

# 城市垃圾填埋场渗滤液处理方案及其分析

沈耀良 王宝贞

**提要** 对垃圾渗滤液处理的场内、场外处理技术方案进行了介绍和分析,并结合实际提出了场内物化预处理-场外与城市污水合并处理的经济合理的渗滤液处理方案。

**关键词** 垃圾填埋场 渗滤液 处理方案

## 0 前言

随着城市垃圾卫生填埋技术的不断应用,对其二次环境污染问题的研究越来越广泛深入。作为防止该技术应用过程中二次污染问题内容之一的渗滤液处理方法和技术的研究也日益得到重视。由于渗滤液水质水量的复杂多变性,目前尚无十分完善的处理工艺,大多根据不同填埋场的具体情况及其它经济技术要求提出有针对性的处理方案和工艺。

垃圾填埋场渗滤液的处理技术既有与常规废水处理技术的共性,也有其极为显著的特殊性。渗滤液的处理有场内和场外两大类处理方案。具体方案有以下几种:(1)直接排入城市污水处理厂进行合并处理;(2)渗滤液向填埋场的循环喷洒处理;(3)经必要的预处理后汇入城市污水处理厂合并处理;(4)在填埋场建设污水处理站(厂)进行独立处理。

这些处理方案须在充分的技术经济比较和处理可行性研究的基础上合理而慎重地选用。通常有两方面的问题必须首先加以研究。首先是采用何种处理方案,其次是采用什么样的处理工艺方法。本文就前一问题进行了分析探讨。

### 1 与城市污水厂的合并处理(场外处理)

渗滤液与规模适当的城市污水处理厂合并处理是最为简单的处理方案,它不仅可以节省单独建设渗滤液处理系统的大额费用,还可以降低处理成本,利用污水处理厂对渗滤液的缓冲、稀释作用和城市污水中的营养物质实现渗滤液和城市污水的同时处理。但这并非是普遍适用的方法。一方面,由于垃圾填埋场往往远离城市污水处理厂,渗滤液的输送将造成较大的经济负担;另一方面,由于渗滤液所特有的水质及其变化特点,在采用此种方案时,如不加以控制,则易造成对城市污水处理厂的冲击负荷,影响

甚至破坏城市污水处理厂的正常运行。因而,在考虑合并处理方案时,必须研究其工艺上的可行性。对采用传统活性污泥工艺的城市污水处理厂而言,不同污染物浓度渗滤液量与城市污水处理厂的处理规模的比例是决定其可行性的重要因素。有研究表明,当渗滤液的 COD 浓度为 24 000mg/L 时,须严格控制上述比例。当两者之体积比达 4%~5%时,城市污水处理厂的运行将受到影响,出现污泥膨胀问题;当渗滤液的 COD 浓度为 3 500mg/L 时,上述比例一般不得超过 40%,否则须通过延长污泥龄的方法来保证处理系统中活性污泥的数量。为保证处理效果,可通过增加曝气池中污泥浓度( $X$ )的方法或扩大处理设施容积加以解决。但泥龄过长时,往往因污泥的活性低而影响处理效果,而扩大处理设施容积势必带来投资的不经济。笔者在采用厌氧(ABR)(水解酸化)-活性污泥法处理渗滤液与城市污水的混合废水时,当原渗滤液的 COD 浓度分别为 3 700mg/L~4 500mg/L 和 6 500mg/L~9 000mg/L 时,为保证系统的处理出水水质,宜将混合比分别控制在 4:6 和 2:8<sup>[1]</sup>。

有报道表明<sup>[2]</sup>,延时曝气活性污泥系统可有效地处理渗滤液和生活污水的混合废水, SBR 系统处理混合废水时可达 85%~90%和 90%的 TOC 和 BOD 去除率。经驯化后的活性污泥,在处理过程中不管是否投加葡萄糖或其它营养元素,可使渗滤液中的有机物去除 80%,渗滤液和城市污水混合 4h 后污泥微生物即发挥降解作用,若增加曝气池中的污泥浓度,反应时间可进一步缩短。运行过程中,废水的 COD 去除率一直比较稳定。在这种形式下运行,无需另外添加营养物质,故这种处理方案具有良好的经济性。但该研究并未明确渗滤液与城市污水

