

国内外规范中自动喷水灭火技术的对比分析

杨丙杰

摘要：结合国内外标准规范的规定，从建筑类别方面对比分析了自动喷水灭火系统的设置场所和设置要求，分析了自动喷水灭火系统和火灾自动报警系统的协调关系，提出今后我国规范修订时应在居住建筑、如老年人建筑和幼儿园建筑等场所增设自动喷水灭火系统或自动喷水局部应用系统。

关键词：自动喷水灭火系统 设置场所 设置要求

前言

自世界上第一套自动喷水灭火系统（以下简称“系统”）于 1812 年在英国皇家剧院安装以来，系统的应用已有 200 年的历史。系统以其适用范围广、灭火效率高特点，成为应用最多的固定式灭火系统。国内外对于系统技术的研究和应用不断探索，从扩大系统的设置范围到开发新产品，研制系统的前沿技术，并及时将研究成果纳入规范的制修订工作，以更好的服务经济社会和人民生活。

1、设置场所的对比分析

1.1 居住场所

美国《国际建筑规范》（IBC：2006）规定，建筑物内如果包含有居住/食宿场所（R 类，如表 1 所示），包括公寓、旅馆、住宅、宿舍，无论功能是商用还是非盈利用途，临时性居住还是永久性居住，则建筑物整体均应设置自动喷水灭火系统，《生命安全规范》NFPA 101-2009 规定所有新建单户和两户住宅应设置自动喷水灭火系统；当建筑层数不超过 4 层时，可设置简易自动喷水灭火系统。英国标准《建筑设计、管理和使用中的消防安全规范做法》BS9999：2008 规定，建筑高度大于 30m 的建筑，所有有使用功能的楼层均应设置自动喷水灭火系统。加拿大《国家建筑规范》规定建筑层数超过 6 层的住宅建筑应设置自动喷水灭火系统。我国规范仅规定旅馆建筑当任一楼层建筑面积大于 1500m² 或总建筑面积大于 3000m² 时，住宅高度超过 100m 时应设置自动喷水灭火系统，设置范围较小。

表 1 IBC 规范中关于居住场所的分类

类	种	使用功能划分
R 类（具有居住功能场所/	R-1	含有睡眠单元的居住场所，使用人员短期居住，如宾馆（短期居住）、公寓（短期居住）、汽车旅馆（短期居住）；

建筑)	R-2	含有睡眠单元或超过 2 个居住单元的居住场所，使用人员固定，如住宅、修道院、宿舍等；
	R-3	人员永久居住，但又不属于 R-1、R-2、R-3 和 I 类场所的居住场所，如不超过 2 个居住单元的建筑物；不超过 5 人，非 24 小时服务的成年活动场所和儿童护理场所；不超过 16 人的集体居住设施；
	R-4	用于居住照顾、帮助生活的设施，照顾人数多于 5 个但小于 16 个，不含员工。

1.2 公共建筑

IBC 规范对商用建筑的划分较为宽泛，统一为陈列和销售商品售、货物储存场所及其他功能用房，如食物、器具，如药店、自由市场、零售/批发店、百货公司等，规定当建筑物内 M 类场所的建筑面积大于 1115m^2 ，或位于建筑的四层及以上，或总建筑面积（包括夹层）大于 2230m^2 时，建筑物整体均应设置自动喷水灭火系统。但对于有一些场所没有建筑规模、层数或者面积的限制，如 NFPA 101 中规定所有医疗保健建筑、旅馆和宿舍等场所均应设置自动喷水灭火系统。相反，我国规范对于公共建筑按照建筑面积进行划分，规定较为明确。

1.3 厂房

美国 NFPA 系列标准中对于厂房类的规定较少，仅 NFPA5000-2006 中规定面积大于 230m^2 ，且所用设备、机械或装置能产生可燃细碎废物或使用可燃细碎材料的木器加工车间应设置自动喷水灭火系统。IBC 规范依据制造、加工、生产或存储性质不同，将此类场所划分为 5 类，H-1 类火灾危险性最高，为可能引起爆炸危险的场所；H-5 最低，如一些半导体生产设施及相应的研发区。IBC 规定所有的 H 类场所均应设置自动喷水灭火系统。加拿大国家建筑规范将厂房分为 3 个等级（F 级），其中 F-1 级最高，F-3 级最低，并规定建筑高度超过 4 层的 F-1 和 F-2 类建筑，以及建筑高度超过 6 层的 F-3 类建筑应设置自动喷水灭火系统。新加坡《防火规范》规定，对于建筑高度超过 24m 的厂房，无论防火分区是否符合规范规定，其所有部位均应设置自动喷水灭火系统。

我国规范依据建筑规模采用列举方式规定了系统的设置场所，如棉纺厂、火柴厂、木器厂、电子厂房等。列举方式明确、直观，但无法涉及各种类型的厂房，对于规范没有规定的其他用途的厂房，有时只能采用参照、类比法确定。

