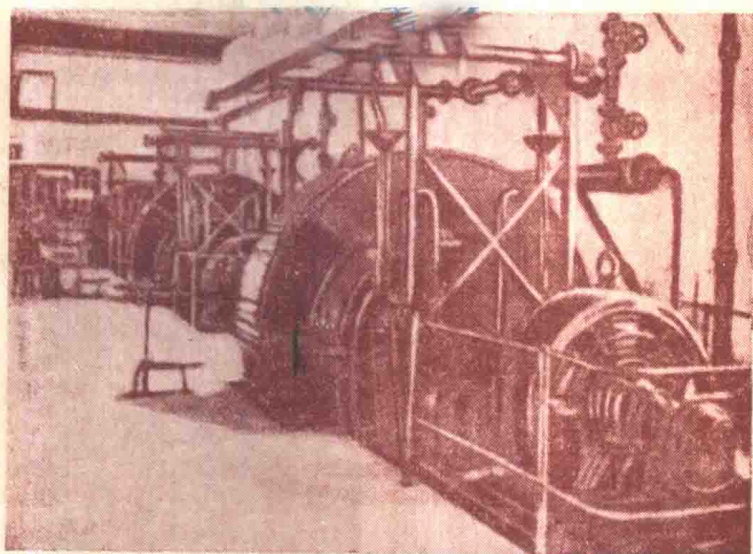


重工业企业给水

下 册

A.M. 克紐什可夫 著

赵国良 高世達 合譯



冶金工業出版社

重工業企業給水

(下 冊)

A. M. 克紐什可夫 著

趙國良、高世達 合譯

冶金工業出版社

本書共分三篇。

第一篇闡述重工業企業——鋼鐵廠、有色冶金工廠、煉焦化學工廠、機械製造廠、選礦場、火力發電站等的生產用水條件；

第二篇敘述各種生產給水方式，其中，特別是對冷卻給水作了詳細的敘述；

第三篇是論述重工業企業建築給水設備的特殊性。

本書中文譯本分上、下兩冊出版，可供重工業企業給水工程的設計及施工專業人員參考。上冊包括第一篇各章，下冊包括二、三兩篇各章。

А. М. Конюшков

ВОДОСНАБЖЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЯЖЕЛОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Стройиздат (Москва—1950)

重工業企業給水（下冊）

趙國良 高世達 合譯

1957年7月第一版 1957年7月北京第一次印刷 1,432 冊

850×1168·1/32·127,000字·印張 $5\frac{2}{32}$ ·定價(10)0.90元

冶金工業出版社印刷廠印 新華書店發行 書號 0654

冶金工業出版社出版（地址：北京市燈市口甲45號）

北京市書刊出版業營業許可證出字第093號

下 冊 目 錄

第二篇 給水系統及方式

第 八 章 生產給水系統及方式	5
一 直流給水系統	6
二 帶有人工冷卻設備的循環給水系統	8
三 帶冷水池的循環給水系統	14
四 連續給水系統	16
五 循環給水系統與連續給水系統的舉例	24
第 九 章 冷卻用水的特點	31
一 於管式表面冷卻器內對液體或氣體的冷卻	31
二 用管式及箱式冷卻器冷卻爐子和生產設備	44
三 用與水直接接觸的方法冷卻煤氣	55
四 用澆水法冷卻固體	58
五 連續給水系統的用水特點	60
六 循環給水系統中的新水耗量	62
七 利用由冷卻設備排出的廢水的熱量	66
第 十 章 其他各種給水	72
一 廠內鐵路運輸的給水	72
二 專用軟水管道	75
三 生活-消防的給水	76
四 高溫車間的特殊供水形式	78
五 澆水上水道	83

第三篇 重工業企業給水管網及構築物構造的特點

第十一章 輸水管綫及配水管網	85
一 輸水管綫	85
二 廠內給水管綫	90
三 地溝內管道的敷設	92
四 架空管道	100
五 管道與鐵路的交叉	102
第十二章 給水構築物	105
一 取水構築物及第一昇壓水泵站	105
二 二次昇壓水泵站	112
三 貯水塔與貯水池	116
四 水的澄清裝置	133
五 冷却構築物	140
六 關於利用海水的問題	144
第十三章 給水和排水方案的技術經濟比較	151
參考文獻	160

