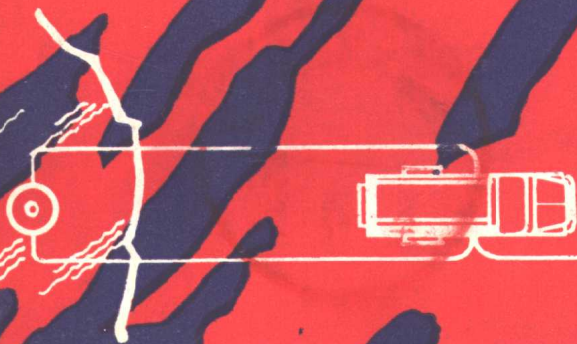


消防给水

XI A O F A N G

GUO JIA



消 防 给 水

朱 吕 通 编著

中国建筑工业出版社

本书主要内容是介绍消防给水设计、泡沫消防给水设计、火场消防供水以及简易消防给水设施等知识。可供设计和建设部门有关专业的工程技术人员、大专院校的给水排水和建筑专业师生以及消防人员参考。

消 防 给 水
朱吕通 编著

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
中国建筑工业出版社印刷厂印刷(北京阜外南礼士路)

*

开本:787×1092毫米 1/32 印张:10¹/₈ 字数:227千字

1980年9月第一版 1980年9月第一次印刷

印数:1—9,720册 定价:0.81元

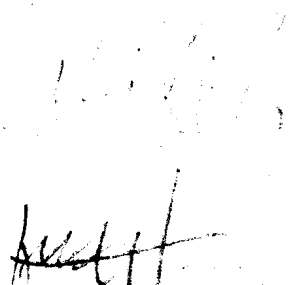
统一书号:15040·3787

前 言

水是主要灭火剂，消防给水系统的完善程度和火场供水技术直接影响扑灭火灾的效果。

为了保护我国社会主义建设和人民生命财产的安全，适应当前消防给水设计和建设、教学和火场灭火的需要，作者在总结消防给水教学实践的基础上，写了这本《消防给水》。

本书介绍了设计常用公式和技术数据，城市和工矿企业室外消防给水设计、工业和民用建筑室内消防给水设计、石油化工厂和油库泡沫消防给水设计、火场消防供水以及消防给水设施管理等知识，供读者参考。



目 录

前 言

第一章 消防水力学	1
第一节 水的物理化学性质	1
第二节 消防静水力学	4
第三节 消防动水力学	21
第二章 消防水枪射流	37
第一节 直流水枪喷嘴构造	37
第二节 直流水枪喷嘴流量和水压	39
第三节 直流水枪的密集射流	43
第四节 直流水枪密集射流的反作用力	56
第三章 水带系统的水力计算	60
第一节 水带水头损失	60
第二节 水带系统水头损失计算	65
第三节 消防车水泵的压力计算	71
第四节 消防车供水能力	73
第四章 消防给水管网水力计算	83
第一节 管道水头损失	83
第二节 管网水力计算	96
第五章 消防水泵	105
第一节 离心系的构造和作用原理	105
第二节 离心系的基本参数	106
第三节 离心系的特性	111
第四节 离心系的并联和串联	119
第五节 离心系的选择	122

第六节 消防泵的安装及事故排除	122
第六章 室外消防给水	127
第一节 室外消防给水系统	127
第二节 室外消防给水管网的形式	130
第三节 室外消防用水量	134
第四节 室外消火栓	139
第五节 室外消防给水管网设计要求	141
第六节 消防泵站	143
第七节 消防水池	148
第七章 室内消防给水	150
第一节 室内消防给水设置原则	150
第二节 高层和低层建筑室内消防给水的划分	151
第三节 低层建筑室内消火栓给水系统	153
第四节 高层建筑室内消火栓给水系统	162
第五节 室内消火栓给水系统的安全设施	170
第六节 自动喷水消防给水系统	173
第七节 水幕消防给水系统	189
第八节 气压消防给水系统	196
第八章 城市郊区和农村消防给水设施	206
第一节 城市郊区和农村简易消防给水系统	206
第二节 城市郊区和农村地面水简易消防给水设施	208
第三节 城市郊区和农村地下水简易消防给水设施	212
第九章 石油化工厂消防给水	216
第一节 消防站	216
第二节 消防给水设施	219
第十章 泡沫消防给水设施	228
第一节 空气泡沫消防给水设施	229
第二节 氟蛋白泡沫消防给水设施	269
第三节 抗溶性泡沫消防给水设施	275

