

牛仔服加工废水中锰对微生物的影响与除锰技术研究

王延飞¹, 李珍珍²

(1. 东莞市恒清水处理科技有限公司, 广东东莞 523050; 2. 广州新滔水质净化有限公司, 广东广州 511340)

摘要 牛仔服加工废水常含有过量高锰酸钾等有毒有害物质, 对生化工艺危害很大, 使微生物中毒死亡, 造成巨大的经济损失。综述了这类印染废水中锰对微生物的毒性机理以及锰和微生物联合作用去除有机污染物的原理, 同时介绍了水环境中常用的除锰相关技术, 为含锰废水的处理提供了参考依据。

关键词 牛仔服加工废水; 锰; 微生物; 除锰技术

中图分类号 S273.5 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)27-11093-03

The Influence of Manganese on Microorganism in Jeans Processed Wastewater and Manganese Removal Technology

WANG Yan-fei et al (Dongguan Hengqing Wastewater Treatment Company Limited, Dongguan, Guangdong 523050)

Abstract Jeans processed wastewater often contains excessive toxic or harmful substances like permanganate, with making great harm to the biochemical process, poisoning the microbial death, causing huge economic losses. The toxicity mechanism about manganese to microorganisms and the principle of synergistic effect of manganese cooperating with microbial to remove organic pollutant in this kind of printing and dyeing wastewater were reviewed. The common technologies of digesting manganese in water environment were introduced, which will provide a reference for treatment of wastewater with manganese.

Key words Jeans processed wastewater; Manganese; Microorganism; Manganese removal technology

牛仔服作纹与磨砂加工采用了较多的氧化剂高锰酸钾, 从而使漂洗废水里含有较高浓度的高锰酸钾, 总锰离子浓度高达 20~200 mg/L。高价锰对废水的好氧生物处理有严重影响, 微生物生长常常受到抑制, 特别是冲击负荷波动时, 甚至可造成微生物严重脱落, 污水处理厂瘫痪。例如, 广东珠江三角洲不少该类废水处理厂的处理效果受到严重影响。

1 水环境中锰的物化性质

锰离子随电价的增高, 原子半径逐渐变小, 离子电位和电负性相应增高, 引起离子的非金属性增强, 表现在锰的氧化性质上, 由碱性(低价态)向酸性(高价态)转变。在 pH 为 0~8 时, Mn^{2+} 、 Mn^{3+} 和 Mn^{4+} 氧化还原体系的氧化趋势因 pH 升高而增强, 使得二价锰氧化成四价锰; 于 pH 7 时, 三价锰 ($Mn_2O_3 \cdot nH_2O$) 存在 pH 为 8 以上则形成稳定 $MnO_2 \cdot nH_2O$; 四价锰多以固体颗粒悬浮于水中; 七价锰水溶液为紫色, 容易因光照分解, 或者在二氧化锰和其他杂质的催化作用下而分解, 产生棕色的二氧化锰沉淀, 因此七价锰在天然水中是不存在的^[1]。综上所述, 锰是典型的氧化还原元素, 可根据环境条件的不同, 随时改变形态, 有时完全溶解于水中, 有时呈固体析出, 而且其离子种类和固体颗粒的变化都很大。

锰在水中生成的沉淀物都是含水的氧化物, 为 Mn^{2+} 氧化后的生成物。经过连续不断的氧化, 在水处理构筑物 and 输送管道中会产生大量氢氧化物沉淀, 导致严重的沉积危害。生活用水中的锰会在设备、器具上留下黄斑, 用含锰水洗过的白色织物会发黄, 可在衣物上着色, 产生锈色斑点。

2 锰对微生物的影响

与铁一样, 锰是生物体所必需的微量元素之一, 主要集中在脑、肾、胰腺和肝脏中, 通过胆汁、肠道及汗腺排泄, 它对缔结组织、骨骼形成、碳水化合物和脂肪的代谢、内耳和胚胎的发育以及生理功能都具有重要作用。锰是精氨酸酶、脯氨

