



教育部高职高专规划教材

工业管道工程

◎ 于宗保 主编



化学工业出版社
教材出版中心

教育部高职高专规划教材

工业管道工程

于宗保 主编



化学工业出版社
教材出版中心

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

工业管道工程/于宗保主编. —北京: 化学工业出版社, 2005. 2

教育部高职高专规划教材

ISBN 7-5025-5720-2

I. 工… II. 于… III. 管道工程-高等学校: 技术学院-教材 IV. TU81

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 137189 号

教育部高职高专规划教材

工业管道工程

于宗保 主编

责任编辑: 高钰

文字编辑: 宋薇

责任校对: 李丽 于志岩

封面设计: 潘峰

*

化学工业出版社 出版发行
教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 20 字数 488 千字

2005 年 2 月第 1 版 2005 年 2 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-5720-2/G · 1490

定 价: 32.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

出版说明

高职高专教材建设工作是整个高职高专教学工作中的重要组成部分。改革开放以来,在各级教育行政部门、有关学校和出版社的共同努力下,各地先后出版了一些高职高专教育教材。但从整体上看,具有高职高专教育特色的教材极其匮乏,不少院校尚在借用本科或中专教材,教材建设落后于高职高专教育的发展需要。为此,1999年教育部组织制定了《高职高专教育专门课课程基本要求》(以下简称《基本要求》)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(以下简称《培养规格》),通过推荐、招标及遴选,组织了一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师,成立了“教育部高职高专规划教材”编写队伍,并在有关出版社的积极配合下,推出一批“教育部高职高专规划教材”。

“教育部高职高专规划教材”计划出版500种,用5年左右时间完成。这500种教材中,专门课(专业基础课、专业理论与专业能力课)教材将占很高的比例。专门课教材建设在很大程度上影响着高职高专教学质量。专门课教材是按照《培养规格》的要求,在对有关专业的人才培养模式和教学内容体系改革进行充分调查研究和论证的基础上,充分吸取高职、高专和成人高等学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验和教学成果编写而成的。这套教材充分体现了高等职业教育的应用特色和能力本位,调整了新世纪人才必须具备的文化基础和技术基础,突出了人才的创新素质和创新能力的培养。在有关课程开发委员会组织下,专门课教材建设得到了举办高职高专教育的广大院校的积极支持。我们计划先用2~3年的时间,在继承原有高职高专和成人高等学校教材建设成果的基础上,充分汲取近几年来各类学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验,解决新形势下高职高专教育教材的有无问题;然后再用2~3年的时间,在《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,通过研究、改革和建设,推出一大批教育部高职高专规划教材,从而形成优化配套的高职高专教育教材体系。

本套教材适用于各级各类举办高职高专教育的院校使用。希望各用书学校积极选用这批经过系统论证、严格审查、正式出版的规划教材,并组织本校教师以对事业的责任感对教材教学开展研究工作,不断推动规划教材建设工作的发展与提高。

教育部高等教育司

2001年4月3日

前 言

管道是用来输送流体（介质）的一种设备。管道工程按其服务的对象不同，大体可分为两类，一类是在工业生产中输送介质的管道，称为工业管道；另一类是为改变人们的劳动、工作和生活环境及条件而输送介质的管道，主要指水暖管道，又称为卫生工程管道。本书主要介绍前者，即工业管道工程。

在石油、化工、轻工、食品、制药、冶金、电力等工业生产中，特别是在石油化工装置中，管道纵横交错，犹如人体中的血管，起着举足轻重的作用。如何使这些工业管道既能安全运行，又能满足生产工艺要求；低能耗、无污染地实现工艺生产过程是 21 世纪工业生产发展的主要目标。这就对工业生产系统的工艺管道设计、安装和检修提出新的更高要求，对从事管道工程专业人员提出了挑战。本书编写的指导思想及目的也在于此。

