

# 自动化仓库雨淋喷水灭火系统设计探讨

赖芳 王剑

中国轻工业长沙工程有限公司

**摘要:** 通过介绍某自动化仓库雨淋喷水灭火系统的设计过程, 提出雨淋系统设计应注意的问题, 以完善自动化仓库灭火系统的设计, 降低火灾风险。

**关键词:** 自动化仓库; 雨淋灭火系统; 喷头; 设计参数

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2021.20.119

## 前言

造纸在中国历史悠久, 在近二十年的飞速发展中, 中国已经成为全球造纸第一生产大国。与西欧人均全年纸张消耗量178.7kg和北美洲人均全年纸张消耗量229kg相比, 中国目前仅为75kg, 中国纸张消费市场增长的空间仍然很大。中国乃至亚洲市场, 是世界造纸巨头关注和布局的重点区域。但由于原材料、能源、物流等成本不断上涨, 国家出台严格的固废进口禁令, 导致一系列生产和物流成本的增长。对各大造纸厂来说, 除了开辟新的原料供应链, 还需提高生产物流和产品物流的自动化和程序化, 缩短物流时间, 降低物流成本。

近年来, 越来越多的造纸厂新建拥有先进纸卷搬运输送系统的自动化仓库, 以实现高效率物流和大容量储藏, 具有节约土地、减少人工的优点。自动化仓库由于纸卷的高度集中, 对消防系统, 尤其是水消防系统的设计提出了更高的要求。

## 一、自动化仓库简介

自动化仓库是专门用来存储成品纸卷的无人仓库。纸卷编号后, 电脑控制的带有磁性吸盘的生产行车可根据纸卷的号码、类型、宽度、存储区域, 来实现自动分类、整理、输送纸卷。纸卷最大堆垛高度可达10多米。

自动化仓库是集先进搬运输送设备、自动化控制系统、高精度土建技术与高储存量的货物于一体的建筑, 为最大限度地降低其火灾的损失, 消防灭火系统已成为自动化仓库整体设计中极为重要的组成部分。

## 二、自动化仓库的建筑和火灾特点

自动化仓库建筑高度约为22~23m, 单个防火分区面积一般3000多m<sup>2</sup>, 建筑耐火等级为二级, 单层。建筑设计上不考虑人员进出的通道, 一般不设窗户, 为无人作业的仓库。具有高度高、空间大、面积大、存储密集、存储量大等特点。

其内储存的成品纸卷火灾危险性分类为丙类2项, 存储物品含水率低, 可燃性较高。一旦发生火灾, 由于可燃物堆放有序, 火灾蔓延迅速, 破坏力度大, 且库内没有人行通道, 消防员难以进入库区进行灭火, 人工扑救难度大, 若不配套高效可靠的消防灭火系统, 极易造成严重的经济损失。

## 三、雨淋喷水灭火系统

根据GB50016-2014《建筑设计防火规范》(2018年版)第3.3.2条及注4规定, 自动化仓库单个防火分区建筑面积为3000多m<sup>2</sup>, 超过了造纸厂单层独立成品仓库最大防火分区建筑面积的要求, 应设自动喷水灭火系统;

根据GB50084-2017《自动喷水灭火系统设计规范》(以下简称《喷规》)第4.2.6.2条规定, 室内净空高度超过本规范6.1.1条(采用闭式系统场所的仓库最大净空高度13.5m)规定, 且必须迅速扑救初期火灾的场所, 应采用雨淋系统。

雨淋喷水灭火系统是一种加强型的自动喷水灭火系统, 用于火灾水平蔓延速度快、闭式喷头开放不能及时使喷水有效覆盖着火区域的场所。工作原理为, 当感温(或感光、感烟)等火灾探测器接到火灾信号后, 通过自动控制雨淋阀的开启, 使雨淋阀后管网充水, 并同时启动雨淋系统供水泵, 所有由该雨淋阀控制的开式洒水喷头同时洒水, 形成大面积大流量喷水覆盖, 从而扑灭火灾, 其喷水水量大, 喷水均匀, 覆盖充分, 控制火灾蔓延效果好。

## 四、某纸业自动化成品仓库工程

以某纸业自动化成品仓库为例, 介绍雨淋灭火系统的设计流程, 并提出设计优化建议。

### (一) 工程概况

某纸业位于福建省漳州市台商开发区, 其PM8工程配套的自动化成品仓库占地面积13962.06m<sup>2</sup>, 建筑面积12323.12m<sup>2</sup>, 建筑高度23.00m, 储存成品纸卷。该仓库为无人操作的自动化仓库, 正常状态时禁止人员进出。

