

论北京排水系统的改善

摘要：2012 年 7 月 21 日，北京遭遇了 61 年不遇的大暴雨。为此，本人决定效仿国外，改造北京排水系统。改造依据地形，在总体上采用“西蓄东排，南北分洪”的方法。对于路面采用先进的透水沥青路面面层材料，即 PAC。而对立交桥要增设水泵、雨算子。而改造的核心在于以建设电子控制系统为中心的下水道改造工程。电子控制系统包括中央处理总部、传感与电子监控装置、模拟下水道系统、继电器四部分。仿照国外先进的技术而总结出北京的排水系统改造方案需要花费很多人力、物力实施，但应用前景广，意义非凡。

关键词：排水系统、西蓄东排，南北分洪、PAC、电子控制系统

On July 21st, 2012, Beijing suffered from a rainstorm which had never been met during 61 years. Because of this, I decided to learn from the foreign country to improve the drainage system. The improvement is made according to the landforms and I will take the means that is “saving water in the west and dumping them to the east while sharing the flood in the north and south. The road will use PAC. And for the viaduct, water pump and funnel should be used. The main part is to establish the Electric Control Center. The center consists of an office to deal with matters, sensors, a system imitating sewer, electric relay. The project costs lots of power, but it is meaningful.

1. 背景及前沿

1.1. 背景及意义

受北京落后的城市排水系统的影响，本人准备研究北京排水系统的改善功能。2012年7月21日，北京遭遇了61年不遇的大暴雨。当天的暴雨导致城市严重内涝，多处路段由于排水不畅造成严重积水，部分立交桥下积水甚至高达四米，多辆汽车深陷积水之中。据北京市政府新闻办公室官方微博“北京发布”的消息：截至22日17时，北京市境内共发生因灾死亡37人。其中，溺水死亡25人，房屋倒塌致死6人，雷击致死1人，触电死亡5人。正所谓没有一流的下水道，就没有一流的城市。如果不能改进北京落后的排水系统，就无法把北京建设成一个合格的国际化大都市。法国的雨果说过：“下水道是城市的良心”。改善北京的排水系统不仅是城市化建设的必要工程，更是改善社会良心的必要保证。如果一场大雨就能让一个城市垮掉，再好的经济水平也是空谈。

1.2. 创意来源

对北京排水系统的改造想法来自2012年7月21日的大水。截至22日17时，北京市境内死亡37人，而与之形成鲜明对比的是北京城内的紫禁城。这座百年建筑不仅没有因大雨受到严重损坏，甚至未出现积水情况。这很值得人深思。据悉，北京排水系统明显落后于发达国家，按照我国现行城镇排水设施建设标准《室外排水设计规范》的要求，城市一般地区排水设施的设计暴雨重现期为0.5至3年（即抵御0.5年至3年一遇的暴雨），重要地区也只有3至5年，在实施过程中，大部分城市普遍采取标准规范的下限。而在国外，为防范城市内涝，城市排水标准普遍比国内高，纽约是10至15年一遇的标准，东京是5至10年一遇，巴黎是5年一遇标准。通过对北京故宫等老建筑以及积水路段的研究，借鉴国内外经验，北京应改善排水系统。

1.3. 国内外先例

1.3.1. 故宫排水系统

故宫三大殿三重台基上有1142个龙头排水孔，瞬间将台面上的雨水排尽，并形成千龙吐水的壮丽景观。这些被排出的水，通过北高南低的地势泻入内金水河流出。故宫的排水，正是综合了各种排水法，既有地下水道，又有地面明沟，这些或大或小、或明或暗、纵横一气的排水设施，能够使宫内90多个院落、72万平方米面积的雨水通畅排出。

故宫的排水，利用了地势地形的特点，将水引入金水河。整个系统有干线、支线，有明沟、暗沟、涵洞、流水沟眼等，经过精心测量、规划和施工，每年用固定的时间进行淘挖养护。不仅是城内没有积水，而且景象壮观，富有诗意。

