

# 給水外管網的設計与計算

楊 欽 編

建筑工程出版社出版

• 1957 •

## 內 容 提 要

本書主要根据盖尼也夫、阿勃拉莫夫与巴甫洛夫三氏合著的給水工程学(苏联高等教育部批准的大学教本)第一、第二篇为藍本,詳尽地介紹了阿勃拉莫夫、莫希宁、洛巴巧夫、克洛篤夫、基尔薩諾夫諸氏的有关管網計算的成就,并附有許多具体計算例題。

本書可供高等学校教学参考,也可供工程技術人員自學之用。

## 給水外管網的設計与計算

楊 欽 編

\*

建筑工程出版社出版(北京市阜成門外南觀音寺)

(北京市書刊出版登記證出字第 0 5 2 号)

建筑工程出版社印刷厂印刷·新华書店發行

---

書号 619 341 千字 850×1168 $\frac{1}{2}$  印張 14 $\frac{1}{2}$  插頁 3

1 9 5 7 年 12 月 第 1 版 1 9 5 7 年 12 月 第 1 次 印 刷

印數: 1—1550 册 定價(11) 3.7 0 元

# 目 录

序 .....	7
---------	---

## 第一篇 給水系的基本概念

第一章 給水系的布置及用水量設計标准 .....	9
1. 給水系的布置 .....	9
2. 水的用途分类 .....	12
3. 用水量設計标准 .....	13
4. 消防用水量設計标准 .....	16
第二章 用水狀況及水管系的輸水狀況 .....	19
1. 計算用水量的决定 .....	19
2. 用水量的变化 .....	22
3. 水管系的輸水狀況 .....	34
A. 水管系各部对流量的关系 .....	34
B. 水管系各部对水压的关系 .....	36
4. 消防时水管系的輸水狀況 .....	39
5. 設对置水庫的水管系的輸水狀況 .....	47
6. 水塔与清水池的容量計算 .....	51

## 第二篇 水 管 系

第一章 管網的設計与計算 .....	59
1. 城市管網定綫的一般要求 .....	59
2. 工業企業管網定綫的特点 .....	66
3. 内外管網的承接 .....	68
4. 管網中沿管綫的輸出流量 .....	70
5. 沿綫輸出流量折成节点輸出流量 .....	73
A. 集中流量 .....	73
B. 均布流量 .....	80

6. 水头損失的决定	90
7. 管徑的决定	102
8. 管網計算的基本課題	109
9. 环流網中各管段的流量分配	115
10. 管網的水头平差	123
A. 恩特利亞歇夫法	125
B. 洛巴巧夫法	127
11. 环流網的全管網水头損失計算	137
12. 树枝網的計算	152
13. 总管的水力計算	160
14. 管網計算成果的利用	162
<b>第二章 管網的技术—經濟計算</b>	<b>185</b>
1. 經由管網輸水的年度开支	185
2. 經濟直徑的計算	188
A. 公式的推导	188
B. 經濟因數 $\Theta$	196
B. 乘数 $\lambda_n$ 的决定	200
Г. 系数 $\xi$ 的分配	201
Д. 計算步驟及公式的运用	206
3. 限界流量	209
4. 多个水源及多个控制点的环流管網	224
5. 地勢的影响	237
6. 管網的扩建	240
7. 不計各管段間的关系与选用标准尺寸的影响	241
8. 設对置水庫的管網	245
9. 分期建造的管網	254
10. 能量參差系数的决定	256
A. 水由离心抽水机輸給, 水管系中無水塔	256
B. 水塔設在管網起点	258
B. 水塔設在管網終点	260
11. 基尔薩諾夫的經濟直徑計算法	283
A. 环流網	283

B. 树枝網	288
B. 具体計算方法	295
<b>第三章 水管系中各部之間的关系</b>	<b>300</b>
1. 离心抽水机、总管与水塔之間的关系	300
2. 总管發生意外时的流量变化	302
3. 發生意外时总管內的流量降落	303
A. 水塔在管網起点	303
B. 水塔在管網終点	312
4. 总管的道数及其交联布置法	317
<b>第四章 分区的水管系</b>	<b>322</b>
1. 管網中許可的压力	322
2. 并联与串联的分区	324
3. 管網中所消耗的能量	328
4. 水管系效率及能量利用系数	331
5. 分区所能节省的能	333
6. 必須分区的技术——經濟理由与分区数量的决定	340
A. 串联分区	340
B. 并联分区	343
7. 最經濟的分区划分原则、分区界綫与抽水站位置的決定	349
8. 当地条件与分区方法的关系	353
9. 并联分区中水庫的布置与消防用水的存貯	360
10. 串联分区中水庫的布置与消防用水的存貯	363
A. 串联分区在輸水狀況上的特点	363
B. 串联分区的消防工作	371
B. 在串联分区中保証不挪用消防儲量的方法	373
11. 重力水管系的分区	378
<b>第五章 水管及其敷設</b>	<b>387</b>
1. 外管網所采用的水管	387
2. 鑄铁管	387
3. 鑄铁管的承接	393
4. 鋼管	395
5. 石棉水泥管	397

