

# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 99805518.2

[43] 公开日 2001 年 6 月 6 日

[11] 公开号 CN 1298370A

[22] 申请日 1999.4.26 [21] 申请号 99805518.2

[30] 优先权

[32] 1998.4.29 [33] US [31] 09/069,653

[86] 国际申请 PCT/US99/08549 1999.4.26

[87] 国际公布 WO99/55627 英 1999.11.4

[85] 进入国家阶段日期 2000.10.27

[71] 申请人 纳尔科化学公司

地址 美国伊利诺斯州

[72] 发明人 杨曙农

W·F·麦科伊

[74] 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司

代理人 彭益群 沙捷

权利要求书 5 页 说明书 8 页 附图页数 1 页

[54] 发明名称 稳定的氧化溴配方、其制备方法及其用于微生物污垢控制的方法

[57] 摘要

为工业用水系统中的生物污垢控制提供稳定的氧化生物杀伤剂配方。所述的配方含有至少一种稳定的氧化溴化合物,该化合物由至少一种氧化化学试剂、至少一种溴源和至少一种溴或卤素稳定剂制备而成。最终的产品为稳定的氧化溴化合物的混合物,可用作工业用水系统中的主或副生物杀伤剂。

ISSN 1008-4274

## 权 利 要 求 书

1. 一种产生至少一种稳定的氧化溴化合物的方法，该方法包括以下步骤：

准备一种溶液，它含有一种碱金属或碱土金属的溴化物和一种卤素稳定剂，该卤素稳定剂选自  $R-NH_2$ 、 $R-NH-R^1$ 、 $R-SO_2-NH_2$ 、 $R-SO_2-NHR^1$ 、 $R-CO-NH_2$ 、 $R-CO-NH-R^1$  和  $R-CO-NH-CO-R^1$ ，其中，R 为羟基、烷基或芳基， $R^1$  为烷基或芳基；

调节所述溶液的 pH 范围至大约 4—8；

向所述溶液中加入一种氧化剂。

2. 权利要求 1 所述的方法，其中所述的氧化剂选自臭氧、过乙酸、过氧化氢和氧化溴化合物。

3. 权利要求 1 所述的方法，其中所述的碱金属或碱土金属溴化物为 NaBr。

4. 权利要求 1 所述的方法，还包括在入加氧化剂步骤之前的下述步骤：

调节所述溶液使其温度范围约为 0—60°C。

5. 权利要求 1 所述的方法，还包括在加入氧化剂步骤之后的下述步骤：

调节所述溶液的 pH 至大于 13。

6. 权利要求 1 所述的方法，其中所述的卤素稳定剂为氨基磺酸盐。

7. 权利要求 1 所述的方法，其中所述的调节溶液步骤还包括调节 pH 使其值约为 7。

8. 一种用稳定的氧化溴化合物处理工业用水系统的方法，该方法包括以下步骤：

在一个容器中，制备一种溶液，它含有一种碱金属或碱土金属的溴化物和一种卤素稳定剂，该卤素稳定剂选自  $R-NH_2$ 、 $R-NH-R^1$ 、 $R-SO_2-NH_2$ 、 $R-SO_2-NHR^1$ 、 $R-CO-NH_2$ 、 $R-CO-NH-R^1$  和  $R-CO-NH-CO-R^1$ ，其中， $R$  为羟基、烷基或芳基， $R^1$  为烷基或芳基；