的比例。目前,国内的垃圾填埋场多未建设场内的独立渗滤液处理系统,大多将渗滤液直接汇入城市污水处理厂进行合并处理,往往影响污水处理厂的正常运行。如苏州七子山垃圾填埋场在运行初期,将渗滤液收集后直接送至当时(1993年)处理规模为 $5\,000\text{m}^3/\text{d}$ 的苏州城西污水处理厂。虽然当时因渗滤液的产生量较小而并未对原有系统的正常运行造成危害,但随着渗滤液量的增加(由占该厂处理能力的 $16.7\%$ 增加至 $48\%$ ,渗滤液的COD浓度为 $3\,500\text{mg/L} \sim 6\,000\text{mg/L}$ ),污水处理厂的运行受到严重干扰(该厂采用传统的活性污泥处理工艺)。在将渗滤液停止引入后该厂运行则得到恢复。

渗滤液与城市污水的合并处理不失为一种经济的处理方案,在我国目前尚无足够的经济实力都建场内渗滤液处理厂的情况下,采用此方案有其实用意义,但有必要根据实际情况及渗滤液的特性作深入的可行性研究,以确定合理的渗滤液与城市污水的比例及必要的预处理方法,同时结合城市污水厂的建设,采用稳定可靠、高效的合并处理工艺系统。

## 2 循环喷洒处理(场内处理)

渗滤液的循环喷洒是一种较为有效的处理方案。通过回喷可提高垃圾层的含水率(由 $20\% \sim 25\%$ 提高到 $60\% \sim 70\%$ ),增加垃圾的湿度,增强垃圾中微生物的活性,加速产甲烷的速率、垃圾中污染物溶出及有机物的分解。其次,通过回喷,不仅可降低渗滤液的污染物浓度,还可以因喷洒过程中挥发等作用而减少渗滤液的产生量,对水量和水质起稳定化的作用,有利于废水处理系统的运行,节省费用。Robinson 和 Maris 等人的研究表明,将渗滤液收集并通过回灌使之回到填埋场,除有上述作用外,还可以加速垃圾中有机物的分解,缩短填埋垃圾的稳定化进程(使原需 $15\text{年} \sim 20\text{年}$ 的稳定过程缩短至 $2\text{年} \sim 3\text{年}$ )<sup>[3]</sup>。Chian 等人报道,通过回流循环,渗滤液的 $\text{BOD}_5$ 和COD可分别降到 $30\text{mg/L} \sim 350\text{mg/L}$ 和 $70\text{mg/L} \sim 500\text{mg/L}$ <sup>[4]</sup>。北英格兰的Seamer Carr垃圾填埋场将一部分渗滤液循环喷洒,20个月后喷洒区渗滤液的COD值有明显的降低,金属浓度则大幅度下降, $\text{NH}_3-\text{N}$ 浓度基本保持不变,说明金属离子浓度下降不仅由稀释作用引起,垃圾中无机物的吸附作用也不可忽视<sup>[5]</sup>。

美国Pittsburgh大学土木与环境工程系教授Pohland等人把垃圾填埋场看作生物反应器(Bioreactor)进行了深入的渗滤液喷洒回灌研究<sup>[6]</sup>。在采用喷洒处理方案时,必须注意喷洒的方式和喷洒的量。一方面,喷洒的渗滤液量应根据垃圾的稳定化进程而逐步提高。一般在填埋场处于产酸阶段早期时,回喷的渗滤液量宜少不宜多,在产气阶段则可以逐渐增加。由于垃圾填埋场本身是一个生物反应器,因而回灌的渗滤液量除可根据其最佳运行的负荷要求确定外,还可以根据填埋场的产气情况来确定。另一方面,填埋场内不同位置的垃圾可能处于不同的稳定化阶段,因而为保证喷洒的应用效果,应将稳定化程度高的垃圾层区(产甲烷区)所排出的渗滤液回喷至新填入的垃圾层(产酸区),而将新垃圾层所产生的渗滤液回喷至老的稳定化区,这样有利于加速污染物的溶出和有机污染物的分解,同时加速垃圾层的稳定化进程。典型的渗滤液喷洒系统(生物反应器)如图1所示。

