



T/CECS 315: 20XX

中国工程建设标准化协会标准

钢骨架聚乙烯塑料复合管管道工程技术规程

Technical specification for steel skeleton

Polyethylene (PE) composite pipeline engineering

T/CECS 315: 20XX

(征求意见稿)

主编单位: XXXX

批准单位: 中国工程建设标准化协会

施行时间: 2024 年 XX 月 XX 日

修 订 说 明

本规程在 CECS 315：2012《钢骨架聚乙烯塑料复合管管道工程技术规程》的基础上修订而成。

本次修订总结了我国钢骨架聚乙烯塑料复合管施工安装的最新实践经验，修订或补充了管道工程结构设计和工艺设计的相关内容，并根据实际生产情况扩充了产品规格。

本次修订的主要技术内容为：

1. 增加了 DN700~DN1200 钢骨架聚乙烯塑料复合管道规格。
2. 增加了钢骨架聚乙烯塑料复合管施工准备内容、管道架空安装支架的技术要求、冬季施工技术要求、管道吹扫、清洗、消毒的技术要求。
3. 修订了钢骨架聚乙烯塑料复合管管道的敷设（埋地、架空、水下、水平定向钻）、连接（电熔连接、法兰连接）和试压的技术要求。

本规程修订过程中遵循以下原则：

1. 本规程与《埋地塑料给水管道工程技术规程》CJJ 101 、《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 等相关规程保持协调一致。
2. 本规程紧密跟踪管道生产和工程应用实际情况，及时总结有益经验，技术内容兼顾工程施工的规范性、安全性和技术经济合理性。

为便于广大技术和管理人员在使用本规程时能正确理解和执行条款规定，本规程按章、节、条顺序编制了条文说明，对重要技术性条款的编制目的、依据以及执行中需注意的有关事项等进行了说明。

本规程所替代的历次版本为：

——《钢骨架聚乙烯塑料复合管管道工程技术规程》CECS 315：2012

主编单位：XXXX

参编单位：XXXX、XXXX、XXXX、XXXX、XXXX

主要起草人：XXXX

主要审查人：XXXX

目 次

1 总则-----	(3)
2 术语-----	(4)
3 材料-----	(5)
3.1 一般规定-----	(5)
3.2 管材、管件-----	(5)
3.3 材料存放、运输和吊装-----	(6)
4 设计-----	(7)
4.1 一般规定-----	(7)
4.2 管道布置-----	(7)
4.3 管道水力计算-----	(10)
4.4 管道结构设计-----	(12)
5 施工与安装-----	(16)
5.1 一般规定-----	(16)
5.2 施工准备-----	(16)
5.3 管道连接-----	(17)
5.4 管道敷设-----	(18)
5.5 冬季施工措施-----	(28)
6 试压-----	(29)
7 吹扫、清洗、消毒-----	(31)
8 验收-----	(32)
本规程用词说明-----	(33)
引用标准名录-----	(34)
条文说明-----	(35)

Contents

1 General provisions-----	(1)
2 Terms-----	(2)
3 Material-----	(3)
3.1 General requirement-----	(3)
3.2 Pipes and fittings-----	(3)
3.3 Storage, transportation and handling-----	(4)
4 Design-----	(5)
4.1 General requirement-----	(5)
4.2 Laying of pipes-----	(5)
4.3 Hydraulic calculation-----	(8)
4.4 Pipeline structure design-----	(10)
5 Construction and installation-----	(14)
5.1 General requirement-----	(14)
5.2 Construction preparation-----	(14)
5.3 Pipeline connection-----	(15)
5.4 Pipeline installation-----	(16)
6 Pressure test-----	(27)
7 Purge、 Clean and Disinfect-----	(29)
8 Acceptance-----	(30)
Explanation of wording-----	(31)
List of quoted standards-----	(32)
Explanation of provisions-----	(33)

1 总 则

1.0.1 为使钢骨架聚乙烯塑料复合管管道工程在设计、施工和验收中做到技术先进，经济合理，施工方便，安全适用，确保质量，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于新建、改建、扩建的工矿企业及市政给水工程，输送介质温度不超过 80℃、管道内径不大于 1200mm 的钢骨架聚乙烯塑料复合管管道工程的设计、施工及验收。本规程不适用于建筑内明装消防供水系统。

1.0.3 钢骨架聚乙烯塑料复合管的输送介质，以生产生活用水、废污水，卤水和以水为载体的固液混合物为主。输送其它液态腐蚀性介质应满足聚乙烯塑料的耐腐蚀特性，管道对介质的耐受性范围可由生产厂家提供。

1.0.4 输送固液混合物时，固体颗粒宜不大于 80 目，固体含量宜不超过 60%（质量百分比）。

1.0.5 钢骨架聚乙烯塑料复合管管道工程的设计、施工及验收除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 钢骨架聚乙烯塑料复合管 steel skeleton polyethylene composite pipes

由连续缠绕焊接成型的网状钢筋骨架与高密度聚乙烯同步挤出、一次成型的新型双面防腐压力管道。

2.0.2 钢骨架聚乙烯塑料复合管件 steel skeleton polyethylene composite fittings

以薄钢板冲孔后焊接成型的钢筒为增强骨架，与聚乙烯注塑复合制成的管件。包括电熔套筒、各种角度弯头、三通和变径管件等。

2.0.3 公称内径 (DN/ID) nominal inside diameter

管材、管件内径的规定值。

2.0.4 公称壁厚 nominal wall thickness

管材、管件壁厚的规定值，等于任意一点最小壁厚的允许值。

2.0.5 封口 sealing

将管材切口处外露的钢骨架用聚乙烯材料进行封闭的过程。

2.0.6 电熔套筒 electric-fusion sleeve

具有两个同轴的承口、并在承口内壁预埋电阻丝的套筒式连接管件。根据两端承口结构差异，可以分为普通电熔套筒和过渡电熔套筒。普通电熔套筒两端承口结构和尺寸一致，过渡电熔套筒两端承口结构或尺寸不同。

2.0.7 电熔连接 electric-fusion connection

通过向预置于连接面的电加热元件输入电能实现管道部件熔接的连接形式。

2.0.8 法兰连接 flange connection

用螺栓紧固相邻管端上的法兰盘，压紧端面密封元件实现接头密封的连接方式。

2.0.9 扶正器 fixture

用于固定管材、管件或电熔套筒的刚性夹具。

2.0.10 拉紧器 ratchet tie down

用于紧固管材、管件、电熔的软索具。

2.0.11 焊接工艺 welding process

用于规范或指导电熔连接时接头焊接过程的技术文件，包括焊接操作规程和工艺参数。

2.0.12 公称压力 nominal pressure

管道输送 20℃ 水时可以长期使用的最大允许工作压力，用符号 PN 和单位为 MPa 的数值表示。

3 材 料

3.1 一般规定

3.1.1 钢骨架聚乙烯塑料复合管材、钢骨架聚乙烯塑料复合管件应分别符合现行国家行业标准《给水用钢骨架聚乙烯塑料复合管》CJ/T 123、《给水用钢骨架聚乙烯塑料复合管件》CJ/T 124、《工业用钢骨架聚乙烯塑料复合管》HG/T 3690、《工业用钢骨架聚乙烯塑料复合管件》HG/T 3691 的规定。用于生活给水管道时，卫生性能应符合现行国家标准《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准》GB/T 17219 的要求。

3.1.2 管材及管件上应有明显的标识，标明产品的生产厂家或商标、产品名称、规格和型号、公称压力以及执行的标准等相关内容。

3.1.3 管材、管件宜选用同一生产企业的配套产品。

3.1.4 管材、管件进场时应按合同约定的技术要求和标准进行尺寸和外观检查，并重点检查产品质量检验报告及出厂合格证、产品规格、数量及接头形式。

3.2 管材和管件

3.2.1 管材规格尺寸、公称压力和壁厚见表 3.2.1。

表 3.2.1 管材规格尺寸、公称压力和壁厚

单位为毫米

DN/ID	内径 d_i (\geq)	管材壁厚 s					纬线钢丝 到外壁的 厚度 s_1 (\geq)	经线钢丝 到内壁的 厚度 s_2 (\geq)
		PN1.0MPa	PN1.6MPa	PN2.0MPa	PN2.5MPa	PN4.0MPa		
50	49.5	—	—	—	$9.0_0^{+1.4}$	$10.6_0^{+1.6}$	2.0	2.0
65	64.3	—	—	—	$9.0_0^{+1.4}$	$10.6_0^{+1.6}$		
80	79.2	—	—	—	$9.0_0^{+1.4}$	$11.7_0^{+1.8}$		
100	99.0	—	$9.0_0^{+1.4}$	$9.0_0^{+1.4}$	$11.7_0^{+1.8}$	$11.7_0^{+1.8}$		
125	123.7	—	$10.0_0^{+1.5}$	$10.0_0^{+1.5}$	$11.8_0^{+1.8}$	$11.8_0^{+1.8}$		
150	148.5	$10.0_0^{+1.5}$	$10.0_0^{+1.5}$	$12.0_0^{+1.8}$	$12.0_0^{+1.8}$	$16.0_0^{+2.6}$		
200	198.4	$10.0_0^{+1.5}$	$10.0_0^{+1.5}$	$12.0_0^{+1.8}$	$12.0_0^{+1.8}$	—		
250	247.5	$12.0_0^{+1.8}$	$12.5_0^{+1.9}$	$12.5_0^{+1.9}$	$12.5_0^{+1.9}$	—	2.5	2.5
300	297.0	$12.5_0^{+1.9}$	$12.5_0^{+1.9}$	$13.5_0^{+2.0}$	$14.5_0^{+2.2}$	—		
350	347.0	$15.0_0^{+2.4}$	$15.0_0^{+2.4}$	$15.5_0^{+2.6}$	$15.5_0^{+2.6}$	—		
400	397.0	$15.0_0^{+2.4}$	$15.0_0^{+2.4}$	$15.5_0^{+2.6}$	—	—	3.0	3.0
450	447.0	$15.5_0^{+2.6}$	$16.0_0^{+2.6}$	$16.5_0^{+2.6}$	—	—		

DN/ID	内径 d_i (\geq)	管材壁厚 s					纬线钢丝 到外壁的 厚度 s_1 (\geq)	经线钢丝 到内壁的 厚度 s_2 (\geq)
		PN1.0MPa	PN1.6MPa	PN2.0MPa	PN2.5MPa	PN4.0MPa		
500	497.0	$15.5_0^{+2.6}$	$16.0_0^{+2.6}$	$16.5_0^{+2.6}$	—	—	3.5	3.5
550	547.0	$17.0_0^{+3.0}$	$18.0_0^{+3.0}$	$18.0_0^{+3.0}$	—	—		
600	597.0	$19.0_0^{+3.0}$	$20.0_0^{+3.0}$	$20.0_0^{+3.0}$	—	—		
650	646.8	$21.0_0^{+3.0}$	$22.0_0^{+3.0}$	—	—	—		
700	696.5	$23.0_0^{+3.4}$	$24.0_0^{+3.6}$	—	—	—		
750	746.3	$23.0_0^{+3.4}$	$24.0_0^{+3.6}$	—	—	—		
800	796.0	$23.0_0^{+3.4}$	$24.0_0^{+3.6}$	—	—	—	4.0	4.0
900	895.5	$24.0_0^{+3.6}$	$25.0_0^{+3.6}$	—	—	—		
1000	995.0	$25.0_0^{+3.6}$	$26.0_0^{+3.6}$	—	—	—		
1100	1095.0	$27.0_0^{+3.8}$	$28.0_0^{+3.8}$	—	—	—		
1200	1195.0	$29.0_0^{+4.0}$	$30.0_0^{+4.0}$	—	—	—		

3.2.2 管件的压力等级应与管材匹配。

3.2.3 法兰盘等金属组件应采用与储存、运输、使用条件相适应的方式进行防腐。

3.3 材料存放、运输和吊装

3.3.1 管材、管件存放场地应平整，无突出的坚棱、物块。当存放地面不符合要求时，管材底部应做支撑，支撑间距不宜大于管长的 1/4，支撑物宽度不宜小于管道外径的 1/2，且不小于 0.2m。

3.3.2 存放点应远离热源，避免接触腐蚀性试剂或溶剂，并按要求设置消防设施。

3.3.3 室外长期应用存在暴晒时，应有防晒措施。

3.3.4 管材、管件出库应遵守“先进先出”的原则。

3.3.5 管材、管件码垛时应逐层叠放整齐，固定可靠。散装堆放高度不宜超过 2m。当管材捆扎成捆且两侧加有支撑保护时，堆放高度可适当提高，但不宜超过 2.5m。管件成箱包装时，按包装箱承重能力和起吊要求确定码放高度。

3.3.6 管材、管件在海、陆运输、装卸及搬运时，应小心轻放，码放整齐，捆扎牢固，不得抛摔或沿地拖拽，不得受剧烈撞击及尖锐物品碰触，管道两端宜采用管帽或其他措施封堵。

3.3.7 管材运输时应平坦放置、全长支撑，并与车辆牢固固定。

3.3.8 不得采用金属绳索直接捆绑或吊装管材。

4 设计

4.1 一般规定

4.1.1 管道输送介质温度超过 20℃时,其最大允许工作压力应按公称压力乘以折减系数折算。不同温度的折减系数可按表 4.1.1 选用。

表 4.1.1 管材公称压力温度折减系数

温度 (°C)	-20<t≤20	20<t≤30	30<t≤40	40<t≤50	50<t≤60	60<t≤70	70<t≤80
折减系数	1.00	0.95	0.90	0.86	0.81	0.76	0.60

