



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 35077—2018

---

## 机械安全 局部排气通风系统 安全要求

Safety of machinery—Local exhaust ventilation system—  
Safety requirements

2018-05-14 发布

2018-12-01 实施

---

国家市场监督管理总局 发布  
中国国家标准化管理委员会

## 目 次

前言 .....	III
引言 .....	IV
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 基本要求 .....	3
5 结构和布局 .....	4
5.1 一般要求 .....	4
5.2 清洁和排水 .....	5
5.3 特殊要求 .....	5
5.4 厂房改造 .....	5
6 补充空气系统 .....	5
7 集气罩 .....	7
8 管道系统和排气筒/烟囱 .....	8
9 空气净化设备 .....	9
10 风机和空气输送设备 .....	10
附录 A (资料性附录) 集气罩的设计信息 .....	12
参考文献 .....	13

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国机械安全标准化技术委员会(SAC/TC 208)提出并归口。

本标准起草单位:华测检测认证集团股份有限公司、深圳市美普达环保设备有限公司、广东产品质量监督检验研究院、泉州市中标标准化研究院有限公司、东莞汇乐环保股份有限公司、广州特种机电设备检测研究院/国家防爆设备质量监督检验中心、航天凯天环保科技股份有限公司、福建省闽旋科技股份有限公司、南京林业大学、厦门利德宝电子科技股份有限公司、中机生产力促进中心、东风雷诺汽车有限公司、厦门万明电子有限公司、上海峦越精密机械有限公司、厦门迈拓宝电子有限公司、浙江丰贸信息科技有限公司、西安市远征科技有限公司、厦门三行电子有限公司。

本标准主要起草人:刘攀超、张善平、吴清锋、朱斌、林卫波、王新华、曾毅夫、居荣华、程红兵、江东红、刘治永、陈国良、付卉青、黄景林、李勤、成绵龙、陆学贵、南征、黄庆、宁燕、王海霞、张善康、王清忠、郑华婷、萧子东、梁峻、胡光明、赵茂程、王正、吉坤、沈德红、陆丽萍、黄景明、张晓飞。

## 引 言

机械领域安全标准的结构如下：

- A类标准(基础安全标准),给出适用于所有机械的基本概念、设计原则和一般特征；
  - B类标准(通用安全标准),涉及机械的一种安全特征或使用范围较宽的一类安全装置：
    - B1类,特定的安全特征(如安全距离、表面温度、噪声)标准；
    - B2类,安全装置(如双手操纵装置、联锁装置、压敏装置、防护装置)标准。
  - C类标准(机械产品安全标准),对一种特定的机器或一组机器规定出详细的安全要求的标准。
- 根据 GB/T 15706 的规定,本标准属于 B 类标准。

本标准尤其与下列和机械安全有关的利益相关方有关：

- 机器制造商；
- 健康与安全机构。

其他受到机械安全水平影响的利益相关方有：

- 机器使用人员；
- 机器所有者；
- 服务提供人员；
- 消费者(针对预定由消费者使用的机械)。

上述利益相关方均有可能参与本标准的起草。

此外,本标准预定用于起草 C 类标准的标准化机构。

本标准规定的要求可由 C 类标准补充或修改。

对于在 C 类标准的范围内,且已按照 C 类标准设计和制造的机器,优先采用 C 类标准中的要求。

局部排气通风(LEV)是在工业作业环境中保持人员可接受空气质量的一种重要工程控制技术。其主要手段是在或尽可能靠近污染物产生点控制或抑制空气传播污染物。局部排气通风通常与其他控制方法一起使用,如隔离、稀释通风或者个体防护装备。如果设计、安装和运行正确,局部排气通风(LEV)能够很好地控制空气传播的污染物。

本标准旨在为了改善工业企业劳动条件,保护存在有害物质排放的环境中的人员的健康和安,避免或减少安全事故。

# 机械安全 局部排气通风系统 安全要求

## 1 范围

本标准规定了局部排气通风(LEV)系统的基本安全要求。

本标准适用于防止或避免人员接触工业环境中空气传播的有害物质的固定式工业用局部排气通风(LEV)系统。

本标准不适用于以下目的的局部排气通风(LEV)系统：

- 舒适通风；
- 作为工业过程的一部分输送空气；
- 不以保护人员为主要目的的油漆橱；
- 节约能源；
- 特殊用途、特殊净化和特殊防护要求。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 15706—2012 机械安全设计通则风险评估与风险减小