6. 木管	398
7. 鋼筋混凝土管	401
8. 各种材料的水管的比較	403
9. 水管的敷設	404
10. 管綫敷設后的試驗与消毒	407
<b>第六章 管網的附件</b>	<b>410</b>
1. 閘閥	410
2. 球形調節閥	414
3. 取水龙头	414
4. 消防龙头	415
5. 保安閥	419
6. 單向閥	420
7. 減压閥或压力調節閥	422
8. 通氣閥与泄水管	423
9. 伸縮接合	433
10. 管網細部	433
<b>第七章 管綫構筑物</b>	<b>435</b>
1. 室或窰井	435
2. 水管穿越鐵道及公路	438
3. 水管穿越河谷	443
4. 支墩	444
<b>第八章 水管系設計的內容和資料</b>	<b>451</b>
1. 各阶段設計的內容	451
2. 設計資料	453
附圖 I 流量——水力坡度——管徑之間的关系	456
附圖 II 流量——流速——管徑之間的关系	457
附圖 III $v^{-3/4}$ 的数值	458
附录(一) 管道造价公式的求法	459
附录(二) 关于环流網的最經濟流量分配問題	462
附录(三) 生活与公共用途的用水量設計标准	469
参考書目	470
参考書籍索引	472

# 序

自从中央提出了爭取在第三个五年計劃期末使我国最急需的科学部門能够接近世界先进水平的号召以后，全国的科技界得到了莫大的鼓舞，積極准备向科学进军。我們高等学校开展了科学研究，業務部門亦紛紛成立了科学研究院或研究所。

我們給水排水工程的从業人員，当然亦不甘后人，但給水排水这一門技术在我国尚比較幼稚，基础比較薄弱，而这一項建設事業的需要却随着国家經濟建設的發展而日益迫切。因此我們更应急起直追，首先要赶上国家經濟建設的需要。目前我們从業人員迫切需要有关这一項技术的書籍，特别是介紹苏联先进技术的中文書籍，使有可能把現有的技术水平迅速提高，以便能更好地为祖国偉大的社会主义建設服务。年来各方面向編者索閱講义或要求編者介紹参考資料者很多，为此將数年前給水工程的管網部分講稿整理出版，名为“給水外管網的設計与計算”。本書初稿完成于1954年秋嗣后迭經修正补充。主要是根据有关給水和管網的苏联書籍廿余种加以綜合研究編写而成。

管網佔整个給水工程造价中最大的一部分(約佔50~80%)，因此完善的設計与計算具有重大的經濟意义。本書以盖尼也夫<sup>①</sup>、阿勃拉莫夫<sup>②</sup>与巴甫洛夫<sup>③</sup>三氏合著的給水工程学(苏联高等教育部批准的大学教本)第一、第二篇为藍本，并詳尽地介紹了阿勃拉莫夫、莫希宁<sup>④</sup>、洛巴巧夫<sup>⑤</sup>、克洛篤夫<sup>⑥</sup>、基尔薩諾夫<sup>⑦</sup>諸氏的有关管網計算的著作与成就。此外在本書中有着很多例題，可供自学参考。关于設計标准及技术规范，水管、配件、附件的規格，完全依据苏联規定，主要是由于我国的技术规范目前尚未頒布，而水管成品的規格亦未統一。今天我国在各方面正努力向苏联学习，因此将来

在这一方面不会有很大的区别。

编者讲授给水工程学虽已垂十余年，但学识薄弱，水平有限，对于苏联的技术亦未熟谙，谬误自属难免。本着“百花齐放，百家争鸣”的精神，因不揣简陋，刊印问世，期望本书对学生及青年工程师在学习与进修上能有一些帮助，尚希国内专家学者对本书提出批评指正的意见，不胜企盼之至。

楊 欽 識于上海同济大学

1956年11月20日

- ① Н. Н. Гениев,      ② Н. Н. Абрамов,      ③ В. М. Павлов,  
④ Л. Ф. Мошкин,      ⑤ В. Г. Лобаяев,      ⑥ М. Н. Крогов,  
⑦ М. В. Кирсанов.