氨酶、RNA 聚合酶、含锰超氧化物歧化酶 (Mn-SOD)、丙酮酸羧化酶等的组成成分^[2]。锰还与多糖聚合酶和半乳糖转移酶的活性有关, 假若缺锰则这两种酶的活性均降低。多糖聚合酶能催化二磷酸尿苷-N-乙酰-半乳糖胺与二磷酸尿核苷-葡萄糖醛酸结合成多糖, 而粘多糖是软骨与骨组织的重要成分, 所以缺锰会使软骨组织受到损害, 导致骨骼畸形^[3]。同时, 锰也是体内许多酶如磷酸化酶、醛缩酶、转移酶类、水解酶类的激活因子。由此可见, 锰是通过生物体内酶的作用而参与蛋白质、核酸的合成。维持碳水化合物、脂肪代谢, 促进生长发育、骨骼形成和造血过程都需要锰, 并能促进性激素的合成^[2]。锰能增加干扰素产生的能力, 而活化的巨噬细胞具有吞噬、杀菌、抑菌和溶瘤作用, 锰也可能增加杀伤细胞和自然杀伤细胞活性, 对抗肿瘤、抗病毒感染、移植排斥反应以及自身免疫疾病起着重要作用^[4]。

锰作为微生物生长代谢所必需的营养物质, 微量存在时可刺激微生物的生命活动, 但是微生物对这些金属离子的需求量非常小, 过量的存在则会引起微生物的中毒。锰会与其他必要的金属竞争含硫化合物和氧的结合位点, 破坏核酸和蛋白质结构, 干扰氧化磷酸化和渗透压平衡。特别是对细胞有关酶的毒性抑制, 细胞中一种活性酶的抑制可能导致整个降解或者代谢反应链的瘫痪, 进而导致细胞整体活性被抑制, 最终可能导致细胞死亡^[5]。

3 高价锰对微生物的氧化毒性机理

七价锰在酸性条件下是强氧化剂, 能氧化水中的大部分有机质, 在中性和碱性条件下能分解成二氧化锰并放出活性氧。在印染废水处理工艺中, 利用高价锰来氧化吸附有机物, 以及水中杂质如二价铁、锰、硫、氰、酚等有害物质。由于有机物被氧化, 可以减少处理水中 THM、氯酚和其他氧化消毒副产物的产生, 使水的致突变活性大大降低。同时, 七价锰能够通过改变和破坏藻类和微生物表面结构, 杀灭很多门类的藻类和微生物, 甚至部分原生物和蠕虫。水环境中高价

锰离子过量,其高强度的氧化性直接使微生物发生急性中毒,破坏微生物细胞结构,导致微生物死亡。七价锰反应产物为水合的二氧化锰($3\text{Mn}^{2+} + 2\text{Mn}^{7+} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 5\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+$),它有一定的吸附和助凝作用^[6]。但投加过量或一定剂量的锰连续暴露,会引起工艺出水色度升高,长期过量投加,反应产物水含二氧化锰易使滤料板结。

许国仁等^[6]研究表明,高锰酸钾能够和水中好氧菌等微生物产生显著的作用,过量的高锰酸钾对水中好氧菌的生物和运动活性具有显著的抑制作用,破坏核酸和蛋白质结构,干扰氧化磷酸化和渗透压平衡。特别是对细胞有关酶的抑制作用,使好氧菌自身合成和代谢反应链中止,使得细胞整个活性停止,好氧菌死亡。当高锰酸钾投量达 0.5 mg/L 以上时,水中的一些带鞭毛的藻类如隐藻、裸藻都被氧化失去运动活性,某些硅藻如舟型藻、菱形藻等特殊滑翔游动活性也完全受到禁阻。高锰酸钾还使纤毛虫、夹壳虫、挠足虫等的运动活性受到禁阻或氧化完全失活^[6-7]。