工业管道工程是一门涉及多学科综合性的技术。本书从工业管道常用材料、管道及组成件、阀门、管径的确定等基础知识入手，依次讲述管道布置图、热力管道、管道的预制加工、管架及防腐保温等专业知识，最后重点介绍工业管道的安装施工技术、方法、规定、原则和规范等专业知识。在作者总结二十余年本专业教学实践经验的基础上，参阅国内外有关书籍文献，消化吸收、去粗取精，本书中尽量采用最新标准和技术规范，从典型的工程实例出发，注重理论与实践相结合。考虑到我国援外工程和引进工程日益增多，本书编写了国际上常用的单管管段配管图、中英文对照的管道工程配管常用术语、配管工程常用英文缩写词；随着计算机技术在工艺管道设计安装中的应用，本书简介了配管设计 CAD 这一具有现代性和实用性的内容。

本书为高职高专工业设备安装技术、机械及安装检测技术、工业管道安装和过程装备与控制工程等专业的专业课教材，也可作为从事管道安装施工工程技术人员、中高级技术工人培训教材和参考书。

本书编写的人员及分工如下：第一章、第五章、第九章、附录由于宗保副教授编写；第二章、第七章由彭十一高级工程师编写；第三章由郑桂花高级工程师编写；第四章、第六章、第八章由孔令地讲师编写；第十章由尤峥副教授编写；第十一章由汪正俊副教授编写。全书由于宗保主编，孔令地副主编。

本书由上海欣鼎安装工程有限公司总经理张海舟高级工程师担任主审，编写及统稿中得到尤峥副教授和于长江硕士的大力协助。对此表示衷心感谢。

本书编写过程中，参阅了大量书籍、手册，也得到了参编院校的大力支持，在此谨向他们致以诚挚的谢意。由于编者水平所限，加之时间仓促，书中难免有不妥之处，诚望专家、同仁和广大读者批评指正。

编 者

2004 年 11 月

内 容 提 要

本书内容上体现高等职业教育的特点，基础理论以“必须”和“够用”为度，突出实用性，注意对学生能力的培养。

全书共十一章，主要内容包括：管道工程材料、管道及组成件、阀门及其安装、管径和管道压力降、管道布置图、热力管道、管道预制、管架、管道工程安装、管道的防腐与保温、配管设计 CAD 简介等。

本书可作为石油、化工、轻工、食品、制药、冶金、电力等行业从事管道工程相关专业的学生和工程技术人员、技术工人等的培训教材和参考书。

目 录

第一章 管道工程材料	1
第一节 管道工程材料的性能	1
一、力学性能	1
二、物理性能和化学性能	2
三、加工工艺性能	3
第二节 常用金属管材及选择	3
一、碳钢管材	3
二、铸铁管材	6
三、非铁金属管材	7
第三节 非金属管材	8
思考题及习题	10
第二章 管道及组成件	11
第一节 管道(路)的组成及分类	11
一、管路的组成	11
二、管道的分类	11
第二节 管道及组成件的标准化	14
一、公称直径	14
二、公称压力	15
三、公称压力、工作温度和工作压力的关系	15
第三节 管道的连接	17
一、螺纹连接	18
二、承插连接	18
三、法兰连接	19
四、焊接连接	20
第四节 管道组成件	20
一、常用管件	20
二、常用管路附件	23
第五节 法兰及法兰盖	26
一、法兰的受力分析	26
二、法兰密封面的形式	28
三、钢管法兰的种类	29
四、法兰盖	30
第六节 法兰紧固件及垫片的选用	31
一、法兰紧固件的选用	31

