

管道柔性 简化计算 手册

郑茂鼎
编著



化学工业出版社

管道柔性 简化计算 手册

郑茂鼎
编著



化学工业出版社

· 北京 ·

责任编辑：陈淑娟

定价：00.00元

本手册介绍了管道工程设计中热胀位移（二次）应力的一种简化计算方法。应用于非重要类别的管道上，仅适用于标准长半径圆弧弯头与直管组成的结构。手册将 8 种形式管道的力和应力的系数，编成大量的数表，读者通过简单公式即可计算管道的位移应力和端点的约束力。

简化计算输入、运算简单，具有省工、快捷的特点，借助小计算器即可完成手工计算，可供工业管道设计人员参考使用。

图书在版编目（CIP）数据

管道柔性简化计算手册/郑茂鼎编著. —北京：化学工业出版社，2008.1

ISBN 978-7-122-01885-4

I. 管… II. 郑… III. 管道-计算-手册 IV. U173-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2008）第 001447 号

责任编辑：陈逢阳 辛 田

文字编辑：项 激

责任校对：蒋 宇

装帧设计：尹琳琳

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011）

印 刷：北京永鑫印刷有限责任公司

装 订：三河市前程装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 13½ 字数 332 千字 2008 年 4 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899

网 址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：36.00 元

版权所有 违者必究

前言

目前世界上大多数工程公司对管道位移应力的计算基本上是计算机和简化分析并用，重要的管道，温度高、管径大的管道必须用计算机程序计算，这是常规。但是划归“简化分析，经验判断”这一部分的运作，似乎没有严格的规定。

简化分析没有指定的资料，在出版物中零星的资料较多，而成套完整又实用的资料还难以寻求。因此，简化分析工作较难管理。多年来，我国工业管道设计中用计算机计算的比例相当高，简化分析的作用欠佳。这样，不仅对管道设计人员的柔性知识的积累不利，且柔性计算的任务存在轻重不分的不合理状况。

为提倡计算机计算与简化计算并举，本手册用弹性中心法编制了几种常见形式的简单管道计算，虽难达到完善，但力求实用，并考虑到使用的方便、省工，选用了数表法。编制的管道结构是针对设计中最常用的以标准长半径弯头与直管构成的管道。

本手册第一、二部分计算表有的从 1978 年开始在工程设计中使用。根据近年来的使用经验，一方面在第一部分增加了弯头处应力的验算，以及与端点应力的比较，避免了最大应力被掩盖的可能。另一方面，编制了第三、四部分，达到减小位移应力误差的效果，提高了管材的利用率，克服了 Grinnell 法的缺点。总之，以上两点使这种方法的柔性数表计算有了新的进展。

至于各计算表中的数据，是用电脑计算得到的。为慎重起见，与专用程序计算结果进行了比较，见附录 C，结果令人满意并符合要求。但因编者水平有限，书稿中难免存在不妥之处，请读者指正。

编 者
2008 年 3 月

欢迎订阅化工机械专业图书

书 名	定价/元	书 号
化工设备设计全书(共 15 种)		
除尘设备	60.00	ISBN 7502538240
废热锅炉	58.00	ISBN 7502538259
石墨制化工设备	38.00	ISBN 750254013X
高压容器	35.00	ISBN 7502540725
搅拌设备	38.00	ISBN 7502544011
塔设备	54.00	ISBN 7502549064
球罐和大型储罐	52.00	ISBN 7502562451
钢架	38.00	ISBN 7502553746
铝制化工设备	45.00	ISBN 7502538275
干燥设备	65.00	ISBN 7502538291
化工设备用钢	78.00	ISBN 7502549447
钛制化工设备	35.00	ISBN 7502538267
超高压容器	38.00	ISBN 7502538607
换热器	56.00	ISBN 7502541462
化工容器	48.00	ISBN 750253959X
压力容器实用技术丛书(共 5 种)		
压力容器设计知识	78.00	ISBN 750257493X
压力容器用材料及热处理	90.00	ISBN 7502562311
压力容器制造和修理	90.00	ISBN 7502556397
压力容器检验及无损检测	38.00	ISBN 7502583912
压力容器安全监察与管理	30.00	ISBN 7502575774
其他化工机械图书		
化工机械维修手册(上)	98.00	ISBN 7502550631
化工机械维修手册(中)	123.00	ISBN 7502551905
化工机械维修手册(下)	128.00	ISBN 7502553118
化工机械工程手册(下卷)	160.00	ISBN 7502540946
工业泵选用手册	45.00	ISBN 7502519807
透平式压缩机	39.00	ISBN 7502556613
旋风分离器——原理、设计和工程应用	40.00	ISBN 7502558713
液压阀原理、使用与维护	76.00	ISBN 7502568891
化工设备设计基础	39.50	ISBN 7502516034
通风除尘设备设计手册	38.00	ISBN 7502546294
换热器设计手册	70.00	ISBN 7502538283