1.4 仓储类建筑

美国仅 IBC 规范规定了仓储类建筑的设置要求，但仅将仓储类建筑分为 2 个等级，S-1 为中危险级，如储存纸袋、衣袋和麻布袋、厚纸板、家具、皮革、

毛、木制品场所等；S-2 为轻危险级，如储存石棉、袋装水泥、粉笔/蜡笔、干电池等场所等。IBC 规定当 S-1 类场所的建筑面积大于 1115m^2 ，或位于建筑的四层及以上，或总建筑面积（包括夹层）大于 2230m^2 时，建筑物整体均应设置自动喷水灭火系统；在 S-2 类场所中规定封闭式汽车库应设置自动喷水灭火系统。我国规范依据建筑规模采用列举方式规定了系统的设置场所，如棉、毛、丝、麻仓库，和可燃、难燃物品的高架仓库，规定具体，但可燃、难燃物品不够明确。

从上述对比可以看出，国外规范对于自动喷水灭火系统的规定较为详细，设置范围较为广泛，尤其是一些有人员活动、居住的场所，并依据人员活动能力将人员密集场所进行分级，以此进行设防，体现了火灾时以人为本的思想。

2 设置技术要求

2.1 民用建筑

国内外对于民用建筑设置自动喷水灭火系统的应用和研究较为成熟，从系统类型到系统设计参数，都有一套科学的体系。在系统设计上，民用建筑通常采用较为成熟的强度-面积法，NFPA 13 规定对不同火灾危险等级的场所给出了强度-面积参数（直线），直线上的任意一点均可采用，但为求得经济，通常采用强度最大而面积最小的那一点。我国规范则针对不同的火灾危险等级给出了具体设计基本参数，便于设计人员执行。在火灾延续时间上，NFPA 13 对于不同的火灾危险级别有不同的火灾延续时间要求，比如，轻危险级为 30min，中危险级为 60~90min，而严重危险级为 90~120min。

关于居住建筑设置的系统，美国国家消防署（USFA）自 1976 年开始资助关于居住建筑的火灾研究。美国规定居住建筑内设置自动喷水灭火系统的目的，是在不增加建筑成本的基础上，为居住建筑提供基本的消防安全保护，并规定其喷水强度按照 $2\text{L}/\text{min}\cdot\text{m}^2$ 确定。居住建筑自动喷水灭火系统的设置较为灵活，其供水方式可采用市政供水、与室内安装的消火栓系统合用以及与家庭的生活用水合用供水等。由于缺乏相关基础规范的支持，我国现行规范中还没有居住建筑设置自动喷水灭火系统的技术要求。

2.2 厂房

美国 NFPA13 依据火灾危险等级不同，将厂房划分为 4 个火灾危险等级，并规定了不同危险等级场所的设计基本参数，我国与 NFPA 13 的划分方式基本一致。FM Global 则依据厂房生产功能的不同，对一些特殊厂房制定了专门标准，

如针对无纺布生产车间的 FMDS0823 标准，以及 FMDS0710 木器生产加工车间自动喷水灭火系统安装标准等。

与上述规定不同的是，我国现行规范仅适用于最大净空高度不超过 8m 的厂房，而 NFPA 13 和 FM Global 标准中没有厂房高度的限制，如 FM Global 曾在其投保供应商，某无纺布生产车间内设置了自动喷水灭火系统，车间顶板高度为 16.8m。目前，公安部天津消防研究所已开展 8m~12m 高空间厂房自动喷水灭火技术国家科技支撑计划项目的研究，通过建立适用于高空间厂房的火灾实验模型及实体灭火试验研究，确定适用于该类场所的设计参数和工程应用参数。

2.3 仓库

仓库设置自动喷水灭火系统，是当今自动喷水灭火系统研究领域的一个难点。主要原因有：

1、仓库的空间条件对系统的保护有很大的影响。自动喷水灭火系统的动作，与仓库的空间净高、房间通风、屋顶坡度等有很大的关系。

2、仓库内储存物品的类型、储存形式、货架储存时的货架宽度、储物的摆放形式、走道宽度等都对自动喷水灭火系统的应用产生很大影响。

美国 FM Global 针对仓库场所进行了大量的实体火试验，研究自动喷水灭火系统在不同净空高度和储存高度下，对不同火灾危险等级的储物保护时所需的技术参数。在试验过程中，通过在可调整储物高度的情况下，使用大量物品布置在货架或托盘上，进行无数次试验。这些试验研究引发了在使用 ESFR 喷头扑救高挑战火灾时，喷头设计上产生的新构想。用这种方法，设计基于在喷头最小工作压力（0.35MPa）时，12 只喷头动作。

仓库内储物的布置方式对自动喷水灭火系统系统的设计参数取值有较大的影响，现行 NFPA 13 对仓库场所的保护要求，由 2002 版的 1 章扩展到 2007 年版的共 9 章，并将仓库内的储物按照火灾危险等级划分，共划为 4 类仓库危险级储物、3 类塑料橡胶储物和一些特殊储物（比如轮胎、卷纸等）3 大类，并将储存类型化分为散装、堆垛储存、托盘储存和货架储存 4 种形式。我国规范在 2005 年修订过程中，参照 NFPA 13 标准，细化了仓库的设计参数，在设计过程中应有仓库贮存物品的类别、贮存方式、贮物高度、货架类型等的说明；若缺乏这些资料，可要求设计单位补充或视具体情况做出处理，与国外标准接轨。

