

TSG

特种设备安全技术规范

TSG D0001—2009

压力管道安全技术监察规程 ——工业管道

Pressure Pipe Safety Technology Supervision Regulation for
Industrial Pressure Pipe

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局颁布

2009年5月8日

前 言

2002年11月,国家质量监督检验检疫总局(以下简称国家质检总局)特种设备安全监察局(以下简称特种设备局)向全国锅炉压力容器标准化技术委员会压力管道安全分技术委员会(以下简称管道分会)下达了本规程的起草任务书。2002年12月,管道分会组织有关专家成立了起草组并在上海召开工作会议,形成了《压力管道安全技术监察规程——工业管道》的编写大纲和基本内容。2003年8月,在上海召开第二次全体工作会议,就起草工作中的主要问题进行了研讨。2004年6月,在上海召开第三次全体工作会议,经讨论修改,形成了《压力管道安全技术监察规程——工业管道》草案,同时,邀请有关专家对草案进行了讨论,并按专家意见进行了修改。2007年11月,起草组在北京召开工作会议,对照正在修改的标准和考虑我国工业管道当前管理方式,对本规程草案进行了进一步修改,形成了征求意见稿。2008年1月,特种设备局以质检特函[2008]4号文征求基层部门、有关单位以及专家和公民的意见,起草组根据征求到的意见进行修改形成送审稿。2008年4月,特种设备局将送审稿提交国家质检总局特种设备安全技术委员会审议,根据审议意见起草组进行了修改,形成报批稿。2009年5月8日,由国家质检总局批准颁布。

本规程考虑了压力管道安全技术的现状和国家有关行政许可的要求,从材料、设计、制造、安装、使用、维修、改造、定期检验及安全保护装置等方面提出了压力管道安全性能的基本要求,以达到规范压力管道监管工作的目的。

本规程的主要参加单位和人员如下:

国家质检总局特种设备安全监察局	修长征	杜顺学
全国锅炉压力容器标准化技术委员会压力管道分技术委员会	黄正林	应道宴
全国化工设备设计技术中心站	夏德楷	蔡暖姝
中国特种设备检测研究院	戚月娣	
中国化学工程第三建设公司	夏节文	
辽宁省安全科学研究院	刘金山	
上海润扬化工科技咨询有限公司	俞庆生	
浙江省质量技术监督局	顾山乐	

目 录

第一章 总则	(1)
第二章 管道元件	(3)
第一节 基本要求	(3)
第二节 材料	(4)
第三节 管道元件的使用	(5)
第三章 设计	(8)
第四章 安装	(11)
第一节 基本要求	(11)
第二节 焊接和热处理	(12)
第三节 现场制作和安装	(13)
第四节 焊接接头的外观检查 and 无损检测	(14)
第五节 耐压试验和泄漏试验	(15)
第五章 使用、改造、维修	(18)
第一节 使用	(18)
第二节 改造	(20)
第三节 维护保养、维修	(20)
第六章 定期检验	(21)
第七章 安全保护装置	(22)
第一节 基本要求	(22)
第二节 安全泄放装置(安全阀和爆破片装置)	(24)
第三节 阻火器与紧急切断阀	(25)
第四节 安装	(26)
第五节 检验和维修	(27)
第八章 附则	(28)
附件 A 工业管道级别及其介质毒性程度、腐蚀性和火灾危险性划分	(29)
附件 B 压力管道元件产品合格证	(32)
附件 C 压力管道设计文件	(33)
附件 D 压力管道安装质量证明	(36)
附件 E 安全泄放装置的计算	(38)

压力管道安全技术监察规程

——工业管道

第一章 总 则

第一条 为了保证工业管道的安全运行，保障人民群众生命和财产安全，促进经济发展，根据《特种设备安全监察条例》，制定本规程。

第二条 本规程适用于同时具备下列条件的工艺装置、辅助装置以及界区内公用工程所属的工业管道（以下简称管道）：

- (一)最高工作压力大于或者等于 0.1MPa(表压，下同)的；
- (二)公称直径(注 1)大于 25mm 的；
- (三)输送介质为气体、蒸汽、液化气体、最高工作温度高于或者等于其标准沸点的液体或者可燃、易爆、有毒、有腐蚀性的液体的。

第三条 本规程适用的管道范围如下：

- (一)管道元件，包括管道组成件(注 2)和管道支承件(注 3)；
- (二)管道元件间的连接接头、管道与设备或者装置连接的第一道连接接头(焊缝、法兰、密封件及紧固件等)、管道与非受压元件的连接接头；
- (三)管道所用的安全阀、爆破片装置、阻火器、紧急切断装置等安全保护装置。

注 1：公称直径即公称通径、公称尺寸，代号一般用 DN 表示。

注 2：管道组成件，用于连接或者装配成承载压力且密闭的管道系统的元件，包括管子、管件、法兰、密封件、紧固件、阀门、安全保护装置以及诸如膨胀节、挠性接头、耐压软管、过滤器(如 Y 型、T 型等)、管路中的节流装置(如孔板)和分离器等。

注 3：管道支承件，包括吊杆、弹簧支吊架、斜拉杆、平衡锤、松紧螺栓、支撑杆、链条、导轨、鞍座、底座、滚柱、托座、滑动支座、吊耳、管吊、卡环、管夹、U 形夹和夹板等。

第四条 下列管道应当遵守其他有关安全技术规范的规定：

- (一)公称压力为 42MPa 以上的管道；
- (二)非金属管道。

第五条 本规程不适用于下列管道：

- (一)电气、电讯专用的管道；
- (二)动力管道；
- (三)军事装备和核设施的管道；

- (四)海上设施和矿井井下的管道；
- (五)移动设备上的专用管道，如铁路机车、汽车、船舶、航空航天器等；
- (六)石油、天然气、地热等勘探和采掘装置的管道；
- (七)长输(油气)管道和油气田集输管道；
- (八)城镇市政公用设施的管道；
- (九)制冷空调设备本体所属的管道和采暖通风专业的管道；
- (十)其他特种设备安全技术规范管辖范围的管道。

第六条 管道元件的制造以及管道的设计、安装(含现场制作，下同)、改造、维修、使用和检验检测，应当执行本规程。

各级质量技术监督部门(以下简称质检部门)负责管道的安全监察工作，监督本规程的执行。

第七条 本规程是管道的基本安全要求，其他规定(如技术标准、企业内部规定等)不得低于本规程的要求。

第八条 本规程适用范围内的管道按照设计压力、设计温度、介质毒性程度、腐蚀性和火灾危险性划分为 GC1、GC2、GC3 三个等级。

管道级别以及介质毒性程度、腐蚀性和火灾危险性的划分见附件 A。

第九条 管道元件的制造和管道的设计、安装的技术要求不符合本规程时，应当在借鉴和实验研究的基础上，进行型式试验或者技术鉴定，将所做试验的依据、条件、结果和第三方的检测报告，以及其他有关的技术资料，报国家质量监督检验检疫总局(以下简称国家质检总局)，由国家质检总局委托有关的技术组织或者技术机构组织技术评审。技术评审的结果经过国家质检总局批准后，方可试用。

第十条 管道设计、安装和检验应当符合 GB/T 20801—2006《压力管道规范 工业管道》等相关国家标准的要求。直接采用国际标准或者国外标准时，应当先将其转化为企业标准或者工程规定。对于 GC1 级管道还应当报国家质检总局备案。必要时，由国家质检总局委托有关技术组织或者技术机构进行评审。无相应标准的，不得进行管道设计、安装和检验。

第十一条 进口管道元件及其材料、安全保护装置，以及国内制造单位(含外商投资企业)引进国外技术、标准，制造和制作并且在国内使用的管道，其技术要求和使用条件不符合本规程规定时，应当参照本规程第九条和第十条办理。

第十二条 从事管道元件制造和管道安装、改造、维修以及定期检验的无损检测人员，应当取得特种设备无损检测人员资格证书，并且在资格允许范围内从事无损检测工作。

从事管道元件制造和管道安装、改造、维修以及定期检验的无损检测机构应当取得国家质检总局颁布的《特种设备检验检测机构核准证》。

第十三条 从事管道元件制造和管道安装、改造、维修焊接的焊接人员(以下简称焊工),必须取得焊工相应的《特种设备作业人员证》后,方可在有效期内承担合格项目范围内的焊接工作。

管道安全管理人员和操作人员应当取得相应的《特种设备作业人员证》。

第二章 管道元件

第一节 基本要求

第十四条 管道元件标准件的设计压力应当符合有关安全技术规范及其相应标准的要求。非标准件的管道元件还应当有设计计算书和图样。

第十五条 管道元件制造单位应当取得《特种设备制造许可证》,并且按照相关安全技术规范的要求,接受特种设备检验检测机构对其产品制造过程的监督检验。

第十六条 管道元件制造,应当有设计(技术)文件和制造工艺文件,并且符合有关安全技术规范及其相应标准的要求。

第十七条 管道组成件的制造,应当符合有关安全技术规范及其相应标准的规定,其制造过程中的焊接(包括补焊)应当采用经过评定合格的焊接工艺,并且由持证焊工进行施焊。焊接工艺评定和焊工技能考试应当符合有关安全技术规范及其相应标准的要求。

第十八条 管道元件制造单位应当按照管道元件的供货批量,提供盖有制造单位质量检验章的产品质量证明文件,实行监督检验的管道元件,还应当提供特种设备检验检测机构出具的监督检验证书。

管道组成件的质量证明文件包括产品合格证和质量证明书。产品合格证一般包括产品名称、编号、规格型号、执行标准等(具体格式见附件B)。质量证明书除包括产品合格证的内容外,一般还应当包括以下内容:

- (一)材料化学成分;
- (二)材料以及焊接接头力学性能;
- (三)热处理状态;
- (四)无损检测结果;
- (五)耐压试验结果(适用于有关安全技术规范及其相应标准或者合同有规定的);
- (六)型式试验结果(适用于有型式试验要求的);
- (七)产品标准或者合同规定的其他检验项目;
- (八)外协的半成品或者成品的质量证明。

管道支承件应当按照有关安全技术规范及其相应标准的规定,提供产品质量证明文件。

产品合格证和质量证明书应当有制造单位质量检验人员和质量保证工程师签章。

第十九条 管道组成件应当逐件采用标志进行标记。标志内容一般包括制造单位代号或者商标、许可标志、材料(牌号、规格、炉批号)、产品编号等,并且应当符合有关安全技术规范及其相应标准的要求。产品规格较小,无法标记全部内容时,可以采用标签或者按照相应要求省略部分内容。从产品标志应当能够追溯到产品质量证明文件。

第二十条 管道用阀门除符合本规程外,还应当符合其他安全技术规范的规定。

第二节 材 料

第二十一条 管道组成件的材料选用应当满足以下各项基本要求,设计时根据特定使用条件和介质,选择合适的材料:

(一)符合相应材料标准的规定,其使用方面的要求符合管道有关安全技术规范的规定;

(二)金属材料的延伸率不低于 14%,材料在最低使用温度下具备足够的抗脆断能力,由于特殊原因必须使用延伸率低于 14%的金属材料时,能够采取必要的防护措施;

(三)在预期的寿命内,材料在使用条件下具有足够的稳定性,包括物理性能、化学性能、力学性能、耐腐蚀性能以及应力腐蚀破裂的敏感性等;

