

武警学院统编试用教材



城市消防给水工程

贺占奎 马恒 冯建朝 编著

西北工业大学出版社

武警学院统编试用教材

城市消防给水工程

贺占奎 马 恒 冯建朝 编著



西北工业大学出版社

1993年3月 西安

(陕)新登字第 009 号

〔内容简介〕

本书系统地介绍了城市消防给水的基本理论,消防设计水量计算,消防系统的设计方法,设计计算及施工、验收等。主要包括城市消火栓给水系统,城市消防给水管网,消防水泵及水泵房,泡沫灭火系统以及消防水源和水处理系统等。本书主要供灭火工程专业学生使用,还可供消防设计、监督人员及大专院校师生参考。

武警学院统编试用教材

城市消防给水工程

贺占奎 马恒 冯建朝 编著

责任编辑 刘万臣 胡梦仙

责任校对 刘万臣 冯建朝

*

C1993西北工业大学出版社出版发行

(西安市友谊西路127号 邮编710072)

武警学院印刷厂印装

ISBN7-5612-0506-6/TU·5

*

开本787×1092毫米1/16 19.625 印张 465 千字

1993年4月第1版

1993年4月第1次印刷

印数1—5000册

定价 10.06 元

说 明

遵照邓小平同志“教育要面向现代化，面向世界，面向未来”的指示和国家教委关于抓好教材建设、提高教材质量的精神，根据我院各科专业教学的需要，我们组织各系（部）教员逐步编写了具有自己特色的系列教材。《城市消防给水工程》是其中的一部。

这套试用教材是以马列主义、毛泽东思想为指导，以公安保卫工作的路线、方针、政策和解放军、武警部队的有关条令、条例为依据，按照教学大纲的要求，理论联系实际，总结工作经验，吸取现代科学技术和学术理论研究的最新成果编写而成的。在内容上，力求正确阐述各门学科的基础理论、基础知识和基本技能，并注意到了内容的科学性、系统性和相对稳定性。

本书由贺占奎、马恒、冯建朝编著。

由于时间仓促，编者水平所限，缺点错误在所难免，恳请读者批评指正，以便再版时修改。

这套试用教材在编写过程中，得到了公安部政治部教育训练部、边防局、消防局、警卫局的热情指导，得到了各省市自治区边防局、消防局、警卫局的大力支持，得到了许多兄弟院校及有关部门的无私帮助，我们在此深表谢意。

武警学院教材编审委员会

1992年7月8日

前 言

随着社会主义现代化建设的发展，城市人口迅速增长，高层建筑不断增多，交通、能源等事业蓬勃发展，这对城市消防给水提出了新课题。为适应现代城市消防给水的新特点，本书系统地介绍了城市消火栓给水工程、火场供水及泡沫灭火给水工程的基本理论、应用原则、系统设备选择及设计方法、设计计算等内容。

本书主要供我院教学使用，也可供工程技术人员、消防管理及检查人员参考。由于编者水平所限，错误在所难免，请批评指正。

编 者

一九九二年四月

目 录

第一章 给水工程的任务和组成	(1)
第一节 给水工程的任务.....	(1)
第二节 给水工程的组成.....	(2)
第二章 消防供水器材的性能	(5)
第一节 水枪的技术数据.....	(5)
第二节 水带与水带的压力损失.....	(10)
第三节 消防车最大供水距离和高度.....	(14)
第三章 消防用水量	(24)
第一节 用水量标准.....	(24)
第二节 用水量变化.....	(32)
第三节 用水量计算.....	(34)
第四节 消防用水量的确定.....	(41)
第四章 给水管材、管网附件	(50)
第一节 给水管材.....	(50)
第二节 管网附件.....	(53)
第三节 室外消火栓.....	(59)
第四节 消防水池.....	(63)
第五章 给水管网	(67)
第一节 给水管网的分类.....	(67)
第二节 给水管网的布置.....	(68)
第三节 给水管网的工作情况.....	(71)
第四节 水塔和清水池容积计算.....	(79)
第六章 管网水力计算	(86)
第一节 沿线流量和节点流量.....	(86)
第二节 流量分配.....	(93)
第三节 管径的确定.....	(94)
第四节 水头损失计算.....	(97)
第五节 管网的稳定流方程组.....	(100)
第七章 枝状管网和环状管网的计算	(106)
第一节 枝状管网的水力计算.....	(106)

