

給水工程汇刊

(第八集)

上海市自来水公司編

24

科学技術出版社

523

23024

7-8

給水工程汇刊

第八集

上海市自来水公司編

江苏工业学院图书馆
藏书章

科学技术出版社

內 容 提 要

本刊汇编城市给水工程方面的技术与經驗，一部分資料系譯自新近刊载于苏联和其他国家杂志上的著述，另一部分資料系介绍我国从事给水工程事业者的先进技术經驗和創造发明以及工作实践中和研究試驗中所得的記錄，可供給水厂工作人員及大專学校給水專業师生作为参考之用。

給 水 工 程 汇 刊

第 八 集

上海市自来水公司編

*

科 学 技 術 出 版 社 出 版

(上海南京西路2004号)

上海市書刊出版业营业許可證出 079 号

中華書局上海厂印刷 新华書店上海发行所总經售

*

統一書号: 15119·668

开本 850×1168 1/32·印張 5 3/4·字數 141,000

1958年6月第1版

1958年6月第1次印刷 印數 1—1,200

定价: (10) 1.00 元

目 录

影响濾率的因素·····	海尔勃脫·依·汉德森·····	1
地下水取水構築物的計算·····	B. C. 奥伏道夫和 B. Г. 伊林·····	22
水平式取水構築物的計算·····	B. C. 奥伏道夫和 B. Г. 伊林·····	66
凝聚与助凝剂·····	H. E. 赫特森·····	78
井和井場的設计及評价·····	L. M. 密勒·····	91
預制快濾池混凝土集水管板·····	K. W. 考孙斯·····	104
地下水探测方法之三——电測井和放射性測井·····	何显华·····	114
爱尔賴托(Erdlator) 澄清器——悬浮固体接触		
澄清器·····	H. N. 罗威和 R. P. 斯希密特·····	128
人工补給地下儲水层和若干有关水文及地質問		
題·····	W. C. 魯特密尔克·····	140
建造一个取水建筑的經驗·····	C. Л. 斐达拉夫·····	148
捷克排置非金属輸水管·····	M. M. 薩保尼高夫·····	150
确定濾池最适宜的面积(供討論)·····		
·····	Д. M. 明茨和 P. H. 席尔达維契·····	160
英国在城市給水工程方面的一些問題·····	伊·特·伊万諾夫·····	168
使用 AKX 濾池于除鉄的經驗·····	格·阿·勃罗斯基·····	174
選擇深井泵的图解法·····	Ю. C. 葛立契高夫斯基·····	177

影响濾率的因素

海尔勃脫·依·汉德森

近来在快濾池的設計和运行方面，明显地有一种强力的趋向于采用超过习惯所用的 2 介侖/分/平方呎的濾率。有許多証据支持这种趋向的要求，然而在实际工作中，人們往往不加区别地加以采用。

对于某一淨水設備，正确地决定過濾速度，需要考慮到的有：(1)要求的出水質量，(2)源水的性質，(3)濾层顆粒大小，(4)濾层厚度和(5)濾层的运行情况。

要求的出水質量

淨水厂的出水必須在任何時間都沒有病原菌。在过去用慢濾池时，濾池是水質的唯一的保証，自从采用了混凝、沉淀、濾前加氯，繼之以快濾池和濾后加氯等处理步驟后，这种情况就大为改变。現代的淨水設備对于病原菌有一系列的防綫。这里面第一道防綫是沉淀(用混凝剂或軟化剂等化学处理作为輔助)，而一般以加氯为主要防綫，期待用氯来澈底消灭病原菌。如病原菌通过了以上的几道防綫，則過濾將作为最后的防御。所以現代化的淨水过程有好几道防止致病微生物的威胁。因此，過濾只是作为完成的处理步驟，而在一般的給水的公共卫生方面，担負很小的一部分任务。

对水生疾病防御的弱点在于設計不好(一般由于資料缺乏)、机械的损坏以及操作人員的錯失。由于存在这些弱点，当水中有致

病微生物时，就不能全部依靠濾前处理和加氯；此外，過濾还是活动的对抗氯病原菌的主要的防御措施。

因此完善的公共卫生方面的实际經驗要求過濾过程具有很高的效果。过去的經驗指出，快濾池具有 2 英尺厚，0.5 公厘顆粒的砂层，运用的水头損失为 8 英尺，濾率为 2 介侖/分/平方呎等等条件下，通常可以得到有保証的水質。在上述過濾的条件下，安全运行的边界尚不了解，但在实际工作中的任何改变，因而造成水質变坏的影响，都要郑重考虑。

