

# 管道压力等级的确定

## 特种设备制造许可证、特种设备安装维修改造许可证辅导办理

产品名称	管道压力等级的确定 特种设备制造许可证、特种设备安装维修改造许可证辅导办理
公司名称	贯标集团
价格	.00/件
规格参数	
公司地址	南京市仙林大道10号三宝科技园1号楼B座6层
联系电话	4009992068 13382035157

### 产品详情

管道的压力等级是指管道系统中能够承受的最大工作压力等级，该等级通常由以下因素决定：管道所运输的介质、管道本身的材料和制造工艺。其主要目的是确保管道系统能够安全、可靠地运行，并且不对生产或环境造成损害。

压力等级的确定是压力管道设计的核心，也是布置和应力校核的前提条件，以及影响压力管道基建投资和管道可靠性的重要因素。管道的压力等级包括2个方面：标准管件的公称压力等级（以公称压力表示）和壁厚等级（以壁厚等级表示）。通常，管道的压力等级是标准管件的公称压力等级和壁厚等级共同决定的参数。

在确定管道的压力等级时，需要考虑以下方面：管道所输送介质的性质（如liuliang、密度、粘度、温度、压力等参数），管道本身的材料和工艺（如管道的材质、内部涂层、制造标准等）、管道系统所需承受的外部压力或荷载（如地震、风荷载、支架荷载等）以及确定所需的安全系数和使用寿命（如使用年限、应力、疲劳、裂纹等）。根据这些指标和实际工程需求，可以进行系统的计算和分析，以确定管道所需的压力等级。同时，还需要考虑国家相关标准和法规的规定，以及现场实际情况和安全要求等。

1 管道压力等级的确定 工程上，工艺操作参数不宜直接作为压力管道的设计条件，要考虑工艺操作的波动、相连设备的影响、环境的影响等因素，而在工艺操作参数的基础上给出一定的安全裕量作为设计条件。这里所说的设计条件主要是指设计压力和设计温度。 1.1 设计压力的确定 管道的设计压力：应不低于正常操作时，由内压(或外压)与温度构成的最苛刻条件下的压力。 最苛刻条件：是指导致管子及管道组成件最大壁厚或最高公称压力等级的条件。 考虑介质的静液柱压力等因素的影响，设计压力一般应略高于由(或)外压与温度构成的最苛刻条件下的最高工作压力。 管道设计压力应该考虑最苛刻条件下的内外压和温度因素，为了安全起见，设计压力一般要略高于最高工作压力。 在确定设计压力时，我们可以参考压力容器的做法，使用增加裕度系数的方式，以确保操作方便和安全。 a. 一般情况下管道元件的设计压力确定

一般情况下，采用在相应工作压力的基础上增加一个裕度系数。一般情况下管道元件的设计压力确定

工作压力 $P_w$ (MPa)设计压力 $P$ (MPa) $P_w \leq 1.8P = P_w + 0.181.8 < P_w$   $4.0P = 1.1P_w$   $4.0 < P_w$   $8.0P = P_w + 0.4P_w > 8.0P = 1.05 P_w$  当按该原则确定的设计压力会引起管道压力等级变化时，应判断该工作压力是否就是由内压(或外压)与温度构成的最苛刻条件下的最高工作压力，如果是，在报请有关技术负责人批准的情况下，设计压力可取此时的最高工作压力，而不加系数。

所有与设备或者压力容器连接的管道，其设计压力应不低于设备或容器的设计压力，并满足以下要求：  
b. 管道中有安全泄压装置时，预示着该管道在运行过程中有出现超出其正常操作压力的可能。设置安全泄压装置(如安全阀、爆破片等)的目的，就是在系统中出现超出其正常操作压力的情况时，能将压力自动释放而使设备、管道等系统的硬件得到保护。此时管道的设计压力应不低于安全泄放压力与液柱静压力之和。

没有设置安全泄压装置时，其设计压力不应低于压力源可能达到的最高压力和静液柱压力之和。无安全泄压装置的离心泵出口管道设计压力，应取以下两项较大值：

- (1) 离心泵正常吸入压力加泵的出口额定压差的1.2倍。
  - (2) 离心泵的最大吸入压力加泵的出口压差
- c. 管道中有高扬程的泵，尤其是往复泵，在开始启动的短时间内，往往会在第一道切断阀之前的管道和泵内产生一个较高的封闭压力，有时这个封闭压力会达到一个很大的值。此时泵的出口管道，其设计压力应取泵的最大封闭压力值。
- d. 真空系统管道承受的压力就是其外部的大气压力，故其设计压力应取0.1MPa外压； e. 与塔或容器等设备相连的管道，其设计压力应不低于所连设备的设计压力。当管道内有较高的液体液柱时，还应考虑该液体静压头的影响。事实上，对于管道来说，其受力要比设备复杂，这是因为它除受介质载荷之外，还往往遭受到由于管道的热胀冷缩而产生的管系力等。因此，管道的设计压力一般应不低于设备的设计压力。

