

UDC

SH

中华人民共和国行业标准

P

SH 3055-1993

石油化工企业管架设计规范

Petro-Chemical design specification
for pipe support

1993-11-24 发布

1994-06-01 实施

中国石油化工总公司 发布

中华人民共和国行业标准

石油化工企业管架设计规范

Petro-Chemical design specification
for pipe support

SH 3055-1993

主编单位：中国石化北京设计院

批准部门：中国石油化工总公司

中国石油化工总公司文件

中石化（1993）建字 554 号

关于发布行业标准《石油化工企业 管架设计规范》的通知

各有关单位：

由中国石化北京设计院主编的《石油化工企业管架设计规范》已经审查和定稿。现批准《石油化工企业管架设计规范》SH 3055-1993，为石油化工行业标准，自一九九四年六月一日起实施。原《炼油厂管架管墩设计技术规定》S H J 1064—84，于一九九四年十二月一日废止。

本规范的具体解释工作，由中国石化北京设计院负责。

中国石油化工总公司

一九九三年十一月二十四日

目 次

1	总则	1
2	主要符号	2
3	一般规定	4
4	管架荷载	10
4.1	竖向荷载	10
4.2	管道水平推力	11
4.3	风荷载	12
4.4	地震作用和抗震验算	14
4.5	管道振动荷载	15
4.6	荷载效应组合	15
5	管架计算	19
5.1	独立管架	19
5.2	纵梁式管架	19
5.3	吊索式管架	24
5.4	跨越管架	26
5.5	特种管架	26
5.6	管架基础	28
6	管架材料及构造	29
7	管墩	35
附录A	振动管道	37
附录B	管道水平推力牵制系数	38

附录C 管架基本自振周期计算.....	40
附录D 用词说明.....	42
附加说明.....	43

1 总 则

1.0.1 本规范适用于石油化工企业常用的管架、管墩设计。

本规范不适用于管道本身作受力结构及其它跨越江河的大型跨越管架的设计。

1.0.2 执行本规范时，尚应符合现行有关标准规范的要求。

2 主要符号

2.0.1 作用和作用效应

F_{gk} —— 管架承受的管道轴向水平推力标准值(以下简称轴向水平推力);

F_{uk} —— 管架沿管道轴向位移产生的等效水平推力标准值(以下简称等效水平推力);

F_{tk} —— 管道补偿器弹力标准值;

F_{pk} —— 管道不平衡内压力标准值;

G_k —— 正常操作时管道荷载标准值;

p —— 基础底面的平均压力设计值;

p_{max} —— 基础底面边缘处的最大压力设计值;

f —— 地基承载力设计值;

W_0 —— 基本风压;

W_x —— 管架横向风荷载标准值;

δ —— 单位力作用于架顶时产生的架顶位移。

2.0.2 几何参数

A —— 矩形基础的长边;

B —— 矩形基础的短边;

e_x —— X方向的偏心距;

e_y —— Y方向的偏心距;

l_d —— 前后相邻管架上管道长度之半;

l_v —— 计算跨度;

I_0 ——整个特种管架的截面惯性矩；

θ ——吊索与水平拉杆的夹角；

Δ ——主要热管道的膨胀量。

2.0.3 计算系数及其他

E_s ——钢筋弹性模量；

K_j ——牵制系数；

n ——管道根数；

n_0 ——固定管道根数；

n_j ——固定管架至膨胀弯前第一个管架的活动管架数；

μ ——柱高计算长度系数；

μ_j ——钢与钢静摩擦系数；

μ_d ——钢与钢动摩擦系数；

μ_k ——钢与钢滚动摩擦系数；

μ_s ——风荷载体型系数；

μ_z ——风压高度变化系数；

μ'_s ——竖向弯管风荷载体型系数；

ψ_q ——可变荷载的准永久值系数。

3 一般规定

3.0.1 管架分类

3.0.1.1 按照结构形式可分为：独立式管架（可分为刚性管架和柔性管架）、跨越式管架、纵梁式管架、拉杆式管架、吊索式管架、纵向悬臂式管架、纵向桁架式管架和特种管架。

3.0.1.2 按照管道在管架上的支承条件分为：固定管架和活动管架。

3.0.1.3 按照材料分为：钢筋混凝土管架、钢管架和组合式管架。

注：同时具备下列条件的管架，可称为特种管架：

(1) 管道直径大于等于500mm；

(2) 管道根数小于等于3根；

(3) 管架高度大于10m。

3.0.2 独立式固定管架，应按刚性管架设计；独立式活动管架，可采用刚性管架，亦可采用柔性管架。独立式活动管架，当管架较低或管道膨胀量较大时，应按刚性管架设计；管架较高且管道膨胀量较小时，宜采用柔性管架。

3.0.3 刚、柔性管架，应按下列判别式确定：

$$\text{刚性管架} \quad F_{uk} \geq F_{rk} \quad (3.0.3-1)$$

$$\text{柔性管架} \quad F_{uk} < F_{rk} \quad (3.0.3-2)$$

式中 F_{rk} ——管架承受的管道轴向水平推力标准值（以

下简称轴向水平推力)；

F_{uk} ——管架沿管道轴向位移产生的等效水平推力标准值(以下简称等效水平推力)。

3.0.4 外形简单、改建可能性不大的管架，宜采用钢筋混凝土结构；外形复杂，振动管道较多，改建可能性较大的管架，宜采用钢结构。

3.0.5 纵梁式管架，应符合下列规定：

3.0.5.1 每侧应设置至少一根通长的纵梁；

3.0.5.2 伸缩缝间距：钢结构不宜大于120m，钢筋混凝土结构不宜大于70m；

3.0.5.3 应在每个温度区段中间设置纵向上、下柱间支撑。

3.0.6 主要支承振动管道的管架，应按刚性管架设计，宜采用钢结构。

3.0.7 特种管架应按柔性管架设计，宜采用钢结构。

3.0.8 管架构件挠度计算值，应符合表3.0.8的允许值。

构件允许挠度值

表 3.0.8

构件类型	允许挠度值
钢筋混凝土梁 当 $l_0 < 7$ m时	$l_0 / 200$
当 $9 > l_0 > 7$ m时	$l_0 / 250$
钢 梁	$l_0 / 250$

续表 3.0.8

构件类型	允许挠度值
钢桁架	$l_0/500$

注：①表中 l_0 为构件计算跨度；

②如果钢桁架制作时预先起拱，可将计算所得的挠度值减去起拱值；

③悬臂构件的允许挠度值按表中相应数值乘以系数2取用。

3.0.9 钢筋混凝土管架，当梁柱节点为铰接时，管架柱计算长度，应按表3.0.9采用。

梁柱铰接管架柱计算长度 H_0 表 3.0.9

管架类型		单 跨		双 跨	
		轴 向	径 向	轴 向	径 向
刚性 或柔性 管架	单层	$(1.25 \sim 1.50)H$	$1.50H$	$(1.25 \sim 1.50)H$	$1.25H$
	多层	$1.25H$	$1.25H$	$1.25H$	$1.00H$
纵梁 式 管架	单层	$1.00H$	$1.50H$	$1.00H$	$1.25H$
	多层	$1.00H$	$1.25H$	$1.00H$	$1.00H$

