

高校建筑环境与设备工程学科
专业指导委员会推荐教材

GAO XIAO
JIAN ZHU
HUAN JING YU
SHE BEI
GONG CHENG
XUE KE
ZHUAN YE
ZHI DAO WEI
YUAN HUI TUI
JIAN JIAO CAI

流体输 配管网

付祥钊 王岳人 编
王元 梁栋

TU11-43
197

高校建筑环境与设备工程学科专业指导委员会推荐教材

流体输配管网

付祥钊 主编
茅清希 主审

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

流体输配管网/付祥钊主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2001.9

高校建筑环境与设备工程学科专业指导委员会推荐教材

ISBN 7-112-04638-6

I. 流… II. 付… III. 房屋建筑设备—流体输送—管网—高等学校—教材 IV. TU8

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 061165 号

本书集中阐述通风空调、采暖供热、城市燃气、建筑给排水、消防工程、工厂动力等工程中各种流体管网的基本原理和计算分析方法。全书共分 8 章, 各章内容为: 第一章, 流体输配管网型式与装置; 第 2~4 章, 气、液、多相流管网水力特征与水力计算; 第 5 章, 泵与风机的理论基础; 第 6 章, 泵、风机与管网的匹配; 第 7 章, 管网水力工况分析; 第 8 章, 管网的计算机分析。

本书是在建筑环境与设备工程学科专业指导委员会组织与指导下, 为该专业“流体输配管网”课程编写的教材。本书也可供有关工程技术人员学习参考。

高校建筑环境与设备工程学科专业指导委员会推荐教材

流体输配管网

付祥钊 主编

茅清希 主审

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店总店科技发行所发行

北京市兴顺印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 18 字数: 434 千字

2001 年 9 月第一版 2001 年 9 月第一次印刷

印数: 1—6,000 册 定价: 25.00 元

ISBN 7-112-04638-6

TU·4108 (10088)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

前 言

《流体输配管网》是建筑环境与设备工程专业的一门主干课程。它专门讲述公用设备工程中各种流体输配管网的工作原理和计算分析方法，以及流体输配管网的动力源——泵与风机的基础理论和选用方法。

本书是在建筑环境与设备工程学科专业指导委员会组织和指导下，为“流体输配管网”课程编写的教材。许多教师为本教材的编写提供了宝贵的意见和建议。《流体力学泵与风机》、《空气调节》、《燃气输配》、《供热工程》、《工业通风》、《锅炉及锅炉房设备》、《建筑给水排水》、《建筑消防工程》、《工厂动力工程》等课程的教材是编写本教材的主要参考文献，其教学实践是本教材内容体系得以形成的基本条件。在此一并表示真诚的敬意和衷心的感谢。

本书由重庆大学付祥钊主编，同济大学茅清希主审。各章编写分工如下：

重庆大学付祥钊编写第 1~4 章；

沈阳建筑工程学院王岳人编写第 6、7 章；

西安建筑科技大学王元编写第 5 章；

广州大学梁栋编写第 8 章。

编者的学识和经验有限，在贯彻建筑环境与设备工程专业学科指导委员会精神、融汇理论、采纳各种经验和意见等方面，难免有偏差。恳请大家（包括学生们）对本教材的缺点错误予以斧正。

编者

目 录

第 1 章 流体输配管网型式与装置	1
1.1 气体输配管网型式与装置	1
1.2 液体输配管网型式与装置	9
1.3 相变流或多相流管网型式与装置	29
第 2 章 气体输配管网水力特征与水力计算	41
2.1 气体管流水力特征	41
2.2 流体输配管网水力计算的基本原理和方法	43
2.3 气体输配管网水力计算	47
第 3 章 液体输配管网水力特征与水力计算	68
3.1 液体管网水力特征与水力计算	68
3.2 开式液体管网水力特征与水力计算	87
第 4 章 多相流管网水力特征与水力计算	93
4.1 液气两相流管网水力特征与水力计算	93
4.2 汽液两相流管网水力特征与水力计算	106
4.3 气—固两相流管网水力特征与水力计算	121
第 5 章 泵与风机的理论基础	132
5.1 离心式泵与风机的基本结构	132
5.2 离心式泵与风机的工作原理及性能参数	136
5.3 离心式泵与风机的基本方程—欧拉方程	137
5.4 泵与风机的损失与效率	142
5.5 性能曲线及叶型对性能的影响	147
5.6 相似律与比转数	153
5.7 其他常用泵与风机	160
第 6 章 管网系统水力工况分析	169
6.1 管网系统水力特征	169
6.2 管网系统压力分布	171
6.3 调节阀	190
6.4 管网系统水力工况分析与调整	203
第 7 章 泵、风机与管网系统的匹配	215
7.1 管网系统中泵、风机的运行曲线与工作状态点	215
7.2 泵、风机的工况调节	223
7.3 泵、风机的选用	229
7.4 泵与风机的安装位置	239

第 8 章 流体输配管网的计算机分析·····	247
8.1 流体输配管网的网路图及其矩阵表示·····	247
8.2 管网系统的特性方程组·····	258
8.3 流体输配管网水力工况的计算机分析·····	267
8.4 流体输配管网的调节概要·····	278