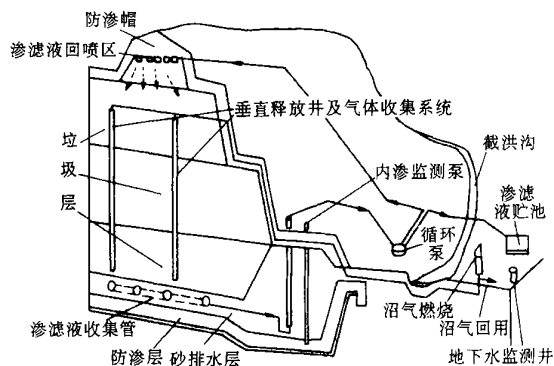


图1 典型的渗滤液喷洒回灌(生物反应器)系统

渗滤液的循环喷洒处理法的提出已有多多年,但其实际应用则是近10多年的事。目前美国已有200多座垃圾填埋场采用了此技术。该方法除具有加速垃圾的稳定化、减少渗滤液的场外处理量、降低渗滤液污染物浓度等优点外,还有比其它处理方案更为节省的经济效益。Pohland以每公顷填埋场的年总费用单位(Total Annual Cost Units, TACU——包括垃圾处理和渗滤液处理的投资及运转费用)对渗滤液处理的不同方案所作的经济比较表明,循环喷洒法可比其它方法节省一个平均TACU,是最省的方法。Mosher等人的研究表明,渗滤液回灌喷洒

处理不仅缩短了 Keele Valley 填埋场的稳定化进程及沼气的产生时间,而且增加了填埋场的有效库容量,促进了垃圾中有机化合物的降解<sup>[7]</sup>。

虽然渗滤液的场内喷洒处理法有前述诸多优点,但至少还存在以下两个问题:

(1) 不能完全消除渗滤液。由于喷洒或回灌的渗滤液量受填埋场特性的限制,因而仍有大部分渗滤液须外排处理;

(2) 通过喷洒循环后的渗滤液仍需进行处理方能排放,尤其是由于渗滤液在垃圾层中的循环,导致其  $\text{NH}_3\text{-N}$  不断积累,甚至最终使其浓度远高于其在非循环 (Single Pass Leaching) 渗滤液中的浓度<sup>[6,8]</sup>。第一个问题是由此方法的特性决定的。对于第二个问题,如将含高浓度  $\text{NH}_3\text{-N}$  的渗滤液作场外处理,则有增加额外处理费用的问题。为解决此问题,Onay 等人开展了场内处理的研究<sup>[9]</sup>。他们根据硝化和反硝化原理及渗滤液喷洒后的垃圾层中流态,提出了缺氧 厌氧 好氧 缺氧的三组分模拟垃圾填埋系统(如图 2 所示)。图 2 中位于上部的缺氧区和底部的好氧区用于  $\text{NH}_3\text{-N}$  的转化和去除,中间的厌氧区用于产气。该模型运行时,通过渗滤液的循环,将脱氮过程所需要的碳源和硝态氮从底部的好氧区送至顶部的缺氧区,而厌氧区中残留的 C 和 N 则相应地送至好氧区,从而实现硝化和反硝化,  $\text{NH}_3\text{-N}$  的转化率达 95%。同时,渗滤液中硫化物也可得到有效的去除。