注：①表中轴向、径向指管道轴线方向和直径方向；

②表中 $(1.25 \sim 1.50)$ 的取值，取决于管道对管架梁作用的大小；

若管道重量大、根数多取小值，反之取大值；

(3)H——柱高度(m)；

对于单层管架，取基础顶面至梁底的高度；

对于多层管架，一般取基础顶面至下层梁底的高度。

3.0.10 钢筋混凝土管架，当梁柱节点为刚接时，管架柱计算长度，应按表3.0.10采用。

3.0.11 钢管架柱轴向计算长度按表3.0.10的规定采用，径向计算长度等于柱高H乘以计算长度系数 μ ， μ 按《钢结构设计规范》GBJ 17—88附表5.2规定采用。

3.0.12 钢结构构件的长细比不应超过表3.0.12的容许值。

3.0.13 钢筋混凝土柱长细比，不应超过表3.0.13的容许值。

注：长细比计算时应考虑柱计算方向相对应的柱尺寸。

梁柱刚接管架柱计算长度H₀ 表 3.0.10

管架类型		单跨		双跨		T型架	
		轴向	径向	轴向	径向	轴向	径向
刚性 或柔性 管架	单层	(1.25~1.50)H	1.50H	(1.25~1.50)H	1.00H	(1.25~1.50)H	2.00H
	多层	1.25H	1.25H	1.25H	1.00H	1.25H	2.00H
纵梁 式 管架	单层	1.00H	1.50H	1.00H	1.00H		
	多层	1.00H	1.25H	1.00H	1.00H		

注：①表中轴向、径向指管道轴线方向和直径方向；

②表中(1.25~1.50)的取值，取决于管道对管架作用的大小；若管道重量大，根数多取小值，反之取大值；

③H——柱高度(m)；

对于单层管架，取基础顶面至梁底的高度；

对于多层管架，一般取基础顶面至下层梁底的高度。

钢结构构件容许长细比

表 3.0.12

构件名称		容许长细比
刚性管架柱		150
柔性管架柱		200
柱间交叉支撑		300
一般柱间人字撑		200
柱间支撑上横杆		150
纵梁式管架的纵梁	受拉	300
	受压	200

钢筋混凝土柱容许长细比

表 3.0.13

构件名称		容许长细比
刚性管架柱		30
柔性管架柱		40
固定管架柱		25

4 管架荷载

4.1 竖向荷载

4.1.1 竖向荷载包括结构自重、管道自重、设备重、附件重、保温重、介质或试压时的水重、顶棚重、电缆和仪表桥架重。

4.1.2 作用于管架横梁上的管道竖向荷载，宜按下列规定计算：

4.1.2.1 多根密排管道，一般按均布荷载计算，当遇有一根管道作用于梁上的荷载大于10kN时，该管道应单独按集中力考虑；

4.1.2.2 当预留管道无法确定时，可按图4.1.2所示进行计算，在选择计算区段时，应考虑该区段的代表性。

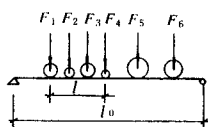
$$q_{rk} = \frac{\sum F_{ki}}{l} \quad (4.1.2)$$

式中 q_{rk} ——管道竖向均布荷载标准值 (kN/m)；

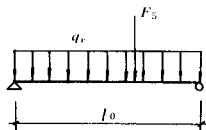
F_{ki} ——某单根管道的竖向荷载标准值 (kN)；

l ——管道计算区段长度 (m)；

n ——管道计算区段内的管道根数 (应大于4根)。



(a) 管道实际分布



(b) 管道竖向荷载计算简图

图4.1.2 管道竖向荷载计算图

4.2 管道水平推力

4.2.1 活动管架承受管道膨胀时产生的摩擦力；固定管架承受管道补偿器弹力和活动管架的反作用力。

4.2.2 活动管架构件支承的管道符合下列条件之一者，水平推力可忽略不计：

输送介质的温度不超过40℃；管道至少10根，且最高温度（包括扫线温度）低于130℃；

主要热管道重量与全部管道重量之比小于0.15。

注：主要热管道是指在计算某构件时，对该构件产生最不利水平推力的那根管道。

4.2.3 刚性管架水平推力，应按下式计算：

$$F_{gk} = k_j G_k \mu_j \quad (4.2.3)$$

式中 k_j ——牵制系数，按附录B采用；

G_k ——正常操作时管道荷载标准值（kN）；

μ_j ——钢与钢的静摩擦系数，取0.3。

4.2.4 柔性管架水平推力，应按下式计算：

$$F_{uk} = \frac{3 B_s k_j \Delta}{H^3} \quad (4.2.4)$$

式中 B_s ——管架管道轴向短期刚度；

Δ ——主要热管道膨胀量。

4.2.5 固定管架，应根据工艺配管提供的水平推力，并考虑两侧活动管架的不平衡水平推力进行设计。

4.2.6 管架横梁荷载作用点，应符合下列规定：

4.2.6.1 活动管架水平推力作用点在梁顶；

4.2.6.2 固定管架水平推力作用点挡板式在距梁顶以下 $e/3$ 处，焊接式在管道中心（图4.2.6）：

4.2.6.3 风荷载作用于梁顶。

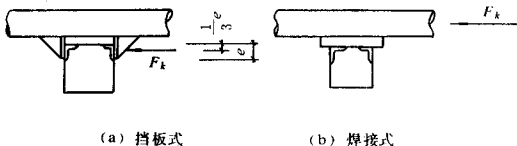


图4.2.6 固定管架作用点

4.3 风荷载

4.3.1 作用于管架横向的管道风荷载，应按下式计算：

$$W_n = \mu_s \mu_z W_0 d l_d \quad (4.3.1)$$

式中 W_n ——管架横向风荷载标准值（kN），

μ_s ——风荷载体型系数，按表4.3.1选取；

μ_z ——风压高度变化系数，按《建筑结构荷载规范》

GBJ 9—87采用：

W_0 ——基本风压 (kN/m^2)；

d ——管道外径 (包括保温层)，多根管道一般取平均外径 (m)；

l_d ——前后相邻管架间管道长度之半 (m)。

风荷载体型系数

表 4.3.1

管道根数	体型系数 μ_s
单 根	0.7
两 根	1.0
三、四根	1.4
>五根	1.65

注：①上述 μ_s 值适用于 $W_0 \cdot d^2 > 0.015$ 的情况。当 $W_0 \cdot d^2 < 0.002$ 时，应乘1.7后采用；当 $0.002 < W_0 \cdot d^2 < 0.015$ 时，可按中间插入法计算。

②当按多根管道计算的值小于按单根管道计算的值时，取单根管道计算的值。

4.3.2 对于支承竖向弯管的管架 (图4.3.2)，在纵向计算时，管道的纵向风荷载，应按下列式计算：

$$W_l = \mu_s' \mu_z W_0 l_d \Sigma d \quad (4.3.2)$$

式中 W_l ——竖向弯管风荷载标准值 (kN)；

μ_s' ——竖向弯管风荷载体型系数，可按下列规定取值：

单根管道时: $\mu'_s = 0.7$;