第二节	环状管网的水力计算·····	(111)
第八章	消防水泵及水泵房·····	(132)
第一节	离心泵简介·····	(132)
第二节	离心泵的特性曲线及工况点确定·····	(135)
第三节	水泵的选择·····	(141)
第四节	水泵工况点的改变·····	(148)
第五节	水泵的汽蚀及安装高度·····	(155)
第六节	消防水泵房·····	(158)
第九章	储罐区泡沫灭火系统·····	(165)
第一节	泡沫灭火剂·····	(165)
第二节	油罐区的防火设计·····	(175)
第三节	固定式液上喷射空气泡沫灭火系统·····	(178)
第四节	固定式液下喷射空气泡沫灭火系统·····	(194)
第五节	半固定式泡沫灭火系统·····	(202)
第六节	移动式泡沫灭火系统·····	(204)
第七节	抗溶泡沫灭火系统·····	(211)
第八节	高倍数泡沫灭火系统·····	(215)
第十章	水源及取水构筑物·····	(224)
第一节	水源的种类及选择·····	(224)
第二节	地下水取水构筑物·····	(235)
第三节	地面水取水构筑物·····	(246)
第十一章	给水处理及水厂·····	(258)
第一节	原水水质及用户对水质要求·····	(258)
第二节	给水处理的方法及工艺流程·····	(263)
第三节	混凝和沉淀·····	(266)
第四节	过滤·····	(278)
第五节	消毒·····	(285)
第六节	软化和除铁·····	(287)
第七节	水厂厂址选择及布置·····	(293)

第一章 给水工程的任务和组成

第一节 给水工程的任务

城市给水工程的基本任务，就是经济合理和安全可靠地提供城市居民的生活、生产和消防用水，并满足水质、水量和水压要求。

一、对生活用水的要求

生活用水包括家庭、机关、部队、旅馆、餐厅、浴室等的饮用、洗涤、烹饪、清洁卫生等用水，以及工业企业内部工人生活用水和淋浴用水等。

生活饮用水应满足《生活饮用水卫生标准》，做到无色、无臭、透明、无味、不含致病微生物及其它有害物质。详见第十一章。

生活饮用水要求一定的水压，这种水压通常叫最小自由水压（从地面算起）。

自由水压的大小应根据建筑物层数来确定。一层100KPa，两层以上为 $4(n+1) \times 10\text{KPa}$ ，其中 n ($n > 1$) 为层数。

二、对生产用水的要求

生产用水是指工业企业生产过程中使用的水。主要有冷却用水、洗涤用水、食品工业用水、生产蒸汽等多种工业用水。

生产用水对水质和水压的要求是根据生产工艺过程和产品的不同而不同。生产用水的各项指标，应根据实际情况而定。

三、对市政用水的要求

市政用水主要包括街道洒水、绿化用水等。

四、对消防用水的要求

一般消防给水设备，可与城镇给水系统合在一起。扑救火灾时，一般是从街道上的消火栓（或室内消火栓）取水。而对于防火要求特别高的建筑物、仓库、工厂、企业等要设置独立的消防给水系统。

对消防用水水质的要求是水中应不含有易燃或可燃液体。

灭火时管网的最小自由水压不得小于100KPa。

第二节 给水工程的组成

一、给水工程的组成

给水系统按用途可分为生活给水、生产给水和消防给水等系统。给水系统通常由取水工程、净水工程、输配水工程三大部分组成。

取水工程：包括选择水源地点，建造适当的取水构筑物，其主要任务是保证城市取得足够水量。

净水工程：包括建造给水处理构筑物和对天然水质进行处理，使其满足国家生活饮用水卫生标准或工业生产用水水质标准。

输配水工程：将水质合格的水输送和分配到各用水地点，并保证足够水压和水量，为此而敷设管道、配水管网和建造泵站以及水塔、水池等调节构筑物。

二、城镇给水系统

城镇给水系统，在有给水系统的城镇，大多是生活、生产与消防用水合并的统一给水系统。只有在合并不经济或者技术上不可能时，方可采用独立的消防给水系统。合并的消防给水系统，一般由取水、净水、输配水工程等三部分组成。这个系统的设计和运行不仅应满足用户对水质、水量、水压要求，而且还应保证经济合理、安全可靠。

由于水源、地形、用户要求等不同，系统布置和组成也有所不同。

水源有地面水源和地下水源之分。地面水源有江河、湖泊、水塘以及海洋等。地下水源有潜水、承压水、溶隙水、泉水以及岩熔水等。无论采用那种水源，均应保证枯水期时供水的可靠性。图 1—2—1 为以地面水为水源的消防给水系统。图 1—2—2 为以地下水为水源的消防给水系统。