调节所述溶液的 pH 范围大约为 4—8；

向所述溶液中注入一种气体氧化剂，以得到稳定的氧化溴化合物；

将所述溶液加入到工业用水系统中。

9. 权利要求 8 所述的方法，其中所述的碱金属或碱土金属溴化物为 NaBr。

10. 权利要求 8 所述的方法，其中所述的卤素稳定剂为氨基磺酸盐。

11. 权利要求 8 所述的方法，其中所述的调节 pH 的步骤包括调节 pH 使其值约为 7。

12. 权利要求 8 所述的方法，还包括在入加气体氧化剂步骤之前的下述步骤：

调节所述溶液使其温度范围约为 0—60°C。

13. 权利要求 8 所述的方法，还包括向所述工业用水系统的上游加入气体氧化剂步骤，所述稳定的氧化溴化合物是在该点加入到所述用水系统中的。

14. 权利要求 8 所述的方法，还包括在加入气体氧化剂步骤之后的下述步骤：

提高所述溶液的 pH 使其值大于 13。

15. 一种用一种主生物杀伤剂和一种副生物杀伤剂处理工业用水系统的方法，该方法包括以下步骤：

在第一容器中制备一种溶液，该溶液包括一种碱金属或碱土金属

的溴化物和一种卤素稳定剂，该卤素稳定剂选自  $R-NH_2$ 、 $R-NH-R^1$ 、 $R-SO_2-NH_2$ 、 $R-SO_2-NHR^1$ 、 $R-CO-NH_2$ 、 $R-CO-NH-R^1$  和  $R-CO-NH-CO-R^1$ ，其中， $R$  为羟基、烷基或芳基， $R^1$  为烷基或芳基，且该溶液的 pH 约为 4—8；

向第一容器中的所述溶液中注入一种气体氧化剂，至少有部分的气体氧化剂与所述的碱金属或碱土金属溴化物和所述的卤素稳定化剂发生反应形成稳定的氧化溴化合物，其中，至少有部分的气体氧化剂没有与所述的碱金属或碱土金属溴化物和卤素稳定化剂进行反应，因而提供了未反应的气体氧化剂供给源；

将所述未反应的气体氧化剂加入到工业用水系统中，作为主生物杀伤剂；

将所述稳定的氧化溴化合物加入到工业用水系统中，作为副生物杀伤剂。

16. 权利要求 15 所述的方法，其中所述的碱金属或碱土金属溴化物为 NaBr。

17. 权利要求 15 所述的方法，其中所述的气体氧化剂为臭氧。

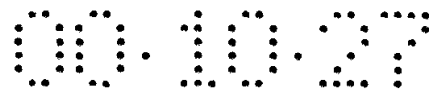
18. 权利要求 15 所述的方法，其中所述的第一容器的温度保持在大约 0—60℃。

19. 权利要求 15 所述的方法，其中所述的溶液的 pH 值保持在大约 7 的水平。

20. 权利要求 15 所述的方法，其中所述的卤素稳定剂为氨基磺酸盐。

21. 权利要求 15 所述的方法，在加入所述未反应的气体氧化剂步骤之后和将所产生的稳定的氧化溴溶液应用到所述工业用水系统步骤之前，还包括下述步骤：

调节所述溶液的 pH 使其值大于 13。



22. 权利要求 15 所述的方法，在加入所述未反应的气体氧化剂步骤之后和将所产生的稳定的氧化溴溶液应用到所述工业用水系统步骤之前，还包括下述步骤：

将所述溶液输送到第二容器中；  
提高所述溶液的 pH 使其值大于 13。

23. 一种产生至少一种稳定的氧化溴化合物的方法，该方法包括下述步骤：

制备一种溶液，它含有一种碱金属或碱土金属的溴化物和一种卤素稳定剂，该卤素稳定剂选自至少一种氨基磺酸盐和磺酰胺；

调节所述溶液的 pH 至大约 4—8；

向所述溶液中加入一种氧化剂，该氧化剂选自臭氧、过氧化氢和过乙酸；

调节所述溶液的 pH 至大于 13。

24. 一种稳定的氧化溴化合物，它是按照下述步骤而制得的：

准备一种溶液，它含有一种碱金属或碱土金属的溴化物和一种卤素稳定剂，该卤素稳定剂选自  $R-NH_2$ 、 $R-NH-R^1$ 、 $R-SO_2-NH_2$ 、 $R-SO_2-NHR^1$ 、 $R-CO-NH_2$ 、 $R-CO-NH-R^1$  和  $R-CO-NH-CO-R^1$ ，其中，R 为羟基、烷基或芳基， $R^1$  为烷基或芳基；