第 1 章 流体输配管网型式与装置

许多公用设备工程，如通风空调、采暖供热、燃气供应、建筑给水排水等，需要将流体输送并分配到各相关设备，或者从各接受点将流体收集起来输送到指定点。承担这一功能的管网系统称为流体输配管网，它包括管道系统、动力系统、调节装置、末端装置及保证管网正常工作的其他附属装置。各类工程的流体输配管网有不同型式，装置及系统布置各有不同。本章先从认识、了解各类工程的流体输配管网型式及装置开始，逐步深入地研究流体输配管网。

1.1 气体输配管网型式与装置

1.1.1 通风空调工程风管型式与装置

1.1.1.1 通风空调工程的空气输配管网型式

通风工程的主要任务是控制室内空气污染物，保证良好的室内空气品质，并保护大气环境。通风工程通过室内外空气交换，排除室内的污染空气，将清洁的空气送入室内，使室内空气污染物浓度符合卫生标准，满足生产工艺和人员生活要求。室内外空气交换主要由空气输配管网——风管系统承担。

通风工程的风管系统分为两类：排风系统和送风系统。

排风系统的基本功能是排除室内的污染空气。如图 1-1-1，在风机 4 的动力作用下，排风罩（或排风口）1 将室内污染空气吸入，经管道 2 送入净化设备 3，经净化处理达到规定的排放标准后，通过风帽 5 排到室外大气中。

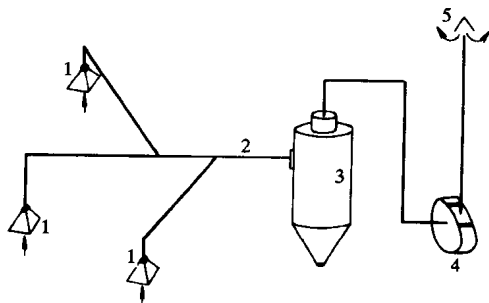


图 1-1-1 排风系统

1—排风罩；2—风管；3—净化设备；
4—风机；5—风帽

送风系统的基本功能是将清洁空气送入室内。如图 1-1-2，在风机 3 的动力作用下，室外空气进入新风口 1，经进气处理设备 2 处理达到卫生或工艺要求后，由风管 4 输送并分配到各送风口 5，由送风口送入室内。

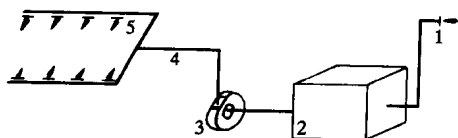


图 1-1-2 送风系统

1—新风口；2—进气处理设备；3—风机；
4—风管；5—送风口

空调工程除了承担通风工程的主要任务外，增加了新的任务，即不论室外气象条件怎样变化，都要维持室内热环境的舒适性，或使室内热环境满足生产工艺的要求。因此空调系统具有两

个基本功能，控制室内空气污染物浓度和热环境质量。在技术上，可由两个系统分别承担。一个是控制室内污染物浓度的新风（清洁的室外空气）系统，即通风工程中的送风系统；另一个是控制室内热环境的系统，例如降温采暖的冷热水系统。

技术上也可由送风系统同时承担控制室内空气污染物浓度和热环境质量两个任务。这

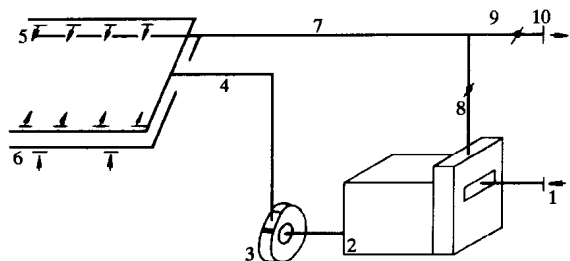


图 1-1-3 空调送回风系统

1—新风口；2—空调机；3—风机；4—送风管；5—送风口；
6—回风口；7、8—回风管；9—排风管；10—排风口

时需要综合考虑控制室内空气污染物浓度和热环境质量的要求，确定送风量。通常控制热环境质量的送风量大大超过控制室内空气污染物浓度所要求的通风换气量。而在室外气象条件恶劣时，如冬、夏季节，通风换气要消耗大量能源。为了节能，在室内空气可以重复使用时，可将一部分室内空气送回到空气处理设备，与新风混合，并经处理后送入房间，从而在保证送风量的同时，减少新风量，

降低能耗。这部分重复使用的室内空气称为回风。这时空调工程的空气输配管网由送风管道、回风管道、新风管道和排风管道组成，如图 1-1-3 称为一次回风系统。当室内正压造成的围护结构缝隙渗漏风量达到排风量时，可以省去排风管道。

其他几种常用的空调风系统型式有二次回风系统、双风道系统、变风量系统等。

二次回风系统中，回风分为两部分。新风先与一部分回风混合，经热湿处理后，再与另一部分回风混合。回风分两次混合，比一次混合节能。但必须按需要分配好两次回风的风量。

工程实践中，常要求条件不同或不甚相同的房间由同一空调系统服务，以减少投资。这时要求同一空调系统为不同的房间输送和分配不同状态的空气。常用集中式分区系统、双风道系统等满足这个要求。双风道系统采用两根送风道，一根送冷风，一根送热风。各房间设混合箱与冷、热风管相连。按房间设计要求控制进入各混合箱的冷、热风比例，使混合后送入房间的空气状态满足各房间的不同要求。输配管网不但要保证各房间要求的送风量，还需保证各房间不同的冷、热风混合比例。

