

中华人民共和国石油天然气行业标准

**石油天然气管道跨越工程施工
及验收规范**

Code for construction and acceptance
of oil and gas pipeline aerial crossing engineering

SY 0470—2000

主编单位：四川石油管理局油气田建设工程总公司
批准部门：国家石油和化学工业局

石油工业出版社

2000 北 京

目 次

| | | |
|-----|-------------------|----|
| 1 | 总则 | 1 |
| 2 | 材料、配件的检验 | 2 |
| 3 | 基础施工 | 4 |
| 3.1 | 施工测量 | 4 |
| 3.2 | 基坑开挖 | 4 |
| 3.3 | 钢筋混凝土基础施工 | 6 |
| 3.4 | 砌体基础施工 | 9 |
| 3.5 | 钢管桩施工 | 10 |
| 3.6 | 钻孔灌注桩施工 | 11 |
| 4 | 塔架施工 | 13 |
| 4.1 | 钢塔架制作及安装 | 13 |
| 4.2 | 钢筋混凝土塔架施工 | 15 |
| 5 | 管段的组装、焊接及检验 | 16 |
| 5.1 | 管段加工与组装 | 16 |
| 5.2 | 管道焊接 | 17 |
| 5.3 | 焊缝质量检验 | 17 |
| 6 | 预埋弯管及补偿器 | 20 |
| 6.1 | 预埋弯管的组装焊接 | 20 |
| 6.2 | 补偿器制作及安装 | 20 |
| 7 | 桥面钢结构制作与安装 | 21 |
| 8 | 管桥吊装 | 22 |
| 8.1 | 钢丝绳的制备 | 22 |
| 8.2 | 主索安装 | 23 |
| 8.3 | 管桥吊装 | 23 |
| 9 | 其他跨越型式施工 | 25 |
| 10 | 管道试压和清管 | 26 |

| | |
|-----------------------|----|
| 11 防腐和保温 | 28 |
| 12 工程交工验收 | 29 |
| 标准用词和用语说明 | 30 |
| 附件 石油天然气管道跨越工程施工及验收规范 | |
| 条文说明 | 31 |

国家石油和化学工业局文件

国石化政发(2000)110号

关于批准《陆上石油工业安全术语》 等44项石油天然气行业标准的通知

中国石油天然气集团公司：

你公司报批的《陆上石油工业安全术语》等44项石油天然气行业标准草案，业经我局批准，现予发布。标准名称、编号为：

推荐性标准

- | | |
|------------------|--|
| SY/T 6455—2000 | 陆上石油工业安全术语 |
| SY/T 0032—2000 | 埋地钢质管道交流排流保护技术标准 (代替 SYJ 32—88) |
| SY/T 0069—2000 | 原油稳定设计规范 (代替 SY/T 0069—92) |
| SY/T 0321—2000 | 钢质管道水泥砂浆衬里技术标准 |
| SY/T 0460—2000 | 天然气净化装置设备与管道安装工程施工 及验收规范 (代替 SY 4060—93) |
| SY/T 5053.1—2000 | 防喷器及控制装置 防喷器 (代替 SY 5053.1—92) |

| | | |
|----------------|--|----------------|
| SY/T 5331—2000 | 石油地震勘探解释图件 (代替 SY/T 5331—94) | |
| SY/T 5355—2000 | 油藏地质特征描述技术要求 (代替 SY/T 5355—91) | 碳酸盐岩潜 山油藏部分 |
| SY/T 5366—2000 | 油田开发井取心资料技术要求 (代替 SY/T 5366—89) | |
| SY/T 5388—2000 | 碳酸盐岩储层的划分方法 (代替 SY/T 5388—91) | |
| SY/T 5426—2000 | 岩石可钻性测定及分级方法 (代替 SY 5426—91) | |
| SY/T 5539—2000 | 油井管产品质量评价方法 (代替 SY/T 5539—92) | |
| SY/T 5579—2000 | 碎屑岩油气储层精细描述方法 (代替 SY/T 5579—93) | |
| SY/T 5613—2000 | 泥页岩理化性能试验方法 (代替 SY/T 5613—93) | |
| SY/T 5806—2000 | 油、气层层位代码 (代替 SY 5806—93) | |
| SY/T 5927—2000 | 石油物探全球定位系统 (GPS) 测量规范 (代替 SY/T 5927—94) | |
| SY/T 5934—2000 | 地震勘探构造成果钻井符合性检验 (代替 SY/T 5934—94) | |
| SY/T 5938—2000 | 地震反射层地质层位标定 (代替 SY/T 5938—94) | |
| SY/T 6051—2000 | 山区二维地震勘探资料采集技术规程 (代替 SY/T 6051—1994) | |

| | |
|----------------|---|
| SY/T 6052—2000 | 地震勘探资料采集现场处理技术规程 (代替 SY/T 6052—1994) |
| SY/T 6054—2000 | 水陆交互带地震勘探资料采集技术规程 (代替 SY/T 6054—94) |
| SY/T 6102—2000 | 稠油油藏注蒸汽开发动态监测录取资料的内容及要求 (代替 SY/T 6102—94) |
| SY/T 6177—2000 | 天然气气藏开发方案经济评价方法 (代替 SY/T 6177—1995) |
| SY/T 6434—2000 | 天然气藏流体物性分析方法 |
| SY/T 6435—2000 | 易挥发原油物性分析方法 |
| SY/T 6436—2000 | 天然气开发规划编制技术要求 |
| SY/T 6437—2000 | 开发实验用岩样的取样方法及质量要求 |
| SY/T 6440—2000 | R24 浅层地震仪检验项目和技术规定 |
| SY/T 6441—2000 | 地震勘探数据处理成果验收规程 |
| SY/T 6445—2000 | 石油管材常见缺陷术语 |
| SY/T 6458—2000 | 石油工业用油轮受限空间进入指南 |
| SY/T 6459—2000 | 执行承包商安全和健康计划 |
| SY/T 6460—2000 | 易燃和可燃液体基本分类 |
| SY/T 6461—2000 | 湿蒸汽发生器的安装与操作推荐作法 |
| SY/T 7549—2000 | 原油粘温曲线的确定 旋转粘度计法 |
| SY/T 7550—2000 | 原油中蜡、胶质、沥青质含量测定法 |
| 强制性标准 | |
| SY 0322—2000 | 石油建设工程质量检验评定标准 天然气 净化厂建设工程 |

- | | |
|--------------|--------------------------------------|
| SY 0402—2000 | 石油天然气站内工艺管道工程施工及验收规范（代替 SYJ 4002—90） |
| SY 0470—2000 | 石油天然气管道跨越工程施工及验收规范（代替 SY 4070—93） |
| SY 6442—2000 | 石油钻井井架分级评定规范 |
| SY 6443—2000 | 压裂酸化作业安全规定 |
| SY 6444—2000 | 石油工程建设施工安全规定 |
| SY 6456—2000 | 含硫天然气集气站安全生产规定 |
| SY 6457—2000 | 含硫天然气管道安全规程 |

以上标准自 2000 年 10 月 1 日起实施。

国家石油和化学工业局
2000 年 3 月 31 日

前 言

本规范是依据原中国石油天然气总公司（98）中油技监字第33号文的要求，由四川石油管理局油气田建设工程总公司主编，对《石油天然气管道跨越工程施工及验收规范》SY 4070—93进行修订而成。

本次修订在总结近几年管道跨越工程施工经验的基础上，查阅了大量的有关资料，参考了国家、石油行业现行标准及有关行业的有关规定，对原规范部分技术内容进行了修改和补充。在修订过程中，以函审和会审两种方式广泛征求有关单位和专家的意见，力求做到技术先进、经济合理，确保工程施工质量。本规范经反复讨论和修改，最后由石油工程建设施工专业标准化委员会会同有关单位审查定稿。

本规范的主要内容包括：总则；材料、配件的检验；基础施工；塔架施工；管段的组装、焊接及检验；预埋弯管及补偿器；桥面钢结构制作与安装；管桥吊装；其他跨越型式施工；管道试压和清管；防腐和保温；工程交工验收等。

本规范自生效之日起，同时代替 SY 4070—93。

本规范由中国石油天然气集团公司提出。

本规范由石油工程建设施工专业标准化委员会归口。

本规范主编单位：四川石油管理局油气田建设工程总公司。

本规范主要起草人 陈正洲 佟明时 朱正诚

本规范由四川石油管理局油气田建设工程总公司负责解释。

本规范于1993年9月首次发布，本次是第二次修订。

1 总 则

1.0.1 为了提高石油天然气管道跨越工程的施工水平，确保工程质量及施工安全，降低工程成本，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于陆地石油、天然气管道跨越工程的施工及验收，输送其他介质的钢质管道跨越工程的施工及验收也可参考使用；本规范不宜用于沿已建桥梁铺设的石油天然气管道工程。

