

工艺管线设计

[美] 利普·威瓦 著

石油工业出版社

工 艺 管 线 设 计

〔美〕 利普·威瓦 著

石油部北京炼油设计研究院

石油部炼油设计研究院

译

石油工业出版社

内 容 提 要

此书是有关炼油厂和石油化工厂管线安装设计的一部基础教材性读物。原书分为上、下两册，中译本合为一册，共十三章。各章都按专题叙述，从基本概念谈起，介绍了设计中应考虑的事项与可遵循的规则。本书涉及内容较广泛，除工艺管线设计及管线热损失、热补偿的设计计算方法及其应用外，对工厂、装置和贮罐的布置原则，考虑方法和步骤，以及装置内主要设备、机泵等的选用和安装要求等，也做了较具体的介绍。

本书一至八章为石油部北京炼油设计研究院译，九至十三章为石油部炼油设计研究院译。可供炼油厂、石油化工厂的设计、建设和生产的工人、工程技术人员、有关院校师生和干部参考。

Rip Weaver

Process Piping Design

Gulf Publishing Company, Houston, Texas

1973

*

工艺管线设计

石油部北京炼油设计研究院 译
石油部炼油设计研究院

*

石油工业出版社出版

(北京和平里七区十六号楼)

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

开本787×1092¹/₁₆印张16字数378千字印数1—6400

1981年1月北京第1版 1981年1月北京第1次印刷

书号15037·2174 定价1.70元

译者说明

《工艺管线设计》一书是美国海湾出版公司出版。内容主要介绍炼油厂和石油化工厂的工艺管线设计的基本知识和设计经验，书中包括了不少美国的管线器材和设备规格。在翻译过程中，根据“洋为中用”和“去粗取精”的原则，做了如下的处理：

1. 对于书中所列的管线器材规格，做了必要的删节。对国内很少用的某些国外泵和换热器的规格和一般构造介绍，则全部删略。因此，下册中“换热器”一章，在翻译时已改名为“空气冷却器”。

2. 原书中全部采用英制。为了便利读者对照，翻译时已在正文内尽量在英制单位后列出换算后的公制单位。附图与附表的英制单位未进行换算，读者可参阅书末所附的单位换算表。

3. 由于某些章节已作删节和删略，附图与附表也重新编号。为使图面尽量清晰，原图中与正文无关的某些符号与附注，已酌情取消；原图中一部分文字说明，翻译时已移入正文内。

4. 书中涉及的有关设计与施工，以及各设计专业的分工等，和我国情况有所不同，仅供参考。

目 录

第一章 一般管线安装	1
一、管线安装材料	1
二、管线制造方法	2
三、管线的直径、厚度和表号	2
四、管件和法兰	6
五、阀门	29
第二章 工艺术语	39
一、平衡液体的管线安装	39
二、两相流体	40
三、热的气相旁路	42
四、静压头	43
第三章 工厂布置及贮罐	45
一、厂址资料	45
二、丘陵地	45
三、罐区平面布置	45
四、工艺装置街区	47
五、贮罐	47
六、锥顶罐的设计	48
七、浮顶贮罐的设计	49
八、贮罐间距	53
九、贮罐围堤条例	55
十、贮罐设计	57
十一、炼油厂	58
十二、围堤内的排水	58
十三、贮罐的管线安装	59
十四、泡沫消防系统	60
第四章 工艺装置平面布置	61
一、设备平面布置图	61
二、平面布置的规划	62
三、平面布置规划尺寸	66
四、平面布置的举例	68
五、基础平面布置图	69
六、土方开挖平面图	69
七、流程图的移置	70

八、管线安装图的索引图	70
九、设备的布置	70
第五章 管线系统及其部件	73
一、地下管线系统	73
二、污水系统的术语	74
三、污水系统流程图	76
四、铸铁下水管线和配件	77
五、系统设计	78
六、埋地管线平、竖面图的做法	78
七、设计准则	79
八、埋地压力管线系统	80
九、消防水	80
十、埋地冷却水管	81
十一、抽空系统	82
十二、乙二醇管线	82
十三、蒸气伴热	82
十四、蒸气伴热的设计	83
十五、防冻流程图的符号	86
十六、火炬系统	86
十七、尾管的切割	88
第六章 管线的制作	89
一、焊接	89
二、管线制作厂详图	89
三、弯管	96
四、拼焊弯头(虾米腰)	103
五、小管件	105
六、三角形	106
七、切割余长	106
第七章 容器	110
一、定义	110
二、卧式容器	110
三、高位容器的管线安装布置	116
四、人孔吊柱及铰链	117
五、立式容器	118
第八章 仪表工程	129
一、仪表类型	129
二、仪表的作用	129
三、复式仪表	129
四、变送器	129