实际使用中，由于室外气象条件变化或室内情况变化，维持室内热环境要求的冷、热量随之变化。空调系统有两种适应这一变化的基本方法。一种是定送风量、变送风状态参数；一种是定送风状态参数，变送风量。采用前一种方法的空调系统称为定风量系统，后一种方法则称为变风量系统。变风量通过送风系统的变风量末端来实现。变风量末端装置有节流型、旁通型和诱导型等。

1.1.1.2 通风空调工程空气输配管网的装置及管件

通风空调工程中空气输配管网的装置及管件，有风机、风阀、风口、三通、弯头、变径（形）管等，另外空气处理设备等等与管网性能相关。

风机是空气输配管网的动力装置。第 5 章将详细、系统地研究风机的基本理论。第 6、7、8 各章全面分析风机的实际性能和应用方法。

风阀是空气输配管网的控制、调节机构，基本功能是截断或开通空气流通的管路，调节或分配管路流量。同时具有控制、调节两种功能的风阀有：(1) 蝶式调节阀；(2) 菱形

单叶调节阀；(3) 插板阀；(4) 平行式多叶调节阀；(5) 对开式多叶调节阀；(6) 菱形多叶调节阀；(7) 复式多叶调节阀；(8) 三通调节阀等。(1) ~ (3) 种风阀主要用于小断面风管；(4) ~ (6) 种风阀主要用于大断面风管；(7)、(8) 两种风阀用于管网分流或合流或旁通处的各支路风量调节。这类风阀的主要性能是流量特性，全开时的阻力性能（用阻力系数表示）。全关闭时的漏风性能（用漏风系数表示）。

蝶式、平行、对开式多叶调节阀靠改变叶片角度调节风量，平行式多叶调节阀的叶片转动方向相同；对开式多叶调节阀的相邻两叶片转动方向相反。插板阀靠插板插入管道的深度调节风量。菱形调节阀靠改变叶片张角调节风量。

只具有控制功能的风阀有止回阀，防火阀，排烟阀等。止回阀控制气流的流动方向，只允许气流按规定方向流动，阻止气流逆向流动。它的主要性能有两种：气流正向流动时的阻力性能和逆向流动时的漏风性能。防火阀平常全开，火灾时关闭并切断气流，防止火灾通过风管蔓延；排烟阀平常关闭，排烟时全开，排除室内烟气，主要性能是全开时的阻力性能和关闭时的漏风性能。

风口的基本功能是将气体吸入或排出管网，按具体功能可分为新风口、排风口、送风口、回风口等。

新风口将室外清洁空气吸入管网内；排风口将室内或管网内空气排到室外；回风口将室内空气吸入管网内；送风口将管网内空气送入室内。控制污染气流的局部排风罩，从空气输配管网角度也可视为一类风口，它将污染气流和室内空气吸入排风系统管道，通过排风口排到室外。新风口、回风口比较简单，常用格栅、百叶等型式。排风口为了防止室外风对排风效果的影响，往往要加装避风风帽。送风口型式比较多，工程中根据室内气流组织的要求选用不同的型式。常用的有格栅、百叶、条缝、孔板、散流器、喷口等。从空气输配管网角度，风口的主要特性是风量特性和阻力特性。

为了分配或汇集气流，在管路中设置分流或汇流三通、四通；为了连接管道和设备，或由于空间的限制等，在管路中设置变径、变形管段；为了改变管流方向设置弯头等。这些管件都会在所在位置产生局部阻力。它们的阻力特性在《流体力学》已作了分析研究。

空气处理设备的基本功能是对空气进行净化处理和热湿处理。空气处理设备在处理空气的同时，对空气的流动也造成阻碍，如空气过滤器、表面式换热器、喷水室、净化塔等。空气处理设备可集中设置，也可分散设置，不管集中还是分散，它都在所在位置处形成管网的局部阻力。

1.1.2 燃气输配管网型式与设施

燃气是现代城市生活和生产的一种主要能源。发展城市燃气可以节约能源，减轻城市污染，提高人民生活水平，促进工业生产，提高产品质量，社会和经济效益显著。城市燃气化，是现代城市可持续发展的需要，是我国城市能源结构优化的要求。燃气输配管网是城市燃气工程的主要组成部分。

1.1.2.1 燃气输配管网型式

燃气输配管网由分配管道、用户引入管和室内管道三部分组成。分配管道包括街区和庭院分配管道，其功能是在供气区域内将燃气分配给各用户。用户引入管将燃气从分配管道引到入口处的总阀门。室内燃气管道由总阀门处将燃气引向并分配到各燃气用具。

燃气管道漏气可能导致火灾、爆炸、中毒及其他安全事故。燃气管道的气密性与其他管道相比，有特别严格的要求。管道中压力越高，管道接头脱开或管道本身裂缝的可能性和危险性也越大。因此，燃气管道按输气压力分级。不同压力等级，对管道材质、安装质量、检验标准和运行管理的要求也不同。

我国城市燃气管道按《城镇燃气设计规范》(GB50028—93)的规定压力分级如下：

1. 高压管道：压力为 0.3~0.8MPa (3.0~8.0kgf/cm²)；
2. 次高压管道：压力为 0.15~0.3MPa (1.5~3.0kgf/cm²)；
3. 中压管道：压力为 5kPa~0.15MPa (0.05~1.5kgf/cm²)；
4. 低压管道：压力小于 5kPa (500mmH₂O)。

