

工廠下水道

瀋陽市人民政府建設局出版

工 廠 下 水 道

З.Н. 塞什金 Я.А. 伽列林等原著

瀋陽市人民政府建設局編譯

瀋陽市人民政府建設局出版

工 廠 下 水 道

原著：З.Н. 塞什金 .Я.А. 伽列林等著

編譯：瀋陽市人民政府建設局

出版：瀋陽市人民政府建設局

印刷：東北新華印刷廠瀋陽第二廠

版次：1953年10月初版

1—10,000

出版者的話

隨着國家大規模經濟建設的開始，城市工廠企業的大量新建和改建，給我們市政建設提出了新的要求和任務，這就是如何解決工廠下水道與城市下水道的設計問題。

爲了使一個工業城市的工廠生產下水排往城市下水道，從而滿足工廠企業的經營管理、經濟核算、環境衛生的改善，同時也能保證無損於城市下水道，解決這方面的困難就成爲非常迫切的任務。

因此將蘇聯一九五二年出版的「下水道工程學」由劉鴻勳等同志譯成中文。此書內容爲管道設計、下水清淨、工廠下水道等三個主要部份，原爲蘇聯國內各大學及高等專科學校的教學課本。

這次出版的「工廠下水道」是「下水道工程學」的第三部份，由劉鴻勳、許默夫、蓋培等同志翻譯，但因編譯和出版時間倉促，內容定有不妥及錯誤之處，請各地專家、學者、工程技術人員及讀者給予及時指教，俾便訂正。

目 錄

第一章：工廠的下水系統

第一節：工廠下水的數量與成份的確定方法·····	1
第二節：工廠下水的利用問題·····	6
第三節：生產下水排往城市下水道的條件·····	9
第四節：生產下水排往公共水源的條件·····	10
第五節：工廠的下水系統·····	11
第六節：在工廠中下水管系的特徵·····	13

第二章：公共水源是容納下水的主要對象

第一節：水源的污濁·····	19
第二節：水源的天然清淨·····	20
第三節：水源中污濁物允許負荷·····	32
第四節：下水排入水源的規則·····	35

第三章：生產下水的淨化

第一節：生產下水的淨化方法·····	37
第二節：生產下水的稀釋與混合·····	39
第三節：生產下水的機械淨化方法·····	45
第四節：生產下水的化學清淨方法·····	64
第五節：生產下水的物理化學清淨方法·····	85
第六節：生產下水的生物處理方法·····	104
第七節：工廠下水道系統的舉例·····	113

第四章 下水道系統設計

第一節：設計程序.....	119
第二節：上下水問題的綜合解決方法及下水道的總系統...	121
第三節：為設計所應進行的勘測工作.....	122
第四節：設計的編製程序和批准程序.....	127

第五章：下水道系統的技術——經濟評價

第一節：下水的排出及清淨的成本，下水排出費用.....	128
第二節：設計方案的技術——經濟比較.....	133

第一章 工廠的下水系統

在選擇工廠的下水道時，應當考慮到下列因素：

- 1) 生產下水的數量與成分；
- 2) 生產下水是否可以利用於循環系統，或作為再次利用的供水水源；
- 3) 工業下水是否可以排至城市郊區的下水道內；
- 4) 工業下水排入江河的允許條件及對下水清潔程度的要求。

第一節 工廠下水的數量與成分的確定方法

在工廠內，下水可分為下列幾種：

- 1) 生產下水——即在生產過程中產生的廢水，或者在採礦及採油時所產生的地下水；
- 2) 生活糞便下水——來自行政房屋或生活房間的便所等處，此種下水包括洗滌地板的排水及浴室的排水，其排水量不是均勻的，可能在短期內排出較多量的水，且其成分亦有其特徵，故應單獨劃為一組；
- 3) 雨雪下水；

其中生產下水，由於其性質、數量及排水條件的不同，各有其特異之點。

生產下水的性質、數量及排水條件的決定，取決於種種有關的因素，其中最主要的有下列幾種：

- 1) 加工的原料種類；
- 2) 生產過程的特殊性；
- 3) 用於生產的水質與數量；
- 4) 地方條件。

茲分述如下：

- 1) 由於在生產過程中，所使用的原材料，均難免有某種程度的數量混入下水之中，例如：在選煤廠及煉焦廠的下水中，混有煤的粒屑；石油加工廠的下水中，不免有石油類的物質混入；在選礦廠及冶煉廠的下水中，可能有礦渣的存在等等。
- 2) 工廠下水的數量與性質，非但因生產部門而異，既或是同類企業，由於生產過程的不同，及輔助材料的製造方法的不同，亦影響到下水的數量與性質。
- 3) 工廠用水的數量與水質，直接影響下水的性質。
每單位產品所使用的水愈多，則下水中含有的雜質就愈少，如果是用作冷却水的，則使用的水量愈多，下水的溫度升高亦愈小。