第二篇 給水系統及方式

第八章 生產給水系統及方式

由於重工業企業的用水條件和當地的自然條件各不相同，所以這就限定了這些企業可能採用的給水系統也是各不相同的——從最簡單的直流給水系統至許多不同系統相聯或者獨立的最複雜的系統。

在大多數情況下，給水和企業的生產是有着密切聯繫的，它直接參與產品的製造過程，與動力供應、蒸汽供應等具有同等重要的意義。給水工作不好就可能使企業的生產工作不良。

因此，在技術方面，在經濟方面正確地合理地解決企業的整個給水方式是非常重要的——一個任務。

在工業企業中可能採取以下幾種給水系統： 1) 直流給水系統； 2) 帶有人工冷卻設備（冷卻塔或噴水式冷卻池）的循環給水系統； 3) 帶有冷水池的循環給水系統； 4) 連續給水系統。在同一個企業中很可能有上述的一種、兩種或更多種的給水系統來供應其各個車間使用。例如，某些車間可能採用循環給水系統，而另外一些車間則要採用直流給水系統；還可能有些車間是可以直接利用由其他車間排出來的工作廢水等等。

因此，整個工廠用的生產水之給水方式，在大部分情況下，就其實質來講都是混合式的。雖然如此，但當大部分車間的供水是循環系統時，就可以將該工廠的給水系統統稱為循環系統，而當大部分車間的供水是直流給水系統時，則可將該工廠的給水系統稱之為直流系統。僅在兩種不同的給水系統在一個工廠裡各約佔一半的情況下，這時該工廠的總給水系統才可以叫做混合式的或綜合式的。

假如不以綫條來表示水流，而以圖表來表示，即根據水的流量按比例製出圖表來表示的話，則給水方式就可非常明顯的看出。

這樣的圖表或水量平衡圖，對複雜的給水方式更是特別有用的。假如在圖表上能以各種不同的顏色或各種不同的綫條區別出來各種不同性質的水（如新水、熱水、污水、澄清水），則給水的方式就會更為明顯。本書中有些給水方式就是以這種不同綫條的圖表表示的。

為避免重複解釋起見，現將所有各種方式的綫條圖例示於插圖53。在圖上可寫耗水量，立方米/時 或 公升/秒。

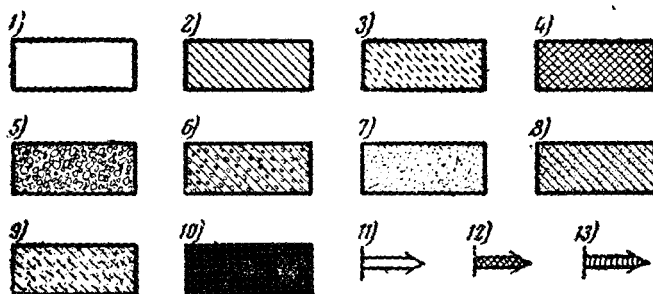


圖 53 給水系統圖的圖例

1—新水； 2—被加熱的淨廢水； 3—冷卻後的水； 4—被兩次加熱的廢水；
5—循環給水系統或連續給水系統所採用之濁廢水； 6—循環給水系統或連續給水系統所採用之被加熱的濁廢水； 7—澄清水； 8—被加熱的澄清水； 9—澄清及冷卻後的水； 10—排往下水道之污廢水； 11—給水系統之排污； 12—生產過程中不可收回的損失水； 13—冷卻設備及沉澱池中損失的水

一、直流給水系統

凡供向用水戶的全部水量均是由水源直接送來的，這樣給水系統叫做直流給水系統（參看插圖54）。這時用水戶或將供給它的水全部消耗掉（如車間 A. Γ），或在生產中僅消耗掉一部分，而剩餘的一部分則做為廢水經下水道排往江河中去（如車間 B. B）。另外某些用水戶將供給它的水用完以後，全部都排往下水