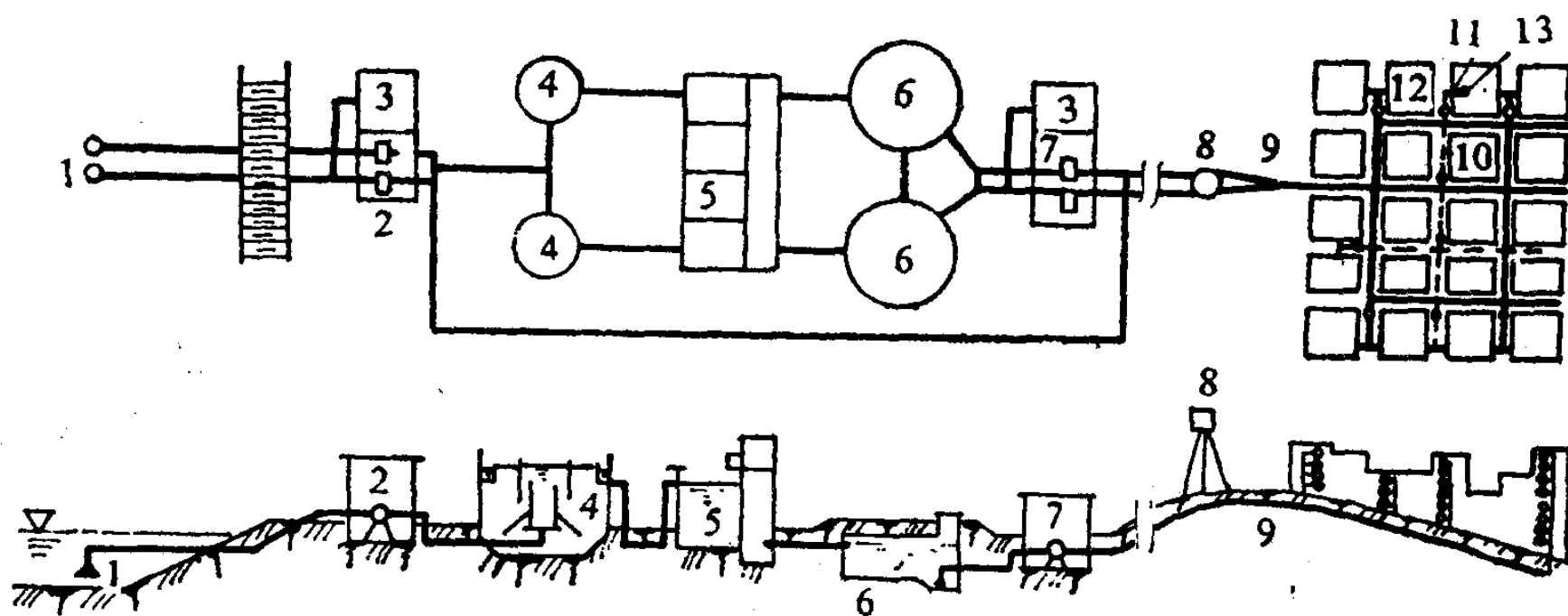


图 1—2—1 以地面水为水源的消防给水系统

1.吸水管；2.一级泵站；3.加氯间；4.澄清池；5.滤池；6.清水池；

7.二级泵站；8.水塔；9.输水管；10.配水管网；11.进户管；
12.室外消火栓；13.室内消火栓

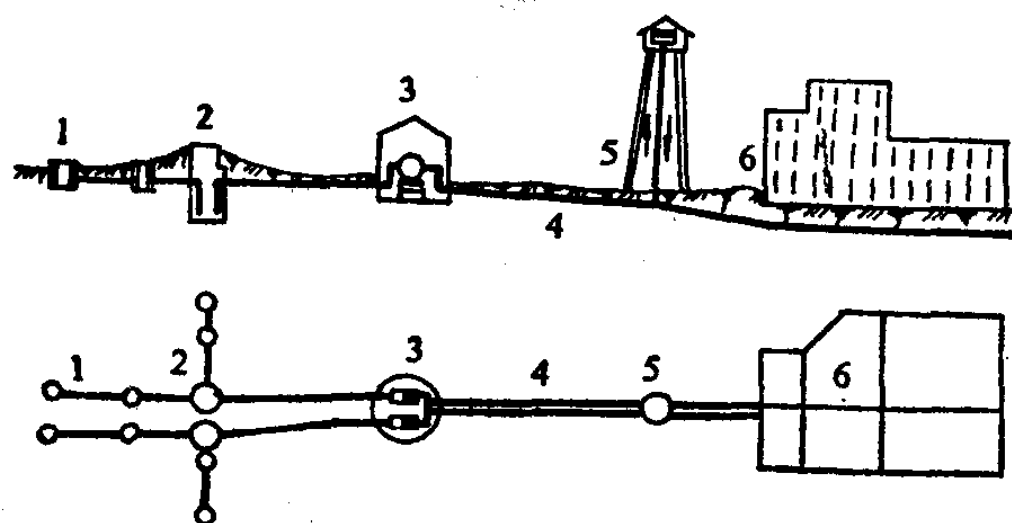


图 1—2—2 以地下水为水源的消防给水系统

1.水井；2.集水井；3.泵站；4.输水管；5.水塔；6.管网

现代化城市的居民生活用水量和工业企业用水量都很大，如果河流在每年枯水期不能满足取水水量要求，应拦蓄洪水期的水，建蓄水库，以备枯水期使用。设置蓄水库还应考虑水库的多年调节需要，在缺水地区有时需从数十公里甚至数百公里以外的水源跨流域调水。

