城区雨水渗透设施计算方法及关键系数

汪慧贞　车　武　李俊奇

提要　常用的城区雨水渗透设施计算方法有图解法和 Geiger 法等。在对其安全性、准确性分析的基础上,认为北京地区应推荐使用图解法。并对计算关键系数——渗透系数的确定提出了建议。最后通过示范工程实例对图解法作了具体说明。

关键词　雨水渗透设施　计算方法　渗透系数

0　概述

为缓解北京市水资源不足,北京市政府 2000 年 66 号令"北京市节约用水若干规定"提出:"城镇地区机关、企事业单位院内应当建设雨水收集利用的设施,鼓励单位和居民庭院建设雨水利用设施和渗水井。"城区雨水利用的一个重要途径是使用各种人工设施强化雨水渗透,使更多雨水渗入地下以涵养地下水。即使下渗量较少、地下水位太低或地质条件限制,致使下渗雨水无法进入地下水层,至少它可增加浅层土壤的含水量,调节气候,改善城市生态环境,还可减少接纳水体下游洪峰流量和洪涝威胁。

对于新建小区,在高程和平面设计中,应统盘考虑雨水渗透利用。如使道路高程高于绿地高程,道路径流经绿地初步净化后进入渗透装置。屋面雨水经初期弃流装置后进入花坛、绿地,最终至雨水渗透设施。在有条件地区还可通过水量平衡计算,将净化后的径流作为水景补充水。对于已建小区,特别是七八十年代建成的小区,建筑物密集,绿地面积有限,地下渗透沟、管、渠成为首选的雨水渗透设施。因此本文重点讨论渗透沟、管、渠的计算方法及关键参数。

1　两种常用的渗透设施计算方法

目前常见的有美国 Urbonas Ben 提出的图解法和德国 Geiger 提出的计算法。

1.1　图解法[1]

1.1.1　设计进水量 V

确定设计暴雨重现期后,据暴雨强度公式、服务面积及其相应的平均径流系数,可得径流流量与降雨历时的关系(见图 1)。

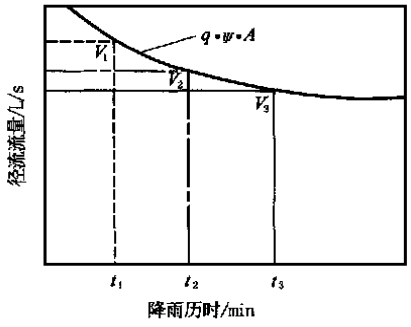

图 1　降雨历时与径流流量的关系

降雨总径流量即渗透设施的设计进水量 V 为:

$$V = \int_0^T 3\,600 \frac{q}{1\,000}(\Psi A + A_0)\,\mathrm{d}t \qquad (1)$$

式中 V ——设计重现期一定,降雨历时为 T 的降雨总径流量,m^3;

T ——降雨总历时,h;

t ——降雨历时,h;

q ——设计重现期一定,降雨历时为 T 的暴雨强度,$L/(s\cdot hm^2)$;

A ——设施服务面积,hm^2;

泥处置现状及研究,1998.7

4　Garret P Westeroff, Martin P Daly. Water-Treatment-Plant Wastes Disposal. AWWA, 1974(5):319～324

5　Walter K Neu bauer. Waste Alum Sludge Treatment. AWWA, 1968(7):819～826

6　B r Salotto. The Effect of Water-Utility Sludge on the Activated-Sludge Process. AWWA, 1973(6):428～431

○作者通讯处:200092 同济大学环境科学与工程学院 67 号信箱
电话:(021)65984054(H)
E-mail:lh21cn@etang.com

收稿日期:2001-3-27

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

A_0 ——设施直接承受降雨的面积(可忽略不计) ,hm^2;