1.3.2. 巴黎排水系统

巴黎的下水道均处在巴黎市地面以下 50 米,巴黎人前后共花了 126 年的时间才修建成功,水道纵横交错,密如蛛网,总长 2347 公里,规模远超巴黎地铁。巴黎有 26000 个下水道盖,其中 18000 个是可以进入的。巴黎总共有 400 名下水道维护工、600 名地面作业工,负责整个巴黎下水道网络的维护,包括清扫坑道、修理管道;寻找、抢救掉进或迷失在下水道中的人;用水淹的方式灭鼠;监管净化站等等。今天的巴黎下水道总长 2347 公里,相当于巴黎到伊斯坦布尔的距离。按沟道大小,可分为小下水道、中下水道和排水渠三种,每天有 120 亿立方米的水经此净化排出。这些下水道宛如这座大城市的消化系统,成为世界上最负盛名的下水道。现在,巴黎的下水道像河一样可以行船。昼夜灯火通明,不失为旅游的好去处。

2. 北京排水系统改造思路

2.1. 城市总体排水方案

北京位于华北平原的西北端,地形西北高,东南低。据统计,北京地区多年平均年降雨量为 585mm,其中汛期雨量约占全年降水量的 85%,而汛期降水又常集中在 7 月下旬和 8 月上旬,并集中在几场大雨上。

根据北京地势特点,应采用“西蓄东排、南北分洪”的排水方法。

凉水河、清河、坝河和通惠河是北京城区的四大雨水排放系统。所以排水也要充分利用这四大排水系统。

西北地区,在城郊发挥玉渊潭、昆明湖的湖泊的蓄洪作用。远郊,利用官厅水库、十三陵水库的上游优势,在汛期控制水量。北京城南北地区,在汛期市通过道路的蓄水池、下水道、将水引入永定河、怀柔水库,通过交错的明沟、暗道达到分洪的作用。最终将水引入凉水河、清河、坝河和通惠河四大排水系统,顺天津排出,流向大海。

对于高低,通过蓄水、排水,解决积水现象,对于地势低洼的下游地区,要通过水泵缓解积水。另外,城市内要增设水算子,改进下水管道,使排水网络错综复杂,利用现代化手段管理。

2.2. 道路排水改造

北京的道路容易积水的原因很多,但总体来说,道路坑洼不平,路面材料透水性不佳是主要原因。就道路不平而言,适当的修路即可解决。而对于路面材料,位于北京北海的团城就有雨过地皮湿的特点。团城地面除建筑物与古树外,全由青砖铺筑。极少一部分为非渗水青砖,专供人行走,而大部分为倒梯形青砖,底部有沟槽导水,进入涵洞,以蓄水。而如今,绝大多数的城市道路广泛使用密级配沥青混合料、水泥混凝土和花岗岩、大理石等材料,城市地表逐渐被不透水面层覆盖。让一所现代化国际大都市回到青砖铺路的时代显然是不可能的,但通过现代手段让道路变得易于排水却是可行的。如今,像日本等一些大城市普遍

使用透水沥青路面。透水沥青路面指由较大空隙率混合料作为路面结构层，允许路表水进入路面（或路基）的沥青路面结构的总称。这种路面能增强道路的抗滑能力；减少行车引起的水雾及避免水漂；降低噪音；改善雨天及夜晚的可见，提高行车安全性；减少夜晚车灯的眩目。透水沥青路面面层材料一般采用多孔沥青混合料（Porous Asphalt Concrete, PAC）。PAC 是一种典型的骨架—空隙结构，粗集料用量大，约占集料总质量的 85%，集料之间的接触面积减少了约 25%，接触点的应力高。