地形对给水系统的布置影响很大，当水源为山地的泉水时，其地势高出供水区甚多，可用重力流送水，如图 1—2—3 所示。这样就不需建造水泵站。

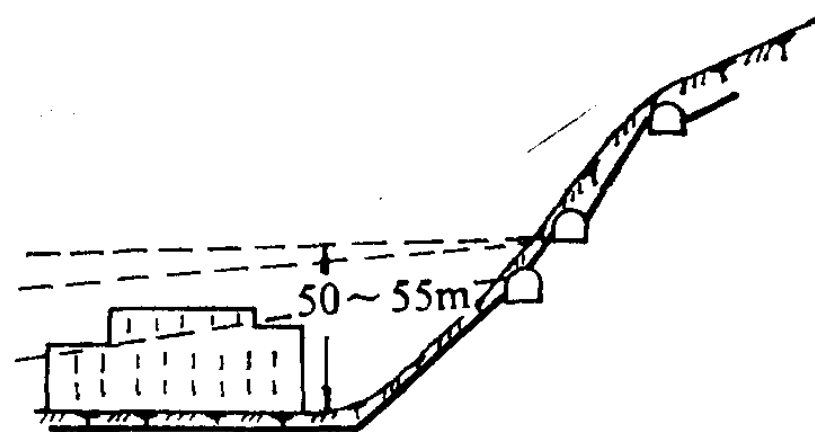


图 1—2—3 重力给水系统

供水区域的地形标高相差悬殊时，给水系统的布置如图 1—2—4 所示。

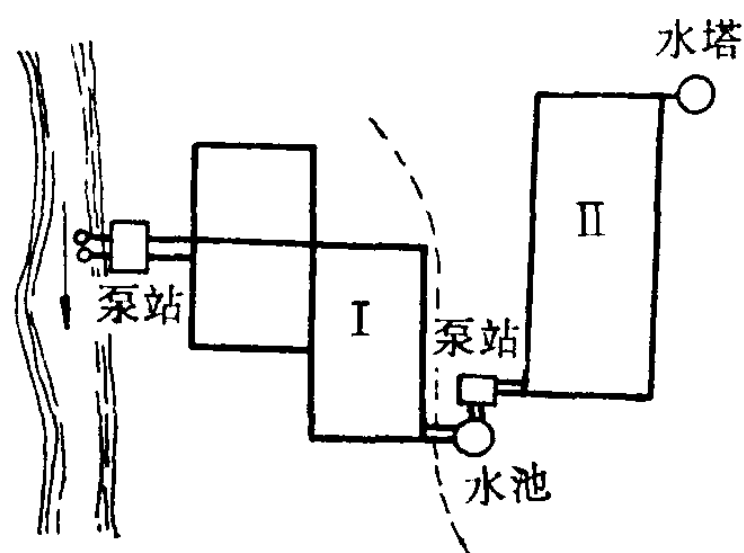


图 1—2—4 分区给水系统

I.低区；II.高区

如前所述，给水系统须供给生活、生产、消防用水。有时各用户要求不同水压，在这种情况下，往往采取不同的水压供水，如图 1—2—5 所示。

此外，在工业企业内部，还有直流给水系统、循环给水系统和循序给水系统。

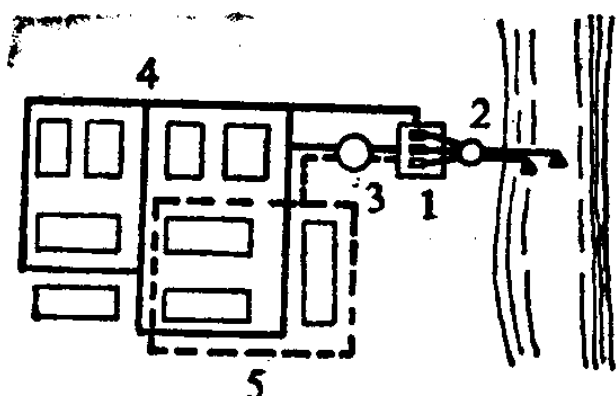


图 1—2—5 分压给水系统

1. 泵站；2. 水池；3. 水塔；4. 低压管网；5. 高压管网

在独立的消防给水系统中，由于消防对水质无特殊要求（被易燃、可燃液体污染的水除外），可直接从地面水源或地下水源取水供给消防用水，如图 1—2—6 所示。

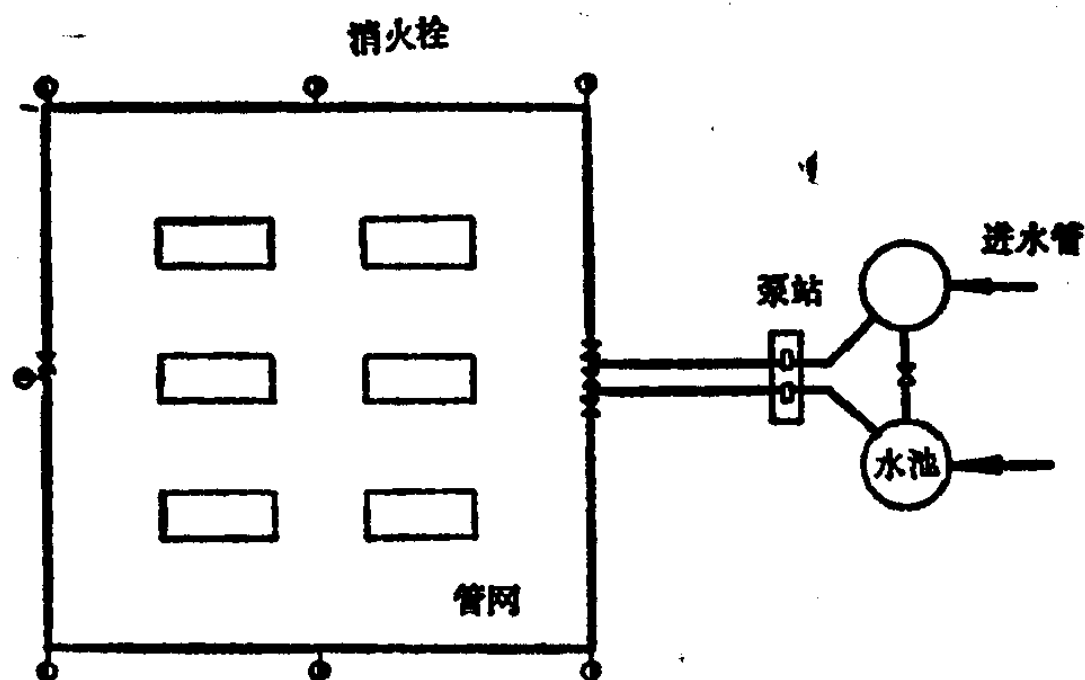


图 1—2—6 独立的消防给水系统

思考与习题：

1. 给水工程的基本任务是什么？对消防用水的水质有何特殊要求？
2. 给水工程由哪几部分组成？
3. 城镇给水系统有几种形式，各有何特点？

第二章 消防供水器材的性能

第一节 水枪的技术数据