五、温度计套管	129
六、其他温度仪表	131
七、压力仪表	131
八、流量仪表	132
九、孔板法兰引出点	132
十、液面仪表	133
十一、液位计	139
十二、调节阀	141
十三、安全阀	145
第九章 泵和透平	147
一、泵的分类	147
二、泵的特性	147
三、离心泵	148
四、吸入管线	149
五、开工用临时过滤器	150
六、紧靠的出入口嘴子	156
七、轴向吸入的泵	156
八、高温吸入管线的设计	157
九、侧向吸入的泵	157
十、泵的出口管线	158
十一、泵嘴子的压力等级	158
十二、管道泵	159
十三、卧式泵	159
十四、立式泵	160
十五、透平	161
第十章 压缩机	162
一、离心压缩机	162
二、壳体设计	162
三、压缩机的布置	162
四、润滑油和封油系统	163
五、厂房的设置	163
六、移动桥式吊车	163
七、进出口嘴子	164
八、壳体型式	164
九、压缩机的驱动机	164
十、蒸汽透平	167
十一、表面冷凝器	169
十二、布置方案	171
十三、高位封油罐	171

十四、压缩机管线的弹性	175
十五、往复压缩机的驱动型式	176
十六、压缩气缸	176
十七、燃气轮机的辅助系统	178
十八、压缩机的平面布置	179
十九、压缩机厂房	181
二十、压缩机的基础	181
二十一、设备间距	182
二十二、进出口管线	182
二十三、管线支架的跨距	186
二十四、固定点和弹簧垫	190

第十一章 加热炉195

一、加热炉的各个部分名称	196
二、加热炉的流路	198
三、两用加热炉	198
四、通过加热炉的流向	198
五、灭火蒸汽	207
六、加热炉的位置	208
七、加热炉的平面布置	210
八、加热炉的工艺管线设计	211
九、两相流动	215
十、对称管线	215
十一、加热炉的仪表控制	217
十二、吹灰器	218
十三、炉管清焦	219

第十二章 空气冷却器221

一、标准空冷器	221
二、管束	221
三、安装在管桥上的空冷器	222
四、奇数和偶数管程	223
五、引风式和送风式空冷器	223
六、增湿空冷器	224
七、喷淋空冷器	224
八、空冷器管线的设计	225
九、节流阀门	226
十、管线热胀	226

第十三章 管线弹性227

一、应力分析的目的	227
二、许用应力	227

三、旋转设备	228
四、铸钢泵的受力、力矩和应力极限	228
五、铸铁泵和铸铝泵的受力、力矩和应力极限	230
六、铸钢透平的受力、力矩和应力极限	231
七、铸铁或铸铝透平的受力、力矩和应力极限	232
八、有铸钢嘴子和壳体的压缩机的应力和受力极限	232
九、管壳式换热器的应力和受力极限	233
十、管线弹性设计	233
十一、快速核算法	234
十二、L形方法的扩大应用	236
十三、Z形管系的公式	237
十四、U形管系的公式	238
十五、弯管形膨胀节的公式	239
十六、弯管形膨胀节的应力和固定点的力	239
十七、正规的应力分析必要性	241
十八、管线的冷紧	243
附录 常用单位换算系数	245

第一章 一般管线安装

管线安装设计人员是设计管线安装系统的。因为管线安装的使用范围很广，管线安装设计人员不可能熟悉管线安装的全部领域，从而他们就变得更为专业化，分别进入工艺管线安装，长距离管线安装，热电厂管线安装或者其他许多类型的管线安装领域中的一门。

按作者的估计，工艺管线安装是最有意味的领域。每一个工艺管线安装单元都对设计人员提出新的要求。每一个装置都是按其特点设计的。在日处理50,000桶（250万吨/年）和日处量75,000桶（375万吨/年）的原油蒸馏装置之间，虽有某些相似之点，但也不是重复的。一个管线安装设计人员在他的一生中可能设计二、三套原油蒸馏装置。然而在炼厂和石油化工联合企业中有成百种不同类型的装置，而每一种装置都有其管线安装的特点。因此，本书只能提供许多类型装置中的基本相似点并介绍合理设计的指导原则。

一、管线安装材料

管线安装这个术语不仅是指管子，而且包括各种管件、法兰、阀门以及构成整个管线安装系统的其他部件。管线安装材料分为两种基本类型：即金属的和非金属的。非金属管线是玻璃、陶瓷、塑料等等。金属管线又分为两类：即铁的和非铁的。铁的包括铁制的或含铁的，这些在工艺管线安装中应用最广泛。铁类金属是指碳钢、不锈钢、铬钢、铸铁等等。非铁金属包括铝在内。

