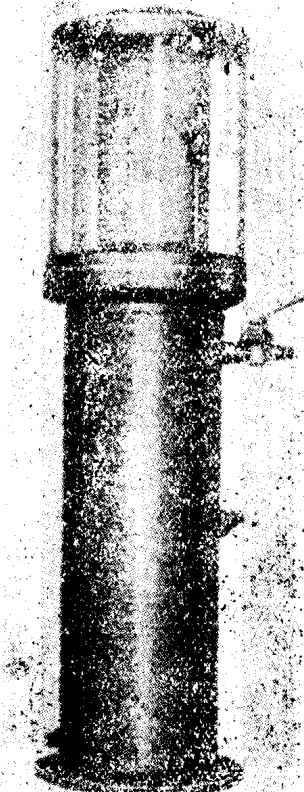


图2. 自动记录和指示式的压力测量器。

对于压力的连续测量，则有各种构造的自动记录式压力测量器(压力记录器)(图2)可用。

按照它是沿街供应煤气的导管供应供气点的导管或为远程煤气导管，可根据 DIN 3380 区分为：

工作压力达 500 毫米水柱的低压导管。

工作压力自 500 至 5000 毫米水柱的中压导管。

工作压力大于 5000 毫米水柱的高压导管。

企业导管的管剖面计算

对于企业内部的管网布置事先即应特加注意。通常在小型和中型企业中，总是位于建

^① 这仅适用于平置的导管。若有倾斜度时，则每升高 10 米压力增大 6 毫米水柱。

筑物后部,其穿过前部建筑物的导管尺寸有时已嫌太小,以致在继续接上煤气设备时,导管内部压力降低到无从得到所需要的煤气量。

在大型企业尤其在扩建时,企业内部导管常长到即使采用比较大的管剖面(事实上并不常是这样情况),而在导管终端也不可能得到所需要的煤气量。在这样情形下,最好依照企业的大小把企业内部管网组成一个或无数的环形管(图3)。环形管的优点在于压力的降落较小(煤气由两边输入)而且在环形管的任何一处装修(例如装置支管)时,可无需停止煤气输入。此外,在用中压导管或高压导管相连接的较大企业中就宜备有所需的压力调节器,安全阻塞阀等并安装一个或若干煤气用量表的测量设备和调节设备。在这情形下,就有可能

使工作压力相应地提高,而且可以在每一煤气耗用处装置一具设备调节器。关于这一方面适用的特种规定是必须重视的。

煤气导管尺寸的决定与下列因素有关:

每小时的煤气流量,
导管长度,
煤气的比重,
导管内壁的情况,
容许的压力降。

上列诸值的关系如下式:

$$\Delta p = 3.28 l \frac{V^{1.875}}{d^5} \text{毫米水柱,}$$

式中:

Δp 管中的压力降,毫米水柱,
 δ 煤气的比重,
 l 导管长度,米,
 V 煤气流量,米³/小时,
 d 导管直径,厘米。

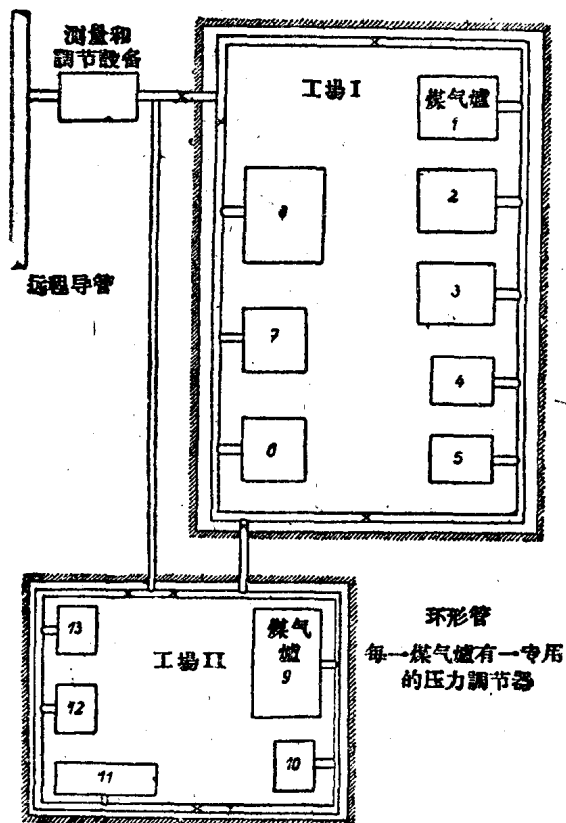


图3. 工厂中煤气管路的正确布置。

容许的压力降,常依照耗用设备所需的压力和导管中的初压而有所不同。这个压力差愈小,则管剖面应该愈大。管件、阀、滑瓣等引起较大的压力损失。求这种损失时,可以把它們折算成为相当的导管长度(阻力长度),由此即可求出导管的计算总长度。于是:

一只阀相当于 $\frac{1}{5}d$ 的阻力长度(米);

一只T形件相当于 $\frac{1}{10}d$ 的阻力长度(米);

一个滑瓣相当于 $\frac{1}{20}d$ 的阻力长度(米);

一个弯管相当于 $\frac{1}{100}d$ 的阻力长度(米);

其中 d 恒以毫米数代入计算。

例: 直径为 100 毫米的导管中有一 T 形件, 它的阻力长即等于 $\frac{1}{10}100=10$ 米导管长度。

煤气流量的计算

在煤气工程中, 对每一设备通常是用每小时米³计的接通量来说明其工作情况, 这里的接通量系指进行完全燃烧时每小时的煤气耗用量。但这个定义并不十分确切, 因为它没有考虑到所用煤气的热值。所以从计算设备的热负荷出发则较正确, 因为这里业已考虑到可以获致的最好效率, 此效率并顾及到可能实现的热面负荷等等。假定要计算的对象为一座煤气加热设备, 其煤气耗用量为每小时 20 标准米³, 那么在热值为 $H_{\text{煤}}=3600$ 大卡/标准米³ 时的负荷为

$$20 \times 3600 = 72000 \text{ 大卡/小时。}$$

若 $H_{\text{煤}}=4000$ 大卡/标准米³, 则为

$$20 \times 4000 = 80000 \text{ 大卡/小时。}$$

可是这过度热值或过度负荷已经足够破坏灵敏的设备(片层加热器)。即使对于不灵敏的设备, 这种过度负荷也至少会使热效率降低而造成煤气的浪费(增加企业的负担)。至于其中关系, 在以后章节中还要逐一阐明。因此最好把所设计煤气设备的煤气耗用量, 在计算煤气管道时, 根据其热负荷及煤气热值按照下式算出:

$$V = \frac{B}{H_{\text{煤}}} \text{ 标准米}^3/\text{小时。}$$

根据这种计算, 不但可将正确的 V 值代入前式来计算管道的压力损失, 而且在使用该设备时还可立刻调整到正确的负荷。

有关管道的详细计算法可参考比尔和卢麦尔特的著作 [4.06]。如采用由计算所发展而成的管网计算尺, 就更可避免援引上列公式来进行复杂的计算^①。

在设计建筑物及其基地中的低压煤气管(煤气压力约为 60—80 毫米水柱)时, 对于都市煤气和远程煤气的管直径也都不一定按照上式进行计算。这些问题可以根据 TGL 和 TVR [4.01] 中所载的有关计算管子的图表来解决。

由图 4 可读出工场布置计划中各种管子的内径。此图适用于都市煤气和远程煤气。但是, 如果能够顾及煤气的比重时, 也能适用于别种煤气。图的法可以从所作虚线的例题中看出。

例: 导管长度(包括阀等的附加长度)共计 220 米(A 点), 远程煤气的流量在煤气的供应压力达 500 毫米水柱时为 400 米³/小时(B 点)。压力损失限于 50 毫米水柱以内(C 点)。

