

一、洁净车间喷淋头选型

1、洁净车间喷淋头选型洁净室(区)设置的固定灭火设施,应符合下列规定:设置的自动喷水灭火系统,应符合现行国家标准《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084 的有关规定。喷水强度不应小于 $8\text{L}/\text{min} \cdot \text{m}^2$, 作用面积不应小于 160 m^2 。——电子工业洁净厂房设计规范 GB 50472-2008

目前在我国的电子工业洁净厂房设计、建造中,洁净室(区)的消防设施有的设置了自动喷水灭火系统,也有的没有设置自动喷水灭火系统;在电子工业洁净厂房中,在储存、分配或使用易燃、易爆气体、化学品的部位设有气体灭火系统。灭火实践说明:固定灭火设施——自动喷水灭火系统或气体灭火系统均为有效的灭火设施,它能及时、有效地扑灭火情。所以,为了确保洁净室(区)的安全运行,一旦出现火情时,减少经济损失,及时进行扑救,推荐在电子工业洁净厂房设计时,采用固定灭火设施——自动喷水灭火系统或气体灭火系统等。为此本条规定洁净厂房的洁净室(区)应设固定灭火设施。根据我国经济发展水平和近年电子工业洁净厂房消防设计的实践,并参照美国消防协会发布的 NFPA 318《洁净室消防标准》的有关规定,作出本条规定。

(1) 无特殊要求的洁净室(区)设置的自动喷水灭火系统,可考虑湿式系统,这与 NFPA 318 及国外有关洁净室自动喷水灭火系统的选择是一致的。关于喷水强度和作用面积:我国近年建成的部分电子工业洁净厂房其喷水强度均按 $8\text{L}/\text{min} \cdot \text{m}^2$ 进行设计,作用面积有的为 160 m^2 , 有的为 280 m^2 ;美国消防标准 NFPA 318 规定洁净室自动喷水灭火系统的喷水强度为 $8\text{L}/\text{min} \cdot \text{m}^2$, 作用面积为 280 m^2 ;结合我国现行国家标准《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084 中的规定,本条规定自动喷水灭火系统喷水强度为 $8\text{L}/\text{min} \cdot \text{m}^2$, 作用面积为 160 m^2 。

(2) 据了解,目前在电子工业洁净车间厂房中,所有存放可燃类特种气体钢瓶的特气柜中均设有自动喷水喷头;美国消防标准 NFPA 318 中第 11.2.4.1 条规定:“存放有可燃气体钢瓶的贮柜中必须安装自动灭火喷水喷头。”

2、洁净厂房内设有贵重设备、仪器的房间设置固定灭火设施时,除应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定外,还应符合下列规定:当设置自动喷水灭火系统时,宜采用预作用式自动喷水灭火系统。——洁净厂房设计规范 GB50073-2013

本条主要是根据近年来灭火技术的发展和洁净厂房的消防特点制订的。洁净厂房的生产特点是:

(1) 有很多精密设备和仪器,并且使用多种易燃、易爆、有腐蚀性、有毒的气体和液体。其中一些生产部位的火灾危险性属于丙类(如氧化扩散、光刻、离子注入和打印包装等),也有些属于甲类(如拉单晶、外延及化学气相沉积等)。

(2) 洁净厂房密闭性强,一旦失火,人员疏散和扑救都较困难。

(3) 洁净厂房造价高、设备仪器贵重,一旦失火,经济损失巨大。基于上述特点,洁净厂房对消防的要求很高,除了必须设置消防给水系统及灭火器外,还应根据现行国家标准《建筑防火设计规范》GB 50016 的规定设置固定灭火装置,特别是设有贵重设备、仪器的房间更需认真确定。本次修订将本条的第 2 款作为强制性条款

3、当医药工业洁净车间厂房内设置自动喷水灭火系统时,除应符合现行国家标准《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084 的有关规定外,尚应符合下列规定:

(1) 当设置自动喷水灭火系统时,宜采用湿式自动喷水系统;

(2) 空气洁净度在 B 级及以上医药洁净室,不宜设置喷头。——医药工业洁净厂房设计标准 GB 50457-2019

4、医药工业洁净厂房内放置贵重设备仪器、物料的场所设置固定灭火设施时,除应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定外,尚应符合下列规定:当设

置自动喷水灭火系统时，宜采用预作用式自动喷水装置。——医药工业洁净厂房设计标准 GB 50457-2019

医药工业洁净厂房的特点是房间多、走道曲折，当火灾发生时不易及时发现，而湿式自动喷水灭火系统均有反应速度快，可有效扑灭初期火灾，在医药工业洁净厂房设计中得到广泛应用，无不良情况发生。

