

石棉制品厂除尘

郭 洪 编著

中国建筑工程出版社

石棉制品厂除尘

郭 洪 编著

中国建筑工业出版社

本书分十一章。其中以我国石棉制品工业除尘经验为基础，分别阐述石棉粉尘的物理化学危害性和除尘的必要性，尘源的密闭，排气罩的型式及计算，通风管道的设计，尘气的净化设备，通风机，湿法除尘，采暖与送风，通风除尘测定技术，综合防尘措施，气力输送与除尘。

本书供石棉制品厂的职工和技术人员阅读，也可供石棉选矿厂、建筑材料、轻工和化工企业从事劳动保护和环境保护工作以及有关设计、研究人员参考。

石棉制品厂除尘

郭 洪 编著

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

河北省固安县印刷厂印刷

*

开本：787×1092毫米 1/32 印张：8 1/2 字数：189 千字

1980年12月第一版 1980年12月第一次印刷

印数：1—2,950册 定价：0.68元

统一书号：15040·3780

目 录

第一章 概论.....	1
第一节 除尘在工业生产中的意义.....	1
第二节 石棉粉尘的性质.....	4
第三节 粉尘飞扬的原因.....	6
第二章 尘源的密闭	8
第一节 密闭的意义及要求.....	8
第二节 尘源与密闭方案.....	9
第三章 局部排气罩	23
第一节 密闭罩.....	25
第二节 伞形吸气罩.....	26
第三节 条缝形吸尘罩.....	36
第四章 通风管道的设计	42
第一节 风道阻力.....	42
第二节 除尘管道的计算.....	83
第三节 通风管道设计中的有关问题.....	98
第五章 含尘气体的净化设备	107
第一节 降尘室.....	107
第二节 旋风除尘器	110
第三节 布袋除尘器	119
第四节 湿式收尘器	141
第五节 电除尘器	147
第六章 通风机.....	150
第一节 离心式通风机	151
第二节 离心风机的性能参数和特性曲线	153

第三节	通风机在管网中的工作	156
第四节	离心式风机的选择	159
第五节	通风机安装和使用中的一些问题	168
第六节	轴流式通风机	171
第七节	通风机叶轮的平衡	173
第八节	通风机噪声及处理	174
第九节	通风机的减振	182
第七章	湿法除尘	184
第一节	物料的加湿	184
第二节	喷雾降尘	184
第三节	水蒸气除尘	190
第八章	采暖与送风	194
第一节	采暖	194
第二节	送风	195
第九章	通风除尘测定技术	204
第一节	除尘系统的技术测定	204
第二节	粉尘浓度的测定	218
第三节	粉尘分散度的测定	234
第四节	游离二氧化硅的测定	239
第十章	综合防尘措施	241
第一节	预防措施	241
第二节	防尘装置的维护管理	246
第十一章	气力输送	248
第一节	主要设备和构件	249
第二节	气力输送系统的设计计算	258
第三节	气力输送系统的运行管理	262
参考文献		265

第一章 概 论

第一节 除尘在工业生产中的意义

在石棉制品生产过程中，产生大量的粉尘，若无适当除尘措施，将污染和恶化车间和环境的空气，对人体的健康造成危害，进入人体肺部后能引起石棉肺病。

石棉肺病比一般肺结核病较难治疗，是一种危害严重的职业病。因此除尘工作是石棉制品生产中一个特别重要的环节。

粉尘沉降在生产设备上，会引起设备的损坏，如粉尘落入电气设备里，有可能破坏绝缘而发生事故，如沉积在机械轴承、活塞、气缸等部件上，会使零件磨损，缩短使用寿命，此外，排出的粉尘必须回收，否则，既污染环境，又可造成经济上的损失。

因此，防止粉尘危害，控制和消除石棉肺病的发生，对保护职工的身体健康和环境清洁，促进社会主义建设事业的发展具有重要意义。

解放前，我国石棉工业基础非常薄弱，设备极为简陋，没有任何防尘设备，劳动条件十分恶劣，遭受石棉粉尘的严重威胁，许多工人患了石棉肺病，被夺去了生命。

解放后，在党中央的正确领导下，为保护劳动人民的健康，国家颁布了一系列有关安全生产、劳动保护和环境保护的指示和规定。厂矿企业在除尘方面作了不少工作，同时积

累了不少经验，我国工人阶级在长期的防尘实践中，总结出一套比较完整的综合防尘措施。即：密（尘源密闭）、风（通风除尘）、湿（物料加水、喷雾降尘、湿法清扫）、革（改革工艺、改革设备）、管（加强维护管理）、护（个人防护）、宣（宣传教育）、查（经常检查防尘设施、定期进行体格检查及粉尘测量）等八字诀。其中主要的一条是改革工艺、从根本上消灭粉尘。如石棉纺织，现已研究成功完全采用湿法生产。即是说，凡可采用湿法生产的，均采用湿法。在除尘问题上，必须抓好密闭、抽风和空气净化三个环节。

实践证明，全面实现上述综合防尘措施，粉尘浓度是可以降到国家卫生标准以内，石棉肺病是可以防止的。

为了保护劳动者的身体健康，为劳动者创造良好的劳动条件，保护和改善厂区的环境卫生，国家颁布了《工业企业设计卫生标准》和《工业“三废”排放试行标准》。表1-1

作业地点空气中粉尘的最高容许浓度

表 1-1

序 号	物 质 名 称	最高容许浓度 (毫克/米 ³)
1	含有80%以上游离二氧化硅的粉尘	1
2	含有10%以上游离二氧化硅的粉尘	2
3	石棉粉尘及含有10%以上，石棉的粉尘	2
4	含有10%以下游离二氧化硅的滑石粉尘	4
5	含有10%以下游离二氧化硅的水泥粉尘	6
6	含有10%以下游离二氧化硅的煤尘	10
7	玻璃棉和矿渣棉粉尘	5
8	铝、氧化铝、铝合金	4
9	烟草及茶叶粉尘	3
10	其他各种粉尘	10

