

給水工程汇刊

(第一集)

上海市自來水公司編

124

科学技術出版社

给水工程汇刊

水利部水利研究所编
水利部水利研究所编

水利部水利研究所编

給水工程匯刊

第一集

上海市自來水公司編

科學技術出版社

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布于苏联和其他国家杂志上的著述，另一部分資料系介紹我国从事給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纪录，第一集包括著作 7 篇。譯作 13 篇，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 一 集

編 者 上海市自来水公司

*

科 学 技 術 出 版 社 出 版

(上海建国西路 336 弄 1 号)

上海市書刊出版業營業許可証出 079 号

上海國光印刷厂印刷 新華書店上海发行所总經售

*

統一書号: 15119·488

开本 787×1092 1/27 · 印張 5 17/27 · 字數 115,000

1957年 3 月第 1 版

1957年 3 月第 1 次印刷 印數 1—2,500

定价: (10) 0.80 元

前 言

我国正在进行划时代的大規模社会主义建設，与国家工业化有重要关系的現代化企业，一批一批的在兴建，一批一批的投入生产。工业生产既在迅速发展，人民生活水平也在不断提高，城市建設的規模就日益擴大，于是工业給水和城市給水的任务就更加繁重而迫切需要完成了。

我国給水事业創始已久，但还不够发达，技术水平远远落后于国家經濟建設的要求。为探求理論提高技术，采取經濟而有效的措施，来进行新建改建和生产管理工作，保証无間断地供应質好量足、使用方便、成本低廉的給水，首先必須努力学习苏联先进技术，推广国内已有經驗，尤須研究国外給水事业中的新成就和新发展。

編撰“給水工程汇刊”即拟以提供上述各方面的参考資料为主要目的；把近年来散見于苏联和其他国家期刊上与給水事业有关的著述翻譯出来，把国内給水工程中的先进生产經驗和創造发明总结出来，將工作實踐中和研究試驗中的成果記錄下来，只要具有相当参考价值的，就汇编成冊，按时陸續出版。

目前“給水工程汇刊”的著譯者，基本上只限于本公司的部分技术人員，这项工作是結合了个人进修和业务学习来进行的。由于水平有限，工作的接触面不广，汇刊内容尙未能涉及給水事业的全面，繆誤也在所难免，除請讀者多多提示意見和批評外，还希望各兄弟單位大力組織有关人員为本刊写稿，交流給水技术上的經驗和成就，集思广益，充实内容，使这本給水專業的参考資料能完滿地和源源不絕地与讀者見面，讓它在向科学进军中为給水技术

人員起一点参考和帮助钻研的作用，为又多又快又好又省的完成給水任务而努力！更为实现“在十二年左右赶上先进国家的技术水平”而努力！

曹淼写于上海市自来水公司

1957年1月4日

目 录

前言	1
管网設計的經濟問題	宋仁元 1
上水道管网的水力压气冲洗法	
.....И. 卡拉伐叶夫、B. 哥托甫崔夫	16
上海市自来水公司管綫管理所刮管工程总结	
.....朱震基、吳炳鏢	21
自来水管网上閘門操作的机械化	M. M. 薩波士尼科夫 29
自来水厂設計的目前趋势	L. R. 霍遜、W. W. 奧而特孟 34
增加原有自来水厂設備的能力	R. S. 蘭 金 43
多孔底澄清池的运用	A. 沙霍夫 50
沉淀设备的发展趋势	宋仁元 54
齐略宾斯克市自来水厂运用接触式澄清池的經驗	
.....路次脫、拉許克	69
我对于保持水质, 控制淨水过程工艺的意見	顧澤南 77
改进飲用水淨化工艺法	Л. 古尔斯基 81
“酸洗”廢酸在飲用水处理中之利用	J. S. 盖屈勒斯德 88
用混凝剂分部淨水法	
.....A. H. 薩尔达諾夫斯基、Л. П. 卡什卡伏	94
新西伯利亞水厂使用氯化鉄凝聚水的經驗	
.....E. C. 阿巴柴也甫	101
使用粗制硫酸鋁工作的总结	顧澤南、黃元鈞 106
浦东水厂氯銨消毒法	葛成青 118