#### 1.2 设计温度的确定

管道的设计温度: 应不低于正常操作时，由内压(或外压)与温度构成的最苛刻条件下的温度。

最苛刻条件 指导致管子及管道组成件最大壁厚、最高公称压力等级或最高材料等级的条件。

考虑环境、隔热、操作稳定性等因素的影响，设计温度应略高于由内压(或外压)与温度构成的最苛刻条件下的最高工作温度。

a. 一般情况下为了操作上的方便，在此不妨也采用压力容器的做法，在相应工作温度的基础上增加一个裕度系数(除法兰和螺栓以外)作为元件的设计温度。一般情况下管道元件的设计温度确定

工作温度 $T_w$ ( )设计温度 $T$ ( ) $-20 < T_w \leq 15 T = T_w - 5$ (最低取-20) $15 < T_w \leq 350 T = T_w + 20$  $T_w > 350 T = T_w + (5 \sim 15)$  当按该原则确定的设计温度会引起管道压力等级或材料变化时，应判断该工作温度是否就是由内压(或外压)与温度构成的最苛刻条件下的最高工作温度，如果是，在报请有关技术负责人批准的情况下，设计温度可取此时的最高工作温度，而不加系数。

不同管道的设计温度由以下要求确定：  
1)、无隔热层管道的设计温度 SHA级的管道组成件，应当取介质温度为设计温度，如取其他温度作为设计温度时必须通过计算并通过实验核实。

其余级别的管道及其组成件的设计温度，当介质的温度小于65度时取介质温度，当介质温度大于或等于65度时按下列原则选取：  
管子、对焊管件、承插焊或对焊阀门及其他壁厚与管道相近的组成件设计温度不一般高小于95%介质温度。

法兰、垫片的设计温度不低于最高工作温度的90%；

螺栓、螺母的设计温度应不低于最高工作温度的80%。  
2)、带外隔热层得管道应根据温度条件对管材的作用后果的严重性取介质的最高最低工作温度作为设计温度。  
b. 对于夹套或外伴热的管道当工艺介质温度高于伴热介质温度时，其设计温度按上表选取；当工艺介质温度低于伴热介质温度时，对夹套伴热取伴热介质温度为设计温度，而对外伴热则取伴热介质温度减10 与工艺介质温度二者的较大值为设计温度；  
c. 安全泄压管道取排放时可能出现的最高或最低温度为设计温度；  
d. 采用蒸汽吹扫的管道当介质温度高于吹扫蒸汽的温度时，则按介质温度根据上表确定其设计温度。当介

质温度低于吹扫蒸汽温度时，应视具体情况而定。例如，按介质温度选取的管道及其元件不能承受吹扫介质的条件时，应适当提高等级以适应吹扫介质条件。 e. 临氢管道，在查Nelson曲线时，应取设计温度再加30~50℃作为查曲线的温度参数值。这是因为Nelson曲线为统计值，在邻近曲线下方选材时而出现氢损伤的实例也曾发生过； f. 多种工况下工作的管道 同一根管道，如果在两种或两种以上工况条件下工作时，其设计温度应取与内压(或外压)构成的最苛刻条件下的最高工作温度，并对其它工况进行校核。 g. 带衬里的管道，其金属部分的管道设计温度应经计算或实测确定。一般情况下，宜取250℃作为设计温度； h. 在进行有弹簧支架的管系应力计算时，宜取介质的正常工作温度作为计算参数。

## 2 影响管道压力等级确定的因素

除了上述的设计温度和设计压力是确定管道压力等级的基本参数外，还有一些其他因素会影响到管道压力等级的确定。其中，应用标准体系、材料、介质和操作条件都是重要因素。

### 2.1 应用标准体系的选择

由于不同的标准体系下公称压力等级系列不同，对应的温度-压力表也不同。因此，即便在相同的设计条件下，如果选用不同的应用标准，其公称压力等级也可能存在差异。因此，在确定管道的公称压力等级之前，需要先明确所采用的应用标准体系。

### 2.2 管道系统所使用的材料

不同材料的机械性能是有差异的，因此它们在标准温度-压力表上的对应值也会有所不同。在确定管道的公称压力前，需要优先考虑管道及其元件的材料选择，因为材料的选用要依据设计温度、设计压力以及操作介质来进行。通常情况下，管道的不同元件所采用的材料标准也不相同。例如，管子一般使用管材，法兰则多采用锻材，而阀门则多数采用铸材。无论所采用的材料标准是什么，它们应该具备同等级的材料特性，即适应相同的操作条件和具有相同的强度；此外还需注意管材、板材、棒材以及铸材之间的匹配。 法兰压力-温度等级是指法兰在不同工作温度下所能承受的最高无冲击工作压力或最大允许工作压力。它与法兰材料及其高温机械性能、法兰所采用的计算方法等诸因素密切相关。根据法兰在不同工作温度下的最高无冲击工作压力，合理选择法兰及法兰附件的公称压力以达到和各附件相互协调，确保管道附件安全可靠地在管道装置中运行。如果法兰接头的螺栓和垫片符合相关限定条件，而且法兰接头的找正和装配符合优良规程，则这样的法兰接头可适用于压力-

