

提篮半穿式管桥静态特性的计算机分析 (续 1)

姚安林

(西南石油学院)

雍歧卫

(后勤工程学院)

3 计算机程序设计

通过前一部分对提篮桁拱静态特性的分析不难看出,提篮半穿式管桥的设计计算比较繁杂。为了克服依靠手工计算可能导致的各种麻烦,以利于减轻设计人员的劳动强度,笔者使用“BASIC”语言编制了一个能快速、灵活处理提篮桁拱设计计算问题的软件程序(BTASA)。下面介绍这个计算程序的基本结构及功能。

3.1 基本结构

本程序的基本结构包括:计算功能选择控制、键盘输入基本设计参数、按选定功能进行计算和打印所需计算结果等部分。程序的计算框图如图 2 所示。

3.2 计算功能及程序适用环境

本程序在功能选择和输入基本设计参数等方面均采用汉字屏幕提示,这给使用本程序的设计人员提供了极大的方便——勿需考虑欲得到某一计算结果该提前输入多少个基本设计参数。完成每项计算需输入基本设计参数的个数是根据该项计算的实际需要由程序本身确定的,这避免了因输入不必要的基本设计参数而增加运算时间。

本程序的计算功能包括:①计算提篮桁拱的几何参数;②计算提篮桁拱的自重荷载;③计算提篮桁拱结构的内力;④校核提篮桁拱结构的强度;⑤检验提篮桁拱的稳定性。

当执行计算功能③时,不仅能够得到提篮桁拱在拱顶和拱脚处的各项内力值,而且还可

根据使用者的需要打印出半跨拱轴八等分点上的各项内力值。这些八等分点上的内力值可以帮助设计人员了解所设计的提篮桁拱在各种荷载作用下的内力分布规律。

本程序可以在受 CCDOS 系统支撑、配有打印机输出的各型微机上使用。

3.3 输入、输出参数在源程序中的代号见表。

序号	公式符号	源程序代号	符号意义	单位
1	L	L0	提篮桁拱的跨度	m
2	D	R0	矢跨比	
3	h	H	提篮桁拱的厚度	m
4	a	A	提篮桁拱的拱脚宽度	m
5	b	B	提篮桁拱的拱顶宽度	m
6	d_1	D1	桁拱弦管外径	m
7	e	E1	桁拱弦管壁厚	m
8	l_0	P0	桁架片的腹杆节间距	m
9	F_1	F1	斜面桁架片腹杆的横截面积	m ²
10	F_{d2}	FD2	拱顶平面桁架片腹杆的横截面积	m ²
11	F_{p2}	FJ2	拱脚平面桁架片腹杆的横截面积	m ²
12	E	E	钢材的拉压弹性模量	kPa
13	G	G	钢材的剪切弹性模量	kPa
14	γ	J1	钢材的重度	kN/m ³
15	t_1	TW1	环境最高气温	℃
16	t_2	TW2	环境最低气温	℃

