

# 彩钢板建筑的火灾危险性分析及预防措施

孙忠强<sup>1,2</sup>, 蒋仲安<sup>1</sup>, 张金锋<sup>2</sup>

(1. 北京科技大学土木与环境工程学院, 北京 100083;

2. 河北科技大学环境科学与工程学院, 河北 石家庄 050018)

**摘要:**随着国家建筑节能政策的提出,彩钢复合建筑板得到了迅猛发展。但由于彩钢板本身质量标准的不统一,搭建完成后管理不规范以及人为火灾因素等多种原因,造成彩钢板结构建筑火灾事故频发。针对当前建筑火灾事故频发的现状,通过对彩钢板的涂料成分、基本性质、消防安全性能以及消防安全管理等诸多方面进行分析探讨,阐述了聚苯乙烯夹芯彩钢板建筑物的火灾的特点及蔓延规律,并提出了有针对性的火灾预防对策,借此减少和消除日趋严重的彩钢板建筑火灾事故,保障人民生命财产的安全。

**关键词:**彩钢板;火灾危险性;消防;建筑火灾

中图分类号: TU392.4

文献标识码: B

文章编号: 1008-1933(2012)04-066-03

## 0 引言

随着我国科技进步和国家节能减排政策的提出,彩钢板作为一种新型节能建筑材料且具有成本低、轻质高强、美观耐用、抗震性好、建设周期短等优势被广泛应用于各类建筑结构中<sup>[1-3]</sup>。目前,这种板材在我国占领了很大的市场份额,在未来几年甚至更长的时间里,将会得到更多更广泛的应用<sup>[4]</sup>。但同时,该种材料建筑却暴露出来了诸多火灾安全隐患,一旦发生火灾事故,会由于其蔓延速度快、燃烧产物中含有大量对人体有害的气体、保温材料夹在金属材料中间扑救比较困难等原因,很容易造成火烧连营和群死群伤事故,因此,愈来愈多的引起了社会各界的高度重视。根据以上状况,有必要对彩钢板结构建筑的火灾危险性进行分析探讨,进而提出有效的预防控制措施,减少和消除日趋严重的彩钢板建筑火灾事故。

## 1 彩钢夹芯复合板的成分及燃烧特性

彩钢板夹芯复合板是一种以彩钢板为面层,以保温隔热材料为芯材,采用专门粘剂和专门工艺技术复合而制成的板材。夹芯板材采用的夹芯材料品种主要有聚苯乙烯(PS)、聚胺酯(PU)、酚醛塑料(PF)、PVC等<sup>[5]</sup>。据调查,目前大部分彩钢板建筑多使用彩钢泡沫夹芯板(EPS),夹层中的泡沫板主

要是由聚苯乙烯发泡而成。发泡聚苯乙烯又称可发性聚苯乙烯,是由苯乙烯悬浮聚合,再加入发泡剂而制得。

聚苯乙烯的熔点为240℃;闪点为360℃;自燃点为495℃<sup>[6]</sup>。EPS(聚苯乙烯)芯材燃烧时,会产生黄橙色火焰和大量黑烟碳束,生成大量毒性较高的烟气。在外在火源的烘烤下,当温度达到240℃时,发泡聚苯乙烯熔化,但温度继续升高到360℃时,熔化的聚苯乙烯开始燃烧;燃烧时,温度较高且产生大量的黑烟,成分主要为一氧化碳和二氧化碳且有刺激性的气味,长时间吸入会导致人员昏迷致死;如果是大面积彩钢板建筑燃烧,发泡聚苯乙烯在高温的烘烤下继续熔化,温度达到360℃时,就会继续燃烧,如此重复,就会形成大面积的熔化聚苯乙烯,也就形成了大面积流淌火。但如果燃烧的温度达不到360℃时,熔化的聚苯乙烯就会形成聚苯乙烯小颗粒粘附在彩钢板上,不会形成燃烧,但如果形成小颗粒的聚苯乙烯达到了一定的温度同样也会燃烧。大面积的彩钢板建筑发生火灾时,现场如果风力超过三级,燃烧速度会随着风速的增大而增大,基本上是火焰所到之处,发泡聚苯乙烯就会向里收缩、软化、熔化,当外界温度达到360℃以上时就会燃烧。因此,EPS(聚苯乙烯)芯材的燃烧性能较强,容易引发火灾事故。