水枪根据构造不同分为直流水枪、开花水枪和喷雾水枪三种。

高压水流通过开花水枪或喷雾水枪时，在离心作用、机械撞击作用或者机械强化作用下，分散成点滴状态离开水枪，形成扩散状或幕状射流。水滴的平均粒径小于 $100\mu\text{m}$ 的射流称为喷雾射流。水滴的平均粒径大于 $100\mu\text{m}$ 的射流称为开花射流。开花水枪和喷雾水枪都具有控制面积大，用水量少，燃烧区蒸汽浓度大的特点，故有良好的冷却作用和窒息作用。开花水枪常用于扑救易燃、可燃液体火灾。喷雾水枪产生的射流，水滴的平均粒径小于 $100\mu\text{m}$ ，具有良好的电绝缘性，因此，喷雾水枪可以扑救电气设备火灾。

在工业建筑和民用建筑设计中，常用直流水枪作为主要灭火设备。由直流水枪产生的射流称为密集射流，如图 2—1—1 所示。

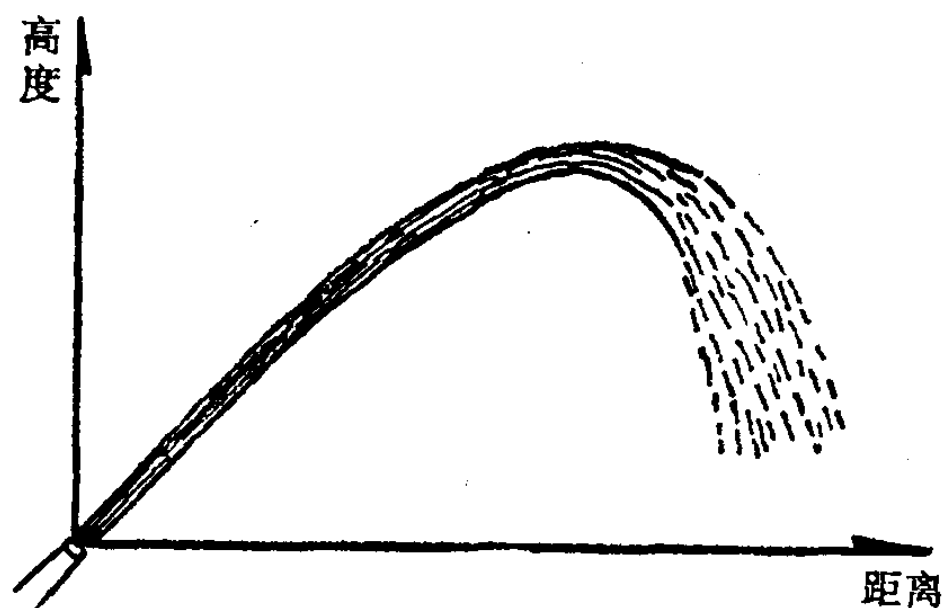


图 2—1—1 密集射流

压力水离开水枪喷嘴后，由于水流旋转和震动的影响，射流呈波浪状态前进，波峰上的压力大于波谷，压力高的地方就向压力低的地方流动，这种不稳定性的紊流，引起波浪的增加。离开水枪喷嘴越远，这种现象越明显。再加上空气阻力、气流运动及旋涡的影响，离开水枪喷嘴较远的射流中的大水滴就从波浪中飞散出去，射流逐渐分散。

实验证明：水枪喷嘴压力越大，有效射程越大，流量也越大；水枪的射流与地面成 $30^\circ\sim 32^\circ$ 角时，射程最远；水枪与地面成 90° 角时，射流高度最大，但水枪与地面的夹角，对有效射程影响较小。