两根管道时: 按《建筑结构荷载规范》GBJ
9—87上下双管取值;

两根管道以上时: $\mu'_s = 1.3$;

l_h ——竖向弯管高度 (m)。

注: 上述 μ'_s 值适用于 $W_0 d^2 > 0.015$ 的情况。当 $W_0 d^2 < 0.002$ 时, 应乘1.7后采用; 当 $0.002 < W_0 d^2 < 0.015$ 时, 可按中间插入法计算。

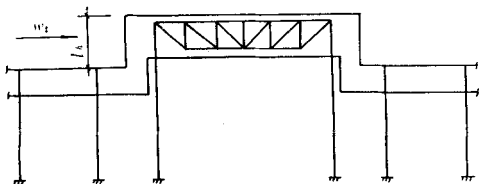


图1.3.2 具有竖向弯管的管架

4.4 地震作用和抗震验算

4.4.1 6~9度地震区, 除4.4.2条规定的管架以外, 一般可不进行抗震验算, 但应符合现行抗震规范抗震措施要求。

4.4.2 抗震设防烈度为7度、8度和9度的下列管架, 应考虑管架横向水平地震作用并进行抗震验算:

4.4.2.1 管架上所铺设的管道，其中三根或更多的管道直径大于500mm、单根烟气管道、转油管道和高温高压油气管道；

4.4.2.2 带重型顶盖的管架；

4.4.2.3 带空冷器或换热器平台的管架。

4.4.3 8度和9度时，跨度大于等于24m的管道或支承管道的桁架，应进行竖向地震作用计算，8度和9度时可分别取总重力荷载代表值的10%和20%。

4.5 管道振动荷载

4.5.1 管道振动荷载的动力系数，应按下列规定采用：

4.5.1.1 刚性活动管架：对总振动管道荷载乘以1.3~1.5的动力系数，并以此计算管道水平推力；

4.5.1.2 固定管架：应对总振动管道荷载乘以1.3~1.5的动力系数，并对补偿器反弹力乘以1.3的动力系数。

注：①振动管道见附录A；

②计算基础时不考虑振动影响；

③本条规定的动力系数不适用于设有限制振动装置的管道。

4.6 荷载效应组合

4.6.1 管架设计应按承载能力极限状态和正常使用极限状态分别进行荷载效应组合。荷载效应组合时重要性系数 γ 取1.0。

4.6.2 管架基本荷载分类、代号、分项系数，应按表4.6.2确定。

荷载代号及分项系数

表 4.6.2

荷载类别	代号	荷载分项系数
结构自重, 管道自重, 附件、保温 隔热、衬里重、设备自重, 电缆和仪表桥架重	(1)	1.3
管道操作介质重	(2)	1.3
管道平台操作活荷载	(3)	1.3
管道试压充水水重	(4)	1.1
活动管道水平推力	(5)	1.3
活动管架反作用于固定管架的水平推力	(6)	1.3
管道膨胀弹性反作用力	(7)	1.3
管道振动力	(8)	1.0
风荷载	(9)	1.1
横向地震作用	(10)	1.3

续表 4.6.2

荷载类别	代号	荷载分项系数
纵向地震作用	(11)	1.3
竖向地震作用	(12)	1.3

4.6.3 管架承载能力极限状态，应按表 4.6.3 采用荷载效应基本组合和地震作用效应组合，取其不利者进行设计。

承载能力极限状态效应组合 表 4.6.3

组合情况	参加组合内容
活动管架正常操作	(1) + (2) + (3) + (5) + (8) + (9)
固定管架正常操作	(1) + (2) + (3) + (6) + (7) + (8) + (9)
管线试压	(1) + (3) + (4) + (9) × β
横向地震作用	(1) + (2) + (10)
纵向地震作用	(1) + (2) + (7) + (11)
竖向地震作用	(1) + (2) + (12)

注：特种管架 $\beta = 0.6$ ，其它管架 $\beta = 1.0$ 。

4.6.4 工程分期建设时，应考虑各期工程的管道情况，按表 4.6.3 进行荷载效应组合，取其最不利者进行设计。

4.6.5 管架正常使用极限状态，应验算梁（或桁架）竖向挠度，并按表 4.6.5 进行效应组合。钢筋混凝土管架应按荷载的短期效应组合并考虑长期效应组合的影响；钢管架考虑荷载短期效应。

正常使用极限状态效应组合 表 4.6.5

组 合 情 况	参 加 组 合 内 容
活动管架正常操作	(1)+(2)+(3)+(8)
固定管架正常操作	(1)+(2)+(3)+(8)
管 线 试 压	(1)+(3)+(4)

注：活动管架，固定管架上支承的管道，均应考虑行充水试压。

4.6.6 当采用荷载长期效应组合时，可变荷载的准永久值系数 ψ_q 可按下列规定采用：

管道操作介质重 $\psi_q = 1.0$ ；

管道平台操作活荷载 $\psi_q = 0.5$ ；

管道振动力 $\psi_q = 0.7$ 。

5 管架计算

5.1 独立管架

5.1.1 独立管架内力，应分别按平面内、平面外计算。

5.1.1.1 柱按双向偏心受压计算。对于“T”型管架柱，必要时，应进行抗扭计算。

5.1.1.2 活动管架梁应按双向受弯计算。固定管架梁，应按双向受弯兼受扭计算，计算受扭时，近视为两端为固定。

5.1.1.3 管架的计算简图如下：

5.2 纵梁式管架

5.2.1 纵梁式管架结构系以一个温度区段作为一个计算单元，管架横梁承受管道的竖向荷载和水平推力。

5.2.2 管架纵梁应能传递纵向拉力，并承受横向进出管道荷载和其他荷载。

5.2.3 纵梁的纵向拉力可按下式计算：

$$N_k = \sum_{i=1}^{n_n} (F_{tk} + \sum_{i=1}^{n_l} F_{gdt}) + F_{pt} \quad (5.2.3)$$