4 锰离子与微生物对有机污染物的协同降解行为

锰离子在一定浓度条件下,能和微生物发生协同作用,共同降解废水中的有机污染物,处理效果会比单独利用高锰酸钾的化学氧化或微生物的生化处理更好。工程上常用高锰酸钾作为一种预处理方法,利用其高效的氧化性,通过破坏胶体颗粒表面的有机涂层,降低胶体颗粒表面负电荷和双电层排斥作用,减小颗粒间的空间阻碍,达到有利于颗粒间碰撞的效果,使水中胶体颗粒易于脱稳,从而有利于有机物和浊度的降低。在少量高锰酸钾的氧化作用下,藻类和好氧菌等微生物细胞可分泌出生化聚合物,这些生化聚合物参与混凝过程,达到强化混凝的目的。高锰酸钾将水体中大颗粒分子氧化成小分子,使混凝剂更好地发挥絮凝作用,将悬浮颗粒凝聚成絮体。同时,氧化过程中生成的二氧化锰具有很强的催化作用,会使一些原本与高锰酸钾不反应的有机物也参与反应,从而提高了有机物的去除效率^[8]。 Mn^{2+} 可在酶的作用下被废水中锰氧化菌氧化成 Mn^{4+} ,以固体颗粒 MnO_2 的形式存在,其具有良好的表面活性和成键能力。除具有物理吸附能力外,在二氧化锰的表面还可形成更为牢固的化学键,吸附能力极强。在水处理中可与微生物、细小纤维有机质和细小胶体颗粒等通过吸附架桥作用连结在一起,强化凝聚作用,充分利用 MnO_2 的吸附能力与微生物的降解能力共同去除废水中的有机物质。

目前,研究人员提出了许多关于细菌氧化 Mn(II) 的生物作用机理假设,但都没有被证实^[9]。这些作用可能包括以下几个方面:一是 MnO_2 作为电子供体和能量来源:当 $\text{pH}=7$ 时,好氧条件下 $\Delta G=11.6\text{ kcal/mol}$, Mn(II) 能被氧化为 MnO_2 ,原则上能维持细菌的生长^[10-11]。二是 MnOx 可以保护微生物细胞,防止有毒金属、UV、有毒氧化物、病毒菌素等的侵袭^[12]:① MnOx 能与有毒金属阳离子(如 Co^{2+} 氧化、 Pb^{2+} 吸附)、 H_2O_2 等氧化物发生反应,降低了其生物利用度,为高金属含量的环境中 Mn(II) 氧化剂创造了有利的条件;② MnOx 能吸附放射物质,可以保护细胞,防止UV的干扰;

③在多数情况下, MnOx 环绕在细胞周围,形成网眼似的结构,从而构成了自然的保护屏障,防止病毒菌素和原生动物的侵害。三是 MnOx 能分解复杂有机分子,从而增加碳源的实用性。Kieber等^[13]发现, MnOx 能将复杂的腐殖酸分解为更多的小分子有机物,因而提高了碳的生物利用度。

5 水环境中锰的去除技术

过量的高价锰在印染废水处理中,会对工艺造成严重的腐蚀,并对好氧菌等微生物产生破坏作用,造成微生物急性中毒,引起生物膜死亡、脱落,直接影响了企业的运行和管理。水中锰的危害已引起人们的普遍重视,然而 Mn^{2+} 在中性条件下的氧化速率很慢,难以被溶解氧氧化为二氧化锰。一般来说,当 $\text{pH}>7.0$ 时,水中锰的去除较为困难。尽管锰的价态可从正二价到正七价,但在 $\text{pH}>8$ 的碱性印染废水中,会形成稳定 $\text{MnO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 。高锰酸根(MnO_4^-)中 Mn^{7+} ,在印染废水处理中氧化有机物和低价锰 Mn^{2+} 的同时自身也被还原为 Mn^{4+} ($\text{MnO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$),以固体颗粒的形式被去除。当 $\text{pH}>9.0$ 时, Mn^{2+} 的氧化速率才明显加快,溶解氧才能迅速地将 Mn^{2+} 氧化成 MnO_2 析出。因而最初常通过投加碱性物质提高水的 pH 或投加强氧化剂等加快 Mn^{2+} 氧化速率的化学方法除锰。国内除锰技术的理论先后经历了自然氧化法、接触氧化法、生物法3个发展阶段,常用的有以下几种除锰方法。