二、法兰垫片的选用	32
思考题及习题	33
第三章 阀门及其安装	35
第一节 阀门的分类	35
第二节 常用的他动阀门	36
一、闸阀	36
二、截止阀	37
三、节流阀	37
四、旋塞阀	38
五、球阀	38
六、蝶阀	38
七、隔膜阀	39
八、衬里阀	39
九、非金属阀门	39
第三节 常用的自动阀门	40
一、止回阀	40
二、减压阀	40
三、安全阀	42
四、疏水阀	43
第四节 阀门型号	44
第五节 阀门的安装	46
一、阀门安装的一般规定	46
二、阀门的安装	47
思考题及习题	49
第四章 管径和管道压力降	50
第一节 管径的确定	50
一、公式计算法	50
二、查图(表)法	51
第二节 管道压力降计算	53
思考题及习题	59
第五章 管道布置图	60
第一节 管道布置图绘制的内容及表示方法	60
一、绘制管道布置图的一般要求	60
二、管道布置图的内容及表示方法	62
三、管道、设备图线符号及图例	67
第二节 管道及管道组成件的绘制	73
一、管子的单、双线图	73
二、弯头的单、双线图	74
三、三通的单、双线图	75
四、四通的单、双线图	76

五、异径管单、双线图	76
六、阀门的画法	76
七、管子的积聚	77
八、管子的重叠	78
九、管子的交叉	80
第三节 管道三视图的识读	81
一、识读的步骤和方法	81
二、补管道第三视图	82
第四节 单管管段图的绘制	82
一、单管管段图绘制的一般要求	82
二、单管管段图的内容及表示方法	83
第五节 管道施工图的识读	89
一、管道施工图的特点	89
二、看图方法	90
三、看图的顺序及内容	90
四、识读方法和举例	91
思考题及习题	94
第六章 热力管道	97
第一节 管道的热胀	97
一、热应力的基本概念及产生原因	97
二、管系的热胀量和热胀方向	97
三、管系沿坐标轴 X、Y、Z 方向上的热胀量	99
第二节 管道热补偿	100
一、补偿值的计算	100
二、管道热补偿	101
第三节 管道弹性判别方法简介	103
一、ANSI 弹性自补偿判断式	103
二、Mitchell 简易弹性分析法	105
第四节 管道应力验算	109
一、应力的分类	109
二、应力验算的目的	110
三、管道应力计算结果应符合的条件	110
第五节 管道热补偿安装设计的注意事项	112
一、管系热胀（含端点位移）的处理原则	112
二、布置塔的配管	113
三、需要考虑热胀的管道	115
四、必须使用非弯管补偿器的管系	115
五、在管架、支架、管墩处敷设的管道	115
六、固定点的选择	115
第六节 补偿器的安装	116

第七节 热力管道布置的原则和方式	118
一、热力管道布置的原则	118
二、热力管道的安装布置方式	119
第八节 热力管道安装	120
思考题及习题	122
第七章 管道预制	123
第一节 管道预制加工基础知识	124
一、预制加工前的准备工作	124
二、管材的检验	124
第二节 展开与下料	126
一、平行线展开法	126
二、放射线展开法	129
三、三角形展开法	132
四、简易下料	133
五、壁厚处理	136
第三节 管子的调直与校圆	138
一、管子的调直	138
二、管子校圆	139
第四节 管子的切割	140
一、锯割	140
二、管刀切割	140
三、氧气切割	141
四、磨切	141
五、錾切	141
六、等离子切割	142
七、管材切割的质量标准及检查	142
第五节 管子的弯曲	142
一、管子弯曲时的变形特点	142
二、弯曲半径的选择	143
三、管道弯曲后应满足的要求	144
四、弯管方法	144
第六节 管子端部加工与修整	149
第七节 管道的组对	151
一、管子的组对	151
二、法兰的组对	153
三、管件的组对	154
四、管子与弯头的组对	155
五、管段的组对	155
思考题及习题	156
第八章 管架	158

