

9 管网中局部水头损失系数的设置

9.1 水头损失类型

在 InfoWorks CS 中有 5 种局部水头损失类型，在 InfoWorks ICM (3.5 以后的版本中)有 6 种类型

- 1) None
- 2) Normal
- 3) High
- 4) Fixed
- 5) User defined
- 6) FHWA (仅 ICM 中有)FHWA 可参考 Urban Drainage Design Manual Second Edition, 2009 (HEC 22 FHWA-NHI-10-009).

9.2.1 Normal 和 High 水头损失类型

水头损失方程用于 Normal 和 High 类型是：

$$\Delta h = k_u \cdot k_s \cdot k_v \cdot \frac{v^2}{2g}$$

其中：

Δh =水头损失

K_u =用户自定义水头损失系数

K_s =超负荷比例系数

K_v =流速系数

v =流速 (m/s)

g =重力加速度 (m/s²)

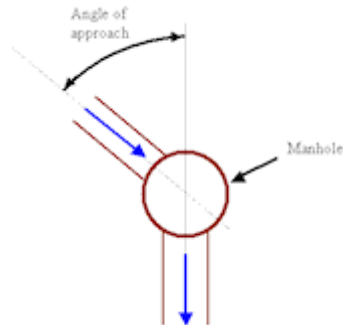
用户自定义水头损失系数 K_u 在**上游/下游水头损失系数**中定义，**上游/下游水头损失类型**选项决定了 K_s 的计算。

这个方程不适用下面两种情况：

- 当检查井下游管道足够低于上游管道，即上下游管道的水力条件是独立的。该方程不适用与管道末端计算，相当于出水口的自然出流。
- 当管道是空的，水头损失不适用所需要的基流(baseflow)来确保数值稳定

a) 用户自定义水头系数 (K_u)

表示水流方向在检查井的影响。水流方向改变的大小是通过角度来表示的。所建议的 K_u 值与相应的角度如下。如果管道存在几个折点， K_u 值应该为所有折点 K_u 值之和。



| Angle of approach | k_u |
|-------------------|-------|
| 30 | 3.3 |
| 60 | 6.0 |
| 90 | 6.6 |
| >90 | 8.0 |

水头损失方程中的 K_u 值可通过软件的自动推断出来，但是无法推断当连接检查井存在多条管或多种管道断面形状。

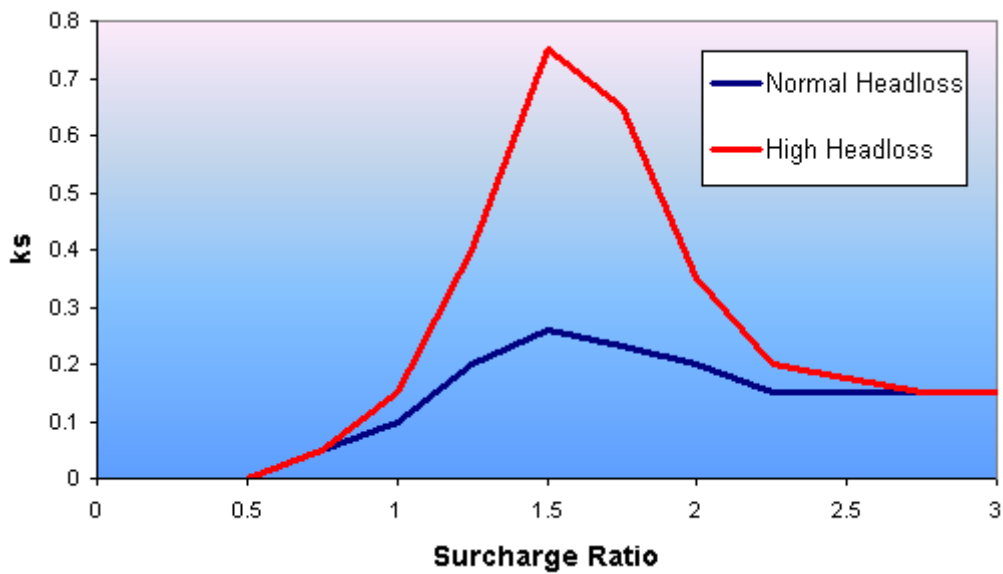
b) 超负荷比例系数 K_s

超负荷比例系数定义水头损失和管道中水流深度的关系

超负荷比例=水流深度 / 管道高度

其中水流深度=检查井处的水面高程 - 管道底高程（上下游末端处）

Normal 和 High 水头损失类型的超负荷比例系数 K_s 与超负荷比例的关系已内置于软件中。



| Surcharge ratio | Normal headloss factor | High headloss factor |
|-----------------|------------------------|----------------------|
| 0.50 | 0.001 | 0.001 |
| 0.75 | 0.05 | 0.05 |
| 1.00 | 0.10 | 0.15 |
| 1.25 | 0.20 | 0.40 |
| 1.50 | 0.26 | 0.75 |
| 1.75 | 0.23 | 0.65 |
| 2.00 | 0.20 | 0.35 |
| 2.25 | 0.15 | 0.20 |
| 2.50 | 0.15 | 0.175 |
| 2.75 | 0.15 | 0.15 |
| 3.00 | 0.15 | 0.15 |