一、有效射程或充实水柱

密集射流在灭火的实际应用中，起着有效作用的仅仅是它的紧密部分。设计中将密集射流紧密不散的一段长度称为充实水柱，灭火实践中习惯称为有效射程。严格地讲，对于手提式水枪，充实水柱或有效射程指从喷嘴起至密集射流90%的流量穿过直径38cm圆圈处一段密集射流的长度；对于带架水枪，充实水柱或有效射程是指从喷嘴起至密集射流90%的流量穿过直径125cm圆圈处一段密集射流的长度。

首先分析垂直射流，设水枪喷嘴压力为 H ，射出去所能到达的最大高度为 H_B ，两者之差亦即压力损失 ΔS ，这一压力损失主要是由于空气阻力引起的，如图2-1-2。它类似于水管的压力损失，因此可仿照管路压力损失的计算公式写出：

$$\begin{aligned}\Delta S &= H - S_B \\ &= K_i \cdot \frac{S_B}{d} \cdot \frac{v^2}{2g}\end{aligned}\quad (2-1-1)$$

但在理想状态时，不考虑阻力，即：

$$H = \frac{v^2}{2g}$$

由此得

$$S_B = \frac{H}{1 + K_i \frac{H}{d}} = \frac{H}{1 + \varphi H}\quad (2-1-2)$$

式中： φ ——系数，和水枪喷嘴直径 d 有关。

$$\varphi = \frac{0.25}{d + (0.1d)^3} \quad d \text{ 以 mm 计} \quad (2-1-3)$$

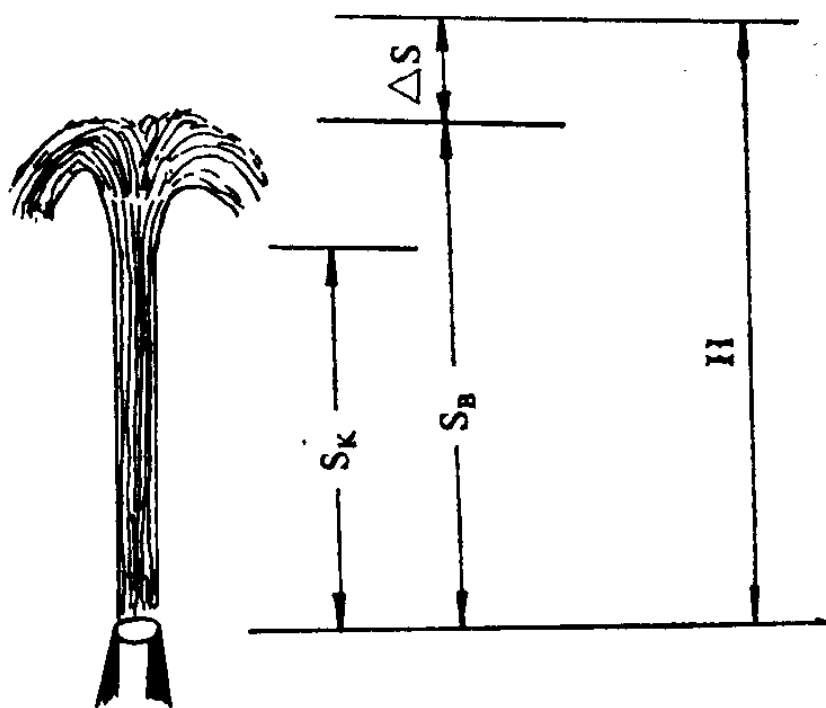


图 2-1-2 密集射流高度

在不同喷嘴直径下， φ 值见表2—1—1。

表2—1—1 不同喷嘴直径d的 φ 值

喷嘴直径(mm)	13	16	19	22	25	30
φ 值	0.0165	0.0124	0.0097	0.0077	0.0061	0.0044

水滴所能到达的高度仅为理论计算的高度，在火场上用水滴到达的高度作为有效高度，达不到灭火效果。火场上要求充实水柱到达着火点，才能达到有效的灭火作用。因此，必须计算充实水柱的高度。由于充实水柱所能到达的高度永远小于水滴所能到达的高度，即 $S_K < S_B$ ，所以：

$$S_K = \varphi S_B \quad (2-1-4)$$

将(2—1—2)代入式(2—1—4)得

$$S_K = \varphi \frac{H}{1 + \varphi H} = fH \quad (2-1-5)$$

式中：f—系数，与喷嘴直径d和喷嘴压力H有关。

火场上，消防车出口压力经常是由有效射程确定，因此，式(2—1—5)又可以写成：

$$H = \alpha S_K \quad (2-1-6)$$

式中： α ——系数，与水枪直径及充实水柱长度有关的系数。见表2—1—2。

表2—1—2 α 值 表

充实水柱长度 (m)	水 枪 喷 嘴 直 径 (mm)				
	13	16	19	22	25
7	1.33	1.32	1.28	1.22	1.21
10	1.50	1.40	1.35	1.15	1.15
13	1.85	1.69	1.58	1.38	1.46
15	2.20	1.93	1.80	1.70	1.63
20	4.91	3.50	2.95	2.60	1.95

