

# 烘干室及强冷系统设计原理及基本要求

杨泽旭, 完颜成功

(奇瑞汽车股份有限公司, 安徽 芜湖 241000)

**摘要:** 主要介绍了烘干室及强冷系统设计原理及基本要求, 烘干室及强冷室设计的优劣往往是决定着车身外观质量的先天条件, 设计不合理会导致烘干排烟不稳定、强冷排烟、能耗上升、环保不达标等。

**关键词:** 烘干室; 强冷系统; 强冷排烟; 能耗

中图分类号: TQ639 文献标志码: B 文章编号: 1007-9548(2024)09-0046-03

## Design Principles and Basic Requirements for Drying Rooms and Forced Cooling Systems

YANG Ze-xu, WANYAN Cheng-gong

(Chery Automobile Co., Ltd., Wuhu 241000, Anhui, China)

**Abstract:** This article introduces the design principles and basic requirements of the drying room and strong cooling system. The quality of the design of the drying room and forced cooling room is often a congenital condition that determines the appearance quality of the car body. Unreasonable design can lead to unstable drying smoke exhaust, forced cooling smoke exhaust, increased energy consumption, and environmental protection standards.

**Key words:** drying room; forced cooling system; forced cooling smoke exhaust; energy consumption

### 0 引言

烘干室设计考虑 3 个方面, 即质量、节能、清洁。质量: 对车身均匀加热所需的加热曲线必须达到特定的保温温度/保温时间, 避免形成冷凝物, 无溶剂堆积。节能: 能量回收, 与外部绝缘的气封和保温材料。清洁: 烘房内绝对清洁, 必须过滤所有新风和再循环风, 烘房内绝对不能有任何灰尘和脏污, 没有来自传输装置的磨屑, 只能使用不含 LABS 的材料。

### 1 烘干室溶剂爆炸极限

1) 必须遵守干燥系统内溶剂浓度的某些限制。

2) 务必确保充分换气(换气次数直接取决于所用漆液的溶剂含量)。

3) 确定每种溶剂在空气中的浓度上限(爆炸下限

LEL)。

4) 理论上, LEL 在 0~100% 的范围内可无危险地操作工艺过程。

5) 然而, 几乎所有的公开技术规范都要求增加附加安全系数, 即将操作时的浓度限制在低于 LEL 爆炸下限 25% 的范围内。

### 2 烘房结构的参数

烘干室的基本参数为最低/最高温度、干燥时间、传输装置速度、烘房长度、溶剂和分解产物的数量, 用于计算热能的量、废气量和新鲜空气的量。烘房的容量由漆液类型决定, 因此由漆液供应商决定。已知所需容量(生产能力)后, 即可计算烘房的长度, 容量已在设计和尺寸标定期间决定。如果需要缩短长度, 可将烘房设计为双通道(两个烘房通道并行)或降低传输装置的速度。

#### 2.1 测量曲线

1) 若要确认温度条件是否正确, 需要绘制烘房曲线。

收稿日期: 2023-07-10

作者简介: 杨泽旭(1985—), 男, 本科, 工程师, 主要从事涂装工艺设备开发、涂装新工厂规划等工作。E-mail: 15716780008@163.com。

2)漆液的精确温度只能在涂装目标物上直接测量,这也是在汽车车身上固定一个测量仪器和数据记录器的原因。

3)炉温跟踪仪连同汽车车身一起通过烘房,包括一个耐热记录单元,配备6~8个传感器,传感器将温度传输给数据记录单元,循环完成后,可读取数据并在计算机上进行烘房曲线评估,见表1。

表1 烘干室参数

参数	ED 烘房	密封烘房	面漆烘房
每条生产线的能力/(辆·h <sup>-1</sup> )	33.5	69	38.5
行进速度/(m·min <sup>-1</sup> )	3.0	6.2	3.5
烘房加热时间/min	约130	约130	约130
温度/°C	185	110/160	150
烘房总长度/m	129	86.5	134.5
在烘房中花费的总时间/min	约39	约12	约35
冷却区总长度/m	约22	约33	约22