5.1 碱化除锰法 废水中的锰很难直接利用自然氧化的方法将其去除,最初采用的除锰方法是在曝气过程中将石灰、 NaOH 、 NaHCO_3 等碱性物质投加到含锰废水中,把待处理水的 pH 提至9.5以上, Mn^{2+} 在溶解氧的作用下迅速地氧化为 MnO_2 析出,从而达到除锰的目的^[14-15]。但这种投加碱性物质的方法增加了工艺流程的复杂程度,处理后的水质 pH 太高,需要酸化后才能正常使用,进一步增加了管理难度和运行费用。

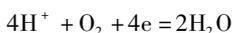
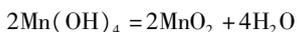
5.2 强氧化剂除锰法 一般常选用高锰酸钾、二氧化氯和氯气等强氧化剂去除废水中的锰。将高锰酸钾投加到含有 Mn^{2+} 的水中,可直接将 Mn^{2+} 氧化为 MnO_2 ,而高锰酸钾本身则还原为 MnO_2 ,其化学反应式为: $3\text{Mn}^{2+} + 2\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} = 5\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+$,生成的 MnO_2 经混凝沉淀过滤去除。

5.3 接触氧化除锰法 氯氧化法与高锰酸钾氧化法类似,但氯的氧化能力没有高锰酸钾强,所以实际应用中常采用 MnO_2 覆盖滤料与自由氯氧化相结合的除锰方法,称为氯连续再生接触过滤除锰法^[1,16-17]。氯接触过滤除锰法是以水和二氧化锰为催化剂、氯为氧化剂的自催化氧化除锰方法。在含锰废水中以 $\text{MnO}_2 \cdot m\text{H}_2\text{O}$ 为触媒,通入充填着表面覆盖二氧化锰滤料的滤层, Mn^{2+} 与 $\text{MnO}_2 \cdot m\text{H}_2\text{O}$ 接触,氯迅速将 Mn^{2+} 氧化成新的 $\text{MnO}_2 \cdot m\text{H}_2\text{O}$,使得 Mn^{2+} 的吸附反应和滤料的再生反应交互连续地进行。研究表明,氯接触氧化除锰法适应能力强,处理程度高,出水锰含量可达痕量,是一种有效的化学除锰方法。

5.4 生物除锰法 微生物生态系统强烈地改变着自然界中金属的命运。细菌和真菌通过甲基化作用、螯合作用、络合

作用、吸收作用、氧化和还原作用,促进或直接改变着金属的价态。我国从 20 世纪 90 年代就认识到微生物对铁锰的氧化作用,开展了地下水除锰技术的理论及应用研究,并通过大量微生物试验确立了生物固锰除锰技术^[18],但是把微生物引入到工业废水除铁除锰领域的研究还很少见。生物法除铁、除锰作为一种新的工艺也开始在发达国家推广使用^[19-22]。德国近年来提出铁细菌以及某些藻类,体内含有的催化活性生物酶能大大加速水中溶解氧氧化二价锰的反应,从而能在水的 pH 比较低的情况下除锰。微生物除锰一般在慢滤池中进行,滤速为 20~40 m/d。因此,有些水厂采用二级生物滤池,曝气后进行一级生物除铁,然后再曝气进行二级生物除锰,若原水中含 H_2S 、 NH_4^+ -N 需要在除锰前除去^[17]。

