

蒸汽空气预热器性能计算软件使用说明书

黄建春

(渝石网络 <http://www.fishsting.com> 中国重庆)

本软件是作者在参考《热管空气预热器热力性能计算》软件的基础上, 根据大量的实际工程实例编写而成, 其计算方法在 2015 年版本的基础上进行了完整的改进, 采用《锅炉机组热力计算标准方法》73 版中关于鳍片管的计算方法, 修正了以前版本中热平衡计算中的错误和迭代修正数据的错误, 计算结果更符合工程项目, 软件中的修正系数来源于大量的实际工程数据。同时为了软件的通用性, 空气的物性参数以陶文铨院士编写的《传热学》第五版中的数据为基础由一元三点插值函数自动计算而得, 蒸汽的物性参数采用自编函数自动计算。目前该软件自 2015 年以来经过 8 年的修改, 已成为国内唯一的, 也是实现功能最齐全的生活垃圾焚烧炉蒸汽空气预热器性能计算软件。该软件同早期编写的《生活垃圾焚烧炉 GGH 换热器性能计算》软件已经成为目前垃圾焚烧系统中最常用的两个软件, 这两个软件的发布为垃圾焚烧系统的整体设计提供了坚实的基础。该软件主要能实现如下功能:

1. 根据现有蒸汽空气预热器的设计数据, 校核换热器能否达到设计条件, 并能进行该换热器的变工况计算, 为设备的安全运行提供可靠的依据。
2. 根据客户的要求可以随意更改冷端和热端换热器的鳍片管的结构数据。
3. 根据客户的要求自动排版热力计算汇总表。

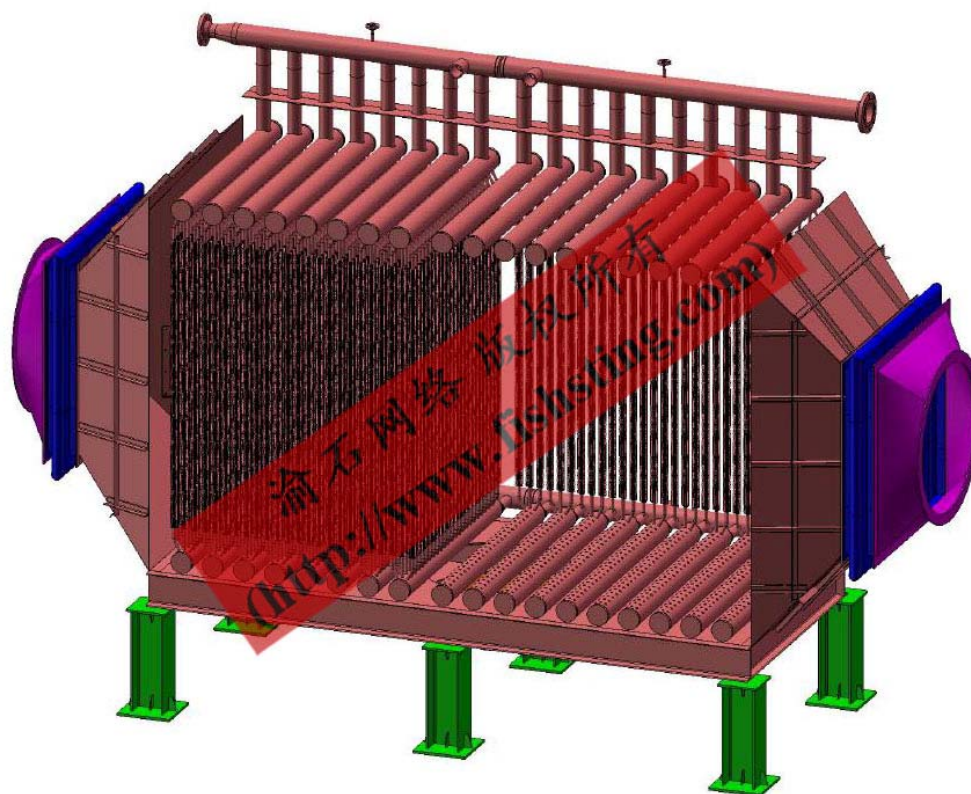
该软件采用 excel 作为前台, VBA 作为后台, 其外观设计美观, 并且其表格形式的编排可供初学者学习使用。其使用说明如下:

一、蒸汽空气预热器结构

该蒸汽空气预热器设计为卧式空气预热器, 一共分为二级, 第一级把空气从 20℃加热到 140℃, 第二级把上级的空气从 140℃加热到 220℃。其中空气流量为 43000Nm³/h。

第一级加热蒸汽为汽机后的低压蒸汽, 蒸汽压力为 1.2Mpa(g), 蒸汽温度为 270℃, 蒸汽用量为 3.5 吨; 第二级加热蒸汽为锅炉的饱和蒸汽, 加热蒸汽压力

为 4.715Mpa(g)，加热蒸汽温度为 261℃，蒸汽用量为 3 吨。



二、软件环境

由于该软件是在 excel 中开发，并采用了 VBA 编程作为后台，所以在运行的时候需要启用宏设置，具体设置为，在菜单《文件—>选项—>信任中心—>信任中心设置—>宏设置》中，把《启用所有宏》选中即可，如下图：



三、校核计算

在校核计算中，根据设计空气量及进口温度计算空气预热器冷端所需的蒸汽量和热端空气预热器所需的蒸汽量，并校核出口空气温度是否满足设计要求。

在校核计算中，可以通过更改设计参数，实现该换热器的变工况运行，为客户提供更好的服务。

该计算过程中，为了防止迭代发散，设置每次迭代次数为 10 次，如果迭代结果没有达到一定的精度，可以再次点击迭代按钮，如果发现迭代发散，可以修改“假设空气出口温度”的数值来获得迭代收敛。

该表中除标识为蓝色的单元格的数据和换热器的结构数据可以修改外，其他单元格数据禁止修改。如在迭代开始前出现计算结果错误，则可以通过修改“假设空气出口温度”单元格的数据，使其它数据保持在正常数值状态，然后点击迭代计算即可。

注：该表目前处于保护状态，只有可以修改的单元格数据可以随时修改，其他单元数据不能修改。

校核计算的基本参数及计算结果					
校核计算的基本参数及计算结果				迭代计算	
项目名称	符号	单位	数值	项目名称	数值
空气量	V_k	Nm^3/h	43000	一级假设空气出口温度	141.3068
进口空气温度	θ'	$^{\circ}\text{C}$	20	一级计算烟气出口温度	141.3068
一级抽汽压力	P	kgf/cm^2	12.24	一级预热器相对误差	0.021571
抽汽温度	θ'	$^{\circ}\text{C}$	270	二级假设空气出口温度	221.1693
二级蒸汽压力	P_s	kgf/cm^2	48.08	二级计算烟气出口温度	221.1693
计算结果				二级预热器相对误差	0.05834
一级空气出口温度	t''	$^{\circ}\text{C}$	141.3068		
二级空气出口温度	t''	$^{\circ}\text{C}$	221.1693		
一级蒸汽消耗量	D_1	kg/h	3271.48	开始迭代计算	
二级蒸汽消耗量	D_2	kg/h	2872.069		
总吸热量	Q	KW	3202.744		

