

施工与监理

# 排水钢筋混凝土新管的地下水渗入量测定

杨文进, 李树苑, 张年保, 朱建国, 王早文, 张怀宇,  
刘杰, 李跃增

(中国市政工程中南设计研究院, 湖北 武汉 430010)

**摘要:** 为了确定地下水渗入对排水管道排水量的影响,对南方某市新敷设的钢筋混凝土管道做了地下水渗入量的测定。结果表明,管径为 600 ~ 1 350 mm 的钢筋混凝土新管的地下水渗入量平均测定值为  $3.59 \text{ m}^3 / (\text{km} \cdot \text{cm} \cdot \text{d})$  或  $449 \text{ m}^3 / (\text{km} \cdot \text{d})$ ,占新管道服务城区的城市污水量的 19.4%。其中管道严密性验收合格的四条管道的平均渗入量仅为  $0.693 \text{ m}^3 / (\text{km} \cdot \text{cm} \cdot \text{d})$  或  $74.8 \text{ m}^3 / (\text{km} \cdot \text{d})$ 。管底以上的地下水位和管道接口的防渗施工质量是地下水渗入量大小的决定性因素。

**关键词:** 地下水渗入量; 排水管道; 地下水位; 管道接口

**中图分类号:** TU992.05 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2006)04-0095-03

## Determination of Groundwater Infiltration Rate into the New Reinforced Concrete Sewer

YANG Wen-jin, LI Shu-yuan, ZHANG Nian-bao, ZHU Jian-guo,  
WANG Zao-wen, ZHANG Huai-yu, LIU Jie, LI Yue-zeng

(Central and Southern China Municipal Engineering Design and Research Institute, Wuhan 430010, China)

**Abstract:** In order to define the effect of groundwater infiltration on the sewage discharge from sewer, determination was conducted on the groundwater infiltration rate into the newly built reinforced concrete sewer. The result shows that the groundwater infiltration rate into the reinforced concrete sewer with diameter of 600 - 1 350 mm is determined to be  $3.59 \text{ m}^3 / (\text{km} \cdot \text{cm} \cdot \text{d})$  or  $449 \text{ m}^3 / (\text{km} \cdot \text{d})$ , which accounts for 19.4% of urban sewage quantity in new pipe service area. Of which, the average infiltration rate into four pipes with acceptable water tightness is only  $0.693 \text{ m}^3 / (\text{km} \cdot \text{cm} \cdot \text{d})$  or  $74.8 \text{ m}^3 / (\text{km} \cdot \text{d})$ . The groundwater level above pipe bottom and anti-infiltration of pipe joint are the decisive factors affecting the groundwater infiltration rate.

**Key words:** groundwater infiltration rate; sewer; groundwater level; pipe joint

排水管道地下水渗入量是地下水通过管道和检查井等附属构筑物的不严密处渗入排水管道的水量。地下水渗入排水管道,会使输送、提升及处理的污水量增加,造成排水工程的投资和运行费都升高,危害较大。

有些发达国家制定了地下水渗入量的标准。在美国,渗入量不符合标准时联邦政府不予拨款<sup>[1]</sup>。我国对于排水管道地下水渗入量的研究尚少,对于新敷设排水管道的渗入量测定资料至今仍无报道,因此笔者对南方某市的新敷设七条钢筋混凝土排水

管道做了地下水渗入量的测定。

1 测定方法及准确度

1.1 测定方法

在钢筋混凝土新管道敷设完工并都完成排水管道严密性验收后<sup>[2]</sup>,对管道进行了地下水渗入量的测定。共测定了 A、B、C、D、E、F 和 G 七条新管道。测定前将被测管道的两端管口以及管道内的全部支管和预留孔均严密封堵,在管道的上、中、下游三座检查井或上、下游两座井内直接测量管内水面高程,观测不同历时的管内水位上涨速度,从而算出地下水渗入量。

1.2 测定方法准确度

测定方法的准确度可用 D 管道测定结果说明(见表 1)。

表 1 排水管道 D 的地下水渗入量测定结果

Tab 1 Determination results of groundwater infiltration rates into D sewer

| 测定时间      | 上游检查井  |            | 中游检查井  |            | 下游检查井  |            | 水位上涨历时 /min | 地下水渗入量 /( $\text{m}^3 \cdot \text{km}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ) |
|-----------|--------|------------|--------|------------|--------|------------|-------------|-------------------------------------------------------------------|
|           | 水深 /mm | 水位上涨高度 /mm | 水深 /mm | 水位上涨高度 /mm | 水深 /mm | 水位上涨高度 /mm |             |                                                                   |
| 第一天 8:40  | 85     |            | 262    |            | 307    |            |             |                                                                   |
| 第一天 16:35 | 130    | 45         | 306    | 44         | 351    | 44         | 475         | 79.7                                                              |
| 第二天 15:35 | 229    | 99         | 404    | 98         | 449    | 98         | 1 380       | 92.0                                                              |
| 第三天 16:20 | 342    | 113        | 517    | 113        | 563    | 114        | 1 485       | 107.6                                                             |