飲用水卫生标准淺識·····	林家驥·····	123
列綫图解法計算水泵和給水管的共同运行 ·····	Г. С. 哈万斯基·····	130
上下水道的自动控制·····	Г. 高 林·····	137
測量进水口格网水位降落的設備·····	Н. А. 李希切哥·····	144

管网設計的經濟問題

宋 仁 元

在一般正常的情况下，管綫的投資約占全部水厂投資總額的三分之二。在制水成本中，动力費用亦是主要的部分，單位水量的动力消耗与管网設計有密切关系。倘使管网設計不够經濟合适，不但严重地影响水厂的初期投資，同时亦影响制水成本，因此管网設計的經濟問題，对給水事业具有很重要的意义。

管网設計的中心要求是解决在安全供应一定水量并維持一定水压条件下的經濟問題。經濟的管网設計并不一定是投資最少的設計，因为这种設計可能使經常动力費用增大，因此总的来講就未必經濟。真正經濟的管网設計乃是在一定時間內投資的利息、折旧費及养护費和在这时期內动力費用的总和为最小的設計。

一、水管的經濟流速

水管网最經濟有利的直徑可用管网技术經濟核算的方式来加以决定。技术經濟核算考虑了水管网中各管綫間的相互作用，它对求得最經濟的管网有重大的意义。上海管网运用的事实亦証明了这一点，在上海供水的边区，个别地方水压很低，如果为了提高該区小量用水的供水压力，而需要提高广大地区的水压，这种情况显然是不經濟的，應該把水管放大超过經濟直徑，大到技术核算所需要的那样。这样做虽然在局部的干管上增加了一些投資，但是整个系統来講却是很大的經濟。

对一个較复杂的管网要进行技术經濟核算是很复杂的。但是

事实上由于在设计管网时对用水量参差系数及其分布的确定还不能十分准确；水管的粗糙系数根据上海实际使用情况看来增加是比较快的，而且亦很不一致，因此粗糙系数的假定亦很难完全准确；而采用技术经济核算与单纯采取经济流速的方法所求得的结果又相差不多，所不同的是用技术经济核算所求得的供水边缘地区的水管口径比经济直径稍大，对于这些小型干管的口径有所出入，这不难在将来根据实际发展的情况再行增设。由于这些原因，所以在一般情况下可以根据当地的经济流速及各别管线的流量来选择其直径。

水管的经济流速随排管单价，和动力费单价等因素而改变，在输水动力费用较廉而排管单价较高（如排管条件困难，水管及修复路面费用价格昂贵）的情况下以采用较高的经济流速为宜，此时管网投资减少，但管网水头损失较大，耗用动力较多。反之，如动力费用较贵而排管单价较廉的情况下以采用较低的经济流速为宜。如各地排管单价及动力单价不同，各地的经济流速亦有所不同，因此不宜机械地搬用。

在确定经济流速以前应先确定当地排管单价，排管单价随各地水管材料、修复路面费用单价以及敷设情况而异。根据1953年上海的情况，每公尺排管单价（元） $=10.8+276D^{1.64}$ 这里 D 为水管的直径，单位为公尺。

D 的次方在苏联一般是 $1.7\sim 1.8$ ，而上海是 1.64 ，这主要是因为我国鞍钢生产的小口径水管规格基本上与苏联相同，而大口径水管则远较苏联为薄，因此 D 的次方亦较苏联为低。

在整个设计期限内平均时耗电量与最高时耗电量的比例，一般城市为 $0.3\sim 0.7$ ，工业城市可能为 $0.8\sim 1.0$ ，而上海是 0.55 。投资偿还期我们按14年来考虑。管网折旧率按上海情况约为 1.5% ，经常养护费及大检修费率亦约为 1.5% 。因此管网的偿还率（或利率）、折旧率、养护费率及大检修费率每年共为 10.1% 。本

市马达唧机的平均效率为 0.74。电价为每度 0.0787 元。

将水管建造费乘以偿还率、折旧率和养护检修费率之和再加上经常运用费用,进行微分求其最经济的组合,这样可以求得水管的经济系数为 0.87,经济直径 $D = 0.9837 Q^{0.43}$ 。这里 Q 为流量单位为立方公尺/秒。于是求得上海排管工程情况下 100 公厘~300 公厘水管的经济流速为 0.62~0.85 公尺/秒; 350 公厘~600 公厘水管的经济流速为 0.93~1.14 公尺/秒; 700 公厘~1,000 公厘水管的经济流速为 1.17~1.30 公尺/秒。

