

污水管道系统的设计

排水系统是为了排除和处置各种污水、废水而建设的一整套工程设施,包括污水排水系统、雨水排水系统或合流制排水系统等。

污水排水系统是收集城镇和工业企业产生的废水,将其输送到污水厂进行处理和利用,并排入水体的一整套工程设施。通常包括污水管道系统、污水厂和出水口三部分。

第一节 污水设计流量的确定

正确地决定污水管道的设计流量是合理地设计污水管道系统的首要任务,设计流量过大将增加投资,过小则满足不了要求。因此,设计流量要力求合理。

污水管道的设计流量是设计期限终了时的最大日(或最大班)最大时的污水流量,它包括生活污水设计流量和工业废水设计流量,在地下水位较高的地区,宜适当考虑地下水渗入量。

一、生活污水设计流量的确定

生活污水设计流量是按每人每日平均排出的污水量、使用管道的设计人数和总变化系数计算的。其计算公式如下:

$$Q_d = \frac{q_d \cdot N}{24 \times 3600} \cdot K_{\text{总}} \quad (3-1)$$

式中: Q_d ——生活污水设计流量, L/s;

q_d ——生活污水量定额(每人每日平均排出的污水量),分为居民生活污水量定额和综合生活污水量定额(包括居民生活用水和公共建筑用水),是参照居民生活用水量定额和综合生活用水量定额乘以 80% ~ 90% 求出,当计算居民生活污水量时,参考附录三附表 3-1;当计算城镇综合生活污水量时,参考附录三附表 3-2;

N ——使用管道的设计人口数;

$K_{\text{总}}$ ——总变化系数。

生活污水量定额 q_d 为设计期限终了时,每人每日排出的平均污水量。它与室内卫生设备的情况、当地气候、生活水平及生活习惯等有关。《规范》规定居民生活污水定额和综合生活污水定额,应根据当地的用水定额,结合建筑内部给水排水设施水平和排水系统普及程度等因素确定。可按当地相关用水定额的 80% ~ 90% 采用。

设计人口数 N 为设计期限终了时的预估人口数,与城镇的发展规模及人口的增长率有关。其估算方法有:

1. 按城镇总体规划确定的人口密度计算

$$N = P \cdot A \quad (3-2)$$

式中: P ——人口密度,即单位面积上的人口数,人/hm²;

A ——排水区域的面积,hm²。

人口密度分为城镇人口密度和街坊人口密度。

2. 按人口自然增长率估算

$$N = N_0(1 + \gamma)^n \quad (3-3)$$

式中: N ——设计人口数,即 n 年后的估计人口数;

N_0 ——现在人口数;

γ ——人口自然增长率(参照城镇总体规划或依据多年人口资料确定);

n ——设计期限(20 ~ 30 年)。

生活污水量定额 q_d 是一个平均值。实际上,流入污水管道的污水量时刻都在变化,变化程度通常用变化系数表示。一年中最大日污水量与平均日污水量的比值为日变化系数($K_{日}$);最大日中最大时污水量与该日平均时污水量的比值称为时变化系数($K_{时}$);最大日最大时污水量与平均日平均时污水量的比值称为总变化系数($K_{总}$)。

$$K_{总} = K_{日} \cdot K_{时}$$

总变化系数是随人口的多少和污水量定额的高低而变化的。人口多(日平均流量大),污水量定额高时,总变化系数就小。人口少(日平均流量小),污水量定额低时,总变化系数就大。与发达国家相比较,我国目前的综合生活污水量总变化系数取值偏低,为有效控制初雨污染,《规范》建议:在新建和改建分流制地区,可参照国外有效标准,宜适当提高表 3-1 中的综合生活污水量总变化系数,表 3-1 是我国《规范》规定的总变化系数表。

由式(3-1)和式(3-2)得

$$Q_d = \frac{q_d \cdot P \cdot A}{24 \times 3600} \cdot K_{总}$$

表 3-1 综合生活污水量总变化系数 $K_{\text{总}}$

平均日流量/($L \cdot s^{-1}$)	5	15	40	70	100	200	500	≥ 1000
总变化系数 $K_{\text{总}}$	2.3	2.0	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3

注:当污水平均日流量为中间数值时,总变化系数用内插法求得。顺便指出,在设计污水管道时所说的平均流量一般都是指平均日流量,下文将援用这个习惯。

故得
$$Q_d = q_0 \cdot A \cdot K_{\text{总}} \quad (3-4)$$

式中: q_0 ——比流量, $L/(s \cdot \text{hm}^2)$, $q_0 = \frac{q_d P}{24 \times 3600}$,其中 P 为街坊人口密度, q_0 的意义是设计管道单位排水面积的平均流量(引入比流量是为了简化计算);

A ——设计管段的排水面积, hm^2 。

如何确定设计管段的排水面积 A 呢? 由于在一般情况下,污水管道的设计常常在街坊的修建设计之前进行,街坊内的污水如何流入街管是不明确的。为此,常通过划分街坊的泄水面积来确定设计管段的排水面积。具体做法见图 3-1。其中图 3-1a 为当街管布置在街坊的四周(称围坊式)时的面积划分方法;图 3-1b 为当街管布置在街坊的一侧(称低侧式)时的面积划分方法;图 3-1c 为当街管布置在街坊的两边(称对边式)时的面积划分方法。

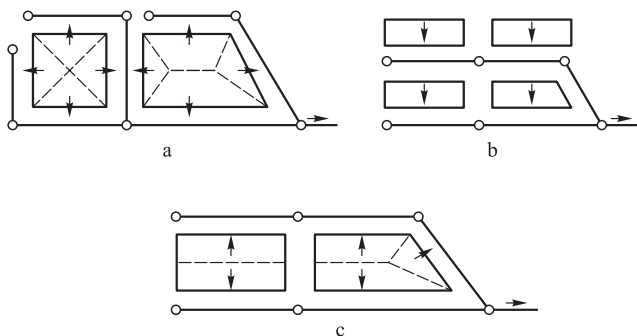


图 3-1 排水面积的划分方法

a—围坊式;b—低侧式;c—对边式

当街管采用围坊布置时,通常用各街角的角平分线划分街坊成四块,每块街坊的污水假定排入相近的街管;当街管采用低侧布置时,通常假定整块街坊的污水排入在其低侧的街管中;当街管采用对边布置时,通常将街坊面积用中线划分,被划分的街坊的污水假定排入邻近的街管中。

二、工厂生产区的生活污水设计流量的确定

工业企业内生活污水量、淋浴污水量(之所以单独计算是由于它集中在下班时排出)的确定,应与国家现行的《建筑给水排水设计规范》的有关规定相协调。工厂生产区的生活污水流量,是来自生产区的厕所、浴室和食堂等的污水。这一部分生活污水的流量不大,收集和输送这一部分污水的管道一般可采用最小管径(300 mm),不需要进行计算。

当流量较大需要计算时,可根据《建筑给水排水设计规范》的下列规定进行计算:

① 工业企业建筑管理人员生活用水定额可取 30 ~ 50L/(人·班);车间工人的生活用水定额应根据车间性质确定,一般宜采用 30 ~ 50L/(人·班);用水时间为 8 h,小时变化系数为 1.5 ~ 2.5。

