

• 国家体育场设计探讨 •

初期雨水要不要弃流的思考

刘 鹏 傅文华

(中国建筑设计研究院,北京 100044)

摘要 对于初期雨水是否弃流,工程设计中采用的方法往往是多方面平衡经济技术和工程具体条件的结果。通过记录初期雨水要不要弃流的思考过程,展现了对影响弃流池设置的各种因素进行列举、分析、取舍、确定的完整思路,介绍了国家体育场初步设计中初期雨水处置的考虑因素。

关键词 国家体育场 初步设计 雨洪利用 初期雨水 弃流

在国家体育场雨洪利用初步设计中,对初期雨水采用了设置弃流池进行弃流的处置方法,相关叙述可参见文献[1]。但在对雨洪利用整体设计方案进行的过程中,结合雨水处理工艺,我们也从节约水资源和雨水处理工艺选择,经济因素和操作维护等工程角度重点分析了初期雨水要不要弃流的问题。在雨洪利用项目中,这是个常遇到的具体问题。

1 弃流

雨水径流污染属于非点源污染,降雨径流污染具有突发性和非连续性。虽然一般认为中期、后期雨水是比较清洁的水,但形成径流后雨水中的污染,尤其对于初期雨水,有时较严重且难以控制。对于北京地区,不同季节或者一场降雨中的不同时段,雨水的水质也有较大的差别。表1、表2列举了北京初期雨水径流的水质和多场降雨平均污染物浓度[2]。

表1中所示的污染物中,特别是COD和SS,形成径流后,浓度均会明显高于天然雨水。在降雨径

表1 北京城区不同汇水面初期雨水径流污染物浓度

| 汇水面 污 染 物 | 天然雨水 | 屋面雨水 | | | 路面雨水 | |
|--------------------|--------------|------------|------|----------|--------------|---------|
| | 平均值 /mg/L | 平均值/mg/L | | 变化 系数 | 平均值 /mg/L | 变化系数 |
| | | 沥青油 毡屋面 | 瓦屋面 | | | |
| COD | 25~200 | 700 | 200 | 0.5~4 | 1 220 | 0.5~3 |
| SS | <10 | 800 | 800 | 0.5~3 | 1 934 | 0.5~3 |
| NH ₃ -N | | | | | 7.9 | 0.8~1.5 |
| Pb | <0.05 | 0.69 | 0.23 | 0.5~2 | 0.3 | 0.2~2 |
| TP | | 4.1 | | 0.8~1 | 5.6 | 0.5~2 |
| TN | | 9.8 | | 0.8~4 | 13 | 0.5~5 |

表2 北京城区不同汇水面多场降雨污染物平均浓度

| 汇 水 面 污 染 物 | 天然雨水 | 屋面雨水 | | | 路面雨水 | |
|----------------------------|--------------|------------|------|----------|--------------|---------|
| | 平均值 /mg/L | 平均值/mg/L | | 变化 系数 | 平均值 /mg/L | 变化系数 |
| | | 沥青油 毡屋面 | 瓦屋面 | | | |
| COD | 43 | 328 | 123 | 0.5~2 | 582 | 0.5~2 |
| SS | <8 | 136 | 136 | 0.5~2 | 734 | 0.5~2 |
| NH ₃ -N | | | | | 2.4 | 0.5~1.5 |
| Pb | <0.05 | 0.09 | 0.08 | 0.5~1 | 0.1 | 0.5~2 |
| TP | | 0.94 | | 0.8~1 | 1.74 | 0.5~2 |
| TN | | 9.8 | | 0.8~1.5 | 11.2 | 0.5~2 |

流污染物中,像TN这样的指标又会因为使用液氮人工降雨而表现为不同场次的降雨差别很大。雨水污染的一个特点是初期雨水的污染物含量高,随着径流的持续,雨水流经的表面被不断冲洗,污染物含量逐渐减小到相对稳定的浓度。因此,直接弃流初期雨水成为减少雨水污染物的一个简单方法。

许多国家的雨水利用项目中,对初期雨水中的污染都格外重视,普遍采用弃流的方法去除初期雨水,避免这种突发性和非连续性的污染,可以保证后期雨水的水质,另外由于降雨总量小于初期雨水弃流量的小雨污染物浓度相对比较高,设置初期雨水弃流就可以直接去除这种小雨。对初期雨水污染的考虑,也是国家体育场处置初期雨水考虑的最主要因素。近年来北京地区空气首要污染物以悬浮物为主,春季时会有沙尘天气,降雨有时甚至会发生“泥雨”现象;另外,北京地区一年四季降雨分布不均匀,气象资料显示,每年10月至次年5月的8个月平均降雨量仅占全年平均降雨量的15%,在这8个