(四)考虑在可能发生火灾和灭火条件下的材料适用性以及由此带来的材料性能变化和次生灾害;

(五)材料适合相应制造、制作加工(包括锻造、铸造、焊接、冷热成形加工、热处理等)的要求,用于焊接的碳钢、低合金钢的含碳量应当小于或者等于 0.30%;

(六)几种不同的材料组合使用时,应当注意其可能出现的不利影响。

第二十二条 管道组成件采用新研制、无应用实例的国产材料,材料研制生产单位应当将试验验证资料和第三方检测报告报国家质检总局,由国家质检总局委托有关的技术组织或者技术机构进行技术评审。技术评审的结果经过国家质检总局批准后,方可进行试制、试用。通过一定周期的试用、验证,进行型式试验或者技术鉴定后,报国家质检总局备案。

第二十三条 管道组成件所用材料采用国际标准或者国外标准时,应当符合下列要求:

(一)选用国外压力管道规范允许使用并且已有使用实例的材料,该材料性能不得低于国内类似材料的有关安全技术规范及其标准要求,其使用范围符合有关安全技术规范及其标准的规定;

(二)首次使用前,对化学成份、力学性能进行复验,并且进行焊接工艺评定,符合规范要求时,方可投入制造。

第三节 管道元件的使用

第二十四条 铸铁管道组成件的使用除符合本规程第二十五条的规定外,还应当符合以下要求:

(一)铸铁(灰铸铁、可锻铸铁、球墨铸铁)不得应用于 GC1 级管道,灰铸铁和可锻铸铁不得应用于剧烈循环工况(注 4);

注 4:剧烈循环工况的定义见 GB/T 20801.3—2006《压力管道规范 工业管道 第 3 部分:设计和计算》的规定。

(二)球墨铸铁的使用温度高于 -20°C ,并且低于或者等于 350°C 。

第二十五条 灰铸铁和可锻铸铁管道组成件可以在下列条件下使用,但是必须采取防止过热、急冷急热、振动以及误操作等安全防护措施:

(一)灰铸铁的使用温度高于或者等于 -10°C ,并且低于或者等于 230°C ,设计压力小于或者等于 2.0MPa ;

(二)可锻铸铁的使用温度高于 -20°C ,并且低于或者等于 300°C ,设计压力小于或者等于 2.0MPa ;

(三)灰铸铁和可锻铸铁用于可燃介质时,使用温度高于或者等于 150°C ,设计压力小于或者等于 1.0MPa 。

第二十六条 碳素结构钢管道组成件(受压元件)的使用除符合第二十七条规定外,还应当符合以下规定:

(一)碳素结构钢不得用于 GC1 级管道;

(二)沸腾钢和半镇静钢不得用于有毒、可燃介质管道,设计压力小于或者等于 1.6MPa ,使用温度低于或者等于 200°C ,并且不低于 0°C ;

(三)Q215A、Q235A 等 A 级镇静钢不得用于有毒、可燃介质管道,设计压力小于或者等于 1.6MPa ,使用温度低于或者等于 350°C ,最低使用温度按照 GB/T 20801.1—2006《压力管道规范 工业管道 第 1 部分:总则》的规定;

(四)Q215B、Q235B 等 B 级镇静钢不得用于极度、高度危害有毒介质管道,设计压力小于或者等于 3.0MPa ,使用温度低于或者等于 350°C ,最低使用温度按照 GB/T

20801.1 的规定。

第二十七条 用于管道组成件的碳素结构钢的焊接厚度应当符合以下要求：

- (一) 沸腾钢、半镇静钢，厚度不得大于 12mm；
- (二) A 级镇静钢，厚度不得大于 16mm；
- (三) B 级镇静钢，厚度不得大于 20mm。

第二十八条 碳钢、奥氏体不锈钢钢管以及由其制造的对接焊管件的使用限制应当符合表 1 规定。

表 1 钢管及其对接焊管件的使用限制

钢管标准	材料	钢管和管件制造工艺	不允许使用范围
GB/T 3091—2008	碳素结构钢 (注 5)	(1) 电阻焊焊管(注 6)； (2) 电熔焊焊管及对接焊管件	(1) 按第二十六条和第二十七条规定； (2) 剧烈循环工况； (3) 电阻焊焊管的使用压力大于 1.6MPa
GB/T 9711.1—1997	碳钢	电阻焊焊管(注 6)	(1) GC1 级管道； (2) 设计压力大于 4.0MPa； (3) 剧烈循环工况
GB/T 8163—2008 GB 3087—2008 GB/T 9711.1—1997	碳钢	无缝管及对接焊管件	GC1 级管道(注 7)
GB/T 9711.1—1997	碳钢	电熔焊焊管及对接焊管件	
GB/T 12771—2008 HG/T 20537.3—1992	奥氏体 不锈钢	电熔焊焊管(不添加填充金属或者焊缝不做射线检测)及对接焊管件	(1) GC1 级管道； (2) 剧烈循环工况
HG/T 20537.4—1992		电熔焊焊管(添加填充金属，但是焊缝不做射线检测)及对接焊管件、焊缝不做射线检测	

注 5：包括碳素结构钢板制造的对接焊管件。

注 6：不得采用电阻焊焊管制造对接焊管件。

注 7：逐根进行超声检测，并且不低于 GB/T 5777—2008《无缝钢管超声波探伤检验方法》L2.5 级要求者，允许用于设计压力不大于 4.0MPa 的本规程 A1.1(1) 规定的管道。

注 8：表 1 钢管标准名称如下：

- (1) GB/T 3091—2008《低压流体输送用焊接钢管》；
- (2) GB/T 9711.1—1997《石油天然气工业 输送钢管交货技术条件 第 1 部分：A 级钢管》；
- (3) GB/T 8163—2008《输送流体用无缝钢管》；
- (4) GB 3087—2008《低中压锅炉用无缝钢管》；

- (5) GB/T 12771—2008《流体输送用不锈钢焊接钢管》；
 (6) HG/T 20537.3—1992《化工装置用奥氏体不锈钢焊接钢管技术要求》；
 (7) HG/T 20537.4—1992《化工装置用奥氏体不锈钢大口径焊接钢管技术要求》。

第二十九条 碳钢、碳锰钢、低温用镍钢不宜长期在 425℃ 以上使用。

铬钼合金钢在 400℃ ~ 550℃ 区间长期使用时，应当根据使用经验和具体情况提出适当的回火脆性防护措施。

第三十条 奥氏体不锈钢使用温度高于 540℃ (铸件高于 425℃) 时，应当控制材料含碳量不低于 0.04%，并且在固溶状态下使用。

奥氏体不锈钢在 540℃ ~ 900℃ 区间长期使用时，应当采取适当防护措施防止材料脆化。

奥氏体不锈钢在以下条件下，还应当考虑发生晶间腐蚀的可能性：

- (一) 低碳 ($C \leq 0.08\%$) 非稳定化不锈钢，在热加工或者焊接后使用；
 (二) 超低碳 ($C \leq 0.03\%$) 不锈钢，在高于 425℃ 长期使用。

第三十一条 为防止硫、铅及其化合物在高温下侵蚀镍基合金导致晶界脆化，镍及镍基合金在含硫环境气氛下的使用温度上限应当符合表 2 的规定。

表 2 镍及镍基合金的使用温度上限(℃)

材料	不含硫环境			蒸汽	含硫环境	
	氧化	H ₂ 还原	CO 还原		氧化	还原
镍 (N4、N6)	1040	1260	1260	425	315	260
镍-铜 (NCu30)	540	1100	815	370	315	260
镍-铬-铁 (NS312)	1100	1150	1150	815	815	540
镍-铁-铬 (NS111、NS112)	1100	1260	1150	980	815	540

第三十二条 金属材料及其焊接接头的冲击韧性应当符合有关安全技术规范及其材料标准的要求。

第三十三条 管道用密封件的选用应当考虑设计压力、设计温度以及介质、使用寿命等的要求,并且符合有关安全技术规范及其相应的密封材料标准的规定。

第三十四条 管道支承件的使用应当符合有关安全技术规范及其相应标准的规定。

第三章 设计

第三十五条 管道的设计单位应当取得相应的设计许可证书。

管道工程设计应当符合本规程以及 GB/T 20801 的要求(包括使用单位规定的附加要求), 保证所设计的管道能够安全、持续、稳定、正常地生产运行。

第三十六条 管道设计文件一般包括图纸目录和管道材料等级表、管道数据表(参见附件 C)和设备布置图、管道平面布置图、轴测图、强度计算书、管道应力分析书, 必要时还应当包括施工安装说明书。

第三十七条 管道工程规定至少应当包括以下内容:

- (一)管道材料等级表、防腐处理、隔热要求、吹扫与清洗、管道涂色要求;
- (二)管道元件技术条件;
- (三)工程设计选用管道元件时, 应当考虑工程设计寿命的要求;
- (四)管道制作与安装(包括焊接)技术条件;
- (五)试验和检验要求。

第三十八条 管道图纸目录和管道平面布置图上应当加盖设计单位设计许可印章。

第三十九条 管道数据表、管道材料等级表、设备布置图、管道平面布置图、强度计算书和管道应力分析计算书等主要设计图样和文件, 应当有设计、校核、审核三级签字。GC1 级管道的管道材料等级表和管道应力分析计算书还应当有设计审定人签字。

第四十条 管道设计压力应当不小于在操作中可能遇到的最苛刻的压力与温度组合工况的压力。

管道操作工况超过设计条件时, 应当符合 GB/T 20801 关于允许超压的规定。

第四十一条 管道组成件适用压力的选用应当符合以下要求:

(一)法兰、阀门等管道元件的适用压力, 符合相关标准所规定的对应于设计温度的压力—温度额定值的规定;

(二)直管、斜接弯头、弯管、盲板、非标法兰以及支管连接管件的适用压力按照 GB/T 20801 进行计算确定;

(三)承插和螺纹管件的适用压力按照相关标准规定的直管壁厚确定;

(四)对焊管件和支管座的适用压力按照 GB/T 20801 计算确定, 无法进行计算时, 可以由验证试验确定。

不能按照本条(一)~(四)项确定适用压力的管道组成件, 也可以根据使用经验、

应力分析、型式试验等方法确定其适用压力，但需通过国家质检总局委托的技术组织或者技术机构的技术评审。

第四十二条 管道设计温度应当按照操作中可能遇到的最苛刻的压力与温度组合工况的温度确定。

第四十三条 环境温度低于 0℃时，应当有防止切断阀、控制阀、安全保护装置和其他管道组成件的活动部件外表面结冰的措施。

第四十四条 当金属管道外壁温度受大气环境条件影响，压力管道设计时所考虑的最低环境温度，可以按照该地区气象资料，取历年来月平均最低气温的最低值(注 9)。

注 9：月平均最低气温是指当月各天的最低气温值相加后除以当月的天数。

第四十五条 管道组成件的强度计算应当符合 GB/T 20801 的规定。凡是与机泵类等动设备相连，或者在高温、高压下使用，或者循环当量数大于 7000，以及工程设计中有严格要求的管道，都应当进行管道应力分析。

第四十六条 管道应力分析中应当考虑以下各类荷载的影响以及其他原因产生的荷载和作用力的相关作用：

- (一) 介质压力、管道自重(包括隔热层、管道组成件以及介质重量)等持久荷载；
- (二) 风荷载、地震荷载以及由于阀门关闭引起的压力短时升高、泄放阀打开时对管道的冲击反力等临时荷载；
- (三) 温差荷载、固定支吊架或者端点位移对管道的交变或者非交变荷载。

