

有障碍物场所自喷系统喷头布置的应用分析

李毅 杨丙杰

(公安部天津消防研究所 300381)

摘要: 在有障碍物场所布置喷头时, 由于受到障碍物的影响, 喷头布置较密, 而且很难同时满足喷头与顶板以及水平障碍物的距离要求。本文结合规范的规定, 通过举例分析喷头在有障碍物时的布置要求, 从经济性、合理性等方面提出了此类场所喷头布置的一般准则, 供设计人员参考。

关键词: 障碍物 喷头布置 水力计算

1 前言

在工程设计中, 设计人员经常遇到结构为“十字梁”或“井字梁”的一些场所, 比如车库或者商场等, 这一类场所通常不做吊顶, 自动喷水灭火系统通常采用直立型喷头。在进行喷头布置时, 由于受到梁、通风管道等障碍物的影响, 喷头布置较密, 很难同时满足喷头与顶板以及与水平障碍物的距离要求。《自动喷水灭火系统设计规范》(以下简称《规范》)(GB50084—2001, 2005 版)第 7.1.3 条第 4 款规定: 净空高度不超过 8m 的场所中, 间距不超过 4×4 (m) 布置的十字梁, 可在梁间布置 1 只喷头, 但喷水强度仍应符合《规范》的规定。这在喷头布置上方便了设计人员的选择。

2 喷头布置

工程设计中, 喷头布置是关系到系统能否成功控、灭火的重要因素之一。喷头布置间距过大, 会影响喷头的动作响应时间, 对系统控灭火不利; 喷头布置过密, 则喷头动作后可能会淋湿相邻的喷头, 造成喷头跳跃开放, 这是系统灭火时最忌讳的现象。因此, 《规范》对于喷头布置有最大间距和最小间距的要求。国外标准还规定, 当喷头布置间距较小时, 可采用中间加设挡水板的做法, 并规定了挡水板的耐火极限和规格尺寸等。

《规范》第 7.1.2 条的规定, 是顶板为水平光滑且无障碍物情况下喷头布置应遵循的准则。有障碍物下的喷头布置, 在执行 2001 年版《规范》时, 喷头布置较为困难, 遇到的问题是: 喷头溅水盘与顶板的距离和喷头与梁、通风管道等障碍物的距离很难同时满足《规范》的规定, 即很难同时满足《规范》第 7.1.3

条和第 7.2.1 条的规定。针对此问题,《规范》在 2005 年进行局部修订时,规定在净空高度不超过 8m 的场所中,对于间距不超过 4×4 (m) 布置的十字梁,可在梁间布置 1 只喷头,但喷水强度仍应符合规范的规定。如果按照 2001 年版的规范,则在 4m×4m 的梁间需布置 4 个喷头,除喷头布置较为困难外,作用面积内的喷头数量也大大增加,造成实际喷水强度远大于设计喷水强度,系统用水量增加,资源浪费。

需要说明的是,对于喷头 4m×4m 的间距,应仅适用于有障碍物时的喷头布置,不能推而广之,除非采用扩大覆盖面积喷头,其布置间距较标准覆盖面积喷头大。对于顶板为光滑水平的楼板/吊顶时,喷头布置间距仍应按照《规范》第 7.1.2 条的规定执行。另外,4m×4m 的间距应是梁中心线之间的距离,而不是梁间的净距,以防止系统保护范围内喷头洒水出现漏喷空白点。

本文通过举例计算,对比新、老两版《规范》优化喷头布置后对系统设计流量的影响。

3 水力计算举例分析

某地下车库,无吊顶,主梁间距 8m×8m,次梁间距 4m×4m。火灾危险等级为中 II 危险级,喷水强度 8L/min·m²,作用面积 160 m²,采用直立型喷头。结构梁符合《规范》第 7.1.3 条第 4 款的规定。由于可在 4m×4m 的梁间距内布置 1 只喷头,因此一只喷头的保护面积为 16m²,作用面积内的喷头数为 160/16 = 10 (只),喷头间距为 4m,支管上喷头布置个数为 $1.2 \times \sqrt{160} / 4 = 3.79$ (个),取 4 个,则实际长边长度为 16m,大于 $1.2 \times \sqrt{160} = 15.17$ (m),短边长度围 160/16 = 10 (m),计算支管的数量为 10/4 = 2.5 (排),取 3 排,作用面积的划分符合规范要求,见图 1 所示。

由于喷头的保护面积较大,为降低系统工作压力,拟采用流量系数 K=115 的扩大覆盖面积洒水喷头。最不利点处喷头的工作压力,应根据喷头的保护面积和喷水强度经计算确定,不应再选用 0.1MPa。因此节点 1 的工作压力为 $(16 \times 8 / 115)^2 / 10 = 0.13$ (MPa),系统的水力计算结果见表 1 所示。

