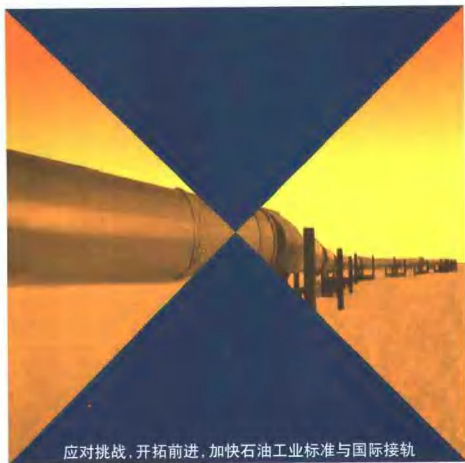


加拿大油气管线系统



应对挑战, 开拓前进, 加快石油工业标准与国际接轨

石油工业标准化技术委员会秘书处
石油工业标准化研究所

2002年9月

编译

编者说明

为落实石油工业标准化技术委员会第二次年会确定的“应对挑战，开拓前进，加快石油工业标准与国际接轨”的战略和阎三忠主任委员关于加强国际标准研究力度的批示。油标委秘书处开展了中国石油天然气行业标准与国际接轨研究，其目的是要通过分析研究国际和国外先进标准，推动石油企业采用国际标准，适应 WTO/TBT 协议要求。一是加快调整石油工业标准体系，根据我国特点尽量直接采用国际和国外公认标准；二是要适应石油工业“走出去”战略的实施，将我国先进标准逐步翻译出版，并逐步推向国际标准化组织，使之成为国际标准，在国际合作中将石油工业标准不断纳入国际合作的标准体系中，以此实现石油工业的标准国际化战略。

为加快石油天然气工业标准与国际接轨的步伐，我们将加拿大标准 Z662-99《油气管线系统》翻译编辑出版，奉献给广大标准化工作者，作为进行国际国外标准研究和采标的参考，为促进国际标准化工作的开展提供一些有益的技术支持。

由于此项工作是一种尝试，加之时间仓促，翻译编辑中难免有错误，请大家予以斧正。

石油工业标准化技术委员会秘书处

2002 年 9 月 19 日

编委会名单

主 任：万战翔

副主任：张振军

编 委：周永霞 徐晓明 邱少林 秦长毅 高 军 罗 勤

主 编：张振军 周永霞 韩义萍

翻 译：秦长毅 方 伟 高 蓉 霍春勇 马颖丽 张鸿博

马秋荣 张国正

前 言

本标准是 CSA 标准 Z662, “油气管线系统”的第三版。它代替了 1996 年和 1994 年出版的两个版本。本标准是 CSA 输送项目管线系统和材料部分的一部分。

下面所列是该标准相对前版比较显著的变化:

(a) 它明确了无论加压站、泵站、测量站、调压站在管线系统内的位置如何, 都应包含在本标准的范围之内。

(b) 修订了关于压力控制和过压保护的定义和要求。

(c) 修改了有关分级地位端部界限的要求。

(d) 允许采用 ASME 标准 B31.3 章进行加压站和泵站管汇的设计、选材、焊接和压力试验。

(e) 增加了地下储罐的设计要求, 修订了地面储罐的要求。

(f) 增加了对管汇设计压力的限制, 这些管汇中包含按照除 CSA 标准 Z245.1 和 API 规范 5L 以外标准或规范制造的管子。

(g) 允许在没有事先确定 CSA 管子和构件不合适情况下, 采用不是按照 CSA 标准或规范生产的管子和构件。

(h) 修订了证明管子缺口韧性性能的要求。

(i) 增加了在管线系统的运行、维护和升级过程中对其完整性进行管理的要求。

(j) 增加了有关管线暂停使用、重新使用和报废的要求。

(k) 第 15 章增加了铝质管线的设计、建设、运行和维护要求。

(l) 附录 B 中增加了风险评估的非强制性指南, 该版中附录 B 包括风险管理的风险评价部分。

(m) 附录 D 增加了管线在线监测的非强制性指南。

本标准中的要求被认为在油气工业经常遇到的条件下是足够的。

本标准不特别为非正常或特殊条件, 及涉及工程和建设的所有细节提供要求。它旨在要求在本标准范围内进行的所有工作符合所规定的安全和完整性标准。

它希望能够根据新的经验和新技术随时被修改, 若必要, 应由技术委员会根据 CSA 实践对本标准进行修改和补充并负责出版。

本标准由油气工业管线系统技术委员会在油气工业系统和材料战略指导委员会的管辖下制定并正式审批。它将提交给加拿大国家标准委员会审批作为加拿大国家标准。

1999 年 4 月

注:

(1) 本标准中单数的使用并不排除在意义允许时使用复数 (反之亦然)。

(2) 尽管在“范围”一章中列出了本标准主要的应用范围, 但是应指明: 本标准保留使用者判断该标准是否适用于他们特定目的的职责。

(3) 该出版物由主管标准化、标准化实践法规的 CSA 政策小组一致通过。一致被默认为超过简单多数, 但是并不必完全一致同意。它允许技术委员会中的某一成员并不是对本出版物中的所有条款都完全赞同。

(4) CSA 标准应定期评审, 相应的委员会应提出修改建议。

(5) 所有关于本标准的咨询, 包括请求解释的要求, 都应致信: Canadian Standards Association, Standards Development, 178 Rexdale Boulevard, Etobicoke, Ontario M9W 1R3。

请求解释的要求宜:

(a) 说明问题, 引用相关章节, 若适用, 包括插图;

(b) 解释说明油田现场条件周围的环境;

(c) 若可能, 允许给出肯定或否定的回答。

目 录

1 范围	1
2 引用标准	4
3 术语和定义	13
4 设计	19
4.1 总则	19
4.2 设计条件	19
4.2.1 总则	19
4.2.2 温度	19
4.2.3 持续力和缠绕加载	19
4.2.4 其它加载和动态效应	19
4.3 设计准则	20
4.3.1 总则	20
4.3.2 分级位置	20
4.3.3 钢质管线管的压力设计	21
4.3.4 构件压力设计	25
4.4 阀门的位置和间距	32
4.5 管线接头的选择和限制	33
4.5.1 对焊接头	33
4.5.2 螺纹接头	33
4.5.3 套筒、偶联器、机械过盈配合和其它专利接头	33
4.6 挠性和应力分析	34
4.6.1 总应力分析	34
4.6.2 管线系统受约束部分的应力设计	35
4.6.3 管线系统非约束部分的应力设计	36
4.6.4 作用在管子支撑元件上的载荷	38
4.6.5 管子支撑元件的设计	38
4.7 覆盖及间隙要求	38
4.8 穿越	39
4.8.1 总则	39
4.8.2 穿越公共设施	39
4.8.3 穿越公路或铁路	39
4.8.4 穿越水域	42
4.9 对输电线及相关设施附近管线的要求	42
4.9.1 总则	42
4.9.2 对高压直流电线附近管线的影响	42

