

“四”水流年——喝水背後的故事

（新加坡）联合早报网 （2012-09-03）

因工作關係，我常年往返新加坡與中國兩地，在中國的時間甚至多過新加坡。二十多年來，從南到北，我幾乎跑遍了中國除西藏之外的所有省、市、自治區，在很多小縣城也留下了足跡。

人在路途，喝水這種安居在家裏顯得很理所當然的事情，在旅途中往往會凸顯出極度窘迫的一面：有些水你明明知道它不衛生，但你又不得不喝下去。這種心情的極端情況，跟《荒野求生》中曾有一集節目類似。主持人貝爾·格裏爾斯 Bear Grylls 被困在太平洋上一葉小筏上，唯一的淡水混雜著鳥糞和海龜臭血，直接飲用會造成反胃和嘔吐。為了攝取淡水，他只好用一根管子給自己灌腸，因為結腸可以吸收水分。不過場面慘烈，貝爺一邊慘叫一邊“喝水”。

作為一個跟淨水打了 20 多年交道的業內人士，我在中國旅行中最大的體會是：喝水的安全性是很難有保障的事情。不是說沒水可喝，只要在酒店或餐廳，水總是有的。但隨著對中國自來水的了解越深入，你會越來越了解自來水的問題之大，就越來越面臨有水也不敢喝的心理掙紮。你可以說我矯情，但實際情況就是這樣。萬般無奈之中，我不得不把瓶裝水當飲用水，盡管站在環保的角度，我本身是很反對喝瓶裝水的，塑料汙染、浪費資源，而且瓶裝水的安全性也經常被質疑，我相信不少外出旅行的人都曾有過購到不法商人用自來水灌裝冒充的礦泉水的經歷。

人類最早都是依水而居，直接取水飲用的。但隨著人們對傳染病的認知，西方發達國家十九世紀開始把江河湖泊取來的原水用砂濾澄清、去除濁度，用氯氣消毒原水、殺滅病菌，然後用管道輸送到千家萬戶，這就是自來水的由來。後來，記得最早是法國把一些特殊地區的優質天然水灌裝成便於攜帶的瓶裝水出售，自此也就有了礦泉水。至於純淨水，是因為一些地域沒有優質的天然水可供利用，而通過蒸餾自來水制備而來。不過，今天的地球，環境汙染無處不在，無奇不有，且不說天然水不能直接灌裝，即使深掘數百米的地下水也需要經過超濾澄清才能飲用。至於純淨水，目前幾乎都是用反滲透膜過濾的，市場上已鮮有采用耗能的蒸餾法制備的純淨水了。

讓我們順著時光的軌跡，介紹一下從砂濾制備的自來水，到超濾生產的礦泉水，反滲透過濾的純淨水各有什麼特點，在此基礎上亦介紹納濾水的由來。

“四水”之一：自來水的尷尬

大家都知道，中國人習慣把水燒開了喝，而新加坡人習慣喝生水。中國的家長總會叮嚀小孩，無論到學校，還是在家裏，千萬不能生喝自來水。而新加坡的小孩，大概很少有家長關心小孩喝什麼水。比如說我家的小朋友，長期以來習慣擰開水龍頭就喝，沒有任何問題。但他們回到中國後，常常因喝水搞的腸胃不適，家人老人會說水土不服。其實，從科學的角度，恰恰是中國與新加坡的自來水的水質狀況有很大的差異，偶爾去中國居住的小孩一時之間很難適應。

據我了解，不光是小孩，隨著中新兩國政治、經濟、文化、教育交流的日益頻繁，越來越多新加坡公民到中國去。但很多人，包括成年人和小孩，會出現一段時間腹瀉，嘔吐等病癥。這其實正是沒有長期飲用這類自來水水質的人們對不安全的飲用水的本能抵抗反應。