GB/T 33579 机械安全危险能量控制方法上锁/挂牌

GB 50016—2014 建筑设计防火规范

GB 50019—2015 工业建筑供暖通风与空气调节设计规范

## 3 术语和定义

GB/T 15706—2012 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**局部排气通风(LEV)系统** **local exhaust ventilation (LEV) system**

排气系统 exhaust system

由以下一个或多个部件或系统组成，把空气传播的污染物从空间去除的机械系统：

- 集气罩；
- 管道系统；
- 空气净化设备；
- 排气机或风机；
- 烟囱。

注：局部排气通风系统作为一个功能整体运行，所有组成部分的性能都会受其他部分的设计和性能影响。

### 3.2

**空气净化设备** **air cleaning equipment**

局部排气通风系统中，将污染物从所处理的空气中分离出来的装置或装置组合。

3.3

**均衡 balanced**

局部排气通风系统中所有支管同时实现预期空气流量的状态。

3.4

**导流板 baffle**

凸缘 flange

为改善或加强排放源和集气罩区域空气流向而在排放源或其周围设置的局部围挡。

3.5

**支管 branch**

集气罩和干管或二级干管的连接管道。

3.6

**入口系数 coefficient of entry**

用于反映集气罩静压力损失与该集气罩管道内速压之间关系的无量纲因子。

3.7

**污染物 contaminant**

通过空气传播的能对人员造成伤害、危险或产生异味的有害物质。

示例：烟雾、烟尘、粉尘、蒸汽、雾汽、水汽或气体等。

3.8

**捕获速度 capture velocity**

控制速度 control velocity

空间内某一点足以将污染物和受污染的空气吸入集气罩的空气流动速度。

3.9

**入口 entry**

管道系统中支管或二级干管的某一段进入另一段二级干管或干管的位置。

示例：集气罩进入管道的入口；压力通风系统进入管道的入口。

3.10

**集气罩 exhaust hood**

为了捕获或控制化学排放物以及其他空气污染物而设计的特定形状的开口。

3.11

**集气流量 exhaust rate**

空气流量 air flowrate

通过集气罩的空气体积流量。

3.12

**表面风速 face velocity**

集气罩开口平面内方向向量垂直于该平面的平均空气流动速度。

3.13

**风机 fan**

通风机 exhauster

用于提供压力并使空气流通过局部排气通风系统移动的机械装置。

3.14

**损失系数 loss factor**

反映系统附件和设备内静压力损失与速压之间关系的无量纲因子。

## 3.15

**主管 main**

将两个或两个以上支管或二级干管连接至风机、排气机或空气净化设备的管道。

## 3.16

**补充空气 makeup air****置换空气 replacement air**

用于填充经过局部排气通风(LEV)系统净化后排出气体空间的外部空气或清洁程度可接受的空气。

## 3.17

**夹带回流 re-entrainment**

外排的污染物通过气流返回局部排气通风系统。

## 3.18

**槽口速度 slot velocity**

方向垂直于槽口内平面的平均空气速度。

## 3.19

**系统运行点 system operating point****SOP**

局部排气通风系统内压力—流量图上压力曲线和流量曲线的交点。

注：SOP 通常用于风机选型。

## 3.20

**系统效率损失 system effect loss**

风机进口和出口条件非理想状态时产生的风机性能损失。

## 3.21

**用户 user**

对局部排气通风系统或系统某一部件的设计、运行和/或维护承担直接和最终责任的人。

## 4 基本要求

4.1 从事 LEV 系统设计、运行、维护或测试的用户应通过培训或具有相关工作经验证明其取得从事此项工作的资质。

4.2 LEV 系统的设计和运行应基于以下基本数据：

- 排放源特性；
- 工作场所空间内的空气特性；
- 相关人员与排放源的相互作用。

4.3 在制造和安装开始之前，应由专业技术人员审查 LEV 系统的技术文件。

4.4 LEV 系统性能及其具有的集气流量应能将工作场所空气中的污染物降至规定的可接受浓度。

4.5 在风机选型以及在建造或安装之前，应估算整个 LEV 系统的静压力损失。

4.6 整个 LEV 系统的结构设计应合理，其制造材料应化学兼容，并考虑物理兼容性。

注：满足此要求的措施如：酸性气流采用耐火玻璃纤维、溶剂蒸汽气流采用镀锌钢等，且厚度宜足以保证系统的预期寿命。

LEV 系统的建造应保证气流中携带的化学物质即使达到最大浓度，也能够互相兼容，并与集气罩、管道和风机材料兼容。

4.7 LEV 系统应具备性能监控能力。LEV 系统的监测与控制功能应满足 GB 50019—2015 中 11.1、

11.2、11.4 和 11.5 的要求。

根据需要,在可行的情况下,性能监控系统或设备可包括模拟或数字流量计、烟雾探测器、气体探测器或者其他设备或程序。

LEV 系统宜在连接集气罩的管道上(在风门前,且靠近集气罩)设置静压力测压孔,因为利用集气罩处的气流测量 LEV 系统性能的成本和效率最佳,而且集气罩静压力与此位置的气流之间存在函数关系。

