

# 城镇自来水厂污泥和污水处理厂污泥联合处理处置

侯淑媛

重庆市市政设计研究院有限公司 重庆 400020

**【摘要】**：结合自来水厂和污水处理厂污泥性质的不同，对其污泥特性分别进行分析。根据自来水厂排泥水的性质和特点，对其在污水生物处理中去除 COD 和磷等、对提高污水沉降性能以及在污泥脱水调理中的应用进行说明。进而阐述自来水厂污泥和污水处理厂污泥在建材利用、土壤利用等方面的资源化联合处置，可以充分结合两种污泥的特性实现节能降耗资源化的目的。同时，也对两者联合处置面临的运输问题、互相影响问题和管理问题进行分析，以期为后续真正地实现联合处置工程实践指明方向。最后，对自来水厂污泥和污水处理厂污泥联合处置后续研究重点提出了建议。

**【关键词】**：自来水厂；污水处理厂；排泥水；污泥；联合处理

## Urban Waterworks Sludge and Sewage Treatment Plant Sludge Combined Treatment and Disposal

Shuyuan Hou

Chongqing Municipal Design and Research Institute Co., Ltd., Chongqing 400020

**Abstract:** Combined with the different properties of sludge in waterworks and sewage treatment plants, the characteristics of sludge are analyzed separately. According to the nature and characteristics of the sludge discharge water of the waterworks, it is explained in the biological treatment of sewage by removing COD and phosphorus, improving the sedimentation performance of sewage and its application in sludge dewatering conditioning. Furthermore, it is explained that the combined disposal of sludge in the utilization of building materials and soil utilization in the utilization of waterworks sludge and sewage treatment plant can fully combine the characteristics of the two sludge to achieve the purpose of energy saving and resource reduction. At the same time, the transportation problems, mutual influence problems and management problems faced by the joint disposal of the two are also analyzed, in order to point out the direction for the subsequent real realization of the practice of joint disposal projects. Finally, suggestions are made for the follow-up research focus on the joint disposal of sludge in waterworks and sludge in sewage treatment plants.

**Keywords:** waterworks; sewage treatment plants; sludge discharge water; sludge; combined treatment

城镇自来水厂在处理水的过程中会产生絮凝沉淀池和砂滤池反冲洗等排泥水，经浓缩、脱水后会产生大量无机污泥，市政污水处理厂在生化反应过程中也会产生剩余污泥和化学污泥，经浓缩、脱水后也会产生大量有机污泥。随着国家对环境保护的重视和对环保要求的不断提高，以及人们环保意识的增强，自来水厂和污水处理厂的污泥处理问题变得更加的迫切。目前，主流处置方式仍是以各厂单独处置为主，考虑到两种污泥性质的不同，充分结合两者特点采用联合污泥处置的方法已成为正在研究的热点主题。本文将分别分析两种污泥的不同来源和特性，利用两种污泥过程中形式和最终脱水后的污泥进行联合处置的探讨，为后续两种污泥联合处置的工程应用提供借鉴。

## 1 城镇污泥特性分析

### 1.1 自来水厂污泥的特性

城镇自来水厂的常规水处理工艺主要包括混凝、沉淀、过滤和消毒。水处理过程通常需要添加聚合氯化铝 (PAC)、硫酸铝或氯化铁、以及聚丙烯酰胺 (PAM) 等化学药剂。自来水厂产生的污泥形式主要有两种：一是絮凝沉淀池和滤池反冲洗产

生的排泥水；二是排泥水经浓缩、脱水处理后的泥饼。

自来水厂排泥水（絮凝沉淀池排泥水以及滤池的反冲洗水）约占水厂供水量的 3%~5%。水厂排泥水中无机成分占绝大多数，含大量泥砂，且悬浮物浓度很高。由于化学药剂的使用，排泥水和浓缩污泥中含有一定的铝盐、铁盐、PAM 及其反应产物。此外，自来水厂泥沙中还可能存在着许多其它的污染物，如有机物、重金属离子、砷、氟等。

### 1.2 污水处理厂污泥的特性

我国城市污水处理厂传统的污水处理工艺为预处理（粗细格栅、沉砂）、二级生物处理、深度处理、消毒出水等，常规的污泥处理工艺为剩余污泥 - 浓缩 - 消化 - 脱水 - 最终处置。城市污水厂污泥的形式主要有三种：一种是格栅、沉砂池等产生的沉淀污泥；一种是生物反应的剩余污泥；还有一种是二沉池、接触消毒池等产生的化学污泥。

来自活性污泥法后的二次沉淀池，含水率 99.3% 左右，污泥呈流动状态，生物性质不稳定。污水厂污泥中有机物和重金属含量较高。由于有机物含量高，细菌很容易繁殖和分解。污泥中的有机污染物不易降解，毒性持续时间长。这些有毒有害