式中 N_k ——纵梁纵向水平拉力标准值 (kN)；

F_{tk} ——纵梁固定管道补偿器弹力标准值 (kN)，由配管专业提供；

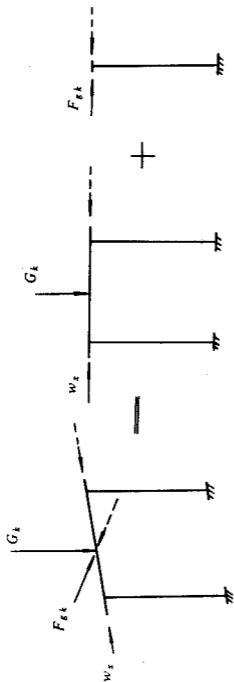


图5.1.1-1 单层刚性管架计算简图

注：图中竖向荷载 G_k 和水平推力 F_{gk} ，仅表示荷载作用方向，不表示集中荷载或均布荷载。图中未表示梁柱连接方式（以下各简图亦相同）。

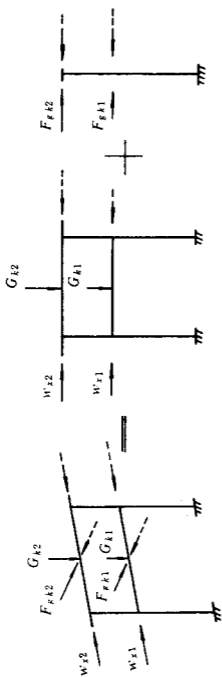


图5.1.1—2 双层刚性管架计算简图

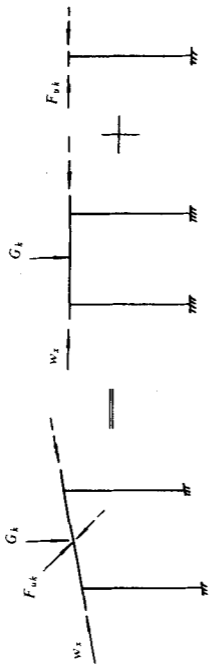
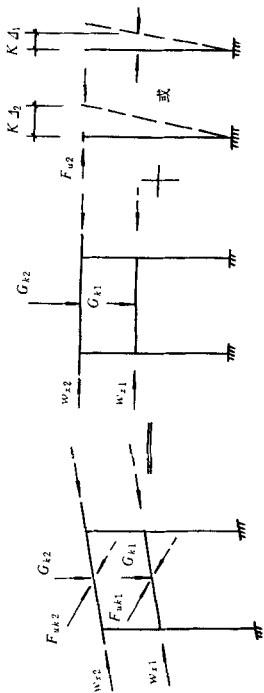


图5.1.1-3 单层柔性管架计算简图



(a) 轴测图 (b) 正面图 (c) 主要热管在上层 (d) 主要热管在下层

图5.1.1-4 双层柔性管架计算简图

F_{gdt} ——活动刚性管架通过管道作用于固定管架的反作用力标准值 (kN)；

F_{pt} ——管道不平衡内压力标准值 (kN)；

n_o ——固定管道根数 (操作或扫线温度 40℃ 及其以下的管道不考虑)；

n_j ——固定管道至膨胀弯前第一个管架之间活动管架数。

5.2.4 一般情况下，纵梁式管架的柱间支撑仅按构造要求设置，可不作强度计算。当需要计算时，柱间支撑承受两侧不平衡纵向力标准值，可按下式计算：

$$N_{nek} = N_{kmax} - 0.8 N_{kmin} \quad (5.2.4)$$

5.2.5 一般情况下管架柱可不考虑管道水平推力作用，当管架铺设多层管道，而纵梁只有一层时，宜考虑无纵梁处固定管道水平推力对柱产生的弯矩。

5.3 吊索式管架

5.3.1 吊索式管架体系，以二个固定架之间为一个计算单元。管道水平推力和吊索水平分力由拉杆传递，水平拉杆的不平衡力即为固定管架水平推力。活动管架柱不考虑承受水平推力作用。管架横梁的计算同独立管架。

5.3.2 水平拉杆最大拉力出现在靠近固定管架跨间的二个吊点之间，其值可按下式计算：

$$N_{lk} = F_{gk} + R_c \lg \theta \quad (5.3.2)$$

式中 N_{lk} ——水平拉杆拉力 (kN)；

R ——吊梁反力标准值 (kN)；

θ ——吊索与水平拉杆的夹角。

尽头或转弯管架，应考虑不平衡拉力。

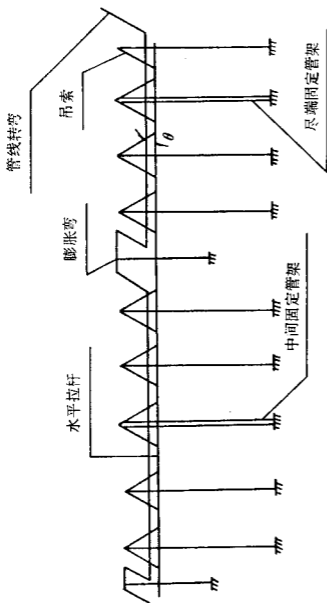


图5.3.2 吊索式管架

5.4 跨越管架

5.4.1 跨越管架和相邻第一个低管架（见图 5.4.1）的竖向荷载和水平推力，均应乘以 1.5 的增大系数。若有振动管道时，尚应按 4.5.1 条规定对振动管道乘以动力系数。

5.4.2 计算跨越管架的管道水平推力时，应考虑下列二种情况：

5.4.2.1 不带桁架的跨越管架，宜按柔性管架设计。计算架顶变位时，管道长度取跨度的 1/2。

5.4.2.2 带桁架跨越管架与两侧的固定管架在同一轴线上时，可不考虑跨越管架架顶的水平推力。

5.5 特种管架

5.5.1 特种管架的受力与柔性管架相同。

5.5.2 当管道为滑动支座时，等效水平推力，应按下列式计算：

$$F_{uk} = \frac{\Delta}{\delta} \quad (5.5.2)$$

式中 Δ ——管架最大允许位移 (mm)；

δ ——单位力作用于架顶时产生的架顶位移 (mm/kN)，

$$\delta = \frac{H^3}{3EI_0}$$

I_0 为整个管架的截面惯性矩 (mm⁴)。

根据公式 (5.5.2) 求得的 F_{uk} 值，应符合式 (3.0.3—2) 的要求。

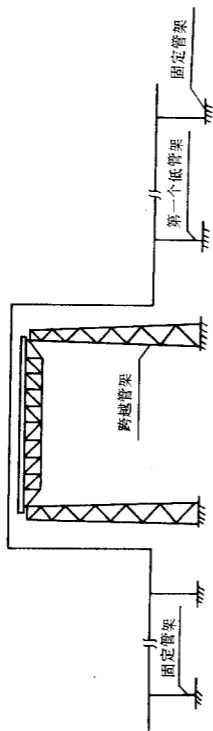


图5.4.1 跨越管架

5.5.3 当管道为滚动支座时，水平推力应按下式计算：

$$F_{uk}' = G_k \mu_g \quad (5.5.3)$$

式中 F_{uk}' ——滚动支座管道水平推力标准值 (kN)；

μ_g ——钢与钢滚动摩擦系数，取0.1。

结构计算时，取 F_{uk}' 与 F_{uk} 的较小值。

5.6 管架基础

5.6.1 活动管架基础的底面压力，应符合下式要求：

$$p < f \quad (5.6.1-1)$$

受偏心荷载作用时，除应满足公式 (5.6.1-1) 要求外，尚应符合下式要求：

$$p_{max} < 1.2f \quad (5.6.1-2)$$

式中 p ——基础底面处的平均压力设计值；

p_{max} ——基础底面边缘处的最大压力设计值；

f ——地基承载力设计值。

5.6.2 计算固定管架基础时，除应满足式 (5.6.1-1) 和 (5.6.1-2) 要求外，尚应符合下式要求：

$$\frac{e_y}{B} < \frac{1}{4} \quad (5.6.2)$$

式中 B ——管道轴向的基础底边长；

e_y ——管道轴向水平力产生的偏心距。

5.6.3 基础最小埋深，不得少于 700 mm。冻土地基的管架基础，应符合《建筑地基基础设计规范》GBJ 7—89 中冻土地基的有关规定，但基础埋深可适当减小。