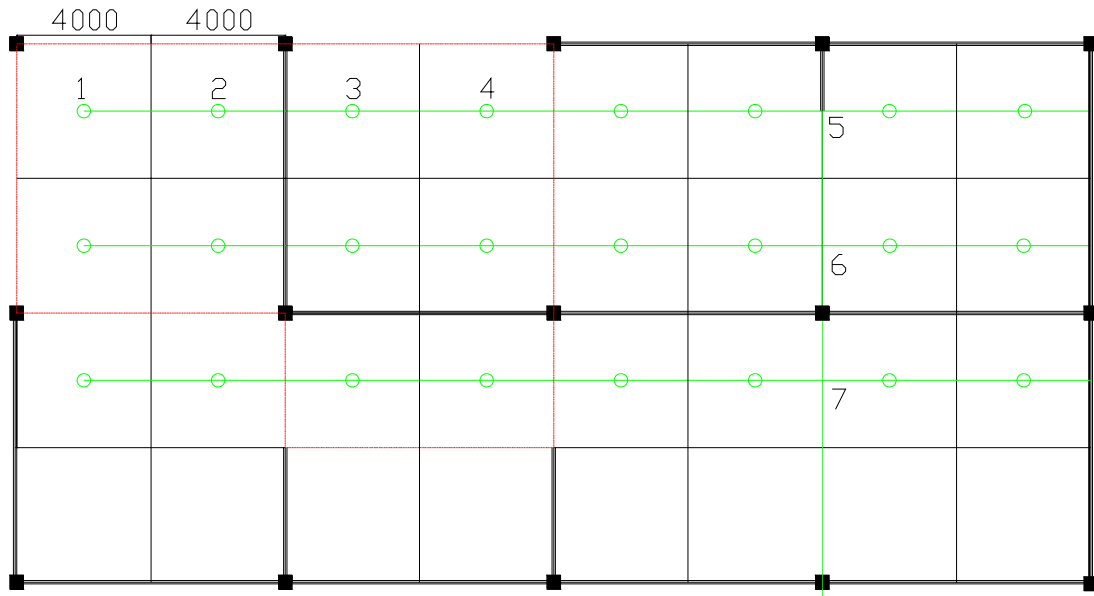


图 1 车库喷头布置图（虚线表示作用面积范围线）

表 1 管道水力计算结果

节点 或管 段	节点 压力 (MPa)	节点 流量 (L/s)	支管 特性 系数	校正 流量 (L/s)	管段 流量 (L/s)	流速 (m/s)	管径 (mm)	管件当 量长度 (m)	管道 长度 (m)	计算 长度 (m)	水头 损失 (MPa)
1	0.13	2.18									
1~2					2.18	2.71	32	0	4	4	0.03
2	0.16	2.42									
2~3					4.60	3.66	40	0	4	4	0.04
3	0.20	2.71									
3~4					7.31	3.72	50	0	4	4	0.03
4	0.23	2.90									
4~5					10.21	2.60	70	3.1	10	13.1	0.03
5	0.26	10.21									
5~6					10.21	2.60	70	0	4	4	0.01
6	0.27	10.21	6.21	10.40							
6~7					20.61	4.10	80	0	4	4	0.02
7	0.29	5.61	3.48	5.92							
7~					26.53	3.38	100				

由计算结果分析，该车库自动喷水灭火系统的理论秒流量为 $Q = 8 \times 160 / 60 = 21.33$ (L/s)，实际秒流量 $Q' = 26.53$ L/s，实际喷水强度为

9.95L/min·m²，相差 1.24 倍，考虑到喷头工作压力受管道沿程阻力损失和局部阻力损失的影响，因此实际喷水强度与理论喷水强度的差别应在可接受的范围内。如果按照 2001 年版《规范》设计，则作用面积内需布置喷头 23 个，拟选用流量系数为 $K=80$ 的喷头，最不利点喷头处的工作压力按 0.05MPa（无论采用哪种类型的喷头，喷头的工作压力均不应低于 0.05MPa）计算，则计算可得系统实际秒流量 $Q=33.44\text{L/s}$ （水力计算略），实际喷水强度为 12.54 L/min·m²，相差 1.57 倍。由此可见，按《规范》第 7.1.3 条第 4 款布置喷头，对于减小管网管径、降低系统流量、优化系统布置等具有明显的效果。

4 《规范》第 7.1.3 条的分析

《规范》（2005 年版）批准实施后，设计人员对于第 7.1.3 条的理解不一，反响较大。其中第 1 款规定，当在梁或其它障碍物底面下方的平面上布置喷头时，溅水盘与顶板的距离不应大于 300mm，同时溅水盘与梁等障碍物底面的垂直距离不应小于 25mm、不应大于 100mm。此款是针对梁的高度不超过 300mm 的情况时，喷头可直接布置在梁下，但应保证喷头溅水盘与顶板的距离不超过 300mm，同时与梁底的距离为 25~100mm。美国消防协会标准 NFPA 13《自动喷水灭火系统安装标准》也有类似的规定，不同的是 NFPA 13 规定当梁的高度不超过 550mm 时，喷头可直接布置在梁下，并且喷头溅水盘与顶板的距离不超过 550mm，同时与梁底的距离为 25~100mm。