第十一章	火场供水	281
第一节	消防泵的压力估算	281
第二节	接力和运水的选择法	284
第三节	消防泵与排吸器的联合使用	288
第四节	消防给水管道的运用	291
第五节	火场供水力量的估算	293
第六节	火场供水指挥	299
第十二章	消防供水工作	302
第一节	消防给水系统的审查和管理	302
第二节	消防供水图	306
第三节	水源手册	307
附 录		309
附录一	常用单位换算表	309
附录二	金属圆筒形立式罐容量与直径、高度、周长、 面积之间的关系	310
附录三	遇水燃烧物质	311
附录四	面积、周长、体积、表面积的计算	313

第一章 消防水力学

消防水力学是研究消防给水实践中水的平衡和运动的一门应用科学。本章仅介绍水的一般性质、消防水力学的一般知识以及在消防给水和火场供水常用的基本公式。

第一节 水的物理化学性质

水在常温下是无色无味无臭的液体。水有一定的体积，无一定形状，几乎不能压缩，但能传递压力。其主要的物理化学性质如下：

一、容重

水在4°C时体积最小，容重最大。此时1升纯净的水重为1公斤。

若水中含有杂质，水的容重就会发生变化。如海水中含有盐分就比淡水重，一般海水容重为1.03公斤/升。

水的容重随着温度变化亦有变化。如50°C时水的容重为0.988公斤/升；100°C时水的容重为0.958公斤/升。

二、水的三态变化

水在常温下为液体；在常压下、水温超过100°C时，蒸发成汽体；水温下降到0°C时，即凝结成固体，称为冰。

水的热容：要水升高温度需要加热，1升水温度升高1°C，需要吸收热量1000卡。水的热容量比其他液体热容量都大。液体的比热以水为基准，将水的比热作为1，则其他液体的比热均小于1。水的热容量最大，灭火冷却效能最好。

水的汽化热：水由液体状态变成汽体，需要吸收热量。1 升水变成水蒸汽，需要吸收 539 千卡的热量。将水射向火源，有良好的降温作用。同时，水变成水蒸汽，体积扩大 1725 倍，且水蒸汽为惰性气体，占领燃烧区空间，具有隔绝空气的窒息灭火作用。

水的冰点：纯净的水，温度下降到 0°C ，开始凝结成冰。水结成冰，水分子间的距离增大，体积随之扩大。

含有食盐或氯化钙的水，冰点将降低。含量越多，冰点越低，如表 1-1 和表 1-2。

含有食盐的水的冰点

表 1-1

食盐含量(%)	1	5	10	15	20	25
冰点 ($^{\circ}\text{C}$)	-0.5	-3.5	-7.5	-11	-14	-17

含有氯化钙的水的冰点

表 1-2

氯化钙含量 (%)	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
冰点($^{\circ}\text{C}$)	-1.5	-3	-5	-8	-16	-20	-24	-28	-38	-43

在流动状态的水不易结冰，因为水的动能将部分地变成热能。为不使水带内的水冻结成冰，在冬季火场转移阵地时，不要关闭水枪。

三、湿润

水的分子之间有相互的吸引力使水面形成表面张力。若水与固体物质接触，当水分子之间的吸引力小于水分子与固体物质之间的吸引力时，水将渗浸固体物质，使其湿润难燃，如水与木材、纸张接触。若水分子之间的内聚力大于附

着力时，水就不易湿润固体物质，如水与棉花、油毡接触。因此，灭火效果就较差。为了增加效果，可在水中加入适量拉开粉，以提高水的湿润能力。

四、溶解

溶质在水中扩散称为溶解。溶解与分子结构有关。同水分子结构相似的物质易溶于水，如食盐、糖、丙酮、乙醇（酒精）、乙醚等。与水分子结构不同的物质不易溶于水或不溶于水，如汽油、煤油、苯等。

用水可以扑灭易溶于水的固体物质的火源，用水可以冲淡易溶于水的液体，使着火的液体得到控制或扑灭。

用水可以保护比水重的不溶解的可燃液体，如用水层保护二硫化碳。但比水轻的不溶于水的易燃、可燃液体，易在水面扩散，给灭火工作带来不少困难。但如扑救方法得当，仍能控制和扑灭火灾，如用雾状水可有效地扑灭可燃液体火灾。