表 1-1 只列举了用于管线安装的几百种铁质材料中的几种。所列举的是一些工艺装置中最常用的。若需要完整的资料可参阅ASTM 手册中的铁金属材料部分^①。

表 1-1 一些钢管的规格

ASTM 编号	类 型	材 料	备 注
A-53	A, B级	碳 钢	制造成焊接的和无缝的，常用规格是B级
A-106	A, B级	碳 钢	无缝。优先并普遍采用B级。在现代化的工厂中几乎所有的碳钢管都是这种规格
A-333	1 级	碳 钢	可在0°F以下使用。结合特殊试验要求可用至-50°F
A-335	p1	碳钼钢	基本上是碳钢，含1/2%钼。中温条件下使用
A-335	p11	铬钼钢	1 1/4%铬、1/2%钼，适用于较高温度、腐蚀性介质
A-335	p5	铬钼钢	5%铬、1/2%钼。适用于较高温度、腐蚀性介质
A-335	p9	铬钼钢	9%铬、1%钼。用于高温、强腐蚀性介质
A-312	304	不锈钢	适用于低于-50°F和较高温度下又有腐蚀性的介质。广泛用于食品生产的管线安装
A-312	316	不锈钢	适用于高温、强腐蚀性介质
A-312	321	不锈钢	适用于很高温、强腐蚀性介质
A-312	347	不锈钢	适用于比321级不锈钢更苛刻的条件下
A-333	3级	镍 钢	3 1/2%镍。适用于-50~150°F的温度下

① 参阅ASTM（美国国家标准协会）标准，第I部分《钢制管线、管子及管件》。

二、管线制造方法

在选择制造工艺时,管径、壁厚、材质和交货要求是决定因素。钢管由搭接焊、螺旋焊、对焊和无缝等方法制成。各种焊接管采用平板卷成圆形,然后边上焊接并形成纵向焊缝。纵焊缝降低了管子承受压力的性能。因而 ANSI (“美国国家标准协会”,过去曾称为 ASA) 管线安装规范引进了小于100%的焊缝系数以降低此种方法制造的管子的许用应力。无缝管的“焊缝系数”为100%,因为它没有纵向焊缝。在采用诸如消除应力和全部x射线检验的特殊质量控制工艺时,焊接管也能达到100%“焊缝系数”的等级。然而这样做法将会使费用增加,可能并无必要。对较小口径的管子,在要求达到100%的焊缝系数时,无缝管通常和焊接管一样经济合理。

不管规定什么制造方法,“轧制公差”都必须加进最小计算壁厚中去,板材的制造公差是0.01"。用钢板制造的管子(所有纵焊缝的管子)应把这0.01"轧制公差加进最小计算壁厚度中去。无缝管的制造方法所要求的公差为 $12\frac{1}{2}\%$ 。

无缝管是由热的实心圆钢条制成的。利用心轴从热的圆钢中心穿透,将实心圆钢扩张成空心的管子。这种方法可能会在管壁上造成一些薄的斑点,因此就加上 $12\frac{1}{2}\%$ 的公差。

无缝管的特殊制造方法如离心浇铸和特殊锻造等,要求管壁厚。选用这种管子是先浇铸或锻造成较厚的管壁,管内外再经精确机加工制成,通常其公差为零。

管线安装设计人员在计算所需管子最小壁厚之前,应先熟悉其制造方法及相应的轧制公差。

不同的制造方法还会决定管子的交货长度。通常管子长度为“非定尺长度”即 $\pm 20' - 0"$ (± 6.1 米)及“双倍非定尺长度”即 $\pm 40' - 0"$ (± 12.2 米)。除非指定了“双倍非定尺长度”,否则制造厂家将供应一般“非定尺长度”的管子。对于长距离的直线段管线安装,利用较长管段可节省对焊,节约相当的投资。^①

离心浇铸和特殊锻造的管子,按6~12'(1.83~3.66米)交货。因为这些管子内外都要加工,所以长度很短,对于长距离管线就增加了许多对焊焊缝,从而增加系统费用。因此,这种制造方法只有当其他方法不能更经济地生产所要求的管子时才使用。同时,任何经济评价都必须考虑对焊焊缝的数量。

三、管线的直径、厚度和表号

表1-2列出了工业上最常用的钢管的数据。通常 $1\frac{1}{4}"$ 、 $2\frac{1}{2}"$ 、 $3\frac{1}{2}"$ 和5"的管子因为制造厂家一般不生产,因此,管线安装设计人员一般不能选用。但设备制造者可能采用这种尺寸。在此情况下,管线安装设计人员就不得不在连接处加上法兰或大小头,而且应当立即在其管线安装系统中改变为大一号的管子。

