

# Testing Analysis on Temperature Field about Adhesive Anchor in Fire Condition

Li Wang<sup>1\*</sup>, Qing Liu<sup>1</sup>, Yu Tong<sup>1</sup>, Yi Shi<sup>1</sup>, Kang Jie Wei<sup>2</sup>

<sup>1</sup>China Academy of Building Research, Beijing

<sup>2</sup>Beijing University of Civil Engineering and Architecture, Beijing

Email: wanglissx@126.com

Received: Feb. 15<sup>th</sup>, 2017; accepted: Mar. 11<sup>th</sup>, 2017; published: Mar. 14<sup>th</sup>, 2017

---

## Abstract

Adhesive anchor has been widely used in curtain wall, machine installation, building reinforcement, tunnel engineering and bridge engineering, etc. In fire case, the temperature field of the adhesive anchor is the base of the study of adhesive anchor's bearing capacity. In this paper, according to the standard heating curve specified in current Chinese national standard "Fire-resistance tests-elements of building construction—Part 1: General requirements GB/T 9978.1-2008 (ISO 834-1: 1999, MOD)", some tests have been carried out about Adhesive anchor. Analyzing the experimental data, we got the temperature field about Adhesive anchor in fire condition.

## Keywords

Adhesive Anchor, Fire, Temperature Field

---

# 化学锚栓火灾情况下温度场试验分析

王礼<sup>1\*</sup>, 刘庆<sup>1</sup>, 仝玉<sup>1</sup>, 史毅<sup>1</sup>, 韦康杰<sup>2</sup>

<sup>1</sup>中国建筑科学研究院, 北京

<sup>2</sup>北京建筑大学, 北京

Email: wanglissx@126.com

收稿日期: 2017年2月15日; 录用日期: 2017年3月11日; 发布日期: 2017年3月14日

---

## 摘要

化学锚栓大量应用于幕墙、机器安装以及建筑物加固、隧道工程、桥梁工程等。火灾情况下, 化学锚栓的温度场是研究化学锚栓高温下承载能力的基础。本文按照我国现行的国家标准《建筑构件耐火试验方法》第一作者。

法第一部分：通用要求》GB/T 9978.1-2008中的标准升温曲线，对化学锚栓在火灾情况下的温度场进行了试验分析，得到在标准升温条件下的化学锚栓温度场情况。

## 关键词

化学锚栓，火灾，温度场

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

近年来随着工程建设的多样化，化学锚栓大量应用于幕墙、机器安装以及建筑物加固、隧道工程、桥梁工程等。相较于机械锚栓，化学锚栓具有以下优点：不会诱发基材劈裂，无膨胀应力，不挤压基材；适用范围广泛；施工方便，凝固时间短，固化较快，安装快捷，缩短施工周期；滑移量小等。虽然有很多优点，但是，化学锚栓的关键组件-胶体，高温稳定性差，这可能导致化学锚栓在高温下或者高温后失效，从而导致锚栓的承载力丧失。作为锚固件，安全性是至关重要的一点，化学锚栓的耐火性能越来越受到人们的重视。分析化学锚栓的作用机理可知，化学锚栓主要通过锚固胶粘接剂与混凝土之间的粘接力实现连接。火灾情况下，锚固胶粘接剂与混凝土之间的粘接力取决于受火状态下锚固胶与混凝土沿锚栓埋入混凝土中部分的温度升高状况。

在工程使用中，化学锚栓是埋置在混凝土块中的，全部的胶体和大部分的螺杆在混凝土中，相对而言，只有少量的螺杆在混凝土外部。火灾情况下，在混凝土外部的螺杆会暴露于火场中，受到高温和火焰的侵袭。

由于混凝土具有良好的耐火性能，热导性差，经由混凝土传递给化学锚栓的热量很有限，但是，化学锚栓的螺杆是金属材料，热导性良好，可快速传递热量。因此，本文对化学锚栓在火灾情况下的温度场进行了试验分析，以期得到在标准升温条件下的化学锚栓温度场情况。