Ψ ——平均径流系数。

为简化计算,用式(2)代替式(1):

$$V = 3\,600 \frac{q}{1\,000}(\Psi A + A_0)\,t \qquad (2)$$

对应于 t_1, t_2, t_3 计算的总径流量分别为图 1 中的 V_1, V_2, V_3,它们与曲线和坐标轴所围面积,即通过积分所计算的径流量相比,有一定差距。瑞典的 Sjoberg 和 Martensson 经大量计算和统计,提出一个 1.25 的修正系数,以减少简化计算的误差,即:

$$V = 1.25\left[3\,600 \frac{q}{1\,000}(\Psi A + A_0)\,t\right] \qquad (3)$$

在此需要说明的是式(3)运用于暴雨强度相对稳定的条件,否则会有一定误差。

1.1.2 设计渗透量 V_p

渗透设施在 t 时段内的设计渗透量 V_p:

$$V_p = 3\,600\,t\,KJA_s \qquad (4)$$

式中 V_p ——设计渗透量,m^3;

K ——土壤渗透系数,m/s;

J ——水力坡降,若地下水位较低,可近似认为 $J = 1$;

A_s ——有效渗透面积,m^2。因渗透设施中水位上下波动,取 1/2 高度水位作为平均水位以计算有效渗透面积。

1.1.3 设计存贮空间 V_s

对某一降雨重现期,渗透设施中应有一定的空间以存贮未能及时渗透的进水量,所需存贮空间 V_s 为 V 和 V_p 之差的极大值,即:

$$V_s = \max\{V - V_p\} = \max\left\{1.25\left[3\,600 \frac{q}{1\,000}(\Psi A + A_0)\,t\right] - 3\,600\,KA_s t\right\} \qquad (5)$$

设 $B = \Psi A + A_0$

$$D = \frac{V}{B}\text{,比存贮空间,}m^3/hm^2 \qquad (6)$$

$$E = \frac{1\,000\,KA_s}{B}\text{,比渗透流量,}L/(s\cdot hm^2) \qquad (7)$$

则 $D = \max\{4.5\,qt - 3.6\,Et\}$ (8)

据式(8)可得图2,再据图2数据可画出 $D \sim E$ 关系(见图 3)。

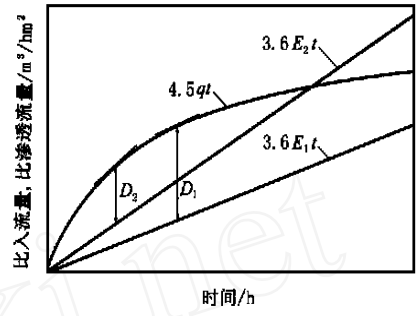

图 2 用图解法求 D 值

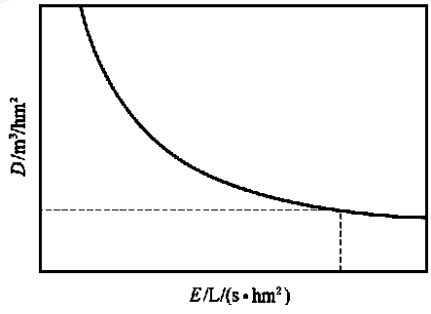

图 3 $D \sim E$ 关系

先拟定渗透设施的长、宽、高,据式(7)计得 E 值,并计算其存贮空间 V_s'。据 E 值从图 3 中查得相应 D 值,再据式(6)计得所需存贮空间 V_s。将 V_s 与 V_s' 相比较,若相差较大则需调整长、宽、高,重新试算,直至 V_s' 与 V_s 相等或略大。

1.2 Geiger 计算法[2]

Geiger 对各种渗透设施提出了不同的计算方法,以下仅介绍渗透沟、管、渠(见图 4)的计算方法。

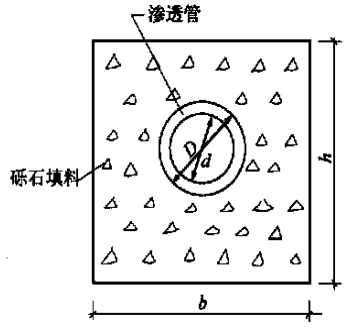

图 4 渗透沟剖面示意

$$L = \frac{10^{-7}Aqt \times 60}{bhS + 60\left(b + \frac{h}{2}\right)t\frac{K}{2}} \qquad (9)$$