当梁的高度超过 300mm 时，应执行第 2 款的规定，即喷头只能在梁间布置。在梁间布置喷头时，由于受梁高度的影响，发生火灾时产生的烟气较平顶板下更易于挡烟蓄热，因此喷头溅水盘与顶板的距离允许扩大到 550mm，同时应满足喷头与梁的水平距离要求。当不满足时，应在每个梁格间布置喷头，并在梁底增设喷头。由于增设的喷头是用于弥补喷头洒水受到遮挡的影响，并不属于作用面积内的喷头，因此增设的喷头不应叠加到系统的设计流量中。在梁格间布置的喷头，由于喷头的实际保护面积较小，因此可采用流量系数较小（如流量系数 $K=56$ ）的喷头，以降低作用面积内喷头的用水量。在执行第 2 款时，应确保喷头溅水盘不低于梁的底面。值得注意的是，这两款规定应仅适用于标准覆盖面积喷头和扩大覆盖面积洒水喷头的布置。对于其它类型的喷头，比如大水滴喷头或 ESFR 喷头，由于系统控灭火效果与喷头布置有很大的关系，因此应严格执行相应条文的规定。

密肋梁板下布置喷头时，设计人员对于密肋梁的判定较难把握，查阅国家标

准《混凝土结构设计规范》(GB50010—2002),也无有关密肋梁的定义。据了解,一般钢筋混凝土结构,密肋梁的中心间距一般为 900~1250mm,楼板厚加梁高的总高度为 360~420mm。《规范》第 3 款规定:“密肋梁板下方的喷头,溅水盘与密肋梁板底面的垂直距离,不应小于 25mm、不应大于 100mm”中的“密肋梁板底面”,应是“板底”而不是“梁底”,见图 2 所示。同时,喷头与密肋梁的距离仍应符合《规范》第 7.2.1 条的规定,当不符合时,应在梁底增设喷头。NFPA 13 规定,对于一些间距为 900~2300mm 的混凝土结构梁,不管梁的高度是多少,当在梁板下布置时,喷头溅水盘不应低于梁的底面,且与梁底部的垂直距离不超过 25mm。

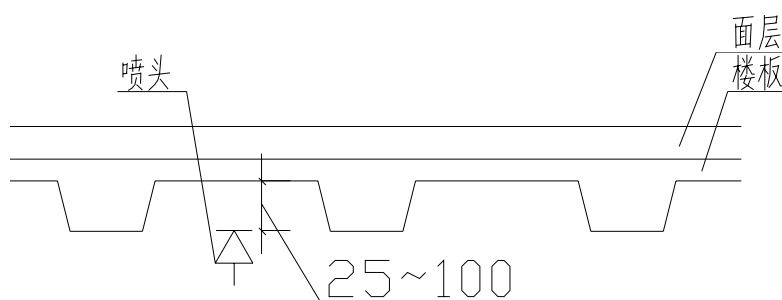


图 2 密肋梁板喷头布置图

5 结论

喷头的布置关系到系统能否及时动作,是系统能否成功控灭火的关键。在布置喷头时,首先应确保喷头的洒水范围内不留漏喷空白点,其次是确保喷水强度不低于规范的规定,第三是应避免喷头洒水受到周围障碍物的影响。对于有障碍物场所喷头的布置,以下几点可供设计人员参考:

1) 有障碍物结构下喷头布置时,尤其是一些“十字梁”或“井字梁”结构,设计人员首先应参照喷头的流量特性曲线,确保一只喷头的保护面积不小于梁格围合的面积,在此基础上选取喷头。为降低系统工作压力,可选用标准覆盖面大流量喷头或扩大覆盖面积洒水喷头。

2) 梁格间布置 1 只喷头时,对于一些“井字梁”结构,由于喷头的保护面积较小,易于满足规范喷水强度的要求。因此可采用流量系数较小的喷头或控制喷头工作压力,但应确保不低于 0.05MPa,以降低系统用水量。配水管入口压力超过 0.40MPa 时,可采用放大配水支管管径的方法进行调整。

3) 有障碍物结构下喷头布置时,如果喷头的洒水受到障碍物的遮挡,则应在障碍物下方增设喷头,增设的喷头可不叠加到系统的设计流量中。

参考文献:

- 1 GB50084—2001（2005年版） 自动喷水灭火系统设计规范. 北京：中国计划出版社，2001。
- 2 张勤，范海英.肋梁楼板无吊顶场所自动喷水灭火系统设计，给水排水，Vol.32 NO.9 2006。

——本文发表于《消防科学与技术》（2009年第10期）