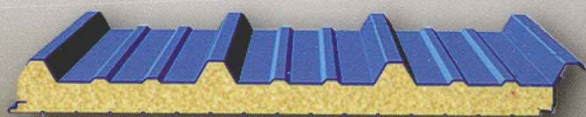


建筑用金属面 绝热夹芯组合板

——保温 隔声 防灾性能

查晓雄◎著



中国建筑工业出版社

建筑用金属面绝热夹芯组合板

——保温 隔声 防灾性能

查晓雄 著



中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑用金属面绝热夹芯组合板——保温 隔声 防灾
性能/查晓雄著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2011. 1
ISBN 978-7-112-12867-9

I. ①建… II. ①查… III. ①墙体材料 IV. ①TU522

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 007551 号

建筑用绝热夹芯板由于具有良好的节能环保性能, 在我国得到越来越多的应用, 但相关的理论研究并不多见, 给应用带来问题。

本书全面介绍建筑用绝热夹芯板的保温隔声和防灾性能, 包括金属面夹芯板隔声和吸声性能研究、保温和隔热性能研究、动力性能研究、抗爆和冲击性能研究、温度应力对力学性能影响的研究、耐火性能的研究、太阳能一体化建筑的研究等方面, 涉及相关最新研究成果。

本书可供大专院校土木工程专业作为选修课程的教材, 也可供土木工程方面的技术人员和科研人员参考。

* * *

责任编辑: 刘瑞霞 咸大庆

责任设计: 肖 剑

责任校对: 陈晶晶 关 健

建筑用金属面绝热夹芯组合板

——保温 隔声 防灾性能

查晓雄 著

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京富生印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 15 $\frac{3}{4}$ 字数: 385 千字

2011 年 2 月第一版 2011 年 2 月第一次印刷

定价: 38.00 元

ISBN 978-7-112-12867-9

(20097)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

前 言

金属面夹芯板结构作为围护结构近年来在实际工程中应用不断增多,主要由于其优良的保温隔热性能,也具有一定的吸声隔声性能,如应用于声屏障等方面,不过现阶段以试验测试为主,在理论和计算方面研究不多。另外金属面夹芯板结构的防灾性能一直倍受人们关注,例如近年来的多次火灾,给人们生命和财产造成巨大的损失,同时作为临时围护结构在一些危险地区的施工现场使用,其抗爆抗冲击性能如何,也需要研究和探索。

为从理论上提高对金属面夹芯板性能的了解和研究水平,从而更好地掌握和利用好这一结构,更合理经济地为社会服务,2004 年以来,哈尔滨工业大学深圳研究生院和国内较早和较大的夹芯板生产商深圳市赤晓建筑科技有限公司(原深圳市赤晓组合房屋有限公司)、深圳市安泰科建筑技术有限公司合作,在深圳市科技计划项目、深圳市南山区科技计划项目和企业经费的资助下,对金属面夹芯板保温隔热、隔声吸声、防火、耐久性、抗冲击等性能进行系统的理论和试验研究,取得一些成果,成果“绝热金属夹芯板力学及建筑物理性能研究”经深圳市科技局鉴定,认为“该研究项目具有创造性,研究成果达到国内领先水平”(见深科同鉴字[2008]第 1039 号),成果被刚刚颁布发行的国家标准《建筑用金属面绝热夹芯板》GB/T 23932—2009 采用。与深圳市安泰科建筑技术有限公司合作的企业标准《声屏障》Q/ATK 001—2009 也颁布实施。在此由衷地感谢深圳市科技工贸和信息化委员会、深圳市南山区科技局、深圳市赤晓建筑科技有限公司、深圳市安泰科建筑技术有限公司。

为了帮助工程技术人员更好地理解建筑用绝热夹芯板物理和防灾性能,作者根据多年的研究成果,写成本书,在内容上作了以下安排:

第 1 章主要介绍金属面夹芯板现状和存在的问题;

第 2 章介绍金属面夹芯板隔声和吸声性能的试验和研究;

第 3 章介绍金属面夹芯板保温隔热性能的试验和研究;

第 4 章详细讲解金属面夹芯板声屏障板在高铁中应用时受风载下动力特性和疲劳性能的研究;

第 5 章详细讲解金属面夹芯板抗爆和抗冲击性能;

第 6 章对金属面夹芯板在温度应力下的力学性能进行研究;

第 7 章详细分析金属面夹芯板耐火性能;

第 8 章对太阳能一体化夹芯板性能进行探讨。

本文中很多成果都是和作者的研究生共同完成的,在此也对他们的辛勤工作表示感谢!