4.1.2 管道系统的设计工作压力应不大于管材公称压力。

4.1.3 管道在架空或地沟内安装,管道外周无回填土约束的状态下工作时,需根据地势落差、流动阻力、开关泵操作等考虑管道产生负压从而影响管道正常运行的情况。

4.1.4 管道埋地敷设时,应敷设在冰冻线以下,并考虑地基承载力情况设置管道基础。

4.1.5 管道架空敷设时,应采取可靠支撑,并根据外部环境采取保温或隔热措施。当运行温度或环境温度变动时,应考虑伸缩变形补偿设计,并计算确定伸缩节(膨胀节)型号、间距及固定和滑动支架的形式。

4.1.6 管道系统设计涉及水头损失、水锤压力等应按 4.3 相关内容计算。

4.1.7 管道的结构设计文件应包括管材规格、管道基础、连接构造以及对管道工程各部位回填土的技术要求。管道结构的内力分析按弹性体系计算,不考虑由非弹性变形所引起的塑性内力重分布。具体计算内容按 4.4 的规定进行。

4.1.8 钢骨架聚乙烯塑料复合管可采用电熔连接或法兰连接。与其它材质管道、设备连接时,可采用法兰连接或钢塑过渡接头连接。法兰连接通常用于非埋地管道,埋地管道采用法兰连接时宜设置检查井,或对法兰采取防腐措施并安装在便于检修的位置。

4.2 管道布置

4.2.1 钢骨架聚乙烯塑料复合管埋地敷设时,其最小允许弯曲半径应符合表 4.2.1 的规定。

表 4.2.1 钢骨架聚乙烯塑料复合管埋地敷设时的最小允许弯曲半径

单位为毫米

DN/ID	最小允许弯曲半径(无接头)	最小允许弯曲半径(有接头)
50~150	80D	200D
200~300	100D	
350~600	200D	300D

650~800	400 <i>D</i>	500 <i>D</i>
900~1000	500 <i>D</i>	650 <i>D</i>
1100~1200	600 <i>D</i>	800 <i>D</i>
注： <i>D</i> 为管道外径，尺寸参考表 3.2.1 确定。		

4.2.2 穿墙及过楼板的管道应加套管，电熔接口不宜置于套管内。穿墙套管长度不得小于墙厚；穿楼板套管应高出楼面 50mm；穿过屋面的管道应有防水肩和防雨帽。管道与套管之间的空隙应采用不燃材料堵塞。

4.2.3 钢骨架聚乙烯塑料复合管与供热管之间的最小水平净距，应不小于表 4.2.3 的规定。

表 4.2.3 钢骨架聚乙烯塑料复合管与供热管之间的最小水平净距

供热管种类	水平净距 (m)
t < 150℃ 热水或蒸汽供热，直埋或地沟	1.5

4.2.4 钢骨架聚乙烯塑料复合管与各类地下管道或设施的垂直净距应不小于表 4.2.4 的规定。

表 4.2.4 钢骨架聚乙烯塑料复合管与各类地下管道或设施的垂直净距

地下管道或设施的种类		净距 (m)	
		管道在该设施上方	管道在该设施下方
给水管 燃气管	—	0.15	0.15
排水管	—	0.4	0.4
电缆	直埋	0.50	0.50
	在导管内	0.15	0.15
供热管道	t < 150℃ 直埋供热管道	0.15 加套管	0.15 加套管
	t < 150℃ 热水或蒸汽供热管沟	0.15 加套管	0.15 加套管
铁路轨底	不允许	不允许	1.00 加套管

4.2.5 埋地敷设时管顶最小覆土厚度应符合下列规定，并确保管道不受地下水漂浮力的影响：

- 1 埋设在车行道及检修区域下时，不宜小于 1.0m；
- 2 埋设在非车行道及非检修区域下时，不宜小于 0.7m；
- 3 埋设在水田下时，不宜小于 0.8m；
- 4 当不能保证以上情况时，应采取必要的保护措施。

4.2.6 钢骨架聚乙烯塑料复合管道穿越高等级路面、高速公路、铁路和主要市政管线设施时，

应采用涵洞、钢筋混凝土管、钢管或球墨铸铁管做套管。套管内径宜大于被保护管道外径200mm。套管内不应有法兰接口，并应减少电熔接口数量。对于有电熔接口的管道，应在穿管前对穿越部分进行管道功能性试验，并办理隐蔽工程验收手续。

4.2.7 管道在工作状态下轴向负荷超过表 4.2.7 规定的允许轴向拉力值时，应在弯头、三通等位置设止推墩。止推墩设计应满足《埋地塑料给水管道工程技术规程》CJJ 101 的规定。

表 4.2.7 钢骨架聚乙烯塑料复合管允许轴向拉力

单位为千牛

DN/ID (mm)	PN1.0MPa	PN1.6MPa	PN2.0MPa	PN2.5MPa	PN4.0MPa
50	—	—	—	6	10
65	—	—	—	10	16
80	—	—	—	15	25
100	—	15	19	24	38
125	—	24	30	38	60
150	22	35	43	54	87
200	38	62	77	96	—
250	60	96	120	150	—
300	87	139	173	217	—
350	94	151	189	236	—
400	123	197	246	—	—
450	156	249	312	—	—
500	192	308	385	—	—
550	233	373	466	—	—
600	277	444	554	—	—
650	325	521	—	—	—
700	377	604	—	—	—
750	433	693	—	—	—
800	493	788	—	—	—
900	624	998	—	—	—
1000	770	1232	—	—	—
1100	932	1491	—	—	—
1200	1109	1774	—	—	—

4.2.8 管道架空敷设时，管道支、吊架的最大间距应按表 4.2.8 确定。

表 4.2.8 管道架空敷设时管道支、吊架的最大间距

DN/ID (mm)	50~65	80~100	125~150	200~250	300~600	650~800	900~ 1000	1000~ 1200
支架最大间距 (m)	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0

4.2.9 敷设在管廊内的管道，应根据水温和环境温度变化情况，进行纵向变形量计算，并用卡箍或支座固定。当进行变形补偿设计时，应分段进行补偿，每段不宜超过 100m，管段内应设滑动支座，管段之间以固定支座分隔。三通、弯头等部位宜采用固定支座固定。

4.2.10 对于阀门、小型设备等集中荷载，应在靠近荷载的部位设置支架，以减少荷载对管道产生的弯曲应力。

4.2.11 在靠近泵、压缩机等敏感设备处，应设固定支架，以防管道荷载作用于设备管道接口。

4.2.12 立管的自重和工作负荷应完全由立管支架承担，不应传递至立管两端的管件。

4.2.13 当管道与往复式压缩机的吸入、排出口或其他有强烈振动的设备相连时，应设置减震装置，并在与减震装置相连的钢骨架聚乙烯塑料复合管端部设固定支架，支架固定于地面上的管墩，或采取其他方式与建筑物隔离，以避免将振动传递到建筑物上。

4.2.14 除振动的管道外，应最大化利用建筑物、构筑物的承重梁柱作为支架的固定点，且应考虑固定点所能承受的荷载，固定点的构造应能满足管架等固定件的要求。

4.2.15 设备之间基础分离，且连接的管道较短时，应增加软连接以适应设备的不均匀沉降。

4.3 管道水力计算

4.3.1 管道沿程水头损失 h_f 应按下列公式计算：

$$h_f = \lambda \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (4.3.1-1)$$

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \lg \left[\frac{2.51}{Re \sqrt{\lambda}} + \frac{k}{3.72d} \right] \quad (4.3.1-2)$$

$$Re = \frac{vd}{\gamma} \quad (4.3.1-3)$$

$$\gamma = \frac{0.01775}{1 + 0.0337t + 0.00022t^2} * 10^{-4} \quad (4.3.1-4)$$

式中： h_f ——管道沿程水头损失 (m/H₂O)；

d ——管道内径 (m)；

L ——管段长度 (m)；

g ——重力加速度，为 9.81 (m/s²)；

v ——平均流速 (m/s)；

λ ——水力摩阻系数；

Re ——雷诺数；

k ——管道当量粗糙度，可取 (0.010~0.015) × 10⁻³ (m)；

γ ——水的运动黏滞度 (m²/s)，直接式 (4.3.1-4) 计算；

t ——水温 (°C)。

4.3.2 为简化计算，也可采用海森威廉公式：

$$h_f = \frac{10.67Q^{1.852}L}{C_h^{1.852}d^{4.87}} \quad (4.3.2)$$

式中： h_f ——管道沿程水头损失 (m/H₂O)；

Q ——流量 (m³/s)；

L ——管段长度 (m)；

d ——管道内径 (m)；

C_h ——海森威廉系数(钢骨架聚乙烯塑料复合管 $C_h=140\sim150$)。

4.3.3 局部水头损失可按下式计算：

$$H_s = \sum \frac{\zeta v^2}{2g} \quad (4.3.3)$$

式中： H_s ——局部水头损失 (m/H₂O)；

ζ ——局部阻力系数；

v ——平均流速 (m/s)；

g ——重力加速度，为 9.81 (m/s²)。

4.3.4 水锤压力可按下列公式计算：

$$\Delta P = \Delta v \frac{\alpha}{g} \quad (4.3.4-1)$$

$$\alpha = \frac{1}{\sqrt{\frac{\gamma_w}{g} \left(\frac{1}{K} + \frac{c \cdot d}{E_p \cdot s} \right)}} \quad (4.3.4-2)$$

式中: ΔP ——水锤压力 (m/H₂O);

Δv ——管道内水的流速变化值, 可取平均流速 v (m/s);

α ——压力波回流的速度 (m/s);

g ——重力加速度, 为 9.81 (m/s²);

c ——管端固定度, 可取值 0.75~1.00;

γ_w ——水的重力密度, 取 10 (kN/m³);

K ——水的体积模量, 20℃时为 2200×10^3 (kN/m²);

d ——管道内径 (m);

E_p ——管材的弹性模量, 可取 4000×10^3 (kN/m²);

s ——管材的公称壁厚, 也是管壁的计算厚度 (m)。

4.3.5 压力输水管道应核算各种运行工况, 尤其是投产初期未达到设计流量时的运行状况, 避免在局部凸起部位的管段内出现气囊阻流; 以及采取防止在各种工况下管道内出现水柱拉断的措施。

4.3.6 重力流管道或沿途落差较大的管道应设计进气排气阀, 进气排气阀的设置应根据管路纵断面高程情况确定或水锤防护计算确定。在寒冷地区应采取保温措施保护进气排气阀。

4.4 管道结构设计

4.4.1 钢骨架聚乙烯塑料复合管道埋设在地下水位以下时, 应根据地下水位和管道覆土条件验算管道的抗浮稳定性。计算时各项作用均取标准值, 并应满足抗浮稳定性抗力系数 K_f 不低于 1.1, 可按下列式计算:

$$\frac{\sum F_{Gk}}{F_f} \geq K_f \quad (4.4.1)$$

式中: $\sum F_{Gk}$ ——各项永久作用形成的抗浮作用标准值之和 (kN);

F_f ——管道所受浮托力标准值 (kN);

K_f ——抗浮稳定性抗力系数, K_f 应不小于 1.1。

4.4.2 自由段管道由温差引起的纵向变形量 ΔL , 可按下列式计算:

$$\Delta L = \alpha \cdot L \cdot \Delta t \quad (4.4.2)$$

式中: ΔL ——自由段管道由温差引起的纵向变形量 (m);

α ——钢骨架聚乙烯塑料复合管道的线性膨胀系数, 取 $(3.5 \sim 4.0) \times 10^{-5}$ [m / (m · °C)];

L ——管道纵向自由段长度 (m);

Δt ——管壁中心处, 施工安装与管道运行工况的最大温差 (°C)。

4.4.3 端部完全约束的管段由温差引起的轴向推 (拉) 力, 可按下列式计算:

$$F = \alpha \cdot E \cdot A \cdot \Delta t \cdot 10^3 \quad (4.4.3)$$

式中： F ——端部完全约束的管段由温差引起的轴向推（拉）力（kN）；

α ——钢骨架聚乙烯塑料复合管道的线性膨胀系数，取 $(3.5-4) \times 10^{-5}$ [m/ (m · °C)]；

E ——管材纵向弹性模量，可取 4000(MPa)；

A ——管壁环形截面积 (m²)；

Δt ——管壁中心处，施工安装与管道运行工况中的最大温差 (°C)。

4.4.4 管侧土的综合变形模量可按下式计算：

$$E_d = \delta_0 E_e \quad (4.4.4-1)$$

$$\delta_0 = \frac{1}{\alpha_1 + \alpha_2 \frac{E_e}{E_n}} \quad (4.4.4-2)$$

式中： E_d ——管侧土的综合变形模量 (MPa)；

δ_0 ——综合修正系数；

E_e ——管侧回填土在要求压实密度时的变形模量 (MPa)，应根据试验确定，当缺少试验数据时，可按表 4.4.4-1 的规定采用；

α_1 、 α_2 ——与管中心处槽宽 B_r 和管道外径 D 的比值有关的参数，可按表 4.4.4-2 的规定选用；

E_n ——沟槽两侧原状土的变形模量(MPa)，应根据试验确定；当缺少试验数据时，可按表 4.4.4-1 的规定确定。

表 4.4.4-1 管侧回填土和沟槽两侧原状土的变形模量 (MPa)