幸运的是加氯和過濾处理同时失效是很难碰到的。所以从細菌数字來說明過濾失效的資料是难得到的，而必須用其他的測定来評估。由于濾池的作用是从水中去除悬浮物質——包括病原菌在內，用濾过水的悬浮物作为决定過濾效果的指标是合理的。現在有几种令人滿意的方法来測定濾过水中的悬浮物質。

在最近的文献中，貝利斯 (Baylis) 总结了他測定濾过水質的經驗。他指出，在芝加哥南部水厂的高濾率過濾試驗的过程中，由于用濾前加氯，濾过水的細菌質量总是很好的。貝利斯用貝利斯濁度仪(此仪器可測定膠体性混濁到 0.1 度)和絨体濁度仪来表示試驗結果，而并没有用可量到 0.1 度濁度的“圣路易”式濁度仪。所有这些仪器都依靠制备和使用都較為費力的标准濁度液。

貝利斯发现用棉花塞的過濾器是决定經過濾过的混凝物体数量的最灵敏的設備，并建議使用于日常快濾池過濾过程的控制上。这种裝置測定結果的灵敏度，平均可达到 0.001 p.p.m.。混凝物質的进入濾池是最有妨碍的，它將引起濾池的不正常工作，以致造成水管中沉积沉淀物，这些沉淀当用水量大会又被括起而悬浮水中。

用上面提到的濁度仪，芝加哥水厂工作人員爭取使濾过水完全沒有絨粒和混濁度低于 0.1 度，并且当濾池用 5 介侖/分/平方呎濾率运行时，用棉花塞過濾器測定的全年平均濁度小于 0.087

度,当濾率为 2 介侖/分/平方呎时年平均濁度可低到 0.028 度。能获得这样結果的措施主要是延長絨集時間,几小时的沉淀時間,謹慎地保持濾池清洁,对混凝剂量的紧密控制,当絨集不良时期利用以酸活化的硅酸鈉加强混凝作用,以及配备經過專門訓練的工程师和化学人員进行全天各班生产上的巡視和监督。当具备这些生产上的控制和濾前处理的措施,才可以安全地应用高濾率。

过濾水濁度低于 0.1 度和完全没有絨粒的要求,某些水厂工作人員看起来是毫无理由地要求太高了。他們認為濾池的工作效果可采取較低的水平而用加氯来完成对卫生的保証。这种看法忽視了加氯偶然可能的失效,如由于設備故障,操作人員的过失,以及水中玷污程度的突然改变等,这种失敗是碰到过的。

也有人認為这样的濾过水質量标准,好是很好,則是很难做到。然而在濾率为 5 介侖/分/平方呎而砂粒有效直徑是 0.65 毫米时可以达到,証明了在較低的濾率和更細的砂层中是可以广泛地做到的。

这样的水質标准比了今日飲用水的国家标准来講是严格多了。按照現代淨水設備的能力,过濾水的标准可以要求更严些。这个問題尙有待于进一步的研究。

进入濾池水的性質

在近代的淨水設備中,由于良好絨集和完善沉淀的設計,有时沉淀水可达到濁度 1ppm 左右。即使在能达到这种效果的水厂中,十倍于这样的濁度(包括細菌数),当源水水質变化或加注葯剂量不正确时,也是会发生的。达到濾过水高度質量标准的主要困难,是由于沉淀水濁度的濃度和性質的变动。同时也会伴同发生水中矿物質的变化。

在选择濾池設計的参变数值时,最主要的是临界过濾性的条件。过濾的极限决定于两个临界条件。当絨集强而混凝物体对砂

层穿透較小(高濃度的纖維狀微生物加强了絨集)限制過濾的条件是很快地发生阻塞。在这种情况下,高濾速造成頻繁的反冲。这时一般不发生在濾过水中存在悬浮物的問題。在公共給水工程中,这种情况在春末秋初及夏季用水量高时較为普遍地碰到。