可见,对于三段历时内的水位上涨高度,在三座检查井中的测定值很接近,彼此之间的差距  $\leq 1$  mm,其他管道的水位上涨高度测定值的准确度也都与表 1 接近。根据水位上涨高度、上涨历时计算的七条管道地下水渗入量测定值的误差范围为 0.3%~2%。

2 结果与讨论

钢筋混凝土管的单节长度一般为 2 m。A、B、C 和 G 四管道的接口材料为内设橡胶圈外加砂浆抹带,开槽施工,180 混凝土基础。D、E 和 F 三管道的接口材料为橡胶圈,顶管施工,无人工基础。

2.1 地下水渗入量

某市新钢筋混凝土排水管地下水的渗入量测量结果见表 2。说明在管径为 600~1 350 mm、管道埋深为 4~8 m、地下水位高于管底 0.5~6.9 m 及上

述管道接口、施工、管座基础的条件下,七条管道地下水渗入量的测定值范围为  $0.25 \sim 13.7 \text{ m}^3 / (\text{km} \cdot \text{cm} \cdot \text{d})$  或  $15.2 \sim 1\,850 \text{ m}^3 / (\text{km} \cdot \text{d})$ ,平均为  $3.59 \text{ m}^3 / (\text{km} \cdot \text{cm} \cdot \text{d})$  或  $449 \text{ m}^3 / (\text{km} \cdot \text{d})$ 。

表 2 某市钢筋混凝土排水新管的地下水渗入量测定结果

Tab 2 Detemination results of groundwater infiltration rates into new reinforced concrete sewer in a city

| 管道编号 | 排水管径 /mm | 管道长度 /m | 管道平均埋深 /m | 地下水位平均高于管底 /m | 地下水渗入量测定平均值                                                                    |                                                           |
|------|----------|---------|-----------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
|      |          |         |           |               | / $(\text{m}^3 \cdot \text{km}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{d}^{-1})$ | / $(\text{m}^3 \cdot \text{km}^{-1} \cdot \text{d}^{-1})$ |
| A    | 600      | 63.9    | 5.7       | 0.5           | 0.25                                                                           | 15.2                                                      |
| B    | 1 200    | 33.6    | 4.2       |               | 0.68                                                                           | 81.5                                                      |
| C    | 1 200    | 22      | 4.0       |               | 0.9                                                                            | 108                                                       |
| D    | 1 000    | 155.9   | 4.7       | 3.2           | 0.94                                                                           | 94.3                                                      |
| E    | 1 000    | 99.2    | 5.8       | 4.2           | 1.96                                                                           | 196                                                       |
| F    | 1 200    | 130     | 7.3       | 6.0           | 6.68                                                                           | 801                                                       |
| G    | 1 350    | 425     | 8.0       | 6.9           | 13.7                                                                           | 1 850                                                     |

注: 地下水渗入量测定值中, km 为管长单位, cm 为管径单位。

根据测定值推算,新钢筋混凝土管地下水渗入量为  $210 \text{ m}^3 / (\text{km} \cdot \text{d})$ ,占这些管道服务城区的城市污水量的 19.4%。随着使用时间的延长,由于多种损坏因素会导致管口开裂甚至管道或附属构筑物破坏,其渗入量必将大幅度升高。

国外 24 座城市对于 150~980 mm 管径排水管道的实测结果为:地下水渗入量为  $0.1 \sim 49 \text{ m}^3 / (\text{km} \cdot \text{cm} \cdot \text{d})$  或  $4.2 \sim 3\,100 \text{ m}^3 / (\text{km} \cdot \text{d})$ 。在笔者的测定中以 G 管道渗入量为最大,该管道陈旧以后,其渗入量将与上述的最高值接近。

2.2 地下水渗入量的影响因素

2.2.1 管底以上地下水位

表 2 说明,管底以上地下水位愈高则排水管道的地下水渗入量愈大。

此外从表 1 可看出,不同时段地下水渗入量也不同。在 D 排水管道的测定过程中,前 475 min 的渗入量为  $79.7 \text{ m}^3 / (\text{km} \cdot \text{d})$ ,中间 1 380 min 的渗入量为  $92.0 \text{ m}^3 / (\text{km} \cdot \text{d})$ ,最后 1 485 min 的渗入量为  $107.6 \text{ m}^3 / (\text{km} \cdot \text{d})$ ,这是由于 D 管道的敷设管路靠近受潮位影响的河道,河中水位涨落引起地下水位升降,从而导致渗入量随着时间变化而出现小的波动。

