

涂装车间烘房智能开关机控制浅谈

郑秋鹏, 孟庆军, 王维刚

(上汽通用东岳汽车有限公司, 山东 烟台 264006)

摘要: 通过对烘房开关机步骤研究, 阐述了烘房智能开关机控制方案, 介绍了通过创新求节能的科学节能新途径。

关键词: 烘房; 智能; 控制; 开关机

中图分类号: TQ639.6

文献标识码: A

文章编码: 1671-0711 (2016) 07 (下) -0077-02

烘房是整车厂涂装车间的主要工艺设备, 用于给喷漆后车体进行烘烤。烘房是涂装车间的主要耗能设备, 数量众多的大型风机和燃烧器消耗着巨大的电能和天然气^[1]。为减少生产过程中的能源消耗, 深入研究烘房的开关机步骤与升温曲线, 探索出烘房智能开关机控制方式, 极大的减少了烘房开关机过程中的能源消耗。

1 烘房简介

烘房使用天然气作为加热源, 升温到设定温度。当前烘房的加热方式主要有两种: (1) 集中加热分段控温。(2) 分段加热。

集中加热分段控温方式: 使用一个大燃烧炉对烘房废气进行加热, 将油漆挥发物焚烧使其洁净化, 温度高达 650℃以上; 加热后的高温空气通向烘房各模段, 通过比例调节阀控制给各模段进行换热。

分段加热方式: 烘房的每个模段均使用一个小燃烧器进行加热, 通过控制每个小燃烧器火焰的大小来控制模段的温度, 烘房内混合油漆挥发物的气体通过废气风机排到废气处理装置进行净化。

集中加热分段控温方式的优点是耗能小, 不需要额外的废气处理装置; 分段加热方式的优点是控制灵活, 运行可靠性强, 对生产影响小。本文所介绍的智能开关机就是针对采用分段加热方式的烘房。

2 智能开机控制

烘房传统开机步骤为: (1) 废气风机、新风风机开启。(2) 循环风机全部开启, 进行开机预吹扫。(3) 全部小燃烧器同时开启, 烘房升温。(4) 烘房到达工艺温度后, 开启强冷区, 开机完成。

烘房传统开机步骤存在能源浪费, 具有优化空间。开机步骤前两步预吹扫涉及安全方面, 不能更改。第三步与第四步烘房升温与强冷区开启都存在待机浪费, 是优化的方向。

升温的优化: 通过研究烘房开机过程中的升温曲线发现, 烘房各模段的小燃烧器同时开启, 各模段同时开始升温, 但是达到工艺温度的时间不同。有的模段很快就到达工艺温度, 有的则需要加热很长时间, 而且提前到温的模段, 小燃烧器还会一直加热来维持工艺温度 (图 1)。

如何消除小燃烧器的待机浪费? 经分析, 导致上述差异的原因主要有几点:

(1) 每个模段的初始温度不同: 烘房从关机到再

次开机每个模段的散热速率不同, 长时间停产模段的初始温度基本一致, 大约为 30℃左右; 生产期间差异较大, 烘房内模段为 90℃, 新风则只有 30℃。

(2) 每个小燃烧器的升温速率不同: 虽然烘房每个模段的升温速率设定值都是 0.1℃/s, 但是燃烧器个体之间的差异导致了升温速率的差异。

(3) 目标温度设定值不同: 根据各模段的作用和所处的位置, 模段的工艺温度设定值不尽相同; 预加热段的设定温度普遍偏低, 加热段的设定值比保温段要高, 辐射段的设定值比对流段高, 加热一区的设定值比加热二区的要高。

(4) 烘房内风平衡对模段升温速率的影响: 烘房内的风平衡为“两端供, 中间排”, 即新风的补给主要是在烘房的进出口, 目的是形成气封防止热气外溢和产生冷凝; 排气是在加热段和保温段之间。因此, 越靠近烘房两侧的模段升温速率受烘房内风平衡的影响就越大, 升温慢; 而烘房中部的模段则升温快。

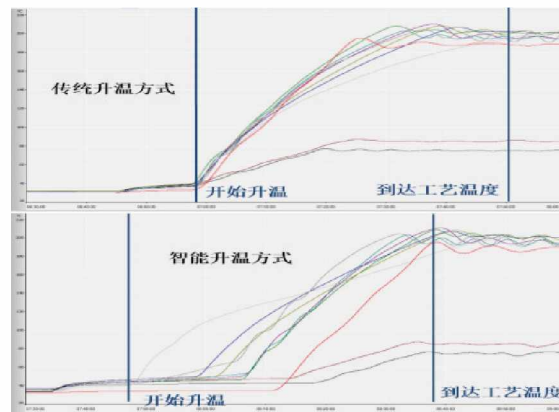


图 1 烘房升温曲线

通过对烘房各模段升温差异的详细分析, 得到如果各模段都在同一时间到温, 那么就不存在待机浪费, 需要对小燃烧器的开启时间精确控制。

观察升温曲线, 可看出温度与升温时间基本成正比关系, 假定模段的当前温度为 T , 模段的目标温度为 T_0 , 小燃烧器的升温速率为 v , 烘房内风平衡对模段升温速率影响系数为 k , 由上述 4 个参数可计算出模段的升温时间 t ,