另一方面,当絨集很弱——在水接近于冰点而水中悬浮物大部为膠体顆粒时——决定問題的是悬浮物穿透過濾层。这种情况的发生,除了由于加注剂量不当或污染而造成不好的絨集外,在水溫低时——冬季几个月內——最易碰到,此时水厂負荷則較低。本文將着重論及这种情况。

当絨集弱时,不良的沉淀和不良的過濾往往相伴发生。貝利斯曾观察到絨粒穿透深似为沉淀水濁度高所造成的。在絨集情况不良时,进入濾池水的濁度高会提早絨粒穿过濾层的時間。

大多数对濾率和水質关系的試驗研究工作都忽略了不同季节时絨粒强度的变化。差不多所有的研究都是在實驗室条件下或是一般的水厂条件下进行的,因此試驗結果不能提供在不良絨集时期的数据。

以往对過濾性的研究

表示絨体强度的一个經驗参变数指出過濾性問題的一些綫索。这个参变数叫做“絨体强度指数”,而以公式

$$\frac{hd^3}{L}$$

来代表。式中 h 是濾过水中悬浮物顆粒开始增加时,通过濾层厚度为 L 的水头損失; d 代表濾层中顆粒的有效直徑,以毫米为單位。式中沒有考虑到濾率的因素,因为这一个参变数式子推导出来时,还没有在不同濾率下濾过水質量如何的数据。

絨体强度指数,初步設計出来时是为了确定絨体結構上能抵抗在濾层中所受到的各种作用力的能力。絨体强度指数大,造成

绒体穿透沙层浅而阻塞率则较快；指数小则反之。作者核算过 $\frac{hd^3}{L}$ 的数值，有大于 25 也有小于 0.2 者。如用滤率为 2 介侖/分/平方呎，砂粒有效直径为 0.5 毫米，滤层为 2 英尺厚，进入滤池的浊度在 0.5 ~ 5 度之间，于是使滤池水头损失到达 8 英尺的运行时间在 1~150 小时的范围。或近似地说来

$$T = \frac{25}{\frac{hd^3}{L}}$$

这里 T 是当滤率为 2 介侖/分/平方呎时滤池运行周期的小时数。

这个参变数如美国自来水协会“水质和处理”第八章“混和和沉淀池”^①中建议的可用作决定滤前处理方法。 $\frac{hd^3}{L}$ 的数值，根据各个试验绒体穿透深度研究中的数据算出，列于表 1。

表 1 各个快滤池试验数据的绒体强度指数*

数据来源	$\Delta \frac{hd^3}{L}$
哈佛(Harvard)	10.0
巴尔的摩(Baltimore)	3.4
吐伦托(Toronto)	2.2
芝加哥(Chicago)	
均匀滤层数据	2.0
极限数据	0.2
约翰·霍浦金	†

* 所用滤率为 2 介侖/分/平方呎，砂粒有效直径为 0.5 毫米。

† 约翰霍浦金试验中，适当的滤池运行中没有透过滤层的情形，因此绒体强度指数无法决定。但数值必大于 0.2。

从这些数据可以看出，试验中所得到的绒体穿透 $\frac{hd^3}{L}$ 的数值

① 譯文刊給水文集。

除了芝加哥的例子外,都超过 2.0。芝加哥的数据是在数星期的不良混凝时期所收集的。設計不能按照不是临界条件的关系来决定。但另一方面看起来, $\frac{hd^3}{L}$ 的数值在 0.1 下是很少碰到的。而在实际設計中这种数值也太过分了。

絨体强度指数提供了涉及砂粒有效直径, 濾池运行終点的水头損失, 和濾层厚度等設計濾池的基础。相似的設計濾池的基础在斯坦雷于哈佛大学做的研究中也推导出。斯坦雷的公式包括濾率的影响

$$K_1 = \frac{hd^{2.56}V^{1.56}}{L}$$

式中 V 是濾率, K_1 是常数。

斯坦雷氏試驗所用水样, 在過濾中較易处理, 作者認為他所导出的关系式并不代表出最边际的情况。

濾层情况

从污濁的濾层中不能得到好的濾过水。一般已采用表面冲洗及高速度反冲作为保持濾层清洁的方法。保持濾层清洁的裝置在新建水厂中是必需的而在旧水厂中亦正赶快添裝。对于濾层裂縫、拱起, 或离开边牆等情况的濾池存在, 无需尝试进行定量分析, 因为对这种濾池是不能指望經常得到清洁的出水的。