渗滤液循环喷洒的场内处理方法在我国的应用并不多见,除了上述两个原因及我国处于垃圾填埋技术应用的初级阶段外,尚有在回喷过程中所带来的环境卫生问题、安全及设计技术问题<sup>[10]</sup>。在采用循环喷洒技术时,要求在填埋场的顶部有部分敞开便于设立规则性排列的沟道及回喷配水系统;回喷后所排出的中低浓度的渗滤液仍需经进一步处理后才能排放。

### 3 预处理-合并处理(场内-场外处理)

预处理-合并处理是基于减轻进行直接混合处理时渗滤液中有害的毒物对城市污水处理厂的冲击危害而采取的一种场内外联合处理方案。渗滤液首先通过设于填埋场内的预处理设施进行处理,以去除渗滤液中的重金属离子、氨氮、色度以及 SS 等污

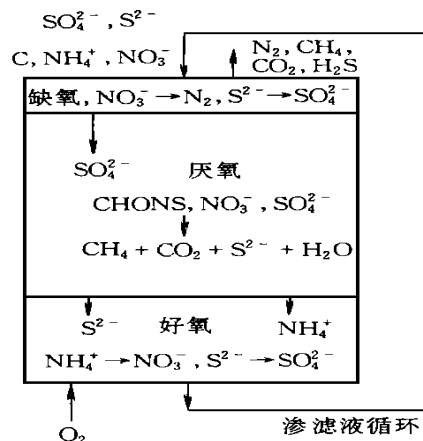


图 2 渗滤液场内硝化-反硝化结构模型

染物质或通过厌氧处理以改善其可生化性、降低负荷,为合并处理正常运行创造良好的条件。

对于“年轻”和“年老”的混合型垃圾填埋场(指垃圾中含有一定数量的工业废弃物)产生的渗滤液及城市污水处理厂规模较小而采用合并处理的情形,进行物理化学等预处理去除渗滤液中的重金属离子、氨氮等尤为必要。渗滤液中不仅含有多种金属或重金属离子,而且它们的含量可达到较高的数值。但无论采用何种处理方案,生物处理是渗滤液的一种必不可少的主体处理方法。无论是厌氧处理还是好氧处理,有机污染物的去除或转化均是通过微生物的作用完成的,因而微生物在处理工艺设施中的良好生长繁殖是保证处理效果的前提。为使微生物正常生长,除了使其物化环境中含有可降解的有机基质及必要的营养存在外,还须保证废水中适量的营养物质和微量元素。营养物质确定的主要依据是微生物细胞的化学组成。渗滤液中主要营养物质的实际含量大多远高于微生物所需的浓度,若不作适当的预处理则将给生物处理造成危害。

化学物质对微生物活性的影响与其浓度有密切的关系。大多数化学物质在浓度很低时对生物活性有一定的刺激作用(或促进作用);当浓度较高(超过临界浓度)时则产生抑制作用,且浓度愈高抑制作用愈强烈。研究表明,几乎所有微生物的生长都离不开钾、镁、钙、钠、铁、锰、钴、铜、镍、锌、钼和钒等金属元素。当这些金属适量存在时,对于微生物的生长具有作为酶催化剂、在氧化还原反应中传递电子(将 ADP 转化为 ATP)以及调节微生物渗透压等作用。

若在处理过程中,这些痕量元素的含量不足,可引起污泥的膨胀问题<sup>[11]</sup>。但对于年轻填埋场的渗滤液而言,其所含大多数重金属离子浓度的高限要远超过重金属元素对微生物毒害作用的最低限值(如好氧条件下:汞 0.01mg/L、镉 0.1mg/L、铜 1.0mg/L、六价铬 0.01mg/L、镍 0.1mg/L ~ 1mg/L 等),因而其对微生物的不良影响则是毒害作用。中科院生态环境研究中心在半连续投料及完全混合方式条件下对铬、铜、镍、铅和锌等重金属的抑制作用的研究表明,在厌氧条件下上述各离子的抑制浓度分别为 0.4mg/L ~ 1.0mg/L, 0.5mg/L ~ 2.0mg/L, 2.5mg/L ~ 4.0mg/L, 0.1mg/L ~ 0.3mg/L 和 0.7mg/L ~ 1.2mg/L,毒性大小的次序大致为铅 > 铬 > 铜 > 锌 > 镍。此外,当几种重金属离子共存时所产生的毒性要比单独存在时大,亦即污泥对混合离子协同作用的承受能力要比任一单个离子的承受能力低<sup>[12]</sup>。