② 工业企业建筑淋浴用水定额,应根据《工业企业设计卫生标准》中的车间的卫生特征分级确定,一般可采用 40 ~ 60L/(人·次),延续供水时间为 1h。

③ 工业企业的工业废水量及其总变化系数应根据工艺特点确定,并与国家现行的与工业用水量有关的规定相协调。工业废水设计流量一般是按工厂或车间的每日产量和单位产品(每件产品,每吨产品等)的废水量计算的,有时也可以按生产设备的数量和每一生产设备的每日废水量进行计算。以每日产量和单位产品废水量为基础的工业废水设计流量,可用式(3-5)计算

$$Q_m = \frac{q_m \cdot M \cdot 1\,000}{T \cdot 3\,600} \cdot K_{\text{总}} \quad (3-5)$$

式中: Q_m ——工业废水设计流量,L/s;

q_m ——生产每单位产品的平均废水量, m^3 ;

M ——产品的平均日产量;

T ——每日生产时数;

$K_{\text{总}}$ ——总变量系数,因为 $K_{\text{日}} = 1$,所以 $K_{\text{总}} = K_{\text{时}}$ 。

工业废水量的变化是很大的,它不仅取决于产品种类和生产过程,也取决于管理水平及供水情况等。同样的产品,如果生产设备和生产过程不同,其废水量标准不同;如果管理水平和供水情况不同,其产生的废水量也不同。在确定某一工厂的工业废水设计流量时,应向该厂负责生产工艺的人员和操作工人了解各车间排出废水的详细情况,需要时应对各车间的废水量进行测定。在设计新建企业的排水系统时,应根据生产过程相似的现有企业的数据来确定工业废水设计流量。如果废水需要分别由几个管道系统收集和输送,则应分别确定每一个管道系统的设计流量。《给水排水设计手册》第六册中提供的各种生产用水量

和废水量资料,只能作为参考。

最后要指出,上面讲的计算方法在运用时,应当依据实际情况作判断,特别要参考实际用水量情况。

第二节 污水管道系统的平面布置

污水管道系统的平面布置包括:确定排水区界,划分排水流域;选择污水厂出水口的位置;拟定污水干管及总干管的路线;确定需要抽升的排水区域和设置泵站的位置等。在施工图设计阶段,尚需确定街道支管的路线及管道在街道上的位置等。

一、确定排水区界、划分排水流域

排水区界是排水系统敷设的界限。在排水区界内应根据地形及城市和工业企业的竖向规划划分排水流域。一般说来,流域边界应与分水线相符合。如在地形起伏及丘陵地区,流域分界线与分水线基本一致。在地形平坦无显著分水线的地区,应使干管在最大合理埋深情况下,尽量使绝大部分污水能以自流排水为原则。如有河流或铁路等障碍物贯穿,应根据地形情况,周围水体情况及倒虹管的设置情况等,通过方案比较,决定是否分为几个排水流域。每一个排水流域应有一条或一条以上的干管,根据流域高程情况就能查明水流方向和污水需要抽升的地区。

二、选择污水厂和出水口的位置

污水厂和出水口要设在城市的下风向、水体的下游,离开居住区和工业区。其间距必须符合环境卫生的要求,应通过环境影响评价最终确定。

三、拟定污水管道系统的路线

确定污水管道系统的路线,又称污水管道系统的定线。正确的定线是合理地、经济地设计污水管道系统的先决条件,是污水管道系统设计的重要环节。管道定线一般按总干管、干管、支管顺序依次进行。定线应遵循的主要原则是:应尽可能地在路线较短和埋深较小的情况下,让最大区域的污水能自流排出。定线时通常考虑的因素是:地形和竖向规划;排水体制和其他管线的情况;污水厂和出水口位置;水文地质条件;道路宽度;地下管线及构筑物的位置;工业企业和产生大量污水的建筑物的分布情况,发展远景和修建顺序等。

污水总干管的走向取决于污水厂和出水口的位置。因此,污水厂和出水口的数目与分布位置将影响主干管的数目和走向。例如,在大城市或地形平坦的城市,可能

要建几个污水厂分别处理与利用污水,这就需要敷设几条总干管。在小城市或地形倾向一方的城市,通常只设一个污水厂,则只需敷设一条总干管。若相邻的若干城镇联合建造一个污水厂,则需相应建造联结这些城镇的区域污水管道系统。

在一定条件下,地形一般是影响管道定线的主要因素,定线时应充分利用地形。在整个排水区域较低的地方(如在集水区或河岸低处)设总干管及干管,这样便于干管及支管的污水自流接入。在地形平坦略向一边倾斜的地区,总干管与等高线平行敷设,干管与等高线垂直敷设(如图 3-2a)。当地形斜向河道的坡度很大时,总干管与等高线垂直,干管与等高线平行(如图 3-2b)。这种布置虽然总干管的坡度较大,但可设置为数不多的跌水井,而使干管的水力条件得到改善。

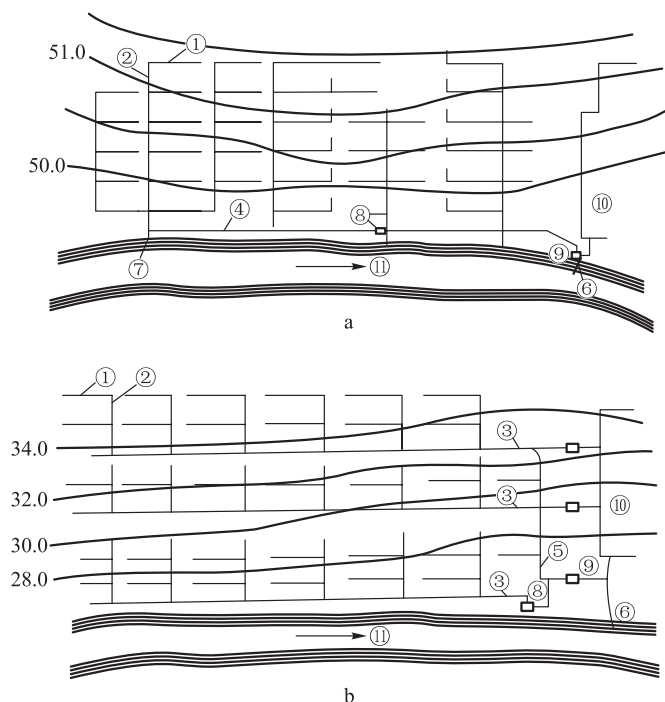


图 3-2 总干管、干管的正交布置和平行布置

a—地形坡度较小时,总干管(拦集干管)与等高线平行,干管(地区干管)与等高线垂直布置;

b—地形坡度较大时,总干管与等高线垂直,地区干管与等高线平行布置

① 支管;② 干管;③ 地区干管;④ 拦集干管;⑤ 总干管;⑥ 出口

渠渠头;⑦ 溢流口;⑧ 泵站;⑨ 污水厂;⑩ 污水灌溉田;⑪ 河流

管道定线时应考虑地质条件。污水管道,特别是总干管,应尽量布置在坚硬密实的土壤中。如遇到劣质土壤(松软土、回填土、土质不均匀等)或地下水位

高的地段时,污水管道可考虑绕道或采用其他施工措施和其他办法加以解决。

为了降低施工费用,缩短工期及减少日后养护工作的困难,管道定线时应尽量避免或减少与河道、山谷、铁路及各种地下构筑物交叉。

在一般情况下,污水管道是沿道路敷设的(与道路中心线平行)。在无道路的场地(如堆场等空旷地段),管道不应直接穿过,而必须沿道路绕过它,以免管道被将来的建筑物或堆物压在下面,造成渗漏和养护的困难。