续表

书 名	定价/元	书号
石油化工管道设计	70.00	ISBN 7502512373
管式换热器强化传热技术	29.00	ISBN 7502534458
搅拌与混合设备设计选用手册	76.00	ISBN 7502553770
化工工艺算图手册	118.00	ISBN 7502538623
化工设备算图手册	136.00	ISBN 7502532560
化工工艺管道安装工程预算编制与校审	32.00	ISBN 7502540415
热泵技术及其应用	38.00	ISBN 7502581332
Auto CAD2005 压力容器设计	49.00	ISBN 7502579397
管路附件设计选用手册	150.00	ISBN 7502553657
除尘装置系统及设备设计选用手册	96.00	ISBN 7502547282
离心通风机	39.00	ISBN 7502598099

化学工业出版社出版机械、电气、化学、化工、环境、安全、生物、医药、材料工程、腐蚀和表面技术等专业科技图书。如要邮购图书请与发行部联系。如要出版新著，请与编辑联系。如要以上图书的内容简介和详细目录，或要更多的科技图书信息，请登录 www.cip.com.cn。

地址：(100011) 北京市东城区青年湖南街 13 号 化学工业出版社

邮购：010-64518888 (传真：010-64519686)

编辑：010-64519277, 64519270 (机电分社机械编辑部)

E-mail: xintian@cip.com.cn

目录

1

概述

1.1 使用管道柔性简化计算的必要性	1
1.2 管道柔性简化计算编制的管道结构及使用要点	1
1.3 管道柔性简化计算的常见形式	2
1.3.1 与设备连接管道的局部图形	2
1.3.2 管廊上的管道	2
1.4 管道柔性简化计算的适用范围	4
1.4.1 适用范围及分析方法的实例	4
1.4.2 不适用范围	5

2

简化计算用表

2.1 采用的符号及单位	6
2.2 第一部分计算表	7
2.2.1 第一部分计算表的说明	7
2.2.2 计算表	7
表 2-1 L1 型	8
表 2-2 C1 型	9
表 2-3 C2 型	10
表 2-4 Z1 型	12
表 2-5 N1 型	14
表 2-6 N2 型	16
表 2-7 P1 型	18
表 2-8 3N1 型	21
2.3 第二部分计算表	25
2.3.1 第二部分计算表的说明	25
2.3.2 计算表	25
表 2-9 L1 型	25
表 2-10 C1 型	27
表 2-11 C2 型	28
表 2-12 Z1 型	31
表 2-13 N2 型	34

表 2-14 P1 型	36
2.4 第三部分计算表	39
2.4.1 第三部分计算表的说明	39
2.4.2 计算表	40
表 2-15 L1 型	41
表 2-16 C1 型	47
表 2-17 C2 型	50
表 2-18 Z1 型	62
表 2-19 N1 型	78
表 2-20 N2 型	88
表 2-21 P1 型	97
表 2-22 3N1 型	99
2.5 第四部分计算表	115
2.5.1 弯头及直角弯处应力系数	115
2.5.2 系数 C_E 、 C_B 的效用	115
2.5.3 弯头处的位移应力	115
2.5.4 C_B 和 C_E 系数表	116
表 2-23 L1 型管道 C_B 系数表	116
表 2-24 C1 型管道 C_B 系数表	120
表 2-25 C2 型管道 C_B 系数表	123
表 2-26 Z1 型管道 C_B 系数表	132
表 2-27 N2 型管道 C_B 系数表	141
表 2-28 P1 型管道 C_B 系数表	147
表 2-29 L1、C1、C2 型 C_E 系数	153
表 2-30 Z1 型 C_E 系数	154
表 2-31 N2、P1 型 C_E 系数	154
2.6 许用位移应力系数 S_m	154
表 2-32 在不同温度及管道主向长度下的许用位移应力系数 S_m	155
表 2-33 改变材料用综合性能乘数 η	156