有研究表明,低价锰化合物的毒性比高价锰的毒性大 2~3 倍,二氯化锰的毒性最大。慢性锰中毒主要是由二价锰化合物所致^[23]。许多微生物可以氧化锰,在缺氧及酸性条件下常有利于锰的还原;在碱性条件下有利于锰的氧化。所以在缺氧、有机质多时,还原作用过盛,可能造成好氧微生物中毒。国内外较早地开展了地下水中锰去除技术的研究,利用生物除锰固锰的原理,对地下水锰、铁类金属进行净化去除。杨宏等^[24]的研究表明,利用微生物对锰的氧化,作用有两种方式,一种是直接氧化,即产生酶或其他专一性因子来催化相关反应;另一种是间接方式,即分泌有反应活性的小分子代谢物与铁、锰反应,或通过改变环境/微环境的 pH 等来促进相关反应。而且每一种氧化都与微生物的性质及环境因素密切相关。一些氧化锰的细菌能够合成蛋白质、碳水化合物以及其他一些能够在细胞内或细胞上键合、富集以及增强锰自氧化的物质。在酶的作用下,好氧菌等微生物可以对锰进行直接生物氧化。例如,锰氧化酶借助于细胞色素把电子转移给氧,促使游离 Mn^{2+} 离子的氧化^[16]: $Mn^{2+} + 1/2O_2 + H_2O = MnO_2 + 2H^+$ 。或利用过氧化氢酶在反应中通过新陈代谢产生 H_2O_2 ,加速游离 Mn^{2+} 离子的氧化: $Mn^{2+} + H_2O_2 = MnO_2 + 2H^+$ 。例如,共生细菌对锰的氧化主要是借助过氧化氢酶而实现的。同时,微生物所产生的代谢也能引起 Mn^{2+} 的化学氧化^[24]。例如,过氧化氢酶在反应中通过新陈代谢产生 H_2O_2 ,加速游离 Mn^{2+} 离子氧化: $Mn^{2+} + H_2O_2 = MnO_2 + 2H^+$ 。能氧化 Mn^{2+} 的细菌大多数是化能自养菌^[16]。经研究发现,生盘纤发菌是一种有很强氧化 Mn^{2+} 能力的丝状菌,在其鞘上具有催化 Mn^{2+} 氧化的物质,并能分泌大量黏液,使鞘上能沉积大量的 Mn^{4+} 。该菌对锰的氧化的反应式为:



锰首先吸附在微生物表面,然后在酶的作用下,完成了 Mn^{2+} 向 Mn^{4+} 的转化,从而将锰从水中去除。高价锰氧化有

物物和低价 Mn^{2+} 时,在中性或偏碱性水质中,被还原成 Mn^{4+} ,多以固体颗粒 MnO_2 的形式存在,其具有良好的表面活性性和成键能力以及物理吸附能力^[6]。

6 结论

国内外对含大量锰物质的牛仔服加工类印染废水研究较少,大多研究是关于印染废水中微生物的种类驯化与微生物营养结构的合理配比,对于锰离子在这类废水中的影响研究未见报道。因此,应开展锰对牛仔服废水处理中微生物的毒性研究工作,明确各价态锰的致毒机理及其对微生物的毒性浓度,寻求更为合理有效的除锰工艺;合理控制水环境中锰的浓度,使之与微生物联合,提高废水中有机污染物质的去除效率。为设计适应能力强、处理效率高的牛仔服废水处理工艺提供较好的理论基础。

