

# 钢管混凝土肋拱桥拱肋截面几何特性计算的探讨

许士杰 王元丰

(北方交通大学土建学院, 北京 100044)

**摘要** 讨论了钢管混凝土拱肋截面几何特性计算几种不同方法之间的区别与联系。

**关键词** 钢管混凝土, 拱肋, 截面几何特性, 计算方法

钢管混凝土拱肋和横撑是钢管混凝土肋拱桥的重要部件, 在使用期间要承担各种荷载作用。由于钢管混凝土拱肋是由钢和混凝土两种材料构成的组合结构, 两者之间存在随工况而不断变化的紧箍力作用。因此, 钢管混凝土拱肋截面几何特性的合理计算有待于探讨。

## 1 钢管混凝土拱肋计算方法

目前在计算钢管混凝土拱肋的几何特性时, 工程师们多是采用如下几种方法:

方法 1, 采用所谓换算截面<sup>[1]</sup>, 将钢管面积按一定原则换算为混凝土面积, 从而将钢管混凝土视为单一材料。钢管混凝土构件弹性模量采用混凝土弹性模量  $E_c$ , 组合材料面积  $A = A_c + nA_s$ ,  $n = E_s/E_c$ ,  $E_s$  为钢管的弹性模量。

方法 2, 钢管混凝土构件组合截面的  $EA$ 、 $EI$ , 按照式  $EA = E_c A_c + E_s A_s$ 、 $EI = E_c I_c + E_s I_s$  计算。应该注意的是, 一般情况下  $EA$ 、 $EI$  为一个统一的符号, 因为如果  $A$  和  $I$  用毛截面表示, 两者的  $E$  值并不相等。

方法 3, 采用文献 [2] 中给出的公式, 将钢管混凝土视为单一的组合材料, 首先计算出材料的弹性模量  $E_{sc}$

$$E_{sc} = f_{sc}^p / \varepsilon_{sc}^p$$

$$f_{sc}^p = (0.172 f_y / 235 + 0.488) f_{yc}^y$$

$$\varepsilon_{sc}^p = 0.67 f_y / E_s$$

$$f_{sc}^p = (1.213 \xi + B \xi + C \xi^2) f_{ck}$$

$$B = 0.1759 (f_y / 235) + 0.974$$

$$C = -0.1038 (f_{ck} / 20) + 0.0309$$

$$\xi = A_s f_y / A_c f_{ck}$$

式中,  $f_y$  为钢管的屈服点;  $f_{ck}$  为混凝土强度标准值;  $f_s$ 、 $f_c$  为钢材、混凝土抗压强度设计值;  $E_s$  为钢材的弹性模量。

在求得组合材料的弹性模量后, 用常规的有限元方法按单一材料进行计算。

## 2 应用实例

某钢管混凝土肋拱桥的拱肋截面为哑铃型<sup>[3]</sup>, 如图 1 所示。

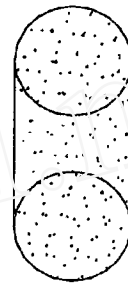


图 1 拱肋截面

表 1 拱肋截面几何特性

	弹性模量 (MPa)	截面面积 (m <sup>2</sup> )	面内抗弯刚度 (m <sup>4</sup> )	面外抗弯刚度 (m <sup>4</sup> )
方法 1	33000	3.053	0.723	0.1741
方法 2		101749	78601	36876
方法 3	70200	2.285	0.723	0.1741

注: 方法 2 对应行数据分别为  $EA$ 、 $EI$ (面内)、 $EI$ (面外), 单位分别为 MN、MN·m<sup>2</sup> 和 MN·m<sup>2</sup>

由上表计算数据可知, 方法 3 将钢管混凝土按单一组合材料进行计算, 考虑了钢管和混凝土的相互作用, 得到的刚度较大; 按方法 1 计算结果较小, 偏于安全, 应用在工程设计中不失为一种简便的方法。分析计算公式可知, 上述 3 种方法与钢管混凝土构件的截面形状、钢材和混凝土分布以及含钢率均有关系。

## 3 结论

由于钢管混凝土拱肋实际上为压弯构件, 钢管和混凝土之间的相互作用随受力和变形不断发生变化, 导致实际上的刚度不断变化。钢管混凝土拱肋在力学行为上为一种组合材料, 无论按方法 1 或方法 2 计算都无法将承压和受弯两种力学状态统一起来, 只有按钢管混凝土统一理论将其视为单一的组合材料进行分

本文于 1999-02-04 收到。

析, 才能比较准确的把握钢管混凝土拱肋受力与变形的真实情况, 也更有理论根据<sup>[4]</sup>.