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

$$S = \frac{\frac{\pi}{4}d^2 + S_K\left(bh - \frac{\pi}{4}D^2\right)}{bh} \qquad (10)$$

式中 L ——渗透沟长,m;

A ——汇水面积,即服务面积,hm^2;

q ——暴雨强度,L/(s·hm^2);

t ——降雨历时,min;

b ——渗透沟宽,m;

h ——渗透沟有效高度,m;

S ——存贮系数,为沟内存贮空间与沟的有效总容积之比;

d ——沟内渗透管内径,m;

D ——沟内渗透管外径,m;

S_K ——砾石填料的存贮系数。

具体计算也是一试算过程,先拟定渗透沟的宽 b 和高 h,据不同降雨历时 t 及相应的暴雨强度 q 计算得一系列所需沟长 L,从中选取最大者。

1.3 两种方法的比较

(1)两者理论基础一致,并均使用试算法。图解法和 Geiger 法均基于物质平衡,即径流量、渗透量及存贮量三者之间的平衡。若将 Geiger 公式改写一下,就可明确看出这一点。在计算过程中均先设定渗透设施的尺寸,经试算后选定最佳结果。

(2)对参数的选择和处理不同。表 1 列出两种方法对参数的处理和选择。从表 1 中可看出无论是渗透系数还是有效渗透面积的计算,图解法均偏安全。考虑到沟底面积有可能被堵塞,图解法在有效渗透面积中不计入底面积。

表 1 两种计算方法对参数的处理和选择

项目 \ 计算方法	图解法	Geiger 法
渗透系数	(0.3～0.5) K	0.5 K
有效渗透面积	1/2 侧面积	底面积 + 1/4 侧面积
设计进水量	1.25($qt\Psi A$)	qtA

此外在计算设计进水量时,图解法也更为精细,即考虑降雨量简化计算时的修正系数 1.25,又计入了服务面积的径流系数 Ψ。Geiger 法则对这两方面均未考虑,因此只有当 $\Psi = 0.8$ 时用两种方法计得的设计进水量才一致。下面用一实例说明两种计算方法的差别。

北京某屋面汇水面积 270 m^2,径流系数 0.9,土壤渗透系数 5×10^{-5} m/s,使用渗透沟,沟内设置内、外径各为 0.3 m 和 0.4 m 的渗透管,沟中砾石填料存贮系数 S_K 为 0.4。设重现期为 0.33 a,据两种方法计得的渗透沟长 L 见表 2。

表 2 实例计算结果

沟宽 b/m	沟有效高度 h/m	所需沟长 L/m	
		图解法	Geiger 法
1.0	0.8	17.0	13.0
1.0	1.5	9.0	8.0

从表 2 中可看出用图解法计得的沟长 L 总是大于 Geiger 法计得的沟长;这证实了上述图解法较安全的分析。此外,在选用同样沟宽的前提下,两种计算方法结果的差异随着有效高度的增加而减少。这是因为侧面渗透面积随着有效高度增加而增加,即在有效渗透面积中侧面积所占比例上升,底面积的影响随之相应减少。这种方法的主要差别之一是对底面积的处理,因底面积影响减少,两种计算结果则逐渐接近。

2 适宜于北京地区的计算方法

经研究比较,在北京地区提倡使用偏安全且与实际情况较相符的图解法。理由如下:

(1)渗透设施需要精心管理,一旦发生堵塞,要恢复其功能很困难,且往往是事倍功半。一方面它对管理制度、管理人员的要求较高;另一方面,它对社会观念、社会素质也有要求。目前,雨水渗透利用在我国尚属新生事物,其管理体系的完善、管理人员水平的提高,直至社会对它的认识和重视还有一个过程。在设计计算中采用较安全的方法,不仅能延长渗透设施使用寿命,还能促进它的发展和提高社会、群众的认识,是对新生事物的一种保护措施。

(2)北京市政府对城区、生活小区的绿化面积都作出了具体规定。因绿化面积增加,地区径流系数下降,图解法既考虑了简化计算的修正,又考虑了径流系数,与实际情况较相符。

(3)北京的地理位置有一定特殊性,周围多为黄土地带。因目前防风林、绿化隔离带不完整,有大量尘土被吹入城区,雨水径流中所含悬浮颗粒较多,会造成渗透设施的堵塞。宜采用较安全的设计计算方法。

若考虑在设计进水量中扣除初期径流弃流及上游渗透设施渗透量,则北京地区推荐的计算公式为:

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

$$D = \max[4.5qt - 3.6Et - \Delta_1 - \Delta_2] \qquad (11)$$

式中 Δ_1 ——初期径流弃流量,m^3;

Δ_2 ——上游渗透设施的渗透量,m^3。

3 渗透设施计算的关键参数——渗透系数

无论是图解法还是 Geiger 法,在物质平衡计算时均需使用渗透系数 K,因此它是雨水渗透设施计算的关键系数。

3.1 渗透系数的意义

达西定律总结了渗流能量损失与渗流流速之间的关系,其表达式为:

$$Q = KAJ \text{ 或 } v = \frac{Q}{A} = KJ$$

式中 Q ——渗流流量,m^3/s;

K ——渗透系数,m/s;

A ——过流断面的面积,m^2;

J ——水力坡降;

v ——渗流断面的平均流速,m/s。

若地下水位较低,雨水径流从土壤表面近似于垂直向下渗流,可认为 $J = 1$。此时,渗流速度仅取决于渗透系数 K。而 K 是反映土壤透水性的一个综合指标,受土壤颗粒大小、形状、均匀程度及水温、地质构造等因素的影响。

3.2 渗透系数的确定

渗透系数有大量经验数据,也可通过室内和现场试验测定。室内测量有定水位和变水位法两种,因所取土样少,代表性差,尤其城区土壤经扰动后均匀性差,因此往往将室内测得 K 值作为参考数据。现场测定 K 值的结果较可靠,因它测定了较大范围土壤的平均渗透性。

现场测量 K 值的方法有多种。单(双)圆环注水法、立管注水法等适用于位于地下水位以上的土壤,对于位于地下水位以下的土壤,可用钻孔法、测压管法等。当然,雨水渗透设施主要考虑地下水位以上土壤的渗透性能。

现场测定 K 值的结果较可靠,但所需费用也较大。为了向渗透设施的设计计算提供可靠参数,应提倡使用现场测试法,可根据上述多种测试方法的原理,设计一些较为简易的方法。

3.3 示范渗透设施 K 值的测定

与北京市节水办合作,在北京建筑工程学院内设置雨水渗透中试兼示范工程。选定 13 号楼南侧,东西向长 30 m,南北向宽约 3 m 的窄长地带。使用了 3 种不同方法以测定 K 值。

3.3.1 室内定水位法测定 K 值

从所选场地的两端及中点各取土样,用室内常水位法测定渗透系数。试验结果见表 3。

表 3 室内测定 K 值结果

位置	K_T/ m/ s	T/ ℃	湿度修正系数	K_{20}/ m/ s	$\bar{K}$/ m/ s
西	1.06×10^{-6}	26	0.87	0.92×10^{-6}	1.14×10^{-6}
中	1.73×10^{-6}	25	0.89	1.54×10^{-6}	
东	1.04×10^{-6}	24	0.91	0.95×10^{-6}	