4.9.3 安全要求.....	42
4.10 750kW 以上加压站或 375kW 以上泵站的设计.....	42
4.10.1 总则.....	42
4.10.2 750kW 以上加压站的设计.....	43
4.10.3 375kW 以上泵站的设计.....	45
4.11 输油管线泵站、油库和转运油库内的液体储存.....	46
4.11.1 4000L 以上容量的地上储罐.....	47
4.11.2 容量 4000L 或更小的地上储罐.....	47
4.11.3 地下储罐.....	47
4.11.4 球形泵后储罐、锥形体和辅助容器.....	47
4.11.5 管状存储器.....	47
4.12 用管状和瓶状储气罐储存天然气.....	47
4.12.1 总则.....	47
4.12.2 地上装置.....	47
4.12.3 地下装置.....	47
4.13 地下室.....	48
4.13.1 结构设计.....	48
4.13.2 位置.....	48
4.13.3 地下室通风设备.....	48
4.13.4 排水和防水.....	48
4.14 管线的压力控制和过压保护.....	48
4.14.1 总要求.....	48
4.14.2 压力控制和过压保护装置的设计要求.....	48
4.14.3 压力释放装置的其它设计要求.....	49
4.14.4 加压站和泵站的其它过压保护要求.....	49
4.15 仪器、控制和取样管路.....	49
4.16 泄漏检测能力.....	49
4.17 涂味.....	49
5 材料.....	51
5.1 材料鉴定.....	51
5.2 钢质材料和垫片.....	51
5.2.1 设计温度——钢质材料.....	51
5.2.2 缺口韧性要求——钢管.....	51
5.2.3 缺口韧性要求——钢质构件.....	53
5.2.4 管线管.....	54
5.2.5 管件、法兰和阀门.....	55
5.3 其它材料.....	57
5.3.1 铝质管线管.....	57
5.3.2 聚乙烯管及管件.....	57
5.3.3 铸铁构件.....	57

5.3.4 铜和铜基合金.....	57
5.3.5 不锈钢.....	57
5.3.6 玻璃纤维管及管件.....	57
5.3.7 非铁质法兰.....	57
5.3.8 其它合金和复合材料.....	57
5.3.9 管子的工厂涂敷.....	57
5.4 含硫工况.....	58
5.4.1 特殊定义.....	58
5.4.2 总则.....	58
5.5 油田水服役.....	59
5.6 水泥灰浆衬里.....	59
5.7 材料的再利用.....	59
5.8 材料记录.....	59
6 安装.....	60
6.1 总则.....	60
6.2 管线道路用地活动.....	60
6.2.1 清理、分级和地面干扰.....	60
6.2.2 管子拖运.....	60
6.2.3 钢质管线系统中的弯管和弯头.....	60
6.2.4 对准和焊接.....	60
6.2.5 保护涂层.....	60
6.2.6 挖沟和将管下入沟内.....	61
6.2.7 回填.....	61
6.2.8 内部清理.....	61
6.2.9 排液和恢复.....	61
6.2.10 穿越的设置.....	61
6.2.11 穿越记录.....	61
6.3 适用于钢质管线的管子表面要求.....	61
6.3.1 安装检验时发现管子制造缺陷.....	61
6.3.2 凿痕和刻槽的现场修理.....	61
6.3.3 凹坑.....	62
6.3.4 修补.....	62
6.3.5 对接环焊缝和角焊缝中裂纹的去除.....	62
6.4 管线系统上的电测试导线.....	62
6.5 检验.....	62
6.6 避免安装过程中天然气—空气混合气爆炸和无法控制火灾发生的预防措施.....	63
7 连接.....	64
7.1 总则.....	64
7.2 焊接——电弧焊和气焊.....	64

7.2.1	总则	64
7.2.2	焊缝分类	65
7.2.3	焊接设备	70
7.2.4	材料	70
7.2.5	焊接程序规范的鉴定	71
7.2.6	焊工资格	81
7.2.7	生产焊接	84
7.2.8	生产焊接的检测与试验	87
7.2.9	接收标准—非破坏性检测	88
7.2.10	含有可修复缺陷焊接的返修	93
7.2.11	射线照相法	94
7.2.12	管线环焊缝的超声波检测	96
7.3	爆炸焊	99
7.3.1	总则	99
7.3.2	焊接程序规范鉴定	99
7.3.3	焊工资格	99
7.3.4	生产焊接	99
7.4	机械过盈配合接头	100
7.4.1	总则	100
7.4.2	连接程序规范鉴定	100
7.4.3	操作者资格	100
7.4.4	检测程序	101
8	压力检测	102
8.1	总则	102
8.2	强度和泄漏试验	102
8.2.1	总则	102
8.2.2	压力试验介质	103
8.2.3	最小强度和泄漏试验压力	103
8.2.4	最大强度试验压力	103
8.2.5	最大泄漏试验压力	103
8.2.6	试验时间	103
8.2.7	泄漏和破裂	104
8.2.8	穿越处气体介质试验	104
8.3	配件试验	104
8.4	接管	104
8.4.1	装配后试验	104
8.4.2	探伤	104
8.5	最大运行压力	104
8.5.1	运行压力超过 700kPa 的管线	104
8.5.2	运行压力为 700kPa 或更小的管线	105
8.6	压力试验记录	105