管子和小管不是一回事。小管是用外径表示的。4"小管是4"外径,4"管子是4.5"外径,这通常表示为4"IPS(铁管规格),也可以用“4"表号40”来表示。表号规定了IPS管子的

① 按资本主义国家所谓“定尺”是指订货人规定长度,“非定尺”则指订货人无规定,而制造厂统一规定为20'。
——译者

外径和公称壁厚。

公称壁厚是指管子的平均壁厚而不是最小壁厚，要确保最小壁厚时，必须减去轧制公差。

表 1-2 商品轧钢管数据

公称 直径 英寸	外径 (D) 英寸	表号 ^①	壁 厚 (t) 英 寸	内 径 (d) 英 寸	金属面积 (a) 英 寸 ²	内 部 横 截 面 积		惯性矩 (I) 英寸 ⁴	管子重 磅/英尺	水 重 磅/英尺管子	外表面 积,英尺 ² / 英尺管子	截面模数 ($2\frac{I}{D}$)
						英寸 ²	英尺 ² ^②					
$\frac{1}{8}$	0.405	40s	.068	.269	.0720	.0568	.00040	.00106	.244	.025	.106	.00523
		80x	.095	.215	.0925	.0364	.00025	.00122	.314	.016	.106	.00602
$\frac{1}{4}$	0.540	40s	.088	.364	.1250	.1041	.00072	.00331	.424	.045	.141	.01227
		80x	.119	.302	.1574	.0716	.00050	.00377	.535	.031	.141	.01395
$\frac{3}{8}$	0.675	40s	.091	.493	.1670	.1910	.00133	.00729	.567	.083	.178	.02160
		80x	.126	.423	.2173	.1405	.00098	.00362	.738	.061	.178	.02554
$\frac{1}{2}$	0.840	40s	.109	.622	.2503	.3040	.00211	.01709	.850	.132	.220	.04069
		80x	.147	.546	.3200	.2340	.00163	.02008	1.087	.102	.220	.04780
		160	.187	.466	.3836	.1706	.00118	.02212	1.300	.074	.220	.05267
		160xx	.294	.252	.5043	.050	.00035	.02424	1.714	.022	.220	.05772
$\frac{3}{4}$	1.050	40s	.113	.824	.3326	.5330	.00371	.03704	1.130	.231	.275	.07055
		80x	.154	.742	.4335	.4330	.00300	.04479	1.473	.188	.275	.08531
		160	.218	.614	.5698	.2961	.00206	.05269	1.940	.128	.275	.10036
		160xx	.308	.434	.7180	.148	.00103	.05792	2.440	.064	.275	.11032
1	1.315	40s	.133	1.049	.4939	.8640	.00600	.08734	1.678	.357	.344	.1328
		80x	.179	.957	.6388	.7190	.00499	.1056	2.171	.312	.344	.1606
		160	.250	.815	.8365	.5217	.00362	.1251	2.840	.230	.344	.1903
		160xx	.358	.599	1.0760	.282	.00196	.1405	3.659	.122	.344	.2136
$1\frac{1}{4}$	1.660	40s	.140	1.380	.6685	1.495	.01040	.1947	2.272	.649	.435	.2346
		80x	.191	1.278	.8815	1.283	.00891	.2418	2.996	.555	.435	.2913
		160	.250	1.160	1.1070	1.057	.00734	.2839	3.764	.458	.435	.3421
		160xx	.382	.896	1.534	.630	.00438	.3411	5.214	.273	.435	.4110
$1\frac{1}{2}$	1.900	40s	.145	1.610	.7995	2.036	.01414	.3099	2.717	.882	.497	.3262
		80x	.200	1.500	1.068	1.767	.01225	.3912	3.631	.765	.497	.4118
		160	.281	1.338	1.429	1.406	.00976	.4824	4.862	.608	.497	.5078
		160xx	.400	1.100	1.885	.950	.00660	.5678	6.408	.42	.497	.5977
2	2.375	40s	.154	2.067	1.075	3.355	.02330	.6657	3.652	1.45	.622	.5606
		80x	.218	1.939	1.477	2.953	.02050	.8679	5.022	1.28	.622	.7309
		160	.343	1.689	2.190	2.241	.01556	1.162	7.440	.97	.622	.979
		160xx	.436	1.503	2.656	1.774	.01232	1.311	9.029	.77	.622	1.104
$2\frac{1}{2}$	2.875	40s	.203	2.469	1.704	4.788	.03322	1.530	5.79	2.07	.753	1.064
		80x	.276	2.323	2.254	4.238	.02942	1.924	7.66	1.87	.753	1.339
		160	.375	2.125	2.945	3.546	.02463	2.353	10.01	1.54	.753	1.638
		160xx	.552	1.771	4.028	2.464	.01710	2.871	13.70	1.07	.753	1.997
3	3.500	40s	.216	3.068	2.228	7.393	.05130	3.017	7.58	3.20	.916	1.724
		80x	.300	2.900	3.016	6.605	.04587	3.894	10.25	2.86	.916	2.225
		160	.438	2.624	4.205	5.408	.03755	5.032	14.32	2.35	.916	2.876
		160xx	.600	2.300	5.466	4.155	.02885	5.993	18.58	1.80	.916	3.424

