

顶管施工中管壁摩阻力理论公式的商榷 PDF转换可能丢失图片或格式，建议阅读原文

[https://www.100test.com/kao\\_ti2020/294/2021\\_2022\\_\\_E9\\_A1\\_B6\\_E7\\_AE\\_A1\\_E6\\_96\\_BD\\_E5\\_c67\\_294413.htm](https://www.100test.com/kao_ti2020/294/2021_2022__E9_A1_B6_E7_AE_A1_E6_96_BD_E5_c67_294413.htm)

摘要：顶管施工中管道四周受土体摩擦产生摩擦阻力，阻止管道前进。阻力的大小受多种因素的影响是比较复杂的，其中最大的因素是施工误差引起的管道轴线弯曲。管道轴线弯曲严重时可使摩阻力成倍增长。正是由于这一原因，引出了许多计算摩阻力的经验公式。但本文仅限于讨论理论公式，而且仅限于管轴线严格为直线状态下的摩阻力理论公式，即在排除由于管轴线弯曲所引起的附加摩阻力的前提下讨论管道摩阻力的理论公式，这时管道摩阻力的理论公式可以简化为平面问题，可以以管道的横断面为模型例出计算图式

关键词：理论公式摩阻力

一、规范公式存在的问题

管道摩阻力的理论公式在许多文章和手册中都曾经出现过，后来集中反映在GB50268-97《给水排水管道工程施工及验收规范》中。规范的6.4.8条规定，顶管的顶力可按下式计算：式中P计算的总顶力(kN)； $\gamma$ 管道所处土层的重力密度(kN/m<sup>3</sup>)；D1管道的外径(m)；H管道顶部以上覆盖土层的厚度(m)； $\alpha$ 管道所处土层的内摩擦角(°)。管道单位长度的自重(kN/m)，(笔者：应改为由自重产生的力)；L管道的计算顶进长度(m)；f顶进时，管道表面与其周围土层之间的摩擦系数；PF顶进时，工具管的迎面阻力(kN)。仅就管道摩擦力而言，上述公式可以简化。设p为单位长度管道的摩阻力，则：这一公式引用了摩擦力的基本理论：摩擦阻力等于正压力乘摩擦系数。摩擦系数f采用已有的成果，所以问题的讨论重点转移到正压力的计算上来，式

中的 $\text{tg}^2(45^\circ - \alpha/2)$ 是主动土压力系数，用 $K_1$ 来表示

： $K_1 = \text{tg}^2(45^\circ - \alpha/2)$ ，代入上式得：稍作变化，将上式改写如下：此式的物理意义是：管道摩助力等于管顶土压力强度与水平管轴线处主动土压力强度之和的2倍，乘以管道直径，再乘以摩擦系数，另外再加上管道自重所产生的摩阻力。上式中第1项是管顶土压力和管底地基应力引起的摩阻力，第2项是管道两侧主动土压力引起的摩阻力，计算时采用了每个方向上的单位土压力乘以管道外径 $D_1$ 作为正压力，这种计算方法即违背了摩擦力的基本理论，因为除管顶、管底和水平管轴线两侧共4处土压力以外，所有的土压力与管道表面不垂直，并非为正压力。

二、理论公式的推导 假设土压力表示方法适用于圆形管道，下面按摩阻力的基本理论来推导摩阻力的理论公式。

1、管顶土压力造成的正压力 管顶土压力强度 $q_1$ 是常量，并且有： $q_1 = \gamma H$ 。在角度为 $\alpha$ 的圆周上取一微面 $ds$ ，对应 $ds$ 的圆心角为 $d\alpha$ 。设作用于 $ds$ 上的垂直土压力为 $dNV$ 。

则： $dNV = q_1 \sin \alpha ds$  设作用于 $ds$ 上的正压力为 $dN$ 。则

： $dN = dNV \sin \alpha = q_1 \sin^2 \alpha ds$  因为： $ds = D_1 / (2 \sin \alpha)$ ，所

以： $dN = D_1 / (2 q_1 \sin^2 \alpha)$ ，对上式积分，得：代入 $q_1$ 得：

$N = \frac{1}{2} \gamma H D_1$  2、管道右侧土压力造成的正压力 管道右侧土

压力强度为 $q_2$ ，是变量，并且有： $q_2 = (\gamma H - \gamma y) K_1$  因为

： $y = D_1 \sin \alpha / 2$  所以： $q_2 = (\gamma H - \gamma D_1 \sin \alpha / 2) K_1$  同样在角度

为 $\alpha$ 的圆周上取一微面 $ds$ ，对应 $ds$ 的圆心角为 $d\alpha$ 。设作用

于 $ds$ 上的水平土压力为 $dMH$ 。则： $dMH = q_2 \cos \alpha ds$  设作用

于 $ds$ 上的正压力为 $dM$ 。则： $dM = dMH \cos \alpha = q_2 \cos^2 \alpha ds$ ，代

入 $q_2$ 得： $dM = (\gamma H - \gamma D_1 \sin \alpha / 2) K_1 \cos^2 \alpha ds$  因为： $ds = D_1 d\alpha / 2$ ，所以：

$dM = \frac{1}{2} K_1 D_1 (\gamma H - \gamma D_1 \sin \alpha / 2) \cos^2 \alpha d\alpha$  对上

式积分，得：3、管道四周土压力造成的总正压力可知，作用于管道四周的土压力上下、左右都是对称的，所以作用于管道四周土压力的正压力之和 $Q$ 为：由此可知外力引起的圆形管道单位长度摩阻力应为： $p=f(Q)$ 代入上式的 $Q$ 得圆形管道单位长度摩阻力计算式的修正式：稍作变化，将上式改写成如下：此式的物理意义是：管道摩阻力等于管顶土压力强度与水平管轴线处主动土压力强度之和的 $1/2$ 倍，乘以管道直径，再乘以摩擦系数，另外再加上管道自重所产生的摩阻力。上式与规范公式相比，仅在于 $2$ 与 $1/2$ 的区别，也就是说，规范公式中的由土压力产生的摩阻力部分的计算结果比修正后的摩阻力公式计算结果大 $27.3\%$ 。100Test 下载频道开通，各类考试题目直接下载。详细请访问 [www.100test.com](http://www.100test.com)