6 管架材料及构造

6.0.1 混凝土强度等级，应满足以下要求：

钢筋混凝土梁柱，不宜低于C 25；

钢筋混凝土基础，当采用I级钢筋时，不宜低于C 15；
当采用II级钢筋时，不宜低于C 20；

混凝土基础不宜低于C 15。

6.0.2 钢材的选用，应符合以下要求：

钢筋：I级钢筋或II级钢筋；

型钢和钢板：Q 235—B·F；

地脚螺栓：Q 235—B·F。

注：当室外气温低于 -20°C 时，宜采用Q 235—B。

6.0.3 钢筋混凝土管架梁断面（ $b \times h$ ），不宜小于
 $200\text{mm} \times 250\text{mm}$ ；柱断面（ $a \times b$ ）不宜小于
 $250\text{mm} \times 250\text{mm}$ 。

6.0.4 受力钢筋的混凝土保护层最小厚度，应符合下列规定：

管架梁、柱：35mm；

有垫层的基础：35mm；

无垫层的基础：70mm。

6.0.5 钢筋混凝土管架梁顶，应按图 6.0.5—1 或图
6.0.5—2 设通长预埋件。当管道需要设导向支座时，预
埋件宜采用图 6.0.5—2 形式。固定管架梁预埋件，宜采

用图6.0.5-3 的形式。

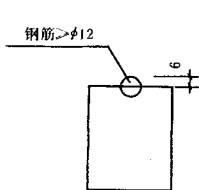


图6.0.5-1

活动管架梁预埋件—1

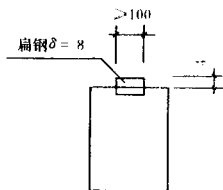


图6.0.5-2

活动管架梁预埋件—2

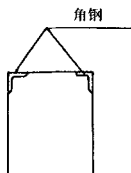


图6.0.5-3 固定管架梁预埋件

6.0.6 钢筋混凝土管架的箍筋，应符合下列要求：

6.0.6.1 “T”型管架的柱和固定管架梁的箍筋，应做成抗扭箍筋。

6.0.6.2 下列范围内柱的箍筋间距不应大于100mm，箍筋直径不应小于 $\phi 8$ ；

(1) 固定管架、“T”型管架、跨越管架和主要支承

振动管道的管架、抗震设防烈度为 7 ~ 9 度区的管架，在柱顶以下 500 mm 范围内和柱底至地坪以上 500 mm 范围内；

(2) 柱间支撑与柱连接点中心上下各 300 mm 范围内。

6.0.7 装配式钢筋混凝土管架，梁柱铰接节点，应符合图 6.0.7—1 和图 6.0.7—2 的要求：

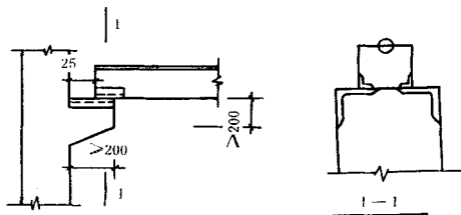


图 6.0.7—1 下层梁柱节点

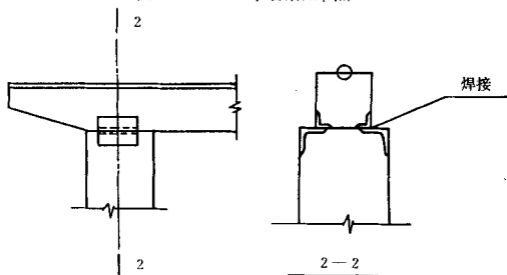


图 6.0.7—2 顶层梁柱节点

6.0.8 固定管架、跨越管架、主要支承振动管道的管架、设有柱间支撑的管架、抗震设防烈度为7~9度区的管架、梁柱铰接节点预埋角钢的锚筋，不宜少于 $4\phi 12$ ，锚固长度不应小于 $30d$ ；当锚固长度不能满足时，应采取相应的措施。

6.0.9 纵向悬臂式管架悬臂梁的下部钢筋应不少于 $2\phi 12$ 。

6.0.10 钢结构管架的梁柱节点，宜做成刚接。

6.0.11 固定管架的钢梁，宜采用封闭截面形式，不宜采用单根轧制工字钢或槽钢。

6.0.12 纵梁式管架柱间支撑，应满足下列要求：

柱间支撑宜各层连续设置，下柱支撑应确保水平力能直接传给基础。

交叉支撑在交叉点宜设节点板；

柱间支撑节点板的厚度，不应小于 8mm ；

6.0.13 纵梁式钢管架伸缩缝处纵梁，可设椭圆孔。(图6.0.13)。

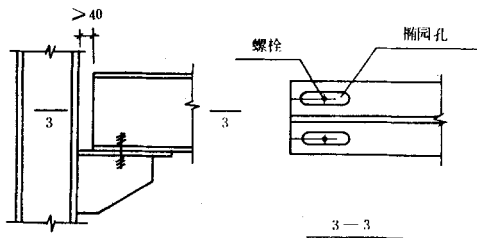


图6.0.13 伸 缩 缝 构 造

6.0.14 纵梁式管架采用钢筋混凝土或钢桁架纵梁时，伸缩缝处纵梁，可采用滚动支座。

6.0.15 设防烈度为7度至9度时，活动管架顶层梁端，应按下列规定设置挡板：

在管道直线段，每隔一个管架设一个；

管道转弯处必须设置；

特种管架每个管架上均应设置。

6.0.16 地脚螺栓中心到钢筋混凝土基础边缘的距离，特种管架和柱间支撑处的基础，不小于150mm；一般管架基础，不小于100mm。柱脚板边缘到基础边缘的距离，不宜小于50mm。