3

数据表

表 3-1 材料的线胀系数、弹性模量及 $\frac{\alpha E_{20}}{100}$ 和 $\frac{\alpha E_h}{100}$	157
表 3-2 钢管许用的位移（热胀）应力范围	159
表 3-3 钢管及弯头的力学特性数据	162

4

典型管道柔性的快速判别

4.1 应力系数判别法	176
4.2 表 4-2 的使用	176

表 4-1 N1 型及 3N1 型管道的许用位移应力系数 179

表 4-2 典型管道 $S_0 \leq S_m$ 下的尺寸比值表 181

5 例题

附录

附录 A 管道柔性判断方法的比较 201

附录 B 管道柔性计算的主要公式 202

附录 C 各型管道柔性计算结果与专用管道程序计算结果比较 204

附录 D 位移应力范围的解释 205

参考文献 206

1

概述

1.1 使用管道柔性简化计算的必要性

管道布置工作与柔性简化计算工作具有联合协调的意义。因为配管时很容易用简化计算配合做出合理的布置。配管人员熟悉布置的情况,知道哪些管道需要简化计算,且能及时处理。此项工作的效果,无疑是会提高管道设计的质量和工作效率。

管道柔性简化分析(计算)有以下几点益处:

(1) 在规划布置设计阶段,对部分管道(例如图 1-1 及图 1-2 所示的管道)布置方案的确定,提供及时的配合与协调。

有些管道局部形状同简化计算的形式,可进行局部的初步判断,以提高上机的合格率。

(2) 非重要的典型简单管道,可用简化计算,免于上机。且计算快捷,节省工时。

(3) 有的压力容器有管口受力、支架预焊件等条件,经柔性简化计算后,可提前交付,对工程的进度有利。

(4) 通过简化计算工作,管道布置设计人员提高了管道柔性必备的知识水平,增加了设计经验与柔性判别能力,管道布置的质量可望随之提高。

1.2 管道柔性简化计算编制的管道结构及使用要点

(1) 工业管道最基本的结构应是采用长半径弯头及直管组成的管道,工程中分布范围极广。本手册专门用于这类管道。不适用的管道见 1.4 节。

(2) 需要什么样的柔性简化计算?

柔性简化计算的特点:满足工程要求;计算的方法简便;计算的工作量尽量少。

本手册用弹性中心法,为了满足上述要求,编制了多种系数,对计算有明显的便捷作用,节省工作量,又能满足对有关设计专业提条件的需要。

(3) 第一、二部分计算表,是按直角弯计算的,把弯头简化为直角相交的直管。计算结果难免有保守的问题。但从另一方面看,它具有覆盖范围大的优点。不论管径多大,不论弯头的柔性系数多大,都包含在内。

第三部分计算表是按圆弧弯头实际数据加入计算的,计算结果准确度令人满意,在附录 C 的表 C-1 中可以看到。所以计算时,可尽量发挥第三、四部分计算表的作用。

第一部分计算表中应力系数 S 和第三部分计算表中应力系数 S_0 可进行比较, 可以估计第一部分计算表保守的程度。推荐第一部分计算表用于 $S/S_0 < 1.1$ 的范围。

本手册计算的内容及评定方法详见第 2 章。

(4) 管端带法兰时, 应将法兰长度减掉再做柔性计算。在提设备管口条件时, 将端点力矩换算为法兰面处的力矩。

(5) 管道布置过程中, 有时只需要对管道进行柔性的判别, 不需要计算出位移应力的数值。

第 4 章是管道柔性的快速判别。表 4-1 及表 4-2 非常适合配管设计人员使用。不需要计算位移应力, 可以把管道长度尺寸的比值定下来, 这是以管道布局为主, 以节省设计工作量为目的的措施。

(6) 计算时经常用插值法, 这样, 取值变慢了。为加快计算, 如所查的两值比较靠近时, 可取上下界的值, 免去插值。例如 K 在 6.7 与 10 之间, 直接取 6.7 的对应值。取值应使计算结果偏于安全。