2.3. 立交桥的排水改造

7. 21 特大水灾，立交桥下成为严重积水点。对于立交桥，建设蓄水池、增加雨水箅子、雨水井等雨水收集设施，建设排水管道，部分桥区泵站还可能增加水泵，提高抽升能力。这样，即便雨量很大造成地面积水，排水系统也能够更快地排水，尽快恢复道路通行能力。

目前北京的下沉式立交桥的排水分为重力流排水和雨水泵站排水两种。重力流排水就是雨水可以直接流到附近的河流里去，优点是排水能力较高，不易形成积水，但是需要桥区最低点高于河流水面。北京还有 78 座下沉式立交桥无法达到这一条件，需要用雨水泵站来排水，也就形成了容易积水的点位。

对于一些更易积水的立交桥，应在附近建设蓄水池，使雨水流入绿化地、污水厂、再生水厂。

就以北京市积水重地莲花桥一带为例，在莲花桥增设大功率水泵、水箅子，增加进水口，通过电子设备时时监控。并通过蓄水池将水引入莲花池公园，即绿化，又便于排洪。

2.4. 下水道改造

以上是个人对排水系统改造的一些建议，但改造到核心还应在下水道上。法国的雨果说过：“下水道是城市的良心”。所以对下水道实施切实有效的改造是城市排水系统改造的关键。

2.4.1. 改造第一步——清理下水道

一个具有强大排水功能的排水道首先要清洁、通畅。

如今北京市近 80% 的雨水排水管道内有沉积物，50% 的雨水排水管道内沉积物的厚度占管道直径的 10%-50%，个别管道内沉积物的厚度占管道直径的 65% 以上。所以要提高下水道的排洪能力，清理垃圾十分重要。

本人认为，全市应开展大规模下水道清理工程，清理多年沉积的垃圾。对老旧下水道进行维护加工，推广使用高新防渗漏的钢筋混凝土。增设下水道维修人员。另外，在下水道增加监控系统，随时自动清理垃圾。通过水淹法灭鼠。在每个下水道增设通气装置，保证无异味，防止细菌滋生。安装自动清洁装置，定期进行垃圾处理，利用定时装置自动喷洒消毒液，杀菌消毒。

2.4.2. 改造第二步——扩建下水道

对于以积水路段应增设排水沟。按照标准，马路上每隔 30-50 米就有一个排水沟，马路边上的长方形地沟，下面的管径在 20-30 厘米左右，干管埋在马路中间，有粗有细，较大的管径可以达到一两米。支管和干管都是混凝土材质，以防渗漏。

而对于地下更要进行扩建，下水管应分为小、中、大。小管直接与排水沟相连，有 30 厘米宽，向下深入十米，与中管相连。每个中管加设水泵，中管最终汇总到大管，大管装有大功率水泵。有层次，有连接。对于整个地下管路应有 40 米深，最细管道也应能容一人。80%管道全部开放，20%维护清理并随时待命。每个管道安装传感器，当水量大时即启用备用管道，并动用水泵，加速排水。

整个下水管道应仿照地铁，有三条主管道支撑 2、3、4 环地区的排水设施，各支环路延伸至各个城区，对莲花桥、积水潭一带增设分支。

2.4.3. 改造核心——使用电子控制

从国外的先进例子可以看出，一个优秀的下水管道都是电子控制，自动化管理的，所有要想改造出一个先进的下水道，核心关键是引用电子的控制。

整个电子控制系统由中央处理总部、传感与电子监控装置、模拟下水道系统、继电器四部分组成。

由于北京下水道老旧都有，所以改造是个难点。对新下水道，从排水沟起，每隔 5 米加装传感器，下水道底部设置电子监控装置，统一到中央汇总。中央处理部门根据各个地区下水道排水情况，通过远程遥控控制水库阀门、下水道阀门、水泵开关。对于老下水道，更换材料，每隔 10 米加装传感器。新老管道互相联通，相互监控。