## 2 彩钢板建筑火灾的主要特点

1) 易燃物品多,蔓延速度快,烟火蔓延途径多<sup>[7]</sup>。因钢结构建筑空间跨度大,可燃物料多,一旦发生火灾,火势发展快,燃烧猛烈,极易形成大面积火灾。

收稿日期: 2011-03-07

作者简介: 孙忠强(1980-),男,河北唐山人,讲师,北京科技大学在读博士,主要从事安全工程方面的科研与教学工作。

基金项目: 河北省自然科学基金资助项目(E2009000716)

E-mail: sunzhongqiang80@126.com

2)易变形倒塌,造成群死群伤。彩钢板建筑多为大型厂房、库房和场馆、超市,这些场所设备、物品、人员密集。在火灾情况下,高温使夹心板的内层融化变形,失去承重能力,造成建筑倒塌。据理论计算,在全负荷情况下,使钢结构失去平衡稳定性的临界温度为500℃左右。钢结构受热膨胀,遇冷水后急剧收缩,钢材变脆。发生火灾时,某一部件变形受损,会破坏钢构件应力关系。夹心板过火后只剩下外层铁皮,从而失去承载力导致塌落,容易造成群死群伤。

3)芯材属多孔泡沫材料,易发生阴燃和燃烧,不容易探测和预防;受热后易软化熔融,流到面板外面,形成流淌火;板面受热易变形造成坍塌,导致人员伤亡和消防人员无法展开内攻和搜救;燃烧时产生大量浓厚黑烟和毒气,使内部人员疏散困难,易造成人员伤亡。

4)消防设施建设不全,水源缺乏。彩钢板建筑多为城乡结合部以及临时建筑,消防设施建设跟不上,致使火灾现场供水困难。

### 3 彩钢泡沫夹芯板着火原因分析

彩钢板的燃烧特性决定了彩钢板结构建筑火灾比其它建筑火灾有着更大的危险性。分析彩钢泡沫夹芯板本身的结构和材料特性可知如下。

1)从理论上讲,彩钢板结构建筑经过钢质防火涂料处理后,耐火极限可以达到二级耐火等级的要求。但实际工程中,由于对钢结构涂防火涂料时,很难保证每个点的防火涂料厚度都能达到要求且彩色涂层镀锌钢板刚性较弱,接近火源时极易扭曲变形,与芯材脱接,使芯材失去保护,薄弱部位受到火烧,该部位最先失去支撑能力,造成其他部位的应力集中,致使整个建筑结构遭到破坏。

2)EPS芯材燃烧性能较差,接近热源或火源时较易发生明火燃烧,在受火区表面产生火焰并快速向芯材其它部位传播,芯材则软化、熔融、收缩和滴落,在空中和地面形成流窜火和流淌火,同时释放出大量的热量、黑烟和毒性气体,导致现场极具危险性且极难扑救(图1)。

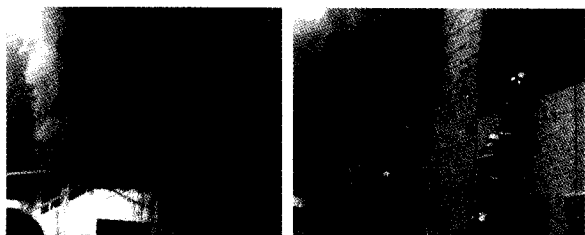


图1 石家庄市某制药厂彩钢板建筑火灾事故

3)EPS芯材彩钢板的安装方式一般为板间直接相连,受火后容易在两板间形成一个空腔,产生烟囱效应和横向蔓延,加速火焰的传播和板材的塌落。

4)夹芯板燃烧产物毒性大、热量高,易造成火烧连营和群死群伤的事故。

正如上述分析,聚苯乙烯泡沫塑料芯材燃烧时分解出大量的对人体有害的毒性气体、可燃气体、CO<sub>2</sub>和H<sub>2</sub>O及烟雾等,并产生大量的热量;同时其燃烧后的高温熔融物,滴落到可燃物上,又会形成新的起火点,从而导致火灾迅速蔓延,很容易造成火烧连营和群死群伤事故。