居民和小型公共建筑用户一般直接由低压管道供气。

中压和次高压管道必须通过区域调压室或用户专用调压室才能给城市分配管网中的低压和中压管道供气，或给工厂、大型公共建筑用户及锅炉房供气。

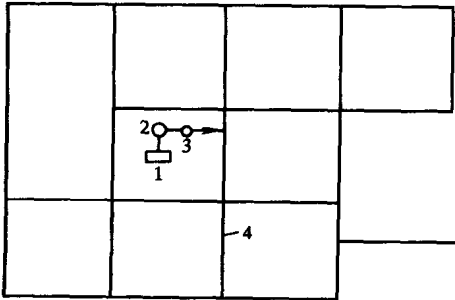


图 1-1-4 低压一级管网系统示意

- 1—气源厂；2—低压储气罐；
3—稳压器；4—低压管网

一般由城市高压管道构成大城市燃气输配管网的外环环网，是大城市燃气供应工程的主动脉。高压燃气必须通过调压才能送入次高压或中压管道，送入高压贮气罐以及工艺需要高压燃气的大型工厂。

各级压力管网的干管，特别是中压以上管道，应连成环状管网。分期建设的，初建时也可以是半环形或枝状管网，但应逐步构成环状管网。

城市燃气输配管网根据所采用的压力级制不同，可分为：

1. 一级系统，仅用低压或中压或次高压一个压力等级的管网。
2. 二级系统，由低、中压两级或低、次高压两级管网组成。
3. 三级系统，由低、中（或次高）、高三级压力管网组成。
4. 多级系统，由低、中、次高和高压，甚至更高压力的多级压力管网组成。

低压一级管网系统

气源送出的燃气先进入储气罐，然后经稳压器进入低压管网（图 1-1-4）。用气量较小，供气范围为 2~3km 的城镇和地区，可以选用低压一级系统。

中压或次高压一级管网系统

中压或次高压一级管网系统如图 1-1-5 所示。

燃气自气源厂（或天然气长输管线）送入城市燃气储配站（或天然气门站、配气站），经加压（或调压）送入中压或次高压输气干管，再由输气干管

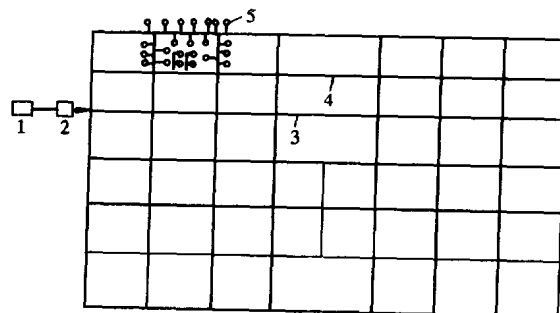


图 1-1-5 中压或次高压一级管网系统

- 1—气源厂；2—储配站；3—中压或次高压输气管网；
4—中压或次高压配气管网；5—箱式调压装置

送入配气管网，最后经箱式调压器调至低压后送入户内管道。

由于中压或次高压一级系统的供气安全性较二级或三级系统差，对于街道狭窄、房屋密度大的老城区和安全距离不足的地区不宜采用。新城区和安全距离可以保证的地区应优先采用。

二级管网系统

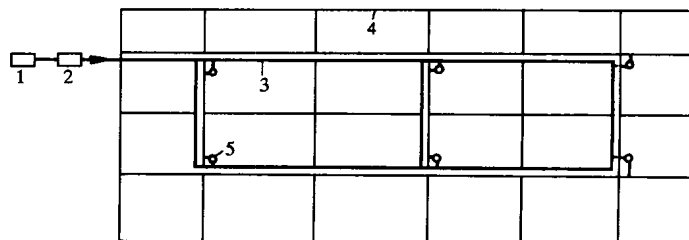


图 1-1-6 人工煤气中、低压二级管网系统

1—气源厂；2—储配站；3—中压管网；4—低压管网；5—调压器

二级管网系统一般均有一级是低压管网，另一级管网则可以是中压、次高压或高压。人工煤气中、低压二级管网系统如图 1-1-6 所示。

从气源厂送出的燃气先进入储配站的低压储气罐，然后由压缩机加压后送入中压管网，再经调压器将压力降至低压，最后送入低压管网。

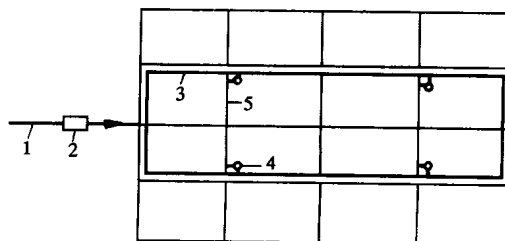


图 1-1-7 天然气中（次高）、低压二级管网系统

1—长输管线；2—门站或配气站；3—中压管网；
4—中（次高）、低压调压器；5—低压管网

天然气中（次高）、低压二级管网系统如图 1-1-7 所示。

自长输管线来的天然气先进入门站或配气站，经调压、计量后送入城市中压管网，然后经中、低压调压站调压后送入低压管网。

三级系统通常含有中、低压两级管网，另外一级是次高压管网或高压管网，通称高、中、低压三级管网系统。

高、中、低压三级管网系统如图 1-1-8 所示。

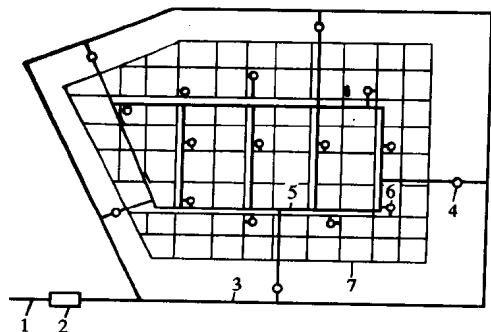


图 1-1-8 高、中、低压三级管网系统

1—长输管线；2—门站或配气站；3—高压管网；4—
高、中压调压站；5—中压管网；6—中、低压调压站；
7—低压管网

自长输管线来的天然气（或加压气化煤气）先进入门站或配气站，经调压、计量后进入城市高压（或次高压）管网，然后经高、中压调压站调压后进入中压管网，最后经中、低压调压站调压后送入低压管网。