## 2. 试验设备及仪器

试验在中国建筑科学研究院建筑防火研究所耐火试验室内进行。采用垂直构件耐火试验炉，热电偶采用K型铠装热电偶。

## 3. 试件

选用混凝土立方体试块埋置化学锚栓，为了便于对比分析，制作试件时，除了埋置化学锚栓的试件外，另外设计两个不埋置化学锚栓的试件，试件一共20个，分为两组，A组为埋置了化学锚栓的试件，共18个，B组为不埋置化学锚栓的试件，供参考用，共2个。20个素混凝土立方体试块，标号C30，尺寸为150 mm × 150 mm × 250 mm。18个化学锚栓，安装于18个混凝土试块中，为A组。两个参考试件，不安装化学锚栓，为B组。18个化学锚栓直径均为M12，埋深为110 mm。试件详情见表1。热电偶分别预埋在距混凝土表面20 mm，65 mm，110 mm处。

## 4. 试验过程

试件制作完毕后，养护时间4个月。耐火试验时，将20个试件砌在试验炉框架内，锚栓裸露面为向

火面，对侧另一面为背火面。按国家标准《建筑构件耐火试验方法第一部分：通用要求》GB/T 9978.1-2008 [1]中规定的标准升温曲线升温 120 min。120 min 后，关闭烧嘴，停止升温。耐火试验结束后，打开炉膛，自然冷却至室温。

标准升温曲线为： $T = 345 \lg(8t + 1) + 20$

其中，T-炉温，单位为摄氏度(°C)；

t-时间，单位为分钟(min)。

标准升温曲线及实际升温曲线如图 1 所示。试验向火面照片如图 2 所示，试验背火面照片如图 3 所示。

### 5. 试验结果及分析

表 2 给出了有无锚栓情况下不同受火时间不同位置处的温度值。图 4 给出了有锚栓和无锚栓情况下不同位置处的温度随受火时间变化情况图。

Table 1. Detail information of the specimen

表 1. 试件详情

编号	锚栓类型
A-1-1, A-1-2, A-1-3,	品牌 1 注胶快固型
A-2-1, A-2-2, A-2-3,	品牌 1 注胶慢固型
A-3-1, A-3-2, A-3-3,	品牌 1 普通碳素钢药剂包型
A-4-1, A-4-2, A-4-3,	品牌 1 不锈钢药剂包型
A-5-1, A-5-2, A-5-3,	品牌 2 普通碳素钢玻璃管型
A-6-1, A-6-2, A-6-3,	品牌 3 普通碳素钢玻璃管型
B-1-1, B-1-2	素混凝土