8.6.1 总则.....	105
8.6.2 运行压力超过 700kPa 的管线.....	105
8.6.3 运行压力为 700kPa 或更小的管线.....	105
8.7 试验期间的安全.....	105
8.8 试验介质处理.....	106
8.9 试验封头装置.....	106
8.10 试验程序和技术.....	106
9 腐蚀控制.....	107
9.1 总则.....	107
9.2 埋藏或浸没管线的外部腐蚀控制.....	107
9.2.1 新管子.....	107
9.2.2 现有已涂覆管.....	107
9.2.3 现有裸露管.....	107
9.2.4 电绝缘.....	107
9.2.5 电干扰——直流电.....	107
9.2.6 电干扰——交流电和闪电.....	107
9.2.7 外部防护涂层——性能、使用和检测.....	107
9.2.8 腐蚀控制试验站.....	108
9.2.9 阴极保护系统.....	108
9.2.10 阴极保护系统的操作与维护.....	108
9.3 暴露于大气中的管线外部腐蚀控制.....	109
9.4 内部腐蚀控制.....	109
9.4.1 总则.....	109
9.4.2 缓蚀.....	109
9.4.3 监控.....	109
9.5 腐蚀控制记录.....	110
10 操作、维护和改进.....	111
10.1 总则.....	111
10.2 操作和维护程序.....	111
10.2.1 总则.....	111
10.2.2 管线应急.....	111
10.2.3 失效调查.....	111
10.2.4 通讯设备.....	111
10.2.5 污染预防和控制.....	111
10.2.6 液体烃管线系统完整性的泄漏检测.....	112
10.2.7 腐蚀控制.....	112
10.2.8 管线标识.....	112
10.2.9 泵站和其它设施处的标记.....	113
10.3 记录.....	113

10.3.1 总则	113
10.3.2 管线系统	113
10.3.3 管线应急	113
10.3.4 泄漏和断裂	114
10.4 安全	114
10.4.1 培训计划	114
10.4.2 职员信息	114
10.4.3 监督者的责任	114
10.4.4 公害	114
10.4.5 安全	114
10.4.6 工作场合	114
10.4.7 防火和特殊设备	114
10.4.8 在役管线	114
10.4.9 吸烟和明火	114
10.4.10 输送高压烃气体管线系统的附加注意事项	114
10.4.11 酸性流体	115
10.4.12 一氧化碳管线	115
10.5 管线地面检查和维护	115
10.5.1 巡视管线	115
10.5.2 植物控制	116
10.5.3 暴露的设施	116
10.5.4 穿越	116
10.6 设施和设备操作与维护	116
10.6.1 加压站和泵站	116
10.6.2 地面储罐和压力容器	116
10.6.3 地下储罐	117
10.6.4 管型和瓶型气体收集器	117
10.6.5 压力控制、压力极限和压力释放装置	117
10.6.6 阀	117
10.6.7 防护拱顶	118
10.7 改变分级定位和穿越其它管线	118
10.7.1 分级定位的改变	118
10.7.2 穿越其它管线	118
10.8 缺乏的评价和含缺陷管子的修复	118
10.8.1 总则	118
10.8.2 管子缺乏	119
10.8.3 现场环焊焊接缺乏	121
10.8.4 工厂焊缝和环焊的焊接缺乏	121
10.8.5 永久性维修方法	121
10.8.6 临时修补方法	124
10.9 维护焊接	124
10.9.1 总则	124