有关渗滤液中重金属离子及  $\text{NH}_3 - \text{N}$  去除的预处理工艺已有较多的研究报道<sup>[12~15]</sup>。重金属离子的去除多采用物理化学法,而  $\text{NH}_3 - \text{N}$  的去除除吹脱等物理化学方法外,可结合合并生物处理工艺系统的设计加以考虑。

渗滤液中高浓度的  $\text{NH}_3 - \text{N}$  是影响渗滤液生物处理的另一重要因素。过高的  $\text{NH}_3 - \text{N}$  浓度亦将抑制微生物的正常生长及合并处理的有效运行。同时,传统的生物处理工艺难以有效去除  $\text{NH}_3 - \text{N}$ 。因而或须进行预处理或考虑采用具生物脱氮功能的  $\text{A}^2/\text{O}$  (或  $\text{A}/\text{O}$ ) 处理系统才能有效地将其去除。

#### 4 建设独立的场内完全处理系统

由于城市垃圾填埋场通常位于离城市较远的偏远山谷地带,当城市污水处理厂离填埋场较远时,采用与城市污水处理厂合并处理的方案往往因渗滤液远距离输送的费用较高而不经济,此时建设场内独立的完全处理系统便成为一种可资选择的方案。但由于渗滤液的污染负荷很高,尤其是有毒有害物质含量较高,因而其处理工艺系统须为多种处理方法的有机组合。目前多采用预处理 生物处理 后处理的工艺流程。建设场内独立处理系统困难在于:

(1) 渗滤液的水质随填埋场年龄的变化而有较大的变化,在考虑其处理时必须采用抗冲击负荷能力和适应性强的工艺系统。对于“年轻”填埋场渗滤

液宜于采用生物处理工艺,而对“年老”填埋场渗滤液,则宜采用物化处理。因而其处理工艺流程操作管理复杂,运行效果难以得到长期的保证;

(2) 渗滤液中往往含有多种重金属离子和较高浓度的  $\text{NH}_3 - \text{N}$ ,需采用化学等方法加以必须的预处理乃至后处理,故其运转费用较高;

(3) 渗滤液中的营养比例(C N P)往往失调,其突出特点是氮含量过高和磷含量不足,需要在处理过程中削减氮而补充必须的磷;

(4) 填埋场渗滤液的产量与城市污水处理厂处理规模相比往往较小,因而单独设置小规模的处理系统在运转费用方面缺乏经济上的优越性。

#### 5 结语

渗滤液有不同的处理方案,但应因地制宜地通过技术经济比较后合理地选择。在经济发达且实际条件许可的情况下,可建设场内独立的完全处理系统;在经济尚不发达的地区则可采用预处理-合并处理的方案;在无力建设处理设施的情况下则可采用回灌与合并处理相结合或直接将渗滤液排入就近城市污水厂合并处理的方案。应该说,场内预处理-场外合并处理是一种较为理想的处理方案。在场内建设物化预处理设施,不仅可大大减轻其后续合并处理对城市污水处理厂的压力,而且物化处理方式运转灵活,便于根据水质的变化及时调整工艺运行参数。经预处理后的渗滤液汇入城市污水处理厂合并处理则既可借助于城市污水中的营养物质又可合理利用其较大的处理规模而节省运转费用。但采用此方案时,须根据具体情况(渗滤液的日平均产生量、水质及城市污水处理厂的规模)对渗滤液量与城市污水量的混合比例作充分的可行性研究,这也是有关管理人员,尤其是城市污水厂的管理人员关心和担心的问题。

