



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105683093 A

(43) 申请公布日 2016. 06. 15

(21) 申请号 201480054728. 0

代理人 彭鲲鹏 陈九洲

(22) 申请日 2014. 08. 05

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

C02F 1/469(2006. 01)

61/862, 188 2013. 08. 05 US

61/881, 365 2013. 09. 23 US

61/906, 620 2013. 11. 20 US

61/908, 263 2013. 11. 25 US

61/988, 034 2014. 05. 02 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2016. 04. 01

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2014/049812 2014. 08. 05

(87) PCT国际申请的公布数据

W02015/021062 EN 2015. 02. 12

(71) 申请人 格雷迪安特公司

地址 美国马塞诸塞州

(72) 发明人 普拉卡什·纳拉扬·戈文丹

史蒂文·拉姆

马克西莫斯·G·圣约翰

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

11227

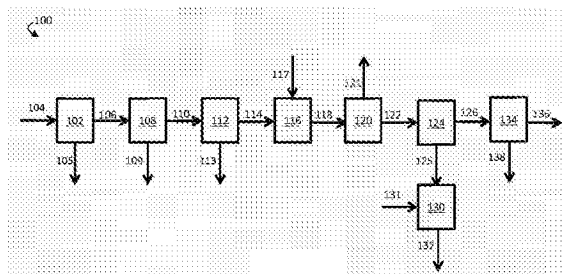
权利要求书10页 说明书27页 附图3页

(54) 发明名称

水处理系统及相关方法

(57) 摘要

一般地描述了水处理系统及相关方法。本文所描述的某些水处理系统及方法可以用于对随后输送到脱盐装置的含水流进行预处理和/或对已经由脱盐装置产生的含水流进行后处理。



1. 一种水处理系统,其包含:

离子去除装置,其被配置成从所述离子去除装置接收的输入流中去除至少一种结垢离子的至少一部分以产生相对于所述离子去除装置接收的所述输入流含有更少所述结垢离子的离子减少流;以及

加湿减湿脱盐装置,其流体地连接至所述离子去除装置并且被配置成从所述脱盐装置接收的含水流中去除水以产生相对于所述脱盐装置接收的所述含水流富集溶解的一价盐的浓缩盐水流,其中:

所述离子去除装置被配置成从所述离子去除装置接收的所述输入流中去除至少约99%的所述结垢离子,和/或

所述离子去除装置被配置成产生所包含结垢离子的量低于约50mg/L的离子减少流,和/或

所述浓缩盐水流的密度为约9磅每加仑至约11磅每加仑。

2. 根据权利要求1所述的系统,其包含分离器,所述分离器流体地连接至所述脱盐装置并且被配置成从所述分离器接收的输入流中去除至少一部分的悬浮不混溶相和/或乳化不混溶相以产生不混溶相减少流。

3. 根据权利要求1至2中任一项所述的系统,其包含悬浮固体去除装置,所述悬浮固体去除装置流体地连接至所述脱盐装置并且被配置成从所述悬浮固体去除装置接收的输入流中去除至少一部分悬浮固体以产生悬浮固体减少流。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的系统,其包含pH降低装置,所述pH降低装置流体地连接至所述脱盐装置并且被配置成接收包含结垢离子的含水输入流且降低所述含水输入流的pH以抑制所述结垢离子沉淀。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的系统,其包含挥发性有机物质(VOM)去除装置,所述挥发性有机物质(VOM)去除装置流体地连接至所述脱盐装置并且被配置成从所述VOM去除装置接收的输入流中去除至少一部分VOM以产生VOM减少流。

6. 一种水处理系统,其包含:

pH降低装置,其被配置成接收包含结垢离子的含水输入流并且降低所述含水输入流的pH以抑制所述结垢离子沉淀;以及

加湿减湿脱盐装置,其流体地连接至所述pH降低装置并且被配置成从所述脱盐装置接收的含水流中去除水以产生相对于所述脱盐装置接收的所述含水流富集溶解盐的浓缩盐水流。

7. 根据权利要求6所述的系统,其包含分离器,所述分离器流体地连接至所述脱盐装置并且被配置成从所述分离器接收的输入流中去除至少一部分的悬浮不混溶相和/或乳化不混溶相以产生不混溶相减少流。

8. 根据权利要求6至7中任一项所述的系统,其包含悬浮固体去除装置,所述悬浮固体去除装置流体地连接至所述脱盐装置并且被配置成从所述悬浮固体去除装置接收的输入流中去除至少一部分悬浮固体以产生悬浮固体减少流。

9. 根据权利要求6至8中任一项所述的系统,其包含离子去除装置,所述离子去除装置流体地连接至所述脱盐装置并且被配置成从所述离子去除装置接收的输入流中去除至少一种结垢离子的至少一部分以产生相对于所述离子去除装置接收的所述输入流含有更少

所述结垢离子的离子减少流。

10. 根据权利要求6至9中任一项所述的系统,其包含挥发性有机物质(VOM)去除装置,所述挥发性有机物质(VOM)去除装置流体地连接至所述脱盐装置并且被配置成从所述VOM去除装置接收的输入流中去除至少一部分VOM以产生VOM减少流。

11. 一种水处理系统,其包含:

分离器,其被配置成接收包含悬浮不混溶相和/或乳化不混溶相的含水输入流并且去除至少一部分所述悬浮不混溶相和/或乳化不混溶相以产生不混溶相减少流;以及

加湿减湿脱盐装置,其流体地连接至所述分离器并且被配置成从所述脱盐装置接收的含水流中去除水以产生相对于所述脱盐装置接收的所述含水流富集溶解盐的浓缩盐水流。

12. 根据权利要求11所述的系统,其包含悬浮固体去除装置,所述悬浮固体去除装置流体地连接至所述脱盐装置并且被配置成从所述悬浮固体去除装置接收的输入流中去除至少一部分悬浮固体以产生悬浮固体减少流。

13. 根据权利要求11至12中任一项所述的系统,其包含离子去除装置,所述离子去除装置流体地连接至所述脱盐装置并且被配置成从所述离子去除装置接收的输入流中去除至少一种结垢离子的至少一部分以产生相对于所述离子去除装置接收的所述输入流含有更少所述结垢离子的离子减少流。

14. 根据权利要求11至13中任一项所述的系统,其包含挥发性有机物质(VOM)去除装置,所述挥发性有机物质(VOM)去除装置流体地连接至所述脱盐装置并且被配置成从所述VOM去除装置接收的输入流中去除至少一部分VOM以产生VOM减少流。

15. 一种水处理系统,其包含:

悬浮固体去除装置,其被配置成从所述悬浮固体去除装置接收的输入流中去除至少一部分悬浮固体以产生悬浮固体减少流;以及

加湿减湿脱盐装置,其流体地连接至所述悬浮固体去除装置并且被配置成从所述脱盐装置接收的含水流中去除水以产生相对于所述脱盐装置接收的所述含水流富集溶解盐的浓缩盐水流。

16. 根据权利要求15所述的系统,其包含离子去除装置,所述离子去除装置流体地连接至所述脱盐装置并且被配置成从所述离子去除装置接收的输入流中去除至少一种结垢离子的至少一部分以产生相对于所述离子去除装置接收的所述输入流含有更少所述结垢离子的离子减少流。

17. 根据权利要求15至16中任一项所述的系统,其包含挥发性有机物质(VOM)去除装置,所述挥发性有机物质(VOM)去除装置流体地连接至所述脱盐装置并且被配置成从所述VOM去除装置接收的输入流中去除至少一部分VOM以产生VOM减少流。

18. 一种水处理系统,其包含:

挥发性有机物质(VOM)去除装置,其被配置成从所述VOM去除装置接收的输入流中去除至少一部分VOM以产生VOM减少流;以及

脱盐装置,其流体地连接至所述VOM去除装置并且被配置成从所述脱盐装置接收的含水流中去除水以产生相对于所述脱盐装置接收的所述含水流富集溶解盐的浓缩盐水流,其中:

所述VOM去除装置不包括任何热能的源,和/或

所述VOM去除装置接收的所述输入流包含所述脱盐装置产生的含有水的流的至少一部分,所述含有水的流含有比所述脱盐装置接收的所述流浓度更低的溶解盐,和/或所述脱盐装置包含加湿减湿脱盐装置。

19. 一种水处理系统,其包含:

脱盐装置,其被配置成从所述脱盐装置接收的含水流中去除水以产生相对于所述脱盐装置接收的所述含水流富集溶解的一价盐的浓缩盐水流;

分离器,其流体地连接至所述脱盐装置并且被配置成接收包含悬浮不混溶相和/或乳化不混溶相的含水输入流并且去除至少一部分所述悬浮不混溶相和/或乳化不混溶相以产生不混溶相减少流;

离子去除装置,其流体地连接至所述脱盐装置并且被配置成从所述离子去除装置接收的输入流中去除至少一种结垢离子的至少一部分以产生相对于所述离子去除装置接收的所述输入流含有更少所述结垢离子的离子减少流;

悬浮固体去除装置,其流体地连接至所述脱盐装置并且被配置成从所述悬浮固体去除装置接收的输入流中去除至少一部分悬浮固体以产生悬浮固体减少流;以及

挥发性有机物质(VOM)去除装置,其流体地连接至所述脱盐装置并且被配置成从所述VOM去除装置接收的输入流中去除至少一部分VOM以产生VOM减少流。

20. 根据权利要求2至5、7至14和19中任一项所述的系统,其中所述分离器包含脱油型水力旋流器、波纹板拦截器、吸附介质过滤器、凝结介质过滤器和/或膜过滤器。

21. 根据权利要求20所述的系统,其中所述吸附介质过滤器含有吸附介质,所述吸附介质包含胡桃壳。

22. 根据权利要求2至5、7至14和19至21中任一项所述的系统,其中所述分离器包含沉降区,在所述沉降区中水和所述不混溶相至少部分地物理分开。

23. 根据权利要求22所述的系统,其中所述沉降区包含结晶槽罐。

24. 根据权利要求2至5、7至14和19至23所述的系统,其中所述分离器包含API分离器。

25. 根据权利要求2至5、7至14和19至24中任一项所述的系统,其中所述分离器包含分液器。

26. 根据权利要求2至5、7至14和19至25中任一项所述的系统,其中所述分离器包含溶解气体浮选(DGF)装置。

27. 根据权利要求2至5、7至14和19至26中任一项所述的系统,其中所述分离器包含诱导气浮(IGF)装置。

28. 根据权利要求3至5、8至10、12至17和19至27中任一项所述的系统,其中所述悬浮固体去除装置包含过滤器、重力沉降器和/或凝结剂诱导絮凝器。

29. 根据权利要求28所述的系统,其中所述凝结剂诱导絮凝器含有氯化铁和/或明矾凝结剂。

30. 根据权利要求28所述的系统,其中所述过滤器包含袋式过滤器和/或介质过滤器。

31. 根据权利要求30所述的系统,其中所述过滤器包含介质过滤器,所述介质过滤器包含硅藻土介质。

32. 根据权利要求5、10、14和17至31中任一项所述的系统,其中所述VOM去除装置包含碳床过滤器和/或空气洗提器。

33. 根据权利要求32所述的系统,其中所述VOM去除装置包含空气洗提器,其包含填充床洗提器、低轮廓空气洗提器和/或曝气洗提器。

34. 根据权利要求32所述的系统,其中所述碳床包含活性炭。

35. 根据权利要求1至5、9至10、13至14、16至17和19至34中任一项所述的系统,其中所述离子去除装置包含化学离子去除装置。

36. 根据权利要求35所述的系统,其中所述化学离子去除装置被配置成使用烧碱、纯碱和/或阴离子聚合物去除至少一种离子。

37. 根据权利要求1至5、9至10、13至14、16至17和19至36中任一项所述的系统,其中所述离子去除装置包含电凝装置。

38. 根据权利要求1至5、9至10、13至14、16至17和19至37中任一项所述的系统,其中所述离子去除装置包含树脂床。

39. 根据权利要求38所述的系统,其中所述树脂床含有离子交换树脂。

40. 根据权利要求38所述的系统,其中所述树脂床包含阴离子选择性树脂床和/或阳离子选择性树脂床。

41. 根据权利要求1至40中任一项所述的系统,其中所述脱盐装置包含加湿减湿脱盐装置。

42. 根据权利要求41所述的系统,其中所述加湿减湿脱盐装置在低于1个大气压的压强下运行。

43. 根据权利要求41至42中任一项所述的系统,其中所述加湿减湿脱盐装置包含减湿器,所述减湿器包含气泡塔冷凝器。

44. 根据权利要求41至43中任一项所述的系统,其中所述加湿减湿脱盐装置包含多个导管,所述多个导管被配置成使在加湿器和/或减湿器中的中间点处空气质量流率与液体质量流率之比离散地变化。

45. 根据权利要求41至44所述的系统,其中所述加湿减湿脱盐装置包含气泡塔加湿器。

46. 根据权利要求1至45中任一项所述的系统,其中所述脱盐装置包含机械蒸汽压缩装置。

47. 根据权利要求46所述的系统,其中所述机械蒸汽压缩装置跨所述压缩装置的压强比为1.1或更高。

48. 根据权利要求47所述的系统,其中所述机械蒸汽压缩装置包含叶片压缩设备和/或轴向压缩设备。

49. 根据权利要求1至49中任一项所述的系统,其中所述脱盐装置包含多效蒸馏装置。

50. 根据权利要求1至49中任一项所述的系统,其中所述脱盐装置包含多级闪蒸装置。

51. 根据权利要求1至50中任一项所述的系统,其中所述脱盐装置包含真空蒸馏装置。

52. 根据权利要求1至51中任一项所述的系统,其中所述脱盐装置包含膜蒸馏装置。

53. 根据权利要求52所述的系统,其中所述膜蒸馏装置是多级的。

54. 根据权利要求1至53中任一项所述的系统,其中所述脱盐装置包含混合式脱盐装置,所述混合式脱盐装置包含第一脱盐单元和第二脱盐单元。

55. 根据权利要求54所述的系统,其中所述第一单元是反渗透单元,并且所述第二单元是加湿减湿脱盐装置。

56. 根据权利要求55所述的系统,其中所述加湿减湿脱盐装置在低于1个大气压的压强下运行。

57. 根据权利要求55至56中任一项所述的系统,其中所述加湿减湿脱盐装置包含减湿器,所述减湿器包含气泡塔冷凝器。

58. 根据权利要求55至57中任一项所述的系统,其中所述加湿减湿脱盐装置包含多个导管,所述多个导管被配置成使在加湿器和/或减湿器中的中间点处空气质量流率与液体质量流率之比离散地变化。

59. 根据权利要求54所述的系统,其中所述第一单元是反渗透单元,并且所述第二单元是机械蒸汽压缩装置。

60. 根据权利要求59所述的系统,其中所述机械蒸汽压缩装置跨所述压缩装置的压强比为1.1或更高。

61. 根据权利要求59所述的系统,其中所述机械蒸汽压缩装置包含叶片压缩设备和/或轴向压缩设备。

62. 根据权利要求54所述的系统,其中所述第一单元包含反渗透单元,并且所述第二单元是多效蒸馏装置。

63. 根据权利要求54所述的系统,其中所述第一单元是反渗透单元,并且所述第二单元是多级闪蒸装置。

64. 根据权利要求54所述的系统,其中所述第一单元是反渗透单元,并且所述第二单元是真空蒸馏装置。

65. 根据权利要求54所述的系统,其中所述第一单元是反渗透单元,并且所述第二单元是膜蒸馏装置。

66. 根据权利要求65所述的系统,其中所述膜蒸馏装置是多级的。

67. 根据权利要求3至5、8至10、12至17和19至66中任一项所述的系统,其中所述悬浮固体去除装置接收的所述输入流包含至少一部分所述不混溶相减少流。

68. 根据权利要求1至5、9至10、13至14、16至17和19至67中任一项所述的系统,其中所述离子去除装置接收的所述输入流包含至少一部分所述不混溶相减少流。

69. 根据权利要求5、10、14和17至68中任一项所述的系统,其中所述挥发性有机物质(VOM)去除装置接收的所述输入流包含至少一部分所述不混溶相减少流。

70. 根据权利要求5、10、14和17至69中任一项所述的系统,其中所述VOM去除装置不包括任何热能的源。

71. 根据权利要求2至5、7至14和19至70中任一项所述的系统,其中所述脱盐装置接收的所述含水流包含至少一部分所述不混溶相减少流。

72. 根据权利要求1至5、9至10、13至14、16至17和19至71中任一项所述的系统,其中所述离子去除装置接收的所述输入流包含至少一部分所述悬浮固体减少流。

73. 根据权利要求5、10、14和17至72中任一项所述的系统,其中所述VOM去除装置接收的所述输入流包含至少一部分所述悬浮固体减少流。

74. 根据权利要求1至5、9至10、13至14、16至17和19至73中任一项所述的系统,其中所述离子去除装置接收的所述输入流包含至少一部分所述VOM减少流。

75. 根据权利要求5、10、14和17至73中任一项所述的系统,其中所述VOM去除装置接收

的所述输入流包含至少一部分所述离子减少流。

76. 一种水处理系统,其包含:

分液器,其被配置成接收包含悬浮不混溶相和/或乳化不混溶相的含水输入流,并且去除至少一部分所述悬浮不混溶相和/或乳化不混溶相以产生不混溶相减少流;

离子去除装置,其被配置成接收至少一部分所述不混溶相减少流,并且使用化学试剂使至少一种结垢离子的至少一部分从所述离子去除装置接收的所述不混溶相减少流部分中沉淀以产生相对于所述离子去除装置接收的所述输入流含有更少所述结垢离子的离子减少流;

过滤器,其被配置成接收至少一部分所述不混溶相减少流和/或至少一部分所述离子减少流,并且从所述过滤器接收的所述不混溶相减少流部分和/或所述离子减少流部分中去除至少一部分悬浮固体以产生悬浮固体减少流;