道（因管綫漏水以及由於蒸發而損失掉的水量除外，但該量極微，故實際上可不計算）（如車間 A、E）。

如果各個車間所需水壓相差頗大，就可以敷設兩條或兩條以上的獨立管綫，並在一個水泵站內設置獨立的水泵組供水。

當需要將水藉很高的壓力送往高處時，可能需要建設揚水站。但是這種系統僅在極特殊的情況下方可採用；即當耗水量不大同時又必需以不能耐高壓的非金屬管或鑄鐵管做為輸水管時，才可採用這種系統。當耗水量非常大時，採用循環給水系統來代替上述系統是非常合算的。假如耗水量不大並且還有敷設鋼管的可能時，同樣也最好是不用揚水站。當然，在這種情況下，水源地的水泵站是需要有極大的揚程的，只要所使用的鋼管質量甚高，並且水泵站所有的管綫之焊接也都良好時，高壓是不會有什麼危險的。

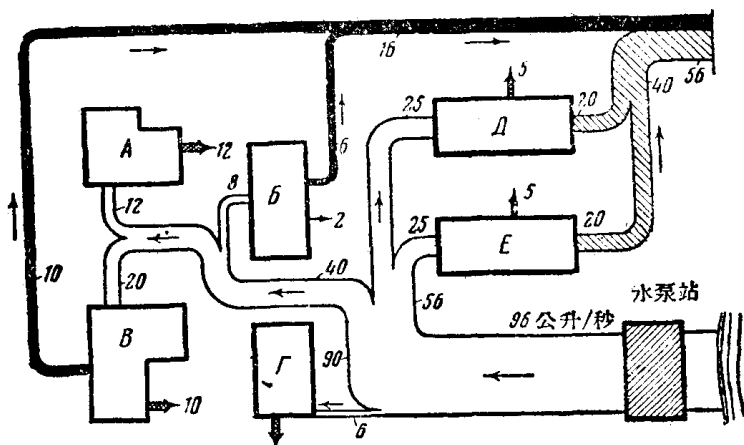


圖 54 直流給水系統

上述給水系統的另外一種形式就是大多數用水戶所用之水是由第一昇壓水泵站直接送來，而個別的用水戶所用的高壓水，則需藉助一個或數個揚水裝置送來。例如：在山岳地區，當各個車間的標高相差懸殊的情況下，就必須採用上面所說的揚水裝置。

一般情況，只是在一些規模很大並且採用直流給水系統的工廠中方採用揚水裝置，因為這樣大的工廠在其許多用水戶之中經常會有需要水壓非常高的用水戶，例如：在黑色冶金工廠中需裝設揚水裝置，以便送高壓水沖洗電氣除塵器、洗滌煉鐵爐冷却器以及向煉鐵爐上部供水等。

直流給水系統最大的優點就是他的構築物數量不多因而設置及管理都很簡單。在各種小用水戶很多的情況下，採用直流給水系統最爲方便。對使用冷却水的用水戶來講，直流給水系統最大的優點，就是其供給生產用水的溫度比較低。根據這一原因，對某些個別的生產，有時是一定要採用直流給水系統的。

直流給水系統與循環給水系統來比較，它的缺點是在工作場區沒有預備水量；而當採用循環給水系統時，在冷却池內進行冷却的水就起着預備水的作用。

根據上面所說的直流給水系統之優點，在水源供水能力充足的情況下，只要直流給水系統建設經費和其他種給水系統之建設經費相等或即使多少貴一些，則也應採用直流給水系統。

二、帶有人工冷却設備的循環給水系統

當用水戶將水用完以後不是像直流給水系統那樣，將其排往江、河中去，而是將其加以處理，然後重新送往用水戶使用時，這種給水系統就叫做循環給水系統。

由於這樣，僅僅需要由水源供給極少量的補充水（新水）來補充給水系統中不可避免的水損失，如：蒸發、水冷却時一部分被風帶走、以及系統排污（爲避免循環系統中的水內所含鹽分超過規定的量，需經常或定期排掉一部分水而換以新水）等所引起的損失（參看第62頁）。如在生產過程中還有一些其他水損失，則該損失也應由水源供以新水補充。

因此在採用直流給水系統或連續給水系統，而水源供應的水量不足時，只有循環給水系統是唯一可以解決這個問題的一種給水系統。

當水源中水量很充足時，採用循環給水系統是否合適應根據經濟條件決定。當採用循環給水系統時，如上所述應當供給企業的水量 q 要比採用直流給水系統時所要供給的水量 Q 小得很多。一般 q 僅佔 Q 的百分之幾。同時在第一種情況供水所耗電量也比第二種情況相對地小很多，另外第一種情況的集水構築物之尺寸及輸水管的管徑也比較小，即集水構築物及輸水管的建設經費也較少。但當採用循環給水系統時，必須建設一些補充設備，如第二昇壓水泵站及冷卻設備等。所以循環給水系統僅在這種情況下，即用建設循環給水系統的集水構築物節省下來的及吸水所需耗電費節省下來的資金足能綽綽有餘地建設循環給水系統之補充設備時，才比採用直流給水系統合適。