#### 参考文献

- 1 沈耀良. 城市垃圾填埋场渗滤液处理技术的研究. 博士论文,哈尔滨建筑大学,1988
- 2 汪慧贞,等. 固体垃圾填埋场渗滤水的处理. 给水排水,1988,14(5):36~38
- 3 Robinson H D et al. The treatment of leachate from domestic wastes in landfill-I. Aerobic biological treatment of a medium strength leachate. Water Res,1983,17(7):1537~1548

# 给水厂水处理系统优化运行初探

杜玉柱 郑海军 王 欢 张海龙

**提要** 介绍了给水厂优化运行的必要性和影响单位制水成本的主要因素,以及通过调整这些因素,使水厂达到优化运行的方法及效果。

**关键词** 给水厂 优化运行 单位制水成本

随着供水事业的不断发展和新技术、新设备的应用,人们不再局限于对净水工艺结构的改进和净水理论的研究,而是开始致力于水厂优化运行方面的研究和探索。“水厂优化运行”将成为水厂提高效益和长期稳定发展的有效途径。

哈尔滨供水三厂水源取自松花江。松花江水径流量随季节变化很大,洪水季节流量大于 1.5 万  $\text{m}^3/\text{s}$ ,枯水季节为  $200\text{m}^3/\text{s} \sim 300\text{m}^3/\text{s}$ 。丰水期,水质状况良好(属 2~3 类地表水水质),但浊度变化幅度较大(从 20NTU~1800NTU);枯水期,特别是冬季低温低浊期(水温为  $0 \sim 1^\circ\text{C}$ ,浊度为 6NTU~20NTU),水体自净能力低,尤其受上游化工废水污染较重,饮用水的净化处理困难。

我们所研究的水厂优化运行,不包括行政管理因素,如人员数量、工资等,也不包括泵站优化运行和水厂自动化运行(已作为另题研究),而是通过对

影响单位成本的重要因素的控制,求得降低单位制水成本并使之达到国家水质标准要求,或者说以最优化的生产运行实现达标水质,同时追求尽可能高的经济效益。

水厂优化运行是一项系统工程,必须从全效益、全过程、全方位综合加以考虑。但在生产运行中,水处理系统受多种因素影响,达到运行的优化往往比较困难。若仅考虑影响运行费用的主要因素,忽略次要因素,则可使问题得以简化。通过几年的生产实践,我们把影响水厂优化运行的构成项目进行简化,并总结出:满足一个前提,即水厂优化运行必须以水质满足国家标准为前提;控制三个环节,即加强控制净水剂投加量和投加种类,控制生产消耗用水量(包括沉淀池排泥水和“V”型滤池反冲洗时的表面扫洗水)、控制滤地反冲洗水量,并合理协调三者之间的关系;实现一个目标,即水厂优化运行。

- 4 Chian E S K et al. Stability of organic matter in landfill leachates. *Water Res*, 1977, 11(1): 225~232
- 5 申秀英等. 垃圾填埋渗滤水的活性污泥法处理. *中国给水排水*, 1995, 11(3): 37~40
- 6 Pohland F G. Landfill bioreactors: Fundamentals and practice. *Water Qual Intern*, 1996, (9/10): 18~22
- 7 Mosher F A et al. Leachate recirculation for rapid stabilization of landfills: Theory and practice. *Water Qual Intern*, 1997, (11/12): 33~36
- 8 Knox K. Leachate treatment with nitrification of ammonia. *Water Res*, 1985, 19(7): 895~904
- 9 Onay T T et al. *In situ* nitrogen management in controlled bioreactor landfill. *Water Res*, 1998, 32(5): 1383~1392
- 10 Townsend T G et al. Leachate-recycle infiltration ponds. *JEE*, 1995, 121(6): 465~471
- 11 沈耀良. 痕量金属缺乏症引起的污泥丝状菌膨胀及其控制. *重庆*