碳床,其被配置成接收至少一部分所述悬浮固体减少流,并且从所述碳床接收的所述悬浮固体减少流部分中去除至少一部分VOM以产生VOM减少流;以及

脱盐装置,其被配置成接收至少一部分所述VOM减少流,并且从所述脱盐装置接收的所述VOM减少流部分中去除至少一部分水以产生相对于所述脱盐装置接收的所述VOM减少流部分富集溶解的一价盐的浓缩盐水流。

77. 一种水处理系统,其包含:

分液器,其被配置成接收包含悬浮不混溶相和/或乳化不混溶相的含水输入流,并且去除至少一部分的悬浮不混溶相和/或乳化不混溶相以产生不混溶相减少流;

离子去除装置,其被配置成接收至少一部分所述不混溶相减少流,并且使用化学试剂使至少一种结垢离子的至少一部分从所述离子去除装置接收的所述不混溶相减少流部分中沉淀以产生相对于所述离子去除装置接收的所述输入流含有更少所述结垢离子的离子减少流;

过滤器,其被配置成接收至少一部分所述不混溶相减少流和/或至少一部分所述离子减少流,并且从所述过滤器接收的所述不混溶相减少流部分和/或所述离子减少流部分中去除至少一部分悬浮固体以产生悬浮固体减少流;

脱盐装置,其被配置成接收至少一部分所述悬浮固体减少流,并且从所述脱盐装置接收的所述悬浮固体减少流部分中去除至少一部分水以产生相对于所述脱盐装置接收的所述悬浮固体减少流部分富集溶解的一价盐的浓缩盐水流和与所述悬浮固体减少流相比含有更少所述溶解的一价盐的含有水的流;以及

碳床,其被配置成接收所述脱盐装置产生的所述含有水的流的至少一部分,并且从所述碳床接收的所述含有水的流部分中去除至少一部分VOM以产生VOM减少流。

78. 一种水处理系统,其包含:

分液器,其被配置成接收包含悬浮不混溶相和/或乳化不混溶相的含水输入流,并且去除至少一部分的悬浮不混溶相和/或乳化不混溶相以产生不混溶相减少流;

电凝装置,其被配置成接收至少一部分所述不混溶相减少流,并且从所述电凝装置接收的所述不混溶相减少流部分中去除至少一种结垢离子的至少一部分以产生相对于所述电凝装置接收的所述输入流含有更少所述结垢离子的离子减少流;

过滤器,其被配置成接收至少一部分所述不混溶相减少流和/或至少一部分所述离子

减少流,并且从所述过滤器接收的所述不混溶相减少流部分和/或所述离子减少流部分中去除至少一部分悬浮固体以产生悬浮固体减少流;

碳床,其被配置成接收至少一部分所述悬浮固体减少流,并且从所述碳床接收的所述悬浮固体减少流部分中去除至少一部分VOM以产生VOM减少流;以及

脱盐装置,其被配置成接收至少一部分所述VOM减少流,并且从所述脱盐装置接收的所述VOM减少流部分中去除至少一部分水以产生相对于所述脱盐装置接收的所述VOM减少流部分富集溶解的一价盐的浓缩盐水流。

79. 一种水处理系统,其包含:

分液器,其被配置成接收包含悬浮不混溶相和/或乳化不混溶相的含水输入流,并且去除至少一部分的悬浮不混溶相和/或乳化不混溶相以产生不混溶相减少流;

电凝装置,其被配置成接收至少一部分所述不混溶相减少流,并且从所述电凝装置接收的所述不混溶相减少流部分中去除至少一种结垢离子的至少一部分以产生相对于所述电凝装置接收的所述输入流含有更少所述结垢离子的离子减少流;

过滤器,其被配置成接收至少一部分所述不混溶相减少流和/或至少一部分所述离子减少流,并且从所述过滤器接收的所述不混溶相减少流部分和/或所述离子减少流部分中去除至少一部分悬浮固体以产生悬浮固体减少流;

脱盐装置,其被配置成接收至少一部分所述悬浮固体减少流,并且从所述脱盐装置接收的所述悬浮固体减少流部分中去除至少一部分水以产生相对于所述脱盐装置接收的所述悬浮固体减少流部分富集溶解的一价盐的浓缩盐水流和与所述悬浮固体减少流相比含有更少所述溶解的一价盐的含有水的流;以及

碳床,其被配置成接收所述脱盐装置产生的所述含有水的流的至少一部分,并且从所述碳床接收的含有水的流部分中去除至少一部分VOM以产生VOM减少流。

80. 一种水处理系统,其包含:

分液器,其被配置成接收包含悬浮不混溶相和/或乳化不混溶相的含水输入流,并且去除至少一部分所述悬浮不混溶相和/或乳化不混溶相以产生不混溶相减少流;

过滤器,其被配置成接收至少一部分所述不混溶相减少流,并且从所述过滤器接收的所述不混溶相减少流部分中去除至少一部分悬浮固体以产生悬浮固体减少流;

碳床,其被配置成接收至少一部分所述悬浮固体减少流,并且从所述碳床接收的所述悬浮固体减少流部分中去除至少一部分VOM以产生VOM减少流;

树脂床,其被配置成接收至少一部分所述VOM减少流,并且从所述树脂床接收的所述VOM减少流部分中去除至少一种结垢离子的至少一部分以产生相对于所述树脂床接收的所述输入流含有更少所述结垢离子的离子减少流;以及

脱盐装置,其被配置成接收至少一部分所述离子减少流,并且从所述脱盐装置接收的所述离子减少流部分中去除至少一部分水以产生相对于所述脱盐装置接收的所述离子减少流部分富集溶解的一价盐的浓缩盐水流。

81. 一种水处理系统,其包含:

分液器,其被配置成接收包含悬浮不混溶相和/或乳化不混溶相的含水输入流,并且去除至少一部分所述悬浮不混溶相和/或乳化不混溶相以产生不混溶相减少流;

过滤器,其被配置成接收至少一部分所述不混溶相减少流,并且从所述过滤器接收的

所述不混溶相减少流部分中去除至少一部分悬浮固体以产生悬浮固体减少流;

树脂床,其被配置成接收至少一部分所述悬浮固体减少流,并且从所述树脂床接收的所述悬浮固体减少流部分中去除至少一种结垢离子的至少一部分以产生相对于所述树脂床接收的所述输入流含有更少所述结垢离子的离子减少流;

脱盐装置,其被配置成接收至少一部分所述离子减少流,并且从所述脱盐装置接收的所述离子减少流部分中去除至少一部分水以产生相对于所述脱盐装置接收的所述离子减少流部分富集溶解的一价盐的浓缩盐水流和与所述离子减少流相比含有更少所述溶解的一价盐的含有水的流;以及

碳床,其被配置成接收所述脱盐装置产生的所述含有水的流的至少一部分,并且从所述碳床接收的所述含有水的流部分中去除至少一部分VOM以产生VOM减少流。

82.根据权利要求76至81中任一项所述的系统,其中所述过滤器包含袋式过滤器和/或介质过滤器。

83.根据权利要求82所述的系统,其中所述过滤器包含介质过滤器,所述介质过滤器包含硅藻土介质。

84.根据权利要求76至83中任一项所述的系统,其中所述碳床包含活性炭。

85.根据权利要求76至77和82至84中任一项所述的系统,其中所述化学离子去除装置被配置成使用烧碱、纯碱和/或阴离子聚合物去除至少一种离子。

86.根据权利要求76至85中任一项所述的系统,其中所述脱盐装置包含加湿减湿脱盐装置。

87.根据权利要求86所述的系统,其中所述加湿减湿脱盐装置在低于1个大气压的压强下运行。

88.根据权利要求86至87中任一项所述的系统,其中所述加湿减湿脱盐装置包含减湿器,所述减湿器包含气泡塔冷凝器。

89.根据权利要求86至88中任一项所述的系统,其中所述加湿减湿脱盐装置包含多个导管,所述多个导管被配置成使在所述加湿器和/或所述减湿器中的中间点处空气质量流率与液体质量流率之比离散地变化。

90.根据权利要求86至89中任一项所述的系统,其中所述脱盐装置包含机械蒸汽压缩装置。

91.根据权利要求90所述的系统,其中所述机械蒸汽压缩装置跨所述压缩装置的压强比为1.1或更高。

92.根据权利要求90至91中任一项所述的系统,其中所述机械蒸汽压缩装置包含叶片压缩设备和/或轴向压缩设备。

93.根据权利要求76至92中任一项所述的系统,其中所述脱盐装置包含多效蒸馏装置。

94.根据权利要求76至93中任一项所述的系统,其中所述脱盐装置包含多级闪蒸装置。

95.根据权利要求76至94中任一项所述的系统,其中所述脱盐装置包含真空蒸馏装置。

96.根据权利要求76至95中任一项所述的系统,其中所述脱盐装置包含膜蒸馏装置。

97.根据权利要求96所述的系统,其中所述膜蒸馏装置是多级的。

98.根据权利要求76至97中任一项所述的系统,其中所述脱盐装置包含混合式脱盐装置,所述混合式脱盐装置包含第一脱盐单元和第二脱盐单元。

99. 根据权利要求98所述的系统,其中所述第一单元是反渗透单元,并且所述第二单元是加湿减湿脱盐装置。

100. 根据权利要求99所述的系统,其中所述加湿减湿脱盐装置在低于1个大气压的压强下运行。

101. 根据权利要求99至100中任一项所述的系统,其中所述加湿减湿脱盐装置包含减湿器,所述减湿器包含气泡塔冷凝器。

102. 根据权利要求99至101中任一项所述的系统,其中所述加湿减湿脱盐装置包含多个导管,所述多个导管被配置成使在所述加湿器和/或所述减湿器中的中间点处空气质量流率与液体质量流率之比离散地变化。

103. 根据权利要求98所述的系统,其中所述第一单元是反渗透单元,并且所述第二单元是机械蒸汽压缩装置。

104. 根据权利要求103所述的系统,其中所述机械蒸汽压缩装置跨所述压缩装置的压强比为1.1或更高。

105. 根据权利要求103至104中任一项所述的系统,其中所述机械蒸汽压缩装置包含叶片压缩设备和/或轴向压缩设备。

106. 根据权利要求98所述的系统,其中所述第一单元包含反渗透单元,并且所述第二单元是多效蒸馏装置。

107. 根据权利要求98所述的系统,其中所述第一单元是反渗透单元,并且所述第二单元是多级闪蒸装置。

108. 根据权利要求98所述的系统,其中所述第一单元是反渗透单元,并且所述第二单元是真空蒸馏装置。

109. 根据权利要求98所述的系统,其中所述第一单元是反渗透单元,并且所述第二单元是膜蒸馏装置。

110. 根据权利要求109所述的系统,其中所述膜蒸馏装置是多级的。

111. 根据权利要求1至110中任一项所述的系统,其包含消毒单元,所述消毒单元被配置成接收来自所述脱盐装置的含有水的流并且产生经消毒流。

112. 根据权利要求111所述的系统,其中所述消毒单元被配置成向所述含有水的流中添加氯。

113. 根据权利要求1至112中任一项所述的系统,其包含沉淀装置,所述沉淀装置流体地连接至所述脱盐装置并且被配置成使至少一部分溶解的一价盐自所述浓缩盐水流沉淀以产生相对于所述浓缩盐水流含有更少所述溶解的一价盐的产品流。

114. 根据权利要求1至113中任一项所述的系统,其包含pH降低装置,所述pH降低装置流体地连接至所述脱盐装置并且被配置成接收包含结垢离子的含水输入流并且降低所述含水输入流的pH以抑制结垢离子沉淀。

115. 根据权利要求1至114中任一项所述的系统,其中所述浓缩盐水流密度为约9磅每加仑至约11磅每加仑。

116. 根据权利要求1至115中任一项所述的系统,其中所述分离器和所述悬浮固体去除装置是单个单元的一部分。

117. 根据权利要求1至116中任一项所述的系统,其中所述分离器和所述离子去除装置

是单个单元的一部分。

118. 根据权利要求1至117中任一项所述的系统,其中所述分离器和所述pH降低装置是单个单元的一部分。

119. 根据权利要求1至118中任一项所述的系统,其中所述悬浮固体去除装置和所述离子去除装置是单个单元的一部分。

120. 根据权利要求1至116中任一项所述的系统,其中所述悬浮固体去除装置和所述pH降低装置是单个单元的一部分。

121. 根据权利要求1至117中任一项所述的系统,其中所述离子去除装置和所述pH降低装置是单个单元的一部分。

## 水处理系统及相关方法

[0001] 相关申请

[0002] 本申请根据35U.S.C. §119(e)要求以下的优先权：于2013年8月5日提交的题为“Methods for the Treatment of Aqueous Compositions”的美国临时专利申请序列第61/862,188号；于2013年9月23日提交的题为“Desalination Systems and Associated Methods”的美国临时专利申请序列第61/881,365号；于2013年11月20日提交的题为“Water Treatment Systems and Associated Methods”的美国临时专利申请序列第61/906,620号；于2013年11月25日提交的题为“Water Treatment Systems and Associated Methods”的美国临时专利申请序列第61/908,263号；以及于2014年5月2日提交的题为“Desalination Systems and Associated Methods”的美国临时专利申请序列第61/988,034号；上述每一个的全部内容通过引用并入本文用于所有目的。

### 技术领域

[0003] 一般地描述了用于水处理的系统及相关方法。

### 背景技术

[0004] 脱盐是将液体溶液中的一些量的盐和/或其它矿物质与一种或更多种其它组分至少部分地分离的工艺。例如，可将盐水脱盐以产生适于人类消耗、灌溉、工业用途和/或各种其它用途的淡水。对于脱盐的大部分最新兴趣集中于开发提供用于人类使用的淡水的节省成本的方式。

[0005] 悬浮固体、油、结垢离子和其它污染物的存在可能使脱盐系统的运行复杂化并且阻碍脱盐系统的运行。期望改进的脱盐系统和包含水处理步骤的方法。

### 发明内容

[0006] 一般地描述了水处理系统及相关方法。在某些情况下，本发明的主题涉及相关的产品、具体问题的可替代的解决方案和/或一种或更多种系统和/或物品的多种不同用途。

[0007] 根据某些实施方案，提供了水处理系统。在一些实施方案中，所述水处理系统包含：离子去除装置，其被配置成从离子去除装置接收的输入流中去除至少一种结垢离子的至少一部分以产生相对于离子去除装置接收的输入流含有更少结垢离子的离子减少流(ion-diminished stream)；以及脱盐装置，其流体地连接至离子去除装置并且被配置成从脱盐装置接收的含水流(aqueous stream)中去除水以产生相对于脱盐装置接收的含水流富集溶解的一价盐的浓缩盐水流。在一些这样的实施方案中，离子去除装置被配置成从离子去除装置接收的输入流中去除至少约99%的结垢离子，和/或离子去除装置被配置成产生所含结垢离子的量低于约50mg/L的离子减少流，和/或脱盐装置包含加湿减湿脱盐装置，和/或浓缩盐水流的密度为约9磅每加仑至约11磅每加仑。

[0008] 在一些实施方案中，水处理系统包含：pH降低装置，其被配置成接收包含结垢离子的含水输入流(aqueous input stream)并且降低含水输入流的pH以抑制结垢离子沉淀；以

及加湿减湿脱盐装置,其流体地连接至pH降低装置并且被配置成从脱盐装置接收的含水流中去除水以产生相对于脱盐装置接收的含水流富集溶解盐的浓缩盐水流。

[0009] 在某些实施方案中,水处理系统包含:分离器,其被配置成接收包含悬浮不混溶相和/或乳化不混溶相的含水输入流并且去除至少一部分的悬浮不混溶相和/或乳化不混溶相以产生不混溶相减少流(*immiscible phase-diminished stream*);以及加湿减湿脱盐装置,其流体地连接至分离器并且被配置成从脱盐装置接收的含水流中去除水以产生相对于脱盐装置接收的含水流富集溶解盐的浓缩盐水流。

[0010] 根据一些实施方案,水处理系统包含:悬浮固体去除装置,其被配置成从悬浮固体去除装置接收的输入流中去除至少一部分悬浮固体以产生悬浮固体减少流(*suspended-solids-diminished stream*);以及加湿减湿脱盐装置,其流体地连接至悬浮固体去除装置并且被配置成从脱盐装置接收的含水流中去除水以产生相对于脱盐装置接收的含水流富集溶解盐的浓缩盐水流。

[0011] 在某些实施方案中,水处理系统包含:挥发性有机物质(VOM)去除装置(*volatile organic material(VOM)removal apparatus*),其被配置成从VOM去除装置接收的输入流中去除至少一部分VOM以产生VOM减少流;以及脱盐装置,其流体地连接至VOM去除装置并且被配置成从脱盐装置接收的含水流中去除水以产生相对于脱盐装置接收的含水流富集溶解盐的浓缩盐水流。在一些这样的实施方案中,VOM去除装置不包括任何热能的源,并且/或者VOM去除装置接收的输入流包含脱盐装置产生的含有水的流的至少一部分,所述含有水的流含有比脱盐装置接收的所述流浓度更低的溶解盐,并且/或者脱盐装置包含加湿减湿脱盐装置。

[0012] 在某些实施方案中,水处理系统包含:脱盐装置,其被配置成从脱盐装置接收的含水流中去除水以产生相对于脱盐装置接收的含水流富集溶解的一价盐的浓缩盐水流;分离器,其流体地连接至脱盐装置并且被配置成接收包含悬浮不混溶相和/或乳化不混溶相的含水输入流并且去除至少一部分的悬浮不混溶相和/或乳化不混溶相以产生不混溶相减少流;离子去除装置,其流体地连接至脱盐装置并且被配置成从离子去除装置接收的输入流中去除至少一种结垢离子的至少一部分以产生相对于离子去除装置接收的输入流含有更少结垢离子的离子减少流;悬浮固体去除装置,其流体地连接至脱盐装置并且被配置成从悬浮固体去除装置接收的输入流中去除至少一部分悬浮固体以产生悬浮固体减少流;以及挥发性有机物质(VOM)去除装置,其流体地连接至脱盐装置并且被配置成从VOM去除装置接收的输入流中去除至少一部分VOM以产生VOM减少流。