作者衷心希望本书提供的内容能够对读者了解和使用金属面夹芯板结构有所帮助。同时,由于作者的水平有限,本书难免出现不足之处,恳请广大读者批评指正。

目 录

第 1 章 绪言	1
1.1 建筑用夹芯板简介	1
1.2 建筑用夹芯板要求	2
1.3 建筑用夹芯板使用现状和存在的问题	3
1.3.1 隔声和保温等环保性能方面	3
1.3.2 防火安全方面	4
1.3.3 意外荷载下的安全性	6
参考文献	7
第 2 章 金属面夹芯板的隔声和吸声	8
2.1 前言	8
2.2 国内外研究现状	10
2.2.1 建筑声学研究现状	10
2.2.2 夹芯板隔声性能研究现状	10
2.2.3 夹芯板吸声性能研究现状	11
2.3 声学理论和研究工具	12
2.3.1 声学名词	12
2.3.2 声学材料参数	14
2.3.3 夹芯板声学理论基础	17
2.3.4 声学分析软件介绍	20
2.3.5 声学试验方法	23
2.4 金属面夹芯板隔声性能的研究	27
2.4.1 夹芯板隔声量试验研究	27
2.4.2 夹芯板隔声性能的计算分析	30
2.5 金属面夹芯板吸声性能的研究	44
2.5.1 冲孔夹芯板吸声系数试验研究	44
2.5.2 冲孔夹芯板吸声性能的计算分析	53
2.6 结论和展望	58
2.6.1 结论	58
2.6.2 展望	59
参考文献	59
第 3 章 金属面夹芯板的保温和隔热	62
3.1 前言	62
3.2 夹芯板保温隔热研究现状	62

3.3 夹芯板保温隔热性能研究的原理和内容	64
3.3.1 传热的基本方式	65
3.3.2 传热机理	67
3.3.3 热工性能指标	69
3.3.4 围护结构热工设计要求	72
3.3.5 试验研究原理	79
3.4 金属面夹芯板传热性能试验及有限元分析	83
3.4.1 夹芯板传热性能试验	83
3.4.2 有限元分析	85
3.4.3 夹芯板传热性能分析实例：XPS 夹芯板	87
3.5 金属面夹芯板隔热性能的研究	96
3.5.1 蓄热系数与材料相关热物理参数关系	96
3.5.2 热惰性指标 D 与材料相关热物理参数关系	97
3.6 结论和展望	99
3.6.1 结论	99
3.6.2 展望	99
参考文献	100
第4章 高铁中金属面声屏障夹芯板动力性能研究	102
4.1 前言	102
4.1.1 声屏障的介绍和特点	102
4.1.2 声屏障的应用和设计	103
4.1.3 声屏障的发展及金属面夹芯板的应用	104
4.1.4 高速铁路的发展概述	105
4.1.5 高速铁路声屏障板动力性能的研究现状	105
4.1.6 夹芯板疲劳性能研究现状	106
4.2 高铁中金属面声屏障夹芯板脉动力	108
4.2.1 列车空气动力学的基本原理	108
4.2.2 理论流体力学基础	109
4.2.3 计算流体力学基础	112
4.2.4 基于动网格技术的混合网格优化方法	114
4.2.5 声屏障板表面脉动力分析	116
4.3 金属面声屏障夹芯板的疲劳性能	122
4.3.1 疲劳概念	122
4.3.2 金属面夹芯板疲劳理论分析	123
4.3.3 试验研究及有限元	124
4.4 结论和展望	128
4.4.1 结论	128
4.4.2 展望	128
参考文献	128