## 2.2 烘房曲线

1)该窗口内的所有特性都必须保持一段时间,即保温时间(由漆液供应商指定)。

2)与传感器安装位置有关的不同加热时间会被记录,薄板和车顶的加热速度相对较快,门槛、地板组、底盘和立柱则需要更长时间。

3)各条单独的线就是各温度记录器的特性曲线。

4)水平线显示包含最高和最低温度的温度窗口。

## 2.3 对流-烘房的标准热传递原理

1)通过热空气传递热能对车身直接进行加热。

2)空气在热交换器中得到加热,然后被吹进烘房内,然后被吸回到热交换器中继续进行加热。

3)由来自中央废气热处理净化装置或单独的气体燃烧器的热气/空气混合物进行加热。

4)循环风(烘房)和热气体不直接接触,因为能量传递在热交换器中(例如在单独的“热箱”中)进行。

5)循环空气在烘房中被加热到所需的温度,并在流过车身时将热能传递给车身。

6)空气在对流区域内以高流速通过喷嘴(加热区),或以低流速通过过滤器箱(保温区)。

7)对流特性:即使是复杂的几何结构,仍能获得均匀和快速的加热;直接传递热能;加热过度的危险性很小;空气运动以及热载体与车身的直接接触有导致脏污的危险;空气必须不断进行过滤;烘房必须保持绝对无尘。

## 2.4 烘房结构

1)基本上所有的烘房都包含以下部件:入口气封、

加热区、保温区、出口气封、冷却区域、再循环风单元用于加热和循环空气、冷却单元用于调节冷却区的空气。

2)烘房底部:下部结构必须足够坚固以承载静态载荷、钢结构承载着烘房通道及传输装置。

3)烘房通道包括:内部干燥器外壳和组件、内部镶板、厚绝缘层、外部面板(压型金属板)。应进行气密焊接,防止气体和蒸气逸出;节能,避免出现热桥;循环风单元的再循环管道连接至烘房通道;明显的温度波动,烘房通道的设计必须使其能够自由移动;钢的可膨胀补偿点(每m每100°C膨胀1mm);烘房长度应为100m,当环境温度升高至140°C的工作温度时,烘房将膨胀约120mm;入口和出口气封位于固定点上,膨胀必须在内部得到补偿,见图1。

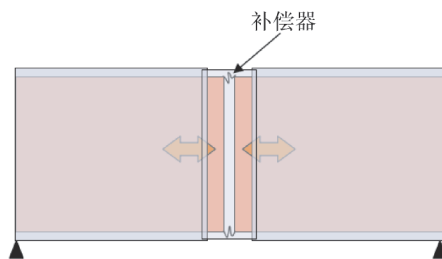


图1 烘干室膨胀节

## 2.5 烘干室管道及保温

1)烘房内部以及侧面安装有不同的管道,用于在各种设计形式下向烘房提供空气。

2)用于新风和排风的圆形加热气体管道,必须配备补偿器,因为必须做好管道膨胀准备。

3)管道的尺寸取决于在工作温度环境下所需的空气量。

4)用于冷却区域的新鲜冷空气通过角形管道抽取(必须部分与冷凝水隔离)。

5)隔离层,暴露在外的管道和烘房通道需要进行隔热处理:节能、避免对车间建筑物进行不必要的加热、隔热层必须防火和防水。

## 2.6 烘房设计需要规避的问题

1)烘房的内部膨胀,保温材料使外皮的膨胀程度小于内部。必须通过适当的运动来抵消这种状态变化。

2)较长的烘房配备了侧门,供维护时进出。穿过烘房壁的切口、门必须绝对严密,内部的热量和蒸气不能散发到外部。要避免膨胀过程中出现扭曲,门必须安装在烘房的固定点上(在这些点上,热膨胀不是那么强烈),内部管道的接头也是如此。

## 2.7 气封

1)入口和出口气封,二者必须安装在烘房内,以对紧邻的冷热空气区域进行热隔离;任务是防止热空气

流出(减少运行成本)和溶剂溢出(避免形成冷凝物和出现气味)。

2)直通式气封:通过产生空气流动或风幕来实现流道效果,热空气通过管道被输送到气封,气流以指定的角度通过顶棚上的带槽喷嘴进入烘房;风幕形成,进而阻止烘房空气逸出。

3)流出状态下的直通式流道,流道空气的功能是防止热空气从烘房中流出、防止冷空气渗入烘房、防止冷凝物形成。烘房内的低压和引导的空气流动促使其形成一个向内吸的屏障,烘房内的热空气在烘房顶棚区域向外挤压并被流道空气转向,见图2。

