

111704

哈尔滨工业大学讲义

排水管网

其本其類

(排水工程第一分册)

給水排水教研室  
邵元中編



1957

## 前 言

本讲义系根据 1955 年苏联专家、技术科学硕士、副教授 A. M. 莫尔加索夫 (A. M. Мордясов) 同志在哈尔滨工业大学给研究生讲课时记的笔记, 苏联排水工程教本, 编者的讲稿, 及其他参考文献编写成的。

排水工程包括排水管网, 污水处理与工业排水三部分。本讲义只包括排水管网这一部份。

讲义中对雨水道及合流制系统下水道, 管道、沟道及排水管网上的构筑物, 下水道的系统, 设计资料, 下水管网的水力计算及设计, 管网的维护等章节阐述较详; 而对污水的抽升, 管网的修建等章节只作了一般的说明。如欲对这些问题作深入的研究, 尚需参考一些专门的书籍。

本讲义可用作高等学校给水排水专业学生学习排水管网时的参考。此外, 也可用作工矿企业中本专业技术人员自学时的参考。在学习排水管网前, 应很好地掌握水力学, 水文学及工程地质等方面的知识。

编写本讲义时, 曾获得 A. M. 莫尔加索夫专家亲切的指导和帮助。编者籍以为主要依据的讲稿曾经专家亲自审阅, 谨在此致以衷心的感谢。此外, 在讲义编写过程中曾参考张自杰同志的课堂讲稿, 承王宝贞、沈承龙、马中汉、陈锦章四位同志的校阅, 又承王宝贞同志负责总校, 并获得哈尔滨工业大学给水排水教研室全体同志多方面的支持与帮助, 谨在此一併致谢。

由于编者才疏学浅, 讲义中难免有不当之处, 敬希读者指正。

哈尔滨工业大学给水排水教研室

邵元中

1956.11.30.

# 目 錄

## 緒 論

第一章 下水道系統及其佈置	1
§ 1. 污水及其分類	9
§ 2. 排水工程的总体佈置及其基本組成	10
§ 3. 下水管网佈置的基本形式	13
§ 4. 排水系統及其比較與選擇	14
§ 5. 生產或其他污水放入城市生活污水下水道的條件	18
第二章 下水道設計的主要資料	
§ 6. 建筑工程概述	21
§ 7. 排水工程設計的組成及各設計階段的内容	21
§ 8. 下水道区域周界，設計使用時期及修建分期	23
§ 9. 設計人口	24
§ 10. 洩水量標準	25
§ 11. 變化係數	29
§ 12. 污水的設計流量（設計污水量）	32
§ 13. 流量逐時變化圖	36
第三章 下水管网的水力計算	
§ 14. 污水在下水管网中的流動特征	41
§ 15. 計算公式	42
§ 16. 溝管的断面形狀	47
§ 17. 下水管网水力計算必須遵守的規定條件	50
§ 18. 下水管网水力計算的基本內容	54
§ 19. 倒虹管的計算	58
§ 20. 跌水井的計算	61
第四章 下水管网的設計	
§ 21. 划分洩水区，佈置管線，確定下水道的总体佈置	67
§ 22. 下水道管的埋設深度與控制點	70
§ 23. 下水道管在道路横断面上的位置	73
§ 24. 管网設計管段與污水設計流量	77
§ 25. 管网的設計與水力計算	78
§ 26. 管网的設計平面圖和設計縱断面圖	79
§ 27. 管网的結構規則	81
§ 28. 防空條件	83
§ 29. 下水管网設計舉例	84

§30. 管网比較方案的拟定	90
<b>第五章 污水的抽升</b>	
§31. 污水抽水站的分类, 組成与圖式	94
§32. 抽水站位置的選擇	97
§33. 水泵的選擇	97
§34. 集水池容積的求定	104
§35. 水泵, 电动机与變压器功率的計算	106
§36. 关于貯备与事故放水道	107
§37. 关于集水池、水柵与机器間	108
§38. 关于吸水管与压水管	112
§39. 小流量污水的抽升	114
<b>第六章 雨水下水道及合流制系統下水道</b>	
§40. 雨水下水道(雨水道)的功用, 系統, 分类及其組成	116
§41. 雨的分类及利用雨量計測雨量	118
§42. 計算雨水道的水文參数	121
§43. 暴雨强度的一次超过週期与雨水下水道的溢流週期	123
§44. 用整理当地气象資料的方法推導暴雨强度計算公式	126
§45. 在缺乏当地气象資料的情况下推導强度計算公式	132
§46. 我國現有的一些暴雨强度計算公式	137
§47. 逕流系数	139
§48. 求定雨水道設計流量的方法	144
§49. 在特殊条件下求雨水道的設計流量	152
§50. 雨水管网有压工作的情况及其自由容積的利用	154
§51. 雨水道中水流的調節	163
§52. 雨水管网設計的基本原則	170
§53. 雨水管网的水力計算	175
§54. 雨水管网水力計算举例	178
§55. 合流制系統下水道的計算特点	180
§56. 合流制系統下水道的設計及其干管計算举例	187
<b>第七章 管道、溝道與排水管网上的構築物</b>	
§57. 污水溝管材料应具备的要求	191
§58. 陶土管	192
§59. 混凝土和鋼筋混凝土管	195
§60. 石棉水泥管、金屬管、瀝青混凝土管、木管和瓦管	198
§61. 溝道	201
§62. 保护溝管免受地下水与污水的侵蝕	208
§63. 溝管材料的選擇	211
§64. 探井	211