4.8 为确保对人员的持续保护,必要时,LEV 系统中的安全防护装置和保护措施应采用冗余设计。

4.9 LEV 系统在全生命周期内应保持清洁,不应存在产生明火、烟雾和爆炸等潜在的风险,并应保持良好的运行状态。

## 5 结构和布局

### 5.1 一般要求

#### 5.1.1 LEV 系统的结构

如果条件允许,单个 LEV 系统应按照尽可能紧凑的方式进行布置,使其:

- a) 管道长度最短且使用的弯头数量最少;
- b) 便于正确配比来自不同集气罩的气流。

分散布置的过程或不经常运行的设备通常应设置单独的排气系统。

#### 5.1.2 LEV 系统的布置

配备局部排气系统的机械以及排气系统的元件(如集气罩)的布置宜便于排气管道系统的布置,使其:

- a) 尽可能便于或不妨碍其他设备的操作,例如便于起重机、升降机、卡车等的操作;
- b) 允许无阻碍地接近管道系统进行检查、清洁和维修;
- c) 可防止来自外部的损坏,最大程度地保护管道系统。

#### 5.1.3 排气和补充空气窗的位置

排气和补气空气窗的位置应满足第 6 章的要求。

#### 5.1.4 危险作业和非危险作业的隔离

应尽可能将危险作业和非危险作业隔离开。如果大多数加工过程都产生潜在有害浓度的空气污染物,则建议隔离非危险作业,如将其布置在单独的厂房或房间内。

#### 5.1.5 空气净化设备的位置

空气净化设备的位置应使得:

- a) 能够安全且不受阻碍地接近空气净化设备进行维护(如过滤或收集介质的清除、清洗,或对静电沉降器进行服务)和维修;
- b) 便于清除粉尘和收集的其他物质,而不产生公害、健康危害或物料搬运问题;
- c) 能够在不污染整个工厂空气的情况下清洁和维修设备;
- d) 能够防止湿法收集系统和相关管道结冰。

如果空气净化设备处理的是爆炸性或高度可燃性气体或污染物,则还应至少考虑以下要求:

——布置在室外或隔离;



- 设置卸压盘和安全屏障；
- 设置爆炸抑制装置；
- 充分防雷保护；
- 电气接地。

如果系统已充分送入稀释空气将污染物浓度保持在气体和蒸汽爆炸下限 10%~25% 以下、粉尘爆炸下限浓度 (MEC) 20% 以下 (织物过滤器逆向喷气清洗过程除外, 此时的瞬时粉尘浓度可超过 MEC), 并假设已经安装了足够的安全控制装置来防止误操作, 则可减少此类防范措施。

LEV 系统的设计者和使用者还宜了解该场地的长期规划、相邻建筑物及其用途以及周边地理特征。

## 5.2 清洁和排水

LEV 系统元件的设计和制造应便于清洁和排水。

注: 尽可能减少管道系统内的冷凝影响。

## 5.3 特殊要求

如果机械在运行时会产生不同的蒸汽、粉尘、烟尘或雾汽等有害物质, 且在相互混合后会对人员健康造成伤害或产生爆炸、破坏性腐蚀等危险而使管道、风机遭到破坏或使空气净化设备失效, 则对于此类空气污染物应采用单独的局部排气通风系统。

注: 本要求主要针对废气中的粉尘、烟气和蒸汽的浓度可能达到足以产生健康、爆炸或腐蚀危险的情况。破坏性腐蚀意味着管道、风机或空气净化设备的失效。

## 5.4 厂房改造

需要时, 应按 GB 50016—2014 和 GB 50019—2015 的相关要求, 根据危险作业的性质对安装 LEV 系统的厂房进行改造。例如: 发电机、槽罐以及其他处理有毒或爆炸性气体和挥发性 (无论是常温或运行温度) 液体的设备不得放置在地下室或地坑内。

有爆炸危险的厂房或厂房内有爆炸危险的部位应按照 GB 50016—2014 的 3.6 的规定设置泄压设施。

泄压设施宜采用轻质屋面板、轻质墙体和易于泄压的门、窗等, 应采用安全玻璃等在爆炸时不产生尖锐碎片的材料。泄压设施的位置应避开人员密集场所和主要交通道路, 并宜靠近有爆炸危险的部位。屋顶上的泄压设施应采取防冰雪积聚措施。