非常明顯，工廠所需的水壓越高，即工廠廠區與水位的標高差 H 越大，採用循環給水系統就越合適；因為這時所節省的電量也越多。另外工廠距水源的距離 L 越遠，採用循環給水系統越合適，因為距離越遠，輸水管的經費（由於管徑減小）因而節省越多，此外還節省了克服管綫阻力所需的耗電量。因此，當 $H+h$ （ h 為輸水管中的水壓損失）及 L 為一定值時，循環給水系統在經濟方面與直流給水系統相等。

當 $H+h$ 及 L 之值增加時，循環給水系統就要比直流給水系統優越。

循環給水系統比直流給水系統優越時之 $H+h$ 及 L 的絕對值，主要是取決於耗電費，由水源送往直流給水系統的水量與送往循環給水系統的水量之比，以及許多其他因素。因此確定一個一般的 $H+h$ 及 L 值的範圍，並據此以決定那一種給水系統合適，是非常困難的。只有當 $H+h$ 及 L 之值特別小時，很明顯採用直流給水系統合適，反過來說，當 $H+h$ 及 L 之值特別大時，很明顯一定是採用循環給水系統合適；而當 $H+h$ 及 L 之值是介於二者之間時，則需要進行循環給水系統方案及直流給水系統方案之經濟評定，亦即需要編製這兩種給水系統的設計並進行這兩種設計方案的經濟比較。

假如水是用於冷却操作，則在一般條件下，當 $H+h$ 為 10~15 公尺以下， L 為 2~3 公里以下時，很明顯直流給水系統合適，而當 $H+h$ 為 30~35 公尺以上， L 為 5~6 公里以上時，很明顯循環給水系統合適。

馬利舍夫斯基 (Н. А. Малишевский) 工程師根據對幾個使用海水的發電站所進行的供水經濟技術分析而得出結論，即當取水構築物造價過高時，如輸水管長 1.0~1.5 公里及廠區地勢較水源地水位高出 5~2 公尺或如輸水管長 0.5~1.0 公里及廠區地勢較水源地水位高出 15~10 公尺時，則發電站採用循環給水系統合算。這個結論對循環給水系統來說是比較有利的。

當需要從水源地把水揚得很高，亦即需要把廢水從很高處排下時，可用裝設水輪機的方法來利用水的動能。如水量很大，並且可能集中排出時，水輪機之能力可達數百瓩，水輪機特別可用來帶動往工廠送水的水泵。

如果按這種方法來利用廢水的動能，則即使需要將水揚得很高，採用直流給水系統也要比循環給水系統有利。例如，波克洛夫斯基 (В. Н. Покровский) 工程師 (電站部) 曾指出：根據設計經驗，如把由冷凝器排出的廢水用於轉動江邊水泵站之水泵，則在需將水揚高到 30~35 公尺的情況下，還是採用直流給水系統合算。

在 H 雖然比較不大，但 L 却很長的情況下，由於減少了給水管綫的投資以及節約了克服阻力所需的電力，因而採用循環給水系統可能合算。反之，當水源地直接位於工廠附近時，由於節省了將水揚高所需之電力，採用循環給水系統也可能合算。

水量 Q 越大， $H+h$ 及 L 越小，則採用循環給水系統越有利。如 Q 不很大，一秒鐘約為數公升或數十公升時，則不管 $H+h$ 及 L 之值如何，由於節約價值不大，不值得將給水設備及操作加以複雜化，因而不利採用循環給水系統。

$\frac{q}{Q}$ 之比值越小，循環給水系統越有利。

Q 之絕對值越大 (亦即 q 之值越大)， h 值在經濟方面的影響則越小，因為由於直徑增大 h 則隨之減小。

① 馬利舍夫斯基工程師著：用海水的循環給水系統之合理的經濟技術指標，見“發電站”第二期，1949年出版。

當水用於冷却時，最經常的是採用循環給水系統。循環給水系統有三種形式：

1. 冷却水經過密閉的箱式或管式冷却器之後，實際只被加熱並未污染，例如，當冷却蒸汽透平之冷却器、各種爐子（煉鐵爐、馬丁爐、加熱爐及電爐）、空氣壓縮機、內燃機、煤氣鼓風機等以及於各種管式冷却器內冷却產品時，就是這樣。