我们可以把各种口径水管的经济流速及流量制成表格。同时亦可以编制各种口径水管的经济极限流速及经济极限流量。于是我们可以根据各别水管的流量选择其经济直径。这样做在计算比较方便,而且亦能达到设计的要求。

二、管网的布置形式

管网的布置当然应该考虑安全供水的因素,例如在干管的根数、间隔、傍通管、环流管等设计都应该满足安全的需要。但是在满足同样压力与安全条件下,管网的布置形式亦可以是多种多样的。它可以使主要干管集于中部,亦可集于外围或一旁。由于不论是采用经济流速或者是采用技术经济核算方式都是在假定的布置的形式下即根据初步假定的流量的条件下所求得的经济直径。如果我们所采用的管网形式并不是最经济的或我们所假定的流量分配并不是经济合适的,那么不论用经济流速或技术经济核算所求得的管网实际上亦不一定是经济的管网,所以管网的布置形式在管网设计上具有很重要的意义。

在一般情况下管网的形式应该采用棋盘式,每一条用水的道路都应该有水管。但这里所考虑的主要是主要干管应该布置在那里,转输流量应如何分配。我们觉得布置主要干管或分配转输流量应该是根据安全与供应距离短捷的原则。安全主要是使干管要

有一定根数例如說二、三根以上(当然太多了亦不經濟),干管之間每隔一定距离要以傍通管或环流管联接起来以便在某部分损坏时尙能滿足一定的需要。供应距离短捷意思是說干管应选择最短的距离供应用水的需要。

为了达到供应距离短捷的目的,我們考虑以第二唧站为中心(B)作一十字,十字中的一条綫通过供水区的用水重心(A)。在十字架的第一象限中水流的方向一般應該是向北或向东,第二象限是向西或向北,第三象限是向西或向南,第四象限是向南或向东。按照这样的水流方向它的供水距离是比較短的。当然在某种情况下某些小口径水管的方向是可以不根据这原則的。例如图 1 中某一些主要干管間的小口径水管的水流方向是可以不根据这项原則的。

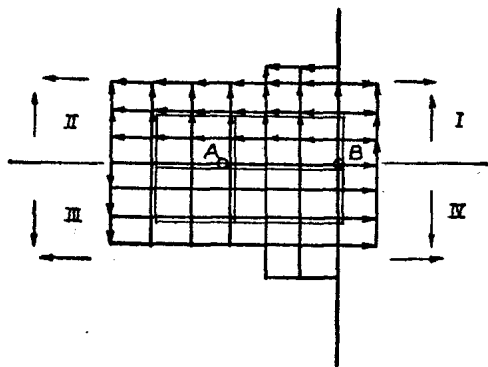


图 1

主要的干管根据我們的經驗是不宜布置在供水区的最外圍。这样做是不經濟的,我們在設計上海环流計劃排管工程中对該項問題所作的經濟比較亦証明这点。从图 1 中亦可以很明显地看出如果干管不是布置在細綫所示的地位,而是布置在最外圍的話,干管的長度便增加很多,对安全上講并没有更多的好处。在經常运用上講由于長度增加而增加水头损失,同时由于將干管布置在最

外圍亦可能延長干管与低压区之間的距离因而需要提高干管压力，因此在这种情况下經常运用費往往是不經濟的。

如果在供水区域用水比較均匀的情况下，主要干管可作如图 1 格局分布，这里各干管的供水距离較短而且比較均匀因此無論在管網建造費用与动力費用均比較节省。当然在近第二唧站附近的干管由于干管压力較高可以供应的距离較長，因此在这种情况下亦可以將干管再向內收縮以縮短干管的距离。

三、增压唧站

在一般情况下，为了满足整个供水区服务压力的需要，第二唧站的出站压力往往受到离站較远的低压地区所控制，出站压力为了要滿足該区的压力，因此使該区以外的水压超过需要很多而形成动力的浪費（如图 2），特别是在狭長供水地区这种情况更为突出。