温度的额定值。如将额定值用于不符合这些限定条件的法兰接头，则由用户负责。 相应于额定压力的额定温度是指法兰和法兰管件的承压容器的壳体温度。一般情况下，这个温度与储存流体的温度相同。不按储存流体温度来选用压力额定值的责任由用户自负。当温度在-29℃（-20℃）以下时，选用的压力额定值应不大于-29℃（-20℃）时的额定值。 压力-温度选用表中给出的各种材料的压力-温度等级是指在所示工作温度下的最高无冲击工作压力（以表压计）；对于中间温度的压力，允许用线性插值法计算。 工作温度系指在压力作用下法兰金属的温度。工作温度低于20℃时，法兰的最高无冲击工作压力值与20℃时相同。对于铁素体钢，100℃时的最高无冲击工作压力值可使用至120℃；奥氏体不锈钢20℃时的最高无冲击工作压力值可使用至50℃。 压力-温度等级用于法兰连接时，应考虑到由于管道连接中产生的力和力矩而引起的泄漏的危险。因此，在温度变化急剧和热循环工况下，温度高于260℃时，建议不使用螺纹法兰。

### 2.3 操作介质的特性

一般情况下，管道的公称压力应在对应温度下的许用压力范围内，不得超出其设计压力。对于会因管子及其元件失效而造成严重危害或易于产生重大事故的介质，在考虑其公称压力等级时，不能只按照温度-压力表来确定，而应适当提高其公称压力等级，即提高其安全可靠系数。SH3059、SYJ1064标准都有详细规定，例如：

运输剧毒介质的管道，无论介质的操作压力是多少，其公称压力等级应不低于PN5.0MPa（SH标准体系）或PN4.0（JB标准体系）；运输氢气、氨气、液态烃等介质的管道，其最低公称压力等级应不低于PN2.0MPa（SH标准体系）或PN2.5MPa（JB标准体系）；运输一般可燃介质的管道，其公称压力等级应不低于PN2.0MPa（SH标准体系）或PN1.6MPa（JB标准体系）。

### 2.4 介质操作温度及管系附加力

许多法兰标准都注明，其温度-压力表对应值是指法兰未受冲击载荷时的对应值。实际上，外部管道施加在法兰上的弯曲、振动、温度循环等载荷，都会影响其密封性和可靠性强度。因此，在确定管道所需的公称压力时，应将这些外部载荷转化为当量介质压力

管系的热胀冷缩常会引起法兰的弯曲载荷。对于PN2.0等级的法兰，当其工作温度大于200℃时，或PN5.0及以上等级的法兰在工作温度大于400℃时，均应考虑管系对法兰产生的附加载荷的影响。否则，应按管系的公称压力等级。

当工作温度接近材料蠕变温度时，法兰连接处会逐渐松弛，从而持续降低螺栓载荷，进而影响连接紧密性。因此，有必要定期拧紧螺栓以防止泄漏。

工作温度高于表列温度而缺乏确切（额定）数值时，可根据使用经验或计算，由设计者自行确定。

采用表列以外的材料时，法兰的最高无冲击工作压力可根据材料许用应力相当的原则，参照表列材料予以确定，但不得大于公称压力。

### 3 影响壁厚等级确定的因素

3.1 材料的许用应力 材料的许用应力是指材料的强度指标除以相应的安全系数而得到的值。材料的机械性能指标有屈服极限、强度极限、蠕变极限、疲劳极限等，这些指标分别反映了不同状态下失效的极限值。为了保证管道运行中的强度可靠，常将管道元件中的应力限制在各强度指标下某一值，该数值即为许用应力。当管道元件中的应力超过其许用应力值时，就认为其强度已不能得到保证。因此说，材料的许用应力是确定管道壁厚等级的基本参数。不同的设计标准，选取材料的许用应力值是不同的。对压力管道来说，国内的设计标准是按GB150钢制压力容器确定的许用应力值，ASTM材料则是取按ANSI B31.3 Process Piping标准确定的许用应力值。

3.2 腐蚀余量的取值 腐蚀余量是管道壁厚减薄后增加的值，是考虑介质对管道腐蚀所需的。该值直接影响到管道壁厚取值，或者说影响到壁厚等级的确定。目前我国尚未建立涵盖各种腐蚀介质在不同条件下对各种材料腐蚀速率数据的体系。因此，在工程中通常仍然按照经验来确定腐蚀余量。国内外许多工程公司或设计院通常将腐蚀余量分为四级：