第 5 章 金属面夹芯板抗爆和抗冲击性能 131

5.1 前言 131

5.2 夹芯板结构抗爆性能研究现状 131

5.2.1 国外研究现状 131

5.2.2 国内研究现状 132

5.3 夹芯板结构抗冲击性能研究现状 133

5.3.1 国外研究现状 133

5.3.2 国内研究现状 134

5.4 金属面夹芯板抗爆性能的研究 135

5.4.1 夹芯板结构抗爆性能理论分析 135

5.4.2 夹芯板抗爆性能试验 142

5.4.3 爆炸荷载下夹芯板结构的连续性理论 144

5.5 夹芯板抗冲击性能研究 153

5.5.1 金属面板静力拉伸试验 153

5.5.2 金属面板动力本构试验 154

5.5.3 夹芯板抗冲击性能试验 160

5.5.4 夹芯板抗冲击性能有限元分析 166

5.6 结论和展望 168

5.6.1 结论 168

5.6.2 展望 169

参考文献 169

第 6 章 温度应力对金属面夹芯板力学性能的影响 173

6.1 前言 173

6.1.1 引言 173

6.1.2 温度对夹芯板力学性能的影响 173

6.1.3 温度荷载的组合与取值 174

6.2 夹芯板温度荷载下挠度及内力的理论推导 174

6.2.1 简化模型 174

6.2.2 单跨夹芯板跨中挠度 174

6.2.3 双跨夹芯板支座反力及跨中挠度 175

6.2.4 三跨夹芯板支座反力及跨中挠度 176

6.3 夹芯板温度荷载下的试验研究 177

6.3.1 试件概况 177

6.3.2 加热设备 178

6.3.3 试验过程 179

6.3.4 试验现象 179

6.3.5 试验结果分析 182

6.4 夹芯板跨中挠度理论公式的修正 183

6.4.1 理论公式的修正 183

6.4.2 理论公式的验证	184
6.5 夹芯板在温度荷载下的有限元分析	184
6.5.1 有限元模型介绍	185
6.5.2 力与温度共同作用下夹芯板的极限荷载	186
6.6 结论和展望	187
参考文献.....	187
第7章 金属面夹芯板耐火性能	189
7.1 引言	189
7.1.1 耐火极限标准	189
7.1.2 夹芯板防火性能研究现状	190
7.2 金属面夹芯板火灾下隔热性能的研究	192
7.2.1 隔热模型的有限元公式的推导	192
7.2.2 夹芯板隔热的有限元分析	198
7.2.3 夹芯板隔热的有限元分析结论及对比	203
7.3 金属面夹芯板火灾下稳定性能的研究	204
7.3.1 夹芯板悬索结构水平力及跨中挠度的计算公式及推导	205
7.3.2 夹芯板火灾下稳定性的有限元分析	206
7.4 结论和展望	206
7.4.1 结论	206
7.4.2 展望	207
参考文献.....	207
第8章 太阳能一体化夹芯板	208
8.1 绪论	208
8.2 一体化板的设计及论证	208
8.2.1 引言	208
8.2.2 太阳能电池的工作原理简介	208
8.2.3 四种一体化板的设计	209
8.2.4 钢化玻璃的性质	212
8.3 一体化板的热学理论分析	214
8.3.1 引言	214
8.3.2 电池板的热学性能分析	214
8.3.3 初步确定通风槽中肋的高度	216
8.3.4 不同肋高的一体化板中的光伏板散热的理论分析	217
8.3.5 一体化板的隔热性能分析	219
8.4 一体化板的力学性能理论研究	220
8.4.1 引言	220
8.4.2 钢化玻璃板的设计分析	220
8.4.3 用于一体化板的芯材及其性能分析	224
8.4.4 一体化板的分析及力学模型简化	225

8.5 一体化板的有限元计算 227

8.5.1 引言 227

8.5.2 光伏板散热的有限元分析 227

8.5.3 不同的芯材类型及厚度的隔热效果模拟 231

8.5.4 通过稳态模拟计算一体化板的传热系数 236

8.5.5 一体化板的力学性能模拟 238

8.6 结论和展望 242

8.6.1 结论 242

8.6.2 展望 242

参考文献..... 242

第 1 章 绪 言

1.1 建筑用夹芯板简介

夹芯板是以上下二层较薄的高强材料为面层，以在垂直于面板方向有足够刚度的较厚轻质材料为芯材，采用一定的成型工艺将二者组合成整体的板材。

根据不同用途，夹芯板可选用不同的面层和芯材组成多种夹芯板。面层材料可以采用钢板、铝板、木板、纤维增强塑料板甚至混凝土板等；芯层材料可以采用软木、固体塑性材料（聚乙烯）、硬质泡沫材料（聚氨酯、挤塑板、聚苯乙烯、酚醛泡沫）、矿物棉材料（岩棉、玻璃丝棉）、金属及纸质蜂窝状材料等。图 1-1 所示为三种夹芯板结构类型，即：