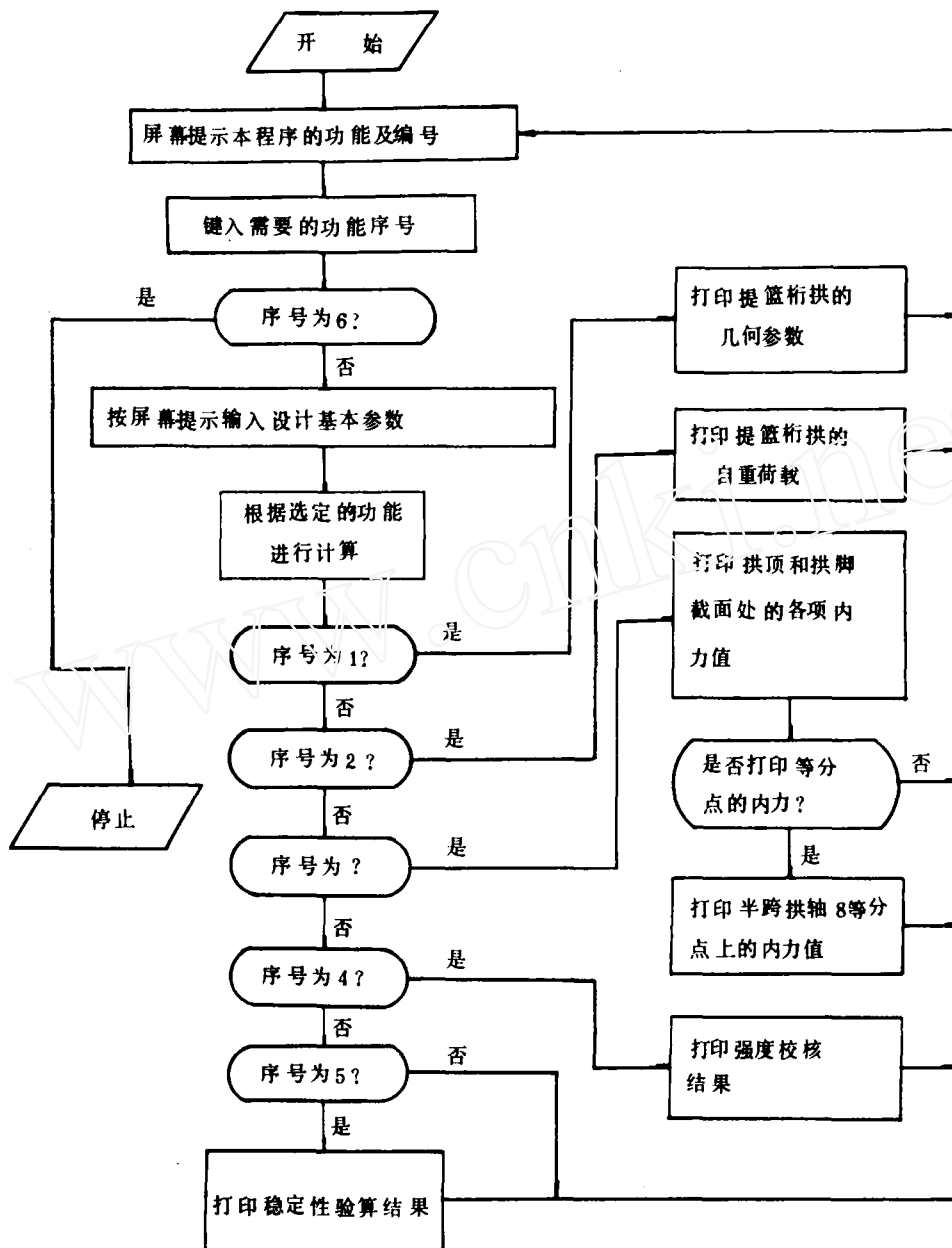


图2 程序BTASA的计算框图

续表

17	t	TW	管桥施工温度	℃
18	α	G1	钢材的线膨胀系数	1/℃
19	q_3	Q3	沿跨度分布的均匀荷载	kN/m
20	p	P	沿拱轴均布的水平风荷载	kN/m
21	Q_3	ST	钢材的屈服应力	kPa
22	K	FD	设计系数	

续表

23	K_ϕ	WE	压杆稳定系数	
24	f	F0	提篮桁拱的拱轴矢高	m
25	R	R	拱轴的圆弧半径	m
26	ϕ_0	W0	拱轴圆弧的半圆心角	弧度
27	β	W1	斜面桁架片的倾斜角度	弧度
28	F_s	FS	桁拱弦管的横截面积	m ²

