

中华人民共和国行业标准 **HG**

HG 20520-92

**玻璃钢/聚氯乙烯(FRP/PVC)
复合管道设计规定**

1992-07-13 发布

1992-11-01 实施

中华人民共和国化学工业部 发布

中华人民共和国行业标准

玻璃钢/聚氯乙烯(FRP/PVC)复合管道

设计规定

HG 20520-92

主编单位：化工部第三设计院

批准部门：化学工业部

化工部工程建设标准编辑中心

1992 北京

化学工业部文件

化基发[1992]547号

关于颁发 《玻璃钢/聚氯乙烯复合管道设计规定》的 通知

各省、自治区、直辖市、计划单列市化工厅(局、公司),各有关设计单位:

由化工部第三设计院编制的《玻璃钢/聚氯乙烯复合管道设计规定》,经审查,批准为化工行业标准,编号为HG 20520-92,自一九九二年十一月一日起施行。

标准由化工部化工工艺配管设计技术中心站负责解释和管理,标准的出版、发行由化工部工程建设标准编辑中心负责。各设计单位在使用中遇有问题或意见,请及时与配管设计技术中心站联系,以便今后修改时补充、完善。

化学工业部
一九九二年七月十三日

目 次

1 总 则	(3)
1.1 使用范围	(3)
1.2 有关标准	(3)
2 概 述	(4)
2.1 材 料	(4)
2.2 一般要求	(4)
3 管道布置	(6)
3.1 一般规定	(6)
3.2 管道间距	(7)
3.3 管道穿楼板、穿墙的开孔尺寸.....	(7)
4 管道支承	(8)
4.1 管道跨距	(8)
4.2 管道支、吊架.....	(15)
5 管道的热补偿	(16)
5.1 热补偿计算	(16)
5.2 补偿器的选择	(16)
6 管道的保温和涂色.....	(18)
7 安装技术条件	(19)
7.1 管道安装一般规定	(19)
7.2 管道连接的安装要求	(20)
7.3 补偿器的安装	(22)
7.4 管道的试压	(23)
7.5 管道的贮存与运输	(23)
附录 A 承插、对焊直管管间距表	(24)
附录 B 法兰不错开(或保温)平行管道间距表	(25)
附录 C 法兰错开平行管道间距表	(26)

附录 D	管道穿楼板、穿墙的开孔和套管尺寸表	(27)
附录 E	基本跨距的计算	(28)
附录 F	FRP/PVC 管折合线胀系数	(29)
附录 G	FRP/PVC 管强度校核	(30)
附录 H	保温材料和保护层材料	(32)
附图 A	FRP/PVC 管与砖砌或混凝土贮槽连接尺寸图	(33)
附图 B	FRP/PVC 管承插连接用 FRP 增强结构图	(34)
附图 C	复合平焊法兰连接法兰增强厚度尺寸图	(35)
附图 D	复合平面法兰盖增强厚度尺寸图	(36)
条文说明	(39)

主要符号

- DN——FRP/PVC 管道的公称直径,mm;
- D——直径或长度,mm;
- l ——管道中心距墙边的距离,mm;
- L_o, L_o^* ——装置内、装置外 FRP/PVC 管道的基本跨距,m;
- L_i, L_i^* ——装置内、装置外 FRP/PVC 管的刚度条件决定的跨距值,m;
- q ——FRP/PVC 管的计算线密度(包括 FRP/PVC 管、物料、隔热材料及保护层等所有垂直均布持续载荷),kg/m;
- D_c ——FRP/PVC 管的折合弯曲刚度,N/mm²;
- E_i, E_{of} ——FRP/PVC 管内、外管层材料的轴向弹性模量,MPa;
- I_i, I_o ——FRP/PVC 管内、外管层截面的面积二次矩,mm⁴;
- L_2, L_2^* ——装置内、装置外管道由强度条件决定的跨距值,m;
- r_m, r_o ——FRP/PVC 管内、外管层的外半径,mm;
- W ——FRP/PVC 管内管层或外管层的断面模量,mm³;
- A、B、C——FRP/PVC 管段尺寸,m;
- P——集中载荷,kg;
- L_o' ——由集中载荷与均布载荷共同决定的管段允许最大跨距,m;
- $\sigma_{l,1}$ ——复原力在外管层中引起的轴向拉压应力,N/mm²;
- $\sigma_{l,2}$ ——复原力在内管层中引起的轴向拉压应力,N/mm²;
- σ_{b1} ——复原力矩产生的弯矩在外管层中引起的弯曲正应力,N/mm²;
- σ_{b2} ——复原力矩产生的弯矩在内管层中引起的弯曲正应力,N/mm²;

- $[S]_{ot}$ ——外管层材料在计算温度下的环向许用剪切应力，
N/mm²；
- τ_{n1} ——扭转力矩在外管层材料中引起的剪应力，N/mm²；
- τ_{n2} ——扭转力矩在内管层材料中引起的剪应力，N/mm²；
- $[\sigma]_{ot}'$ ——外管层材料在计算温度下的轴向基本许用应力，
N/mm²；
- $[\sigma]_{ot}$ ——外管层材料在计算温度下的环向基本许用应力，
N/mm²；
- $[\sigma]_i'$ ——内管层材料在计算温度下的基本许用应力，N/mm²；
- σ_{lo} ——外管层材料中的合成轴向应力，N/mm²；
- σ_{l2} ——内管层材料中的合成轴向应力，N/mm²；
- σ_l ——内压在内管层中引起的轴向应力，N/mm²；
- σ_θ ——内压在内管层中引起的环向应力，N/mm²；
- σ_r ——内压在内管层中引起的径向应力，N/mm²；
- σ'_l ——内压在外管层中引起的轴向应力，N/mm²；
- σ'_θ ——内压在外管层中引起的环向应力，N/mm²；
- FRP——玻璃钢；
- PVC——聚氯乙烯；
- FRP/PVC管——玻璃钢/聚氯乙烯复合管；
- 内管层——FRP/PVC管的聚氯乙烯内衬层；
- 外管层——FRP/PVC管的外部玻璃钢增强层。

1 总 则

1.1 使用范围

凡按《玻璃钢/聚氯乙烯 (FRP/PVC) 复合管和管件》(HGJ 515-87)标准进行加工、制造的管道或管道附件在设计、安装时应符合本规定。

1.2 有关标准

- 《化工用硬聚氯乙烯管件》(GB 4219-84);
- 《化工用硬聚氯乙烯管件》(GB 4220-84);
- 《管道跨距设计规定》(CD 42A22-84);
- 《化工管道设计规范》(HGJ 8-87);
- 《FRP/PVC 复合管管架标准图册》(ACD 30B1~8);
- 《化工设备、管道外防腐设计规定》(HGJ 34-90);
- 《工业管道工程施工及验收规范 金属管道篇》(GBJ 235-82);
- 《硬聚氯乙烯焊条》(HGB 2161-62);
- 《工业设备及管道绝热工程施工及验收规定》(GBJ 126-89);
- 《塑料燃烧性能试验方法——氧指数法》(GB 2406-80)。

1.3 在执行本规定时,若有与国家现行规定不符之处,则按国家标准执行。

2 概 述

2.1 材 料

2.1.1 FRP/PVC 管的主要机械性能应符合下列指标:

抗拉强度: $\geq 160\text{N/mm}^2$;

抗弯强度: $\geq 180\text{N/mm}^2$;

冲击强度: $\geq 16\text{N/mm}^2$;

层间剪切强度: $\geq 5\text{N/mm}^2$ 。

2.1.2 FRP/PVC 材料最低爆破应力应符合下列指标:

FRP/PVC 管: $\sigma_{20} = 294\text{N/mm}^2$;

FRP/PVC 管件: $\sigma_{20} = 210\text{N/mm}^2$;

