

# 某60米砖烟囱加固设计

赵启明\*

江苏东南建筑工程结构设计事务所有限公司, 江苏 210000

**摘要:** 本文针对某60米砖烟囱检测存在的问题, 通过有限元计算分析, 并采用在烟囱内部增设钢筋混凝土内衬墙的方法进行加固处理, 使烟囱在安全性满足要求的情况下, 保证了其原有的外立面风格不变。本工程的计算方法、加固思路可为今后的同类工程提供参考。

**关键词:** 砖烟囱加固、烟囱有限元分析、钢筋混凝土内衬墙

## 一、工程概况

本项目位于江苏省昆山市, 砖窑厂由两部分构成, 一部分为砖窑, 另一部分为烟囱, 烟囱始建于1981年, 砌体结构, 高约61米, 底部外直径约为4.74米, 上口外直径约为2.92米, 现场勘查发现烟囱无内衬、隔热层, 烟囱基础为钢筋混凝土整板基础, 埋深-2.8米, 基础直径11.7米, 厚度1.0米, 持力层位于第1~2层, 淤泥质素填土层。烟囱数据如表1所示, 烟囱图如图1所示。

表1 烟囱相关数据表

编号	标高 (m)	外壁 $R_o$ (m)	内壁 $R_i$ (m)	分节高度 $h_i$ (m)	筒壁厚度 (m)
0	61.00	1.46	1.22	-	0.24
1	50.00	1.63	1.63	11.00	0.24
2	40.00	1.77	1.53	10.00	0.24
3	30.00	1.92	1.56	10.00	0.36
4	20.00	2.07	1.71	10.00	0.36
5	10.00	2.22	1.73	10.00	0.49
5	0.00	2.37	1.74	10.00	0.63



图1 砖烟囱现场实景

## 二、存在的问题

因该烟囱建造年代久, 为保证其后续使用安全, 业主委托第三方检测单位对其安全性进行了检测鉴定, 检测情况如下, 裂缝如图2和图3所示。



图2 烟囱南侧裂缝 (高度45.9米处)

\*通讯作者: 赵启明, 1979年11月, 男, 汉族, 湖北荆门人, 现任江苏东南建筑工程结构设计事务所有限公司经理, 中级, 本科。研究方向: 结构加固。



图3 烟囱南侧裂缝 (高度55.6米处)

(一) 材料强度

烟囱砌筑用砖强度推定值达到MU10, 砌筑砂浆强度推定值为0.9 MPa。

(二) 倾斜情况

烟囱向南侧的最大倾斜至达177.9 mm, 倾斜率2.9‰。

(三) 外观质量

烟囱及烟囱上口存在脱落、开裂、腐蚀等缺陷和损伤。

三、加固计算

采用SAP2000通用有限元软件进行计算, 计算模型如图4所示。



图4 烟囱结构计算模型

(一) 计算参数

1. 材料密度: 2000 kg/m<sup>3</sup>。
2. 砖抗压强度检测值:  $f = 0.67$  MPa。
3. 砖弹性模量:  $G = 1390 f = 931.3$ 。
4. 砖剪切模量:  $G_v = 0.4 G = 372.5$ 。
5. 线膨胀系数:  $5 \times 10^{-6}/C$ 。
6. 风荷载为0.45 KN/m<sup>2</sup>。
7. 地震作用按7度设计, 0.10 g。

(二) 原结构承载力复核结果

1. 整体烟囱第一周期: 4.1秒。
2. 顶点最大位移为: 776 mm (1.2恒 ± 1.4风)。
3. 烟囱壁最大压应力: 3.85 N/mm<sup>2</sup> (烟囱根部部位) > 0.67 N/mm<sup>2</sup> (砖墙检测抗压强度值) 不满足要求需要进行加固处理。