管道定线时还需考虑街道宽度及交通情况,污水干管一般不宜在交通繁忙而狭窄的街道下敷设。

此外,管道定线还应考虑居住区和工业企业的近远期规划以及分期建设的安排。其布置与敷设应满足近期建设的要求,同时,还应考虑远期有无扩建的可能。

污水管道系统应在满足环境保护要求的前提下,根据当地的具体条件,拟定出几种不同的设计方案,经过全面的技术经济比较之后,从中选用一个最优方案。

污水管道系统的方案确定之后,便可绘制污水管道初步设计阶段的平面布置图。其中包括干管、总干管的位置与流向和主要泵站、污水厂、出水口及灌溉田的位置等。

污水管道系统的最后布置形式受地形的影响最大,图 3-3 显示了六种形式。在施工图设计阶段应考虑支管的平面布置,以及污水管道在街道上的具体位置。

污水支管的平面布置除取决于地形外,还需考虑街坊的建筑特征,并便于用户的接管排水,一般有三种形式(图 3-4):

- (1) 低侧式:街坊狭长或地形倾斜时采用;
- (2) 围坊式:街坊地势平坦且面积较大时采用;
- (3) 穿坊式:街坊内部建筑规划已确定,或街坊内部管道自成体系时,支管可以穿越街坊布置。

四、确定需要抽升的排水区域和设置泵站

污水泵站一般分为中途泵站和终点泵站,有时也有局部泵站。中途泵站的位置是根据管道的最大合理埋深而决定的。由于污水管道中的水流靠重力流动,因此,管道必须具有坡度。在地形平坦地区,管道埋深往往增加很快,当埋深超过最大埋设深度时,需设置中途泵站抽升污水。在管道定线时,应选择适当的定线位置,使之既能节省埋深,又可少建泵站。终点泵站一般是设在污水厂内处理构筑物之前。在地形复杂的城市,有些地区比较低洼,需设置局部泵站抽升污水;在一些高楼的地下室、地下铁道和其他地下建筑物中,其污水也需要设置局部泵站抽升。

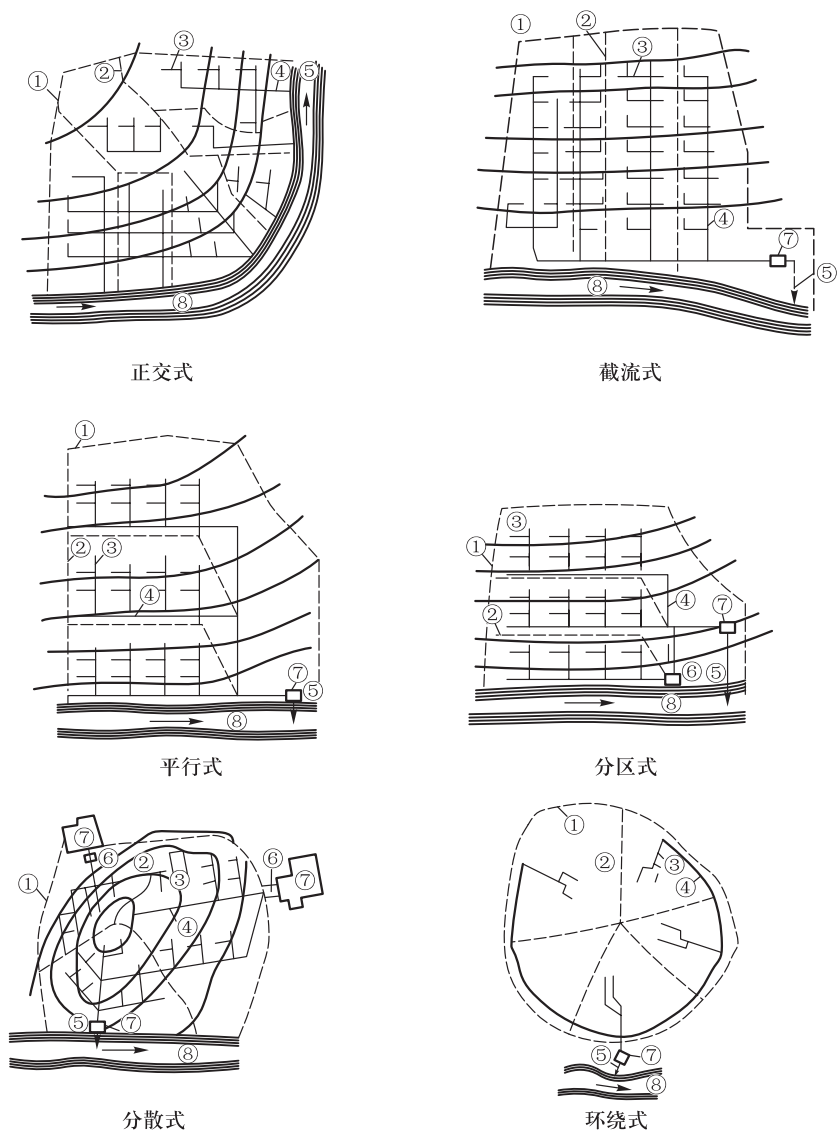


图 3-3 污水管道系统的布置形式

- ① 市边界; ② 排水流域分界线; ③ 支管; ④ 干管、总干管; ⑤ 出水口;
⑥ 泵站; ⑦ 处理厂、灌溉田; ⑧ 河流

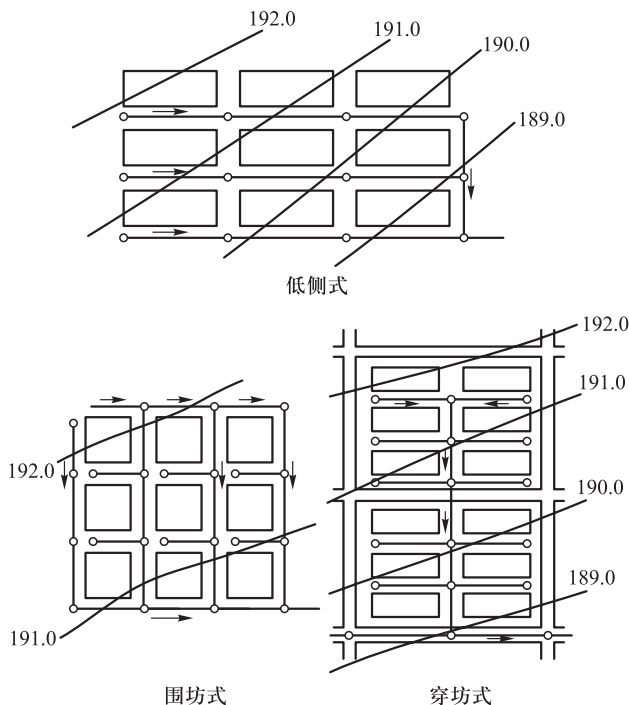


图 3-4 污水支管的布置形式

第三节 管道在街道上的位置

在现代化城市的道路下面设有各种管道(给水管、排水管、煤气管、供热管);各种电缆电线(通讯电缆、路灯线、电力线、电车电缆);大城市还有各种隧道(人行横道、地下铁道、工业专用隧道等)。这些地下设施相互之间、地下设施和街面建筑物之间应当很好地配合。为便于施工和检修,它们之间应有一定距离(参见附录四)。