- 聚氨酯或聚苯乙烯夹芯板
- 蜂窝芯材夹芯板
- 岩棉芯材夹芯板

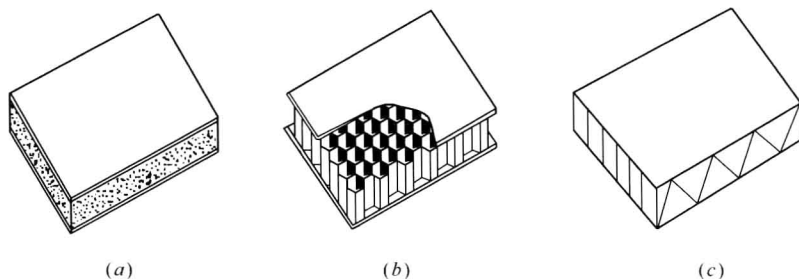


图 1-1 夹芯板结构

(a) 发泡塑性芯材；(b) 蜂窝芯材；(c) 矿物棉芯材

在各种情况下，面板可以是彩色涂层钢、铝或非金属，如胶合板、玻璃增强塑料。

这种将不同材料组合成复合板的做法可以满足特殊应用的优化设计。在复合板中，每种材料的优点得以体现，而缺点则有所限制。例如，具有良好的隔热性能塑性泡沫材料及矿物棉材料只有在防漏水和扩散的面层保护下才能不遭受潮气的侵蚀；然而，压力作用下的薄壁金属层强度和刚度只有在芯材的支撑下才能被充分利用。

本书主要集中于对应用日益广泛的建筑围护结构金属面夹芯板的研究。用于墙面或屋面的夹芯板，其内外面板通常为平表面或压型金属板，低密度塑料或矿物棉做芯层，使得其成为墙板和屋面板的理想材料。夹芯板中金属面板承受荷载，保护芯层使其避免机械损伤，防止风化，阻止水与蒸汽侵蚀芯材；而芯层将上下面板粘结成整体，同时具有隔热隔声的作用。因此，组合夹芯板的显著优点如下：

- 轻质高强
- 良好的隔热性能

- 不透水和蒸汽
- 良好的密封性
- 表面板有效地阻止了天气和恶劣环境的侵蚀
- 快捷建造无需起重设备，利于恶劣环境安装
- 损坏时易修复更换
- 维护费用低，使用寿命长
- 矿物棉夹芯板具有良好耐火性

当然，夹芯板也存在一定的缺点，如：

- 硬质塑料泡沫芯材夹芯板的耐火性差
- 单面受热时的变形，如强烈阳光下
- 热容低

建筑用绝热夹芯板在我国的发展潜力巨大。一是因为我国现有房屋建筑数量巨大；二是因为我国建筑规模庞大，是世界上最大的建筑市场，而国内绝大多数地区围护结构的保温隔热功能，与发达国家相差甚远。由此可见，采用绝热夹芯板提高围护结构的热工性能，是我国降低建筑能耗的主要方向之一^[1]。

建筑用夹芯板自问世 40 余年来发展迅速，我国在 20 世纪 80 年代开始从美国、韩国、奥地利等国家引进生产技术和设备，具备了自行研制夹芯板的生产技术和设备，而从事生产科研的单位也达到数百家，每年生产量达到 850~1000 万 m²。夹芯板由于其独特的结构组成，因此具有一系列独特的材料特性，如轻质，高强，保温，抗震，防水，隔热，且易于工厂预制拼装，维修费用低，因此夹芯板多用在体育馆、有保温要求的工业厂房等大型设施中，如上海沪东造船厂新建加工车间屋面采用 80mm 厚的 MRP-1000 岩棉夹芯板；上海宝钢会议中心屋面采用聚氨酯夹芯板。

1.2 建筑用夹芯板要求

从安全性、适用性、耐久性和观赏性的角度，建筑用夹芯板一般应满足下面基本功能的要求：

- 1) 安全性要求，主要针对各项工作
 - 装配，运输，安装和使用中的稳定性
 - 承受温度影响产生的变形能力，尤其是单面暴露于阳光下
 - 足够的耐火性
- 2) 适用性要求，注重使用中的板性能
 - 面板与节点要能阻止水、雪、空气和灰尘渗透
 - 充分的隔热能力
 - 足够的蓄热能力
 - 抵御湿气凝结的能力
 - 良好的隔声效果
- 3) 耐久性要求，主要确保预定时间内板的性能稳定
 - 抵御长期气候影响

