

# 中华人民共和国国家标准

## 涂装作业安全规程 涂层烘干室安全技术规定

GB 14443—93

Safety code for painting—  
Safety rules for paint drying oven

### 1 主题内容与适用范围

本标准规定了涂装作业涂层烘干室的设计、制造、安装、检验、使用和维修的基本安全技术要求。  
本标准适用于涂装作业涂层的干燥、固化用烘干室。

### 2 引用标准

GB 2900.35 电工名词术语 爆炸性环境用防爆电气设备  
GB 4942.1 电机外壳防护分级  
GB 6514 涂装作业安全规程 涂漆工艺安全  
GB 6515 涂装作业安全规程 涂漆工艺通风净化  
GB 7691 涂装作业安全规程 劳动安全和劳动卫生管理  
GBJ 58 爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范  
GBJ 87 工业企业噪声控制设计规范  
GBJ 140 建筑灭火器配置设计规范  
TJ 36 工业企业设计卫生标准

### 3 术语

#### 3.1 引燃温度 ignition temperature

按照标准试验方法试验时,引燃爆炸性混合物的最低温度。

#### 3.2 烘干室安全通风 safety ventilation of drying oven

烘干室内控制可燃气体(或粉末)浓度的专用通风,其中包括:供给适量的新鲜空气;将废气排至适当区域;组织合理的空气循环气流。用以保证烘干室内任何部位在任何工作状态下可燃气体(或粉末)的浓度都低于爆炸下限。

#### 3.3 直接燃烧加热 direct-fired

烘干室加热系统的燃烧产物进入其工作空间,并直接地接触和加热工件。

#### 3.4 间接燃烧加热 indirect-fired

烘干室加热系统的燃烧产物与其工作空间气密地隔开,并间接地加热工件。

#### 3.5 空气循环系统 air recirculation system

有组织地将烘干室工作空间的空气抽出并送回的一套装置,用以满足工件对流加热的要求和避免室内空气中可燃物集聚。

#### 3.6 间歇式烘干室 batch process oven

国家技术监督局 1993-06-10 批准

1994-01-01 实施

间歇地装入工件并周期地进行干燥、固化作业的烘干室。

### 3.7 连续式烘干室 continuous process oven

均衡地装入工件并连续地进行干燥、固化作业的烘干室。

## 4 爆炸危险区域

4.1 烘干室内部及周围环境爆炸危险区域的类别、等级和范围,应按第 4.2~4.6 条规定确定。

4.2 烘干室内工件涂层在干燥、固化过程中释放易燃、可燃蒸气或气体时,其工作空间应为爆炸危险区,符合第 5 章结构要求时为 2 区。

4.3 粉末涂料涂层熔融、固化用的烘干室,其工作空间应为爆炸危险区,等级为 11 区。但当熔融、固化过程中释放大量易燃和可燃气体时,其工作空间则按第 4.2 条确定爆炸危险区。

4.4 符合第 4.2 条或 4.3 条规定的烘干室,其装料门的水平和垂直方向 3m 范围内,应为爆炸危险区,该区的类别和等级与烘干室工作空间相同。

4.5 烘干室周围的地坑与爆炸危险区连通时,其爆炸危险区的划分应按 GBJ 58 中有关规定确定。

4.6 设置在非爆炸危险区的烘干室,除按第 4.4 及 4.5 条确定为爆炸危险区的部位外,烘干室周围的其他区域均为非爆炸危险区。

## 5 结构

### 5.1 安全通风

5.1.1 在烘干过程中,烘干室内含有挥发的溶剂或悬浮的粉末时,烘干室须设置安全通风装置。

5.1.2 烘干室内可燃气体最高体积浓度不应超过其爆炸下限值的 25%。空气中粉末最大含量不应超过爆炸下限浓度的 50%。

5.1.3 各种类型及工作温度的烘干室,应按表 1 选取烘干室内可燃气体爆炸下限计算值:

表 1

烘干室类型	烘干温度 < 120℃	烘干温度 ≥ 120℃
	可燃气体爆炸下限计算值	
间歇式	取室温时爆炸下限值	取室温时爆炸下限值/1.4
连续式	取室温时爆炸下限值	取室温时爆炸下限值

5.1.4 溶剂型涂料涂层烘干室可按附录 A(补充件)的计算方法确定安全通风所需的新鲜空气量。

5.1.5 当确定安全通风所需的新鲜空气量时,应用带入烘干室内溶剂量的实测值。当已有经验数据时,也可用估算法确定带入烘干室的溶剂量。

5.1.6 烘干室内排气口位置应设在可燃气体浓度最高的区域。

5.1.7 每台烘干室宜单独设置废气排放管道,不宜与其他设备共用排放管道。

5.1.8 多区的烘干室,允许设一个废气排放总管,但烘干室在各种工作状态下,各支管的排气量不得低于设计值。

5.1.9 烘干室的安全通风系统不宜使用自然通风。

5.1.10 排气管道上装设余热回收换热器时,应采取措施防止凝结物堵塞废气排气系统。

5.1.11 排气管道和检修口应保持良好的气密性

### 5.2 加热系统

#### 5.2.1 加热器表面温度

5.2.1.1 间歇式烘干室,当设置不同的安全设备时,其加热器表面温度应分别符合以下要求:

a. 未设置第 5.4.2 条规定的安全通风监测装置时,加热器表面温度不应超过工件涂层溶剂引燃温度(℃)的 80%;

b. 设置第 5.4.2 条规定的安全通风监测装置时,加热器表面温度不应超过工件涂层溶剂的引燃温度;

c. 除设置第 5.4.2 条规定的安全通风监测装置外,安全通风系统的排气使用专用风机并与加热系统联锁的情况下,加热器表面温度允许超过工件涂层溶剂的引燃温度。

5.2.1.2 连续式烘干室的加热器表面温度不应超过工件涂层溶剂的引燃温度,但具有下列安全措施之一者除外:

a. 设置第 5.4.2 条规定的安全通风监测装置;

b. 开敞面积大的辐射加热烘干室,采取不使爆炸性气体积聚的有效通风措施,能保证设备正常工作及设备故障和误操作的非正常工作时,工作空间的气体都不形成爆炸浓度。

### 5.2.2 加热器设置

5.2.2.1 不得使涂料滴落在加热器表面上。

5.2.2.2 烘干室内宜使用有足够强度的加热器,如使用易碎加热元件,室内应有防护装置,防止因机械损伤引起的火灾及触电事故。

### 5.2.3 电加热系统

5.2.3.1 烘干室工作区使用裸露电阻丝(带)做为加热元件时,应加防护措施,防止电气短路。

5.2.3.2 电加热器与金属支架间应有良好电气绝缘,其常温绝缘电阻不得小于  $1M\Omega$ 。

5.2.3.3 电加热器与导线的连接须保证良好接触。接线端的设置应便于检查。

### 5.2.4 燃油及燃气加热系统

5.2.4.1 燃料供给系统必须设置紧急切断阀。

5.2.4.2 燃烧装置应符合工业用火焰炉有关安全技术规定。

5.2.4.3 烘干室宜使用间接燃烧加热系统。但在符合第 5.2.4.4 条规定情况下,也可使用直接燃烧加热系统。

5.2.4.4 当使用直接燃烧加热系统时,烘干室必须设置空气循环系统,循环空气流量应符合第 5.3.2 条要求。如使用自动点火系统,则燃烧装置应安装火焰监测器,并使燃烧器熄火时能自动切断该燃烧器的燃料供给。

### 5.3 空气循环系统

5.3.1 烘干室设置空气循环系统时,应使室内的可燃气体不产生积聚。

5.3.2 直接燃烧加热的烘干室,其空气循环系统的体积流量应不少于加热系统燃烧产物体积流量的 10 倍。

### 5.4 控制与联锁

5.4.1 烘干室应设置温度自动控制及超温报警。

5.4.2 需设置安全通风监测装置的烘干室,宜优先使用可燃气体浓度报警器,直接监测爆炸危险浓度;也可使用设备的故障监测装置,间接地进行监测。每种情况均应与加热系统联锁。