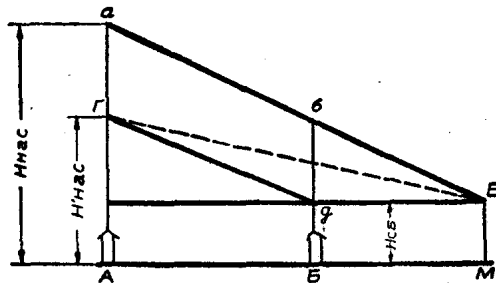


图 2

增压唧站一般适宜于較為狭長的地区，当第二唧站的出站压力受远地的需要所控制而需要提高，而近該站附近地区的压力又超过需要的情况下宜布置增压唧站。

I. 增压唧站的作用

1. 在高負荷时将部分地区的用水增加部分压力而使整个第二唧站可以降低与增压数值相似的压力，这样在同样可以满足用

戶需要的条件下,可以节省大量的动力。

2. 由于建立增压唧站,唧机的运用可以比較灵活,例如当晚間及用水較少的时期水力坡度减少,因此在这种情况下,增压唧站唧机不开动亦能满足需要。同时亦可以使第二唧站的唧机經常运行于良好的效率曲綫上。

3. 由于建立增压唧站,全区的水压便比較均匀,这样不但减少动力消耗,而且由于降低不必要的水压而降低漏失水量。

图 2 H_{co} 表示需要的服务压力, H_{nac} 表示沒有增压唧站情况下第二唧站的出站压力, H'_{nac} 表示有增压唧站后的出站压力。6g 表示增压唧站增加压力, ΓB 表示用水量較小时的水力坡度。

如 AM 間距离为 15 公里, H_{nac} 为 65^M , H'_{nac} 为 45^M , 6g 增压为 20^M , a 点的标高較 B 高 45^M , 需要的服务压力 H_{co} 为 20^M , BM 間的用水量为全部用水量的 $1/2$ 。

如果沒有增压唧站則耗費动力为 65 公尺乘以全部水量;而增設如上的增压唧站后,則耗費动力为全部水量乘以 45 公尺,再加上半水量乘以 20 公尺。如果唧机效率相同,于是两种方式此时耗电量的比例为:

$$65 \times Q : [45Q + \frac{1}{2}Q \times 20] = 65:55 \text{ 即节省 } 15.4\%。 \text{ 高負荷时}$$

AM 間平均水力坡度为 $\frac{45}{15,000} = \frac{3}{1,000}$ 。如在低負荷时出站压力

仍为 AΓ 即 45^M 而不使用增压唧站,則 BΓ 的水力坡度为 $\frac{25}{15,000} =$

$\frac{1.67}{1,000}$, 換言之当耗水量为最高时耗电量的 $\sqrt{\left(\frac{1.67}{3}\right)}$ 即 0.745 时,

增压唧站不工作亦能同样滿足外間需要。如果以最高日而言超过最高时 0.745 的有 8 小时,以全年而言超过最高时 0.745 的有 $1/9$

時間。于是两种方式全年耗电量之比为 $65Q : 45Q + \frac{1}{9} \times 20Q \times \frac{1}{2}$
 $Q = 65:46.1$ 即耗省电力 28.9%。

当然实际所能节省的数值要比上值小一些,因为增压唧站尚

有一些水头损失，根据上海某唧站的情况来看经过增压唧站的全部水头损失约为 1 公尺。

增压唧站的造价与管理费用占管网总费用的比重很小，而且由于设置增压唧站亦可以降低第二唧站造价，故在经济比较时可以不考虑该项因素。

II. 地位的选择

1. 如果增压唧站愈靠近水厂则第二唧站所需的出站压力可以愈低，但增压的水量亦愈多，反之如增压唧站愈远离水厂则虽然增压的水量减少，但出厂(站)压力降低不多，研究增压唧站的地位应放在那里，须以方程式代替水力坡度曲线 $a\delta B$ 和延长 AM 区内的用水量曲线，这样可以用微分的方式求出其最经济的地位。为简单计在一般情况下可假定水力坡度为一直线，那末如果全区用水分布基本上均匀的话，可用如下的方式求得增压唧站适当的地位：

