

涉爆粉尘作业场所通风系统优化设计探讨

卓开凯

宁波乾业安全科技有限公司 浙江宁波

【摘要】涉爆粉尘作业场所的通风系统对安全生产至关重要。优化设计从多方面展开，合理规划气流组织，确保车间内空气有序流动，降低粉尘聚集风险；精准选择通风设备，匹配场所需求与设备性能；完善管道系统设计，保障通风效率与稳定性；同时建立监测与维护机制，实时掌握通风系统运行状态并及时维护。通过这些优化，能有效提升通风系统性能，减少粉尘爆炸隐患，营造安全的作业环境。

【关键词】涉爆粉尘；通风系统；优化设计；气流组织；设备选型

【收稿日期】2025 年 7 月 17 日 **【出刊日期】**2025 年 8 月 18 日 **【DOI】**10.12208/j.sdr.20250167

Discussion on optimized ventilation system design for explosive-prone dust workplaces

Kaikai Zhuo

Ningbo Qianye Safety Technology Co., Ltd., Ningbo, Zhejiang

【Abstract】The ventilation system in explosive-prone dust workplaces is crucial for production safety. Optimization design involves multiple aspects: rational airflow organization to ensure orderly air circulation and reduce dust accumulation risks; precise selection of ventilation equipment matching workplace requirements and equipment performance; improved pipeline system design to guarantee ventilation efficiency and stability; and establishment of monitoring and maintenance mechanisms to track system operation status and perform timely repairs. Through these optimizations, the ventilation system's performance can be effectively enhanced, dust explosion hazards minimized, and a safe working environment created.

【Keywords】Explosive-prone dust; Ventilation system; Optimization design; Airflow organization; Equipment selection

引言

在工业生产中，涉爆粉尘作业场所广泛存在，如金属加工、粮食加工等行业。粉尘爆炸事故时有发生，带来严重的人员伤亡与财产损失。通风系统作为控制粉尘浓度、预防爆炸的关键设施，其设计合理性直接影响作业安全。当前部分涉爆粉尘作业场所通风系统存在诸多不足，难以满足安全需求。深入探讨通风系统的优化设计，对提升作业场所安全性、保障生产稳定运行具有重要意义。

1 涉爆粉尘作业场所通风系统现存问题剖析

在涉爆粉尘作业场所，气流组织混乱是亟待解决的关键问题。部分车间在送风口与排风口的布局上存在严重缺陷，致使空气流动短路，通风效果大打折扣。以一些传统制造业厂房为例，送风口与排风口距离过近，新鲜空气刚进入车间，还未充分与

内部空气混合，就直接被排风口抽出，无法有效稀释粉尘浓度。车间内的设备布局也在很大程度上干扰了气流走向。大型设备往往体积庞大，占据空间较多，阻挡了空气流通路径，形成诸多气流死角。

通风设备选型不当也是当前普遍存在的突出问题。许多企业在选择通风设备时，没有充分考虑作业场所的实际情况。在粉尘产生量大的车间，却选用功率较小的风机，导致风机风量、风压不足，无法及时将产生的粉尘排出车间。长此以往，车间内粉尘浓度持续超标，形成巨大的安全隐患^[1]。而且，部分设备的防护等级不符合涉爆环境的要求。普通电机在运行过程中，电刷与换向器不断摩擦会产生电火花，一旦将其应用于涉爆粉尘作业场所，这些电火花就可能点燃周围悬浮的粉尘，进而引发剧烈的粉尘爆炸。

管道系统设计缺陷同样对通风效果产生了严重的负面影响。在管道材质选择方面,一些企业为了降低成本,选用不防静电的塑料管道。在粉尘输送过程中,塑料管道与粉尘之间不断摩擦,极易产生静电并积聚。当静电达到一定程度,就可能产生静电火花,从而引发粉尘爆炸^[2]。管道走向设计不合理也是常见问题。过多的弯头、变径使得通风阻力大幅增加,通风效率显著降低。在一些通风系统中,管道弯头角度过小,气流在通过弯头时受到极大阻碍,粉尘也容易在管道内壁沉积。