由于管道难免渗漏而影响房屋基础,因此要求远离房屋。同时,离树木不应过近,以免树根挤坏甚至长入管道。当管道的埋深小于 2.2 m 时,管道离房屋边线的水平距离不应小于 3.5 m;离行道树的水平距离不应小于 2 m。当埋深大于 2.2 m 时,离房屋不应小于 5 m;离行道树不应小于 1.5 m。

排水管道应设在道路上,街区连接支管较多、地下管线较少的一侧。当街道红线宽度大于 40 m 时,可考虑两侧都设置污水管道,以减少连接支管的长度和与其他地下管线的交叉,并尽可能避开车行道,如图 3-5 所示。

在地下设施拥挤或交通极其繁忙的场合,常把地下管线集中在隧道(共同

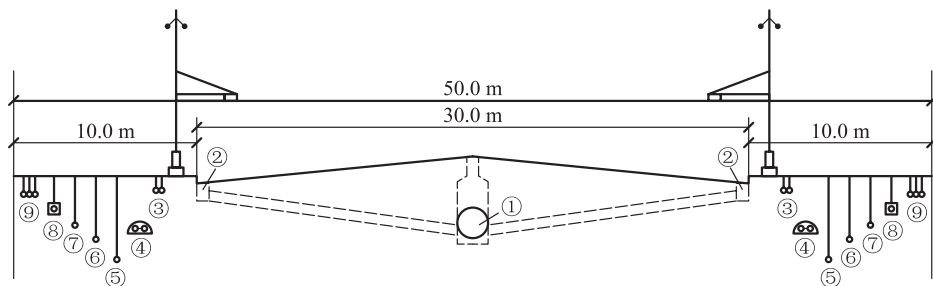


图 3-5 街道地下管线的布置

- ① 雨水管道;② 雨水口;③ 无轨电车电缆;④ 供热管;⑤ 污水管道;
⑥ 给水管;⑦ 煤气管;⑧ 通讯电缆;⑨ 电力线

沟)里,隧道的坡度应与排水管道配合,当两者坡度难以配合时,排水管道可采用压力管道,如图 3-6 所示。

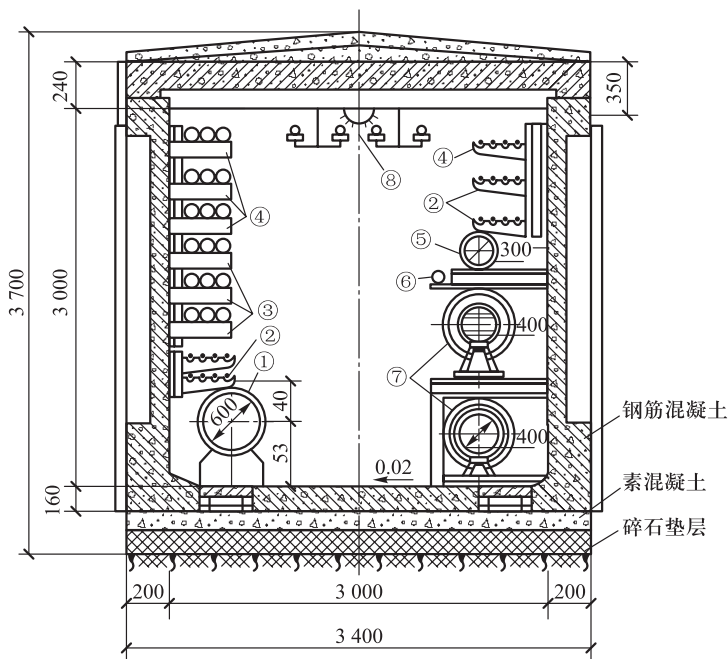


图 3-6 管线隧道(共同沟)

- ① 污水管道;② 通讯电缆;③ 电车电缆;④ 电力线;⑤ 给水管;⑥ 洒水管;⑦ 供暖管;⑧ 电灯

城市的地下管线往往错综复杂,纵横交错。处理这些管线交叉的原则是:小管让大管,有压管让无压管,新建管线让已建管线,临时管线让永久管线,柔性结构的管线让刚性结构的管线。具体处理方式是:给水管在排水管道之上,电力线、煤气管、热水管、热气管在给水管之上(参见图 3-5)。当其他管线与排水管道稍有相交时,管道

可以修改设计或在相交处允许穿过管道,采取适当措施修补管道。污水管道允许压缩的高度与其口径有关,可参考表 3-2。顺便指出,雨水干管可压缩 $\frac{H}{3}$ (渠高)或 $\frac{D}{3}$ 口径,雨水支管则可压缩高度为 $\frac{H}{5}$ (渠高)或 $\frac{D}{5}$ (口径)。

表 3-2 污水管道允许压缩高度

管道口径 D/mm	150 ~ 300	350 ~ 4 500	500 ~ 900	900
可压缩高度 $H/\%$	30	20	15	10

第四节 污水管道的水力设计

一、设计要求

污水管道水力设计的任务是根据已经确定的管道路线,计算和确定各设计管段的设计流量、管径、坡度、流速、充满度和管底高程。

污水管道水力设计的原则是:不冲刷、不淤积、不溢流、要通风。

污水管道水力计算是由确定控制点开始,从上游到下游,计算和确定各个设计管段的有关数据。

控制点是对整个管道系统的高程起控制作用的地点。控制点的位置一般是位于距离污水厂或出水口最远处或排水流域中地面高程最底处,管道埋深有特殊要求处(如地下室)。控制点的埋深影响整个管道系统的埋深,所以应尽量浅些。控制点埋深的减小可以从以下几方面着手:① 加强管道强度;② 填高控制点处的地面高程;③ 设置局部泵站提升水位。

设计管段的设计流量可能由三部分组成:

- (1) 沿线流量:从本管段服务的街坊流来的流量。
- (2) 集中流量:从工厂(生产车间及生活区)或公共建筑来的流量,它们的排水量可以较为准确地估计。
- (3) 转输流量:从上游管段和旁侧管段来的流量。

二、计算示例

污水管道水力计算示例如下:

在进行管道水力学计算前,先要将管道划分为若干设计管段。设计管段的起讫点是检查井的位置(但并不是每两个检查井之间就是一个设计管段,设计管段中间的检查井,图中不必画出),图 3-7 中检查井 5 和检查井 4 之间构成的设计管段的管