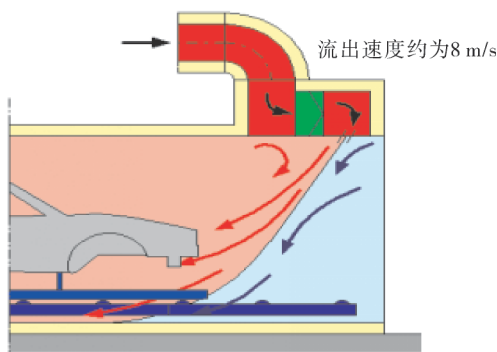


图2 流出状态下的直通式流道

## 2.8 加热区

- 1)汽车车身加热到漆液供应商指定的温度。
- 2)循环单元加热之后的空气流经过滤器和喷嘴进入相应的区域。
- 3)通过喷嘴的气流速度高达 16 m/s。
- 4)更高的涡流加速加热过程。

## 2.9 保温区

- 1)车身表面的温度被调节到一致(保温区内的温度保持时间由漆液供应商规定)。
- 2)在循环单元中加热的空气通过大开口到达烘房。
- 3)在保温区域,被烘房吸收的热量等于通过烘房表面损失的热量。

## 2.10 加热和保温区—对流热箱

- 1)烘房通道中的温度由对流单元调节,即所谓的“热箱”。
- 2)这些热箱基本上包括热交换器和供风机,供风机从烘房通道中吸取空气使其通过热交换器并返回烘房。

## 2.11 冷却区

- 1)将车身冷却至约 40 °C,以便能够尽快继续对车身进行作业。
- 2)新风从涂漆系统外面的房顶和/或从车间被吸

入,然后在供风单元中进行处理(过滤、冷却、加热)。

3)经过处理的空气通过喷嘴被吹入冷却区域,被风机从区域出口侧吸至入口侧,因此,冷却曲线不会太陡。

4)废气从冷却区被清除,然后通过房顶排出或进行再循环。

5)冷却时总是会形成冷凝液,通道顶部呈三角形,冷凝液沿侧面流动,不会滴到车身上。

## 2.12 冷却区供风

1)冷却区有其自己的供风单元,过滤和冷却区冷却过程所需的空气。

2)冷却区通过再循环风运行。

3)根据空气温度,可从外部或从涂漆车间吸入额外的新风。

4)空气由一个配备空气/水热交换器的冷却器组进行冷却。在该热交换器后方安装有一个用于清除冷凝水滴的分滴器。

5)供风机为冷却区后部提供冷却后的空气。

6)抽风机从冷却区前部抽出废气。

7)部分空气可进行再循环,另一部分则被排放至房顶上方以及用作烘房的新风。

## 3 冷凝物在烘房和冷却区中的形成和避免

### 3.1 冷凝液形成

1)在干燥过程中,溶剂从漆膜中逸出并混入烘房空气(烃类、水等)。

2)溶剂在炽热的烘房中变成气态状,但是在冷却后会凝结。

3)若气封不能正确工作,则气封中会形成冷凝物,因为烘房空气会进入气封并在其中冷却至凝固点以下。

4)冷却区域中存在同样的隐患,若冷却区域排风量过高(空气平衡),则高温烘房空气会进入冷却区域排风中凝结。

### 3.2 针对凝聚物的预防措施

1)运行良好的气封。

2)保持气封内的表面温度高于冷凝温度。

3)具体设计样式必须保证不会有冷凝物滴落在车身上(避免滴落修整)。

4)将加热后的新鲜空气吹入气封(降低气封中溶剂的浓度(净化作用))。

5)平衡冷却区内供风和排风的空气比率。

6)加热流入和流出流道盖上的板,这些位置不会积聚冷凝物。

## 4 结语

烘干室及强冷的设计需要考虑具(下转第 72 页)