调节所述溶液的 pH 至大约 4—8；

向所述溶液中加入一种氧化剂。

25. 一种控制工业用水系统中微生物污垢的方法，将一种氧化剂加入到所述工业用水系统中以控制微生物污垢，该方法包括采用权利要求 24 所述稳定的氧化溴化合物作为所述的氧化剂。

26. 一种控制纸浆和造纸处理系统中微生物污垢的方法，将一种氧化剂加入纸浆和造纸处理系统中以控制所述的微生物污垢，该方法包括采用权利要求 24 所述稳定的氧化溴化合物作为所述的氧化剂。

27. 一种控制食品加工系统中微生物污垢的方法，将一种氧化剂加入到食品加工系统中以控制所述的微生物污垢，该方法包括采用权

利要求 24 所述稳定的氧化溴化合物作为所述的氧化剂。

28. 一种控制饮料加工系统中微生物污垢的方法，将一种氧化剂加入到饮料加工系统中以控制所述的微生物污垢，该方法包括采用权利要求 24 所述稳定的氧化溴化合物作为所述的氧化剂。

29. 一种控制娱乐用水系统中微生物污垢的方法，将一种氧化剂加入到娱乐用水系统中以控制所述的微生物污垢，该方法包括采用权利要求 24 所述稳定的氧化溴化合物作为所述的氧化剂。

30. 一种坚硬表面的消毒方法，加入一种氧化剂对所述坚硬表面进行消毒，该方法包括采用权利要求 24 所述稳定的氧化溴化合物作为所述的氧化剂。

稳定的氧化溴配方、其制备方法及其用于微生物污垢控制的方法

## 发明背景

本发明涉及工业用水系统中用于生物污垢控制的配方。具体地说，本发明涉及制备稳定的氧化溴配方的方法及其在工业用水系统中用于生物污垢控制的方法。

臭氧是一种公知的有效生物杀伤剂，它可用来控制各种工业水应用中的生物污垢。但是，臭氧对其它的水处理化学药品如减蚀剂和防垢剂也具有很高的反应活性。其结果是，要在一个系统中保持剩余臭氧浓度是困难的，从而显著地降低了臭氧作为生物杀伤剂的效果。

为了克服臭氧的这种不足，臭氧和溴的结合业已经得到采用。一种方法是利用臭氧活化次溴酸盐以提高系统中生物杀伤剂的剩余浓度，并减少臭氧与其它水处理化学药品的反应。但是，将会有溴物种如  $\text{OBr}^-$ 、 $\text{HOBr}$  和  $\text{Br}_2$  生成，它们都是不稳定的，同样会侵袭水处理化学药品。

生成稳定化的次溴酸盐以低于 100 ppm 的浓度作为副消毒剂用于水臭氧化过程中的方法，也是公知的。该臭氧化过程是在 pH 约为 8.5 条件下进行的。用于稳定化次溴酸盐的化合物包括 5,5-二甲基乙内酰胺和琥珀酰胺。

这样，尽管溴化合物如次溴酸盐已被用作副消毒剂或者已产生的溴化合物如次溴酸盐用于就地使用而不考虑溴的稳定化，但至今仅有一种成功的方法，提供了一种稳定的且可用于生物污垢控制的氧化性溴配方。因此，需要有一些方法以一种较安全的方式形成较高浓度稳定的氧化溴配方，这类稳定的氧化溴配方可与臭氧结合，产生一种有效的生物污垢控制体系。

## 发明概述

本发明可满足前述的要求，它提供了一种产生稳定的氧化溴化合物和含有稳定的氧化溴配方的生物杀伤剂水溶液的方法。本发明的方法可用来形成稳定的氧化溴化合物和含有稳定的氧化溴化合物的含水溶液，以用于工业用水系统中的生物污垢控制。