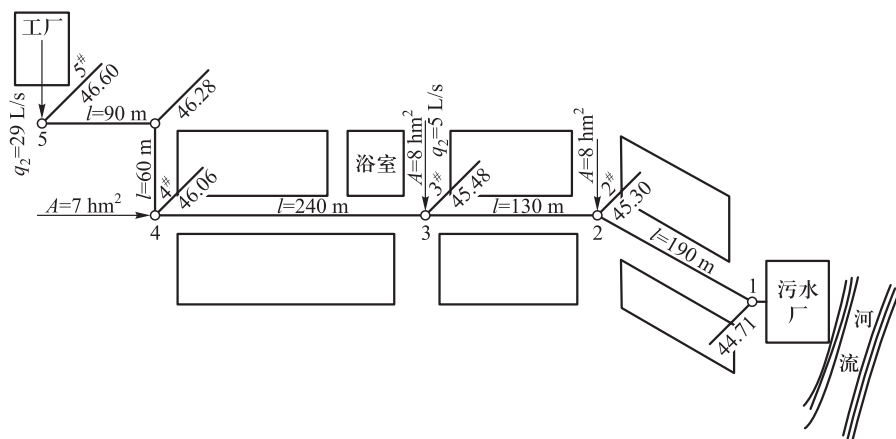


图 3-7 某城镇污水干管平面布置图

道发生了转向,我们仍可把管段 5-4 作为一个设计管段,而不把它分为两个设计管段,这是因为井 5 至井 4 之间设计流量没有变化,地面坡度也基本没有变化。

设计管段划分好后,从污水厂开始标定每个设计管段起讫点上检查井的编号。本示例共有四个设计管段:5-4,4-3,3-2,2-1(见图 3-7)。其次是确定各设计管段的设计流量,见表 3-3 和图 3-7。表中的设计管段的设计流量由沿线流量和集中流量两部分组成: $Q=q_1+q_2$,每一部分中都有来自本管段的流量和转输流量。沿线流量是指管道沿线建筑的生活污水量,按人口密度、平均污水量定额、管道服务面积和总变化系数计算;集中流量是指工厂或其他废水流量较大的单位(如公共建筑)的废水高峰流量,因为它们的数量较大,应当仔细核实,而且因为对象明确,也有可能实地调查,故集中流量都是经过专门调查后计算确定的。

在本例中,有两个集中流量;这条干管的起端(检查井 5)处,接纳几个工厂的废水,设计流量经调查后确定为 29 L/s;检查井 3 处,接纳一个公共浴室的废水,设计流量经调查后确定为 5 L/s。居住区人口密度约为 500 人/ hm^2 ,平均污水量约 120 L/(人·d),则每公顷居住区面积的生活污水平均流量(即比流量)为 $q_0 = \frac{500 \times 120}{86400} \text{ L}/(\text{s} \cdot \text{hm}^2) = 0.69 \text{ L}/(\text{s} \cdot \text{hm}^2)$ 如图 3-7 和表 3-3 所示,设计管段 5-4 只有一个集中流量 q_2 为 29 L/s,而无沿线流量,故设计流量 Q 就是 29 L/s。设计管段 4-3 除转输的集中流量 29 L/s 外,还有沿线流量。在计算沿线流量时,先根据本段服务面积 A 为 7 hm^2 求得本设计管段从本管段排水面积上来的生活污水平均流量,即本段流量 $q_0 A = 0.69 \times 7 \text{ L}/\text{s} = 4.9 \text{ L}/\text{s}$ 。由于本管段是街坊的起始,管段没有转输的沿线流量,因此,其沿线平均累计流量也就是 4.9 L/s。查表 3-1 得 $K_{\text{总}}$ 为 2.3,则该设计管段的沿线流量的累计设计流量 $q_1 =$

2.3×4.9 L/s=11 L/s,其与集中流量的累计设计流量 q_2 相加,得设计管段4-3的总设计流量 $Q=q_1+q_2=(11+29)L/s=40 L/s$ 。其余类推。

在确定设计流量后,即可从上游管段(即设计管段5-4)开始,进行各设计管段的水力计算(见表3-4)。其计算步骤如下:

① 根据图3-7,从上游至下游将设计管段编号列入表中第(1)列。

② 从管道平面图上量出每一段管段的长度[即设计管段起讫点检查井之间的距离(图3-7)],并列入表中第(2)列。

③ 将各设计管段的设计流量(抄录表3-3)列入表中第(3)列。

④ 从该城镇的总体规划图中(或通过测量),求得设计管段起讫点检查井处地面高程,注在图上(图3-7),并列入表中第(10)、(11)两列。

⑤ 计算第一设计管段的地面坡度=地面高程差/距离,作为确定管道坡度的参考。例如,管段5-4的地面坡度= $\frac{46.60-46.06}{150}=0.0036$ 列入表中第(18)列。

⑥ 根据流量和各个管段的地面坡度,估计需要的管径。本干管的地面坡度较为平坦,而且干管上端(即检查井5)的埋深较大,覆土较厚。因此,在这种情况下,各个管段应采用较小的坡度,以减少管道埋深。例如,管段5-4的设计流量为29 L/s,如果采用300 mm管径(规范规定最小管径),该管段即为不计算管段,则必须采用0.003的最小坡度(规范规定的数值)。此值接近本管段的地面坡度0.0036,按照采用较小坡度的原则,还不够理想。为了进一步降低坡度,改用350 mm管径。从350 mm管径的不满流算图中查得,当流速为0.60 m/s(规范规定的最小数值)时,充满度为0.51,坡度为0.0018(较为适宜)。流速及充满度都在规范规定的范围内。因此,管段5-4决定采用:管径350 mm,坡度0.0018,流速0.60 m/s,充满度0.51,并分别将这四个数据列入表中第(4)、(5)、(6)、(7)列。

⑦ 算出水深 $h=(4) \times (7)$,列入表中第(8)列。

⑧ 根据求得的管道坡度,计算管段上端至下端的管底降落量 $iL=(5) \times (2)$,列入表中第(9)列。

⑨ 根据上游工厂排出管埋深,本示例将管段5-4上端(即检查井5)管底高程定为44.60 m,并将其列入表中第(14)列。为了求得其他各个管段上下端的管底高程,先要决定各管段在检查井处的衔接问题。当下游管段管径等于或大于上游管段管径时,采用管顶相平的连接方式;当下游管段管径小于上游管段时,则采用管底相平的连接方式;如果上下游管径相同,因采用管顶平接而出现下游水位高于上游水位时,则改用水面平接。本管段5-4的上端管底高程44.60 m减去降落量0.27 m,求得管段5-4下端管底高程44.33 m,并列入第(15)列;管段5-4的上端水面高程为上端管底高程(44.60 m)+水深(0.18 m)=

表 3-3 某城镇污水干管设计流量计算表

管段 编号	沿线流量						集中流量			总设计 流量 $Q/$ $(L \cdot s^{-1})$		
	本段流量			运输 流量/ $(L \cdot s^{-1})$	累计算 均流量/ $\Sigma q_0 A/$ $(L \cdot s^{-1})$	总变化 系数 $K_{总}$	累计算 流量 $q_1/$ $(L \cdot s^{-1})$	本段 流量/ $(L \cdot s^{-1})$	运输 流量/ $(L \cdot s^{-1})$		累计算 流量 $q_2/$ $(L \cdot s^{-1})$	
	街坊 编号	服务 面积 A/hm^2	比流量 $q_0/$ $(L \cdot s^{-1} \cdot hm^{-2})$									$q_0 A/$ $(L \cdot s^{-1})$
(1)	(2)	(3) (量得)	(4) = $\frac{120 \times 500}{24 \times 3600}$	(5) = (3) × (4)	(6)	(7) = (5) + (6)	(8) (查表)	(9) = (7) × (8)	(10)	(11)	(12) = (10) + (11)	(13) = (9) + (12)
5-4									29		29	29
4-3	②③	7	0.69	4.9		4.9	2.3	11		29	29	40
3-2	④⑤⑥	8	0.69	5.5	4.9	10.4	2.1	22	5	29	34	56
2-1	⑦⑧	8	0.69	5.5	10.4	15.9	2.0	32		34	34	66