续表

29	I_x	IX	提篮桁拱的竖向抗弯惯矩	m^4
30	I_{yd}	IY1	桁拱拱顶的横向抗弯惯矩	m^4
31	I_{yj}	IY2	桁拱拱脚的横向抗弯惯矩	m^4
32	C_d	CD	桁拱拱顶的抗扭刚度	$kN \cdot m^2$
33	C_j	CJ	桁拱拱脚的抗扭刚度	$kN \cdot m^2$
34	q_d	Q1	拱顶截面桁拱腹杆的自重荷载	kN/m
35	q_j	QJ0	拱脚截面桁拱腹杆的自重荷载	kN/m
36	q_2	Q2	桁拱弦管的自重荷载	kN/m
37	M_g	MG(I)	竖向荷载引起的弯矩	$kN \cdot m$
38	M_t	MT(I)	均匀温差引起的弯矩	$kN \cdot m$
39	M_p	MP(I)	侧向水平风荷载引起的弯矩	$kN \cdot m$
40	N_g	NG(I)	竖向荷载引起的轴向压力	kN
41	N_t	NT(I)	均匀温差引起的轴向压力	kN
42	L_p	LP(I)	侧向水平风荷载引起的扭矩	$kN \cdot m$
43	Q_g	QG(I)	竖向荷载引起的剪力	kN
44	Q_t	QT(I)	均匀温差引起的剪力	kN
45	Q_p	QP(I)	侧向水平风荷载引起的剪力	kN
46	λ	KS	提篮桁拱的长细比	

$\alpha = 1.18 \times 10^{-5} 1/^\circ C$, $t_1 = 40^\circ C$, $t_2 = -2^\circ C$,
 $t = 20^\circ C$, $q_3 = 2.94 kN/m$, $p = 0.4187 kN/m$,
 $\sigma_s = 2.35636 \times 10^5 kPa$, $K = 0.6$.

4.2 计算机分析结果

当运行该软件时,显示器上首先出现下列信息:

这是一个分析提篮桁拱静态特性的计算机程序

其功能有:(1)计算提篮桁拱的几何参数,

(2)计算提篮桁拱的自重荷载,

(3)计算提篮桁拱结构的内力,

(4)校核提篮桁拱结构的强度,

(5)检验提篮桁拱的稳定性,

(6)结束运算。

请您键入功能序号.....?

根据屏幕上提供的信息,使用者不仅可以了解该软件所具有的功能,而且使用者可按自己的具体需要键入功能序号便可开始执行有关方面的分析计算。如果使用者希望得到提篮桁拱全面的分析结果,则可先键入序号1。于是屏幕上将先后出现如下所示那样要求赋值的提示:

跨度(m)? 180

矢跨比? 0.1

桁拱厚度(m)? 2

拱脚宽度(m)? 8.4

拱顶宽度(m)? 1.4

桁拱弦管直径(m)? 0.219

桁拱弦管壁厚(m)? 0.008

桁架片的腹杆间距(m)? 3

斜面桁架片腹杆的横截面积(m²)? 5.57e-4

拱顶平面桁架片腹杆的横截面积(m²)? 1.0637e-3

拱脚平面桁架片腹杆的横截面积(m²)? 4.2241e-3

提篮桁拱材料的杨氏弹性模量(kPa)? 2.0e8

按提示要求通过键盘将有关的基本设计参数数值输入计算机后,打印机便打印出第一部分的计算结果:

(1)计算提篮桁拱的几何参数.....

提篮桁拱的矢高为 18 m

4 应用举例

为了进一步说明本设计软件的有效性,下面结合一个实例来介绍该软件的使用方法。

4.1 基本设计参数

$L = 180m, D = 0.1, a = 8.4m, b = 1.4m,$
 $h = 2.0m, d_1 = 0.219m, e = 0.008m, L_0 = 3.0m,$
 $F_1 = 5.57 \times 10^{-4}m^2, F_{d2} = 1.0637 \times 10^{-3}m^2,$
 $F_2 = 4.2241 \times 10^{-3}m^2, E = 2.0 \times 10^8 kPa,$
 $G = 8.2375 \times 10^7 kPa, \gamma = 76.492 kN/m^3,$



拱轴圆弧半径为	234	m
拱轴圆弧长度为	184.7623	m
拱轴圆弧的半圆心角为	0.3947911	弧度
斜面桁架片的倾斜角度为	1.378748	弧度
桁拱弦管的横截面积为	5.303004E-03	m ²
提篮桁拱的竖向抗弯惯矩为	2.121201E-02	m ⁴
桁拱拱顶的横向抗弯惯矩为	1.119588E-02	m ⁴
桁拱拱脚的横向抗弯惯矩为	0.3749819	m ⁴
桁拱拱顶的抗扭刚度为	97720.39	kN.m ²
桁拱拱脚的抗扭刚度为	919665.3	kN.m ²

