维普资讯 http://www.cqvip.com

高、大型建筑自动消防设计探讨

潘振钦

（厦门中建东北设计院）

高、大型公共建筑、工业厂房、储存仓库等随着我国经济建设的发展不断涌现，这些建筑物无论在体型大小、空间高度使用功能、装修标准等方面均较过去50～70年代修建的同类建筑更具现代化，大型化，非标准化。

高大空间的民用建筑如：大型剧场、会展中心、大会堂、博物馆等。生产性建筑如：各种生产类别的工业厂房、飞机维修库、储存仓库、飞机发动机车间等这些建筑不仅体型大，高度高，除普通生产厂房和储存仓库外大都有较高的装修标准，同时也是使用功能复杂、人员密集、火灾隐患大的大型空间建筑。

自动喷水灭火系统设计规范第4、3、2条规定："室内净空高度超过8.0m的大空间建筑，在其顶板或吊顶下可不设喷头"本条主要参照日本消防法规关于大型剧场观众厅的喷头布置而提出来的，主要考虑到喷头安装高度太高热敏元件将达不到预期效果。

作者认为此条规定适用于某些建筑的中庭或是共享空间等，而不适用于各种高、大空间建筑。

无凝在高大型建筑内采用普遍型喷头的自动喷水灭火系统是无法达到控火、灭火的目的，更不能套用《自喷》规范第4、3、2条的规定不设喷头，不加保护。应该根据建筑物（或构筑物）的使用功能、火灾危险性、建筑物体型高度等督促检查情况综合考虑建筑防火设计方案和消防技术措施。

建筑物的防火安全设计是一门综合性科学，是由多专业（建筑、结构、空调、电气、给排水专业）共同采取防范措施的综合体现，而直接参与扑灭火灾的当属各种自动消防灭火系统。

鉴于我国国情和经济体制的关系，目前对于上述高大空间建筑无论在消防设计技术、产品开发和研制、火灾报警及联动控制、规范管理等各方面与国外相比尚存在一定差距。

以水为灭火剂的自动喷水灭火系统在各种类型建筑中（除不能用水扑救的建筑或部位外）都是有效也是最经济的。高大空间建筑自动喷水灭火系统应用技术的研究中关键是喷头构造和性能的技术研究。因为喷头起着探测火灾、喷水灭火的作用，灭火效果在很大程度上取决于喷头的选择和布置的合理性，因此，目前许多国家均在大力研制和开发各种性能喷头，如：快速响应大水力喷头；大水滴喷头；自动启、闭喷头；大覆盖面侧墙型喷头等等，有了具有各种特性的喷头问世才能使自动喷水灭火系统应用范围更广，灭火更安全、可靠。例如：目前被美国消防协会NFPA－231认可的ESFR喷头的应用对于大型高架仓库以及空间高度不超过12.0m的大型建筑的自动喷水灭火系统的功能更完善，灭火更安全可靠。

列举以下数例，意在说明高度超过8.0m的大型空间如何应用自动喷水灭火系统加以保护的设计技术措施；另一方面意在呼吁有关科研、设计、生产部门更多地投入研制、开发我

维普资讯 http://www.cqvip.com

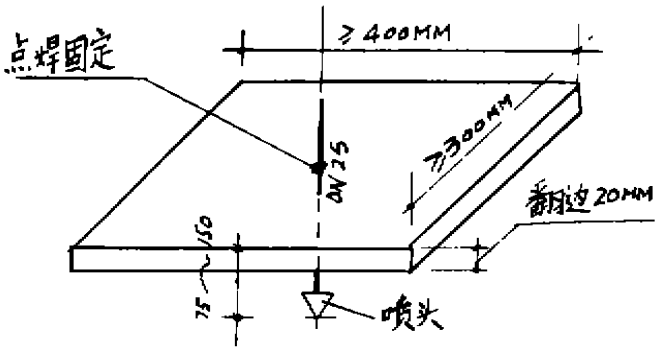
国自己的特种性能喷头，以完善和提高自动喷水灭火系统功能。

实例之一

某工程单层厂房占地面积30,000多平方米，属丙类生产类别，按《建规》规定该厂房除了应设置消火栓灭火系统外、还应设置自动喷水灭火系统，厂房平均高度8.30m，厂房内有四处采光天窗，两处面积为720m²，两处面积为540m²，由于采用竖式天窗，故采光天窗处屋面比其他地方高出3.0m，该处喷头若吊在屋面板下，则喷头距地面高度＞8.0m，喷头热敏元件的动作会受到影响；若选用其他大水力喷头或是快速响应大小水滴喷头的话，一方面国内此类产品缺少，另一方面一个车间内不宜搞二个不同压力的喷淋系统（非采光天窗处仍为普通自动喷水灭火系统），经多次研究比较，决定采用加集热板的辅助技术措施方案予以解决。