44.78 m,列入表中第(12)列;下端水位高程为下端管底高程(44.33 m)+水深(0.18 m)=44.51 m,列入表中第(13)列。管段4-3的管径为350 mm,与管段5-4的管径相同,由于管段4-3的水深(0.23 m)大于管段5-4的水深(0.18 m),故采用水面平接,管段5-4的下端水面高程(44.51 m)等于管段4-3的上端水面高程,并列如表中第(12)列;管段3-2的管径为400 mm,大于管段4-3的管径,因此采用管顶平接, $43.90\text{ m}+0.35\text{ m}-0.40\text{ m}=43.85\text{ m}$,即为管段3-2的上端管底高程,列入第(14)列;管段2-1的管径与管段3-2相同,且水深又一样,采用管顶平接也就是水面平接,因此,管段3-2的下端管底高程(或水面高程)等于管段2-1的上端管底高程(或水面高程),并列如表中第(13)列。

⑩ 覆土厚度=地面高程-管底高程-管径-管壁厚度,一般管壁厚度可略去不计。例如,管段5-4的上端覆土厚度为 $46.60\text{ m}-44.60\text{ m}-0.35\text{ m}=1.65\text{ m}$,列入第(16)列。《规范》规定管顶在车行道下最小覆土厚度不得小于0.7 m,表3-4的计算结果满足了这个要求。本示例的城镇是在我国南方,不受冰冻的影响。在计算管道5-4的管底高程时,提出的上端管底高程为44.60 m,已经考虑到车间排出管与干管的衔接问题。因此,本示例水力计算求得的覆土厚度满足第二章第五节所讲的三个要求。

为了保证施工质量,管底高程单位用m计,精确至小数点后两位有效数字,要算到cm,而覆土厚度的有效位数只要取小数点后一位即可。

⑪ 将求得的管径、管底高程等直接标注在管道平面布置图上。其标注方法见图3-8。

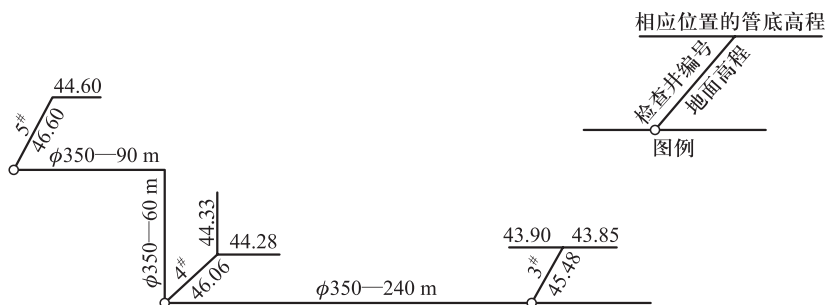


图 3-8 管道管径、长度和高程等标注方法

⑫ 在地下管线布置较多的地区,为了检查计算结果,在作水力计算时,应同时绘制管道剖面图。由于资料限制和只要求解决原则性问题,规划中(初步设计)的管道剖面图比较简单。绘制时首先用黑色的线条和文字绘出已知资料:地面线、基准水平面、地面高程、管段长度、检查井编号以及钻孔记录。随着水力计算的进行,用红色的线条和文字绘注计算结果:管道和检查井剖面、管道特性

表 3-4 污水干管水力计算表

管段 编号	长度 L/m	设计流量 $Q/(L \cdot s^{-1})$	管径 D/mm	管坡 i	流速 $v/(m \cdot s^{-1})$	充满度 $\frac{h}{D}$	水深 h/m	管底 降落量 iL/m	高程/ m				覆土厚度/ m		地面 坡度 I		
									地面		水面		管底			上端	下端
									上端	下端	上端	下端	上端	下端			
(1) (数值 来源)	(2) (从平面 图量得)	(3) (抄录 表 3-3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8) $=$ $(4) \times (7) \times (5) \times (2)$	(9) $=$	(10) (11) (由地形图得)	(12) $=$ $(14) + (8)$	(13) $=$ $(12) - (9)$ 或 $(15) + (8)$	(14) $=$ $(12) - (8)$	(15) $=$ $(14) - (9)$ 或 $(13) - (8)$	(16) $=$ $(14) - (9) - (10) - (14)$ $(11) - (15)$ $- (4) - \delta$	(17) $=$ $(11) - (15)$ $- (4) - \delta$	(18) $=$ $(10) - (11)$ (2)	
5-4	150	29	350	0.0018	0.60	0.51	0.18	0.27	46.60 46.06	44.78 44.51	44.60 44.33	44.60 44.33	44.60 44.33	1.65 1.38	1.38 1.38	0.0036 0.0036	
4-3	240	40	350	0.0016	0.63	0.65	0.23	0.38	46.06 45.48	44.51 44.13	44.28 43.90	44.28 43.90	44.28 43.90	1.43 1.23	1.23 1.23	0.0024 0.0024	
3-2	130	56	400	0.0014	0.64	0.65	0.26	0.18	45.48 45.30	44.11 43.93	43.85 43.67	43.85 43.67	43.85 43.67	1.23 1.23	1.23 1.23	0.0014 0.0014	
2-1	190	66	400	0.0020	0.65	0.65	0.26	0.38	45.30 44.71	43.93 43.55	43.67 43.29	43.67 43.29	43.67 43.29	1.23 1.02	1.02 1.02	0.0031 0.0031	
(一) ^②	(二)	(三)	(六)			(七)	(八)	(九)	(十)	(十一)	(十二)	(十三)	(十四)	(十五)	(十六)	(十七)	(十八)