10.9.2 在役管线系统.....	124
10.10 管线不停输开孔.....	127
10.10.1 总则.....	127
10.10.2 钢管准备.....	128
10.10.3 参数.....	128
10.11 管线系统的完整性.....	128
10.11.1 总则.....	128
10.11.2 现有管线系统的完整性.....	128
10.11.3 服役中的更换.....	128
10.11.4 升级到较高的最大操作压力.....	128
10.11.5 现存管线的压力试验.....	129
10.11.6 工程评价.....	129
10.12 气味处理.....	130
10.13 管线的钝化和再活化.....	130
10.13.1 管线的钝化.....	130
10.13.2 管线的再活化.....	130
10.14 管线的废弃.....	130
11 海上钢制管线.....	131
11.1 范围.....	131
11.2 设计.....	133
11.2.1 概述.....	133
11.2.2 设计信息.....	133
11.2.3 设计和负载条件.....	134
11.2.4 设计分析和判据.....	136
11.2.5 管线部件和装配细节.....	139
11.2.6 管线压力控制.....	140
11.2.7 泄漏检测.....	140
11.2.8 紧急情况关闭阀.....	140
11.3 材料.....	140
11.3.1 总则.....	140
11.3.2 管线管.....	140
11.4 安装.....	141
11.4.1 总则.....	141
11.4.2 材料的运输、搬运及贮存.....	141
11.4.3 重量涂层.....	141
11.4.4 附属设备和特别部件管线.....	141
11.4.5 安装程序.....	141
11.4.6 安装检测.....	142
11.4.7 安装前钢管和部件的修补.....	142
11.4.8 安装后管线的修补.....	142
11.4.9 勘测.....	142

11.4.10 交付使用	142
11.5 对接	143
11.5.1 总则	143
11.5.2 焊接	143
11.5.3 机械连接件	144
11.6 压力测试	144
11.6.1 总则	144
11.6.2 机械连接配件的测试	144
11.6.3 测试程序	144
11.6.4 压力测试介质	144
11.6.5 压力测试期间的安全性	144
11.6.6 压力测试记录	144
11.7 腐蚀控制	145
11.7.1 总则	145
11.7.2 外部腐蚀控制	145
11.7.3 内部腐蚀控制	145
11.7.4 阴极保护系统的维护	146
11.7.5 记录	146
11.8 运行及维护	146
11.8.1 总则	146
11.8.2 操作程序手册	146
11.8.3 意外事故手册	146
11.8.4 通讯系统	146
11.8.5 管线的检验和巡查	146
11.8.6 泄漏探测	147
11.8.7 阀门	147
11.8.8 控制设备和安全设备	147
11.8.9 安全	147
11.8.10 管线的修理	147
11.8.11 记录	147
11.8.12 管线的钝化和再活化	148
12 气体分配系统	149
12.1 范围	149
12.2 总则	150
12.3 含硫化氢气体	150
12.4 设计	150
12.4.1 钢质管线系统	150
12.4.2 聚乙烯管线系统	150
12.4.3 铸铁管系统	151
12.4.4 铜管线系统	152
12.4.5 覆盖和地下要求	152