5.4.3 可燃气体浓度报警装置的报警浓度及联锁浓度,应设定在可燃气体爆炸下限的 50% 以内。烘干室在这种情况下运行时,室内可燃气体浓度允许高于爆炸下限的 25%。

5.4.4 烘干室控制系统的联锁,开机时应使循环风机及排气风机启动后,才能继续启动加热系统及工件输送系统;相反,停机时应使加热系统和工件输送系统关闭后,才能继续停止风机运行。

### 5.5 调节阀

5.5.1 烘干室内使用空气流量调节阀时,在系统的正常调节范围内,应使安全通风系统能达到所需的风量。

5.5.2 烘干室的安全通风系统使用调节阀时,应设置阀门最小安全开度的限位装置。

### 5.6 泄压设施

5.6.1 烘干室宜设置泄压装置。

- 5.6.2 每立方米烘干室工作容积宜设置 0.05~0.22m<sup>2</sup> 的泄压面积。
- 5.6.3 泄压装置移动部分的单位面积质量不宜大于 12.5kg/m<sup>2</sup>。
- 5.6.4 低结构强度的大型烘干室可利用设备上的开口、侧门及靠自重封严的轻型保温顶做为泄压面积。
- 5.7 风机与电机
- 5.7.1 空气循环及排气系统中所使用的风机,必须设有防止火花产生的可靠措施。
- 5.7.2 烘干室使用的电动机,如设置在第 4 章中规定的爆炸危险区内,则应按 GBJ 58 规定选用防爆型;如设置在非爆炸危险区内,其防护等级应不低于表 2 要求:

表 2

烘干室用途	防护等级(按 GB 4942.1)
烘干溶剂型涂料涂层	IP 44
烘干粉末涂料涂层	IP 54

## 5.8 电气设备

- 5.8.1 烘干室应设置静电保护接地,其接地电阻值不大于 100Ω。
- 5.8.2 装有电器设备的烘干室,其外壳必须接地,接地电阻值不大于 10Ω。金属外壳的各部件之间,应保持良好的电气连接。
- 5.8.3 烘干室内部电气导线应有耐温绝缘层。
- 5.8.4 烘干室外部电气接线端应有防护罩。
- 5.8.5 烘干室的电气设备应符合 GBJ 58 的规定。

## 5.9 材料

- 5.9.1 烘干室室体及其保温层均须使用非燃材料制造。
- 5.9.2 烘干室应有良好保温层,外壁表面温度不应高于室温 15℃。
- 5.9.3 燃烧装置与烘干室之间的连接管道应使用非燃材料绝热,外表面温度不应超过 70℃。

## 5.10 噪声控制

- 5.10.1 烘干室的附属设备宜采用低噪声产品。
- 5.10.2 设备的整体设计应使工人操作区噪声符合 GBJ 87 的规定。

## 5.11 其他

- 5.11.1 人工装挂工件的大型间歇式烘干室,应设置安全门或室内发讯机构,防止误将工作人员关在室内。
- 5.11.2 喷漆室内不得设置加热装置兼作烘干室。对于能保证下列各项要求的特殊设备,允许交替地进行喷漆及烘干作业:
- 设备内部残留的漆渣能随时清理干净;
  - 加热器、电气设备及导线不接触漆雾;
  - 烘干室工作温度不超过 60℃时;
  - 通风和加热系统分别符合第 5.1.2 条和 5.2.1.1a 条的规定。
- 5.11.3 距地面 2m 以上的操作及维修平台,周围应安装防护栏杆。

## 6 安装

- 6.1 靠近涂漆区安装烘干室时,应按 GB 6514 第 8.2 条要求设置车间通风系统。
- 6.2 当烘干室排气管道必须穿过有可燃材料组成的墙壁或屋面时,管道必须用非燃材料绝热。