# 第一篇 給水系的基本概念

## 第一章 給水系的布置及用水量 設計标准

### 1. 給水系的布置

城市或工業企業的給水系应保証由天然水源取水，它的淨化（如消費者所必需）以及把它輸送到消費地点。为了这些工作，应具有后列各种構筑物：(a) 进水構筑物用来从天然水源取水；(b) 揚水構筑物或抽水站，利用水管把水輸送至淨化、蓄积及用水地点；(c) 淨水構筑物；(z) 总管及管網用来輸水至用水地点；(d) 水塔及水庫用来聚水及貯水以供調剂或不时之需。給水系主要構筑物的相互布置，見給水系总布置圖(圖 1-1)。借进水構筑物 1 由水源集水，經抽水站 2a 中的抽水机(第一級)把水輸至淨水構筑物 3。水經淨化后流至水庫 4，再由抽水站 2b 中的另一批抽水机(第二級)并借总管 5 把水輸送至管網 6 以供消費。各構筑物的次序可能不同，例如第一級及第二級抽水机可能置于各别的房屋中(圖 1-1)或合置于同一房屋中(圖 1-2)。有时第一級抽水机直接置于进水構筑物中，有时淨水構筑物及其关联着的水庫与第二級抽水站不是置于水源附近(如圖 1-1)，而是靠近用水地区(城市或工業企業)。水塔 7 可能置于管網的起端(圖 1-1)、尽端(圖 1-3)、或中間任何地点。

依据本地自然条件、用水的性質以及經濟上的考虑，給水系的布置及其組成分子可能变化很大。給水的水源对給水系布置有着很大的影响：它的性質、水量、水質、离消費地区的远近等等。

作为給水的水源，可能利用敞水体：江、河、湖泊，而在个别情形下則为海，也可能利用地下水——地下水、自流井水或泉水。

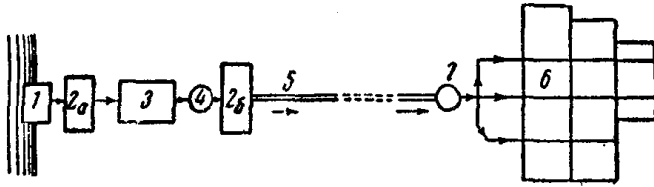


圖 1-1 給水系总布置

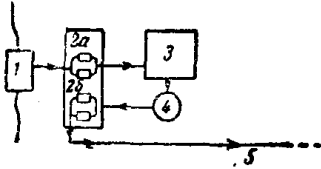


圖 1-2 第一第二級抽水机同置一室的給水系布置

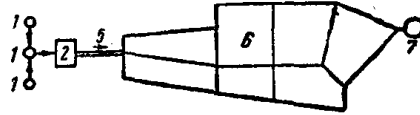


圖 1-3 不必淨化的給水系布置

进水構築物的式样取决于水源的类别。利用地下水的进水構築物則为井、集水坑道，而为了截留泉水，則又有各种擋水構築物。

水源的性質也可影响整个的給水布置。

水源的性質与消費者的要求，决定水的是否必須淨化、淨化程度与淨化方法。水作为居民日常飲用，首需滿足衛生条件。須無損健康，不得含有病原菌，須透明、無腥臭、無惡味。地下水常能滿足这些条件，因此不必淨化。敞水体的水特别是河水，多半是混濁的、被沾污的并含有大量細菌的，作为飲用，每不合衛生条件。这种水作为日常飲用，必須加以初步的淨化。作为某些工業企業需用的水質，也須經初步改进，例如輸給机車鍋爐的水不可直接用硬水，即水中含有大量鈣与鎂鹽 ( $\text{CaO}$  及  $\text{MgCl}$ ) 的。因此地下水具有很高的硬度，必須加以軟化后才可利用。輸給高压鍋爐的水，每須加以軟化，甚至河水也不能例外。对其他生产用的河水，可不加初步处理，而直接利用。在某些情形下，只采用澄清即可。