应按 GB 50016—2014 规定的位置设置防火卷帘, 并符合 GB 50016—2014 的 6.5.3 规定的相关要求。

应按 GB 50016—2014 的 8.5.2 的要求, 在规定的位置设置发生火灾时能够自动排除烟雾和燃烧产物的屋顶通风。

## 6 补充空气系统

6.1 应对 LEV 系统排出的空气进行置换, 并明确规定如何向厂房内输送清洁的、经过调节的补充空气来置换 LEV 系统排出的空气。

对于以下情况, 宜提供补充空气:

- a) 为了确保集气罩按照设计运转。如: 房间是在负压下, 排气风机运行的静压力会增加, 体积流量相应减少; 某些类型的轴流风机对压力变化特别敏感;
- b) 为了确保自然通风的烟囱、烟道和燃料燃烧器具的正确运行;
- c) 为了消除通过门、窗或裂缝进入集气罩影响区域的高速气流;

- d) 为了消除吹到人员身上的冷气流；
- e) 为了消除由高速气流在工作室引起的额外污染物(如椽子上积聚的灰尘)逸散；
- f) 为了防止相邻区域的含尘空气被抽入必需保持清洁加工的区域；
- g) 为了避免房间或建筑物的门打开或关闭困难；
- h) 通过引导其流经尽可能多的作业空间,稀释没有必要使用局部排气通风系统的低浓度污染物；
- i) 为人员提供有效的通风,尤其是在炎热天气。

补充空气系统通常采用专门的机械通风系统补充空气,但也可利用自然通风补气(例如温度气候适宜,新鲜的室外空气很容易获得;室外作业;设备向大气开放等),但设计者宜说明并记录采用自然通风的原因,以及如果自然通风受阻,会发生的危险状况。

6.2 如果需要,设计者或用户应确定被排气空间和相邻空间之间合适的静压力关系,并提供相应补充空气量。

补充空气系统的补气体积流量通常与排气体积流量相等。但在某些情况下,某一区域可能要求轻微负压来控制逃逸排放和/或防止污染物向工厂或建筑物内其他区域迁移,或者要求轻微正压防止粉尘侵入清洁区域。

示例:如果房屋内需要加压,通常的做法是补给的空气比排出建筑物的多10%,以减少或消除来自相邻空间或外墙的空气渗入。同样,实验室常见的做法是补给空气比排出体积流量少10%,以维持实验室中的微小负压。

补充空气系统也可采用建筑物空气均衡法提供适宜的压差,确定补气系统规模时还宜考虑未来的需求。

6.3 设计者或用户应优化厂房空间内供气至排气系统的空气流向。

如有可能,补充空气系统的定位宜保持以下条件:

- a) 空间补气的定位使得经过适当调节的清洁空气先经过人员,然后再流向受污染区域由LEV系统排出;
- b) 气流在该区域内形成横向通风,这样就可以将这部分空气用于有效的一般通风和补气;
- c) 空气宜从清洁区域流向受污染区域;
- d) 避免人员所在的位置风速过高,以免在人员身体周围形成涡流,从而更容易暴露于危险。

6.4 来自LEV系统的循环空气应达到厂房内规定的可接触浓度。

注:通常情况下,不能认为来自LEV系统的循环空气是补充空气。

6.5 补充空气量不应降低LEV系统的性能。

补充空气的供气位置和速度的选择应避免在有集气罩的过程或者在人员周围产生高速气流。

补充空气宜均匀分布并沿集气罩方向流动。通过穿孔板向外排气的压力通风系统是一种引入均匀、低速补气的很好方法。

排气口与吸气口的流动特性完全不同。高速的供给空气能被“抛出”相当远的距离。高速出风口的设置位置不应在有人存在的区域产生令人不舒适的气流。在某些情况下,可以用布风器来减少气流。

6.6 补充空气系统进气口的位置应防止吸入来自排气系统的污染物或其他污染源排放的污染物。烟囱设计和位置选择的良好做法参见第8章。

6.7 应在补充空气的进气口进行过滤,以保护通风系统设备。

6.8 补充空气单元的设计和运行应能始终供给适当的空气体积流量。

如果LEV系统随着时间的变化而改变排气流量,则补气体积流量应跟踪排气流量,以保持空间内适当的压力关系。

6.9 当补充空气系统可产生影响LEV系统性能的故障时,应设置一个监控系统,以发出该故障的信号。此类监控系统通常包括压力或流量监控装置。

6.10 补充气体应为清洁空气。

6.11 如果补充空气是为了使人员舒适,则LEV系统应按照相应的标准进行设计和运行。舒适意味着

空气被加热或冷却,以满足厂房空间内人员的需求。

6.12 如果补充空气由直燃式加热器加热,则应满足下列要求:

- a) 满足相关的法规要求;
- b) 燃烧物不应使补充空气中空气传播的有害物质浓度超过用户选择的可接受浓度,更不能超过公布的职业接触限值;
- c) 用户应制定确保系统安全运行的相关规程;
- d) 采纳制造商的建议;
- e) 腐蚀性或易燃性材料不能接触火焰;
- f) 建筑回风不应通过火焰。

采用天然气或液化气在气流中直接燃烧的直燃式补气设备来调节补气温度时,用户应确定可能的燃烧产物(如一氧化碳、二氧化碳、氮氧化物)并选择送风区和人员呼吸区的可接受最大浓度,如“容许接触限值(PEL)”的某一百分比。

注:“容许接触限值(PEL)”的某一百分比通常选择职业接触限值的10%。

如果没有公布的职业接触限值(OEL)时,使用者应咨询燃烧物供应商和查询材料安全数据表(MSDS)等。

通常采用气体探测器保证安全燃烧操作。

直燃式加热器选型和运行宜考虑下列事项:

- a) 加热器不能存在被冻住的风险;
- b) 送出的空气温度应可通过调节火焰控制,调节比通常为25:1~45:1;
- c) 工业装置通常需要设置手动及自动截止阀、气压调节阀、空气流量开关、安全先导阀和极限温度控制;
- d) 外部空气100%宜经过燃烧器处理,气流速度按燃烧器制造商建议,通常为13 m/s~15 m/s;
- e) 燃烧器可以是外混式或预混式;
- f) 当室外空气含粉尘或不干净时,在到达预混式燃烧器之前宜过滤;
- g) 燃烧器及其控制器的选型、安装和维护,应避免直燃单元产生的一氧化碳、水和其他燃烧产物产生新的危险。用户宜提供合适的进入设施,以便于进行测试、清洁和维护;
- h) 在设计过程中和安装前,应查阅适用的规范或标准。

用户宜了解含有污垢、灰尘、气体和蒸汽的空气通过燃烧器时可能会造成的问题。如果此类问题发生,应采取措施控制危害。

本标准的要求仅适用使用天然气和液化石油气的直燃加热器,正常情况下应避免使用其他燃料。

6.13 补充空气不应作为推拉式LEV系统中的推动空气。

推拉式集气罩通常为罩内的推动喷嘴装备专用供气系统。由于喷嘴吸入的空气通常比“推入”喷嘴的空气多很多,因此补气系统应能置换被喷嘴吸入的空气以及经由集气罩“拉出”或排出的空气。

## 7 集气罩

7.1 为确保集气罩能够为厂房内工作人员提供可靠的保护,在集气罩的选型、设计、建造、运行和维护过程中均应保证对常规和预期的化学物质或颗粒状排放物实现有效的控制。

7.2 集气罩的设计、建造和运行应考虑以下因素:

- a) 空气污染物和排放源的惯性和动力学效应;
- b) 气体和蒸汽污染物的比重效应;
- c) 空气进入集气罩以及流经处于集气罩附近的人时产生的尾流效应;
- d) 邻近集气罩的工作人员和设备的位置;

- e) 捕获和控制速度；
- f) 集气罩附近的空气流动；
- g) 员工操作实践；
- h) 空气污染物的热效应；
- i) 空气污染物的毒性和危险特征。

注：关于集气罩的设计信息，可参见附录 A。

7.3 应根据捕获、控制和密封要求选择排气流量。

7.4 集气罩的选型、设计、建造、安装、运行和维护应尽可能使意外排放或设备故障排放可控。对于潜在的危险失效应按 GB/T 15706—2012 的第 5 章规定的风险评估程序进行评估。

7.5 应提供集气罩性能监控设备或测试程序。如集气罩性能失效会给集气罩的使用者造成危险，则应对集气罩性能进行实时监控；用户应能够取得集气罩性能监控报告。

7.6 集气罩的选型应根据集气罩性能需求确定。

7.7 集气罩的设计、安装位置和运行应使得气流能均匀进入罩内。

7.8 封闭式集气罩应尽可能靠近排放源，并对排放源进行封闭。

7.9 集气罩与其连接设备的设计应避免运行时发生火灾和爆炸等危险事故。

7.10 集气罩的设计、运行和测试应关注并记录以下参数：

- a) 外形和结构材料；
- b) 控制排放和气味迁移所需的空气流量；
- c) 集气罩、槽口和管道的入口损失因素和/或入口系数；
- d) 速度(如罩面速度、控制速度、捕获速度、槽口和压力通风速度以及管道输送速度)；
- e) 槽口尺寸、槽口速度。