- 6.3 排气管道的设置应便于清理其中的可燃沉积物。
- 6.4 离地面 2m 以内的高温物体(超过 70℃)应加防护措施,以免烫伤工作人员。
- 6.5 可燃气体浓度取样管道的内壁温度不得低于被检测气体的凝结温度。
- 6.6 烘干室泄压装置的泄压面不应朝向工人操作区域设置。
- 6.7 烘干室四周和顶部应留有安装、检测和维修的活动空间。

## 7 安全运行及维修

- 7.1 使用烘干室时,必须具有安全操作规程,并悬挂在设备附近醒目位置。
- 7.2 烘干室用户应根据制造厂提出的使用说明书制订设备维护制度,并定期检修。
- 7.3 烘干室操作人员,应经过专业安全技术培训,熟悉操作规程,经考核合格,才能上岗操作。
- 7.4 烘干室启动前应做预通风,预通风排气体积不应少于烘干室容积的 4 倍。预通风结束后,才允许启动加热器。
- 7.5 烘干室电加热器关闭 5~10min 后,方可关闭循环风机或排气风机。
- 7.6 烘干室因故障自动切断热源后,必须认真检查设备,在确认故障已经排除时,方可重新启动运行。
- 7.7 烘干室内部应保持清洁,随时清除室内漆渣和定期清除排气管内沉积物,以避免可燃物自燃引起的火灾。

## 8 废气处理

- 8.1 烘干室排出的废气应符合环保部门规定的大气排放标准。
- 8.2 烘干室废气净化系统的安全要求,应参照 GB 6515 中的有关规定。符合 TJ 36 的要求。

## 9 防火

- 9.1 烘干易燃材料(如纸、布及塑料等)涂装件时,烘干室应采取预防工件着火的可靠措施,并配备可靠的灭火装置。
- 9.2 大型烘干室的排气管道上应设防火阀,当烘干室内发生火灾时,应能自动关闭阀门,同时使循环风机和排气风机自动停止工作。
- 9.3 严禁烘干室周围存放易燃、易爆物品。
- 9.4 烘干室附近应按照 GBJ 140 设置扑救火灾的消防器材。

## 10 设计

- 10.1 涂层烘干室的设计单位应符合 GB 7691 第 4.1.1 条要求。
- 10.2 设计文件应包括如下安全数据:

烘干室工作容积	m <sup>3</sup>
加热功率(电,煤气,燃油)	kW, m <sup>3</sup> /h, kg/h
最高容许温度	℃
烘干室装载量(连续式)	kg/h
(间歇式)	kg/次
溶剂名称	
最大溶剂量(连续式)	kg/h
(间歇式)	kg/次

新鲜空气量(20℃)

m<sup>3</sup>/h

## 11 出厂

11.1 烘干室出厂时必须附有安全检验合格证明和使用说明书,使用说明书中应注明有关安全技术内容。

11.2 烘干室上应有注明安全技术数据的铭牌,以便核查设备安全性能,其内容详见附录 B(补充件)。

11.3 烘干室交付使用前,应进行设备安全性能检测。安全性能检测内容为:

- a. 铭牌规定的新鲜空气量;
- b. 第 5.2.3.2 及 5.8.2 条规定的绝缘电阻及接地电阻;
- c. 第 5.10.2 条规定的噪声控制要求;
- d. 浓度报警器(或控制器)、温度控制器及火焰监测器等仪表的校验;
- e. 其他应检测项目。

## 12 使用

12.1 烘干室用户应根据设计单位及制造厂提供的技术文件进行定期安全检查。安全检查的内容为:

- a. 装载量及溶剂是否符合设备技术文件要求;
- b. 安全装置(如控制及报警系统、泄压装置等)的有效性检查;
- c. 其他应检查项目。

12.2 烘干室用户每年至少进行一次安全性能检测,核对检测结果是否符合安全要求,并将检测结果记入档案。

附录 A  
溶剂型涂料涂层烘干室新鲜空气量计算  
(补充件)