在一个实施例中，本发明的在含水溶液中产生至少一种稳定的氧化溴化合物的方法包括以下步骤：准备一种溶液，它含有一种碱金属或碱土金属的溴化物和一种卤素稳定剂，该卤素稳定剂选自  $R-NH_2$ ,  $R-NH-R^1$ ,  $R-SO_2-NH_2$ ,  $R-SO_2-NHR^1$ ,  $R-CO-NH_2$ ,  $R-CO-NH-R^1$  和  $R-CO-NH-CO-R^1$ ，其中，R 为羟基、烷基或芳基， $R^1$  为烷基或芳基；接着调节溶液的 pH 范围至大约 4—8；之后，向该溶液中添加一种氧化剂。

在一个实施例中，该方法还包括调节溶液温度的步骤，即在氧化剂加入到溶液之后，调节溶液温度至大约 0—60°C，优选约 4—21°C。

在一个实施例中，本发明的方法还包括，在氧化剂加入到溶液之后，调节溶液的 pH 使其大于 13。

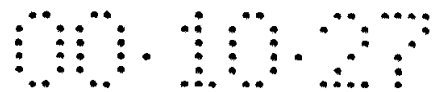
在一个实施例中，所述的氧化剂为臭氧。

在一个实施例中，所述的碱金属或碱土金属溴化物为溴化钠。

在一个实施例中，在氧化剂添加之前的调节溶液 pH 的步骤，还包括调节 pH 使其约为 7。

在一个实施例中，本发明涉及一种采用稳定的氧化溴化合物处理工业用水系统的方法。该方法包括以下步骤：准备一个容器，制备一种溶液，它含有一种碱金属或碱土金属的溴化物和一种卤素稳定剂，该卤素稳定剂选自  $R-NH_2$ ,  $R-NH-R^1$ ,  $R-SO_2-NH_2$ ,  $R-SO_2-NHR^1$ ,  $R-CO-NH_2$ ,  $R-CO-NH-R^1$  和  $R-CO-NH-CO-R^1$ ，其中，R 为羟基、烷基或芳基， $R^1$  为烷基或芳基；接着，调节溶液的 pH 范围至大约 4—8；之后，向该溶液中注入一种气体氧化剂，得到稳定的氧化溴化合物；然后，将该溶液加入到工业用水系统中用于生物污垢控制。

在一个实施例中，本发明的方法还包括向工业用水系统的上游加



入气体氧化剂的步骤，所述稳定的氧化溴化合物是在该点加入到该水系统中的。

在一个实施例中，本发明提供了一种采用一种主生物杀伤剂和一种副生物杀伤剂处理工业用水系统，用于生物污垢控制的方法。本方法包括以下步骤：在第一容器中制备一种溶液，它含有一种碱金属或碱土金属的溴化物和一种卤素稳定剂，该卤素稳定剂选自  $R-NH_2$ ， $R-NH-R^1$ ， $R-SO_2-NH_2$ ， $R-SO_2-NHR^1$ ， $R-CO-NH_2$ ， $R-CO-NH-R^1$  和  $R-CO-NH-CO-R^1$ ，其中， $R$  为羟基、烷基或芳基， $R^1$  为烷基或芳基，且该溶液的 pH 范围约为 4—8；之后，向第一容器中的所述溶液中加入一种气体氧化剂，至少有部分的气体氧化剂与所述的碱金属或碱土金属溴化物发生反应，其中，至少有部分的气体氧化剂没有与所述的碱金属或碱土金属溴化物和卤素稳定剂进行反应，以用作未反应的气体氧化剂的供给源；之后，将所述的未反应的气体氧化剂加入到工业用水系统中，作为主生物杀伤剂；然后，将所述的稳定的氧化溴化合物加入到工业用水系统中，作为副生物杀伤剂。

在一个实施例中，本方法还包括将所述溶液输送到第二容器中的步骤，接着提高该溶液的 pH 使其大于 13，以便稳定次溴酸盐溶液，这样，可延长其使用寿命，从而可允许操作者根据需要向所述的工业用水系统中加入所述溶液。