7.11 预制集气罩和有排气的工具/封闭外壳的制造商应向设计者和用户提供以下有关成品集气罩的数据，以便设计者和用户根据这些数据正确设计 LEV 系统，并进行运行、测试和维护操作：

- a) 集气罩在预期运行条件下的入口系数和/或损失系数；

注：供系统设计者用于估算所要求的集气罩静压力。

- b) 在运行条件下实现最佳性能所需要的实际体积流量；
- c) 产生合适气流所需要的集气罩静压力；
- d) 对性能测试的描述以及证明集气罩性能的测试结果；
- e) 实现最佳性能所要求的其他物理参数(如风门位置、槽口宽度)。

7.12 开始正常使用前，应测试集气罩的性能，确保对污染物捕获、控制和密封性能符合用户要求。

性能由集气罩的功能确定，例如捕获罩捕获污染物的能力、封闭罩密封污染物的能力、某一最小空气体积流量、某一静压力、人员接触保护等。

集气罩可根据使用者的需求选择已有的集气罩的性能测试方法标准(如 GB/T 16758)或集气罩生产厂家推荐的其他测试方法。

性能测试也可考虑其他性能参数(如颗粒生成、性能保护)。

## 8 管道系统和排气筒/烟囱

8.1 LEV 管道的设计应由经过相应培训和掌握相关知识的人员完成。

8.2 应估算整个管道系统的静压力损失。

静压力在运行、测试和维护过程中与系统性能直接相关。设计者通常应在建造或采购前估算(计算或确定)静压力损失。

本规定不排除使用其他设计方法，如采用全压力。

8.3 管道系统的设计应采用公认且适合的设计方法和程序。LEV 管道应满足 GB 50019—2015 的 6.7 的要求。

8.4 选用的管道材料应和所排放的空气污染物兼容。LEV 管道的设计和选择应符合 GB 50019—2015 的 6.7.2 的规定。

使用者应考虑混合后的颗粒物(如金属和非金属)在管道系统内输送或归集后形成静电累积的可能性。例如,由金属管架固定并输送金属颗粒物质的塑料管可形成事实电容,能够积聚并释放静电电荷。

8.5 管道内的气体流动速度应足以防止干燥浮质沉降。输送烟雾、黏性颗粒或冷凝材料的管道,应设置管道清洁设施。

管道内的速度应足以防止干燥浮质沉降,通常为 15 m/s~25 m/s。

管道清洁设施通常包括:排水口、通向排水口的倾斜管道系统、清料口、喷水清洁系统、真空清洁系统等。

非冷凝蒸汽或气体极易与空气混合,并且能够以自由速度移动。其移动速度可以根据管道大小和功率消耗的经济性确定。通常仅排放气体或蒸汽,或者两者都排放,按大约 6 m/s~10 m/s 的速度设计管道系统。

如果要排放会冷凝的蒸汽,设计者宜考虑低温对排气管道的影响,并提供设施防止有害的或不受控制的冷凝。如果外排空气/蒸汽混合物内含有冷凝核,此考虑就更重要。

利用输送速度时,用户宜认识到工作场所潜在噪声问题,并采取措施降低噪声或给人员提供听力保护。

8.6 风机或排气机上游侧 LEV 系统应采用圆形管道。

本要求的典型例外情况可包括在狭小空间使用椭圆形管道系统,在大型压力通风系统和过渡段使用正方形管道系统。用户宜记录与不满足本要求的情形。

8.7 LEV 系统排气管道的布置应满足 GB 50016—2014 中 6.1.5、6.1.6、9.1.3、9.1.5、9.1.6 和 9.3.10~9.3.16 的要求。

8.8 排气筒/烟囱的设计及其位置的确定应使其:

- a) 外排空气的夹带回流保持在最小程度;
- b) 排气筒/烟囱附近的工作人员不接触危险浓度的外排污染物。

8.9 如果在夹带回流距离以内,LEV 系统的排气筒/烟囱出口宜高出邻近进气口或屋顶线足够的高度。

如果需要在屋顶通风设备周围设置建筑围挡或挡板,并限制烟囱的高度情况下,应特别注意避免夹带回流。通常宜满足以下要求:

- a) 不要将进气口和排气烟囱布置在同一围挡内;
- b) 进气口尽可能远离排气口;
- c) 采用开放式围挡(如板条围挡);
- d) 采用高速烟囱(如 1 000 m/min 或更高速度)将排气“吹”出围挡。

8.10 选取的 LEV 排气筒/烟囱的出口速度应能防止回风。

8.11 风机进气管道系统上的挠性振动隔离器应安装在排气管道外面。

## 9 空气净化设备

9.1 具有除尘功能的 LEV 系统,其除尘设备及除尘设备布置应满足 GB 50019—2015 中 7.2、7.4 和 GB 50016—2014 中 9.3.5~9.3.9 的要求。

LEV 系统宜在取得使用地环保部门要求的相应排放和/或空气污染许可后再进行建设、运行和/或

改造。

空气净化设备应用来满足以下一个或以上目标：

- a) 满足许可要求。
- b) 防止暴露于局部排气通风(LEV)系统排放物的区域内产生危险或公害。
- c) 防止工厂补气受到污染。
- d) 保护风机或其他空气输送设备。
- e) 在某些情况下允许循环使用排出空气,以降低加热或降温损失。

9.2 净化设备选型和位置应根据需要从排放空气中分离出来的空气污染物来确定。由于污染物本身的特性,不同的污染物可能需要不同的空气净化设备。

应认真研究每一种污染物,以确定最有效的净化方法。每种空气净化介质有不同的特征,如粉尘净化设备的效率一般采用按粒度截留进入污染物的重量百分比来表示。

为最大程度减少受污染空气从排气系统泄漏,空气净化器应放置在排气风机上游(有特殊要求除外)。

9.3 用户应制定并实施测试和维护程序,保证净化设备可靠稳定地运行。

日常运行过程中,空气净化设备的排放速率、能力和阻力应尽量保持恒定,使来料粉尘、烟气或蒸汽浓度的影响可忽略不计。

空气净化设备的日常运行不宜要求正常运行过程中停机。

维护程序应按照生产厂家建议,要求人员进入空气净化设备封闭部分的维护时,应遵守进入封闭空间或进入需要许可证的封闭空间(如果是这样分类的)的程序,并对暴露和危险能源采取适当控制,并检查氧气浓度是否过低。

9.4 空气净化设备所收集的有害物质和废料的处理、运输及处置应满足 GB 50019—2015 中 7.3.2~7.3.7 和 7.7 的要求,在对有害物质和废料的处理、运输及处置过程中不应工作人员造成伤害。

## 10 风机和空气输送设备

10.1 在风机或空气输送设备最终选型前,应确定并记录下列数据:

- 空气流量;
- 风机全压力和/或风机静压力;
- 空气温度、湿度和密度;
- 浮质或蒸汽负荷量;
- 风机型式和规格;
- 进风和出风管道配置;
- 叶轮型式、结构和材质;
- 电机规格、型式、启动器接线形式;
- 风机等级和风机外壳物理配置;
- 风机外壳、轴承和密封件配合方式;
- 连接管道系统的挠性连接器;
- 噪声及有关对噪声的限定;
- 座架与隔振;
- 防风和防雨措施;
- 有关烟囱的要求;
- 风机位置。

风机或空气移动设备最终选型时应从优化排放控制、员工保护、运行效率、原始成本和运行成本,以

及维护和测试等方面综合考虑上述参数。

排气风机宜首选安装在室外,通常安装在屋顶上。可采用适当通风的披屋对风机和人员进行防风雨保护。

风机宜安装在对周边环境噪声干扰最小的位置。

10.2 风机选型应考虑可能的系统效应损失。

10.3 风机的选型通常应使系统运行点(SOP)处于风机曲线前部的陡峭部分。但对于设计用于进气口会变动的歧管排气系统,曲线的水平部分运行可能更好。

10.4 用户应制定安全运行和维护(O&M)程序,并应有适当的安全防护措施,以确保风机的安全使用、运行和维护。

10.5 风机选型应考虑空气污染物对风机和风机叶轮的长期影响。

此影响包括腐蚀、材料沉积、或者冲击损坏等。如果存在严重的磨蚀或腐蚀,风机制造时应采用特殊衬料或金属。

如果需要,应定期清洁风机叶片。

10.6 对于排除粉尘和腐蚀性蒸汽用的 LEV 系统的风机应布置在空气净化设备的清洁空气侧。

如果设计要求将风机布置在上游侧,或者由于设备限制等原因无法满足此要求,则应提供设施,对风机进行定期检查、清洁、维修和更换。

10.7 应提供安全防护措施,以允许在不拆除连接管道的情况下检查排气风机叶轮。

重新启动风机前应关闭出入口和清洁门。为确保风机维护人员的安全,可按照 GB/T 33579 进行上锁/挂牌。

如果是活动叶轮,应采取措施使离心风机从风扇罩内拆除叶轮时需要拆除的进气牵引带或管道的凸缘进气段不超过一个;管轴流风机或叶片轴流风机不超过两个。

10.8 对于排除含有易燃蒸汽、气体或粉尘等易燃易爆有害物质用的 LEV 系统应满足 GB 50019—2015 中 6.9.5、6.9.7~6.9.31 和 GB 50016—2014 中 9.1.1、9.1.3、9.1.5、9.1.6、9.3 和 12.3 的要求。