(7) 有关管道的“位移应力范围”的解释见附录 D。

1.3 管道柔性简化计算的常见形式

1.3.1 与设备连接管道的局部图形

图 1-1 是与设备连接管道的布置。图 (a) 和 (b) 所示形式的管道承重点位置应在垂直管的上半段内, 避免头重脚轻。

1.3.2 管廊上的管道

管廊上的管道可以划分成若干图形简单的管段, 举例见图 1-2。最为常见的有 L1 型、N1 型、3N1 型等。

管廊上的管道有特例, 以 N1 型为例在 L 尺寸两端处有导向架, 在此之内只许有滑动架。滑动架是在管道的外面, 对应力影响很小。但是, 所有导向架和滑动架的摩擦力都会传递到端点固定架上。所以简化计算的作用力要加上摩擦力才是固定点的作用力。

计算摩擦力需要管道自重和摩擦系数。普通钢制滑动架的摩擦系数为 0.3, 安装聚四氟乙烯滑移板的摩擦系数为 0.1~0.08。管道自重包括管子、流体、隔热材料、冬季积雪等的重量, 详见有关管道设计手册。

本手册计算不包括摩擦力。

(1) N1 和 3N1 型膨胀弯管 (也称补偿器)

其两侧第一个导向架放在距弯头尺寸 $U^{\text{①}}$ 处, 若尺寸 U 太小时, 管道应力会增高。固定点设在尺寸 L_0 的两端, 一般是放在靠柱网的大梁上。