参考文献

- [1] 张杰,戴镇生. 强氧化剂除锰原理与应用[J]. 给水排水,1997(3):16-18.
- [2] 张金环,甄二英. 锰的营养学研究进展[J]. 饲料博览,2005(2):8-9.
- [3] 井明艳,孙建义. 锰的生物学功能及其有机态锰的应用研究[J]. 饲料博览,2004(1):7-9.
- [4] 张丽娜,陈一资. 锰及其毒性的研究进展[J]. 肉类研究,2007(7):38-42.
- [5] 汪小明,严子春,施锦. 金属离子对活性污泥法处理效能的影响[J]. 石油化工应用,2008,27(2):1-3.
- [6] 许国仁,李圭白. 高锰酸钾复合药剂强化过滤微污染水质的效能研究[J]. 环境科学学报,2002(5):664-670.
- [7] 薛飞,张晓会,赵玉华. 高锰酸钾预氧化处理微污染水试验研究[J]. 辽宁化工,2005(8):344-347.
- [8] 王美萍,郑全兴. 高锰酸钾与粉末活性炭联用强化常规处理工艺的试验研究[J]. 城镇供水,2010(2):23-25.
- [9] BROWERS G, BROUWERS J, CORSTJENS P L A M. Stimulation of Mn(II) oxidation in *Leptothrix discophora* SS-1 by Cu(II) and sequence analysis of the region flanking the gene encoding putative multicopper oxidase[J]. Gea Microbiol J,2000,17:25-33.
- [10] BROUWERS G J, VIJGENBOOM E. Bacterial Mn^{2+} oxidizing systems and multicopper oxidases: An overview of mechanisms and functions[J]. Gea Microbiol J,2000. 1(17):1-24.
- [11] RITTMANN B R, HUCK P M. Biological treatment of public water supplies[J]. CRC Critical Rev Environ Control,1989,2(19):119-184.
- [12] TEBO B M, GHIORSE W C. Bacterially mediated mineral formation: Insights into manganese(II) oxidation from molecular genetic and biochemical studies[J]. Rev Mineral,1997,35:225-266.
- [13] KIEBER S, SUNDA W D. Oxidation of humic substances by manganese oxides yields low molecular weight organic substrates[J]. Nature,1994,367:62-64.
- [14] 吴正淮. 地下水除铁除锰机理的革新与应用[J]. 给水排水,1994(1):5-8.
- [15] 范斌功. 地下水接触氧化除铁除锰中催化剂的形态[J]. 中国给水排水,1985(3):56-57.
- [16] 张杰,李冬,杨宏. 生物固锰除锰机理与工程技术[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2005.
- [17] 孟君. 含锰废水控制与治理研究进展[J]. 安徽农业科学,2008(32):14273-14274.
- [18] 张杰,杨宏,徐爱军,等. 生物固锰除锰技术的确立[J]. 给水排水,1996(11):5-10.
- [19] DON E RIEHARD. Aerated biofiltration for simultaneous removal of iron and polycyclic aromatic hydrocarbons from ground water[J]. Water Environment Research,2001,73(6):673-683.
- [20] EDWARDS S E, MCCAL L G B. Manganese removal by breakpoint chlorination[J]. Water and Sewage Works,1947,94(7):159.
- [21] VANDENABEELE J, DE BEER D. Manganese oxidation by microbial consortia from sand filters[J]. Microb Ecol,1992,24:91-108.
- [22] SEPPANEN H T. Experience of biological Iron and manganese removal in finland[J]. JIEM,1992,6:333-341.



图1 农村生活污水简易处理工艺

业、居住生活功能分区,并将大气污染比较集中的工业区布局在主导风向的下风向。

(2) 提倡并加强清洁能源的使用:规划提倡使用液化气、沼气等清洁能源来取代煤和薪柴作为主要的生活燃料,大力提倡农村一池三改建设,支持并扶持农民修建沼气池,对秸秆和畜禽粪便等加以综合利用。

(3) 绿化治理工程及工矿企业废气治理工程:规划完善公路两侧及城镇街道的绿化;要求镇辖区内的工业企业推行清洁生产,督促工业企业建立相关环境保护工作规范,对于没有环评手续的企业重新进行环境影响评估,防止重特大污染事故的发生,同时建立公众监督体系,加强公众参与机制。

3.6.3 声环境及固体废弃物污染治理规划。

(1) 噪声综合治理工程:按功能区分类进行分类控制管理,在各类噪声污染源周围设置较宽的防护林带,或在噪声污染和生活居住区之间设置林带,以形成一个较宽的隔声带。

(2) 环卫设施修建工程:规范化设置垃圾箱;在居民小区、各大单位、街道出入口、集贸市场、学校等人流集中的地方设置垃圾箱,推行分类回收垃圾,做到垃圾日产日清,现状清运率保持 100%,城镇生活垃圾无害化处理率保持在 100%。

(3) 垃圾填埋场工程:根据规划预测,2020 年太平溪镇城镇居民常住人口将达 7 000 人;规划区生活垃圾产生量为 1 533 t/a。根据太平溪镇污水处理厂规划年(2020 年)产生污泥量为 1.05 t/d 计算,至目标年年排放量为 384.3 t。现已建成太平溪垃圾填埋场的设计年限为 20 年,能够满足规划期内城镇垃圾处理要求。

