



OCCUPATION SKILL


王志和◎编著

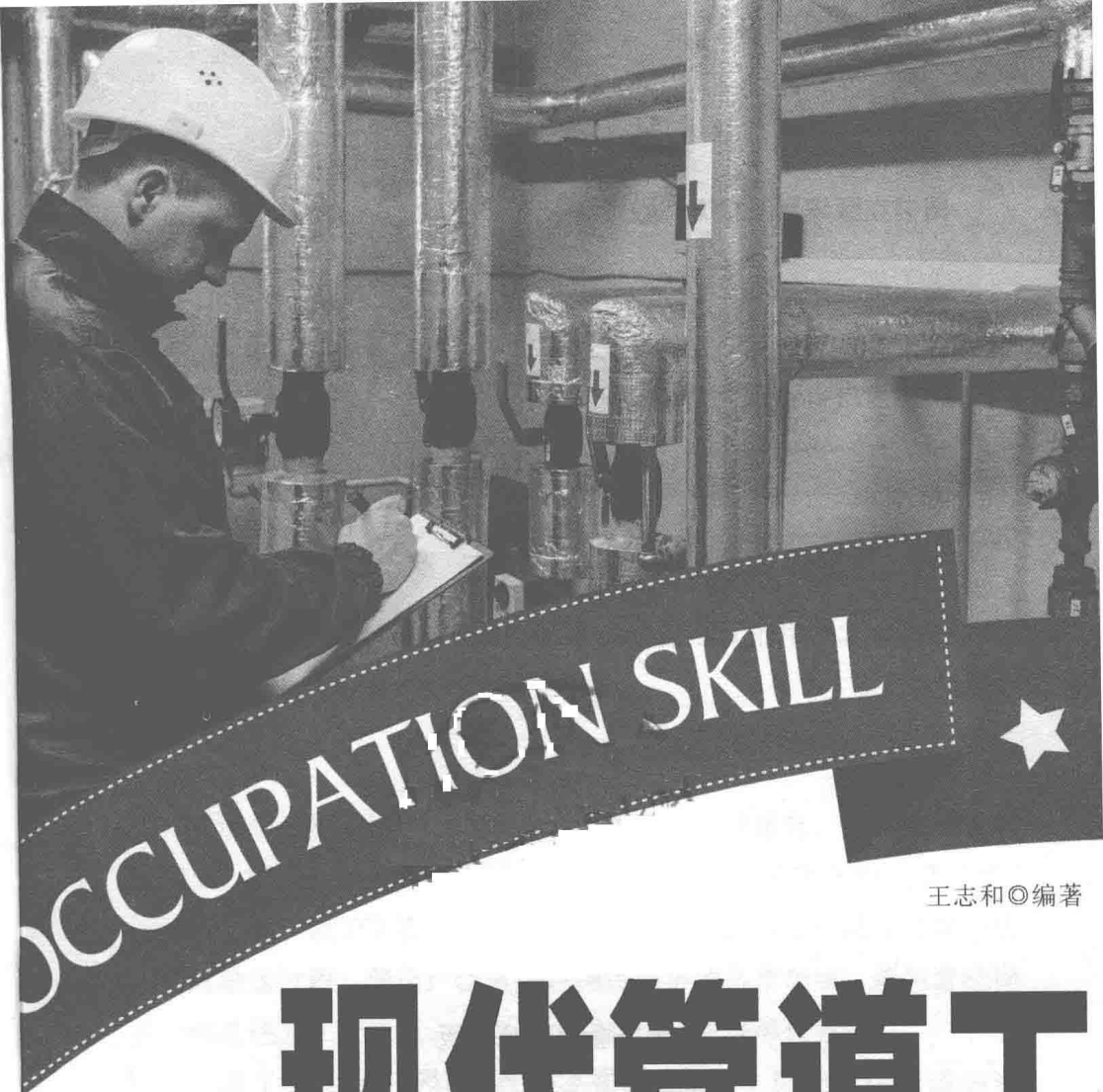
现代管道工 实用技术

实用的管道技术教程

XIANDAI GUANDAOGONG SHIYONG JISHU

适应当前社会发展需要，符合工作岗位的实际操作要求。

 中国农业出版社



OCCUPATION SKILL



王志和◎编著

现代管道工 实用技术

XIANDAI GUANDAO GONG SHIYONG JISHU

适应当前社会发展需要，符合工作岗位的实际操作要求。

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

现代管道工实用技术 / 王志和编著. — 北京 : 中国农业出版社, 2016. 5

ISBN 978-7-109-21568-9

I. ①现… II. ①王… III. ①管道施工-实用技术
IV. ①TU81

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 071740 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区麦子店街 18 号楼)