第一节 管道支吊架的选型	158
一、管架的种类	158
二、支吊架的选择	161
第二节 刚性支吊架的计算	161
一、管架垂直荷重的计算	161
二、管架水平推力的计算	163
三、悬臂和三角支架计算	164
第三节 弹簧支吊架的计算和选用	167
一、管道垂直位移量的计算	167
二、弹簧的选择	169
三、弹簧的计算	170
第四节 厂区间管架	171
第五节 管架跨度和位置的确定	173
一、管道最大允许跨度计算	173
二、确定管道支吊架位置的要点	174
第六节 支吊架的安装	174
一、安装的一般要求	174
二、支架定位的方法	175
三、常用支架的安装	175
思考题及习题	176
第九章 管道工程安装	177
第一节 安装施工前期准备工作	177
一、安装施工的准备	177
二、管道测绘	179
第二节 管道布置及安装的一般规定	185
一、管道布置规定	185
二、管道安装一般规定	185
第三节 管道敷设方式	186
一、明装	186
二、暗装	187
第四节 生产系统单元配管	188
一、塔、容器和泵的配管	188
二、排放、取样和吹洗点的配管	192
三、双阀设置与静电防止	195
第五节 辅助系统管道安装	197
一、压缩空气管道的安装	197
二、燃气管道的安装	199
三、工业用水管道安装	205
第六节 仪表安装	206
一、孔板流量计的安装	206

二、转子流量计的安装·····	208
三、靶式流量计的安装·····	209
四、腰轮流量计的安装·····	210
五、压力测量仪表的安装·····	211
六、温度测量仪表的安装要求·····	213
七、调节阀的安装位置·····	214
第七节 高压管道安装·····	215
第八节 管道压力试验·····	217
一、压力试验一般规定·····	217
二、压力试验前应具备的条件·····	218
三、液压试验规定·····	218
四、气压试验规定·····	219
第九节 管道工程吹扫与清洗·····	220
第十节 管道工程交工验收·····	222
一、中间验收·····	222
二、竣工验收·····	222
三、竣工技术文件·····	223
思考题及习题·····	223
第十章 管道的防腐与保温·····	225
第一节 管道防腐技术·····	225
一、概论·····	225
二、管道防腐蚀常用涂料·····	227
三、管道防腐蚀技术·····	234
第二节 管道的隔热·····	244
一、概述·····	244
二、常用隔热材料·····	244
三、隔热设计的基本原则·····	248
四、隔热结构·····	249
五、隔热材料的选择·····	252
六、保温层厚度的确定·····	255
七、保冷计算·····	256
八、隔热层施工技术·····	256
九、管道表面色与标志·····	265
思考题及习题·····	267
第十一章 配管设计 CAD 简介·····	268
第一节 概述·····	268
一、CAD 技术发展简史·····	268
二、AutoCAD 发展概况·····	269
三、AutoCAD 2004 的基本功能·····	269
第二节 AutoCAD 的基本绘图与编辑命令·····	270

一、直线段 (Line)	270
二、圆 (Circle)	271
三、文字输入 (Dtext 或 Mtext)	271
四、尺寸标注	272
五、图形实体的编辑	275
第三节 块的定义与插入	276
一、块的概念	276
二、块的定义 (Block)	276
三、块的插入 (Insert)	278
四、块存盘命令 (Wblock)	279
第四节 管件图库的建立	280
第五节 配管图的绘制	280
一、绘图前的准备	280
二、绘图步骤	282
附录一 工业管道工程术语	284
附录二 石油化工企业配管工程常用缩写词 (SH/T 3902—93)	297
参考文献	305

第一章 管道工程材料

工业管道材料总的可分为金属材料和非金属材料两大类，其中金属材料又可分为钢铁材料和非铁金属材料。

第一节 管道工程材料的性能

工业管道及其组成件所用的材料品种繁多。不少工业管道特别是石油化工装置中管道的操作条件多为高温高压状态，管内的介质也多为可燃、易爆介质，且有氢腐蚀和应力腐蚀等较为复杂的问题。因此，正确选择管道及其组成件的材料对安全运行是至关重要的。

在选择管道工程材料时，主要考虑材料的力学性能、物理性能、化学性能和加工工艺性能等。

一、力学性能

力学性能中主要包括强度指标、塑性指标和高温性能等。

(一) 强度指标

强度指标是衡量金属材料性能的主要指标之一，它包括以下内容。

1. 屈服极限（屈服点）

金属在拉伸试验中，在施加荷载的初期阶段为弹性变形，应变与应力成正比，服从虎克定律。荷载不再增加，而试样仍继续变形的现象，称为材料的屈服。材料开始发生屈服现象时的应力，即开始发生塑性变形的应力，称为屈服点或屈服极限，通常用符号 σ_s 表示。