四、加固方案

(一) 烟囱加固应满足其外立面现状不变

根据业主的使用要求, 烟囱加固后在确保其使用安全的前提下, 需要满足其外立面现状不变。经研究决定采用在烟囱内壁增设钢筋混凝土叠合层对烟囱进行加固处理, 烟囱筒身加固的厚度如表2所示, 烟囱内部加固处理如图5所示。

表2 烟囱筒身加固厚度表

计算截面 (标高m)	混凝土叠合层外半径 (mm)	
	R0	h0
0.00	1740	200
10.00	1730	150
20.00	1710	100
30.00	1560	80
40.00	1530	60
50.00	1220	60

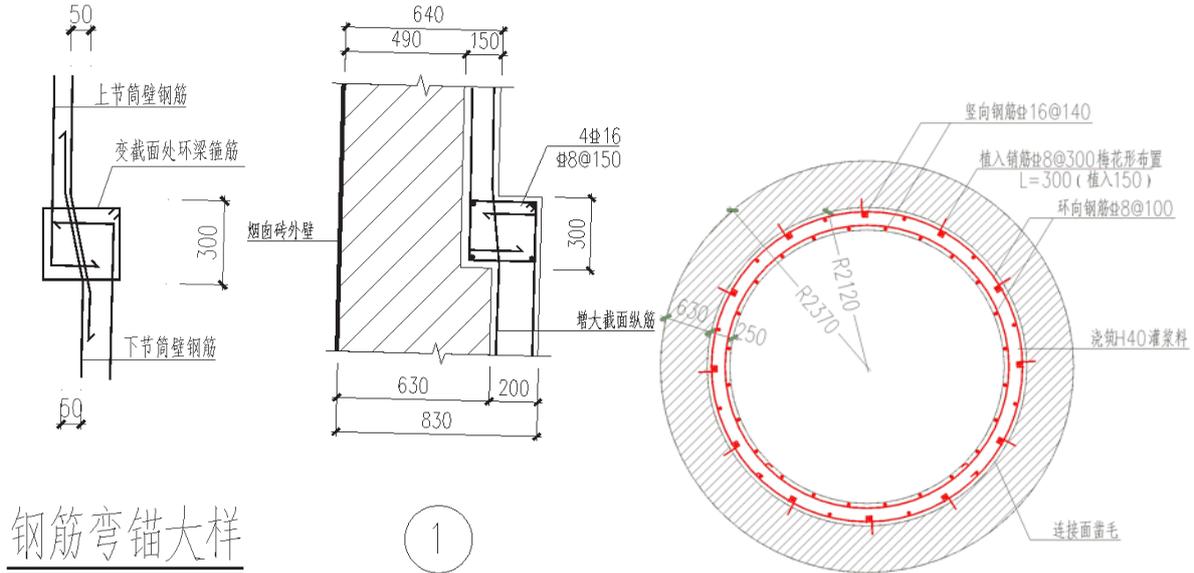


图5 烟囱内壁加固示意图

(二) 热砖烟囱裂缝、缺陷修复

1. 对裂缝宽度小于2 mm的结构裂缝, 对裂缝清理干净后, 沿裂缝剔凿V型槽, 采用环氧胶泥嵌填密实。
2. 对裂缝宽度大于等于2 mm的结构裂缝, 用钢丝刷清理裂缝表面, 采用高强空气将裂缝内部的灰层杂质清除后, 采用环氧胶泥对裂缝表面进行封闭, 并在裂缝表面每间隔200 mm埋设一个注浆孔, 待环氧胶泥固化后, 采用注浆机向注浆孔内压力注入灌缝胶将裂缝内部灌注密实。

五、总结

砖烟囱在20世纪80年代曾大量使用, 经过约40年的使用, 大部分都存在一定的质量隐患, 本文针对昆山市某烟囱存在的问题, 进行了计算分析和加固设计, 该项目已于2019年顺利实施, 加固完成后获得各参建方的一致好评。

参考文献:

[1] 《烟囱设计规范》(GB50051-2013).  
 [2] 《砌体结构加固设计规范》(GB50702-2011).