

三峡库区城镇排水体制选择

龙腾锐 姜文超

(重庆建筑大学城市建设学院, 重庆 400045)

摘 要 就排水体制的发展及合流制与分流制的污染负荷研究进行了综述。在此基础上, 通过对三峡库区城镇地形、周围水体等实际状况进行分析, 认为三峡库区城镇排水体制宜选用合流制系统。

关键词 三峡库区 城镇 排水体制 合流制 分流制

排水体制指生活污水、工业废水与雨水等收集、输送和处置的方式, 传统的排水体制有合流制和分流制两种形式。城市排水体制采用何种形式, 不仅关系到城市管网工程的规划与建设及城市水体保护, 也直接决定了住宅、公建和工厂排水工程的设计和建设, 并深刻地影响到城市污水处理厂的水质、水量及运行稳定性。城市管网投资在整个排水系统中占有重要比例, 有时甚至高达75%^[1]。因此, 应该慎重选择城市排水体制。

我国规范与手册规定, 对城市旧有街区的合流制管网, 应逐步改造为截留式合流制, 对于新建区宜采用分流制。近年来, 我国排水工作者不断地对其合理性提出质疑^[2]。实际上, 城市排水体制既与城市地形地质、气候特点、居民生活习惯有关, 也与城市水环境保护的预期目标有关, 同时还受一定的社会和经济条件制约。三峡库区山地城镇居多, 用地紧张, 排水管网完善程度低, 经济不发达, 城镇居民文化素质不高, 其排水体制选择更值得探讨。

1 排水体制的发展

人类原始的排水系统既非现在意义上的分流制, 也非现在意义上的合流制。欧洲大陆建城时对街道进行了铺砌, 将一些雨水收集在蓄水池中以供饮用和浇灌花木, 而将余下的雨水沿街排放。后来, 有人将厕所建于加盖的渠道或涵洞上, 产生了最初的合流管渠。公元前1世纪, 给水与排水管网建设在罗马得到了较大发展, 管道布置也日渐条理化。同时, 罗马人驱使大批奴隶修建运动场, 并在其中建造了游泳池, 其污水由另外一条渠道排放, 这就形成了分流制管道的雏形。由于地震灾害曾一度袭击欧洲大陆, 许多房屋和给排水管

渠被破坏。在重建过程中, 水洗厕所开始采用, 排水管道也日臻完善, 其建造水平与当今北欧和北美差不多。罗马帝国衰落后, 直至19世纪上半叶, 给排水渠道没有得到多少更新和维护。

现代合流制排水体制于19世纪后半叶在英国产生, 迄今美国和欧洲的一些旧城市中心仍在采用。19世纪中叶, 工业革命在英国开展, 城市人口急剧膨胀, 大量生活污水直接倒于地面, 导致地面水和地下水被严重污染, 许多大城市爆发了大规模的瘟疫。因此人们开始下决心大规模修建污水管, 将污水收集后排放。这时污水管大多是砖砌矩形渠道。稍后, 德国、法国、荷兰等国也遇到同样的问题, 并开始同样的实践。该时期的排水体制均是合流制^[3], 即生活污水和雨水排放到同一套管道中。在暴雨时, 合流污水溢流入河流, 造成严重污染。随着污染加剧, 截留式合流制和分流制得到注意和发展。在实践中, 截留式合流制排水系统的污染仍然严重, 有些国家认为只有分流制才能杜绝污染发生, 如美国曾一度兴起将合流制改造为分流制。麻省议会1907、1912、1918年对波士顿合流制改分流制作出了财政规定, 但由于费用过高, 迄今未见有完全分流化的报道^[2], 而且事实上分流制的污染仍然相当严重, 所以这种趋势已逐渐平息。

合流制和分流制这两种传统排水体制均十分昂贵。为了减少造价, 在特殊地区, 人们又开发出两种非传统的排水体制: 沉淀式的排水系统和简化的排水系统^[4]。沉淀式的排水系统即从一户或几户排出的生活污水首先进入一单室化粪池(通常这是一个固体截留池), 而沉淀后的出水则排入浅而小的城市污水管。简化的污水系统在形式上与传统排水系统并无多大区别, 但其设计概念则不同于19世纪出现的较为保守的设计概念, 如设计坡度、设计年限参数选择等。这种系统在高人口密度、低收入地区非常适用, 如巴西北部和其他一些发展中国家, 其设计概念已写入巴西国家规