回填压实系数 (%)		85	90	95	100
原状土标贯数 (N)		$4 < N \leq 14$	$14 < N \leq 24$	$24 < N \leq 50$	$N > 50$
土 的 类 别	砾石、碎石	5	7	10	20
	砂砾、砂卵石 细粒土含量不大于 12%	3	5	7	14
	砂砾、砂卵石 细粒土含量大于 12%	1	3	5	10
	黏性土或粉土 ($W_L < 50\%$) 砂砾含量大于 25%	1	3	5	10
	黏性土或粉土 ($W_L < 50\%$) 砂砾含量小于 25%	-	1	3	7

注：1 表中数值适用于 10m 以内覆土深度；

2 回填土的变形模量 E_e 可按要求的压实系数采用，表中压实系数 (%) 指设计要求回填土压实后的干密度与该土在相同压实能量下的最大干密度的比值；

3 基槽两侧原状土的变形模量 E_n 可按标准贯入度试验的锤击数确定；

4 W_L 为黏性土的液限；

5 细粒土指粒径小于 0.075mm 的土；

6 砂砾指粒径 0.075mm~2.000mm 的土。

表 4.4.4-2 计算参数 α_1 及 α_2

B_r/D	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0
α_1	0.252	0.435	0.527	0.680	0.838	0.948
α_2	0.748	0.565	0.428	0.320	0.162	0.052

注：填埋式敷设的管道，当 B_r/D 大于 5 时，管侧土的综合变形模量应按 $\delta_0=1.0$ 计算。此时 B_r 应为当填土达到设计要求的压实密度时管中心处的填土宽度。

4.4.5 管道应根据各项作用的不利组合，验算管壁截面的环向稳定性。验算时各项作用均应取标准值，并应符合下式要求：

$$F_{cr,k} \geq K_{st}(F_{sv,k} + q_{vk} + F_{vk}) \quad (4.4.5)$$

式中： $F_{cr,k}$ ——管壁截面环向失稳的临界压力(N/mm²)；
 K_{st} ——管壁截面环向稳定性抗力系数， K_{st} 不应小于 2.0；
 $F_{sv,k}$ ——管顶处的竖向土压力标准值(N/mm²)；
 q_{vk} ——地面作用传递至管顶的压力标准值(N/mm²)；
 F_{vk} ——管道内的真空压力标准值(N/mm²)。

4.4.6 管道管壁截面环向失稳的临界压力应按下式计算：

$$F_{cr,k} = \frac{24\eta_E SN(n^2 - 1)}{(1 - \nu_p^2)} + \frac{E_d}{2(n^2 - 1)(1 + \nu_s^2)} \quad (4.4.6)$$

式中： $F_{cr,k}$ ——管壁截面环向失稳的临界压力(N/mm²)；
 η_E ——管材弹性模量的长期性能调整系数，可取 0.8；
 E_p ——管材的弹性模量，可取值 4000(MPa)；
 n ——管壁失稳时的褶皱波数，其取值应使管壁截面环向失稳的临界压力($F_{cr,k}$)为最小值，并应不小于 2.0 的整数；
 SN ——管材的环刚度等级(N/mm²)，详见表 4.4.8-2；
 ν_p ——管材的泊桑比，可取 0.3；
 E_d ——管侧土的综合变形模量(MPa)；
 ν_s ——管侧土体的泊桑比，根据土工试验确定。

4.4.7 管道在作用效应准永久组合下的最大长期竖向变形应符合下式要求：

$$\omega_{d,max} \leq 0.05d \quad (4.4.7)$$

式中： $\omega_{d,max}$ ——管道在作用效应准永久组合下的最大长期竖向变形 (mm)；
 d ——管道内径。

4.4.8 管道在土压力和地面荷载作用下产生的最大长期竖向变形可按下式计算：

$$\omega_{d,max} = \frac{D_L(q_{sv,k} + \psi_q q_{vk})DK_d}{8\eta_E SN + 0.061E_d} \quad (4.4.8)$$

式中： $\omega_{d,max}$ ——管道在作用效应准永久组合下的最大长期竖向变形 (mm)；

D_L ——变形滞后效应系数，可取 1.2~1.5；

$q_{sv,k}$ ——管顶单位面积竖向土压力标准值(kN/m²)；

ψ_q ——地面作用传递至管顶压力的准永久值系数，埋地管道取 1.0；

q_{vk} ——地面作用传递至管顶的压力标准值(kN/m²)；

D ——管道外径(m)；

K_d ——竖向压力作用下的管道竖向变形系数，根据管底土弧基础中心角按表 4.4.8-1 确定；

η_E ——管材弹性模量的长期性能调整系数，可取 0.8；

SN ——管材的环刚度等级(N/mm²)，详见表 4.4.8-2；

E_d ——管侧土的综合变形模量(MPa)。

表 4.4.8-1 管道变形系数 K_d

敷设基础计算中心角	20°	45°	60°	90°	120°	150°
变形系数	0.109	0.105	0.102	0.096	0.089	0.083

表 4.4.8-2 管材的环刚度等级 SN

DN/ID (mm)	环刚度等级 (N/mm ²)	DN/ID (mm)	环刚度等级 (N/mm ²)
50	0.110	500	0.006
65	0.110	550	0.005
80	0.110	600	0.005
100	0.080	650	0.012
125	0.064	700	0.012
150	0.045	750	0.010
200	0.025	800	0.010
250	0.016	900	0.008
300	0.010	1000	0.008
350	0.012	1100	0.006
400	0.008	1200	0.006
450	0.008	--	--

5 施工与安装

5.1 一般规定

- 5.1.1** 钢骨架聚乙烯塑料复合管的施工人员应经过专门培训，并获得相应操作资格证书。
- 5.1.2** 运至施工现场的管材、管件连接前应进行内、外观检查，对在运输和装卸过程中造成的损伤，可以修复的应及时修复，不能修复的不得使用。
- 5.1.3** 钢骨架聚乙烯塑料复合管采用电熔连接时，应按照材料供应厂商的要求使用专用设备焊接。焊接动力电源应符合焊接设备和焊接工艺的要求。
- 5.1.4** 管材、管件与电熔套筒组装时，应保证管材、管件熔区范围内清洁无污染，并除去表面氧化层；组装好的接头应及时焊接。
- 5.1.5** 电熔焊接应按生产厂家的焊接工艺要求实施。
- 5.1.6** 当施工环境温度低于 0℃时，应按 5.5 冬季施工措施执行；当环境温度超过 40℃或太阳辐射较强时，应采取防晒措施。根据需要，可通过焊接工艺评定调整焊接工艺参数，焊接工艺评定试验与检测应做好完整记录。
- 5.1.7** 当施工环境风速达到 2 级及以上，应对管道两端进行封堵。当施工环境风速达到 3 级及以上，应采取相应的防风挡沙措施，同时对待焊接部位设置挡风围障。
- 5.1.8** 对两段固定的管段碰头连接时，应选择一天中温度较低的时间段进行。
- 5.1.9** 管道安装时应随时清扫管道中的杂物；临时停止施工时，管道两端应封堵。
- 5.1.10** 埋地管道试压前应分段回填、夯实，回填厚度不宜小于 500mm，并在电熔接头及法兰连接部位两侧各留出至少 1m 长度，以便试压检查。架空管道试压前应固定完好。
- 5.1.11** 安装架空管道时，管材与管架之间应铺垫厚度不小于 3mm 的柔性衬垫，并按设计要求布置固定支架和滑动支架。

5.2 施工准备

- 5.2.1** 管道工程施工前应由设计单位进行设计交底。当施工单位发现施工图有误时，应及时向设计单位提出，由设计单位出具设计变更。
- 5.2.2** 埋地管道工程施工前，应根据施工需要对管道敷设路由沿线进行调查研究，并掌握下列情况和资料：
- 1 现场地形、地貌、建筑物、各种管线和其他设施的情况。
 - 2 工程地质和水文地质资料。
 - 3 气象资料。
 - 4 工程用地、交通运输及排水条件。
 - 5 施工供水、供电条件。
 - 6 工程材料、施工机械供应条件。

7 在地表水水体中或岸边施工时，应掌握地表水的水文和航运资料。在寒冷地区施工时，应掌握地表水的冻结及流水资料。

8 结合工程特点和现场条件的其他情况和资料。

5.2.3 管道工程施工前，应具备下列条件：

- 1 与管道有关的基础、管廊、支吊架已检查合格，满足安装要求。
- 2 与管道连接的设备已安装、固定完毕。
- 3 管道组成件及管道支撑件等已检验合格。
- 4 管材、管件、阀门等内部已清理干净、无杂物。

5.2.4 管道施工前应检查待用管材、管件及电熔，如发现有裂纹或碰伤、划伤应按技术要求补焊或更换。

5.3 管道连接

I 电熔连接

5.3.1 电熔连接前，应核对电熔套筒的规格种类，并均匀去除管材、管件和电熔套筒熔接表面的氧化层。使用电动砂碟打磨去除氧化皮时，如打毛的表面上存在密集的砂砾或切屑，可以使用棉布或纱布扑打，也可用气体吹扫或者再次打毛。处理后的表面应均匀圆滑、清洁干燥，严禁油污，不应使用溶剂擦拭，不得暴露金属骨架或加热丝。可以有少量静电吸附的微尘。

5.3.2 不圆度大于 5%的管材应进行校圆处理后再安装。

5.3.3 管道单端装入电熔长度应为电熔总长度的一半，在安装电熔前可在管段上标出插入深度，对接管段装入长度应一致。

5.3.4 电熔安装时不应直接敲击电熔或管材，可采用拉紧器或其他工具辅助安装。电熔焊接前应以扶正器或拉紧器将连接的两根管道锁紧。拉紧器应布置在管道两侧，拉紧时两侧应对称均匀受力，拉紧后两根管道应保持平直。管道在电熔焊接中不得因错口等原因承受额外侧向力。

5.3.5 采用 V 型坡口电熔焊接时，应在焊口内部放置内撑限制焊接变形。

5.3.6 管材在电熔套筒内对口应互相顶实严密，最大间隙不宜超过 2mm。

5.3.7 校对所使用的电熔类型及阻值，选定焊接工艺参数，保证所选焊接工艺参数无误。

5.3.8 检查焊机电源线接触是否良好，输出端插头是否变形，有无泥沙或电氧化层，排除会造成接触不良的各种因素。

5.3.9 电熔接头焊接和冷却期间不得移动、振动或承受任何其他外力。电熔接头焊后应自然冷却，不宜强制冷却。

5.3.10 现场环境不满足焊接工艺要求时，应采取遮挡、预热、保温等措施，使焊接接头所处局部环境满足焊接工艺要求。

5.3.11 当电熔表面温度降至 50℃时可拆卸扶正器或拉紧器，焊接完成 2 小时后方可吊装或

移动。

II 法兰连接

- 5.3.12** 检查法兰密封面及密封垫片，不应有影响密封性能的划痕、斑点等缺陷。
- 5.3.13** 管道应在自然状态下找正，法兰头端面的泥沙等脏物应清除，密封圈或密封垫应平整放入槽内或密封面上。
- 5.3.14** 管道对接前应将开环、法兰盘套入法兰端头。
- 5.3.15** 连接螺栓应对角拧紧，用力应均匀，并保持两片法兰平行，平行度偏差应小于 2.0mm，连接时垫片、垫圈等不应丢漏件。
- 5.3.16** 采用电熔法兰管件焊接法兰头时，应将钢制法兰盘提前装入，确定螺栓孔位置后再进行焊接。电熔法兰管件应与钢制法兰盘配套使用。

III 断管后封口处理

- 5.3.17** 管材现场切断时，应将切断端面封口。
- 5.3.18** 断管封口前应先在端面开 U 型槽，槽深宜为 3~5mm，宽度应均匀，靠近内壁的塑料应保留完整。管端经、纬线应打磨清除至 U 型槽底，槽壁不得有经线残留，槽底不得有纬线残留，纬线钢丝头应钉入槽底塑料内。处理好的 U 形槽应清理干净，槽型规则平顺，深度一致。
- 5.3.19** 封口所用焊材应与管道本体性能相近，熔接良好。封口前应清除焊材污渍，并去除氧化皮。
- 5.3.20** 焊接前检查风温，当焊枪吹出风的温度较为稳定时，方可施焊。
- 5.3.21** 采用焊丝封口时，由槽底内壁开始转圈连续焊接，相临两层焊丝的起头处应错开。采用微型挤出机封口时，应调节风温和挤出速度，保证封口行进前方的沟槽充分预热。
- 5.3.22** 封口完毕后将端面打磨平整。

5.4 管道敷设

I 管道埋地敷设

- 5.4.1** 沟槽的基础、开挖、放坡或支护方式应根据工程地质条件、施工方法、周围环境等要求进行技术、经济比较，确保施工安全和环境保护。对有地下水影响的土方施工，应根据工程规模、工程地质、水文地质、周围环境等要求，制定施工降排水方案。
- 5.4.2** 沟槽侧向的堆土位置距槽口边缘不宜小于 1.0m，且堆土高度不宜大于 1.5m。
- 5.4.3** 管道沟槽应按设计要求的平面位置和标高开挖。人工开挖且无地下水时，槽底预留值宜为 50mm~100mm；机械开挖或有地下水时，槽底预留值不应小于 150mm。管道安装前应人工清底至设计标高。开挖土方时，槽底高程允许偏差应为±20mm；开挖石方时，高程允许偏差应为+20mm、-200mm。
- 5.4.4** 管道沟槽底部的开挖宽度宜按下式计算：
- 1 单管沟内安装 $B \geq D + 800$
 - 2 单管沟边组装 $B \geq D + 500$
 - 3 双管同沟敷设 $B \geq D_1 + D_2 + L + 600$