(邮政编码 100125)

策划编辑 肖 邦

文字编辑 李兴旺

北京万友印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所发行

2016 年 8 月第 1 版 2016 年 8 月北京第 1 次印刷

开本: 910mm×1280mm 1/32 印张: 7

字数: 200 千字

定价: 26.80 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

Preface



管道是一种输送气体、液体、固体颗粒等的装置，管道系统通常由管子、管子连接件和配套设备组成，管道中的流体在经过鼓风机、压缩机、泵、锅炉等设备进行增压后，由高压区域流到低压区域，从而完成输送过程。管道广泛应用于国民经济的各个领域，承担着给排水，输送热力、天然气、石油，水利建设，灌溉等任务。

管道在我国经济活动中承担着重要的任务，因此对于管道的建设，国家一直都非常重视。管道的建设是国家基础设施建设的重要项目，因为管道本身的多样性和建设的复杂性，进行管道施工时需要考虑多个方面的问题。

正是因为现代管道的建设相当复杂，我们在参考大量资料的基础上，结合实际，编撰了本书。本书内容以理论知识为出发点，结合具体的情况进行介绍，并配合相应图片进行说明，突出实用性，全面介绍管道工的各方面知识。

本书分为九章。第一章介绍了管道的材质、设备等基础知识；第二章详细介绍了管道工的常用工具和基本操作；第三章全面介绍了管道开槽施工、不开槽施工以及管廊施工的方法；第四章详细介绍了给

排水管道的设计施工、管材选择以及安装方法；第五章详细介绍了燃气管道使用的管材、管道种类、管网系统、具体的安装和布置方式；第六章详细介绍了采暖管道的安装知识；第七章详细介绍了制冷管道系统，包括制冷管道使用的管材、布置原则、安装方法等内容；第八章对管道系统的测试内容进行了介绍，包括吹污、气密性检查、阀门安装等问题；最后一章详细介绍了管道的维护知识。

由于编者水平有限，书中错漏之处难免，恳请同行和读者批评指正。

编者

2016年1月

Contents

目 录

■ 前 言	
■ 第一章 管道的基础知识	1
管道的材质	1
管道设备	7
■ 第二章 管道工常识	23
常用的工具类型	23
基本操作	24
■ 第三章 管道的施工方法	58
开槽施工方式	58
不开槽施工方式	86
管廊施工	116
■ 第四章 给排水管道的安装	128
施工图的设计	128
给排水管道的管材选择	129
给水管道的安装方法	133

排水管道的安装方法	136
■ 第五章 燃气管道的安装	148
燃气管道的管材	148
燃气管道的种类	149
城市燃气管网系统	151
燃气管道的布置和安装	152
■ 第六章 采暖管道的安装	158
采暖工程基本知识	158
管材和安装要求	163
室内采暖管道安装	168
室内采暖系统管道的安装	173
低温热水地板辐射采暖系统安装	176
■ 第七章 制冷管道的安装	180
制冷系统	180
制冷常用管材	183
制冷管道的布置原则	184
制冷管道的安装	188
■ 第八章 管道系统的测试	192
吹污	192
管道系统气密性试验	193
阀门安装	194
■ 第九章 管道的维护	195
管道保温	195
管道防腐	202

第一章 管道的基础知识

管道的材质

>> 钢管

钢管包括焊接钢管、无缝钢管。

焊接钢管还包括直缝焊接钢管、螺旋缝焊接钢管。

直缝焊接钢管具体又包括低压流体输送用镀锌钢管、低压流体输送用焊接钢管、直缝卷焊钢管。直缝焊接钢管的常见用途是输送水、燃气、空气、油等低压流体。

螺旋缝焊接钢管具体又包括螺旋缝埋弧焊钢管、螺旋缝高频焊钢管。这类钢管通常用于水、燃气、空气、蒸汽等低压流体的输送。

按照制造工艺的不同，无缝钢管可以分为冷轧（冷拔）管和热轧管；按照用途的不同，可以分为一般无缝钢管、专用无缝钢管。专用无缝钢管具体又分为低、中、高压锅炉用无缝钢管，不锈钢无缝钢管。