[0013] 在一些实施方案中,水处理系统包含:分液器(*skimmer*),其被配置成接收包含悬浮不混溶相和/或乳化不混溶相的含水输入流,并且去除至少一部分的悬浮不混溶相和/或乳化不混溶相以产生不混溶相减少流;离子去除装置,其被配置成接收至少一部分不混溶相减少流,并且使用化学试剂使至少一种结垢离子的至少一部分从离子去除装置接收的不混溶相减少流部分中沉淀以产生相对于离子去除装置接收的输入流含有更少结垢离子的离子减少流;过滤器,其被配置成接收至少一部分不混溶相减少流和/或至少一部分离子减少流,并且从过滤器接收的不混溶相减少流部分和/或离子减少流部分中去除至少一部分悬浮固体以产生悬浮固体减少流;碳床,其被配置成接收至少一部分悬浮固体减少流,并且从碳床接收的悬浮固体减少流部分中去除至少一部分VOM以产生VOM减少流;以及脱盐装

置,其被配置成接收至少一部分VOM减少流,并且从脱盐装置接收的VOM减少流部分中去除至少一部分水以产生相对于脱盐装置接收的VOM减少流部分富集溶解的一价盐的浓缩盐水流。

[0014] 根据一些实施方案,水处理系统包含:分液器,其被配置成接收包含悬浮不混溶相和/或乳化不混溶相的含水输入流,并且去除至少一部分的悬浮不混溶相和/或乳化不混溶相以产生不混溶相减少流;离子去除装置,其被配置成接收至少一部分不混溶相减少流,并且使用化学试剂使至少一种结垢离子的至少一部分从离子去除装置接收的不混溶相减少流部分中沉淀以产生相对于离子去除装置接收的输入流含有更少结垢离子的离子减少流;过滤器,其被配置成接收至少一部分不混溶相减少流和/或至少一部分离子减少流,并且从过滤器接收的不混溶相减少流部分和/或离子减少流部分中去除至少一部分悬浮固体以产生悬浮固体减少流;脱盐装置,其被配置成接收至少一部分悬浮固体减少流,并且从脱盐装置接收的悬浮固体减少流部分中去除至少一部分水以产生相对于脱盐装置接收的悬浮固体减少流部分富集溶解的一价盐的浓缩盐水流和与悬浮固体减少流相比含有更少溶解的一价盐的含有水的流;以及碳床,其被配置成接收脱盐装置产生的含有水的流的至少一部分,并且从碳床接收的含有水的流部分中去除至少一部分VOM以产生VOM减少流。

[0015] 根据一些实施方案,水处理系统包含:分液器,其被配置成接收包含悬浮不混溶相和/或乳化不混溶相的含水输入流,并且去除至少一部分的悬浮不混溶相和/或乳化不混溶相以产生不混溶相减少流;电凝装置(electrocoagulation apparatus),其被配置成接收至少一部分不混溶相减少流,并且从电凝装置接收的不混溶相减少流部分中去除至少一种结垢离子的至少一部分以产生相对于电凝装置接收的输入流含有更少结垢离子的离子减少流;过滤器,其被配置成接收至少一部分不混溶相减少流和/或至少一部分离子减少流,并且从过滤器接收的不混溶相减少流部分和/或离子减少流部分中去除至少一部分悬浮固体以产生悬浮固体减少流;碳床,其被配置成接收至少一部分悬浮固体减少流,并且从碳床接收的悬浮固体减少流部分中去除至少一部分VOM以产生VOM减少流;以及脱盐装置,其被配置成接收至少一部分VOM减少流,并且从脱盐装置接收的VOM减少流部分中去除至少一部分水以产生相对于脱盐装置接收的VOM减少流部分富集溶解的一价盐的浓缩盐水流。

[0016] 在一些实施方案中,水处理系统包含:分液器,其被配置成接收包含悬浮不混溶相和/或乳化不混溶相的含水输入流,并且去除至少一部分的悬浮不混溶相和/或乳化不混溶相以产生不混溶相减少流;电凝装置,其被配置成接收至少一部分不混溶相减少流,并且从电凝装置接收的不混溶相减少流部分中去除至少一种结垢离子的至少一部分以产生相对于电凝装置接收的输入流含有更少结垢离子的离子减少流;过滤器,其被配置成接收至少一部分不混溶相减少流和/或至少一部分离子减少流,并且从过滤器接收的不混溶相减少流部分和/或离子减少流部分中去除至少一部分悬浮固体以产生悬浮固体减少流;脱盐装置,其被配置成接收至少一部分悬浮固体减少流,并且从脱盐装置接收的悬浮固体减少流部分中去除至少一部分水以产生相对于脱盐装置接收的悬浮固体减少流部分富集溶解的一价盐的浓缩盐水流和与悬浮固体减少流相比含有更少溶解的一价盐的含有水的流;以及碳床,其被配置成接收脱盐装置产生的含有水的流的至少一部分,并且从碳床接收的含有水的流部分中去除至少一部分VOM以产生VOM减少流。

[0017] 在一些实施方案中,水处理系统包含:分液器,其被配置成接收包含悬浮不混溶相

和/或乳化不混溶相的含水输入流,并且去除至少一部分的悬浮不混溶相和/或乳化不混溶相以产生不混溶相减少流;过滤器,其被配置成接收至少一部分不混溶相减少流,并且从过滤器接收的不混溶相减少流部分中去除至少一部分悬浮固体以产生悬浮固体减少流;碳床,其被配置成接收至少一部分悬浮固体减少流,并且从碳床接收的悬浮固体减少流部分中去除至少一部分VOM以产生VOM减少流;树脂床,其被配置成接收至少一部分VOM减少流,并且从树脂床接收的VOM减少流部分中去除至少一种结垢离子的至少一部分以产生相对于树脂床接收的输入流含有更少结垢离子的离子减少流;以及脱盐装置,其被配置成接收至少一部分离子减少流,并且从脱盐装置接收的离子减少流部分中去除至少一部分水以产生相对于脱盐装置接收的离子减少流部分富集溶解的一价盐的浓缩盐水流。

[0018] 根据某些实施方案,水处理系统包含:分液器,其被配置成接收包含悬浮不混溶相和/或乳化不混溶相的含水输入流,并且去除至少一部分的悬浮不混溶相和/或乳化不混溶相以产生不混溶相减少流;过滤器,其被配置成接收至少一部分不混溶相减少流,并且从过滤器接收的不混溶相减少流部分中去除至少一部分悬浮固体以产生悬浮固体减少流;树脂床,其被配置成接收至少一部分悬浮固体减少流,并且从树脂床接收的悬浮固体减少流部分中去除至少一种结垢离子的至少一部分以产生相对于树脂床接收的输入流含有更少结垢离子的离子减少流;脱盐装置,其被配置成接收至少一部分离子减少流,并且从脱盐装置接收的离子减少流部分中去除至少一部分水以产生相对于脱盐装置接收的离子减少流部分富集溶解的一价盐的浓缩盐水流和与离子减少流相比含有更少溶解的一价盐的含有水的流;以及碳床,其被配置成接收脱盐装置产生的含有水的流的至少一部分,并且从碳床接收的含有水的流部分中去除至少一部分VOM以产生VOM减少流。

[0019] 当结合附图考虑时,根据下面详细描述的本发明的各种非限制性实施方案,本发明的其他优点和新颖特征将变得明显。在本说明书和通过引用并入的文献包括矛盾和/或不一致的公开内容的情况下,应以本说明书为准。

## 附图说明

[0020] 本发明的非限制性实施方案将通过举例的方式参照附图进行描述,所述附图是示例性的且并不旨在按比例绘制。在附图中,每个示出的相同或几乎相同的组件通常以单一数字表示。为了清楚起见,在本发明的每个实施方案中在无需说明时,为使本领域普通技术人员能够理解本发明,没有在每个附图中标记每个组件,也未示出每个组件。在附图中:

[0021] 图1是根据某些实施方案的示例性水处理系统的示意图;

[0022] 图2是根据一些实施方案的示例性加湿减湿脱盐装置的示意图;

[0023] 图3是根据一组实施方案的示例性水处理系统的示意图;

[0024] 图4是根据某些实施方案的示例性水处理系统的示意图;以及

[0025] 图5是根据一些实施方案的示例性水处理系统的示意图。

## 具体实施方式

[0026] 一般地描述了水处理系统及相关方法。本文所描述的水处理系统和方法的某些实施方案可以用于对随后输送到脱盐装置的含水流进行预处理和/或对已经由脱盐装置产生的含水流进行后处理。在一些实施方案中,水处理系统包含被配置成从含水输入流中去除

至少一部分的悬浮不混溶相和/或乳化不混溶相以产生不混溶相减少流的分离器。例如,分离器可以用于在将含水流输送到下游单元操作之前去除油、油脂和/或其它不混溶相。在某些实施方案中,水处理系统包含被配置成从含水流中去除至少一部分悬浮固体的悬浮固体去除装置。在一些实施方案中,水处理系统包含被配置成从含水流中去除至少一种结垢离子的至少一部分的离子去除装置。在一些实施方案中,水处理系统包含被配置成从含水流中去除至少一部分VOM的挥发性有机物质(VOM)去除装置。根据一些实施方案,水处理系统包含可以被配置成降低含水输入流的pH以抑制结垢离子沉淀的pH降低装置。

[0027] 本文所描述的某些水处理系统包含脱盐装置,其被配置成从含水流中去除水以产生相对于脱盐装置接收的含水流富集溶解盐的浓缩盐水流。根据一些实施方案,脱盐装置可以被配置成产生与供给至脱盐装置的流相比含有更低浓度溶解盐(例如,溶解的一价盐)的含有水的流。

[0028] 图1是根据某些实施方案的示例性水处理系统100的示意图。图1中所示的水处理系统包含可以用于处理含有至少一种溶解盐的含水流的许多组件。以下对这些组件中的各个组件进行详细描述。

[0029] 在一些实施方案中,水处理系统包含被配置成接收包含悬浮不混溶相和/或乳化不混溶相的含水输入流的可选的分离器。分离器可以被配置成从分离器接收的输入流中去除至少一部分的悬浮不混溶相和/或乳化不混溶相以产生不混溶相减少流。一般地,不混溶相减少流所含有的悬浮不混溶相和/或乳化不混溶相少于供给至分离器的流中存在的悬浮不混溶相和/或乳化不混溶相。根据某些实施方案,这两种流体是不混溶的,使得在分离器中处理乳液的温度和条件下一种流体在另一种流体中的溶解按重量计不大于10%的水平。

[0030] 参照图1,水处理系统100包含被配置成接收包含悬浮不混溶相和/或乳化不混溶相的含水输入流104的可选的分离器102。可选的分离器102可以被配置成去除至少一部分的悬浮不混溶相和/或乳化不混溶相以产生不混溶相减少流106,不混溶相减少流106与流104相比含有更少悬浮不混溶相和/或乳化不混溶相。分离器还可以产生相对于供给至分离器的流富集悬浮不混溶相和/或乳化不混溶相的流。例如,在图1中,分离器102可以被配置成相对于流104产生富集悬浮水不混溶相和/或乳化水不混溶相的流105。

[0031] 分离器可以被配置成从输入至分离器的含水流中去除各种悬浮水不混溶材料和/或乳化水不混溶材料(例如,液相水不混溶材料)。在一些实施方案中,所述不混溶相包含油和/或油脂。应当指出的是,术语“油”仅指通常比水更疏水并且与水不混溶或不溶于水的流体,如在本领域中已知的。因此,在一些实施方案中该油可以是烃,但在另一些实施方案中,油可以包括其它疏水性流体。

[0032] 在某些实施方案中,分离器被配置成从供给至分离器的流中去除较大比例的水不混溶材料。例如,在一些实施方案中,离开分离器的流(例如,图1中的流106)中至少一种水不混溶材料的量(按重量百分比计,wt%)比进入分离器的流(例如,图1中的流104)中至少一种水不混溶材料的量小至少约50%、至少约75%、至少约90%、至少约95%或至少约99%。为了说明,如果离开分离器的流含有5wt%的水不混溶材料,并且进入分离器的流含有50wt%的水不混溶材料,那么离开分离器的流含有比进入分离器的流少90%的水不混溶材料。在某些实施方案中,离开分离器的流中所有水不混溶材料的总量比进入分离器的流中所有水不混溶材料的总量小至少约50%、至少约75%、至少约90%、至少约95%或至少约

99%。

[0033] 分离器可以直接或间接流体地连接至水处理系统的一个或更多个其它单元操作。在某些实施方案中,分离器流体地连接至下文中更详细地描述的脱盐装置。例如,参照图1,分离器102经由流106、110、114、118和122流体地连接至下文中更详细地描述的脱盐装置124。在某些实施方案中,分离器还可以流体地连接至可选的悬浮固体去除装置。例如,在图1中,分离器102经由流106流体地连接至下文中更详细地描述的可选的悬浮固体去除装置108。在一些实施方案中,分离器可以流体地连接至可选的离子去除装置。例如,在图1中,分离器102经由流106和110流体地连接至下文中更详细地描述的可选的离子去除装置112。在某些实施方案中,分离器可以流体地连接至可选的pH降低装置。例如,在图1中,分离器102经由流106、110和114流体地连接至下文中更详细地描述的可选的pH降低装置116。在一些实施方案中,分离器可以流体地连接至可选的VOM去除装置。例如,在图1中,分离器102经由流106、110、114和118流体地连接至下文中更详细地描述的可选的VOM去除装置120。

[0034] 在一些实施方案中,分离器直接流体地连接至悬浮固体去除装置。例如,在图1中,分离器102经由流106直接流体地连接至下文中更详细地描述的悬浮固体去除装置108。在某些实施方案中,分离器可以被配置成去除悬浮固体。在一些这样的实施方案中,分离器可以被配置成进行本文所描述的关于悬浮固体去除装置的任何功能。例如,在一些这样的实施方案中,分离器可以被配置成去除污垢、沉淀的盐、有机固体和/或任何其它悬浮固体材料。在一些实施方案中,分离器可以被配置成去除至少约50%、至少约75%、至少约90%、至少约95%或至少约99%的输送至分离器的流中的悬浮固体。

[0035] 应当理解,本发明不限于分离器直接流体地连接至悬浮固体去除装置的实施方案,并且在一些实施方案中,分离器可以直接流体地连接至一个或更多个其它单元操作。在一些实施方案中,分离器直接流体地连接至下文中更详细地描述的离子去除装置。在某些实施方案中,分离器直接流体地连接至下文中更详细地描述的pH降低装置。根据一些实施方案,分离器直接流体地连接至下文中更详细地描述的VOM去除装置。在一些实施方案中,分离器直接流体地连接至下文中更详细地描述的脱盐装置。

[0036] 在本文所描述的实施方案中可以使用各种类型的分离器。在一些实施方案中,分离器经由重力、离心力、吸附和/或使用阻挡物(barrier)使不混溶相与含水流至少部分地分离。

[0037] 在一些实施方案中,分离器包含水力旋流器,如脱油型水力旋流器(de-oiling hydrocyclone)。在一些实施方案中,水力旋流器可以被配置成去除直径大于约10微米的不混溶相的微滴。

[0038] 在一些实施方案中,分离器包含波纹板拦截器(corrugated plate interceptor)。在一些实施方案中,波纹板拦截器可以被配置成去除直径大于约50微米的不混溶相的微滴。

[0039] 在一些实施方案中,分离器包含吸附介质过滤器。吸附介质过滤器可以含有吸附介质。吸附介质可以包括,例如,胡桃壳。在一些实施方案中,吸附介质过滤器可以被配置成去除直径大于约150微米的不混溶相的微滴。

[0040] 根据某些实施方案,分离器包含凝结介质过滤器(coalescing media filter)。在一些实施方案中,凝结介质过滤器可以被配置成去除直径小于约2微米的不混溶相的微滴。

[0041] 在一些实施方案中,分离器包含膜过滤器。在某些实施方案中,膜过滤器可以被配置成去除直径小于约1微米的不混溶相的微滴。

[0042] 在某些实施方案中,分离器包含水和不混溶相至少部分地物理分开的沉降区。沉降区可以包含例如结晶槽罐(在一些实施方案中,可以是沉降槽罐)。作为一个实例,根据某些实施方案,分离器可以包含一般地称为API分离器的美国石油学会分离器(American Petroleum Institute separator)。在一些实施方案中,API分离器可以被配置成去除直径大于约150微米的不混溶相的微滴。

[0043] 根据一些实施方案,分离器包含分液器。在一些实施方案中,分离器包含溶解气体浮选(dissolved gas floatation,DGF)装置。在某些实施方案中,分离器包含诱导气浮(induced gas flotation,IGF)装置。在一些实施方案中,DGF装置和/或IGF装置可以被配置成去除直径大于约20微米的不混溶相的微滴。

[0044] 在一些实施方案中,本文所描述的水处理系统可以包含可选的悬浮固体去除装置。根据某些实施方案,悬浮固体去除装置可以被配置成从悬浮固体去除装置接收的输入流中去除至少一部分悬浮固体以产生悬浮固体减少流。一般地,悬浮固体减少流与悬浮固体去除装置接收的输入流相比含有更少量的悬浮固体。例如,在图1中,悬浮固体去除装置108可以被配置成从输入流106中去除至少一部分悬浮固体以产生悬浮固体减少流110。悬浮固体去除装置还可以产生相对于供给悬浮固体去除装置的流富集悬浮固体的流。例如,在图1中,悬浮固体去除装置108可以被配置成产生相对于流106富集悬浮固体的流109。