第四十七条 管道轴向应力应当符合以下要求：

- (一) 持久荷载组合工况下的管道轴向应力小于或者等于最高工作温度下的材料许用应力；
- (二) 持久荷载和必须考虑的临时荷载组合工况下的管道轴向应力小于或者等于 1.33 倍最高工作温度下的材料许用应力。

第四十八条 管道设计应当有足够的腐蚀裕量。腐蚀裕量应当根据预期的管道使用寿命和介质对材料的腐蚀速率确定，并且还应当考虑介质流动时对管道或者受压元件的冲蚀量和局部腐蚀以及应力腐蚀对管道的影响，以满足管道安全运行的要求。

第四十九条 管道组成件的最小厚度应当考虑包括腐蚀、冲蚀、螺纹深度或者沟槽深度所需的裕量。为了防止由于支承、结冰、回填、运输、装卸或者其他原因引起的附加荷载而产生超载应力，造成损坏、垮塌或者失稳，必要时，应当增加管壁厚度。

第五十条 确定金属许用应力 S 的基准见表 3。

表 3 确定金属许用应力 S 的基准

材 料	许用应力(应当小于或者等于下列各值中的最小值, MPa)				
	抗拉强度 下限值 (R_m)	屈服强度 下限值 (R_{eL})	设计温度下 屈服强度 (R_{eL}^t)	持久强度平均 值或持久强度 最低值 (σ_D^t 或 σ_{Dmin}^t)	蠕变极限 平均值 (σ_n^t)
灰铸铁	$\frac{R_m}{10}$	—	—	—	—
球墨铸铁 可锻铸铁	$\frac{R_m}{5}$	—	—	—	—
碳钢(注 10)、合金钢、 铁素体不锈钢、延伸率 小于 35% 的奥氏体不 锈钢、双相不锈钢、钛 和钛合金、铝和铝合金	$\frac{R_m}{3}$	$\frac{R_{eL}}{1.5}$	$\frac{R_{eL}^t}{1.5}$	$\frac{\sigma_D^t}{1.5}$, $\frac{\sigma_{Dmin}^t}{1.25}$	$\frac{\sigma_n^t}{1.0}$
延伸率大于或者等于 35% 的奥氏体不锈钢 和镍基合金	$\frac{R_m}{3}$	$\frac{R_{eL}}{1.5}$	$0.90R_{eL}^t$ (注 11)	$\frac{\sigma_D^t}{1.5}$, $\frac{\sigma_{Dmin}^t}{1.25}$	$\frac{\sigma_n^t}{1.0}$

注 10: A 级碳素结构钢许用应力, 为表 3 各列最低值乘以 0.92。

注 11: 对于法兰或者其他有微量永久变形就可能引起泄漏或者故障的场合不能采用。

第五十一条 管道组成件的设计和选用应当符合 GB/T 20801 的规定。

第五十二条 压力管道的法兰、垫片、紧固件的设计应当遵照 HG 20592 ~ 20635—1997《钢制管法兰、垫片、紧固件》等相关标准的规定。

第五十三条 为了保证法兰接头的密封要求, 设计时应当遵循以下原则:

- (一) 平焊法兰不得用于温度频繁变化的管道, 特别是法兰未做隔热的场合;
- (二) 剧烈循环工况的管道采用法兰连接时选用带颈对焊法兰;
- (三) 胀接法兰、螺纹法兰不得用于 GC1 级管道和腐蚀性极强的环境中;
- (四) 扩口翻边接头不得用于剧烈循环工况;
- (五) 法兰连接的紧固件符合预紧与操作条件下垫片的密封要求, 低强度紧固件不得用于剧烈循环工况下的法兰接头;
- (六) 垫片根据流体性质、使用温度、压力以及法兰密封面等因素选用, 垫片的密封荷载与法兰的压力等级、密封面型式和表面粗糙度以及紧固件相匹配;
- (七) GC1 级管道以及有毒、可燃介质管道, 规定其法兰接头的紧固载荷和紧固程序, 确保法兰接头的密封性能。

第五十四条 管道支吊架的设计和选用应当符合 GB/T 20801 的规定。设计时应

当遵循以下原则：

(一) 确保所有管道支吊架具有足够的强度和刚度；

(二) 管道支吊架与管道连接构件的设计，保证连接处不会产生过大的局部弯曲应力，并且不会使管子变形，循环荷载的场合，能够减小连接处的应力集中。

第五十五条 可燃、有毒或者有腐蚀性的有害介质的排放处理，应当符合国家有关规定。

第五十六条 对介质毒性为极度危害或者高度危害以及可燃流体的管道系统，在安装施工完成后应当进行泄漏试验。泄漏试验的具体要求应当在设计文件上做出规定。

第四章 安 装

第一节 基本要求

第五十七条 管道安装单位应当取得特种设备安装许可，安装单位应当对管道的安装质量负责。

第五十八条 管道施工前，安装单位应当填写《特种设备安装改造维修告知书》，向管道安装工程所在地负责管道使用登记的质量技术监督部门(以下简称使用登记机关)书面告知，并且按照规定接受监督检验。

无损检测机构不隶属于安装单位，并且不是由安装单位直接委托的，也应当在检测前，书面告知管道安装工程所在地的使用登记机关，并且按照规定接受监督检验。

第五十九条 管道安装施工前，安装单位应当编制管道安装的工艺文件，如施工组织设计、施工方案等，经使用单位(或者其委托方技术负责人)批准后方可进行管道安装工作。管道的安装质量应当符合 GB/T 20801 以及设计文件的规定。

第六十条 监督检验机构应当按照压力管道安装监督检验规则的规定进行监督检验。管道安装完工后，监督检验机构应当及时出具安装监督检验证书和报告，作为管道安装工程竣工验收和办理使用登记的依据。

第六十一条 管道安装工程竣工后，安装单位及其无损检测单位应当将工程项目中的管道安装及其检测资料单独组卷，向管道使用单位(或者其委托方技术负责人)提交安装质量证明文件，并且由管道使用单位在管道使用寿命期内保存。

安装质量证明文件至少应当包括下列内容：

(一) 管道安装质量证明书，其内容和格式参照附件 D；

(二) 管道安装竣工图，至少包括管道轴测图、设计修改文件和材料代用单等；

(三)管道轴测图上标明管道受压元件的材质和规格、焊缝位置、焊缝编号(区别现场固定焊的焊缝和预制焊缝)、焊工代号、无损检测方法、局部或者抽样无损检测焊缝的位置、焊缝补焊位置、热处理焊缝位置等,并且能够清楚地反映和追溯管道组成件和支承件;

(四)管道元件的产品合格证、质量证明书或者复验、试验报告(由使用单位或其委托方采购的管道元件除外);

(五)管道施工检查记录、无损检测报告、检验和试验报告;

提交安装质量证明文件时,同时还需要提交安装监督检验报告。

第二节 焊接和热处理

第六十二条 所有管道受压元件的焊接以及受压元件与非受压元件之间的焊接,必须采用经评定合格的焊接工艺,施焊单位必须对焊接工艺严格管理。

管道受压元件的焊接工艺评定应当符合有关安全技术规范及其相关标准的规定。焊接工艺评定完成后,焊接工艺评定报告和焊接工艺指导书应当经过施焊单位焊接责任工程师审核,质量保证工程师批准,并且存入技术档案。

第六十三条 用于管道受压元件焊接的焊接材料,应当符合有关安全技术规范及其相关标准的规定。焊接材料应当有质量证明文件和相应标志,使用前应当进行检查和验收,不合格者不得使用。施焊单位应当建立焊接材料的保管、烘干、清洗、发放和回收管理制度。

第六十四条 焊接设备的电流表、电压表等仪器仪表,以及规范参数调节装置应当定期检定和校验,否则不得用于管道受压元件的焊接。

第六十五条 对施工现场的焊接环境应当进行严格控制。焊接的环境温度应当保证焊件焊接所需的足够温度和焊工技能操作不受影响。焊件表面潮湿,或者在下雨、下雪、刮风期间,焊工及其焊件无保护措施时,不得进行焊接。

第六十六条 管道焊接接头的位置,坡口的加工、清理与检验,焊件组对,焊前预热等,应当符合 GB/T 20801 的规定。管道焊接接头的设置应当便于焊接和热处理,并且尽量避开应力集中区。焊口组对时,除设计文件规定的管道预拉伸或者预压缩焊口外,不得强行组对。

第六十七条 GC1 级管道的单面对接焊接接头,设计温度低于或者等于 -20°C 的管道,淬硬倾向较大的合金钢管道,不锈钢以及有色金属管道应当采用氩弧焊进行根部焊道焊接,且表面不得有电弧擦伤。

第六十八条 钛材焊接前和焊接过程中应当防止坡口污染。焊缝每焊完一道均应

当进行表面颜色检验，表面颜色不合格者应当立即除去，重新焊接。表面颜色检验可参照相关标准执行。

第六十九条 焊接接头焊完后，应当在焊接接头附近做焊工标记。对无法直接在管道受压元件上作焊工标记的，可以采用管道轴测图上标注焊工代号的方法代替。

第七十条 不合格焊接接头的返修，应当符合以下要求：

- (一) 返修前进行缺陷产生的原因分析，提出相应的返修措施；
- (二) 补焊采用经评定合格的焊接工艺，并且由合格焊工施焊；
- (三) 同一部位(指焊补的填充金属重叠的部位)的返修次数超过 2 次时，必须考虑对焊接工艺的调整，重新制定返修措施，经施焊单位技术负责人批准后方可进行返修；
- (四) 返修后按照原规定的检验方法重新检验，并且连同返修以及检验记录(明确返修次数、部位、返修后的无损检测结果)一并记入技术文件和资料中提交给使用单位；
- (五) 要求焊后热处理的管道，必须在热处理前进行焊接返修，如果在热处理后进行焊接返修，返修后需要再做热处理。

第七十一条 应当按照设计文件和 GB/T 20801 的要求，管道受压元件在弯曲和成形后，对焊接接头在焊后进行热处理。热处理单位在热处理前应当编制热处理工艺。热处理设备应当配有自动记录曲线的测温仪表，并且经计量检定合格。

第七十二条 热弯和热成形的管道受压元件、消除应力热处理的焊接接头，热处理后应当检测硬度值。硬度检测的数量、部位以及结果应当符合设计文件或者 GB/T 20801 的规定。

第三节 现场制作和安装

第七十三条 需要在现场制作的管道元件，应当按照本规程和 GB/T 20801 的有关规定进行加工制作、焊接、热处理、检验和试验。

第七十四条 管道元件在安装前应当按照设计文件和 GB/T 20801 的规定进行材质复检、阀门试验、无损检测或者其他的产品性能复验，不合格者不得使用。

第七十五条 夹套管的内管必须使用无缝钢管，内管管件应当使用无缝或者压制对焊管件，不得使用斜接弯头。当内管有环向焊接接头时，该焊接接头应当经 100% 射线检测合格，并且经耐压合格后方可封入夹套。

第七十六条 管道元件在施工过程中应当妥善保管，不得混淆或者损坏，其标记应当明显清晰。材质为不锈钢、有色金属的管道元件，在储存期间不得与碳钢接触。管子在切割和加工前应当做好标记移植。

