·管网设计与运行·

应对污水量不均衡与变化的污水管网运行措施

侯良洁[1]　李慧颖[1]　袁玉霞[2]　杭世珺[1]

（1 北京市市政工程设计研究总院，北京　100082；2 北京城市排水集团有限责任公司管网设施管理分公司，北京　100044）

摘要　针对近年来北京市城市发展过程中出现的污水量不均衡、污水处理厂实际来水量与规划污水量有较大变化以及污水管网运营出现安全性等问题，在分析其产生原因及影响的基础上，提出了可能采取的工程措施，并重点研究了新形势下大中城市污水管网规划设计可持续发展的新思路。

关键词　污水管网　可持续发展　规划理念　调配　管网安全性

Drainage pipe network operation measures to cope with unbalanced and variable sewerage quantity

Hou Liangjie[1], Li Huiying[1], Yuan Yuxia[2], Hang Shijun[1]

(*1. Beijing General Municipal Engineering Design and Research Institute, Beijing 100082, China; 2. Pipe Network Facilities Management Branch, Beijing Drainage Group Co., Ltd., Beijing 100044, China*)

Abstract: In recent years, many problems appeared in Beijing municipal development, such as unbalanced sewerage quantity, great deviation between practical wastewater treatment plant and the designed parameter, and safety problems in drainage pipe network operation. In this paper, based on the analysis of their reasons and impacts, the feasible engineering measures were brought forward and the new ideas for sustainability of the middle and large city municipal drainage network plan and design were also studied on emphasis.

Keywords: Drainage network; Sustainability; Planning concept; Management; Network safety

0　引言

市政管网规划是城市规划的重要内容之一。城市地下管线担负着城市的信息传递、能源输送、排涝减灾、废物排弃等功能，是城市赖以生存和发展的物质基础。

随着建设节约型城市和可持续发展理念的发展，城市污水已经成为一种可以利用的资源，污水处理厂由原来的尾闾转变为再利用产业链的端点，污水管网由原来的单一排放功能变为城市产业链的重要一环。污水资源化为水资源及城市的可持续发展创造了条件[1]。

北京市区的污水管网经过近 50 年的建设，已经形成了比较完善的系统，污水管网依据市区地势、河道分布和污水处理厂规划布局，形成了清河、坝河、通惠河和凉水河四大系统，市区内已配套建成 9 座污水处理厂。

目前北京市污水管网存在着污水处理厂实际处理量与规划能力不匹配以及污水管网安全保障程度低等问题，应该通过对污水管网的调配解决上述问题。

污水管网系统的调配是对原有污水管网的补充和完善；是合理地调配城市污水量、提高污水处理率，保证污水处理厂出水水量和水质稳定的重要措施；是下游产业安全稳定运行的基础，也是建设节约型社会和污水管网可持续发展的重要保障。

国家“十一五”科技支撑计划项目(2006BAJ16B01－03)。

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

1 北京市污水管网运行存在的问题及其影响

1.1 污水处理厂实际处理量与规划能力不匹配

1.1.1 问题产生的原因

(1) 城市功能调整导致污水量发生变化。随着北京城市功能的改变、产业结构布局的调整,集中在城区的老工业区相继被改造为商务核心区、高新产业区、生活居住区、公共活动区等其他功能区域,污水排放的水量和水质发生了巨大变化[2]。

(2) 再生水应用范围的扩大及节水措施的推广使污水排放量增长速率降低。由于北京市再生水的应用已经初具规模,其使用范围也越来越广泛;一些企业及居住区自建了污水净化处理设施并实现了再生水自循环使用;同时随着我国发展水资源节约型产业,建设节水型城市的理念不断深入人心,家庭、校园、工业、农业等各领域的节水措施正在大力推广等,全市污水排放量相应减少,而且随着再生水应用领域的扩大和小型循环设施的推广,污水排放量增长速率也逐渐降低。

(3) 区域发展速度过快导致污水量增加。在城市功能没有太大变化,但所属服务区域服务人口日益增加,其污水处理厂来水量有可能超过以规划预计值为依据的污水处理厂设计处理量,从而造成污水处理厂超负荷运行,以致对环境带来不同程度的威胁。

1.1.2 造成的影响

(1) 影响了污水处理厂安全运行及污水处理厂出水水量和水质。

(2) 污水作为城市第二水源,是下游产业链的源头,因此当无法保证污水处理厂出水水量及稳定水质的供给时,将会影响下游各个产业的安全稳定运行。

(3) 造成了资源的不合理利用,包括污水处理设施的浪费或过渡损耗。

污水处理厂实际处理量与设计能力不匹配是与城市可持续发展的理念相矛盾的,因此合理规划污水管网从而保证污水处理厂的水量和水质、充分发挥每个污水处理系统的功能,具有十分重要的现实意义。