1.0.3 管道跨越工程的等级划分应符合表 1.0.3 的规定。具备总跨长度、主跨长度之一条件即可。

表 1.0.3 跨越工程等级

| 工程等级 | 总跨长度 (m) | 主跨长度 (m) |
|------|-----------------------|----------------------|
| 大 型 | ≥ 300 | ≥ 150 |
| 中 型 | $\geq 100 \sim < 300$ | $\geq 50 \sim < 150$ |
| 小 型 | < 100 | < 50 |

1.0.4 管道跨越工程施工应遵守国家现行水利、河道、航运及环境保护方面的有关规定。

1.0.5 石油天然气管道跨越工程施工及验收，除应符合设计和本规范外，尚应符合国家现行有关强制性标准的规定。

2 材料、配件的检验

2.0.1 管道跨越工程用材料、配件的材质、规格、型号必须符合设计要求。材料代用时，必须经设计、建设、监理单位同意，并出具材料改代单。

2.0.2 材料及配件的性能指标必须符合相应的现行国家标准或行业标准的规定，并具有出厂质量证明书、合格证和使用说明书。

2.0.3 对工程所用的材料、配件的合格证、质量证明书应进行检查，同时进行实物入库验收，并作好记录。当对其质量有怀疑或设计有复验要求者，应进行复验，合格后方可使用。

2.0.4 经检验合格的材料、配件应作好标识，并妥善保管。

2.0.5 跨越工程用钢管在施工前应做外观检验，其表面不得有裂纹、褶皱、重皮以及超过壁厚允许偏差等缺陷，如有坑槽、刻痕、压扁、夹层等缺陷应修复或切除，但修复后不得降低钢材强度。

2.0.6 对有缝钢管的焊缝在防腐或组焊前按钢管制造标准应逐根进行外观（目视或用放大镜）检查，对其质量有怀疑时，应反映给供货单位处理。

2.0.7 型钢使用前应进行外观检查，其表面质量应符合下列规定：

- 1 无裂纹、夹层、重皱、折痕、扭曲等缺陷；
- 2 表面锈蚀、坑点深度不得超过 0.5mm。

2.0.8 钢筋应具有出厂质量证明书和试验报告单。钢筋表面或每捆（盘）钢筋均应有标志，进场时应按炉批号及直径分批检验，应按设计和国家现行有关标准的规定抽取试样作理化指标或力学性能试验，合格后方可使用。

- 2.0.9** 施工前钢丝绳应逐根进行外观检验，不得有断丝、扭绞，其表面不得有锈蚀及压痕等缺陷。
- 2.0.10** 每批水泥必须具有出厂试验报告单，方可进入施工现场，不合格和或过期受潮水泥严禁使用。
- 2.0.11** 焊材应按质量证明书、合格证进行检验，焊条药皮不得有受潮、裂纹、脱落变色等现象。
- 2.0.12** 跨越工程用防腐、保温材料不得有过期变质、受潮等现象。
- 2.0.13** 钢筋混凝土预制桩施工前应进行外观检验，检验前不得对蜂窝、裂纹、掉角及其他缺陷进行修补。其外观质量应符合《地基与基础工程施工及验收规范》GBJ 202 的规定。
- 2.0.14** 工程用索具的制造和检验应符合设计要求和国家现行有关标准的规定。

3 基础施工

3.1 施工测量

3.1.1 施工测量除应符合本规范的规定外，还应符合《工程测量规范》GB 50026 的相关规定。

3.1.2 设计交桩后，施工单位应进行下列施工测量。

1 对设计单位或建设单位交付的跨越中线位置桩、墩位桩、三角网基点桩、水准点桩进行复测，并对复测资料与设计进行核查。

2 测定锚固墩和塔架基础中心位置。

3 对施工中可能被掩埋挖掘或挪动的跨越中线位置桩、墩位桩、水准点应在施工前测量移位，并绘图注明且作记录。

3.1.3 塔墩间距丈量的精度不得低于 $1/10000$ 。

3.1.4 采用三角网法测量时，三角网基线不得少于两条，基线长度不得小于跨越轴线长度的 $0.5 \sim 0.7$ 倍，基线丈量精度不得低于 $1/20000$ ，三角网所有的内角角度宜布设在 $30^\circ \sim 100^\circ$ 之间。

3.1.5 在施工过程中，应测量塔基、锚固墩、管桥中心线和标高，并作测量记录。

3.2 基坑开挖

3.2.1 跨越工程的塔基和锚固墩基坑开挖，应根据工程地质、施工季节、机具设备能力、工期和设计要求，并参照《公路桥涵施工技术规范》JTJ 041 的有关规定，采取切实可行的施工方法进行施工。

3.2.2 基坑尺寸应满足基础施工的要求，其实际开挖尺寸应比设计平面尺寸各边增宽 $0.5 \sim 1.0\text{m}$ 。对有渗水情况的基坑坑底开

挖尺寸，应考虑基坑排水的需要而适当加宽。

3.2.3 基坑坑壁坡度，应按工程地质和水文条件、基坑深度和现场情况确定。

1 基坑深度在 5m 以内，基坑底在地下水位以上，土层构造均匀时，基坑坑壁边坡度可参照表 3.2.3。

表 3.2.3 基坑坑壁坡度

| 坑壁土类 | 坑 壁 坡 度 | | |
|--------|---------|---------|---------|
| | 基坡顶缘无荷载 | 基坡顶缘有静载 | 基坡顶缘有动载 |
| 砂类土 | 1:1 | 1:1.25 | 1:1.5 |
| 碎、卵石类土 | 1:0.75 | 1:1 | 1:1.25 |
| 亚砂土 | 1:0.67 | 1:0.75 | 1:1 |
| 亚粘土、粘土 | 1:0.33 | 1:0.5 | 1:0.75 |
| 极软岩 | 1:0.25 | 1:0.33 | 1:0.67 |
| 软质岩 | 1:0 | 1:0.1 | 1:0.25 |
| 硬质岩 | 1:0 | 1:0 | 1:0 |

2 基坑深度大于 5m 时，应将坑壁坡度放缓一档，并加设台阶。

3 地下水位在基坑底以上时，地下水位以上部分可以放坡开挖；地下水位以下部分，若土质易坍塌或水位在基坑坑底以上较深时，应加固坑壁开挖。

4 地下水位较高时，可采用集水坑排水或井点降水法排水。

3.2.4 当采用爆破法开挖基坑时，边部爆破宜采用密眼少药爆破，以保护基坑岩土的整体性不受破坏。

3.2.5 基坑质量检验应符合下列要求。

1 基坑坑底的地质情况和承载力应符合设计要求。

2 基坑平面位置、尺寸、标高允许偏差应符合表 3.2.5 的规定。

表 3.2.5 基坑平面位置、尺寸、标高允许偏差

| 项 目 | | 允许偏差 (mm) | 备 注 |
|---------|----|---------------|---------|
| 基坑坑底平整度 | | ≤ 60 | 2m 直尺检验 |
| 轴线偏移 | | ≤ 50 | — |
| 平面标高 | 土质 | ± 50 | — |
| | 石质 | + 50 - 150 | — |

3 跨越工程的基坑检验，由设计、建设、监理单位代表与施工单位共同进行，未经检验合格及签证不得进行下道工序施工。

3.3 钢筋混凝土基础施工

3.3.1 钢筋混凝土施工应符合《混凝土结构工程施工及验收规范》GB 50204 的规定。

3.3.2 钢筋加工的形状、尺寸应符合设计要求。钢筋表面应洁净、无损伤、油渍，其表面的漆污和铁锈等应在使用前清除干净。

3.3.3 钢筋应平直、无局部曲折。采用冷拉方法调直钢筋时，Ⅰ级钢筋的冷拉率不宜大于 2%，Ⅱ，Ⅲ级钢筋的冷拉率不宜大于 1%。

3.3.4 钢筋弯钩必须符合设计要求，当设计无明确要求时，圆弧弯曲内径不应小于钢筋直径的 2.5 倍，平直部分长度不宜小于钢筋直径的 5 倍。

3.3.5 钢筋对接焊接的接头形式、焊接工艺和质量验收应符合《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的规定。

3.3.6 钢筋搭接双面电弧焊时，搭接长度不得小于 5 倍钢筋直径。焊缝厚度应大于或等于 $0.25d$ (d 为钢筋直径)，且不小于 4mm。焊缝宽度应大于或等于 $0.7d$ ，且不小于 10mm。

3.3.7 钢筋绑扎接头的搭接长度应符合设计要求，同一断面内

钢筋接头数量不得大于钢筋总数量的 25% (同一断面一般指 1m 范围内)。

3.3.8 混凝土浇筑应严格按照规定的配合比进行。混凝土配合比应按设计的混凝土强度等级, 且应根据现场各种材料作配方试验确定。

3.3.9 大型混凝土基础、桥墩、锚固墩宜分层浇筑, 分层厚度为插入式振捣器作用部分长度的 1.25 倍 (250~300mm)。

3.3.10 当采用插入式振捣器时, 振动棒插入混凝土时应垂直, 振动间距不宜大于振捣器作用半径的 1.5 倍 (600~700mm)。避免位移, 振捣器不得碰撞钢筋、模板及预埋件。

