

明 細 書

発明の名称：純水製造方法

技術分野

[0001] 本発明は被処理水を酸性下に脱炭酸処理した後、逆浸透膜分離装置（以下、ＲＯ装置ということがある。）で脱イオン処理する純水製造方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、市水、井水、工水、回収水、その他の被処理水から純水を製造する方法として、被処理水に酸を添加して脱気装置で脱炭酸処理し、脱炭酸処理水にアルカリを添加してＲＯ膜分離装置で処理する方法がある（特許文献１～３）。なお、 CO_2 はｐＨが低いと CO_2 ガス形態となるため、脱炭酸装置流出水（ＲＯ装置の給水）にアルカリを添加してイオン形態としてＲＯ処理で除去する。

[0003] このような脱炭酸処理及びＲＯ処理による純水の製造方法においては、被処理水の水質や用いるＲＯ膜の種類等によりＲＯ給水（流入水）の最適ｐＨが異なり、得られる純水（透過水）の比抵抗が十分に高くなるｐＨ領域は狭いことが多いところから、透過水の水質の向上のためには、ｐＨ制御が極めて重要な要件となる。

[0004] 特許文献１には、原水を酸性下に脱炭酸処理した後、ＲＯ装置で脱イオン処理する純水の製造方法において、該ＲＯ装置に流入する流入水のｐＨと、該ＲＯ装置の透過水の比抵抗とを測定し、測定されたｐＨ値と比抵抗値との関係曲線に基き、比抵抗値が大きくなるように、該流入水のｐＨを調整する純水製造方法が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献１：特開平１０－３０９５７４号公報

特許文献２：特開平８－３９０６６号公報

特許文献3：特開2000-189760号公報

- [0006] 特許文献1の方法では、pH値と比抵抗値との関係曲線を求めている間に原水水質が変動した場合、RO給水の流入水のpHが適正值から乖離し、透過水の水質が低下するおそれがあった。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] 本発明は、透過水の水質を常に良好とすることができる純水製造方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0008] 本発明の純水製造方法は、被処理水を酸性下に脱炭酸処理した後、逆浸透膜分離装置で脱イオン処理して純水を製造する方法であって、該逆浸透膜分離装置に流入する流入水のpHと、該逆浸透膜分離装置の透過水の水質とを測定し、測定されたpHと水質とに基づいて、該透過水の水質が所定範囲となるように、該流入水のpHを調整する純水製造方法において、該流入水のpHを所定幅だけ変動させ、このpH変動後から所定時間における前記透過水の水質の平均値（水質変動前平均値）と、このpH変動後から所定時間経過した時点よりの所定期間における前記透過水の水質の平均値（水質変動後平均値）とを比較して前記流入水のpHを調整する運転条件調整工程を行うことを特徴とする純水製造方法。
- [0009] 本発明の一態様では、前記水質は、比抵抗、導電率又はNa濃度である。
- [0010] 本発明の一態様では、pHの前記所定幅は、0.01～0.1の間から選択された値であり、所定時間は3～15min、所定期間は1～10minの間から選択された値である。
- [0011] 本発明の一態様では、定期的に前記運転条件調整工程を行う。
- [0012] 本発明の一態様では、前記変動前の水質平均値が所定範囲外であるときに、前記運転条件調整工程を行う。
- [0013] 本発明の一態様では、前記脱炭酸処理水の無機炭酸濃度が15mg/L未満となるように前記脱炭酸処理を行う。

[0014] 本発明の一態様では、スケール防止剤を前記脱炭酸処理前の被処理水に添加する。

発明の効果

[0015] 本発明の純水製造方法では、RO流入水のpHを所定幅だけ変動させた後の所定時間におけるRO透過水の水質平均値と、pH変動後から所定時間経過した時点よりの所定期間におけるRO透過水の水質平均値とを比較してRO流入水のpHを調整するので、被処理水の水質に短期的な変動があった場合でも、RO流入水のpHが適正值となり、安定して良好な水質のRO透過水を製造することができる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]純水製造装置を示すフロー図である。

[図2]実験結果を示すグラフである。

[図3]実験結果を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0017] 以下に図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。図1は本発明の純水製造方法が適用される純水製造装置の一例を示している。なお、図1の装置は、脱イオン処理を2段に直列配置したRO装置に順次通水して行うものであるが、RO装置は1段のみ又は3段以上設置されてもよい。

[0018] 市水、工水、井水、回収水等、又はこれらに必要なに応じて除濁等の前処理を施して得られる被処理水（原水）は、原水槽1からポンプ2により配管3へ送水される。この配管3内を流れる被処理水に対し、第1pH調整剤添加手段4から酸を添加した後、脱炭酸装置6で脱炭酸処理する。この脱炭酸装置6としては脱炭酸塔や膜脱気装置等を採用することができる。

[0019] この脱炭酸装置6の給水のpHはpH計5で測定され、この測定値が所定範囲となるように酸が添加される。脱炭酸装置6では、酸性条件下で炭酸成分をCO₂ガス形態として除去するため、この点においては、給水のpHは低い方が好ましいが、過度にpHを下げ過ぎるとpH調整剤によるイオン負荷（例えば、H₂SO₄）が後段のRO装置にかかるため、pHは4～6特に5