五、导电性

纯净的水，电阻率很大，为不良导体。纯净水的开花射流和喷雾射流可以扑灭电压较高的电气设备火灾。而一般的水都含有各种杂质，因此，导电性能各不相同。如某地在水温为7°C时，所测定的几种水的电阻率如表1-3。

几种水的电阻率 表 1-3

水的类型	水的电阻率 (欧姆-厘米)	备 注
蒸馏水	157080	
自来水	3455	某市自来水
清清的河水	1925	不流动的小河水
近钢厂河水	1540	某市钢厂
自来水掺入少量盐或酸	50	自来水的水电阻率为3455欧姆-厘米

从表 1-3 可见，水中含有杂质，电阻率减少，导电性能增大。一般自来水可用于带电电气设备火源的灭火，但含杂质多的自来水不宜用。

消防水柱射流，截面积增大，导电性能亦随之增大。天然水体（往往含有杂质）为良导体。流散于地面上的水均能导电，应防止触电。

六、分解

水由氢、氧两元素组成。氢为可燃气体，氧为助燃气体，爆炸威力大、范围广。一旦若水分解成氢气和氧气时，没有可靠的防范措施，会造成火灾爆炸事故。如火场上的消防水柱射流触及高温设备，水滴瞬间气化，体积突然扩大，会造成物理性爆炸事故。此时若遇水量不大，热量很大，水的温度继续上升到 1500°C 以上时，水汽将会迅速分解为氢气和氧气发生化学性爆炸。

七、化学反应

水与某些化学物品作用能起化学反应（见附录三），发生燃烧或爆炸。

水与某些物质起化学反应产生可燃气体，并放出大量热量而发生燃烧或爆炸。

某些物质与水（或潮气）接触会发生自燃起火。

水与某些物质接触还会产生有毒气体。

因此消防给水设计和火场用水扑救过程中应予以注意，并采取相应措施，防止发生事故和火势扩大。

第二节 消防静水力学

静水力学是研究水在静止状态中力的平衡规律的应用科学。本节将介绍消防给水中经常遇到的静水力学知识。

一、水压

水对容器壁和底部的压力称为水压。单位面积上所受到的压力称为压强。压力通常用公斤/厘米²、大气压、米水柱或汞柱表示。当压力等于1公斤/厘米²时称为1个工程大气压力。这个大气压力等于735.56毫米高汞柱的压力，也等于10米高水柱的压力。即1大气压力=1公斤/厘米²=10米水柱高=735.56毫米汞柱高。

静水压力垂直于受压面，即垂直作用于容器壁上，水中任取一点，它的所有方向上的静水压力均相等。

静止的水对一定深度截面上水的压力与水的深度（垂直于水平面的高度）成正比，它与容器的形状、大小无关。

水中任意一点的静水压力计算公式为：

$$P = P_0 + \gamma h \quad (1-1)$$

式中 P ——水中任意一点的压力（公斤/厘米²）；

P_0 ——静水自由表面上的压力（公斤/厘米²）；

γ ——水的容重（公斤/厘米³），一般计算时 $\gamma =$

$$1 \text{ 克/厘米}^3 = \frac{1}{1000} \text{ 公斤/厘米}^3;$$

h ——受力点与水平面的垂直高度即深度（厘米）。

在自由液面上为大气压力的开口容器中，通常只考虑液体内部的相对压力，因为大气压力既作用于外面，也作用于里面，而在器壁上只有液体本身的压力，因此式1-1可写成：

$$P' = \gamma h \quad (1-2)$$

式中 P' ——水的压力（公斤/厘米²）；

γ ——水的容重（公斤/厘米³）；

h ——水的深度（厘米）。

【例】 有一工厂建筑一座水塔，在水塔底部接出的一根

管道上，设置一个消火栓。水塔内水面保持静止时比消火栓接口处高出25米。求消火栓接口处的水压多大。

【解】 水的容重为 0.001 公斤/厘米³

$$P' = \gamma h = 0.001 \times 25 \times 100 = 2.5 \text{ 公斤/厘米}^2$$

$$= 25 \text{ 米水柱}$$

二、静水压力图

在解决很多实际问题时需要绘制静水压力图。从静水压力基本方程式 $P = P_0 + \gamma h$ 可以看出是一直线方程式。而 $P' = \gamma h$ 是通过座标原点的直线方程式。见图1-1。