3.3.11 混凝土自由倾落高度以 0.5m 为宜, 高度超过 1.5m 时, 应使用滑槽或漏斗挂吊桶供料。

3.3.12 混凝土浇筑应依次逐层连续浇完, 不得任意中断, 并应在下层混凝土凝结前, 完成上层混凝土浇筑。层间允许间歇时间应符合表 3.3.12 的规定。

表 3.3.12 混凝土浇筑层间允许间歇时间

| 混凝土入模温度 (°C) | 允许间歇时间 (h) |
|--------------|------------|
| >25 | 2.0 |
| ≤25 | 2.5 |

3.3.13 当混凝土浇筑层间间歇时间超过本规范 3.3.12 的规定时应按工作缝处理, 并应采取下述措施:

1 下层混凝土强度尚未达到 1.2MPa 前, 不得进行上层混凝土浇筑。

2 下层混凝土结硬期中应进行表面清理, 并凿成毛面。

3 下、上层接缝处加强振捣, 使两层紧密结合。

3.3.14 浇筑大体积混凝土时应抛掷块石, 其数量不得超过混凝土总量的 25%, 块石强度不得低于 20MPa, 且无风化、裂隙。抛掷的块石应清洗干净。相邻石块间或石块与模板间净距不得小

于 100mm。

3.3.15 基础内的预埋件位置应准确。同时，为防止混凝土施工中其位置产生超标偏移，应采取可靠的稳固措施，地脚螺栓允许偏差为 2mm。

3.3.16 用于检验混凝土质量的试件应在混凝土浇筑时随机抽样制取，试件的制取组数应符合下列规定：

- 1 每浇筑 50m^3 混凝土取一组试件（一组为三个）。
- 2 每个工作班浇筑混凝土量不足 50m^3 时，取一组试件。
- 3 同组 3 个试件应在同盘混凝土中取样制作。

3.3.17 混凝土基础表面质量应符合下列规定：

- 1 表面应平整密实。
- 2 蜂窝、麻面的缺陷总面积不得超过该表面积全部的 0.5%，并不得过分集中。

3.3.18 混凝土塔架基础、锚固墩的位置及外形尺寸应符合表 3.3.18 的规定。

**表 3.3.18 塔架基础、锚固墩的位置
及外形尺寸允许偏差 (mm)**

| 序号 | 项 目 | 基础 | 承台 | 墩身、台身 | 墩式台 | 墩台 |
|----|--------|----------|----------|---------------------------|---------------------------|----------|
| 1 | 断面尺寸 | ± 50 | ± 20 | ± 15 | — | ± 10 |
| 2 | 垂直或倾斜度 | — | — | $0.005H$, 且 ≤ 50 | $0.003H$, 且 ≤ 20 | — |
| 3 | 底面标高 | ± 50 | — | — | — | — |
| 4 | 顶面标高 | ± 30 | ± 15 | ± 10 | — | — |
| 5 | 轴线偏移 | 30 | 20 | 10 | 10 | 10 |
| 6 | 预埋件位置 | — | — | 5 | — | — |
| 7 | 相邻间距 | — | — | — | ± 20 | — |
| 8 | 跨距 | 中、小型 | — | ± 50 | — | — |
| | | 大 型 | — | $\pm L_0/4000$ | — | — |

注： L_0 ——设计跨距 (mm)； H ——结构高度 (mm)。

3.4 砌体基础施工

3.4.1 砌体基础施工应符合 GB 50203 的规定。

3.4.2 天然地基上用条（块）石及混凝土预制块砌筑的基础，施工前应按本规范第 3.2.5 条的规定进行基坑质量检验，合格后方可砌筑。

3.4.3 砌体石料类别、强度应符合设计规定，石质应均匀、无风化、无裂纹。

3.4.4 砌筑砂浆材料质量应符合 GB 50203 的规定。

3.4.5 砂浆配合比应通过试验确定，其强度应符合设计要求。

3.4.6 若基坑坑底为岩石层或混凝土垫层，应先将基坑坑底表面清洗、湿润、坐浆后再砌筑。

3.4.7 砌体砂浆应饱满，粘结牢固，不得脱空和塞垫。

3.4.8 砌体基础位置和外型尺寸允许偏差应符合表 3.4.8 的规定。

表 3.4.8 砌体基础位置和外型尺寸允许偏差

| 序号 | 项 目 | 允许偏差 (mm) | 备 注 |
|----|----------|-----------------------|-----------|
| 1 | 跨距 | ± 50 | — |
| 2 | 墩、台宽度及长度 | ± 20 | — |
| 3 | 大面平整度 | 20 | 用 2m 直尺检查 |
| 4 | 垂直或倾斜度 | $0.005H$ ，且 ≤ 50 | — |
| 5 | 墩、台顶面标高 | ± 10 | — |
| 6 | 轴线偏移 | 20 | — |

注：H——结构高度 (mm)。

3.4.9 沉降缝、泄水孔及防水层的设置应符合设计规定。

3.4.10 砌体工程装饰应符合《建筑装饰工程施工及验收规范》JGJ 73 的规定。

3.5 钢管桩施工

3.5.1 跨越工程采用桩基础时，桩基施工应符合 GBJ 202 的规定。

3.5.2 钢管桩制作的允许偏差应符合表 3.5.2 的规定。

表 3.5.2 桩制作的允许偏差

| 项次 | 项 目 | | 允许偏差 (mm) |
|----|---------------|-----|-----------------|
| 1 | 外径 | 管端部 | $\pm 0.5\%$ 外径 |
| | | 管身部 | $\pm 1\%$ 外径 |
| 2 | 长度 | | 0 |
| 3 | 矢高 | | $\leq 0.1\%$ 桩长 |
| 4 | 管端平整度 | | ≤ 2 |
| 5 | 管端平面与管身中心线的倾斜 | | ≤ 2 |

3.5.3 打桩应符合下列规定：

- 1 桩帽或送桩帽与桩周围的间隙应为 5~10mm。
- 2 锤与桩帽、桩帽与桩之间应有相适应的弹性衬垫。
- 3 桩锤、桩帽（送桩）和桩身应在同一中心线上。
- 4 桩或桩管插入时的垂直度偏差不得超过 0.5%。
- 5 送桩留下的桩孔应立即回填密实。

3.5.4 打桩顺序应按下列规定：

- 1 根据桩的密集程度：
 - 1) 自中间向两个方向对称进行；
 - 2) 自中间向四周进行；
 - 3) 由一侧向单一方向进行。
- 2 根据基础的标高，宜先深后浅。
- 3 根据桩的规格，宜先大后小，先长后短。

3.5.5 钢管桩管内空间应浇筑混凝土填充，浇注前应在桩管内注入清水置换原有泥浆水，以保证混凝土浇注质量。

3.5.6 打桩完毕后钢管桩位置允许偏差应符合表 3.5.6 的规定。

表 3.5.6 钢管桩位置的允许偏差

| 项 次 | 项 目 | 允许偏差 (mm) |
|-----|------------------|-----------|
| 1 | 上面盖有基础梁的桩： | |
| | 1) 垂直基础梁的中心线 | 100 |
| | 2) 沿基础梁的中心线 | 150 |
| 2 | 桩数 1~2 根或单排桩基中的桩 | 100 |
| 3 | 桩数为 3~20 根桩基中的桩 | 1/2 桩径 |
| 4 | 桩数大于 20 根桩基中的桩： | |
| | 1) 最外边的桩 | 1/2 桩径 |
| | 2) 中间的桩 | 一个桩径 |

3.6 钻孔灌注桩施工

3.6.1 跨越工程基础采用钻孔灌注桩时，坑基施工应符合 GBJ 202 的规定。

3.6.2 护筒埋设应符合下列规定：

- 1 护筒内径应大于钻头直径，用回转钻时，宜大 100mm。
- 2 护筒中心与桩位中心偏差不得大于 50mm。
- 3 护筒埋设深度：在粘性土中不宜小于 1m，在砂土中不宜大于 1.5m。

3.6.3 采用泥浆护壁和排渣时，应符合下列规定：

- 1 在粘土和亚粘土中成孔时，可注入清水，以原土造浆护壁。排渣泥浆的相对密度应控制在 1.1~1.2。
- 2 在砂土中成孔时，泥浆的相对密度应控制在 1.1~1.3；在穿越砂卵石层或容易塌孔的土层中成孔时，泥浆的相对密度应控制在 1.3~1.5。