近年來，飲水安全在中國更遇到了前所未有的挑戰，可以說中國各地的飲用水源均不同程度地遭受生活污水與工業廢水等點源污染，亦遭受酸雨、PM2.5 等面源污染。由於中國國內經濟和環保發展的不平衡，重經濟而輕環保，甚至以犧牲環保為代價換取經濟利益，因此，對空氣、水體等造成了漸進而嚴重的污染。幾乎在每一個有人跡活動的地方，水體中不僅有濁度、懸浮性固體等物理性雜質及細菌、病毒等微生物，更有各式各樣的化學污染物。

但遺憾的是，在通常情況下，水體中的這些污染物單靠肉眼和味覺是無法察覺的，甚至普通的檢測設備都難以測出，很容易造成大家在喝水的時候不以為然。但其實有害的物質經過喝水會在人體內聚集，對身體形成漸進的傷害，說不定哪天就突然爆發。中國的央視曾經報道山東省沈丘縣某一村莊癌癥死亡之謎，很多人因為喝水的原因得了癌癥，但開始一直沒有意識到是飲水污染導致的惡果。

中國自來水的處理工藝落後，96%以上的自來水廠仍停留在 100 年前第一代傳統的四步法，即常規的水處理工藝。來自江河湖泊中的源水經取水泵房取水到水廠經混凝、沈澱、過濾、然後加氯消毒到清水池，再通過漫長的管道送到千家萬戶。如果是高層用戶，還需要通過樓頂的水箱或水池進行二次供水。所以說，中國的自來水面臨水源污染、自來水廠水質淨化工藝落後、管網質量參差不齊、高樓水箱供水二次污染等四大問題。說實話，冰凍三尺非一日之寒，要讓政府馬上解決還真是比登天還難。

上述傳統的自來水處理工藝，能夠把水澄清，也就是把水的濁度、懸浮性固體等物理顆粒污染物去除；通過加氯消毒，也可殺死細菌、病毒，但其最大的問題卻是水中殘留的有機物在用氯消毒處理時，會生成多種具有致癌效應的加氯消毒副產物。與此同時，中國城市中早年安裝的自來水輸水管材多數是鍍鋅管，它存在嚴重的污染隱患，經過長年累月的使用，不可避免地會生銹、結垢、腐蝕等，進而導致鉛、鐵、錳等無機元素含量偏高。雖然目前新建管網已經

極少使用鍍鋅管材，但新老管網相互聯通、交叉汙染。即使政府有安排預算改造，但因其盤根錯節，難度遠非想象。

正因如此，去年當我在中國第一次拋出“自來水未經終端淨化燒開了也不能喝”的觀點時，引起軒然大波，媒體紛紛採訪報道，一些人表示理解，但也有相當多的人罵我別有用心。但我通過微博，每天推出幾段一百四十字的解釋，逐步介紹，層層解剖，最終，不少網友因我的科普改變了飲水的習慣。

通過閱讀上述文字，你應該明白為什麼我在中國喝時會有如此的糾結。水不再是很久以前的“幹淨不幹淨”的問題，而是已經上升到了“有沒有毒”的高度了。從這個角度看，新加坡人到中國後，飲水後拉不拉肚子不是大問題，因為身體遲早總會適應的。但當你的身體習慣中國的自來水後，雖然不拉肚子了，但其實是處於一個更危險的慢性中毒的過程中，這是我身為淨水專業人士對長期旅居中國的新加坡人的善意提醒。

“四水”之二、三：礦泉水與純淨水之爭

在我的印象中，不管是去歐美，還是日本，礦泉水到處都有，通常會有含氣和不含氣之分，但純淨水卻比較少見。而中國的情形卻恰恰相反，記得從上世紀 80 年代起，隨著工業、農業以及生活汙染的加劇，基於一般性消毒、殺菌的傳統自來水處理工藝已經開始不能應對逐漸猛增的農藥、化肥、重金屬、有機物汙染，中國一些先富裕起來的人開始意識到自來水“可能”不幹淨，願意為更幹淨的飲用水買單，RO 反滲透純水機開始緩慢地進入中國家庭。以反滲透過濾方式制備的瓶裝純淨水也在中國慢慢占領市場。