收稿日期: 1998—05—20

作者简介: 龙腾锐, 男, 59岁, 1965年清华大学给排水专业研究生毕业, 教授, 博士生导师, 重庆建筑大学城建学院院长, 长期从事环境科学与工程、给排水工程教学与研究。

范(The Brazilian National Norm 9649/1996)^[4]。

据报道^[2],我国排水管渠产生于周朝的殷都,但相当原始,生活污水大都被用作农肥。后来唐长安、宋汴梁和元大都建立了较完整的明渠和暗沟相结合的排水系统。东方的现代排水系统是在西方文明传入之后建立的。我国本世纪初,一些城市的外国租界内修建了下水道和家庭卫生设备,从而开始了合流制的实践,但直到 40 年代末,有完善现代排水体制的城市仍然很少,全国的排水管道长度仅有 6034km^[5],且都是雨污合流排水系统。建国以后,我国城市排水得到较大发展,如天津、上海等城市先后建立了截留式合流制排水系统,到 1996 年,我国排水管网总长约 8 万 km^[6]。

2 三峡库区排水管网现状

三峡库区城镇大都具有山地城市特点,即依山傍水,被分成许多组团,地形高差大,沿江成条形分布。由于这种地形特点和历史上的经济因素,三峡库区城镇排水管网极为不足,且相对老化。重庆市九区“一五”至“六五”期间下水道情况见表 1^[7]。

表 1 重庆市九区“一五”至“六五”下水道统计表

时期	九区城市人口 (万)	下水道总长 (km)	人均下水道长 (m/人)
“一五”	161	183	0.11
“二五”	166	236	0.14
“调整”	169	257	0.15
“三五”	166	257	0.16
“四五”	166	299	0.18
“五五”	186	316	0.17
“六五”	203	345	0.16

据报道^[8],目前重庆市(包括 16 区、4 县级市)排水管道总长 1484km,人均管网长度约为 0.37m/人,管网面积覆盖率为 0.07m²/m²,大都是合流制管道或管渠。万县、涪陵等地新区和老区都采用雨污合流排水管渠。老城区采用砌在街道两旁下面的砖石结构暗渠排水,新区则采用条石结构的暗渠。笔者了解到,石柱县南宾和西沱两镇管网系统为合流制,年久失修,缺少应有的更新和维护,管径普遍偏小,已不敷使用,这种情况在库区城镇相当普遍。在库区的很多城市,街道边沟、小溪或冲沟常被用作污水和雨水的排水沟。

3 三峡库区排水体制选择

我国对分流制和合流制的污染效应缺少详尽的研究,对两种体制通常在环境效应、造价和维护管理等方

面进行比较。一般认为:(1)合流制管网系统雨污合流,在降雨较大时一部分生活污水和雨水的合流污水要溢入河流造成污染,这种污染一般要大于分流制初雨水的污染;(2)虽然合流制只用一套管网,初期造价费比分流制低 20%~40%^[9],但分流制在分期上可先建污水管,再建雨水管,初期基建投资费用可以降低,投资灵活,而且合流制由于后期泵站提升设施等,运行费用高;(3)在维护管理方面分流制要比合流制简单。

德国、荷兰等国家在实际的情况下对合流制和分流制的污染问题进行了较为细致的研究。研究结果表明,对于亚热带或温带气候地区,由于管网的在线贮水能力和污水处理厂的水力负荷的可变性,合流制在瞬间污染、年度污染总量、某一类污染物等方面都不一定比分流制高,在特定条件下,合流制的污染效应还低一些^[3]。对于流速在 0.1m/s 以上的河流,两种系统的间歇式污染大体相当,对于 COD 等指标,合流制高于分流制,而对于重金属元素,合流制要低于分流制。若管网的在线贮水能力为 2mm (20m³/ha 不透水面积)~5mm (50m³/ha 不透水面积),合流制溢流所产生的年度污染负荷可以减半。对于荷兰,由于地形平坦,管网的在线贮水能力达 7mm,污水厂的水力负荷约为 1mm/h,合流制的年度污染大大小于分流制^[3]。Karl Imhoff 也认为两种体制的有机污染总负荷大致相当^[10]。因此,不能总是一成不变地认为合流制的污染效应大于分流制。