注:①表中 δ 表示管壁厚度,计算中忽略不计。

②表中(一),(二),(三),……,(十)表示各列数据写出的先后顺序。

数据(管径、管底坡度、管段长度、管底高程、覆土厚度),水力学控制数据(流量、流速、充满度),如图 3-9 所示。

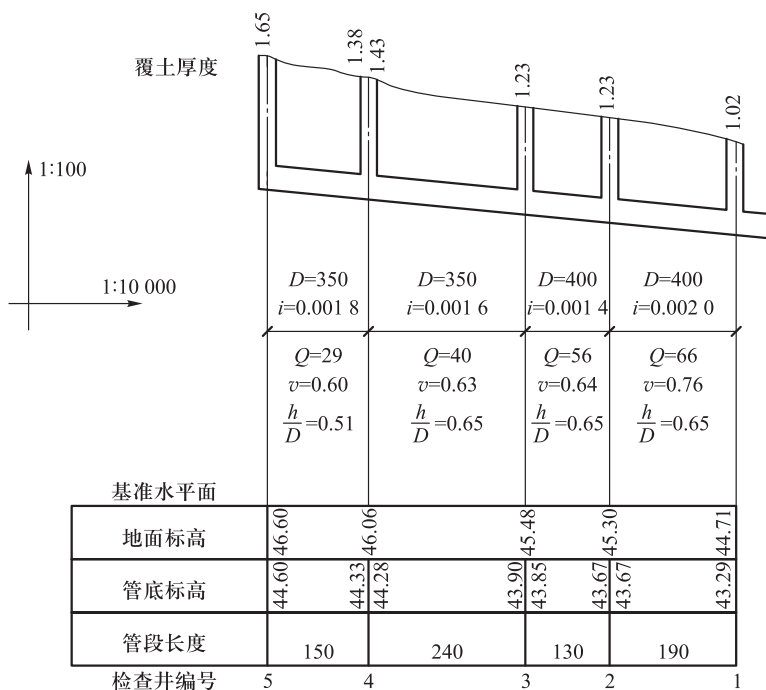


图 3-9 某城镇干管的剖面图(初步设计阶段)

注:图中单位:Q—L/s;v—m/s;D—mm;管段长度、覆土厚度和标高—m。

第五节 管道施工图绘制

在技术设计中,管道的平面图和剖面图是最后的设计图,将据以施工,所以要包括极其详细的资料。

为了便于施工和管理,管道平面图应分段绘制并装订成册,图的比例尺通常采用 1:500。图上除应绘出初步设计平面图上的项目以外,还应绘出出现有的地面设施(人行道边线、房屋界线、树木、电杆木、各种检查井、水准点等)和所有的现存地下各种管线,如图 3-10 所示。

施工图设计阶段中的管道剖面图是管道施工和管理的最主要的图纸之一。图上除绘出初步设计剖面图上的项目以外,还应绘出或注明管道材料和基础做法,与管道直交的其他地下管线的资料,设计管道的走向和改向角度。图的水平比例尺通常采用 1:1000,垂直比例尺 1:100。如图 3-11 所示。