如不必淨化，給水系的布置可大大簡化，不只淨水構築物而且与它关联的水庫及第二級抽水站，也可以省去。类似这样的布置，見圖 1-3。这是利用地下水供应居住区的一种布置，其符号同圖 1-1。

在现代化的城市与工业企业的巨额用水量下,天然水源的水量常显得不足。如河流不足以保证枯水期间必需的流量,则需筑坝与水库。这样把洪水时期的水储蓄起来,供枯水期间的调节。有时蓄水以供年际的调节,即早年必需的水量,得之于若干年的蓄储。

有时大城市的给水利用几种水源。某些城市也有同时利用河水及地下水源的。

座落在小河旁边的大城市的给水,有时不得不利用遥远的水源,由数十甚至数百公里外取水。

地理形势也影响给水管系的布置。在丛山峻岭间的水源,例如泉水,它的海拔远高出供水区的地表。这时可利用重力输水至消费地点,不必建筑抽水站。

以上的给水总布置图(图 1-2 及图 1-3)是最普通的情形。实际上由于当地自然条件及消费者的要求,还有多种不同式样的布置,特别是关于工业企业的水管系。

以上所述的与考虑的布置,大部分同样地适用于居住区及工业企业的给水。图 1-4 所示的给水管系,是专为工业企业用的,图 a 示顺流给水管系,图 b 示循环给水管系。在若干工业企业中水经利用后未曾沾污,只略加热(或沾污极微),例如冷却机器、蒸汽冷凝等耗用的水。若天然水源的水量不足,或输送所需水量的费用昂贵(例如遥远的水源),则工业企业排出的水经冷却后可重行循环应用。这时水源只须供应少量清水以补偿循环中的损耗。清水流量  $q$  在这系统中一般是占用水量  $Q$  的很小部分(约在 3~5%)。循环给水管系的布置见图 1-4b。这里 1—清水抽水站,2—循环水抽水站,3—冷却设施,4—循环水管网(4a—冷却的水与 4b 排出的温水)。

作为冷却设施,采用池塘、喷水池及冷却水塔,清水一般输入汇集冷却水的池内。有时循环的水不只施以冷却,也须作一些净化。在个别情形下,水在循环中未曾加热,仅接受了少量的外来混合物。在这种情形下,采用沉淀池来澄清。关于循环制给水的叙述见工业企业给水。

颇饶兴趣的是集体的或区域的给水管系,在这里采用一个给水

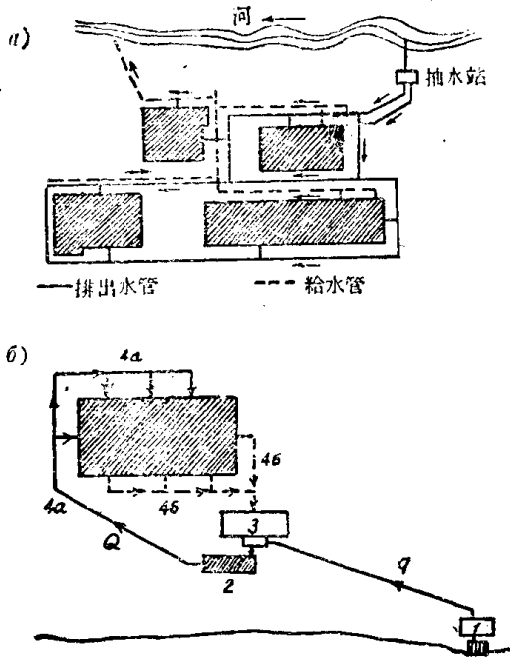


圖 1-4 工業給水布置

系供应若干大的对象，有时不同用途的对象（居住区、工业企业、铁路车站、农业及其他）。用一个给水系供应多个对象具有很大的优点，因为较之个别对象采用个别给水系，合一的给水系总造价减低了。这样的合作得以有计划地、合理地并经济地解决了给水上最重要的问题。这种区域的给水在苏联及其他国家都有，但在资本主义国家要联合各消费者于一个区域是极度困难的，因为，地主与资本家的私人利益冲突。在苏联及我国由于社会主义的计划经济，对于发展区域的给水是具有特殊优越条件的。

## 2. 水的用途分类

设计给水系的第一课题为决定用水量及了解用水状况。设计给水系的每一地区（城市、工业企业、铁路车站）几乎都有各种用途的用水，有它独特的用水量及用水状况。因此用水量应按种类，分别决定。