§65. 跌水井和交匯探井(交匯室) .....	219
§66. 污水管网的通風 .....	225
§67. 雨水口及雨水出水口 .....	226
§68. 穿过河流及谷地的下水道(倒虹管及旱桥) .....	232
§69. 穿过铁路与公路的下水道 .....	237
§70. 下水管道与其他地下构筑物的交叉 .....	239
<b>第八章 下水管网的敷設</b>	
§71. 下水管网的定線 .....	242
§72. 开槽、支撑与排水 .....	244
§73. 打筑管基, 管座 .....	249
§74. 下管, 接口和砌井 .....	251
§75. 外滲, 內滲和回填土 .....	254
§76. 在特殊条件下敷設下水管网 .....	256
<b>第九章 下水管网的養護</b>	
§77. 养护机构 .....	258
§78. 下水管网在投入使用前的驗收工作 .....	259
§79. 下水管网技術养护規則 .....	260
§80. 下水管网的檢查 .....	261
§81. 下水管网的沖洗 .....	262
§82. 下水管网的清通 .....	263
§83. 下水管网的修理 .....	271
§84. 防止洪水經下水管网淹沒房屋 .....	272
§85. 保安技術 .....	272
附錄 I 各种工厂的用水量 and 污水量 .....	(1)
附錄 II 按 H.Φ. 菲道罗夫公式 $K_{обш} = 2.69 q_{cp}^{-0.121}$ 由平均流量 ( $q_{cp}$ 升/秒) 求总變化系数 ( $K_{обш}$ ) 之值 .....	(20)
附錄 III 最小坡度与極限流速圖表 .....	(21)
附錄 IV 計算下水道管网的圖解表 .....	(25)
附錄 V 按公式 $h_m = \xi \frac{v^2}{2g}$ 决定局部阻力損失时的系数 $\xi$ 值 .....	(25)
附錄 VI 1) 当地面集水時間 5 分鐘, 管网自由容積系数 2.0 时流量减小系数 $\rho$ 值 .....	(27)
2) 当地面集水時間 5 分鐘, 管网自由容積系数 1.2 时流量减小系数 $\rho$ 值 .....	(29)
参考文献 .....	(31)

# 緒 論

## 污水的排除及其自淨過程

城市里，在人口集中的地方和在工厂中，由于人們的生活活动与生产活动而产生着大量的污物与污水。如厕所排除的含有尿素及其他有机物的人体排泄物；厨房所排出的带有饭粒菜屑与油腻的洗刷锅碗的污水，以及洗刷房屋、地板、街道所用过的含有大量灰塵的泥水；又如澡塘、洗衣房中产生的含有大量人体排泄污物及肥皂沫的污水。

在各工业企业中，根据不同的生产过程，产生着大量含有不同成分的污水。如纺织工厂浆染布匹用过的水中含有化学染料等；皮革工厂刷洗皮革用过的污水中浮有很多细毛；鑄鍛工車間用过的水中含有易于沉下的金属碎屑等。

随着在生产中被广泛地采用放射性元素，给予排水工程这门课程又提出了排除新种污水的任务。

此外，还有一些只影响人们的生活活动而并非在人们的生活与生产活动中产生的天然污水，如暴雨水及冰雪融化水等。

根据污物起源的不同，可分为有机与无机污物两类。

从卫生观点来看，最危险的是有机污物，因为这种污物在空间会发生腐败现象。在腐败的过程中分解出恶臭的毒气，污染周围的空气，影响人体的健康。若污物在土壤表层发生腐败现象，就会污染土壤；下渗就会污染地下水；最后还会污染河道。而含有有机物的污水中往往又同时存在着大量的细菌，其中一部分是足以使人畜致病的病原菌。例如，在人们的便溺中会有霍乱、伤寒、痢疾等病原菌。一般这些细菌虽然不能在人体外繁殖，但他们可在自然界中维持较长时间。如伤寒菌可以维持30—100天。这是很危险的。因为在这较长时间这类经水传染的病原菌只要一有机会进入人体，就有可能很快地分裂繁殖，使人致病。

由于污物所处的环境中存在着某种细菌，在这种细菌的参与下，在一定的温度湿度条件下，污物中的有机体会产生一种复杂的化学与生物分解过程，使复杂的有机物分解成为较简单的无机物或气体，这种分解过程称为有机物的无机化过程。参与这种分解过程的细菌藉助于分解过程而取得养料维持生活。有机物的无机化过程在自然界中（土壤，水或空气中）在不断地进行着。

无机化过程可能在下列两种情况下进行：

1) 需气分解——当氧气充分时，在一种所谓需气菌的参与下，有机物中所含的碳、氮、硫、磷被氧化而生成碳酸盐、硝酸盐、硫酸盐与磷酸盐。这些氧化作用是在细菌参与下进行的，故不同于一般化学氧化，而称为生物氧化。

2) 厌气分解——当氧气不足时，在一种叫厌气菌的参与下，有机物进行缓慢的分解。在分解过程中只有一小部分碳生成二氧化碳气体而逸出，大部分的碳、氮、硫被还原而生成沼气（ $\text{CH}_4$ ）、氨（ $\text{NH}_3$ ）、硫化氢（ $\text{H}_2\text{S}$ ）。这些都是具有恶臭的毒气。特别是硫化氢最危险。在每升空气中只要含有1.5—2毫升的硫化氢就能使人致于死亡。