- 抵御恶劣环境的侵蚀
 - 芯材及粘结的耐退化性能
 - 各种颜色涂层的稳定性
- 4) 美学要求, 集中于整个建筑物的外观效果
- 几何公差, 包括板面的平整度等
 - 颜色变化

另外, 还应满足下面的建造要求:

- 截面尺寸应适合材料
- 节点应简单, 便于快速安装
- 固定于支撑结构的连接应安全可靠
- 采用的不同板型个数尽量少
- 运输简单, 并在施工过程中不需要起重设备
- 便于在现场采用常用工具处理

有关夹芯板的力学性能的研究将在作者的另外一本书中专门论述, 本文仅研究下面存在的问题。

1.3 建筑用夹芯板使用现状和存在的问题

1.3.1 隔声和保温等环保性能方面

噪声污染是环境污染的一种。在城市里, 交通噪声对居民影响最大^[1], 全国 80% 左右的交通干线两侧环境噪声超过国家标准。因此, 控制交通噪声, 创造一个良好的生活环境是我们急需解决的问题。

隔声材料常常选择水泥板、加气混凝土及黏土空心砖等看起来厚重的材料, 这是因为材料的隔声性能和其质量有关, 但是, 随着研究的深入, 材料的隔声量不仅仅由质量决定, 增加材料的厚度, 隔声量的增加不是很明显。实践证明, 如果隔声效果相同, 夹层结构就要比单层结构的重量减轻 2/3 或 3/4。如果在双层板中间填满多孔材料, 不仅能抑制双层轻质板板面的振动, 对中频噪声隔声量也有明显提高。总之, 单层结构的隔声量主要取决于自身的重量, 而双层结构取决于它的重量和结构, 重而密实的材料是好的隔声材料, 采用中间夹空气层可以大大削弱振动的传递, 如果在夹层中间加以松软的多孔吸声材料, 则效果更好。因此, 质量轻、厚度薄、外形多变的金属面夹芯板越来越多地应用到隔声结构中。

建筑领域是耗能大户, 截至 2002 年, 我国节能建筑总面积仅为 2.3 亿 m^2 , 而 400 亿 m^2 为高耗能建筑, 我国建造和使用建筑物的直接、间接消耗的能源, 已占到全社会总能耗的 46.7%^[3]。

现在的建筑节能主要分为以下几个方面: 一是建筑物的保温; 二是新能源, 一般所说的是绿色能源 (如太阳能, 风力, 水力等); 三是建筑物的智能化管理; 四是寻求低耗高能的热交换设备; 五是整个耗能系统的管理。这里最重要且最易见成效的是建筑物保温, 隔热夹芯板作为优异的保温材料, 广泛应用于节能建筑领域。研究表明, 使用隔热保温材料

料的投资仅使建筑成本增加 5%~8%左右。有关人士认为,节能住宅增加的建设成本,在 5~8 年左右的时间内就可通过节能效益收回。这意味着建筑节能投资的投资收益率高达近 20%,经济效益十分可观^[4]。

对于夹芯板保温和隔声性能的设计目前尚无相关规范,设计人员主要通过实验测试获得具体的声学参数。

1.3.2 防火安全方面

火灾给人类的生命和财产安全带来了巨大的危害,若对防火设计缺乏考虑,一旦发生火灾,会造成严重的伤亡事故和经济损失,危害重大。建筑火灾已成为威胁公共安全、危害人们生命财产的重要灾害。

随着夹芯板的普遍使用,该种材料暴露出来的众多消防安全问题引起了社会的高度重视。由于夹芯板中很多的合成材料易燃,在火灾时带来了重大的人员伤亡和财产损失(图 1-2),对夹芯板进行火灾下的耐火性能研究具有重要意义。



图 1-2 夹芯板结构起火

建筑用夹芯板结构建筑火灾比其他建筑火灾有着更大的危险性。遇火易燃烧且扑救困难,其主要特点为:

(1) 火势发展快,蔓延迅速。夹芯板材料较传统的砖、混凝土等建筑材料耐火性能差,火灾下极易燃烧,特别是一些质劣价廉的夹心板,内层芯材未经阻燃处理甚至为可燃泡沫,遇火燃烧猛烈,增加了建筑物内火灾荷载,加剧火灾的发生,极易形成大面积火灾。