第七十七条 管道连接时，不得用强力对口、加热管子、加偏垫或者加多层垫等方法来消除接口端面的空隙、偏斜、错口或者不同心等缺陷。法兰接头的安装应当符合本规程第五十三条第(七)项的规定。管子与设备的连接应当在设备安装定位紧固地脚螺栓后自然地进行。

第七十八条 埋地管道的回填必须在耐压试验、泄漏试验和防腐层检测合格后进行，并且按照隐蔽工程进行验收。

第七十九条 管道支、吊架以及管道补偿装置的安装和调整应当按照 GB/T 20801 和设计文件的规定进行。补偿装置应当按照设计文件的规定进行预拉伸或者预压缩，固定支架应当在补偿装置预拉伸或者预压缩前进行固定。

第八十条 有静电接地要求的管道，应当测量各连接接头间的电阻值和管道系统的对地电阻值。当电阻值超过 GB/T 20801 或者设计文件的规定时，应当设置跨接导线(在法兰或者螺纹接头间)和接地引线。对于不锈钢管道和钛管道，跨接导线或者接地引线不得与钛管道与不锈钢管道直接连接，应当采用钛板及不锈钢板过渡。

第八十一条 不锈钢和有色金属管道的制作和安装应当按照 GB/T 20801、相关专业标准和设计文件的规定进行。

第四节 焊接接头的外观检查 and 无损检测

第八十二条 所有管道的焊接接头应当先进行外观检查，合格后才能进行无损检测。焊接接头外观检查的检查等级和合格标准应当符合 GB/T 20801 的规定。

第八十三条 有延迟裂纹倾向的材料应当在焊接完成 24h 后进行无损检测。有再热裂纹倾向的焊接接头，当规定需要进行表面无损检测(磁粉检测或者渗透检测，下同)时，应当在焊后和热处理后各进行 1 次。

第八十四条 管道受压元件焊接接头表面无损检测的检测等级、检测范围和部位、检测数量、检测方法、合格要求应当不低于 GB/T 20801 和 JB/T 4730—2005《承压设备无损检测》的要求。被检焊接接头的选择应当包括每个焊工所焊的焊接接头，并且固定焊的焊接接头不得少于检测数量的 40%。

第八十五条 管道受压元件焊接接头射线检测和超声检测的等级、范围和部位、数量、方法等应当符合以下要求：

(一) 名义厚度小于或者等于 30mm 的管道，对接接头采用射线检测，如果采用超声检测代替射线检测，需要取得设计单位的认可，并且其检测数量应当与射线检测相同，管道名义厚度大于 30mm 的对接接头可以采用超声检测代替射线检测；

(二) 公称直径大于或者等于 500mm 的管道，对每个环向焊接接头进行局部检测，

公称直径小于 500mm 的管道，可以根据环向焊接接头的数量按照规定的检测比例进行抽样检测，抽样检测中，固定焊焊接接头的检测数量不得少于其数量的 40%；

(三)进行抽样检测的环向焊接接头，包括其整个圆周长度，进行局部检测的焊接接头，最小检测长度不低于 152mm；

(四)被检焊接接头的选择，包括每个焊工所焊的焊接接头，并且在最大范围内包括与纵向焊接接头的交叉点，当环向焊接接头与纵向焊接接头相交时，最少检测 38mm 长的相邻纵向焊接接头。

无损检测的合格要求应当不低于 GB/T 20801 和 JB/T 4730 的规定。

第八十六条 无损检测发现的超标缺陷，必须进行返修，返修后应当仍然按照原规定的无损检测方法进行检测。对规定进行抽样或者局部无损检测的焊接接头，当发现不允许缺陷时，应当用原规定的无损检测方法，按照 GB/T 20801 的规定进行累进检查。

未进行无损检测的管道焊接接头，安装单位也应当对其质量负责。

第八十七条 实施无损检测的检验检测机构必须认真做好无损检测记录，正确填写检测报告，妥善保管无损检测档案和底片（包括原缺陷的底片）、超声自动记录资料，无损检测档案、底片和超声自动记录的保存期限不得少于 7 年。7 年后如果使用单位需要，可以转交使用单位保管。

第五节 耐压试验和泄漏试验

第八十八条 管道的耐压试验应当在热处理、无损检测合格后进行。耐压试验一般采用液压试验，或者按照设计文件的规定进行气压试验。如果不能进行液压试验，经过设计单位同意可采用气压试验或者液压-气压试验代替。脆性材料严禁使用气体进行耐压试验。

对于 GC3 级管道，经过使用单位或者设计单位同意，可以在采取有效的安全保障条件下，结合试车，按照 GB/T 20801 的规定，用管道输送的流体进行初始运行试验代替耐压试验。

第八十九条 液压试验应当符合以下要求：

(一)一般使用洁净水，当对奥氏体不锈钢管道或者对连有奥氏体不锈钢管道或者设备的管道进行液压试验时，水中氯离子含量不得超过 0.005%，如果水对管道或者工艺有不良影响，可以使用其他合适的无毒液体，当采用可燃液体介质进行试验时，其闪点不得低于 50℃；

(二)试验时的液体温度不得低于 5℃，并且高于相应金属材料的脆性转变温度；

(三)承受内压的管道除本条第(五)项要求外,系统中任何一处的液压试验压力均不低于 1.5 倍设计压力,当管道的设计温度高于试验温度时,试验压力不得低于公式(1)的计算值,当 P_T 在试验温度下产生超过管道材料屈服强度的应力时,应当将试验压力 P_T 降至不超过屈服强度时的最大压力;

$$P_T = 1.5P \frac{S_1}{S_2} \quad (1)$$

式中:

P_T —— 试验压力, MPa;

P —— 设计压力, MPa;

S_1 —— 试验温度下管子的许用应力, MPa;

S_2 —— 设计温度下管子的许用应力, MPa;

当 $\frac{S_1}{S_2}$ 大于 6.5 时,取 6.5。

(四)承受外压的管道,其试验压力应当为设计内、外压差的 1.5 倍,并且不得低于 0.2MPa;

(五)当管道与容器作为一个系统统一进行液压试验,管道试验压力小于或者等于容器的试验压力时,应当按照管道的试验压力进行试验,当管道试验压力大于容器的试验压力,并且无法将管道与容器隔开、同时容器的试验压力大于或者等于按本条第(三)项计算的管道试验压力的 77% 时,经过设计单位同意,可以按容器的试验压力进行试验;

(六)夹套管内管的试验压力按照内部或者外部设计压力的高者确定,夹套管外管的试验压力按本条第(三)项确定;

(七)试验缓慢升压,待达到试验压力后,稳压 10min,再将试验压力降至设计压力,保压 30min,以压力不降、无渗漏为合格;

(八)试验时必须排净管道内的气体,试验过程中发现泄漏时不得带压处理,试验结束排液时需要防止形成负压。

第九十条 气压试验应当符合以下要求:

(一)试验所用的气体为干燥洁净的空气、氮气或者其他不易燃和无毒的气体;

(二)严禁使试验温度接近金属的脆性转变温度;

(三)试验时装有超压泄放装置,其设定压力不得高于 1.1 倍试验压力或者试验压力加 0.345MPa(取其较低值);

(四)承受内压钢管以及有色金属管道的试验压力为设计压力的 1.15 倍;

(五)试验前必须用试验气体进行预试验,试验压力为 0.2MPa;

(六)试验时,应当逐步缓慢增加压力,当压力升至试验压力的 50% 时,如未发

现异常或泄漏现象，继续按试验压力的 10% 逐级升压，直至试验压力，然后将压力降至设计压力进行检查，以发泡剂检验不泄漏为合格，试验过程中严禁带压紧固螺栓。

第九十一条 液压—气压试验应当满足第八十八条的要求，并且被液体充填部分管道的压力应当不大于第八十九条第(三)项的规定。

第九十二条 现场条件不允许使用液体或者气体进行耐压试验的管道，在征得设计单位同意后，可以采取替代性试验。替代性试验应当同时满足以下要求：

(一) 凡未经过液压或者气压试验的管道受压元件焊接接头，包括制造管道和管件的焊接接头、纵向焊接接头以及螺旋焊焊接接头均进行 100% 的射线检测或者 100% 超声检测合格，其他未包括的焊接接头进行 100% 的渗透检测或者磁粉检测合格；

(二) 按照 GB/T 20801 的规定进行管道系统的柔性分析；

(三) 管道系统采用敏感气体或者浸入液体的方法进行泄漏试验，试验要求需要在设计文件中明确规定。

第九十三条 输送极度危害、高度危害流体以及可燃流体的管道应当进行泄漏试验。泄漏试验应当符合以下要求：

(一) 试验在耐压试验合格后进行，试验介质宜采用空气，也可以按照设计文件或者相关标准的规定，采用卤素、氦气、氨气或者其他敏感气体进行较低试验压力的敏感性泄漏试验；

(二) 泄漏试验检查重点是阀门填料函、法兰或者螺纹连接处、放空阀、排气阀、排水阀等；

(三) 泄漏试验时，压力逐级缓慢上升，当达到试验压力，并且停压 10min 后，用涂刷中性发泡剂的方法，巡回检查所有密封点，以不泄漏为合格。

第九十四条 管道耐压试验合格后，应当按照 GB/T 20801 和设计文件的规定进行吹扫或者清洗，吹扫时应当设置禁区。清洗排放的污水和废液不得污染环境，排放标准应当符合国家有关法规、标准的规定。

第九十五条 管道耐压试验和泄漏试验合格，方可按照设计文件的要求和相关规定进行管道的防腐、绝热、标记，进行竣工验收。

第五章 使用、改造、维修

第一节 使 用

第九十六条 管道的使用单位负责本单位管道的安全工作，保证管道的安全使用，对管道的安全性能负责。

使用单位应当按照本规程及其标准的有关规定，配备必要的资源和具备相应资格的人员从事压力管道安全管理、安全检查、操作、维护保养和一般改造、维修工作。

第九十七条 压力管道使用单位应当使用符合本规程要求的压力管道。管道操作工况超过设计条件时，应当符合 GB/T 20801 关于允许超压的规定。新压力管道投入使用前，使用单位应当核对是否具有本规程要求的安装质量证明文件。

第九十八条 使用单位的管理层应当配备一名人员负责压力管道安全管理工作。管道数量较多的使用单位，应当设置安全管理机构或者配备专职的安全管理人员，在使用管道的车间（分厂）、装置均应当有管道的专职或者兼职安全管理人员；其他使用单位，应当根据情况设置压力管道安全管理机构或者配备专职、兼职的安全管理人员。管道的安全管理人员应当具备管道的专业知识，熟悉国家相关法规标准，经过管道安全教育和培训，取得《特种设备作业人员证》后，方可从事管道的安全管理工作。