集热板系在高架仓库内分层布置喷头时当分层板上有孔洞、缝隙时应在该处喷头上方设置集热板，目的是当发生火灾时为使喷头感温元件能在其上方局部面积内迅速聚热而受到感应及时开放喷水，集热板仅仅是一种辅助技术措施、最后确定方案如下：

厂房内按中危险级设防，满铺喷头，喷头安装高度一律距地面7.6～8.1m，距屋面板内底距离≤300mm（非采光天窗处）；在采光天窗处下方喷头则距采光天窗处屋面板内底为≤3.3m，喷头的热敏元件无法达到预期效果，为此，该处喷头（共约200多个）每个喷头上方均加设集热板。



集热板构造示意

集热板为铝合金金属板或白铁皮板，每块尺寸300×400mm（规范规定集热板面积不应小于1200mm²，最小一边不应小于200mm翻边20mm，见下面示意图），板中钻一小孔，孔径略大于φ25mm镀锌钢管外径、将板套在φ25mm喷头连接支管上，喷头距板内底距离为75～150mm，此时喷头朝下安装，而其它部位不加集热板的喷头均朝上安装。

实例之二

某货运中心原设计层高8.1m，屋顶为金属承重结构，按有关规定设置了自动喷水灭火系统，原设计喷头安装标高距地面7.7m，后因需要业主自行决定将钢屋架连同自动喷水灭火系统管道一起往上抬高2.3m、这样喷头安装高度变成距地面10.0m，消防部门不予验收，后经多方研究采用加层安装自动喷水灭火系统方案、即原已安装的自动喷水灭火系统管道及喷头位置和高度不变，另在下方相同平面、不同高度再增设一层自喷水灭火系统，其喷头设在距地面7.6m高度（吊在屋架下弦下面）。上面一层喷淋系统作为保护钢屋架使用，喷头朝上安装，这样钢屋架可不再涂刷防火涂料等其他防火措施；下面新增的系统作为保护地面上物资使用，但由于喷头距上方屋面板距离达2.8m超过了规范规定的不大于150mm距离要求，因此，在下面一层每个喷头上方均加设一个集热板，集热板做法同上。

实例之三

维普资讯 http://www.cqvip.com

某飞机维修中心，总建筑面积13，868m²，长152m，宽91.5m，屋顶为金属承重构件，坡屋面顶最高高度为35.0m，最低31.5m平均屋面高度33.25m，属Ⅰ类机库，可同时停放或维修二架波音747飞机，由于屋面平均高度达33.25m、面积达13，868m²，其保护对象又是价值连城的飞机，普通的自动喷水灭火系统是无能为力的，按《飞机库设计防火规范的GB50284—98》（以下简称机规）有关规定，针对Ⅰ类机库这样高大空间建筑钢屋架要保护，地面停放或维修的飞机要保护，以及机库建筑、工作人员和消防救援人员的安全均应得到有效的保护。

一般飞机进库时其油箱内载有燃油，在维修过程中可能发生燃油火灾，其火灾危险性大，蔓延速度快，火灾损失大，属严重危险级，按《机规》要求设置了以下自动消防系统：

1.泡沫—水雨淋灭火系统，该系统的任务是冷却屋顶承重金属构件保护钢屋架和扑灭机库地面油火，同时保护工作人员疏散和消防救援人员的安全。

对飞机库的灭火设计要求应是快速反应、快速灭火，美国消防协会NFPA—409飞机库防火标准要求30秒内控制火灾，60秒内扑灭火灾，要在短时间内达到控火灭火，唯有采用自动化程度高、灭火效果好的泡沫—水雨淋系统、采用泡沫—水雨淋系统冷却屋顶承重金属构件可不再喷涂防火隔热涂料、系一举双得的技术措施。

由于飞机停放和维修区占地面积大，Ⅰ类机库一个防火分区允许建筑面积为5，000～30，000m²，如此大面积的机库内泡沫—水雨淋灭火系统若不采取分区限量供水，其消防系统的计算流量非常可观。按《机规》规定，Ⅰ类机库的泡沫—水雨淋系统的泡沫混合液供给强度为6.5L/min/m²，（当采用水成膜泡沫液时），灭火持续时间45分钟，（泡沫混合液连续供给10分钟，随后35分钟喷清水），按上述规定系统计算流量相当可观，因此宜在平面上进行适当分区。

按《机规》要求，一个分区的最大保护地面面积不应大于1，400m²，每个分区应由一套雨淋阀组控制。同时还规定泡沫—水雨淋系统的用水量必须满足以火源点为中心30m半径水平范围内所有分区系统的雨淋阀组同时启动的最大用水量。

因此在机库平面内顺长度方向每10m左右划成一个区共计15个区，每区面积927.2m²＜1400m²，两个机坞头各分一个区，总共17个区由十七组雨淋阀组控制，按最不利着火点为中心30.0m水平半径范围内所有泡沫雨淋喷头同时洒水的要求、其雨淋系统的最大计算消防用水量为588L/S。