(2) 夹芯板由芯材及外围钢板组成,若保温材料发生火灾蔓延,金属彩钢板表面光滑,灭火时水流不能吸附在板面,冷却效果差,给消防人员的扑救带来难度。金属板材不易破拆,难寻内部芯材起火点,延误救火时间。

(3) 彩钢板建筑多为大型厂房、库房和场馆、超市,人员密集,在火灾情况下,高温使夹心板的内层芯材融化变形,板易失去整体性,失去承重能力,造成建筑过早倒塌,导致人员伤亡,并给消防人员的搜救带来困难。

(4) 芯材燃烧时产生大量浓厚黑烟和毒气,人员在逃离时可能会受到毒气和刺激性燃烧产物的危害,疏散困难,造成人员伤亡。

(5) 夹芯板广泛应用于轻钢结构领域,未经防火保护的钢结构耐火极限只有 15min,因火势蔓延迅速,大多数轻钢结构建筑发生火灾后,当消防力量到场时,多已到了猛烈燃烧阶段。轻钢结构房屋易变形倒塌,伤及消防人员,甚至会出现倒塌埋压,不易及时撤出,更给人员疏散和消防队的灭火造成威胁。

1993 年,英国赫勒福德郡太阳谷家禽养殖场发生大火,由于其使用的夹芯板含 930m³ 聚苯乙烯泡沫和 490m³ 聚氨酯泡沫,在火灾中产生了大量烟气,使灭火和救援工作变得极其困难,造成了轻质粘接式夹芯板过早垮塌,致使两位消防队员在灭火战斗中牺牲,引起了人们对夹芯板耐火性能的关注。

2003 年,青岛正大有限公司熟食品加工厂发生特大火灾,由于使用聚氨酯彩钢板等

可燃性建筑材料作为车间隔墙，且场内排风、排油烟、供水、供气、输油管道、电缆桥架等管道全部连通，造成火灾发生 30 分钟后钢屋架坍塌，21 人死亡，8 人受伤。火灾从发生到最后全部扑灭前后持续了 3 个小时。2005 年，蒙牛乳业有限公司北冷库发生火灾，火场过火面积 2400m²，消防部门出动 18 辆消防车、108 名消防官兵赶赴现场投入灭火战。灭火过程中由于冷库钢结构倒塌（图 1-3），3 名战士牺牲，两名战士受伤。



图 1-3 蒙牛冷库钢结构倒塌

2008 年汶川地震后，夹芯板制品在抗震救灾应急救援中作为短期临建材料的优越性越来越突显出来，过渡安置房建设已在四川全省灾区全面铺开，基本上是墙面为平整光洁的金属面夹芯板、房顶为彩色波形钢面夹芯板结构的板房，其中 90% 以上芯材为聚苯乙烯泡沫夹芯板板房。聚苯乙烯的燃烧特性决定了夹芯板结构建筑火灾比其他建筑火灾有着更大的危险性，图 1-4 为地震中安置的北川板房，起火后一排 18 间板房在 20 分钟内被大火烧毁并坍塌，火灾虽没有造成人员伤亡，但所暴露的板房防火隐患让人担忧（图 1-5）。



图 1-4 汶川板房火灾



图 1-5 建筑工地活动板房

2008 年 7 月，为第十一届全运会而建的济南奥体中心球类体育馆发生火灾。球顶位置的岩棉保温板由于工人违章电焊引燃，由于夹芯板上下钢板的隔离作用，消防人员很难进行灭火，最终对顶部钢材进行分割、冷却和隔离控制住火灾的蔓延，受火面积占楼顶的