2. 屈服强度

塑性良好、强度较低的金属材料，在拉伸试验中，有明显的屈服点。塑性较差的高强材料屈服点不明显。为了区分材料弹性变形阶段和塑性变形阶段的界限，取试样产生 0.2% 的塑性变形所对应的应力为屈服极限。工程上常称为屈服强度，用符号 $\sigma_{0.2}$ 表示。

3. 抗拉强度

塑性良好的金属材料在拉伸试验中，当超过屈服极限后为塑性变形。随着荷载的增加，应力也增加，达到最大值以后，应力又下降而断裂。后期应力下降与拉伸试验中材料的断面收缩率有关。塑性较差的材料，在拉伸试验的塑性阶段，应力达到最大值后即断裂。断面收缩率小，无应力下降现象。材料在断裂前所能承受的最大应力值，即为材料的抗拉强度，通常用符号 σ_b 表示。

(二) 塑性指标

材料的塑性指标包括以下内容。

1. 延伸率

金属在拉伸试验中, 试样在断裂时, 产生塑性变形的百分比, 即试样增加的长度与原有长度的比值称为延伸率。一般试样的原始长度为其直径的 5~10 倍, 原始长度为 5 倍直径的试样, 延伸率用符号 δ_5 表示; 原始长度为 10 倍直径的试样, 延伸率用符号 δ_{10} 表示。

2. 断面收缩率

金属在拉伸试验中, 试样在断裂处, 断面积缩小值与原有断面面积的百分比称为断面收缩率, 通常用符号 ψ 表示。

3. 冲击功 (冲击韧性)

冲击功是对金属强度和塑性的综合反映, 是反映材料的抗冲击能力。脆性材料的冲击功很低, 不仅强度高而且韧性好的材料才能有较高的冲击功。它是衡量压力管道材料的重要指标。冲击功是通过冲击试验求得的。冲击试样的断面尺寸为 $10\text{mm} \times 10\text{mm}$, 用摆锤进行冲击, 消耗在试样上的功为冲击功, 单位为焦耳, 通常用符号 A_k 表示。

4. 硬度

硬度是衡量金属材料对局部塑性变形的抵抗能力和耐磨性的指标, 是材料弹性、强度和塑性的综合反映。根据试验方法的不同, 分为布氏硬度 (HB)、洛氏硬度 (HRA、HRB、HRC)、维氏硬度 (HV) 和肖氏硬度 (HS) 等多种。根据经验, 布氏硬度与抗拉强度有下列近似关系: 对轧制、正火的低碳钢, $\sigma_b = 0.36\text{HB}$; 对轧制、正火的中碳钢和低合金钢, $\sigma_b = 0.35\text{HB}$; 对硬度为 $250 \sim 400\text{HB}$ 、经热处理的合金钢, $\sigma_b = 0.33\text{HB}$ 。

(三) 高温性能

金属材料的高温性能包括在不同温度下的强度指标、蠕变极限和持久强度。在不同温度下的许应用力和强度指标, 可参见有关手册。对蠕变极限和持久强度解释如下。

1. 蠕变极限

金属材料在较高温度下受到恒应力的作用, 即使应力小于屈服极限, 随着时间的延长而缓慢产生塑性变形的现象称为蠕变。蠕变极限是材料在高温下长期受载荷作用抵抗塑性变形能力的指标, 是材料在规定温度下和规定的试验时间内使试样产生规定蠕变伸长量的应力值。压力容器、压力管道一般取在规定温度下 100000h 伸长 1% 时的应力作为许用应力, 可用 $\sigma_{t100000}$ 表示。

2. 持久强度

金属材料在较高温度下受到恒定应力的作用, 在一定时间内断裂时的应力, 称为材料的持久强度。压力容器、压力管道一般取在设计温度下, 100000h 断裂的平均应力除以安全系数 1.5 作为许用应力。