$$\Delta t = t_2 - t_1$$

式中， t_2 ——使用過的水之溫度；

t_1 ——使用前的水溫。

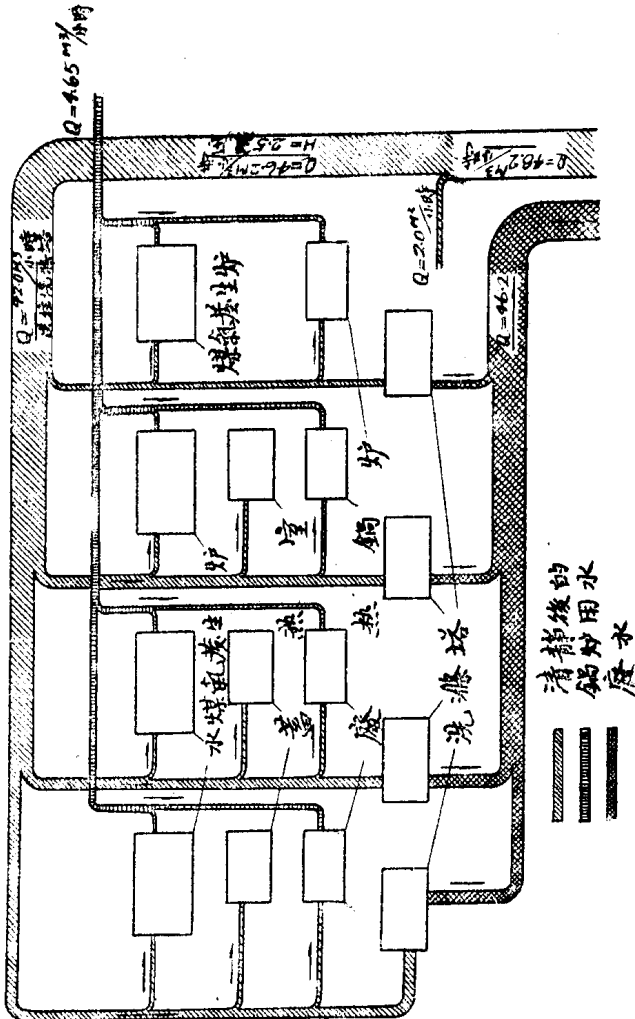
- 4) 當地的地方條件，是供水系統的決定性因素（直流式或循環式），而供水系統的不同，就決定了下水的數量與在下水中的污垢含量。

在循環供水的系統中，全廠的下水量是很少的，因為各車間的排水，是再度的利用於生產上的。

生產下水的數量是根據各生產部門的排水量計算出來的。有時下水數量是以製造單位產品（或原料）的基數而計算的（如每加工一噸石油所得的下水量；每製造一噸氨所排出的下水量等），或按每台設備在單位時間內所排出的下水量來計算的。

在進行排水設計之先，首應繪製水量平衡圖表，註明每用水戶所需要的水量，在生產過程中損失的水量，和排往下水道的數量，以及循環使用或再次利用的水量。水量平衡圖是根據單位時間內絕

對用水量來繪成的，亦可按照單位產品的供水及排水量來編繪。



第1圖 煤氣發生站的供水排水平衡表

圖（1）是合成氨廠煤氣發生車間每單位產品的水量平衡圖，該車間每生產一噸氨所用的總用水量為 $52.8M^3$ ，其中， $48.2M^3$ 是一般的生產用水， $4.6M^3$ 是經過軟化的鍋爐用水。