在一个实施例中，本发明的方法是提供一种产生至少一种稳定的氧化溴化合物的方法，该方法包括以下步骤：制备一种溶液，它含有一种碱金属或碱土金属的溴化物和一种卤素稳定剂，该卤素稳定剂选自至少一种氨基磺酸盐和磺酰胺；接着，调节溶液的 pH 范围至 4—8；之后，向所述溶液中加入一种氧化剂，该氧化剂选自臭氧、过氧化氢和过乙酸。

因此，本发明的一个优点是，它是以一种安全有效的方式，产生一种稳定的氧化溴溶液，因而不会有溴烟雾产生。

本发明的另一个优点是，用有限的步骤产生稳定的氧化溴化合

物，而不必采用用来形成次溴酸盐的分离步骤。

本发明的另一个优点是，它以高浓度提供了稳定的氧化溴化合物，而不直接采用浓缩的不稳定的溴。

本发明的又一个优点是，它提供了一种产生稳定氧化溴化合物的方法，而不会产生不希望的副产物如高含量的溴酸盐。

本发明的又一个优点是，本发明的方法不会产生氯化物，因而，本发明的方法提供了具有低腐蚀性的稳定的氧化溴配方。

本发明的又一个优点是，它提供了可安全运输的稳定的氧化溴化合物。

本发明的又一个优点是，它仅产生非常少量的溴酸盐。

本发明的又一个优点是，能产生用于生物污垢控制的稳定的氧化溴化合物，它可与其它的水处理化学药品相容。

本发明的又一个优点是，所提供的稳定的氧化溴化合物可独自用作生物污垢控制剂，或用作副生物污垢控制剂。

本发明的又一个优点是，在纸浆和造纸处理系统中提供了一种微生物污垢控制的改进方法。

本发明的又一个优点是，在食品加工系统中提供了一种微生物污垢控制的改进方法。

本发明的又一个优点是，在饮料加工系统中提供了改进的微生物污垢控制。

本发明的又一个优点是，在娱乐用水系统中提供了改进的微生物污垢控制。

本发明的又一个优点是，它提供了一种改进的坚硬表面消毒方法。

本发明的其它目的和优点，在阅读了下述的详细说明和随后的权利要求后，将会变得更为清晰。

## 附图简要说明

图 1 为一种用来形成用于工业用水系统的稳定的氧化溴化合物装置的示意图。

## 本发明优选实施例的详细说明

本发明提供了多种配方和产生宽浓度的稳定的氧化溴化合物的方法，它们可用作冷却水和其它工业系统中的主或副生物污垢控制剂。虽然是以臭氧作为本文所述方法的代表性氧化剂进行讨论的，但是，需要指出的是，其它的氧化剂如过氧化氢、过乙酸和其它的过氧化物也可用作氧化剂或主氧化剂。

当采用臭氧作为氧化剂时，稳定的氧化溴化合物产品是在最佳的 pH 范围通过直接臭氧化溴化钠和氨基磺酸钠（或其它的伯或仲胺，或在臭氧环境中稳定的氨化物）的混合溶液而形成的。在这种配方中，臭氧是作为氧化剂，溴化物盐是作为溴源，而氨基磺酸盐是作为氧化溴的稳定剂。在预臭氧化溶液中，溴化物和氨基磺酸盐是以等摩尔的数量加入的。通过添加苛性碱（氢氧化钠）或酸，对该溶液的 pH 值进行调节。该方法的最佳溶液 pH 值范围为 4—8。

不受理论的限制，相信反应机理依次为如下的化学反应：



只要在第一步反应中有微量的次溴酸盐形成，第二步反应就开始进行。我们知道，不稳定的次溴酸盐具有非常强的腐蚀性，而且比稳定的次溴酸盐更易挥发。本文所述的原地稳定化方法，可使化学分解和物理蒸发而引起的次溴酸盐的损失达到最小。而且，次溴酸盐分解的主要副产物是溴酸盐。业已证实，按照本发明方法的实施例中，没有产生可检测的溴酸盐（或者是在 5.2% 稳定的次溴酸盐产品中溴酸盐的含量低于 50 ppm）。