[0045] 悬浮固体去除装置可以被配置成去除可以存在于供给至悬浮固体去除装置的流中的任何悬浮固体。根据某些实施方案,悬浮固体去除装置可以被配置成去除在水中作为胶体或由于水的运动保持悬浮的颗粒。在一些实施方案中,悬浮固体去除装置可以被配置成去除污垢、沉淀的盐、有机固体(例如,病原体如细菌、贾第鞭毛虫(*Giardia*)等)和/或任何其它固体材料。在一些实施方案中,悬浮固体去除装置去除的悬浮固体包含颗粒状固体。

[0046] 在某些实施方案中,悬浮固体去除装置被配置成从供给至悬浮固体去除装置的流中去除较大比例的悬浮固体。例如,在一些实施方案中,离开悬浮固体去除装置的流(例如,图1中的流110)中至少一种悬浮固体材料的量(按重量百分比计,wt%)比进入悬浮固体去除装置的流(例如,图1中的流106)中至少一种悬浮固体材料的量小至少约50%、至少约75%、至少约90%、至少约95%或至少约99%。在某些实施方案中,离开悬浮固体去除装置的流中所有悬浮固体材料的总量比进入悬浮固体去除装置的流中所有悬浮固体材料的总量小至少约50%、至少约75%、至少约90%、至少约95%或至少约99%。

[0047] 悬浮固体去除装置可以直接或间接流体地连接至水处理系统的一个或更多个其它单元操作。在某些实施方案中,悬浮固体去除装置流体地连接至下文中更详细地描述的脱盐装置。例如,参照图1,悬浮固体去除装置108经由流110、114、118和122流体地连接至下文中更详细地描述的脱盐装置124。在某些实施方案中,悬浮固体去除装置还可以流体地连接至可选的分离器。例如,在图1中,悬浮固体去除装置108经由流106流体地连接至可选的分离器102。在一些实施方案中,悬浮固体去除装置可以流体地连接至可选的离子去除装置。例如,在图1中,悬浮固体去除装置108经由流110流体地连接至下文中更详细地描述的可选的离子去除装置112。在某些实施方案中,悬浮固体去除装置可以流体地连接至可选的pH降低装置。例如,在图1中,悬浮固体去除装置108经由流110和114流体地连接至下文中更

详细地描述的可选的pH降低装置116。在一些实施方案中,悬浮固体去除装置可以流体地连接至可选的VOM去除装置。例如,在图1中,悬浮固体去除装置108经由流110、114和118流体地连接至下文中更详细地描述的可选的VOM去除装置120。

[0048] 在一些实施方案中,悬浮固体去除装置直接流体地连接至分离器。例如,在图1中,悬浮固体去除装置108经由流106直接流体地连接至分离器102。在某些实施方案中,悬浮固体去除装置直接流体地连接至离子去除装置。例如,在图1中,悬浮固体去除装置108经由流110直接流体地连接至下文中更详细地描述的离子去除装置112。在一些实施方案中,悬浮固体去除装置可以直接流体地连接至一个或更多个其它单元操作。在一些实施方案中,悬浮固体去除装置直接流体地连接至下文中更详细地描述的pH降低装置。根据一些实施方案,悬浮固体去除装置直接流体地连接至下文中更详细地描述的VOM去除装置。在一些实施方案中,悬浮固体去除装置直接流体地连接至下文中更详细地描述的脱盐装置。

[0049] 在本文所描述的实施方案中可以使用各种类型的悬浮固体去除装置。在一些实施方案中,悬浮固体去除装置包含过滤器、重力沉降器和/或凝结剂诱导絮凝器(coagulant induced flocculator)。在一些实施方案中,凝结剂诱导絮凝器含有氯化铁和/或明矾凝结剂。过滤器可以包含例如袋式过滤器(bag filter)和/或介质过滤器。根据一些实施方案,介质过滤器可以包含硅藻土介质。

[0050] 根据某些实施方案,水处理系统可以包含可选的离子去除装置。离子去除装置可以被配置成从离子去除装置接收的输入流中去除至少一种结垢离子的至少一部分以产生离子减少流。一般地,离子减少流相对于离子去除装置接收的输入流含有更少结垢离子(例如,结垢阳离子和/或结垢阴离子)。利用离子去除装置去除结垢离子可以降低离子去除装置下游的单元操作中的结垢水平。

[0051] 例如,参照图1,系统100包含离子去除装置112。根据某些实施方案,离子去除装置112可以被配置成从离子去除装置112接收的流110中去除至少一种结垢离子的至少一部分。离子去除装置112可以被配置成产生相对于离子去除装置112接收的输入流110含有更少结垢离子的离子减少流114。离子去除装置还可以产生相对于供给至离子去除装置的流富集结垢离子的流。例如,在图1中,离子去除装置112可以被配置成产生相对于流110富集至少一种结垢离子的流113。

[0052] 在某些实施方案中,离子去除装置去除至少一种结垢离子的至少一部分,同时允许溶解的一价盐在输送出离子去除装置的含水流中保持溶解。

[0053] 离子去除装置可以被配置成去除期望要去除的任何结垢离子。本领域普通技术人员所熟悉的结垢离子是当以超过其溶解度水平的浓度存在时易于形成固体垢的离子。结垢离子的实例包括多价阳离子(例如, $Mg^{2+}$ 、 $Ca^{2+}$ 、 $Sr^{2+}$ 、 $Ba^{2+}$ 等)和结垢阴离子(如碳酸根阴离子( $CO_3^{2-}$ )、碳酸氢根阴离子( $HCO_3^-$ )、硫酸根阴离子( $SO_4^{2-}$ )、硫酸氢根阴离子( $HSO_4^-$ )、溶解的二氧化硅(例如, $SiO_2(OH)_2^{2-}$ 、 $SiO(OH)^3^-$ 、 $(SiO_3^{2-})_n$ 等)、氢氧根离子( $OH^-$ )等)。

[0054] 在一些实施方案中,离子去除装置被配置成去除至少一种结垢阳离子。在一些实施方案中,结垢阳离子可以是多价阳离子,例如二价阳离子。例如,根据一些实施方案,离子去除装置可以被配置成去除 $Mg^{2+}$ 、 $Ca^{2+}$ 、 $Sr^{2+}$ 和/或 $Ba^{2+}$ 。根据某些实施方案,使用离子去除装置也可以去除其它结垢阳离子。在一些实施方案中,离子去除装置被配置成去除至少一种结垢阴离子。离子去除装置可以被配置成去除的结垢阴离子的非限制性实例包括碳酸根阴

离子( $\text{CO}_3^{2-}$ )、碳酸氢根阴离子( $\text{HCO}_3^-$ )、硫酸根阴离子( $\text{SO}_4^{2-}$ )、硫酸氢根阴离子( $\text{HSO}_4^-$ )和/或溶解的二氧化硅(例如, $\text{SiO}_2(\text{OH})_2^{2-}$ 、 $\text{SiO}(\text{OH})^{3-}$ 、 $(\text{SiO}_3^{2-})_n$ 等)。在一些实施方案中,离子去除装置被配置成去除一种或更多种多价结垢阴离子,例如一种或更多种二价结垢阴离子(如碳酸根阴离子( $\text{CO}_3^{2-}$ )和/或硫酸根阴离子( $\text{SO}_4^{2-}$ ))。

[0055] 在一些情况下,使用离子去除装置从含水进料流中去除的结垢离子可以是略溶的(sparingly soluble)(例如,20℃下的溶解度为每100克水少于约1克、每100克水少于约0.1克或每100克水少于约0.01克或更低)。因此,根据一些实施方案,这样的结垢离子可以容易在水处理系统的各个部分内结垢。含有结垢离子的略溶盐的实例包括但不限于碳酸钙( $\text{CaCO}_3$ )(20℃下的溶解度为每100克水约0.000775克)、硫酸钙( $\text{CaSO}_4$ )(20℃下的溶解度为每100克水约0.264克)、氢氧化镁( $\text{Mg}(\text{OH})_2$ )(20℃下的溶解度为每100克水约0.0009628克)和硫酸钡( $\text{BaSO}_4$ )(20℃下的溶解度为每100克水约0.000285克)。根据某些实施方案,离子去除装置可以被配置成使得结垢离子的去除抑制或防止包含结垢离子的固体盐在水处理系统运行期间结垢。

[0056] 在某些实施方案中,离子去除装置被配置成从进料流中去除较大比例的溶解的结垢离子。例如,在一些实施方案中,离开离子去除装置的流(例如图1中的流114)中至少一种结垢离子的浓度(摩尔每升(即摩尔浓度))比进入离子去除装置的流(例如图1中的流110)中至少一种结垢离子的浓度低至少约50%、至少约75%、至少约90%、至少约95%或至少约99%。在某些实施方案中,离开离子去除装置的流中所有结垢离子的浓度总和(摩尔每升)比进入离子去除装置的流中所有结垢离子的浓度总和低至少约50%、至少约75%、至少约90%、至少约95%或至少约99%。

[0057] 根据某些实施方案,离子去除装置被配置成产生所含结垢离子的量低于约50mg/L、低于约10mg/L、低于约1mg/L或低于约0.1mg/L的离子减少流。在一些实施方案中,离子减少流基本上不含结垢离子。

[0058] 离子去除装置可以直接或间接流体地连接至水处理系统的一个或更多个其它单元操作。在某些实施方案中,离子去除装置流体地连接至下文中更详细地描述的脱盐装置。例如,参照图1,离子去除装置112经由流114、118和122流体地连接至下文中更详细地描述的脱盐装置124。在某些实施方案中,离子去除装置还可以流体地连接至可选的分离器。例如,在图1中,离子去除装置112经由流106和110流体地连接至可选的分离器102。在一些实施方案中,离子去除装置可以流体地连接至可选的悬浮固体去除装置。例如,在图1中,离子去除装置112经由流110流体地连接至悬浮固体去除装置108。在某些实施方案中,离子去除装置可以流体地连接至可选的pH降低装置。例如,在图1中,离子去除装置112经由流114流体地连接至下文中更详细地描述的可选的pH降低装置116。在一些实施方案中,离子去除装置可以流体地连接至可选的VOM去除装置。例如,在图1中,离子去除装置112经由流114和118流体地连接至下文中更详细地描述的可选的VOM去除装置120。

[0059] 在一些实施方案中,离子去除装置直接流体地连接至悬浮固体去除装置。例如,在图1中,离子去除装置112经由流110直接流体地连接至悬浮固体去除装置108。在某些实施方案中,离子去除装置直接流体地连接至pH降低装置。例如,在图1中,离子去除装置112经由流114直接流体地连接至下文中更详细地描述的pH降低装置116。在一些实施方案中,离子去除装置可以直接流体地连接至一个或更多个其它单元操作。在一些实施方案中,离子

去除装置直接流体地连接至分离器。在一些实施方案中,离子去除装置直接流体地连接至下文中更详细地描述的VOM去除装置。在一些实施方案中,离子去除装置直接流体地连接至下文中更详细地描述的脱盐装置。

[0060] 在本文所描述的实施方案中可以使用各种类型的离子去除装置。

[0061] 在一些实施方案中,离子去除装置包含离子去除介质,其可以包含在例如容器内。

[0062] 在一些实施方案中,离子去除装置包含化学离子去除装置。在一些实施方案中,化学离子去除装置包含被配置成诱导至少一种结垢离子沉淀的离子去除组合物。例如,化学离子去除装置可以被配置成使用烧碱、纯碱和/或阴离子聚合物去除至少一种离子。在一些实施方案中,离子去除组合物可以被配置成诱导至少一种结垢阳离子沉淀。例如,当向含有 $\text{Ca}^{2+}$ 和/或 $\text{Mg}^{2+}$ 的流添加烧碱和/或纯碱时,所述流中所含的至少一部分 $\text{Ca}^{2+}$ 和/或 $\text{Mg}^{2+}$ 可以被沉淀为不溶性固体如碳酸钙和/或氢氧化镁。在一些实施方案中,阴离子聚合物可以用作离子去除介质。在一些实施方案中,组合物可以被配置成诱导至少一种结垢阴离子的沉淀。例如,阳离子聚合物可以用作去除结垢阴离子的离子去除介质。还可以使用上述离子去除介质和/或其它离子去除介质的混合物。

[0063] 在某些实施方案中,离子去除装置包含电凝装置。在一些实施方案中,电凝装置可以被配置成从含水流中去除至少一部分悬浮固体而不是,或者除此之外,从含水流中去除至少一种结垢离子的至少一部分。本领域普通技术人员熟悉电凝法,其中可以使用短波电解去除至少一部分多价离子和/或悬浮污染物。

[0064] 在某些实施方案中,离子去除装置包含树脂床。根据某些实施方案,树脂床含有离子交换树脂。例如,树脂床可以包含阴离子选择性树脂床和/或阳离子选择性树脂床。在某些实施方案中,离子去除装置是离子交换装置。例如,离子交换装置可以含有离子交换介质。本领域普通技术人员熟悉离子交换介质的功能,离子交换介质通常从溶液中去除至少一种结垢离子,并且在一些情况但不是所有情况下,用一种或更多种一价离子替代结垢离子。例如,在某些实施方案中,离子交换介质通过接触含有结垢离子的含水溶液发挥作用,此后离子交换介质捕获至少一部分结垢离子并且离子交换介质中最初所含的至少一部分一价离子释放到含水溶液中。在一些这样的实施方案中,离子交换介质包含离子交换树脂。

[0065] 本领域普通技术人员将能够基于溶解在供给至离子去除装置的流中的结垢离子类型、所述离子的浓度、操作者操作离子去除装置所期望的流率以及其它因素来选择在离子去除装置中使用的适当的离子去除介质(例如离子交换介质或其它离子去除介质)。离子去除装置可以包括进行离子去除操作的一个或更多个槽罐和/或柱状物。例如,在某些实施方案中,离子去除装置包含一个或更多个槽罐,含水进料流和离子去除介质被输送到所述槽罐中。在一组实施方案中,含水进料流和诱导沉淀的离子去除介质被供给至允许发生结垢离子沉淀的一系列槽罐中。在其它实施方案中,可以用柱状物(例如填充柱)来进行离子去除操作。例如,在一些实施方案中,可以将含水溶液供给至一个或更多个填充柱,所述填充柱包含可以用于从含水溶液中去除至少一部分结垢离子的离子交换树脂或其它离子去除介质。鉴于本公开内容,本领域普通技术人员将能够设计用于进行本文所描述的离子去除步骤的多种其它适合的配置。

[0066] 在某些实施方案中,水处理系统可以包含被配置成接收包含结垢离子的含水输入流并且降低含水输入流之pH的pH降低装置。在某些实施方案中,为了抑制结垢离子沉淀,可

以进行含水输入流的pH降低。例如,返回参照图1,系统100包含可以被配置成接收可以包含结垢离子的含水输入流114的可选的pH降低装置116。pH降低装置116可以被配置成降低含水输入流114的pH以抑制结垢离子沉淀。这可以导致产生pH降低流118。在一些实施方案中,pH降低流的pH为约6至约8、约6.5至约7.5、约6.8至约7.2或约6.9至约7.1。在一些实施方案中,pH降低流的pH为约7。根据一些实施方案,输入流114的pH可以例如通过经由流117添加化学品而降低。例如,在某些实施方案中,可以向pH降低装置添加酸性组合物来降低流114的pH。

[0067] pH降低装置可以直接或间接流体地连接至水处理系统的一个或更多个其它单元操作。在某些实施方案中,pH降低装置流体地连接至下文中更详细地描述的脱盐装置。例如,参照图1,pH降低装置116经由流118和122流体地连接至下文中更详细地描述的脱盐装置124。在某些实施方案中,pH降低装置还可以流体地连接至可选的分离器。例如,在图1中,pH降低装置116经由流106、110和114流体地连接至可选的分离器102。在一些实施方案中,pH降低装置可以流体地连接至可选的悬浮固体去除装置。例如,在图1中,pH降低装置116经由流110和114流体地连接至悬浮固体去除装置108。在一些实施方案中,pH降低装置可以流体地连接至可选的离子去除装置。例如,在图1中,pH降低装置116经由流114流体地连接至可选的离子去除装置112。在某些实施方案中,pH降低装置可以流体地连接至下文中更详细地描述的VOM去除装置。例如,在图1中,pH降低装置116经由流118流体地连接至下文中更详细地描述的可选的VOM去除装置120。

[0068] 在一些实施方案中,pH降低装置可以直接流体地连接至离子去除装置。例如,在图1中,pH降低装置116经由流114直接流体地连接至离子去除装置112。在某些实施方案中,pH降低装置直接流体地连接至VOM去除装置。例如,在图1中,pH降低装置116经由流118直接流体地连接至下文中更详细地描述的VOM去除装置120。在一些实施方案中,pH降低装置可以直接流体地连接至一个或更多个其它单元操作。在一些实施方案中,pH降低装置直接流体地连接至分离器。在一些实施方案中,pH降低装置直接流体地连接至悬浮固体去除装置。在一些实施方案中,pH降低装置直接流体地连接至下文中更详细地描述的脱盐装置。

[0069] 在某些实施方案中,水处理系统包含可选的挥发性有机物质(VOM)去除装置。VOM去除装置可以被配置成从VOM去除装置接收的输入流中去除至少一部分VOM以产生VOM减少流。一般地,VOM减少流所含VOM的量少于VOM去除装置接收的输入流中VOM的量。

[0070] 本文中的术语“挥发性有机物质”或“VOM”用于描述在25°C、1个大气压下至少部分蒸发的有机物质。在某些实施方案中,挥发性有机物质在1个大气压下的沸点小于或等于450°C。VOM包括挥发性有机化合物(volatile organic compound,VOC)和半挥发性有机化合物(semi-volatile organic compound,SVOC)。可以通过VOM去除装置至少部分地去除的VOC的实例包括但不限于丙酮、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、1,1-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、1,1-二氯丙烯、1,2,3-三氯苯、1,2,3-三氯丙烷、1,2,4-三氯苯、1,2,4-三甲基苯、1,2-二溴-3-氯丙烷、1,2-二溴乙烷、1,2-二氯苯、1,2-二氯乙烷、1,2-二氯丙烷、1,3,5-三甲基苯、1,3-二氯苯、1,3-二氯丙烷、1,4-二氯苯、2,2-二氯丙烷、2-丁酮、2-氯乙基乙烯基醚、2-氯甲苯、2-己酮、4-氯甲苯、4-甲基-2-戊酮、苯、溴苯、溴氯甲烷、溴二氯甲烷、三溴甲烷、二硫化碳、四氯化碳、氯苯、氯乙烷、三氯甲烷、顺式-1,2-二氯乙烯、顺式-1,3-二氯丙烯、二溴氯甲烷、二溴甲烷、二氯二氟甲烷、乙苯、六氯丁二