一般无缝钢管是由碳素结构钢、优质碳素结构钢、低合金高强度结构钢、合金结构钢四部分组成。低、中压锅炉用无缝钢管主要使用

优质碳素结构钢（如 10 钢、20 钢）的原料制成；高压锅炉用无缝钢管制造的原料是优质碳素结构钢、低合金高强度结构钢、合金结构钢。

一般无缝钢管的用途是输送更高压力的水、燃气、空气和蒸汽等流体。低、中压锅炉用无缝钢管的用途是输送低、中压蒸汽，水等流体介质，高压锅炉用无缝钢管的用途是输送高压、高温蒸汽和水等流体介质，不锈钢无缝钢管的用途主要是输送强腐蚀性介质。

>> 铸铁管

铸铁管常见的有承压铸铁管和排水铸铁管。

承压铸铁管的用途主要是输送给水和燃气等压力流体。按照不同的工作压力、埋设深度进行管道的选用，承压铸铁管分为砂型离心铸造铸铁管、连续铸造铸铁直管。

砂型离心铸造铸铁管可以分为 P 级和 G 级，连续铸造铸铁直管的區別有 LA 级、A 级、B 级。

排水铸铁管的主要用途是排水，主要包括承插口直管和双承直管。

>> 塑料管

相比传统的管材，塑料管的特点是质量轻、耐腐蚀、水流阻力小、节约能源、安装的难度小、成本低。

塑料管包括硬质聚氯乙烯（UPVC）管、氯化聚氯乙烯（CPVC）管、聚乙烯（PE）管、交联聚乙烯（PE-X）管、三型聚丙烯（PP-R）管、聚丁烯（PB）管、ABS 工程塑料管、玻璃钢夹砂（RPM）管、铝塑复合管（PAP）、钢塑复合管（SP）。

1. 硬质聚氯乙烯（UPVC）管

UPVC 管在国内和国际的应用都很广泛，这种管道具有抵抗连续冲击的性能，同时还耐化学腐蚀。按照不同的使用要求，加工的时候

要增加不同的添加剂，这样可以使管道具有特殊的物理和化学的性能。硬质聚氯乙烯管主要应用于城市供水、城市排水、建筑给水、建筑排水等。

UPVC 管按照不同的结构，可以分为螺旋消声管、芯层发泡管、径向加筋管、螺旋缠绕管、双壁波纹管几种。

在螺旋消声管的管内壁上常可以看到若干螺旋筋，这些螺旋筋有导流的作用，可以降低噪声，常用在建筑排水上。

芯层发泡管使用三层共挤出工艺制作完成，内外两层的材质是 UPVC，中间部分是低发泡层，使用材料的相对密度是 0.7~0.9，这种管材是新型管材。每单位的管材 UPVC 的使用量可以降低 17%，还有利于提升管材的绝热和隔音的效能，主要用于排水管和护套管。

径向加筋管制作的时候，使用了特殊的模具和独特的成型技术。这种管道的管壁薄了很多，但是管道承受外压荷载的能力提升了许多；管外壁上面有径向的加强筋，这种设计可以提高管材环向刚度和耐外压强度。当承受同等外荷载的前提下，比普通 UPVC 管能够减少 30% 的用料，主要用于城市排水。

螺旋缠绕管是利用 T 形肋的 UPVC 塑料板材用卷制的工艺做成，板材中间使用快速嵌接的自锁设计来固定，自锁的设计当中用黏结剂进行加固。这种工艺的管材可以按照具体施工管道的需求，做成各种直径的管道，直径为 $\phi 150 \sim 2600\text{mm}$ 的管道主要用于城市排水、农田灌溉、输水工程、通信工程等。

双壁波纹管的组成是两层，外层呈波纹状，内层更加柔顺。对比普通的 UPVC 管，这种管道能够少用 40% 的原料，而且承受外荷载的效能也很出众。这种管道常用于室外埋地管道、通信工程、电缆套管、农用排水管。