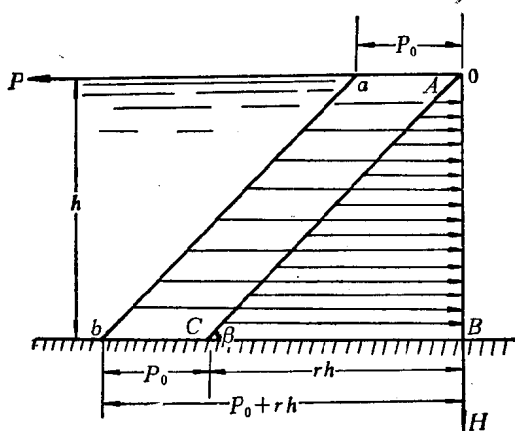


图 1-1 绝对静水压力和相对静水压力图

绘制垂直平壁 AB 的绝对静水压力图和相对静水压力图的方法如下：

设 AB 壁水深为 h 。取水面与垂直壁 AB 相交点 O 为座标原点。在与静水压力方向相同的水平轴向上用比例尺作出静水压力线，而其垂直轴则相当于水的深度 h 。第一点取在 $h = 0$ 、 $P = P_0$ 水面上的 a 点，而第二点取在 $P = P_0 + \gamma h$

的底端的 b 点，将 ab 两点连成直线，则得垂直于平面壁上的梯形 $AabB$ 的绝对静水压力图。用此静水压力图就可以决定任意水深处的静水压力。

用同样的办法，可以作出相对静水压力图。取 $h = 0$ 和 $P' = 0$ 的水面 0 点，再取 $P' = \gamma h$ 的底端 C 点，将 $0C$ 两点相连，即得相对静水压力图 ACB 三角形。当 $\gamma = 1$ （水的容重为 1 吨/米^3 ）时，则相对静水压力图为倾斜角 $\beta = 45^\circ$ 的等腰三角形。较水为轻的液体（如汽油），则其倾斜线 $0C$ 将较陡，而 β 角大于 45° 。较水为重的液体（如汞），其倾斜线 $0C$ 则较平缓 β 角小于 45° 。

【例】 一容器内装有两种不相混合的液体，其深度各为 h_1 （上层）和 h_2 （下层），容重 $\gamma_1 < \gamma_2$ （上层为汽油、下层为水）。如图1-2。试绘出容器壁上的相对静水压力图。

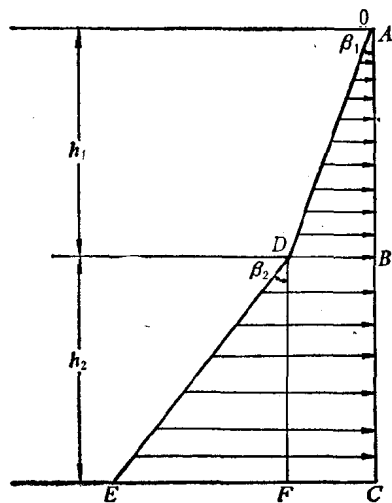


图 1-2 两种不相混合液体静水压力图

【解】 上层液体相对静水压力图是三角形 ADB ，其 B 点处的横坐标为： $P_1 = \gamma_1 h_1$ ，并且 $\tan \beta_1 = \frac{\gamma_1 h_1}{h_1} = \gamma_1$ 。下层液体 BC 壁上的相对静水压力图是梯形 $DBCE$ ，其 D 点的横坐标 $P_1 = \gamma_1 h_1$ ，而 E 点的横坐标 $P_2 = \gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2$ ， DE 与 DF 的夹角为 β_2 ， $\tan \beta_2 = \frac{EF}{DF} = \frac{\gamma_2 h_2}{h_2} = \gamma_2$ 。可见容器壁 AC 上的相对静水压力图是：倾角 $\beta_1 < \beta_2$ 的 $ADEC$ 所包括的多边形。

三、平面壁上水的总压力

总压力数解法：

设平面壁面积为 F 与水平方向成 α 角，如图 1-3。为推论方便，将平面壁绕 AB 轴转 90 度，并绘成平面图。平面与自由水面交线为 AA' 。设图形的中心为 O ， O 点距自由水面的垂直深度为 h_0 。