仓库尺寸: 长108m, 宽96m, 高23m, 分为3个防火分区, 每个防火分区的尺寸为长36m, 宽96m, 其余部分为装卸平台。

根据现行国家相关消防规范, 该仓库室内自动喷水灭火系统需采用雨淋喷水系统。

### (二) 雨淋灭火系统设计

#### 1. 设计参数

《喷规》对于雨淋系统作用面积和喷水强度的规定为: 第5.0.10.2条, 雨淋系统的喷水强度和作用面积应按本规范表5.0.1的规定值确定, 且每个雨淋阀控制的喷水面积不宜大于本规范表5.0.1中的作用面积。

查《喷规》表5.0.1可知, 该条文主要适用于民用建筑及厂房采用湿式设计的基本参数。而本建筑为仓库危险等级II级的自动化仓库, 故本设计按表5.0.4-2中货物存储方式为堆垛、托盘项选择参数, 该条文主要适用于仓库危险等级II级场所的湿式设计基本参数。每个雨淋阀控制的喷水面积不宜大于200m<sup>2</sup>, 喷水强度不宜低于22L/min·m<sup>2</sup>。

#### 2. 雨淋系统小防护区划分

该自动化仓库单个防火分区的尺寸为长36m, 宽96m。对于这种狭长型的大面积防火分区, 火灾向各个方向蔓延, 蔓延到的小防护区(即1个雨淋阀控制的作用面积)数量越多, 同时启动雨淋阀数量越多。因此划分小雨淋防护区时, 应尽量布置成“日”字型, 同时使每个小防护区数量尽量少, 面积尽量大, 这样不仅可以减小系统的复杂性, 也使火灾蔓延跨越的小防护区数量少, 影响面小, 减小设计流量, 使系统既达到灭火目

的, 又使灭火带来水渍损失减小。

本工程设计中, 每个小防护区长度方向与防火分区短边一致, 为36m, 再根据防火分区长边轴距(6m), 确认小防护区宽度为6m。每个雨淋阀控制的小防护区面积为 $36 \times 6 = 216\text{m}^2$ 。每个防火分区分为16个由各自独立雨淋阀控制的小雨淋防护区, 按“日”字型布置, 共划分48个小防护区, 见图1。

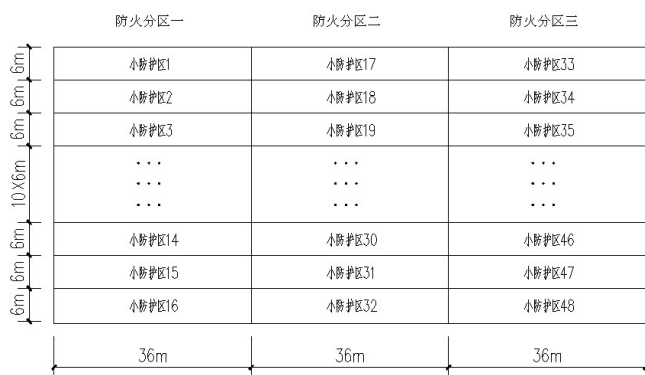


图1 雨淋系统防护区“日”字型布置

### 3. 雨淋系统喷头布置

选用建筑内大空间专用雨淋喷头, 其流量系数为 $190 \pm 10L \cdot (\text{MPa})^{-1/2}/\text{min}$ , 工作压力为0.25MPa, 有效雨淋半径为4.0m。

雨淋喷头采用矩形布置, 根据喷头的保护面积决定喷头的间距, 其计算如下:

单个雨淋喷头的流量

$$q = K\sqrt{10p} = 190\sqrt{10 \times 0.25} = 5\text{L/s}.$$

每个小防护区面积为 $216\text{m}^2$ , 喷水强度 $22\text{L}/\text{min} \cdot \text{m}^2$ , 1个防护区内所需的喷水量为 $Q = 216 \times 22/60 = 79.2\text{L/s}$ ;

1个防护区内所需的喷头数 $n = 79.2/5 = 15.8$ 个, 取16个, 则每个喷头的保护面积为 $216/16 = 13.5\text{m}^2$ 。采用矩形布置, 则喷头间距 $B \times L = 3 \times 4.5$ 。布置见图2。