① 根据比尔和卢麦尔特用于高压和低压计算煤气管时计算尺。

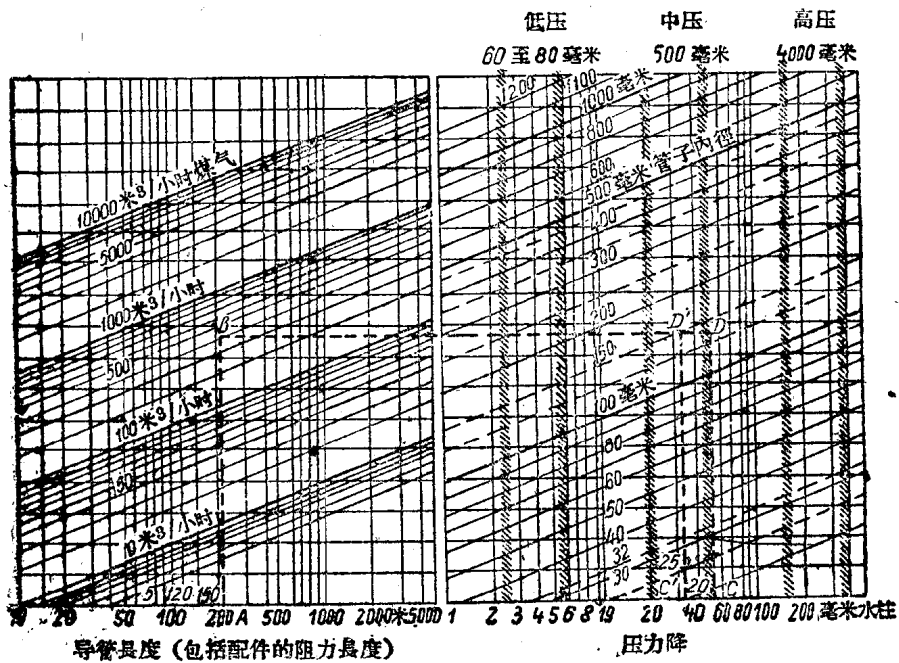


图4. 根据许玛赫(4.31)用于都市煤气和远程煤气按压力降求得的煤气导管尺寸指示图。

除倾斜管子外, 地下导管和内部导管的内径(按压力损失约为3毫米水柱的条件下算出)

容许的煤气流量, 米³/小时

长 度 米	导管公称内径, 毫米									
	10	15	20	25	32	40	50	70	80	100
	(导管公称内径以吋计)									
	($\frac{3}{8}$)	($\frac{1}{2}$)	($\frac{3}{4}$)	(1)	($1\frac{1}{4}$)	($1\frac{1}{2}$)	(2)	($2\frac{1}{2}$)	(3)	(4)
2	1.4	2.4	5.6	10.0	20.0	32.5	74	143	220	430
3	1.1	2.0	4.7	8.6	16.0	26.5	60	117	180	350
4	0.9	1.7	4.1	7.6	13.7	23.0	52	101	155	300
5	0.7	1.5	3.7	6.9	12.4	20.5	47	91	140	275
7	0.6	1.3	3.1	5.8	10.4	17.4	40	77	120	230
10	0.4	1.0	2.6	4.8	8.7	14.5	33	64	100	195
12	0.4	0.9	2.3	4.4	8.1	13.5	30	59	90	180
15	0.3	0.7	2.0	3.8	7.1	11.9	27	52	80	160
20	0.2	0.5	1.6	3.1	6.2	10.3	23	45	70	137
25	0.2	0.4	1.3	2.7	5.4	9.2	21	41	62	123
30	0.1	0.4	1.1	2.4	5.0	8.4	19	37	57	112
35	0.1	0.3	1.0	2.2	4.6	7.8	18	34	52	104
40	0.1	0.3	0.8	2.0	4.3	7.3	17	32	49	97
50		0.2	0.7	1.9	3.8	6.5	15	29	44	87
60		0.2	0.6	1.7	3.6	5.9	14	26	40	80
70			0.5	1.6	3.3	5.5	13	24	37	73
80					3.1	5.1	12	23	35	69
90							11	21	33	65
100							10	20	31	61