续表

公称 直径 英寸	外径 (D) 英寸	表号 ^①	壁厚 (t) 英寸	内 径 (d) 英寸	金属面积 (a) 英寸 ²	内部横截面积		惯性矩 (I) 英寸 ⁴	管子重 磅/英尺	水 重 磅/英尺管子	外表面积 英尺 ² /英尺管子	截面模数 ($2 \frac{I}{D}$)
						英寸 ²	英尺 ² ^②					
3 $\frac{1}{2}$	4.000	40 _s	.226	3.548	2.680	9.886	.06870	4.788	9.11	4.29	1.047	2.394
		80 _x	.318	3.364	3.678	8.888	.06170	6.280	12.51	3.84	1.047	3.140
4	4.500	40 _s	.237	4.026	3.174	12.73	.08840	7.233	10.79	5.50	1.178	3.214
		80 _x	.337	3.826	4.407	11.50	.07986	9.610	14.98	4.98	1.178	4.271
		120	.438	3.624	5.595	10.31	.0716	11.65	19.00	4.47	1.178	5.178
		160	.531	3.438	6.621	9.28	.0645	13.27	22.51	4.02	1.178	5.898
		160 _{xx}	.674	3.152	8.101	7.80	.0542	15.28	27.54	3.38	1.178	6.791
5	5.563	40 _s	.258	5.047	4.300	20.01	.1390	15.16	14.62	8.67	1.456	5.451
		80 _x	.375	4.813	6.112	18.19	.1263	20.67	20.78	7.88	1.456	7.431
		120	.500	4.563	7.953	16.35	.1136	25.73	27.10	7.09	1.456	9.250
		160	.625	4.313	9.696	14.61	.1015	30.03	32.96	6.33	1.456	10.796
		160 _{xx}	.750	4.063	11.340	12.97	.0901	33.63	38.55	5.61	1.456	12.090
6	6.625	40 _s	.280	6.065	5.581	28.89	.2006	28.14	18.97	12.51	1.734	8.50
		80 _x	.432	5.761	8.405	26.07	.1810	40.49	28.57	11.29	1.734	12.22
		120	.562	5.501	10.70	23.77	.1650	49.61	36.40	10.30	1.734	14.98
		160	.718	5.189	13.32	21.15	.1469	58.97	45.30	9.16	1.734	17.81
		160 _{xx}	.864	4.897	15.64	18.84	.1308	66.33	53.16	8.16	1.734	20.02
8	8.625	20	.250	8.125	6.57	51.85	.3601	57.72	22.36	22.47	2.258	13.39
		30	.277	8.071	7.26	51.16	.3553	63.35	24.70	22.17	2.258	14.69
		40 _s	.322	7.981	8.40	50.03	.3474	72.49	28.55	21.70	2.258	16.81
		60	.406	7.813	10.48	47.94	.3329	88.73	35.64	20.77	2.258	20.58
		80 _x	.500	7.625	12.76	45.66	.3171	105.7	43.39	19.78	2.258	24.51
		100	.593	7.439	14.96	43.46	.3018	121.3	50.87	18.83	2.258	28.14
		120	.718	7.189	17.84	40.59	.2819	140.5	60.63	17.59	2.258	32.58
		140	.812	7.001	19.93	38.50	.2673	153.7	67.76	16.68	2.258	35.65
		140 _{xx}	.875	6.875	21.30	37.12	.2578	162.0	72.42	16.10	2.258	37.56
		160	.906	6.813	21.97	36.46	.2532	165.9	74.69	15.80	2.258	38.48
10	10.750	20	.250	10.250	8.24	82.52	.5731	113.7	28.04	35.76	2.814	21.15
		30	.307	10.136	10.07	80.69	.5603	137.4	34.24	34.96	2.814	25.57
		40 _s	.365	10.020	11.90	78.86	.5475	160.7	40.48	34.20	2.814	29.90
		60 _x	.500	9.750	16.10	74.66	.5185	212.0	54.74	32.35	2.814	39.43
		80	.593	9.564	18.92	71.84	.4989	244.8	64.33	31.13	2.814	45.54
		100	.718	9.314	22.63	68.13	.4732	286.1	76.93	29.53	2.814	53.22
		120	.843	9.064	26.24	64.53	.4481	324.2	89.20	27.96	2.814	60.32
		140	1.000	8.750	30.63	60.13	.4176	367.8	104.13	26.06	2.814	68.43
		160	1.125	8.500	34.02	56.75	.3941	399.3	115.65	24.59	2.814	74.29
12	12.75	20	.250	12.250	9.82	117.86	.8185	191.8	33.38	51.07	3.338	30.2
		30	.330	12.090	12.87	114.80	.7972	248.4	43.77	49.74	3.338	39.0
		30 _s	.375	12.000	14.58	113.10	.7854	279.3	49.56	49.00	3.338	43.8
		40	.406	11.938	15.77	111.93	.7773	300.3	53.53	48.50	3.338	47.1
		40 _x	.500	11.750	19.24	108.43	.7528	361.5	65.42	46.92	3.338	56.7
		60	.562	11.626	21.52	106.16	.7372	400.4	73.16	46.00	3.338	62.8
		80	.687	11.376	26.03	101.64	.7058	475.1	88.51	44.04	3.338	74.6