在上述情況下，只需於噴水式冷却池或冷却塔內將水加以冷却即可（參看插圖 55, a）。工作後的廢水自行流入水泵，再由水泵將其送往噴水式冷却池之噴水系統或冷却塔。冷却後的水由冷却設備的水池流入水泵站的集水池或吸水井內，然後再用二次揚水泵送往用水戶。

2. 用過後之冷却水不僅被加熱，同時也被弄髒。例如，於洗滌塔內冷却煤氣時，水直接與髒煤氣接觸而將煤氣中的髒物洗出，因而水即被弄髒。在這種情況下，首先要將水加以沉澱，然後再進行冷却（參看插圖 55, 6）。廢水自行流入（或以設於設備附近的水泵送入）沉澱池，再由該處送往冷却設備。

3. 在生產過程中水只被弄髒，例如選礦用水。在這種情況下廢水只流入沉澱池沉澱，然後再用水泵送回用水處使用（參看插圖 55, B）。

正確決定由那一處向循環給水系統中供以補充新水是特別重要的一個問題。一般是把補充新水送入冷却設備的貯水池內，亦即溫度較低的新水是加入已經冷却的循環水裡。這種補充新水的方式就其構造來講極為方便。尤其是當新水中含有大量懸浮物時，把新水送入冷却設備的貯水池內更為有利，因為該新水可於池內進行沉澱。但當在循環水之用水戶中有一些特別需要低溫水，同時其用水量與其他用水戶相較又甚為微小時，最好是把溫度較低的新水直接供向這些用水戶，待用過後再做為廢水將其加到循環水系統中去。例如，對鋼鐵廠煤氣洗滌車間之給水系統來說，最好是把溫度低的新水直接送往洗滌機，因為洗滌機特別需要溫度較低的水，同時與其他用水戶（洗滌塔）比較起來，其耗

水量又甚微小，一般約等於整個循環給水系統所需之新水量。根據同樣理由，發電站的循環給水系統所需之新水最好補充到空氣冷却器前。

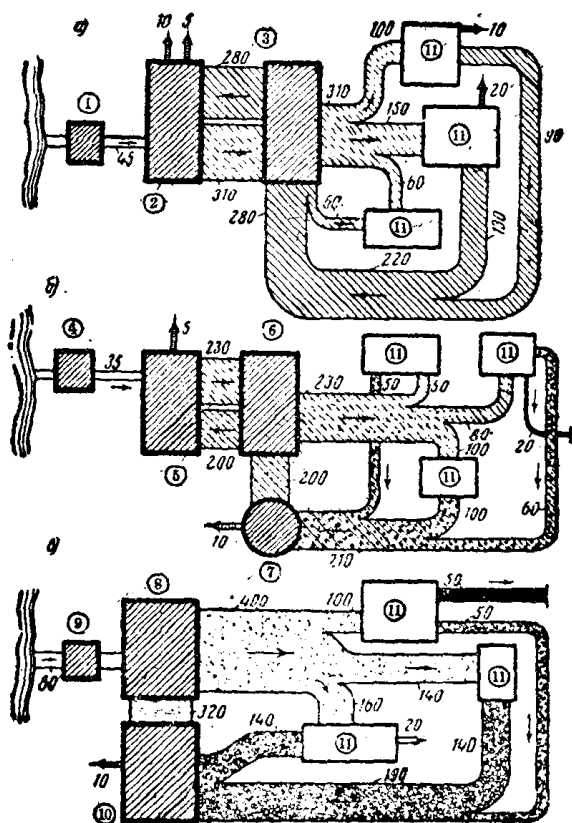


圖 55 環給水系統

- a—帶冷却設備； 6—帶冷却及澄清設備； B—帶澄清設備
 ①—第一昇壓水泵站； ②—冷却設備； ③—第二昇壓水泵站；
 ④—第一昇壓水泵站； ⑤—冷却設備； ⑥—第二昇壓水泵站；
 ⑦—沉澱池； ⑧—第二昇壓水泵站； ⑨—第一昇壓水泵站；
 ⑩—沉澱池； ⑪—車間