反滲透是一種膜分離過程，它只能透過水與溶解性的氣體，其他所有的溶質都被截留，因此制備的是純淨水，非常幹淨，不含任何雜質。為了用“極度幹淨”這個概念來吸引消費者，廣東的樂百氏在包括電視、報紙等的各種媒介上推出“27 層淨化”的廣告，突出其純淨水前前後後經過 27 層淨化，“很純淨，可以信賴”，給消費者留下深刻印象，從而在眾多同類產品中迅速脫穎而出。相信這一廣告很多中國人至今仍記憶猶新。

樂百氏在取得巨大成功之後，既沒有向消費者數清楚到底經歷了哪 27 層過濾（實質上就是反滲透膜過濾，所謂的 27 層過濾對專業人士而言只能說是一句廣告語罷了），也沒告訴消費者純淨水的缺點，即不含任何礦物質成分，呈一定的弱酸性，所以長期飲用對人體的健康不利。這時純淨水聯盟的競爭對手農夫山泉站出來了，雙方爆發口水戰。正是在這場席卷全國的口水戰中，天然礦泉水粉墨登場，走上了舞臺。

有一天，我突然從媒體上看到知名的淨水生產企業養生堂不再生產純淨水的廣告，因為他們用純淨水、礦泉水做了植物、動物和細胞三組實驗，結果發現用天然的礦泉水在種草、大白

鼠生存、細胞實驗中，均優於純淨水。因此他們決定“做大自然的搬運工”，推出農夫山泉。這件事引起了以哇哈哈、樂百氏等為代表的純淨水聯盟的反擊，理由是大量公開報道的科學調查數據已經表明，無論是喜馬拉雅山的雪山還是南極的冰山都有檢測到農藥的殘留，農夫山泉千島湖的水怎麼可能獨善其身呢？雙方陣營唇槍舌劍，各執一詞，誰也說服不了誰。而公眾更是霧裏看花，越看越亂，不知如何選擇。

記得當年有不少朋友問我，身為一個淨水專家，怎麼看待礦泉水與純淨水之爭，或者說到底哪一種水更有利於人體健康？我從專業的角度向他們解釋，雖然雙方互相攻擊，但對彼此的缺點都點穴到位，講到了要害：礦泉水可能因為沒有去除微汙染而不安全，純淨水又因為生產過程中沒有保留礦物質而不健康。無論礦泉水也好，純淨水也罷，都是用膜分離過濾的。礦泉水決非從大自然取來直接灌裝到瓶中的，它主要是通過超濾膜除菌淨化，去除了濁度，截留了病菌。但超濾確實無法剔除水中可能含有的化學汙染物，雖然在某些地區含量或許極其微量，但可能引發的健康問題卻不容忽視。另一方面，純淨水沒有礦物質也確確實實是一個問題。盡管純淨水生產企業不斷聲稱礦物質可以通過食物等其他途徑來補充，但稍有醫學常識的人都知道，飲水中的礦物質是維持體液滲透平衡及人體新陳代謝的重要因子，而上述功能是食物中的礦物質難以取而代之的功能。

這場爭論差不多到 2000 年 7 月 9 日才告一段落，新華社發出的電訊稿報道“專家提醒”：“純淨水”不宜大量地長期飲用。遺憾的是，盡管新華社是權威的新聞平臺，但它畢竟不是專業的科研機構，所以我從專業的角度作如下補充：純淨水不能長期飲用是因為它不含礦物質，而且，直接從反滲透純水機過濾出來的水呈弱酸性，長期飲用對健康危害更大。另一方面，礦泉水可能含有微汙染也是公開的事實。最近媒體爆料千島湖的野生魚汞含量超標，原因即跟其水質有關。據此，中國知名的飲用水安全毒理學研究專家、華科技大學同濟醫學院的吳誌剛教授一語點中要害：那可是農夫山泉的老家啊！