PVC 管对接处增强层: $\sigma_{20} = 120\text{N/mm}^2$ 。

2.1.3 用于化工装置的 FRP/PVC 管道、管件的增强层必须为阻燃品,真氧指数值(OI)不得小于 26。

2.1.4 FRP/PVC 管件的种类有弯头、三通、异径管等,管尺寸见表 2.1.4。在工程设计时应按本规定选用。

2.2 一 般 要 求

2.2.1 FRP/PVC 管用于输送温度为 $-10 \sim 80^\circ\text{C}$ 、压力 $\leq 1.6\text{MPa}$ 的腐蚀性流体(腐蚀性介质适用范围同 PVC 管)。在不同温度条件下,FRP/PVC 管的允许工作压力见表 2.2.1。

2.2.2 为了防止 FRP/PVC 管道在输送流体时产生静电积聚而引起爆炸和火灾危险,应采用低速输送。

FRP/PVC 管规格尺寸表

表 2.1.4

公称直径 DN(mm)	公称压力 PN(MPa)	FRP/PVC 管 外径(mm)	PVC 管层 外径(mm)	PVC 管层 厚度(mm)	理论重量 (kg/m)
25	1.6	37	32	3.6	0.496
32		45	40		1.193
40		55	50		1.498
50		68	63		1.895
65	1.0	80	75	4	2.262
80		95	90		2.875
100		115	110		3.524
125		130	125		4.010
150	0.6	165	160	4	5.145
200		205	200		6.441
250		255	250		8.207
300	0.4	305.5	300	5	10.201
350		360	355		13.301
400		405.5	400	6	15.226
500		506	500		22.501
600		607	600		28.396

FRP/PVC 允许工作压力和温度的关系

表 2.2.1

公称直径 DN(mm)	FRP/PVC 管在下列温度(°C)下的允许工作压力 P(MPa)			
	20	40	65	<80
25~50	1.6	1.36	0.86	0.77
65~150	1.0	0.85	0.54	0.48
200~300	0.6	0.5	0.32	0.29
350~600	0.4	0.34	0.21	0.19

注:中间温度用内插法求得允许工作压力值。

3 管道布置

3.1 一般规定

3.1.1 FRP/PVC 管道不宜敷设在有剧烈震动的地方,严禁敷设在易受到撞击的地面。应采用架空、管沟敷设(尽量避免直接埋地),并应避免穿越防火墙或防火堤。

3.1.2 架空敷设的管道在人行道上空不得设置阀门、伸缩器、法兰等,其管道与地面的净距离不宜小于 2m。

3.1.3 FRP/PVC 管道与金属管道敷设在一起时,应敷设在金属管道的下面或侧面,且不得安装在大于 80℃的热源附近(采取防护措施者除外)。

3.1.4 输送不同流体的 FRP/PVC 管道应布置在同一层管架上,温度较高或管径较小,或支管较多的管道宜布置在外侧。

3.1.5 管道布置应有坡度,其坡度大小可根据管道输送的流体特性确定。

3.1.6 管道上需要开设的仪表接口或导淋管、放气管接口等,其大小和位置由设计确定(一般由现场按图施工,但仪表安装所需的管道、法兰等亦应向制造厂订货)。

3.1.7 FRP/PVC 管道需要埋地敷设时,其埋设深度应根据土壤性质、冰冻情况及载荷条件决定,还应符合下列要求:

3.1.7.1 输送的流体一般为腐蚀性较弱、粘度较小、且没有毒性和爆炸危险的液体。

3.1.7.2 流体系常温、低压,停车时管内积存物不会发生凝固结晶等现象。

3.1.7.3 不需经常检修,地坪系普通地坪(非铺瓷砖等特殊材料)。

3.1.7.4 在人行道下面埋地管道管顶距路面不得小于 0.4m;在一般道路下面不得小于 0.7m。

3.1.7.5 管道穿越主要道路时,应设置钢制套管,套管顶距路面不应小于 0.8m,套管两端应伸出路基外 1m。

3.1.7.6 埋地管道不得采用法兰连接。

3.1.7.7 对地基和覆土的要求见 7.1.4 的规定。

3.1.8 分期施工、分期投产的 FRP/PVC 管道,宜在预留衔接处加切断阀,并在阀门开放端加法兰盖,若后期施工不影响前期生产的管道,可直接装法兰和法兰盖,而不必加切断阀。

3.2 管道间距

为了节约空间,又便于安装和检修,当 FRP/PVC 管道沿建筑物或与其它管道平行、交叉敷设时,管道间净距应不小于 100mm,其最小间距见附录 A~附录 C。

3.3 管道穿楼板、穿墙的开孔尺寸

FRP/PVC 管道常用于有腐蚀介质的环境。对于穿墙、穿楼板的管道,在墙或楼板上应预留孔,并在孔内预埋套管。对于楼板上预留孔的四周必须设防水肩,见附录 D。

4 管道支承

为使管道支承设计更加合理,首先应确定管道的基本跨距,然后根据不同的配管形式及载荷条件,将一根管道划分为一些基本管段,并在管道基本跨距的基础上,根据各基本管段的跨距校正曲线,确定相应的管架位置。对需进行热补偿的管段,应按相应的规定作必要的核算,再根据核算结果对管架位置作适当的调整。

4.1 管道跨距

4.1.1 FRP/PVC 管道的基本跨距(L_0 或 L_0'),可用查表法(见表 4.1.1)或算法(见附录 E)确定。

4.1.2 FRP/PVC 管道允许最大跨距,可按基本管段的跨距校正曲线确定。本规定列出了五种基本管段的跨距校正曲线,详见图 4.1.2-1~图 4.1.2-5。

4.1.3 对于装有较重管道附件(如材质为金属者)的水平直管段,均可接受集中载荷的水平直管段来确定其允许最大跨距。

FRP/PVC 管道基本跨距选用表

跨距单位:m

表 4.1.1

序号	公称直径	净重 kg/m	装置 区域	不保温液体管道基本跨距			保温液体管道基本跨距		
				-10~30℃	31~50℃	51~75℃	-10~30℃	31~50℃	51~75℃
1	25	0.949	装置内	2.3	2.3	2.2	2.0	1.9	1.9
			装置外	2.9	2.8	2.8	2.5	2.4	2.4
2	32	1.193	装置内	2.5	2.4	2.4	2.2	2.1	2.1
			装置外	3.1	3.0	2.9	2.7	2.7	2.6
3	40	1.498	装置内	2.6	2.6	2.5	2.4	2.3	2.2
			装置外	3.3	3.2	3.1	3.0	2.8	2.8
4	50	1.895	装置内	2.8	2.8	2.7	2.6	2.5	2.4
			装置外	3.5	3.4	3.3	3.2	3.1	3.0
5	65	2.262	装置内	3.0	2.9	2.8	2.7	2.7	2.6
			装置外	3.7	3.6	3.5	3.4	3.3	3.2
6	80	2.875	装置内	3.1	3.1	3.0	2.9	2.9	2.8
			装置外	3.9	3.8	3.7	3.6	3.5	3.5
7	100	3.524	装置内	3.3	3.2	3.1	3.1	3.1	3.0
			装置外	4.1	4.0	3.9	3.9	3.8	3.7
8	125	4.010	装置内	3.4	3.3	3.2	3.3	3.2	3.1
			装置外	4.2	4.1	4.0	4.0	3.9	3.8
9	150	5.145	装置内	3.6	3.6	3.5	3.5	3.4	3.3
			装置外	4.5	4.4	4.3	4.4	4.2	4.1
10	200	6.441	装置内	3.9	3.8	3.7	3.8	3.6	3.5
			装置外	4.8	4.7	4.5	4.7	4.5	4.4
11	250	8.207	装置内	4.1	4.0	3.9	4.0	3.9	3.8
			装置外	5.1	5.0	4.8	5.0	4.9	4.7
12	300	10.201	装置内	4.4	4.3	4.2	4.3	4.2	4.1
			装置外	5.4	5.3	5.2	5.3	5.2	5.0
13	350	13.301	装置内	4.6	4.5	4.3	4.5	4.4	4.2
			装置外	5.7	5.6	5.4	5.6	5.5	5.3
14	400	15.226	装置内	4.8	4.6	4.5	4.7	4.6	4.4
			装置外	5.9	5.8	5.6	5.8	5.7	5.5
15	500	22.501	装置内	5.2	5.1	4.9	5.2	5.0	4.9
			装置外	6.5	6.3	6.1	6.4	6.2	6.0
16	600	28.396	装置内	5.6	5.5	5.3	5.5	5.4	5.2
			装置外	6.9	6.8	6.6	6.9	6.7	6.5