设计城市给水应考虑以下几类用水：

(1) 生活用水：

(a) 城市居住区的家庭用水；

(b) 公共场所的用水——医院、食堂、洗衣作、戏院、俱乐部

等用水,此外包括洗洒道路、灌溉園圃等用水;

(B)工人在上班时的生活用水。

(2)工業企業进行生产的用水,包括工業企業、交通、發電、农業等用水。

(3)消防用水。

此外还有給水系本身的用水,包括管網滲漏,冲洗瀘池,进水設施及管道等等所用的水。

在一般情况下,自可采用同一給水系来供应以上各种用途的水,但由于对水質要求的不同,可能需要設立各別的給水系来供应各別用途的水。在城市中每設立一系生活和消防用水合一的水管,由这同一管系供应市区以內工業企業的生活用水以及水質要求相同于生活用水的工業生产用水(例如食品工業之类所需的水)。

市区內的工業企業,如并不需要生活用水的水質要求,則可設立独立的給水系。在个别情况下(特别是需水量不大时)建独立系并不經濟,則这一企業可取給于城市給水系。

上述各种用途的用水,除消防用水可于火警时临时抽送外,須經常地供应,这是給水系的正常工作。設計各別的、与城市給水系不相联系的工業企業給水系时須考虑:企業的生产用水量、值班工人的生活用水量、冲洗厂区道路、灌溉綠地及給水系本身所需消防用水量。

如企業有工人的居住区,則还須供应該区的日常生活和消防的用水量。

在工業企業也可能設立合一的水管系,供应各种用途的用水;也可能設立各別的給水系:其一供应生产用水,另一供应工人的生活用水。这时消防用水一般是由后一系供应,但有时也由前一系供应。在个别情形下,还可設立一个独立的消防給水系。

### 3. 用水量設計标准

以上列举的各种用途的用水量,取决于設計规范<sup>①</sup>中厘訂的

<sup>①</sup>例如我国給水排水設計院:工業企業和居住区外部給水工程設計规范(草案)。

用水量設計标准。这种标准是按每一居民每天或在企業中每一工人每天的生活用水量訂定的,而生产用水量則按每單位時間內每一产品或每一生产机器所消耗的水来訂定的。

每人每天的用水量变化很大,取决于一系列的因素——气候条件、房屋設備的完善程度、居住区給水排水的發展狀況、居民文化水平等。

由于人口、房屋衛生設備及工艺过程等的發展,引起用水量不断地改变,用水量設計标准也应按期加以修正。特别是解放后随着新中国的經濟建設的發展和人民生活的改善,用水量也不断地上升。

生活用水量不是恒值,一年之內随着季度而有变动,因之設計給水系时,除平均一天用水量設計标准外,还須拟訂可能的最大一天的标准。

按照房屋衛生設備的性質,苏联每一居民的用水量設計标准見表 1-1。

苏联生活用水量設計标准

表 1-1

类别	衛生設備性質	設計标准公升/人		逐时参差系数 $a_2$
		平均一天用水量 ( $q_{cp}$ )	最大一天用水量 ( $q_{max}$ )	
1	有屋內給水排水及中央暖水供应設備	130~210	150~240	1.25~1.15
2	有屋內給水排水及煤氣爐浴水設備	120~170	140~190	1.30~1.20
3	同上但有柴爐浴水設備	80~120	95~140	1.40~1.25
4	有屋內給水排水但無浴盆設備,有煤氣	65~110	80~130	1.50~1.30
5	有屋內給水排水但無浴盆設備	50~90	65~110	1.60~1.40

附注:用水由街上公用龙头供給,則每人平均一天用水量 $q_{cp}=30\sim50$ 公升,每人最大一天用水量 $q_{max}=40\sim60$ 公升,逐时参差系数 $a_2=2.0\sim1.8$ 。

附录(三)示各种公共房屋的用水量标准,这些用水量已包括在表 1-1 的用水量设计标准中。

苏联工业企业中工人的生活用水量设计标准 表 1-2

車 間	用水量公升每人每班	逐时参差系数 $a_2$	最大用水量 (每千人公升/秒)
冷 車 間	25	3	2.60 <sup>①</sup>
热 車 間	35	2	2.43

苏联淋浴用水量设计标准 表 1-3

生 产 性 質	淋浴用水量 公升/人	每一淋浴水管 網上使用人数	用水量(公升/秒)	
			100人用水量	每一管網
生产,沾污身体的	40	10	1.5	0.15 <sup>②</sup>
同上,同时接触塵垢与潮湿的	60	8	2.2 <sup>③</sup>	0.18
生产,接触有毒物質与傳染病毒的材料	80	6	3.0	0.18