2.4 其它场所

自动喷水灭火系统的保护对象以固体火灾为主，而对诸如汽车库、停车场、飞机库、燃油锅炉房、柴油发电机房等可能发生液体流淌火灾的场所，需要开发一种合适的灭火系统，自动喷水—泡沫联用系统就是用于上述场所的一种新型系统。

除上述场所外，还有一些以生产、加工为主要功能的工业建筑，这些场所由于功能相差较大，无法划分火灾危险等级，NFPA 13 规定只能针对不同类型的场所，确定相应的设置要求。这些特殊场所主要有：储存易燃可燃液体场所、石油化工行业（石油液化气的生产、储存和处理场所）、胶棉塑料、电影胶片、溶剂萃取车间、蒸汽涡轮机、高级轻水反应发电站、核电站等，并在相关专项标准中规定了详细的安装要求。

3、对规范修订的建议

3.1 协调自动喷水灭火系统和火灾报警系统的关系

通过对比现行《建筑设计防火规范》和《高层民用建筑设计防火规范》，可以看出，凡是需设置火灾自动报警系统的场所，基本上都包含在需设置自动喷水灭火系统的场所之列，但范围较自动喷水灭火系统少。IBC 规范规定，设有自动喷水灭火系统的场所，当系统与建筑物的火灾报警系统连接时，其场所内可不设置感温探测器。

自动喷水灭火系统除具有灭火功能外，也具有报警功能，因此，明确自动喷水灭火系统在消防中的作用，能够将从纯粹的被动消防转化为被动消防与主动消防的结合起来，特别是在无人值班的场所，设置自动喷水灭火系统比设置火灾自动报警系统更有效。IBC 规范对于工业场所的规定，正是考虑到此类场所均设有自动喷水灭火系统的原因，IBC 规范对于此类场所的火灾自动报警系统。现行修改的规范正在扩大自动喷水灭火系统的设置，正是基于此考虑。

3.2 增加自动喷水灭火系统的设置范围

自动喷水灭火系统是用于控制建筑初期火灾最有效的自动灭火系统。通过上述分析可知，国外尤其是美国对于自动喷水灭火系统的应用非常普及，对于一些规模较小的场所，如 NFPA101 规定对于所有新建单户和两户住宅当建筑层数不超过 4 层时，可设置简易自动喷水灭火系统。

现行《自动喷水灭火系统设计规范》已规定了局部应用系统的设置要求及适用范围，包括建筑面积不超过 1000m²，净空高度不超过 6m，系统危险等级不应

超过中 1 危险级，并在系统构成上进行了简化，如可不设置报警阀组、末端试水装置、可与生活用水、自消火栓系统合用等。我国在规范修订时可借鉴上述规定，对于一些建筑规模较小，设置常规自动喷水灭火系统较为困难的场所，可考虑设置自动喷水局部应用系统。

上海“11.15”高层住宅火灾以来，社会上对于住宅设置自动喷水灭火系统的呼声较高。对于住宅建筑，可依据建筑高度规定自动喷水灭火系统及自动喷水局部应用系统的设置范围。对于使用人员由于自身行为受到限制的公共建筑，由于层高差别较大，可依据建筑规模划分设置范围，NFPA101 和 IBC 均规定建筑面积大于 1858m² 教育机构场所应设置自动喷水灭火系统，我国《托儿所、幼儿园建筑设计规范》规定，大型幼儿园为 10~12 个班，每个班生活用房为 275m²；中型幼儿园为 6~9 个班，每个班生活用房为 245m²，大型幼儿园建筑面积约 2750~3300m²，中型幼儿园建筑面积约 1470~2205m²，大、中型幼儿园的总建筑面积与 NFPA 和 IBC 的规定基本吻合。因此，建议增加如下内容：

1、建筑高度为 27~54m 住宅建筑的公共部位应设置自动喷水局部应用系统。

2、大型、中型幼儿园应设置自动喷水灭火系统，总建筑面积为 500~1000m² 的幼儿园可设置自动喷水局部应用系统。

3、总建筑面积为 500~1000m² 的老年人建筑应设自动喷水局部应用系统。

参考文献：

[1] IBC-2006.International Building Code[S].

[2] NFPA 101-2009. Life Safety Code[S].

[3] BS9999: 2008. Code of practice for fire safety in the design, management and use of buildings[S].

[4] NFPA 13-2010.Standard for the Installation of Sprinkler Systems[S].

[5] GB50016-2006.建筑设计防火规范[S].

[6] GB50045-95(2005 年版).高层民用建筑设计防火规范[S].

[7] GB50084-2001(2005 年版).自动喷水灭火系统设计规范[S].

——本文发表于《消防科学与技术》(2012 年第 3 期)