2.2.2 排水管道严密性

我国《给水排水管道工程施工及验收规范》

(GB 50268—97)规定 :排水管道竣工时应做管道严密性试验 ,即用闭水法观测管内的水渗出管外的渗水量。应该指出 ,渗出的渗水量与渗入管内的地下水渗入量的渗水方向是相反的。A、B、C和 D 四条管道的严密性试验渗水量都合格 ,E、F、G 三条管道的测定结果未能收集到 (见表 3)。我国现在还没有地下水渗入量的标准 ,美国大多数城市的地下水渗入量规定值为  $0.1 \sim 1.0 \text{ m}^3 / (\text{km} \cdot \text{cm} \cdot \text{d})$  ,说明这四条管道的地下水渗入量尚在容许范围之内 ,E、F 和 G 三管道的平均渗入量是前四条管道的 10.8 倍或 12.7 倍。

表 3 地下水渗入量与管道严密性验收结果的测定值  
Tab 3 Relationship between groundwater infiltration rate and sewer tightness check result

| 管道编号     | 管道严密性试验渗水量<br>$/ (\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{km}^{-1})$ |       | 地下水渗入量平均值                                                 |                                                           |
|----------|-------------------------------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
|          | 规范允许<br>平均值                                                             | 平均试验值 | $/ (\text{m}^3 \cdot \text{km}^{-1} \cdot \text{d}^{-1})$ | $/ (\text{m}^3 \cdot \text{km}^{-1} \cdot \text{d}^{-1})$ |
| A、B、C和 D | 39.18                                                                   | 26.95 | 0.693                                                     | 74.8                                                      |
| E、F和 G   | 42.89                                                                   |       | 7.45                                                      | 949                                                       |

根据七条管道的检查井和管道的外观检查 ,地下水主要是经过管道接口渗入管内的。在接口材料相同的条件下新接口的严密性主要取决于施工质量。F和 G 两条管道的埋深大、地下水位高、施工难度大、接口严密性很差 ,从而导致这两条管道渗入量特大。

我国地下水水位高的城市排水管道的地下水渗

入量很大 ,确需开展削减地下水渗入量的科研工作。在地下水渗入量的标准尚未制定以前应严格执行《GB 50268—97》,由施工、监理、使用、设计四个单位共同参加管道严密性试验验收。

3 结论

钢筋混凝土排水新管的管底以上地下水水位愈高 ,则排水管的地下水渗入量愈大。

管径为 600 ~ 1 350 mm 的新钢筋混凝土排水管道 ,在地下水位高于管底 0.5 ~ 6.9 m 的条件下 ,地下水渗入量为  $0.25 \sim 13.7 \text{ m}^3 / (\text{km} \cdot \text{cm} \cdot \text{d})$  或  $15.2 \sim 1 850 \text{ m}^3 / (\text{km} \cdot \text{d})$ 。

地下水位高于管底 0.5 ~ 6.9 m 的城区 ,新钢筋混凝土排水管的地下水渗入量占该管道服务城区的城市污水量的 19.4%。

采用高防渗性能的接口材料和提高管道接口的防渗施工质量能有效地降低地下水渗入量。

严格进行管道严密性验收是提高管道施工防渗质量的有效措施。

参考文献 :

[1] 聂梅生 ,许泽美. 废水处理及再用 [M]. 北京 :中国建筑工业出版社 ,2002  
[2] GB 50268—97,给排水管道工程施工及验收规范 [S].

电话 : (027) 82426036  
E - mail:wenjin\_yang@hotmail .com  
收稿日期 : 2005 - 09 - 23

· 工程信息 ·

沈阳浑南新区排水管网工程

工程内容 :建设市政污、雨水管网 ,通过管网建设把区内的污、雨水收集到处理提升构筑物进行排放 ,管网总长度约 500 km ,污水、雨水提升构筑物 9 座 ;项目单位 :沈阳市浑南新区建设管理局 ;投资总额 :1.2 亿美元 ;建设地点 :CBD 中央商务区、大学城、古城子产业区。

沈阳石佛寺平原水库供水工程

工程内容 :西线工程敷设 DN1 000 管道约 17 km ,输水量为  $10 \times 10^4 \text{ m}^3 / \text{d}$  ,建设地点 :石佛寺平原水库 — 六水厂 ,东线工程敷设 DN1 000 管道约 10 km ,输水量为  $10 \times 10^4 \text{ m}^3 / \text{d}$  ,扩建七水厂处理能力为  $10 \times 10^4 \text{ m}^3 / \text{d}$  ,建设地点 :石佛寺平原水库 — 七水厂 ,扩建七水厂 ;项目单位 :沈阳市自来水总公司 ;投资总额 :27 190 万元。

(武云甫)