

管道工程设计施工 及维修实用技术大全

(3)

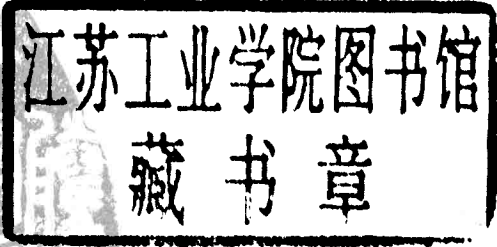
柳金海 编

中国建材工业出版社

管道工程设计施工及 维修实用技术大全

(3)

柳金海 编



江苏工业学院图书馆
藏书章

中国建材工业出版社

第 9 章 工业排水管道

第 1 节 工业排水系统及水量、水质

随着社会主义建设的迅速发展,各城市建设起很多工厂,排出大量的生产废水。由于工业种类繁多,工厂排水也日趋复杂,它含有多种有害物质,如处理不当,对城市环境和水体将造成严重污染,危害现代,贻祸子孙。因此必须把排水系统的规划布置作好,认真执行环境保护方针,结合工艺改革和技术革新工作,尽量把有害物质消除在生产过程中,并设法减少污水的排放量,作到少排或不排废水,这样既节约用水,又可减少环境污染。对排出的废水,按不同水质采用回收利用、循环或重复使用系统,为国家创造财富。最后无法利用的废水,也要按其性质寻求出路:有的可以排入雨水道,就近排入水体;有的可以灌溉农田;有的与生活污水相类似,可以排入城市生活污水管道系统;特殊的生产污水,不宜排入其他的排水系统时,需在厂内就地处理,形成工业独立的排水系统。

工业废水的排放应严格遵守有关规定,可参看第 10 章内有关污水排放规定部分,以免造成汇集、运送和处理上的困难。当工业废水不符合上述要求时,应按废水性质设置独立的生产废水排水系统。此外,即使生产废水的性质符合城市排水的要求,但因水量过大或距城市较远,经过技术经济比较后,也需要设置独立的排水系统。

发展生产创造物质财富,是为了满足人们日愈增长的物质文化生活的需要,防止污染,保护环境,搞好工业废水的排水系统,也同样是为了此目的,因此进行工业建设的同时,必须搞好排水工程建设。即按环境保护法的规定:生产建设与防治污染设施的建设,施行同时设计、同时施工及同时投产。使工业生产不危害人生,真正作到造福人生。

一、工业污水的组成

在工厂厂区生产活动中产生的废弃水,总称工业废水。

其中,间接冷却水为只受到热污染的洁净废水,其余则为受到各种不同程度污染的污水。后者在本文中统称工业污水。

工业废水和工业污水的组成,参见示意图 9.1-1

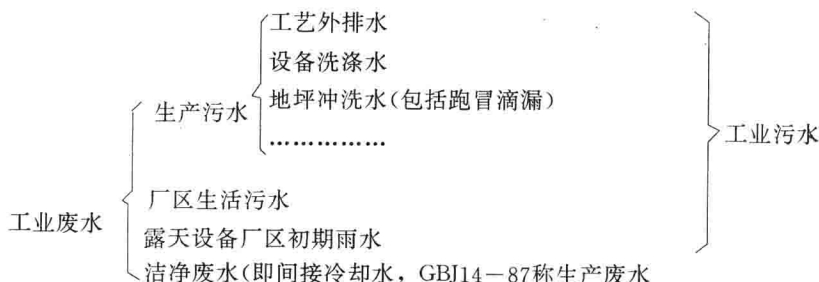


图9.1-1 工业废水和工业污水组成示意

图 9.11-1 中厂区生活污水指厂区中淋浴间、洗衣房、厨房、厕所等污水。

在设有生产设备的露天厂区中,地面的暴雨径流往往受到严重的工业污染,特别是初期雨水,应纳入污水系统,接受处理。

在有专设生活污水系统的厂矿,工业污水中也可能不包含以上两种水。

根据节水的原则,间接冷却水(洁净废水)应单设系统,经降温后回收利用,或注入地下。当冷却水尚未回收时,可暂排入雨管,或直接排入水体,但一般不允许排入污水系统。

综上所述,工业废水是总称,生产污水是工业污水的主要组成,而工业污水则是处理的全部对象。

二、水体和水体标准

水体是工业污水和城市污水的最终出路。根据已知的工业污水水量和水质,选定适当的污水处理工艺,使出水排入水体后,下游最近用水点的水质,仍能维持一定的环境质量。在我国的《工业企业设计卫生标准》(TJ36—79)中,对水体的悬浮物质、色、嗅、味、漂浮物质、pH 值、生化需氧量(五日 20℃)、溶解氧、有害物质、病原体,都作了规定,并对 53 种有害物质提出最高的容许浓度。

由于我国国土广大,情况复杂,各地水体具体情况不同(如河流水文条件、稀释能力、利用情况、污染现况、工业分布、城市发展规划、排水系统布局等),有必要对各地水体划分不同的等级,作出具体规定,与当地的污水排放标准相互配合。

三、工业污水的排放标准

近年,原城乡建设环境保护部已制定出多种工业污染物(包括污水)的排放标准,以进一步指导工业污水的处理和排放。如:造纸、甜菜制糖、甘蔗制糖、合成脂肪酸、合成洗涤剂、制革、石油开发、石油炼制、船舶、电影洗片、梯恩梯、黑索金、炸药、雷汞、二硝基重氮酚、叠氮化铅等共晶工艺、铬盐、石油化工、硫酸、黄磷、船舶工业、纺织印染等。参见第 12 章。

此外,一些城市和地区也相继制订出地区性的排放标准,有的并对当地水体具体划分了等级。因此,今后在设计时,必须及时掌握工程所在地区排放标准的颁布情况,以便遵循。

四、工业排水系统

工业废水包括工业污水和洁净废水(即间接冷却水)。其中,工业污水又包含生产污水、设备洗涤水、冲洗地坪水以及厂区的生活污水,有时还有露天设备区的初期雨水。

工业排水系统除一般的雨水和系统和生活污水系统外,主要为工业污水系统(包括管道及处理装置或厂站)。

具有腐蚀性的生产污水,如含酸、氨、碳酸盐等的污水,须设独立排水系统,经适当的处理(或预处理)后,再排入相应的系统。

含有易燃、易爆物(如油类、乙炔、乙醇、甲烷、苯、醚等)的污水,必须进行回收或处理,消除其危害性后,始能排入工业污水系统。

洁净废水一般均应回收利用,只有在暂时尚不能回收时,始可临时利用雨水系统排放。

露天设备区的初期雨水,多半受到较严重的工业污染,应考虑单独处理,或排入工业污水系统合并处理。

根据工业污水的水量和水质,分质分级处理污水。有的可直接排入城市污水系统,与城市污水合并处理;有的需在厂内进行不同程度的预处理。

设计工业污水系统时,首先应弄清污水的来源,确定其水量和水质。

五、工业污水的来源

根据工业污水所含主要有害物质,划分其来源,见表 9. 1-1。

六、生活污水的水量、水质调查

1. 调查步骤及方法

工业污水的水量、水质,主要取决于所含生产污水的水量、水质。因此,对生产污水的水量、水质进行调查,是首要的工作。

生产污水的水量和浓度,一般按工厂或车间的每日产量和单位产品来统计。有时也按每一生产设备的污水量和浓度进行统计。调查的内容如下:

(1) 深入工厂的每个车间、工段,进行实地考察,了解工艺流程。同各个岗位的操作工人和 技术人员座谈,详细了解各生产设备的排水情况,确定排水点位置和污水中可能含有的各种成 份和组成。根据调查的结果,确定取样位置、取样频度和分析项目。

工业污水主要有害物质及其来源 表 9. 1-1

序 号	有害物质	污 水 主 要 来 源
1	酸	化工、矿山、钢铁、机械、电镀工业等
2	碱	化纤、制碱、造纸、印染、皮革、电镀工业及石油炼厂等
3	汞及其化合物	氯碱、炸药、汞制剂农药、化工、仪表、电镀、汞精炼工业等
4	镉及其化合物	金属矿山、冶炼、电镀、化工、金属处理、电池、特种玻璃工业等
5	六价铬及其化合物	矿山、冶炼、电镀、化工、金属处理、电池、特种玻璃工业等
6	砷及其化合物	矿石处理、制药、冶炼、化工、玻璃、涂料、农药、化肥工业等
7	酚	焦化、煤气、炼油、合成树脂、化工、染料、制药工业等
8	氰化物	焦化、煤气、电镀、金属清洗、有机玻璃、丙烯腈合成及炼油工业等
9	铅及其化合物	冶炼、化工、农药、汽油防爆、含铅油漆、搪瓷工业等
10	油	炼油、机械、食品加工、油田、天然气加工工业等
11	硫化物	化工、皮革、煤气、焦化、染色、粘胶纤维、炼油、油田、天然气加工工业等
12	游离氯	造纸、织物漂白、化工工业等
13	有机磷、有机氯	农药、化工工业等
14	多氯联苯	电力、塑料、润滑油工业等
15	放射性物质	原子能工业、放射同位素试验室、医院、武器生产等

(2) 测定各种设备的流量变化,所用流量计最好具有连续记录和积累的功能。如条件不具 备时,可根据污水流量变化情况选用测定频度,进行间隔测定。根据测定结果,绘制随时间变化 的污水流量曲线图。根据流量曲线图,计算各个设备的每日最大时流量和平均流量。平均流量 可用下式计算:

$$\bar{q} = \frac{q_1 + q_2 + \cdots q_n}{n_1} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n q_i$$

(9. 1-1)

式中 $\bar{q}$ ——各种设备的平均流量(m³/h);
 $q_1、q_2 \cdots q_n$ ——不同时间的流量测定值(m³/h);

n_1 ——测定次数

各种污水系统的平均流量可按下式计算:

$$\bar{Q} = \frac{\bar{q}_1 + q\bar{q}_2 + \cdots q_n}{n_2} \quad (9.1-2)$$

式中 $\bar{Q}$ ——平均流量(m^3/h);

$\bar{q}_1, q_2 \cdots q_n$ ——各种设备的平均流量(m^3/h);

n_2 ——设备数量。

生产每单位产品的平均污水量可按下式进行计算:

$$m = \frac{\bar{Q} \times 24}{M} \quad (9.1-3)$$

式中 $\bar{Q}$ ——平均污水量(m^3/h);

M ——每天的产品数量(件、kg);

m ——生产每单位产品的平均污水量($\text{m}^3/\text{件}$ 或 kg)。

(3) 污水中含有各种物质的浓度可按下式进行计算:

$$L = \frac{Q_1 L_1 + Q_2 L_2 + \cdots Q_n L_n}{Q_1 + Q_2 + \cdots Q_n} \quad (9.1-4)$$

式中 L ——污水中含有某种物质的浓度(mg/L);

$L_1, L_2 \cdots L_n$ ——各排水点污水中含有某种物质的浓度(mg/L);

n ——排水点数量;

$Q_1 \cdots Q_n$ ——各排水点污水量(l/h 或 m^3/h)。

各排水点污水中含有某种物质的浓度系指多次取样的平均浓度,对于稳定生产的污水浓度至少要有一个月的连续分析资料。各排水点污水中含有某种物质分析值的平均浓度可按下式计算:

$$I = \frac{I_1 + I_2 + \cdots I_n}{n_3} \quad (9.1-5)$$

式中 I ——各排水点污水中含有某种物质的平均浓度(mg/L);

$I_1, I_2, I_3 \cdots I_n$ ——各排水点污水中含有某种物质的分析值(mg/L);

n_3 ——取样分析次数。

污水中对受纳水体起有害作用的成分,有悬浮物、有机化合物、游离的酸碱和有毒物质。

常用的污水水质指标有:悬浮物、五日生化需氧量(BOD_5)、化学需氧量(COD)、溶解氧、pH 值、细菌数和有毒有害物质等。

污水中常见有机物的 BOD_5 和 COD 值见表 9.1-2。

(4) 调查时应根据污水水质指标对污水进行分类,根据污染程度确定排水系统。

(5) 调查中注意的事项还有:有些有机物或有机化合物对地表水的处理造成严重困难,影响饮用水和工业用水的水源。例如,地表水中含酚,酚在加氯后,造成水中有强烈的氯酚气味;油、脂和沥青使水不宜洗浴,并使水体漂浮一层薄膜,这种薄膜隔断了空气中的氧往水中的传递。

生产污水中含有的重金属严重污染水源,灌溉农田会使作物减产,饮用时会使人畜患病或死亡。

生产污水中常见有机物的 BOD₅ 和 COD 值

表 9.1-2

序号	化合物名称	BOD ₅ (g/g)	菌种	COD _{cr} (g/g)	序号	化合物名称	BOD ₅ (g/g)	菌种	COD _{cr} (g/g)	
一 有机酸及酐					14	顺丁烯二酸酐	0.40~0.60		—	
1	甲 酸	0.02~0.24	生活污水 驯化污水	0.35 1.00~1.07 1.40 1.65 0.93 1.88 0.86 1.58 1.21 1.85 1.85 — 1.14	二 醛及酮					
2	乙 酸	0.34~0.88			1	甲 酸	0.33~1.06	生活污水 驯化污水	1.06	
3	丙 酸	0.36~0.86			2	乙 醛	1.27		—	
4	丁 酸	0.34~0.90			3	糠 醛	0.77		—	
5	顺丁烯二酸	0.38~0.63			4	丙烯醛	0.95~0.43		2.00	
6	苯甲酸	1.34~1.40			5	丁烯醛	1.06		—	
7	苯乙酸	0.85~1.44			6	巴豆醛	1.30		—	
8	甲基丙烯酸	0.89			7	丙 酮	0.31~1.63		1.63~2.17	
9	水杨酸	0.97			8	丁 酮	2.14			
10	戊二酸	0.72			9	甲基乙基酮	2.14			
11	丁二酸	0.57			10	二乙基酮	1.00			
12	戊 酸	—			11	甲基异丁基酮	0.12~2.14			
13	邻苯二酸苯	0.72~1.26			12	甲基苯基酮	0.52			
三 酯及醚					13	异丁醇	0.07~1.66			
1	醋酸乙酯	0.29~0.86	生活污水		14	烷基醇	1.60			
2	醋酸乙酯	0.15~0.52			15	环己醇	1.60	2.34		
3	乙 醚	1.00			七 酚及其化合物					
4	乙二醚	0.33			1	酚	1.40~1.80	驯化污水		2.28
5	乙二醇醚	1.58			2	苯 酚	1.40~1.78			—
四 卤化烃					3	甲 酚	1.40~1.70			
1	二氯乙烷	0.002	生活污水	—	4	苯三酚	0.016			
2	氯乙醇	0.50			5	邻甲酚	1.69~1.74		2.39	
3	氯 仿	0.008			6	间甲酚	1.70~1.88		2.40	
4	氯 苯	0.03			7	对甲酚	1.40~1.76		2.40	
5	四氯化碳	0			8	1,3,5-二甲苯酚	0.82		—	
五 芳烃					八 胺类					
1	苯	0~1.20	驯化污水 生活污水	— 1.88 — 1.88	1	苯 胺	1.47~2.26	生活污水 驯化污水	2.41	
2	甲 苯	0~1.23			2	单乙醇胺	0.80~1.10		1.80~2.97	
3	二甲苯	0			3	己内酰胺	1.08~1.54			
4	萘	0			4	乙醇胺	0.78		1.31	
六 醇类					5	二乙醇胺	0.10		—	
1	甲 醇	0.76~1.12	—	1.50 2.08 1.50 — — — — — — — — —	6	苯 胺	1.49~2.26		2.40	
2	乙 醇	0.93~1.67			7	对位甲苯胺	1.44~1.63		—	
3	乙二醇	0.54~0.49			8	邻位甲苯胺	0.24~1.43			
4	聚乙二醇	0.08~0.30			9	丙烯酰胺单位	0.97	驯化污水	2.17	
5	正丙醇	0.47~1.50			10	环己烷亚胺	1.33			
6	异丙醇	0.47~1.59			11	二甲苯胺	0		2.13	
7	丙三醇	0.65~0.98			九 腈类					
8	正丁醇	1.10~1.92			1	丙烯腈	0.40;0.72	驯化污水	1.81;2.27	
9	辛丁醇	1.09			2	乙 腈	1.15			
10	二甘醇	0.02			3	己二腈	—			1.90
11	三甘醇	0.50			4	腈氢酸	0.05			1.23
12	多甘醇	0.08~0.30								

续表

序号	化合物名称	BOD ₅ (g/g)	菌种	COD _{cr} (g/g)	序号	化合物名称	BOD ₅ (g/g)	菌种	COD _{cr} (g/g)
十 油类					十一 其它				
1	汽油	0.078	—	—	1	洗涤剂	0~1.49	—	—
2	煤油	0.53			2	葡萄糖	0.35~10.74	—	—
3	石脑油	2.50~5.00			3	硝基苯	0	生活污水	—
					4	吡啶	0~1.47		—

从各种工业过程排出的污水,其相互作用也可能导致严重危害。如含亚硫酸盐的污水同含有铁盐的污水混合后,会使水的色度加大,并消耗水中大量的氧;含硫化物的污水同酸性水混合后,放出的硫化氢毒害很大。

2. 设计流量

(1) 生产污水设计流量:以每日产量和单位产品污水量为基础的工业污水设计流量,可用下式计算:

$$Q = \frac{mM \times 1000}{T \times 3600} K_G \quad (9.1-6)$$

式中 Q ——生产污水设计流量(L/s);

m ——生产每单位产品的平均污水量(m³/件、kg);

M ——产品的平均日产量(件、kg);

T ——每日生产时数;

K_G ——总变化系数,根据工艺或经验决定。

(2) 工业企业的生活污水设计流量按下式进行计算:

$$Q = \frac{q_1 N_1 K_z + q_2 N_2 K_z}{3600T} \text{ (L/s)} \quad (9.1-7)$$

式中 q_1 ——一般车间每班每人污水量定额(dm³/人·班),一般取 25L/人·班;

q_2 ——热车间每班每人污水量定额(dm³/人·班),一般取 35L/人·班;

N_1 ——一般车间最大班职工人数(人);

N_2 ——热车间最大班职工人数(人);

T ——工业企业每日工作小时数(h);

K_z ——生活污水总变化系数。

(3) 工业企业淋浴用水设计流量按下式进行计算:

$$Q = \frac{q_3 N_3 + q_4 N_4}{36000} \text{ (dm}^3\text{/s)} \quad (9.1-8)$$

式中 q_3 ——一般车间每班每人淋浴水量定额(L/人/班),一般取 40L/人·班;

q_4 ——热车间每班每人淋浴水量定额(L/人/班),一般取 60L/人·班;

N_3 ——一般车间最大班职工总人数;

N_4 ——热车间最大班职工总人数。

3. 污染物排出总量

(1) 污染源调查

为了取得生产过程中排放的污染物质数据,必须对产品生产的工艺过程;产品形成的化学反应方程式;污染物在产品、副产品、回收物、原材料、中间体中的当量关系;产品产量、质量(纯

度)、原材料消耗量及杂质含量、回收物数量和质量、产品收率和转化率、污染物的净化率、治理率等进行详细的调查。经过调查取得大量的可靠数据后,进行物料平衡计算,然后求出单位产品污染物的流失量及全厂污染物的流失量。

(2) 污染物排出总量计算

污染物的排出总量可按下式进行计算:

$$G = (G_a - G_1 - G_2 - G_3 - G_4)M \quad (9.1-9)$$

式中 G ——污染物流失总量(kg);

G_a ——单位产品使用或产生的污染物量(kg/kg),可按下式求出

$$G_a = U_1 H_1 H_{1s} K_{H1} + U_2 H_2 H_{2s} K_{H2} + \dots U_n H_n H_{ns} K_{Hn} = \sum U H H_s K_H \quad (9.1-10)$$

其中 U ——原料在生产过程中的转化率;

H ——单位产品的原料消耗量(kg/kg);

H_s ——原料主要成分的纯度(%);

K_H ——当量转化系数,

$$K_H = \frac{W}{W_1} \text{ 或 } \frac{W}{W_2} \quad (9.1-11)$$

其中 W_1 ——构成污染物的化合物质量;

W_2 ——生产污染物的化合物质量;

W ——污染物质量;

G_1 ——产品中所含污染物量(kg/kg);

$$G_1 = m M_s K_m \quad (9.1-12)$$

其中 m ——每件产品的公斤数;

M_s ——产品中与污染物有关的主要成分纯度(%);

K_m ——当量转换系数;

G_2 ——单位产品所产生的副产品回收物量(kg/kg),

$$G_2 = F F_s K_F \quad (9.1-13)$$

其中 F ——副产品回收定额(kg/kg);

F_s ——副产品回收物中与污染物有关的主要成分纯度(%);

K_F ——当量转化系数;

G_3 ——单位产品中分解转化掉的污染物量(kg/kg)

$$G_3 = L L_s K_s \quad (9.1-14)$$

其中 L ——分解定额,即单位产品所分解掉的物质质量(kg/kg);

L_s ——分解物中与污染物有关的主要成分纯度(%);

K_s ——当量转化系数;

G_4 ——单位产品治理或净化污染物量(kg/kg),

$$G_4 = (L_a - L_t) \frac{Q}{M} \quad (9.1-15)$$

其中 L_a ——治理前污染物浓度(mg/L 或 kg/1000m³);

L_t ——治理后污染物浓度(mg/L 或 kg/1000m³);

M ——调查期产量(kg);

Q ——调查期治理量(kg)。

工业用水水质标准

表 9.1-3

项 目	锅炉给水(kg/cm ³)				冷 却 水				工 业 生 产 用 水								
	0~10	10~50	50~100	100 以上	直 流 式		循 环 式 补 给 水		纺织	木 材	造纸	化工	石油及煤制品	钢铁	罐 头	软饮料	制革
					35000	5~8.5	淡水	盐水									
硅(SiO ₂)	30	10	1.0	0.01	50	25	50	25			50	50	60		50		
铝(Al)	5	0.1	0.01	0.01			0.1										
铁(Fe)	1	0.3	0.05	0.01			0.5		0.1	0.3	0.1	0.1	1.0		0.2	0.3	50
锰(Mn)	0.3	0.1	0.01				0.5		0.01	0.1	0.1				0.2	0.05	0.2
铜(Cu)	0.5	0.05	0.05	0.01					0.05								
钙(Ca)		0	0	①	200	520	50	420		20	70		75		100		60
镁(Mg)		0	0	①									12	20	30		
钠、钾(自然)													40				
氨(NH ₃)	0.1	0.1	0.7										480				
HCO ₃	170	120	50	①	600		25						130				
SO ₄					680	2700	200	2700					130				
氯化物(Cl)					600		500			200	500		600		250	500	250
氟化物(F)					19000	500	1900		5	1.2	1		300	500	250	500	250
NO ₃				600								10	1.7				
PO ₄													10				
溶解固体	700	500	200	0.5	1000	35000	500	35000	100	100	1000		1500	500			
悬浮固体	10	5	0	0	5000	2500	100	100	5	直径<3毫米	10	5	10	3000	10		
硬度(CaCO ₃)	20	10	0.1	0.07	850	6250	130	6250	25		475	250	350	1000	250		150
酸度(CaCO ₃)													75				
碱度(CaCO ₃)	140	100	40	0	500	115	20	115			125	500	200	250	85		
pH	8~10	8~10	8.2~9.2	8.8~9.2	5~8.5				6~8	5~9	4.6~9.4	5.5~9.0	6~9	5~9	6.5~8.5		6.0~8.0
色度(度)																	
MBAS																	
CCl ₄							1		5		10	20	25	30	5	10	5
COD	5	5	0.5	0	75	75	75	75									
溶解氧	<0.03	<0.03	<0.03	<0.05													
温度(℃)	49	49	49	49	36	49	36	49		36							
浊度(ITU)	10	5	0.5	0.05	5000	100											0

① 决定于其它组份的处理。 注：上表单位除 pH 主注明者外，均为 mg/L。

七、工业污水的回用

工业污水经适当处理后,除了向水体或下水道排放外,还可能送回工厂利用。

工业用水的水质标准,可参考表 9.1-3。

八、工业污水的其他利用

工业污水处理后,还可能用于灌溉和养鱼。但对于工业污水,需慎重对待。要落实这两方面的利用,必须取得农业、渔业方面的密切配合。

我国已有《农田灌溉水质标准》(GB5081—85)及《渔业水质标准》(GB11607—89),见第2章。但这两种标准都不是专用于污水的。

九、12 种可能的处理方案布置

根据已知的工业污水水量、水质、工厂的客观环境、及有关的各种标准,有 12 种可能的处理方案布置,可供选择,见图 9.1-2。

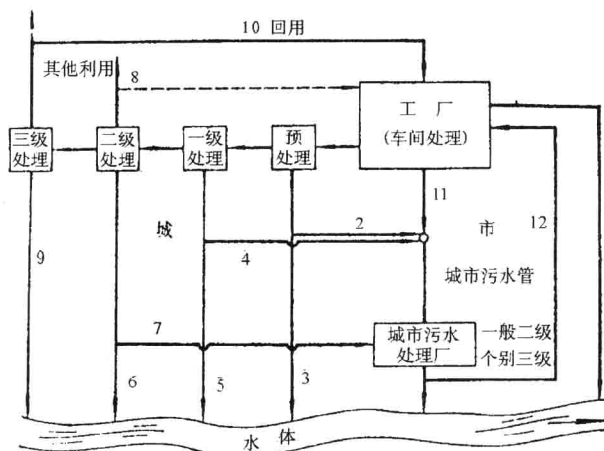


图 9.1-2 工业污水处理的可能方案布置

注：除二级处理以生物法为主外，其它各级都指各种物化法或生物法。

第2节 工业排水管道的设置

一、一般规定

1. 地下自流污水管道的一般规定

(1) 管道系统布置要符合地形趋势,一般宜顺坡排水,取短捷路线。每段管道均应划给适宜的服务面积。汇水面积划分除依据明确的地形外,在平坦地区要考虑与各毗邻系统的合理分担。

(2) 尽量避免或减少管道穿越不容易通过的地带和构筑物,如高地、基岩浅露地带、基底土质不良地带、河道、铁路、地下铁道、人防工事以及各种大断面的地下管道等。当必须穿越时,需采取必要的处理或交叉措施,以保证顺利通过。

(3) 安排好控制点的高程。一方面应根据城市竖向规划,保证汇水面积内各点的水都能够排出,并考虑发展,在埋深上适当留有余地;一方面又应避免因照顾个别控制点而增加全线管道埋深。对于后一点,可分别采取下列几项方法和措施:

- 1) 局部管道覆土较浅时,采取加固措施、防冻措施。
- 2) 穿过局部低洼地段时,建成区采用最小管道坡度,新建区将局部低洼地带适当填高。
- 3) 必要时采用局部提升办法。
- 4) 在局部地区,雨水道可采用地面式暗沟,以避免下游过深。

(4) 查清沿线遇到的一切地下管线,准确掌握他们的位置和高程,安排好设计管道与它们的平行距离,处理好设计管道与它们的竖向交叉。

(5) 管道在坡度骤然变陡处,可由大管径变为小管径。当 $D=200\sim 300\text{mm}$ 时,只能按生产规格减小一级。当 $D\geq 400\text{mm}$ 时,应根据水力计算确定,但减小不得超过二级。管道坡度的改变应尽可能徐缓,避免流速骤降,导致淤积。

(6) 同直径及不同直径管道在检查井内连接,一般采用管顶平接,不同直径管道也可采用设计水面平接,但在任何情况下进水管道的不得低于出水管底。

(7) 当有公共建筑物(如浴室、食堂等)位于管线始端时,除用街坊人口的污水量计算外,并应加入该集中流量进行满流复核,以保证最大流量顺利排泄。

(8) 流量很小而地形又较平坦的上游支线,一般可采用非计算管段,即采用最小管径,按最小坡度控制。

(9) 在上述管段中,当有适用的冲洗水源时,可考虑设置冲洗井。每座井所能冲洗的管道长度一般为 250m 。最好是设法接入附近可利用的工厂洁净废水或河水,定期冲洗。

(10) 当污水管道的下游是泵站或处理厂时,为了保证安全排水,在条件允许情况下,可在泵站和处理厂前设事故溢流口,但必须取得当地有关部门的同意。

(11) 在需要通风的井位宜设置通风管,如实际充满度已超过设计较多的管段,或大浓度污水接入的井位、跌落井等。

(12) 在适当管段中,宜设置观测和计量构筑物,以便积累运行资料。如不同区域的支线接入处、不同工业污水接入处等。

2. 设计步骤

根据确定的设计方案,进行管道的设计,主要步骤如下:

(1) 在适当比例的、并绘有规划总图的地形图上,按地形并结合排水规划布置管道系统,划定排水区域。

(2) 根据管道综合布置,确定干支线在道路(或规划路)横断面和平面上的位置,确定井位及每一管段长度,并绘制平面图。

(3) 根据地形、干支管和一切交叉管线的现状和规划高程,确定起点、出口和中间各控制点的高程。

(4) 根据规划确定的人口、污水量定额等标准,或折合为面积的污水量模数,计算各管段的设计流量。

3. 管道设计注意事项

(1) 管道的布置和安装,首先应保证安全,便利生产操作、检修,保证工人的安全。

(2) 进行管道设计时,应根据总图的要求,全面规划合理布局。对所有的管道,包括生产管

道、辅助系统管道、电缆、照明、仪表管道、采暖通风管道等进行全盘规划,尽量减少管道间的交叉。车间工业废水管路应尽量便利安装、检修和操作管理。

(3) 管道应尽量成列平行敷设,走直线,少拐弯。

(4) 管道穿过墙壁或楼板时,应尽量集中敷设。穿过墙壁和楼板的一段管道内不得有焊接。管道与穿孔间的缝隙应严密堵塞。

(5) 输送含有易燃易爆介质的废液管道,不得敷设在生活间、楼梯和走廊等处。一般应设有防火完全装置和防爆装置,如安全阀、防爆膜、阻火器、水封等。

(6) 不锈钢管不得与碳钢制的管架直接接触,以免因电位差而造成腐蚀核心。

(7) 输送有毒或有腐蚀性介质的管道,不得在人行道上设置阀门、伸缩器、法兰等,以免管道泄漏时发生事故。

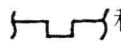
(8) 包有保温(冷)层的管道,应安装在不易被溅湿的地方(或采取相应的防湿措施)。保温管道应设置大于保温层温度之管托,放在管架上。

(9) 聚氯乙烯管、橡胶管等某些不耐较高温度的管道,应避开有热源的设备和管道。

(10) 采用成型无缝管件(如弯头、异径管)时,不宜直接与平焊法兰焊接,其间一般应加一段不小于 120mm 的直管。可以对焊法兰直接焊接。

(11) 安装间距以便利安装、检修管子、保温层、阀门为原则,也不宜过大。一般是:管道最突出部分(如管外壁、法兰外缘、保护层外壁)距墙壁或柱边的净空不小于 100mm;距管架横梁端部不小于 100mm,距管架支柱也不小于 100mm;雨水管道最突出部分间净空约为 40~60mm。

(12) 管廊上敷设管路的管底高度,低管架不小于 0.3m;中管架不小于 2m;采用高架时,不小于 3.2m(当排管下设置机泵时,应小于 4m)。上下两层排管的高程差可取 1、1.2、1.4m。当管道通过公路时,则不小于 4.5m;通过铁路时,则不小于 6m。

(13) 管路安装应尽量避免“气袋”、“口袋”和“盲肠”。

(14) 管内各种介质常用流速范围,见表 9.2-1。

管内各种介质常用流速范围

表 9.2-1

序 号	介 质 名 称	管道种类及条件	流速(m/s)
1	水及粘度相似液体	0.1~0.3MPa(表压)	0.5~2.0
2	蒸汽冷凝水		0.5~1.5
3	冷凝水	自 流	0.2~0.5
4	过热水		2.0
5	海水、微碱水	$P<0.6\text{MPa}$	1.5~2.5
6	自流回收及碱液		0.7~1.2
7	氢氧化钠	浓度0%~30% 30%~50% 50%~73%	2.0 1.5 1.2
8	四氯化碳		2.0
9	硫 酸	浓度:88%~100%	1.2

续表

序 号	介 质 名 称	管道种类及条件	流速(m/s)
10	盐 酸		1.5
11	氯化钠	带固体	2~4.5
		无固体	1.5
12	溴	液 体	1.2
13	氯化甲烷		2.0
14	二氯乙烯		2.0
15	乙二醇		2.0
16	苯乙烯		2.0
17	三氯乙烯		2.0
18	氯乙烯		2.0
19	二溴乙烯		1.0
20	液 氨	$P = \text{真空}$	0.05~0.3
		$P \leq 0.6\text{MPa}$ (表压)	0.3~0.8
		$P \leq 2\text{MPa}$ (表压)	0.8~1.5
21	油及粘度大的液体	油及相似液体	0.5~2.0
		粘度 50 厘泊, DN25	0.5~0.9
		DN50	0.7~1.0
		DN100	1.0~1.6
		粘度 100 厘泊, DN25	0.3~0.6
		DN50	0.5~0.7
		DN100	0.7~1.0
		DN200	0.1~0.2
		粘度 1000 厘泊, DN25	0.1~0.2
		DN50	0.16~0.25
		DN100	0.25~0.35
		DN200	0.35~0.55
22	乙醛、苯、二硫化碳		<1.0
23	甲醇、乙醇、汽油		<2~3
24	丙 酮		<10
25	泥状混合物		大于沉积临界流速
26	易燃、易爆液体		<1.0
27	盐 水		1.0~2.0

(15) 管道留孔:

1) 当管道穿过楼板或屋顶时宜预留套管,套管上端一般高出楼板,其管径比管道直径大10~15mm左右。

2) 当管道穿过一般建设物基础时,应按管道直径及标高预留基础洞,预留洞尺寸一般不小于管道直径加200mm边长的方形洞。

3) 当管道穿过有防水要求的墙或基础时应按给水排水标准图集“S312”预留防水套管。

(16) 管道敷设坡度应按排水设计规范的规定设计。

(17) 管道间距,见表9.2-2、表9.2-3。

管道并排法兰相错排列时的管道间距(mm)

表 9.2-2

DN	25		40		50		70		80		100		125		150		200		250		300		d	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
25	120	200																					110	130
40	140	210	150	230																			120	140
50	150	220	150	230	160	240																	130	150
70	160	230	160	240	170	250	180	260															140	170
80	170	240	170	250	180	260	190	270	200	280													150	180
100	180	250	180	260	190	270	200	280	210	310	220	300											160	190
125	190	260	200	280	210	290	220	300	230	310	240	320	250	330									170	210
150	210	280	210	300	220	300	230	320	240	320	250	330	260	340	280	360							190	230
200	230	310	240	320	250	330	260	340	270	350	280	360	290	370	300	390	300	420					220	260
250	270	340	270	350	280	360	290	370	300	380	310	390	320	410	340	420	360	450	390	480			250	290
300	290	370	300	380	310	390	320	400	330	410	340	420	350	440	360	450	390	480	410	510	400	540	280	320
350	390	400	330	410	340	420	350	430	360	440	370	450	380	470	390	480	420	510	450	540	470	570	310	350

注：1. 不保温管与保温管与相邻排列时，间距=(不保温管间距+保温管间距)/2
 2. 若系丝扣联结的管子，间距可按上表减 20mm。
 3. 管沟中管壁与管壁之间的净距在 160~180mm 管壁与沟壁间的距离为 20mm 左右。
 4. 表中 A 为不保温管，B 为保温管，d 为管轴线离墙面距离。

管道并排且阀门的位置对齐时的管道间距(mm)

表 9.2-3

DN	25	40	50	80	100	150	200	250
25	250							
40	270	280						
50	280	290	300					
80	300	320	330	350				
100	320	330	340	360	375			
150	350	370	380	400	410	450		
200	400	420	430	450	460	500	550	
250	430	440	450	480	490	530	580	600

二、管道计算

输送的工业污水粘度和水相似时，管道计算见本大全第 12 章计算图表。

当输送的工业污水具有一定粘度时，应根据工业管路的计算方法，选择经济合理的管径，使其达到最好的经济效益。

1. 管径的选择

当介质的流速已选定时，管径的选择可按下式确定：

$$d=18.8\left(\frac{W}{U\rho}\right)^{1/2} \tag{9.2-1}$$

或
$$d=18.8\left(\frac{Q}{U}\right)^{1/2} \tag{9.2-2}$$

式中 d——管内径(mm)；
 W——介质质量流量(kg/h)；
 Q——介质容积流量(m³/h)；

ρ ——介质密度(kg/m³)(常用液体密度见表 9.2-4);

U ——介质平均流速(m/s)(流速范围见表 9.2-1)。

常用液体在 0~20℃条件下的密度

表 9.2-4

序号	液体名称	密度(kg/m ³)	序号	液体名称	密度(kg/m ³)
1	汽 油	760	22	硫酸 75%	1680~1700
2	煤 油	850	23	硫酸 90.5%~92.5%	1820~1830
3	火 油	790~820	24	硫酸 98%	1830
4	重 油	890~950	25	硫酸 100%	1840
5	石 油	792~950	26	发烟硫酸(18.5%~20%SO ₃)	1920
6	甘 油 100%	1270	27	盐 酸	1150
7	二氯乙烷	1130	28	发烟盐酸	1210
8	氢氧化钠 10%	1110	29	醋 酸	1060
9	氢氧化钠 30%	1330	30	醋 酸	1070
10	氢氧化钠 50%	1530	31	醋 酸	1040
11	甲 醇 100%	800	32	氯 仿	1530
12	甲 醇 90%	820	33	四氯化碳	1630
13	甲 醇 30%	950	34	食盐 5%溶液	1040
14	乙 醇 100%	790	35	食盐 15%溶液	1110
15	乙 醇 70%	850	36	食盐(饱和)	1210
16	乙 醇 40%	920	37	氯化钙 10%溶液	1080
17	乙 醇 10%	980	38	氯化钙 20%溶液	1180
18	硝基苯	1200	39	氯化钙 20%溶液	1030
19	二硫化碳	1290	40	硝酸 50%	1310
20	硫酸 30%	1220	41	硝酸 100%	1520
21	硫酸 60%	1500			

2. 管道压力降计算

管道压力计降计算,包括流体内摩擦压力降、局部压力降、静压压力降和加速度压力降等。此外尚考虑管子标准允许的管径和管壁厚的偏差以及各种管件和阀门所采用的阻力系数与实际情况的偏差等影响,计算时应考虑有 15%的富裕量。

工业污水流态多为单相流,所以按单相流压力降公式进行计算。当污水粘度和水相似时,可按水的压力降公式进行计算。

(1) 管内摩擦压力降

$$\Delta P_f = 6.38 \times 10^{-14} f L W^2 d^5 \rho \tag{9.2-3}$$

式中 ΔP_f ——液体的摩擦压力降(MPa);

f ——摩擦系数;

L ——管道总长度(包括管子及管件)(m);

d ——管内径(m);

W ——液体的质量流量(kg/h);

ρ ——液体密度(kg/m³)。

摩擦系数 f 与管内流动介质的雷诺数 Re 有关

$$Re = \frac{vd\rho}{\mu g} = \frac{vd}{\nu} \quad (9.2-4)$$

式中 ν ——管内介质流速($\nu = \frac{W}{3600\rho A}$), (m/s);

μ ——介质动力粘度(kg·s/m²);

g ——重力加速度(m/s²);

ν ——介质运动粘度(m²/s);

A ——管的断面积(m²);

其它符号意义同前(以下同)。

$$Re \leq 2100 \text{ 时, } f = \frac{64}{Re} \quad (9.2-5)$$

$Re > 3000$, 对于光滑管(铜、铝、铅管及玻璃管、塑料管等), 可用以下经验公式求取 f 值:

$$\text{当 } 3 \times 10^3 < Re < 1 \times 10^5 \text{ 时, } f = 0.3164 Re^{-0.25} \quad (9.2-6)$$

$$\text{当 } 3 \times 10^3 < Re < 1 \times 10^6 \text{ 时, } f = 0.0056 + \frac{0.5}{Re^{0.32}} \quad (9.2-7)$$

对于粗糙管(钢管、铸铁管、陶瓷管以及管内积有沉淀物或遭受腐蚀的管子), 可用下列经验公式求得。

当在(光滑管转变为粗糙管)过渡区

$$f \approx 0.0055 \left[1 + \left(2 \times 10^4 \frac{\epsilon}{d} + \frac{10^6}{Re} \right)^{1/3} \right] \quad (9.2-8)$$

当处于完全紊流区

$$f \approx 0.0055 + 0.15 \left(\frac{\epsilon}{d} \right)^{1/3} \quad (9.2-9)$$

式中 ϵ ——管壁绝对粗糙度(mm), 可由表 9.2-5 查得各种金属管子的 ϵ 值;

$\frac{\epsilon}{d}$ ——管壁相对粗糙度。

(2) 局部压力降

$$\Delta P_{\xi} = \xi \frac{v^2}{2g} \frac{\rho}{10^5} \quad (9.2-10)$$

式中 ΔP_{ξ} ——局部压力降(MPa);

ξ ——局部阻力系数。

各种金属管的绝对粗糙度

表 9.2-5

序 号	金属管名称	绝对粗糙度 ϵ (mm)
1	无缝黄铜及铅管	0.01~0.05
2	新的无缝钢管及镀锌铁管	0.1~0.2
3	新的铸铁管	0.3
4	具有很少腐蚀的无缝钢管	0.2~0.3
5	具有明显腐蚀的无缝钢管	0.5 以上
6	旧的铸铁管	0.85 以上

注: 绝对粗糙度系指管内壁平均粗糙面凸出或凹入深度。

在工程上还常用当量长度算法, 将各种局部压力降折合为相当于直管长度的压力降来计算。