12.4.6 穿越公路、铁路或在其范围内的管线	153
12.4.7 操作压力的限制	153
12.4.8 压力控制和限制	153
12.4.9 配气系统的阀	154
12.4.10 用户压力表和服役控制器	154
12.4.11 铸铁管的龙头	155
12.4.12 液化石油气管线系统	155
12.5 材料	156
12.5.1 钢管线管、油管和组作	156
12.5.2 聚乙烯输送管、油管、配件和阀	156
12.5.3 铸铁管	156
12.6 安装	156
12.6.1 钢管线系统	156
12.6.2 聚乙烯管线系统	156
12.6.3 铸铁管线系统	157
12.6.4 铜管线系统	157
12.6.5 服役线的安装	157
12.6.6 无沟槽安装	158
12.6.7 建筑物内用户压力计、控制器和管子的安装	158
12.7 连接	158
12.7.1 总则	158
12.7.2 钢管接头	158
12.7.3 聚乙烯管的接头和连接	160
12.7.4 铜管的接头	161
12.7.5 铸铁管接头	161
12.7.6 服役管线接头	161
12.8 压力试验	162
12.8.1 操作压力大于 700kPa 的配气管线	162
12.8.2 用户建筑物内的管线	162
12.8.3 聚乙烯管线	162
12.9 腐蚀控制	163
12.9.1 钢管线	163
12.9.2 铸铁管线	163
12.9.3 铜管线	163
12.9.4 目测检验	163
12.10 操作、维修和升级	163
12.10.1 管线标记	163
12.10.2 配气系统的维修	163
12.10.3 配管系统的压力记录	164
12.10.4 阀门维修	164
12.10.5 压力控制、压力限制和压力释放仪器	164
12.10.6 钢配气管线系统的修理想序	164

12.10.7 维修焊接	164
12.10.8 对聚乙烯管线系统附加的维修和修理要求	164
12.10.9 聚乙烯气输线系统的压力升级	165
12.10.10 铸铁管的操作和维修程序	165
12.10.11 管线系统的完整性	165
13 塑料管线	166
13.1 玻璃纤维管线	166
13.1.1 范围	166
13.1.2 设计	166
13.1.3 材料	167
13.1.4 安装	167
13.1.5 连接	167
13.1.6 压力试验	168
13.1.7 管线维修	168
13.2 高密度聚乙烯内衬管线	168
13.2.1 范围	168
13.2.2 设计	169
13.2.3 材料	169
13.2.4 安装	170
13.2.5 连接内衬	170
13.2.6 法兰连接	170
13.2.7 压力试验	170
13.2.8 运行与维护	170
13.3 用于气体集输、多相流体、低蒸汽压液体和油田水输送的聚乙烯管线	170
13.3.1 范围	170
13.3.2 设计	171
13.3.3 材料	172
13.3.4 安装	172
13.3.5 连接	172
13.3.6 压力试验	172
13.3.7 运行和维护	173
14 油田蒸汽输配管线系统	174
14.1 范围	174
14.2 设计	174
14.2.1 总则	174
14.2.2 承受内压的直管	174
14.2.3 弯管	174
14.2.4 由于持久载荷和位移应变计算的应力极限	175
14.2.5 膨胀、柔性和支撑	175
14.2.6 腐蚀裕量	175
14.2.7 壁厚偏差	175

14.3 材料	175
14.3.1 总则	175
14.3.2 材料试验	175
14.3.3 管子	176
14.3.4 弯管以外的管件	176
14.3.5 法兰	176
14.3.6 阀门	176
14.3.7 过渡件	176
14.3.8 弯管	176
14.3.9 管线支撑	177
14.4 连接	177
14.5 压力试验	178
14.5.1 总则	178
14.5.2 地面管线	178
14.5.3 地下管线	178
14.6 腐蚀控制	178
14.7 投产和运行	178
15 铝质管线	179
15.1 范围	179
15.2 总则	179
15.3 特殊定义 酸性服役	179
15.4 设计	179
15.4.1 铝管的压力设计	179
15.4.2 构件的压力设计	181
15.4.3 焊缝	181
15.4.4 铝的性能	181
15.4.5 无保护套管的铁路交叉	181
15.4.6 附近低压交流电线和相关设施对管线的影响	182
15.5 材料	182
15.5.1 设计温度	182
15.5.2 缺口韧性	182
15.5.3 铝管和构件	182
15.5.4 酸性流体服役	182
15.6 铝质管线的铺设	183
15.6.1 弯管和弯头	183
15.6.2 试验导线的附件	183
15.6.3 安装过程中铝质管线和配件的储存及搬运	183
15.6.4 大气温度	183
15.6.5 用挖沟器埋藏挠性铝质管线管	183
15.6.6 平面凹坑	183

15.7 连接.....	184
15.7.1 总则.....	184
15.7.2 弧焊.....	184
15.7.3 高能焊.....	184
15.7.4 机械过盈配合接头.....	185
15.8 压力试验.....	185
15.9 腐蚀控制.....	185
15.9.1 试验导线附件.....	185
15.9.2 铝热焊接.....	185
15.9.3 阴极保护系统的安装.....	185
15.9.4 腐蚀介质.....	186
15.10 运行、维护和升级.....	186
15.10.1 缺乏评估和包含缺陷管线的维修.....	186
15.10.2 维护焊接.....	186
15.10.3 管线的不停输打孔.....	186
15.11 海上管线.....	187
15.12 天然气配气管线.....	187
附录 A 涉及的组织.....	188
附录 B 管线风险分析导则.....	190
附录 C 极限状态设计.....	196
附录 D 管线腐蚀缺欠的在线检测指南.....	212
附录 E 液体碳氢化合物管线系统泄漏检测推荐做法.....	214
附录 F 液浆管线系统.....	217
附录 G 防止施工操作中天然气空气混合物爆炸的失控起火的预防措施.....	219
附录 H (不用).....	220
附录 I (不用).....	221
附录 J 用工程极限评价确定熔化焊接接头中缺欠的验收推荐做法.....	222
附录 K 基于断裂力学原理的管子环向对焊验收标准.....	223

1 范围

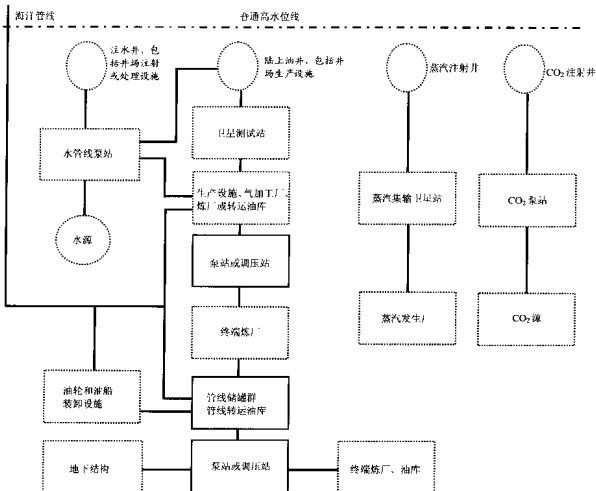
1.1 本标准包括油气工业管线系统的设计、建设、运行和维护，这些系统主要用于输送：

- (a) 液态碳氢化合物，包括原油、多相流、凝析油、液化石油产品、天然气液体和液化石油气；
- (b) 油田用水；
- (c) 油田用蒸汽；
- (d) 强化采收率时使用的二氧化碳；
- (e) 气体。

注：设计者应注意，本标准的要求对于非天然气、合成气或人造天然气等不一定适用。

1.2 本标准的范围，如图 1.1 和 1.2 所示，包括：

- (a) 对于石油工业流体，用于海上石油管道和设备、陆上管道、储罐群、泵站、调压站和计量站；
- (b) 用于石油管线泵站，储罐群和管线转运油库；
- (c) 对于二氧化碳管道系统，用于陆上管线管道和设备、调压站和计量站；
- (d) 对于天然气工业流体，用于海上管线管道和设备、陆上管线、加压站、计量站和调压站；
- (e) 天然气加压站；
- (f) 天然气存储管道和管状、瓶型气体储存容器。



注：虚线所注的设施，包括相关的泵和压缩机，不在本标准的范围之内。

图 1.1 范围框图——石油工业管线系统

(参见 1.2, 1.4, 1.1 和 E1.1)