過濾系統的分类

勃朗耐尔 (Brownell) ① 曾对過濾过程进行了一般的討論, 而將過濾分为两大类:

“濾料是濾池的重要部分, 作用是截留固体而使液体流过。一般来講, 濾料可分为二类: (一) 本体濾料 (en masse filter me-

① Brownell L. E. Filtration Encyclopedia of Chemical Technology Interscience Publishers, New York (1951)p.527

diums) 这种滤料在过滤时滤料本身是首要的过滤物体,如砂滤池中砂层的作用。及(二)初步滤料(initiating filter Mediums),在这种滤料中,薄的滤布或帘格开始先形成过滤层,此过滤层即为过滤的滤料。本体滤料又可分为晶体或颗粒滤料和纤维滤料。晶体滤料可经反冲情况后再用,纤维滤料在阻留一定数量的固体后必须调换(有些在特殊冲洗处理后可再用)。初步滤料可分金属或非金属的帘格或滤布。

砂是使用最广泛的本体颗粒滤料,主要是由于它的易于得到、稳定、和价格便宜。砂粒为混浊流体形成迂回曲折的路径。虽然某些悬浮颗粒可能通过较大的通路而透入滤层一定的深度,但假使滤层有足够的厚度的话,这些颗粒总能被滤层中较小的孔隙所截住。细砂的滤层可以较粗而较厚的滤层来代替,较粗的砂粒由于易于透过,故可有较大的过滤能力。”

滤池第二种重要的分类方法是分为压力不变和滤率不变两种。

海尔及斯(Heertjes P. M.)^①曾对过滤理论进行了全面的论述。这篇详论包括了许多关于过滤的文献,但是没有涉及滤率不变的过滤,也没有提供关于本体过滤时固体透入甚至穿过滤层这种问题的资料。在分析工作范围内,很多进行了的工作都是压力不变的过滤。刊物上大量关于压力不变和形成过滤层的过滤过程之间的关系,看起来不能应用于保持滤率不变的快滤池的研究。

滤率不变的过滤资料

1936年美国土木工程师学会卫生工程系给排水组曾组织了一个研究过滤材料的委员会,这个委员会的报告中归纳了埃伦(L. F. Allen)在多伦多(Toronto)和阿姆斯特朗(J. W. Armstrong)在巴尔的摩(Baltimore)的试验工作。这个报告可说是包含砂滤

① Heertjes P. M. Industrial Filtration Research (British) 3:354(1950)

濾層臨界厚度最早的文獻。

臨界厚度的定義，當時規定如下：即濾池在 2 公升/秒/平方呎濾率下運轉，得到清潔的出水，在水頭損失為 8 英尺時，沉淀物將穿透的一均勻砂層的最大厚度。委員會規定用濁度儀測定濾層中不同深度所截留的固體數量來確定這臨界厚度。埃倫則提出應以濾池出水的濁度代替濾層截留的數量。臨界厚度僅僅在濾層截面懸浮物數量的基礎上來確定可能是有問題的，特別是濾過水澄清程度的標準，比了測定濾層內積聚固體數量所用方法的精確程度

來講，是遠為確定些。

圖 1 是以埃倫和阿姆斯脫朗收集的數據以及作者用以分析過濾過程的數據繪制。作者單用芝加哥濾池的出水濁度決定懸浮物在濾層中的穿透程度。濾過水濁度系用貝利斯絨體測定器和貝利斯濁度儀計量。