四、汇总表

渝石网络			蒸汽空气预热器热力计算汇总表				编号	
基本参数								
结构几何参数					设计数据			
项目名称	符号	单位	冷端数值	热端数值	项目名称	符号	单位	数值
管径	d	mm	25	25	蒸汽侧数据			
壁厚	δ	mm	3	3	一级抽汽压力	P	kgf/cm ²	12.24
翅片管高度	h_f	mm	13	13	抽汽温度	θ'	℃	270
翅片管厚度	δ_f	mm	1	1	二级蒸汽压力	P_s	kgf/cm ²	48.08
翅片管螺距	t	mm	12	12	空气侧数据			
管长(管高)	L	mm	2200	2200	空气量	V_k	Nm ³ /h	43000
横向节距	S_1	mm	75	75	进口空气温度	t'	℃	20
纵向节距	S_2	mm	80	80	热平衡参数			
横向排数	m	排	24	24	散热损失	q_s	%	3
纵向排数	n	排	36	30	总功率	Q	KW	3202.74
排列方式	—	—	顺排	顺排	一级蒸汽消耗量	D_1	kg/h	3271.48
烟道宽度	a	m	1.825	1.825	二级蒸汽消耗量	D_2	kg/h	2872.07
烟道高度	b	m	2.533	2.533				
管子总数	n	根	864	720				
总传热面积	A_H	m ²	653.8836	544.903				
校核计算结果								
项目名称		符号	单位		计算结果			
空气量		V_y	Nm ³ /h		43000			
一、一级空预器的计算结果								
一级空气进口温度		θ'	℃		20			
一级空气出口温度		θ''	℃		141.3067627			
一级空预器蒸汽消耗量		D_1	kg/h		3271.479979			
蒸汽压力		P	kgf/cm ²		12.24			
蒸汽饱和温度		t_s	℃		187.9512			
空气的平均流速		w_k	m/s		5.248239929			
空气侧放热系数		α_z	kcal/(m ² ·h·℃)		48.32964513			
传热系数		K	kcal/(m ² ·h·℃)		27.52787108			
平均温压		ΔT	℃		94.68807227			
总受热面积		A_H	m ²		653.8835551			
计算传热量		Q_{ch}	kcal/h		1704387.403			
蒸汽放出的热量		Q_{ph}	kcal/h		1704755.131			
热量相对误差		e	%		0.021570717			
二、二级空预器的计算结果								
二级空气进口温度		θ'	℃		141.3067627			

二级空气出口温度	θ''	$^{\circ}\text{C}$	221.169281			
二级空预器蒸汽消耗量	D_2	kg/h	2872.068962			
蒸汽压力	P	kgf/cm^2	48.08			
蒸汽饱和温度	t_s	$^{\circ}\text{C}$	260.2724			
空气的平均流速	w_k	m/s	6.740922748			
空气侧放热系数	α_z	$\text{kcal}/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^{\circ}\text{C})$	52.64373872			
传热系数	K	$\text{kcal}/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^{\circ}\text{C})$	29.07408026			
平均温压	ΔT	$^{\circ}\text{C}$	71.77798733			
总受热面积	A_H	m^2	544.9029626			
计算传热量	Q_{ch}	kcal/h	1137146.53			
蒸汽放出的热量	Q_{ph}	kcal/h	1137810.328			
热量相对误差	e	$\%$	0.058339966			

该汇总表可以根据客户的实际要求做出任何更改，并且可以通过复制和粘贴的方法可以随意获得不同工况的汇总表。目前该表是处于保护状态，如有需要可随时联系站长。

五、参考文献

- [1] 车得福 刘银河等编著，锅炉（第三版）. 西安交通大学出版社，2021
- [2] 黄建春，热管空气预热器热力性能计算. 渝石网络，2023；
- [3] 黄建春，生活垃圾焚烧炉蒸汽空气预热器性能计算. 渝石网络，2023。
- [4] 黄建春，热管空气预热器性能计算软件使用说明书. 渝石网络，2023；
- [5] 黄建春，锅炉热力计算标准方法. 渝石网络，2016。
- [6] 陶文铨 编著，传热量（第六版）. 高等教育出版社，2019。
- [7] 刘纪福 编著，翅片管换热器的原理与设计. 哈尔滨工业大学出版社，2013。
- [8] 何非 叶萃娟编著，VBA 高效办公从入门到精通，中国电子出版社，2009。
- [9] 黄建春，烟气物性参数计算，渝石网络，2023；

六、联系方式

联系人：黄建春

E-mail: hjc13404@163.com

联系电话：15730252870

19102324127

渝石网络主站: <http://www.fishsting.com/>

渝石网路分站: <http://www.fishsting.cn/>

会员中心: <http://member.fishsting.cn/>

个人网站: <http://www.huangjianchun.cn/>



七、更新记录

2015 年 8 月蒸汽空气预热器性能计算软件（按常规传热学计算方法）正式推出，该方法比工程应用值偏大；

2023 年 7 月蒸汽空气预热器性能计算软件（按 73 标准方法计算）正式推出，该方法更接近工程应用；

2025 年 3 月正式加入了空气阻力计算。

注：最新版本请在渝石网络网站下载。

学生：黄建春

2025 年 3 月 19 日