

# 半导体洁净厂房火灾自动报警系统设计

## Design of Automatic Fire Alarm System for Semiconductor Clean Workshop

王晨阳

Chenyang Wang

中国电子系统工程第二建设有限公司 中国·江苏 无锡 214115

China Electronic System Engineering Second Construction Co., Ltd., Wuxi, Jiangsu, 214115, China

**摘要:** 随着国家对半导体产业的推进,越来越多的半导体洁净厂房开工建设。半导体洁净厂房工艺复杂,生产过程大量使用化学品和特种气体,一旦发生火灾,会有大量的伤亡损失。论文从半导体洁净厂房的基本构造和特点入手,探讨半导体洁净厂房的火灾自动报警设计。

**Abstract:** With the national promotion of the semiconductor industry, more and more semiconductor clean rooms are under construction. The process of semiconductor clean room is complex, and a large number of chemicals and special gases are used in the production process. In case of fire, there will be a large number of casualties and losses. Starting with the basic structure and characteristics of semiconductor clean room, this paper discusses the fire alarm system design of semiconductor clean room.

**关键词:** 半导体洁净厂房; 火灾自动报警系统; 设计

**Keywords:** semiconductor clean room; fire alarm system; design

**DOI:** 10.12346/peti.v3i4.6413

## 1 引言

集成电路产业主要由集成电路设计、芯片制造和封装测试三个环节组成。目前,在集成电路设计和封装测试领域,中国与美国等先进企业差距已经缩小了,但是制造方面还存在不少差距。尤其是中兴、华为事件之后,集成电路产业成为全民关注的焦点。

随着国家政策的不断完善以及各种资本加持,国内芯片制造企业和项目如雨后春笋猛增。芯片生产过程对环境洁净度要求很严,需要在洁净厂房内进行生产制造。半导体洁净厂房面积大、布局复杂、建设投资大、生产设备昂贵。生产过程中大量的使用甲、乙类化学品和特种气体。一旦发生火灾,将会造成极大的生命财产损失。若能及时准确地发现和预报火情将会减少大量的伤亡损失。火灾自动报警系统是发现和预报火情的重要措施。如何针对半导体洁净厂房的特点设计合理的火灾自动报警系统是值得研究的课题<sup>[1]</sup>。

## 2 半导体洁净厂房基本构造和特点

生产厂房一般分为核心生产区、生产支持区、办公区。两侧为生产支持区及办公区,中间为核心生产区。三部分设置在同一幢建筑内统一布置,既减少管线,又降低冷热损失,节约能源。

办公区主要功能为接待、更衣、办公及设备用房等。生产支持区主要功能为变配电室、动力冷冻站、纯水站、化学品供应间、气体纯化间、空调机房等。

为满足厂房的工艺需求,中间核心生产区设计上采用多层布置方式。一般分为四层、第一层为设备下夹层,主要设置公用动力、辅助生产等设备,属于非洁净区(如图1所示)。二至四层为一个洁净生产区,包括下技术夹层、洁净生产层、上技术夹层。其中上技术夹层为净化空调系统的送风静压箱,空气通过安装在吊顶上的FFU(高效过滤器)向洁净生产层送风。上技术夹层内一般设有检修马道,用于更换灯具、FFU等设备。洁净生产层用来放置生产设备进行生产。

【作者简介】王晨阳(1989-),男,中国陕西西安人,本科,工程师,从事建筑电气智能化研究。

下技术夹层主要设置辅助生产设备和设备管线。洁净生产层和下技术夹层间采用华夫板上铺设架空地板分隔。下技术夹层通过位于洁净生产层两侧回风夹道与上技术夹层相连通。

综上所述，半导体洁净厂房的核心生产区的三层是相通的。为了保持洁净室清洁，减少灰尘。洁净空调系统的气体流动是从上技术夹层到下技术夹层，再通过回风夹道回到上技术夹层，如此循环往复。其中，图2为核心洁净生产区气流示意图。