2.由于机翼面积大于280m²，按规定还应设置翼下泡沫枪和泡沫枪灭火系统，翼下泡沫枪灭火系统是泡沫—水雨淋系统的辅助灭火设施、其功能是将泡沫直接喷射到机翼和中央机翼下部的地面，控制和扑灭泄漏燃油发生的流散水，同时对机身下部有冷却作用。当采用水成膜泡沫液时，泡沫混合液的设计供给强度不小于4.1L/min/m²，连续供给时间不小于10.0分钟。泡沫枪灭火系统可以与翼下泡沫枪灭火系统合并设置，也可与普通消火栓灭火系统合并设置（此时应自备泡沫液） 泡沫枪采用室内消火栓接口，公称直径DN65mm，消防水带长度不宜小于40.0m，对于任一着火点必须有二支泡沫枪同时到达。当采用水成膜泡沫液时，一支泡沫枪的泡沫混合液流量不小于4.0L/S，连续供给时间不小于20.0分钟，关于机库各种灭火系统设计有关技术问题不再一一介绍。

上述实例仅为了说明在种种不同高大空间生产性建筑内当建筑高度超过8.0m时，如何完善自动喷水灭火系统设计的有关技术措施、对于储存仓库特别是高架仓库等严重危险性建

维普资讯 http://www.cqvip.com

筑自动喷水灭火系统设计（不能用水保护的储存仓库不在此列）更是当前设计中的焦点。以储存丙类物品为例，其储存对象为闪点≥60℃的液体和可燃固体，一旦发生火灾不仅火灾发展迅速，蔓延速度快，造成的火灾损失也大。

高架仓库由于层高，《自喷》规范第4、2、3条要求：（i）设置在屋面板下的喷头间距不应大于2.0m；（ii）货架内应分层布置喷头……；（iii）分层板上如有孔洞、缝隙，应在该处喷头上方设置集热板。

高架仓库分层设置喷头，无论从技术、经济、安装、维护管理诸方面都比普通库房采用自动喷水灭火系统投资大，要求严，维护管理工作量大。能否简化系统设计，减少投资，又能确保灭火安全，是目前许多国家正在进行研究的一个课题。其核心是针对高危险火灾且堆积很多货物的大面积高空间的储存仓库自动喷水灭火系统应采用什么样喷头的问题。

我国目前在这方面的技术投入几乎是空白，而英、美等国在这方面作了大量的研究工作。

目前有美国可靠公司（Reloable）的早期灭火快速反应（ESFR）喷头；英国喷宝的LD型大水滴洒水头和ESFR—1型早期压制快速动作洒水头等专为对付高危险度的火灾。

ESFR喷头有一个快速反应热敏元件，此元件使该种喷头比传统普通喷头反应快得多（当库房高度超过8.0m时，热敏元件的快速反应尤其重要）这对于保证喷头能及时开放喷水灭火至关重要，同时该喷头在高压下（喷头处工作压力不小于0.35MPa）喷出大量的水（φ19mm喷咀，在最小压力0.345MPa的作用下，ESFR喷头出流量为6.3L/S），有足够的水流量抑制火灾。

ESFR喷头的另一特点是喷头在扑灭货架上部火的同时，喷头中心有一股强大的水柱，可以穿过货架扑灭在喷头下方货架底部的火灾，因此，安装了ESFR喷头，就可以取消分层布置的喷头，喷头直接安装在屋面板下，喷头间距可达3.05m。这就大大简化了系统设计，同时也提高了该系统在控火、灭火的可靠性，因为ESFR喷头是以喷出水流的动量（高压和大水滴）直接作用于火灾物体的表面。

ESFR喷头的研制和应用为自动喷水灭火系统在高大空间建筑尤其是高架仓库提供更完善、更可靠的保护。

ESFR喷头目前在中国（厦门—柯达工程，美国戴尔计算机（厦门）新工厂等工程中应用。据有关资料提供，美国对安装ESFR喷头的自动喷水灭火系统的应用条件作了限制，对于高架仓库而言：仓库高度不大于12.20m（40英尺），货架高度低于10.7m（35英尺），同时对ESFR喷头的安装作了极严格规定，目的是保证系统更好地发挥作用。

ESFR喷头灭火系统与我国储存仓库等严重危险等级建筑自动喷水灭火系统设计参数比较如下：

设计参数 / 系统类别	喷水强度（L/min·m²）	作用面积（m²）	喷头工作压力（MPa）	喷头最大间距（m）	每个喷头最大保护面积（m²）	喷头性能K
ESFR喷头系统	40.86	111.6	0.35	3.05	9.30	204.8
严重危险级自动喷水灭火系统	15.0	300	0.10	2.30	5.40	80.0