10.9 风机排气口不宜使用金属网筛,如使用,则筛孔不应大于防止鸟类和老鼠进入所必需的尺寸。此类网筛筛孔也不宜过小,以免从里面被棉绒或气流中携带其他材料堵塞;且此类网筛应定期检查清洁;也应预留网筛静压力损失的余量。

10.10 风机安装和维护完成后,应确认叶轮的正确转动方向,并在外壳上标示正确的转动方向。

10.11 在安装、维护和检修过程中,应确保充分安全的电源切断和上锁,风机电源开关和/或电源断路器应安装在从风机能够看到的位置,且距离不超过 15 m。

集气罩也可设置关闭功能,便于集气罩使用者在紧急情况下关闭系统。

10.12 若可能发生空气泄漏,风机的排出管道不应穿越有人员存在的空间。

注:此要求通常指将排气风机安装在建筑物的外面,这样处于正压下的排气管道就不会将受污染的空气泄漏到人员的工作环境,或者应保证室内管道的气密性。

**附 录 A**  
**(资料性附录)**  
**集气罩的设计信息**

### A.1 惯性效应

颗粒污染物带着生产过程中赋予的动能,被投射到空气中。这些污染物将在空气中运动,直到它们的动能克服空气阻力过程中被消耗掉。

颗粒污染物运动的距离主要取决于质量。例如,初始速度为 50 m/s 的 2 mm 石英颗粒在能量耗散之前可在静态空气中运动约 43 m,在这种情况下,集气罩的结构和位置宜能够物理封闭污染物产生点或物理拦截污染物。由于卫生学意义上的颗粒(通常为 10  $\mu\text{m}$  或更小)和气态污染物(分子态)的质量非常小,通过动能扩散是非常有限的,因此具有相同初始速度的 10  $\mu\text{m}$  石英颗粒则只能运动约 38 mm。

小于 10  $\mu\text{m}$  的颗粒污染物、烟气、蒸汽和气态污染物不会有显著的惯性效应,是真正意义上的通过空气传播,跟随气流,且没有明显的向上或向下运动。这些物质会相对于空气慢慢地移动并混合。在这种情况下,集气罩产生的空气流谱宜产生足够的速度,以克服含污染物的空气和外部空气流。

### A.2 比重效应

通常,控制气体和蒸汽的集气罩的位置是基于污染物“比空气重”或“比空气轻”这一假设。在大多数健康危害应用中,这一准则基本没有价值,因为这些污染物/空气混合物的密度和空气相差很小。正常的空气运动就能保证这些污染物的均匀混合。在极热或极冷运行条件下,或污染物产生水平非常高且在变稀之前得到控制,上述结论也可存在例外情况。另外也可以发生在没有空气运动的封闭房间内。

### A.3 尾流效应和涡流

工业通风的目的是以安全、可靠的方式控制人员接触有害的空气传播的污染物。作为主要的工程控制手段之一,局部排气通风系统被设计在污染物产生点附近。通常,设计没有考虑人员相对于气流的位置。当空气从物体周围流过时,会发生“边界层分离”的现象,这样导致在物体下游侧形成湍流尾迹,类似于船舶在水中移动时所观察到的现象。尾迹区域有剧烈混合和再循环。如果这个物体是正在工作、或靠近污染物产生源的人,污染物循环进入呼吸区是可能发生的。污染控制通风设计的一个重要考虑是尽量减少人身体周围的尾流,并尽可能将污染源保持在循环区域之外。

### A.4 定位

人员相对于气流方向的位置影响呼吸区的浓度。紧跟着人员下游侧的区域,由于“边界层分离”效应,存在反向气流和湍流混合。释放到这一区域的污染物(如从一个手持源或密闭源)将混合到呼吸区,造成人员接触。人员站在与气流成 90°方向的位置,往往能更有效地减少接触。



参 考 文 献

- [1] GB/T 16758 排风罩的分类及技术条件
-