$$t = k(T_0 - T) / v$$

计算各模段的升温时间 $t_1, t_2, t_3 \cdots t_n$ ，比较得到最长升温时间 $t_m (1 \leq m \leq n)$ 。由此可得小燃烧器的延时开启时间为 t_n' ，

$$t_n' = t_m - t_n$$

通过控制各模段的小燃烧器延时 t_n' 启动，可以实现模段同步到温的功能。

温度 T 通过安装在模段出口的温度传感器可以实时监控； T_0 为系统设定值可以获取； v 可以通过模段升温历史曲线计算得到； k 为修正系数。

强冷区开启的优化：烘房强冷区的作用是给高温车体进行快速降温，使车体在进入下一个工位时不会因为温度高而对工人操作产生影响。

通过计算开线第一辆车进入烘房的运行数据，当第一辆车运行到强冷区前时开启强冷风机，这样可以有效的消除强冷风机的空转，节约电能。

3 智能关机控制

烘房传统关机是当烘房内最后一辆车离开烘房后烘房才进行关机，关机步骤为：

- (1) 关闭小燃烧器和强冷风机。
- (2) 烘房进行后吹扫，降温。
- (3) 温度降到设定值时各循环风机关闭。
- (4) 新风风机、废气风机关闭。

同样对烘房传统关机步骤进行梳理，发现关机过程中也存在浪费，具有优化空间，优化的方向依然是小燃烧和强冷区。

小燃烧器优化：最后一辆车从进入烘房到离开烘房，期间所有燃烧器都是一直开启的。对于第一模段而言，最后一辆车经过后再无车辆，该模段小燃烧器空载运行时间长达 35~40 min。由此可见在生产的最后阶段烘房的小燃烧器存在空载浪费。

为了消除小燃烧器的空载浪费，可以对烘房实施分步关机：当生产最后一辆车进入烘房，系统会实时记录车体位置信息，当最后一辆车经过第一个模段后，将该模段的小燃烧器关闭。同理最后一辆车所经过的模段，小燃烧器都会依次关闭。当最后一辆车离开烘房后，烘房正常关机。

通过上述优化解决了小燃烧器空载运行浪费，对车体烘烤质量也不会产生任何影响。

强冷区的优化：从强冷区的作用来分析，强冷区给车体快速降温的目的是不影响正常生产。最后一辆车即使离开烘房，由于已经结束生产，也不会到达下一个生产工位，因此强冷风机是可以提前关闭的。

每一条烘房的后面都有一个大的车体缓存区，用来存储车辆，为保证连续生产起到关键作用。缓存区的车体数量通过系统进行记录，用 n 表示。生产部门每天的产量，用 N 表示；生产工位每日的生产数量，用 N' 表示。当生产即将结束时，如果缓存区的车辆足以支持到生产结束，即可关闭强冷区。提前关闭强冷区可以使用公式计算： $N' = N - n$

即，当生产的产量等于目标产量与缓存区计数之差时，可以关闭强冷区，减少不必要的运行浪费。

4 效益分析

引入烘房智能开关机后，年可节约天然气 7.2 万 m^3 ，年可节约电能 76 万 $kw \cdot h$ ，共可节约运行费用 82 万元（表 1）。

表 1 节能效果分析表

项目	节约能源	节约费用 / 元
智能开机	22 560 m^3	85 728
	242 267 $kw \cdot h$	174 432
智能关机	49 400 m^3	187 720
	517 074 $kw \cdot h$	372 293
总计	—	820 173

5 总结

引入烘房智能开关机控制思想，极大地减少能源的浪费，节约车间运行成本^[2]。智能开关机的思想在国内处于领先水平，不仅在烘房开关机的应用可以在国内进行推广，而且还能引入到其它工艺设备的开关机中，为国家大力倡导的节能减排提供新思路。

参考文献：

[1] 陈宝歌. 轿车涂装车间烘房现状及发展趋势简介 [J]. 汽车工艺与材料, 2011(10):58~62.
[2] 叶永伟, 江叶峰, 陈贵, 等. 涂装车间烘房系统能耗研究 [J]. 机械制造, 2010,48(2):59~62.

（上接 76 页）

3 结语

综上所述，本文对船舶与海洋工程的结构极限强度展开了分析，从目前所掌握的情况来看，结构极限强度的提升和优化，还是有很大的提升空间的。各个地方在开展船舶与海洋工程的施工的同时，应将结构极限强度作为重要的衡量指标，通过专业的方法进行分析，并将得到的数据反复核对，与客观情况、条件结合后，再进行系列的改造和优化，进而推动船舶与海洋工程向前发展。

参考文献：

[1] 张婧, 施兴华, 顾学康. 具有初始缺陷的船体加筋板结构在复杂受力状态下的极限强度研究 [J]. 中国造船, 2013,01:60~70.
[2] 张健, 沈中祥, 王自力, 嵇春艳. 腐蚀损伤对深海半潜式平台结构极限强度的影响研究 [J]. 船舶力学, 2012,11:1283~1290.
[3] 张婧, 石晓彦, 钱鹏, 嵇春艳. 基于材料参数、构件尺寸及初始缺陷随机特性的加筋板条极限强度研究 [J]. 船舶工程, 2014,06:68~72.