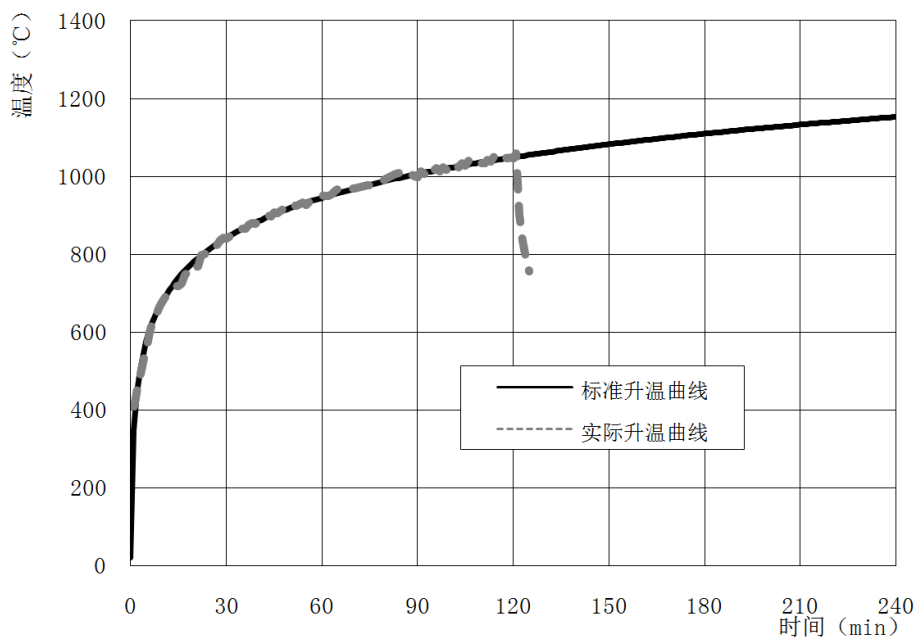


Figure 1. Standard and actual furnace temperature-time curve

图 1. 标准升温曲线和实际升温曲线

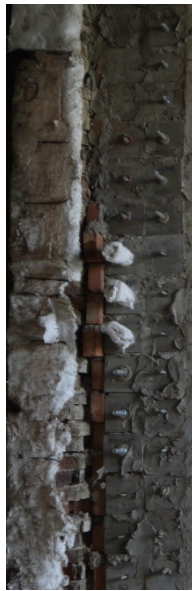


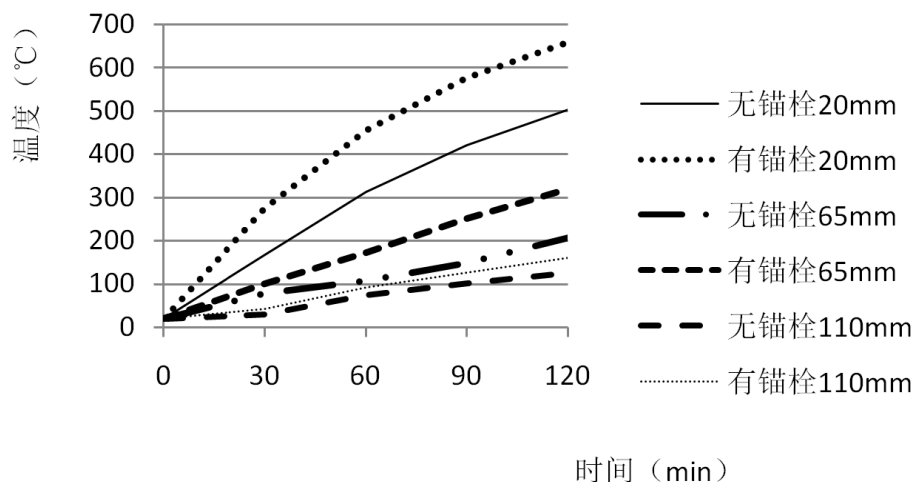
Figure 2. Exposed side  
图 2. 试验向火面



Figure 3. Unexposed side  
图 3. 试验背火面

Table 2. Temperatures of different position with Anchor or without Anchor on different time  
表 2. 不同时间不同位置有无锚栓的温度值

时间	埋深	20 mm		65 mm		110 mm	
		无锚栓	有锚栓	无锚栓	有锚栓	无锚栓	有锚栓
30 min		168℃	275℃	79℃	101℃	31℃	42℃
60 min		313℃	455℃	108℃	173℃	74℃	92℃
90 min		421℃	577℃	148℃	251℃	102℃	125℃
120 min		504℃	660℃	207℃	320℃	125℃	160℃



**Figure 4.** Temperature-time curve of different position with Anchor or without Anchor  
**图 4.** 有无锚栓情况下不同位置的温度-时间曲线

在耐火试验中,热量从耐火炉传入化学锚栓主要经由试件中的三种材料:混凝土、锚杆钢材及胶体。由于胶体所占的比重很小,其对温度场的影响很小,起决定因素的是混凝土和钢材。分析试验结果,可以得出以下结论:

(1) 同样的位置,有锚栓情况下,温度明显比无锚栓时高,但这种差异随着埋深的增加而减小;

(2) 升温至 30 min 时,炉温达到 840℃,此时,温度最高的是埋深 20 mm 处有锚栓的位置,为 275℃;温度最低的为埋深 110 mm 处无锚栓的位置,为 31℃。升温至 120 min 时,炉温已达 1045℃,温度最高的是埋深 20 mm 处有锚栓的位置,为 660℃;温度最低的为埋深 110 mm 处无锚栓的位置,为 125℃。可见,对化学锚栓温度场影响最大的是埋置深度,亦即混凝土的传热性能起到了最大的作用。

(3) 升温至 120 min 时,炉温已达到 1000℃以上,埋深 110 mm 处,有锚栓时,温度为 160℃,无锚栓时,温度为 125℃;而在埋深 20 mm 处,不管有无锚栓,温度均超过了 500℃。可见,虽然用钢材制作的锚栓螺杆具有良好的导热性能,但混凝土优良的热容性能有效抵抗螺杆的传热。

## 基金项目

中国建筑科学研究院自筹资金课题(化学锚栓抗火性能研究)。

## 参考文献 (References)

[1] GB/T 9978.1-2008 建筑构件耐火试验方法第 1 部分:通用要求[S]. 北京:中国标准出版社,2008.

**期刊投稿者将享受如下服务：**

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：[jsst@hanspub.org](mailto:jsst@hanspub.org)