对下水道阀门、水泵开关，均自动化控制。通过传感器、监控器将各个下水道排水情况汇总到总部，总部制定方案，由电脑模型模拟，通过远程控制启用相应继电器，打开相应阀门、开关。

中央处理总部设在地上，从城区各地检测排水情况，总部内有电脑模拟系统，负责调试、核对各种方案。

电脑模拟系统通过全程所有下水管道数据汇总，模拟下水管道情况。根据以往经验，编程，模拟现实状况。以此调试各种应急排水方案。

同时，配备专门人员定期检查、维修下水道内各传感装置、继电器。根据日常事例升级模拟系统。总部定期对整个系统进行调试、升级。将系统逐渐升级为全自动控制系统。

3. 可行性分析

3.1. 技术重点

本次改造的核心在于建设电子控制系统，所以技术的核心也在于电子控制系统的建立。

首先，迎新必须辞旧，只有清除沉积管道内的垃圾、加固修复好旧管道才

能建设好新管道。所以第一条技术重点在于清理、修缮老旧管道。然而冰冻三尺决非一日之寒，想要修补长期疏于维护管道造成的缺点绝非易事，需要花时间花科技解决。如今要建设高级的管道维护机器人，深入管道内部，进行清理。选用新型材料，加固管道。

其次，在全市大范围建设电子控制系统也绝非易事。应从重要环路抓起，先围绕 2、3、4 环依次建好三条电子控制主动脉，再逐渐延伸至各个城区。对新型管道可由机器进入安装相应传感设施，老旧管道需人工安装。传感装置不仅要防水性强，还要耐腐蚀、抗冲击，灵敏性高。对传感器的维修工作也是重点，它需要及其与人工相结合。

最终还要建立一套模拟系统，通过编程，将以往数据总结出来，不断调试、升级，建立完善的模拟系统。

3.2. 技术难点

本次改造的技术难点如下。

路面材料使用透水沥青，这需要在化学上解决成分配比问题。其次，将北京众多路面换上透水沥青也是一个庞大的工程。对于立交桥改造方面，水泵的增加，蓄水池的使用都是浩大的工程。而对于改造的核心——建设电子控制系统而言，清修老旧管道，修建、维护新管道，安装、维护传感装置，建立模拟系统，都是改造中的重点和难点。

尽管困难重重，但排水系统改造仍是可行的。英国原先也是一个排水系统极差的国家，但一场霍乱让英国人开始明白下水改造的重要性。历经百年，不断向其他国家借鉴经验，如今的英国的排水系统一位与世界先进水平。

但要彻底改造好排水系统是要花时间花精力的，法国巴黎的排水系统前前后后花了 126 年建成。正所谓前人栽树后人乘凉，我们改善排水系统虽然时间长，花费多，但足以造福后人。

4. 应用前景

排水改造系统应用在如今的北京，用以改善北京排水质量。尽管这是一项浩大的工程，但意义非凡，足以造福后人。所以排水系统改造主要应用在国家大型项目上，其市场前景巨大。不仅如此，改造的排水系统也可用于小型的私人工程。小到小区用户的下水改造，大到城市给排水系统建设，都可以应用。

而对于排水系统改造的某些环节也可用在方方面面。透水沥青可用于交通、道路部门，也可用于私人企业的蓄水装置。而对于电子控制系统，不仅可用于城市排水系统改造，也可用在家庭的下水管改造方面。

总之，改造排水系统非常有前途，值得我们花时间、精力去做。

[参考文献]

[1]王强. 北京排水系统为何总是脆弱不堪? . 纽约时报中文网, 2012-07-23

[2]揭秘故宫排水系统 2012-07-25

[3]蒋玮. 透水沥青路面研究

[4] 董兰兰. 北京排水系统落后发达国家几十年 拟投 21 亿改造. 21 世纪网 2012-07-24

[5]北京将改造 71 座立交桥排水能力抵御暴雨. 新京报 2012-07-09