3.6.4 灌注桩的清孔应符合下列规定：

- 1 孔壁土质不易塌孔时，可用空气吸泥机清孔。

2 用原土造浆的孔，清孔后泥浆相对密度应控制在 1.1 为宜。

3 孔壁土质较差时，宜用泥浆循环清孔，清孔后的泥浆相对密度应在 1.15~1.25。

3.6.5 钻孔进度，根据土质情况、孔径、孔深、供水或供浆的大小、钻机负荷以及成孔质量等具体情况确定。

3.6.6 灌注混凝土前，应探测孔底泥浆沉淀厚度，如大于规定，应再次清孔。

3.6.7 灌注首批混凝土时应注意下列事项：

1 导管下口至孔底的距离宜为 0.25~0.4m。

2 导管埋入混凝土中的深度不得小于 1m。

3.6.8 混凝土灌注开始后，应连续地进行。在灌注过程中，应控制井孔内混凝土面位置，及时调整导管深度。

3.6.9 钻孔灌注桩成孔质量允许偏差应符合表 3.6.9 的规定。

表 3.6.9 钻孔灌注桩成孔质量允许偏差

| 编号 | 项目 | 允许偏差 (mm) | 附注 |
|----|---------|---|-------------------------|
| 1 | 孔的中心位置 | 群桩：不大于 100mm 单排桩：不大于 50mm | 斜桩以水平面偏差值计算 |
| 2 | 孔径 | 不小于设计桩径 | |
| 3 | 倾斜度 | 直桩：小于 1% 斜桩：小于设计斜度的 $\pm 2.5\%$ | |
| 4 | 孔深 | 摩擦桩：不小于设计规定 柱桩：比设计深度超深不小于 50mm | 柱桩是指支承在岩石及嵌入岩层的桩 |
| 5 | 孔内沉淀土厚度 | 摩擦桩：不大于 $(0.4 \sim 0.6)d$ (d 为设计桩径) 柱桩：不大于设计规定 | 应尽量争取不大于 $0.4d$ |
| 6 | 清孔且泥浆指标 | 相对密度 1.05~1.2 粘度 17~20，含砂率 $< 4\%$ | 在钻孔的顶、中、底分别取样检验，以其平均值为准 |

4 塔架施工

4.1 钢塔架制作及安装

4.1.1 钢结构塔架可在工厂预制或施工现场制作，其制作质量应符合设计要求和《钢结构工程施工及验收规范》GB 50205 的有关规定。

4.1.2 用于塔架制作的型钢下料前，应对其进行矫正；型钢弯曲矢高应小于或等于 $L/1000$ (L 为长度)，且不大于 5mm；角钢翼缘板垂直度误差应小于或等于 $b/100$ (b 为肢宽)，且不大于 3mm。

4.1.3 钢塔架应在平台上按 1:1 的比例放样，肋板或连接板宜编号制作样板，按样板划线下料。

4.1.4 下料时应考虑加工余量和组对间隙，火焰切割加工余量应不大于 2mm；机械切割加工余量应不大于 1mm。

4.1.5 切割后构件长度、宽度尺寸允许偏差为 $\pm 1\text{mm}$ 。

4.1.6 塔体组装应在组装平台上进行。组装后其塔断面几何尺寸允许偏差应符合下列规定：

1 节点之间的间距允许偏差应小于 $L/1000$ (L 为长度)，且小于 2mm。

2 对角线尺寸允许偏差应小于 5mm。

4.1.7 钢塔架焊接前，应按国家现行的《建筑钢结构焊接与验收规程》JGJ 81 的规定进行焊接工艺评定，并依据评定合格的焊接工艺编制焊接作业指导书。

4.1.8 钢塔架焊接应由具有相应资质的焊工按照焊接作业指导书进行施焊。

4.1.9 施焊时，应采取有效措施控制钢结构变形。

4.1.10 焊接质量应符合下列规定：

1 焊缝外观质量检验：

- 1) 焊缝应连续，焊缝金属与母材应平缓过渡；
- 2) 焊缝不得有裂纹、气孔、夹渣；
- 3) 咬边深度不得大于 0.5mm，每条焊缝两侧咬边长度之和不得大于每条焊缝全长的 10%，且不得大于 100mm。

2 焊缝内部质量检验应符合设计要求。

4.1.11 塔架吊装前，应对基础进行全面检查验收，达到设计要求后，方可吊装。检查内容应包括塔基础的强度、外形尺寸、标高、相对位置及预埋件。

4.1.12 塔架用螺栓联接时，应保证螺栓孔位的准确性，严禁在预制好的联结件上割孔。

4.1.13 塔架吊装时，应根据现场施工条件和机具设备能力，确定合理的吊装方法，并编制吊装方案。

4.1.14 采用整体吊装时，钢塔架吊点处应采取加固措施，以防塔架受力变形。

4.1.15 分片组装塔架（如塔脚为铰接时应设置假腿临时固定），组装到一定高度时或整体吊装后应设置临时风缆绳，确保塔架稳固。

4.1.16 塔架吊装后应按设计要求检验其安装精度，当设计无要求时，其允许偏差应符合表 4.1.16 的规定。

表 4.1.16 塔架安装允许偏差

| 项 目 | 允许偏差 (mm) |
|-------|---------------------------------|
| 整体垂直度 | $H/2500 + 10.0$ ，且 < 50.0 |
| 塔顶标高 | $\pm H/1000$ ，且在 ± 30.0 范围内 |

注：铰接塔沿管桥中线方向检测。 H 为结构高度。

4.2 钢筋混凝土塔架施工

- 4.2.1 钢筋混凝土塔架施工参照 GB 50204 的规定进行。
- 4.2.2 钢筋混凝土塔架宜采用分段立模浇筑或滑升模板法浇筑。
- 4.2.3 塔架施工过程中，应加强测量监控，采取有效的纠偏措施或预制吊装措施。
- 4.2.4 应按混凝土等级要求和用料情况选几种配合比制成试件，经试验确定用于现场配料的混凝土配合比。
- 4.2.5 塔架浇筑完成后，应在收浆后立即予以覆盖，并洒水养护，以保持混凝土表面经常处于湿润状态。养护时间不得少于 7d。
- 4.2.6 钢筋混凝土塔架施工的允许偏差应符合下列规定：
- 1 轴线偏位允许偏差 $\pm 10\text{mm}$ ；
 - 2 断面尺寸允许偏差 $\pm 20\text{mm}$ ；
 - 3 塔顶标高允许偏差 $\pm 10\text{mm}$ ；
 - 4 预埋索鞍地脚螺栓位置尺寸偏差不得大于 2mm ；
 - 5 倾斜度 $H/1500$ (H 为结构高度)。

5 管段的组装、焊接及检验

5.1 管段加工与组装

5.1.1 管道组对前应进行选配管，相连的两管口的外径差不得大于 1.0mm。

5.1.2 钢管坡口型式及组对间隙应按焊接工艺和焊接作业指导书的规定执行。

5.1.3 坡口宜采用机械加工。当材质允许采用火焰切割时，切割后应除去氧化层、溶渣等。坡口表面不得有裂纹、夹层、气孔等缺陷。当发现坡口表面有裂纹时，应切除重新加工坡口。

5.1.4 管口端面应垂直于钢管中心线，其端面倾斜偏差应符合下列规定：

1 钢管外径小于 D_N400 时，偏差不得超过 1.0mm。

2 钢管外径大于或等于 D_N400 时，偏差不得超过 1.5mm。

5.1.5 钢管组对前应逐根将钢管内泥土等杂物清理干净，应清除距管口端内外 20mm 范围内油、锈、水等污物，并打磨出金属光泽。

5.1.6 管段组装应采用对口器。当采用内对口器组装时，在根焊道完成后才能撤出内对口器；用外对口器组装时应进行定位焊，且应均匀分布，其定位焊总长度不得小于焊缝长度的 50%，厚度不得超过管壁厚的 2/3。

5.1.7 组装错边量不得大于管子壁厚的 10%，且不得大于 1mm。螺旋焊缝处的最大错边量不得大于 1.5mm。

5.1.8 相邻两管的螺旋焊缝或直焊缝必须错开，其间距应大于 100mm。丁字焊缝不得放置在底部。

5.2 管道焊接

5.2.1 施焊前应按《钢质管道焊接及验收》SY/T 4103 的规定进行焊接工艺评定。

5.2.2 焊工必须经考试合格，取得相应施焊资格并在有效期内方可施焊。

5.2.3 焊条应按出厂说明书的规定保管和使用。

5.2.4 施焊时焊工应严格执行焊接作业指导书，严禁在坡口边的管道上打火引弧。

5.2.5 当管道焊接需要焊前预热或焊后热处理时，其焊前预热和焊后热处理应符合焊接作业指导书的规定。


5.2.6 在下列环境下，若无有效的防护措施，禁止施焊：

- 1 雨天、雪天。
- 2 手工焊风速超过 8.0m/s ，气体保护焊风速超过 2.2m/s ，自保护焊丝半自动焊接风速超过 11m/s 。
- 3 相对湿度超过 90% 。
- 4 焊接时的最低环境温度，低碳钢应为 -20°C ，低合金钢应为 -15°C ，低合金高强度钢应为 -5°C 。