2. 氯化聚氯乙烯 (CPVC) 管

CPVC 管的原料是过氯乙烯树脂，这种塑料管的耐热性很好，另外还具有耐热、耐老化、耐化学腐蚀等特性。国外主要利用这种管道

输送热水、废液、污水，国内主要将这种管道应用在电力电缆护套管上。

3. 聚乙烯 (PE) 管

PE 管依据不同的密度，可以分为高密度聚乙烯 (HDPE) 管、中密度聚乙烯 (MDPE) 管、低密度聚乙烯 (LDPE) 管。HDPE 管的强度、刚度属性非常好；MDPE 管不仅拥有 HDPE 管的耐压特点，同时还有出众的柔性和抗蠕变的性能；LDPE 管在柔性、伸长率、抗冲击等方面表现良好，最出色的特点是化学稳定性好，抗腐蚀、抗高频绝缘效果出众。

国外的 HDPE 管和 MDPE 管主要用于城市燃气和自来水的供应。现在国内的 HDPE 管和 MDPE 管通常用于城市燃气的输送上，少部分用于城市供水管道。LDPE 管主要作为农用的灌溉管道。

4. 交联聚乙烯 (PE-X) 管

这种管道是把交联聚乙烯使用化学、物理等方法，把聚乙烯分子的平面链状结构转变成三维网状结构做成的管道。它有比较出色的物理化学性能。交联聚乙烯管制作的化学交联法有两种，分别是一步法和两步法。一步法工艺是将一些催化剂，如硅烷、过氧化物、抗氧化剂等加入聚乙烯原料中，然后在挤出机挤出的工艺过程中交联，从而制造出交联聚乙烯管；两步法是先准备好交联聚乙烯 A、B 料，随后再挤出交联聚乙烯管。物理交联方法常用的方式是电子射线或钴 60- γ 射线交联技术，聚乙烯原料使用传统工艺制作出管材，转而利用电子加速器的电子射线或钴 60- γ 射线对聚乙烯管进行照射，让聚乙烯分子链出现显著变化，随后出现交联反应，这样就制成了交联聚乙烯管。这种管道的主要用途是建筑物内冷、热水供应，地面辐射采暖。

5. 三型聚丙烯 (PP-R) 管

这种管道的原料是第三代改性聚丙烯。这种原料是使用气相共聚法让 PE 在 PP 分子链中进行随机而平均地聚合，制造出的材料有非常出色的抗冲击性能、耐温性能和抗蠕变性能，PP-R 管的主要用途

是建筑物内冷、热水供应，地面辐射采暖。

6. 聚丁烯 (PB) 管

PB 管最出色的性能是抗蠕变。这种管道能够抵抗高负荷，有很好的化学稳定性，能够在 $-20\sim 95^{\circ}\text{C}$ 的环境中使用，国内的产量并不大，常见的用途是自来水、热水、采暖供热等方面。

7. ABS 工程塑料管

这种材料是由丙烯腈、丁二烯、苯乙烯三种材料聚合而成，管道具有非常出色的耐冲击强度和外测硬度，保存在 $-40\sim 100^{\circ}\text{C}$ 的环境中还可以保证韧性和强度，可以耐受电腐蚀、土壤腐蚀，使用温度能够达到 90°C 。

这种管道国外主要用在卫生洁具的下水管、输气管等需要抗高腐蚀的工业管道上，国内主要应用在室内冷、热水管道，水处理的加药管道，有腐蚀作用的工业管道上。

8. 玻璃钢夹砂 (RPM) 管

这种管道的材质是玻璃纤维和塑料，生产的时候将热固性树脂和玻璃纤维进行缠绕然后掺入（多数情况下是石英砂），最终做成。这种管的管壁厚度大，有不错的环向刚度，因此具备强度高、耐腐蚀、不易结垢等优势。

这种管道主要应用在给排水管和化工等领域。

9. 铝塑复合管 (PAP)

铝塑复合管的构成包括五层材料，外壁和内壁的材质是化学交联聚乙烯，中间的一层是 0.3mm 厚度、材质是铝的焊接管，铝管与内外层聚乙烯中间使用黏结剂进行黏合。作为复合管，这种管材具有质量轻、强度高、抗腐蚀、耐高温、使用寿命长、阻隔出色、抗静电、流水阻力小、不回弹、安装难度小等特点。通常同等单位的管材其重量只是同种规格镀锌钢管的 $1/10$ 左右；常温环境中的爆破压力能够达到 6MPa ；能够承受大部分强酸、强碱的腐蚀；管道可以在 95°C 、压力小于 1MPa 的环境中稳定长期地工作；最高的使用温度为 110°C ，