这种有机物的分解现象也就是腐敗现象。

假如將帶有少量有机物的污水澆在地面上，則存在于土壤空隙中的和外部供給的氧气，足以保證有机物的需气分解，生成各种礦物鹽，分佈在土壤上層，成为植物的养料。所用去的氧气經過空气的不断流通，而得到补充。在这个过程中有机污物被消除，大部分病源菌亦被殺死，称为土壤的自淨过程。在農村中其所以能够利用便溺污水施肥，也就是这个道理。

假如在地面上傾倒帶有大量有机污物的污水，則地表土壤的空隙就很快地被填塞，这时候要只靠土中微量的氧气就不足以使全部有机污物完成需气分解。在这种条件下，就会發生厭气分解（腐敗现象），放出有臭味的气体，而大部分的菌源菌亦会維持下來，不致死亡。

河川与其他天然水体（湖，蓄水庫）中若投入有机污物时，亦有类似的现象發生。在这里使有机物氧化的是溶解氧。消耗掉的氧气一方面从水的自由表面得到补充；另一方面由于水中的水草在陽光的照射下能吸收二氧化碳而放出氧气，也是水中氧气獲得补充的來源之一。

在水中有机物的氧化过程中，除需气菌外，还有一些簡單微生物参加，这些簡單微生物沉下后形成淤泥，是一些小虫的养料，而这些小虫自己又是魚类的养料。自然界就是这样相互依存的。当水中有机物过多时，由于氧气的不足而会轉入厭气分解，放出沼气，硫化氫等。这种腐敗现象在河底部份特别嚴重。在这种情况下，水中所有需要氧气的一切生物（包含需气菌、簡單微生物、小虫、魚类）都会死亡。这种含有毒气和病源菌的水，就絕不能作为飲水的水源，不然將影响人体健康，導致疾病蔓延。

如上所述，我們知道土壤和水体都有一定的消除有机污物的能力，此能力称为自淨能力，也就是說毋需人們操心，它們会自动地把有机污物消除。但这只能是在氧气充分的条件下才是可能的。也就是說只能把少量的有机污物灑澆在大片的地面上，或傾洩到很大的水体中才有可能充分地氧化有机物，而不致于產生腐敗现象，危害人类。这一点在人口稀少的地区（目前中國的農村）是能办到的。人們的生活历史也証明了这一点。但是在大城市里，在人口集中的地方，在工厂中，每天都集中地產生着大量帶有有机污物的污水，就沒有可能利用当地有限的自然条件來使污物消除。而大量污物与污水的貯積，將會發生腐敗，放出毒气，繁殖病源菌，从各方面危害人类。因此，从衛生观点着眼，及时地从人口集中的地区排出並消除污物与污水是一个迫切的任务。尤其是人們的便溺应当首先及时排除。可見当历史發展到一定阶段，当人口集中的大城市出現后，随着实际的需要，也就發展了这門实际应用的科学——排水工程。

此外，在大城市里，屋頂与路面都是不易透水的（磚瓦，瀝青等），所以在傾盆大雨之际，往往会使雨水汨濼成灾。为了避免这种现象的產生，有必要修建雨水道，以便及时排除雨水。

随着工業的發展，在各种工厂的生產过程中都需要用大量的水，同时亦排除着大量的污水。如生產一吨鹽酸需水 250 吨；漂白一吨紙需水 500 吨；生產一吨人造絲需水 2000 吨；發電一萬仟瓦小时需水 4000 吨。为了排除这样大量的污水就有必要修建巨大的排水工程，尤其是大量生產污水的有效处理問題更顯得特别嚴重。不然势必影响水体



的清潔與使用。如把帶有放射性元素的污水放入水体，就会使水中的生物全部死亡，並將嚴重影響兩岸居民的生活。例如，目前美國的密士西比河的一段就遭受到上述元素的災害。

### 排水工程的概念

前面已經講到，在人口集中的地方有必要及時排除生活污水，暴雨水與工業污水等。到目前為止，在實際上採用的有下列兩種方法：

- 1) 外運法；
- 2) 流送法。

第一種方法是把糞便和污水聚集在不滲水的糞坑中，定期地將其自糞坑中取出，裝在桶中或槽車中，用馬車或汽車運走。如果經營管理得好，外運制度就衛生方面尚屬良好，但在經濟方面就完全不能令人滿意。譬如說，用外運法除去 $1\text{米}^3$ 污水比用下水道排除要貴130—200倍。當然對大量的生產廢水來講，就沒有可能利用外運法。這種方法一般只在小城市或市鎮上採用，以往被號稱「大都市」的上海，絕大部份居民的糞便污水是用外運法排除的。

第二種方法是流送法，這是最合理的方法，它比外運法有着無可比擬的優點。這是利用埋設在地下的管道與溝道來運送污水，污水在溝管中沿着一定的坡度利用水的重力自動流送到下游去。或者利用抽水機沿壓水管抽升到高处，然後再籍重力自流下去，經過處理或直接排入河道。這種方法在從前只能排除污水，而在今天的蘇聯，還可以將人們在生活活動中所生成的某些污物（如廚房垃圾等）經過破碎稀釋後排入下水道。這樣，使垃圾的排除也不需要車外運，既方便又經濟。

在污水流送到市外，排入水体時，水体雖有稀釋與自淨的能力，但是大量的污水仍能使很長的一段河川受到污染。這樣對於下游，取該河河水作為水源的城市來講是很不利的。由於病原菌的存在，也是很危險的。所以在將污水放入河川以前，必須根據河川的自淨能力及下游城市的位置等因素將污水進行一定的處理，使排出的污水不致危害水体。

因此排水工程的完整概念就應該包括兩大組成部分：

- 1) 流送污水的溝管網構造物；
- 2) 處理污水的處理構造物。

兩部分合起來成為一個構造物系統，即排水工程。

排水工程這門科學是當歷史發展到一定階段後隨着人們生活實踐的需要而產生發展起來的。將它作為一門科學來研究尚歷時不長。迄今為止，很多方面尚缺乏完整的理論根據。

排水工程這門科學所涉及的知識範圍很廣。要修建下水道就要了解城市的地質情況。要設計雨水道就要研究城市的水文情況。為了有效地掌握污水的性能，以便確定處理對策，就要學習水微生物學，水化學。為了流送或抽升污水非應用水力學，水泵及抽水站的知識不可。為了設計經久耐用的構造物，必須掌握一切建築工程的基礎課程，如材料力學，建築材料，結構力學，工程結構，地基基礎等課程。此外，排水工程師在實際工作中必定會遇到頗為複雜的電氣設備方面的問題。以用電的數量來說明，例如，每



1000米<sup>3</sup>污水要化費電力 75—400 仟瓦小時。此外，近代的排水構築物常加以部分的或全部的自動化。

總之，排水工程是一門嶄新的具有豐富內容的科學。隨着我國社會主義建設的發展，它更將有無限廣闊的發展前途。

### 排水工程（簡稱下水道）的衛生價值

下水道的修建是改善人民生活條件、衛生條件、增進人民健康水平的重要措施。

這一點從統計居民死亡率變化的資料上可以得到證明。

在十八世紀五十年代斯德哥爾摩的居民死亡率是 4.5%，在 1907 年修築下水道後死亡率降到 1.4%。在柏林 1868 年死亡率是 3.4%，1907 年修築下水道後死亡率降到 1.5%。在教得薩 1874 年死亡率是 4%，1898 年修築下水道後降到 2.1%。在莫斯科建完部分下水道時，死亡率由 4% 降到 2.5%；而在下水道修建完善的 1930 年死亡率降到 1.3%。上述資料可以有力地說明下水道的修建對人民健康的重大意義，特別是在與霍亂、痢疾、傷寒、土拉列等胃腸傳染病進行鬥爭中它具有不可磨滅的功績。

### 下水道與上水道的關係

下水道是不能離開上水道而獨立發揮其作用的。它們之間有着最密切的關係。

城市中所產生的污物量（包括糞便垃圾）是與人口總數成正比的，因為平均每人每日產生的污物量的變化是很少的。在污水中除了少量的污物外，絕大部分是水，而這些水主要的都來自上水道。在不同性質的城市里，由於上水道修建情況，衛生設備情況的不同及人民用水習慣之差異，每一個居民每日的洩水量有着很大的差別。如莫斯科市為 365 升/人·日；上海市中心區 200 升/人·日，平均 100 升/人·日；哈爾濱市—40 升/人·日。由於每人洩水量的不同而排洩污物量幾乎相等，就使各種城市污水的濃度有很大的差別，其中濃度較大的污水由於流動不靈，容易沉澱，以致堵塞管道。實驗證明：洩水量標準在 60 升/人·日以上時，才能充分稀釋全部污物，用流送法排出城外。若洩水量標準小於 60 升/人·日時，部分含水少的垃圾就不允許排入下水道，而另用外運法運走。由此可見，下水道的發展是必須與上水道相適應的，其規模亦要求是相互適應的。

從設計的要求來看，上水道往往取河川為水源，而下水道又往往把污水排入同一河川。這樣污水排水口的位置在很大程度上會影響城市取水水源位置的選擇。如目前我國撫順石油廠的污水排入渾河致使沈陽全市居民的飲水受到嚴重的威脅，這就是一個鮮明的例子。

由此我們可以認為，上下水道是工業建設與城市建設中兩個不可缺少的組成部分，它們之間有着密切的關係，在設計過程中必須加以統一地、全面地考慮與安排。

### 排水工程發展簡史

從各種考古挖掘的資料中證明，在幾千年前人們已經開始修築溝渠來排洩雨水及污水了。在五千年前印度已經修築了排雨水的溝渠。二千五百年前在埃及、古羅馬、古希臘就修築了排水溝渠。這些溝渠是用磚砌成的，並且還有口徑較小的支管線。紀元前六世

紀在羅馬市所建的有名的「巨大溝渠」，其中一部分尚存于今日。

這些古代的溝渠都是屬於原始形式的，一般服務于當時住在廟宇、寺院與宮庭里的統治階級。

封建社會的前半期（中世紀時期）是技術衰落時期。在連續十三個世紀里，實行統治的教會宣告對有罪之身的聖潔極度關懷，這樣城市的衛生環境便變壞了，城市和水體衛生環境的不良招致了經常的傳染病。如鼠疫、霍亂、痢疾和主要經水傳染的其他腸胃病等。死亡率達到了復滅的程度，在每二十個人中就有一人死于傳染病。特別是到了封建社會的後期，由於工商業的發展，使城市人口更為集中，市內居民的衛生條件極其惡劣，污物污水任意傾倒在道上，積成很厚的一層以致無法通行，即使是騎馬也有滑倒的危險。在這污濁的環境中西歐在十四世紀發生了一次大瘟疫，傳染病猖獗蔓延，死亡了大批人民，有的城市幾乎全部死盡。這次瘟疫的教訓促使人們注意到衛生工程，並開始在某些商業城市中修建溝管。

資本主義的發展形成了整個技術發展的飛躍。隨着工商業的發展，集中居住在城市里的資本家們，在嚴重的傳染病的威脅下\*，為了保護自己的生命財產，而考慮到改善居住區域的環境衛生問題，才從事修建下水道。但即或如此也還是從十九世紀開始，才在西歐的某些大城市（如柏林、漢堡、倫敦、巴黎等地）開始修築下水道。帝俄時期下水道的修建較早，在 1361 年就修築了一條從克里姆林宮到莫斯科河的雨水溝渠。1832 年在彼得堡修建了一條全長 95 公里的雨水排水溝。在十九世紀的沙俄已有十五個城市（莫斯科、敦得薩與基也輔等）修建了下水道。

我國北京廣州等城鎮，很早就有排水溝渠系統。例如北京的舊溝，大部分是明朝所建，遠者達六百多年，近者也有二百年。城內有下水道的街道計 275 公里（現已查明者為 246 公里），約佔街道全長之三分之一。大部分集中在東西富貴之區。北京下水道始見於文獻的在「明史河渠志六」，其上載明：「正統四年（1439 年）移口堤設正陽門外減水河並疏城內溝渠……」。其結構係以細泥磚所砌，上鋪石板，雖較拙笨，但至今仍極堅固，尚能使用。追溯旧下水道歷史，可能系馬路之明溝，逐年陸續改建而成，前後六百年間，增設增建，其系統之紊亂實所難免。

另如江西宜春縣有古代遺留下來的磚砌溝道，從城西南的某泉通往城東北，長達 10 余公里，其間通過護城河與城牆，還有部分支管線，據當地縣誌的記載，這是唐朝修建的溝渠，設有官吏每年乘船入溝清查。其作用尚待進一步考證。

我國在歷史上對排水工程方面的貢獻，到目前為止還沒有系統的考證與研究，所以其發展史尚不能得到完整的概貌，但根據現有的某些片段資料來看，我們的祖先在這方面是有過輝煌的成績的。

### 蘇聯在排水工程方面的成就

在十月社會主義革命以前，沙皇俄國對建設給排水工程是非常不重視的。在工人集居最多的城市，例如今天的依萬諾沃、斯維爾德洛夫斯克等地，是沒有上水道的，當然

\* 弗·恩克斯著「住宅問題」36—37 頁 1932 年版

更談不到下水道。某些修建下水道的城市，也往往集中在資產階級，統治階級集居的中心區。而往往把污水排往勞動人民居住的郊區，以致給他們帶來了無窮的疾病與災難。十月社會主義革命的勝利與蘇維埃政權的建立就根本改變了這種情況。蘇維埃政權與聯共(布)中央在十月革命勝利初期的困難歲月里就積極地採取了一系列的措施，改善勞動人民的環境衛生、預防疾病、制定衛生條例來改進人民的健康情況。

在 1920 年俄羅斯社會主義聯邦共和國人民委員會就決定改善上下水道情況，在 32 個城市中建成了下水道。

在第一個五年計劃的年代里，著重研究了生產污水的處理問題。到 1932 年共有 55 個城市，建成總長達 3200 公里的下水道，平均日污水量達 57.5 萬米<sup>3</sup>。

在第二個五年計劃的年代里，共有 125 個城市建成總長達 7467 公里的下水道，平均日污水量 163.5 萬米<sup>3</sup>。在當時的設計中廣泛地採用了標準化與機械化。

1935 年根據蘇聯人民委員會與聯共(布)中央「改建莫斯科的決定」，在莫斯科近郊修築了一個當時是全世界最大的留勃林污水處理廠，它於 1938 年投入生產。

第三個五年計劃的實現，由於衛國戰爭而中斷。

在戰後，蘇聯人民以稀有的速度進行了恢復工作。在戰後恢復與發展蘇聯國民經濟的五年計劃中，不僅考慮了恢復，而且在各基本指標方面都大大地超過了戰前的水平，在這個計劃中，除修建工作外，還新建了十個城市的下水道。

1947 年蘇聯部長會議作出了「消除污穢、保護水源的決定」，這對下水道的發展起了巨大的作用。在這期間同時興建了大批工業污水處理廠。

1949 年蘇聯部長會議與聯共(布)中央作出了「改建莫斯科的決定」。在這一史无前例的偉大計劃中也充分考慮了下水道的擴建問題。

最近，在聯共(布)第十九次黨代大會上審查的第五個五年計劃中，預定在 1955 年底對給排水建築的投資比 1950 年增加 50%。

到目前為止蘇聯已有 200 多個城市建成了下水道，並已開始使用。

隨着下水道建設的迅速發展，蘇聯的科學家們在污水的流送與處理等問題上作出了巨大的貢獻。在排水工程這門科學的發展中建立了偉大的功勳。在本講義中將以大部份的篇幅介紹蘇聯在這方面的成就。

### 我國解放後下水道的發展情況

雖然在我國很早就有了排水溝渠系統，但是由於中國歷代的封建社會統治階級以及國民黨反動派不關心勞動人民的健康，舊中國的排水事業長期得不到發展。

解放前我國所有城市的衛生情況都是很壞的。全國只有兩個城市設有污水處理廠，設有下水道的城市也只有 20 幾個，而且大部分是不加處理地將污水排入河道。這些下水道大多修建在洋人、官僚及有產階級居住的地區，而勞動人民居住的地區不僅沒有下水道設備，反而遭到由城市排出的污水的威脅與為害。舊中國的上海市在這方面是一個典型的例子。為了有產階級，在上海建造了近代化的上下水道，而無產階級却居住在許多河濱上（如蘇州河與肇嘉濱等）的小船里。這部分居民從這些污水濱中取水做飯。即使象黃浦江這樣大的河流，其靠近河岸的水流中的溶解氧也只有 2—3 毫克/升，

而根据河流水質的技術規定，河中的最少溶氧量都應該是4毫克/升。因此，在这样惡水中，即使是魚也不能生存，這就是居民死亡率，特別是兒童死亡率高的根本原因，也就是傳染病發生和蔓延的根本原因。在北京的情況也不比這更好，眾所周知的龍鬚溝的排水明溝，以往在沿溝一帶就密密層層地居住着窮苦的勞動人民。臭水溝里全是稠膩的泥漿，夾雜着死貓，死狗和垃圾；水面上漂着醬色泡沫，發出薰人的臭氣。由於這兒地勢低窪，每逢下雨，不但滿地泥濘，而且從溝里溢出的水將流入院內與室內。

解放以後的情況有了根本的變化，國家為了發展給排水事業，採取了下列措施：

- 1) 將全部上下水道構造物收歸國有。
- 2) 建立從事這方面工程的部門，如城市建設部。
- 3) 建立給排水設計院，從事城市及工業的給排水設計工作，如北京、上海、武漢、蘭州等地都有給排水設計院。
- 4) 在高等學校里設立給排水專業，培養幹部。如：中南土木工程學院，西安建築工程學院，重慶建築工程學院，同濟大學，清華大學，天津大學，唐山鐵道學院及哈爾濱工業大學等校。
- 5) 進行恢復，改建與新建工程。

黨和政府在全國經濟恢復初期財政比較困難的條件下，仍然支出大批資金來整理與興建下水道。

1950年5月開始了龍鬚溝下水道的修建工程。今天那裏已經是一條寬廣的馬路，再也找不到那條臭溝了。此外，如天津整理了赤龍河，牆子河，金鐘河；唐山市整理了開灤的黑水溝；杭州疏通了西湖和澆沙河；南京整理了秦淮河等。

北京解放後的六、七年來在蘇聯專家的幫助與指導下，人民政府疏通和修整了那些年久失修的舊下水道共210.4公里。新建的下水道，僅1953年內就有30多條，總長達84公里。為了適應首都發展的需要並根據長遠規劃與目前需要相結合的方針，重點興建了分流制的排水工程。將污水與雨水分兩個系統排出。如規模很大的「四海下水道」，全部工程都是用鋼筋混凝土建築的，長達3公里，高2.7米。北京西郊文教區的下水道工程長28公里，工程完成後每分鐘內最大能排出2米<sup>3</sup>以上的污水。這樣規模的下水道工程，在我國目前已不是鮮見的了。

解放後在全國許多城市中都有計劃地進行着下水道的修建。如天津、長沙、石家莊、鄭州、邯鄲、西安、蘭州、太原、洛陽、包頭、大同等地都在相繼地設計與興建新包括污水處理廠在內的排水工程。

根據1953年全國20個較大城市的統計，解放後下水管道增設共1400多公里。在城市建設投資方面，1953年給排水工程佔41.6%；1954年佔48.4%。解放後五年內全國給排水工程的總投資額約達5億元。據1954年的不完全統計，經整修與新建後，全國有50多個城市有下水道，投入使用的約5000公里左右。

根據人民日報1956年5月發表的材料，解放以後我國敷設的下水道管子的長度比解放前增加了50%。

以上的一切，充分地說明了我們的黨和人民政府對勞動人民健康與福利的無限關懷。

虽然解放以來，我國的排水事業獲得了很大的發展，但是由于旧中國長期处于半封建半殖民地状态。这种情况就会无条件地反映到人民大众居住房屋中的福利設施中去。在这方面我們和正向共產主义迈进的苏联相差尚远。但是在不久的將來，这种差異就会消失的。我國在这方面的条件已經完全具备：党的第八次全國代表大会向全國人民指出了当前的重要任务是尽快地把我國从落后的農業國變为先進的工業國。工業的發展，以及随之而來的城市發展，必然会引起下水道構築物的兴建。我國偉大的社会主义建設事業为排水工程的發展开辟了广闊的前途。我國的排水工程也会象國民經濟其他一切部門一样地迅速發展起來。

# 第一章 下水道系統及其佈置

## § 1. 污水及其分類

污水是人类生活活动与生產活动中所用过的廢水。水在使用的过程中受到污染，改變了原有的化学成分与物理性質。由于这些水可能危害人类，所以应当及时地有組織地加以排除和处理。

城市里的暴雨水和冰雪融化水也是屬於应被排除的污水之列。

按照污水水質的特征，可以將它分为下列三大类：

- 1) 生活便溺污水\*；
- 2) 工業（生產）污水；
- 3) 降水（雨雪水）。

按照污染程度的不同可分为下列二类：

- 1) 假設污水 污染程度很輕，可不經处理直接排入水体，或加以重复利用；
- 2) 髒水 污染程度較重，需在污水排入水体前進行处理，將污物从污水中除掉。

污水的污染程度以單位体积污水中所含的污物量來表示。一般以毫克/升或克/米<sup>3</sup>計算。

我們可把生活便溺污水，工業生產污水与降水按其污染性質与程度的不同，進行更詳細的分类，以便用不同的方法加以处理。

1) 生活便溺污水可分为：

(1) 生活污水 它是由厨房、食堂、盥洗室与洗澡間等处所排出的污水。刷洗房間所用过的水也屬於这一类。总之，除便溺排洩物外的一切被日常生活中產生的污物所污染的水都通称为生活污水。在这种污水中常夾雜着很多蔬菜与植物的殘屑碎片，火柴桿，破布等雜物。

(2) 便溺污水 这种污水中之主要污物是人的生理排洩物。便溺污水是半膠狀与溶解狀的有机物。由于这种污水中含有大量的菌类(其中包括經水傳染的各种病源菌)。如在1厘米<sup>3</sup>的便溺污水中就可能含有一百万——三千万个以上的細菌，所以是很危險的。

(3) 此外，在夏季灑澆街道、澆溉花草的水与噴泉口噴出的水在用过后，若排入污水下水道时，也就列入生活污水这一类。不过按其成分而言是接近于降水的。

生活便溺污水是屬於髒水一类的，必須經過处理，將污物从污水中除掉，使它不致于危害人类时才准許排到水体中去。

2) 工業（生產）污水 它是生產过程中所用过的廢水（如冷却机器，洗刷產品等）。生產污水的种类繁多，成分复雜。这是由于各种工厂生產种类，工藝过程，使用

\*「生活便溺污水」的概念常與「城市污水」混为一談，而其實城市污水中包括生活便溺污水與生產污水。

原料与淨水成分等不同的緣故。某些生產污水的污染濃度要比生活便溺污水的污染濃度大，而另一些生產污水的污染濃度很輕。根据污水中污物含量的多寡，工業（生產）污水可分为：

(1) 实际生產淨水 这种水在使用过程中並未混入任何雜質，如冷却机器用过的水只是升高了温度而已，一般可以循环使用；

(2) 假設生產淨水 这种水在使用过程中只混入少量雜質，有时少加处理后即可循环使用。

上述兩种工業污水都比較干净，如不加以循环使用时，在能保証河道衛生的条件下，可不加处理即排入水体。

(3) 生產瀰水 这种水在使用过程中混入了大量的雜質，在排入水体前必須加以处理。

此外某些生產污水中含有一些有毒物質（如氰酸、苯胺等）或呈強酸及強鹼反应。对这样的生產污水，应予以特別注意。在其排入城市下水道或水体前应加以适当的处理。

由于生產污水的种类繁多，將另在排水工程第三分册「工業排水」內詳述。

3) 降水 它是由高空降下的水。由于冲洗了地面而形成污水，即所謂天然污水。

降水可分为雨水、暴雨水及冰雪融化水三种。

这些主要是被空間的塵埃与地面的污物（主要为无机雜質）所污染的水，从衛生观点來看，对人类的危害較小，但由于短時間內会有很大的水量，以致可能淹沒城市，而造成物質上的巨大損失；而且長期地貯積在市內低窪之处亦会發生腐敗現象。此外，在个别的情况下，流經某些工厂（如石油工厂、硫酸工厂等）的降水往往可能含有一些独特的雜質，需要加以專門处理后才能排入水体。由于初期雨中的雜質較多，故宜考虑加以适当的处理；待过了一段时间后，由于雜質的減少，可考虑不加处理，即直接排入水体。

熟悉掌握污水的成分和性質以后，才能確定下列事項：

- 1) 正確地選擇溝管的材料；
- 2) 采取有效措施以防溝管材料的腐蝕；
- 3) 考虑維護上的技術保安措施；
- 4) 正確地選擇处理方法；
- 5) 除去雜質並利用雜質的可能性。

由此可見，研究污水的分类是有重要意义的。

## § 2. 排水工程的總體佈置及其基本組成

排水工程是接受、排除及处理污水的構筑物总体。在排水工程的总体佈置中标明下水道主要構筑物的相互联系与位置，为排除与处理排水区域内的污水在平面圖上作出原則的決定。它有下列基本組成部分：

- 1) 室內排水設施；
- 2) 室外下水道；



- 3) 抽水站与压水管;
- 4) 污水处理构筑物;
- 5) 排入水体的出水口。

圖 1 所示断面圖为住宅內下水道及其与室外下水道連接的示意圖。

排入下水道的污水(生活便溺污水或生產污水)首先由排水器經豎管流入下水道的污水管中。所有引導污水流入下水管网的衛生用具上均有某种形式的水封裝置。每次

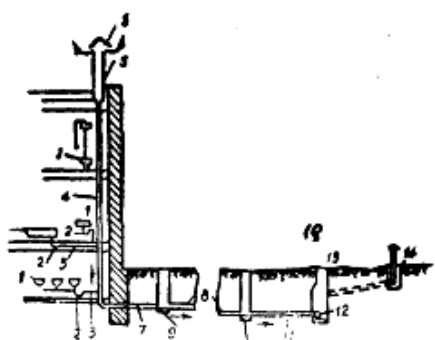


圖 1 住房內下水道和庭院下水道示意圖

1. 衛生用具 2. 水封 3. 橫支管 4. 豎管 5. 通風管 6. 風帽 7. 房屋排洩管
8. 庭院(街坊)下水道; 9. 窰井; 10. 控制井 11. 連接管 12. 街道污水管 13. 街道窰井; 14. 管進氣。

使用后, 停留在水封中的这部分水, 可防止下水道中的气体進入室內。最流行和最簡單的水封構造为一弯曲之管, 如圖 2 所示。每次使用后, 其中留有一部分水, 其水面位于  $a-a$  处, 这样就形成了水封。在某些情况下, 在一組衛生用具上也可以只裝一个水封。



圖 2 水封

圖 3 所示为庭院下水道平面圖, 那里污水从各房屋分別单独地排入街道污水管中去, 而在街段內管道顯的錯乱、复雜、无系統。这种庭院下水道常見于旧市区。圖 4 所示为另一街坊下水道平面圖, 污水从各房屋集中起來, 一併排入街道污水管。这样有系統地在街段內匯集污水的下水道常見于新市区。

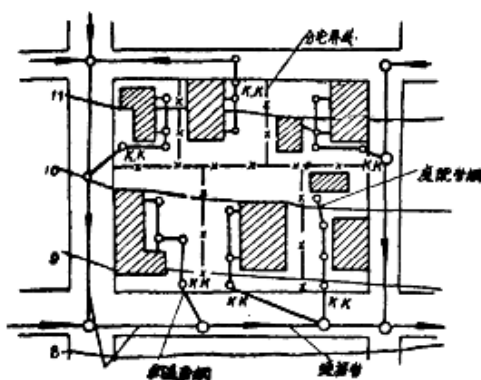


圖 3 庭院下水道网示意圖

由于排洩溝水的污水管中可能会有沉澱物沉下來堵塞管道, 所以對於下水管网的作業必須進行檢查, 並且必要时还得進行沖洗和清通。因此, 在下水管网上

設有探井。探井是設置在污水管上的井，污水管在探井範圍內中斷，而以明溝代之。污水經過探井時便沿此明溝而流，這一明溝或稱為流槽。探井設置在所有可能發生沉澱之處。

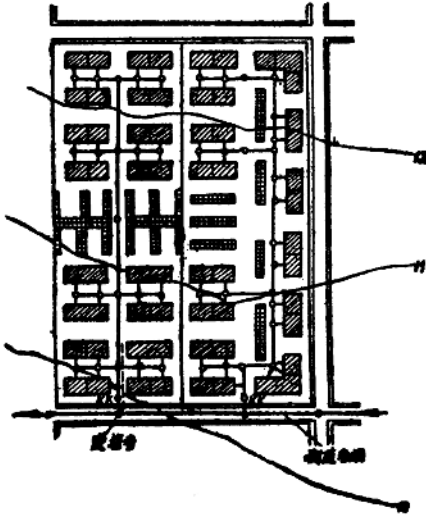


图 4 街坊下水道網示意图

在其上加蓋(混凝土板或網紋鋼板)。溝水由這些明溝經虹吸管排入室外下水管網(見圖5)。

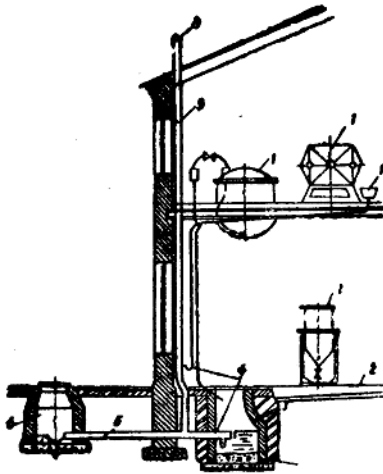


图 5 車間內部下水道示意图

1) 生產設備或機器 2) 明溝 3) 豎管; 4) 水封; 5) 車間排水管 6) 探井; 7) 沉淀池; 8) 通風管。

2) 与兩条以上洩水区干管相連的总干管;

3) 將市內的污水由总干管輸送到城郊去的輸水干管(市郊輸水管)。

豎管和第一个探井之間的污水管稱為房屋排洩管。位于庭院(或街坊)下水管網終点处的探井稱為控制井。連接控制井和街道污水管的这一管段稱為連接管。一般控制井位于街道的建築線範圍內，而建築線常以人行道边石或房屋外牆為界。

在生產車間內污水的排水設施是特殊的漏斗，地漏子与明溝等，这些排水設施按設在生產設備和机器旁边。在生產車間中的車間內部下水管網的設置，或者如住宅房屋內部下水管網一般，或者在地板下修筑敞開的明溝，並在其上加蓋(混凝土板或網紋鋼板)。

無論 是工厂中 或城市中的 下水道，其室外下水管網均為埋設在地下的管道与溝道所組成的樹枝狀管網。污水沿着这些管網以重力流自較小的管段逐漸匯入較大的总干管中，再由此流向下水道区域外的污水处理厂或直接排入水体(指降水和生產中未被污染的廢水)。

整个下水道区域可根据分水嶺的情况分成若干个洩水区。在每个洩水区内，街道管網連接在一起，滙流入一条或几条干管，以排洩污水于洩水区之外(見圖 6)。

干管是接受兩条以上街道管或工厂管網之污水的管段。

干管可分为:

1) 与整个洩水区管網相連的洩水区干管;