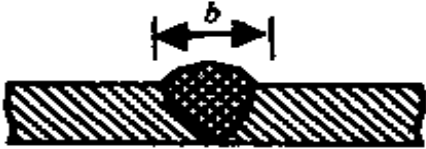

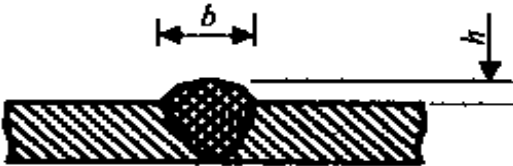
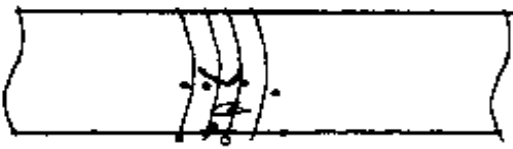
5.3 焊缝质量检验

5.3.1 管道对接焊缝应进行外观检查其焊缝外观质量检验应符合表 5.3.1 的规定。

表 5.3.1 焊缝外观质量标准

| 序号 | 检验项目 | 示意图 | 质量标准 |
|----|--------|--|---|
| 1 | 咬边 s |  | $s \leq 0.5$ ，每条焊缝两侧咬边长度之和不大于每条焊缝全长的 10% ，且 不 大 于 100mm |

续表 5.3.1

| 序号 | 检验项目 | 示意图 | 质量标准 |
|----|-----------------|--|--|
| 2 | 焊缝宽度 b |  | 每边超出坡口 1 ~ 2mm |
| 3 | 错边 e |  | 管外径 $< D_N 400\text{mm}$, 不大于 1.0mm; 管外径 $\geq D_N 400\text{mm}$, 不大于 1.5mm |
| 4 | 焊缝余高 h |  | 上向焊: $h \leq 1 + 0.1b$, 且局部不大于 3mm, 长度不大于 30mm; 下向焊: $0 \leq h \leq 1.6\text{mm}$, 且局部不大于 3mm, 长度不大于 50mm。 自动焊: $0 \leq h \leq 3\text{mm}$ |
| 5 | 焊缝表面裂纹、气孔、夹渣、飞溅 |  | 不允许 |

5.3.2 焊缝外观质量检查合格后, 应进行焊缝无损探伤。焊缝无损探伤应符合下列规定:

- 1 跨越管道的环向焊缝应进行 100% 的射线探伤。
- 2 对用射线探伤难度大的个别环向焊缝部位, 经有关部门共同商定可用超声波探伤代替射线探伤, 但其数量不得超过管道环向焊缝总数的 10%。

3 射线探伤应符合《石油天然气钢质管道对接焊缝射线照相及质量分级》SY 4056 的规定，合格级别为Ⅱ级；超声波探伤应符合《石油天然气钢质管道对接焊缝超声波探伤及质量分级》SY 4065 的规定，合格级别为Ⅱ级。

6 预埋弯管及补偿器

6.1 预埋弯管的组装焊接

6.1.1 跨越锚固墩中预埋弯管的组装、焊接及检验，应符合本规范第 5 章的规定。

6.1.2 弯管安装（预埋）时，应按设计要求进行安装固定，以免在混凝土浇筑或振捣时发生移位。

6.2 补偿器制作及安装

6.2.1 用于制作补偿器的弯管不得有过烧、裂纹或机械损伤等缺陷。

6.2.2 跨越管道补偿器的弯管、尺寸应符合下列要求。

1 椭圆率 = $\frac{\text{最大外径} - \text{最小外径}}{\text{弯管外径}} \times 100\%$ ，且 $\leq 2\%$ 。

2 弯曲角度角偏差应不超过 $\pm 0.5^\circ$ 。

3 曲率半径小于 1000mm，允许偏差为 $\pm 3\text{mm}$ ；曲率半径不小于 1000mm，允许偏差为 $\pm 3R/1000$ （ R 为曲率半径）。

6.2.3 补偿器由弯管和直管段组焊制作，直管段长度不得小于管外径的 1.5 倍，且不得小于 500mm。

6.2.4 补偿器制作时，其组对、焊接、焊缝检验应符合本规范第 5 章的规定。

6.2.5 补偿器制作完毕后，应按本规范第 10 章的规定单独进行强度试验。

6.2.6 补偿器安装时，应按设计要求进行预拉伸或预压缩，其允许偏差为 $\pm 10\text{mm}$ 。

7 桥面钢结构制作与安装

7.0.1 桥面钢结构（牛腿、吊耳、栏杆、走道板、吊栏等）应按设计要求和 GB 50205 的有关规定进行施工及验收。

7.0.2 桥面钢结构、构件均应按设计尺寸 1:1 放样下料。

7.0.3 牛腿或其他连接件应在管段组焊、试压合格后，再进行安装，其位置允许偏差为 $\pm 2\text{mm}$ 。

8 管桥吊装

8.1 钢丝绳的制备

8.1.1 跨越工程中所用钢丝绳，在施工前必须按规定程序进行预拉伸。预拉力应为钢丝绳破断拉力的 50%，预拉伸稳定时间不得少于 6h。

8.1.2 应在全部预拉伸过程完成后进行钢丝绳丈量，再对钢丝绳施以工作状态时的设计拉力，然后按设计长度进行划线并设置标志。钢丝绳切割处两侧应扎紧，然后截断，可防止钢丝绳割断后出现松散。钢丝绳下料切割时应留足施工所需尺寸。

8.1.3 钢丝绳预拉伸及下料切割后，应编号挂牌，并顺直摆放，不得折曲、扭绞。

8.1.4 钢丝绳锚固头的制作应符合下列规定：

1 在离绳端套筒长度处，用钢丝向绳端反方向缠 200～300mm 以防绳股松散，然后将钢丝绳穿入套筒后再松开缠绕的铁丝拨开钢丝，并逐根拉直。

2 先用无铅汽油清洗掉钢丝表面油膜，再用盐酸除去钢丝表面镀锌层，经用碱水中和后，用清水冲洗擦干。

3 将选用灌注锚头用的各种合金配料加热至使其熔化融合。

4 将钢丝均布在套筒内，灌入熔融的合金材料。浇灌时，应用小铁锤轻轻敲打套筒外壁，使熔料浇灌密实。

5 在施工前制作 1～2 个灌好的锚固头进行拉力试验，拉力达到设计最大负荷 1.5 倍，钢丝绳从套筒中不被拔出，即为合格。

8.2 主索安装

8.2.1 适用于悬索、悬缆和斜拉与悬索组合跨越形式。

8.2.2 塔架上索鞍应在塔架吊装、找正、固定后安装，索鞍经检查符合设计要求后方可进行主索安装。

8.2.3 主索安装应根据施工现场地形、施工机具设备、河流流速、通航条件等因素选择合理的牵引方案。在主索拖放过程中，主索的保护层及主索钢丝不被破坏或磨损。主索安装牵引方法如下：

1 当河床地形复杂、流速较大、主索不宜水中拖拉过河时，可利用塔顶预先设置的施工索道，安上开口滑轮，以适宜的间距吊起主索，用小直径钢丝绳作牵引绳，由一岸拉向另一岸。实现主索于空间过河。

2 对于不通航河流、虽通航但可断航的河流（河底平坦、无暗礁）、干枯河流、冰冻河流采用小绳牵大绳方法，直接牵引主索过河，再将主索吊装于塔架上。

8.2.4 主索两端头应分别与两岸锚固墩上的预埋件联结牢固。安装的索鞍盖应与鞍座压紧。

8.3 管桥吊装

8.3.1 跨越管桥的桥面安装，应根据跨越工程等级、跨越结构形式及施工现场具体情况选择吊装或发送方法施工。

8.3.2 安设的发送道（架）必须牢固、可靠，施工临时索道必须进行安全校核，以确保吊装安全。

8.3.3 管桥吊点间距的确定应保证管桥不产生塑性变形。为避免管桥扭转，吊点处应采取防扭措施。

8.3.4 分段吊装管桥时，各管段的碰头组装、焊接及检验应符合本规范第5章的规定，桥面钢结构焊接应符合本规范第7章的规定。

8.3.5 管桥吊装就位后，可利用施工索具等手段调整管桥预拱。

安装好悬索、斜拉索和抗风索，并按设计规定对绳索的拉力值进行校正，作好记录。

8.3.6 当吊装已作好防腐层的管桥时，所采用的管桥吊装方式及使用的工装、索具等应有保护防腐层措施。

9 其他跨越型式施工

9.0.1 无单体跨越设计图或设计无明确规定的跨越管段施工应视为一般管段，其质量标准同线路工程。

9.0.2 轻型托架式跨越施工应符合下列规定：

- 1 托架上弦制作时，应按设计要求起拱。
- 2 当下弦采用镀锌钢丝绳时，钢丝绳应进行预拉伸，预拉伸应符合本规范的规定。
- 3 钢丝绳下料在预拉伸后进行，下料长度允许偏差为 $\pm 5\text{mm}$ 。
- 4 钢丝绳锚固头制作应符合本规范的规定。