二、物理性能和化学性能

金属材料的物理性能主要有密度、线膨胀系数和热导率等。密度用以计算质量; 线膨胀系数用以计算管道的膨胀量; 热导率可计算传热。有关数据可查阅有关手册。

金属材料的化学性能主要包括抗氧化性能和耐腐蚀性能。在石油化工装置中, 由于介质多种多样, 在材料选择中应注意腐蚀问题。可能遇到的腐蚀问题有氢腐蚀、硫腐蚀、应力腐蚀、晶间腐蚀等。要求材料在工作介质中具有足够的耐腐蚀性。

三、加工工艺性能

金属材料的加工工艺性能包括铸造性能、锻造性能、切削加工性能、热冷加工性能、热处理性能和焊接性能等。对管道及其组成件而言，焊接性能很重要。焊接性能表现在两个方面，一是焊接接头产生缺陷的倾向，即出现各种裂纹的可能性。二是焊接接头在使用中的可靠性。确定焊接性能的方法是焊接工艺评定，即将被焊接的工件加工一定形状的焊口，按一定的工艺进行焊接，然后鉴定出现缺陷的倾向和程度，鉴定接头能否满足使用性能的要求。还可根据钢的碳当量对碳钢和低合金结构钢进行焊接性能的估计。

根据经验，碳当量小于 0.4% 时，淬硬的倾向不明显，焊接性能良好。碳当量为 0.4%~0.6% 时，淬硬倾向逐渐明显，焊接性能较差。奥氏体钢焊接性能良好。

管子有时需要采用热弯、冷弯或锻压成型等工艺制成管件，因此，工程上不但对管材的韧性、塑性有要求，而且对其锻造性能的要求也很高。优质钢管在出厂前要求进行冷弯、压扁和扩口等加工性能试验。

第二节 常用金属管材及选择

一、碳钢管材

1. 碳素钢管

碳素钢管的材料主要是低碳钢。制造中、低压管道的材料主要有普通碳素钢 Q215、Q235、Q255 和优质碳素钢 08、10、15、20 等牌号。

(1) 碳素钢管材的性能

① 碳素钢的腐蚀特性。碳素钢在大气中的腐蚀与大气的湿度、温度和成分有关。当大气中含有二氧化硫、二氧化碳、硫化氢、氨、氯等工业气体时，能加快大气对碳素钢的腐蚀。

碳素钢在水中的腐蚀与水的含氧量有关，腐蚀速度随水中含氧量的增加而加快。在海水中的腐蚀速度比在淡水中快。

碳素钢在硫酸中的腐蚀与硫酸的浓度有关。当硫酸浓度较小时，腐蚀速度随硫酸浓度的增加而加快。硫酸浓度在 47%~50% 时，腐蚀速度达到最大值。硫酸浓度继续增大时，铁发生钝化，腐蚀速度随硫酸浓度的增加而降低。当硫酸浓度在 70% 以上时，对碳素钢的腐蚀将很小。

碳素钢在硝酸中的腐蚀与硝酸的浓度和温度有关。常温下，硝酸浓度超过 50% 时，碳素钢发生钝化，腐蚀速度减慢。如硝酸浓度增加到 90%，处于钝化状态的碳素钢腐蚀速度加快。温度升高时，碳素钢在硝酸中的钝化易被破坏，使腐蚀速度加快。