式中： B ——管道沟槽底部的开挖宽度（mm）；
 D ——管道外径（mm）；
 L ——两管之间设计净间距（mm），由设计确定，最小为 300 mm。

5.4.5 埋地管道的接口工作坑应配合管道敷设及时开挖，开挖尺寸可按表 5.4.5 执行。

表 5.4.5 埋地敷设管道接口工作坑开挖尺寸

单位为毫米

DN/ID	工作坑宽	工作坑长	工作坑深（设计沟底标高以下）
50~300	$D+800$	1000	300
350~800	$D+1000$	1200	400
850~1000	$D+1000$	1400	400
1000~1200	$D+1000$	1600	400

注：1 D 为管道外径；
2 当操作坑尺寸满足上表要求时，管沟开挖宽度可适当减小。

5.4.6 埋地管道地基应符合下列规定：

1 采用天然地基时，地基不得受扰动；

2 槽底为岩石或对管材有损伤的坚硬地基时，应按设计要求施工；无设计要求时，槽底应铺设砂垫层，厚度宜为 150mm~200mm；

3 槽底为软土地基，地基承载力不满足设计要求或由于施工降水、超挖等原因，地基原状土被扰动而影响地基承载能力时，应按设计要求对地基进行加固处理，达到规定的地基承载能力后，再铺设不小于 150mm 中、粗砂垫层；针对湿陷性黄土的处理宜按《湿陷性黄土地区建筑标准》GB 50025 中相关规定执行；

4 当同一敷设区段内地基刚度相差过大时，可采用换填垫层、块石挤淤、水泥土搅拌桩或其他措施，减少管道差异沉降，其垫层厚度根据场地条件确定，且不宜小于 300mm；

5 在地下水位较高、流动性很大的场地内，如遇管道周围土体潜在发生细颗粒土流失的情况，可沿沟槽底部和两侧边坡铺设土工布加以保护，土工布单位面积质量不宜小于 250g/m²；

6 当槽底局部遇有流沙、溶洞、墓穴等，应与设计单位商定地基处理措施。

5.4.7 管底以上部分人工土弧基础的尺寸，应根据工程结构计算的支承角值增加 30° 确定，人工土弧基础的支承角不宜小于 90°。

5.4.8 管道周围回填土的压实系数，应符合设计要求，设计无相关要求时，应符合表 5.4.8 的规定。

填土部位		压实系数（%）	回填材料
管道基础	管底基础	85~90	中砂、粗砂
	管道有效支撑角范围	≥95	
管道两侧		≥95	

管顶 以上 0.5m 内	管道两侧	≥90	中砂、粗砂、碎石屑，最大粒径小于 40mm 的砂砾或符合要求的原土
	管道上部	85±2	
管顶 0.5m 以上		≥90	原土
注：回填土的压实系数，除设计要求用重型击实标准外，其他皆以轻型击实标准试验获得最大干密度 为 100%。			

5.4.9 管道安装前宜将管材、管件按施工设计的规定摆放，摆放的位置应便于组对焊接。

5.4.10 管道预制应按管道施工设计图纸和供货方技术要求进行。

5.4.11 埋地敷设时宜在沟内进行焊接，也可将管道摆放在沟边进行组对焊接，或在沟上横置支撑物，将管道放在支撑物上方进行组对安装预制。

5.4.12 在沟边组对焊接的管道经充分冷却后方可下沟。下沟时应采用绳索牵引将管道缓慢、平稳放入沟内，禁止向沟内抛摔管道。在沟上横支撑物连接的管道下沟时，采用软保护吊带将管道吊好，逐根撤支撑，缓慢下沟。

5.4.13 管道下沟后应沿沟槽的中心线进行摆放，不得有过大的扭曲或弯曲。

5.4.14 埋地管道吊装下管应满足以下条件：

1 沟底标高和管沟基础质量检查合格；

2 应采用非金属带、绳进行捆扎吊运，不得穿心吊装，吊装过程不得划伤、扭曲管道，以及产生过大的拉伸和弯曲。多根管段连接后如需吊装时，每 16 米至少应有 1 个吊点，吊点布置应避开接头，最外侧悬空管道不得超过 8 米，平稳起吊使各点受力均匀。

5.4.15 埋地管道安装后应复测管道高程，合格后方可进行回填。

5.4.16 管道回填应符合下列规定：

1 管底基础及管道有效支撑角范围内采用中粗砂进行回填；

2 管顶以上 700mm 范围内不得含有有机物、冻土以及超过允许粒径的砖石等硬块。管顶以上 300mm 范围内硬块允许粒径应小于 10mm；300mm~700mm 范围内硬块允许粒径应小于 50mm。

5.4.17 回填土和其他回填材料回填时不得损伤管道及管道附件。

5.4.18 管顶以上 700mm 范围内应采用木夯或轻型压实设备；700mm 以上可采用普通压路机压实；1000mm 以上可用振动式压路机夯实。

5.4.19 回填应分层进行，并逐层夯实。每层回填厚度应按选用的压实工具和要求的压实度确定。常用压实工具的可压实厚度见表 5.4.19。

表 5.4.19 常用压实工具的可压实厚度

单位为毫米

压实工具	压实厚度	压实工具	压实厚度
木夯、铁夯	150~200	压路机	300~400

轻型压实设备	250~300	振动压路机	400~500
--------	---------	-------	---------

5.4.20 每层回填土的压实遍数，应按要求的压实度、使用的压实工具、覆土厚度和含水量经现场试验确定。管道两侧掖角部位，应按每层 150mm 人工投填，并逐层夯实至设计要求的压实度。

5.4.21 当管道覆土较浅或以原土回填达不到要求的压实度时，可与设计协商采用石灰土、砂砾、石粉等结构强度较高的其它材料回填或采用混凝土包封。

5.4.22 当埋地管道轴向推力大于管道外部土体的支撑强度和管道纵向四周土体的摩擦力时，应在弯头、三通支管顶端、管道末端、堵头顶端等相应位置设置止推墩，避免管道轴向拉力超出管道允许值，造成管道破坏。

5.4.23 止推墩设置注意事项：

1 止推墩应避免设在松软土、淤泥甚至流砂等不良基础上。无法避开时，应采取打桩、填石、换土等措施进行基础处理。

2 止推墩若为现浇混凝土时，凡要接触的管端应清刷干净，并需养护到足够强度。

5.4.24 阀门井室周围的回填应和管道沟槽回填宜同时进行，如不能同时进行则应留阶梯连接，回填宽度不宜小于 400mm。

5.4.25 阀门井室回填压实需沿井室中心对称进行，压实后应与井壁紧贴。

5.4.26 阀门井室砌筑应符合下列规定：

1 阀门、排泥、排气等井室的砌筑，应严格按照施工设计图纸的要求进行；

2 井底与管底的净距不宜小于 220mm，井底无混凝土底板时，可在井底铺设不小于 160mm 的垫层，保证井底的平整；

3 管材穿井壁应采用防水套管，连接所用电熔不得位于井壁套管内；

4 井室内的阀门底座应设置垫墩，阀座两侧应采取固定措施。

II 管道架空敷设

5.4.27 架空管道应按设计要求布置固定或滑动支、吊架。管道支、吊架应设 U 形支承座。U 形支承座的长度宜为 $(0.6\sim 0.8)D$ ， D 为管道外径。对管底形成的弧形包络长度不小于管材周长的 1/4，管材与支撑座之间应铺垫厚度不小于 3mm 的柔性衬垫。

5.4.28 架空管道可在管架附近的地面进行预制。管道上架前应先检查支、吊架是否符合设计要求。采用临时支架应确保临时支架牢固，且不得占用正式支、吊架位置。临时支、吊架在试压前应更换为正式支、吊架。

5.4.29 在管道支架上布管时，应按设计图纸要求逐根布置，不得将管道集中堆放于某一框架或管廊上。

5.4.30 无热位移的架空管道，吊杆应垂直安装；有热位移的管道，吊点应设在位移的相反方向，并按位移值的 1/2 偏位安装。两根热位移相反或位移值不等的管道不得使用同一吊杆。

5.4.31 有补偿器的管道，补偿器两侧应设置导向支架，导向支架不宜设置在弯头和支管的连

接处附近。补偿器与导向支架的间距为 $(32\sim 40)D$ ， D 为管道外径。

5.4.32 长距离架空安装的管道，应分区进行热胀冷缩补偿设计。每个分区两端应设固定支架，分区内应按表 4.2.8 规定的间距交替设置导向支架与滑动支架，限制管道的横向位移。

5.4.33 同一个分区内设有多个补偿器时，相邻两个补偿器中间节点部位应设滑动支架。

5.4.34 架空管线的弯头、三通位置应设固定支架，防止管道运行时出现位移。

5.4.35 阀门自重超过与其等长的管道自重（含水重）2 倍时，应对阀门本体设固定支架；结构不允许时，固定支架距阀门间距不得超过 0.5m。

5.4.36 立管安装时，应对上下两端的第一个电熔套筒设固定支架，中间段按表 4.2.8 的间距设固定支架。

5.4.37 管道通过支架与建筑物或设备固定时，应校核支架负荷对建筑物或设备的影响，根据需要设独立支架或弹性支架。

III 管道水下埋设

5.4.38 在江、河、湖等水下埋设管道，施工方案及设计文件应报河道管理或水利管理部门审查批准，施工组织设计应征得河道管理或水利管理部门同意。

5.4.39 主管部门批准的对江、河、湖断流、断航、航管等措施应预先公告。

5.4.40 工程开工时，应在敷设管道位置的两侧水体各 50m 距离处设置警戒标志。

5.4.41 施工时应严格遵守国家现行有关的水上水下作业安全操作规程。

5.4.42 管槽开挖前，应测出管道轴线，并在两岸管道轴线上设置固定醒目的岸标。施工时岸上设专人用测量仪器观测，校正管道施工位置。

5.4.43 两岸应设置水尺，水尺零点标高应经常校检。

5.4.44 沟槽宽度及边坡坡度应符合设计要求；设计无要求时，应由施工单位根据水底泥土流动性和挖沟方法在施工组织设计中确定，但最小沟底宽度应大于管道外径 1m。

5.4.45 管道下水前应在岸上预先连接成管段。在沟边预制、横向移动下水时，应多点起吊，控制管道弯曲半径应符合本规程第 4.2.1 的规定；在管沟延长线上预制、纵向牵引下水时，预制长度不宜超过 400m。预制管段长度应比水下长度超出至少 20m，试压合格后方可移至水面进行沉管作业。

5.4.46 沉管时应从管道一端灌水入管，使管段顺次沉没。沉管就位后，应及时回填，并将管道两端封堵。

5.4.47 钢骨架聚乙烯塑料复合管在河床下埋设深度应符合设计要求。设计无要求时，对于无通航河道，管道应埋设在河床扰动层以下，管顶与扰动层距离不应小于 1m；有船舶航行的河道，管顶与扰动层距离不得小于 2m。

IV 水平定向钻施工

5.4.48 采用水平定向钻敷设钢骨架聚乙烯塑料复合管道时，扩孔孔径不应小于管材接头外径的 1.2~1.5 倍，孔的弯曲半径应满足表 5.4.48。

表 5.4.48 钢骨架聚乙烯塑料复合管水平定向钻穿越最小允许弯曲半径

DN/ID (mm)	弯曲半径
------------	------

≤200	400D
250~300	600D
350~400	800D
450~500	1000D
550~1200	1200D

注：D 为管道外径。

5.4.49 扩孔完成后，应及时进行钻道的固壁和排泥，洞壁泥皮应薄、韧、光滑，成孔应完好。定向钻采用的泥浆相对密度应在 1.1~1.2，施工过程中应根据地质情况、穿越长度、管线直径以及作业方式的不同随时调整泥浆的黏度。

5.4.50 穿越管段的出、入土位置、标高、角度选择应满足与上下游管道的连接要求，在穿越孔洞外与上下游管道连接的弯曲半径应符合表 4.2.1。

5.4.51 管道回拖速度宜控制在 0.3m/min~1.0m/min 之间，并在整个回拖过程中保持平稳。回拖过程中不得出现塌方现象，不得注入高压泥浆，可注入稀薄泥浆或清水。应随时记录回拖过程中拖拉力及扭矩的数值变化，出现异常时应及时排除，不得强行回拖。