下水主要是從煤氣清淨部分——洗滌塔——排出的，其數量為 $46.2\text{m}^3/\text{m}^3$ 。

下水排入下水道的條件，因企業的不同而異。

在某些生產部門內，下水是均勻的排入下水道，也就是參差係數為 1，但是在許多企業中，參差係數都是大於 1 的，且以各個車間而論，其變化則更嚴重。

生產下水可分為清淨的下水與污穢的下水兩種。

污水依其成分之不同，又可大別為三種：

- 1) 主要的是含有礦物質的污水；
- 2) 含有有機物質的污水；
- 3) 既含有礦物質又含有有機物質的污水。

在某些情況下，生產下水是有毒的，尤其是化學工廠的下水。

Π.С. 別羅夫教授在其所著的污水清淨法一書內，根據生產部門的不同，把生產下水劃分為下列的類別。如第 1 表。

第 1 表 各企業部門生產下水所含髒物的分類

排 號	工 業 部 門	該工業部門下水中所含的主要髒物			沒有下水的 工業部門
		礦 物 質	有 機 物	混 合 的	
1	2	3	4	5	6
I	冶煉工業	礦 山 選礦廠 黑金屬冶煉工廠 有色金屬冶煉工廠	—	—	—
II	採煤工業	煤 礦 選煤廠	—	固體燃料熱加工 廠（煉焦等）	
III	石油工業	—	—	採油處、石油加 工廠、煤氣廠，	

IV	化學工業	無機酸製造廠 碱廠、漂白粉廠、 製造鉀化合物工 廠、 乙炔工廠	可塑體工廠	氮肥廠、合成橡 膠廠 油漆廠 化學製藥廠	
V	造紙工業	——	——	造紙廠、纖維廠	
VI	食品工業	——	釀造~酵母廠 啤酒廠、麵粉廠 製烟煙	製烟廠 澱粉廠	
VII	機械製造 工業	重型機械製造廠 車床製造廠 汽車~拖拉機工 廠 儀表製造廠 農業機械製造廠 造船廠	——	——	
VIII	輕工業	——	毛皮加工廠、製 鞋廠	製革廠	縫紉廠、針 織廠
IX	紡織工業	——	——	洗毛廠、呢絨廠、 人造絲廠、棉織 廠、亞麻廠、絲 織廠	
X	建築材料 工業	水泥廠 玻璃廠 磚窖	——	——	陶磁廠 石棉加工廠
XI	牛乳、肉 類工業		肉類加工廠 牛乳加工廠		
XII	捕魚工業		魚類罐頭廠		
XIII	電力工業	發電廠的水力除 灰			

X IV	森林工業	——	——	木材乾餾	
X V	地方工業	機械廠	鉛筆廠	——	火柴廠 印刷廠

如果根據生產下水中所含的污垢之性質來區分下水時，應特別注意下水的化學性質，因為據此才能正確的選擇下水工程及管道所用的材料，並決定如何防止管道及工程的腐蝕。

酸性下水，對材料的腐蝕，根據其氫離子濃度 pH 值的不同，可分為下列三種：

弱酸性下水，腐蝕性較小 $pH = 6.5 \sim 5.0$

中酸性下水，腐蝕性稍強 $pH = 5.0 \sim 3.0$

強酸性下水，腐蝕性較強 $pH = 3.0 \sim 2.0$

此外，下水中還可能有對下水工程結構具有強烈腐蝕性的物質存在，故在選擇防蝕材料時，應慎重的詳加考慮。

在確定下水的腐蝕性時，同時應考慮下水的溫度與流速，因為在溫度高，流速大的情況下，也能加快下水對下水工程的腐蝕作用。

在設計工廠的下水道時，應首先具備各生產過程所排出的生產下水的分析數據，在分析表內，應該指明污垢的數量與性質。

降雨與溶雪的下水能溶解廠區內所散落的原料或成品，這對公共水源是有影響的，所以對這種性質的雨水，應考慮是否可以直接放入河川或江湖等公共水源內，最好是按其性質的不同或歸入具有類似性質的生產下水水道中，一併進行處理。