从表 3 中可见所选场地两端土壤渗透系数大致相同,但中部的渗透系数偏大。在后来施工过程中所观察到的现象也证实了土壤的不均匀性,因靠近建筑物,土壤受扰动,且处于回填土地带,含有不少砖、石、瓦块等杂物。测得的土壤平均渗透系数为 1.14×10^{-6} m/ s。。

3.3.2 使用矩形土槽测定 K 值

在所选场地西端,从地面向下挖掘 1 条长 0.70 m,宽 0.65 m,深 0.70 m 土槽。向槽内灌水,使槽中水位稳定于某一高度 H 至少 5 min 后,开始记录注入水量及相应的注水时间,注水流量 Q 即是水位高为 H 时的土壤渗透量。改变槽内水位高,即可获得一系列 H, Q 值。

矩形土槽的渗透面积由两部分组成,一为底面积 $0.70\ m \times 0.65\ m = 0.455\ m^2$,另一为侧面积。为计算简单化,假定侧壁水压力上下一致并与底面积的水压力相同,而侧壁有效渗透面积则按实际面积的 1/ 2 计。测定及计算结果见表 4。

表 4 矩形土槽测定 K 值结果

水位 h / m	渗透流量 Q / $10^{-5}m^3/s$	土槽底面积/ m^2	土槽 1/ 2 渗透侧面积/ m^2	有效渗透面积/ m^2	K / 10^{-5}m/ s	$\bar{K}$ / 10^{-5}m/ s
0.344	7.78	0.455	0.464	0.919	8.47	9.11
0.458	9.92		0.618	1.073	9.25	
0.552	11.19		0.754	1.200	9.33	
0.651	12.52		0.879	1.344	9.39	

用矩形土槽测定 K 值是一种简易方法,与圆环注水、立管注水相比,它方便且简便。其不足之处是结果的准确性稍差,因除了垂直向下渗透($J = 1$),还有少量水平方向渗透存在。所测得的土壤平均渗

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

透系数为 9.11 ×10^{-5} m/s。

3.3.3 使用设置 U 型无砂混凝土渗渠的渗透沟测定 K 值

仍在所选地西端埋设长 0.70 m,宽 0.70 m,深 0.70 m 渗沟,在沟中设置一段长 0.60 m 的 U 型渗渠。此渗渠由渗透系数为 7 ×10^{-3} m/s 的无砂混凝土制成。土工布渗透系数 > 2 ×10^{-3} m/s,填充碎石径为 15～20 mm(见图 5)。

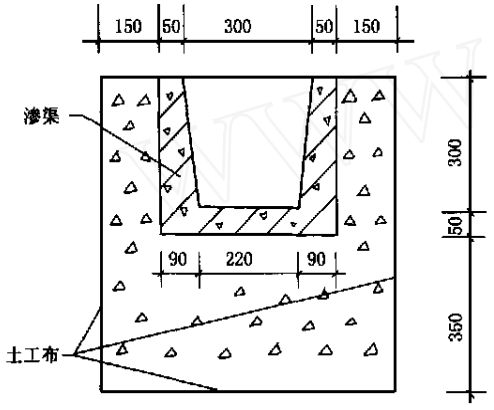

图 5 带 U 型渗渠的渗透沟剖面

首先向沟内注水,为减少注水过程中渗透作用的影响,尽量加大注水流量以缩短进水时间。待沟中水满后停水并开始记录沟中水位随时间变化情况。共做 7 次试验:6 月 5 日 2 次,6 月 6 日 3 次,6 月 8 日 2 次(见图 6)。从图 6 中可看出各曲线的集合呈带状分布,所有曲线末端的斜率近乎一致。仍设 $J = 1$,则此斜率即为渗透系数见表 5。