9.0.3 单管拱式跨越管拱的轴线曲率半径、跨度、两拱脚基础标高应符合设计要求，其允许偏差值当设计有规定时按设计要求；设计无规定时，管拱的轴线曲率半径允许偏差应为 $\pm 20\text{mm}$ ，跨度允许偏差应为 $\pm 20\text{mm}$ 。两拱基础标高不得大于 20mm 。

9.0.4 “II”形刚架管道跨越、梁式管道跨越、桁架式管道跨越等钢结构应按 GB 50205 的规定进行。

9.0.5 “II”形刚架、梁式、桁架式管道跨越管段的组装、焊接及检验应按本规范第 5 章的规定执行。

10 管道试压和清管

10.0.1 大中型跨越中的跨越管段的试压和清管应在其组装、焊接并检验合格后进行。管桥全部安装工作完成后，应进行整体试压和清管，并制定技术安全措施。

10.0.2 整体吊装的中小型跨越应在吊装前进行整体试压和清管。

10.0.3 强度试压宜采用洁净水为试压介质，严密性试压宜采用洁净水或空气为试压介质。

10.0.4 当采用水为试压介质时，输气管道宜在临时施工索拆除前进行试压。

10.0.5 试验压力、稳压时间及合格标准应符合设计要求或表 10.0.5 的规定。

表 10.0.5 试验压力、稳压时间及合格标准

| 项 目 | 分段试压 | | 整体严密性试验 |
|------|----------------|----------------|---------------------|
| | 强度试验 | 严密性试验 | |
| 介 质 | 水或空气 | | |
| 试验压力 | 1.5 <i>p</i> 设 | 1.0 <i>p</i> 设 | 1.0 <i>p</i> 设 |
| 稳压时间 | 4h | 8h | 24h |
| 合格标准 | 无异常变形、无渗漏 | 无渗漏 | $\Delta p \leq 1\%$ |

注

1 p 设为设计压力 (MPa)；

2 分段已作强度试验，整体不作强度试验。

10.0.6 强度试验压力应均匀缓慢升压，当试验压力大于 3.0MPa 时，宜分 3 次升压，在压力为 30%，60% 的试验压力

时，应分别稳压 30min，并对管道进行全面检查后方可继续升压至最终试验压力，采用空气介质试压时每小时升压不得超过 1.0MPa。在稳压期间若发现有渗漏等情况，应泄压后修理，经检验合格后，再重新按规定进行试压直至合格。

10.0.7 严密性试验应在强度试验合格后，将管内压力降至设计压力，待管道内介质温度和管道周围大气温度均衡后，按表 10.0.5 的规定进行严密性试验。

10.0.8 气体强度和严密性试压、稳压时间内的压降率按式 (10.0.8) 计算：

$$\Delta P = \left(1 - \frac{p_2 T_1}{p_1 T_2}\right) \times 100\% \quad (10.0.8)$$

式中 ΔP ——压降率 (%)；

p_1 ——稳压开始时首端和末端试验介质平均压力 (MPa)；

p_2 ——稳压终了时首端和末端试验介质平均压力 (MPa)；

T_1 ——稳压开始时首端和末端试验介质平均绝对温度 (K)；

T_2 ——稳压终了时首端和末端试验介质平均绝对温度 (K)。

10.0.9 试压用压力表必须经检定合格且在检定周期内，其精度不应小于 1 级，表盘直径不小于 150mm，表盘刻度应为被测压力的 1.5 倍。温度计读数分格不得大于 1℃。

10.0.10 管道分段试压前，应清除管内泥土、铁锈等杂物。整体试压后还必须进行清管，直至扫尽脏物和积水为止。

10.0.11 当气温低于 0℃ 进行水压试验时，应有可靠的防冻措施。试压合格后，应及时将管道内积水排净。

11 防腐和保温

11.0.1 跨越管道和管桥结构的防腐或保温应符合设计要求。

11.0.2 钢丝绳在防腐前应对其进行表面清理，但表面清理不得损伤钢丝绳表面。钢丝绳防腐应在安装前完成。安装调试后，应进行防腐补涂。

11.0.3 钢结构单件应按设计要求进行防腐，并满足下列要求：

1 防腐前必须对防腐表面的锈蚀、油污、灰尘、水气等进行彻底清除。有除锈等级要求的，必须达到其级别要求。

2 防腐施工前，应按产品说明书调和配合比，搅拌均匀，油漆试涂色标合格后方可施工。

3 防腐材料应涂刷均匀、色彩一致、不得有漏涂。分层涂刷的防腐材料，应在前一遍防腐材料干透并经检查合格后，方可涂刷下一遍漆。

11.0.4 保温结构应粘结可靠，捆扎结实。

11.0.5 对已防腐、保温的管段和构件，应妥善保管，局部磨损处应及时修补。

12 工程交工验收

12.0.1 构成单位工程跨越工程完工后，由建设单位组织监理、第三方质检、施工单位、设计单位按有关规范及设计要求，共同对跨越工程进行检查和验收。

12.0.2 跨越工程完工后，施工单位应提供下列技术资料：

- 1 跨越工程竣工图、设计修改通知单、施工联络单、材料改代单。
- 2 开工报告。
- 3 交工报告。
- 4 单位工程质量评定表。
- 5 隐蔽工程验收记录。
- 6 强度和严密性试验报告。
- 7 材质证明书、合格证、化验单、无损检测综合报告。
- 8 其他有关资料。

标准用词和用语说明

对执行标准严格程度的用词，应采用下列写法：

1. 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2. 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3. 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4. 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

附件

石油天然气管道跨越工程 施工及验收规范

条文说明

修 订 说 明

根据原中国石油天然气总公司(98)中油技监字第33号文的要求,《石油天然气管道跨越工程施工及验收规范》(SY 4070—93)由四川石油管理局油气田建设工程总公司修订成为SY 0470—2000《石油天然气管道跨越工程施工及验收规范》经国家石油和化学工业局2000年3月31日以国石政发(2000)110号文批准发布。

在修订过程中,以函审和会审两种形式广泛征求有关单位和专家的意见,力求使本规范做到技术先进,经济合理,确保工程质量。本规范经反复讨论和修改,最后由石油工程施工专业标准化委员会会同有关单位审查定稿。

本规范对原规范进行了修改,补充和完善。

为便于有关部门和单位人员在使用本规范时能正确理解条文规定,本规范编写人员根据国家有关编制标准、规范条文说明的统一要求,按正文的章、节、条顺序编制了本条文说明,供各有关人员参考。

为了提高施工水平,请各单位在执行本规范过程中注意总结经验,随时将有关意见及建议寄往四川省内江市油气田建设工程总公司技监部(邮编:641003)和天津市塘沽区津塘公路40号石油工程技术研究院标准室(邮编:300451)。

四川石油管理局油气田建设工程总公司

1999年9月

目 次

| | | |
|-----|-------------|----|
| 1 | 总则 | 35 |
| 2 | 材料、配件的检验 | 36 |
| 3 | 基础施工 | 37 |
| 3.1 | 施工测量 | 37 |
| 3.2 | 基坑开挖 | 37 |
| 3.3 | 钢筋混凝土基础施工 | 38 |
| 3.4 | 砌体基础施工 | 38 |
| 3.5 | 钢管桩施工 | 38 |
| 3.6 | 钻孔灌注桩施工 | 39 |
| 4 | 塔架施工 | 40 |
| 4.1 | 钢塔架制作及安装 | 40 |
| 4.2 | 钢筋混凝土塔架施工 | 41 |
| 5 | 管段的组装、焊接及检验 | 42 |
| 5.1 | 管段加工与组装 | 42 |
| 5.2 | 管道焊接 | 42 |
| 5.3 | 焊缝质量检验 | 43 |
| 6 | 预埋弯管及补偿器 | 44 |
| 6.1 | 预埋弯管的组装焊接 | 44 |
| 6.2 | 补偿器制作及安装 | 44 |
| 7 | 桥面钢结构制作与安装 | 45 |
| 8 | 管桥吊装 | 46 |
| 8.1 | 钢丝绳的制备 | 46 |
| 8.2 | 主索安装 | 46 |
| 8.3 | 管桥吊装 | 46 |
| 9 | 其他跨越型式施工 | 48 |

| | | |
|----|---------------|----|
| 10 | 管道试压和清管 | 49 |
| 11 | 防腐和保温 | 50 |
| 12 | 工程交工验收 | 51 |

1 总 则

1.0.1 阐明制定本规范的目的。

1.0.2 规定了本规范的适用范围。不适用于沿已建桥梁铺设是因为公路、铁路、桥梁车辆行驶频繁、桥梁振动大，对管道造成不利影响。一旦管道遭受破坏，石油天然气泄漏将会危及桥梁和行人车辆安全。本规范未针对在这些设施上铺设石油天然气管道作出规定，故本条确定，本规范仅适用于陆地石油、天然气管道跨越工程施工及验收，不适用于沿已建桥梁铺设的石油天然气管道。