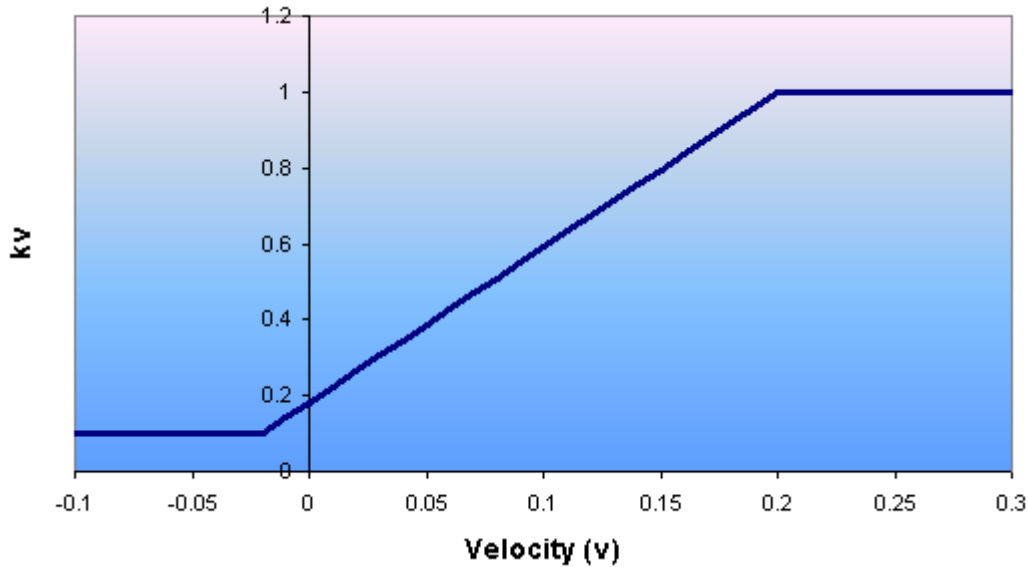
当连接的水深小于满管一半或者水头损失刚好小于满管，水头损失可以忽略。对于实际建造比较好的检查井，0.001 对应于 1/2 满管，0.05 对应于 3/4 满管以及 0.1 对应于满管。水头损失系数根据超负荷水深变化，但是对于超负荷水深大的情况，水头损失系数等于 0.15 倍的流速水头 ($0.15V^2/2g$)。

相对于超负荷水深小于的管径一半时，high 类型的水头损失大于 normal 类型。但是对于超负荷水深大的情况，水头损失系数等于 0.15 倍的流速水头 ($0.15V^2/2g$)，跟 normal 类型的检查井一样。

对于 normal 和 high 水头损失类型，InfoWorks 自动假定管道下游末端出现少的紊流。因此，将应用系数-0.1 到下游水头损失值（值为负数的原因是基于水流从检查井到管道来计算的）

c) 流速系数 Kv

流速系数决定了水头损失和流速的关系。对于 Normal 和 High 水头损失类型，Kv 与 v 关系如下：



| v | k_v |
|--------------|---|
| < -0.02 | 0.1 |
| -0.02 to 0.2 | $0.1 + (v - (-0.02)) * (1.0 - 0.1) / (0.2 - (-0.02))$ |
| > 0.2 | 1.0 |

9.3 Fixed 水头损失类型

水头损失方程用于 Fixed 水头损失类型跟 Normal 和 High 类型相同：

$$\Delta h = k_u \cdot k_s \cdot k_v \cdot \frac{v^2}{2g}$$

在 Fixed 水头损失类型中，超负荷比例系数 k_s 总是设置为 1。

水流系数 k_v 定义水头损失和流速的关系如下：

| v | k_v |
|-------|-------|
| < 0.2 | -1 |
| > 0.2 | 1 |

当水流从管道流到节点，这个保证了水流方向上的水头损失。

9.4 水头损失系数设置

1) Normal, High & FHWA 仅用于封闭的管道，不适应于河道，明渠。另外 Normal 还可以用于小的明渠系统

Normal 适用于检查井建造的非常完好。**High** 适应于结构非常不好检查井

II) 明渠和河道主要采用以下 3 种类型的水头损失类型:

- 1) **NONE**- 无水头损失
- 2) **FIXED**- 适用于已知的水头损失系数, 如管道流入到水库的入口或明渠的折弯处。水头损失系数 k 不受超负荷状态和水流角度的影响
- 3) **USER defined**: 根据不同的超负荷状态和流速, 创建用户自定义水头损失