### 3 火灾自动报警系统设计要点

半导体洁净厂房的火灾自动报警系统设计包括常规的火灾自动报警系统、极早期报警系统。

#### 3.1 常规火灾自动报警系统

常规的火灾自动报警系统是指根据规范的要求架构火灾自动报警系统，包括系统形式的选择；火灾自动报警控制器的设置；火灾探测器的设置；手动报警按钮及声光报警的设置；消防专用电话的设置；消防联动控制设计。

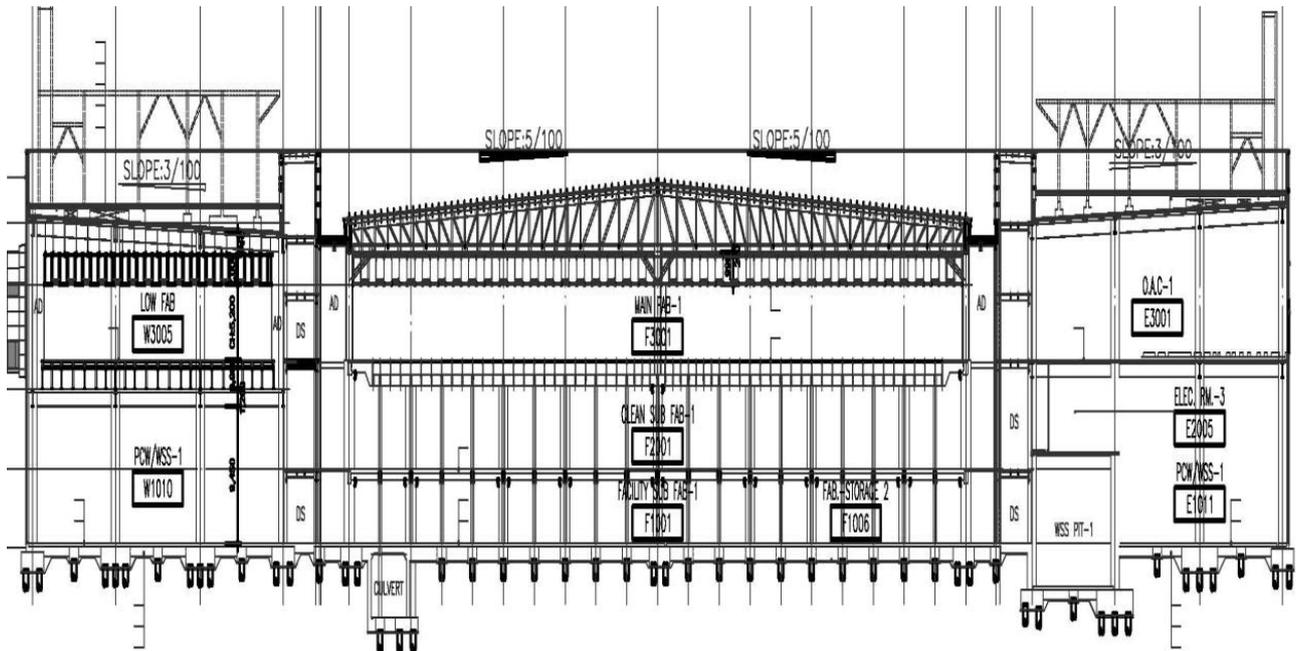


图1 半导体厂房剖面图

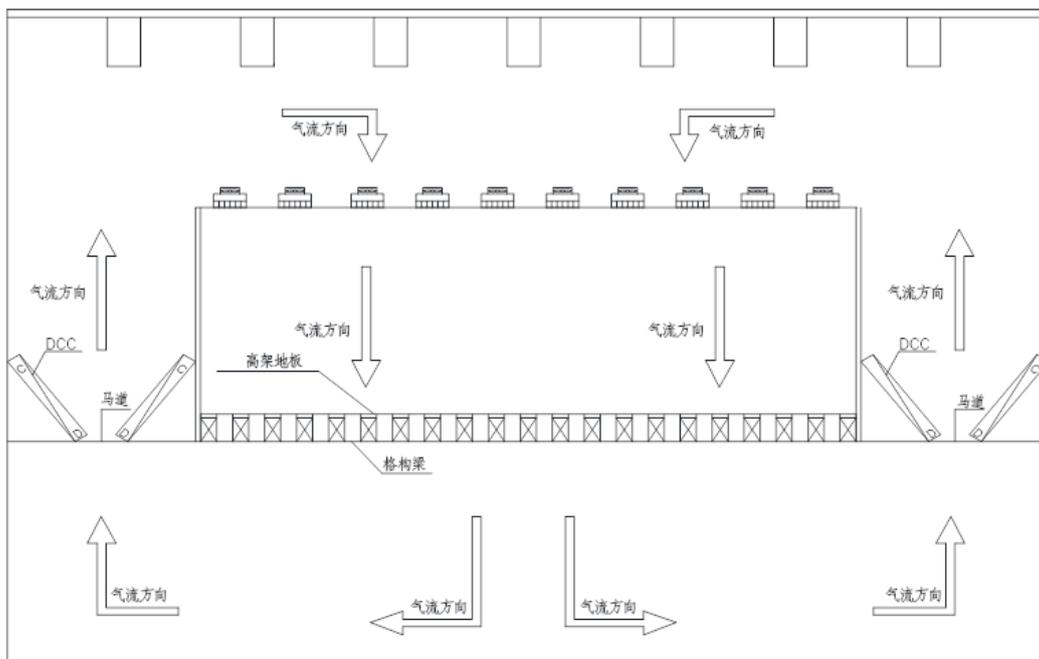


图2 核心洁净生产区气流示意图

### 3.1.1 系统形式的选择

根据《火灾自动报警系统设计规范》(以下简称“火规”),火灾自动报警的形式有区域报警系统、集中报警系统、控制中心报警系统。对于大部分半导体项目,我们选择集中报警系统形式。若项目规模较大,需要设置两个消防控制室管理时,可选择控制中心报警系统。

### 3.1.2 火灾自动报警控制器的设置

半导体洁净厂房面积越来越大,火灾报警控制器集中在消防控制室,使信号线传输距离过长线缆压降过大,会影响信号传输和系统报警功能。同时会造成消防控制室内线缆过多,不利于检修维护。所以笔者认为在消防控制室设置一台起集中控制功能的火灾报警控制器,在厂房支持区弱电间内设置区域火灾报警控制器,所有控制器通过光缆环形连接。各区域火灾报警控制器的所有信息均在消防控制室的集中火灾报警控制器上显示,且能接收来自消防控制室的联动控制信号,并自动启动相应的消防设备。