面外弯矩(kN.m)	266.3723	-1517.68
扭矩(kN.m)	0	130.8412
面外剪力(kN)	0	38.67998

此时屏幕将出现如下的问句:

需要打印半跨八等分点上的内力值吗?(Y/N)? |

当使用者确认打印时,打印机便接着打印出如下所示那样的九组半跨八等分点上的各项内力值:

W (3)= 9.869778E-02
 HG(3)= 1045.909 NG(3)= 1051.553 QG(3)= 5.33754
 MG(3)= 197.6299 HT(3)= -48.24905 NT(3)= -48.01423
 QT(3)= -4.754346 MT(3)= 236.0604 QP(3)= 9.669994
 MP(3)= 153.5008 LP(3)= -22.5757
 MF(3)= 433.6903 NF(3)= 1003.539 QF(3)= 0.5831943

打印结束后,屏幕上将出现“继续计算吗?(Y/N)”的问句,当键入Y或y确认后,屏幕上又出现要求补充赋值的提示:

钢材的重度(kN/m³)? 76.492
 提篮桁拱材料的剪切弹性模量(kPa)? 8.2375e7

按要求将基本设计参数值输入计算机后,打印机又打印出第二部分的计算结果如下:

(2)计算提篮桁拱的自重荷载.....

拱顶截面桁拱腹杆自重荷载为 0.150783 kN/m
 拱脚截面桁拱腹杆自重荷载为 0.5274296 kN/m
 桁拱弦管的自重荷载为 1.622549 kN/m

打印结束后,屏幕上又出现前述的问句。只要键入继续计算的指令后,屏幕上又先后出现要求继续赋值的提示:

环境最高气温(℃)? 40
 环境最低气温(℃)? -2
 管桥施工温度(℃)? 20
 桁拱材料的线膨胀系数(1/℃)? 1.18e-5
 沿跨度分布的均匀荷载(kN/m)? 2.94
 沿拱轴均布的水平风荷载(kN.m)? 0.4187

补充参数输完后,即可从打印机得到第三部分的计算结果:

(3)计算提篮桁拱结构的内力.....

	拱顶截面	拱脚截面
弯矩(kN.m)	551.9536	-928.0206
轴力(kN)	997.6602	1090.179
剪力(kN)	0	-14.60109
水平推力(kN)	997.6602	997.6602

(4)校核提篮桁拱结构的强度.....

提篮桁拱拱顶的强度满足要求。
 提篮桁拱拱脚的强度满足要求。

(5)检验提篮桁拱的稳定性.....

提篮桁拱在面内不会失稳。
 提篮桁拱的面外稳定性不够,请修改设计参数!
 临界水平风荷载(0.8395739 kN/m)太小!

完成全部分析计算后,计算机自动返回到程序运行的初始状态,屏幕重现出最初的计算功能提示内容。这时,使用者可根据得到的各项计算结果认真分析原来拟定的基本设计参数在技术上是否合理(即所设计的提篮桁拱的强度和稳定性条件是否均满足)。若存在不满足的情况,则需对基本设计参数作必要修改后再次进行分析和计算,直到使用者认为全部结果都满意时才结束运算。

5 小结

使用实践表明,利用该计算机软件对提篮半穿式管桥进行设计计算,不仅使用方便,而且计算结果准确。如果将该软件与优化设计软件

(下转 31 页)

护: 将油罐所有工艺管线(包括进油线、伴热线、污油线、消防线)全部加装绝缘法兰; 在油罐基础外围埋设3根阳极, 油罐的防雷接地板改用电位较钢铁更负的其它金属, 使油罐有良好的接地性能并能提供一定的保护电流; 外加强制阴极保护电流。这种方法对油罐与土壤接触部分的保护作用是明显的, 且一次投资后的日常维护工作量很小。笔者曾于1989年利用再次清罐的机会进睢宁油罐进行了现场考察。实践证明强制阴保完全可以用于油罐底板的防腐。暴露在大气环境中的边缘板的防腐可结合应用“气相环境中金属阴极保护”这一新技术。油罐的阴极保护也可全部采用这一新技术, 这样可免去绝缘法兰和阳极地床的安装。华东输油管理局的这一技术已通过技术鉴定并报请国家专利。