物质进入水和土壤，就会造成环境污染。污泥对环境的二次污染包括污泥盐分污染和氮、磷等食品污染，富含重金属的污泥会影响土地利用。

## 2 自来水厂排泥水及污泥在污水厂中的应用

### 2.1 自来水厂排泥水及污泥在污水厂生物处理中的应用

由于自来水厂反冲洗排泥水的水质相对较好，可直接回收利用，因此，应用于污水厂处理中的排泥水、主要是指絮凝沉淀池排泥水和滤池反冲洗初滤水。自来水厂沉淀池排泥水直接进入污水厂，有助于 COD 和磷的去除、重金属去除以及促进活性污泥颗粒化。

李振华在“给水厂排泥水对污水厂 A~2/O 工艺影响的试验研究”中表明，自来水厂含铝排泥水提高了污水厂 COD 的去除率，随着含铝量的增加，COD 去除率也逐渐升高，最高可达 87.6%。其它相关研究结果也表明含铁污泥对炼油厂废水的 COD 去除率最高可达到 99%。

此外，自来水厂污泥（含铝或铁）对污水中的磷和重金属有一定的吸附作用，但需注意铝污泥对聚磷菌生物活性的影响。自来水厂污泥对重金属的吸附作用，一种是靠污泥中氢氧化物的化学反应，另一种是靠污泥的物理吸附，包括静电和范德华力作用。

自来水厂污泥一般是具有胶体结构的亲水性物质，一般带负电，这会使得污物颗粒在水中积聚时难以分散。污泥中含有许多无机颗粒，无机颗粒形成“骨架”，由于胶体的强吸附作用，形成大颗粒的絮凝污泥。

### 2.2 自来水厂排泥水在污水厂二沉池泥水分离中的应用

自来水厂沉淀池排泥水的沉淀通常属于成层沉淀，会形成明显的泥水界面<sup>[1]</sup>，沉降性能良好且比较稳定。自来水厂在运行过程中使用了大量的铝盐、铁盐，排泥水中也含了一定量的絮凝剂及其反应产物，当用于污水厂二沉池时，可以明显提高污水厂二沉池污泥的沉降性能，节省污水厂药剂投加量，并实现污泥体积的减量。

一些研究人员已经证明了当两种类型的污泥排放相结合时，实际模拟自来水中的活性污泥和铝污泥的条件机制，发现新的污水厂污泥中含有大量的水厂污泥，而水厂污泥中含有许多处理后残留的无机颗粒和水处理后的剩余混凝剂。当两种污泥混合时，残留在水厂污泥中的凝结阳离子可以中和废水的负电荷，降低 zeta 电位。副产物通过 PAM 被转移到剩余的水厂污泥中，通过将小的活性污泥颗粒形成相对较大的颗粒来提高污泥沉降率，这个过程是化学调节。

### 2.3 自来水厂污泥在污水厂污泥脱水中的应用

研究表明，自来水厂污泥对污水处理厂污泥有调理作用，有助于改善污水厂污泥的沉降性能。自来水厂污泥中的物

理调节剂充当脱水过程的“支架”，使污泥不易压实，形成高渗透通道，并降低了机械脱水的难度。由于泥水系统的原水是由淤泥和沙子组成，经过水系统处理后形成的污泥中含有很多无机颗粒，这些无机颗粒可以形成“骨架”。有结果表明，使用含铝污泥还可以减少阳离子 PAM 的使用，节约运维成本。

水厂污泥中的无机颗粒在复杂的脱水过程中会形成颗粒，通过压缩可渗透的管道并将其引流到深处，这个过程是一种物理调节。调节后启动压滤机，对污泥混合物中的无机颗粒进行清洗和挤压，外力促进污泥颗粒的分解，使得污泥中的结合水和细胞水被挤出从而提高脱水效率。

## 3 自来水厂污泥和污水处理厂污泥的资源化联合处置

污泥处理方法包括减量、安全和资源等方面。减量是减少产生的污泥量而不影响污水处理厂的处理。安全是对污泥进行适当的处理，以减少其中病原体和重金属的含量。资源方面被理解为广泛用于修复污泥处理时达到保护环境目的。污泥处置过程中的主要问题是使用适当的技术方法来安全处置污泥，鉴于自来水厂污泥和污水厂污泥的特性，现对几种较为合适的联合处置方式进行说明：

### 3.1 建材利用

自来水厂污泥以无机物为主，含有大量泥砂，主要成分为二氧化硅、氧化铝和氧化铁为主，与粘土的成分类似。污水厂污泥以有机物为主，可以作为辅料，起到膨化剂的作用。因此，可以充分利用两种污泥的特点，烧制陶粒。

污水厂污泥作为膨化剂和给水厂污泥共同作为烧制陶粒的原料，不仅消除了其本身重金属、病菌等有害物质，还可以为烧制陶粒过程中提供高的热值，减少燃料用量，起到一定的膨化剂的作用，并且烧制出的陶粒性能更好，实现了 2 种污泥的综合资源化利用。

### 3.2 土壤利用

自来水厂污泥成分与土壤类似，而污水厂污泥中含有较为丰富的有机物，将两者以一定比例拌和后，污水厂污泥提供了丰富的营养成分，自来水厂污泥的成分可改善土壤性质，吸附重金属等有害物质、活化土壤中的相关酶活性。因此，两者均可作为土地改良剂，污泥能够有效降低土壤渗流水中的溶解磷以及颗粒磷的含量，进一步减少了地表或地下径流中的磷含量，控制了水体的富营养化。当污泥适量添加于土壤中后，能够明显增强土壤的凝聚力，且提高了土壤的保水性、孔隙率，大大改良了土壤能力，更加有利于农作物的生长。