续表

公称直径 英寸	外径 (D) 英寸	表号 ^①	壁厚 (t) 英寸	内径 (d) 英寸	金属面积 (a) 英寸 ²	内部横截面积		惯性矩 (I) 英寸 ⁴	管子重 磅/英尺	水重 磅/英尺管子	外表面积 英尺 ² /英尺管子	截面模数 ($\frac{I}{D}$)
						英寸 ²	英尺 ² ^②					
12	12.75	100	.843	11.064	31.53	96.14	.6677	561.6	107.20	41.66	3.338	88.1
		120	1.000	10.750	36.91	90.76	.6303	641.6	125.49	39.33	3.338	100.7
		140	1.125	10.550	41.08	86.59	.6013	700.5	133.68	37.52	3.338	109.9
		160	1.312	10.126	47.14	80.53	.5592	781.1	160.27	34.89	3.338	122.6
14	14.00	10	.250	13.500	10.80	143.14	.9940	255.3	36.71	62.03	3.665	36.6
		20	.312	13.376	13.42	140.52	.9758	314.4	45.68	60.89	3.665	45.0
		30 _a	.375	13.250	16.05	137.88	.9575	372.8	54.57	59.75	3.665	53.2
		40	.438	13.124	18.66	135.28	.9394	429.1	63.37	58.64	3.665	61.3
		40 _x	.500	13.000	21.21	132.73	.9217	483.8	72.09	57.46	3.665	69.1
		60	.593	12.814	24.98	128.96	.8956	562.3	84.91	55.86	3.665	80.3
		80	.750	12.500	31.22	122.72	.8522	687.3	106.13	53.18	3.665	98.2
		100	.937	12.126	38.45	115.49	.8020	824.4	130.73	50.04	3.665	117.8
		120	1.093	11.814	44.32	109.62	.7612	929.6	150.67	47.45	3.665	132.8
		140	1.250	11.500	50.07	103.87	.7213	1027.0	170.22	45.01	3.665	146.8
		160	1.406	11.188	55.63	98.31	.6827	1117.0	189.12	42.60	3.665	159.6
16	16.00	10	.250	15.500	12.37	188.69	1.3103	383.7	42.05	81.74	4.189	48.0
		20	.312	15.376	15.38	185.69	1.2895	473.2	52.36	80.50	4.189	59.2
		30 _a	.375	15.250	18.41	182.65	1.2684	562.1	62.58	79.12	4.189	70.3
		40 _x	.500	15.000	24.35	176.72	1.2272	731.9	82.77	76.58	4.189	91.5
		60	.656	14.688	31.62	169.44	1.1766	932.4	107.50	73.42	4.189	116.6
		80	.843	14.314	40.14	160.92	1.1175	1155.8	136.46	69.73	4.189	144.5
		100	1.031	13.938	48.48	152.58	1.0596	1364.5	164.83	66.12	4.189	170.5
		120	1.218	13.564	56.56	144.50	1.0035	1555.8	192.29	62.62	4.189	194.5
		140	1.438	13.124	65.78	135.28	.9394	1760.3	223.64	58.64	4.189	220.0
		160	1.593	12.814	72.10	128.96	.8956	1893.5	245.11	55.83	4.189	236.7
18	18.00	10	.250	17.500	13.94	240.53	1.6703	549.1	47.39	104.21	4.712	61.1
		20	.312	17.376	17.34	273.13	1.6467	678.2	59.03	102.77	4.712	75.5
		20 _a	.375	17.250	20.76	233.71	1.6230	806.7	70.59	101.18	4.712	89.6
		30	.438	17.124	24.17	230.30	1.5990	930.3	82.06	99.84	4.712	103.4
		30 _x	.500	17.000	27.49	226.98	1.5763	1053.2	92.45	98.27	4.712	117.0
		40	.562	16.876	30.79	223.68	1.5533	1171.5	104.75	96.93	4.712	130.1
		60	.750	16.500	40.64	213.83	1.4849	1514.7	138.17	92.57	4.712	168.3
		80	.937	16.126	50.23	204.24	1.4183	1833.0	170.75	88.50	4.712	203.8
		100	1.156	15.688	61.17	193.30	1.3423	2180.0	207.96	83.76	4.712	242.3
		120	1.375	15.250	71.81	182.66	1.2684	2498.1	244.14	79.07	4.712	277.6
		140	1.562	14.876	80.66	173.80	1.2070	2749.0	274.23	75.32	4.712	305.5
		160	1.781	14.438	90.75	163.72	1.1369	3020.0	308.51	70.88	4.712	335.6
20	20.00	10	.250	19.500	15.51	298.65	2.0740	756.4	52.73	129.42	5.236	75.6
		20 _a	.375	19.250	23.12	290.04	2.0142	1113.0	78.60	125.67	5.236	111.3
		30 _x	.500	19.000	30.63	283.53	1.9690	1457.0	104.13	122.87	5.236	145.7
		40	.593	18.814	36.15	278.00	1.9305	1703.0	122.91	120.46	5.236	170.4
		60	.812	18.376	48.95	265.21	1.8417	2257.0	166.40	114.92	5.236	225.7
		80	1.031	17.938	61.44	252.72	1.7550	2772.0	208.87	109.51	5.236	277.1
		100	1.281	17.438	75.33	238.83	1.6585	3315.2	256.10	103.39	5.236	331.5