2 涉爆粉尘作业场所通风系统气流组织优化

科学规划送风口与排风口位置是优化气流组织的核心环节。送风口应合理布置在车间高处,这样新鲜空气进入车间后,能够自上而下地流动,首先对车间高处的粉尘进行有效稀释,并在气流的带动下,将粉尘逐渐带至下方区域。而排风口则要精准设置在粉尘产生源附近以及车间低处,以便及时捕捉并排出含尘空气。以焊接车间为例,将排风口靠近焊接工位,能够在焊接产生粉尘的瞬间,迅速将其吸走,避免粉尘在车间内扩散。还需要合理控制送、排风量,使车间内始终保持微负压状态。这种微负压环境可以有效防止粉尘外溢到车间外,既保障了车间外部环境的安全,也降低了车间内粉尘积聚的风险,为作业人员创造更安全的工作环境。

针对车间内设备布局对气流的干扰,必须对设备进行科学合理的规划。对于产生粉尘较多的设备,应将其集中布置在一起,并为这些设备配备专门的局部通风装置。在打磨车间,把打磨设备集中放置,然后在每个设备上方安装吸尘罩,通过局部通风系统将打磨过程中产生的粉尘及时收集并排出车间^[3]。对于大型设备,由于其对气流的阻挡作用较为明显,可以在其周围设置导流板。导流板能够引导气流绕过设备,改变气流方向,减少因设备阻挡而形成的气流死角,从而确保车间内气流均匀分布。

为了实现车间内气流的均匀分布,需要灵活采用多种气流组织形式。对于面积较大且粉尘分布相对均匀的车间,全面通风是较为合适的方式。通过在车间顶部设置送风口,底部设置排风口,能够形成上下对流的气流模式。这种气流模式可以使空气在车间内充分循环,让新鲜空气能够到达车间的各个角落,对整个车间内的粉尘进行稀释^[4]。而对于粉尘产生较为集中的区域,则需要结合局部通风方式。

例如在搅拌工序,在搅拌设备上方设置局部排风罩,当搅拌过程产生粉尘时,排风罩能够及时将粉尘捕集起来,再通过通风管道排出车间。这种全面通风与局部通风相结合的方式,能够充分发挥两者的优势,避免粉尘在车间内大面积扩散,有效提升通风系统的整体效率,更好地保障作业场所的安全。

3 涉爆粉尘作业场所通风系统设备合理选择

依据作业场所粉尘性质、产生量以及车间空间大小等关键因素,精准计算所需风机风量与风压至关重要。不同的作业场所,粉尘的产生量和性质各不相同,车间的空间大小也存在差异,这些因素都会直接影响通风设备的选型。在粉尘产生量大、车间空间开阔的场所,为了能够及时排出粉尘,就必须选用大风量、高风压的风机。计算风机风量时,可以综合考虑车间体积和换气次数等参数。还需要关注风机的性能曲线,选择能够在高效区运行的风机。在高效区运行的风机,不仅能够满足通风需求,还能提高能源利用效率,降低企业的运行成本。合理选型的风机可以确保通风系统高效稳定运行,为作业场所提供良好的通风环境。

涉爆粉尘作业场所环境复杂且危险性高,因此必须选用具备防爆功能的通风设备。风机作为通风系统的核心设备,应采用防爆电机。防爆电机的外壳经过特殊设计和制造,能够有效阻止内部产生的火花传出,避免点燃周围的粉尘。除了电机,设备的电气部件也都要严格符合防爆标准。例如采用防爆接线盒、防爆开关等,这些防爆电气部件能够从各个环节杜绝电火花引发爆炸的可能性。对于除尘器,防爆型布袋除尘器是较为理想的选择^[5]。这种除尘器的滤料具有抗静电性能,能够防止在粉尘过滤过程中因静电积聚而引发粉尘爆炸。选用这些具备防爆功能的通风设备,能够为涉爆粉尘作业场所提供可靠的安全保障,降低爆炸事故发生的概率。

通风设备在长期运行过程中,不可避免地会出现磨损、故障等问题,这些问题会对通风效果和作业安全产生不利影响。在选择通风设备时,设备的维护便捷性也是重要的考量因素。风机的结构设计应尽量简单,以便于拆卸和安装零部件。采用模块化设计的风机在这方面具有明显优势,当某个模块出现故障时,可以快速进行更换,极大地缩短了维修时间^[6]。设备的易损件要易于获取,这样在设备出现损坏时,企业能够及时更换零部件,降低维护成