圖中曲線的差異可能是好些因素的結果，里面包括測定所用的方法上的問題，水中被混雜物質的性質不同，以及以後將討論到的其他一些方面。埃倫的數據看得出比較接近于芝加

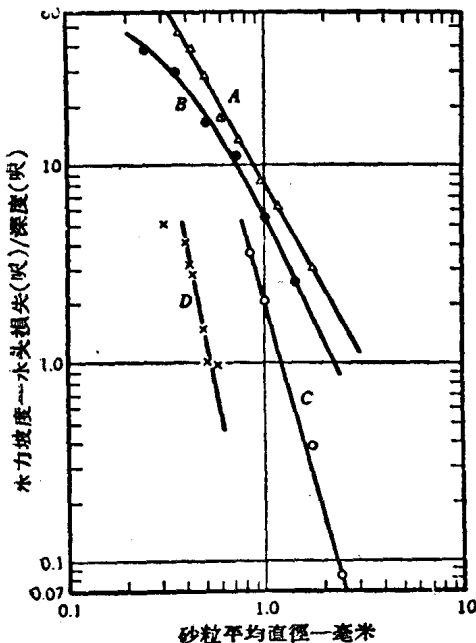


圖 1 對於各種有效直徑的砂粒沉淀物穿透深度和水力坡度關係曲線圖

曲線數據系根據下列研究工作

- | | |
|---------|---------------|
| A. 巴爾的摩 | C. 芝加哥(均勻濾層) |
| B. 吐倫托 | D. 芝加哥(不均勻濾層) |

資料是在弱混凝條件下得到

哥的数据，由于同样采用以沉淀物穿过濾層作為決定臨界厚度的

方法。

图 1 中曲线的坡度表示出沉淀物开始穿过滤层时的水力坡度和滤层颗粒大小间的指数关系。芝加哥的数据这个指数的数值是 3.0 次方，巴尔的摩三个试验中砂粒最粗的滤池指数数值是 2.16 而吐伦托试验中的数值是 1.73。

斯坦雷进行了滤层中绒粒穿透的深入研究。由于在各次观察中试验方法有了改变，所得数据不能都加以比较。从斯坦雷第 7 次试验中以 2 介仑/分/平方呎滤率来测定砂粒大小对绒粒穿透影响的数据绘于图 2。适合于图 1 芝加哥水厂数据的曲线和图 2 斯坦雷数据的方程式如下：

$$\frac{hd^3}{L} = K$$

泛尔^① (Fair) 曾指出用临界厚度的数据来设计滤池，如采用泛尔 (Fair) 和哈去 (Hatch) 以及埃伦所建议的“尺寸总合方法” (Size Summation Method)，可能是适宜的。

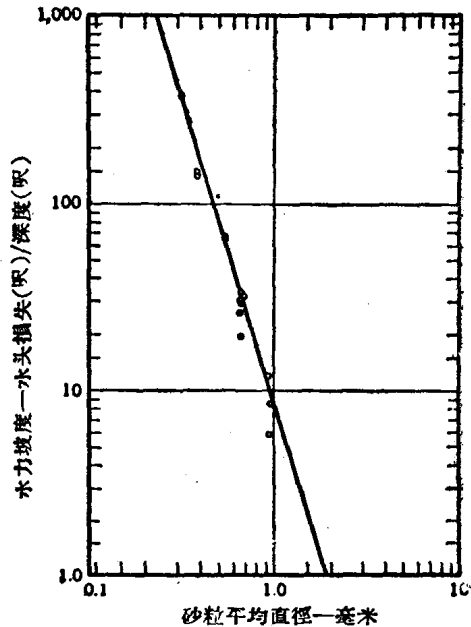


图 2 对于各种砂粒直径绒粒穿透每一单位深度时水头损失的增長值
按斯坦雷在哈佛大学的试验绘制

作者在一篇论文中^②论述了各种滤料和不同颗粒大小对沉淀

① Fair, G. M. The Hydraulics of Rapid Filters J. Inst. Water Engrs. (Br.) 5:171 (1951)

② Hudson, H. E. Filter Materials, Filter Runs, and Water Quality J. A. W. W. A. 30, 1992 (Dec. 1938)

物通过濾层的性質。在这篇論文中沒有关于濾率影响可用的資料，虽然內中一組濾池以濾率 4 介侖/分/平方呎运行。上述資料表明，如濾池运行因采用不同材料作濾层而有变动，濾过水質則是濾池运行時間長短的函数。

濾率的影响

盖耶和麦趣斯(Geyer Machis)在約翰霍浦金大学进行了在数种不同濾率时，固体穿透入濾层的試驗。在試驗报告中述及如下：

“在具有以几何平均方法計算的砂粒直徑为 0.27 毫米的砂层，分別用濾率为 2.0, 3.6, 6.0 介侖/分/平方呎過濾，最后的水头損失是 60 厘米水銀柱 (11.6 磅/平方吋)。中間濾率生产的水量为低濾率的 1.75 倍……高濾率生产的水量則为 2.65 倍。这样的变化在以前的試驗中已观察到。但是在砂粒为 1.1 毫米时是个例外，此时总的水量在水头損失为 60 厘米水銀柱时减少了 6%。

对濾过水細菌質量的分析，相似濾池而用不同濾率运行的結果，去除細菌的效率以相等的总出水量作基础来比較，是大致相同的。对于濾过水混濁度的比較，則高濾率的出水濁度略高，唯所有出水的混濁度都低于 0.3 p. p. m.