其次分析倾斜射流。由实验发现，手提式水枪倾斜射流密集部分的长度与喷嘴直径 d 和喷嘴压力 H 有关，受倾斜角度影响较小，因此可将充实水柱末端连成曲线，接近水枪喷嘴为中心的圆弧，如图2—1—3所示。但破碎部分的长度则随倾斜角的减小而增加。

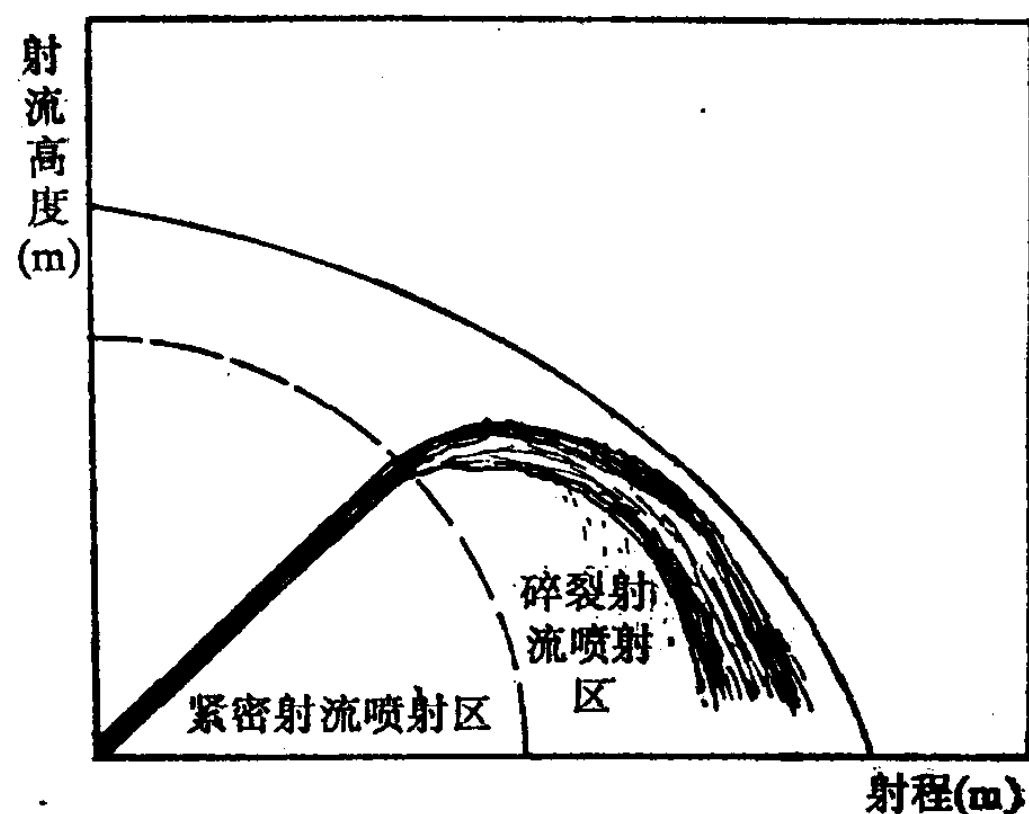


图2—1—3 密集射流不同程度的充实水柱

扑救室外火灾时，火场上要求充实水柱长度为10~15m，扑救室内火灾时，要求充实水柱长度为7—10m。充实水柱长度太小，由于火焰作用，消防员要受烧伤；太大时，由于水枪的反作用力大，消防员拿不住。