3.6.4 农村面源污染控制规划。

(1) 畜禽养殖业污染防治:重点治理规模化较大的畜禽养殖场,并提倡规模化养殖,落实养殖场环评补办手续等。

(2) 化肥农药污染及其控制与防治:提倡施用有机肥,控制化肥施用量;提倡秸秆还田、科学施肥、合理轮作。

(3) 加强政策执行力度:完善环境法规,加强执法监督,利用政策引导,建立起农业可持续发展的生产模式,开展基础性的监测工作,建立农业面源污染预测预警机制,完善农业环境安全的评估体系等^[5]。

(4) 以生态农业园区为管理单元,建立健全绿色有机食品基地,大搞高效特色农业、生态农业,以此减少农业面源的

污染。

3.7 生态保护与建设规划

(1) 以改善人居环境为中心,坚持生态保育、生态恢复与生态建设并重原则,保护太平溪镇山清水秀的自然生态格局,建构复合自然生态网络体系,将太平溪镇建设成为依山环湖、绿色掩映、生态环境优良的旅游生态镇。

(2) 对已经关闭的矿山要进行生态恢复建设,进行植被种植并注重水土保持;对于新建矿区必须办理相应的环评手续、配置生态环境治理工程并保证其运行。

(3) 水土流失控制工程:整顿、关闭粗放型、大污染的露天采石场。在长江沿岸修建生态边坡,加强边坡植被覆盖;同时,保护原有端方溪湿地生态系统,有效控制沿江的水土流失问题。

3.8 资金估算及筹措 该次环保规划项目总投资为 10 320 万元。其中,近期规划项目资金为 7 236 万元,远期规划项目资金为 3 084 万元。国家投资占 42.30%,市级投资占 24.43%,夷陵区政府占 18.27%,太平溪镇政府占 7.41%,村镇各方企业自筹占 7.59%。

4 结语

三峡库区一直高度重视环境保护工作,周边的城镇也有配合坝区建设绿色三峡的义务和责任。环境保护规划是发展指路灯,它遵循自然生态规律和客观经济规律,运用系统工程的方法和理论,对出现的环境问题进行综合治理^[1],并对远期环境发展做出合理规划。虽然乡镇地域不大,污染源状况并不复杂,但小城镇的环境保护规划也必须严格按照要求来编写,要对城镇范围内现有的污染进行合理的预测并提出符合城镇实际情况的防治和治理措施。规划中要以城镇资源合理利用为前提,把环境调查与评价作为基础,结合城镇经济发展规划,划分出环境功能区,以此对城镇以后的发展和环境保护工作进行科学的指导。

参考文献

- [1] 范冬英. 小城镇规划建设生态环境问题探讨[J]. 安徽农业科学, 2006, 34(18): 4723 - 4724.
- [2] 黄磊, 方芳, 郭劲松. 小城镇年环境保护规划编制初探[J]. 三峡环境与生态, 2009, 2(5): 49 - 52.
- [3] 周英. 小城镇环境规划研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2005.
- [4] 郝枫, 赵慧卿. 我国农村小城镇建设问题研究[J]. 中国财经信息资料, 2004(25): 32 - 35.
- [5] 袁中金, 钱新强, 李广斌. 小城镇生态规划[M]. 南京: 东南大学出版社, 2003.
- [6] 赵婧, 赵晶. 河北省小城镇建设生态与环境问题的对策研究[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(16): 9966 - 9967, 9998.
- [7] 谌鹏, 朱红梅, 刘继东. 湖南小城镇建设发展中的问题及对策探讨[J]. 湖南农业科学, 2011(9): 168 - 171.

(上接第 11095 页)

- [23] 王世俊. 金属中毒[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1987: 176 - 198.
- [24] 杨宏, 张杰, 赵丹丹, 等. 生物固锰除锰技术的微生物学研究[J]. 给水排水, 2004(5): 25 - 29.

- [25] 冒爱荣, 钱晓荣, 陈亮, 等. 阳离子淀粉对含锰(VII)废水的絮凝性能研究[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(12): 7430 - 7431.

- [26] 罗为桂, 刘四喜, 段海风, 等. 普通商陆耐锰特性研究及除锰能力评估[J]. 湖南农业科学, 2012(23): 42 - 44, 48.