第九十九条 管道使用单位应当建立管道安全技术档案并且妥善保管。管道安全技术档案应当包括以下内容：

（一）管道元件产品质量证明、管道设计文件（包括平面布置图、轴测图等图纸）、管道安装质量证明、安装技术文件和资料、安装质量监督检验证书、使用维护说明等文件；

（二）管道定期检验和定期自行检查的记录；

（三）管道日常使用状况记录；

（四）管道安全保护装置、测量调控装置以及相关附属仪器仪表的日常维护保养记录；

（五）管道运行故障和事故记录。

第一百条 使用单位应当按照管道有关法规、安全技术规范及其相应标准，建立管道安全管理制度并且有效实施。管道安全管理制度的内容至少包括以下内容：

（一）管道安全管理机构以及安全管理人员的管理；

（二）管道元件订购、进厂验收和使用的管理；

（三）管道安装、试运行以及竣工验收的管理；

- (四)管道运行中的日常检查、维修和安全保护装置校验的管理；
- (五)管道的检验(包括制订年度定期检验计划以及组织实施的方法、在线检验的组织方法)、修理、改造和报废的管理；
- (六)向负责管道使用登记的登记机关报送年度定期检验计划以及实施情况、存在的主要问题以及处理；
- (七)管道事故的抢救、报告、协助调查和善后处理；
- (八)检验、操作人员的安全技术培训管理；
- (九)管道技术档案的管理；
- (十)管道使用登记、使用登记变更的管理。

第一百零一条 管道使用单位应当在工艺操作规程和岗位操作规程中,明确提出管道的安全操作要求。管道的安全操作要求至少包括以下内容:

- (一)管道操作工艺指标,包括最高工作压力、最高工作温度或者最低工作温度;
- (二)管道操作方法,包括开、停车的操作方法和注意事项;
- (三)管道运行中重点检查的项目和部位,运行中可能出现的异常现象和防止措施,以及紧急情况的处置和报告程序。

第一百零二条 使用单位应当对管道操作人员进行管道安全教育和培训,保证其具备必要的管道安全作业知识。

管道操作人员应当在取得《特种设备作业人员证》后,方可从事管道的操作工作。管道操作人员在作业中应当严格执行压力管道的操作规程和有关的安全规章制度。操作人员在作业过程中发现事故隐患或者其他不安全因素,应当及时向现场安全管理人员和单位有关负责人报告。

第一百零三条 管道发生事故有可能造成严重后果或者产生重大社会影响的使用单位,应当制定应急救援预案,建立相应的应急救援组织机构,配置与之相适应的救援装备,并且适时演练。

第一百零四条 管道使用单位,应当按照《压力管道使用登记管理规则》的要求,办理管道使用登记,登记标志置于或者附着于管道的显著位置。

第一百零五条 使用单位应当建立定期自行检查制度,检查后应当做出书面记录,书面记录至少保存3年。发现异常情况时,应当及时报告使用单位有关部门处理。

第一百零六条 在用管道发生故障、异常情况,使用单位应当查明原因。对故障、异常情况以及检查、定期检验中发现的事故隐患或者缺陷,应当及时采取措施,消除隐患后,方可重新投入使用。

第一百零七条 不能达到合乎使用要求的管道,使用单位应当及时予以报废,并且及时办理管道使用登记注销手续。

第一百零八条 使用单位应当对停用或者报废的管道采取必要的安全措施。

第一百零九条 管道发生事故时,使用单位应当按照《特种设备事故报告和调查处理规定》及时向质检部门等有关部门报告。

第二节 改 造

第一百一十条 管道改造应当由管道设计单位和安装单位进行设计和施工。安装单位应当在施工前将拟进行改造的情况书面告知使用登记机关后,方可施工。改造施工结束后,安装单位应当向使用单位提供施工质量证明文件。对于 GC1 级管道或者改造长度大于 500m 的管道,还应当实施监督检验,检验机构应当提供监督检验报告。

管道改造是指改变管道受压部分结构(如改变受压元件的规格、材质,改变管道的结构布置,改变支吊架位置等),致使管道性能参数或者管道特性发生变更的活动。

第一百一十一条 不改变受压元件结构而改变管道的设计压力、设计温度和介质,必须由压力管道设计单位进行设计验证,出具书面设计验证文件,并且由检验机构进行全面检验后方可进行改变。

第三节 维护保养、维修

第一百一十二条 使用单位应当对管道进行经常性维护保养,并且做出记录,存入管道技术档案。发现情况异常应当及时处理。

第一百一十三条 管道的维修分为一般维修和重大维修。

重大维修是指对管道不可机械拆卸部分受压元件的维修,以及采用焊接方法更换管段及阀门、管子矫形、受压元件挖补与焊补、带压密封堵漏等。带压密封堵漏还应当符合本规程第一百一十五条的规定。

重大维修外的其他维修为一般维修。

第一百一十四条 管道的重大维修应当由有资格的安装单位进行施工。使用单位和安装单位在施工前应当制订重大维修方案,重大维修方案应当经过使用单位技术负责人批准。对于 GC1 级管道采用焊接方法更换管段与阀门时,安装单位应当在施工前,将拟进行的维修情况书面告知管道使用登记机关,并且向监督检验机构申请监督检验后,方可进行重大维修施工。

重大维修施工结束后,安装单位应当向使用单位提供施工质量证明文件;监督检验机构在监督检验后,应当提供监督检验报告。

管道的维修应当参照相关标准进行,维修后的管道安全性能必须满足安全使用要求。

第一百一十五条 管道内部有压力时，一般不得对受压元件进行重大维修。对于生产工艺过程特殊，需要带温带压紧固螺栓或者出现紧急情况需要采用带压密封堵漏作业时，使用单位应当制定有效的操作要求和防护措施，经技术负责人批准后，在安全管理人员现场监督下实施。实施带压密封堵漏的操作人员应当经过专业培训，持有相应项目的《特种设备作业人员证》。

使用单位应当严格控制带压密封堵漏技术的使用频次，每条管道上使用带压密封堵漏的部位不得超过两处。管道停机检修时，带压密封堵漏的卡具应予拆除，必要时重新进行维修。

第六章 定期检验

第一百一十六条 管道定期检验分为在线检验和全面检验。

在线检验是在运行条件下对在用管道进行的检验，在线检验每年至少 1 次（也可称为年度检验）；全面检验是按一定的检验周期在管道停车期间进行的较为全面的检验。

GC1、GC2 级压力管道的全面检验周期按照以下原则之一确定：

- (一) 检验周期一般不超过 6 年；
- (二) 按照基于风险检验 (RBI) 的结果确定的检验周期，一般不超过 9 年。

GC3 级管道的全面检验周期一般不超过 9 年。

第一百一十七条 属于下列情况之一的管道，应当适当缩短检验周期：

- (一) 新投用的 GC1、GC2 级的（首次检验周期一般不超过 3 年）；
- (二) 发现应力腐蚀或者严重局部腐蚀的；
- (三) 承受交变载荷，可能导致疲劳失效的；
- (四) 材质产生劣化的；
- (五) 在线检验中发现存在严重问题的；
- (六) 检验人员和使用单位认为需要缩短检验周期的。

第一百一十八条 使用单位应当及时安排管道的定期检验工作，并且将管道全面检验的年度检验计划上报使用登记机关与承担相应检验工作任务的检验机构。全面检验到期时，由使用单位向检验机构申报全面检验。

在线检验的时间，由使用单位根据生产情况安排。

第一百一十九条 在线检验工作由使用单位进行，使用单位从事在线检验的人员应当取得《特种设备作业人员证》，使用单位也可将在线检验工作委托给具有压力管道检验资格的机构；全面检验工作由国家质检总局核准的具有压力管道检验资格的检

验机构进行；基于风险的检验(RBI)由国家质检总局指定的技术机构承担。

第一百二十条 在线检验主要检查管道在运行条件下是否有影响安全的异常情况，一般以外观检查和安全保护装置检查为主，必要时进行壁厚测定和电阻值测量。在线检验后应当填写在线检验报告，做出检验结论。

第一百二十一条 全面检验一般进行外观检查、壁厚测定、耐压试验和泄漏试验，并且根据管道的具体情况，采取无损检测、理化检验、应力分析、强度校验、电阻值测量等方法。

全面检验时，检验机构还应当对使用单位的管道安全管理情况进行检查和评价。检验工作完成后，检验机构应当及时向使用单位出具全面检验报告。

第一百二十二条 全面检验所发现的管道严重缺陷，使用单位应当制定修复方案。修复后，检验机构应当对修复部位进行检查确认；对不易修复的严重缺陷，也可以采用安全评定的方法，确认缺陷是否影响管道安全运行到下一个全面检验周期。

第一百二十三条 管道的缺陷安全评定由国家质检总局批准的的技术机构进行，负责进行安全评定的机构，应当根据与使用单位签订的在用管道缺陷安全评定合同和检验机构的检验报告进行评定。

第一百二十四条 在用管道的定期检验，按照工业管道定期检验的要求进行。使用单位应当将检验报告、评定报告存入压力管道档案，长期保存，直至管道报废。

第七章 安全保护装置

第一节 基本要求

第一百二十五条 压力管道所用的安全阀、爆破片装置、阻火器、紧急切断装置等安全保护装置以及附属仪器或者仪表应当符合本规程的规定。制造安全泄放装置(安全阀、爆破片装置)、阻火器和紧急切断装置用紧急切断阀等安全保护装置的单位必须取得相应的《特种设备制造许可证》。

第一百二十六条 安全保护装置以及附属仪器仪表的设计、制造和检验，应当符合有关安全技术规程及其相应标准的要求。

第一百二十七条 安全泄放装置用于防止管道系统发生超压事故，其控制仪器或者仪表和事故连(联)锁装置不能代替安全泄放装置作为系统的保护设施。在不允许安装安全泄放装置的情况下，并且控制仪表和事故连(联)锁装置的可靠性不低于安全泄放装置时，则控制仪器仪表和事故连(联)锁装置可以代替安全泄放装置作为系统的保护设施。

第一百二十八条 凡有以下情况之一者，应当设置安全泄放装置：

- (一)设计压力小于系统外部压力源的压力，出口可能被关断或者堵塞的容器和管道系统；
- (二)出口可能被关断的容积式泵和压缩机的出口管道；
- (三)因冷却水或者回流中断，或者再沸器输入热量过多引起超压的蒸馏塔顶气相管道系统；
- (四)因不凝气积聚产生超压的容器和管道系统；
- (五)加热炉出口管道，如果设有切断阀或者调节阀时，该加热炉与切断阀或者调节阀之间的管道；
- (六)因两端切断阀关闭受环境温度、阳光辐射或者伴热影响产生热膨胀或者汽化的管道系统；
- (七)放热反应可能失控的反应器出口切断阀上游的管道；
- (八)凝汽式汽轮机的蒸汽出口管道；
- (九)蒸汽发生器等产汽设备的出口管道系统；
- (十)低沸点液体(液化气等)容器出口管道系统；
- (十一)管程可能破裂的热交换器低压侧出口管道；
- (十二)减压阀组的低压侧管道；
- (十三)设计认为可能产生超压的其他管道系统。

第一百二十九条 当采用安全阀不能可靠工作时，应当改用爆破片装置，或者采用爆破片与安全阀组合装置。采用组合装置时，应当符合 GB 150—1998《钢制压力容器》附录 B 的有关规定。爆破片与安全阀串联使用时，爆破片在动作中不允许产生碎片。

第一百三十条 以下放空或者排气管道上应当设置放空阻火器：

- (一)闪点低于或者等于 43℃，或者物料最高工作温度高于或者等于物料闪点的储罐的直接放空管(包括带有呼吸阀的放空管道)；
- (二)可燃气体在线分析设备的放空总管；
- (三)爆炸危险场所内的内燃发动机的排气管道。