计算时, 应首先取长度为 L 进行计算比值及得到力和应力的初值, 最后才用 $\frac{L_0}{L}$ 乘以初值得到结果。

① 曾有资料建议大半径弯管 $U=40DN$, 但本手册不适用。

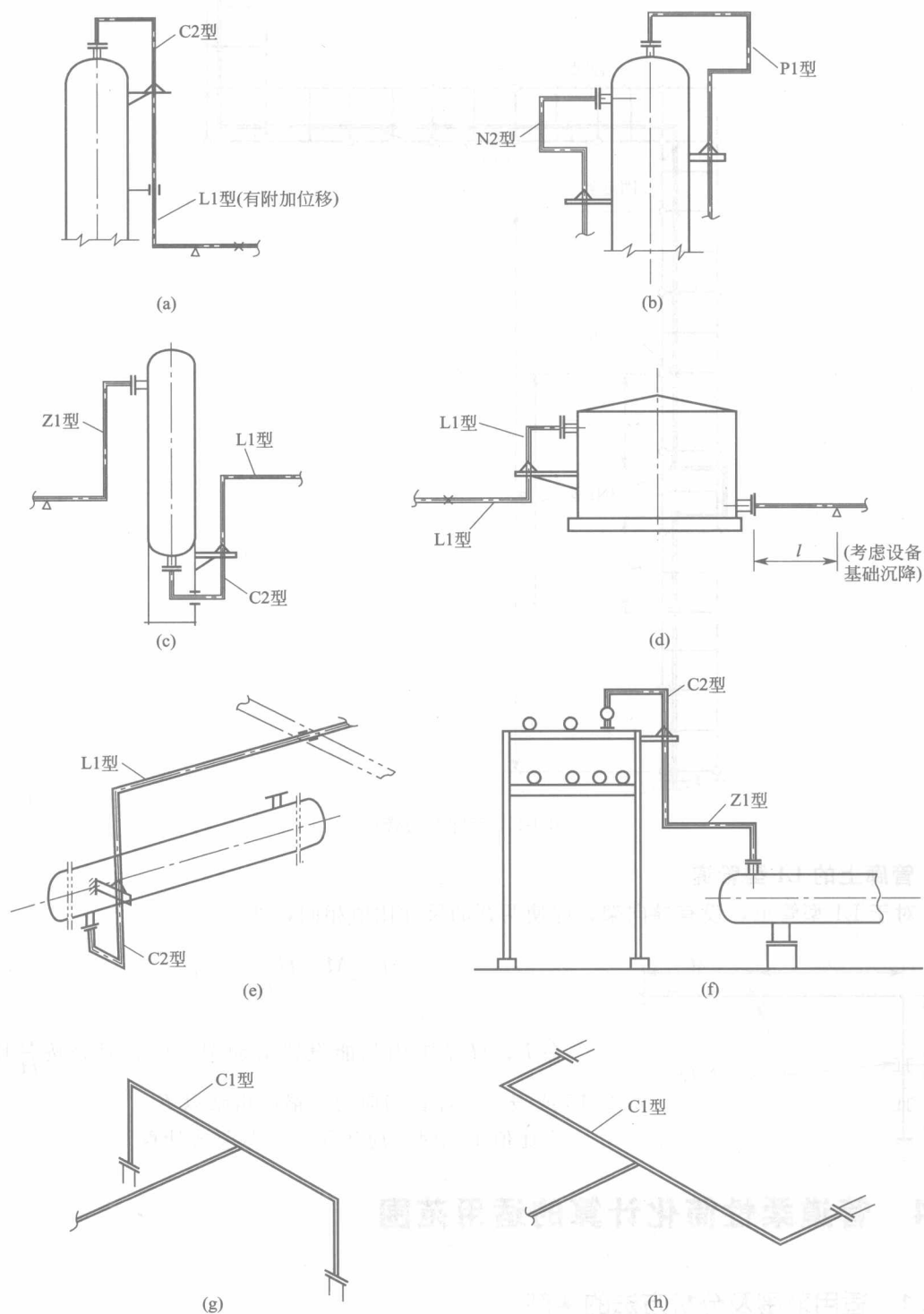


图 1-1 与设备连接管道的布置

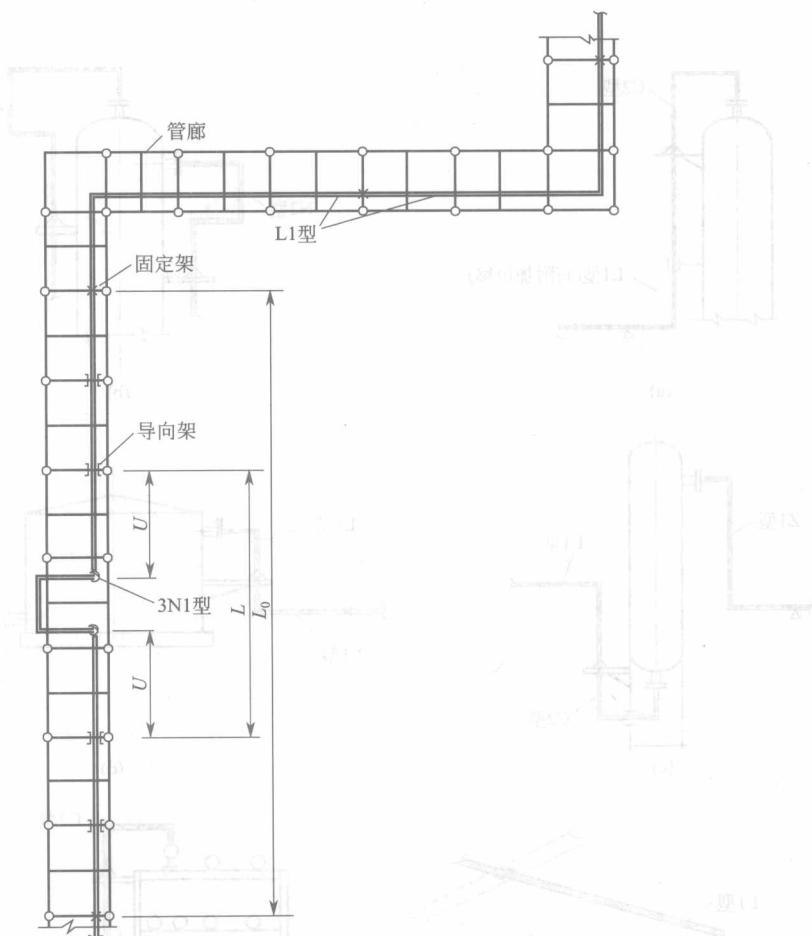
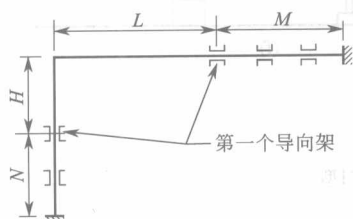


图 1-2 管廊上的管道

(2) 管廊上的 L1 型管道

对于 L1 型管道，设有导向架，应使两臂的尺寸比值相同，即



$$\frac{L+M}{L} = \frac{H+N}{H} = P$$

在 L 、 H 范围内只能设置滑动架。计算时先按 $\frac{L}{H}$ 用表 2-15 或表 2-1 计算初应力，最后再乘以 P 。
当比值不同时，应改用 2.3 节公式计算。

1.4 管道柔性简化计算的适用范围

1.4.1 适用范围及分析方法的实例

除 1.4.2 所列的管道外，非重要的一般管道均属于管道柔性简化计算的适用范围。分析方法是指使用计算机程序分析或简化计算或经验判断。图 1-3 仅为柔性分析方法的一种实例。