碳素钢在盐酸中的腐蚀速度随盐酸浓度的增加而加快，并且还与钢中的含碳量有关。

碳素钢在氢氟酸中的腐蚀与氢氟酸的浓度有关。当氢氟酸的浓度低于 70% 时，碳素钢的腐蚀速度很快。当氢氟酸的浓度高于 75% 时，碳素钢又是稳定的。

碳素钢在有机酸中的腐蚀速度随氧进入酸中和温度的升高而加快。对碳素钢腐蚀最强烈的是草酸、蚁酸、醋酸、柠檬酸和乳酸，但腐蚀作用比同等浓度的无机酸弱得多。

碳素钢在碱溶液中相对稳定。在热而浓的碱溶液中，受应力的碳素钢易遭受腐蚀破坏。在高温熔融碱中，碳素钢会发生强烈的腐蚀。

在盐类溶液中的腐蚀速度与溶液的含氧量、介质中的阳离子和阴离子及腐蚀产物的溶解度（能否在腐蚀表面形成致密的保护膜）有关。

碳素钢在无水的甲醇、乙醇、二氯乙烷、四氯化碳等有机溶剂中腐蚀不大。

② 碳素钢的应力腐蚀。应力腐蚀是金属在腐蚀性介质和固有应力共同作用下造成的腐蚀破坏。这种腐蚀破坏往往在较短的时间内突然发生，破坏后很难补焊。

在冷加工和焊接过程中，常常使金属产生很大的内应力。例如碳素钢在焊接过程中，焊缝上的熔池温度为 $3000\sim 6000^{\circ}\text{C}$ ，而与其相近的热影响区以外的金属温度几乎与气温相等。熔池金属凝固时要产生收缩作用，但收缩又受到焊缝两侧冷金属的阻止，由此产生因熔池金属突然凝固所致的收缩应力。这种应力可达到相当大的程度，甚至超过材料的屈服极限，使板材或管子弯曲。

金属的应力腐蚀主要在受拉应力时产生，压应力情况下不会产生应力腐蚀破坏。

金属的应力腐蚀具有选择性，即一定的金属在一定的介质中才能产生应力腐蚀。能够引起低碳钢产生应力腐蚀的介质有氢氧化钠、硝酸钠、硝酸铵、硝酸钙、氯化铵、硫化氢（湿）、氢氟酸以及高温高浓度的碳酸钾溶液等。

为防止应力腐蚀的发生，在安装管道时，除正确选择材料外，应使结构具有最小的应力集中系数，使管道或设备与介质接触的部分具有最小的残余应力。还可以进行热处理，以消除金属的内应力。

（2）碳素钢管道适宜输送的介质。碳素钢管材广泛用于石油、化工、机械、冶金、食品等各种工业中。

碳素钢管能承受较高的压力，能耐较高的温度，可用来输送蒸汽、压缩空气、惰性气体、煤气、天然气、氢气、氧气、乙炔、氨、液氨、水、油类等介质。

由于碳素钢具有一定的耐腐蚀性能，因此碳素钢管道可以用来输送常温下的碱溶液等腐蚀性介质（经热处理消除焊接应力后，碳素钢管道也可用来输送苛性碱）。经喷涂耐腐蚀涂料或有耐腐蚀材料衬里，如衬铅和衬橡胶等防腐处理后，碳素钢管道也可用来输送其他的腐蚀性介质。

2. 低合金钢管

采用低合金钢管一般采用珠光体耐热钢制造，其主要特点是高强耐热，并具有一定的耐腐蚀性。下面介绍几种常用的低合金钢材料。

（1）16Mn（16 锰）。具有良好的力学性能和加工性能，使用温度为 $-40\sim 475^{\circ}\text{C}$ ，焊接性能好，在常温下焊接时一般可不预热，焊后不需热处理，16Mn 钢的屈服强度比 20 号优质碳素钢高 30% 左右，其耐腐蚀性也比 20 号钢高。它主要用于制造中、高压管道和容器。

（2）12CrMo 和 15CrMo（12 铬钼和 15 铬钼）。具有足够的蠕变强度和抗氧化能力，因此，耐热性能好，并有一定的抗氢抗硫作用。12CrMo 钢使用温度为 $350\sim 450^{\circ}\text{C}$ ，15CrMo 钢使用温度为 $350\sim 560^{\circ}\text{C}$ 。它们的冷加工性能良好，可冷弯和热弯，但热弯后需经 $850\sim 900^{\circ}\text{C}$ 正火处理；焊接性能好，但焊前应预热，焊后需热处理；主要用于输送高温高压汽水介质和中温中压含氢介质（如半水煤气、氢氮合成气等）以及高温油品油气。