PDD模型调节需水量问题的报告

韩朝

2018年8月10日星期五

摘要：当采用节点需水量的Pressure Dependent Demand（PDD）模型解决管网水力模型计算结果的负压问题时，在某些极端情况下会出现PDD模型调节失灵的情况。本报告首先描述了PDD模型调节失灵的情况，分析了出现该问题的原因，最后提出了解决该问题的方法。并分析了各个方法的优点与不足。

# 问题提出

## 案例管网数据及PDD参数设置

采用PDD模型调节需水量，如果参数设置不合适，会出现调节失灵的情况，如图1所示案例1管网，



图1 案例1管网拓扑示意图

表1 管网节点数据

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ;ID | Elev | Demand | Head |
| 1 | --- | --- | 35 |
| 2 | 33 | 0 | --- |
| 3 | 15 | 100 | --- |
| 4 | 15 | 20 | --- |
| 5 | 15 | 200 | --- |

表2 管网管线数据

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ;ID | Node1 | Node2 | Length | Diameter | Roughness | MinorLoss |
| 1 | 1 | 2 | 100 | 300 | 100 | 0 |
| 2 | 2 | 3 | 300 | 300 | 100 | 0 |
| 3 | 2 | 4 | 100 | 200 | 100 | 0 |
| 4 | 3 | 5 | 100 | 200 | 100 | 0 |
| 5 | 4 | 5 | 300 | 200 | 100 | 0 |
| 6 | 1 | 4 | 200 | 300 | 100 | 0 |

表3 PDD参数设置

|  |  |
| --- | --- |
| 参数 | 值 |
| 最小水压Hmin(m) | 0 |
| 需求水压Hdes(m) | 10 |
| 最大迭代次数 | 40 |
| 计算精度 | 0.01 |

## 计算结果与讨论

当将Hdes=10m，计算结果如表4所示，可以看到节点的水压和需水量在第1步和第3步相同，第2步和第4步相同。说明计算结果出现了一种震荡式的稳定。分析原因，是第1步计算，节点2、5的水压为负，按照PDD模型算法，将其需水量改为0后，进行水力分析；得到第2步计算结果，节点2、5水压为正，尤其是节点5水压大于10m，并且注意到除去节点2，其余节点水压均大于10m，按照PDD模型计算规则，将节点3、4、5需水量调整为原来需水量。经过这一步调整，节点需水量完全恢复为第一步调整前的节点需水量。随后，第3步重复第1步调整过程，第4步重复第2步调整过程，导致PDD模型迭代调整节点需水量过程失效。

当将Hdes=20m，计算结果如表5，可以看到节点需水量逐步调整，最终趋于稳定。这是由于节点5经过第1步调整后，节点水压为18.81767，并未超过Hdes，仍然在PDD模型的调整范围内，并没有形成震荡。但是，由于提高提高了Hdes，导致节本来可以完全满足需水量的点4也只能部分满足需水量。

当采用侯老师[1]方法进行调整，计算结果如表6所示，可以看到节点2水压在迭代过程中一直为负，其原因为节点5的需水量减少的不够，而且，本方法一直到迭代稳定后也没有解决节点2为负压的现象。因此，该方法仍有一定的缺陷。

## 结论

因此可以得到**结论**，当节点需水量调整后，节点水压上升过高（超过Hdes）,就有可能造成PDD模型失效。在本算例中，节点5的需水量调整为0后，节点水压上升为22.1999m（-3.68028→18.51959）导致节点压力和需水量出现震荡，导致PDD模型失效。

表4 PDD模型计算结果（Hdes=10）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 节点编号 | 迭代次数 | | | | | | | |
| 1 | | 2 | | 3 | | 4 | |
| 需水量 | 压力 | 需水量 | 压力 | 需水量 | 压力 | 需水量 | 压力 |
| 2 | 0 | -1.49221 | 0 | 1.569709 | 0 | -1.49221 | 0 | 1.569709 |
| 3 | 100 | 4.620479 | 83.98705 | 18.16607 | 100 | 4.620479 | 83.98705 | 18.16607 |
| 4 | 20 | 16.69345 | 20 | 19.58017 | 20 | 16.69345 | 20 | 19.58017 |
| 5 | 200 | -3.68028 | 0 | 18.51959 | 200 | -3.68028 | 0 | 18.51959 |

表5 PDD模型计算结果（Hdes=20）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 迭代次数 | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | |
| 节点编号 | 需水量(L/s) | 水压(m) | 需水量(L/s) | 水压(m) | 需水量(L/s) | 水压(m) | 需水量(L/s) | 水压(m) |
| 2 | 0 | -1.49221 | 0 | 1.650612 | 0 | 0.513942 | 0 | 0.137023 |
| 3 | 100 | 4.620479 | 74.03247 | 18.53855 | 85.15477 | 13.44141 | 83.56734 | 11.82564 |
| 4 | 20 | 16.69345 | 19.13604 | 19.65502 | 19.4814 | 18.59631 | 19.38339 | 18.22905 |
| 5 | 200 | -3.68028 | 0 | 18.81767 | 96.99915 | 11.75799 | 125.1742 | 8.685174 |
| 迭代次数 | 5 | | 6 | | 7 | |  |  |
| 节点编号 | 需水量(L/s) | 水压(m) | 需水量(L/s) | 水压(m) | 需水量(L/s) | 水压(m) |  |  |
| 2 | 0 | 0.142923 | 0 | 0.155119 | 0 | 0.155119 |  |  |
| 3 | 80.2311 | 11.88667 | 78.66207 | 11.95586 | 78.66207 | 11.95586 |  |  |
| 4 | 19.2387 | 18.22674 | 19.16575 | 18.2349 | 19.16575 | 18.2349 |  |  |
| 5 | 128.4854 | 8.494958 | 129.4154 | 8.481265 | 129.4154 | 8.481265 |  |  |

表6 侯老师邮件中的方法计算结果

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 迭代次数 | 1 |  | 2 |  | 3 |  | 4 |  |
| 节点编号 | 需水量(L/s) | 水压(m) | 需水量(L/s) | 水压(m) | 需水量(L/s) | 水压(m) | 需水量(L/s) | 水压(m) |
| 2 | 0 | -1.49221 | 0 | -0.21688 | 0 | -0.31039 | 0 | -0.37424 |
| 3 | 100 | 4.620479 | 90.39223 | 10.24031 | 90.39223 | 9.838182 | 93.03085 | 9.527534 |
| 4 | 20 | 16.69345 | 20 | 17.90018 | 20 | 17.80936 | 20 | 17.75589 |
| 5 | 200 | -3.68028 | 140 | 6.321734 | 145.7056 | 5.548744 | 146.6879 | 5.224264 |
| 迭代次数 | 5 |  | 6 |  | 7 |  | 15 |  |
| 节点编号 | 需水量(L/s) | 水压(m) | 需水量(L/s) | 水压(m) | 需水量(L/s) | 水压(m) | 需水量(L/s) | 水压(m) |
| 2 | 0 | -0.38846 | 0 | -0.39544 | 0 | -0.39968 | 0 | -0.40653 |
| 3 | 94.40432 | 9.447638 | 95.24271 | 9.406198 | 95.76556 | 9.380876 | 96.61745 | 9.339858 |
| 4 | 20 | 17.74661 | 20 | 17.74261 | 20 | 17.74024 | 20 | 17.73642 |
| 5 | 146.0489 | 5.21349 | 145.557 | 5.220773 | 145.2428 | 5.22622 | 144.7275 | 5.235395 |