### 3.1.3 火灾探测器的设置

一般支持区和办公区探测器根据火规设置即可。但需要注意房间高度。由于工艺的进步,厂房的支持区的高度经常超过8m,偶尔有项目超过12m。对于房间高度大于8m的区域,点式感温探测器不适用,超过12m的区域点式感烟探测器不适用<sup>[2]</sup>。

核心洁净生产区探测器目前设置方式不一,笔者在此提出一种设置方式供参考。在上技术夹层、下技术夹层和回风夹道干盘管前设置早期烟雾报警探测器,分别监测上技术夹层、生产层和下技术夹层气流中的烟雾。采用此种设置方式主要有以下几点原因:

①满足《电子工业洁净厂房设计规范》12.3.4条规定,洁净生产层、技术夹层设置智能型火灾探测器,同时在混入新风前的回风气流中设置早期烟雾报警探测器。

②洁净生产层吊顶密布有FFU、灯具和自动物料运输小车。点式探测器安装在生产层吊顶上位置受限,会有个别区域无法覆盖,且不满足探测器“至空调送风口边的距离不应小于1.5m”的要求。

③考虑洁净区垂直单向的气流形式和方向,垂直向下的气流使烟无法向上在顶棚聚集。点式探测器安装在生产层吊顶上和上技术夹层顶板无法有效探测到空气中的烟雾。

④早期烟雾报警探测器为主动吸气采样,在气流稀释烟雾的状况下也能保持高灵敏度状态;其探测管路设置灵活,报告错误率低、保护面积大,所以洁净生产区内选择早期烟雾报警探测器。