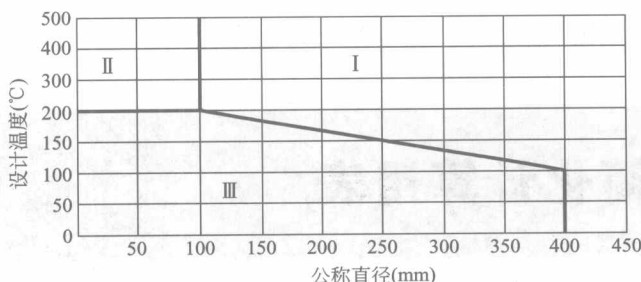


图 1-3 柔性分析方法的实例

图 1-3 中：

I——需详细分析（用计算机计算）；

II——由应力分析工程师酌情考虑需分析的管道；

III——采用简化分析或经验判断；

低于或等于 -50°C ，也应属于 I 区；

I 区内的管道也可先用简化计算作为上机前局部图形的判断；图 1-3 仅为一种实例，计算人员也可改用设计单位的现行文件。

1.4.2 不适用范围

不适用简化计算的管道有：

剧毒流体的管道；

循环当量数 $N > 7000$ 的管道；

多分支管系或复杂的管系；

与敏感的转动机器相接的管道；

与空冷器相接的管道；

往复式压缩机有脉动的管道及其他有振动的管道；

夹套的管道；

高压管道及图 1-3 中 I 区的管道；

管子弯制的大半径弯管的管道；

非钢制的管道；

薄壁钢管道^①；

本手册计算表未列入的管道。

上机前的判断，以上范围不受限制。

① 薄壁钢管道为 $\frac{\text{外径}}{\text{厚度 (扣去制造负偏差)}} \geq 100$ 的管子。

2

简化计算用表

本章编列几种常见形式典型管道的柔性简化计算用表。采用弹性中心法, 设定无变径, 两 endpoint 固定, 无中间约束, 含有长半径标准弯头的管道。只计算管道位移 (热胀) 产生的二次应力及端点的力和力矩。计算的评定见 2.6 节 (3) 及 4.1 节。

计算用表分为四部分, 第一部分是弯头简化为直角弯, 用于无附加位移的管道柔性计算; 第二部分用于端点有附加位移的管道柔性计算; 第三部分为用圆弧弯头实际数据编制的计算表, 包括约束力及位移应力系数; 第四部分是最大应力在端点的管道, 为了加算弯头处位移应力所用的两种系数。

2.1 采用的符号及单位

- A, B ——计算的端点约束力系数;
- A_0, B_0 ——按圆弧弯头计算的端点约束力系数;
- C_B ——计算圆弧弯头处位移应力系数 (SC_B) 用的系数;
- C_E ——计算直角弯处位移应力系数 (SC_E) 用的系数;
- C_n ①——带圆弧弯头管道的端点位移应力系数 ($S_0 C_n$) 与最大位移应力系数 (S_0) 的比值;
- D ——管外径, cm;
- D_0 ——管外径, mm, 仅用于 2.6 节及表 3-3;
- DN ——公称直径, mm;
- E ——材料的弹性模量, MPa, 热态下用 E_h , 安装温度下用 E_{20} ;
- i ——应力增大系数, 面外 i_o 与面内 i_i 取相同的 i 值;
- I ——管子截面惯性矩, cm^4 ;
- J_x, J_y, J_{xy} ——与线惯性矩及惯性积有关的系数;
- K ——管子柔性系数;
- L, L_0 ——管道主长度, m;
- M ①——管端或计算点的力矩, $\text{N} \cdot \text{m}$;
- R ——弯曲半径, m (第四部分计算表单位为 mm);
- S ①——计算的直角弯管道最大位移应力系数;
- S_m ——许用的管道位移应力系数;