相似濾池在不同濾率下运行时对去除悬浮物总数量的研究，表明高濾率去除的固体总量显然增加，这个观察結果和过去試驗的結果是相同的。若把過濾时去除的固体总量改为濾过水單位体积除去固体数量，則高濾率水中去除的固体較少”。

总之，濾池的高濾率將使固体进入濾层更深。同时在同样砂粒大小，同样水头損失时，能生产更多的水量。假使要出水具有同样的水質，則必須要較厚的濾层。濾率可以达到 4 介侖/分/平方呎，甚至在某些情况下可到 10 介侖/分/平方呎而不致损坏出水水質，只要能正确地选取砂粒大小和濾层厚度。

在研究濾率和濾池工作的关系时，貝利斯报告濾池的运行时

間和濾率的 1.5 次方成反比。濾池的阻塞速度也和濾率的大約 1.5 次方成反比。貝利斯叙述如下：

“为什么不能在濾率对濾池运行時間的影响上取得一致的数据的原因之一，可能是由于絨集后的物質透入濾层的深度不同。在絨集物沉积于濾层表面和濾层中后，一部分水逐渐从絨集物里被挤出来，而这个作用的进行是需要一定時間的。当在某一時間內由于水中悬浮物濃度高或是由于高的濾率有很多数量的絨集物进入濾池，如此就沒有時間使絨集物緊縮到最大的密度”。

貝利斯最近得到了在芝加哥水厂实际濾池上用高濾速运行的結果。这些結果显示濾过水水质和濾率成直接的比例，尽管在芝加哥水厂对进入濾池的水质有严密的控制。

貝利斯注意到在高濾率时，每一單位水头損失的增加所生产的水量，比了一般采用的标准濾率（2 公升/分/平方呎）超过了按比例增加的数量。盖耶和麦趣斯也注意到这情况。

濾池运行時間由于濾率增加而縮短。当濾池运行時間太短而成为問題时，改进濾前处理就成为增加濾率的先决条件了。

斯坦雷第 8 号試驗是为了找出濾率和穿透深度的关系。这些数据証实了盖耶和麦趣斯以及近来貝利斯的观察結果，即是增加濾率使絨粒穿透深度超过比例地增加。

当濾率增加时，濾过水质可由增加濾层或降低最后的水头損失来加以保証。今后研究的目标是确定濾率和絨粒穿透深度数量上的关系，特別在边限状态时。

紊流的作用

在以上的討論中，都假定水流經過濾层是层流状态。在高濾率时，如用粗的砂粒或最后水头損失較高时，可以有理由相信在濾层中会产生紊流。假使濾层的确产生紊流情况，那么濾率和絨粒穿透的关系就更复杂了。按照层流的理論，作者在論過濾理論一

文^①中曾推导出過濾時間和水頭損失倒数的关系应是直綫。这一点由白毕脫(Babbitt)及包曼(Bauman)在硅藻土濾池,以及盖耶和麦越斯在砂濾池中用各种濾率加以試驗。在試驗这个关系时,得到了“單位滲透率,”和時間精确的相关性。所謂單位滲透率就是流速和經過濾池水力坡度的比例。这些数据繪于图3~5中。