三级管网系统投资大，通常只在特大城市，并要求供气有充分保证时才考虑选用。

1.1.2.2 燃气输配管网设施

1. 储配站

储配站是城市燃气输配管网的一个重要设施。

储配站具有三个功能。一是储存必要的燃气量用以调峰；二是使多种燃气进行混合，保证用气组分均衡；三是将燃气加压以保证每个燃气用具前有足够的压力。

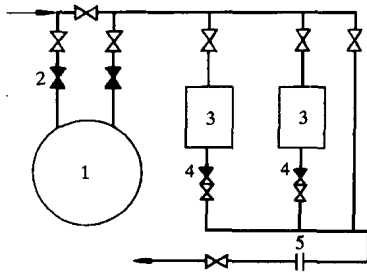


图 1-1-9 低压储存，中压输送
工艺流程

1—低压湿式储气罐；2—水封阀门；
3—压缩机；4—止回阀；
5—流量计

低压储存中压输送储配站工艺流程见图 1-1-9。

送入储配站的燃气首先进入低压储气罐，然后由储气罐引出至压缩机加压至中压，再经流量计计量后送入城市中压管网。

2. 调压站

调压站是城市燃气输配管网的另一个重要设施。

调压站有两个功能：一是将输气管网的压力调节到下一级管网或用户需要的压力；二是保持调节后的压力稳定。

调压站按用途分为区域调压站，专用调压站和箱式调压装置，分别用于区域性用气调压；工业、公用事业用户专用调压；少量居民用户，小型工业、公用事业用

户调压（楼栋调压）。

调压站通常由调压器、阀门、过滤器、安全装置、旁通管及测量仪表等组成。

(1) 调压器

燃气输配管网的压力工况是利用调压器来控制的。所有调压器均是将较高的压力降至较低的压力。调压器是一个降压稳压装置，是调压站的核心设备。

若调压器后的燃气压力为被调参数，则这种调压器为后压调压器。若调压器前的压力为被调参数，则这种调压器为前压调压器。城市燃气输配管网通常多用后压调压器调节燃气压力。

(2) 阀门

调压室进口及出口处设置的阀门，主要作用是当调压器、过滤器检修或发生事故时切断燃气。在调压室之外的进出口管道上亦应设置切断阀门，此阀门是常开的（但要求它必须随时可以关断），并和调压室相隔一定的距离，以便当调压室发生事故时，不必靠近调压室即可关闭阀门，避免事故蔓延和扩大。

(3) 过滤器

在燃气中含有固体悬浮物很容易积存在调压器和安全阀内，破坏调压器和安全阀的正常工作。因此，有必要在调压器入口处安装过滤器，以清除燃气中的固体悬浮物。

过滤器前后应设置压差计，根据测得的压降可以判断过滤器的工作情况。在正常工作情况下，燃气通过过滤器的压降不得超过 10kPa，压降过大时应清洗。

(4) 安全装置

当负荷为零而调压器阀口关闭不严，以及调压器中薄膜破裂或调节系统失灵时，调压站出口压力会突然增高，它会危及设备的正常工作，甚至会对公共安全造成危害。因此调压站必须设安全装置。

防止出口压力过高的安全装置有安全阀、监视器装置和调压器并联装置。

(5) 旁通管

为了保证在调压站维修时不间断供气，故在调压室内设有旁通管。燃气通过旁通管供

给用户时，管网的压力和流量由调节旁通管上的阀门来实现。对于高压调压装置，为便于调节，通常在旁通管上设置两个阀门。

选择旁通管的管径时，要根据燃气最低的进口压力和需要的出口压力以及管网的最大负荷进行计算。旁通管的管径通常比调压器的出口管的管径小 2~3 号。

(6) 测量仪表

通常调压器的入口安装指示式压力计，出口安装自记式压力计，自动记录调压器出口瞬时压力，以便监视调压器的工作状况。

用户调压室及专用调压室通常还安装流量计。

此外，为了改善管网水力工况，随着燃气管网用气量改变应使调压室出口压力相应变化，可在调压室内设置孔板或凸轮装置。当调压室产生较大的噪声时，必须有消声装置。

燃气输配管网常用的阀门有闸阀、旋塞、截止阀、球阀、蝶阀等。

1.1.3 其他气体输配管网型式与装置

工业生产中常用的其他气体输配管网如表 1-1-1。

输配气体	压缩空气	氧 气	氮 气	乙 炔	氢 气	二氧化碳
工作压力 (MPa)	≤0.8	≤1.6 (低压)	≤1.6	≤0.15	≤1.6	0.8

1.1.3.1 其他气体输配管网型式

(1) 压缩空气管网系统

压缩空气管网系统由压缩空气站、室外压缩空气管道、车间入口装置及车间内部压缩空气管道等四部分组成。

压缩空气站是压缩空气的气源，一般压缩空气站设有空气压缩机、后冷却器、储气罐和干燥装置。

压缩空气管网系统有下列不同型式：

1) 如工厂各用户要求的压缩空气压力相同，则集中供应一种压力的压缩空气，各用户不需减压即可直接使用，此种压缩空气管网系统最简单。如工厂各用户要求供不同压力的压缩空气，此时压缩空气站可按最高压力的压缩空气供应，在各车间入口处按不同压力要求进行减压，以满足不同用户的要求。如工厂各用户需要的压力悬殊过大，则可按不同压力分别输送压缩空气，此种系统最复杂，投资最大。