第二節 工廠下水的利用問題

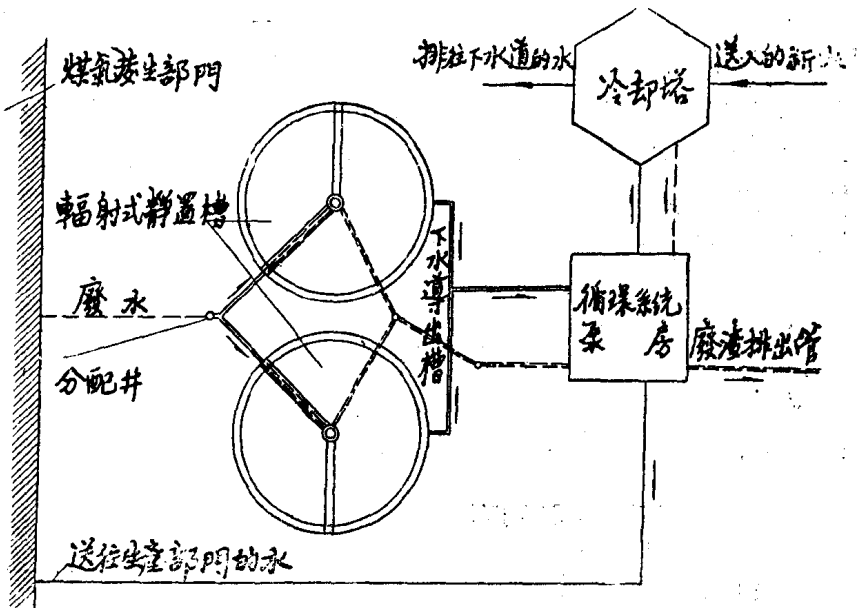
設計工廠下水道時，應考慮是否可以再度使用該下水，或由排水中回收貴重的物質等。

如何利用下水，是依下水的成分、數量、和當地的具體條件來決定的。

一般說來，工廠下水每經過相當的處理以後，是可以按循環供水的方式再次利用的。

循環用水，是將已經用過的、溫度較高的廢水，通過冷却塔或噴水池冷卻後再送返生產車間。在循環系統中，由於蒸發的結果，水中所含鹽類要相對的增加，爲了適合於生產的需要，部分的循環水要排掉，而補充以相當數量的新水，且由於蒸發逸散的損失，亦須補充一定量的新水。廢水利用作循環水，首先需取決於廢水的處理、淨化和冷卻是否很簡單，並且在生產過程中也允許利用這樣處理過的水。例如，在冶鍊廠及其他工廠的煤氣清淨車間的廢水，雖然很髒很熱，但是經過靜置澄清及冷卻後，還是可以用之於清淨煤氣的。在石油加工廠中，如果廢水經過處理以後，其中石油類物質的含量在 $2 \sim 3 \text{ mg/l}$ 時，也可以用於循環供水系統內。

第2圖中 例有氮肥工廠、煤氣發生爐車間的循環供水系統。



第2圖 煤氣發生爐車間的循環供水系統

經過煤氣清淨裝置後的廢水，用自流方式排至輻射型靜置槽內，並在此加以澄清，澄清後用泵打至冷却塔內冷却，然後再用泵打入煤氣發生爐車間，以便循環利用。

使用循環供水系統的優點，在於從水源地供給的水量，比直流系統使用的水量要減少的很多（10~20倍），而排水量則減少得更多。

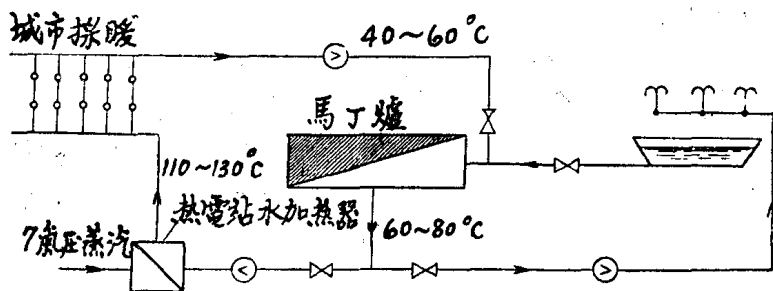
在一定情況下，廢水還可以利用到對水質要求不高的地方上去。

有時可將溫度較高、但不含雜質的下水用於採暖、浴室及洗衣房中，屬於此類的下水有如冶煉廠冷却高爐的廢熱水。

在研究馬丁爐的過程中，確定了隨着冷却水而損失的熱量，約等於燃料發熱量的13%至23%。

爲了生產每噸鋼，隨着冷却水所引出的熱量，在舊式爐上約爲71,000~360,000Kcal/T；而新式爐則爲180,000~220,000Kcal/T。近代的冶煉工廠，在冷却馬丁爐時隨着冷却水所帶走的熱量，能够供一座城市採暖之用。

利用馬丁爐冷却水來供城市採暖用的系統圖，可參照第3圖。在夏季不需採暖時，冷却水可排至噴洒冷却池內，冷却後再循環使用。



第3圖 利用馬丁爐冷却水的採暖系統圖

熱的下水，亦可用在原料及半成品的加熱上，以節省燃料的消耗。

在一定的條件下，下水可用於灌溉，但此項利用方法，還需繼

續研究。

用於灌溉的下水，主要應含有機物質；僅含礦物質的下水，是不適用於灌溉田地的；含有礦物質及有機物質的混合下水與糞便下水經處理後，可用於灌溉上。

工廠下水中所含有的貴重物質如何回收的問題，是極其重要的，這一點今後當詳加論述。

第三節 生產下水排往城市下水道的條件

如果工廠建在市內或市郊，則首先應該考慮，下水排往市政下水道的可能性。排往市政下水道的條件，取決於工廠的位置、下水的數量與性質、市政下水道的排水能力，以及工廠下水是否可與糞便下水同時處理等問題。