烯、异丙苯、间-二甲苯、对-二甲苯、溴甲烷、氯甲烷、二氯甲烷、正丁基苯、正丙基苯、萘、邻二甲苯、对异丙基甲苯、仲丁基苯、苯乙烯、叔丁基苯、四氯乙烯、甲苯、反式-1,2-二氯乙烯、反式-1,3-二氯丙烯、三氯乙烯、三氯氟甲烷、乙酸乙烯酯和氯乙烯。可以通过VOM去除装置至少部分地去除的SVOC的实例包括但不限于2,4,5-三氯苯酚、2,4,6-三氯苯酚、2,4-二氯苯酚、2,4-二甲基苯酚、2,4-二硝基苯酚、2,4-二硝基甲苯、2,6-二硝基甲苯、2-氯萘、2-氯苯酚、2-甲基萘、2-甲基苯酚、2-硝基苯胺、2-硝基苯酚、3,3'-二氯联苯胺、3-硝基苯胺、4,6-二硝基-2-甲基苯酚、4-溴苯基苯基醚、4-氯-3-甲基苯酚、4-氯苯胺、4-氯苯基苯基醚、3&4-甲基苯酚、4-硝基苯胺、4-硝基苯酚、茚、茚烯、蒽、苯并(a)蒽、苯并(a)芘、苯并(b)荧蒽、苯并(g,h,i)花、苯并(k)荧蒽、苯甲酸、苯甲醇、双(2-氯乙氧基)甲烷、双(2-氯乙基)醚、双(2-氯异丙基)醚、双(2-乙基己基)邻苯二甲酸酯、丁基苄基邻苯二甲酸酯、~~蒹~~、二-正丁基邻苯二甲酸酯、二-正辛基邻苯二甲酸酯、二苯并(a,h)蒽、二苯并呋喃、邻苯二甲酸二乙酯、邻苯二甲酸二甲酯、荧蒽、蒎、六氯苯、六氯环戊二烯、六氯乙烷、茚并(1,2,3-cd)芘、异佛尔酮、n-亚硝基-二-正丙胺、n-亚硝基二苯胺、硝基苯、五氯苯酚、菲、苯酚以及芘。

[0071] 返回参照图1,系统100包含可选的VOM去除装置120。VOM去除装置120可以被配置成从VOM去除装置120接收的输入流118中去除至少一部分VOM以产生VOM减少流122,所述VOM减少流122相对于VOM去除装置120接收的输入流118含有更少VOM。VOM去除装置还可以产生相对于供给至VOM去除装置的流富集VOM的流。例如,在图1中,VOM去除装置120可以被配置成产生相对于流118富集VOM的流121。

[0072] 在某些实施方案中,VOM去除装置被配置成从供给至VOM去除装置的流中去除较大比例的VOM。例如,在一些实施方案中,离开VOM去除装置的流(例如图1中的流122)中至少一种VOM的量(按重量百分比计,wt%)比进入VOM去除装置的流(例如图1中的流118)中至少一种VOM的量小至少约50%、至少约75%、至少约90%、至少约95%或至少约99%。在某些实施方案中,离开VOM去除装置的流中所有VOM的总量比进入VOM去除装置的流中所有VOM的总量小至少约50%、至少约75%、至少约90%、至少约95%或至少约99%。

[0073] 在一些实施方案中,VOM去除装置不包括任何热能的源。例如,根据某些实施方案,VOM去除装置不包括任何蒸气输入流。

[0074] VOM去除装置可以直接或间接流体地连接至水处理系统的一个或更多个其它单元操作。在某些实施方案中,VOM去除装置流体地连接至下文中更详细地描述的脱盐装置。例如,参照图1,VOM去除装置120经由流122流体地连接至下文中更详细地描述的脱盐装置124。在某些实施方案中,VOM去除装置还可以流体地连接至可选的分离器。例如,在图1中,VOM去除装置120经由流106、110、114和118流体地连接至可选的分离器102。在一些实施方案中,VOM去除装置可以流体地连接至可选的悬浮固体去除装置。例如,在图1中,VOM去除装置120经由流110、114和118流体地连接至悬浮固体去除装置108。在一些实施方案中,VOM去除装置可以流体地连接至可选的离子去除装置。例如,在图1中,VOM去除装置120经由流114和118流体地连接至可选的离子去除装置112。在某些实施方案中,VOM去除装置可以流体地连接至可选的pH降低装置。例如,在图1中,VOM去除装置120经由流118流体地连接至可选的pH降低装置116。

[0075] 在一些实施方案中,VOM去除装置可以直接流体地连接至pH降低装置。例如,在图1中,VOM去除装置120经由流118直接流体地连接至pH降低装置116。在某些实施方案中,VOM

去除装置直接流体地连接至脱盐装置。例如,在图1中,VOM去除装置120经由流122直接流体地连接至下文中更详细地描述的脱盐装置124。在一些实施方案中,VOM去除装置可以直接流体地连接至一个或更多个其它单元操作。在一些实施方案中,VOM去除装置直接流体地连接至分离器。在一些实施方案中,VOM去除装置直接流体地连接至悬浮固体去除装置。在一些实施方案中,VOM去除装置直接流体地连接至离子去除装置。

[0076] 在本文所描述的实施方案中可以使用各种类型的VOM去除装置。在一些实施方案中,VOM去除装置包含碳床过滤器和/或空气洗提器(air stripper)。在一些实施方案中,空气洗提器包含填充床洗提器(packed bed stripper)、低轮廓空气洗提器(low-profile air stripper)和/或曝气洗提器(aeration stripper)。在某些实施方案中,碳床包含活性炭。

[0077] 根据一些实施方案,VOM去除装置被配置成从至少部分脱盐的水(例如从下文中更详细地描述的图1中的流125)中去除至少一部分VOM。例如,在一些实施方案中,如下文中更详细地描述的,VOM去除装置接收的输入流包含脱盐装置产生的含有水的流的至少一部分,该含有水的流与脱盐装置接收的流相比含有更低浓度的溶解盐。

[0078] 在一些实施方案中,水处理系统包含脱盐装置。脱盐装置可以被配置成从脱盐装置接收的含水流中去除水以产生相对于脱盐装置接收的含水流富集溶解盐(例如富集溶解的一价盐)的浓缩盐水流。例如,在图1中,系统100包含脱盐装置124,其被配置成从脱盐装置124接收的含水流122中去除水以产生相对于脱盐装置124接收的含水流122富集溶解盐的浓缩盐水流126。

[0079] 在某些实施方案中,供给至脱盐装置的流含有至少一种溶解的一价盐。与本文所描述的某些(尽管不一定是全部)创造性系统和方法相关联的一个优点是它们可以用于处理具有较高浓度的溶解的一价盐的流。例如,在某些实施方案中,供给至脱盐装置的流可以含有以下量的溶解的一价盐:至少约2wt%、至少约5wt%、至少约10wt%、至少约20wt%或至少约25wt%(和/或,在某些实施方案中,最高达溶解度极限)。

[0080] 在某些实施方案中,脱盐装置可以被配置成从含水流中去除水以产生相对于脱盐装置接收的含水流富集溶解的一价盐的浓缩盐水流。溶解盐是已经溶解到该盐的组分离子彼此不再离子键合的程度的盐。一般地,术语“一价盐”是指包含一价阳离子(即溶解时具有+1的氧化还原态的阳离子)的盐。一价盐的实例包括但不限于含钠、钾、锂、铷、铯和铊的那些盐。在某些实施方案中,一价盐包含一价阴离子,如氯、溴、氟和碘。一价盐的实例包括但不限于氯化钠(NaCl)、溴化钠(NaBr)、氯化钾(KCl)、溴化钾(KBr)、碳酸钠(Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)、硫酸钠(Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)等。根据某些实施方案,脱盐装置产生的浓缩盐水流包含溶解盐,使得浓缩盐水流的密度为约9磅每加仑至约11磅每加仑、约9.5磅每加仑至约10.5磅每加仑、或约9.8磅每加仑至约10.2磅每加仑。在一些实施方案中,脱盐装置产生的浓缩盐水流包含溶解盐,使得其密度为约10磅每加仑。

[0081] 在一些实施方案中,脱盐装置还可以产生与供给至脱盐装置的流相比含有更低浓度的溶解盐(例如溶解的一价盐)的含有水的流。例如,在图1中,脱盐装置124可以被配置成产生与供给至脱盐装置124的流122相比含有更少溶解盐(例如,更少溶解的一价盐)的含有水的流125。

[0082] 在一些实施方案中,脱盐装置被配置成产生含有较高纯度的水的流。例如,在一些

实施方案中,脱盐装置产生了含有以下量的水的流(例如图1中的流125):至少约95wt%、至少约99wt%、至少约99.9wt%或至少约99.99wt%(和/或,在某些实施方案中,高达约99.999wt%或更多)。

[0083] 脱盐装置可以直接或间接流体地连接至水处理系统的一个或更多个其它单元操作。在某些实施方案中,脱盐装置流体地连接至可选的分离器。例如,在图1中,脱盐装置124经由流106、110、114、118和122流体地连接至分离器102。在某些实施方案中,脱盐装置流体地连接至可选的悬浮固体去除装置。例如,在图1中,脱盐装置124经由流110、114、118和122流体地连接至悬浮固体去除装置108。在某些实施方案中,脱盐装置流体地连接至可选的离子去除装置。例如,在图1中,脱盐装置124经由流114、118和122流体地连接至离子去除装置112。在某些实施方案中,脱盐装置流体地连接至可选的pH降低装置。例如,在图1中,脱盐装置124经由流118和122流体地连接至pH降低装置116。在某些实施方案中,脱盐装置流体地连接至可选的VOM去除装置。例如,在图1中,脱盐装置124经由流122流体地连接至VOM去除装置120。

[0084] 在一些实施方案中,脱盐装置可以直接流体地连接至VOM去除装置。例如,在图1中,脱盐装置124经由流122直接流体地连接至VOM去除装置120。在一些实施方案中,脱盐装置可以直接流体地连接至一个或更多个其它单元操作。在一些实施方案中,脱盐装置直接流体地连接至分离器。在一些实施方案中,脱盐装置直接流体地连接至悬浮固体去除装置。在一些实施方案中,脱盐装置直接流体地连接至离子去除装置。根据某些实施方案,脱盐装置直接流体地连接至pH降低装置。

[0085] 在本文所描述的实施方案中可以使用各种类型的脱盐装置。在一些实施方案中,脱盐装置包含加湿减湿脱盐装置。在一些实施方案中,加湿减湿脱盐装置在低于1个大气压的压强下运行。在某些实施方案中,加湿减湿脱盐装置包含减湿器,所述减湿器包含气泡塔冷凝器(bubble column condenser)。在一些实施方案中,加湿减湿脱盐装置包含被配置成使在加湿器和/或减湿器中的中间点处空气质量流率与液体质量流率之比离散地变化的多个导管。

[0086] 图2是可以与本文所描述的某些创造性系统和方法相关联地使用的示例性加湿减湿脱盐装置124的示意图。在图2中,脱盐装置124包含加湿器206,其可以被配置成接收流122(其可以对应于例如图1中的流122)。加湿器206还可以被配置成接收气体流208。气体流208可以包含能够携带水蒸气的任何气体。例如,气体流208可以包含空气、氮气、氧气、稀有气体(例如氦气、氩气等)和/或任何其它合适的气体。在一些实施方案中,加湿器206可以被配置成使得水自流122蒸发进入气体流208以产生经加湿气体流210和浓缩盐水流126。脱盐装置124还包含流体地连接至加湿器206的减湿器212。减湿器212可以被配置成使来自气体流210的至少一部分水冷凝以产生含有水的流125和减湿气体流。

[0087] 在某些实施方案中,减湿器直接流体地连接至加湿器。例如,在图2中,减湿器212直接流体地连接(经由流210和208)至加湿器206。在另一些实施方案中,加湿器和减湿器可以布置成使得它们彼此流体地连接但彼此不直接流体地连接。

[0088] 可以如下操作脱盐装置。根据某些实施方案,可将含有至少一种溶解盐(例如溶解的一价盐)的进料流输送到加湿器。在一些实施方案中,从供给至脱盐装置的流(例如供给至脱盐装置的离子减少流和/或另一流)中去除水以产生相对于进料流富集溶解的一价盐

的浓缩盐水流。该浓缩盐水流可以例如通过将气体流加湿来产生。例如,参照图2,可将含有至少一种溶解盐(例如至少一种溶解的一价盐)的流122和气体流208供给至加湿器206。在某些实施方案中,将气体流加湿包括使气体流与供给至脱盐单元的流在加湿器内接触以使至少一部分水自进料流中蒸发进入气体流。例如,在图2中,来自流122的水可以在加湿器206内蒸发进入气体流208以产生经加湿气体流210(其可以含有水蒸气)和浓缩盐水流126。可将浓缩盐水流126从脱盐装置输送出并且输送到下游处理装置。

[0089] 一些实施方案包括将气体流输送到减湿器并且使气体流内的至少一部分水冷凝。例如,参照图2,可将经加湿气体流210输送至减湿器212,水可以在减湿器212中冷凝以形成含有水的流125和经减湿气体流208。在某些实施方案中,包括图2所示的一组实施方案,可将至少一部分经减湿气体流(例如以封闭的回路)再循环到加湿器206,并且用于从供给至加湿器的含水溶液中去水。在另一些实施方案中,可以将来自减湿器的减湿流输送至系统内的其它地方和/或排出。

[0090] 加湿器可以具有允许将来自脱盐进料流的水传输至气体流的任何构造。在某些实施方案中,加湿器包含容器(例如,不锈钢槽罐或其它容器)。加湿器容器可以包含被配置成接收含水盐水进料流(例如如图1和图2中的流122)的第一入口和被配置成接收含水盐水进料流中的水蒸发进入其中的气体流的第二入口。

[0091] 在一些实施方案中,加湿器包含下述设备:被配置成当含水盐水进料流输送通过所述设备时产生含水盐水流落的微滴。例如,可将喷嘴或其它喷射设备设置于加湿器的顶端,使得含水进料流向下喷射到加湿器底部。使用喷射设备可以提高供给至加湿器的含水盐水流与水自含水盐水流输入其中的气体流之间接触的程度。在一些这样的实施方案中,可以相对于输送含水盐水流的方向沿逆流方向输送气体流。例如,可以将气体流输送进入加湿器底部,通过加湿器容器,并输送出加湿器顶部。在某些实施方案中,未从含水盐水进料流输送到气体流的剩余部分的水被收集在加湿器底部或底部附近,并且作为浓缩盐水流(例如如图1和2中的流126)输送出加湿器(并且输送出脱盐系统)。

[0092] 在某些实施方案中,在加湿步骤之前和/或加湿步骤期间可以对加湿器206、流122和/或流208进行加热。对这些流中的一个或多个进行加热可以提高加湿器内水从含水盐水进料流转移至气体流的程度。

[0093] 在一些实施方案中,加湿器206含有填充材料(例如聚氯乙烯(PVC)填充材料或其它类似材料)。填料可以促进湍流气体流动和/或加湿器内含水盐水流与气体流之间增强的直接接触。

[0094] 加湿器可以是任何尺寸,其一般地将取决于系统中采用的加湿器单元的数目和待脱盐的含水盐水溶液的总流率。在某些实施方案中,在脱盐系统中使用的加湿器的总体积可以是至少约1升、至少约10升或至少约100升(和/或在一些实施方案中,高达约1,000,000升或更多)。

[0095] 减湿器可以具有使得水能够自供给至减湿器的含蒸气的气体流中冷凝的任何构造。在某些实施方案中,减湿器包含容器(例如不锈钢槽罐或其它容器)。减湿器容器可以包含被配置成接收含有水蒸气的气体进料流(例如如图2中的流210)的第一入口。减湿器容器可以包含被配置成输出经减湿气体流(例如如图2中的流208)的第一出口和被配置成输出含有较高比例之水的含有水的流(例如如图1和图2中的流125)的第二出口。

[0096] 在某些实施方案中,减湿器被配置成使得在减湿器内气体流直接接触液体。在一些实施方案中,将减湿器被配置成使得保持减湿器内气体流与冷凝液体之间的直接接触可以是有利的,这是因为在一些这样的实施方案中传递到气相的热可以得到增强,导致水蒸气自气相冷凝的能效更高。

[0097] 在某些实施方案中,减湿器包含气泡塔冷凝器。例如,参照图2,可以将来自加湿器206的经加湿气体流210输送到减湿器212底部,此后,可以使流210的内含物在减湿器212底部与冷凝的液体接触。当经加湿气体流210的内含物输送通过减湿器212内的液体时,至少一部分水蒸气可以被冷凝,并且保持在减湿器底部。可以将减湿器底部经冷凝的水经由流125输送出减湿器,并且经减湿气体可以经由流208输送出减湿器顶部。

[0098] 减湿器可以包含液体和含蒸气的气体在其中相接触的单级或液体和含蒸气的气体在其上相接触的多级。气泡塔冷凝器的每个级可以在该级的底部包含气泡发生器如筛板。在运行期间,可以在气泡发生器的上方收集经冷凝液体,并且通过使气体流穿过气泡发生器,经加湿气体流可以通过冷凝液而鼓泡。