虽然雨水的流量大,处理起来十分不易,但近年来的研究表明,对其处理是有必要的。前联邦德国的水处理管理部门就将雨水处理作为一项任务^[11]。对雨水 N、P 污染负荷的研究结果表明,两种体制的污染负荷相当^[12]。城市江段的氮污染 6% 来自非点源^[12],即由地表径流所致。因此,对于湖泊水库,如出于控制氮磷污染物考虑,除了在城市污水厂加强 N、P 的去除外,雨水处理应予以重视,尤其是初雨径流(雨水污染最严重的部分)应予以控制。特别对于重庆地区而言,由于大气污染严重、地面环境状况差,初雨径流的污染负荷较国内其它城市和地区更为严重。重庆世行贷款城市环境项目可行性研究期间,研究者对唐家桥污水处理厂进水质监测的结果表明,雨季时,初雨中 SS、BOD 和 COD 的浓度约为旱季流量时的两倍,因此初雨水的污染物负荷与生活污水相当,若考虑到雨水流量较大,其初雨污染甚至比生活污水还要严重。三峡水库成库后对其处理也就更为必要。从这种意义上讲,合流制是优于分流制的。在合流制系统中,由于雨水的收集和管中流行时间,初雨径流有可能得到处理,至于以后的

雨水, 可以考虑溢流入河流。溢流对于水体的污染取决于溢流倍数, 在这方面, 国外已作了大量的研究, 其研究结果和工程技术经验可以借鉴^[13]。

三峡库区城市地形坡度一般较大, 管网的在线贮水能力较小, 但这可以通过对管网进行合理设计及对污水处理厂的构筑物型式选择得到一定弥补。同时, 三峡库区的排水管网, 特别是生活污水, 由于城市建设和规划与实际发展水平的差距, 生活污水管往往达不到设计充满度。加之三峡库区地质坚硬, 岩基居多, 地下水渗入管道中的比例相应较少, 雨季时管网的在线贮水能力也可能相应有所提高。此外, 由于坡度较大, 提升泵站费用可相对减少, 因而合流制系统的运行费用不一定比分流制高。

库区城市原有排水体制大都是合流制, 在新旧结合上, 若新建区采用分流制管网, 就会导致新建区初雨水和老城区雨污溢流两种污染问题, 在控制上复杂程度增加, 也不便于城市集中污水处理厂的建设和运行。从管网建设上看, 库区中小城镇居多, 街道较窄, 地下空间紧张, 不便布置太多的管道系统, 合流制系统更能适应这种情况。笔者在参加江津琅山经济开发区排水管网规划和设计时, 发现 10m 以下的街道较多, 由于地下管线之间要求一定的防护间距, 布管非常困难。对于管网的设计年限, 巴西专家 Azevedo Netto 认为不应超过 20 年^[14], 这种设计概念较符合三峡库区城市建设和经济发展速度的实际状况。

在分流制管网的运行过程中, 人们发现误接的现象几乎不能避免。临街的城市居民习惯于将一部分生活污水倾倒入街面, 这样雨水管中就会混入相当数量的生活污水, 分流制管网实际上变成了两套合流制管网。发达国家如此, 发展中国家亦然, 分流制的优越性往往不能体现出来。三峡库区的城镇居民科学文化素质一般不高, 不合法的连接更难避免, 合流制在维护管理上较适合这种现状。

综上所述, 合流制排水体制较适宜于三峡库区的大多数城镇。

4 结论

通过上述分析, 笔者认为三峡库区城镇排水体制

宜采用合流制排水系统, 对于具体城镇, 在此基础上进行调整。同时还应注意:

(1) 有化粪池的居住区, 污水流量应适当考虑其沉淀作用, 在设计流量时可以有所减少;

(2) 对于高人口密度、低收入地区, 在分析其未来流量时, 不应考虑太高的系数;

(3) 应加紧三峡库区城镇两种体制的污染效应和基建投资比较研究。对重庆市, 这种研究更显得必要和迫切。在此基础上, 进一步确定合流制管网的溢流倍数和三峡库区两种排水系统选择的临界效益投资比, 用以指导城镇排水系统选择和设计, 使其更加科学合理。