- a. 无腐蚀余量，即腐蚀余量为0。一般情况下适用于不锈钢管道；
- b. 1.6mm腐蚀余量。对于腐蚀情况不严重的碳素钢和铬钼钢管道通常选择该值；
- c. 3.2mm腐蚀余量。对于腐蚀比较严重的碳素钢和铬钼钢管道多数情况下采用该值；
- d. 加强级（大于3.2mm）腐蚀余量。对于存在固体颗粒冲刷等特殊情况的管道，需要根据实际情况确定其具体的腐蚀余量。

### 3.3 管子及其元件的制造壁厚偏差

在制造管子及其元件过程中，相对于公称壁厚（或理论壁厚），通常会存在正、负偏差。因此，在确定管子及其元件公称壁厚时一定要考虑到负偏差值的可能性。

各种钢管标准中规定的负偏差值是不完全相同的，GB/T8163流体输送用无缝钢管、GB/T14976流体输送用不锈钢无缝钢管规定的壁厚偏差值如下：常用标准的壁厚偏差值

材料标准壁厚 (mm) 偏差值 (%) GB/T8163 20+15, -10, +12, -5, -10GB/T14976<15 15+15, -12.5+20, -15

3.4 焊缝系数 金属的焊接过程实质上是金属冶金变形过程的一种, 因此其组织具有明显的铸造组织特征。通常情况下, 铸造组织缺陷较多, 对材料性能的影响也比较大。对于存在纵向焊缝和螺旋焊缝的焊接管子及其元件而言, 相对于无缝管及其元件, 通常会将其机械性能下降的程度用一个强度降低系数 (即焊缝系数) 来衡量。在工程上, 焊缝系数的取值可参考下表:

#### 焊接钢管的焊缝系数

序号 焊接方法 接头形式 焊缝型式 检验型式 焊缝系数  
1 锻焊 对焊 直线 按标准要求 0.62  
电阻焊 对焊 直线 或螺旋形 按标准要求 0.853  
电弧焊 单面对焊 直线 或螺旋形 无RT 10% RT100% RT0.80.91.0  
双面对焊 直线 或螺旋形 无RT 10% RT100% RT0.850.91.0

#### 3.5 设计寿命的选择

a. 在考虑压力管道的腐蚀余量时, 针对均匀腐蚀情况, 如果知道其年腐蚀速率, 就可以根据预定的设计寿命, 轻松计算出应当采取的腐蚀余量。

b. 在考虑交变应力引起的荷载变化次数、氢损伤的孕育时间以及断裂因子的扩展周期等因素时, 需要综合考虑这些因素的影响。

c. 在考虑压力管道的一次性投资、资金代价期和技术更新周期时, 需要间接考虑这些经济因素与当地社会经济发展水平的相关性。

d. 国外杂志推荐不同材料管道的设计使用寿命为: 碳钢为5年, 铬钼钢和不锈钢为10年。而按照SH3059标准规定, 管道的设计寿命为15年。在国外, 一些工程公司总承包项目的设计寿命通常为10年, 而非总承包项目则为15年。

3.6 介质对材料选用的影响举例: 1) 介质的易燃、易爆对材料选用的影响 GB50160给出的定义、危害性, 风险控制级别, 质量要求。如石油液化气(比空气重, 爆炸下限低, 遇明火爆炸而不是燃烧)。 2) 介质的毒性对选材的影响 GB5044给出的定义, 危害性, 质量要求。事故事例: 重庆气田的硫化氢介质泄漏。 3) 介质的腐蚀性对选材的影响 对工业生产装置来说, 有近半数的管子选材取决于介质的腐蚀性、腐蚀对材料选择影响的复杂性, 可作为专题。举例: 氢气、硫化物、石油酸、碱介质、各种无机酸、含氯离子、尿素介质环境下的材料选用。 4) 洁净要求对材料选用的影响 举例: 食品管道, 医药管道, 粉料输送管道。 5) 带固体颗粒的介质对材料选用的影响 磨蚀举例: SECCO 苯乙烯一条含固体颗粒的管道。 6) 其它方面的影响 举例: 高压氧气管道。 4 常用压力管道器材的设计标准

1) GB50316-2008工业金属管道设计规范 2) GB50251-2015输气管道工程设计规范;  
3) GB50253-2014输油管道工程设计规范; 4) GB50028-2016城镇燃气设计规范; 5) GB50030-2013氧气站设计规范; 6) SH3059-2012石油化工管道设计器材选用通则; 7) SH3064-2003石油化工钢制通用阀门选用、检验及验收; 8) HG/T20646化工装置管道材料设计规定。