6.0.17 钢管架基础顶面，应预留30mm的找平层，待柱安装后用1:2水泥砂浆填实，基础顶面高出设计地面的高度，不宜小于150mm。

6.0.18 钢管架柱基础短柱构造配筋，应符合图6.0.18的要求。

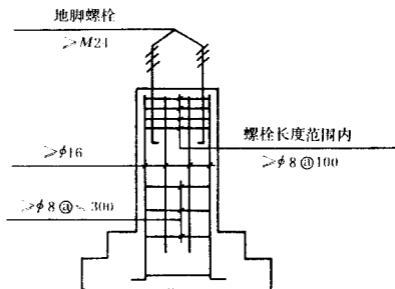


图6.0.18 钢柱基础短柱配筋

6.0.19 钢筋混凝土“T”型管架柱，其主筋在梁中的锚固长度，应大于 $40d$ 。

7 管 墩

7.0.1 活动管墩,应采用钢筋混凝土结构(图7.0.1-1),固定管墩,应采用钢筋混凝土结构(图7.0.1-2),根据现场施工安装条件,可采用预制或现浇。

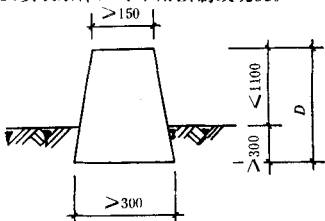


图7.0.1-1 混凝土活动管墩

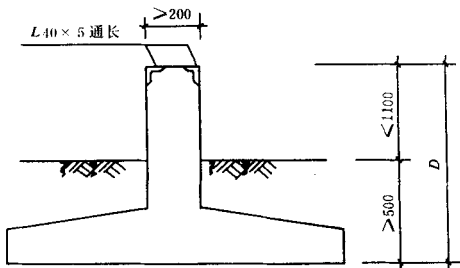


图7.0.1-2 钢筋混凝土结构固定管墩

7.0.2 作用于管墩的竖向荷载和管道水平推力与管架荷载相同，不考虑地震作用。

7.0.3 活动管墩可不作稳定和强度验算，当地基承载力标准值小于80kPa时，应验算地基承载力。

7.0.4 钢筋混凝土固定管墩，应按竖向荷载与管道水平推力验算管墩强度、稳定和地基承载力。

7.0.5 管墩的混凝土强度等级，应符合下列规定：

活动管墩，不低于C 15；

固定管墩，当采用Ⅰ级钢筋时，不低于C 15；当采用Ⅱ级钢筋时，不低于C 20。

7.0.6 钢材的选用，应符合下列规定：

钢筋：Ⅰ级钢筋或Ⅱ级钢筋；

预埋件：Q235—B·F。

附录A 振动管道

A.0.1 下列管道属于振动管道:

直径大于等于200mm的蒸汽管道;

往复泵输送的液体管道;

时开时停,扫线频繁的原油、重油管道;

活塞式压缩机输送的气体管道;

装有快速切断阀的管道;

生产过程中突然升温增压的管道(如紧急放空线、去火炬管道);

转油管道、烟气管道;

其它容易产生振动的管道。

A.0.2 振动管道的下列部位容易发生振动:

往复泵或活塞式压缩机出口处;

加热炉出口处;

设有安全阀或减压阀处;

设有降压孔板处;

管道直径改变处;

管道分支接头处;

管道垂直或水平转弯处。

附录B 管道水平推力牵制系数

计算管道膨胀产生的摩擦力，或管架变位产生的等效水平力时，应考虑管道牵制作用，即把管道摩擦力或管架变位等效水平力，按下列原则乘以牵制系数。

(1) 管道根数 $n < 3$ 时，不考虑牵制作用，即牵制系数 $K_j = 1$ ；

(2) 管道根数 $n = 3$ 时，按表B 取用；

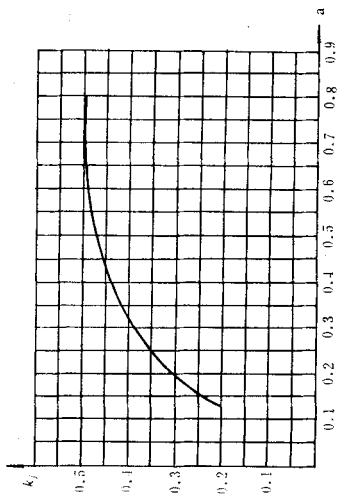
单层管架上铺设三根管道时的牵制系数 表B

$a = \frac{\text{主要热管重量}}{\text{全部管道重量}}$	牵制系数 K_j
$a < 0.5$	0.5
$0.5 < a < 0.7$	0.67
$a > 0.7$	1.00

(3) 管道根数 $n > 4$ 时，根据算得的 a 值，按图B 查取；

(4) 计算横梁时，考虑该梁上的管道，并从中选取一根主要热管道；

(5) 计算柱时，考虑整个管架上的管道，并从中选取一根主要热管道。



$$a = \frac{\text{主要热管重量}}{\text{全部管线重量}}$$

图B 管线水平推力牵制系数

附录C 管架基本自振周期计算

管架可视为单质点体系,其基本自振周期,按下式计算:

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{G_{eq}}{gk}} \quad (C-1)$$

式中 T_1 ——管架基本自振周期 (s);

g ——重力加速度,取 $9.81 \text{ (m/s}^2\text{)}$;

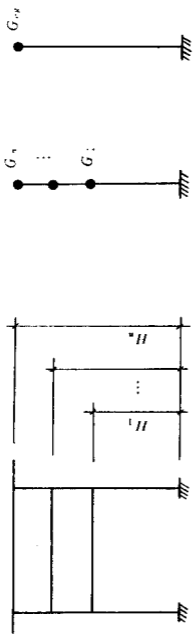
k ——等效刚度 (kN/m);

$$\text{钢管架} \quad k = \frac{3E\Sigma I}{H} \quad (C-2)$$

$$\text{钢筋混凝土管架} \quad k = \frac{3\Sigma BS}{H} \quad (C-3)$$

G_{eq} ——计算周期时,管架等效总重力荷载,单层管架同式(4.4.4-3),二层以上管架为:

$$G_{eq} = G_n + \sum_{i=1}^{n-1} \left(\frac{H_i}{H}\right)^2 \quad (C-4)$$



(a) 结构简图

(b) 质点分布

(c) 等效水平质点

图C 管架基本自振周期计算简图

G_1 、 G_2 、 G_n 分别集中于 H_1 、 H_2 、 H_n 处的重力荷载代表值。

注：公式C-2，C-3的刚度计算公式仅适用于管架梁柱节点为

铰接的情况，当梁柱刚接时，应按单层刚架计算其刚度。

附录D 用词说明

本规范条文中要求严格程度的用词，在执行时按下述说明区别对待。

- D.0.1** 表示很严格，非这样做不可的用词：
正面词采用“必须”；
反面词采用“严禁”。
- D.0.2** 表示严格，在正常情况下应这样做的用词：
正面词采用“应”；
反面词采用“不应”或“不得”。
- D.0.3** 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：
正面词采用“宜”或“可”；
反面词采用“不宜”。

附加说明 本规范主编单位、参加编制单位和主要起草人名单

主 编 单 位：中国石化北京设计院

主要起草人：陈克 刘洪坤 陈传金

中华人民共和国行业标准

石油化工企业管架设计规范

SH 3055-1993

条文说明

1993 北京

目 次

1	总 则	1
3	一般规定	2
4	管架荷载	5
4.1	竖向荷载	5
4.2	管道水平推力	5
4.3	风荷载	7
4.4	地震作用和抗震验算	8
4.5	管线振动荷载	8
4.6	荷载效应组合	8
5	管架计算	10
5.1	独立管架	10
5.2	纵梁式管架	10
5.4	跨越管架	10
5.5	特种管架	11
5.6	管架基础	11
6	管架材料及构造	12
7	管 墩	14
附录C	管架基本自振周期计算	15

1 总 则

1.0.3 管线与管架是一个完整的结构体系，管架受力大小与管线的布置密切相关，而管架与管线由土建与配管分别设计，因而时常出现局部合理，而整体不合理的现象，使总造价上升。因此，本规范强调专业间共同研究、协调配合，以求得较好的综合经济效果。