根据火灾燃烧的充分必要条件,采用事故树分析<sup>[8-11]</sup>(FTA)的方法对彩钢板建筑火灾进行分析(图2,表1)。

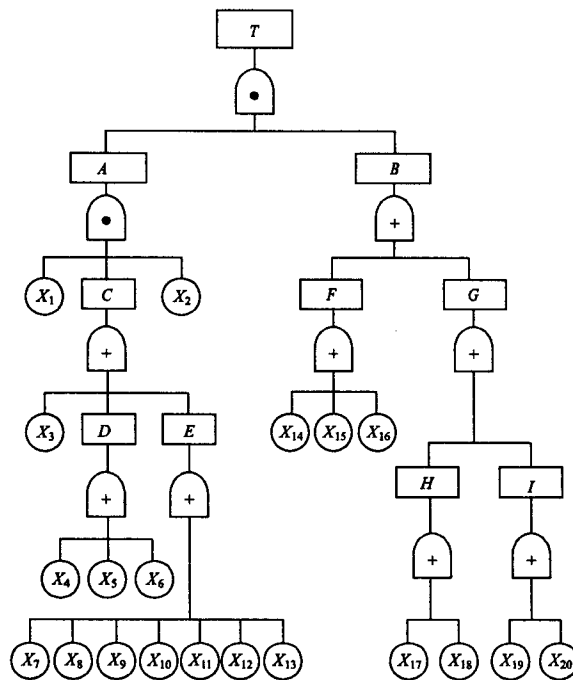


图2 彩钢板建筑火灾事故树

表1 图2中符号的意义

符号	事件	符号	基本事件
T	彩钢板建筑火灾事故	F	消防设施未起作用
A	着火(发生)	G	人为原因
B	扑救不及时	X <sub>4</sub>	人为纵火
X <sub>1</sub>	空气	X <sub>5</sub>	未灭烟头
C	点火源	X <sub>6</sub>	未灭蚊香
X <sub>2</sub>	可燃物	X <sub>7</sub>	线路老化
D	明火	X <sub>8</sub>	电路过载
X <sub>3</sub>	其他火花	X <sub>9</sub>	短路
E	电气火花	X <sub>10</sub>	违章动火
X <sub>11</sub>	违章取暖	X <sub>12</sub>	雷电等意外因素
X <sub>13</sub>	私拉线路	X <sub>14</sub>	消防栓故障
X <sub>15</sub>	灭火器故障	X <sub>16</sub>	消防设施不足
H	无操作技能	I	发现不及时
X <sub>17</sub>	应急演练不够	X <sub>18</sub>	无培训
X <sub>19</sub>	无自动火警系统	X <sub>20</sub>	管理人员责任心不强

根据布尔代数计算最小割集为:

$$\begin{aligned} T &= AB = X_1 X_2 C (F + G) \\ &= X_1 X_2 (X_3 + D + E) (X_{14} + X_{15} + X_{16} + H + I) \\ &= X_1 X_2 (X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + \\ &\quad X_{11} + X_{12} + X_{13}) (X_{14} + X_{15} + X_{16} + X_{17} + X_{18} + \\ &\quad X_{19} + X_{20}) \end{aligned}$$