① 增加下标 a、b、c...j 表示所在点号。

$S_0^{\text{①}}$ ——计算的带圆弧弯头管道的最大位移应力系数；

S_{y0} ——按圆弧弯头计算的合成应力系数，仅用于 3N1 型管道；

P_x, P_y ——管端约束力，N；

x_0, y_0 ——弹性中心坐标，m；

Z ——管子截面系数， cm^3 ；

H, h, W, m ——管段的长度，m；

α ——管材线胀系数， $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ；

Δt ——热态与冷态温度差， $^{\circ}\text{C}$ ；

$\Delta x, \Delta y$ ——位移，mm；

$\Delta x', \Delta y'$ ——附加位移，mm；

η ——改变材料用综合性能系数；

$[\sigma]_A$ ——许用的管道位移（热胀）应力范围，MPa；

$\sigma^{\text{①}}$ ——计算的管道位移应力范围，MPa；

$\sigma_E^{\text{①}}$ ——计算的管道端点位移应力范围，MPa；

$\sigma_{EL}^{\text{①}}$ ——计算的圆弧弯头或直角弯处位移应力范围，MPa。

2.2 第一部分计算表

2.2.1 第一部分计算表的说明

(1) 表中系数 S 下标带有点号 a, b, c...j 为计算的最大位移应力的所在点。当未注下标，应同前后系数的点号，或标注在公式的应力符号内。

(2) 实际管段长度比值，如 L/H 等，界于表内两个比值之间时，可用插入法计算。

(3) 表 2-1~表 2-8 计算位移应力的公式中，应采用 E_{20} ；计算端点作用力的公式中，可按以下取用弹性模量：

① 管道无冷拉，按表计算热态下的作用力 P_x 及 P_y 时，可采用 E_h ；

② 如先用 E_{20} 计算，最后应乘以 $\frac{E_h}{E_{20}}$ 修正，得到热态下的作用力。

(4) 最大应力在端点处时，还应检查弯头处应力，见 2.5.3 内容。

(5) 第一部分计算表宜用于 $S/S_0 < 1.1$ 的范围 (S_0 见第三部分计算表)。

2.2.2 计算表

L1 型——表 2-1

C1 型——表 2-2

C2 型——表 2-3

Z1 型——表 2-4

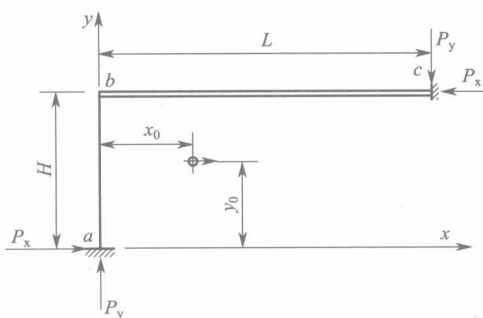
N1 型——表 2-5

N2 型——表 2-6

P1 型——表 2-7

3N1 型——表 2-8

表 2-1 L1 型



$$P_x = A \times \frac{\alpha E_h}{100} \times \frac{I \Delta t}{L^2} \quad (\text{N})$$

$$P_y = B \times \frac{\alpha E_h}{100} \times \frac{I \Delta t}{L^2} \quad (\text{N})$$

$$\sigma_E = S \times \frac{\alpha E_{20}}{100} \times \frac{D \Delta t}{L} \quad (\text{MPa})$$

$\frac{\alpha E_h}{100}$ 及 $\frac{\alpha E_{20}}{100}$ 见表 3-1。

I 值见表 3-3。

$$x_0 = \frac{x_0}{L} \times L \quad (\text{m}); \quad y_0 = \frac{y_0}{L} \times L \quad (\text{m})$$