第一百三十一条 凡有以下情况之一者，一般应当在管道系统的指定位置设置管道阻火器：

- (一)输送有可能产生爆燃或者爆轰的混合气体管道；
- (二)输送能自行分解导致爆炸，并且引起火焰蔓延的气体管道；
- (三)与明火设备连接的可燃气体减压后的管道(特殊情况可设置水封装置)；
- (四)进入火炬头前的排放气管道。

第一百三十二条 可燃液化气或者可燃压缩气储运和装卸设施重要的气相或者

液相管道应当设置紧急切断装置。

紧急切断装置包括紧急切断阀、远程控制系统和易熔塞自动切断装置。远程控制系统的关闭装置应当装在人员易于操作的位置,易熔塞自动切断装置应当设在环境温度升高至设定温度时,能自动关闭紧急切断阀的位置。

第二节 安全泄放装置(安全阀和爆破片装置)

第一百三十三条 安全泄放装置(包括安全阀和爆破片装置)的设计、制造和检验应当分别符合《安全阀安全技术监察规程》等有关安全技术规范和 GB 150 的规定。

安全泄放装置的计算详见附件 E。

第一百三十四条 安全泄放装置(安全阀和爆破片装置)相关压力的确定应当符合 GB/T 20801 的要求。

第一百三十五条 安全阀的泄漏(密封)试验压力应当大于管道系统的最大工作压力,爆破片装置的最小标定爆破压力应当大于 1.05 倍的管道系统最大工作压力。所选用安全阀或者爆破片装置的额定泄放面积应当大于安全泄放量计算得到的最小泄放面积。

第一百三十六条 爆破片的爆破压力允差按 GB 567—1999《爆破片和爆破片装置》表 1 规定,或者按照设计技术要求规定。爆破片的检查、抽样及其爆破试验应当符合 GB 567 中 4.1、4.2 的要求。

第一百三十七条 可燃、有毒介质的管道,应当在安全阀或者爆破片装置的排出口装设导管,将排放介质引至集中地点,进行妥善安全处理,不得直接排入大气。

第一百三十八条 爆破片装置产品上应当标有永久性标志,永久性标志至少包括以下内容:

- (一)制造单位名称、制造许可证编号和特种设备制造许可标志;
- (二)爆破片的批次编号、型号、型式、规格(泄放口公称直径)、材质、适用介质、爆破温度、标定爆破压力或者设计爆破压力、泄放侧方向;
- (三)夹持器型号、规格、材质以及流动方向;
- (四)检验合格标志、监检标志;
- (五)制造日期。

第一百三十九条 爆破片产品必须附产品合格证和产品质量证明书,产品质量证明书除符合本规程第十八条的一般要求(适用的)外,还应当包括下列内容:

- (一)永久性标志的内容;
- (二)制造依据的标准;

- (三) 制造范围和爆破压力允差；
- (四) 检验报告(包括爆破试验报告)；
- (五) 其他特殊要求。

第三节 阻火器与紧急切断阀

第一百四十条 阻火器产品上应当设置金属铭牌，金属铭牌至少包括以下内容：

- (一) 制造单位名称、特种设备制造许可证编号和特种设备制造许可标志；
- (二) 型号、型式、规格；
- (三) 产品编号；
- (四) 阻火性能(爆炸等级、安全阻火速度等)；
- (五) 气体流量和压力降；
- (六) 阻火侧方向(仅对于单向阻火器)；
- (七) 适用气体名称、温度；
- (八) 公称压力；
- (九) 检验合格标志、监检标志；
- (十) 制造日期。

第一百四十一条 阻火器产品必须附产品合格证和产品质量证明书，产品质量证明书除符合本规程第十八条的一般要求(适用的)外，还应当包括下列内容：

- (一) 铭牌上的内容；
- (二) 制造依据的标准；
- (三) 检验报告；
- (四) 其他的特殊要求。

第一百四十二条 紧急切断阀产品的阀体上应当设置金属铭牌，金属铭牌至少包括以下内容：

- (一) 制造单位名称、制造许可证编号和特种设备制造许可标志；
- (二) 型号；
- (三) 公称压力、公称直径；
- (四) 产品编号；
- (五) 适用介质、温度；
- (六) 额定流量、关闭响应时间；
- (七) 易熔塞熔融温度；
- (八) 检验合格标志、监检标志；

(九)制造日期。

第一百四十三条 紧急切断阀产品必须附产品合格证和产品质量证明书,产品质量证明书除符合本规程第十八条的一般要求(适用的)外,还应当包括下列内容:

- (一)铭牌上的内容;
- (二)制造依据的标准;
- (三)检验报告;
- (四)其他的特殊要求。

第四节 安 装

第一百四十四条 安全阀安装时,应当满足《安全阀安全技术监察规程》的规定,并且符合以下要求:

(一)压力管道与安全阀之间的连接管和管件的通孔,其截面积不得小于安全阀的进口截面积,其接管应当短而直,安全阀入口管道的压力降小于安全阀设定压力的3%;

(二)安全阀出口管道设计需要考虑各种型式安全阀的背压限制规定,防止背压对安全阀开启性能和泄放量的影响;

(三)往复式压缩机排出管道上安装安全阀(爆破片装置)时,需要在紧靠压缩机处设置脉动阻尼器或者孔板,脉动阻尼器或者孔板至安全阀(爆破片装置)的直管段距离至少应当为10倍管道公称直径;

(四)安全阀入口、出口管道和支架的设计与安装需要考虑安全阀自重、泄放反作用力、热应力、机械应力、振动应力以及其他外部荷载的作用,安装时需要将应力减少至最低的程度;

(五)考虑低沸点液体(液化气等)降压闪蒸导致骤冷引起管道材料低温脆裂的作用;

(六)管道与安全阀(爆破片装置)之间一般不宜设置切断阀。

第一百四十五条 爆破片装置安装时,应当满足以下要求:

(一)爆破片装置的入口管短而直、管径不小于爆破片的公称直径;

(二)爆破片装置的出口管有足够的支撑,考虑破裂时的反作用力和振动,出口管的管径要保证管内流速不大于0.5马赫数;

(三)爆破片安装在相应的夹持器上,并且按照泄放侧箭头方向安装爆破片,安装时,爆破片保持清洁完好;

(四)爆破片装置单独使用时,爆破片装置的入口管需要设置全通径的切断阀,以便更换爆破片用,切断阀在全开启状态锁定或者铅封;

(五)爆破片装置与安全阀串联使用时,在爆破片与安全阀之间设置压力表或者压力开关,以及放空阀、过流阀或者报警指示器;

(六)安装爆破片时,采用扭矩扳手,按制造单位安装说明中的安装扭矩数据表,按对角线均匀紧固螺栓;

(七)未经制造单位同意,不得在爆破片两侧加装垫片、保护膜或者涂层。

第一百四十六条 阻火器安装时,应当满足下列要求:

(一)管端型放空阻火器的放空端安装防雨帽;

(二)工艺物料含有颗粒或者其他会使阻火元件堵塞的物质时,在阻火器进、出口安装压力表,监控阻火器的压力降;

(三)工艺物料含有水汽或者其他凝固点高于 0℃的蒸汽(如醋酸蒸汽等),有可能发生冻结的情况,阻火器设置防冻或者解冻措施,如电伴热、蒸汽盘管或者夹套和定期蒸汽吹扫等,对于水封型阻火器,可以采用连续流动水或者加防冻剂的方法防冻;

(四)阻火器不得靠近炉子和加热设备,除非阻火元件温度升高不会影响其阻火性能;

(五)单向阻火器安装时,阻火侧朝向潜在点火源。

第五节 检验和维修

第一百四十七条 安全保护装置实行定期检验制度,安全保护装置的定期检验按照压力管道定期检验等有关安全技术规范的规定进行。

第一百四十八条 进行安全阀在线检测和压力调整时,使用单位的管道安全管理人员应当到场确认。检测和调整合格的安全阀应当加铅封。检测和调整装置用压力表的量程应当为整定压力的 1.5~3.0 倍,精度应当不低于 1.0 级,而且压力表前不得装阻尼器。在检测和调整时,应当有可靠的安全防护措施。

第一百四十九条 安全阀有以下情况之一时,应当停止使用并且立即更换;

(一)选型错误,性能不符合要求;

(二)超过校验有效期或者铅封损坏;

(三)阀芯和阀座密封面损坏;

(四)导向零件、调节圈锈蚀严重;

(五)阀芯与阀座粘死或者弹簧严重腐蚀、生锈;

(六)附件不全;

(七)历史记录丢失。

第一百五十条 爆破片装置有以下情况之一时,应当立即更换:

- (一) 超过规定使用期限；
- (二) 标定爆破压力和工作温度不符合运行要求；
- (三) 超过最大泄放压力而未爆破。

第一百五十一条 管道用压力表、温度计以及其他仪器仪表的精度等级、量程、安装位置等应当符合有关安全技术规范及其相应标准的要求。

第八章 附 则

第一百五十二条 本规程由国家质检总局负责解释。

第一百五十三条 本规程自 2009 年 8 月 1 日施行。

附件 A

工业管道级别及其介质毒性程度、腐蚀性和火灾危险性划分

A1 工业管道级别划分

A1.1 GC1 级

符合下列条件之一的工业管道，为 GC1 级：

(1) 输送毒性程度为极度危害介质，高度危害气体介质和工作温度高于其标准沸点的高度危害的液体介质的管道；

(2) 输送火灾危险性为甲、乙类可燃气体或者甲类可燃液体（包括液化烃）的管道，并且设计压力大于或者等于 4.0MPa 的管道；

(3) 输送除前两项介质的流体介质并且设计压力大于或者等于 10.0MPa，或者设计压力大于或者等于 4.0MPa，并且设计温度高于或者等于 400℃ 的管道。

A1.2 GC2 级

除本附件 A1.3 规定的 GC3 级管道外，介质毒性程度、火灾危险性（可燃性）、设计压力和设计温度低于 A1.1 规定的 GC1 级的管道。

A1.3 GC3 级

输送无毒、非可燃流体介质，设计压力小于或者等于 1.0MPa，并且设计温度高于 -20℃ 但是不高于 185℃ 的管道。

A2 介质毒性程度、腐蚀性和火灾危险性划分

A2.1 一般规定

(1) 压力管道中介质毒性程度、腐蚀性和火灾危险性的划分应当以介质的“化学品安全技术说明书”（CSDS）为依据，按照本附件的划分原则确定；

(2) 介质同时具有毒性及火灾危险性时，应当按照毒性危害程度和火灾危险性的划分原则分别定级；

(3) 介质为混合物时，应当按照有毒化学品的组成比例及其急性毒性指标（ LD_{50} 、 LC_{50} ），采用加权平均法，获得混合物的急性毒性（ LD_{50} 、 LC_{50} ），然后按照毒性危害级别最高者，确定混合物的毒性危害级别。

A2.2 毒性危害程度

(1) 压力管道中介质毒性程度的分级应当符合 GB 5044—1985《职业性接触毒物危害程度分级》的规定，以急性毒性、急性中毒发病状况、慢性中毒患病状况、慢性中毒后果、致癌性和最高容许浓度等六项指标为基础的定级标准，见表 A-1 所示；