～6とするのが好ましい。

[0020] また、この実施の形態では、配管3内の被処理水に対しスケール防止剤が添加手段7から添加される。

[0021] 脱炭酸装置6の流出水は配管8に流出し、第2 pH調整剤添加手段9によってアルカリが添加された後、第1 高压ポンプ11を介して第1 RO装置12に通水される。第1 RO装置12の流入水のpHはpH計10で測定され、この測定値が制御装置17に送信される。

[0022] 第1 RO装置12の流出水は、第2 高压ポンプ13を介して第2 RO装置14に通水されて脱イオン処理され、処理水（純水）が配管15を介して取り出される。配管15には、得られた純水の水質（この実施の形態では比抵抗）を測定するための比抵抗計16が設けられており、その検出値が制御装置17に入力される。

[0023] 制御装置17は、この比抵抗計16の測定比抵抗値に基づいて、純水の比抵抗が所定範囲となるように第2 pH調整手段9を制御する。

[0024] 制御装置17は、定期的に（第1の態様）又は透過水比抵抗平均値が所定範囲外である場合に（第2の態様）、第2 pH調整手段9を作動させて第2 pH計10で検出される第1 RO装置12の流入水のpHを所定幅変動させる。その後、所定時間経過した後、所定期間にわたって比抵抗計16の検出比抵抗を平均して平均値を求め、その結果に基づいて第1 RO流入水のpH変動を行う。以下、第1の態様及び第2の態様について説明する。

[0025] <第1の態様：定期的に第1 RO流入水のpHを変動させる態様>

本発明の第1態様では、制御装置17は、定期的に（例えば5～20minとりわけ10～15minに1回の頻度で）、第2 pH調整手段9を作動させて第2 pH計10で検出される第1 RO装置12の流入水のpHを所定幅変動させる。この所定幅は0.01～0.1特に0.01～0.05の範囲から選定された値が好ましい。pH変動の方向は、pHを高める側への変動であってもよく、低くする側への変動であってもよい。

[0026] 上記のように第1 RO装置12流入水のpHを所定幅変動させた後、所定

時間 t が経過した後、所定期間 T にわたって比抵抗計 16 の検出比抵抗を平均して平均値（以下、水質変動後比抵抗平均値ということがある。）を求める。この所定期間 T は $1 \sim 10 \text{ min}$ 特に $1 \sim 5 \text{ min}$ の間から選択された値が好ましい。また、上記の所定の経過時間 t は、RO 装置の設置段数や RO 装置の容量に応じて設定するのが好ましく、通常は、RO 装置 2 段当り $3 \sim 15 \text{ min}$ 特に $5 \sim 10 \text{ min}$ の間から選択された値が好ましい。

[0027] 上記の水質変動後比抵抗平均値が、pH 変動直後から所定時間における透過水比抵抗平均値（以下、水質変動前比抵抗平均値ということがある。）よりも低くなっている場合には、次回の pH 変動の方向を今回の変動方向と逆にする。

[0028] 水質変動後比抵抗平均値が、水質変動前比抵抗平均値以上である場合には、次回の pH 変動の方向を今回の変動方向と同方向とする。

[0029] このように、定期的に第 1 RO 流入水の pH を所定幅変動させて水質変動後比抵抗平均値を求め、その結果に基づいて次回の第 1 RO 流入水の pH 変動を行うことにより、透過水比抵抗が高くなる制御が行われる。特に、第 1 RO 流入水の pH 変動後の各所定期間における透過水比抵抗平均値を比較することにより、被処理水の一時的な水質変化があっても、第 1 RO 流入水の pH を適切に制御することができる。

[0030] <第 2 の態様：透過水比抵抗平均値が所定範囲外である場合に第 1 RO 流入水の pH を変動させる態様>

本発明の第 2 態様では、制御装置 17 は、比抵抗計 16 の検出比抵抗（好ましくは、所定期間（好ましくは $1 \sim 10 \text{ min}$ 、特に $1 \sim 5 \text{ min}$ ）の平均値）が所定範囲外であるときに、第 1 RO 流入水の pH を所定幅変動させる。この場合の pH 変動方向は、高める側及び低くする側のいずれでもよい。

[0031] 第 1 態様の場合と同様にして pH 変動後、水質変動後比抵抗平均値を求める。そして、この結果に基づいて、次の (i) 又は (ii) の制御を行う。

[0032] (i) 求められた水質変動後比抵抗平均値が所定範囲内（比抵抗が規定値

以上)であるときには、その後、比抵抗計16の検出比抵抗(好ましくは、所定期間の平均値)が所定範囲外になるまで、この状態で運転を継続する。

(ii) 求められた水質変動後比抵抗平均値が依然として所定範囲外(規定値未満)である場合において、水質変動後比抵抗平均値が、水質変動前比抵抗平均値よりも低くなっているときには、第1RO流入水のpHを今回とは逆方向に変動させ、水質変動前比抵抗平均値よりも高くなっているときには、第1RO流入水のpHを今回と同方向に変動させる。そして、この再度のpH変動から所定の時間経過後から所定期間における水質変動後比抵抗平均値(以下、再度の水質変動後比抵抗平均値ということがある。)を求める。