$$M_a = P_x y_0 - P_y x_0 \quad (\text{N} \cdot \text{m})$$

$$M_c = P_x (H - y_0) - P_y (L - x_0) \quad (\text{N} \cdot \text{m})$$

弯头处应力检查见 2.5.3

L/H	A	B	S	x_0/L	y_0/L	L/H	A	B	S	x_0/L	y_0/L
1.0	12.00	12.00	3.000(a,b)	0.2500	0.7500	4.5	429.9	35.44	36.17(a)	0.4091	0.2020
1.1	14.41	12.20	3.394(a)	0.2619	0.6926	4.6	455.8	36.27	37.68(a)	0.4107	0.1980
1.2	17.16	12.48	3.824(a)	0.2727	0.6439	4.7	482.8	37.10	39.21(a)	0.4123	0.1941
1.3	20.27	12.83	4.289(a)	0.2826	0.6020	4.8	510.8	37.93	40.78(a)	0.4138	0.1904
1.4	23.77	13.24	4.790(a)	0.2917	0.5655	4.9	539.9	38.76	42.37(a)	0.4153	0.1868
1.5	27.68	13.70	5.325(a)	0.3000	0.5333	5.0	570.0	39.60	44.00(a)	0.4167	0.1833
1.6	32.00	14.20	5.894(a)	0.3077	0.5048	5.1	601.2	40.44	45.66(a)	0.4180	0.1800
1.7	36.78	14.73	6.496(a)	0.3148	0.4793	5.2	633.5	41.28	47.34(a)	0.4194	0.1768
1.8	42.03	15.30	7.131(a)	0.3214	0.4563	5.3	666.9	42.12	49.06(a)	0.4206	0.1737
1.9	47.76	15.89	7.799(a)	0.3276	0.4356	5.4	701.4	42.97	50.81(a)	0.4219	0.1707
2.0	54.00	16.50	8.500(a)	0.3333	0.4167	5.5	737.1	43.82	52.59(a)	0.4231	0.1678
2.1	60.77	17.14	9.233(a)	0.3387	0.3994	5.6	773.9	44.66	54.40(a)	0.4242	0.1650
2.2	68.08	17.79	9.998(a)	0.3437	0.3835	5.7	812.0	45.51	56.23(a)	0.4254	0.1623
2.3	75.96	18.46	10.794(a)	0.3485	0.3689	5.8	851.2	46.36	58.10(a)	0.4265	0.1597
2.4	84.42	19.14	11.622(a)	0.3529	0.3554	5.9	891.7	47.22	60.00(a)	0.4275	0.1572
2.5	93.48	19.84	12.48(a)	0.3571	0.3429	6.0	933.4	48.07	61.93(a)	0.4286	0.1547
2.6	103.17	20.55	13.37(a)	0.3611	0.3312	6.1	976.4	48.93	63.89(a)	0.4296	0.1524
2.7	113.49	21.28	14.30(a)	0.3649	0.3203	6.2	1021	49.78	65.88(a)	0.4306	0.1501
2.8	124.48	22.01	15.25(a)	0.3684	0.3101	6.3	1066	50.64	67.90(a)	0.4315	0.1478
2.9	136.14	22.75	16.23(a)	0.3718	0.3006	6.4	1113	51.50	69.95(a)	0.4324	0.1457
3.0	148.5	23.50	17.25(a)	0.3750	0.2917	6.5	1161	52.36	72.03(a)	0.4333	0.1436
3.1	161.6	24.26	18.30(a)	0.3780	0.2832	6.6	1211	53.22	74.14(a)	0.4342	0.1415
3.2	175.4	25.02	19.37(a)	0.3809	0.2753	6.7	1262	54.09	76.28(a)	0.4351	0.1396
3.3	189.9	25.80	20.48(a)	0.3837	0.2678	6.8	1314	54.95	78.45(a)	0.4359	0.1376
3.4	205.3	26.57	21.62(a)	0.3864	0.2607	6.9	1368	55.81	80.65(a)	0.4367	0.1357
3.5	221.4	27.36	22.79(a)	0.3889	0.2540	7.0	1423	56.68	82.88(a)	0.4375	0.1339
3.6	238.3	28.15	23.99(a)	0.3913	0.2476	7.1	1479	57.55	85.14(a)	0.4383	0.1321
3.7	256.0	28.94	25.22(a)	0.3936	0.2415	7.2	1537	58.41	87.43(a)	0.4390	0.1304
3.8	274.6	29.74	26.49(a)	0.3958	0.2357	7.3	1597	59.28	89.75(a)	0.4397	0.1287
3.9	294.1	30.54	27.78(a)	0.3979	0.2302	7.4	1658	60.15	92.10(a)	0.4405	0.1271
4.0	314.4	31.35	29.10(a)	0.4000	0.2250	7.5	1720	61.02	94.48(a)	0.4412	0.1255
4.1	335.6	32.16	30.45(a)	0.4020	0.2200	7.6	1784	61.89	96.89(a)	0.4419	0.1239
4.2	357.8	32.98	31.84(a)	0.4038	0.2152	7.7	1850	62.76	99.33(a)	0.4425	0.1224
4.3	380.8	33.79	33.25(a)	0.4057	0.2106	7.8	1917	63.63	101.8(a)	0.4432	0.1209
4.4	404.9	34.62	34.70(a)	0.4074	0.2062	7.9	1986	64.50	104.3(a)	0.4438	0.1195
						8.0	2056	65.38	106.8(a)	0.4444	0.1180