[0099] 在一些实施方案中,在加湿减湿脱盐装置中的加湿器包含气泡塔加湿器(bubble column humidifier)。

[0100] 当将多级气泡塔冷凝器用作减湿装置时,可以将第一级的入口偶接到含蒸气的气体源并且可以将第一级的出口偶接到第二级的入口。可以设置另外的级,使得前一级的出口流体地偶接到后一级的入口,并且最终级的出口可以用作冷凝器的出口(例如图2中流208源自的冷凝器出口)。

[0101] 可以在本文所描述的某些系统和方法中用作减湿装置的适合的气泡塔冷凝器包括描述于以下中的那些:Govindan等于2012年7月12日作为美国专利申请序列第13/548,166号提交的题为“Bubble-Column Vapor Mixture Condenser”的美国专利公开第2013/0075940号;2013年9月12日提交的题为“Systems Including a Bubble Column Condenser”的代理人案号为G0859.70001US00的美国临时专利申请第61/877,032号;以及2013年9月23日提交的题为“Desalination Systems and Associated Methods”的美国临时专利申请第61/881,365号,每一个的全部内容通过引用并入本文用于所有目的。

[0102] 减湿器可以具有任何尺寸,其一般地将取决于系统中采用的减湿器单元的数目和待脱盐的含水盐水溶液的总流率。在某些实施方案中,在脱盐系统中使用的减湿器的总体积可以是至少约1升、至少约10升或至少约100升(和/或在一些实施方案中,高达约1,000,000升或更多)。

[0103] 应当理解,本文所描述的创造性系统和方法不限于包括加湿/减湿脱盐装置的那些,在另一些实施方案中,也可以使用其它类型的脱盐装置。

[0104] 在一些实施方案中,脱盐装置包含机械蒸气压缩装置。在一些实施方案中,机械蒸气压缩装置跨所述压缩装置的压强比为1.1或更高。根据某些实施方案,机械蒸气压缩装置包含叶片压缩设备和/或轴向压缩设备。

[0105] 在一些实施方案中,脱盐装置包含多效蒸馏装置。

[0106] 根据某些实施方案,脱盐装置包含多级闪蒸装置(multi-stage flash apparatus)。

[0107] 在某些实施方案中,脱盐装置包含真空蒸馏装置。

[0108] 在一些实施方案中,脱盐装置包含膜蒸馏装置。在某些实施方案中,膜蒸馏装置是多级的。

[0109] 在一些实施方案中,脱盐装置包含混合式脱盐装置(hybrid desalination apparatus),所述混合式脱盐装置包含第一脱盐单元和第二脱盐单元。

[0110] 在一些实施方案中,在混合式脱盐装置中,第一单元是反渗透单元,并且第二单元是加湿减湿脱盐装置。加湿减湿脱盐装置可以具有上述任何性质。例如,在一些实施方案中,加湿减湿脱盐装置在低于1个大气压的压强下运行。在某些实施方案中,加湿减湿脱盐装置包含减湿器,所述减湿器包含气泡塔冷凝器。在一些实施方案中,加湿减湿脱盐装置包含被配置成使在加湿器和/或减湿器中的中间点处空气质量流率(flow rate)与液体质量流率之比离散地变化的多个导管。

[0111] 在某些实施方案中,在混合式脱盐装置中,第一单元是反渗透单元,并且第二单元是机械蒸气压缩装置。机械蒸气压缩装置可以具有上述任何性质。例如,在一些实施方案中,机械蒸气压缩装置跨所述压缩装置的压强比为1.1或更高。在某些实施方案中,机械蒸气压缩装置包含叶片压缩设备和/或轴向压缩设备。

[0112] 在某些实施方案中,在混合式脱盐装置中,第一单元包含反渗透单元,并且第二单元是多效蒸馏装置。

[0113] 在某些实施方案中,在混合式脱盐装置中,第一单元是反渗透单元,并且第二单元是多级闪蒸装置。

[0114] 在某些实施方案中,在混合式脱盐装置中,第一单元是反渗透单元,并且第二单元是真空蒸馏装置。

[0115] 在某些实施方案中,在混合式脱盐装置中,第一单元是反渗透单元,并且第二单元是膜蒸馏装置。在一些这样的实施方案中,膜蒸馏装置是多级的。

[0116] 在一些实施方案中,在水处理系统中可以包含消毒单元。例如,消毒单元可以是被配置成向水添加氯(chlorine)的氯化系统。根据一些实施方案,消毒单元可以被配置成接收脱盐装置产生的至少一部分包含脱盐水的流。例如,参照图1,水处理系统100可以包含可选的消毒单元130。消毒单元130可以被配置成接收来自脱盐装置124的含有水的流125的至少一部分。在一些实施方案中,消毒单元130可以被配置成接收消毒剂流131,消毒剂流131可以含有例如氯。消毒单元130可以被配置成产生包含消毒水的流132。

[0117] 尽管在图1中示出以特定顺序布置分离器102、悬浮固体去除装置108、离子去除装置112、pH降低装置116、VOM去除装置120和脱盐装置124,但应当理解,在另一些实施方案中,可以替代地布置这些组件。

[0118] 例如,在一些实施方案中,悬浮固体去除装置接收的输入流包含分离器产生的至少一部分不混溶相减少流。也就是说,在某些实施方案中,悬浮固体去除装置可以位于分离器的下游。例如,参照图1,悬浮固体去除装置108接收的输入流106包含分离器102产生的至少一部分不混溶相减少流(即流106)。在另一些实施方案中,分离器接收的输入流包含悬浮固体去除装置产生的至少一部分悬浮固体减少流。也就是说,在某些实施方案中,分离器可以位于悬浮固体去除装置的下游。

[0119] 在某些实施方案中,离子去除装置接收的输入流包含分离器产生的至少一部分不混溶相减少流。也就是说,在某些实施方案中,离子去除装置可以位于分离器的下游。例如,

参照图1,离子去除装置112接收的输入流110包含分离器102产生的至少一部分不混溶相减少流106。在另一些实施方案中,分离器接收的输入流包含离子去除装置产生的至少一部分离子减少流。也就是说,在某些实施方案中,分离器可以位于离子去除装置的下游。

[0120] 在某些实施方案中,pH降低装置接收的输入流包含分离器产生的至少一部分不混溶相减少流。也就是说,在某些实施方案中,pH降低装置可以位于分离器的下游。例如,参照图1,pH降低装置116接收的输入流114包含分离器102产生的至少一部分不混溶相减少流106。在另一些实施方案中,分离器接收的输入流包含pH降低装置产生的至少一部分pH降低流。也就是说,在某些实施方案中,分离器可以位于pH降低装置的下游。

[0121] 在一些实施方案中,挥发性有机物质(VOM)去除装置接收的输入流包含分离器产生的至少一部分不混溶相减少流。也就是说,在某些实施方案中,VOM去除装置可以位于分离器的下游。例如,参照图1,VOM去除装置120接收的输入流118包含分离器102产生的至少一部分不混溶相减少流106。在另一些实施方案中,分离器接收的输入流包含VOM去除装置产生的至少一部分VOM减少流。也就是说,在某些实施方案中,分离器可以位于VOM去除装置的下游。

[0122] 在一些实施方案中,脱盐装置接收的含水流包含分离器产生的至少一部分不混溶相减少流。也就是说,在某些实施方案中,脱盐装置在分离器的下游。例如,参照图1,脱盐装置124接收的输入流122包含分离器102产生的至少一部分不混溶相减少流106。

[0123] 在一些实施方案中,离子去除装置接收的输入流包含悬浮固体去除装置产生的至少一部分悬浮固体减少流。也就是说,在某些实施方案中,离子去除装置可以位于悬浮固体去除装置的下游。例如,参照图1,离子去除装置112接收的输入流110包含悬浮固体去除装置108产生的至少一部分悬浮固体减少流(即流110)。在另一些实施方案中,悬浮固体去除装置接收的输入流包含离子去除装置产生的至少一部分离子减少流。也就是说,在某些实施方案中,悬浮固体去除装置可以位于离子去除装置的下游。

[0124] 在某些实施方案中,pH降低装置接收的输入流包含悬浮固体去除装置产生的至少一部分悬浮固体减少流。也就是说,在某些实施方案中,pH降低装置可以位于悬浮固体去除装置的下游。例如,参照图1,pH降低装置116接收的输入流114包含悬浮固体去除装置108产生的至少一部分悬浮固体减少流110。在另一些实施方案中,悬浮固体去除装置接收的输入流包含pH降低装置产生的至少一部分pH降低流。也就是说,在某些实施方案中,悬浮固体去除装置可以位于pH降低装置的下游。

[0125] 在一些实施方案中,VOM去除装置接收的输入流包含悬浮固体去除装置产生的至少一部分悬浮固体减少流。也就是说,在某些实施方案中,VOM去除装置可以位于悬浮固体去除装置的下游。例如,参照图1,VOM去除装置120接收的输入流118包含悬浮固体去除装置108产生的至少一部分悬浮固体减少流110。在另一些实施方案中,悬浮固体去除装置接收的输入流包含VOM去除装置产生的至少一部分VOM减少流。也就是说,在某些实施方案中,悬浮固体去除装置可以位于VOM去除装置的下游。

[0126] 在一些实施方案中,脱盐装置接收的含水流包含悬浮固体去除装置产生的至少一部分悬浮固体减少流。也就是说,在某些实施方案中,脱盐装置在悬浮固体去除装置的下游。例如,参照图1,脱盐装置124接收的输入流122包含悬浮固体去除装置108产生的至少一部分悬浮固体减少流110。

[0127] 在某些实施方案中,pH降低装置接收的输入流包含离子去除装置产生的至少一部分离子减少流。也就是说,在某些实施方案中,pH降低装置可以位于离子去除装置的下游。例如,参照图1,pH降低装置116接收的输入流114包含离子去除装置112产生的至少一部分离子减少流(即流114)。在另一些实施方案中,离子去除装置接收的输入流包含pH降低装置产生的至少一部分pH降低流。也就是说,在某些实施方案中,离子去除装置可以位于pH降低装置的下游。

[0128] 在一些实施方案中,VOM去除装置接收的输入流包含离子去除装置产生的至少一部分离子减少流。也就是说,在某些实施方案中,VOM去除装置可以位于离子去除装置的下游。例如,参照图1,VOM去除装置120接收的输入流118包含离子去除装置112产生的至少一部分离子减少流114。在另一些实施方案中,离子去除装置接收的输入流包含VOM去除装置产生的至少一部分VOM减少流。也就是说,在某些实施方案中,离子去除装置可以位于VOM去除装置的下游。

[0129] 在一些实施方案中,脱盐装置接收的含水流包含离子去除装置产生的至少一部分离子减少流。也就是说,在某些实施方案中,脱盐装置在离子去除装置的下游。例如,参照图1,脱盐装置124接收的输入流122包含离子去除装置112产生的至少一部分离子减少流114。

[0130] 在一些实施方案中,VOM去除装置接收的输入流包含pH降低装置产生的至少一部分pH降低流。也就是说,在某些实施方案中,VOM去除装置可以位于pH降低装置的下游。例如,参照图1,VOM去除装置120接收的输入流118包含pH降低装置116产生的至少一部分pH降低流(即流118)。在另一些实施方案中,pH降低装置接收的输入流包含VOM去除装置产生的至少一部分VOM减少流。也就是说,在某些实施方案中,pH降低装置可以位于VOM去除装置的下游。

[0131] 在一些实施方案中,脱盐装置接收的含水流包含pH降低装置产生的至少一部分pH降低流。也就是说,在某些实施方案中,脱盐装置在pH降低装置的下游。例如,参照图1,脱盐装置124接收的输入流122包含pH降低装置116产生的至少一部分pH降低流118。

[0132] 在一些实施方案中,脱盐装置接收的含水流包含VOM去除装置产生的至少一部分VOM减少流。也就是说,在某些实施方案中,脱盐装置在VOM去除装置的下游。例如,参照图1,脱盐装置124接收的输入流122包含VOM去除装置120产生的至少一部分VOM减少流(即流122)。在另一些实施方案中,VOM去除装置接收的输入流包含脱盐装置产生的至少一部分包含水的低盐浓度的流。也就是说,在某些实施方案中,VOM去除装置可以位于脱盐装置的下游。

[0133] 分离器102、悬浮固体去除装置108、离子去除装置112、pH降低装置116和VOM去除装置120中的每一个都是水处理系统的可选特征。在一些实施方案中,水处理系统包含分离器102、悬浮固体去除装置108、离子去除装置112、pH降低装置116和VOM去除装置120中的仅仅一种。在一些实施方案中,水处理系统包含分离器102、悬浮固体去除装置108、离子去除装置112、pH降低装置116和VOM去除装置120中的两种或更多种的任意组合。

[0134] 本文所描述的各种单元操作可以“直接流体地连接”至其它单元操作和/或组件。一般地,当第一单元操作与第二单元操作彼此流体地连接并且流体在从第一单元操作输送至第二单元操作时组成基本上不改变(即,流体组分的相对丰度改变不超过5%,并且不发生相变)时,在第一单元操作与第二单元操作之间存在直接流体连接(并且两个单元操作被

说成是彼此“直接流体地连接”)。作为示例性实例,连接第一单元操作和第二单元操作的并且其中流体的压强和温度被调节但流体组成不改变的流会被视为将第一单元操作和第二单元操作直接流体地连接。另一方面,如果在从第一组件到第二组件的通过期间,进行基本上改变了流内含物组成的分离步骤和/或化学反应,那么所述流不会被视为将第一单元操作和第二单元操作直接流体地连接。

[0135] 图3是根据某些实施方案的示例性水处理系统300的示意图。在图3中,含水输入流304被输送至可选的槽罐306。在一些实施方案中,化学品经由流308被添加至可选的槽罐306。根据某些实施方案,化学品可以选择成有助于下游装置。例如,在一些实施方案中,分液器(例如,其可以是溶解气体浮置装置(dissolved gas flotation apparatus)的一部分)可以位于槽罐306的下游,并且添加至槽罐306中的化学品选择成有助于分液器的运行(例如在溶解气体浮置工艺中)。含水流310可以被输送出槽罐306。含水流310可以输送至分液器314。在一些实施方案中,分液器314可以被配置成去除流310内的至少一部分悬浮水不混溶相和/或乳化水不混溶相以产生不混溶相减少流322(在一些实施方案中,以及不混溶相减少流318)。来自分液器314的水不混溶相可以例如经由流320被输送至回收槽罐326。在一些实施方案中,分液器314是溶解气体浮置装置的一部分。在一些这样的实施方案中,压缩气体(例如空气)可以经由流312添加至含有经处理水的槽罐中,这可以有助于不混溶物质输送至槽罐的顶部。随后气体可以经由流316输送出槽罐。

[0136] 在一些实施方案中,离子去除装置328可以被配置成接收至少一部分不混溶相减少流322。在一些实施方案中,离子去除装置328被配置成去除流322内的至少一部分结垢离子以产生离子减少流332。在一些这样的实施方案中,离子去除装置328使用化学试剂产生离子减少流332。例如,在图3中,化学试剂可以经由流330输送至离子去除装置328。化学试剂可以是例如纯碱、烧碱等。

[0137] 在某些实施方案中,分液器314产生的一部分不混溶相减少流可以绕过离子去除装置328。例如,在图3中,来自分液器314的一部分不混溶相减少流经由流318绕过离子去除装置328。绕过流318的内含物可以与离子去除装置328下游的流332的内含物合并。

[0138] 在一些实施方案中,过滤器被配置成接收至少一部分不混溶相减少流和/或至少一部分离子减少流。例如,在图3中,过滤器334被配置成接收离子减少流332和/或不混溶相减少流318。在某些实施方案中,过滤器334被配置成从过滤器接收的不混溶相减少流部分和/或离子减少流部分中去除至少一部分悬浮固体以产生悬浮固体减少流。例如,在图3中,过滤器334被配置成从流332中去除至少一部分悬浮固体以产生悬浮固体减少流338。另外,在图3中,过滤器334被配置成产生含固体流336。

[0139] 在某些实施方案中,在所述工艺中可以包括pH降低步骤。例如,在图3中,可选的槽罐340可以被配置成接收悬浮固体减少流338并且输出pH降低流344。在一些实施方案中,槽罐340可以被配置成经由流342接收酸和/或碱。在一些这样的实施方案中,可以向槽罐340添加酸和/或碱直至槽罐340的内含物的pH达到所期望的水平。根据某些实施方案,一旦pH已达到期望水平,可以经由流344输出槽罐340的内含物。在某些实施方案中,槽罐340是反应器,例如连续流搅拌槽罐反应器(continuous flow stirred tank reactor)。在一些这样的实施方案中,可以以使得反应器流出物达到期望pH水平的速率持续供给酸和/或碱。

[0140] 在一些实施方案中,在系统中可以包含可选的过滤器346。过滤器346可以用于从

pH降低流344中去除一种或更多种固体物质以产生经过滤的流348。

[0141] 根据某些实施方案,碳床被配置成接收至少一部分悬浮固体减少流。例如,在图3中,碳床350被配置成接收流348,其含有过滤器334产生的至少一部分悬浮固体减少流。碳床350可以被配置成从碳床接收的悬浮固体减少流部分中去除至少一部分VOM以产生VOM减少流。例如,在图3中,碳床350被配置成产生VOM减少流352。

[0142] 在一些实施方案中,脱盐装置被配置成接收至少一部分VOM减少流并且从脱盐装置接收的VOM减少流中去除至少一部分水。例如,在图3中,脱盐装置354被配置成接收VOM减少流352。此外,脱盐装置354被配置成产生相对于VOM减少流352富集至少一种溶解的一价盐的浓缩盐水流356。在一些实施方案中,脱盐装置还可以产生与供给至脱盐装置的流相比含有更低浓度溶解盐(例如溶解的一价盐)的含有水的流。例如,在图3中,脱盐装置354可以被配置成产生含有水的流358,其与供给至脱盐装置354的流352相比含有更少溶解盐(例如更少溶解的一价盐)。