由计算结果可以得到共77个最小割集,由于空气和可燃物的必然存在,使得导致火灾发生的因子大幅增加,因此,说明发生火灾的风险非常之大。

用对偶树法计算最小径集为:

$$T = A' + B' = X_1 + X_2 + X_3 X_4 \cdots X_{13} + X_{14} X_{15} \cdots X_{20}$$

根据计算结果,共4个最小径集。因此,要预防控制火灾事故,应从点火源和消防安全管理两方面采取措施。

## 4 对策措施

### 4.1 安全技术对策

1) 治本的方法就是彩钢板夹芯一律采用类似岩棉的不燃材料。强化属地政府职责,加强基础消防设施建设,严格控制彩钢板建筑建设,完善审批程序,从厂家生产审批、开工建设等源头上控制,降低不符合安全条件的彩钢板建筑数量,引导和推广使用岩棉、玻璃丝棉夹心的耐火材料彩钢板。

2) 在施工中,无论何种连接方式,都应对板间连接、卡口、封口等做有效加固,包括焊接、螺钉连接、铆钉连接等,特别是做到板材与承重、支撑构件的连接。

3) 对准确探测火情的报警系统要严格管理,进一步完善和加强火灾探测系统。增设发热、发光、发声以及烟尘、可燃体、特殊气味的测敏仪并与消防中心机联接。在技术条件允许的情况下,应该在重点部位增设监控系统。

4) 根据设施设备及防火部位的性质,合理使用灭火剂,选用并配备与其相适应的灭火器材。

5) 要保持消防给水系统经常处于戒备状态,能够最便捷、最有效地供应消防用水。

### 4.2 安全管理措施

1) 落实单位安全生产责任制,指定消防责任人。制定事故应急救援预案,开展经常性的灭火和应急疏散演练,加强消防安全管理。重要部位应设立警示标志,加强员工尤其是管理人员的消防安全培训,提高其消防素质,并通过他们来进一步地宣传消防安全知识,单位要建立义务消防队组织,加强教育培训,提高自防自救的能力。

2) 加强用电安全管理。员工宿舍床与床之间不用可燃纸壳、床单等围挡,不得使用大功率电器、电热毯。严禁电线私拉乱接,对所有的用电要严格把关,使之符合电气线路安全的要求;要加强生产、生活中动用明火的管理,严格落实动火证制度,科学设计工艺流程,减少人为操作不慎,降低事故发生率;建立健全安全检查制度,设立安全员专门巡查消防工作,随时发现和消除火险隐患,确保安全。

### 参考文献:

- [1] 冷启贞,惠学俭.金属复合板的消防安全性能探讨[J].武警学院学报,2009,25(8):51-54.
- [2] 邹烈民,管恩铸.建筑用彩涂钢板的现状及发展前景(1)[J].工业建筑,2001,31(1):45-48.
- [3] 付国平.彩钢板屋面的防水构造及施工技术[J].建筑技术,2004,35(7):513-515.
- [4] 吴振坤,颜东升,尤飞.聚苯乙烯泡沫芯材的燃烧特性及其在火灾事故原因调查中的应用[J].火灾科学,2007,16(3):180-184.
- [5] 曾绪斌,韩峥.常用建筑泡沫塑料及其防火性能[J].消防科学与技术,2005,24(1):82-84.
- [6] 王刚,苗悠燕.彩钢板的建筑火灾扑救与破拆[J].安全,2009(6):5-8.
- [7] 王梦超.城市区域火灾风险评估与对策研究[D].北京:中国地质大学,2010.
- [8] 李红民.FTA在高层建筑防火安全管理中的运用[J].中国安全生产科学技术,2010,6(4):153-156.
- [9] 周卫,缪昇,屈俊童.FTA法评估图书馆火灾风险研究[J].云南大学学报:自然科学版,2009,31(S1):294-298.
- [10] 朱向东,石剑荣.学生宿舍火灾事故树分析[J].安全与环境工程,2009,16(1):78-80,84.
- [11] 张光剑,戴晓江,李伟.大型宾馆火灾事故树分析[J].安全与环境工程,2007,14(4):83-85.