在斯坦雷的測定中缺乏水頭損失的数据来証明其間的相关性。

图3~5表明这个关系在低水頭損失时是直綫,然而在此后有

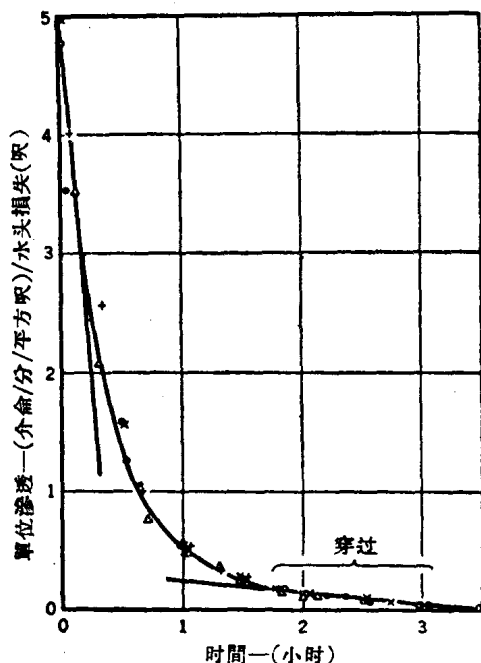


图3 阻塞率-硅藻土濾池

按白毕脫和包曼第42号試驗濾池运行資料。記号表示如下的過濾濾率
(公升/分/平方呎)

0.1; ×, 2; ●, 3; +, 4; △, 5.3。

显著的弯轉, 最后在每根曲綫上又有第二部分的直綫段。值得注意的是不同濾率在这相互关系的特性上是很一致的。这些数据是作为絨粒透入濾层的例子。水頭損失一直达到超过30呎水柱高。穿透的情况在硅藻土濾池試驗有記錄, 砂濾池則沒有。

意料之外的曲綫上的变轉表明了推导原来的公式中还有沒有考虑到的外力的作用存在, 因而提供了紊流产生的可能性。

濾池的阻塞从表面

① Hudson, H. E. A theory of the Functioning of Filters (J. A. W. W. A. 40, 868 Aug. 1948)

先开始, 然后向出口发展。如进水中悬浮物由良好的混凝而紧密結合在一起, 則穿透入濾层將較少。如悬浮物所成大集团結合不紧, 則將透入濾层。如悬浮物的結合力很弱(絨集不良)悬浮物可能透过濾层。在快濾池运行中如过濾時間在 10 小时或以上, 則除非进水中很少悬浮物, 不然悬浮物必然透入濾层一定深度。

貝利斯曾認為过濾过程中, 大部分进入濾池的水仅經過濾层空隙中的很小部分。有些空隙在濾层中尽头或有一段短的通路, 于是帶有沉淀物的水流流到附近更大的空隙中去。因此看起来在部分阻塞的濾池中, 大部分过濾的水是通过濾层中仅仅一部分的空隙, 这是和在清洁的濾池中流动情况完全不同的。在清洁的砂层中所有空隙均能讓水通过。不过即使在清洁的砂层中, 如用清洁的流体过濾时, 是否將通过全部空隙也是值得怀疑的。所以在保持濾率不变的濾池中, 流速随了阻塞情况而增加, 以致产生紊流。

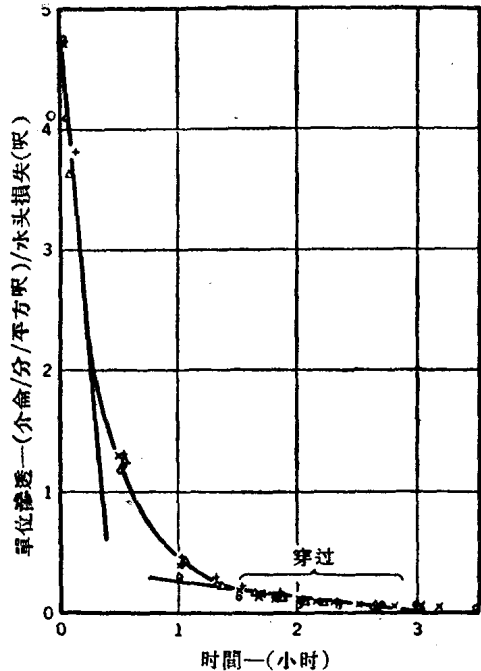


图 4 阻塞率-硅藻土濾池

按白毕脫和包曼第 43 号試驗濾池运行資料,
記号表示濾率同图 3。

一般都知道, 雷諾
数增加到一定数值后,

水流在顆粒层內的阻力將超过按达西定律計算的数值。但确定在什么数值时将离开达西定律, 則有几种不同的方法, 同时对于离开达西定律是否产生紊流还是可能在“轉換区域”(Transitional Zo-