表 A-1 介质毒性危害程度分级依据

指 标		分 级		
		I (极度危害)	II (高度危害)	III (中度危害)
急性 毒性	吸入 LC_{50} , mg/m^3	< 200	200 ~ < 2000	2000 ~ \leq 20000
	经皮 LD_{50} , mg/kg	< 100	100 ~ < 500	500 ~ \leq 2500
	经口 LD_{50} , mg/kg	< 25	25 ~ < 500	500 ~ \leq 5000
急性中毒发病状况		生产中易发生中毒, 后果严重	生产中可发生中毒, 预后良好	偶可发生中毒
慢性中毒患病状况		患病率高 ($\geq 5\%$)	患病率较高 (< 5%) 或症状发生率高 ($\geq 20\%$)	偶有中毒病例发生或症状发生率较高 ($\geq 10\%$)
慢性中毒后果		脱离接触后, 继续进展或不能治愈	脱离接触后, 可基本治愈	脱离接触后, 可恢复, 不致严重后果
致 癌 性		人体致癌物	可疑人体致癌物	实验动物致癌物
最高容许浓度, mg/m^3		< 0.1	0.1 ~ < 1.0	1.0 ~ \leq 10

(2) 压力管道中介质的毒性危害程度包括极度危害、高度危害以及中度危害三个级别;

(3) 介质毒性危害程度的级别应当不低于以急性毒性和最高容许浓度两项指标分别确定的最高危害程度级别;

(4) 如果以急性中毒发病状况、慢性中毒患病状况、慢性中毒后果和致癌性四项指标确定的介质毒性危害程度明显高于按照 A2.2(3) 条确定的危害程度级别时, 应当根据压力管道具体工况, 综合分析, 全面权衡, 适当提高介质的毒性危害程度级别。

A2.3 腐蚀性

压力管道中的腐蚀性液体系指: 与皮肤接触, 在 4h 内出现可见坏死现象, 或 55℃ 时, 对 20 钢的腐蚀率大于 6.25mm/y(年) 的流体。

A2.4 火灾危险性

(1) 压力管道中介质的火灾危险性包括 GB 50160—2008《石油化工企业设计防火规范》及 GB 50016—2006《建筑设计防火规范》中规定的甲、乙类可燃气体、液化烃和甲、乙类可燃液体, 工作温度超过其闪点的丙类可燃液体, 应当视为乙类可燃液体;

(2) 国家安全生产监督管理总局颁布的《危险化学品名录》中的第 1 类爆炸品、

第 2 类第 2 项易燃气体、第 4 类易燃固体、自燃物品和遇湿易燃物品以及第 5 类氧化剂和有机过氧化物，应当根据其爆炸或者燃烧危险性、闪点和介质的状态(气体、液体)视为甲、乙类可燃气体、液化烃或者甲、乙类可燃液体；

(3) 甲类可燃气体指可燃气体与空气混合物的爆炸下限小于 10% (体积)；乙类可燃气体指可燃气体与空气混合物的爆炸下限大于或者等于 10% (体积)，液化烃指 15℃ 时的蒸气压力大于 0.1MPa 的烃类液体和类似液体，甲类可燃液体指闪点小于 28℃ 的可燃液体，乙类可燃液体指闪点高于或者等于 28℃，但小于 60℃ 的可燃液体，工作温度超过闪点的丙类可燃液体(闪点高于或者等于 60℃)，应当视为乙类可燃液体。

附件 B

压力管道元件产品合格证

制造单位：

制造许可证编号：

订货单位			
合同编号		产品品种	
产品名称		产品编号	
产品批号/数量	/	产品图号	
适用介质		温度范围	℃ ~ ℃
耐压试验压力	MPa	制造日期	
设计单位			

本产品在生产过程中经过检验，符合《压力管道安全技术监察规程》、(相关技术标准)、设计图样和订货合同的技术要求。

检验员：

质量保证工程师：

(产品质量检验专用章)

年 月 日

(注 B：本附件作为参考格式，制造根据产品的具体情况，可以调整，没有耐压试验和设计文件等，其耐压试验压力和设计单位等可不编制。本注不印制。)

二、管道材料等级表

(一)管子及管件

公称压力 (MPa)		介质					管道等级	
设计温度/ 设计温度 范围(°C)	工艺 介质	压力 (MPa)					版次	
		温度(°C)					特殊 要求	
支管 连接表		编制:	日期:	审核:	日期:			
腐蚀裕量 (mm)		校核:	日期:	审定:	日期:			
名称	公称直径	材料	制造	端面	壁厚 (mm)	标准号	备注	版次

注 C：制造栏填写制造方法，包括无缝、对焊、锻制。

(二)管道连接件

名称	公称直径	材料	等级	型式及端面	壁厚	标准号	备注	版次

(三)阀门

名称	公称直径	材料	阀芯	压力等级	端部	型式	阀号	标准号	备注

共 页 第 页

二、压力管道安装汇总表

证明书编号：

交工单元名称：									交工单元编号：							
管线号	管道级别	设计压力 (MPa)	设计温度 (°C)	输送介质	管道材质	管道规格 (mm)	管道长度 (m)	铺设方式	焊口数量	检测方法/比例 (%)	耐压试验介质	压力试验压力 (MPa)	泄漏试验压力 (MPa)	吹洗方法	防腐方式	保温(绝热)方式

填表：

日期：

审核：

日期：

共 页 第 页

附件 E

安全泄放装置的计算

E1 独立压力系统的安全泄放量计算

E1.1 基本要求

当中间无阀门关断的管道系统与相连的几个设备(容器)一起作为一个独立的被保护压力系统,用一个或者几个设置在容器上或者管道上的安全泄放装置作保护时,其安全泄放量采用压力容器安全泄放量的计算方法,但是应当将管道系统和相连接的容器都包括在内。

单纯管道系统的超压主要发生在充满液体的封闭管道系统中,液体受热膨胀可能发生超压。如果安全泄放装置设定压力(或者最大标定爆破压力)大于液体蒸汽压,则安全泄放量按液体热膨胀计算,反之按液体汽化计算。

E1.2 压缩气体和蒸汽的安全泄放量

(1)蒸汽发生器等产生蒸汽换热设备的系统安全泄放量,按公式 E-1 计算;

$$W_s = \frac{H}{q} \quad (\text{E-1})$$

(2)压缩气体系统的安全泄放量,按公式 E-2 计算。

$$W_s = 2.83 \times 10^{-3} \rho_g v d^2 \quad (\text{E-2})$$

式中:

W_s —— 系统的安全泄放量, kg/h;

H —— 最大输入热量, kJ/h;

q —— 在泄放压力下,液体汽化潜热, kJ/kg;

ρ_g —— 泄放压力下气体的密度, kg/m³;

v —— 进口管最大气体流速, m/s;

d —— 进料管内径, mm。

注 E-1: 各公式的符号及其含义相同的不再重复说明。

E1.3 液化气体容器和管道系统安全泄放量

E1.3.1 可燃液化气体或者位于有可能发生火灾的环境下工作的非可燃液化气体

(1)无绝热保温层时,安全泄放量按照公式 E-3 计算;

$$W_s = \frac{2.55 \times 10^5 F A_t^{0.82}}{q} \quad (\text{E-3})$$

(2)有完善的绝热保温层时,安全泄放量按照公式 E-4 计算。

$$W_s = \frac{2.61 (650-t)\lambda \cdot A_r^{0.82}}{\delta \cdot q} \quad (\text{E-4})$$

式中：

F —— 系数，其中：

- (1) 地面以下用沙土覆盖时， $F = 0.3$ ；
- (2) 地面上时， $F = 1.0$ ；
- (3) 在大于 $10\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{min}$ 喷淋装置下时， $F = 0.6$ ；

A_r —— 容器及管道受热面积， m^2 ；

λ —— 常温下绝热材料的导热系数， $\text{kJ}/\text{m} \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$ ；

t —— 泄放压力下介质的饱和温度， K ；

δ —— 保温层厚度， m 。

E1.3.2 非易燃液化气体在无火灾危险的环境下工作时的安全泄放量
根据有、无保温层计算，不小于公式 E-3 或者 E-4 计算值的 30%。

E1.4 因化学反应而导致超压者的安全泄放量

按化学反应可能生成的最大气量、反应所需的时间或者压力上升速度确定。

E1.5 充满液体的封闭管道系统中液体受热膨胀的安全泄放量

在受热后，液体的饱和蒸汽压小于安全泄放装置设定压力时(或者最大标定爆破压力)，按照公式 E-5 计算。

$$V_s = 0.003605 \frac{\alpha \cdot H}{S.G \cdot C_{pl}} \quad (\text{E-5})$$

式中：

V_s —— 液体安全泄放量， m^3/h ；

α —— 液体的体积膨胀系数， $1/^\circ\text{C}$ ，可查表 E-2；

$S.G$ —— 液体的比重；

C_{pl} —— 液体定压热容； $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ 。

E1.6 充满液体封闭管道系统中液体受热汽化的安全泄放量

受热后，液体饱和蒸汽压大于安全泄放装置设定压力(或者最大标定爆破压力)时，按公式 E-6 计算。

$$W_s = \frac{H}{q} \quad (\text{E-6})$$

E1.7 其他超压工况的安全泄放量计算

可参照 SY/T 10043—2002 《泄压和减压系统指南》、SY/T 10044—2002 《炼油厂压力泄放装置的尺寸确定、选择和安装的推荐作法》和 HG/T 20570.2—1995 《安装阀的设置和选用》等进行计算。

E2 安全阀的最小泄放面积计算

E2.1 气体

(1) 临界条件, $\frac{p_o}{p_d} \leq \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k}{k-1}}$, 按照公式 E-7 计算;

$$A = \frac{W_s}{0.076CKP_d \sqrt{\frac{M}{ZT}}} \quad (\text{E-7})$$

(2) 亚临界条件, $\frac{p_o}{p_d} > \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k}{k-1}}$, 按照公式 E-8 计算。

$$A = \frac{W_s}{55.84Kp_d \sqrt{\frac{M}{ZT}} \sqrt{\frac{k}{k-1} \left[\left(\frac{p_o}{p_b}\right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{p_o}{p_b}\right)^{\frac{k+1}{k}} \right]}} \quad (\text{E-8})$$

式中:

A —— 安全阀或者爆破片装置的最小泄放面积(与安全阀最小流道直径或者阀座内径关系), mm^2 ; 其中:

(1) 全启式安全阀(即 $h \geq \frac{1}{4}d_t$), $A = \frac{\pi}{4}d_t^2$;

(2) 微启式安全阀(即 $h < \frac{1}{20}d_t$), 平面型密封面 $A = \pi d_v h$, 锥面型密封面

$$A = \pi d_v h \sin \phi;$$

h —— 安全阀的阀瓣开启高度, mm ;

d_t —— 安全阀最小流道直径(阀座喉部直径), mm ;

d_v —— 安全阀阀座口径, mm ;

ϕ —— 锥型密封面的半锥角, ($^\circ$);

p_o —— 安全阀(焊破片装置)出口侧压力, MPa (绝压);

p_d —— 安全阀的最大泄放压力, MPa (绝压);

k —— 气体绝热指数;

K —— 安全阀的额定泄放系数, K 取 0.9 倍泄放系数(泄放系数与阀的结构有关, 应根据实验数据确定, 由安全阀制造厂提供), 无参考数据时, 可按下述规定选取:

(1) 全启式安全阀, $K=0.60 \sim 0.70$;

(2) 带调节圈的微启式安全阀, $K=0.40 \sim 0.50$;

(3) 不带调节圈的微启式安全阀, $K=0.25 \sim 0.35$;

M —— 气体的摩尔质量, kg/kmol ;