因此，与传统的溴化物臭氧转化相比，加入稳定剂，可获得更高的臭氧化效率。而且，添加有稳定剂，在长达 30 小时的长时间臭氧化作用后，也没有明显的溴损失发生。此外，氨基磺酸盐也没有被臭氧所降解。在氧化之前的降低 pH 值使其范围为 4—8 步骤是非常重要的。pH 值大于 8，所形成的 OH 基反应活性很强，它与臭氧没有多少区别。因此，pH 值大于 8 时，由臭氧化所形成的 OH 基将会与氨基磺酸盐和稳定的氧化溴化合物进行反应，导致不稳定的氧化溴化合物

的形成。表 1 是说明了稳定的氧化溴化合物形成与反应 pH 的关系和产品浓度与臭氧化时间的关系。表 2 是说明了稳定的氧化形成和臭氧化时间之间的关系。如表 1 所示，在 pH 值低于 8 之前，没有稳定的氧化化合物形成。这种现象此前是未知的。

表 1 臭氧活化反应和氧化溴的原位稳定化

臭氧化时间 (分钟)	稳定的氧化溴产品浓度 (PPM 以 Cl 计)	溶液 pH 值
5	7.1	13
15	9.5	--
25	8.2	--
35	130.4	--
45	1318	--
60	3980	7.42
120	12360	5.68
180	23340	5.38

表 2 臭氧化形成的稳定的氧化溴化合物

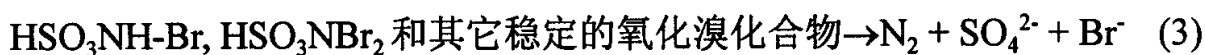
臭氧化时间 (小时)	产品浓度 (% 以 Cl)
1	1.703 <sup>a</sup>
2	2.912 <sup>a</sup>
3	3.685 <sup>a</sup>
4	4.845 <sup>a</sup>
6	5.240 <sup>b</sup>
7	5.820 <sup>b</sup>
8	6.124 <sup>b</sup>
9	6.280 <sup>b</sup>
10	6.386 <sup>b</sup>

a—采用 KI-DPD 滴定测得的浓度

b—采用 KI-硫代硫酸盐滴定测得的浓度

当采用臭氧作为氧化剂时，虽然较低的 pH (4—8) 对于产品形成是最佳的，但是，随着 pH 的降低，所述稳定的氧化溴的热稳定性也会降低。因此，维持高的反应 pH 值和低的反应温度 (最佳为 4—21 °C) 是很重要的，其后，一旦反应完成，就立即调节产品的 pH 使其值大于 13。这些附加步骤保证了所述产品的长时间稳定性，这是因为所述产品在较高的温度和/或低的 pH 值条件下将会按照下述反应进行

分解：



在一个实施例中，本方法的直接领域是用于原位产生稳定的氧化溴化合物。而且，是采用臭氧作为氧化剂，这是因为它广泛地应用于本领域操作过程中。如图 1 所示的臭氧发生器 11 常见于许多的应用场合。由发生器 11 所供给的臭氧流经反应器 12，经管线 14 被注入到系统流 13 中作为主生物杀伤剂。反应器 12 中业已含有一种溶液且 pH 值范围为 4—8，所述溶液中含有碱金属或碱土金属溴化物、一种卤素稳定剂，该稳定剂可以是氨基磺酸盐。臭氧可经返回管线 15 循环回到反应器 12 之中。完成转化所需要的臭氧化时间，可以采用彩色转盘预先测定或测量，因为有效的卤素浓度与 400—600nm 间的光吸收呈线性关系，优选是在 460 nm 下进行测量。所述稳定的氧化溴化合物接着可从反应器 12 中转移到贮罐 16 中，在此，可根据需要，经阀 17 将其加入到所述的水流 13 中。