## A1 间歇式烘干室

## A1.1 用经验数据确定新鲜空气量

烘干室新鲜空气量可按式(A1)计算:

$$Q_b = \frac{4G}{t_0 a} \dots\dots\dots (A1)$$

式中:  $Q_b$ ——烘干室安全通风所需的新鲜空气量(20℃时),  $m^3/h$ ;

$G$ ——一次装载带入烘干室内的溶剂质量,  $g/次$ ;

$a$ ——溶剂蒸气的爆炸下限计算值(见 5.1.3 条),  $g/m^3$ ;

$t_0$ ——以最大挥发率计算的溶剂蒸发时间(经验值, 烘干金属薄壁工件时, 推荐  $t_0=0.11h$ ),  $h$ ;

4——保证溶剂蒸气浓度低于爆炸下限值的 25% 的安全系数。

## A1.2 用溶剂挥发率的实测数据确定新鲜空气量

## A1.2.1 已知溶剂峰值蒸发率时, 可按式(A2)计算:

$$Q_{bt} = \frac{4R_p \cdot 60}{a} \dots\dots\dots (A2)$$

式中:  $Q_{bt}$ ——烘干室安全通风所需的新鲜空气量(20℃时),  $m^3/h$ ;

$a$ ——溶剂蒸气的爆炸下限计算值(见第 5.1.3 条),  $g/m^3$ ;

$R_p$ ——峰值溶剂蒸发率,  $g/min$ ;

4——保证溶剂蒸气浓度低于爆炸下限值的 25% 的安全系数。

## A1.2.2 已知溶剂每小时的最大蒸发量时, 可按式(A3)计算:

$$Q_{bt} = \frac{10R_1}{a} \dots\dots\dots (A3)$$

式中:  $Q_{bt}$ ——烘干室安全通风所需的新鲜空气量(20℃时),  $m^3/h$ ;

$a$ ——溶剂蒸气的爆炸下限计算值(见第 5.1.3 条),  $g/m^3$ ;

$R_1$ ——烘干过程中溶剂每小时的最大蒸发量,  $g/h$ ; 当烘干周期小于 1h, 则  $R_1$  为间歇装载的 1h 平均蒸发量。例如: 烘干周期为 40min, 40min 周期中溶剂蒸发量为  $R_{40}(g)$ , 则  $R_1 = R_{40} \cdot 60/40(g/h)$ ;

10——经验系数。

## A2 连续式烘干室

新鲜空气量可按式(A4)计算:

$$Q_c = \frac{4G}{a} \dots\dots\dots (A4)$$

式中： $Q_c$ ——烘干室安全通风所需的新鲜空气量(20℃时)， $m^3/h$ ；  
 $G$ ——每小时带入烘干室的溶剂质量， $g/h$ ；  
 $a$ ——溶剂蒸气的爆炸下限计算值(见第 5.1.3 条)， $g/m^3$ ；  
 $4$ ——保证溶剂蒸气浓度低于爆炸下限值的 25% 的安全系数。

**附录 B**  
**烘干室铭牌中应注明的安全技术项目<sup>1)</sup>**  
**(补充件)**

适用溶剂\_\_\_\_\_

最大允许溶剂量(间歇式)\_\_\_\_\_ kg/次  
 (连续式)\_\_\_\_\_ kg/h

最高工作温度\_\_\_\_\_℃

额定排气量(\_\_\_\_℃时)<sup>2)</sup>\_\_\_\_\_  $m^3/h$

设计单位名称：\_\_\_\_\_

制造厂名：\_\_\_\_\_

制造年月：\_\_\_\_\_

注：1) 本附录规定应注明的项目仅为核查设备的安全性能时使用。附录 B 不做为产品铭牌的规定格式。

2) 额定排气量(\_\_\_\_℃时)是指：在上述适用溶剂范围及最大允许溶剂量条件下，排气温度为\_\_\_\_℃时，排气系统的体积流量( $m^3/h$ )规定值。当排气温度不符合上述数值时，排气的体积流量应做温度修正。