此外，自来水厂污泥和污水厂污泥共同堆肥，可以使污泥性能发生改变，作为肥料。

## 4 自来水厂污泥和污水处理厂污泥联合处理处置的主要问题

### 4.1 联合处置的运输问题

结合前文所述的自来水厂排泥水和污泥与污水处理厂污泥联合处置的应用,自来水厂排泥水可以应用于污水处理,这部分自来水污泥含水率较高、流动性较好,可以采用管道加压输送的方式。由于城市自来水厂和污水厂普遍距离较远,对于管道的材质需特别注意,尽量减少管道的锈蚀和堵塞。根据工程应用实践,本文建议管道运输尽量采用球磨铸铁管、特殊地段采用钢管,防腐应采用加强级防腐,避免因腐蚀造成管道渗漏、污染地下水。同时,需合理确定管道管径和附属设施设置,方便检修维护。

对于两者脱水污泥的联合处置,可以结合城镇的发展规划,考虑在两个厂的其中一个或者中间位置选址新建资源化处置中心。对于这部分污泥,由于已经脱水,管道输送无法实现,只能通过车辆进行运输。鉴于给水厂污泥的产生量相对较少,在工程设计中应优先考虑在污水处理厂或靠近污水处理厂设置集中处置中心,便于节省运输成本。

### 4.2 联合处置的影响问题

虽然自来水厂污泥与污水处理厂污泥联合处置有了大量的研究试验,但由于不同自来水厂水源和污水处理厂水质及处理工艺的不同,相关联合处置进行工程实践之前,还需要做大量的试验研究和相关分析,充分确定特定给水厂排泥水对指定污水厂正常运行的影响,以便充分确定联合处置的实施方式和实施规模,避免造成投资浪费,保证联合处置效果。

对于脱水污泥的联合处置,也需要对自来水厂污泥和污水厂污泥的理化性质进行重点分析,根据污泥性质确定合适的处

理方式和工艺。此外,对于联合处置的资源化成果应提前进行市场分析,结合市场应用来确定联合处置中心的具体位置和处理规模,真正实现资源化处置和资源化利用。

### 4.3 联合处置的管理问题

一般情况下,城市自来水厂和污水处理厂分属于不同的公司或者部门管理,为了保证联合处置的整体协调,双方应共同成立管理主体或者由上级部门公司统筹、以便统一协调,用制度化等形式明确双方的责任和义务,保证联合处置的管理统一。

## 5 结论及建议

城镇自来水厂污泥和污水处理厂污泥联合处置和资源化利用,无论从经济性、社会性、环境性等方面考虑,都具有较大的发展潜力。

①自来水厂沉淀池排泥水直接进入污水厂,有助于COD和磷的去除、重金属去除以及促进活性污泥颗粒化。自来水厂排泥水用于污水厂二沉池时,可以明显提高污水厂二沉池污泥的沉降性能,节省污水厂药剂投加量,并实现了污泥体积的减量。自来水厂污泥对污水处理厂污泥有调理作用,有助于改善污水厂污泥的沉降性能,提高脱水效率。

②自来水厂污泥和污水厂污泥可以共同烧制陶粒,共同进行土壤利用、作为土地改良剂、共同堆肥,实现资源化利用。

③自来水厂污泥和污水厂污泥联合处置需重点考虑运输问题、具体实施的影响问题和共同管理等问题。

两种水厂的污泥协同处理在易用性、经济性和管理运行的可行性等方面需要进一步研究和改进。因此,在当今供排水一体化的过程中,需要优先考虑对两类水厂的污泥进行联合处理处置和管理,降低污泥处理成本。

## 参考文献:

- [1] 张建国,陈明,戴吉胜等.给水厂和污水处理厂混合排泥水的沉降性能试验研究[J].给水排水,2009,35(z2):21-24.
- [2] 刘流,李军.城镇自来水厂污泥和污水处理厂污泥联合处理处置[J].净水技术,2015,34(S1):20-22.
- [3] 刘流.城镇自来水厂污泥和污水处理厂污泥联合处理处置[A].上海市净水技术学会(Shanghai Association of Water Purification).2015 中国环博会污泥论坛与膜法论坛论文集[C].上海市净水技术学会(Shanghai Association of Water Purification),2015:3.
- [4] 严爱兰,李军,马挺,等.自来水厂与污水厂污泥联合处理处置研究及应用进展[J].中国给水排水,2018,34(06):30-34.
- [5] 贺君,王启山,任爱玲.给水厂与污水厂污泥制陶粒技术研究[J].环境工程学报,2009,3(09):1653-1657.
- [6] 王鑫,任伯帆,黄威.城市给水厂污泥组成成分及资源化利用[J].市政技术,2021,39(04):150-153.
- [7] 崔寒,任新,赵雪松,等.净水厂污泥在污水处理中的应用研究[J].中国给水排水,2015,31(06):16-21.