5 参考文献

- 1 唐建国. 德国城市污水处理现状(上). 给水排水, 1994, (2): 22~ 24
- 2 欧阳建新. 排水体制的起源与发展. 城市规划, 1997, (6): 52~ 54
- 3 J. B. M. Wiggers. Practical sewer design and management, Course on drainage of (sub)urban areas. EDUARDO MONDLANE UNIVERSITY, MAPUTO, MOZAMBIQUE, MARCH, 1992
- 4 Duncan D. Mara. Low-cost Sewerage- For All Income Groups? Current International Sistemas de Alcantarillado, Marzo, December 29 1996
- 5 刘维武. 我国城市水污染防治技术和发展战略. 给水排水, 1994, (6): 45~ 48
- 6 涂兆林. 我国城市污水处理现状与发展对策. 市政技术, 1997, (2): 29~ 37
- 7 重庆市城市建设局. 重庆市市政建设统计资料. 市政设施普查资料, 1987
- 8 重庆统计局编. 重庆统计年鉴 1997. 北京: 中国统计出版社, 1997
- 9 重庆建筑大学主编. 排水工程(上册). 北京: 中国建筑工业出版社, 1987
- 10 V. Novotny 等. Karl Imhoff 城市排水和污水处理手册. 北京: 中国建筑工业出版社, 1992
- 11 车武. 联邦德国污水处理. 给水排水, 1990, (6): 31
- 12 朱亮. 水体氮磷营养源控制对策研究. 给水排水, 1998, (1): 23~ 25
- 13 李兆南译. 国外合流制下水道溢流水对策. 市政工程国外动态, 1997, (4): 20~ 21
- 14 J. se M. Azevedo Netto. Ed Raymond Reid. INNOVATIVE AND LOW COST TECHNOLOGIES UTILIZED IN SEWERAGE, WASHINGTON D. C., MARCH, 1992

(下转第 7 页)

治理模式'种种可供选择。如对于人多地少的地区,以解决人口(移民)、耕地、粮食矛盾为前提,宜粮、经、林果并举,实行工程措施和农耕措施为主的综合型治理模式;对流域上游气候垂直差异明显,地形复杂,荒山荒坡面积大的地区,宜采用建设水保工程,全面绿化荒山,调整林种、树种结构,大力发展林果、林药产业,建设多功能防护林,使经济与生态、社会效益同时最佳发挥的生态经济型治理模式;对于立地条件差,地势陡峻,植被稀少,水土流失严重的地区,以增加林草植被,涵养水源,控制水土流失为主要目的,营造“植物水库”,促进农业发展的基础型治理模式。

3.2 增加科技投入,提高造林质量

提高造林成活率,必须增加造林的科技含量。首先要严格按照造林“六项”基本措施施行,特别要注意使用良种壮苗;其次要推广目前已经在生产上开始使用的新技术,如采用容器育苗、生根粉浸根、嫁接、叶面喷施等。

3.3 建立机构,加强保护,巩固成果

将三峡库区的管理纳入法制轨道,严格立法,加强生态环境执法,促进依法治库;制定实施土地利用、整治、保护规划;建立和完善库区洪汛预警机构制度等

等。建议应成立三峡库务管理局,三峡库区特产局,三峡库区林业公安局和水土保持研究所。

3.4 倾斜政策,加大资金投入

三峡库区沿江两岸,坡大坡陡,大量的水土流失致使土层瘠薄,沙化、石化严重,加之垦殖系数高,目前的造林用地,立地条件十分低劣。因此,每亩需投入的造林经费比一般的要高,同时,三峡库区人民贫穷,地方财政收入入不敷出。所以三峡库区的造林应实行以“国家投入为主”的政策,据对库区造林地的调查概算,每公顷至少需要投入 6000 元。对库区从事造林绿化的单位和个人,应减免农林特产税,对后来移民的林农和退耕还林的农户减免上缴定购粮任务和土地承包费用。

致谢: 本文承蒙高级工程师李心平同志指导和修改,特此致谢!

4 参考文献

- 1 银春台. 中国长江中上游防护林体系. 成都: 四川科学技术出版社, 1990
- 2 《重庆市农业发展研讨会论文集》1997. 12
- 3 李林清. 水土保持——一个严肃的话题. 万县日报, 1998. 6. 9

(上接第 5 页)

Selection of Urban Drainage System in Three Gorges Reservoir Region

Long Tengrui, Jiang Wenchao

(Chongqing Jianzhu University, Chongqing 400045)

Abstract The origin and development of drainage system and the pollution load of combined and separate system are reviewed in this paper. On this basis, by analysing the topographical, geological conditions and the requirement of the surrounding water body of the cities and towns in Three Gorges Reservoir Region, combined system is suggested to be used as the drainage system in this region.

Key words: Three Gorges Reservoir Region, Cities and towns, Drainage system, Combined system, Separate system.