而对于空气洁净度 B 级及 B 级以上医药洁净室，由于这些区域大多用于无菌药品的生产，洁净室的温度、湿度，悬浮粒子数和微生物限度严格受控，且室内需要定期的清洁消毒。所以对于这些医药洁净室，为防止由于喷淋系统误操作而影响洁净级别，对药品质量造成潜在污染的不利影响，本条提出了对于 B 级及 B 级以上的高级别医药洁净室不宜设置喷头的要求。

医药工业洁净厂房内有些设备仪器较贵重，药品附加值高。当存放贵重设备仪器、物料的医药洁净室设置自动喷水灭火系统时，采用预作用系统可防止管道泄漏或误喷造成水渍损失，同时还能避免干式灭火系统滞后喷水的现象。

从上述的电子工业洁净厂房设计规范、洁净厂房设计规范和医药工业洁净厂房。在洁净厂房设计规范中，正文部分明确给出了选择“预作用自动喷淋系统”，这是基于精密贵重设备怕被水勿喷导致机损事故的发生。但是预作用自动喷淋系统最大的问题是出水的延迟(单联锁系统 2min,双联锁系统 1min)以及可靠性的问题(火灾探测器故障：不报不喷)，对比美国 NFPA318-2018 标准，原文是这么说的：

11.1.4 Building Automatic Sprinkler Systems.

11.1.4.1* General. Wet pipe automatic sprinkler protection shall be provided throughout facilities containing cleanrooms and clean zones.

11.1.4.2* Automatic sprinklers for cleanrooms or clean zones shall be installed in accordance with NFPA 13, and shall be hydraulically designed for a density of 8.15 L/min • m² (0.20 gpm/ft²) over a design area of 278.8 m² (3000 ft²).

11.1.4.3 Automatic sprinkler protection shall be designed and installed in the plenum and interstitial space above cleanrooms in accordance with NFPA 13, for a density of 8.15 L/min • m² (0.20 gpm/ft²) over a design area of 278.8 m² (3000 ft²).

11.1.4.4* Approved quick-response sprinklers shall be utilized for sprinkler installations within down-flow airstreams in cleanrooms and clean zones.

即只要是半导体工厂的洁净室，美标是要求全区域使用湿式自动喷淋系统，并选用快速响应喷头，喷头的喷水强度为 8L/min • m²，作用面积为 280 m²。

对于包括硅烷(SiH₄)在内的特气柜，NFPA318-2018 又强调：

11.2.4* Gas Cabinets and Exhausted Enclosures.

11.2.4.1 Sprinklers shall be installed in gas cabinets that contain flammable, toxic and highly toxic, and pyrophoric gases (including silane).

即在所有的易燃、有毒、高毒和自然气体的特气柜中要设置喷头。

结语：从快速灭火，控制火灾，减低洁净室火灾风险暴露的角度来说，无疑是首选 NFPA318 标准的，但是目前国家 GB 标准考虑的是洁净室喷淋系统勿喷的水损风险；在电子工业洁净厂房设计规范的条文解释中有论述选择湿式自动喷淋系统，但很遗憾没有在正文部分出现。现在一些半导体工厂假如简单的参考规范正文而没有深究条文解释内容的话，往往会按部就班地选择预作用喷淋系统，而这对“快速灭火，控制火情，将洁净室火灾风险暴露最小化”这一消防设计初衷理念来说是不够的。

期待国家出台新的半导体行业 GB 规范，更接近 NFPA 的标准内容！

二、洁净车间喷淋头怎么装

洁净车间喷淋怎么安装才规范呢?中为净化总结了安装的基本要求及注意事项,并且基于洁净车间工程示例分享了12项要点,以供大家参考借鉴,在施工中注意对照。

1、喷淋头安装基本要求

- (1) 喷头应居中安装(与装饰吊顶排版配合),与灯、烟感等成行成线。
- (2) 直立型、下垂型标准喷头溅水盘与顶板的距离为75~150mm。
- (3) 喷头装饰盖、罩应紧贴吊顶。
- (4) 喷头臂(单、双)应统一纵向或横向安装。
- (5) 大空间成排喷头安装成行成线。

2、喷淋头安装注意事项

(1) 喷头安装前应和精装天花吊顶布置图对照,优化喷头安装点位,防止和烟感、灯具、喇叭等装置冲突。

(2) 明确精装吊顶面基准线和标高线,在龙骨调整定位后,测量喷头短管的长度并安装,防止短管过长或过短。

(3) 天花吊顶喷头开孔由精装施工单位负责。

当喷头安装在不到顶的隔断附近时,喷头与隔断的水平距离和最小垂直距离应符合下表的规定:

当喷头溅水盘高于附近梁底或宽度小于1.2m的风管、排管、桥架腹面时,喷头溅水盘高于梁底、风管、排管、桥架腹面的最大垂直距离应符合下表的规定:

当梁、风管、排管、桥架宽度大于1.2m时,增设的喷头应安装在其腹面以下部位。

3、总结喷淋安装的12项要点

3.1 直立型喷头安装距楼板顶部距离为规范要求为75mm-150mm。

3.2 有吊顶的下垂型喷头安装喷头根部应与吊顶平齐,为避免定位不准,可在吊顶龙骨标高确定后再安装下喷支管;下喷头与三通之间的短管长度不宜超过150mm。

3.3 边墙型喷头安装离墙距离为50-100mm。

3.4 无吊顶时设置上喷头;有吊顶时设置下喷头,当吊顶上方闷顶的净空高度超过800mm,且其内部有可燃物时,要求设置上喷头;喷头在系统冲洗试压合格后安装;

3.5 当喷淋支管高度大于1000mm时,应设横向加强支架;

3.6 当不确定装修方案是否有吊顶时可预留三通口,丝堵封堵。

3.7 喷淋管道末端应采用梯形防晃支架;

3.8 末端支架与喷头之间的距离为400mm。

3.9 当梁、通风管道、排管、桥架宽度大于1.2m时,增设的喷头应安装在其腹面以下部位;

3.10 风管下喷头吊架应采取管道延长至风管另外一端边缘,并在延伸管道末端设置吊架。

3.11 喷淋管道安装应主管在下;

3.12 喷淋管支管在主管上方,朝主管方向形成坡度,便于系统维护泄水。

洁净车间内的烟感与喷淋,在进入正文之前,提几个问题:

1: 洁净室要设置消防自动喷淋系统么?是否可以不设计安装消防喷淋头?

2: 消防喷淋头设置在洁净间内顶端,容易成为卫生死角,而且拆卸不便,该如何进行清洁呢?是否需要特别针对它做清洁验证?

3: 如果要设置消防与喷淋,那么对地半导体电子产品的洁净间,设备一般都比较昂贵,万一喷水了,设备和产品都基本报废了,就像车一样,水一泡基本掉价得没人要了。那么,

引入消防与喷淋，会不会风险太高？

4：洁净间应该使用什么样的灭火系统呢？又是如何设置安装的？

带着上述问题，我下面结合个人的一些体会，以及学会，写一点总结与我对于上述问题的看法：

1：洁净室要设置消防自动喷淋系统么？是否可以不设计安装消防喷淋头？

答案是肯定的，喷淋系统是消防强制要求的标准，在建筑面积，防火分区达到一定数量时，设计时必须设计相应的系统并执行安装。现在安环查得很严，消防验收过不了，就根本没有办法生产。

那么，我们看一看相关的规范吧：，在《建筑设计防火规范设施》中，提及相关部分：

1.1 医药工业洁净厂房消防设计应符合现行国家标准《消防给水管道》GB50016 的规定。

1.2 医药工业气体灭火系统消防设施的设置，应根据生产的火灾危险性分类、消火栓系统耐火等级、洁净厂房体积以及生产特点等确定。

1.3 医药工业洁净厂房消防设计的设置，应符合下列要求：

消火栓宜设置在非洁净区域或空气水系统级别低的区域。设置在医药洁净区域的消火栓宜嵌入安装。

消火栓的布置应满足同一平面有 2 支消不锈钢枪的 2 股充实水柱同时到达任何部位的要求。

消火栓的栓口直径应为 65mm,配备的水带长度不应大于 25m,水枪喷嘴口径不应小于 19mm。

1.4 当医药工业洁净厂房内设置建筑物时，除应符合现行国家标准《自动喷水灭火系统设计灭火器》GB50084 的有关规定外，还需符合下列要求：

当设置自动喷水灭火系统时，宜采用湿式自动喷消火栓。

空气洁净度在 B 级及以上医药洁净室，不宜设置喷头。

1.5 医药工业洁净厂房的设备层及可通行的技术夹层和技术夹道内，应设置消火栓和洁净度。

1.6 医药工业洁净厂房配置的灭火器，应满足现行国家标准《建筑灭火器设置规范》GB50140 的有关规定。

1.7 医药工业洁净厂房内放置贵重设备仪器、物料的场所设置固定灭火设施时，除应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 的有关规定外，还应符合下列要求：