**附录 C**  
**溶剂蒸气特性表**  
**(参考件)**

表 C1

溶剂名称	分子量	引燃温度 组 别	闪点 ℃	引燃温度 ℃	爆炸极限		蒸气密度 (空气=1)
					下限 %	上限 %	
汽油(沸点(38~204℃)*	混合	T <sub>3</sub>	-43	257	1.4	7.6	3.4
煤油(沸点 151~301℃)*	混合	T <sub>3</sub>	43~72	210	0.7	5.0	—
石油醚(沸点 35~60℃)*	混合	T <sub>3</sub>	<-18	288	1.1	5.9	2.50
苯	78	T <sub>1</sub>	11.1	555	1.2	8.0	3.03
甲苯	92	T <sub>1</sub>	4.4	535	1.2	7.0	3.18
二甲苯	106	T <sub>1</sub>	30	465	1.0	7.6	3.36
萘溶剂	128	T <sub>1</sub>	79	526	0.9	5.9	4.4
乙酸乙酯	88	T <sub>1</sub>	-4.4	460	2.1	11.5	3.04
乙酸丁酯	116	T <sub>2</sub>	22	370	1.2	7.6	4.01

续表 C1

溶剂名称	分子量	引燃温度 组 别	闪点 ℃	引燃温度 ℃	爆炸极限		蒸气密度 (空气=1)
					下限 %	上限 %	
乙酸戊酯	130	T <sub>2</sub>	25	375	1.0	7.5	4.99
丙酮	58	T <sub>1</sub>	-19	537	2.5	13.0	2.00
丁酮	72	T <sub>1</sub>	-6.1	505	1.8	11.5	2.48
环己酮	98	T <sub>2</sub>	33.8	420	1.3	9.4	3.38
乙醇	46	T <sub>2</sub>	11.1	422	3.5	19.0	1.59
丙醇	60	T <sub>2</sub>	15	405	2.1	13.5	2.07
丁醇	74	T <sub>2</sub>	29	340	1.4	10.0	2.55
甲基纤维剂*	76	T <sub>3</sub>	41	289	—	—	2.6
乙基纤维剂(乙二醇乙醚)*	90	T <sub>3</sub>	41	238	2.6	15.7	3.1
丁基纤维剂(乙二醇丁醚)*	118	T <sub>3</sub>	64	244	—	—	4.1
乙二醇乙醚乙酯	132	T <sub>2</sub>	52	380	1.7	—	4.7
松节油*	136	T <sub>3</sub>	35	253	0.8	—	4.8
樟脑油*	152	T <sub>1</sub>	66	466	0.6	3.5	5.2
二氯乙烷	99	T <sub>2</sub>	13.3	412	6.2	16.0	3.4
氯苯	113	T <sub>1</sub>	29	593	1.3	9.6	3.9

注：① 表中数据取自 1987 年颁发的《中华人民共和国爆炸危险场所电气安全规程(试行)》，带“\*”号项目数据取自 ANSI/NFPA 86-1985。

② 爆炸极限的容积值(%)换算成 20℃时的单位体积空气中溶剂含量(g/m<sup>3</sup>)时,按下式计算:

$$a = \text{极限值}(\%) \times \text{蒸气密度}(\text{空气}=1) \times 1.2 \times 1000$$

式中:  $a$ ——以单位体积空气中含有溶剂质量表示的爆炸极限值, g/m<sup>3</sup>;

极限值(%)——爆炸极限值(%),如爆炸下限为 1%,则该值为 0.01;

蒸气密度(空气=1)——蒸气与空气的密度比值;

1.2——20℃时单位体积空气质量, kg/m<sup>3</sup>;

1000——千克换算为克的换算系数。

#### 附加说明:

本标准由中华人民共和国劳动部提出。

本标准由全国涂装作业安全标准化技术委员会归口。

本标准由中国航空工业规划设计研究院负责起草,江苏省劳动保护科学技术研究所和江苏省高邮环保设备制造厂参加起草。

本标准起草人林志超、郑万忠、费汉安、高光凤、赵启华、吴中直。