當在企業中有數個循環給水系統的情況下，有時適於把補充的新水都送入一個特別需要低溫水的系統中去，而其他系統所需

的補充水，可由該系統用過的熱廢水來供給。

根據下面的計算可看出向其他系統補充溫度較高的水時，對其總溫度是不會有何重大影響的。

假定在輸送補充水的系統內溫度差為 10° ，亦即其他系統所得的補充水要比新水的溫度高 10° 。再假定這些其他系統所需的補充水量佔循環水量的 5 %。此時這些系統的冷却水溫度與補充新水相比較只較後者高 0.5° 。在絕大多數情況下，如此大小的溫度差別對生產條件是不起任何影響的。同時，對水溫要求較高的用水戶來說，由於可能得到大量的新水循環，因而給它創造了優越的條件。

如在企業內附設有採用循環給水系統之發電站時，最好為此發電站也創造這種優越條件，亦即最好將整個循環給水系統所需的全部補充水（總之，在各種情況下水量都可能很大）送入發電站的循環水系統，然後再將其用過後的廢水做為補充水送給其他循環給水系統。

循環給水系統的主要和唯一的特點就是由水源所取的水量可以減少許多，但循環給水系統在其他很多方面也具有一系列的缺點。

循環給水系統不論在設備方面或在操作方面都要比直流給水系統複雜很多，因為循環給水系統具有一些補充設備——帶兩組水泵（向用水戶送水和向冷却設備送水）的第二昇壓水泵站與冷却設備。這些設備需要佔用很大的面積，由於必須把這些設備儘量配置於靠近主要用水戶之處，因而往往把一些重要地區都被佔去。有時設置噴水式冷却池感到非常困難，因為該池之位置必須根據主導風向（池的長側和主導風向垂直）決定，同時還需遠離鐵路、輸電綫路和其他架空綫路，以免後者冬季結冰。

當採用循環給水系統時，水源中水的碳酸鹽硬度有很大意義。當水硬度特大時，可能需要設立專門處理水的設備，或需補充大量的排污用水（參看第92頁），致使採用循環給水系統的經濟優點完全消失。

由循環給水系統送入車間的水之溫度要比由直流給水系統送來的水之溫度高。這一點會使生產條件惡化，並可能使經初步計算結果認為有利的循環給水系統最後變得比直流給水系統還要貴很多。

對某些用水戶來講，提高水溫就會降低產品率，在發電站，提高冷却冷凝器的水溫，就會使真空情況惡化，並使蒸汽消耗過多。當比較這種用水戶的循環給水系統和直流給水系統方案時，必須將上述情況考慮在內。根據研究結果證明，採用循環給水系統時，蒸汽消耗量較直流給水系統多 2 %。

當採用循環給水系統時，工廠廠區，尤其是在輸水設備附近需敷設很多管道。因此有時就需要建設專用的地溝、由於管道和設備過多，隨之也就增多了漏水現象，因而可能很快就使廠地變成池沼，尤其是在沙質黃土土壤處，很可能給工廠重要的基礎造成不良的後果^①。

由於上面指出的缺點，所以只是在採用循環給水系統比採用直流給水系統非常有利的情況下或在水源的自然條件及調節（如建築水壩、水閘、——譯者）條件不好，即水量不足的情況下，亦即為地方條件限制的情況下，方採用循環給水系統。

帶噴水式冷却池的循環給水系統與直流給水系統相比較，其優點是在冷却池內貯有一部份水，當發生事故第一昇壓水泵站間斷了供給新水時，可利用池內之貯備水。所以當採用帶噴水式冷却池之循環給水系統時，根據上述理由在某些程度上可以減輕一些對新水水泵站必須保證連續工作的要求。

三、帶冷水池的循環給水系統

採用帶冷水池的循環給水系統時，由以堤壩組成的池中往用水戶供水，用過後的水同樣也排入這個池內，而藉助表面冷却將

^① 在某一個大型工廠裡，由於噴水式冷却池滲水，因而經過兩三年生產後，已使其附近構造物之基礎變形甚劇。在另一個工廠裡，由於輸水設備和管道漏水，經五年生產後已將前深10公尺以上的地下水位升高到幾近地表面。