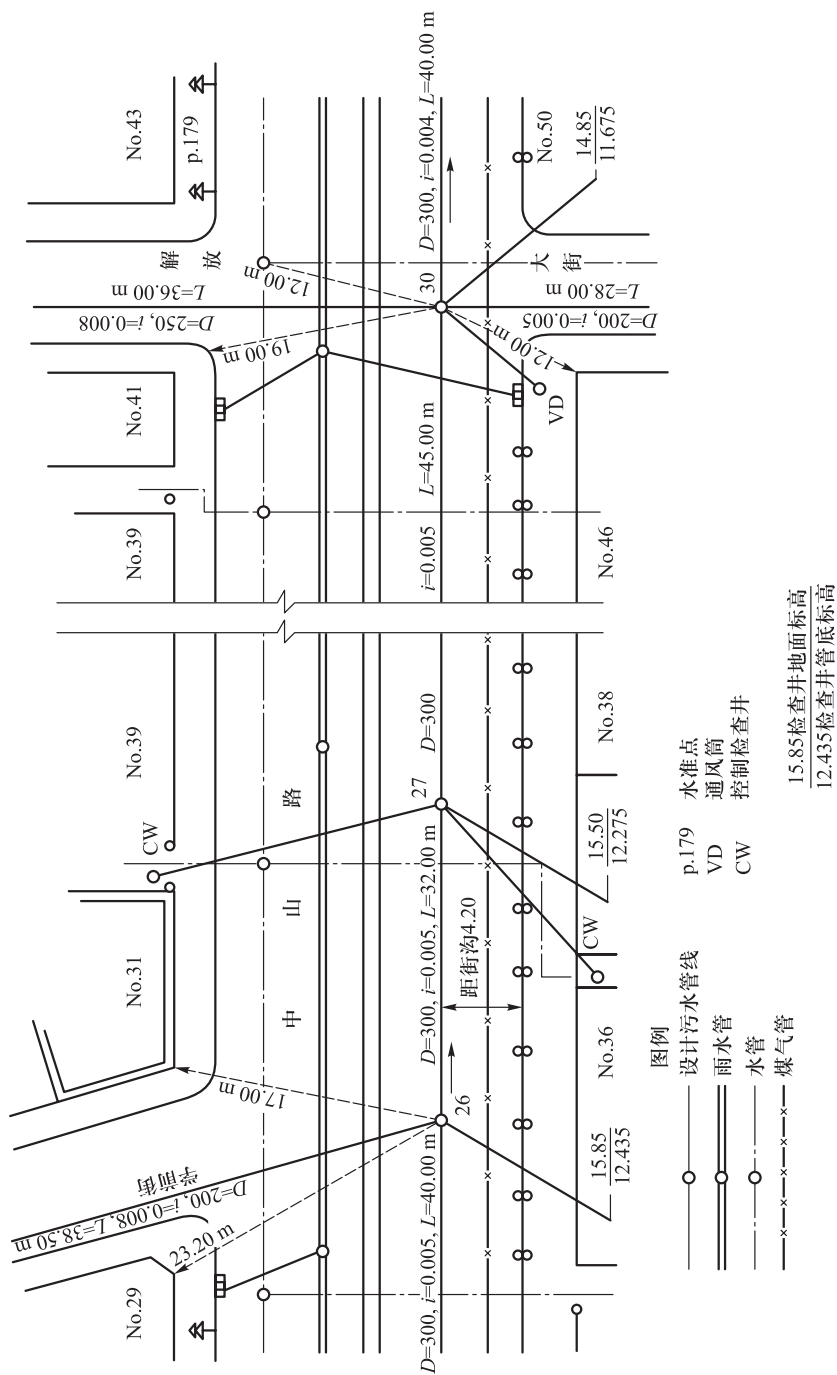


图 3-10 某城市街道管道平面图

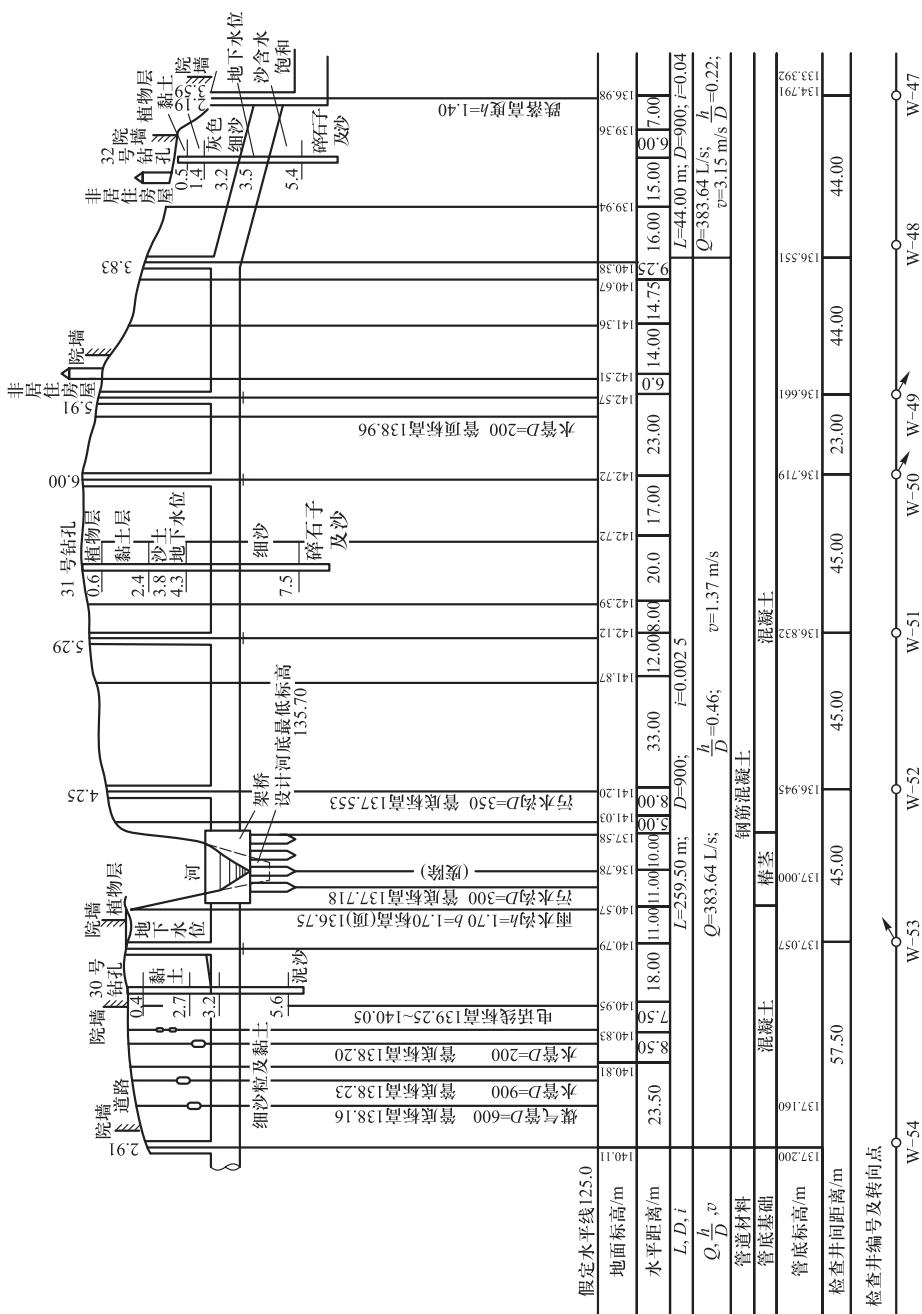


图 3-11 管道纵剖面图 (施工图设计阶段)

思考题和习题<<<

1. 设计污水管道系统有哪些步骤?
2. 试述污水量标准的含义,它受哪些因素影响,规划时如何考虑?
3. 确定污水设计流量时应收集哪些基本资料?
4. 管道系统的平面布置如何进行?有哪些基本要求?包括哪些内容?
5. 表 3-1 中提供的生活污水量总变化系数为什么随着污水平均日流量的增加而相应减少?
6. 控制点的位置如何确定?在条件不利时如何减少控制点处的管道埋深?
7. 污水管道水力计算的原则是什么?
8. 试述沿线流量,集中流量和转输流量的含义。
9. 一般情况下,尽可能使管道与地面坡度平行,以减少埋深。在什么情况下,不应该使管道与地面坡度平行?在什么情况下,管道与地面坡度平行反而增加埋深?
10. 分析干管水力计算表(表 3-4),思考下列问题:
 - ① 选定管径的主要依据是什么?
 - ② 管径选定后,如何决定各个管段的坡度?为什么管段 5-4 不按充满度 0.65 来决定坡度?为什么管段 3-2 不按流速 0.60 m/s 来决定坡度?
 - ③ 在管顶平接的情况下,已知前一管段的下端管底标高,如何求得后一管段的上端管底标高?
 - ④ 在水面平接的情况下,已知前一管段的下端水面标高,如何求得后一管段的上、下端管底标高?
 - ⑤ 已知管底标高,如何求得覆土厚度?
11. 计算图 3-12 所示工业城的主干管的设计流量。该城区街坊的人口密度为 300 人/hm²,污水量标准:每人每日 120 L/(人·d)。工厂甲的污水最大时流量为 26 L/s,工厂乙的污水最大时流量为 6 L/s,请列表进行计算。
12. 图 3-13 为某厂生产废水管道系统的干管平面图。图上注明各车间的生产废水进入干管的位置和设计流量,各设计管段的长度,各检查井处的地面标高。管段 6-5 的上端管底标高,受车间排水管理深的限制,为 209.08 m。其他检查井处的管道最小覆土厚度为 0.7m。要求列表进行水力计算,并将求得的管底标高和管径注明在管道平面图上(图中流量 Q 的单位为 L/s,管段长度 L 的单位为 m)。

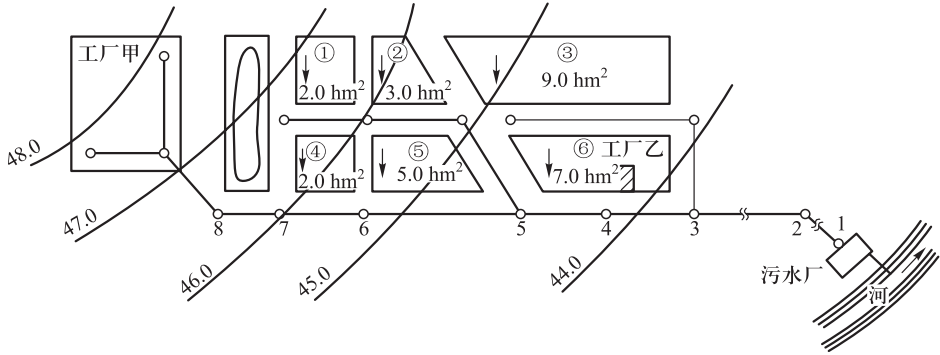


图 3-12 习题 11 图

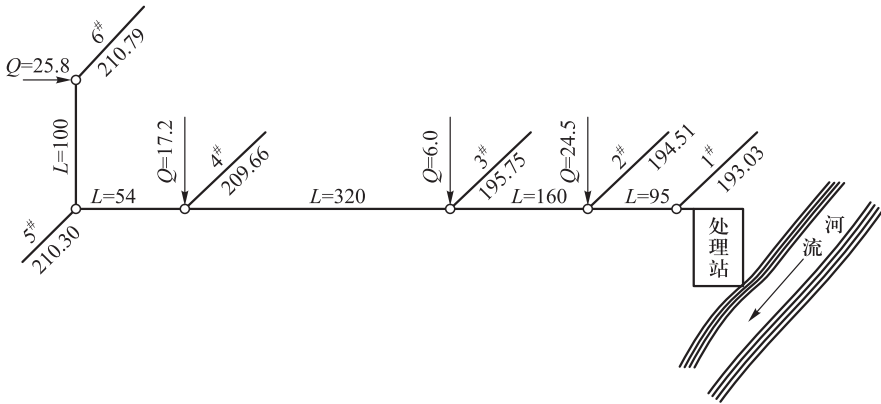


图 3-13 习题 12 图