续表

公称直径 英寸	外径 (D) 英寸	表号 ^①	壁厚 (t) 英寸	内径 (d) 英寸	金属面积 (a) 英寸 ²	内部横截面积		惯性矩 (I) 英寸 ⁴	管子重 磅/英尺	水重 磅/英尺管子	外表面积 英尺 ² /英尺管子	截面模数 ($2\frac{I}{D}$)
						英寸 ²	英尺 ² ^②					
20	20.00	120	1.500	17.000	87.18	226.98	1.5762	3754.0	296.37	98.35	5.236	375.5
		140	1.750	16.500	100.33	213.82	1.4849	4216.0	341.10	92.66	5.236	421.7
		160	1.968	16.064	111.49	202.67	1.4074	4585.5	379.01	87.74	5.236	458.5
24	24.00	10	.250	23.500	18.65	433.74	3.0121	1315.4	63.41	187.95	6.283	109.6
		20 _s	.375	23.250	27.83	424.56	2.9483	1942.0	94.62	183.95	6.283	161.9
		20 _x	.500	23.000	36.91	415.48	2.8853	2549.5	125.49	179.87	6.283	212.5
		30	.562	22.876	41.39	411.00	2.8542	2843.0	140.80	178.09	6.283	237.0
		40	.687	22.626	50.31	402.07	2.7921	3421.3	171.17	174.23	6.283	285.1
		60	.968	22.064	70.04	382.35	2.6552	4652.8	238.11	165.52	6.283	387.7
		80	1.218	21.564	87.17	365.22	2.5362	5672.0	296.36	158.26	6.283	472.8
		100	1.531	20.938	108.07	344.32	2.3911	6849.9	367.40	149.06	6.283	570.8
		120	1.812	20.376	126.31	326.08	2.2645	7825.0	429.39	141.17	6.283	652.1
		140	2.062	19.876	142.11	310.28	2.1547	8625.0	483.13	134.45	6.283	718.9
		160	2.343	19.314	159.41	292.98	2.0346	9455.9	541.94	126.84	6.283	787.9