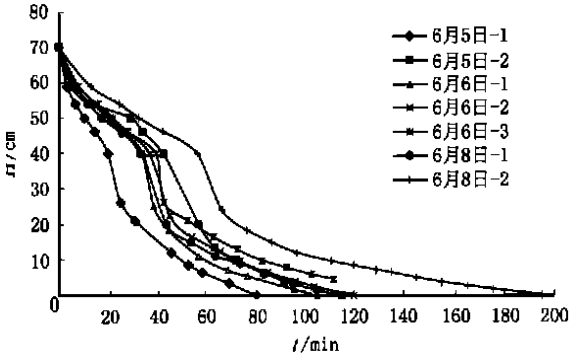

图 6 矩形渗透槽渗透曲线

试验共进行了 4 d(2000 年 6 月 5 日至 8 日),随着时间推移,因土壤含水量不断增加,渗透能力逐步下降,完成一个渗透过程所需时间也逐渐加长,这

表 5 带 U 型无砂混凝土渗渠的渗透沟测定 K 值结果

日 期 \ K		K/cm/min	K/10^{-5}m/s	$\bar{K}$/10^{-5}m/s
6 月 5 日	1	0.46	7.7	5.25
	2	0.34	5.7	
6 月 6 日	1	0.36	6.0	
	2	0.29	4.8	
	3	0.31	5.2	
6 月 8 日	1	0.27	4.5	
	2	0.17	2.8	

就是图 6 中渗透过程线逐渐右移的原因,也是表 5 中所列渗透系数逐日减少的原因。所测得的平均渗透系数为 5.25 ×10^{-5} m/s。

在此需说明的是,此处虽然测定的是带渗渠的渗透沟的渗透系数,但因制作渗渠的无砂混凝土和土工布的渗透系数均较大,比实测得的 K 要大两个数量级,填充碎石粒径也较大,故所测得的 K 值实际上代表了土壤的渗透系数。

比较上述用 3 种方法测定的 K 值:室内法对于不均匀土壤不适用,将之舍去。使用矩形土槽法和渗透沟法的结果各为 9.11 ×10^{-5} m/s 和 5.25 ×10^{-5} m/s,虽有差异但数量级相同。因渗透沟试验比较接近实际情况,且取得的试验数据较多,最终确定此示范工程场地的渗透系数为 5.25 ×10^{-5} m/s。

4 示范工程实例计算

雨水渗透沟示范工程为 320 m^2 汇水面积的屋面径流服务,屋面材料为沥青油毡,径流系数 0.9。暴雨重现期选定为 0.33 a,则北京市暴雨强度公式

$$q = \frac{2\,001(1 + 0.811 \lg T)}{(t + 8)^{0.711}} = \frac{1\,219.64}{(t + 8)^{0.711}}$$

渗透沟宽度和高度分别定为 1.0 m 和 0.8 m,沟内设置 U 型无砂混凝土渗渠,具体构造参见图 5。Δ_1 忽略不计,$\Delta_2 = 0$。用图解法计算步骤如下:

(1)作 V 曲线,$V = 4.5\ qt$(见图 7)。

(2)作 V_p 直线若干条,$V_p = 3.6\ E_i t$(见图 7)。

(3)从图 7 中可得 V 与每条 V_p 直线间的最大距离 D(见表 7)。

(4)作 E～D 曲线,见图 8。

设渗沟长 16 m,则有效渗透面积 $A_S = \frac{1}{2}[2 \times (16 + 1) \times 0.8] = 13.6\,(\mathrm{m}^2)$(沟底面积不计入,沟侧

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 7　E～D 曲线数据计算

E	t/ h	V/ m^3	V_p/ m^3	D/ m^3
45	0.6	223.41	90.20	126.21
35	0.8	250.94	100.80	150.14
25	1.0	273.23	90.00	183.23
20	1.3	300.58	93.60	206.98
10	2.0	348.54	72.00	276.54