3 一般规定

3.0.2 选择刚性管架或柔性管架,主要考虑经济合理性。 $F_{uk} < F_{gk}$ 说明采用柔性管架,水平推力较小,在同样满足生产要求的条件下,可得到较为经济的管架断面; $F_{gk} < F_{uk}$ 说明在这种情况下采用刚性管架,能得到较为经济的管架断面。

固定管架是管线的固定点,要求架顶变位较小,必须有足够的刚度,应按刚性管架设计。

跨越管架和其它较高的活动管架,由于管架很高,如按刚性管架设计,柱脚弯矩很大,造成浪费,而且这类管架架顶变位要求不高,故采用柔性管架比较合理。

3.0.5 由于实际管线的膨胀弯和固定点的布置不可能完全平衡,而且纵梁式管架一般用于生产装置,管线都有不同程度的振动,因此要设置柱间支撑,及加强管架纵向整体刚度,以抵抗各种水平荷载的作用。

3.0.6 历次调查发现,由于管线振动造成管架破坏现象很普遍,也很严重,所以本规范对主要支承振动管线的管架单独列出,并作出具体规定。

考虑刚性管架能够使振动作用衰减,纵梁式管架整体刚度好,抗振能力强。从实际处理振动的经验中得知,控制振动的发生和在易发振部位采取措施是解决振动的有效

手段，解决这些问题主要依靠工艺措施。所以本条提出配管与土建专业共同采取防振、减振措施，并首先应立足于采取管线减振措施。

3.0.7 本条所列管架一般都属于高温、高压、易燃易爆管线，都有程度不同的振动。管线直径较大，管架又较高，从生产安全的角度上要求更多的重视它。本规范把这类管架单独列出，作为特种管架，使设计这类管架时有所依据。

特种管架很高，按刚性管架设计难度大，而且也太浪费。如果采用实腹柱形式很难满足稳定要求，所以推荐采用矩形格构式塔架。钢结构的柔性较好，抵抗能力较强，本规范规定采用钢结构。固定管架要求架顶发生较小变位，特种管架不能满足这个要求。

3.0.10, 3.0.11 管架柱的计算长度，沿管线轴向，考虑管线对管架的纵梁作用，上端视为弹性支座。当下端固定时，计算长度系数依据管线纵梁作用的程度取1.25~1.5。钢筋混凝土管架柱径向计算长度系数是按照《混凝土设计规范》（GBJ 10—89）确定的。纵梁式管架对照露天吊车栈桥有柱间支撑情况考虑。取轴向计算长度系数为1.0。

3.0.12 钢柱控制允许长细比主要是为了避免柔度过大，在运输安装过程中产生过大变形，不利于承受动荷载。柱间支撑按受拉杆件考虑。

3.0.13 根据总长度、承受荷载大小与一般厂房柱相比，钢筋混凝土管架柱的允许长细比，可比一般厂房柱放宽，

但考虑到管架是在露天条件下使用，而且经常有意外荷载作用，故提出了表3.0.15的允许值。考虑固定管架的受力特点，提供了不同的允许值。

4 管架荷载

4.1 竖向荷载

4.1.2 提出公式(4.1.2)的目的,是为了保证在任何时候都必须考虑全梁满布管线。只要梁上有位置就要考虑有管线荷载。

4.2 管道水平推力

4.2.2 提出本规定的依据是:

(1) 常温管线的介质温度虽然有些变化,但变化不大而且很缓慢,对管架水平推力影响不明显;

(2) 当管线较多,温度(包括扫线温度)低于 130°C 时,或当主要热管线重量与全部管线重量之比小于0.15时,所产生的水平推力都较小,一般构造配筋就可以满足,不需要计算配筋。

4.2.3 原北京石油设计院做了大量的试验和现场观测,总结出管线牵制作用的概念,并根据试验结果绘制出牵制系数曲线图,从而使管架水平推力计算更加准确、可靠,本规范引用了他们的计算公式和试验成果。

4.2.4 管线作用于管架的水平推力,是由于管线膨胀变形产生,通过管线与管架梁的摩擦传给管架的。当采用刚性管架时,水平推力等于极限摩擦力;而采用柔性管架时,这个摩擦力不能直接求得,而是通过计算管架的位移来求

得水平推力，我们将用这种方法求得水平推力称为位移等效水平推力。在计算钢筋混凝土管架柱刚度时，考虑力的短渐性、经常性、方向不定性，取柱的短期刚度。

4.2.5 固定管架水平推力一般由配管专业提供，亦可按表4—1计算：

典型的固定管架水平推力 表4—1

管架图	计算公式	适用条件
	$F_{r_g} = \Sigma F'_l - \Sigma F'_r$ $+ 0.8 (\Sigma F'_{g_d} - \Sigma F'_{g_d})$ $F_{r_u} = \Sigma F'_l - \Sigma F'_r$ $+ 0.8 (\Sigma F'_u - \Sigma F'_u)$	二相邻补 偿器间无 闸阀
	$F_{r_g} = \Sigma F'_l + 0.8 \Sigma F'_{g_d}$ $+ \beta \Sigma F_p$ $F_{r_u} = \Sigma F'_l + 0.8 \Sigma F'_u$ $+ \beta \Sigma F_p$	二相邻补 偿器间有 闸阀
	$F_{r_g} = \Sigma F'_l + 0.8 \Sigma F'_{g_d}$ $F_{r_u} = \Sigma F'_l + 0.8 \Sigma F'_u$	尽端固定 管架无闸 阀

注：①表中符号

F_{r_g} 、 F_{r_u} ——分别为刚性体系、柔性体系时固定管架轴向水平推力。其中 F_{r_u} 属结构专业计算；

F'_l 、 F'_r ——分别为固定管架左边、右边的管线膨胀弯反弹力，配管专业提供；

$\Sigma F'_{\mu d}$ 、 $\Sigma F''_{\mu d}$ ——分别为固定管架左边、右边的刚性管架通过管线作用于固定管架的反作用力之和，计算至膨胀弯前第一个管架；

$$F_{\mu d} = K G_k \mu_d$$

μ_d ——钢与钢的动摩擦系数，可取 $\mu_d = 0.2$ ；

$\Sigma F'_\mu$ 、 $\Sigma F''_\mu$ ——分别为固定管架左边、右边的柔性管架通过管线作用于固定管架的作用力之和；

$$F_u = \frac{m F_{u_n}}{Z} (n + 1)$$

F_{u_n} ——膨胀弯前第一个管架的变位等效水平推力；

m ——一个管架中柱的根数；

- ②当固定管架上，高低温管线全设固定点时，其中管线温度 $t < 40^\circ\text{C}$ 的管线，不计算固定管线水平推力；
- ③当固定管架上同时铺设有固定管线和活动管线时，仅考虑固定管线的水平推力，活动管线水平推力可不考虑；
- ④固定管架水平推力的计算，涉及配管和结构二个专业，而主要是配管专业。应主要由配管专业负责，结构专业提供有关数值。因此本附录只列出典型管架的推力计算公式，目的在于反映活动管架摩擦反力或柔性管架变位等效水平推力与管线膨胀弯弹力的关系。至于非典型管架的计算公式，可按配管专业的规定参照本附录的方法进行计算。