[0143] 在某些实施方案中,脱盐装置和碳床的顺序相对于图3中所示的顺序可以交换。例如,在一些实施方案中,脱盐装置被配置成接收至少一部分悬浮固体减少流并且从脱盐装置接收的悬浮固体减少流部分中去除至少一部分水以产生相对于脱盐装置接收的悬浮固体减少流部分富集溶解的一价盐的浓缩盐水流。脱盐装置还可以被配置成产生与悬浮固体减少流相比含有更少溶解的一价盐的含有水的流。在一些这样的实施方案中,碳床可以被配置成接收脱盐装置产生的含有水的流的至少一部分并且从碳床接收的含有水的流部分中去除至少一部分VOM以产生VOM减少流。

[0144] 图4是根据某些实施方案的另一示例性水处理系统400的示意图。在图4中,含水输入流404被输送到可选的槽罐406。在一些实施方案中,经由流408向可选的槽罐406添加化学品。根据某些实施方案,化学品可以选择成有助于下游装置。例如,在一些实施方案中,分液器(例如其可以是溶解气体浮置装置的一部分)可以位于槽罐406的下游,并且添加到槽罐406中的化学品选择成有助于分液器的运行(例如在溶解气体浮置工艺中)。含水流410可以被输送出槽罐406。含水流410可以被输送至分液器414。在一些实施方案中,分液器414可以被配置成去除流410内的至少一部分悬浮水不混溶相和/或乳化水不混溶相以产生不混溶相减少流422(在一些实施方案中,以及不混溶相减少流418)。来自分液器414的水不混溶相可以例如经由流420输送至回收槽罐426。在一些实施方案中,分液器414是溶解的气体浮置装置的一部分。在一些这样的实施方案中,压缩气体(例如空气)可以经由流412添加至含有经处理水的槽罐中,这可以有助于不混溶物质输送至槽罐的顶部。随后气体可以经由流416输送出槽罐。

[0145] 在一些实施方案中,电凝装置428可以被配置成接收至少一部分水不混溶相减少流422。电凝装置428可以被配置成去除流422内的至少一部分结垢离子以产生离子减少流432。

[0146] 在某些实施方案中,分液器414产生的一部分水不混溶相减少流可以绕过电凝装置428。例如,在图4中,来自分液器414的一部分不混溶相减少产物经由流418绕过电凝装置428。绕过流418的内含物可以与电凝装置428下游的流432的内含物合并。

[0147] 过滤器434可以被配置成接收离子减少流432和/或不混溶相减少流418。过滤器434可以被配置成从流432中去除至少一部分悬浮固体以产生悬浮固体减少流438。此外,过

滤器434可以被配置成产生含固体流436。

[0148] 在某些实施方案中,在所述工艺中可以包括pH降低步骤。例如,在图4中,可选的槽罐440可以被配置成接收悬浮固体减少流438并且产生pH降低流444。在一些实施方案中,可选的槽罐440可以被配置成经由流442接收酸和/或碱。在一些这样的实施方案中,可以向槽罐440添加酸和/或碱直至槽罐440的内含物的pH达到期望水平。在某些实施方案中,槽罐440是反应器,例如连续流搅拌槽罐反应器。在一些这样的实施方案中,可以使得反应器流出物达到期望pH水平的速率持续供给酸和/或碱。根据某些实施方案,一旦pH已达到期望水平,槽罐440的内含物可以经由流444输出。

[0149] 在一些实施方案中,在系统中可以包含可选的过滤器446。过滤器446可以用于从pH降低流444中去除一种或更多种固体物质以产生经过滤的流448。

[0150] 碳床450可以被配置成接收含有过滤器434产生的至少一部分悬浮固体减少流的流448。碳床450可以被配置成从碳床接收的悬浮固体减少流部分中去除至少一部分VOM以产生VOM减少流452。

[0151] 脱盐装置454可以被配置成接收VOM减少流452。脱盐装置454可以被配置成产生相对于VOM减少流452富集至少一种溶解的一价盐的浓缩盐水流456。脱盐装置454还可以被配置成产生与供给至脱盐装置454的流452相比含有更少溶解盐(例如更少溶解的一价盐)的含有水的流458。

[0152] 在某些实施方案中,脱盐装置和碳床的顺序相对于图4中所示的顺序可以交换。例如,在一些实施方案中,脱盐装置被配置成接收至少一部分悬浮固体减少流并且从脱盐装置接收的悬浮固体减少流部分中去除至少一部分水以产生相对于脱盐装置接收的悬浮固体减少流部分富集溶解的一价盐的浓缩盐水流。脱盐装置还可以被配置成产生与悬浮固体减少流相比含有更少溶解的一价盐的含有水的流。在一些这样的实施方案中,碳床可以被配置成接收脱盐装置产生的含有水的流的至少一部分,并且从碳床接收的含有水的流部分中去除至少一部分VOM以产生VOM减少流。

[0153] 图5是根据某些实施方案的另一示例性水处理系统500的示意图。在图5中,含水输入流504被输送到可选的槽罐506。在一些实施方案中,经由流508向可选的槽罐506添加化学品。根据某些实施方案,化学品可以选择成有助于下游装置。例如,在一些实施方案中,分液器(例如其可以是溶解气体浮置装置的一部分)可以位于槽罐506的下游,并且添加到槽罐506中的化学品选择成有助于分液器的运行(例如在溶解气体浮置工艺中)。含水流510可以输送出槽罐506。含水流510可以输送至分液器514。在一些实施方案中,分液器514可以被配置成去除流510内的至少一部分悬浮水不混溶相和/或乳化水不混溶相以产生不混溶相减少流522(在一些实施方案中,以及不混溶相减少流518)。来自分液器514的水不混溶相可以例如经由流520被输送至回收槽罐526。在一些实施方案中,分液器514是溶解气体浮置装置的一部分。在一些这样的实施方案中,可以经由流512向含有经处理的水的槽罐中添加压缩气体(例如空气),这可以有助于将不混溶物质输送至槽罐的顶部。随后可以将气体经由流516输送出槽罐。

[0154] 在某些实施方案中,分液器514产生的一部分水不混溶相减少流可以例如经由流518输送至过滤器519。过滤器519可以被配置成从过滤器519接收的不混溶相减少流部分518中去除至少一部分悬浮固体以产生悬浮固体减少流524。过滤器519还可以被配置成产

生含固体流536。

[0155] 在一些实施方案中,分液器514产生的一部分水不混溶相减少流可以绕过过滤器519。例如,在图5中,来自分液器514的不混溶相减少产物的一部分522经由流522绕过过滤器519。绕过流522的内含物可以与过滤器519和分液器514下游的流524的内含物合并以产生流523。

[0156] 在某些实施方案中,在所述工艺中可以包括可选的pH降低步骤。例如,在图5中,可选的槽罐540可以被配置成接收悬浮固体减少流523并且产生pH降低流544。在一些实施方案中,可选的槽罐540可以被配置成经由流542接收酸和/或碱。在一些这样的实施方案中,可以向槽罐540添加酸和/或碱直至槽罐540的内含物的pH达到期望水平。在某些实施方案中,槽罐540是反应器,例如连续流搅拌槽罐反应器。在一些这样的实施方案中,可以使得反应器流出物达到期望pH水平的速率持续供给酸和/或碱。根据某些实施方案,一旦pH已达到期望水平,槽罐540的内含物可以经由流544输出。

[0157] 在一些实施方案中,介质过滤器534可以被配置成接收pH降低流544(和/或悬浮固体减少流523)。介质过滤器534可以被配置成从流544中去除至少一部分悬浮固体以产生流538。

[0158] 在一些实施方案中,在系统中可以包含碳床。例如,参照图5,碳床550可以被配置成接收含有过滤器534产生的至少一部分流的流538。碳床550可以被配置成从碳床接收的流中去除至少一部分VOM以产生VOM减少流552。

[0159] 在一些实施方案中,在系统中可以包含树脂床。例如,在图5中,树脂床560可以被配置成接收至少一部分VOM减少流552。树脂床560可以被配置成从树脂床560接收的VOM减少流部分552中去除至少一种结垢离子的至少一部分以产生相对于树脂床560接收的输入流552含有更少结垢离子的离子减少流562。

[0160] 在一些实施方案中,脱盐装置554可以被配置成接收离子减少流562。脱盐装置554可以被配置成产生相对于离子减少流562富集至少一种溶解的一价盐的浓缩盐水流556。脱盐装置554还可以被配置成产生与供给至脱盐装置554的流562相比含有更少溶解盐(例如更少溶解的一价盐)的含有水的流558。

[0161] 在某些实施方案中,脱盐装置和碳床的顺序相对于图5中所示的顺序可以交换。例如,在一些实施方案中,脱盐装置被配置成接收至少一部分悬浮固体减少流,并且从脱盐装置接收的悬浮固体减少流部分中去除至少一部分水以产生相对于脱盐装置接收的悬浮固体减少流部分富集溶解的一价盐的浓缩盐水流。脱盐装置还可以被配置成产生与悬浮固体减少流相比含有更少溶解的一价盐的含有水的流。在一些这样的实施方案中,碳床可以被配置成接收脱盐装置产生的含有水的流的至少一部分,并且从碳床接收的含有水的流部分中去除至少一部分VOM以产生VOM减少流。

[0162] 在一些实施方案中,水处理系统包含沉淀装置。返回参考图1的示例性实施方案,水处理系统100包含可选的沉淀装置134。在某些实施方案中,沉淀装置可以流体地连接至脱盐装置。在一些这样的实施方案中,沉淀装置被配置成接收脱盐装置输出的至少一部分浓缩盐水流。例如,在图1中,沉淀装置134流体地连接至脱盐装置124并且被配置成接收来自脱盐装置124的浓缩盐水流126。

[0163] 在某些实施方案中,沉淀装置被配置成自浓缩盐水流中沉淀至少一部分溶解的一

价盐以产生相对于浓缩盐水流含有更少溶解的一价盐的产物流。例如,在图1中,沉淀装置134可以被配置成使得浓缩盐水流126内的至少一部分溶解的一价盐沉淀在沉淀装置134内以产生与浓缩盐水流126相比含有更少溶解的一价盐的包含水的产物流136。

[0164] 可以以任意合适的方式来制造沉淀装置。在某些实施方案中,沉淀装置包含容器,如结晶槽罐。容器可以包含入口,脱盐装置产生的至少一部分浓缩盐水流通过所述入口被输送至沉淀容器。沉淀容器还可以包含至少一个出口。例如,沉淀容器可以包含出口,含有水的流(其所含的溶解的一价盐的量小于入口流中所含的溶解的一价盐的量)通过所述出口进行输送。在一些实施方案中,沉淀容器包含出口(例如图1中的出口138),固体、沉淀的盐通过所述出口进行输送。

[0165] 在一些实施方案中,结晶槽罐包含低剪切混合器。低剪切混合器可以被配置成保持所形成的晶体在盐水流中混合(例如,均匀混合)。根据某些实施例,容器的尺寸使得晶体有足够的停留时间形成和生长。在某些实施方案中,沉淀装置包含为浓缩盐水流提供至少20分钟停留时间的容器。作为一个非限制性实例,根据某些实施方案,该容器包含6000加仑的容器,其可用于在每天500美国桶淡水生产系统中提供24分钟的停留。

[0166] 本领域普通技术人员能够确定一定体积的流体在容器内的停留时间。对于分批(即非流动)系统,停留时间对应于流体在容器中花费的时间量。对于基于流动的系统,通过容器的体积除以流体通过容器的体积流率来确定停留时间。

[0167] 在一些实施方案中,结晶槽罐接着储存槽罐。在一些实施方案中,储存槽罐的容量可以与结晶槽罐的容量基本上相同。在某些实施方案中,结晶槽罐和/或储存槽罐可以被配置成适合于可以流体地偶接至沉淀装置的下游固体处理装置的分批操作。

[0168] 在一些实施方案中,沉淀装置包含至少一个容器,所述容器包含浓缩盐水流在其中基本上静止的体积。在一些实施方案中,基本上静止的体积内流体的流率小于沉淀(例如结晶)被抑制的流率。例如,在某些实施方案中,基本上静止的体积内流体的流率可以为零流率。在一些实施方案中,基本上静止的体积内流体的流率可以具有如下流率:足够高以使所形成的固体(例如晶体)悬浮,但不够高以防止固体形成(例如晶体成核)。在一些实施方案中,容器内基本上静止的体积可以占容器容积的至少约1%、至少约5%、至少约10%或至少约25%。作为一个具体的实例,沉淀装置可以包含容器,所述容器包含停滞区。停滞区可以位于例如沉淀容器的底部。在某些实施方案中,沉淀装置可以包含第二容器,第一容器中沉淀的固体能够在第二容器中沉降。例如,含有沉淀固体的含水流可以被输送至结晶槽罐,可以使得固体在结晶槽罐中沉降。含水流的其余内含物可以被输送出结晶槽罐。虽然已对沉淀装置内两个容器的使用进行了描述,应当理解,在另一些实施方案中,可以使用单个容器或两个以上的容器。在某些实施方案中,可以操作脱盐系统,使得所述盐的沉淀基本上仅发生在沉淀容器的停滞区内。

[0169] 在某些实施方案中,沉淀装置直接流体地连接至脱盐装置。例如,在图1中,沉淀装置134经由浓缩盐水流126直接流体地连接至脱盐装置124。然而,应当理解,本发明不限于沉淀装置和脱盐装置直接流体地连接的实施方案,并且在另一些实施方案中,沉淀装置和脱盐装置流体连接但不直接流体地连接。

[0170] 在一些实施方案中,来自沉淀装置的沉淀的盐被供给至固体处理装置。在某些实施方案中,固体处理装置可以被配置成去除沉淀的一价盐保留的至少一部分水。在一些这

样的实施方案中,固体处理装置被配置成产生饼状物,所述饼状物包含来自沉淀装置的至少一部分沉淀的一价盐。作为一个实例,固体处理装置可以包含过滤器(例如真空转鼓过滤器或压滤机),所述过滤器被配置成将沉淀的盐从含有沉淀的盐的剩余悬浮液中至少部分地分离。在一些这样的实施方案中,盐悬浮液内的至少一部分液体可以输送通过过滤器,留下固体沉淀的盐。作为一个非限制性实施例,可以将Larox FP 2016-8000 64/64M40PP/PP Filter(Outotech公司)用作过滤器。在某些实施方案中,过滤器可以包含从含有盐的悬浮液中过滤盐的传送器过滤带。

[0171] 在一些实施方案中,脱盐系统包含被配置成将沉淀的一价盐输送出沉淀装置的输送设备。例如,在某些实施方案中,使用泵将沉淀的一价盐的悬浮液输送出沉淀装置。在另一些实施方案中,可以使用传送器将沉淀的盐输送出沉淀装置。在某些实施方案中,输送设备被配置成将沉淀的一价盐从沉淀装置输送至固体处理装置。

[0172] 输入至水处理系统的流(例如,图1中的流104、图3中的流304、图4中的流404和/或图5中的流504)可以源于多种来源。例如,在某些实施方案中,供给至水处理系统的至少一部分流包含和/或源于海水、地下水、微咸水(brackish water)和/或化学工艺的流出物(例如,另一脱盐系统或另一化学工艺的流出物)。

[0173] 本文中所描述的某些系统可以被配置成对以较高流率进入的盐溶液进行脱盐,并且因此可以被配置成以较高流率产生较纯的水流。例如,在一些实施方案中,本文所描述的系统和方法可以被操作成以以下流率接收盐水进料流(例如图1中的流104、图3中的流304、图4中的流404和/或图5中的流504):至少约1加仑/分钟、至少约10加仑/分钟、至少约100加仑/分钟或至少约1000加仑/分钟(和/或,在某些实施方案中,高达约10,000加仑/分钟或更多)。

[0174] 在某些实施方案中,水处理系统被操作成使得几乎没有来自系统的留待处理的盐水(有时也被称为“零液体排放”系统)。在一些这样的实施方案中,该系统产生盐产物和淡水产物。盐产物可以例如作为结晶或其它沉淀步骤的产物产生。

[0175] 应当理解,在附图中示出单个单元和/或单个单元被描述为执行某种功能的实施方案中,该单个单元可以替换为执行类似功能的(例如,并行操作的)多个单元。例如,在某些实施方案中,分离器、悬浮固体去除装置、离子去除装置、pH降低装置、VOM去除装置和/或脱盐装置中的任何一种或更多种可以对应于多个分离器、多个悬浮固体去除装置、多个离子去除装置、多个pH降低装置、多个VOM去除装置和/或多个脱盐装置(例如,被配置成并行运行)。

[0176] 还应当理解,在附图中示出分离单元和/或分离单元被描述为执行一系列某些功能时,分离单元也可以作为单个单元(例如,在共用的壳体内)呈现,并且单个单元可以执行功能的组合。例如,在一些实施方案中,分离器、悬浮固体去除装置、离子去除装置、pH降低装置和VOM去除装置中的任何两种或更多种可以是能够执行与组合相关联的每个功能的单个单元。

[0177] 作为具体的实例,在一些实施方案中,系统包含既充当离子去除装置又充当分离器的单个单元。在某些实施方案中,系统包含既充当离子去除装置又充当悬浮固体去除装置的单个单元。在某些实施方案中,系统包含既充当离子去除装置又充当pH降低装置的单个单元。在某些实施方案中,系统包含既充当离子去除装置又充当VOM去除装置的单个单

元。作为附加的实例,在一些实施方案中,系统包含既充当分离器又充当悬浮固体去除装置的单个单元。在一些实施方案中,系统包含既充当分离器又充当离子去除装置的单个单元。在某些实施方案中,系统包含既充当分离器又充当pH降低装置的单个单元。在某些实施方案中,系统包含既充当分离器又充当VOM去除装置的单个单元。作为又一些实例,在一些实施方案中,系统包含悬浮固体去除装置和pH降低装置。在一些实施方案中,系统包含既充当悬浮固体去除装置又充当VOM去除装置的单个单元。在一些实施方案中,系统包含既充当pH降低装置又充当VOM去除装置的单个单元。执行三种、四种或五种上述功能的单元也是可能的。当然,本发明不必限于组合单元,并且在一些实施方案中,分离器、悬浮固体去除装置、离子去除装置、pH降低装置和/或VOM去除装置中的任意一种可以是独立的单元。