本和设备停机时间。维护简便的通风设备能够确保通风系统持续稳定运行,减少因设备故障导致的通风不良情况,保障作业场所始终处于良好的通风状态,维护企业的正常生产秩序。

4 涉爆粉尘作业场所通风系统管道系统设计

涉爆粉尘作业场所的通风管道材质选择必须严格遵循防静电、防火且强度高的标准。金属管道凭借其良好的导电性,成为了理想的选择之一。在粉尘输送过程中,金属管道能够及时将因摩擦产生的静电导入大地,有效防止静电积聚,避免因静电引发粉尘爆炸。金属管道具有出色的防火性能,当发生火灾时,能够在一定程度上阻止火势蔓延,降低火灾对通风系统和整个作业场所的破坏程度。如果需要输送高温粉尘,耐高温的不锈钢管道则是更好的选择。不锈钢管道能够在高温环境下保持良好的物理和化学性能,确保管道在高温粉尘输送过程中正常工作,保障通风系统的安全稳定运行。

管道走向设计对于保障气流顺畅至关重要。在设计管道走向时,应尽量减少弯头、变径的数量,优先采用直线布置。直线布置的管道能够最大程度地降低通风阻力,提高通风效率。在实际工程中,完全避免转弯往往是不现实的。当必须设置转弯时,应采用大半径弯头。大半径弯头可以使气流在转弯处的流动更加顺畅,减少气流阻力,降低粉尘在管道内壁沉积的可能性^[7]。对于长距离的管道,由于温度变化会导致管道伸缩,因此需要设置适当的补偿装置。补偿装置能够吸收管道因温度变化产生的伸缩量,防止管道因伸缩应力而破裂,确保管道系统的完整性和通风系统的正常运行。在管道分支处,要合理设计分支角度和管径,保证各分支管道风量分配均匀,进一步提高通风效率。

管道连接部位是通风系统中容易出现泄漏的薄弱环节,一旦发生泄漏,不仅会影响通风效果,还可能导致粉尘泄漏,引发爆炸事故。确保管道连接严密是管道系统设计的重要环节。在采用焊接或法兰连接方式时,焊接处必须保证高质量的焊缝,焊缝应无气孔、裂缝等缺陷,以确保焊接部位的强度和密封性。对于法兰连接,要根据管道的工作压力、介质等因素,选用合适的密封垫片,并均匀拧紧螺栓,防止出现泄漏^[8]。还需要建立定期检查制度,对管道连接部位进行仔细检查。一旦发现泄漏问题,应及时采取有效的处理措施,如重新焊接、更换密封垫

片等,保障通风系统的密封性,消除因粉尘泄漏带来的安全隐患,确保涉爆粉尘作业场所的通风系统安全可靠运行。

5 结语

涉爆粉尘作业场所通风系统的优化设计对保障安全生产意义重大。通过解决现存问题,优化气流组织、合理选择设备、完善管道系统设计,可显著提升通风系统性能,降低粉尘爆炸风险。未来,随着科技发展,应持续探索新技术、新材料在通风系统中的应用,进一步提高通风系统的智能化水平,实现对通风系统的精准监测与控制,为涉爆粉尘作业场所营造更安全可靠的环境。

参考文献

- [1] 孙春光,贾天耀,杨晶,等.铝加工企业粉尘爆炸风险定量评估模型及应用[J].中国计量大学学报,2022,33(03):352-359.
- [2] 张敏,祁成.《工作场所粉尘危害防控检查要点——工会参与尘肺病预防实用指南》——检查要点 15 在产生粉尘作业面安装有效的局部排风除尘装置,避免劳动者吸入粉尘(连载二)[J].劳动保护,2021,(12):81-83.
- [3] 李晓光,徐洋,李明,等.某炼化企业粉尘作业场所职业危害现状调查[J].工业卫生与职业病,2021,47(06):491-495+504.
- [4] 章常泽.浅谈涉燃爆粉尘企业的安全监管[J].中国安全生产,2020,15(10):44-45.
- [5] 徐丽冉.粉尘作业场所粉尘浓度检测及尘肺检出的调查分析[J].首都食品与医药,2020,27(07):108-109.
- [6] 张延松,张毓媛,张公妍.基于改进解释结构模型的爆炸性粉尘作业场所风险评价[J].工业安全与环保,2019,45(04):34-38.
- [7] 胥德锋.模糊层次分析法在粉尘作业场所风险评价中的应用[J].科技与创新,2017,(03):158-159.
- [8] 张梦雅,龙祖根,唐志鹏,等.FAHP 在粉尘作业场所安全评价中的应用[J].科技创新与生产力,2016,(11):94-98.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS