

中国工程建设标准化协会标准

# 预应力混凝土输水管结构 设计规范

(震动挤压工艺)

**DESIGN SPECIFICATION FOR  
PRESTRESSED CONCRETE PIPE FOR WATER  
TRANSMISSION  
(VIBROHYDRO PRESS PROCESS)**

**CHINA ASSOCIATION FOR ENGINEERING  
CONSTRUCTION STANDARDIZATION**

中国工程建设标准化协会标准

预应力混凝土输水管结构  
设计规范

(震动挤压工艺)

**CECS 16 : 90**

主编单位:北京市市政工程研究所

批准单位:中国工程建设标准化协会

批准日期:1990年9月10日

# 前 言

预应力混凝土输水管(震动挤压工艺)在我国给水输水工程中已大量使用,积累了丰富的工程实践经验和可靠的科研成果。本规范以总结我国成功经验为基础,并参考了相应的国外有关文献,在过去试验研究基础上又进一步开展了对震动挤压工艺预应力混凝土管的预应力损失值的实测试验研究,取得了设计实用数据,对管子纵向计算做了对比分析,并提供了合理计算方法。本规范在编制过程中,曾反复征求有关专家和单位意见,最后经全国管道结构标准技术委员会审查定稿。

现批准《预应力混凝土输水管结构设计规范(震动挤压工艺)》CECS 16:90,并推荐给各工程建设有关单位使用。在使用过程中,请将意见及有关资料寄交北京月坛南街乙二号全国管道结构标准技术委员会(邮政编号:100045)。

中国工程建设标准化协会

1990年9月10日

# 目 录

主要符号 .....	(1)
第一章 总 则 .....	(1)
第二章 材 料 .....	(2)
第一节 混 凝 土 .....	(2)
第二节 钢 筋 .....	(3)
第三章 荷 载 .....	(5)
第四章 管体计算 .....	(9)
第一节 基本规定 .....	(9)
第二节 环向计算 .....	(11)
第三节 纵向计算 .....	(13)
第五章 构 造 .....	(15)
附录 本规范用词说明 .....	(18)
附加说明 .....	(19)

# 主要符号

## 荷载和内力

- $G_0$ ——管自重；  
 $G_1$ ——管道上的竖向土压力；  
 $G_2$ ——胸腔土的竖向土压力；  
 $G_3$ ——管内水重；  
 $G_4$ ——地面车辆产生的竖向压力；  
 $G_5$ ——回填土对管道产生的侧向压力；  
 $G_6$ ——地面车辆对管道产生的侧向压力；  
 $M$ ——组合荷载作用下，管壁截面上的最大弯矩；  
 $N$ ——设计内水压力作用下，管壁截面①的轴向力；  
 $P_c$ ——车辆的单个轮压；  
 $P_w$ ——管道的工作压力；  
 $P_T$ ——管道的设计内水压力；  
 $P_{K1}$ ——管子内压检验时的抗裂压力；  
 $P_{K2}$ ——管自重及管内水重的折算内压力。

## 应 力

- $\sigma_{hi}$ ——管壁混凝土相应阶段的预压应力；  
 $\sigma_{k1}$ ——环向预应力钢筋的张拉控制应力；  
 $\sigma_{k2}$ ——纵向预应力钢筋的张拉控制应力；  
 $\sigma_s$ ——预应力钢筋在相应阶段的预应力损失；  
 $\sigma_w$ ——纵向弯曲拉应力；  
 $\sigma_{yi}$ ——预应力钢筋在相应阶段的有效应力；  
 $\sigma_p$ ——泊松应力。

## 材料指标

- $E_g$  —— 钢筋的弹性模量；  
 $E_h$  —— 混凝土的弹性模量；  
 $R_a$  —— 混凝土的轴心抗压设计强度；  
 $R_f$  —— 混凝土的抗裂设计强度；  
 $R_t$  —— 混凝土的抗拉设计强度；  
 $R_w$  —— 混凝土的弯曲抗压设计强度；  
 $R_y^b$  —— 钢筋的标准强度；  
 $\nu$  —— 混凝土的泊松比。

## 几何特征

- $A_h$  —— 环向计算时，管壁计算截面面积；  
 $A_{h,z}$  —— 管体环截面面积；  
 $A_y$  —— 每米管长的环向预应力钢筋截面积；  
 $A_{y,z}$  —— 纵向预应力钢筋截面积；  
 $a$  —— 单个车轮着地长度；  
 $b$  —— 单个车轮着地宽度；  
 $D_1$  —— 管子外径；  
 $\bar{D}_1$  —— 作用于管顶的轮压分布计算宽度；  
 $d_i$  —— 地面相邻两轮的净距；  
 $H$  —— 管顶覆土高度；  
 $h$  —— 管壁厚度；  
 $l$  —— 锚具之间的距离；  
 $r_i$  —— 半径；  
 $W_h$  —— 管壁截面的弹性抵抗矩。

## 计算系数

- $Q_w$  —— 弯曲拉应力作用系数；

$K_f$ ——抗裂设计安全系数；

$K_s$ ——生产条件调整系数；

$n_s$ ——竖向土压力系数；

$r$ ——矩形截面抵抗矩的塑性系数；

$\mu_D$ ——车辆荷载的动力系数；

$\mu_y$ ——环向预应力钢筋配筋率；

$\mu_{yz}$ ——纵向预应力钢筋配筋率。

# 第一章 总 则

**第 1.0.1 条** 为了在预应力混凝土输水管(震动挤压工艺)结构设计中做到技术先进、经济合理、安全适用、确保质量,特制订本规范。

**第 1.0.2 条** 本规范适用于“震动挤压(俗称一阶段)工艺”制造的公称直径为 400~2000mm、管道内水工作压力 0.4~1.2MPa 的承插式双向预应力混凝土柔性接口输水管的结构设计。

**第 1.0.3 条** 本规范适用于采用素土平基、人工砂基础或 90°土弧基础以及混凝土基础等管道敷设方法。对地震区、湿陷性黄土或膨胀土等地区的管道设计及管子质量要求,尚应符合相应的现行有关国家标准、规范的规定。

## 第二章 材 料

### 第一节 混凝土

**第 2.1.1 条** 制管用水泥,应采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥。其标号不宜低于 425 号,并应符合《硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥》(GB 175—85)的规定或《矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥及粉煤灰硅酸盐水泥》(GB 1344—85)中有关矿渣硅酸盐水泥的规定。

**第 2.1.2 条** 砂子应符合《普通混凝土用砂质量标准及检验方法》(JGJ 52—79)的规定,其中含泥量不宜大于 1%。

**第 2.1.3 条** 碎石或卵石,应符合《普通混凝土用碎石或卵石质量标准及检验方法》(JGJ 53—79)的规定,其中最大粒径不得大于 25mm 或环筋净距,且不应大于管壁厚度的 1/4。

**第 2.1.4 条** 制管用混凝土不得采用氯盐作为防冻、早强的掺合料;采用其它掺合料应根据试验鉴定,确定其适用性能及相应的掺含量。若需掺加减水剂时,必须采用无毒减水剂。

**第 2.1.5 条** 管体混凝土立方抗压强度不得低于 40MPa。

**第 2.1.6 条** 混凝土设计强度应按表 2.1.6 采用。

混凝土的设计强度(MPa)

表 2.1.6

项次	强度种类	混凝土标号(相应的强度等级)		
		400 号 (C38 号)	500 号 (C48 号)	600 号 (C58)
1	轴心抗压( $R_a$ )	23	28.5	32.5
2	弯曲抗压( $R_w$ )	29	35.5	40.5
3	抗 拉( $R_1$ )	2.15	2.45	2.65
4	抗 裂( $R_f$ )	2.55	2.85	3.05

第 2.1.7 条 混凝土受压或受拉时的弹性模量应按表 2.1.7 采用。

混凝土的弹性模量(MPa)

表 2.1.7

项 次	混凝土标号(相应的强度等级)	弹性模量( $E_s$ )
1	400 号(C38)	$3.30 \times 10^4$
2	500 号(C48)	$3.50 \times 10^4$
3	600 号(C58)	$3.65 \times 10^4$

第 2.1.8 条 混凝土的泊松比  $\nu$  可采用 1/6。

## 第二节 钢 筋

第 2.2.1 条 制管用的环向和纵向预应力钢筋,宜选用光面或刻痕碳素钢丝;对小口径和工作压力较低的管子可选用标准强度不小于 550MPa 的冷拔低碳钢丝;对大口径和工作压力较高的管子,环向钢丝可选用钢绞线。

第 2.2.2 条 钢筋的标准强度应按表 2.2.2 采用。

钢筋标准强度(MPa)

表 2.2.2

项 次	钢 筋 种 类		钢筋标准强度( $R_b$ )	
1	冷拔低碳钢丝	甲级: $\varnothing 3$ $\varnothing 4$ $\varnothing 5$	I 组 750 700 650	II 组 700 650 600
		乙级: $\varnothing 3 \sim \varnothing 5$	550	
2	光面碳素钢丝	$\varnothing 3$ $\varnothing 4$ $\varnothing 5$ $\varnothing 6$ $\varnothing 7$	1770 1670 1570 1470 1370	

3	刻痕 碳素 钢丝	$\varnothing 3$ $\varnothing 4$ $\varnothing 5$	I 组 1770 1670 1570	II 组 1470 1370 1270
4	钢 绞 线	7.5(7 $\varnothing$ 2.5) 9.0( $\varnothing$ 3) 12.0(7 $\varnothing$ 3) 15.0(7 $\varnothing$ 5)	1770 1670 1570 1470	

第 2.2.3 条 钢筋的弹性模量  $E_s$  应采用  $1.8 \times 10^5$  MPa。

## 第三章 荷 载

**第 3.0.1 条** 管道的设计荷载应包括覆土的竖向压力和侧向压力,管自重、管内水重、地面车辆或堆积荷载产生的竖向压力和侧向压力、地下水压力以及内水压力。

**第 3.0.2 条** 管道上的覆土竖向土压力应按下式计算:

$$G_1 = n_s \gamma_s D_1 H \quad (3.0.2)$$

式中  $G_1$ ——管道上的竖向土压力(kN/m);

$D_1$ ——管外径(m);

$\gamma_s$ ——回填土密度(kN/m<sup>3</sup>);

$H$ ——管顶覆土高度(m);

$n_s$ ——竖向土压力系数,按表 3.0.2 取值。

竖向土压力系数

表 3.0.2

施工、敷设条件	压力系数( $n_s$ )
平地敷设(完全上埋式)	1.4
开槽敷设	1.1~1.2

注:①当平地敷设,管顶覆土高度小于管径时, $n_s$  取值 1.1~1.2 计算;

②当开槽敷设,地基为紧密砂质土及硬塑性土时, $n_s$  取值 1.2 计算。

**第 3.0.3 条** 当管径大于 1000mm,而管顶覆土高度小于管径时,应考虑管上部胸腔土的竖向土压力,并应按下式计算:

$$G_2 = 0.1075 \gamma_s D_1^2 \quad (3.0.3)$$

式中  $G_2$ ——胸腔土的竖向土压力(kN/m)。

**第 3.0.4 条** 管自重应按下式计算:

$$G_0 = 2\pi r_0 h \gamma_c \quad (3.0.4)$$

式中  $G_0$ ——管自重(kN/m);  
 $r_s$ ——管的平均半径(m);  
 $h$ ——管壁厚度(m);  
 $\gamma_c$ ——管材密度(kN/m<sup>3</sup>)。

**第 3.0.5 条** 管内水重应按下式计算:

$$G_3 = \pi r_n^2 \gamma_w \quad (3.0.5)$$

式中  $G_3$ ——管内水重(kN/m);  
 $r_n$ ——管的内半径(m);  
 $\gamma_w$ ——水密度(kN/m<sup>3</sup>)。

**第 3.0.6 条** 地面车辆产生的竖向压力应按下列规定确定:

一、单个轮压传递的竖向压力(见图 3.0.6-1)应按下式计算:

$$G_4 = \frac{\mu_D P_C \bar{D}_1}{(a + 1.4H)(b + 1.4H)} \quad (3.0.6-1)$$

式中  $G_4$ ——地面车辆产生的竖向压力(kN/m);

$\mu_D$ ——车辆荷载的动力系数,当  $H \geq 0.7\text{m}$  时,  $\mu_D = 1$ ;

$P_C$ ——车辆的单个轮压力(kN);

$a$ ——单个车轮的着地长度(m);

$b$ ——单个车轮的着地宽度(m);

$\bar{D}_1$ ——作用于管顶的竖向压力的分布计算宽度。当  $D_1 \leq b + 1.4H$  时,  $\bar{D}_1 = D_1$ ; 当  $D_1 > b + 1.4H$  时,  $\bar{D}_1 = b + 1.4H$ 。

二、两个以上轮压传递的竖向压力(见图 3.0.6-2)应按下式计算:

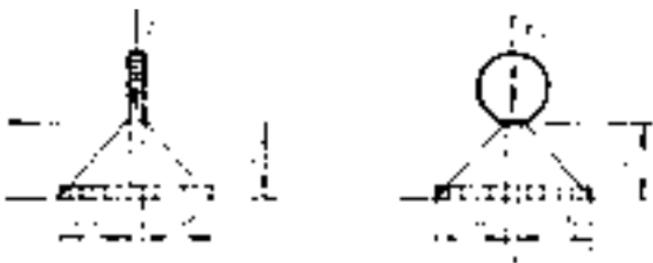
$$G_4 = \frac{n \mu_D P_C \bar{D}_1}{(a + 1.4H)(nb + \sum_{i=1}^{n-1} d_i + 1.4H)} \quad (3.0.6-2)$$

式中  $n$ ——车轮数量(个);

$d_i$ ——地面相邻两轮间的净距(m)。

注:①当  $\sum_{i=1}^{n-1} d_i < 1.4H$  时,应按公式(3.0.6-2)计算;当  $\sum_{i=1}^{n-1} d_i \geq 1.4H$  时,应按公式(3.0.6-1)计算。

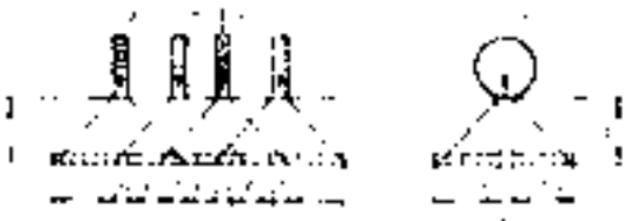
②当地面上有堆积荷载时,应按实际情况计算传递到管顶的竖向压力。



(a) 顺轮胎着地宽度的传递

(b) 顺轮胎着地长度的传递

图 3.0.6—1 地面车辆单个轮压的传递分布图



(a) 顺轮胎着地宽度的传递

(b) 顺轮胎着地长度的传递

图 3.0.6—2 地面车辆两个以上轮压综合影响的传递分布图

### 第 3.0.7 条 管道的侧向压力应按下列规定确定:

一、回填土对管道产生的侧向压力应按下列式计算:

$$G_s = \frac{1}{3} D_1 \gamma_s \left[ H + \frac{D_1}{2} \right] \quad (3.0.7-1)$$

式中  $G_s$ ——回填土对管道产生的侧向压力(kN/m)。

二、地面车辆对管道产生的侧向压力应按下列式计算:

$$G_6 = \frac{1}{3}G_4$$

(3.0.7-2)

式中  $G_6$ ——地面车辆对管道产生的侧向压力(kN/m)。

三、管道位于地下水位以下时,作用在管道上的压力应按下列规定确定:

1. 地下水位应取最低的稳定水位计算。
2. 管顶以上地下水水头对圆管产生的压力,应按沿管周径向均匀分布的水压力计算。
3. 齐管顶的地下水对圆管产生的压力,应视作与管内满水压力抵消,即两者均不计算对圆管内力的影响。
4. 地下水位以下的土的侧压力,应按土的浮容重计算。

**第 3.0.8 条** 管道的设计内水压力  $P_T$  应根据管道工作压力  $P_w$  取用:

当  $P_w \leq 0.6\text{MPa}$  时,  $P_T = 1.5P_w$ ;

$P_w > 0.6\text{MPa}$  时,  $P_T = P_w + 0.3\text{MPa}$ 。

## 第四章 管体计算

### 第一节 基本规定

**第 4.1.1 条** 预应力混凝土输水管管体计算,应进行环向计算和纵向计算,并应以满足抗裂度要求作为计算配筋量依据。

**第 4.1.2 条** 环向计算时,荷载组合应包括管自重、管内水重、竖向土压力、侧向土压力及设计内水压力,并按实际工程情况计入地面活荷载或堆积荷载的传递压力。

**第 4.1.3 条** 纵向计算时,应考虑管子制造阶段环向预应力钢筋放张而引起的管体纵向内力。纵向内力应包括弯曲拉应力及泊松应力。

**第 4.1.4 条** 环向预应力钢筋的张拉控制应力应取  $\sigma_{k1} \leq 0.75R_y^b$ ;纵向预应力钢筋的张拉控制应力应取  $\sigma_{k2} = 0.7R_y^b$ 。

**第 4.1.5 条** 环向预应力钢筋的预应力损失,应按下列规定确定:

一、蒸养阶段预应力损失(包括钢筋应力松弛损失),应按下式计算:

$$\sigma_{s1} = 0.3K_s\sigma_{k1} \quad (4.1.5-1)$$

式中  $\sigma_{s1}$ ——蒸养阶段预应力损失(MPa);

$K_s$ ——生产条件调整系数, $K_s=0.7\sim 1.0$ 。

注:当实际的钢筋张拉应力达不到设计要求时,公式(4.1.5-1)中  $\sigma_{k1}$  应按实际取值。

二、混凝土弹性压缩引起的预应力损失,应按下式计算:

$$\sigma_{s2} = n\sigma_{k1} \frac{r_0^2}{r_a^2} \quad (4.1.5-2)$$

$$\sigma_{k1} = \mu_y (\sigma_{k1} - \sigma_{s1}) \quad (4.1.5 - 3)$$

式中  $\sigma_{s2}$ ——混凝土弹性压缩引起的预应力损失(Mpa);

$n$ ——钢筋弹性模量与混凝土弹性模量的比值,  $n = \frac{E_s}{E_c}$ ;

$r_a$ ——环向预应力钢筋圆环半径(m);

$\sigma_{k1}$ ——管壁混凝土在相应阶段的环向预压应力(Mpa);

$\mu_y$ ——环向钢筋配筋率( )。

三、混凝土收缩和徐变引起的预应力损失  $\alpha_{s3}$ 可按表 4.1.5 取值。

混凝土收缩、徐变引起的预应力损失  $\alpha_{s3}$ (MPa)

表 4.1.5

$ch_2/R'$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	$\geq 0.6$
$\alpha_{s3}$	28	38	48	58	68	105

注:① $R'$ 为施加预应力时,混凝土的抗压强度。

$$\textcircled{2} ch_2 = \mu_y [\sigma_{k1} - (\alpha_{s1} + \alpha_{s2})]$$

**第 4.1.6 条** 纵向预应力钢筋的预应力损失,应按下列规定确定:

一、张拉端锚具变形引起的预应力损失,应按下式计算:

$$\sigma_{s4} = \lambda \frac{E_s}{l} \quad (4.1.6 - 1)$$

式中  $\alpha_{s4}$ ——锚具变形引起的预应力损失(Mpa);

$\lambda$ ——锚具变形值,应根据试验确定,无试验资料时,可取  $\lambda = 1mm$ ;

$l$ ——锚具之间的距离(mm)。

二、钢筋的应力松弛损失,应按下式计算:

$$\sigma_{s5} = 0.07\sigma_{k2} \quad (4.1.6 - 2)$$

式中  $\alpha_{s5}$ ——钢筋的应力松弛损失(MPa)。

三、混凝土弹性压缩引起的预应力损失,应按下式计算:

$$\sigma_{s6} = n\sigma_{h3} \quad (4.1.6-3)$$

$$\sigma_{h3} = \mu_{y2}[\sigma_{k2} - (\sigma_{s4} + \sigma_{s5})] \quad (4.1.6-4)$$

式中  $\sigma_{s6}$ ——混凝土弹性压缩引起的预应力损失(MPa);  
 $\sigma_{h3}$ ——管壁混凝土在相应阶段的纵向预压应力(MPa);  
 $\mu_{y2}$ ——纵向预应力钢筋的配筋率( )。

## 第二节 环向计算

**第 4.2.1 条** 在组合荷载作用下,管壁截面内力应按下列公式计算:

$$M = [K_1G_1 + K_2G_2 + K_4G_0 + K_3G_3 + K_1G_4 + K_2(G_5 + G_6)] \cdot r_0 \quad (4.2.1-1)$$

$$N = 10^3 \cdot P_T r_n \quad (4.2.1-2)$$

式中 **M**——组合荷载作用下,管壁截面上最大弯矩(kN·m/m);

**N**——设计内水压力作用下,管壁截面上的轴向力(kN/m);

**K<sub>1</sub>…K<sub>5</sub>**——弯矩系数,应根据管道敷设条件按表 4.2.1 取值。

**P<sub>T</sub>**——管道设计内水压力(MPa),当  $P_w \leq 0.6 \text{MPa}$  时,应取  $P_T = 1.5P_w$ ;当  $P_w > 0.6 \text{MPa}$  时,应取  $P_T = P_w + 0.3 \text{MPa}$ ;

**P<sub>w</sub>**——管道工作内水压力;

**b**——管子的计算长度,  $b = 1 \text{m}$ 。

弯矩系数表

表 4.2.1

荷载类别	系数	素土平基 或 20°土 弧基础	砂基础或 90°土弧 基础	混凝土基础包角		
				90°	135°	180°
回填土及 车辆产生的 竖向压力	管底	0.266	0.178	0.105	0.065	0.047
	<b>K<sub>1</sub></b> 管顶	0.150	0.141			
	管侧	-0.154	-0.145			

荷载类别	系数	素土平基 或 20°土 弧基础	砂基础或 90°土弧 基础	混凝土基础包角		
				90°	135°	180°
回填土及 车辆产生的 侧向压力	管底	-0.125	-0.125			
	$K_2$ 管顶	-0.125	0.125	-0.078	-0.052	-0.040
	管侧	0.125	0.125			
管内水重	管底	0.211	0.123			
	$K_3$ 管顶	0.079	0.071	0.077	0.053	0.044
	管侧	-0.090	-0.082	-0.075	-0.059	-0.048
管自重	管底	0.211	0.123			
	$K_4$ 管顶	0.079	0.071	0.080	0.080	0.080
	管侧	-0.090	-0.082	-0.091	-0.091	-0.091
胸腔的 竖向压屈	管底	0.271	0.155			
	$K_5$ 管顶	0.085	0.076	0.082	0.058	
	管侧	-0.126	-0.117			

注：弯矩系数正负号以管内壁受拉为正，管外壁受拉为负。

**第 4.2.2 条** 根据抗裂度计算原则，预应力混凝土输水管环向配筋，应按下式计算：

一、当  $\gamma R_f > 10^6 K_f \frac{M}{W_h}$  时：

$$A_y = \left[ 10^3 K_f \frac{N}{A_h} + 10^6 K_f \frac{M}{\gamma W_h} - R_f \right] \frac{A_h}{\sigma_{y1}} \quad (4.2.2 - 1)$$

二、当  $\gamma R_f \leq 10^6 K_f \frac{M}{W_h}$  时：

$$A_y = \left[ 10^3 K_f \frac{N}{A_h} + 10^6 K_f \frac{M}{W_h} - \gamma R_f \right] \frac{A_h}{\sigma_{y1}} \quad (4.2.2 - 2)$$

式中  $A_y$ ——每米管长的环向预应力钢筋截面积( $\text{mm}^2$ )；

$\mu_y$ ——环向预应力钢筋配筋率(%),  $\mu_y = \frac{A_y}{A_h}$ ；

$\sigma_{y1}$ ——相应阶段环向预应力钢筋的有效应力(MPa)，

$$\sigma_{y1} = \sigma_{k1} - (\sigma_{s1} + \sigma_{s2} + \sigma_{s3})；$$

$A_h$ ——管壁计算截面面积,  $A_h = bh$  ( $\text{mm}^2$ );

$h$ ——管壁厚度( $\text{mm}$ );

$W_h$ ——管壁几何截面的弹性抵抗矩,  $W_h = \frac{1}{6}bh^2$  ( $\text{mm}^3$ );

$\gamma$ ——矩形截面抵抗矩的塑性系数,  $\gamma = 1.75$ ;

$K_f$ ——抗裂设计安全系数,  $K_f = 1.25$ ;

$R_f$ ——混凝土的抗裂设计强度( $\text{MPa}$ )。

注:在确有根据可保证安全时,式 4.2.2-1 和 4.2.2-2 中,轴向力项内的抗裂安全系数  $K_f$  可按小于 1.25 取值,但不得小于 1.0。

**第 4.2.3 条** 预应力混凝土输水管内压检验时的抗裂压力,应按下列公式计算:

$$P_{k1} = (bhR_f + A_y\sigma_{y1}) \frac{1}{b\gamma h} - P_{k2} \quad (4.2.3)$$

式中  $P_{k1}$ ——预应力混凝土输水管内压检验时的抗裂压力 ( $\text{MPa}$ );

$P_{k2}$ ——用水平水压试验机检验时,管自重及管内水重的折算内压力( $\text{Mpa}$ )。

### 第三节 纵向计算

**第 4.3.1 条** 管子制造阶段,环向预应力钢筋放张时产生的纵向弯曲拉应力,应按下列公式计算:

$$\sigma_w = Q_w \sigma_{y2} \mu_y \frac{r_0}{r_a} \quad (4.3.1)$$

式中  $\sigma_w$ ——纵向弯曲拉应力( $\text{MPa}$ );

$Q_w$ ——弯曲拉应力系数,可按表 4.3.1 取值;

$\sigma_{y2}$ ——相应阶段环向预应力钢筋的有效应力( $\text{MPa}$ ),

$$\sigma_{y2} = \sigma_{k1} - (\alpha_{s1} + \alpha_{s2})。$$

**第 4.3.2 条** 环向压缩泊松应力,应按下列公式计算:

$$\sigma_y = \nu \sigma_{k2} \quad (4.3.2)$$

式中  $\sigma_y$ ——泊松应力( $\text{MPa}$ )。

管径(mm)	Ø400	Ø500	Ø600	Ø700	Ø800	Ø900
Q <sub>w</sub>	0.7038	0.5906	0.4621	0.4935	0.3401	0.2719
管径(mm)	Ø1000	Ø1200	Ø1400	Ø1600	Ø1800	Ø2000
Q <sub>w</sub>	0.2408	0.2082	0.1575	0.1256	0.07606	0.07734

第 4.3.3 条 纵向预应力钢筋配筋率及截面面积,应按下列公式计算:

一、当  $K_f \sigma_w \geq 0.7\gamma R_f$  时:

$$\mu_{yz} = [K_f(\sigma_w + \sigma_y) - 0.7\gamma R_f] \frac{1}{\sigma_{y3}} \quad (4.3.3-1)$$

二、当  $K_f \sigma_w < 0.7\gamma R_f$  时:

$$\mu_{yz} = \left[ K_f \left( \frac{\sigma_w}{\gamma} + \sigma_v \right) - 0.7R_f \right] \frac{1}{\sigma_{y3}} \quad (4.3.3-2)$$

三、 $A_{yz} = \mu_{yz} A_{hz}$  (4.3.3-3)

式中  $\mu_{yz}$ ——纵向预应力钢筋配筋率( );

$A_{hz}$ ——管体环向截面面积( $mm^2$ );

$A_{yz}$ ——管体环向截面的纵向预应力钢筋面积( $mm^2$ );

$\sigma_{y3}$ ——相应阶段纵向预应力钢筋的有效应力(MPa),

$$\sigma_{y3} = \sigma_{k2} - (\alpha_{s4} + \alpha_{s5} + \alpha_{s6})。$$

## 第五章 构 造

第 5.0.1 条 管顶覆土不宜小于  $0.7m$ 。

第 5.0.2 条 环向预应力钢筋的净距不宜大于  $35mm$ ；除管端外，净距不宜小于集料的最大粒径。

第 5.0.3 条 纵向预应力钢筋采用不低于  $550MPa$  冷拔低碳钢丝时，其最小配筋率不应小于  $0.35$ 。

第 5.0.4 条 纵向预应力钢筋单根配筋时，最大净距不应大于  $12cm$ ；成对配筋时，最大净距不应大于  $18cm$ 。

第 5.0.5 条 管道基础敷设方法应按管道承载能力要求确定。实际管基形式与设计条件应一致。

第 5.0.6 条 采用土弧基础时，管体应与弧形槽密切贴合（见图 5.0.6），其支承中心角不应小于  $90^\circ$ 。允许在弧形槽内铺填不大于  $40\sim 60mm$  厚的砂子。当土质不能保持弧形槽的要求时，不

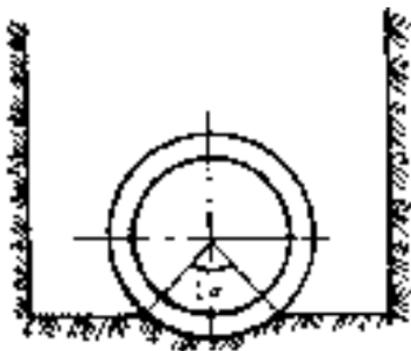


图 5.0.6 土弧基础

允许采用土弧基础。

**第 5.0.7 条** 采用  $90^\circ$  砂基础时,其敷设要求见图 5.0. —71 或图 5.0. 7—2。在铺填砂子卵石或碎石(粒径一般取  $8\sim 12\text{mm}$ )层时,必须夯实。

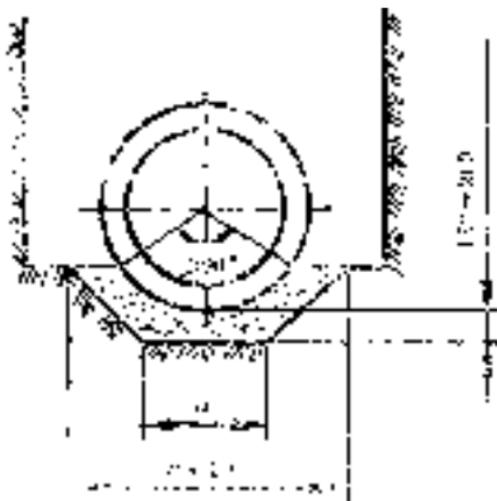


图 5.0.7—1  $90^\circ$ 砂基础

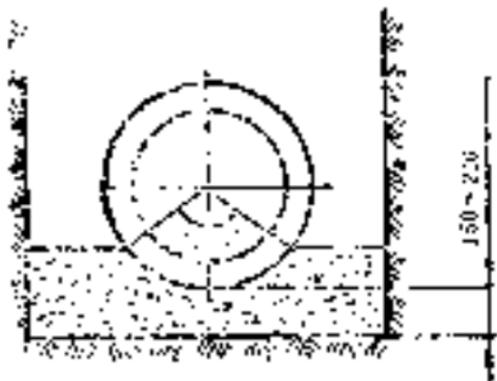


图 5.0.7—2  $90^\circ$ 砂基础

**第 5.0.8 条** 采用混凝土基础时,应按承载能力大小选用相应支承中心角的混凝土基础。混凝土基础尺寸应符合表 5.0.8 及图 5.0.8 的规定。混凝土基础的设计强度不应低于  $10\text{MPa}$ 。

基础支承中心角 $2\alpha$	90°	135°	180°
基础宽度 $b_j$	$\geq D_1 + 2h$	$\geq D_1 + 3h$	$\geq D_1 + 3h$
基础厚度 $h_j$	$\geq 2h$	$\geq 2h$	$\geq 2h$

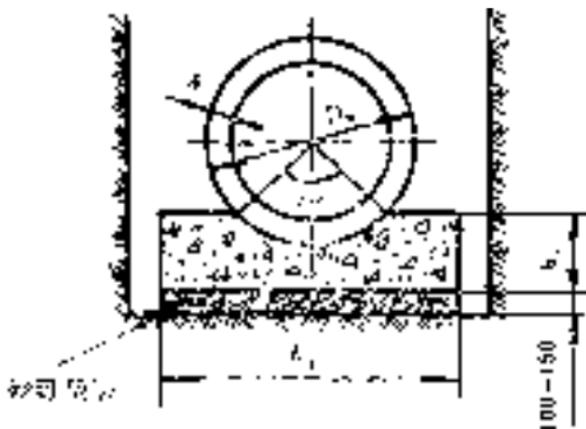


图 5.0.8 混凝土基础

**第 5.0.9 条** 管道两侧回填土必须分层夯实,其密实度不得低于最大密实度的 90%。管顶回填土应按设计文件或相应的施工规范要求进行。

## 附 录 本规范用词说明

一、执行本规范条文时,要求严格程度的用词说明如下,以便在执行中区别对待。

1. 表示很严格,非这样作不可的用词:

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作的用词:

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作的用词:

正面词采用“宜”或“可”;

反面词采用“不宜”。

二、条文中指明应按其它有关标准、规范执行的写法为“应符合...要求”或“应符合...规定”。非必须按所指定的标准、规范或其它规定执行的写法为“可参照...”。

# 附加说明

## 本规范主要起草人名单

### 主要起草人员：

北京市市政工程研究所 孙绍平 姚舜华 温颂申  
北京市第二水泥管厂 曹生龙 龚海荣

### 审查单位：

全国管道结构标准技术委员会

中国建筑资讯网  
www.sinoaec.com