C —— 为气体特性系数, 可查表 E-1 或者按式 E-9 求取;

$$C = 520 \sqrt{k \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k+1}{k-1}}} \quad (\text{E-9})$$

T —— 泄放的气体温度, K ;

Z —— 在泄放压力及温度下, 气体的压缩系数。

E2.2 液体

按照公式 E-10 计算。

$$A = \frac{V_s}{5.1K} \sqrt{\frac{\rho_l}{p_d - p_o}} \quad (\text{E-10})$$

式中:

ρ_l —— 安全阀或者爆破片装置入口侧温度下的液体密度, kg/m^3 。

E2.3 饱和蒸汽

饱和蒸汽中蒸汽含量不小于 98%, 最大过热度为 10°C 。

(1) 当 $p_d \leq 10\text{MPa}$ 时, 按照公式 E-11 计算;

$$A = \frac{W_s}{5.25Kp_d} \quad (\text{E-11})$$

(2) 当 $10\text{MPa} < p_d \leq 22\text{MPa}$ 时, 按照公式 E-12 计算。

$$A = \frac{W_s}{5.25Kp_d \left(\frac{190.6p_d - 6895}{229.2p_d - 7315} \right)} \quad (\text{E-12})$$

E3 爆破片装置的最小泄放面积计算

E3.1 气体

(1) 临界条件, $\frac{p_o}{p_b} \leq \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k}{k-1}}$, 按照公式 E-13 计算;

$$A = \frac{W_s}{0.076CK'p_b \sqrt{\frac{M}{ZT}}} \quad (\text{E-13})$$

(1) 亚临界条件, $\frac{p_o}{p_b} > \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k}{k-1}}$, 按照公式 E-14 计算。

$$A = \frac{W_s}{55.84K'p_b \sqrt{\frac{M}{ZT}} \sqrt{\frac{k}{k-1} \left[\left(\frac{p_o}{p_b} \right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{p_o}{p_b} \right)^{\frac{k+1}{k}} \right]}} \quad (\text{E-14})$$

式中:

K' —— 爆破片的额定泄放系数, 与爆破片装置入口管道形状有关, 对于气体 K'

如图 E-1 所示或者实测值，对于液体取 $K'=1$ 或者实测值；

p_b —— 爆破片的最大标定爆破压力，MPa(绝压)。

E3.2 液体

按照公式 E-15 计算。

$$A = \frac{V_s}{5.1K'\xi} \sqrt{\frac{\rho_l}{p_b - p_0}} \quad (\text{E-15})$$

式中：

ξ —— 液体动力粘度的校正系数，根据雷诺数 $Re = \frac{0.3234W_s}{\mu\sqrt{A}}$ 由图 E-2 查取，

当液体粘度小于或者等于水的粘度时，取 $\xi = 1$ ；

μ —— 液体的动力粘度，kg/(m·s)。

E3.3 饱和蒸汽

饱和蒸汽中蒸汽含量不小于 98%，最大过热度为 10℃。

(1) 当 $p_b \leq 10\text{MPa}$ 时，按照公式 E-16 计算；

$$A = \frac{W_s}{5.25K'p_b} \quad (\text{E-16})$$

(2) 当 $10\text{MPa} < p_b \leq 22\text{MPa}$ 时，按照公式 E-17 计算。

$$A = \frac{W_s}{5.25K'p_b \left(\frac{190.6p_b - 6895}{229.2p_b - 7315} \right)} \quad (\text{E-17})$$

E4 爆破片厚度

爆破片厚度由具有爆破片装置制造许可证的单位负责计算确定。

爆破片入口管道形状与用于气体的爆破片额定泄放系数的确定见图 E-1。

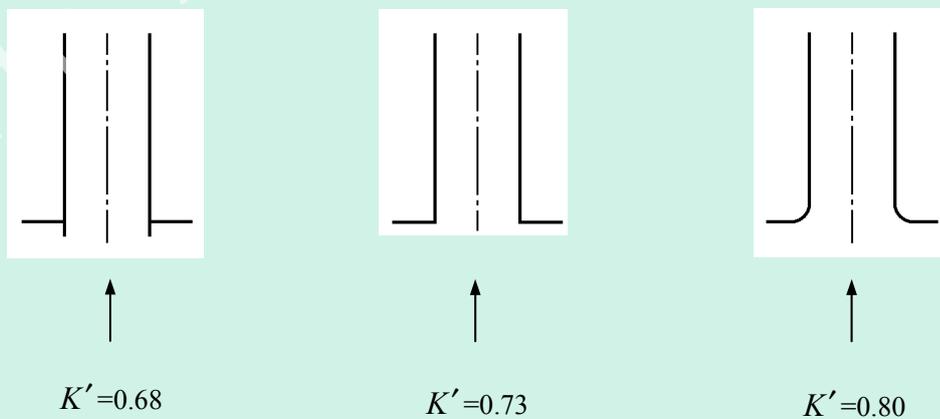


图 E-1 爆破片入口管道形状与用于气体的爆破片额定泄放系数 K'

表 E-1 不同 k 值时的气体特性系数 C 值

k	C	k	C	k	C	k	C
1.00	315	1.20	337	1.40	356	1.60	372
1.02	318	1.22	339	1.42	358	1.62	374
1.04	320	1.24	341	1.44	359	1.64	376
1.06	322	1.26	343	1.46	361	1.66	377
1.08	324	1.28	345	1.48	363	1.68	379
1.10	327	1.30	347	1.50	364	1.70	380
1.12	329	1.32	349	1.52	366	2.00	400
1.14	331	1.34	351	1.54	368	2.20	412
1.16	333	1.36	352	1.56	369	—	—
1.18	335	1.38	354	1.58	371	—	—

表 E-2 20℃的液体体积膨胀系数

液 体	体积膨胀系数 (L/°C)	液 体	体积膨胀系数 (L/°C)
水	0.00207	丙酮	0.00149
硫酸水溶液, 100%	0.000558	乙二醇	0.000638
硫酸水溶液, 10.9%	0.000387	丙三醇(甘油)	0.000505
硫酸水溶液, 5.4%	0.000311	乙酸甲酯	0.00143
硫酸水溶液, 1.4%	0.000234	乙酸乙酯	0.00139
盐酸水溶液, 33.2%	0.000455	苯	0.00124
盐酸水溶液, 4.2%	0.000239	甲苯	0.00109
盐酸水溶液, 1.0%	0.000211	苯酚	0.00109
氯化钠水溶液, 26.0%	0.000440	苯胺	0.000858
氯化钠水溶液, 20.6%	0.000414	对二甲苯	0.00101
硫酸钠水溶液, 24%	0.000410	间二甲苯	0.00099
硫酸钠水溶液, 1.9%	0.000235	邻二甲苯	0.00097
氯化钾水溶液, 24.3%	0.000353	油品, °API 3 ~ 35	0.00072(注E-2)
氯化钙水溶液, 40.9%	0.000458	油品, °API 35 ~ 51	0.00090(注E-2)
氯化钙水溶液, 6.0%	0.000250	油品, °API 51 ~ 64	0.00108(注E-2)
二硫化碳	0.00122	油品, °API 64 ~ 79	0.00126(注E-2)
四氯化碳	0.00124	油品, °API 79 ~ 89	0.00144(注E-2)
三氯甲烷(氯仿)	0.00127	油品, °API 89 ~ 94	0.00153(注E-2)
甲醇	0.00120	油品, °API ≥94 ~ 100	0.00162(注E-2)
乙醇	0.00112	—	—
甲酸	0.00103	—	—
乙酸	0.00107	—	—
乙醚	0.00166	—	—

注 E-2: 15.6℃的体积膨胀系数。

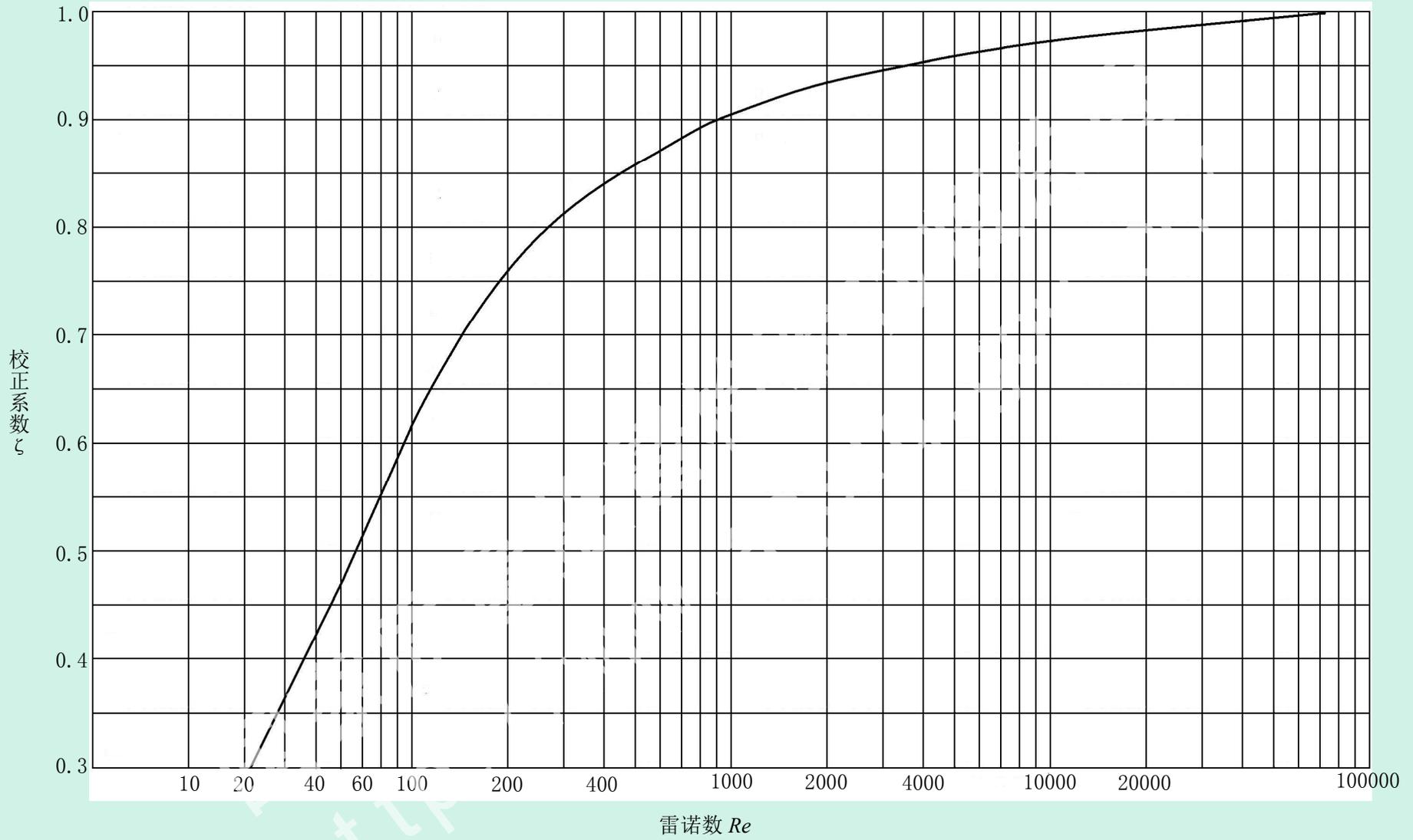


图 E-2 液体动力粘度校正系数 ζ