注: ① 本表列值为水平敷设的 FRP/PVC 管道在一定条件下的基本跨距。计算用管道载荷(均载)均有 20% 的安全余量。

② 本表计算所用 FRP/PVC 管尺寸符合 HGJ 515-87《玻璃钢/聚氯乙烯(FRP/PVC)复合管和管件》标准,材料性能数据由中国科技大学近代力学系采用常州市武进县玻璃钢制品厂样品测试提供。

③ 本表所列值以 73% 的硫酸水溶液为例,计算取刚度条件为:管道挠

度装置内 0.8cm, 装置外 1.9cm; 强度条件为: 重量荷载引起的弯曲应力不超过 $0.5[\sigma]_{\text{许}}$ 。保温材料的容重取 $0.15\text{g}/\text{cm}^3$ (含保护层), FRP 的密度取 $1.8\text{g}/\text{cm}^3$, PVC 的密度取 $1.5\text{g}/\text{cm}^3$ 。

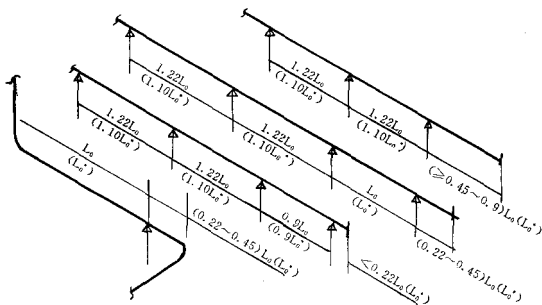


图 4.1.2-1 连续敷设的水平直管段允许的最大跨距

- 注: ① 确定管道基本跨距后, 根据管架配置要求定出端部所需要的悬伸长度, 然后按图中数据定出其余支撑点的允许最大尺寸, 以此配置其余管架。
- ② 对装置外的管道, 应为括号内的符号。

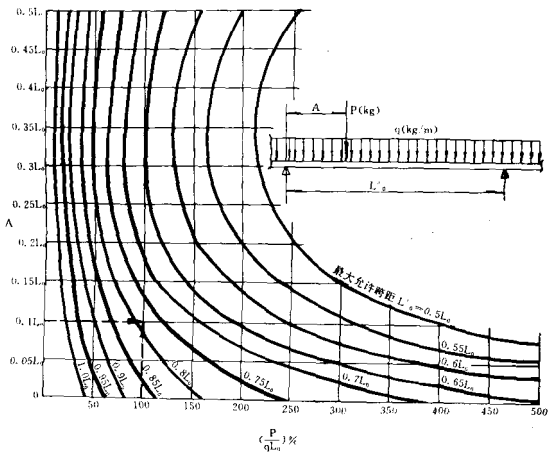


图 4.1.2-2 受集中载荷的水平直管段允许的最大跨距

注：① 确定管道基本跨距后，根据集中载荷 P 的大小（按管道长度为基本跨距的管段重量百分比计）与支承点间的距离 A ，由图求允许最大跨距。

$$\text{如 } \left(\frac{P}{qL_0}\right)\% = 100$$

$$A = 0.1L_0 \quad \text{则 } L'_0 \leq 0.78L_0$$

② 对装置外的管道，图中 L_0 应为 L'_0 值。

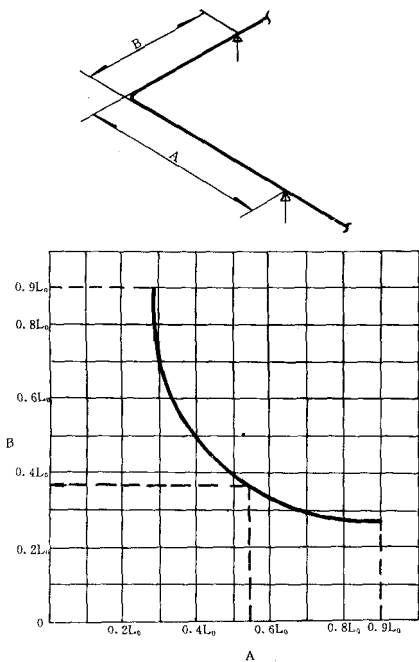


图 4.1.2-3 水平弯管允许的最大外伸尺寸

- 注：① 确定管道基本跨距后，按管架配置要求定出其中一边(A 或 B)的尺寸，再由图求另一边的允许最大尺寸，如 $A=0.55L_0$ ，则 $B \leq 0.37L_0$ 。
- ② 对装置外的管道，图中 L_0 应为 L_0' 值。

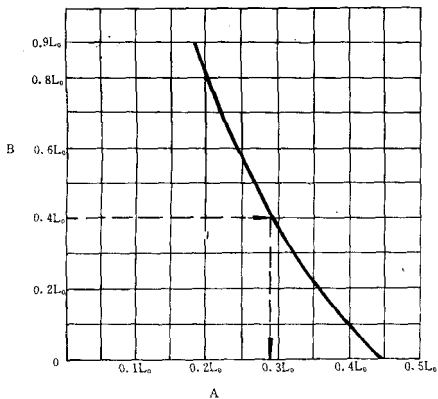
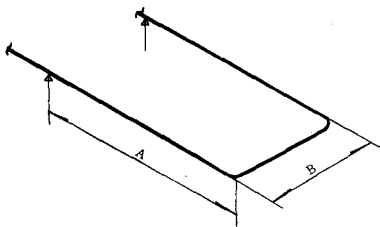


图 4.1.2-4 水平 U 形管段允许的最大外伸尺寸

注：① 确定管道基本跨距后，根据配管要求定出 A、B 任一边的尺寸，再由图求另一边允许最大尺寸，如取 $B=0.4L_0$ ，则 $A=0.29L_0$ 。

② 对装置外的管道，图中 L_0 应为 L_0' 值。

4.2 管道支、吊架

根据 FRP/PVC 管的特殊性,对管架选型及支承有下列要求。

4.2.1 严禁利用 FRP/PVC 管本身刚度作为管架结构(如管道式桁架、拱形管路及下悬管路等)。

4.2.2 管道与管架(包括支座)之间不得直接进行粘接或焊接固定。

4.2.3 FRP/PVC 管道固定管架的管道配合件(管卡、管托或管夹)与管道外壁之间,应垫有厚度不小于 3mm 的橡胶块或其他软垫。

4.2.4 FRP/PVC 管道的管架及其部件,可从《管架标准图》(HGJ 524-91)中选用。

4.2.5 FRP/PVC 管与其它种类的管道敷设于同一管架时,管架的选型应能满足 FRP/PVC 管的支承要求。

4.2.6 在一条管道上不宜连续使用 2 个吊架,必要时应在适当的位置设立型钢吊架,以避免管道摆动。

5 管道的热补偿

5.1 热补偿计算

5.1.1 FRP/PVC 管道的热应力分析、补偿计算常用弹性中心法、等值刚度法、有限单元法等。后两种方法应适用于计算机计算。

5.1.2 在进行 FRP/PVC 管的热补偿计算及应力分析时,管子断面的计算刚度应采用折合刚度 D_c (D_c 的计算公式见附录 E);管子线胀系数应采用折合线胀系数(见附录 F)。

5.1.3 FRP/PVC 管道热伸长计算的计算温度应采用最高操作温度,计算安装温度一般取 20°C 。

5.1.4 FRP/PVC 管道的强度校核应按下列要求进行:

5.1.4.1 选取管系中作用力或应力较大的管截面进行校核。

5.1.4.2 运用强度校核准则时,应对 FRP/PVC 管道的内管层和外管层分别进行校核(强度校核准则见附录 G)。当操作温度低于安装温度时,应同时对内外管层进行校核,而当操作温度高于安装温度时,则只校核外管层。