1/4。同年 11 月，该体育馆东南侧顶部再次遭受火灾，火灾随风向两侧蔓延，消防人员经三个半小时将火扑灭（图 1-6）。

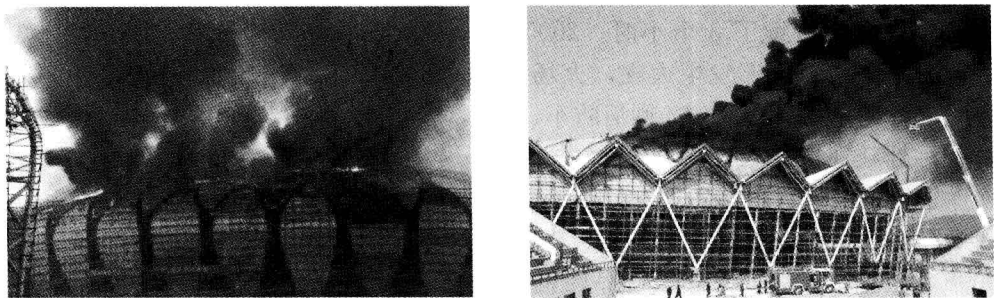


图 1-6 济南体育场夹芯板起火

1.3.3 意外荷载下的安全性

以夹芯板为围护材料的临时性活动房有时也不可避免地应用在条件恶劣地区（如化工、石油、矿山开采等），此时活动房屋的夹芯板围护材料常常受到炸药和燃油等爆炸物的冲击，存在着巨大威胁。例如：2006 年，灵石县交口乡一座私开煤矿发生爆炸，离坑口不远的活动房被震塌，导致房内两人当场死亡；2008 年 9 月，辽宁省辽阳市灯塔金航石油化工有限公司发生爆炸事故，1 人死亡、2 人失踪及多人受伤，见图 1-7；2009 年 7 月，河南偃师化工厂爆炸 7 人死亡百人受伤；2009 年 10 月，浙江嘉兴化工厂爆炸起火 10 人烧伤，见图 1-8；2010 年 1 月，兰州石化 303 厂发生重大爆炸事故，多人受伤。

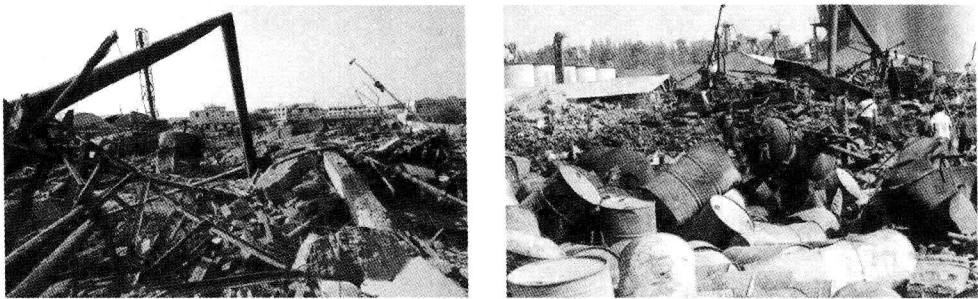


图 1-7 辽宁省辽阳市灯塔金航石油化工厂爆炸后现场

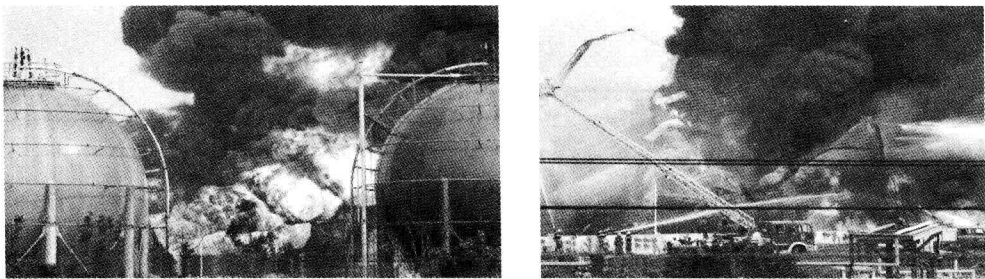


图 1-8 浙江嘉兴化工厂爆炸起火

建筑用金属面组合夹芯板是组成结构的外部围护构件,当基本围护构件受到爆炸和物体冲击作用时,常常产生大的塑性变形,或发生局部或整体的断裂破坏而导致结构失去其原有功能以及失去防护功能。因此,对金属面组合夹心板及整体活动房屋在爆炸和冲击荷载下的防护性能研究也逐渐引起人们的关注。而金属面组合夹心板内部芯材具有很好的吸能特性,如硬质聚氨酯泡沫材料是一种密度小、成型容易的多孔介质,它具有很好地吸收动能的特性,能够缓和冲击、减弱振荡、减低应力幅值。当爆炸冲击波作用到复合结构时,聚氨酯泡沫材料产生塑性变形被压实,由于聚氨酯泡沫材料冲击波阻抗比较低,能够大大地削弱应力波的强度。在这个过程中,空气冲击波能量被减小,和单层材料相比,防爆能力得到提高。