2) 如工厂所有用户都对压缩空气质量（干燥度、含油量等指标）有一定要求，则可以在压缩空气站内集中设置干燥及净化装置，全厂供应单一的净化压缩空气。如工厂只有个别用户对压缩空气质量有要求，而大多数用户仅要求供应普通的压缩空气，则可集中供应普通的压缩空气，而在个别用户的入口处，装置小型干燥净化设备，以满足其对压缩空气质量的要求。如工厂内对压缩空气有不同质量要求的用户数量相当时，则可在压缩空气站内设置干燥净化装置，分设压缩空气管道系统，向不同的用户分别供应质量不同的压缩空气。

3) 对于一些特殊用户，可根据其负荷特点选择压缩空气管道系统。如锻工车间以压缩空气为动力的锻锤、铸工车间气力送砂的风泵和大型造型机都是一种间断的用气设备，

其瞬时压缩空气的最大消耗量和小时平均消耗量相差悬殊，其负荷曲线波动很大。为了不影响其他车间用气设备的工作，一般应采用单独一根压缩空气管道供气。如果上述车间距压缩空气站较远时，则应在用气设备附近（车间外面）装置贮气罐，以缓冲压缩空气的高峰负荷，保持压力稳定。

(2) 氧气管网系统

氧气管网系统按氧气压力不同，可分为下列三种：

- (A) 低压氧气管网系统，氧气压力 $p_N \leq 1.6\text{MPa}$ ；
- (B) 中压氧气管网系统，氧气压力 $p_N = 1.6 \sim 3.0\text{MPa}$ ；
- (C) 高压氧气管网系统，氧气压力 $p_N > 10\text{MPa}$ 。

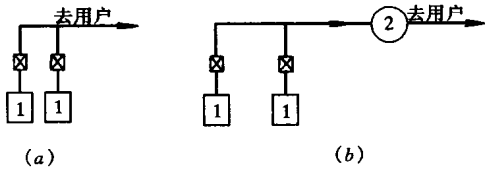


图 1-1-10 低压氧气管道系统
1—分馏塔；2—低压储气器

氧气管网系统的形式有树枝状和辐射状两种。树枝状系统输送距离大，适应供应气割、气焊及火焰淬火等一般用户。辐射状系统主要用于供氧技术条件要求较高、压力较稳定、流量较大的氧气用户，例如电炉炼钢吹氧。

低压氧气管网系统如图 1-1-10 所示。

低压氧气管网系统是利用从分馏塔 1 出来的氧气压力直接送至用户(图 1-1-10a)。在氧气消耗量不均衡的情况下，为了均衡氧气瞬间停歇以及氧气产量与用量的不平衡，在分馏塔出口之后设置低压储气器(图 1-1-10b)。

高压氧气管网系统如图 1-1-11 所示，用于专供高压充瓶用氧的系统。氧气加压后的压力为 15MPa，采用的氧气机一般为活塞式。由于充瓶操作制度是间歇的，故用低压储气器 4 作为平衡容器，充气台一般设两组，轮换使用。

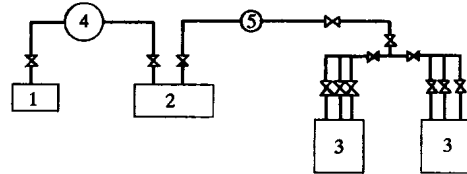


图 1-1-11 高压供氧系统
1—分馏塔；2—氧气机；3—充气台；
4—低压储气器；5—水分离器

中压氧气管道系统(图 1-1-12)为大中型工厂常用。当各用户的用氧量连续均匀时，此时氧气机 4 以等于用户用氧压力工作。在分馏塔与氧气机之间配置湿式贮气柜 2 或缓冲罐 3。贮气柜的作用是当分馏塔出来的氧气在蓄冷器参与和空气切换，三通阀放空停止送氧时，作为调节贮器；当分馏塔出来的氧气不参与和空气切换，但为了减除活塞式氧气机吸气脉动动作引起气流在管路中产生脉冲，用缓冲罐作缓冲。