### 实施例 I

举例来说，稳定的氧化溴化合物的合成，可按下述的步骤进行。将 14.4 克 50% 的含水 NaOH、17.47 克氨基磺酸、41.4 克 45% 的含水溴化钠和 26.99 克水，在 250 ml 的量筒中进行混合。溶液的 pH 约为 7.0。臭氧化反应是通过使臭氧气体经延伸到量筒底部的多孔玻璃管通过起泡而进行的。采用一种 PCI 型臭氧发生器（GL-1 型，最大臭氧输出：454 克 / 天）用来产生臭氧，以 75% 的输出量进行操作，约有一半的气流进入到量筒中。经 7 小时的臭氧化后，测得溶液的 pH 为 5.6。接着，向该溶液中缓慢地加入氢氧化钠，提高其 pH 值至 13.3。溶液的最终体积约为 60 ml。采用碘化钾—硫代硫酸盐滴定法，测得有效的卤素浓度以 Br<sub>2</sub> 计为 12.85%。

### 实施例 II

另一个实施例，将 7.24 克 50% 的含水 NaOH、8.75 克氨基磺酸、20.68 克 45% 的含水溴化钠和 63.31 克水，在 250 ml 的量筒中进行混合。逐滴加入另外的氢氧化钠溶液，调节溶液的 pH 至 7.0。臭氧化反应是通过使臭氧气体经延伸到量筒底部的多孔玻璃管通过起泡而进行

的，采用一种 PCI 型臭氧发生器以 15% 的输出量进行操作。经 10 小时的臭氧化后，采用碘化钾—硫代硫酸盐滴定法，测得最终溶液的总剩余氧化剂浓度以  $\text{Br}_2$  计为 14.38%。计算可知有大于 98% 的溴化物已经转化，估计整个时间段的总臭氧化效率为 28.5%。表 2 表明产品浓度随着臭氧化时间的延长而增加。

### 实施例 III

另一个实施例，采用如图 1 所示的装置处理 100,000 加仑冷却水系统，使用一个 1814 克 / 天的臭氧发生器。由该臭氧发生器所产生的臭氧经一个导流器（图中未画出）输入到反应器 12 的底部。该 5 升的反应器 12 内装有 389 克  $\text{NaBr}$ 、440 克氨基磺酸、302 克 50% 的含水  $\text{NaOH}$  和 2 升水。采用  $\text{NaOH}$  或  $\text{HCl}$  调节混合物的 pH 值至 7.0。在反应器 12 的顶部收集未反应的臭氧，并将其输入到水流 13 中作为主生物杀伤剂。经 24 小时连续的臭氧化反应，以 10% 的臭氧化效率和 100% 的溴转化，在反应器 12 中产生 268 克（以  $\text{Cl}_2$  计）稳定的氧化溴。接着所产生的产品可直接从反应器 12 或经贮罐 16 泵入到所述的冷却水系统流 13 中。所产生的稳定的氧化溴化合物为该冷却水系统提供了用作副生物杀伤剂的相当数量的总卤素剩余（0.1-0.7 ppm，以有效的氯计），。如果需要连续剂量的稳定氧化溴化合物，则第二反应器 16 可用于臭氧化反应，同时将第一反应器的产品经阀 18 注入所述的水流 13 中。

本发明的方法可用来提供改进的微生物污垢控制，用于纸浆和造纸处理系统、食品和饮料加工系统、娱乐用水系统中，而且，本发明的方法可用作一种坚硬表面的消毒方法。食品加工包括但不限于将本发明加入到一种用来传送食品经过多步加工步骤的水性介质中以及消毒加工设备和废水系统，。

应该能够理解，对于本领域的技术人员来说，对这里所述的优选实施例作出的各种变化和改进是很显然的。这些变化和改进不需要脱离本发明的精神和范围就可作出，而且不会缩小其附带的优点。因此，可以认为这些变化和改进包括在随后的权利要求之中。

说明书附图

图 1