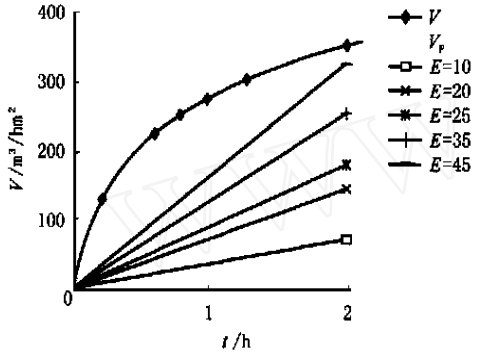

图 7　V 和 V_P 与 t 关系

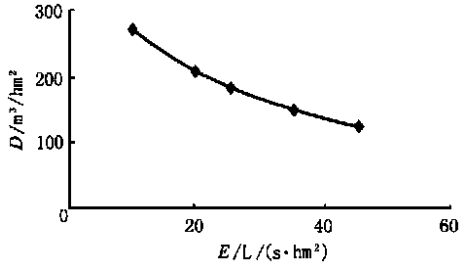

图 8　E～D 关系曲线

面积按其 1/2 计)。因渗透系数已测得为 5.25×10^{-5} m/ s,则据式(7)有:

$$E=\frac{1\,000\ KA_s}{B}=\frac{1\,000\times5.25\times10^{-5}\times13.6}{320\times0.9}=24.8\ \mathrm{L/(s\cdot hm^2)}$$

从图 8 查得相应 $D=184\ \mathrm{m^3/hm^2}$,所需存贮空间 $V_S=D\cdot B=184\times320\times0.9=5.30\ \mathrm{m^3}$。

而拟定渗沟的实际存贮空间 V_S'= 渗渠内空间 + 砾石填料空隙。

$$V_S'=16\left[\frac{1}{2}\times0.3\times(0.3+0.22)+0.4(1.0\times0.8-0.4\times0.35)\right]=5.47(\mathrm{m^3})$$

略大于所需空间 5.30 m^3,可行。因此示范工程的渗透沟长度为 16 m。

最后需说明的是作图法有简单、方便等优越性,但其准确性略差,因此可将作图过程改为数学计算过程,即用求极大值方法解方程(12):

$$\frac{D(4.5qt-3.6Et-\Delta_1-\Delta_2)}{\mathrm{d}t}=0 \qquad (12)$$

如北京市地区即可将暴雨强度公式代入后简化为方程(13):

$$(t+8)^{1.711}=\frac{250.13(1+0.811\lg T)}{E}(0.289t+8) \qquad (13)$$

所解得 t 值即是对应于最大存储空间的降雨历时,用之可获得相应的 D 和 V_S 值。

参考文献

1　Urbonas Ben. Stormwater. Prentice Hall 1994. 233～246

2　Geiger W, Dreiseitl H. Neue Wege Fuer Das Regenwasser In Baugebieden, 1995. 109～119

⊙作者通讯处:100044　北京建筑工程学院城建系

电话:(010) 68322128(O)

收稿日期:2001-4-5

®广告®

宜兴市中自环保填料有限公司

本公司是生产曝气器和各种填料的专业公司,主要产品有:

膜片式微孔曝气器、动态曝气器
新型微孔布气软管、蜂窝填料
组合式生物填料、组合式双环填料
立体弹性填料、软性填料、半软性填料
阶梯环、多面空心球、多孔球型悬浮填料
串孔型填料、纤维球、各种冷却塔喷头
机械格栅、格栅耙齿、不锈钢配件

本公司承接曝气器、填料工程安装,欢迎洽谈

地　址:宜兴市和桥镇加油站对面
邮　编:214211
电　话(传真):(0510) 7802899
手　机:13906153109
税　号:320282714935270
开户行:中行和办 010517703323
经　理:沈瑞彬

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

WATER & WASTEWATER ENGINEERING Vol. 27 No. 11 November 2001

ABSTRACTS

Wastewater Reuse, the Effective Way behind Urban Water Shortage ..... *Zhou Tong* (1)

Abstract: The necessary and feasibility of wastewater reuse to solve the urgent problem of urban water shortage are discussed deeply. A great deal of practices have approved that this is a feasible way to settle the so-called water resource crisis technically and economically with enormous potential capacity. Examples of wastewater reutilization abroad are presented and the domestic development and advance in this field are reviewed. The author indicated that wastewater reuse has progressed into a new stage of comprehensive start up. And some personal opinions on wastewater reuse are described.

