

管壳式换热器的设计步骤

黄建春

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

在设计热交换器时，如果只作简单估算，或盲目加大传热面积的安全系数就会造成浪费。只有进行比较详细的计算，才能使投入运行的热交换器，在安全和经济方面得到可靠的保证。可是设计中许多因素之间互相关联，设计过程错综复杂，因而设计程序应因设计任务和原始条件的不同而异，例如在传热计算和阻力计算中，不可避免涉及结构，因而常需初选传热系数，得到初估的传热面积，从而作出结构安排，然后作进一步的传热计算，得到传热系数的计算值和所需的传热面积。一般由结构确定的传热面积比计算出的所需传热面积具有 10%~20% 的余量时，传热计算和结构计算方为成功。

若阻力计算、强度计算及振动校核等仍有问题，还得重新更改某些部分，甚至重新选型。

一般的设计程序如下：

1 根据设计任务搜集有关的原始资料，并选定热交换器的型式等。

原始资料应包括：流体的物理化学性质（如结垢性、腐蚀性、爆炸性、化学作用等）、流体的流量、压力、温度、热负荷，设备安装场所的限制，材质的限制，压降的限制等等。

2 确定定性温度，并查取物性数据；

3 由热平衡计算热负荷及热流体或冷流体的流量；

4 选择壳体和管子的材料；

5 选定流动方式，确定流体的流动空间；

6 求出平均温差；

7 初选传热系数 K' ，并初算传热面积 F' ；

8 设计热交换器的结构（或选择标准型号的热交换器），包括：

1) 选取管径和管程流体流速；

2) 确定每程管数量、管长、总管数；

3) 确定管子排列方式、管间距、壳体内径和连接管直径等；

- 4) 确定壳侧程数及纵向隔板数目、尺寸，或折流板的数目、间距、尺寸等壳程结构尺寸。

在这一步中最好通过草图确定有关数据和传热面积 F'' (F'' 一般与 F' 不会正好相等)。

要注意到，在确定结构尺寸时，许多因素相互影响，最终则在壳体的直径和长度上得到反映，往往短的壳体其直径较大，而长的壳体其直径较小，一般说来以后者比较经济。这是因为：

- 1) 小直径的壳体有可能用标准的管子制造；
- 2) 对于给定的运行条件，壳体直径小则壳体、法兰、端盖等部件的厚度也可减小；
- 3) 管板的加工成本相对较高，若壳体直径小，可使管板的厚度、直径相应减小，于是可降低制造成本；
- 4) 单位长度管子的成本低。

当然，小壳径长壳体的选择首先要满足允许压降的要求，还要照顾到在已有空间内设备的布置、安装和维修的可能性。

9 管程换热计算及阻力计算。当换热系数远大于初选传热系数且压降小于允许压降时，才能进行下一步计算，否则要重选 K' ，并调整结构。

10 壳程换热计算。根据采用的结构，假定壁温和计算换热系数，若不合理则应调整壳程结构直至满意为止。

11 校核传热系数和传热面积。根据管、壳程换热系数及污垢热阻、壁面热阻等，算出传热系数 K 及传热面积 F 。考虑到换热计算公式中的不定因素、运行条件与设计条件的差异、日后由于严重结垢或泄漏不得不堵塞一些管子以及紧急和反常情况下流体的参数可能在短时间内发生变化等诸多原因，因而要求由结构计算确定的传热面积 F'' 比计算出的所需传热面积 F 大 10%~20% 时，才认为满足要求。

12 点击查阅 2023 年化工专业技能培训课程汇总，核算壁温。要求与假定的壁温相符。

13 计算壳程阻力，使之小于允许压降，若压降不符合要求，要调整流速或结构尺寸。

14 对换热器的零部件进行强度计算。例如壳体壁厚，管板、封头和法兰的厚度、尺寸，支座型式和尺寸，螺钉大小和个数等等。

15 核算管、壳热应力和管子接口处的拉脱力，考虑热补偿措施并对振动进行校核计算。

16 绘正式图纸、编写材料表等。

说明

以上一些步骤可视具体情况作适当调整，对设计结果应进行分析，发现不合理处要有一定的反复。例如若某一热阻占统治地位，如有可能，应采取措施减小之。又如允许压降必须尽可能加以利用，若计算压降与允许压降有实质差别，则应尝试改变设计参数或结构尺寸甚至改变结构型式。有时为了节省投资，甚至应该采用几个方案进行比较，可见其设计过程是相当复杂费时的。