1 水平定向钻先导孔轨迹设计公式如下：

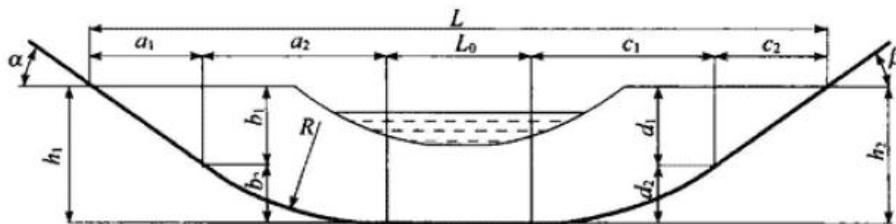


图 5.4.51-1 水平定向钻先导孔轨迹

$$a_2 = R \sin \alpha \quad (5.4.51-1.1)$$

$$b_2 = R(1 - \cos \alpha) \quad (5.4.51-1.2)$$

$$b_1 = h_1 - b_2 \quad (5.4.51-1.3)$$

$$a_1 = \frac{b_1}{\tan \alpha} \quad (5.4.51-1.4)$$

$$c_1 = R \sin \beta \quad (5.4.51-1.5)$$

$$l_2 = R(1 - \cos \beta) \quad (5.4.51-1.6)$$

$$l_1 = h_2 - l_2 \quad (5.4.51-1.7)$$

$$c_2 = \frac{d_1}{\tan \beta} \quad (5.4.51-1.8)$$

$$L_0 = L - a_1 - a_2 - c_1 - c_2 \quad (5.4.51-1.9)$$

式中： a_2 ——入土端曲线的水平长度（m）；

R ——曲率半径（m）

α ——入土角（°）

b_2 ——入土端曲线的高度（m）；

b_1 ——入土端直线段的高度（m）；

h_1 ——入土端地面与底部直线段的高度（m）；

a_1 ——入土端直线段的水平长度（m）；

c_1 ——出土端曲线的水平长度（m）；

β ——出土角（°）；

l_2 ——出土端曲线的高度（m）；

l_1 ——出土端直线段的高度（m）；

h_2 ——出土端地面与底部直线段的高度（m）；

c_2 ——出土端直线段的水平长度（m）；

L_0 ——底部直线段的长度（m）；

L ——穿越长度（m）。

2 总回拖阻力的计算公式如下：

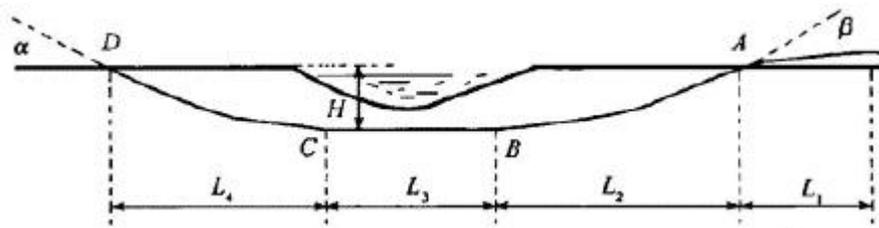


图 5.4.51-2 水平定向钻回拖阻力示意

$$T_A = e^{f_R \beta} f_R \omega_p (L_1 + L_2 + L_3 + L_4) \quad (5.4.51-2.1)$$

$$T_B = e^{f_h \beta} (T_A + f_h |\omega_f| L_2 + \omega_f H - f_R \omega_p L_2 e^{f_R \beta}) \quad (5.4.51-2.2)$$

$$T_C = T_B + f_h |\omega_f| L_3 - e^{f_h \beta} (f_R \omega_p L_3 e^{f_R \beta}) \quad (5.4.51-2.3)$$

$$T_D = e^{f_h \alpha} [T_C + f_h |\omega_f| L_4 - \omega_f H - e^{f_h \beta} (f_R \omega_p L_4 e^{f_R \beta})] \quad (5.4.51-2.4)$$

式中： T_A ——A 点处管道所受回拖力（kN）；

- T_B ——B 点处管道所受回拖力 (kN);
 T_C ——C 点处管道所受回拖力 (kN);
 T_D ——D 点处管道所受回拖力 (kN);
 L_1 ——由于管道焊接和热收缩而额外增加的管段长度 (m);
 L_2 ——管道入土端曲线段所对应的水平长度 (m);
 L_3 ——管道最大埋深处水平延伸距离 (m);
 L_4 ——管道出土端曲线段所对应的水平长度 (m)。
 H ——管道埋深 (m);
 f_R ——塑料管道与地面之间的摩擦系数,可取 0.5;
 f_h ——塑料管道与孔壁的摩擦系数,可取 0.3;
 ω_P ——单位长度管道重力 (kN/m);
 ω_f ——单位长度管道所受的净浮力 (kN/m);
 α ——入土角 (rad);
 β ——出土角 (rad);

3 单位长度管道重力 ω_P 计算数值如下:

表 5. 4. 51-3 单位长度管道重力

DN/ID (mm)	单位长度管道重力 (kN/m)	DN/ID (mm)	单位长度管道重力 (kN/m)
50	0.032	500	0.48
65	0.043	550	0.566
80	0.055	600	0.697
100	0.067	650	0.901
125	0.083	700	1.01
150	0.095	750	1.13
200	0.13	800	1.25
250	0.158	900	1.54
300	0.207	1000	1.892
350	0.309	1100	2.097
400	0.346	1200	2.324
450	0.428	--	--

4 单位长度管道所受的净浮力计算公式如下:

$$\omega_f = \frac{\pi D^2}{4} \gamma_m - \omega_p \quad (5.4.51-4.1)$$

式中： ω_f ——单位长度管道所受的净浮力（kN/m）；
 γ_m ——钻孔泥浆的重度，取值 $11\sim 12 \times 10^3$ （kN/m³）；
 ω_p ——单位长度管道重力（kN/m）；
 D ——管道外径（m）；

5.4.52 水平定向钻敷设钢骨架聚乙烯塑料复合管时，穿越路径不得通过岩石化的地质结构或建筑垃圾回填区段。

5.4.53 以水平定向钻方式穿越河流时，管材穿越路径应在河床淤泥层底以下至少 4m 的位置。穿越铁路和公路时，应按照国家现行有关标准执行，但最少应保证管顶以上覆土厚度不低于 2m。

5.4.54 钢骨架聚乙烯塑料复合管用于定向钻穿越施工时，宜采用直线钻孔路径，不宜采用复合曲线路径。管道入口处需开挖引沟，管道出入口处开挖工作坑。钻孔路径弯曲半径应符合表 5.4.48。

5.4.55 管材入土角度宜控制在 3°以内，出土角度宜控制在 5°以内。

5.4.56 水平定向钻敷设钢骨架聚乙烯塑料复合管，正常回拖力不应大于表 5.4.56 规定的稳态拉力值。拉力波动峰值不应超过表 5.4.56 中规定的瞬间最大拉力值。

表 5.4.56 钢骨架聚乙烯塑料复合管允许轴向拉力

DN/ID (mm)	瞬间最大拉力 (kN)	稳态拉力 (kN)
50	6	5
65	10	8
80	15	12
100	24	19
125	24	19
150	35	28
200	62	49
250	96	77
300	139	111
350	189	151
400	246	197
450	312	249
500	385	308
550	466	373
600	554	444
650	651	521
700	755	604
750	866	693

DN/ID (mm)	瞬间最大拉力 (kN)	稳态拉力 (kN)
800	986	788
900	1247	998
1000	1540	1232
1100	1863	1491
1200	2218	1774

5.4.57 管道预制场地应平整并清除砖石、玻璃碎片或建筑垃圾等杂物。预制场地沿管道穿越路径方向的长度应比穿越管段的长度至少长 20m。预制的管段应顺直，以减少回拖过程的阻力。预制完成的管段，应保证管端拖动头距离钻道入口不大于 30m。

5.4.58 预制完成后，应先进行管道功能性试验，试验不合格的管材严禁使用。

5.4.59 管道入土一端应预留有足够的工作面并开挖引沟，引沟与入洞口应圆滑过渡，并防止管材端头在回拖过程中下垂，增加回拖阻力。

5.4.60 为减少回拖过程的阻力，保护电熔接头不受到破坏，在朝向回拖方向的电熔一侧，宜采用挤注枪将电熔与管道外壁的直角区域进行角焊。

5.4.61 回拖应使用专门设计的拖拉头，不得采用在管道上穿孔的方式连接拖拉头与管材。拖拉头应能与管道外壁可靠紧固并将管材端口封闭，钻杆与拖拉头鼻锥上的牵引环相连。在整个回拖的过程中，必须时刻记录回拖力及扭矩的数值变化，出现异常情况应及时处置，整个回拖过程应保持匀速平稳。

5.4.62 管段长度超过 100m 时，回拖前宜用支辊将整条管道垫起，支辊间距不宜大于本规程表 4.2.8 规定的最大支架间距。支辊不足时，可使用滚杠或其他方式减阻。在回拖的过程中，应将预制管线调直，随时注意支辊的状态，避免偏辊或掉辊。安排专人负责检查管材外表面，对有缺陷的管材表面应及时进行补焊处理。

5.4.63 管道回拖入洞后应再次进行功能性试验。对不能及时试验的管道，两端应采取有效措施进行封堵，根据需要设专人看护。

5.4.64 管段再次试验合格后应及时办理验收手续。验收应包括下列内容：

- 1 水平定向钻施工组织设计方案及报批文件；
- 2 穿越路径设计文件及地质勘探资料；
- 3 水平定向钻机操作说明书；
- 4 钻孔导向记录；
- 5 预制管道的功能性试验记录；
- 6 管道回拖过程的拉力、扭矩记录；
- 7 管道入洞后再次功能性试验记录。

5.5 冬季施工措施

5.5.1 环境温度低于-30℃时应停止施工，低于-15℃时应避免管道打磨、对口、安装等施工作业。

5.5.2 环境温度低于 0℃时，管材搬运过程中应避免与坚硬物体碰撞，尤其是管件应轻拿轻放，不得随意抛摔，避免因碰撞造成管件表面损伤。有条件时管材、管件宜在室内存放，如需室外临时堆放时，应选择平整、无坚硬物块的地面，并有防风雪等遮盖物。

5.5.3 埋地管道冬季安装应在沟内连接。在风力达到 3 级及以上时，应采取必要的防风防沙措施，避免电熔单侧冷却过快而影响焊接质量的均一性。

5.5.4 管材与电熔套筒安装时，应测量产品实际收缩情况，计算并调整管材打磨量。当计算打磨厚度超过 0.5mm（或周长打磨量超过 3mm）时，应对电熔套筒进行预热，以增大套筒口部直径。在任何情况下管材、管件与套筒连接均严禁直接敲击安装。

5.5.5 当工件温度低于 0℃时，应采取保温及预热措施，使工件温度升至 0℃以上，然后再进行焊接。

5.5.6 冬季管沟回填时，应先将管底腋角及操作坑填实后，再分层敷土、夯实。管顶 700mm 范围内禁止使用冻土回填，管顶 700 mm 以上范围可均匀掺入冻土，其数量不得超过填土总体积的 15%，且冻块尺寸不得超过 100mm。

6 试 压

6.0.1 钢骨架聚乙烯塑料复合管试压管段的长度不宜大于 1.0km。对于无法分段试压的管道，应由工程有关方面根据工程具体情况确定。

6.0.2 管道试压前应做好下列准备：

- 1 管道系统安装完毕，外观检查合格，并符合设计要求和管道安装施工的有关规定；
- 2 管内垃圾、杂物已经清理干净；
- 3 支、吊架安装完毕，配置正确，紧固可靠；
- 4 电熔接头和法兰连接部位便于检查；
- 5 清除管线上所有临时用的夹具、支吊架、堵板、盲板等；
- 6 埋地管道的坐标标高、坡度和管基、垫层等经复查合格，试验用的临时加固措施经检查确认安全可靠；
- 7 埋地管道除接口部位外已回填，接口露出长度 1.0m，回填土厚度大于 500mm；
- 8 试验管段所有敞口应封闭，不能参与试验的系统、设备、消防栓、安全阀、仪表及管道附件等应可靠隔离，不得用阀门做为封堵；
- 9 合理布置进、排水管路和排气孔；
- 10 管道上的伸缩节已设置了临时约束装置，弯头、三通和管道附件已按要求支撑；
- 11 采用弹簧压力计时，精度应不低于 1.5 级，最大量程应为试验压力的 1.3~1.5 倍，表壳的公称直径不宜小于 150mm，且压力表不得少于 2 块，使用前应经校正并具有符合规定的检定证书。

6.0.3 检查确认试压设备的严密性、安全性，以及管道末端堵板后背顶撑的紧固情况。

6.0.4 管道试压应使用洁净的水源。注水前在试验管段上游的管顶及管段中的高点应设置排气阀，向管道内注水应从下游缓慢注入，将管道内的气体排净。试验环境温度不宜低于 5℃，当环境温度低于 5℃时，应采取防冻措施。

6.0.5 管道试验压力应符合表 6.0.5 的规定，对高差大的管道，应将试验介质的净压计入试验压力中，试验压力应以最低点的压力为准。

表 6.0.5 管道试验压力

工作压力 P (MPa)	试验压力 P_t (MPa)
≥ 0.1	$1.5P$, 且 $0.8\text{MPa} \leq P_t \leq (PN+0.5)$

6.0.6 管道水压试验分为预试验和主试验两个阶段：

- 1 预试验阶段：将管道内水压缓慢升至试验压力并稳压 30min，期间如有压力下降可注水补水，但不得高于试验压力；检查管道接口、配件等处有无漏水、损坏现象；有漏水、损坏现象时，应及时停止试压，查明原因并采取相应措施后重新试压。

2 主试验阶段：停止注水补压，稳压 15min；当 15min 后压力下降不超过 0.02 MPa 时，将试验压力降至工作压力，保持恒压 30min 后进行外观检查，若无漏水现象，则水压试验合格。