[0033] 再度の水質変動後比抵抗平均値が所定範囲内になったときには、この状態で運転を継続する。再度の水質変動後比抵抗平均値が依然として所定範囲外の場合には、上記の制御を、変動後比抵抗平均値が所定範囲内になるまで繰り返す。これにより、比抵抗が所定範囲内となった純水が製造されるようになる。

[0034] 上記実施の形態では、水質として比抵抗が用いられているが、比抵抗以外の水質でもよい。比抵抗以外のものとしては導電率、Na濃度、IC(無機炭酸)濃度などが例示される。ただし、ICは測定に時間を要するため、比抵抗、導電率又はNa濃度が好ましい。IC、導電率及びNa濃度の場合、値が低い方が水質が良いので、それに従って、上記第1及び第2の態様における制御を行う。

[0035] 本発明では、製造された純水の比抵抗が目標値より低く、またpHが目標値から大幅(pH1以上)に離れている場合は、RO流入水のpHをPID制御で早急に目標pHに近づけるようにしてもよい。

[0036] 本発明では、脱炭酸処理の給水pHは、RO処理水の目標とする比抵抗を確保できる脱炭酸処理水のIC濃度(15mg/L未満)にすればよく、特許文献1で好適とされているpH4.0~5.0まで下げなくてもよい。このようにすれば、脱炭酸処理前に添加する酸を減らすことが出来る。

[0037] 本発明では、pH調整手段の薬注ポンプには、無脈動ポンプを用いること

が好ましい。

[0038] 本発明では、純水製造装置の運転を開始する場合、次の手順を行うことが好ましい。

[0039] まず、脱炭酸装置の給水 pH を 6.0 ～ 7.0 の間の特定の値、例えば 6.5 にして、RO 給水 pH と RO 処理水水質の関係をとり、目標とする RO 処理水水質が確保できるか確認する。

[0040] もし、目標値を確保できなければ、脱炭酸設備の pH を所定値例えば 0.3 ～ 0.7 の間から選択した値、具体的には例えば 0.5 下げて、再度 RO 給水 pH と RO 処理水水質の関係を取る。

[0041] これを繰り返し、目標値を確保できる脱炭酸が行われる脱炭酸装置給水の pH を決める。そして、その後の運転時は、上記第 1 又は第 2 の態様の方法により、RO 給水 pH を制御する。

実施例

[0042] [実験例 1]

図 1 に示すフロー（ただし、第 1 RO 前段に保安フィルタを設置）において、以下の通水試験を行い、RO 流入水（給水）の pH と、透過水比抵抗及び IC（無機炭素濃度）との関係を求めた。

[0043] 主な条件は次の通りである。

第 1 RO 回収率：75%

第 2 RO 回収率：90%

被処理水：野木町水を活性炭処理して塩素除去したもの

薬品：脱炭酸処理前にスケール防止剤（栗田工業株式会社製クリバーター N500）を 2.5 mg/L 添加

保安フィルタ前にスライム防止剤（栗田工業株式会社製クリバーター EC503）を 3 mg/L 添加

第 1 pH 調整手段では、硫酸、第 2 pH 調整手段では苛性ソーダを添加

[0044] 図 2 に第 2 RO 処理水比抵抗と第 1 RO 給水 pH および脱気処理水 IC の関係を示す。期間中、脱炭酸装置給水の pH を約 4.5、6.2、6.5 と

24時間毎に高くするよう調整することで、脱気（脱炭酸）処理水ICを約2.0、4.5、8.0mg/Lと段階的に上げたが、第1RO給水pHを8.3～8.6と弱アルカリ性に調整したことにより、RO処理水比抵抗が3.5MΩ・cm以上に維持された。

[0045] [実験例2]

下記の条件で平膜試験装置のRO膜に通水し、スケール防止剤（クリバーターN500（栗田工業株式会社））を添加したときと添加しなかった場合とでROの透過流束（フラックス）を測定した。結果を図3に示す。

[0046] <試験条件>

使用膜：ES20（日東電工製）、平膜試験装置使用

供給水水質：酸消費量（pH4.8）100mg/L、CaH200mg/L、FeO0.5mg/L、アルミニウムイオン0.2mg/L、pH8.0、EC503（スライムコントロール剤）3mg/L

回収率：80%

[0047] 図3の通り、スケール防止剤を添加することにより、RO膜の閉塞が抑制される。

[0048] 本発明を特定の態様を用いて詳細に説明したが、本発明の意図と範囲を離れることなく様々な変更が可能であることは当業者に明らかである。

本出願は、2020年6月10日付で出願された日本特許出願2020-101035に基づいており、その全体が引用により援用される。

符号の説明

[0049] 6 脱炭酸装置

12 第1RO装置

14 第2RO装置