4.3 风 荷 载

4.3.1, 4.3.2 本规范管线风荷载计算是根据(GBJ9—87)规范提出的,对该规范未列出风荷载体型系数的部分,采取与其接近的情况进行对比分析的方法,求得本规范的采用值。

4.4 地震作用和抗震验算

4.4.1, 4.4.2 根据震害调查,地震时一般管架破坏的很少,没有必要进行截面抗震验算,仅当管线较少和较大时,需要进行验算;带重型顶盖的管架,带空冷器或换热器平台的管架结构形式已与纯管架不同,应进行抗震验算。

4.5 管线振动荷载

4.5.1 本条所列振动管线,是根据多次调查,从已有振动破坏事例中总结出来的。每一种振动管线都有过振动破坏的事实,本规范中将他们列出。随着生产技术的发展,还可能发现其它振动管线。

4.5.2 由于管线振动振源各异,管线大小、刚度各不相同,很难从理论上求出反映实际情况的计算公式。目前比较实际的方法是采取减、抗震措施。本规范在总结以往经验的基础上,参考其他行业对振动荷载的处理方法,提出乘以动力系数的方法。动力系数1.5和1.3是考虑实际振害程度和设计能够承受的能力,综合权衡后提出的。对未设置限制振动管卡的管线,管架所受的振动力将大大增加,若仍用1.5的动力系数是不安全的,但目前尚提不出一个准确的系数,因此本规范的规定不包括未设置限制振动装置的管线。

4.6 荷载效应组合

4.6.4 对管架来说,不一定管线多才不利,根据以往的

使用情况，往往管线少的管架反而损坏，管线多的管架反而安全。所以本条提出要分别二种情况，取其最不利者进行设计。

5 管架设计

5.1 独立管架

5.1.1 双层柔性管架，当主要热管在顶层时，管架顶层的变位是主要的，其它管线包括下层管线都起牵制作用。F 值的大小主要取决于顶层变位，因此F 值应该取用顶层变位和相应柱高来计算。同理，当主要热管在下层时，亦应取下层位和相应于下层的高度来计算F 值。

5.2 纵梁式管架

5.2.4 纵梁式管架的柱间支撑，以往设计多数只控制长细比，经多年使用没有发现问题，而且柱间支撑的受力很复杂，提不出明确的计算方法，基于上述原因本条提出仅按构造设置，可不作截面强度验算。

5.4 跨越管架

5.4.1 1979年和1980年管架调查均发现，几乎所有的跨越管架，只要支承有高温或振动的较大管线，这个跨越管架就遭到不同程度的破坏，相邻第一个低管架在大管线处，梁被冲击剪切破坏，混凝土振碎、剪断，柱在接近地面处，产生几道或多道水平裂缝，分析其原因：

①该处直角转弯，气体或液体流动受阻，加上管线内介质压力波动，极易发生振动；

②膨胀弯处离固定点最远，膨胀量最大；

③由于管线竖向膨胀，高管架处管线脱空，荷载移向低管架，使低管架荷载增加。这三个因素集中在一起，就形成很大破坏力，从而使跨越管架大量损坏。综合以上因素，规定1.5的荷载增大系数，这个系数只反映荷载转移问题，不反映振动问题。

5.4.2 跨越管架上管线的膨胀零点，向二侧膨胀，因此计算管线长度取跨度的 $1/2$ 。对于带桁架的跨越管架，管线膨胀产生的水平推力由跨越管架的桁架上弦杆承受，它将抵消一部分上弦杆压力，对桁架有利，这就是本条规定的依据。

5.6 管架基础

5.6.2 本规范对活动管架基底脱离区不作限制，是从活动管架使用要求出发的；但固定管架不同，管线要求固定管架作为管线膨胀零点，若柱顶位移过大，就会影响膨胀弯的使用安全。因此要求固定管架限制基底脱离区，本规范沿用传统习惯取值。

5.6.3 管线水平推力是经常的，因此设计管架要注意稳定问题，基础埋得太浅，容易发生倾斜，所以本条提出基础最小埋深的规定。管架基础的沉降对管线的使用安全影响不是太大，因此冻土地基的管架基础埋深可适当放宽要求，但目前这方面的经验还不是太多，只能作出定性规定。

6 管架材料及构造

6.0.1, 6.0.3, 6.0.4 考虑到管架使用时都有不同程度的振动, 方向反复无常, 又处于露天环境, 条件较差。调查发现, 有些管架多年使用后常出现不规则裂缝或表面疏松、剥落, 比同时施工的厂房混凝土梁柱破坏严重。根据这些情况, 有必要提高管架梁柱的混凝土强度等级, 增加混凝土保护层厚度, 以确保其耐久性。

6.0.5 活动管架架顶埋设一根 $\phi 12$ 圆钢, 主要为了减少摩擦和使管托与梁面保持空隙, 减少温度对混凝土的影响。固定管架在梁顶二侧埋设角钢, 目的是保持混凝土免受集中水平推力的作用。

6.0.6 固定管架梁, 承受较大水平推力, 相应的扭距亦较大; “T”型管架, 水平推力作用于梁端时, 对柱形成扭距; 在调查中也发现这类构件有受扭破坏的情况, 因此要求这类构件的箍筋应做成抗扭箍筋。

固定管架、“T”型管架、跨越管架和主要支承振动管线的管架, 调查中发现柱顶破坏较严重, 考虑到管架经常都会有振动, 吸取抗震构造的经验, 加强抗扭和抗震动的能力, 故要求这类柱的柱顶、柱脚加密箍筋。

6.0.8 调查发现, 有些管架梁柱节点处和连接角钢, 常有锚筋拔出现象, 为避免钢筋锚固先于构件破坏, 特制定本条规定。

6.0.15 调查发现有些管线在使用过程中,或在发生地震时,由于管线振动、操作不正常或地震等原因发生管线从管架侧向掉落。为了挡住管线,不致掉落,特作本条规定。

6.0.16 除特种管架和柱间支撑处的管架外,一般钢管架(包括跨越管架),地脚螺栓受力都不大,不同于厂房钢柱基础,因此地脚螺栓边距可减小,这样可以避免管架基础长颈部分截面过大的弊病。

7 管 墩

7.0.3 活动管墩，是一个墩式结构，自身强度没有问题，无计算必要。管墩的稳定问题，由于高度较小，加上管线牵制作用，能够有相当大的稳定力矩，足以抵抗倾覆。同时考虑到对管墩的沉降要求，可以比一般的建筑物低，综合这些因素提出本条规定。

7.0.4 钢筋混凝土固定管墩，由于要验算地基承载力，使得基础的沉降和倾斜都受到限制，加之高度不大，并有相当的宽度，从理论上和经济上不考虑基底应力脱离区是可行的。

附录C 管架基本自振周期计算

多层管架是一个多自由度体系结构，应该按多自由度体系计算自振周期。考虑到管架结构的复杂性，目前理论计算和实测值还不能确切地反映实际情况。因此，为了简化计算，本附录按能量法将二、三层管架简化成单质点体系，并假定振型为直线。