5.1.4.3 FRP/PVC 管道内外管层均应满足强度校核准则的要求。

5.2 补偿器选择

5.2.1 应优先考虑管道自身的挠曲和扭转变形达到热胀、冷缩的

自补偿；当自补偿不能满足要求时，必须装设补偿器来补偿。

5.2.2 选择补偿器时应尽量选用 Π 形膨胀弯管，若受场地限制，可考虑其它类型的补偿器，如：聚四氟乙烯膨胀节、F46 波纹补偿器或可曲挠橡胶接头。

上述补偿器一般都可用作补偿直管段的热伸长，且能在管系中起减震作用。

5.2.3 管系中使用上述补偿器时，在管系的两端必须设固定支架。其安装要求见 7.3。

6 管道的保温和涂色

- 6.0.1 需减少热损失和防止管内流体凝结、结晶或冻结的管道应进行保温。
- 6.0.2 FRP/PVC 管道的保温,必须采用轻质保温材料和保护层,见附录 H,保温工程安装后总容重应不超过 $150\text{kg}/\text{m}^3$ 。
- 6.0.3 保温施工参见(GBJ 126-89)《工业设备及管道绝热工程施工及验收规范》。
- 6.0.4 管道的涂色按《化工设备、管道外防腐设计规定》(HGJ34-90)3.3 有关条文或按工程统一规定执行。
- 6.0.5 对管道颜色的要求,订货时可向制造厂提出。

7 安装技术条件

7.1 管道安装一般规定

7.1.1 FRP/PVC 管在施工前,应对外观和尺寸进行检查,按出厂合格证进行验收。

7.1.2 管道安装图是管道安装工程的依据,FRP/PVC 管的敷设(包括连接形式、坐标、标高、坡度、坡向等)支承,FRP/PVC 管和设备、管道附件的连接,管道附件的安装位置、支承等,均应符合设计图纸,如有变动,必须与设计单位协商解决。

7.1.3 管道安装,可按管道安装图所划分的管段,从管道的一端依次安装管道附件,直至另一端,再设支架或支座(必要时在安装过程中需设临时支撑)。管道吊装时,外壁表面禁止与钢丝绳直接接触局部受力,必须采取保护措施。

7.1.4 埋地敷设管道(单根)的管沟开挖最小宽度见表 7.1.4。敷设时应将管子先在沟上连接成长管段,待接头达到移动强度后再放入沟底,多根管理地可参考 3.2 确定管沟宽度。

埋地管管沟宽度

表 7.1.4

公称直径 DN	25	32	40	50	65	80	100	150	200	300
管沟宽度 mm	300			350			400			

埋地 FRP/PVC 管的基础应为夯实的平坦泥土,管道靠覆土

稳定位置,覆土时必须先从管道两边同时覆土,用人工方法将管子周围填土密实,覆土应为原土或细沙土,不许渗有碎石。

7.1.5 FRP/PVC 管道与设备、管道附件连接应根据设备或管道附件上管接口的公称直径、连接形式等进行配置。特殊法兰的螺栓孔,可在施工现场经实测后开钻。

7.1.6 FRP/PVC 管道与砖砌或混凝土贮槽连接,应将 FRP/PVC 管穿入贮槽上预埋的钢套管内(预埋钢套管尺寸见附图 A),再根据流体不同的腐蚀情况,在套管和 FRP/PVC 管之间,充填耐腐蚀的树脂胶泥或树脂砂浆,捣实后必须用沥青水泥将充填处的缝抹平。

7.1.7 FRP/PVC 管的连接点只允许在直管部分。对焊连接点与管道支座边缘的距离,应大于管道的外径且不小于 100mm;承插连接处与管道支座边缘的距离应大于 150mm。

7.1.8 管道的连接结构形式有承插式连接(见附图 B);法兰式连接;焊环活套法兰连接和复合平焊法兰连接(见附图 C);对焊连接三种。

7.2 管道连接的安装要求

7.2.1 承插式连接

7.2.1.1 本连接形式耐压高,结构可靠、施工方便,但不可拆卸,其连接结构见附图 B。

7.2.1.2 施工现场应通风良好,严禁明火,安装时环境温度应在 20~30℃为宜。

7.2.1.3 从事承插连接安装的工人必须熟悉 FRP/PVC 管的粘接剂性能及其安装方法,并具有熟练的 PVC 焊接操作能力,是

通过考试合格者。

7.2.1.4 管道在承插连接前,首先应清除连接处 PVC 管内壁污垢,然后将承插头插入承插座内,承插口不得歪斜,无裂纹等缺陷,达到承插深度 H 尺寸(见附图 B)后,方可进行 PVC 焊接。

7.2.1.5 承插部位应采用 FRP 增强,在增强处均匀涂一层 R 胶,涂层厚薄均匀,不得漏涂和流淌,再包一层玻璃布,涂不饱和树脂,包玻璃布,反复进行,直至厚度 S 尺寸(见附图 B)达到要求为止。

7.2.1.6 若需将 FRP/PVC 管切割后进行连接,必须剥去承插头端的 FRP 增强层,并清理干净。剥离长度尺寸应为 $H+2t$,详见附图 B。

7.2.1.7 当承插口安装不合格需返修时,承插头和承插座必须重新制作,不得采用已使用过的承插件。

7.2.2 法兰式连接

7.2.2.1 焊环式活套法兰连接安装较方便,密封面比复合平焊法兰连接可靠,其连接尺寸见《玻璃钢/聚氯乙烯(FRP/PVC)复合管和管件》(HGJ515-87)标准。

7.2.2.2 复合平焊法兰连接结构简单,拆卸方便,便于安装,但法兰要整块下料,不得拼焊。与管道连接时,法兰的内外两面都必须与管子焊接,法兰面与管子轴线倾斜度应小于或等于管子外径的 $1/100$ 。FRP 增强厚度见附图 C。

7.2.2.3 法兰连接所用垫片为专用非金属垫片,通常采用软聚氯乙烯或橡胶垫片,插入垫片时要使垫片和法兰密封面无损伤、划痕和其他异物,法兰连接用螺栓尾部及螺母下面都应安放平垫圈。

7.2.2.4 法兰连接应严格对中,轴向最大允许偏差不大于 2mm,不得用强紧螺栓的方法消除歪斜。拧紧螺栓分两次进行,第一次均匀对称地拧一遍,然后再拧紧螺栓。

7.2.2.5 法兰不得埋入地下,安装在不通行地沟内的管道法兰

应设检查井。

7.2.2.6 为便于拆卸,法兰与支架边缘的净距不得小于200mm。

7.2.2.7 与管端法兰盖配套的法兰增强厚度尺寸见附图D。

7.2.3 对焊连接

7.2.3.1 对焊连接管子结构简单,安装方便,连接后必须用FRP增强,详见《玻璃钢/聚氯乙烯(FRP/PVC)复合管和管件》(HGJ 515-87)标准中图8 PVC管对焊处用FRP增强结构图。

7.2.3.2 对焊连接时,PVC管端应开 $60^{\circ}\sim 80^{\circ}$ 坡口,留2mm钝边,焊接时必须保持管道中心线一致,使焊条延伸率保持在15%以内,不得过大,以免焊条产生过大的收缩应力。焊缝中焊条必须排列整齐、紧密,各层焊条接头必须错开,焊缝应饱满、平整。焊条须符合化工部暂行标准《硬聚氯乙烯焊条》规定。

7.2.3.3 管子焊好后,必须在内管层外面均匀涂一层R胶,再用FRP增强,其增强的最小长度和厚度应符合《玻璃钢/聚氯乙烯(FRP/PVC)复合管和管件》(HGJ 515-87)标准。

7.3 补偿器的安装

7.3.1 Π 形膨胀弯管的安装应符合下列要求:

7.3.1.1 在 $DN\leq 65$ 管道上安装的 Π 形膨胀弯管,可用一根管子煨制而成,如用两根管子制成,则管道的接头不允许设置在弯管的顶部,所用弯头为注塑弯头或煨弯弯头,弯曲半径一般为 $3\sim 4DN$;

7.3.1.2 安装 Π 形膨胀弯头时,应与管道坡度一致,避免管道局部积液,便于积液排空;

7.3.1.3 FRP/PVC 管的 Π 形膨胀弯管安装不必进行冷预拉；

7.3.1.4 安装 Π 形膨胀弯管两边的第一个支座时，应向管道热膨胀相反方向移动 $1/3$ 的补偿量。

7.3.2 聚四氟乙烯膨胀节、F46 波纹补偿器、可曲挠橡胶接头的安装，应符合制造厂家的有关规定。

7.4 管道的试压

管道系统安装合格后，须进行液压试验和气压试验，试验要求应参照《工业管道工程施工及验收规范 金属管道篇》(GBJ 235-82)标准第六章管道系统试验中的有关条文执行。

7.5 管道的贮存与运输

7.5.1 FRP/PVC 管在运输过程中，不可抛掷、撞击、重压、踩踏，必须轻放，以免管道受损破坏。

7.5.2 管道与管道附件应存放在仓库内，必须使管道保持平直，尽量避免架空堆放。若露天存放，地面应平坦，上面应进行遮盖，避免日晒雨淋。

7.5.3 施工现场存放时，应单独存放在一个地方，避免与钢管或其他杂物混杂和受重压。直管架起堆放时，支点间距不大于 1m ，端部外悬不超过 0.5m ，叠放高度不超过 1.5m 。

附录 A 承插、对焊直管管间距表

DN	25	32	40	50	65	80	100	125	150	<i>l</i>
25	150									175
32	155	160								180
40	160	165	170							185
50	165	170	175	180						190
65	170	175	180	190	195					195
80	180	185	190	195	200	210				200
100	185	190	195	200	210	215	220			210
125	195	200	205	210	215	225	230	240		220
150	210	215	220	230	235	240	250	260	280	240

附录 B 法兰不错开(或保温)平行管道间距表

DN	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	500	600	<i>l</i>
25	165																160
32	175	185															170
40	180	190	195														175
50	185	195	200	210													180
65	195	205	210	220	230												190
80	205	215	220	225	235	245											200
100	215	225	230	235	245	255	265										210
125	230	240	245	250	260	270	280	295									225
150	245	255	260	270	280	285	295	310	330								240
200	275	285	290	295	305	315	325	340	355	385							270
250	350	360	415	375	385	390	400	415	435	462	490						300
300	375	385	390	400	410	415	425	440	460	485	515	540					320
350	430	440	445	455	465	470	480	495	515	540	570	595	650				420
400	440	450	455	460	470	480	490	505	520	545	575	600	655	665			430
500	490	500	505	515	525	530	540	555	575	600	630	655	710	715	770		485
600	545	555	560	570	580	585	595	610	630	655	685	710	765	770	825	880	540

附录 C 法兰错开平行管道间距表

不带法兰管道 DN	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	500	600
25	130	135	140	145	155	165	170	190	210	235	260	285	310	360	410	
32	140	145	150	155	165	175	180	200	220	245	270	295	320	370	420	
40	145	150	155	160	170	180	185	205	225	250	275	300	325	375	425	
50	150	160	165	170	175	185	195	210	230	255	280	310	330	380	430	
65	160	170	175	180	185	195	205	220	240	265	290	320	340	390	440	
80	165	170	175	180	185	195	205	210	230	250	275	300	325	350	400	450
100	175	180	185	190	200	205	215	220	240	260	285	310	335	360	410	460
125	190	195	200	205	210	220	230	240	255	275	300	325	350	375	425	475
150	205	210	215	220	230	235	245	255	275	290	315	340	370	390	440	490
200	235	240	245	250	255	265	275	280	300	320	345	370	395	420	470	520
250	310	315	320	330	335	340	350	360	375	395	420	430	475	495	550	595
300	335	340	345	350	360	365	375	385	400	420	445	470	500	520	570	620
350	365	370	375	380	390	395	405	415	430	450	475	500	530	550	600	650
400	400	405	410	415	420	430	435	445	465	485	510	535	560	585	635	685
500	450	455	460	470	475	480	490	500	515	535	560	585	615	635	680	735
600	505	510	515	520	530	535	545	555	570	590	615	640	670	690	740	790

附录 D 管道穿楼板、穿墙的开孔和套管尺寸表

		mm															
DN		25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	500	600
FRP/PVC 管外径	37	45	55	68	80	95	115	130	165	205	255	305.5	360	405.5	506	607	
套管规格 D		Φ114.3×2															
		Φ139.7×2.9															
		Φ273×3.6															
		Φ559×6.3															
		Φ660×6.3															

注：① 管道穿楼板、穿墙的开孔和套管结构见下图。

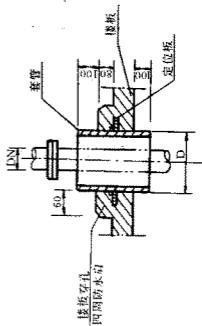
② 表中 D 值为穿管子时开孔和套管的尺寸。

③ 管道穿楼板时，D 值为套管的外径；穿墙时为孔的边长。

④ FRP/PVC 管穿楼板和穿墙时，均需在楼板和墙壁上预埋一套管（此套管在土建施工时预埋）。

管道安装好后，管外壁与套管间空隙应充填弹性填料。

⑤ 当多根管道穿楼板或穿墙时，宜集中开孔，可参考附表 D 和下图进行设计。



管道穿楼板、穿墙结构图

附录 E 基本跨距的计算

第一步 根据刚度条件按下面公式计算 FRP/PVC 管的跨距值:

$$L_1 = 0.0104 \sqrt[4]{\frac{D_c}{q}} \quad (\text{E1})$$

$$L_1^* = 0.0129 \sqrt[4]{\frac{D_c}{q}} \quad (\text{E2})$$

其中: $D_c = E_o I_o + E_i I_i$ (E3)

第二步 根据强度条件按下面公式计算 FRP/PVC 管的跨距值:

$$L_2 = L_2^* = 0.022 \sqrt{\frac{W(\sigma)^t}{q}} \quad (\text{E4})$$

其中: $W = \begin{cases} D_c/r_o E_o & (\text{对外管层计算时}) \\ D_c/r_m E_i & (\text{对内管层计算时}) \end{cases}$ (E5)

用式(E5)代入(E4),分别对 FRP/PVC 管道的内管层和外管层进行计算后,取其值较小者为该管道由强度条件决定的跨距值 L_2 或 L_2^* 。

在分别计算出由刚度条件和强度条件决定的跨距值后,取其较小值为该管道的基本跨距 l_o 或 l_o^* 。

附录 F FRP/PVC 管折合线胀系数

FRP/PVC 管折合线胀系数表

DN(mm)	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	500	600	
t(°C)	管 道 折 合 线 胀 系 数 ($\alpha \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$)																
-15	2.97	2.99	3.01	3.03	3.04	3.11	3.12	3.13	3.13	3.13	3.14	3.14	3.08	3.31	3.24	3.31	3.20
-10	2.97	3.00	3.02	3.03	3.04	3.12	3.13	3.13	3.13	3.14	3.15	3.15	3.09	3.31	3.24	3.32	3.21
-5	2.98	3.02	3.04	3.05	3.06	3.12	3.13	3.14	3.15	3.15	3.16	3.16	3.09	3.32	3.25	3.32	3.21
0	3.00	3.02	3.04	3.06	3.07	3.14	3.15	3.16	3.17	3.17	3.18	3.11	3.34	3.27	3.34	3.23	
5	3.04	3.07	3.09	3.11	3.12	3.20	3.21	3.21	3.22	3.23	3.23	3.16	3.40	3.33	3.41	3.29	
10	3.09	3.12	3.14	3.16	3.17	3.25	3.26	3.27	3.27	3.28	3.29	3.22	3.47	3.39	3.47	3.35	
15	3.14	3.17	3.19	3.21	3.22	3.30	3.31	3.32	3.33	3.34	3.34	3.27	3.53	3.45	3.53	3.40	
20	3.23	3.26	3.28	3.30	3.31	3.40	3.41	3.42	3.43	3.43	3.44	3.37	3.63	3.55	3.63	3.50	
25	3.34	3.37	3.39	3.42	3.43	3.52	3.53	3.54	3.55	3.56	3.56	3.48	3.77	3.68	3.77	3.63	
30	3.50	3.63	3.66	3.68	3.69	3.79	3.80	3.81	3.82	3.82	3.83	3.75	4.04	3.95	4.04	3.90	
35	3.94	3.97	3.99	4.01	4.03	4.12	4.13	4.14	4.15	4.16	4.16	4.08	4.37	4.28	4.37	4.23	
40	4.33	4.36	4.38	4.40	4.42	4.51	4.52	4.53	4.54	4.54	4.55	4.47	4.75	4.67	4.75	4.62	
45	4.62	4.65	4.68	4.70	4.71	4.81	4.83	4.83	4.84	4.85	4.86	4.77	5.08	4.98	5.08	4.93	
50	3.58	3.63	3.67	3.71	3.73	3.88	3.90	3.91	3.93	3.94	3.95	3.82	4.29	4.15	4.30	4.07	
55	0.74	0.83	0.90	0.95	0.99	1.25	1.28	1.30	1.33	1.35	1.37	1.15	1.94	1.70	1.95	1.56	
60	0.27	0.37	0.45	0.52	0.56	0.87	0.91	0.93	0.96	0.99	1.01	0.75	1.70	1.40	1.71	1.24	
65	0.55	0.66	0.75	0.82	0.87	1.22	1.26	1.28	1.32	1.35	1.37	1.08	2.14	1.81	2.15	1.63	
70	0.74	0.86	0.96	1.04	1.09	1.46	1.51	1.53	1.57	1.60	1.62	1.31	2.47	2.11	2.48	1.91	
75	0.81	0.94	1.04	1.13	1.18	1.58	1.63	1.65	1.70	1.73	1.75	1.42	2.66	2.27	2.67	2.05	

注：① 本表计算所用的FRP/PVC管尺寸符合《玻璃钢/聚氯乙烯(FRP/PVC)复合管和管件》

(HGJ 515-87)标准。

② 表中-15~70°C的数据,按中国科技大学近代力学系测试常州武进玻璃钢制品厂样品的数据计算得出。

③ 表中75°C时的数据是采用科大近代力学系的测试数据的外推值计算得出。

附录 G FRP/PVC 管强度校核

G.1 对 FRP/PVC 管的外管层材料,应采用下面准则进行强度校核:

$$\left(\frac{\sigma_{L0}}{0.5(\sigma)_{ot}^i}\right)^2 - \frac{\sigma_{L0}\sigma'_\theta}{0.5(\sigma)_{ot}^i \times (\sigma)_{ot}^i} + \left(\frac{\sigma'_\theta}{(\sigma)_{ot}^i}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{n1}}{(S)_{ot}^i}\right)^2 < 1 \quad (G1)$$

式中: $\sigma_{L0} = \sigma'_t + \sigma_{L1} + \sigma_{b1}$ (G2)

G.2 对 FRP/PVC 管的内管层材料,应按下面准则进行强度校核:

$$\sqrt{\sigma_{L1}^2 + \sigma_\theta^2 - \sigma_{L1}\sigma_\theta + 3\tau_{n2}^2} < \frac{1}{2}(\sigma)_i^i \quad (G3)$$

式中: $\sigma_{L1} = \sigma_L + \sigma_{L2} + \sigma_{b2}$ (G4)

G.3 当 FRP/PVC 管系中至少有一个点(即一个管截面)的内外管层分别经过强度校核后不满足式(G1)或式(G3)时,则应采取设置补偿器、调整管系尺寸或管架位置的措施来降低管道应力,直至 FRP/PVC 管内、外管层均满足强度校核的要求为止。

G.4 FRP/PVC 管内、外管层材料,在不同温度下的许用应力见附表 G。

FRP 及 PVC 在不同温度下的许用应力

kg/mm².

附表 G

T(°C)	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30
FRP(σ) _Ⅱ	12.40	12.10	11.80	11.50	11.30	11.15	11.00	10.90	10.75	10.60
FRP(σ) _Ⅲ	13.00	12.70	12.60	12.50	12.40	12.40	12.30	12.20	12.00	11.70
PVC(σ) _Ⅰ	3.75	3.60	3.45	3.30	3.10	3.00	2.85	2.70	2.60	2.45
T(°C)	35	40	45	50	55	60	65	70	75	
FRP(σ) _Ⅱ	10.50	10.40	10.20	10.00	9.70	9.40	9.00	8.75	(8.50)	
FRP(σ) _Ⅲ	11.40	11.00	10.70	10.30	9.70	9.20	8.60	8.10	(7.60)	
PVC(σ) _Ⅰ	2.30	2.20	2.05	1.90	1.75	1.60	1.45	1.30	(1.15)	

注:① 表中-15~70℃的数据按科大测试常州武进玻璃钢制品厂样品数据计算得出(许用应力取样品测试断裂强度的1/2)。

② 括号内的数据是根据前面的数据外延推出的。

附录 H 保温材料和保护层材料

FRP/PVC 管道保温宜采用附表 H 的保温材料和保护层材料。

H.1 保温材料

附表 H

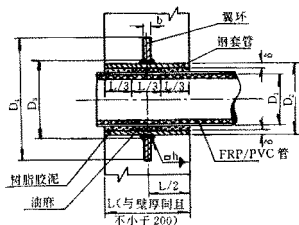
材料名称	容重 kg/m ³	导热系数方程式 W/m·K	含湿率 %	可燃性	备注
岩棉管套	100~140	$0.036+0.00015tcp$	<1.5	不	应少用
超细玻璃 棉管套	50~60	$0.028+0.0002tcp$	<1	不	—
泡沫石 棉管套	60~70	$0.038+0.0002tcp$	<2	不	—
闭孔型聚 苯乙烯 管壳	20~30	$0.029+0.00012tcp$	0	自熄	—

注：① 容重是指施工容重。

② tcp 为保温层内外表面温度的平均值。

H.2 保护层材料

铝板、铝箔玻璃钢、玻璃布、铝箔玻璃布、镀锌铁皮。

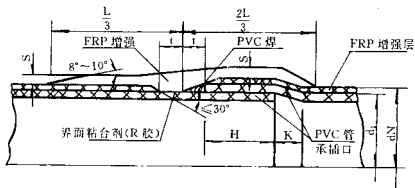


附图A FRP/PVC管与砖砌或混凝土贮槽连接尺寸图

FRP/PVC管 公称直径 DN	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	500	600
FRP/PVC 管外径 D ₁	68	80	95	115	130	165	205	255	305.5	360	405.5	506	607
钢套管 外径 D ₂	114.3		139.7		273			406		559		660	
翼环内径 D ₃	116		142		275			408		562		662	
翼环外径 D ₄	126		152		185			418		572		672	
钢套管 厚度 δ	2		2.9		3.6			4		6.3			
翼环厚度 b	10	10	10	10	10	10	10	10	15	15	15	15	15

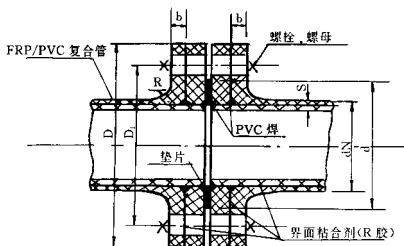
注:① 本图尺寸均以毫米计。

- ② 翼环及钢套管加工完成后,在其外壁均刷底漆一遍(底漆包括红丹或冷底子油)。
- ③ 钢套管可用无缝钢管或用钢板焊制,翼环亦用钢板焊制,材料Q235-A.F焊条牌号为结422,钢套管长度为L。
- ④ 必须将钢套管一次浇筑于混凝土壁内,套管的填料应紧密捣实。如遇非混凝土壁应局部改为混凝土,其浇注范围比翼环直径D₄大200mm。
- ⑤ 钢套管处的混凝土壁厚,应不小于200mm,否则,应一边或两边加厚,加厚部分的直径,最小应比翼环直径D₄大200mm。



附图B FRP/PVC管承插连接用FRP增强结构图

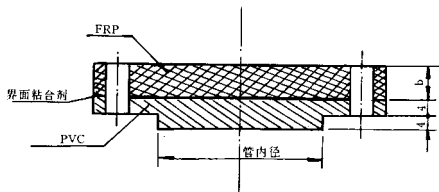
公称直径 DN (mm)	公称压力 PN (MPa)	PVC管 外径 d_1 (mm)	FRP/PVC 管外径 d_N (mm)	承插 深度 H (mm)	FRP增 强厚度 S (mm)	承插锥 度长度 K (mm)	间隙 t (mm)	承插口用 FRP增 强长度 L(mm)	备注
25	1.6	32	37	22	4	12.5	10	110	
32	1.6	40	45	26	4		10	110	
40	1.6	50	55	31	4		10	110	
50	1.6	63	68	37.5	4		10	110	
65	1.0	75	80	43.5	4		10	110	
80	1.0	90	95	51	4	14	10	120	
100	1.0	110	115	61	4.2		10	145	
125	1.0	125	130	76	4.4		10	155	
150	1.0	160	165	86	4.6		10	185	
200	0.6	200	205	106	4.8		10	255	
250	0.6	250	255	131	5.0		10	260	
300	0.6	300	305.5	156	5.0		10	310	



附 图 C 复合平焊法兰连接法兰增强厚度尺寸图

公称直径 DN(mm)	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300
公称压力 PN(MPa)	1.6			1.0				0.6				
FRP 厚度 b(mm)	8			10		12			14			
半 径 R(mm)	10			15				20				

注:复合平焊法兰其它尺寸与相应的连接法兰一致。



附图 D 复合平面法兰盖增强厚度尺寸图

公称直径 DN	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	500	600
b	16	16	16	18	20	20	22	24	24	24	26	26	26	26	26	26

注：法兰盖其他连接尺寸均与相应的连接法兰配套一致。

附加说明 本规定提出单位、主编单位和主要起草人

提出单位：化工部化工工艺配管设计技术中心站

主编单位：化工部第三设计院

主要起草人：

编制：阎家琪 黄仿昭 汪 玫 章顺全

沈宏权 张月华 刘 明

校核：沈宏权 阎家琪 汪 玫

审核：徐颐征

玻璃钢/聚氯乙烯(FRP/PVC)复合管道

设计规定

HG 20520-92

条文说明

FRP/PVC 管材是近几年国内开发的新型耐腐管材,已广泛应用于石油化工、化工、机械、医药、轻工、给排水、环保等部门。由于工程所使用的 FRP/PVC 管道安装设计规定,均为各制造厂、安装设计单位自行编制,没有一个统一的规定,为适应当前在基本建设中加强全面质量管理的需要,使工程建设安装设计工作能符合标准化、规范化的需要,我们根据化学工业部基建司(89)基标字第 77 号文的安排,组织人力进行了《玻璃钢/聚氯乙烯(FRP/PVC)复合管道设计规定》的编制工作。

我国对 FRP/PVC 管材的物理特性,尤其是对 FRP/PVC 在不同温度下的力学性能缺乏系统的研究。为了确定 FRP/PVC 管道的基本跨距,温度、位移引起的应力等计算公式,于 1989 年 9 月由化工部第三设计院牵头与中国科大近代力学系、常州市武进玻璃钢制品厂签订了技术合作协议,对 FRP/PVC 复合管的应力分析和强度校核进行了理论分析和推导,并对常州市武进玻璃钢制品厂提供的样品进行了分析测试。在对 FRP/PVC 管材进行大量调

查研究、资料搜集和分析比较的基础上,完成了本规定的编制工作。

本规定尚需说明的内容,按章节分述如下:

1 总 则

FRP/PVC 管道的安装设计,与金属管道的安装设计一样,首先应考虑保证安全生产、方便操作和维修,其次应尽可能照顾车间装置的整齐和美观。为减少文字和篇幅,本规定根据 FRP/PVC 管道的特殊性进行编制。对化工管道设计安装应遵照的一般原则不再重复,仅列出了有关标准名称,供设计、安装时采用。

2 概 述

2.1.1 由于当前 FRP/PVC 管的生产厂家大多数为小厂,不少是乡镇企业,质量相差很悬殊,材料来源和质量也不稳定。有的厂家的产品在实际应用中曾发现 PVC 与 FRP 分层的现象。所以对管道材料的主要性能做出了规定,必须指出采用的 PVC 表面处理剂和界面粘合剂应保证层间剪切强度,否则不得选用。

例如,常州市武进县玻璃钢制品厂,由于严格按照有关规定选材制作 FRP/PVC 管子和管件,并对每批产品层间剪切强度进行抽样检验,各试件的层间剪切强度均大于 $7\text{N}/\text{mm}^2$,符合层间剪切强度 $\geq 5\text{N}/\text{mm}^2$ 的规定。

2.1.3 化学工业部文件(90)化劳字第 231 号《关于防止玻璃钢设

备、管道等火灾事故的紧急通知》中第一条规定：“必须明确玻璃钢材质是可燃物，在不加阻燃剂的条件下，一旦燃烧速度很快，发生火情难于控制。因此，今后凡采用于化工企业的玻璃钢制品（罐、塔、泵、管、风机等）均应为阻燃品，否则不得采用。”所以本规定要求 FRP/PVC 管的 FRP 增强层的氧指数值 (OI) 不得小于 26，其测定方法按 GB 2406-80《塑料燃烧性能试验方法——氧指数法》。

2.1.4 为确保 FRP/PVC 管的质量，PVC 原件的化学成份、机械性能和尺寸公差应符合《化工用硬聚氯乙烯管材》(GB 4219-84) 和《化工用硬聚氯乙烯管件》(GB 4220-84) 标准的要求。

2.2.1 纯 PVC 管的使用温度一般为 $-10 \sim +60^{\circ}\text{C}$ ，实际使用一般均在 55°C 以下，用 FRP 增强后，使用温度范围得以拓宽。化工部标准 HGJ 515-87《玻璃钢/聚氯乙烯 (FRP/PVC) 复合管和管件》规定 FRP/PVC 管使用温度 $< 80^{\circ}\text{C}$ ，本条提出使用温度下限为 -10°C 。FRP/PVC 管的使用压力大多在 0.6MPa 以下，在较高压力下应慎用。选用 FRP/PVC 管时，应根据工作温度、工作压力和使用环境条件综合考虑，严格按照表 2.2.1 选取。

由于不饱和树脂按流体温度 t 选择： $t \leq 30^{\circ}\text{C}$ ，选用牌号 196； $t = 31 \sim 59^{\circ}\text{C}$ ，选用牌号 197 或 323； $t = 60 \sim 80^{\circ}\text{C}$ ，选用牌号 199 或 MFE-3。其粘合剂按流体温度 t 选择： $t < 50^{\circ}\text{C}$ ，选用牌号 PF-1； $t \geq 50^{\circ}\text{C}$ ，则用牌号 PF-2。所以订货时还应将 FRP/PVC 管使用的流体和温度、压力等条件提交制造厂。

2.2.2 当输送腐蚀性流体采用的设备、管道、管道附件均为非金属材料时，要消除管内集聚的静电，目前尚无有效的办法，所以必须采用低速输送（可取流体允许流速范围的下限值）。如果设备或管道附件为金属材料，则可采取静电接地的措施，用以消除管内集聚的静电。

应该说明，由于 PVC 管不能有效地释放由于流体和管道摩擦而产生的静电，故对于易燃易爆易产生静电的流体应慎用，对于可

燃性流体不宜采用。

3 管道布置

FRP/PVC 管道的安装设计,与金属管道的安装设计一样,首先应保证安全生产、方便操作和维修,其次应尽可能照顾车间装置的整齐和美观。

3.1.1 FRP/PVC 管在布置时,应尽量避免穿越防火墙或防火堤,以免降低其防火效能。

4 管道支承

4.1.1 基本跨距是用以确定管段允许最大跨距的基准数据。本规定按三跨等跨简支梁受均载荷时刚度条件和强度条件来分别求得跨距值,取其较小者作为该管道的基本跨距(L_0 或 L_0')。

当计算用数据资料不全或收集有困难时,可根据管道的设计温度和载荷条件,在表 4.1.1 中直接查得管道的基本跨距值,供 FRP/PVC 管道支承设计时参考。

表 4.1.1 中所列的基本跨距是按附录 E 的计算方法计算后得出的。计算时重量载荷均增加了 20% (包括保护跨距的计算载荷)。对于操作流体密度小于或超过本表所用流体密度不多的情况,设计温度在本表范围内时,均可在本表中查取基本跨距值。

为使管道留有一定的能力来承受内压和温度变化产生的应力,故在计算管道基本跨距时,装置内、外管道一律取由重量载荷

(包括其它垂直持续载荷)分别在 FRP/PVC 管内、外管层中引起的一次轴向应力,分别不超过相应管层材料许用应力的 1/2。

附录 E 在计算刚度条件决定的跨距值公式中,刚度条件的确定考虑了下列因素:

E.1 FRP/PVC 管道的材料是高分子材料,有较大的蠕变特性(与钢材比);

E.2 FRP/PVC 管材强度不如钢材;

E.3 FRP/PVC 管通常用于输送腐蚀流体,应尽量减少管道中的流体残留,故其挠度不能过大,所以确定 FRP/PVC 管的允许挠度为钢管的 50%。特此规定敷设于管架上的 FRP/PVC 管道应满足下列的刚度条件:

装置内——管段自振频率不低于 4 次/秒,管道允许挠度为
 $f=0.8\text{cm}$;

装置外——管段自振频率不低于 2.55 次/秒,管道允许挠度为
 $f=1.9\text{cm}$ 。

图 4.1.2-1 ~ 图 4.1.2-5 根据《管道跨距设计规定》(CD42A22-84)3.0 的规定,由此可知各基本管段的允许最大跨距与基本跨距有关,而与管道应力分布无关,所以这些基本管段及其允许最大跨距的确定方法仍然适用于 FRP/PVC 管道。本规定为了设计人员应用方便,列出了这五种基本管段的允许最大跨距校正曲线。其它各种形状的配管均可分解为这几种基本管段来确定其允许最大跨距。

5 管道的热补偿

在管道安装设计中,当管系温度不高时,因温差热膨胀引起的

热胀应力在适当的管系形状中,是可通过管道本身的挠曲来吸收的。FRP/PVC管的使用温度范围虽低于 80°C ,但其线胀系数比钢管大,详见附录F。当管系形状本身的挠曲不能吸收该热胀应力时,则在配管时必须考虑热补偿的设计(自然补偿或人工补偿),同时进行应力验算。为了弄清FRP/PVC管材的力学性能,于1989年9月,由化工部第三设计院与中国科大近代力学系、常州市武进玻璃钢制品厂进行技术合作,对常州市武进玻璃钢制品厂提供的样品进行了力学性能测试,对FRP/PVC管的应力分析和强度校核进行了理论分析与推导,得出了相应的计算公式,并编制了相关的电算程序。

5.1.4 因为当操作温度高于安装温度时,内管层聚氯乙烯材料所受各应力必然满足强度校核准则,故只需对外管层进行强度校核。

5.2 对于两端固定的直管,其热胀必须予以吸收(补偿),否则由于热胀产生的应力和对固定点的推力,将使管道或固定点破坏,因此必须对固定点间的管道提供膨胀的回旋余地,其方法有两种:

(1)自然补偿:即调整管系形状(其基本形式与钢管相同),使之通过管子本身的挠曲来吸收热胀。由于自然补偿与其它型式的补偿器相比,具有流体阻力小、管道弹性力小、安装方便、占地少、耗资省等优点,配管时应首先采用。

但如果受安装位置限制,管系形状难于调整而不能满足要求时,则可通过人工补偿来解决。

(2)人工补偿:即通过人为的方法在管段中设置 Π 形膨胀弯头,其实这种补偿方法亦是利用管子本身的挠曲来吸收热胀。当受空间位置限制时,则可选用其它型式的补偿器。

5.2.2 对于聚四氟乙烯膨胀节、F46波纹补偿器、可曲挠橡胶接头在选用时除考虑管系的热伸量外,尚需采用制造厂家提供的有关数据(如聚四氟乙烯膨胀节——波补偿1cm的弹性力,以及内压作用于波壁上的轴向推力等)进行计算,因此在选用时需进一步

同制造厂协商。

6 管道的保温和涂色

6.5 制造厂可以根据用户对 FRP/PVC 管涂色要求制作。经长期实践证明,用国产颜料调整 FRP 的颜色是可行的,但要求颜料的重量比不得大于 4%。

7 施工技术条件

7.1.6 目前 FRP/PVC 管已大量应用于化工环保、污水处理工程设计,常与凝土地、槽、罐、窖井等相连接,但由于输送的介质性质各异,所以对采用的树脂胶泥、树脂砂浆等牌号,不宜作出统一规定,应按工程需要由设计者选定。

7.1.8 在《玻璃钢/聚氯乙烯 (FRP/PVC) 复合管和管件》(HGJ 515-87)标准中,“PVC 管承插连接处用 FRP 增强结构图”示出了 FRP 增强层的长度(总长为 L)距 PVC 管焊接接口分界处各为 $\frac{L}{2}$,但当管道公称直径 $DN > 50\text{mm}$ 时,承口一边的 FRP 增强长度为 $\frac{L}{2} < (H+K)$ 。为了使增强层盖过承口的过渡区,所以本规定将承口一边长度改为 $\frac{2}{3}L$,详见附图 B。

7.2.1 FRP/PVC 管承插连接,操作简单、材料省、投资少,是国外广泛采用的方法。为了保证安装质量,FRP/PVC 管制造厂应严

格按照《玻璃钢/聚氯乙烯(FRP/PVC)复合管和管件》(HGJ 515-87)标准中第16章“FRP/PVC承插口复合管”图上所规定的承插间隙制作(若间隙过大,插口的粘接不能保证质量)。在此前提下,可优先选用承插连接。

7.2.1.2 复合管和管件的施工环境温度若低于 10°C ,需提高温度,但要注意防火、防尘、防止中毒。

7.2.2.2、7.2.2.7 经调查,目前在工程应用中,FRP/PVC管道的连接广泛采用复合平焊法兰,本规定特增加了附图C、附图D,供设计选用。

7.2.3 因PVC焊接的焊缝系数很低,一般焊缝强度只能达到母材的 $50\%\sim 70\%$,所以FRP/PVC管在对焊连接时,焊缝处必须按《玻璃钢/聚氯乙烯(FRP/PVC)复合管和管件》(HGJ 515-87)标准进行FRP增强,相应的焊接技术应按照《化工管道设计规范》(HGJ 8-87)有关规定执行。

7.3.1 冷预拉的目的是为了减少管道运行初期在工作状态下的应力和对设备(或端点)的推力和力矩,由于FRP/PVC管使用温度不超过 80°C ,所以在管系安装时不再考虑冷预拉。

附录G 进行强度校核时,因FRP/PVC管的外管层为各向异性材料,故推荐采用TaSi-Hill强度准则,而内管层为各向同性材料,故对其进行强度校核,则可采用变形能强度理论,求组合应力当量强度的方法,式(G3)中左边的 $\sqrt{\sigma_L^2 + \sigma_\theta^2 - \sigma_L \sigma_\theta + 3\tau_{\theta L}^2}$ 实际上是组合应力当量强度。因强度校核时,均没有考虑重量分布载荷的作用(已在跨距计算中作了考虑),故这里材料的许用应力均取轴向基本许用应力的二分之一。式(G1)中第四项,在计算数据不全时,可以略去。