- 环境科学*, 1993, 15(6): 20~242
- 12 Monoharan R et al. Inferred metal toxicity during the bio-treatment of high ammonia landfill leachate. *Water Environ Res*, 1992, 64(7): 858~865
- 13 沈耀良,等. 垃圾填埋场渗滤液中重金属的去除. *环境保护*, 1994(3): 15~16
- 14 Sletten R S et al. Physical-chemical treatment of landfill leachate for metal removal. *Water Res*, 1995, 29(10): 2376~2386
- 15 Mott H V et al. Metal precipitation in two landfill leachates. *JEE*, 1987, 113(3): 476~485

作者通讯处: 沈耀良 215011 苏州市滨河路 298 号  
苏州城建环保学院环保系

王宝贞 150008 哈尔滨建筑大学市政与环境  
工程学院

收稿日期: 1998-12-1

## CONTENTS

**Biological Pretreatment of Slightly Polluted Raw Water in Huinan Waterworks, Shanghai** ..... Zhang Hua *et al* ( 1 )

**Abstract :** The tributaries of Huangpu River have been heavily polluted and the inlet water of Pudong Waterworks is going to deterioration. In order to improve the quality of drinking water a biological pretreatment process was added to the new designed Huinan Waterworks on the basis of scientific researches for years. The design parameters and essentials are presented in this paper.

**Study on Membrane Pollution of Underground Water Purification** ..... Zhao Guangying *et al* ( 5 )

**Abstract :** The structure and characteristics of inorganic scale formed on the surface of membrane in magnetic treatment-ion exchange softening process have been examined by scanning electronic microscope (SEM) and energy spectrometer (ES). Also the morphosis and elemental composition of the scale are discussed and the selectable pre-treatment techniques and chemical cleaning processes are evaluated.

**Process Design of Cr Removal for Drinking Water** ..... Xu Liang ( 8 )

**Abstract :** A Cr removal process for drinking water was designed and applied in the Xianyang International Airport in Xi'an at the beginning of 1990s. The quality of the output water of this facility is right fair and stable in the forgoing eight years since it was put into operation.

**CASS Wastewater Treatment Process for Beijing Space Flight Center** ..... Wang Shouzhong *et al* (10)

**Abstract :** The engineering situation and technological process especially the set-up and trial running of Beijing Space Flight Center WTP are presented. Finally some personal views on the special characters of cyclic activated sludge system (CASS) process are described practically.

**Application of Self-Priming Jet Aerator for Oxidation Ditch** ..... Zhu Mouxi (13)

**Abstract :** The dual function demands to aeration devices for oxidation ditch are clarified and the mechanism of both stirring and flow driving of self-priming jet aerator are described. The feasibility to adopt the self-priming jet aerator for small and medium-sized oxidation ditches has been discussed.

**On the Schemes to treat Urban Refuse Landfilling Leaching Liquid** ..... Shen Yaoliang *et al* (18)

**Abstract :** Two kinds of process schemes to treat urban refuse landfill leaching liquid namely the in-site or out-site treatments are discussed and compared. Finally a process with in-site physico-chemical treatment in the landfill yard and out-site biological treatment combined with the urban wastewater outside the landfill yard has been recognized as most economical and reasonable for Leaching liquid treatment in this country.

**Prior on Optimizing Operation of Waterworks** ..... Du Yuzhu *et al* (22)

**Abstract :** The essentiality to optimize the operation of waterworks and main factors which influence the specific cost of water output are described. Consequently the methods to implement operational optimization by rearrangement of above mentioned influencing factors and the effect of optimization are presented.

**Sludge Disposal in Sludge Drying Bed of Waterworks** ..... Cheng Xi *et al* (25)

**Abstract :** The operation and influence factors, design method and principle of optimal management of sludge drying bed (SDB) are summarized and discussed. On the basis of the evaluation on the feature and prospect of SDB disposal the authors consider that SDB is worthy as an economical and practical operation for sludge disposal in waterworks in this country.