“四水”之四：納濾水的故事

在這場水戰中，我意識到無論是自來水還是純淨水、礦泉水，都存在各自的缺陷。確保去除微汙染的天然礦泉水當然不錯，但對於普通市民而言，從安全性、水源限制、經濟成本等綜合考慮，天天喝礦泉水是不切實際的。那麼，有沒有一種方法，既能夠去除自來水中的微汙染，同時又能保留水中天然存在的礦物質，而且價格便宜，普通家庭也能喝得起呢？我想到了納濾，利用這一介於超濾與反滲透之間的新興分離工藝來制備飲用水，不正是可以在去除水中外源微汙染的同時保留水中天然存在的礦物質嗎？這就是我在不同場合堂吉訶德似地大勢宣揚的納濾水。

中國的自來水必須過濾後才能飲用，這是常識。自來水用砂濾，礦泉水用超濾，純淨水用反滲透過濾，它們都屬於不同過濾精度的濾水。納濾則是一種選擇性的過濾技術，吐納隨心，

濾你所慮。不過這句話說起來容易，做起來卻難。從事過納濾研究的人都知道，當今世界幾家知名的膜公司，無論陶氏化學，還是通用電氣，或者日東電工，它們均有多種商品的納濾膜可供選擇，然而在實際應用中，幾乎所有的納濾膜在截留微汙染方面都性能卓越，在保留礦物質方面卻有所欠缺。它們在透過鉀、鈉等一價離子時完全可隨你所願，然而對人體所需要的鈣、鎂等二價離子的透濾卻無能為力。

為了攻克這一難關，研究團隊花了長達八年的艱苦奮戰，終於在德國納米專家的幫助下另辟蹊徑，利用分子篩膜的成膜機理，開發了一種以傳統陶瓷濾芯為支撐體，特殊的納米材料與特制的活性碳為復合材料，在千度高溫下燒結而成的分離性能獨特的復合陶瓷納濾芯。它在截留水中的外源微汙染的同時可保留水中天然存在的礦物質，從而彌補了有機商品納濾膜不能透過人體所需的鈣、鎂等二價離子的缺陷。

目前在中國，納濾水機已經上市，很多人喝上納濾水之後，都給予了積極正面的評價。不僅如此，納濾作為 21 世紀最有前途的水質淨化技術，還可以直接把中國自來水的處理工藝，直接從第一代升級到第四代，採用納濾技術處理沈澱池或濾池出水，其最大的特點是對水中微粒、膠體、細菌、病毒、臭味、色度、重金屬、有機汙染物能徹底去除，還可以有效的保留礦物質，受進水波動的影響小，出廠水質將高於最新頒布的城市供水行業水質標準，達到去除微汙染、保留礦物質的目的。

新加坡應用的納濾技術，可以解決中國普通民眾的飲水問題，去除微汙染、保留礦物質，提供既安全又健康的解決方案，豐富了新加坡的水故事，也對新加坡現有的水處理工藝的提升有所啟發。新加坡的新生水目前都是通過 RO 反滲透方式獲取的純淨水，通過廢水回收、過濾、再生，使每一滴水都有超過一次的用途。但純淨水呈弱酸性，不含礦物質，這是它的兩大致命缺點，也是公開的秘密。只要參訪過勿洛新生水中心的民眾一定聽講解員介紹過，純淨水生產出來後要通過加城調 pH 及加適量的礦物質平衡，原因即在於此。

納濾水具有去除微汙染、保留礦物質的特征。較之礦泉水，它克服了礦泉水可能沒有去除微汙染的缺點，又保留了礦泉水含有礦物質的優點；較之純淨水，它在保留純淨水肯定去除微汙染的同時，又克服了純淨水沒有礦物質的缺點。當然，納濾水還面臨推廣和被廣泛接受的挑戰，“四水”流年，水故事成為人們生活中的重要篇章，這個故事還會繼續說下去。

（作者為新加坡三達國際集團董事局主席、新加坡國立大學兼職教授，本文僅代表其個人觀點）