室外给排水抗震设计说明

一 室外管道抗震

本工程抗震设防烈度为6度，依据《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》GB50032-2003、《建筑与市政工程抗震通用规范》GB55002-2021应进行抗震设计。

1 钢筋混凝土盛水构筑物和地下管道管体的混凝土等级，不应低于C25。

2 砌体结构的砖砌体强度等级不应低于MU20，块石砌体的强度等级不应低于MU20；砌筑砂浆应采用水泥砂浆，其强度等级不应低于M7.5。

3 毗连构筑物及与构筑物连接的管道，当坐落在回填土上时，回填土应严格分层压实，其压实密度应达到该回填土料最大压实密度的95%-97%。

4 混凝土构筑物和现浇混凝土管道的施工缝处，应严格剔除浮浆、冲洗干净，先铺水泥浆后再进行二次浇筑，不得在施工缝处铺设任何非胶结材料。

5 建(构)筑物、管道场地类别划分，应以土层的等效剪切波速和场地覆盖层厚度的综合影响作为判别依据。

6 给水管道管材应具有较好的延性，承插式连接的管道，接头填料采用柔性材料。

7 当采用钢筋混凝土平口管，设防烈度为8度以下及8度Ⅰ、Ⅱ类场地时，应设置混凝土管基，并应沿管线每隔26~30m设置变形缝，缝宽不小于20mm，缝内填柔性材料。

8 符合下列条件的管道结构可不进行抗震验算：

a 各种材质的埋地预制圆形管材，其连接接口均为柔性构造，且每个接口的允许轴向拉、压变位不小于10mm。

b 设防烈度6度、7度，符合7度抗震构造要求的埋地雨、污水管道。

c 设防烈度为6度、7度或8度Ⅰ、Ⅱ类场地的焊接钢管和自承式架空平管。

d 管道上的阀门井、检查井等附属构筑物。

9 地下直埋承插式圆形管道在地基土质突变处、承插式管道的三通、四通、大于45°的弯头等附件与直线管段连接处，应设置柔性接头及变形缝。

10 管道穿过建(构)筑物的墙体或基础时应符合下列要求：

a 在穿管的墙体或基础上应设置套管，穿管与套管间的缝隙内应填充柔性材料；

b 当穿越的管道与墙体或基础为嵌固时，应在穿越的管道上就近设置柔性连接。

11 构筑物管道的结构体系、构件及其连接，应满足《建筑与市政工程抗震通用规范》GB55002-2021要求。

12 地震作用及结构抗震验算时，应满足《建筑与市政工程抗震通用规范》GB55002-2021要求。

13 由工程地质勘察单位提供自地面至管底不小于5m深度内各层土的剪切波速，以复核剪切波所引起管道的变位或应变。

14 各类构筑物的非结构构件和附属设备，其自身及其与结构主体的连接，应进行抗震设计。

15 城乡给水排水和燃气热力工程中各类结构的抗震验算应满足《建筑与市政工程抗震通用规范》GB55002-2021 6.2.4要求。

16 城乡给水排水和燃气热力工程中，管道及其连接的材料尚应符合《建筑与市政工程抗震通用规范》GB55002-2021 6.2.6要求。

17 城镇给水排水和燃气热力工程中，直埋承插式圆形管道和矩形管道，在下列部位应设置柔性连接接头或变形缝：

a 穿越铁路及其他重要的交通干线两端。柔性连接的受力条件进行设计。

b 承插式管道的三通、四通、大于45°的弯头等附件与直线管段连接处，附件支墩按柔性连接的受力条件进行设计。

18 城镇给水排水和燃气热力工程中，管道穿过建(构)筑物的墙体或基础时，应符合下列规定：

a 在穿管的墙体或基础上应设置套管，穿管与套管之间的间隙应用柔性防腐、防水材料密封。

b 当穿越的管道与墙体或基础嵌固时，应在穿越的管道上就近设置柔性连接装置。

19 管网上的阀门均应设置阀门井。

20 架空管道的滑动支架应设置侧向挡板，挡板应与管道支架协同设计，地震作用不应小于管道支座横向水平地震作用标准值的75%。

房建
施工图技术审查专用章
广西科范建筑设计审图有限责任公司
有效期至:2026年9月14日

二 管道抗震变位验算

《建筑与市政工程抗震通用规范》GB55002-2021、《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》(GB50032-2003)。

根据《建筑与市政工程抗震通用规范》(GB55002-2021）第6.2.4条及附录要求，承插式连接管道抗震变位验算应符合以下规定：

$$\gamma_{Eh}\Delta_{plk} \leqslant \lambda_c \sum_{i=1}^{n} [u_a]_i \qquad (6.2.4\text{-}1)$$

式中：Δplk——剪切波行进中引起半个视波长范围内管道沿管轴向的位量标准值；

γEh——水平向地震作用分项系数，应取1.40；

[ua]i——管道i种接头方式的单个接头设计允许位移量；

λc——半个视波长范围内管道接头协同工作系数，应取0.64；

n——半个视波长范围内，管道的接头总数。

1 剪切波的波长：

L = VspTg

=150.79*1000*2/3*0.35=35184.35mm

式中 Vsp——管道埋设深度处土层的剪切波速(mm/s)，应取实测剪切波速的2/3值采用；

Tg——管道埋设场地的特征周期(s)。

2 土体弹性抗力

K1=UpK1=3.14*1000*0.06=188.4N/mm^2

式中 u——管道单位长度的外缘表面积(mm^2/mm)；对无刚性管基的圆管即为πD1,(D1为管外径)，当设置刚性管基时，即为包括管基在内的外缘面积；

K1——沿管道方向土体的单位面积弹性抗力(N/mm^3),应根据管道外缘构造及相应土质试验确定，当无试验数据时，一般可采用0.06N/mm^3。

3 位移传递系数：

$$\zeta_1 = \frac{1}{1+\left(\frac{2\pi}{L}\right)^2\frac{EA}{K_1}} = \frac{1}{1+\left(\frac{2\pi}{35184.35}\right)^2\frac{34500*1382300}{188.4}} = 0.110$$

式中 Δpl,k——在剪切波作用下，管道沿管线方向半个视波长范围内的位移标准值(mm);

Δ'sl,k——在剪切波作用下，沿管线方向半个视波长范围内自由土体的位移标准值(mm);

ζ1——沿管道方向的位移传递系数；

E——管道材质的弹性模量(N/mm);

A——管道的横截面面积(mm^2)；

K1——沿管道方向单位长度的土体弹性抗力(N/mm^2),可按C.1.2确定;

L——剪切波的波长(mm)；可按C.1.3确定；

Uok——剪切波行进时管道埋深处的土体最大位移标准值(mm)；可按C.1.4确定。

4 剪切波行进时管道埋深处的土体最大水平位移标准值：

$$U_{0k} = \frac{K_H g {T_g}^2}{4\pi^2} = \frac{0.15*9.8*1000*0.35^2}{4\pi^2} = 4.566\text{mm}$$

5 在剪切波作用下，沿管线方向半个视波长范围内自由土体的位移标准值：

$$\Delta_{sl,k} = \sqrt{2}U_{0k} = 6.456\text{mm}$$

6 在剪切波作用下，管道沿管线方向半个视波长范围内的位移标准值：

Δpl,k=ζ1Δsl,k=0.110*6.456=0.7122mm

7 根据GB50032表C.1.5，管道单个接头设计允许位移量(承插接头)：[Ua]=0.4mm

8 半个剪切波视波长度范围内的管道接头数量：

$$n = \frac{V_{sp}T_g}{\sqrt{2}l_p} = \frac{150.79*1000*\frac{2}{3}*0.35}{\sqrt{2}*2000} = 12.44$$

式中，lp——管道的每根管子长度(mm)。

9 管道抗震变位验算：

$$\gamma_{EHP}\Delta_{pl,k} = 1.2*0.7122 = 0.855\text{mm} < \lambda_c \textstyle\sum_{i=1}^{n}[U_a]_i$$

支承角为150，管侧中、粗砂回填至管顶平。管材环刚度采用8KN/m2，

三 柔性管道结构计算

本工程管道埋设条件:管径DN300的HDPE双壁波纹管埋设于车辆荷载为城-A级的道路车行道下，采用采用开槽埋管施工，管中心处沟槽宽度Br为1.0米管顶回填土的重力密度为18KN/m，管侧采用粗砂回填，压实度为95%，其变形模量值取Ee=7MPa。沟槽管侧原状土为粉质粘土，其变形模量值取Ee=5MPa。管基础采用砂砾垫层基础，设计管壁厚度15mm，管顶最大覆土厚度Hs为2.0m。

1 埋设管道的竖向直径变形率按下式计算

(1) 计算管侧土的综合变形模量

Ed=ζ*Ee=0.88x7=6.16MPa

(2) 埋设管道的竖向直径变形率按下式计算:

$$W_{d,max} = DL*\frac{Kd*(F_{sv,k}+\varphi q*q_{vk}*Do)}{8*Sp+0.061*Ed}$$

$$=1.5\ \frac{0.1*(36\text{x}0.330+0.5\text{x}10\text{x}0.315)}{8\text{x}8+0.061\text{x}6.16\text{x}1000}=0.00459(\text{m})$$

(3) 管道竖向直径变形率

$$\triangle = \frac{W_{d,max}}{Do} = \frac{0.00459}{0.315}\text{x}100\% = 1.457\% < 5\%$$

符合设计要求。

2 管道环截面稳定性计算

$$F_{cr,k} = 4\sqrt{\frac{2*Sp*Ed}{1-Vp^2}} = 4\sqrt{\frac{2\text{x}8\text{x}6.16\text{x}1000}{1-0.4^2}}$$

$$= 1370.2\ (\text{KN/m})^2$$

$$F_{vk} = V_sH_s + q_{vk} = 18\text{x}2+10 = 46\ (\text{KN/m}^2)$$

$$\frac{F_{cr,k}}{F_{vk}} = \frac{1370.2}{46} = 29.787 > 2$$

符合环截面稳定要求。

3 管道抗浮稳定性计算：

本工程管道埋设条件:管径DN300的HDPE双壁波纹管管顶覆土厚度1.2m，地下水位位于地面地下1.0m，管顶回填土的重力密度为18KN/m，地下水位下回填土的重力密度为8KN/m，该管壁厚15mm，地面无堆载或车辆荷载。埋地硬聚氯乙烯排水管道的抗浮稳定性计算如下：

$$\Sigma F_{GK} = \gamma_s H_{s1} + \gamma'_s H_{s2} = 18\text{X}1+8\text{X}0.2 = 19.6\text{KN/m}^2$$

$$K_f F_{fw,k} = 1.1\text{X}10\text{X}(0.33+0.2) = 5.83\text{KN/m}^2$$

经计算结果符合下式要求：ΣF_{GK}？$K_f F_{fw,k}$

故该埋地的HDPE双壁波纹管道能满足抗浮稳定的要求。

四 刚性管道结构计算

1 已知参数

a 本工程管道埋设条件:管径DN600的钢筋混凝土管,弹性模量Ep=758MPa，管壁设计厚度20mm；

b 管顶最大覆土厚度H为2.0m，回填土重力密度为18KN/m，原状土变形模量En=5MPa，回填土变形模量Ee=5MPa，管中心基槽宽度Br=2.6m，土弧基础设计中心角度为90°。

c 管道上的可变作用标准值应包括作用在管道上的地面车辆荷载或堆积荷载，车辆荷载与堆积荷载不叠加计算，应取两者荷载效应较大者，故取地面堆积荷载标准值qvk=10KN/m;

d 管材环向抗拉强度设计值ft=1.43MPa；

2 荷载计算

(1) 管侧土压力标准值 Fep,k=Ka*γs*H=0.33*18*2=11.88(KN/m2)

(2) 管顶的竖向土压力标准值: Fsv,k=γs*H*D1=18*2*0.6=21.6(KN/m2)

(3) 地面堆积荷载标准值qvk=10KN/m；

(4) 计算管侧土的综合变形模量Ed；Ed=ζ*Ee=1.0x5=5MPa

3 强度验算；

(1) 对管道结构进行承载能力极限状态强度计算时，应满足下式要求：γo*S≤R

S=γg1*Cg1*Gk1+γgi*(Cgw*Gwk+Cgsv*Fsv，k+Cgep*Fep，k)+γgv*Cgk*Qvk

=1.2*26*0.083+1.27*(10*1.2+21.6*1.27+11.88*1)+1.4*10*0.9

=80(KN/m2)=0.080MPaγo*S=0.08*1.1≤R=1.43

故管道结构承载能力极限状态强度满足要求。

建筑设计出图专用章
单位：湖南城市学院设计研究院有限公司
等级：甲级 证书号:A143001172

建筑	暖通
结构	给排水
电气	工艺
通讯	自控

地址：（长沙）湖南省长沙市高新开发区尖山路18号中电软件园二期C7栋
电话：0731-89703209 邮编：410000
网址：http://www.cysjy.net 邮箱：cysjy@vip.163.com

诚信为本 技术领先 服务至上
资质等级：甲级 证书编号：A143001172

建设单位
中国科学院亚热带农业生态研究所

项目名称
喀斯特石漠化防治与生态服务、
丘陵区农林牧耦合生态过程观测研究平台

子项名称	喀斯特石漠化防治与生态服务研究平台
设计编号	CYSJ(HZ-2024-42)
出图日期	2026年02月
图别	施工图
图号	SS-03
比例	1:100

图纸名称
室外给排水抗震设计说明

职责	姓名	签字
项目负责人	曹文	
专业负责人	刘艳	
设计	杨谦	
校对	刘艳	
审核	张丽	
审定	文盛宇	文盛宇

执业签章

出图签章

本图须加盖出图签章，否则一律无效。