1.0.3 依据《原油和天然气输送管道穿跨越工程设计规范 跨越工程》SY/T 0015.2 规定了跨越工程等级划分的标准。

2 材料、配件的检验

2.0.1 设计单位出具的材料代用单或设计单位签署的材料代用联络单等书面文件宜加盖设计专用章。

2.0.2 材料出厂质量证明书应是原件或其复印件；抄件则必须将生产厂名称、出厂编号、炉（罐）批号、批量技术性能等参数抄全，并加盖抄件单位专用章。

2.0.3 检查材料标志与质量证明书是否相符，质量证明书的化学成分、机械性能、物理性能应符合现行国家标准或行业标准的规定；外观质量应符合相应标准的规定。

2.0.5 钢管表面的坑槽、刻痕、压扁、夹层等缺陷应切除，如修复后，也不得降低钢管强度，也不得任意补焊。

2.0.6 国产有缝钢管，特别是螺旋焊缝钢管，其焊缝质量不稳定，存在焊缝偏移、未熔合、气孔等缺陷，从跨越安全角度出发，应按本条规定进行外观检查。

2.0.7 本条规定了型钢外观质量的基本要求。

2.0.8 钢筋每个批号都应具有相应的质量证明书和试验报告单，不同批号的质量证明书和试验报告单不得相互代替。

2.0.9 钢丝绳均应按设计要求或标准规定进行外观检查。

2.0.10 订购水泥时应选择水泥质量稳定的国家定点厂生产的水泥。

2.0.11 本条对焊条的常规检验作了相应的规定。

2.0.12 防腐、保温材料的质量直接影响防腐、保温工程质量，因此规定质量有问题的防腐保温材料不得使用。

2.0.13 因为修补前才能反映真实质量情况，故规定检验前不得对蜂窝、裂纹、掉角及其他缺陷进行修补。

2.0.14 索具包括花篮螺栓、锚固头、拉杆、U型环、铸钢索鞍等。

3 基础施工

3.1 施工测量

3.1.1 本条规定施工测量除应符合本规范外，还应遵循国家工程测量标准的规定。

3.1.2 大中型跨越工程，设计或建设单位交桩后，施工单位一般进行复测和核对。在施工中被掩埋或移位的桩，标注在施工图上，防止错位。

3.1.4 大中型跨越工程，无法直接丈量，本条对采用三角网法测量作出规定。三角网的基线布置不得少于两条，即是两个三角网，不是一个三角网概念，每一个三角网设两条基线。采用两个三角网测量和计算，是为了保证管桥轴线长度的计算精度。对基线长度和三角网任一角值的控制，是为了便于计算中误差的分配。

3.2 基坑开挖

3.2.1 基坑开挖方法应视地质情况、现场施工条件及参考JTJ 041确定，本条未做具体规定。

3.2.2 由于管桥跨越河流，桥墩基础多处于河漫滩，其地下水位较高，考虑排水需要故作本条规定。若水中挖基坑应另行作技术方案。

3.2.3 基坑坑壁坡度可参照本条坡度比例，按现场工程地质实际情况放坡度。

3.2.4 爆破技术发展很快，爆破方法也很多，但无论采用什么方法都应保护坑壁不受破坏、坑底基岩保持完整。

3.2.5 基坑坑底除检验平面位置、尺寸大小、标高外，还应检查基底处理和排水及有关试验资料。

3.3 钢筋混凝土基础施工

- 3.3.1~3.3.3** 参考 GB 50204 有关内容编制。
- 3.3.4** 钢筋弯钩的形式按设计要求。
- 3.3.7** 指钢筋接头根数的 25%。
- 3.3.8** 跨越工程塔基混凝土应做试验确定配合比。
- 3.3.9、3.3.10** 为保证振捣效果作此规定。
- 3.3.11** 混凝土自由倾落度过高易造成混凝土离析，影响质量。
- 3.3.12、3.3.13** 为保证混凝土整体性作本条规定。
- 3.3.14** 向混凝土内抛掷块石是为了减少和避免大体积混凝土浇筑所产生水化热引起混凝土开裂。
- 3.3.15** 混凝土浇注或振捣时易使预埋件发生位移，为保证预埋件位置准确，作本条规定。
- 3.3.16** 对制取混凝土试件作了相应规定。
- 3.3.17** 规定了表面缺陷允许偏差。
- 3.3.18** 混凝土墩及塔架基础允许偏差，参考了以前施工混凝土设备基础的允许偏差及设计要求，规定了混凝土墩及塔架基础允许偏差。

3.4 砌体基础施工

- 3.4.1~3.4.10** 砌体基础施工，依据 GB 50203 的规定。砌筑的砂浆严格按设计配合比通过试验，并出据砂浆试验报告单。砌体的尺寸和位置允许偏差依据设计图纸。

3.5 钢管桩施工

- 3.5.2** 钢管桩的材质、管径、壁厚及制作钢管桩的允许偏差应符合本条规定。
- 3.5.3** 在打桩过程中，应按本条规定进行，保证桩的质量。
- 3.5.4** 设计无要求时，打桩的顺序按本条规定进行。

3.6 钻孔灌注桩施工

3.6.1~3.6.9 钻孔灌注桩施工的有关要求参考 GBJ 202 的规定制定。

4 塔架施工

4.1 钢塔架制作及安装

4.1.1 钢塔架制作应考虑施工条件、运输能力及吊装方法，确定制作地点，故本条对制作地点作了选择性的规定，但其制作质量及安装除应符合本规范外，还应符合 GB 50205 的规定。

4.1.2 碳素结构钢和低合金钢型钢矫正环境温度分别在 -16°C 和 -12°C 时，不得进行冷矫正和冷弯曲。

4.1.4 不论用何种方法、号料切割，均应确保构件的尺寸要求。

4.1.5 切割后构件长度、宽度尺寸达到允许偏差规定值。

4.1.6 塔体组装各层间框架两对角线之差和任意两对角线之差应达到允许偏差值的规定。

4.1.7 焊接工艺评定是保证钢结构焊缝质量的前提，通过焊接工艺评定选择最佳的焊接材料、焊接方法、焊接工艺参数，以保证焊接接头的力学性能，达到设计要求。

4.1.8 焊接工艺评定合格后写出正式的焊接工艺评定报告和焊接工艺指导书。根据焊接工艺指导书及图样的规定，编写焊接工艺。根据焊接工艺进行焊接施工。只有这样才能保证焊接接头力学性能达到设计要求。

4.1.10 焊接完毕，焊工应清理表面焊缝熔渣及两侧飞溅物，检查焊缝外观质量及焊缝内部缺陷。

4.1.11 塔架吊装前对基础进行检查验收，检查基础位置偏差、基础尺寸及混凝土强度。

4.1.12 螺栓孔孔距在允许偏差范围内，超标的孔距不能扩孔，可采用与母材材质相匹配的焊条补焊后重新制孔。

4.1.13 对钢塔架吊装方法未作规定，应因地制宜选用安全可靠的吊装方法。

- 4.1.14** 为了防止构件在吊装过程中局部受力大而变形，对受力大的部位要进行验算，采取临时加强措施。
- 4.1.15** 分片组装，对吊装及滑移受力点要进行验算，结构各部位产生的内力必须小于构件的承载力，不产生变形。
- 4.1.16** 塔架整体垂直度由各节柱的倾斜算出，用设计标高控制安装标高。

4.2 钢筋混凝土塔架施工

- 4.2.1** 跨越工程不常用钢筋混凝土塔架，有钢筋混凝土塔架的施工参考 GB 50204 的规定。
- 4.2.2** 本条为推荐浇筑方法。
- 4.2.3** 采用测量仪器监控施工过程，防止塔架偏移。
- 4.2.4** 为确保混凝土强度必须严格混凝土配方。
- 4.2.5** 浇筑完毕后，应加以覆盖和浇水养护，采用硅酸盐水泥未掺用缓凝剂养护时间可为 7d。
- 4.2.6** 钢筋混凝土塔架施工的允许偏差主要控制倾斜度、塔顶的标高。