使用寿命可以达到 50 年；铝板焊接管的存在可以极好地隔离氧气渗透；聚乙烯本身摩擦系数小，因此液体阻力只有普通钢管的 1/5，管道输送的能力非常出色；直径不超过 32mm 的管材整理时可以盘卷，每卷长度能够超过 100m。铝板焊接管的可塑性很强，加工的时候管材可以灵活伸直和弯曲，不会出现回弹的情况；安装的时候不依靠套螺纹，连接难度小。这种管道的最大不足是对生产技术和设备的要求比较高；管材连接需要利用专用管件，且不能使用普通的热熔连接和胶连接的方式；废品不可回收；生产成本低。

铝塑复合管常用作自来水管、热水管、饮料、药液管，另外还可以用作抗静电的电磁屏蔽管、矿山管、燃气管等。

10. 钢塑复合管 (SP)

这种复合管由金属和塑料组成，属于一种金属/高聚物的宏观复合体系。金属基体在界面结合的基础上可以承受管材内部和外部的压力，塑料有更好的防腐作用。这种管道兼具金属材质的硬度大、刚硬不变形、耐热、耐压、抗静电等优点，同时还兼有塑料材质的耐腐蚀、不生锈、不易产生垢渍、管壁光滑、容易弯曲、保温性好、清洁无毒、质轻、施工难度小、服役时间长等优点。这种管材由钢管和 UPVC 管复合制成，平时使用的温度最高是 70℃。用聚乙烯粉末涂抹在管内壁的涂塑钢管能够在 30~55℃ 的环境中工作。环氧树脂涂塑钢管最高的使用温度是 100℃。

这种管道常用来作为热水管道、化工和石油工业等行业的使用管道。

>>非铁金属管

非铁金属管常用的管道类型有铜管、铝管、铅管。

常用的铜管有纯铜管、黄铜管。按照不同的制作工艺可以分为拉制管和挤制管。拉制管通常用来作为中、低压管道。纯铜管包括软、硬两种，拉制黄铜管的类型则有软、半硬的分别。铜管主要的用途是

供水、供热。

铝管包括纯铝管、铝合金管，通常制作工艺包括拉制和挤制，常用的领域是供水、供热。

铅管的分类包括纯铅管、铝合金管，常用在化学、染料、制药及其他需要耐酸管道等工业领域。

>>混凝土管

混凝土管的种类有自应力钢筋混凝土压力管、预应力钢筋混凝土压力管、混凝土及钢筋混凝土排水管。

钢筋混凝土压力管的接口形式是承插式，这种管道使用橡胶圈密封，主要用途是给水。

预应力钢筋混凝土压力管的接口形式是承插式，这种管道利用橡胶圈密封，主要用途是给水。

混凝土及钢筋混凝土排水管的接口形式包括承插式、企口式、平口式三种，主要用来排水。

管道设备

>>给水设备

阀门

阀门种类

阀门是主要用于流体输送过程中进行控制的部件，这种部件的功

能是截断、调节、导流、防止逆流、稳压、分流、溢流、泄压。阀门有许多种类，分类的方法也有几种：

- ①按用途分类。供给排水、化工、石油、电站等用阀。
- ②按介质分类。煤气阀、水蒸气阀、空气阀等。
- ③按材质分类。铸铁阀、铸钢阀、球铸阀、钢板焊接阀等。
- ④按温度分类。低温阀、高温阀等。
- ⑤按压力分类。低压阀、中压阀、高压阀。

⑥按结构分类。旋塞阀、闸阀、截止阀、球阀，这种阀门可以启闭管道，控制介质流动；止回阀、底阀，主要避免管道中的介质倒流；蝶阀，可以控制启闭或调节管道中的介质。

⑦其他方法分类。节流阀、安全阀、液压阀、疏水阀、多功能水泵控制阀等。

阀门布置的原则

阀门的具体设置要按照城市供水的具体调度要求。同时要满足几个要求：供水管道的分段、分区控制、检修的需要，阀门要规避港湾停靠站、停车位。阀门安装的位置有几种：管线分支处；较长的管线上；穿越障碍物的时候。阀门本身会产生很大费用，价格较高，因此注意阀门的数量在保证调节灵活的要求下要保证最少。