二、直流水枪的出流量

直流水枪的出流量和水枪喷嘴压力的关系可用下式表示：

$$Q = \mu A \sqrt{2gH} \quad (2-1-7)$$

式中：

Q ——水枪喷嘴出流量 (m^3/s)；

μ ——流量系数， μ 一般在0.98—1之间；

A ——水枪喷嘴面积 (m^2)；

H ——水枪喷嘴压力 (10^4Pa)；

g ——重力加速度， $g = 9.8 (\text{m}/\text{s}^2)$ 。

为便于在消防上的应用，如喷嘴直径 d 用mm表示，流量 Q 用L/s表示，则上述公式可改写成：

$$Q = \mu \cdot \frac{\pi d^2}{4} \sqrt{2gH} = 0.003477 \mu d^2 \sqrt{H}$$

$$Q^2 = 0.000012106 \mu^2 d^4 H$$

$$\text{令 } 0.000012106 \mu^2 d^4 = \beta$$

$$\text{则 } Q^2 = \beta H$$

$$\text{即 } Q = \sqrt{\beta H} \quad (\text{L/s}) \quad (2-1-8)$$

表 2—1—3 中所列β值是当μ = 1、流量以L/s计时的数值。

表 2—1—3 不同直径水枪流量系数β值

水枪喷嘴直径 (mm)	13	16	19	22	25	30	35
β 值	0.346	0.793	1.577	2.836	4.728	9.806	18.167

如果水枪喷嘴是其它不同的流量系数时，则表中的β值应乘以该水枪喷嘴之μ²。

为了设计和火场供水节省时间和运算方便，现将不同喷嘴直径的水枪、喷嘴压力、流量与其相应的充实水柱长度之间的换算列成表 2—1—4。

表 2—1—4 直流水枪密集射流水力数据表

有效射程 (m)	喷嘴直径 13mm		喷嘴直径 16mm		喷嘴直径 19mm		喷嘴直径 22mm		喷嘴直径 25mm	
	压力 (10⁴p.)	流量 (L/s)	压力 (10⁴p.)	流量 (L/s)	压力 (10⁴p.)	流量 (L/s)	压力 (10⁴p.)	流量 (L/s)	压力 (10⁴p.)	流量 (L/s)
6.0	8.1	1.7	8.0	2.5	7.6	3.5	7.5	4.6	7.5	5.9
7.0	9.6	1.8	9.2	2.7	9.0	3.8	8.7	5.0	8.5	6.4
8.0	11.2	2.0	10.5	2.9	10.5	4.1	10.0	5.4	10.0	6.9
9.0	13.0	2.1	12.5	3.1	12.0	4.3	11.5	5.8	11.5	7.4
10.0	15.0	2.3	14.0	3.3	13.5	4.6	13.0	6.1	13.0	7.8
11.0	17.0	2.4	16.0	3.5	15.0	4.9	14.5	6.5	14.5	8.3
12.0	19.0	2.6	17.5	3.8	17.0	5.2	16.5	6.8	16.0	8.7
12.5	21.5	2.7	19.5	4.0	18.5	5.4	18.0	7.2	17.5	9.1
13.0	24.0	2.9	22.0	4.2	20.5	5.7	20.0	7.5	19.0	9.6

续表 2—1—4 直流水枪密集射流水力数据表

有效射程 (m)	喷嘴直径 13mm		喷嘴直径 16mm		喷嘴直径 19mm		喷嘴直径 22mm		喷嘴直径 25mm	
	压力 (10^4 p.s.)	流量 (L/s)	压力 (10^4 p.s.)	流量 (L/s)	压力 (10^4 p.s.)	流量 (L/s)	压力 (10^4 p.s.)	流量 (L/s)	压力 (10^4 p.s.)	流量 (L/s)
13.5	26.5	3.0	24.0	4.4	22.5	6.0	21.5	7.8	21.0	10.0
14.0	29.5	3.2	26.5	4.6	24.5	6.2	23.5	8.2	22.5	10.4
15.0	33.0	3.4	29.0	4.8	27.0	6.5	25.5	8.5	24.5	10.8
15.5	37.0	3.6	32.0	5.1	29.5	6.8	28.0	8.9	27.0	11.3
16.0	41.5	3.8	35.5	5.3	32.5	7.1	30.5	9.3	29.0	11.7
17.0	47.0	4.0	39.5	5.6	35.5	7.5	33.5	9.7	31.5	12.2
17.5	53.0	4.3	43.5	5.9	39.0	7.8	36.5	10.1	34.5	12.8
18.0	61.0	4.6	48.5	6.2	43.0	8.2	39.5	10.6	37.5	13.3
19.0	70.5	4.9	54.5	6.6	47.5	8.7	43.5	11.1	40.5	13.9
19.5	82.0	5.3	61.5	7.0	52.5	9.1	47.6	11.7	44.5	14.5
20.0	98.0	5.8	70.0	7.5	59.0	9.6	52.5	12.2	48.5	15.2

第二节 水带与水带的压力损失

水带是常用的供水器材。按材质可分为麻质水带、胶里水带和尼龙（锦纶）水带；按其直径大小可分为50mm、65mm、75mm和90mm四种。每条水带的标准长度为20m。用水带接口连接。

如图2—2—1所示，在水带线路内安装若干压力表，每个压力表所测得的压力就是那一点的压力。在水不流动的时候，各点所测得的压力都相同。在水流动时，线路上的压力是沿着水流动的方向逐渐减小。水力学上把这种逐渐减小的压力叫压力损失。

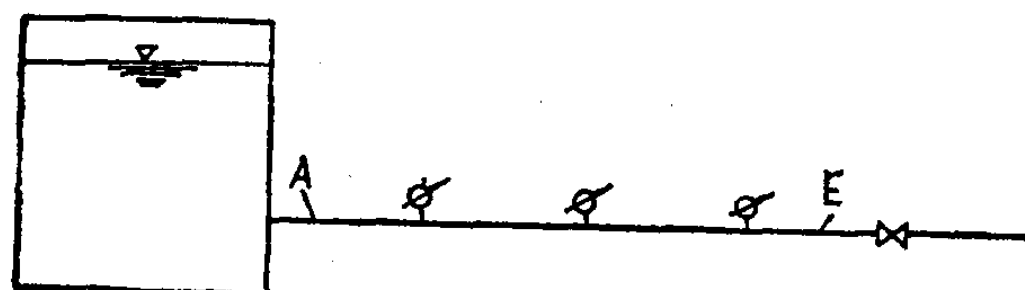


图2—2—1 水带压力损失