5 管段的组装、焊接及检验

5.1 管段加工与组装

5.1.1 为防止产生组装错口大，跨越段管道应选配管，故对相连接的两管口的外径差作出规定。

5.1.2 本条应以焊接工艺评定为准。

5.1.3 坡口表面有裂纹、夹层时应切除，并重新加工坡口，裂纹不得补焊。

5.1.4 为保证管道直度，切割的管口端面不能成斜口，并达到规定偏差。拱型跨越不受本条限制。

5.1.6 为防止定位焊产生裂纹，故规定管道组装应采用对口器。定位焊长度、厚度达到规定值，才能撤除对口器。

5.1.7 组装错边均匀分布整个圆周，但错边总长度不得大于管周长的十分之一。

5.2 管道焊接

5.2.1 管道跨越工程是输油、输气管道工程的一个组成部分，若跨越管道材质与线路管道材质相同，而该管道工程已作焊接工艺评定，则跨越管道焊接可不再作焊接工艺评定。

5.2.2 施焊的焊工应在考试合格证有效期内担任合格项目的焊接工作。

5.2.3 焊条使用前必须烘干。当焊接工艺指导书有规定时，执行焊接工艺指导书的规定；焊接工艺指导书无规定时，按焊条出厂说明书进行烘干和保管。

5.2.4 焊接作业指导书是根据评定合格焊接工艺评定而编制的，为焊工的施焊准则，不得任意改变焊接参数。

5.2.5 焊后热处理应符合《电热法消除焊接应力工艺规程》

SY/T 4083 的规定。焊后热处理可以消除焊缝的残余应力，改善母材焊接区的性能，提高断裂韧性和抗腐蚀能力。焊前预热可减少焊缝区域内的氢含量，降低热影响区的冷却速度，限制形成马氏体，从而防止出现冷裂纹。

5.3 焊缝质量检验

5.3.1 焊缝外观应合格，咬边会引起应力集中，余高越小越好，但焊缝不可能没有余高，目前又无理想的余高磨具将其磨去。焊缝宽度取决于坡口角度、对口间隙及点焊后的收缩量。焊缝宽度没有给出具体尺寸，但每边必须超出坡口 1~2mm。焊缝表面余高的存在，破坏了结构的连续性，导致产生局部应力集中，同时容易存在咬边、弧坑、未熔合等缺陷。表面的裂纹、气孔、夹渣、未熔合等缺陷，在压力下很容易扩展，直接形成断裂裂纹，因此不允许存在这些缺陷。

5.3.2 焊缝的无损检测及评片应由取得相应资格等级的合格人员承担。本条就跨越管道环向焊缝无损检测的种类、比例以及所采用的无损检测标准作了相应的规定。

6 预埋弯管及补偿器

6.1 预埋弯管的组装焊接

6.1.1 锚固墩中预埋的弯管是由几个弯头组焊成的，是跨越管道的重要组成部分，因此管口组对、焊接质量检验都应与此跨越管道相同。

6.1.2 预埋弯管与跨越管段对接，若预埋弯管偏移将影响跨越管桥的安装，为此必须严格控制弯管位置。

6.2 补偿器制作及安装

6.2.1 补偿器的弯管外观质量检查采用弯头标准。

6.2.2 补偿器的弯管椭圆度、弯曲角度、曲率半径应严格达到偏差规定。

6.2.3 补偿器直管长度与管径及补偿器结构尺寸有关，一般由设计给定，当设计无要求时应符合本条规定。

6.2.5 补偿器一般要求单独进行强度试验，不做严密性试验，试验压力为设计的 1.25 倍，稳压 4h，以无渗漏、无压降为合格。

6.2.6 补偿器的预拉伸或预压缩，其允许偏差参考《工业金属管道工程施工及验收规范》GB 50235 的规定。

7 桥面钢结构制作与安装

7.0.1~7.0.3 不同型式的跨越管桥，桥面钢结构也不同，大中型跨越与中小型跨越桥面钢结构也不同，为了统一要求，故规定不论什么样的结构型式，其钢结构部件制作都应符合《钢结构工程施工及验收规范》GB 50205 的有关规定。

8 管桥吊装

8.1 钢丝绳的制备

8.1.1 钢丝绳的破断拉力值和稳定时间是依据施工图设计和施工经验规定的。

8.1.2 钢丝绳下料的长度必须准确，工程用钢丝绳是不能接头的，长度不合适，不能使用。

8.1.3 钢丝绳按施工图对号下料及挂牌编号。

8.1.4 本条规定了钢丝绳锚固头的经验做法，无论施工单位采用何种方法制作，都必须进行拉力试验。

8.2 主索安装

8.2.1 设计规范采用的跨越结构形式较多，一般悬缆式跨越、悬索式跨越、斜拉索悬索组合式跨越具有主索，故本条仅适用上述跨越工程。

8.2.2 跨越塔架上的索鞍在塔架顶部，吊装后调正不可能一步到位，主索安装前进行调正，调正后的轴线偏差应达到设计要求。

8.2.3 主索牵引可根据具体施工条件择优选择，本条仅为推荐作法。

8.3 管桥吊装

8.3.1 跨越管桥吊装前应编制吊装方案，确定吊装方法。因跨越结构型式、跨越工程等级、施工场地等不同，应采用不同的吊装方法，本条不作具体规定。

8.3.2 发送道一般采用型钢组焊成框架结构，既作为发送管道用，同时也作为管道组焊、检验、防腐等工作平台，故规定发送

道（架）必须牢固、可靠。

8.3.3 管桥吊点一般为悬索或斜拉索连接点，为避免吊装时各点受力不均造成管桥扭转，故规定吊点处应采取防扭措施是必要的。

8.3.5 利用施工索调整管桥起拱习惯上称为预起拱，预起拱高度应稍高于设计起拱高度。当悬索、斜拉索安装调整后再拆除施工索。

9 其他跨越型式施工

9.0.1~9.0.5 其他跨越型式很多，一般常用的有“Π”形刚架、梁式、桁架式管道跨越，跨度一般都不大，管道管径亦小，结构简单。管道的组装、焊接、检验除执行本规范外，还应参考《钢结构工程施工及验收规范》GB 50205 的规定进行施工及验收。

10 管道试压和清管

10.0.1 大中型跨越管段、分段组装、分段进行强度试压和严密性试验。待跨越管道与线路管道连通后，整体进行强度严密性试压，并编制试压方案。

10.0.2 整体吊装的中小型跨越按本条规定试压。

10.0.3 当设计另有要求时按设计选用介质试压。

10.0.4 本条是从试压安全角度制定的。规定当水为试验介质时，宜在临时施工索拆除前进行试压，是为了防止充水产生荷载造成管桥变形。

10.0.5 试验压力、稳压时间及合格标准按《原油和天然气输送管道穿跨越工程设计规范 跨越工程》SY/T 0015.2 的规定。

10.0.6 当强度试压以水为介质、严密性试压以空气为介质时，则强度试压合格后，将水排出，再用压缩空气进行严密性试压。试气压时严格控制升压速度。

10.0.7 目测管道应无变形、无渗漏、无压降。液压试验时，压降率小于或等于试验压力的 1% 为合格。气压试验时，压降应按本规范式 (10.0.8) 计算压降率， $\Delta P < 1\%$ 为合格。

11 防腐和保温

11.0.1 跨越管道、钢索、塔架及桥面系统等所处工作环境甚差，长期悬空于地面，因空气中污染物质和雨的侵蚀，金属易腐蚀，直接危及管道的使用寿命。维修时高空作业工作难度大，为提高跨越工程的使用周期、减少生产成本、保证外观美观大方，应对跨越工程中的钢管、钢索塔、桥面系统的金属结构等，采用不易裂缝脱皮、附着力强、耐水性好、色调均匀的材料予以防腐。管桥建设在不同的地理环境中，自然环境温度变化不一，管内输送介质需要特定的工作温度。为保证输送畅通、不冰冻、不降低输送能力、不增加能量的耗损、确保经济效益和社会效益，应按设计要求选用保温性能良好、重量轻的材料对悬空的跨越管段予以保温。为使之符合标准，施工前应做好试件，试验数据与标准数据相符者方可正式使用。

11.0.2 钢索的防腐与防护，宜在安装前完成，安装调试合格后经检查若有损伤，对损伤部分按同样质量标准补口和修理。

11.0.3、11.0.4 大、中型跨越工程中的跨越钢结构的防腐或保温，应在直管段组装、焊接、试压合格后分段进行，分段发送，全桥连通后再补口和修整。

11.0.5 钢制索塔的油漆宜单根涂刷底漆。组对、焊接吊装就位完成后，经检验合格再按设计要求整体油漆。经调试合格后，再从上至下整体均匀补涂刷面漆。

12 工程交工验收

12.0.1 跨越工程完工后，施工单位应遵照国家计划委员会颁发的〔计建发（1990）1215号〕《建设项目工程施工验收办法》和原石油工业部（1983）油建字第984号文件《地面建设工程竣工验收实施细则》的规定，将施工各类原始资料整理后交建设单位，由建设单位组织编制竣工（图）资料并负责归档。由建设单位组织施工，设计及有关部门共同对跨越工程进行检查和验收，其组织验收级别应与工程划分的级别相符合，并应根据现行有关文件精神办理。

12.0.2 跨越工程完工后，施工单位应将主要技术资料提供给建设单位。本规范中仅提供主要资料目录，实际应在施工合同或协议中具体明确建设、施工、设计各方应负责的资料部分及资料的组卷要求。