Application and Development in Nanofiltration of Drinking Water ..... *Luo Min et al* (7)

Abstract: This paper summarized current situation and future trend on the application of nanofiltration membranes for drinking water preparation. Also a selection rule of nanofiltration membranes for drinking water purification was put forward by the authors.

Hydraulic Calculation Based on Reliability of Storm Water Pipeline ..... *Zhang Zixian* (10)

Abstract: In hydraulic design of rain water pipeline the discharge capacity of the pipeline will be infinitive because the hydraulic factors that influence the capacity are uncertain. On the basis of statistic analysis of the probability of hydraulic factors and discharge capacity, a hydraulic calculation based on reliability has been proposed with practical examples of calculation.

Operation of the First Wastewater Purification Plant in Jinan City ..... *Zhao Lichun et al* (12)

Abstract: The process and operation of the First Wastewater Purification Plant in Jinan City, Shandong Province are presented focusing on the grit chamber, aeration tank, sludge digester and automation system. Problems caused by long-standing low inlet concentration are discussed and countermeasures to solve some of them are proposed.

Calculation and the Key Parameter in Urban Storm Water Infiltration Design ..... *Wang Huizhen et al* (18)

Abstract: Graphic and Geiger calculation methods are common used in urban storm water infiltration design. On the basis of safety and accuracy analysis the authors recommend the graphic method for Beijing area and suggest practical advice to ascertain the infiltration coefficient, a key parameter in the calculation. Finally explains are given by a practical project.

Application of Air-Floatation in Longshan Waterworks ..... *Chen Mumin et al* (30)

Abstract: The water purification process of Longshan Waterworks, which takes water from a reservoir, has been incapable to meet the continual low turbidity raw water yearly around. The existing pulsator was reformed by an integral of net reaction tanks and air-floatation tanks. The turbidity of the outlet water of air-floatation tank is in range of 1.5～3.0 NTU, also the chemical consumption has been decreased.

Installation and Control of Methane Safety Utilization System for Anaerobic Sludge Digestion Process ..... *Li Jun et al* (31)

Abstract: The methane gas, produced in a anaerobic sludge digester of large-scale and medium scale wastewater treatment plant, is an energy resource with high utilization value. Meanwhile, the operation of methane system is certainly dangerous. The recovery and utilization of methane will attain the goals of energy saving and production cost reducing. Taking a typical methane utilization system of sludge digestion process as an example, the authors introduce the design of the process and the installation of safety equipment and the control philosophy of system pressure in this paper.

Comprehensive Treatment of Distiller's Waste Liquid in Alcohol Production ..... *Yan Qingsong* (37)

Abstract: A practical process composed of solid-liquid separation, anaerobic and contact biological oxidation and activated sludge process treating distiller's waste liquid in a alcohol plant was presented. The related parameters of the facility are given. By this process the effluent with COD 258 mg/L is quite good to meet the national integrated wastewater discharge standard (GB8978-88).

Study on Sterilization Effect of Micro-Electrolyser on Bacteria ..... *Wang Xuefeng et al* (40)

Abstract: The Sterilization effect of micro-electrolysis process on anaerobic or facultative aerobe microbes in industrial circulating water system was studied under different conditions. The result demonstrated that nitrate-reducing bacteria and ferro-bacteria were killed effectively by the micro-electrolyser, the lethal efficiency could be 99 % at proper current density and treatment time. The hydroxyl radical produced by the micro-electrolyser in water was the main lethal factor.

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net