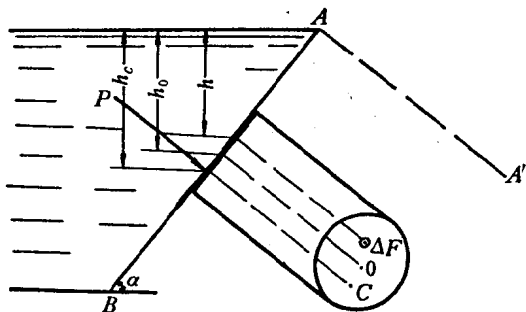


图 1-3 平面壁上总压力分解图示

在图上选出距自由水面深度为 h 的小面积 ΔF 。在 ΔF 内相对静水压力可视为不变。在 ΔF 面积上水的总压力为 $\Delta P = \gamma h \Delta F$ 。整个平面壁上水的总压力 P 应为全部小面积上 ΔP 的

总和, 即

$$P = \sum \Delta P = \sum \gamma h \Delta F = \gamma \sum \Delta F h \quad (1-3)$$

$\sum \Delta F h$ 值是小面积与其至自由水面距离的乘积之和, 即整个平面壁面积 F 对于自由水面的静力矩。此静力矩等于平面壁面积 F 与其重心至自由水面距离的乘积, 即 $\sum \Delta F h = F h_0$, 则得:

$$P = \gamma F h_0 = F \gamma h_0 \quad (1-4)$$

平面壁上的液体总相对压力等于平面壁的面积 F 与其重心处的相对静水压力 γh_0 的乘积。

若要计入自由水面上的压力 P_0 , 则

$$P = F(P_0 + \gamma h_0) \quad (1-5)$$

水总压力 P 的作用点 C 称为压力中心。

总压力图解法:

取与水平方向倾斜成 α 角的矩形壁, 其宽度为 b , 长度为 l , 水深度为 H , 如图1-4。

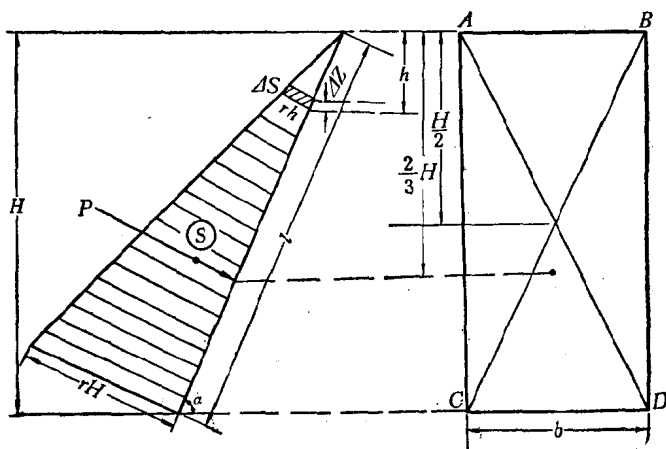


图 1-4 矩形平面静水压力图示

选取深度为 h 处的一小条面积，其宽度为 b ，高度为 ΔZ 。水在此小条上相对静水压力为 $\Delta P = b \Delta Z \gamma h$ 。

整个壁上相对静水压力图是下端横坐标为 γH 的一个三角形；用 γh 表示小条 $b \Delta Z$ 上的压力，则 $\Delta Z \gamma h$ 的乘积是静水压力图上的一小条面积 ΔS 。

ABDC 平面壁的总压力为：

$$P = \sum b \Delta S = b \sum \Delta S = bS$$

水的总压力等于静水压力图的面积 S 与矩形宽度 b 的乘积。

因为总压力 P 是用静水压力图的面积表示，所以静水压力的合力 P 必通过压力图的重心。高度为 l 的三角形重心，位于距底边 $\frac{1}{3} l$ 高度处或距顶点 $\frac{2}{3} l$ 处。即矩形壁的水压力中心的坐标位于矩形对称轴上 $\frac{1}{3}$ 轴高处。

【例】 试求与水平成 α 角的矩形闸门上总静水压力 P 及其作用点（见图1-4）。

【解】 数解法：由式1-4得知，总水压力 $P = F \gamma h_0$ ，因为：

$$F = bl = b \frac{H}{\sin \alpha}, \text{ 而 } h_0 = \frac{H}{2}, \text{ 则}$$

$$\text{总静水压力 } P = \frac{b \gamma H^2}{2 \sin \alpha}$$

$$\text{图解法： } P = bS = b \frac{1}{2} \gamma Hl = \frac{b \gamma H^2}{2 \sin \alpha}$$

闸门上水的相对总静水压力通过压力图的重心。压力图用三角形来表示，三角形的重心位于距三角形顶点 $\frac{2}{3} l$ 距