5.2.2 若将电位升高至钝化区, 则可能实现腐蚀的控制。目前条件下, 只能考虑在更换已腐蚀的边板时采用所谓耐候钢材来达到这一目的。耐候钢材暴露在大气中也会生锈, 但它的锈层具有保护作用, 随着时间的延长可抑制锈层的进一步形成。

5.2.3 若将A点设PH值的横坐标向右移动, 也可进入钝化区而实现腐蚀的抑制。这就对环境条件进行治理。

新日铁公司在仪征油库建造的5万 m^3 油罐边板处理方法很值得借鉴。这些油罐基础以上300mm的壁板不设外保温, 边缘板及

300mm高的壁板全部裸露, 裸露部分与保温部分用粘胶带过渡, 边板外缘与基础接合部用弹性密封胶密封。这样处理从根本上消除了油罐根部的潮湿环境, 使钢板表面难以形成几十个或几百个水分子厚的液膜, 各种有机和无机物质不能存在, 整个环境的PH值呈中性; 上下接合部位处理的较好, 杜绝了渗漏和产生缝隙。这种方法虽然增加了一点热量损失, 但取得的效益是很可观的。现在仪征油库的2万 m^3 油罐已参照日本油罐聚氨酯保温进行治理和改造。另外, 对罐区大环境的治理也应引起人们的注意。如基础与地面高度差未达到规范要求、罐区竖向布置不合理, 使综合排水不畅, 造成雨后积水。

金属的腐蚀和防护是一门复杂的科学, 各种腐蚀现象都有各自不同的特点, 腐蚀问题急待得到解决。本文对边缘板的腐蚀问题做了些探讨, 供今后工作借鉴。(收稿日期1990-4-9)

参考文献

- 1 陈卫东, 陈有义. 腐蚀与防腐词典. 北京: 石油工业出版社, 1987
- 2 小若正伦(日). 金属的腐蚀破坏与防蚀技术. 北京: 化学工业出版社, 1989
- 3 化工部化工机械研究院. 腐蚀与防护手册. 北京: 化学工业出版社, 1989
- 4 间宫富士雄(日). 腐蚀抑制剂及其应用技术. 北京: 石油工业出版社, 1987
- 5 洪卢炳等. 大型贮罐设计. 上海: 上海科学技术出版社, 1989

(上接13页)

配合使用, 便能帮助设计者设计出技术上可靠、经济上合理的提篮半穿式管桥。这是需要进一步研究的课题。(收稿日期1990-4-10)(续完)

参考文献

- 1 汤国栋, 姚安林. 提篮半穿式管桥的构思与设计. 油气储运, 1985(3): 7~12
- 2 姚安林. 拱轴弹性压缩对提篮桁拱的内力影响. 石油学报, 1987(4): 109~116
- 3 姚安林. 水平风荷载作用下变截面提篮式无铰拱的内力分析. 油气储运, 1984(4): 48~52

- 4 姚安林. 提篮桁拱的侧倾稳定性分析. 天然气工业, 1988(1): 69~74
- 5 汤国栋. 大跨径管道组合拱式跨越结构的侧倾稳定性分析及刚度分析. 油气管道技术, 1981(2), (3)
- 6 李国豪. 桥梁与结构理论研究. 上海科学技术文献出版社, 1983: 139~147
- 7 四川石油设计院. 跨越设计手册—输气干线. 1974.
- 8 西安交大材力教研室. 材料力学. 人民教育出版社, 1979, 135~138
- 9 重庆交通学院. 桥梁工程. 中册. 人民交通出版社, 1980, 31~40
- 10 钢结构设计规范(TJ17-74). 中国建筑工业出版社, 1975.