典型阀门

1. 闸阀

闸阀的主要作用是截流介质，当阀门打开时，管道直通，这个时候的介质运行有最小的压力损失。这种阀门平时不能经常启闭，通常情况下闸板要保证在全开或全闭状态。因此不能用来调节或节流。当介质高速流动时，闸板如果局部开启，则可能导致闸门的振动，这种振动可能会损伤闸板、阀座的密封面，节流会导致闸板受到介质的冲蚀。

闸阀最大的优点是流道顺畅，流体阻力小，启闭扭矩小；最大的缺点是密封处容易损伤，启闭需要比较多的时间，体型比较大，质量也很大。闸阀在管道上有很多应用，常见的闸阀都是大口径阀门，根据不同的密封面，可以搭配成楔式闸阀和平行阀板式闸阀；根据阀杆的螺纹位置还可以分成明杆闸阀、暗杆闸阀。明杆闸阀在阀门启动的时候，阀杆就会下落，故而能更好控制阀门启闭的程度，这种闸阀度多用在泵站内。暗杆闸阀主要安装在安装和操作空间不大的地方，否则会因阀门开启时阀杆上升而影响工作。

2. 蝶阀

蝶阀的蝶板设计在管道直径的方向。蝶阀阀体主要位于圆柱形的通道中，圆盘形蝶板围绕着轴线旋转，旋转的角度为 $0^{\circ} \sim 90^{\circ}$ ，达到 90° 的时候是全开阀门。蝶阀的结构相对简单、体积小、质量轻，组成部分是几个小零件。旋转 90° 就可以快速启闭，因此操作难度并不大。蝶阀完全开启的时候，介质流经阀体的唯一阻力是蝶板厚度。因此该阀门不会产生太大的阻力，有出色的流量控制特性，用作调节流量也是不错的。

蝶阀的密封方式分为弹性密封、金属密封两种。弹性密封阀门的密封圈同时直接固定在阀体上或设置在蝶板的旁边。通常使用金属密封，相比于弹性密封，金属密封的阀门有更长的寿命，不过完全密封的难度比较大。金属密封能够耐受更高的工作温度，弹性密封不能承受太高的温度。蝶阀在作用上和普通阀门是一样的，相比于普通阀门，蝶阀宽度要小一些。闸板打开的情况下，占据上下游管道的位置，故而无法在紧贴楔式和平行式阀门周边使用这种闸门。蝶阀主要用在中、低压管线上。如水处理构筑物和泵站内。

3. 止回阀

这种阀门还称为单向阀，它可以防止水流朝一个方向流动，主要用在水泵出水管、用户接管、水塔进水管处，主要用来避免水发生倒流。一般情况下，流体经过压力作用，会让阀瓣开启，水流得以从进

口的地方流到出水口。当进口小于出口时，阀瓣因为流水的压力和本身重力的影响，会自行关闭通道，从而避免流体倒流，防止事故发生。根据阀瓣的不同运动方式，止回阀的类型主要可以分为升降式、旋启式和蝶式等。

4. 排气阀

当管道运行的时候，流体中的气体通常会逸出并且聚集到管道的隆起部分，从而可能出现气阻。如果管中水流出现了波动，隆起的部分便可能出现气囊，这种气体不断压缩、扩张后会制造出很大的压强，这种气体的压力远超过水压缩后出现的压强，因此最可能导致管道破裂，排气阀就是因此而设置的。排气阀主要安装在管线隆起的地方。因为排气阀的存在，管内的空气通过这个阀门可以排除。长距离输水管通常按照地形来设置，通常是在高处设计排气阀。

5. 泄水阀

泄水阀的主要作用是排除管道当中的沉积物或检修放空及满足管道消毒冲洗和排水的需要。这种阀门主要设置在管道下凹处和阀门间管段最低的地方。施工的时候需要注意留出泄水口，这个地方用来设计泄水阀。通常，管路系统的压力下降到固定数值的时候，泄水阀就会将管道中的水排出去，从而保证不会因为结冰而被破坏。确定泄水点时，还需要综合考虑泄水排放到哪个方向，通常主要的排水方向是附近的干渠、河道。最好不要将水排到污水渠，以免因污水倒灌而污染水源。

泄压保护设备

水锤消除器

水锤还称为水击。通常因为压力管上的阀门关闭过快或水泵压水管中的单向阀猛然关闭的时候，管中水压会迅速上升到平时的几倍，从而影响到管道和阀件。水锤消除器就可以在不阻碍介质流动的前提