6.0.7 管道升压过程中，发现弹簧压力计表针摆动、不稳、且升压较慢时，应重新排气后再升压。

6.0.8 应分级升压，每升一级应检查管道后背、支墩、管身及接口，无异常现象时再继续升压。

6.0.9 水压试验过程中，应划定禁区，无关人员不得进入，后背顶撑及管道两端不得站人。

6.0.10 水压试验时发现泄漏，不得带压修补缺陷；遇有缺陷时应做出标记，泄压后修补。应在消除缺陷后重新试验。

7 吹扫、冲洗、消毒

7.0.1 给水管道冲洗与消毒应符合下列要求：

1 给水管道严禁取用污染水源进行水压试验、冲洗，施工管段与污染水水域较近时，必须严格控制污染水进入管道；如不慎污染管道，应由水质检测部门对管道污染水进行化验，并按其要求在管道并网运行前进行冲洗与消毒；

2 管道冲洗与消毒应编制实施方案，不允许冲洗的设备、管道应与冲洗系统隔离。管道冲洗前不应安装孔板、法兰连接的调节阀、重要阀门、截留阀、安全阀、仪表等设施；

3 施工单位应在建设单位、管理单位的配合下进行冲洗与消毒；

4 冲洗时，应避免用水高峰，冲洗流速不小于 1.0m/s，连续冲洗；

5 清洗后的脏液严禁随地排放。

7.0.2 给水管道冲洗消毒准备工作应符合下列规定：

1 用于冲洗管道的清洁水源已经确定；

2 消毒方法和用品已经确定，并准备就绪；

3 排水管道已安装完毕，并保证通畅、安全；

4 冲洗管段末端已设置方便、安全的取样口；

5 照明和维护等措施已经落实。

7.0.3 管道冲洗与消毒应符合下列规定：

1 管道第一次冲洗应用清洁水冲洗至出水口水样浊度小于 3NTU 为止；

2 管道第二次冲洗应在第一次冲洗后，用有效氯离子含量不低于 20mg/L 的清洁水浸泡 24h 后，再用清洁水进行第二次冲洗直至水质监测、管理部门取样化验合格为止。

7.0.4 对于水质要求不高的管道，可以吹扫代替冲洗：

1 空气吹扫可利用空压机，也可利用装置中的大型容器蓄气，进行间断性吹扫。吹扫压力不得超过容器和管道的设计压力；

2 吹扫忌油管道时气体中不得含油；

3 空气吹扫过程中，当目测排气无烟尘时，应在排气口设置贴白布或涂白漆的木制靶板检验，5min 内靶板上无尘土、水分及其他杂物为合格；

4 吹扫时应设禁区；

5 吹扫出的脏物不得进入已吹扫合格的管道。

8 验 收

8.0.1 工程提交验收时应满足下列基本要求：

- 1 完成工程设计和合同约定的各项内容；
- 2 施工单位在工程完工后，对工程质量自检合格，检验记录完整，并提出工程竣工报告；
- 3 工程资料齐全；
- 4 有施工单位签署的工程质量保修书；
- 5 监理单位对施工单位的工程质量自检结果予以确认。

8.0.2 竣工资料的收集、整理工作应与工程建设同步，工程完工后应及时做好整理和移交工作。整体工程竣工资料宜包括下列内容：

- 1 工程项目建设合同文件，招投标文件，设计变更通知单、工程量清单；
- 2 图纸会审记录，技术交底记录，施工组织设计等；
- 3 开工报告，竣工报告，工程变更单，工程保修书等；
- 4 材料的出厂合格证明，材质书或检验报告；
- 5 施工记录，测量记录，隐蔽工程验收记录，沟槽及回填合格记录，焊接记录，管道功能性试验记录，阀门试验记录等；
- 6 竣工图纸；
- 7 重大质量事故分析、处理报告；
- 8 在施工中受检的其他合格记录。

8.0.3 工程竣工验收应由建设单位组织，可按下列程序进行：

- 1 工程完工后，施工单位应按本规程第 7.0.1 条的要求完成验收准备工作，并向监理单位提出验收申请；
- 2 监理单位对施工单位提交的工程竣工报告、竣工资料及其他材料进行初审，合格后向建设单位提出验收申请；
- 3 建设单位组织设计、勘察、监理及施工单位对工程进行验收；
- 4 验收合格后，各个单位签署验收纪要，建设单位及时将竣工资料、文件归档；
- 5 验收不合格，应提出书面意见和整改内容，签发整改通知，限期完成。整改完成后重新验收。整改书面意见、整改内容和整改通知单应编入竣工资料文件中。

本规程用词说明

为便于在执行本规程条款时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1 表示很严格，非这样做不可的：

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：

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：

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”。

引用标准名录

本规程引用下列标准。其中，注日期的引用标准，仅该日期对应的版本适用于本规程；不注日期的引用标准，其最新版本适用于本规程。

《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268

《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332

《城市工程管线综合规划规范》GB 50289

《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准》GB/T 17219

《湿陷性黄土地区建筑标准》GB 50025

《工业用钢骨架聚乙烯塑料复合管》HG/T 3690

《工业用钢骨架聚乙烯塑料复合管件》HG/T 3691

《埋地塑料给水管道工程技术规程》CJJ 101

《给水用钢骨架聚乙烯塑料复合管》CJ/T 123

《给水用钢骨架聚乙烯塑料复合管件》CJ/T 124

《城镇供水长距离输水管(渠)道工程技术规程》CECS 193

《水平定向钻法管道穿越工程技术规程》CECS 382

《石油化工管道支架设计规范》SH/T 3073

中国工程建设标准化协会标准

钢骨架聚乙烯塑料复合管管道工程技术规程

T/CECS 315: 20XX

条文说明

目 次

1 总则	(37)
2 术语	(38)
3 材料	(39)
3.1 一般规定	(39)
3.2 管材、管件	(39)
3.3 材料存放、运输和吊装	(39)
4 设计	(40)
4.1 一般规定	(40)
4.2 管道布置	(41)
4.3 管道水力计算	(42)
4.4 管道结构设计	(43)
5 施工与安装	(44)
5.1 一般规定	(44)
5.2 施工准备	(44)
5.3 管道连接	(45)
5.4 管道敷设	(46)
5.5 冬季施工措施	(48)
6 试压	(50)
7 吹扫、清洗、消毒	(50)
8 验收	(50)

1 总 则

1.0.1 钢骨架聚乙烯塑料复合管是一种新型结构的复合管道产品，由连续缠绕焊接成型的网状钢筋骨架与高密度聚乙烯复合而成。该成型方式具有一次复合成型的特点，钢网焊接与塑料挤出同步进行，塑料与钢网形成宏观互穿网络结构，与可分离的多层结构相比具有突出的结构稳定性，承压能力较高，防腐性能优良，耐高温性和抗蠕变性能优于非增强塑料管道，使用寿命长。为使工程设计和施工人员掌握材料的基本物理力学性能和相关施工技术，确保工程质量，编制组在吸收总结国内相关施工安装经验的基础上制定本规程。

1.0.2 市政供水用聚乙烯管道的使用温度不宜大于 45℃，工业用聚乙烯管道使用温度不宜超过 60℃，冷热水用耐热聚乙烯（PE-RT）管道系统使用温度不宜超过 80℃。限制管道使用温度的因素主要是材料耐老化和耐蠕变特性。采用钢骨架复合结构不仅显著地限制了聚乙烯的蠕变变形行为，而且管壁在内外压作用下的应力分布更多地集中在金属骨架上，从而使塑料部分承担的应力也得到了显著的削减，因此在满足设计寿命和老化性能条件下，钢骨架聚乙烯塑料复合管的使用温度可以比未增强的聚乙烯管提高 10℃~20℃。

1.0.3 工业介质常含有酸碱盐等腐蚀性物质，设计时应了解介质对管道的腐蚀作用。

1.0.4 资料显示，在标准试验条件下 HDPE 耐磨性是普通碳钢的 4 倍以上。但在实际应用中，由于工况不同，管道的耐磨表现有很大差异。塑料管道的磨损受介质中固体颗粒的粒径、形态（锐度）、硬度、流速、浓度等影响，因素很复杂。根据实际应用经验，在尾矿排放工程中应用钢骨架聚乙烯塑料复合管，在设计流速（2~3）m/s，固体含量 50%条件下，管道耐磨性优良，寿命比钢管提高至少一倍，服役期最长的管道已经超过 10 年。但是，在山区使用钢骨架聚乙烯塑料复合管输送尾矿时，如果沿流动方向连续坡降将会造成管道内介质因重力作用而不断加速，形成管内不充满流动，流速可达到每秒数十米，管道会发生急剧磨损，寿命下降到数月。因此，设计浆体输送管道时，应选择合理路径，或注意利用地形，使管道在快速下降后有一段 U 形抬升，利用连通器原理阻缓管内介质加速。根据经验，流速大于 5m/s 时，浆体管道内壁磨损会显著加快。对于浆体输送管道，为了避免固体颗粒沉降，应保持流速不低于颗粒沉降临界值，该临界值又受颗粒尺寸、密度、浓度的影响，粒径在 80 目以下的浆体临界流速约为 2m/s。在满足临界流速前提下，采用较低的流速有利于减小输送能耗，比较经济，而且有利于提高管道耐磨寿命。

随着粒径逐步增加，管道的耐磨寿命急剧下降，对于 80 目以上的应用情况，可通过工程试用积累设计经验。有些小的固体颗粒容易发生团聚，例如盐湖（田）采卤会将湖底沉积的混合盐矿以球块状送入输卤管道。团聚体尺寸虽然大，但密实度较低，其对管壁的磨损能力大于未团聚的微粒，但又显著低于等大的实心团块。因此，应控制管道磨浆机的出口粒径，并适当增加管道内壁耐磨厚度。由于缺乏足够的理论数据，设计时应充分调研实际应用经验选材。

2 术 语

2.0.1 广义的钢塑复合管可以分成衬塑、涂（滚）塑以及钢骨架复合三大类。其中，钢骨架复合塑料管又可分成焊接钢网与塑料复合、孔网钢带与塑料复合、钢丝缠绕与塑料复合三类。本术语明确了本规程的适用对象是“连续缠绕焊接成型的网状钢筋骨架与高密度聚乙烯同步挤出、一次成型的管道”，以与其他材料区分。

2.0.2 本条从结构和工艺上定义了钢骨架聚乙烯塑料复合管件，以便与衬塑或涂塑等工艺得到的产品区分。

2.0.3 管道及其附件的公称尺寸 DN (nominal Diameter)，是为了便于分类、选用和连接而规定的“规格代号”，与管道的直径相关，但数值并不一定相等。以外径系列划分公称尺寸时，也可用 DN/OD 表示，习惯上可简称为公称外径；以内径系列划分公称尺寸时，也可用 DN/ID 表示，习惯上可简称为公称内径。管道配件例如金属法兰、塑料电熔套筒的公称尺寸则按与其相连接的管材公称尺寸确定，与其本身内、外径等几何尺寸无关。本规程中的钢骨架聚乙烯塑料复合管规格尺寸采用内径系列，其公称尺寸 DN 实际是公称内径 DN/ID。

2.0.4 公称壁厚的定义与塑料管道系统定义一致。

2.0.5 钢骨架聚乙烯塑料复合管切割后，为避免管材端面钢丝暴露、腐蚀，需要进行端口密封。

2.0.6 电熔套筒是具有电阻丝的套筒形连接件，习惯上也称作“管箍”、“直接”或简称为“电熔”等。通电后，其内壁发热熔化，将管材端部外壁同时熔化。冷却后形成焊接接头。

2.0.9 管道焊接时，为避免焊接的管道组件发生位移，影响焊接质量，需要将被焊的管道临时固定、夹紧。小口径管道常用刚性夹紧装置，在固定管道组件的同时具兼有对正管口的作用，习惯上称作扶正器。对于较小规格的管道，刚性扶正器体积和重量都不大，使用简便，应优先选用。

2.0.10 管道焊接时，为了将管材插入电熔套筒，需要使用可以收紧的两支或多支紧绳器或捆扎带，对称地绑紧在待连接的两根管材端部，通过收紧拉绳（或扎带）使管材端头平稳地进入电熔套筒。这类工具主要功能是拉紧，可以统称为拉紧器。

拉紧器自身不具备刚性对中作用，使用时应对称安装并均匀拉紧，避免单侧受力不平衡造成焊接时管道形成夹角或影响焊接质量，对使用者的技巧要求高于刚性扶正器。随着管道口径增大，刚性扶正器可能过于笨重、不便作业，允许有经验的施工人员选用拉紧器安装。

2.0.11 焊接工艺包括钢骨架聚乙烯塑料复合管焊接所需的工艺参数和焊前准备等注意事项。不同生产厂家的产品各异，其焊接工艺也不相同，因此施工单位应严格执行供货单位提供的焊接工艺要求。

2.0.12 我国部分行业习惯使用 PN 加上对应于“bar”或“kgf/cm²”的无量纲数值表示公称压力，例如 PN16 表示公称压力为 16bar。本规范使用法定计量单位 MPa，为避免单位变换造成误读，在表示公称压力的数值后都带单位（MPa），前述公称压力表示为 PN1.6MPa。

3 材 料

3.1 一般规定

3.1.1 本条明确了管材、管件执行的产品标准以及用于生活给水时应遵照的卫生标准。

3.1.2 目前国内有多个厂家生产多种形式的钢骨架聚乙烯塑料复合管，所采用的结构和标准互有差异。为便于工程质量追溯，管材、管件上应有产品标识信息。

3.1.3 选用同一生产商的配套产品有利于保证管道系统具有一致的承压能力、装配尺寸和连接质量。

3.1.4 “接头形式”包括法兰连接和电熔连接两个大类。法兰连接要注意区分法兰的形式（对开式、背压活套式、法兰电熔式等）与标准（ASME 标准、GB 标准、HG 标准等）；电熔连接要注意区分熔区端口结构形式（圆柱形平口、锥形口、坡口等）。对于多种结构形式共存的工程现场，正确区分连接形式和连接元件，是保证管线安装质量的基本要求。