⑤施工简单,提升了施工效率。施工过程产生的灰尘少,利于后期改造。

### 3.1.4 手动火灾报警按钮及声光报警的设置

在支持区、办公区、洁净生产区、下技术夹层和上技术

夹层的检修马道设置手动火灾报警按钮和声光报警装置。每个防火分区应至少设置一只手动火灾报警按钮。从一个防火分区内的任何位置到最邻近的手动火灾报警按钮的步行距离不应大于30m。

### 3.1.5 消防专用电话的设置

消防专用电话网络为独立的消防通信系统。在消防控制室设置消防专用电话总机。除了按照火规要求设置消防专用电话的区域外,还应在洁净室入口处;应急处理中心;中央控制室和特种气体管理室设置消防专用电话。对于有避难走道的厂房,还要在避难走道设置消防专用电话。

### 3.1.6 消防联动控制设计

支持区和办公区内的消防联动控制按照火规的要求进行设计。洁净区内的以下消防联动不应自动联动,应对洁净室的报警核实后,在消防控制室进行手动控制。

①关闭有关部位的电动防火阀,停止相应的洁净空调系统的送风机、排风机和新风机。

②启动排烟风机。

③切断有关部位的非消防电源。

## 3.2 极早期报警系统

极早期报警系统由采样管网、早期烟雾报警探测器、监控主机组成。系统采用设置在消防控制室的监控主机集中监控,通过环网方式传输报警信息。系统可提供警觉、动作、火警1、火警2、隔离、非紧急故障、紧急故障报警信号。系统利用早期烟雾报警探测器上的可编程继电器向火灾报警主机提供动作、火警1及故障信号。

在半导体厂房内,除在洁净生产区设置早期烟雾报警探测器外,一般还在变配电所内设置。使用早期烟雾报警探测器对高低压柜、变压器、UPS柜等进行保护时,通常将主干采样管安装于机柜上方,然后将毛细管置于机柜内。当设备线路发生短路或过热等情况而产生烟雾,烟雾扩散到环境中并被探测器探测到需要经过一定时间。而机柜内采样反应时间较快,为值班人员进行灭火工作提供了相对充分的时间

## 3.3 系统供电和线路敷设

火灾报警主机、各区域机及早期报警监控主机采用消防电源并在末端配电箱处自动切换。火灾报警主机、各区域机及早期报警监控主机均自带直流备用电源。消防联动设备的直流24V电源由火灾报警主机及各区域机处由火灾报警系统提供。早期烟雾报警探测器电源由弱电间、洁净区内双路互投箱提供。

火灾自动报警及消防联动系统的信号线、电源线、控制线等采用阻燃耐火铜芯电线电缆,不同用途线缆均需单独穿管敷设。线路暗敷设时,采用热镀锌钢管保护,并应敷设在非燃烧体的结构层内,且保护层厚度不宜小于30mm;线路明敷设时,采用热镀锌钢管或封闭式金属槽盒保护,热镀锌钢管或封闭式金属槽盒应采取防火保护措施。敷设有

AC220V 消防电源线或排烟风机、消防泵等手动直接控制电缆的火警专用封闭式耐火桥架中间应加隔板，与其他火警线缆分开敷设<sup>[3]</sup>。

#### 4 结语

随着中国半导体产业的不断发展，半导体厂房的建设正迎来一个高峰期。建设过程中会面临更多的新情况、新问题和规范执行过程中的疑难问题。作为设计人员只有通过不断学习和总结才能设计出稳定、高效、合理的火灾自

动报警系统。

#### 参考文献

- [1] 史浩.对电子洁净厂房中早期烟雾探测设置要求的探讨——GB50472—2008《电子工业洁净厂房设计规范》的深入解读[J].消防界:电子版,2018,4(2):4.
- [2] 宋丽.浅谈电子工业洁净厂房火灾自动报警系统设计[J].建筑知识:学术刊,2013(12):2.
- [3] 林必昂,毛晓杰.电子工业洁净厂房防火设计要点分析[J].消防科学与技术,2016,35(10):3.