1.2 污水管网的安全保障程度低

随着城市规模的不断扩大,城市的污水处理厂数量逐渐增加,而污水管网应和污水处理厂共同组成完整的污水处理系统。目前,大多数城市的污水管线一般呈枝状分布[3],各污水处理系统相对独立,无法在水量变化时实现各系统之间的协调,使得污水管网安全保障程度较低,应对突发事件的能力较差。例如:2006 年 1 月 3 日凌晨 2 时许,北京市东三环路京广桥东南角辅路污水管线发生漏水事故,造成三环路南向北方向部分主辅路塌陷,交通断行,给市民的出行带来很大不便;泄漏的污水灌入地铁十号线施工区间段,影响了正常的工程施工和周边管道的安全运行,同时泄漏的污水随雨水排入下游河道,造成了环境污染事故。

总结来说,污水管网发生事故造成的影响主要有以下几项:

(1) 不仅影响了污水管网自身的正常安全运行,而且影响了下游污水处理厂的进水量,进而对污水处理厂的安全稳定运行造成威胁。

(2) 对周边其他管线的安全运行带来很大的影响。溢流的污水可能会腐蚀周边管道或管道附件,同时其水流的冲击力也会破坏其他管道的结构。

(3) 溢流的污水如果进入雨水管网,并随雨水排入下游河道,将会给下游水体造成污染,构成环境污染事故。

(4) 造成污水处理厂出水量减少及水质变化,影响下游产业用水安全。

当前污水管道的布置大多只能满足正常运行的需要,对突发事故或其他特殊情况的应对能力较差,无法自行调节,这将会影响到整个城市各环节的正常工作。

2 针对污水管网存在问题的解决方案

2.1 采取工程措施解决污水管网的存在问题

针对污水处理厂实际处理量与设计能力不匹配及污水管网安全保障程度低等问题,根据实际工程情况,可以采用对现有污水处理厂进行改扩建、调整污水收集流域、敷设专用污水传输管道等方案加以解决。

2.1.1 调整污水管网的收集范围

调整污水管网的收集范围,即根据污水处理厂实际处理能力重新划分污水管网的收集范围,减少超负荷污水处理厂的服务面积,将超出处理能力的

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

流域范围内产生的污水划至其他污水处理厂收集范围内。

此方案仅需要通过分析实际污水管网服务区域，在新调整的流域面积内的主干管与毗邻的已建主干管连通即可完成污水的调配，以达到转输污水的目的。但是由于转输的污水是输送到其他污水系统，污水管网规模大小不同，不同管网间的连通处往往存在着较大高差及管径不匹配等问题。

此方案特点不仅适合在相邻污水系统间实施，而且能够就近利用现有污水收集设施，因此调配工程造价较低，易于建设。但是，调配工程一旦实施，又将重新形成新的污水服务面积，各系统间的污水仍不能灵活调配。

2.1.2　敷设专用污水传输管道

敷设专用污水传输管道，即在污水管网下游临近污水处理厂入口择址敷设专用的污水管道，使超负荷污水处理厂流域内的部分污水不进入该污水处理厂，而将其转输到其他污水处理厂。

通过敷设专用输水管道实现污水调配，主动性更强，可以灵活地实现流域间污水调配，使污水处理系统运行的安全性得到增强，能够更好地利用现有污水处理资源。但此方案实施需要远距离输水，有时由于地形的限制还需设置提升泵站，特别像北京这样的特大城市，地下设施非常复杂，路由选择难度很大，造价也相当可观。因此需要从管道位置、投资及维护运行费用等方面综合考虑实施的可行性。

综上所述，城市污水系统调配方案应根据城市具体情况进行分析，本着流域内就近调配的原则，充分利用现有污水处理能力和资源，尽量保证稳定的出水水质和水量，确保下游污水回用企业的用水安全，实现可持续发展的目标。

2.2　规划阶段应留有污水系统灵活性的连通措施

在各污水系统间设置连通管线，能够提高污水管网的安全性及调配的灵活性。在规划阶段就需将城市污水管网视为一个系统，通过在管网主干线之间设置连通管道及其他附属设施，使各污水系统能够灵活调配、实现水量平衡，提高污水管网运行的安全性。图 1 为现状污水管网，图 2 为优化污水管网。

图 1　现状污水管网

图 2　优化污水管网

由图中可以看出，优化污水管网设有连通管道，污水管网在干线间形成环状连接，当污水系统某一管线泄漏时，可以及时通过连通管线将该系统的污水导入另一系统，避免对雨水、电力、电信等其他管线、污水管网及下游水体造成连锁的不良影响，提高管网的安全保障程度；同时对于运行中的污水处理厂，也可以根据需要调整服务面积，通过连通管道灵活调配污水，保持水量和水质的平衡和稳定，如果不进行优化，将会在后期增加专用输水管线，给路由选择和施工等造成很大的困难。