### 参 考 文 献

- 1 黄棠, 王效通. 结构设计原理. 北京: 中国铁道出版社, 1993
- 2 王元丰, 许士杰. 薄壁钢管混凝土构件固有振动特性研究. 北方交通大学学报, 1998(4)
- 3 吴迅, 凌知民, 胡匡璋. 瓷都大桥设计. 桥梁建设, 1997(4)
- 4 许士杰. 钢管混凝土拱桥自振特性及汽车荷载作用下动力响应的研究. 北方交通大学学位论文, 1999

### APPROACH TO THE CALCULATION FOR CROSS-SECTIONAL PARAMETERS OF CONCRETE FILLED STEEL TUBULAR

### RIBBED-ARCH BRIDGES

XU Shijie WANG Yuanfeng  
(School of Civil Engineering, Northern Jiaotong  
University, Beijing 100044, China)

**Abstract** Concrete Filled Steel Tubular (CFST) ribs are composite members in which is the confining force between the two kinds of materials: steel and concrete. It is useful to calculate the geometric characteristics of CFST members reasonably with considering the confining force. In this paper, a rational method is suggested.

**Key words** Concrete Filled Steel Tubular (CFST), arch ribs, geometric characteristics, calculating method

## 刚体动力学在工程中的应用一例

陈剑平 叶金铎

(天津理工学院机械系, 天津 300191)

**摘要** 基于刚体动力学方程研究了焊管飞锯测速轮的动力学特性, 导出测速轮与钢管接触压力的理论计算公式, 对焊管生产实践有一定参考意义.

**关键词** 动力学方程, 焊管, 测速轮, 接触压力

焊管飞锯测速机构是焊管定尺飞锯的关键部件, 其设计好坏对飞锯同步跟踪定尺精度影响较大. 由于缺乏理论指导, 测速机构多采用经验设计. 在测速压力(测速轮与钢管接触压力)设计中存在的主要问题是: 压力过小容易打滑丢转, 使测速、测长精度降低; 压力过大则会加速轮的磨损, 降低测速轮的使用寿命.

本文根据刚体动力学方程研究了测速轮的力学特性, 导出测速压力的理论计算公式, 实现了测速机构的理论设计.

### 1 测速轮的力学方程

取测速轮为研究对象, 其受力与运动分析如图 1 所示. 由相对于质心的动量矩方程可得

$$I_c \varepsilon = FR \quad (1)$$

图 1 及 (1) 式中,  $I_c$  是测速轮转动惯量,  $\varepsilon$  是测速轮角加速度,  $F$  是摩擦力,  $R$  是轮半径,  $N$  是测速压力,  $G$  是测速轮重量,  $x_0, y_0$  是约束反力,  $\omega$  是测速轮角速度.

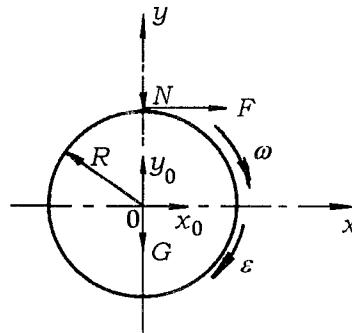


图 1 测速轮受力与运动分析

积分 (1) 式得到 (考虑初始条件  $\varphi|_{t=t_0} = 0$ ,  $\omega|_{t=t_0} = \omega_0$ )

$$I_c \Delta \omega = FR \cdot \Delta t \quad (2)$$

本文于 1999-03-12 收到.