3.2 管材、管件

3.2.1 表 3.2.1 管材规格尺寸参数符合《工业用钢骨架聚乙烯塑料复合管》HG/T 3690 和《给水用钢骨架聚乙烯塑料复合管》CJ/T 123 的规定。

3.3 材料存放、运输和吊装

3.3.3、3.3.4 塑料受紫外线辐射会逐渐发生老化，但加入适当比例的炭黑可以起到显著减缓老化的作用。ASTM D 2513:1999 曾规定聚乙烯管道在户外无遮蔽条件下存放“超过 2 年时，检测各项指标仍应满足产品标准中所有要求”。美国运输部 49 CFR 192.59“塑料管道”引用该标准，规定 PE 管道户外存放时间为 2 年。但是，经过长期研究和应用实践总结，ASTM 认为添加 2%~2.5% 炭黑、炭黑分散良好的聚乙烯管道，可在户外安全存放 12 年以上。该内容在修订后的 ASTM D 2513:2009 中替代了原标准中关于户外存放的规定。据此，美国 NGA 协会联合数十家管道生产和应用企业，联名上书请求运输部依据 ASTM D 2513 的修订结果，同步调整 49 CFR 192.59 的存放期规定，将符合标准的黑色管户外存放期延长到 10 年。钢骨架聚乙烯塑料复合管标准规定的管道炭黑添加标准与 ASTM D 2513 一致，按照标准生产的管道产品已经有在户外存放或应用 10 年以上的经验，并未发生因暴晒老化失效的案例。因此，可以认为合理库存期内按先进先出使用的管材并无严格防晒的要求。但对于长期暴露于户外、设计寿命较长的管道，宜考虑保温或防晒措施。

4 设计

4.1 一般规定

4.1.1 钢骨架聚乙烯塑料复合管的公称压力是按照在 20℃ 条件下输水确定的。当输送介质的温度发生变化时，其最大许用压力应按照折减系数进行计算。如果输送的介质对聚乙烯有腐蚀、溶胀等不良作用，还应根据厂家建议、实际经验或相关资料，再乘以一个小于 1 的介质折减系数。

4.1.2 钢骨架聚乙烯塑料复合管爆破压力不小于 3 倍公称压力，并具有一定柔性，对管道压力波动具有一定的适应能力。管道的设计工作压力（不包括水锤的长期工作压力）不应超过公称压力 PN。当考虑水锤作用时，可按 4.3.4 计算并校核管道最大内压是否超过 1.5PN，参见 4.3.4 条文说明。

4.1.3 钢骨架聚乙烯塑料复合管的耐负压能力与管道规格、环境温度以及安装条件有关。可利用有限元仿真分析核算管道截面在不同边界约束条件和不同真空度下的抗屈曲行为。

不具备仿真条件时，可按以下经验设计或核算管道的耐负压能力：在温度不超过 30℃、外部无任何约束和支撑条件下，管道可以长期安全承受的真空度（管内压力比外部大气压低的压力值，有时也称作负压）可参考表 1。若初步设计发现管道内可能出现超过表中安全真空度时，需考虑增设进/排气阀，以破除真空，避免管道吸瘪。对于无法避免负压的情况，可根据管道敷设情况进行补强：埋地管道受管周土壤的压实和约束作用，耐负压能力大致可比表中提高一倍；架空管道采取分段加箍的方式可实现类似作用，通常分段间距不宜大于 $3 \times DN/ID$ ，也不宜小于 1m；加强箍宽度不宜小于 DN/ID 的 1/2。此外，当管道工作温度超过 30℃ 时，每升高 1℃，耐负压能力可按下降 1% 进行估算。

表 1 钢骨架聚乙烯塑料复合管无约束状态下的安全真空度

DN/ID (mm)	≤100	125~200	250	300	350~900	≥1000
安全真空度 (KPa)	100	80	60	40	30	20

4.1.4 规定本条是为了保证管道不会意外冻结，以及减轻环境低温对管道的影响。

4.1.5 钢骨架聚乙烯塑料复合管的热膨胀系数约为钢质管道的 3 倍，约为 HDPE 管道的 1/3。温度变动 35℃ 时，管道伸缩量约为 1‰。由于钢塑复合管弹性模量较低（约 4GPa），上述变形引起的热应力约为 4MPa，该应力在管材本身的安全耐受范围内，因此只要采取可靠的固定措施，可不进行专门补偿设计。但是，为了避免施工或其他原因造成管道变形在某些部位积累或对转折部位形成过大弯矩破坏管线，因此设计架空管道时，若温度变化超过 35℃，应考虑管道的热胀冷缩变形补偿。

4.1.8 非埋地敷设指管道暴露在空气中的敷设方式，包括地表管墩或管架支撑、管廊或地沟内安装等。埋地敷设时，由于法兰或螺栓腐蚀、密封胶圈老化泄漏等原因，常需定期检查维

护，设置检查井目的即在于此。不过，随着技术进步，已经有尼龙或其他防腐处理的法兰和螺栓以及先进的橡胶密封材料，其使用寿命可达 20~50 年，使用中几乎不用维护。所以，此处“检查井”并不做硬性规定。

4.2 管道布置

4.2.1 钢骨架聚乙烯塑料复合管可以弯曲敷设以适应管道局部的非标角度转向。HDPE 管最小允许弯曲半径可以达到 25D，但是钢骨架聚乙烯塑料复合管的钢丝网结构限制了管材的弯曲柔性，因此管材的弯曲半径要求较大。表 4.2.1 列出了埋地敷设过程中管道仅承受弯曲作用时允许的弯曲半径。如果管材在弯曲状态下还要承受额外负荷，例如在水平定向钻施工中将管道拖过曲线形的孔洞，管壁将承受弯曲和拉伸的复合应力，应进一步加大管道弯曲半径。

4.2.2 规定本条是为了保护穿墙管段不受意外损伤，采用套管可便于维护或更换。

4.2.3、4.2.4 管道与建筑物、构筑物的距离参考现行国家标准《城市工程管线综合规划规范》GB 50289 的规定列出。对于特殊场合，例如工业建筑物内布置的管道，以上规定间距不能满足要求时，可采取适当安全保护措施后减小间距。

为了避免热力管道长期对钢骨架聚乙烯塑料复合管形成“伴热运行”，或者因热力管道破损而伤及钢骨架聚乙烯塑料复合管。从设计原则上讲，管道路由上各处环境温度不宜超过 60℃，按表 4.2.3 可以有效保证上述条件。垂直间距较小时采用套管可有效防护相邻管道或设施的影响。必要时可核算或试验测定极端情况下管道外壁的温度。虽然管道可在高达 80℃ 条件下工作，但更高温度下的老化寿命会有缩短。

4.2.5 保证埋深是为了避免管道被意外损伤或在覆土及地表负荷下发生形变。

4.2.6 本条规定了隐蔽工程的常见防护措施。

4.2.7 设置止推墩有助于保护管道接口。除了抵抗介质压力造成的轴向作用力，止推墩还可以限制管道伸缩变形。

4.2.8 支架间距超过规定值时，可在支架上设弧形承托，沿管体下部托住管道。相邻承托支架边缘间距按表格内规定值执行。管道因保温或其他设计需求负重时，支架间距用式（1）进行计算：

$$L = \sqrt[4]{\frac{100E_t \cdot I \cdot \delta}{k \cdot q}} \quad (1)$$

式中 δ ——梁的挠度 (cm)；

k ——挠度系数。对三跨连续梁，取 0.677；

q ——均布荷载 (kgf/cm²)；

L ——跨度 (cm)；

E_t ——设计温度下梁材料的弹性模量 (kgf/cm²)；

I ——梁截面的惯性矩 (cm^4)。

4.2.9 本条规定分段补偿设计的原则，以避免长距离管道变形积累造成管道损伤。

4.2.10~4.2.15 对管道支架的安设位置、注意问题提出了具体要求。泵出口位置的隔振接头和固定支架可参考图 1 布置：

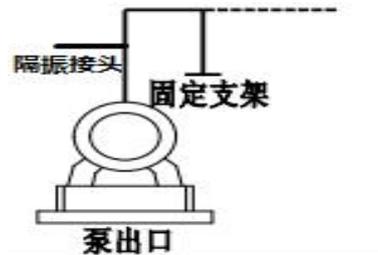


图 1 泵出口的隔振接头和固定支架布置示意图

4.3 管道水力计算

4.3.1 钢骨架聚乙烯塑料复合管水力特性与 HDPE 管一致，本节引用现行行业标准《埋地塑料给水管道工程技术规程》CJJ101 的相关内容。按所列公式及量纲计算得出的管道沿程水头损失、局部水头损失和水锤压力单位均为“米水柱”。CJJ 101 给出了管道当量粗糙度 Δ 的取值范围，但未注明单位。根据 Lars-Eric Janson 编著的《Plastics Pipes for Water Supply and Sewage Disposal》以及 Hostalen 公司技术手册《Technical Manual for Hostalen Pipes》的相关技术内容，可以确定该粗糙度单位为 mm。但前者推荐的取值范围为 (0.01~0.05) mm，管径大、流速高时取大值。后者则推荐取值范围为 0.1mm。实际计算表明，当管道内径 400mm、流量 700 m^3/h 、流速 1.54 m/s 、 Δ 取值为 0.01mm 时，每米水力坡降 $h_f=0.0051\text{m}$ ； Δ 取值为 0.15mm 时，每米水力坡降 $h_f=0.0057\text{m}$ 。可见，在上述范围内取值对计算结果影响不大。

4.3.4 根据《城镇供水长距离输水管（渠）道工程技术规程》CECS 193 规定，水锤采取必要的防护措施后，按式（2）核算输水管道各重点部位的最大压力是否小于管道的强度：

$$2\Delta H + H_o \leq 1.5H_k \quad (2)$$

式中 ΔH ——停泵时该处的水锤升压 ($\text{m}/\text{H}_2\text{O}$)；

H_o ——该处的正常工作压力 (MPa)；

H_k ——该处管道的公称压力 (MPa)。

常见的水锤削减措施包括选用缓闭型阀门、增设缓冲池（罐）、安装安全阀等。

4.3.5 防止管道内水柱拉断的措施包括增设缓冲罐、空气罐、调压塔等方法，其安装位置和规格容量需要通过设计确定。

4.3.6 为了简化，可按如下原则考虑：输水管道在坡度小于 1‰时，每隔 0.5~1.0km 设置进气排气阀。坡度不小于 1‰时，每隔 1.0km 设置进气排气阀。详细做法可参考《城镇供水长距离输水管（渠）道工程技术规程》CECS 193。

4.4 管道结构设计

管道结构设计通常应包括内压下的强度计算，但由于钢骨架聚乙烯塑料复合管的管壁复合结构比较复杂，设计人员无法获得管道结构和材料性能参数，难以直接计算管道在公称压力下的环向应力安全性。本规范中，管道的耐压能力是以产品符合国家现行标准 HG/T 3690、HG/T 3691、CJ/T 123、CJ/T 124 为基本保障的，按本规程选择应用时无需再次核算其耐压强度。

4.4.1 管顶覆土高度小于 0.7m 时，均应进行抗浮稳定性计算，参见现行行业标准《埋地塑料给水管道工程技术规程》CJJ 101。

4.4.2~4.4.3 用于指导伸缩补偿设计，包括变形量和轴向力计算，分别适用于位移补偿和轴向固定约束设计。

4.4.6 管道管壁截面环向失稳的临界压力计算公式，依据现行国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332、行业标准《埋地塑料给水管道工程技术规程》CJJ 101 相关内容进行了勘误，并转换为直接利用管材环刚度（SN）进行计算的形式。

5 施工与安装

5.1 一般规定

5.1.1 目前,尚无专门的主管部门开展钢骨架聚乙烯塑料复合管的施工技能评定和管理工作,各地规定也不一致。实际操作中,可由管道制造厂家提供施工人员培训和考核,并向合格人员颁发操作证书。有主管部门制定要求时,应按相应规定执行。

5.1.2 事前检查材料规格、数量和质量情况,以保证工程质量和进度。对于聚乙烯类管道,通常认为不超过壁厚 10%的划伤是可以修补后使用的。超过 10%时,应根据实际情况,判断是否伤及增强骨架或有其它附带损伤,征求现场技术人员和监理意见,合理处置。

5.1.3 本条是保证焊接作业的基本条件。

5.1.4 焊接质量会因焊接表面污染而严重下降,表面污染包括粉尘、泥水、油污等任何外来异物。同时,材料本身的氧化层也不利于焊接面的熔合,因此焊接前规定需要去除氧化层。若管道组装后长时间不焊接,处理过的表面会再次氧化,当不能及时焊接或间隔时间超过 24 小时或熔区被污染,应将电熔退出,重新处理。

5.1.5 不同厂家的管材、管件配合尺寸(配合间隙)不同,电熔套筒阻值和焊接面积也不相同,因此没有通用的焊接工艺,应根据其生产厂家提供的工艺文件要求焊接。

5.1.6 环境温度过低时,材料本体温度也相应较低,如不采取适当保温或预热措施,会影响焊接质量。黑色管道在强烈阳光辐射下表面温度可达 50℃。环境温度过高时或太阳辐射较强时,产品基础温度很高且焊接过程中电熔接头会因为暴晒形成两侧温度明显不均现象,出现过度焊接或单侧溢料现象,因此应采取遮荫或调整焊接工艺等措施。