附注:假定在每班終了时淋浴历时为 45 分鐘。

表 1-3 中的数值的上限适用苏联南部,下限則适用北部。

所示的设计标准包括居民的一切生活用水(飲用,烹飪,洗滌衣服、地板及器皿等等),但由城市給水系供給的工業企業生产用水量及值班工人的生活用水量不包括在內。

个别大城市的用水量设计标准应个别地拟訂。例如重修莫斯科城的給水系时,假定完全發展后的用水量设计标准为每人每天

$$\textcircled{1} \quad 3 \times \frac{25 \times 1,000}{8 \times 3,600} = 2.60$$

$$\textcircled{2} \quad \frac{40 \times 10}{60 \times 45} = 0.15$$

$$\textcircled{3} \quad \frac{60 \times 8}{60 \times 45} \times \frac{100}{8} = 2.2$$

600公升,包括由城市管系供給的工業企業用水量每人每天 100 公升。

工業企業的工人的生活用水量由表 1-2 所示設計標準計算,而工人的淋浴用水量則由表 1-3 所示的設計標準計算。

企業中每班工人數量、生產的性質、沐浴人數等須視企業種類而定。

工人沐浴數佔工人總數的百分率,一般的標準如下:

紡織工業	10%	泥碳工業	70%
機器製造工業	25%	食品工業	70%
化學工業	40%		

工業生產用水量的設計標準很難確定,由現有工廠統計出的單位產品之數值變化頗大。即在相似的企業,單位產品所消費的水量也不相同,因為它隨着設備式樣,工藝過程、本地條件等而異。

作為初步地估計生產用水量,可參酌從各不同企業運轉經驗所得的單位產品用水量標準來決定。作工業企業的給水的技術設計時,這標準應在各別情形下進一步確定。

各種工業的用水量設計標準及污水排出量設計標準見 [參考 7] 350~375 頁,或 [參考 21] 的表 9,這些資料可供設計參考。

#### 4. 消防用水量設計標準

擬訂消防用水量設計標準的原則,基本上與擬訂以上的生活用水量設計標準不同。在現代的消防措施中,水的供應以射流方式。屋外滅火的水取給於外管網上的消防龍頭,屋內滅火的水則由內管網上的消防龍頭。

在若干種房屋中設置特種滅火設備,如噴水蓮蓬<sup>①</sup>、水幕<sup>②</sup>等等。

---

① Спринклер

② Водяной завес



由城市的大小、計算人口数、建筑物的耐火性、建筑的密度与性質、風的有無及大小、过去火災的統計数字等因素而决定扑灭一个火头所需流量,以及可能同时發生的火头計算数。

苏联城市与居住区的消防流量設計标准見表1-4。

苏联工業企業及住区建筑設計防火标准(1951年)关于工業企業的消防流量設計标准及計算火头数見表1-4、表1-5及表1-6。計算流量以需要最大的消防流量的房屋为准。生产房屋以防火牆隔成若干部分者,計算流量按該屋最大部分的体积計算。

屋內消防用水流量(經由屋內消防龙头):

生产房屋——5公升/秒

其他房屋——房屋体积25,000立方公尺以下者,2.5公升/秒;房屋体积大于25,000立方公尺者,5.0公升/秒;至于电影院及俱乐部的座位多于300个者,10公升/秒(每个龙头5.0公升/秒)。

苏联居住区消防流量設計标准

表 1-4

居住区 人口 以千計	計 算 火 头 数	每一火头所需流量(公升/秒)					
		少層建筑(包括二層)			混合建筑与 耐火性無关	多層建筑与 耐火性無关	
		房屋的耐火性					
		I	II	III	IV	V	
5 以下	1	5			5	10	10
10 "	1	10			10	15	15
25 "	2	10			10	15	15
50 "	2	15			20	20	25
100 "	2	20			25	30	35
200 "	2	20				30	40
300 "	3					40	55
400 "	3					50	70
500 "	3					60	80

在房屋中除屋內消防龙头外还設有噴水蓮蓬时,在10分鐘以內(在开动消防抽水机以前)由外管網供給的消防流量不得小于15公升/秒,其中噴水蓮蓬——10公升/秒,屋內消防龙头——5公升/