当设置车间时，不应采用卤代烷以及能导致人员窒息的灭火剂。

当设置自动喷水灭火系统时，宜采用预作用式自动喷水装置。

1.8 防水材料的选择，应符合下列要求：

规范应采用钢管及相应的管件。

自动喷水灭火系统应采用内外热镀锌钢管，也可采用铜管、消防管和相应的管件。

2：消防喷淋头设置在洁净间内顶端，容易成为卫生死角，而且拆卸不便，该如何进行清洁呢？是否需要特别针对它做清洁验证？

按上述的文件要求，我们知道喷淋系统是消防强制要求的标准，是消防检查的主项之一。自动喷淋系统分干式系统和湿式系统，湿式系统就是管道内充水，当侦测信号确认为火灾时喷出灭火，而干式系统管道内充有 N₂，与预作用系统联动设置，充气的压力与水压保持平衡，如果喷淋破损，压力失衡，则水流迅速充进管路。当气压失衡时，系统发出虚拟报警信号，然后人为确认报警信息，确认为火灾时，再启动系统灭火，这种设置在一定程度上导致灭火延误。防止意外故障时不会直接喷水，对贵重设备进行保护。预作用系统是湿式与干

式合起来，管道内不一定要充 N₂，压缩空气也可以的，一旦报警即可预先充水，喷头是闭式的，使系统在闭式喷头动作前转换为湿式系统。当然，这在消防验收时会面临挑战，而可能通不过(原因是确认时间可能达不到要求，人为的干预存在很多的不确定性)。

那么，就有人会问，洁净系统里，不充水，全部充气(使用惰性气体，阻燃气体，如 CO₂, IG541, FM200 等)不就可以满足要求了吗?

我们都知道，洁净间内一般面积较大，还有一定的换气要注，而且从节能方面考虑，一般安排 24 小时工作，那么，如果使用气体灭火的话，将产生两方面的问题：

1: 有工作人员在其中工作，不适合气体淹没式灭火。

2: 洁净间的开阔性以及通风换气要求，使用气体灭火将得不到好的灭火效果，而且造价相当高。

所以，洁净间系统一般使用水系统灭火，当发生火灾时，水通过喷淋头溅水盘洒出进行灭火，目前分为下垂型洒水喷头、直立型洒水喷头、普通型洒水喷头、边墙型洒水喷头等。洁净间的喷淋头选用哪种，普通型洒水喷头吗?又是如何设置安装呢?如果喷淋头直接明装在车间内，凸出吊顶，不密封易积灰，会产生卫生死角，同时拆卸不便，清洁麻烦，为避免这一类问题，一般可使用如下方式安装：

1、采用上喷淋(喷淋头装在吊顶夹层内)，车间内安装烟感、消防栓、排烟风口，这种方法虽然有一定的好处，但灭火效果因为天花的阻隔会有很大影响。

2、暗装喷淋头(喷淋头就不是露在外面的)，喷淋头装在装饰套筒内和吊顶相平，套筒有专用的封盖，用盖板隐藏密封好，真着火的时候，喷淋头一喷水，挡板就会掉，从而达到灭火的效果。这种做法施工难度相对大些：套筒高度很难一致，外观感略差。

3: 如果要设置消防与喷淋，那么对地半导体电子产品的洁净间，设备一般都比较昂贵，万一喷水了，设备和产品都基本报废了，就像车一样，水一泡基本掉价得没人要了。那么，引入消防与喷淋，会不会风险太高?

其实，正好相反，正因为设备昂贵，才需要尽快将火灾控制，只要灭火迅速，一般不会出现大面积水淋。因为侦测器确认火灾后湿式系统也不会喷水的，只有火烧的喷淋头破了(或者碰坏了)才会喷水。

如果一定要考虑保护设备，可以使用预作用式喷淋系统，加装 VESDA 系统。放水进管道而控制加压，并使用静态自动的联动方式，这样就算是喷头出现个别触动，也不会出现大面积的水淋，当然这依然存在消防验收通不过的问题。

其实，大可不必担心喷淋漏水污染洁净室和机台设备，只要系统施工得好，平时维护正常，发生漏水事件几率比发生火灾还小。再说，洁净间厂房设施一般都有保险公司承保的，水淋了设备与烧了一整栋楼孰轻孰重，一眼见分晓的。

4: 洁净间应该使用什么样的灭火系统呢?又是如何设置安装的?

如上所述，洁净区安装有喷淋头、消防栓、消防排烟、消防报警装置(烟感检测器，一般都嵌入式隐蔽安装)，设置火警系统，广播，MAU，FFU,防火门，消防排烟和报警装置等联动，同时在门卫哪儿设置值班室。

1.设置 68 度快速喷淋系统，末端稳定压力大于 5kfg，外管网主管 8kfg 左右;出现火灾时，水依靠压力喷洒。喷淋头一定带金属保护罩;

2.设置 VESDA 系统，极早期发现火灾(建议使用快速反应型喷头);

3.按消防要求，可以视情况，在主干道侧设置推车式 CO₂ 灭火器，各区域设置手提式 CO₂ 灭火器;

4.可以在部分重要机台设置顶部的防水承接盘;

最后，我想说一句：不管是不是洁净车间都需要做好消防设备的设计安装，并结合自身的工厂及工艺特点进行部分改变，使符合各方面的要求，安全生产高于一切，不是吗?