[0178] 在一些实施方案中,脱盐装置与分离器、悬浮固体去除装置、离子去除装置、pH降低装置和VOM去除装置中的每一种分开。

[0179] 尽管本文已经对本发明的若干实施方案进行了描述和例示,但是本领域普通技术人员会容易想到用于执行本文所描述的功能和/或获得本文所描述的结果和/或一种或更多种优点的多种其它手段和/或结构,并且每种这样的变化和/或修改被认为是在本发明的范围之内。更一般地,本领域的技术人员会容易理解,本文所描述的所有参数、尺寸、材料和配置意在是示例性的,并且实际的参数、尺寸、材料和/或配置将取决于使用本发明的教导的具体应用。本领域技术人员使用不超出常规实验就会认识到或能够确定本文所描述的本发明具体实施方案的许多等同方案。因此,应当理解,前述实施方案仅作为实例的方式呈现,并且在所附权利要求书及其等同方案的范围内,本发明可以以不同于所具体描述的和/或要求保护的方式进行实施。本发明涉及本文所描述的每个单独的特征、系统、物品、材料和/或方法。此外,如果这样的特征、系统、物品、材料和/或方法不相互矛盾,那么两个或更多个这样的特征、系统、物品、材料和/或方法的任何组合也包括在本范围内的发明内。

[0180] 除非有相反指明,本文在说明书和权利要求书中没有数量词修饰的名词应理解为是指数量为“至少一个”。

[0181] 本文在说明书和权利要求书中使用的措辞“和/或”应理解为是指“之一或二者”结合的要素,即在一些情况下结合地存在并且在其它情况下分离地存在的要素。除非明确地相反指明,除了通过“和/或”措辞具体标识的要素之外其它要素不论与这些具体标识的要素有关还是无关都可以可选地存在。因此,作为非限制性实例,当与诸如“包含”的开放式语言结合使用时,提及“A和/或B”可以在一个实施方案中指代A,不包含B(可选地包含除了B之外的要素);在另一实施方案中,指代B,不包含A(可选地包含除A之外的要素);在又一实施方案中,指代A和B两者(可选地包含其它要素);等等。

[0182] 本文在说明书和权利要求书中所使用的“或”应理解为与上文定义的“和/或”具有相同的含义。例如,当分隔列表中的项时,“或”或“和/或”应解释为包括性的,即,既包括许多要素或要素列表中的至少一种也包括一种以上,并且可选地包括其它未列出的项。只有诸如“……中的仅一种”或“……中的恰好一种”,或者在权利要求书中使用时“由……组成”这样的明确相反指明的措辞会指代包括许多要素列表中的恰好一种要素。一般地,本文所使用的措辞“或”在前文有排他性措辞如“任一”、“……之一”、“……中的仅一种”或“……中的恰好一种”时,应仅解释为表示排他性的选择(即“一个或另一个而不是两者”)。当在权利要求书中使用时,“基本由……组成”应具有在专利法领域中所使用的普通含义。

[0183] 如本文在说明书和权利要求书中所使用的,表述“至少一个”在提及一种或更多种要素的列表时应理解为是指选自要素列表中的任何一种或更多种要素的至少一种要素,但不一定包括要素列表内具体列出的每一种和每种要素中的至少一种要素但并不排除要素列表中要素的任意组合。该定义还使得可以任选地存在除了措辞“至少一个”所提及的要素列表内具体标识的要素之外的要素,不论与具体限定的那些要素有关还是无关。因此,作为非限制性实例,在一个实施方案中,“A和B中的至少一个”(或等同地,“A或B中的至少一个”,或等同地“A和/或B中的至少一个”)可以指至少一个(可选地包括一个以上)A而不存在B(并且可选地包括除B之外的要素);在另一个实施方案中,是指至少一个(可选地包括一个以上)B而不存在A(并且可选地包括除A之外的要素);在又一实施方案中,是指至少一个(可选地包括一个以上)A和至少一个(可选地包括一个以上)B(并且可选地包括其它要素);等等。

[0184] 在权利要求书中以及在上述说明书中,所有过渡词语如“包含”、“包括”、“携带”、“具有”、“含有”、“涉及”、“保持”等应被理解为是开放式的,即意指包括但不限于。仅过渡短语“由……组成”和“基本由……组成”应该分别是封闭式或半封闭的过渡短语,如United States Patent Office Manual of Patent Examining Procedures(美国专利局专利审查程序手册)中第2111.03节所述。

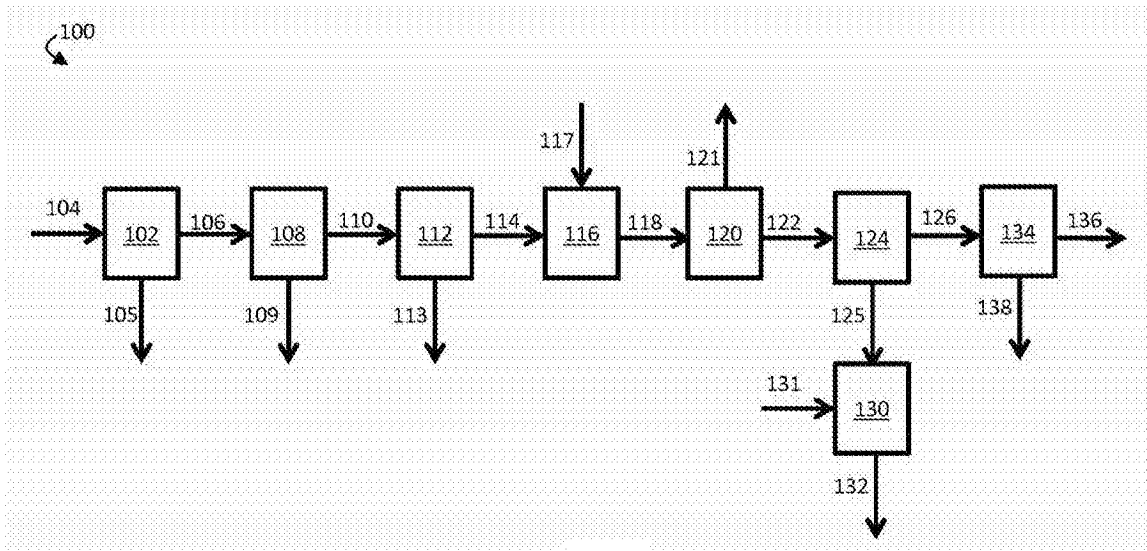


图1

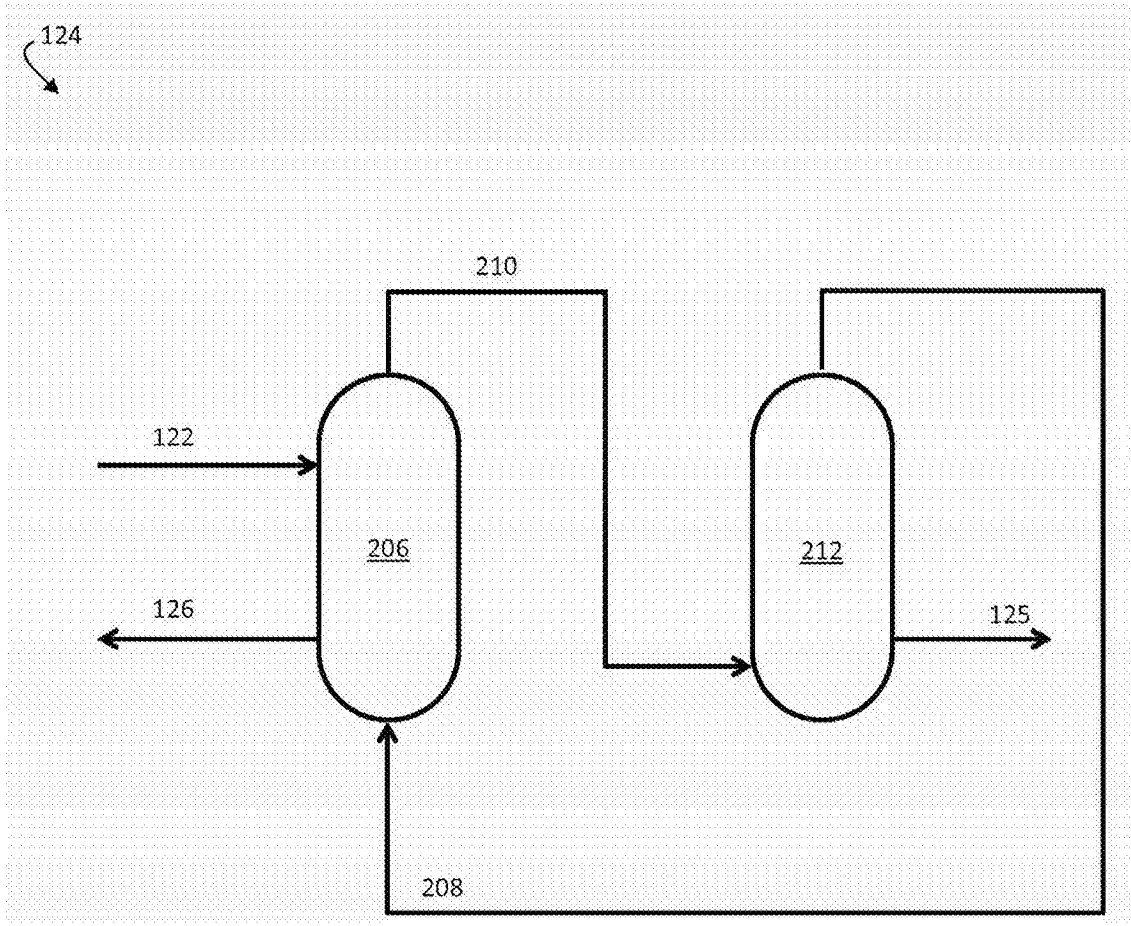


图2

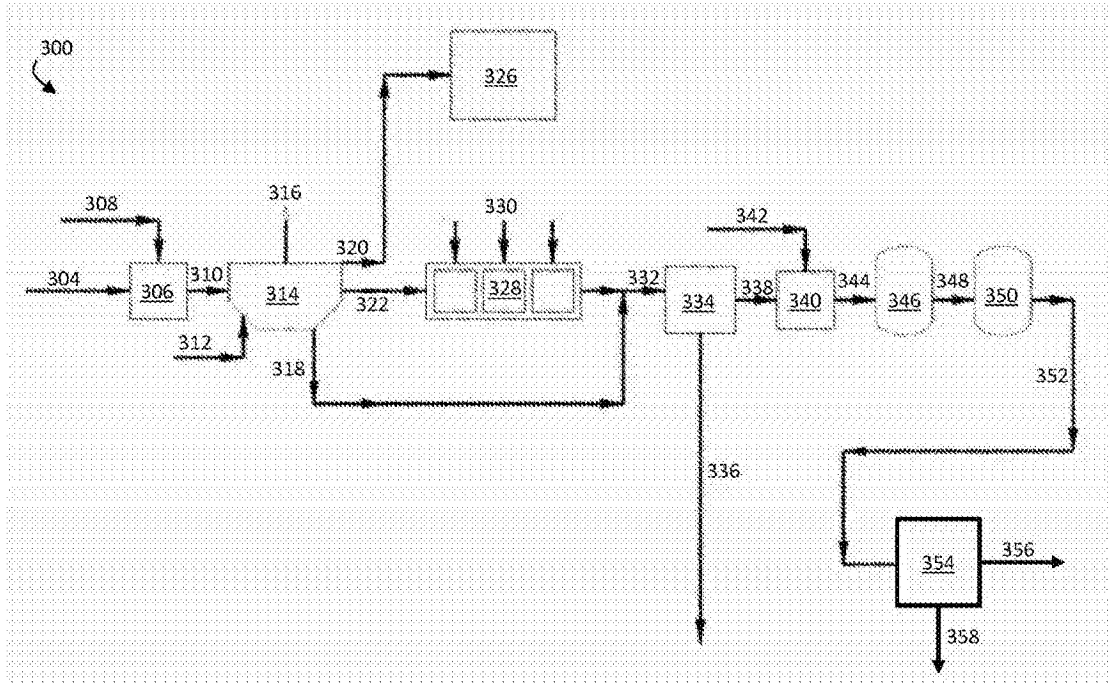


图3

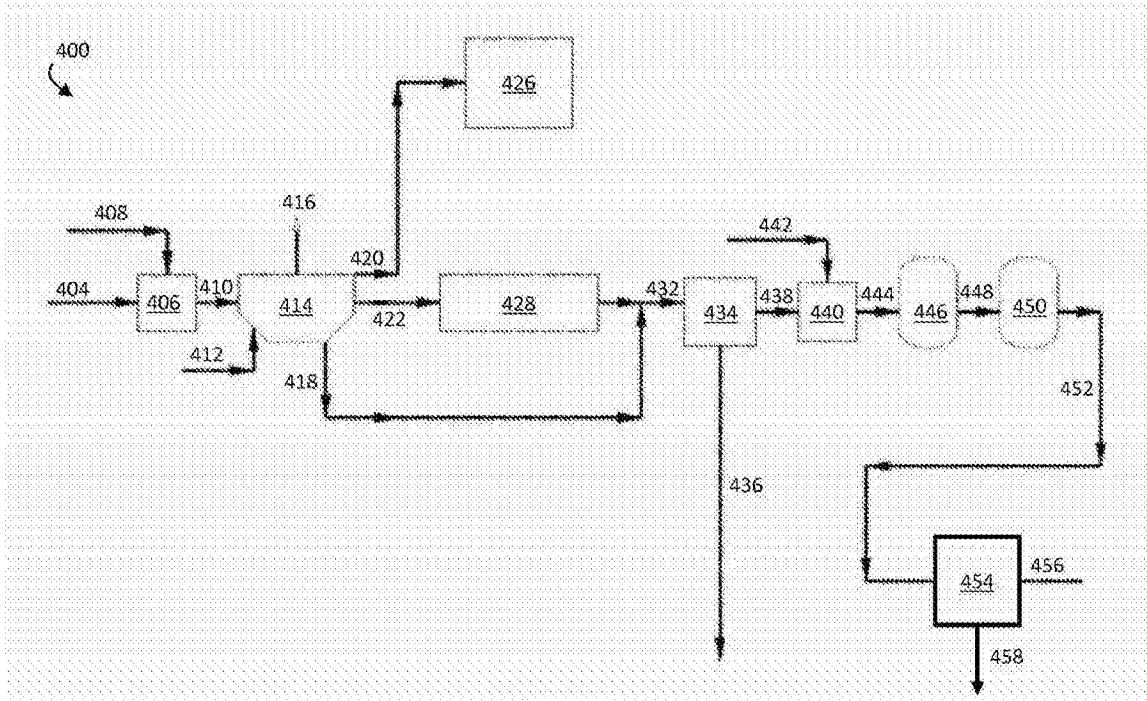


图4

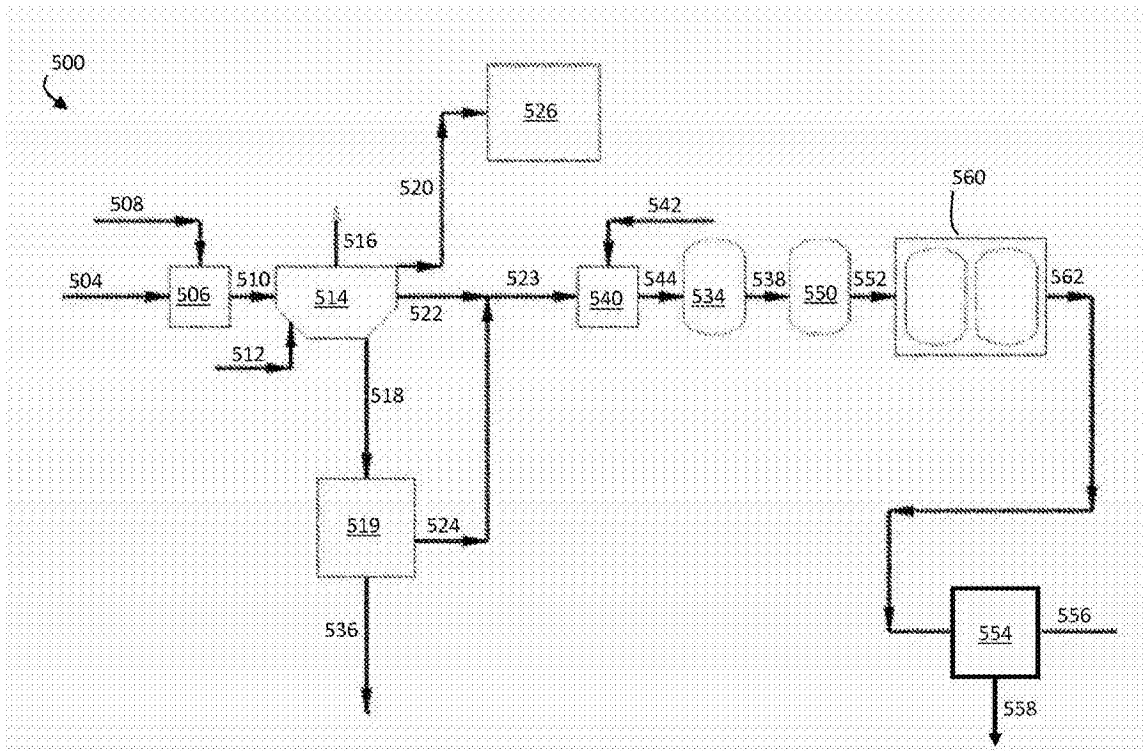


图5