当各用户使用氧气制度是连续的，周期性出现高峰低谷负荷，此时氧气机也是以等于

用户用氧压力工作，湿式贮气柜 2 的作用是当低谷负荷时，停止一台或几台氧压机工作，分馏塔产氧量进入贮气器贮存；到高峰负荷时，由贮气器补充供氧，氧气机全部工作。

(3) 乙炔管网系统

对用户集中、厂区面积不大的工厂可建集中乙炔站，用管道输送乙炔气供给用户。

乙炔管网系统一般为枝状单管系统。如

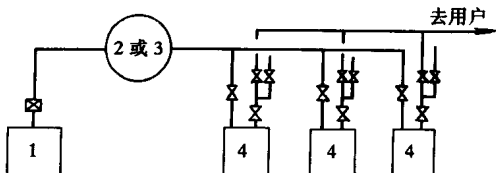


图 1-1-12 中压氧气管道系统
1—分馏塔；2—湿式贮气柜；3—缓冲罐；4—活塞式氧气机

图 1-1-13 所示。为防止乙炔爆炸破坏管道，根据乙炔爆炸试验结果，乙炔管道的管径极限规定如下：

- (A) 乙炔工作压力 $P=0.007\sim 0.15\text{MPa}$ 时的中压乙炔管道的内径不应超过 80mm；
- (B) 乙炔工作压力 $P=0.15\sim 2.5\text{MPa}$ 时的高压乙炔管道内径不超过 20mm。

当乙炔消耗量较大，总管内径超过上述规定的管径极限时，可以采用辐射状管道系统或双管系统。

在乙炔站内，乙炔管道出站之前装置中央水封。厂区乙炔管道系统中，在通往各用户的支管上应装阀门，在车间入口处设中央水封；在车间用气点及用气设备前装阀门及岗位回火防止器。车间乙炔管道系统见图 1-1-13。

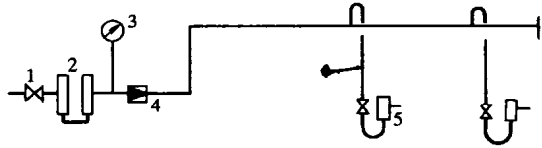


图 1-1-13 车间乙炔管道系统

1—阀门；2—水封；3—压力表；4—流量计；5—岗位水封

(4) 氢气管网系统

氢气的用途是作为熔炼石英光学玻璃和加工石英器皿等的燃料，以及作为硬质合金生产的保护气体等。

氢气供应方式如下：

1) 从氢气站送出的氢气，沿氢气管道以中压输送至各用户，此种供应方式适用在氢气消耗量较大，且用户较多的情况。

2) 采用瓶装方式将氢气瓶送至氢气汇流站，然后用管道输送氢气到用户，此种方式适用于氢气消耗量较小，用户数量较少甚至只有一个用户的情况。

氢气管道系统一般为树枝状。

(5) 二氧化碳管网系统

由集中式二氧化碳站直接以气态供应各用户使用，其管道系统为树枝状。图 1-1-14 为厂区二氧化碳管道系统图，图 1-1-15 为车间二氧化碳管道系统图。

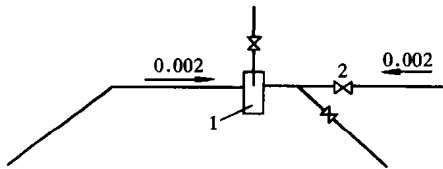


图 1-1-14 厂区二氧化碳管道系统图

1—集水器；2—阀门

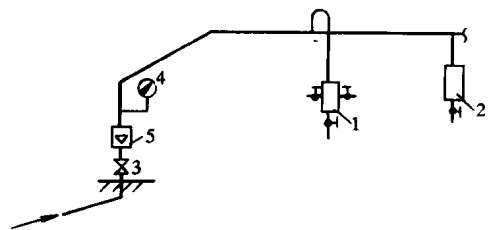


图 1-1-15 车间二氧化碳管道系统图

1—配气器；2—集水器；3—阀门；
4—压力表；5—流量计

1.2 液体输配管网型式与装置

1.2.1 供暖空调冷热水管网型式与装置

1.2.1.1 供暖空调冷热水管网型式

供暖空调工程常用冷热水作介质从冷、热源向换热器、空气处理设备提供冷、热量。冷热水输配管网系统的型式很多。

(1) 按循环动力,可分为重力(自然)循环系统和机械循环系统,前者靠水的密度差进行循环,后者靠机械(水泵)能进行循环。重力循环系统装置简单,运行时无噪声,不消耗电能。但其循环动力小,管径大,作用范围受限,通常只在单幢建筑中采用。机械循环要消耗电能、水泵运行有噪声,但循环动力大。大而复杂的管网,多采用机械循环。

(2) 按水流路径可分为同程式和异程式系统

同程式水系统除了供回水管路以外,还有一根同程管。由于各并联环路的管路总长度基本相等,各用户的水阻力大致相等,流量分配易满足要求。高层建筑的垂直立管通常采用同程式,水平管路系统范围大时亦应尽量采用同程式。图 1-2-1 是垂直同程和水平同程的布置。

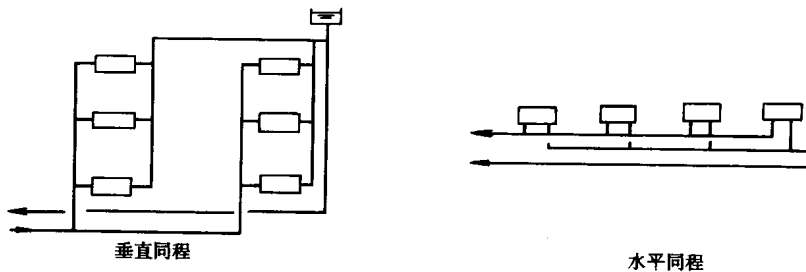


图 1-2-1 同程式水系统

异程式水系统管路简单,不需采用同程管,系统投资较少,但水量分配、调节较难。如果系统较小,适当减小公共管路的阻力,增加并联支管阻力,并在所有的连接末端设备的支管上安装流量调节阀平衡阻力,则亦可用异程式布置。