水之溫度降低。因而將這種水池稱為冷水池。因為在生產中基本上是循環使用原來的水，即水在生產中被加熱，而在冷水池中進行冷却，所以該給水系統稱為循環給水系統。至於這個系統本身的構造，則安全與直流給水系統相同，因而有時完全有根據把這個系統叫做直流給水系統。

生產中損失掉的水，在池中蒸發和滲漏的水是依靠河水（築有堤壩的河）自然流入池中來補充。有時自然流入的水，甚至在河水流量最小的情況下，也要比損失掉的水多很多，因此池中大部分水量不參與循環。也有這樣情況，即有部分水經生產用過後十分污穢，不能將其再排回池內，而必須排往他處或仍排回該池但需排至河壩下流，在這兩種情況下，也是有大部分水不參與循環。最後，常常也有如下這種情況，即不利用專門為冷却水建築的冷水池來進行水的冷却，而利用貯水庫，有時貯存的水足夠很多年使用，貯水庫的容積亦是為供應很多用水戶而決定的。這時循環系統中的水量佔貯水庫的水量極少一部分。在所有這些情況下，將給水系統稱之為循環給水系統都是假定的，尤其在最後這種情況下，更和實際不相符合。

當冷却池冷却效率不足（由於冷却表面不足或池子形式不當之故）時，時常採用綜合式冷却法——利用設置於池內水面上部之噴嘴使水冷却和在池中利用表面使水冷却，而於冬季時，則只依靠表面冷却。這種給水系統完全可以將其叫做循環給水系統。

由於帶冷却池的給水系統就其構造來講與直流給水系統無甚區別，因而此種給水系統之優缺點也完全與直流給水系統相同。另外一個本質上的缺點就是必需有冷却池。先不用說給水成本較貴，就其有了冷却池來說，就需要補充增加維護構築物和冷却池（如定期清除淤泥）的管理費用。因此對於減少淤泥以及延長清除淤泥的間隔時間之各種措施應予以極大的注意。所謂各種措施包括：維持正確的冷却池外形、消滅淺水現象、不允許將含有大量懸浮物的污水排入池內、有組織的排入生產熱廢水以及一些其他與地方條件有關的各種措施。不使有毒廢水排入池內是特別重

要的。對這一問題不加以注意，則經過很短一個時期操作之後，冷水池情況就可能完全惡化，而使生產蒙受重大的物質損失，其損失之大有時甚至超過由很遠的水源地開始設施一切很正規的給水系統所需費用數倍。對於消滅冷水池內生綠苔的現象的問題也需加以重視。加礬是消滅綠苔的最好方法，但由於膽礬數量有限，因而限制了這種方法的應用。最後，冷水池是一個死水池沼，因而它可能是瘧疾病的發源地和傳播地，尤其是該池一般均位於距人口集中地區不遠的地方。但如能正確及時於水表面加以石油，則用不多的費用即可很有效地防止瘧疾病之傳播。

池水清潔的冷水池可以改善企業及其隣近居民區的環境。它是勞動者休息和娛樂的好場所。冷水池的這個作用特別重要，因為必需修建冷水池的地方正好也是缺水的地區，亦即沒有天然的江河可供文化娛樂的地區。

四、連續給水系統

將一個用戶用完的水送給第二個用戶使用，待其用過後或排往下水道或再送給第三個用戶使用——這種給水系統稱為連續給水系統。有時這種給水系統也叫做重複用水系統，這一名稱不完全恰當，因為循環給水系統也是重複用水的，但二者之間基本上又不相同。另外有時還叫做階段式給水系統，這一名稱較近於實質，可與連續給水系統相比，但由於階段式這一名稱還不能表示出水是由一個用水戶用過後再用的事實，因為直接由水源供水也可以叫做階段式的給水。有時還應用瀑布式給水系統這一名稱，這種叫法是不甚恰當的，因為它一點也表示不出事情的本質。

由於一個用水戶（車間）用過的再送給另一用水戶（車間）連續使用的廢水之溫度與水質不同，以及由於第二用水戶（車間）對供給它使用的水在質量方面要求不同，因而可能有各種連續給水方式。現將主要的給水方式略述於下[●]。

● 為減少註釋，此後凡書中稱第一用水戶（車間）者即為排出連續使用水的用戶（車間），第二用水戶（車間）者，即為接受該水之用戶（車間）。