① 表号栏中的 s · x · xx 分别指“标准”、“加强”和“特加强”管。

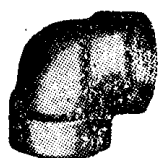
② 内部横截面积栏内平方英尺的数值，也代表每英尺管长的体积，英尺³/英尺。

四、管件和法兰

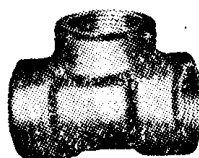
焊接管件是用以配合与其相连接的管线的，但并不强求管件和管子具有同一厚度。在几种不同表号的管子时，但并不为每一种表号都储备管件。管件通常只规定为标准管件、加强管件、表号 160 号及特加强管件。如果管子的壁厚不是标准的或加强的等等，通常选用高一级壁厚的管件。例如，14" 的 10 号管子（壁厚 0.250"）可选用标准管件，其壁厚为 0.375"。对 14" 的 40 号管子（壁厚 0.438"）可选用加强件，其壁厚为 0.500"。

2" 和 2" 以下的管子，通常不用焊接管件。对于低压、非关键部位，选用螺纹管件；在压力较高和大多数工艺系统中，选用承插焊接管件。

图 1-1 表示锻钢螺纹管件。表 1-3 给出了它们的工作压力等级。表 1-4 给出了它们的尺寸数据。



90°弯头
(2,000、3,000、6,000磅)



三通
(2,000、3,000、6,000磅)



45°弯头
(2,000、3,000、6,000磅)



图 1-1 锻钢螺纹管件
(用于2,000、3,000、4,000及6,000磅水、油、气体)

图 1-1 说明如下:

(1) 推荐 这些是强度特别大、非常牢实的管件。理想地适用于作高压水管线以及炼油厂、油田、气田、中心动力站和工业与化学装置的高压高温管线。

2,000 磅水、油、气体管件，特别紧凑，重量也轻。在超出可锻铸铁管件温度范围的地方适用于采用；同时许多相对低的压力场所而又需要钢管件所能提供的额外强度和安全程度之处也可选用。

(2) 材料和设计 弯头、三通、四通和Y型三通是锻制实体，管帽、管箍、大小头、堵头和补芯由实体钢件进行机械加工。用作制造管件的碳钢锭或圆钢，其强度、韧性、抗温及抗震等特性都有严格的规定。

管件整体都具有充分大的金属截面，同时对所推荐的工作压力具有很大的安全系数。所有的开口都是钻成的；在锻制管件上，每个开口都有一条全面地围绕螺纹部分并一直延伸到最后一道螺纹之外的宽带加以补强。设计满足了必要的强度，并在紧凑之外，再加上

外观整洁并易于用扳手卡紧。

(3) 螺纹 螺纹是长的, 并精确地按螺纹规切削而成, 所有开口都是准确地调整中心, 并经机械加工使得管线易于进入。

(4) MSS等级 工作压力要符合《MSS锻钢螺纹管件标准》SP-49-1956号。

表 1-3 锻钢螺纹管件工作压力
水蒸汽、水、油、油气、气体或空气

温度°F	磅/英寸 ² 无震动 ASTM A105		
	碳 钢 2,000磅 水、油、气	3,000磅 水、油、气	I 级 6,000磅 水、油、气
100	2,000	3,000	6,000
150	1,970	2,955	5,915
200	1,940	2,915	5,830
250	1,915	2,875	5,750
300	1,895	2,845	5,690
350	1,875	2,810	5,625
400	1,850	2,775	5,550
450	1,810	2,715	5,430
500	1,735	2,605	5,210
550	1,640	2,460	4,925
600	1,540	2,310	4,620
650	1,430	2,150	4,300
700	1,305	1,960	3,920
750	1,180	1,775	3,550
800	1,015	1,525	3,050
850 ^①	830	1,250	2,500
875 ^①	725	1,090	2,180
900 ^①	615	925	1,855
925 ^{①, ②}	520	785	1,570
950 ^{①, ②}	425	640	1,285
975 ^{①, ②}	330	500	1,000
1,000 ^{①, ②}	235	355	715

① 凡属在《ASME 锅炉和压力容器规范》第一部分“动力锅炉规定范围内使用的制品其使用的最高温度与该规范1959年第7页表上所列限制相同。

② 凡属《ASME 压力管线规范B31.1》第一部分“动力管线”规定范围内使用的制品, 其使用最高温度与该规范1955年版表2a上所列限制相同。

图1-2表示锻钢承插焊接管件, 表1-5、1-6给出了它们的工作压力等级和尺寸。从1970年开始, 大部分制造厂已停止生产2,000磅系列。3,000磅系列将适用于表号40号及80号的管子。

承插焊接管件比螺纹管件要稍贵一些。多化的投资却相反地在总的建设费用中变为节约, 因为承插焊系统经得起水压试验并在长年累月中保持不漏。