参考文献

- [1] 涂逢祥,王庆一.建筑节能—中国节能战略的必然选择.节能与环保,2004,8:19-22.
- [2] 张邦俊,翟国庆.环境噪声学.杭州:浙江大学出版社,2001:18-21.
- [3] 徐峰,张雪芹,华七三.建筑保温隔热材料与应用.北京:中国建筑工业出版社,2007:1-5.
- [4] 周宏春.对建筑节能问题的思考和建议.重庆工学院学报(社会科学版),2007,21(4):1-5.
- [5] 宋新武.金属面夹芯板统一理论及夹芯板防火性能研究.哈尔滨工业大学硕士论文,2010.
- [6] 夏印之.太阳能一体化板的研发及力学保温性能研究.哈尔滨工业大学硕士论文,2010.
- [7] 金蕾.声屏障板的隔声性能及高铁应用中动力性能的研究.哈尔滨工业大学硕士论文,2010.
- [8] 解维益.金属面绝热用夹芯板保温隔热和力学性能研究.哈尔滨工业大学硕士论文,2009.
- [9] 万艺进.金属面保温夹芯板的隔声吸声性能的研究.哈尔滨工业大学硕士论文,2009.
- [10] 钱卫.金属面组合夹芯板的隔声、吸声与承载力性能的研究.哈尔滨工业大学硕士论文,2007.
- [11] 邹杰.彩钢夹芯板的保温隔热及力学性能研究.哈尔滨工业大学硕士论文,2007.

第 2 章 金属面夹芯板的隔声和吸声

2.1 前言

世界卫生组织进行的全世界噪声污染调查认为，噪声污染已经成为影响人们身体健康和生活质量的严重问题。从生物学的观点看，凡是人们不需要的，令人烦躁的声音都是噪声。从物理学的观点看，噪声是指紊乱、断续或统计上随机的振荡^[1]。环境噪声主要来源于交通运输、工业生产、建筑施工及社会生活。在城市里，交通噪声对居民影响最大^[2]。

随着噪声污染的逐步加剧，人们迫切希望一个安静的工作和生活环境，这种要求已被写入政策法规。从 2006 年 3 月 1 日施行的《中华人民共和国治安管理处罚法》规定：制造噪声干扰他人正常生活的，将被处予警告；警告后不改正的，处 200 元以上 500 元以下罚款。大量的资料表明，对于日常的起居生活，室内噪声水平理想值不应大于 40dB，若超过 55dB，就会普遍地引起不满；对于睡眠而言，理想值是不大于 30dB，超过 45dB，约有 50% 以上的人会感到受到干扰^[3]。为创建优良的居住声环境，实现高标准的居住舒适度，国家制定了相关政策法规以保障人们享有健康安静的居住声环境，《民用建筑隔声设计规范》(GBJ 118—88) 规定，见表 2-1。

住宅室内允许噪声标准 (A 声级, dB) 表 2-1

房间名称	时间	一级	二级	三级
卧房、书房	白天	≤40	≤45	≤50
卧房、书房	夜晚	≤30	≤35	≤40
起居室	白天	≤45	≤50	≤50
起居室	夜晚	≤35	≤40	≤40

噪声给人带来生理上和心理上的危害主要有以下几方面^[4]：

(1) 损害听力。有关资料表明：当人连续听摩托车声，8 小时以后听力就会受损；若是在摇滚音乐厅，半小时后，人的听力就会受损；若在 80 分贝以上的噪声环境中生活，造成耳聋的可能性可达 50%。

(2) 噪声损害视力。噪声会严重影响听觉器官，甚至使人丧失听力，尽人皆知。然而，耳朵与眼睛之间有着微妙的内在联系，当噪声作用于听觉器官时，也会通过神经系统的作用而波及视觉器官，使人的视力减弱。研究指出，噪声可使色觉、色视野发生异常。噪声对视力的影响在日常生活中随处可见，比如在安静明亮的商店购物时，显得愉快和镇静，买东西能做到挑选精细购买齐全。而在高音喇叭大声播放快节奏的流行音乐时购物，往往烦躁不安，眼花缭乱，甚至会胡乱交易，该买的未买，买了的因识别不细也不满意。