當然，利用市政下水道來排水是最經濟的，所以設計工廠時，首應考慮此點，並作出技術經濟上的比較。

市政下水道，不能接受有爆炸危險的下水，或對下水工程有腐蝕性的下水以及對廢水全面處理過程有妨害的下水。

爲了避免下水道受腐蝕，工廠下水之 pH 值應在 4~11 之間，與下水道中的下水混合後， pH 值應在 6.5~9 之間，且工業下水的溫度應不高於 $40^{\circ}C$ 。

凡不合以上條件的，均不得排入下水道。即使排入，亦必須先行必要的處理。

擬排往下水道的生產下水，其 pH 值與中性相差太大時，則需經過稀釋槽加以稀釋，如果稀釋也不能達到要求時，則需考慮進行中和。

此外，爲了使生產下水中的不溶物不排入下水道，還需建設各種類型的靜置槽。

如果城市下水道的排水能力，不能符合工廠下水的要求時，則

須考慮修築水量調節池，以便在24小時內將生產下水均勻的排至城市下水道，或在市政下水道的流量最低時排出，或將原有下水道加以必要的擴充。

第四節 生產下水排往公共水源的條件

生產下水擬排往公共水源時，必須根據「生產下水排往公共水源的衛生條例」來決定。按照此項條例，排往公共水源的下水，不得影響居民的健康，並且不得影響工業、農業及其他用水部門。

此項條件，根據工業下水的性質與接受該下水的公共水源的情況之不同而異。故需要較詳細的資料，並調查各用水戶的情況、生產下水排出量的參差係數、定期放出的可能性及污穢的濃度等。以後，再從數量上及污穢程度上來確定排出下水對公共水源的影響（懸浮物，水的顏色，BTK* 以及是否成膜等等），並以一晝夜下水中的平均污物的濃度來計算，而且考慮每小時生產下水中有害成分之含量的波動，採用其最高含量，作為計算的依據。以此來決定水源所受到的影響。

有害的生產下水，用稀釋方法達到無害的濃度，是最經濟的處理下水的方法。

由於水源本身具有清淨的能力，所以排往水源的下水，稀釋後可達無害程度而不影響下游的利用時，則可考慮排往公共水源。

在公共水源的某一點，工廠排出污水的稀釋程度，最好用實際觀測的方法來決定，觀察範圍有：氯化物含量及電導能力，而對某些工廠下水並須觀察其染料濃度的稀釋情況，以及其他污濁物的稀釋情況。

正在設計的企業，其下水的稀釋情況，應根據計算得出。計算

* BTK 即生物的氧消耗量——譯者

的方法是：求出下水與公共水源水的完全混和點，對於從放出下水處到完全混和處之間的各點混和情況，則假定該混和過程是平均進行的。

從理論上確定江河中下水的完全混和點是很難的，並且有時也是不可能的。由於在公共水源上實際觀測的資料很缺乏，因而也就不可能編製出可靠的經驗式。根據一定的水源，我們作出了初步的經驗式，並可以批判的應用它。

第五節 工廠的下水系統

大工廠的下水系統是一個很複雜的生產下水、生活——糞便下水及雨水下水的管系。

在第3節中我們已經談過，在設計下水系統時，首先應考慮工廠的下水道是否可以與市內的或區內的下水道連接，如果沒有這個可能，則在選擇下水系統時，應當根據地方的條件來決定。地方條件中最主要的是有無公共水源（以便排出下水）及下水的必要清淨程度。如果企業生產下水的髒物，接近於生活——糞便下水時（例如食品工業的工廠），則應將生產下水道與生活——糞便下水道合併（參照第4圖）。對雨水下水則應建立單獨的排水系統。如果在工廠所排出的下水中有淨下水，則該下水應與雨水下水道合併，並稱之為生產——雨水下水道。

如果生產下水中有特殊的髒物，而該髒物的含量不大，但還不能與生活——糞便下水道合併時，在此情況下應建立局部的淨化設施（例如：捕油器、捕毛器等），該設施應設在車間附近。經過這樣的局部清淨以後，生產下水可排至生產——生活下水管系內（請參照第5圖）。

在現代工廠中（例如：冶煉、石油加工、化學和其他工廠）的下水道、經常是建成幾個單獨的系統（參照第6圖）即：生產下水系統（一個或數個）、生活——糞便下水系統和雨水下水系統。淨