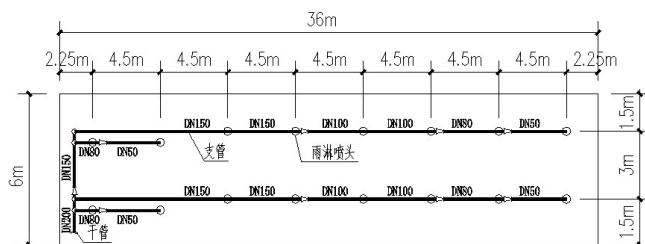


图2 1个小防护区内雨淋喷头及管道布置图

### 4. 雨淋系统设计流量及压力

《喷规》9.1.9条, 雨淋系统设计流量, 应按雨淋报警阀控制的洒水喷头的流量之和确定。多个雨淋报警阀并联的雨淋系统, 系统设计流量应按同时启用雨淋阀的流量之和的最大值确定。

本设计中, 1个雨淋阀控制喷头数16个, 每个喷头的设计流量为5L/s, 则1个小防护区雨淋系统设计流量为 $Q = 16 \times 5 = 80\text{L/s}$ 。最不利情况时, 雨淋系统小防护区交界处所有相邻雨淋区域同时动作, 即2个雨淋阀同时启动, 则本仓库雨淋系统设计流量为 $80 \times 2 = 160\text{L/s}$ 。

系统压力按保证最不利点处的喷头工作压力不低于0.25MPa确定, 经水力计算, 雨淋系统供水泵所需压力为0.85MPa。

### 5. 临时高压供水系统

雨淋系统采用临时高压供水系统。本工程雨淋系统水源为经三级处理后的回用水。在消防加压泵房内设置雨淋供水泵3台, 单台 $Q = 85\text{L/s}$ ,  $H = 85\text{m}$ , 2用1备, 并配套设有稳压泵和高位消防水箱, 采用双电源供电。

### (三) 其他消防系统

自动化仓库除了设置雨淋系统外, 还应设置室外内消火栓系统和磷酸铵盐灭火器系统, 同时配套布置完善的火灾自动报警系统和防排烟系统。各种系统配合使用, 火灾时, 雨淋报警阀才能快速反应, 雨淋喷头大流量特点才能充分发挥。

## 五、雨淋系统设计中应注意的问题

### (一) 合理划分小防护区

雨淋系统设计时, 应根据建筑物的尺寸, 合理划分小防护区。当防火分区为狭长型时, 小防护区布置构成“日”字型, 最不利时同时启动的雨淋阀为2个, 小防护区面积尽量大, 雨淋阀数量少, 火灾蔓延时开启的雨淋阀少, 影响面小, 有利于减小水渍损失; 当防火分区类似方型时, 小防护区布置构成“田”字型, 最不利时同时启动的雨淋阀为4个, 小防护区面积可适当减小, 增加小防护区数量, 以便减小系统设计流量, 方便供水设备选型。

### (二) 水泵接合器

自动喷水灭火系统应设水泵接合器。当喷淋供水泵发生故障或遇大火室内自动喷淋消防水量不足时, 消防车可从室外消火栓取水, 通过水泵接合器将水送到室内自动喷淋管网。雨淋系统设计流量一般都比较, 例如该自动化仓库, 雨淋设计流量为 $160\text{L/s}$ , 最少需11套SQB150墙壁式水泵接合器。

## 六、结束语

目前, 自动化仓库被各大造纸厂广泛应用于存储成品卷筒纸。自动化仓库建筑和火灾的特点决定了雨淋喷水灭火系统是最首选的固定灭火系统。实际工程设计中, 也有人建议在自动化仓库采用自动消防水炮系统替代雨淋系统, 以节约造价。但笔者认为, 由于自动化仓库的特殊性, 货物堆放高度高, 火灾蔓延快, 自动消防炮的火灾探测及喷头洒水会受到堆积货物的阻挡而出现探测死角或洒水死角, 不能及时有效地扑灭火灾。所以, 雨淋系统仍是自动化仓库自动喷水设计的首选。平时应加强对雨淋系统状态的监视和控制, 消除火灾隐患, 定期对雨淋报警阀组进行维护和保养, 以防误喷而造成水渍损失。

### 参考文献

[1] GB50016-2014 (2018年版), 建筑设计防火规范[S]. 北京: 中国计划出版社, 2015.  
 [2] GB50084-2017, 自动喷水灭火系统设计规范[S]. 北京: 中国计划出版社, 2018.  
 [3] 自动喷水灭火系统设计手册. 北京: 中国建筑工业出版社, 2002.  
 [4] 钱文红. 造纸行业的仓储自动化[J]. 现代制造/现代物流, 2008 (06).