i ——平均水力坡度

l ——供水区长度

x ——增压唧站到末端间的地位

H_{cs} ——需要的服务压力

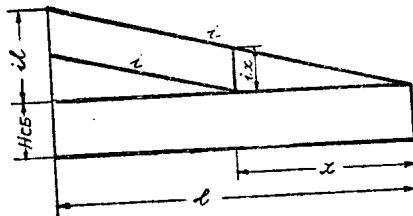


图 3

为简单计我们假定 X 虽然稍有变动，增压唧站的运用时间仍保持不变（事实上为了满足一定的最低压力，增压唧站离第二唧站愈远或增加水压愈少，则运用的时间可以减少，但如地位相差不

大,則影响亦不大)。于是第二唧站及增压唧站單位時間的耗电量 $W = C[Q(il + H_{c6} - ix) + qix]$ 这里 Q = 出厂水量; q = 增压水量。

C 为水量与水压的乘数化到用电量的常数。

假定: k = 全区平均單位長度的供水量。即 $Q = kl$ 。

k' = 增压唧站以外地区平均單位長度的供水量即 $q = k'x$ 。

則 $W = C[kl(il + H_{c6}) - kl ix + k' ix^2]$ 。

$$\text{令 } \frac{\partial W}{\partial X} = 0$$

$$-lki + 2k'ix = 0$$

$$\text{所以 } x = \frac{lk}{2k'}$$

$$\text{如 } k = k' \quad \text{則 } x = \frac{1}{2}l$$

$$k > k' \quad x > \frac{1}{2}l$$

$$k < k' \quad x < \frac{1}{2}l$$

2. 如果供水压力(包括标高因素)或增压唧站增加高度已經固定,則增压唧站的地位在維持一定服务压力的原則下应尽可能地远离水厂。

III. 增压唧站增压高度的选择

1. 当增压唧站的地位已經确定后,增压唧站的增压高度即能求得,其值約为該增压唧站到尽端(或最低水压处)間的水头損失(如二点标高不同則需考虑标高影响图 2 中增压唧站需要增压的数值为 ix)。

2. 如供水压力已属固定,則第二唧站到尽端(或最低水压处)間的水头損失(如为平地)减去第二唧站的出站压力即为增压唧站所需的增加压力。

IV. 对經濟流速的影响

当我们求经济流速的时候，是把水管的建造费乘以偿还率、折旧率和养护检修费率之和，再加上经常运用费用进行微分求得其最经济的组合。但在设有增压唧站的情况下它所耗费的动力与一般情况不同，它是耗费较少的动力费用而获得同样的效果。因此在设有增压唧站的情况下，动力费用应按实际情况计算，即应该将一般计算的动力基数乘一系数，这一系数在我们前面所举的例子便是 71.1%。在计算经济流速前将管网与增压唧站先作一轮廓布置和计算，以确定该项系数。

由于动力费用降低，水管的经济系数，亦应该乘以该项系数，因此求得的经济流速较一般为大。

如果原来的水管经济系数为 0.87，而布置了一座象上例所述的增压唧站，即动力消耗系数为 0.71。因此计算经济流速所应采用的系数 Θ 应为 0.87×0.71 即 0.62，经济直径 $D = 0.936 Q^{0.43}$ ，即经济流速增加约 14%。

四、水库、水塔及水库唧站

为了能够随时满足用户用水的需要，管网的设计须按最高时用水需要来计算，并须考虑消防及特殊情况下的需要。为了满足相当时期后最高若干小时的需要而必须敷设很大的水管，特别是用水负荷变化比较显著的地方，这种情况更为突出。在这种情况下水库（包括水塔及水库唧站）的应用对降低管网建造费用和经常输水费用有很大的意义。

I. 水库、水塔及水库唧站的作用

1. 节省管网投资，如上所述为了随时满足用户用水需要，管网需按最高时设计，但在实际运用上，除了最高日若干小时或其他时用水接近最高时外，其余时间的用水都较此时为低。因此增设水库（或水塔、水库唧站）后，可调节其高峰负荷，从而降低输水管的设计流量即缩小输水管的口径。