5.1.7 大风易引起熔焊区污染并形成管道内的空气对流,导致接头过快冷却。熔焊区污染影响焊接质量,冷却过快会形成假焊或焊接接头塑性较差。

5.1.8 “固定口”是指管道从两端向中间施工,或管道末端与固定设备连接时,待连接两管道之间管段长度受到严格限制的情况。选择温度较低时焊接可减少温升引起的拉应力。

5.1.9 随时清洁管道,便于后期清扫或试压。

5.1.10 埋地管道试压前分段回填是为了起到可靠固定作用,以保证试验安全性,本条规定了安全回填深度以及应留出的检查位置。

5.1.11 架空管道管材与管架之间安装柔性衬垫可有效避免管道外壁损伤;合理布置固定支架和滑动支架,可以实现管道的分段补偿,并限制管道变形或位移方向,可避免横向偏离轴线或引起局部弯折破坏。

5.2 施工准备

5.2.1 本条强调了施工前设计单位进行设计交底的必要性,提前主动发现图纸错误,能减少

正式施工时产生的进度和质量问题。

5.2.2 埋地管道施工前对现场详细的调查、踏勘，针对施工中的地质、环境、运输等困难点，提前做好应急预案，保证施工的顺利进行。

5.2.3 管道正式施工前，相关前置配套工作往往涉及第三方施工单位，确认该部分工作按要求完成可以避免扯皮纠纷，保证管道后续施工顺利进行。

5.3 管道连接

I 电熔连接

5.3.1 本条强调了电熔焊接前对熔接面的预处理内容、方法和要求。

5.3.2 校圆不仅有利于安装，而且可减少椭圆引起的间隙不均，有利于焊接质量均匀性。

5.3.3 本条强调了管道进入电熔的长度要求。

5.3.4 本条强调了焊接过程中被焊接件要对正并均匀地夹紧，以免在焊接过程中发生位移或偏转，造成焊接中断或形成额外焊接应力。

5.3.5 中部带有 V 形坡口结构的电熔套筒，与具有坡口形式的管端封口配套使用，其作用是实现管材端面与套筒的焊接，提高接头的密封性和连接强度。该连接方式要求管端与电熔套筒装配准确，使管材端面与电熔套筒中部 V 形坡口部位可靠接触，对管材安装平直度和夹紧力要求较高，要求使用具有一定刚性的内撑工装，避免焊接时管材端部材料熔化并向管内变形或溢料。

5.3.6 钢骨架聚乙烯塑料复合管电熔套筒采取内壁满布加热丝的结构，以达到最大熔接面积。对口间隙过大时，焊接过程中熔料易从缝隙挤入管道内壁，形成焊接缺陷。

5.3.7 错误的焊接工艺参数会直接影响管道的焊接质量。

5.3.9 接头冷却过程中发生位移或振动会形成额外应力，强制冷却容易引起缩孔或疏松。

5.3.11 本条强调了管道焊接后吊装移动的温度、时间要求。

II 法兰连接

5.3.12~5.3.16 法兰连接是管道连接的通用形式，适用于各种管材。本节内容根据钢骨架聚乙烯塑料复合管特性及通用法兰连接的基本要求而定。

III 断管后封口处理

5.3.17 管道断管后内部钢丝会裸露在外，对管道端面进行封口不仅可以防止金属与空气接触腐蚀，而且可以避免压力介质顺钢塑界面进入管壁。

5.3.18、5.3.19 本条强调了端面开槽的要求和注意事项，开槽的质量直接影响封焊的完整度和契合度。

5.3.20 不稳定的出风温度会直接影响聚乙烯的熔融效果，导致焊接质量出现问题。

5.3.21 无论使用圆形截面、矩形截面、或微型挤出机的熔融料条进行封口，保证质量的措施主要是控制风温和速度，多层多匝焊接时做到层间彼此压缝焊接，每圈终点与起点交接部位应以缓坡接引，避免陡厚台阶引起缺料或孔洞。

5.3.22 端面由于焊条挤压熔接会导致表面凹凸不平，为保证后续管道对口焊接缝要求，需要打磨平整。

5.4 管道敷设

I 管道埋地敷设

5.4.1~5.4.5 沟槽开挖依据现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的规定给出。条文只规定了槽宽和槽底开挖预留值，以及建议的工作坑尺寸。

5.4.6~5.4.8 规定了管道基础、垫层、压实系数的要求，详细要求参考图 2。

地面		
原土分层回填	$\geq 90\%$	管顶500mm~1000mm
符合要求的原土或中、粗砂、碎石屑，最大粒径 $< 40\text{mm}$ 的砂砾回填	$\geq 90\%$ $85\% \pm 2\%$ $\geq 90\%$	管顶以上500mm，且不小于一倍管径
分层回填密实，压实后每层厚度100mm~200mm	$\geq 95\%$	管道两侧
中、粗砂回填	$\geq 95\%$	$2\alpha+30^\circ$ 范围
中、粗砂回填	$\geq 90\%$	管底基础，一般大于或等于150mm

注： 2α 为设计计算基础支承角。

5.4.9、5.4.10 管道的合理摆放、预制顺序可显著影响施工速度。

5.4.12 未冷却的焊口在外力作用下会产生错动，严重影响焊接质量。

5.4.13 过大的扭曲或弯曲会使管道产生过大的应力，管道长期处于大应力作用下会产生变形，最终导致管道破损、泄露等问题。

5.4.14 吊点的间距过大或外悬管段过长，可能对管体、接头造成弯折破坏。

5.4.15~5.4.17 规定了回填前复测管道标高和回填土的基本要求。

5.4.18~5.4.21 柔性管道结构的支撑强度是按管土共同作用的理论建立的，管底垫层和周围土壤的密实度，决定了管道—土壤系统的负载能力，所以管底土壤应认真处理，尤其是管底两腋角位置要填满夯实，同时将分层回填的土壤夯实到设计密实程度，使管周土壤对管道起到足够的支撑。在外部条件允许的情况下，回填土的沟顶部分可高出原地面 0.3m 呈梯形或弧形，并保持覆土与管沟中心线一致，可起到管线标识和一定程度上减小槽深的作用，但不应以此作为沉降补偿余量而降低沟内夯实密度。

5.4.22、5.4.23 止推墩的安装位置可参考图 3：



图 3 管道止推墩位置

5.4.24~5.4.26 阀门井室属于管道运行的检查装置，需严格按照设计要求进行施工。

II 管道架空敷设

5.4.27 本条规定了管道架空安装时支架的基本形式，采用 U 形支架是为了避免支架对管道外壁形成点载荷或线载荷引起应力集中，柔性衬垫还可以避免管壁在支架上滑动时割伤。

5.4.28~5.4.30 根据架空管道安装作业方式结合钢骨架聚乙烯塑料复合管特性做出的规定。

5.4.31 《石油化工管道支架设计规范》SH/T 3073—2016 推荐的架空管道补偿器及支架设置如图 4：

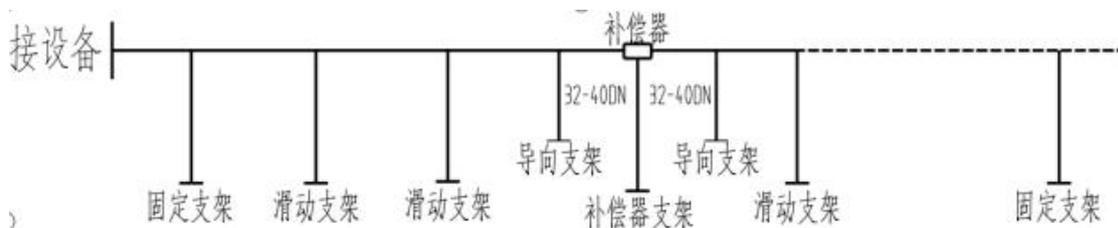


图 4 管架系统示意图

5.4.32~5.4.33 管道架空安装时，对热胀冷缩进行补偿的基本原则。

5.4.34~5.4.36 管线上特殊部位的支架布置原则。

5.4.37 支架必须“固定”才能实现设计功能。固定支架对管道伸缩的约束作用需要支架本身的固定基础具有足够的强度和刚性，特别是支架高度较大时，支架负荷对建筑或设备的弯矩很大，需要校核其对建筑或设备的作用效应。

III 管道水下埋设

5.4.38~5.4.47 管道水下埋设是在水下敷设管道的方法，与开挖施工有很多相似之处，是各种管道建设工程都会遇到的常见环境。此处列出水下埋设的基本条件和一般要求，设计和施工还应满足国家或地方相关法律法规和技术规范的要求。

5.4.45 管道在地面预先连接的长度主要受场地条件、下沟（下水）方式及管道轴向拖拉力限制。采取滚轮或发射沟方式下水时，可以极大降低轴向拉力，预制长度可不受此限制。

5.4.46 管道顺次沉没，可以避免管道内空气滞留而形成拱形，影响作业连续性或对管道造成弯曲损伤。

IV 水平定向钻施工

5.4.48~5.4.64 水平定向钻施工是管道施工的通用技术，适用于多种管道。钢骨架聚乙烯塑

料复合管的柔性优于钢管，但又不及 HDPE 管，因此其弯曲半径介于两者之间。由于管道在洞内拖行时，管材不仅受到轴向拉力，同时因为行进路线弯曲，会形成附加弯曲应力，当弯曲半径过小时会造成管壁失稳或折断。这种施工工况与在静态下将管材弯曲不同，因此穿越允许弯曲半径与开槽施工允许弯曲半径有差别。

5.4.49 定向钻施工中泥浆作用往往易被忽视，此条仅作为一般性提醒，具体配制方法应根据施工地质条件确定。

5.4.50 穿越管段在孔道外与上下游管道连接时，往往存在爬坡后转平的过程，角度不规则，有时需要利用管材的弯曲柔性现场弹性敷设。这种情况下管材的允许弯曲半径与开槽施工一致。

5.4.51 由于钢骨架聚乙烯塑料复合管是一种柔性管道，若注入高压泥浆，会使管道在洞内因外压而扁平化。记录拖拉力应注意根据设备型号转化为力值，以便实时掌握管道所受轴向力是否超出限值，及时调整拖拉速度或注浆流量。需要指出，水平定向钻机仪表盘直接读出的是设备油压，不能直观反映拖拉力，应根据设备说明书进行换算。

5.4.52 本条是为了保护管道外壁不被划伤。

5.4.54 复合曲线路径可显著增加管道回拖阻力，增大管道在洞内损伤的风险，故应避免。

5.4.56 管材耐“稳态拉力”数值，是指管材以均匀速度前进时的允许拉力，瞬态拉力数值指启动或进孔时短时间产生的最大允许拉力。施工中停顿或管材在洞内遭遇意外阻力时，允许短时间承受更大拉力，克服阻力后继续以较低拉力维持前进。

5.4.57~5.4.59 管道入土端预留足够距离，是为了避免钻头出土时角度达不到规定数值，可采取开挖坡道或将入口路线按管道弯曲半径要求修成“猫背”方式补救。

5.4.60 坡度平缓、圆滑过渡的引沟，以及管道电熔套筒前进侧的角焊，都会主动减少前进阻力，并且避免电熔套筒的台阶损伤。

5.4.61 钢骨架聚乙烯塑料复合管管壁为复合结构，打孔会破坏钢网完整性，从而显著降低耐轴向拉力。长距离回拖时，打孔部位会发生管壁被拉断。

5.4.62 支辊的设置可以减小管道外壁在回拖过程中产生的摩擦阻力。

5.4.63~5.4.64 穿越前试压、穿越后复试是隐蔽工程施工的常规做法。

5.5 冬季施工措施

5.5.1 主要强调了不同温度区间对钢骨架聚乙烯塑料复合管施工活动的限制。

5.5.2 寒冷条件下管材管件的冲击韧性下降，装卸、运输应避免对产品形成冲击破坏。

5.5.3 沟下焊接可以避风，有利于焊接质量的保证，并可避免沟上连接后吊装下沟带来的破坏风险。

5.5.4 由于低温造成电熔套筒口部收缩，会带来套筒与管材安装困难，此时尤应杜绝野蛮敲击安装。可以通过预热使电熔口部尺寸恢复到与管材熔区尺寸基本一致，然后将套筒一端套在管头上，另一端垫木方并轻轻敲击使管材与套筒认口，再用拉紧器或扶正器将套筒继续安装到位。

5.5.5 现场可采取的保温及预热措施包括（示例）：

- 1 $T \geq -5^{\circ}\text{C}$ 时，用棉被保温，并将焊接预热时间加倍。
- 2 $T < -5^{\circ}\text{C}$ 时，用电褥子分别对电熔和管材根部、端部预热。
- 3 搭建保温帐篷并在帐篷内取暖，最终确保工件温度 $T > 0^{\circ}\text{C}$ 。

6 试 压

6.0.6 本条依据现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 规定。

6.0.8 分级升压是为了试验安全，并尽早发现管道缺陷。可根据试验压力决定分级升压方式，每级压力不超过 0.5MPa。

7 吹扫、冲洗、消毒

7.0.1~7.0.4 本条依据现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 规定，消毒后的水质检测试验各项指标结果必须符合国家水质标准。

8 验 收

8.01~8.03 管道工程验收在自检合格的基础上，需严格按照监理要求配合各方单位进行整体验收。在施工过程中做好工程资料的制作，作为工程质量证明和追溯的档案材料。