月内,偶尔来临的降雨必然携带累计多日的地面和屋面污染物,导致初期雨水污染严重,不仅增加贮水设施的维护成本而且增加处理工艺的负荷。

2 不弃流

首先,弃流意味着对水资源的浪费。而这个问题又一定会引出雨水处理的工艺问题。如果像国家体育场这样选择对雨水进行深度处理的方法利用雨水,处理工艺的选择中就必须注意到雨水的可生化性问题。众所周知,雨水的污染物中,BOD/COD 常常低于 0.15,表示雨水的可生化性很低,几乎不适用于用生化法进行处理,目前国内外的工程应用中,也尚未找到用生物方法单纯处理雨水的例子。另外,即使各月降雨比较均匀,但降雨的突发性和不连续性使得不可能获得相对均匀的日收集流量,对于冲击负荷的适应是生物处理所不擅长的,加之北京地区降雨分布不均匀,一年中有 8 个月降雨总量仅占全年平均的 15%,意味着会出现连续多天不降雨的情形,所以对雨水采用生物处理工艺进行处理几乎是不现实的,实际应用中更偏向采用物化法或物理法,即用絮凝、沉淀、过滤等工艺处理雨水。

物化法或者物理法对原水水质的适应范围更宽,有可能可以接纳不经弃流的雨水。在国家体育场的初步设计中,对于一年一遇的降雨,4.7% 的雨量被直接弃流,如果初期雨水不弃流,除了可充分利用水资源外,还避免了初期雨水的排放问题。初期雨水是污染严重的水,少量国外的资料中对初期雨水的排放要求有明确规定,有的提出排向污水管道,有的提出处理后排放。对照国内的设计规范,分流制污水管道无法容纳大量雨水,而国家体育场用地中又不具备条件建设大量初期雨水处理构筑物。多数已有的初期雨水处理方法,如绿地处理、土地入渗等也不适合国家体育场的实际情况。

3 弃流与不弃流问题的确定

弃流与不弃流各有各的有利因素,结合国家体育场工程的实际情况分析如下:

如果初期雨水不弃流,尽管物化法或者物理法对原水水质的适应能力强,但在处理过程中必然产生大量的泥沙。国家体育场工程中,雨水处理构筑物设于地下,对于泥沙的处置,如果脱水后运走,其运输通道难以解决,如果在反冲洗过程中带走,同样

会浪费大量的水。同时每处室外雨水收集池为约 2 500 m³ 的大型埋地水池,国家体育场的景观要求又不允许在地面开设大面积的检查孔,如果将不弃流的雨水直接放入水池,就会带来沉淀泥沙的淤积和清除的困难。

处理工艺总耗水量方面,如果初期雨水不弃流,处理过程中的反冲洗耗水量增加,将会大幅削减水资源的有效利用率。特别是对于降雨量很小的雨,平均污染物浓度高,可利用水量少,处理这样的雨水还可能对处理设备造成严重的损害。

因此,我们选择了弃流的方式处置初期雨水,将弃流看成整个雨水处理工艺中的第一级处理,主要目的是 ①为雨水的贮存和后续处理提供水质相对稳定的雨水;②避免收集和处理降雨量很小的单场降雨产生的径流,保护贮存构筑物 and 后续处理设备。

采用弃流池可以满足以上要求,从经济因素和操作维护等工程角度出发,弃流池具备可行性,如果再考虑到弃流池对降雨量的调蓄作用,这种方法有利于解决初期雨水最终排放问题。但弃流池的缺陷在于具有固定的容积,不容易针对不同雨量不同水质的降雨调节弃流量。文献 [1] 中对比了几类常见初期雨水弃流装置的主要原理和特点,也列举了设置弃流池的方式具有的优点和不足,此处不再详述。在今后的设计过程中,我们将同时通过实施专项科研计划对国家体育场初期雨水弃流方法专门进行试验研究,以提出优化的初期雨水弃流方案。

参考文献

- 1 刘鹏,赵昕. 国家体育场初期雨水弃流方式的比较与选择. 给水排水, 2004, 30(7): 82~84
- 2 车武,刘燕,李俊奇. 国内外城市雨水水质及污染控制. 给水排水, 2003, 29(10): 38~41
- 3 刘鹏,赵昕,郭汝艳. 国家体育场雨洪利用初步设计简介. 给水排水, 2004, 30(7): 79~82
- 4 住宅·都市整備公团. 降雨水の坏地内処理システムに關する開發研究報告書. 昭 56
- 5 山田賢次,青木一義,小原伸一. 初期雨水排除型雨水利用システム. 建築設備士. 建築設備技術者協會: 19~7, 昭 62, 15~18

※电话 (010) 68302701

收稿日期 2004-9-16