(3) 按流量变化可分为定流量和变流量系统

定流量水系统中的循环水量保持定值,负荷变化时,可通过改变供回水温度进行调节,例如用供回水支管上三通调节阀,调节供回水量混合比,从而调节供水温度。其优点是系统简单、操作方便,不需要复杂的自控设备,缺点是水流量不变,输送能耗始终为设计最大值。

变流量水系统中供回水温度保持定值,负荷改变时,通过改变供水量来调节。输送能耗随负荷减少而降低,水泵容量和电耗小,系统需配备一定的自控装置。

(4) 按水泵设置可分单式泵和复式泵系统

单式泵水系统的冷、热源侧和负荷侧只用一组循环水泵,这种水系统不能调节水泵流量,不能节省水泵输送能量。

复式泵水系统的冷、热源侧和负荷侧分别设置循环水泵,可以实现负荷侧水泵变流量运行,能节省输送能耗,并能适应供水分区不同压降的需要,系统总压低。

图 1-2-2 所示为单式泵定流量系统和变流量系统。定流量系统的用户盘管可以用三通阀调节水量以适应室内冷热负荷变化,而又不改变整个系统流量。变流量系统的用户盘管用二通阀调节水流量,同时改变系统流量。

图 1-2-3 所示为复式泵系统,在旁通管上设流量开关(用来检查水流方向和控制冷

源、水泵的启停)和流量计(检查管内流量)。控制原理是:当负荷减小时,负荷侧二通阀关小,流量减小,水流经旁通从A向B流动(称“盈”),当旁通管内通过水流量达到设定值时,流量开关动作,通过程控器,关掉一台冷(热)水机组和水泵。反之,当负荷增加时,旁通管中水从B流向A(称“亏”),当流量达到设定值时,旁通管上流量开关动作,通过程控器启动一台冷(热)水机组和水泵。

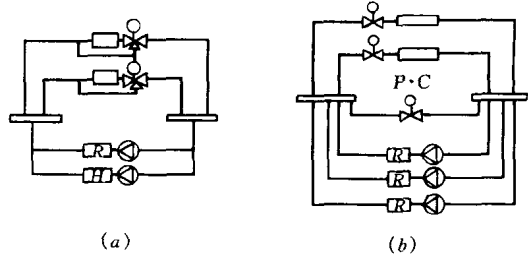


图 1-2-2 单式泵定流量和变流量系统
(a) 单式泵定流量; (b) 单式泵变流量

(5) 按与大气接触情况可分为开式和闭式系统

闭式水系统不与大气相接触,仅在系统最高点设置膨胀水箱。水泵不需克服系统静水压头,耗电较小。因此,采暖空调冷热水管网普遍采用闭式系统。

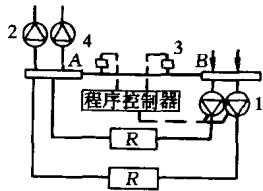


图 1-2-3 复式泵系统
1—次泵; 2—二次泵; 3—流量开关; 4—流量开关

1.2.1.2 供暖空调冷热水管网装置

(1) 膨胀水箱

膨胀水箱的作用是用来贮存冷热水系统水温上升时的膨胀水量。在重力循环上供下回式系统中,它还起着排气作用。膨胀水箱的另一作用是恒定水系统的压力。

膨胀水箱的膨胀管与水系统管路的连接,在重力循环系统中,应接在供水总立管的顶端;在机械循环系统中,一般接至循环水泵吸入口前。连接点处的压力,无论在系统不工作或运行时,都是恒定的。此点因而也称为定压点。

膨胀水箱的循环管应接到系统定压点前的水平回水干管上(见图 1-2-4)。该点与定压点之间应保持 1.5~3m 的距离。这样可让少量热水能缓慢地通过循环管和膨胀管流过水箱,以防水箱里的水冻结;同时,冬季运行的膨胀水箱应考虑保温。

在膨胀管、循环管上,严禁安装阀门,以防止系统超压,水箱水冻结。

膨胀水箱的容积,可按下式计算确定:

$$V_p = \alpha \Delta t_{\max} \cdot V_c \quad (1-2-1)$$

式中 V_p ——膨胀水箱的有效容积(即由信号管到溢流管之间的容积), L;

α ——水的体积膨胀系数, $\alpha = 0.0006 \text{ L}/^\circ\text{C}$;

V_c ——系统内的水容量, L;

Δt_{\max} ——考虑系统内水受热和冷却时水温的最大波动值, $^\circ\text{C}$, 一般以 20°C 水温算起。

(2) 排气装置

系统的水被加热时,会分离出空气。在大气压力下,1kg 水在 5°C 时,水中的含气量超过 30mg,而加热到 95°C 时,水中的含气量只有约 3mg,此外,在系统停止运行时,通

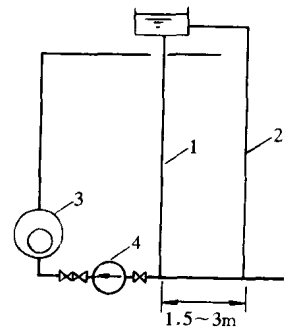


图 1-2-4 膨胀水箱与机械循环系统的连接方式
1—膨胀管; 2—循环管; 3—冷热水机组; 4—循环水泵