因此，在规划阶段贯彻设置污水连通管道、提高管网安全度的理念具有许多优势：①能够实现子系统内及系统间的污水量调配，实现全部管网系统的水量平衡；②能够提高污水管网应对突发事件的能力，提高其安全程度；③对于规划未预测到的问题，也可以通过各污水系统的灵活调配，实现水量水质平衡，有利于长远的可持续发展；④提高了污水管网适应城市发展变化的主动能力[4]。

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

2.3 北京市采取的应对措施

根据北京市在发展过程中遇到的问题及目前现状，本市污水处理系统已采取和正在采取以下主要调配措施：

(1) 原规划市区范围之外的新增区域，该区域已规划独立的污水处理厂，但由于目前污水量较少，建设污水处理厂时应根据水量、水质、管网系统及附近已建污水处理厂等具体情况合理安排，或按原规划新建污水处理厂或就近送入现状污水处理厂。

(2) 对于已建的超负荷运行的污水处理厂，应考虑两种可能性，或对原有污水处理厂进行改扩建，或将超负荷部分的污水送入目前处理量低于设计流量的污水处理厂进行处理，应进行科学合理的方案比选后确定。

(3) 对于已建的闲置污水处理设施应考虑：或从其他污水处理厂调入部分污水处理量或改造为深度处理设施，当然也可考虑其他用途。

(4) 流域范围内无法合理调配的污水量应保留跨流域新建污水传输管道，进行流域间调配的可能性。

(5) 按照新的城市规划对于未建污水处理厂的规模和厂址，应进一步重新考虑与整体系统的协调调配。

针对上述北京污水处理系统存在的实际处理量与设计处理量不符的问题，为充分发挥已建污水处理厂的处理能力，避免污水处理厂的超负荷运行、处理设施的浪费及污水未经处理直接排放对环境造成污染，北京市通过全面规划和协调，在相邻污水系统间建立连通管，联合调度各个污水处理厂的来水量，使已建污水处理厂充分发挥其处理能力。

目前北京市排水集团已实现吴家村—卢沟桥和小红门污水管网连通，将属于小红门污水系统的西郊地区污水(西四环东侧污水)调入吴家村—卢沟桥污水系统。该工程于2007年8月建成投产，设计总调水量为8万 m^3/d，至2008年7月，调水量基本达到设计规模，既满足了吴家村污水处理厂处理量规模，同时也缓解了小红门污水处理厂雨季水量超出设计规模的问题。

回龙观位于规划市区范围之外，规划中有独立的回龙观污水处理厂。由于地域发展速度过快，该区域的污水量不断增长，污水处理问题亟待解决，但目前污水总量较少，可暂不考虑建设该污水处理厂，将回龙观地区污水转输入临近的清河污水处理厂进行处理。2003年，已将回龙观污水处理厂流域内的污水通过重力流管线接入清河污水处理厂内。

3 结论及建议

科学合理的城市规划是城市发展的基础和保障，为使污水管网规划能够满足城市的科学、健康和可持续发展，笔者认为对于大中型城市而言，制定城市总体规划和污水管网专项规划时应对以下几方面内容重点加以研究。

(1) 城市污水管网在规划阶段就要考虑到城市发展或区域功能调整的可能性及其对管网的影响，并根据城市发展变化的可能性，在必要的干线之间设置连通管线、闸门及泵站，形成网状的布局形式。这样在污水处理厂水量变化或污水管网某处发生事故时，就可通过已布置的连通管线便捷地进行污水调配。

(2) 根据污水已作为城市第二水源的特点，污水系统规划时要对整个城市的功能分区、工农业分布、排水管网及污水处理现状等进行全面调研，明确现有的和潜在的再生水用户的地理位置及水量与水质的需求，合理确定排水分区、污水处理厂的位置与数量。结合下游用户的情况，合理确定污水系统布局。

(3) 对于目前污水管网存在的问题，可通过污水系统的优化和调配来解决。主要方法有：调整现状污水系统的收集流域、敷设专用污水传输管道及污水管网间连通管等。

参考文献

1 马念. 基于资源化理念的城市雨水污水系统. 西南给排水，2007，29(6)：1～4

2 李小恒. 北京城市污水调配设计研究及实践：[学位论文]. 北京：北方工业大学，2007. 1～53

3 北京市区污水处理厂合理规模研究课题组. 北京市区污水处理厂合理规模研究. 北京：中国建筑工业出版社，2005

4 段志华. 城市排水系统的优化设计. 科技情报开发与经济，2009，19(22)：225～226

¤ 电话：13810173593

收稿日期：2010－08－10

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net