为规定的作业地点空气中的粉尘最高容许浓度。表 1-2 为规定的居民区大气中粉尘最高容许浓度。表 1-3 为标准规定的烟囱和除尘装置排放的气体中粉尘最高容许浓度。

居民区大气中烟尘、飘尘最高容许浓度 表 1-2

物 质 名 称	最高容许浓度(毫克/米 ³)	
	一 次	日 平 均
煤 烟	0.15	0.05
飘 尘	0.50	0.15
粉尘自然沉降量	3 吨/平方公里/月	

烟囱和除尘装置排放气体中粉尘最高容许浓度 表 1-3

序号	排 放 地 点	最高容许排放浓度 (毫克/米 ³)
1	工业及采暖锅炉	200
2	炼钢电炉	200
3	炼钢转炉	
	小于12吨	200
	大于12吨	150
4	水 泥	150
5	生产性粉尘	
	含有10%以上的二氧化硅或石棉粉尘, 玻璃 棉和矿渣粉尘, 铝化物粉尘等	100
6	含有10%以下的二氧化硅的煤尘及其他粉尘	150

目前很多国家对工作地点石棉尘浓度, 采用计数标准。如美国、加拿大、日本规定每毫升空气中长度大于五微米的

石棉纤维不得多于2根（即2根/厘米³）。

第二节 石棉粉尘的性质

在石棉制品厂中，伴随着生产的进行，有一部分细小的尘粒散发出来，悬浮于空气中，这部分悬浮于空气中的细小颗粒称作“粉尘”。

为了正确设计、施工和使用除尘装置，必须掌握粉尘的性质，以便根据卫生要求，确定回收价值和防尘措施。现将石棉制品厂粉尘的性质予以扼要介绍。

一、尘粒的大小

尘粒大小以微米来表示（1微米=10⁻³毫米）。按尘粒的大小，可分为以下三类。

（一）可见粉尘 直径大于10微米，肉眼可以看见，在静止空气中呈加速下降的粉尘，这类粉尘在空气中悬浮的时间较短，人们吸入肺内的机会不多。

（二）显微粉尘 直径为0.25~10微米，在静止空气中呈等速度下降，用普通光学显微镜可以观察到的尘粒。这类粉尘在空气中悬浮时间较长，能深入肺部，对人体的健康影响很大。

（三）超显微粉尘 粒子直径小于0.25微米，在静止的空气中不易沉降，在普通光学显微下不能察见，用暗视野显微镜才能观察到的尘粒。这类尘粒被吸入人体后，一部分可留于肺内。

二、分散度

粉尘的分散度（也称粒径分布）是反映粉尘颗粒大小的组成及其分布比例的。分散度高，表示微小粒子所占的百分率大，分散度低表示微小粒子所占百分率小。粉尘分散度的

高低与其在空气中的稳定程度，被人吸入的可能性和在肺部的滞留率以及其溶解速度有密切的关系。石棉制品厂一些车间空气中石棉粉尘的分散度如表1-4所示。

石棉制品厂各车间粉尘分散度

表 1-4

车间名称	采样地点	粉尘粒度(微米)组成 %			
		2 μ 以下	2~5 μ	5~10 μ	10 μ 以上
梳 纺	梳 棉 机	50	34	10	6
	初 捻 机	46.5	38.5	10.5	4.5
	复 捻 机	71	21	3	5
原 棉	风 选	53.5	30.5	12.5	3.5
	混 料 机	55.5	29	12	3.5
	轮 碾	57.5	28	8	6.5
编 织	打 轴	74.4	19.1	4.5	2
	织 布	47.4	38.2	8.9	5.5
	编 绳	62.5	25.7	9.2	2.6
制 动	刹车片磨床	8	57.5	25	9.5

三、石棉粉尘的湿润性

石棉粉尘粒子易被水湿润，这种性质，叫亲水性，又称湿润性。粉尘被润湿后，产生聚合、增重，便于空气与粉尘分离。

石棉粉尘具有良好的劈分性，因此，其表面积大，具有很强的吸附力，对水、水蒸气和其它液体具有良好的吸附能力。对水蒸气的吸附能力为1.85~8%。

四、石棉粉尘的荷电性

悬浮在空气中的石棉粉尘，由于互相摩擦、碰撞或吸附等作用，而带有电荷。实验证明，石棉粉尘带有正负两种电

荷、而且带正电荷比负电荷多 $0.25 \sim 0.4$ 倍。带有异性电荷的粉尘，一旦它们互相撞击，就会吸引在一起，使其凝聚、加快沉降。石棉尘在空气介质中凝集，互相联结而成的结构，有蜂窝状、核状、链状等絮状结构（图 1-1），从而加速了粉尘的沉降。



图 1-1 粉尘粒子凝结时的结构形式

1—蜂窝状；2—核状；3—链状

第三节 粉尘飞扬的原因

在石棉制品厂的碾压、破碎、筛分、混料、运输及包装等工序中都有粉尘的产生，这些粉尘在车间内飞扬的原因通常有下列几种。

一、粉尘的扩散作用

实验证明，粉尘借扩散作用而自动散布是很慢的，扩散速度每秒不过几厘米，粉尘本身不能独立运动，只能随风飘扬。尘粒的扩散主要是空气流动的结果。

二、机器运转给予尘粒的动能

粉尘与机器运转部分相撞击时，尘粒获得动能，并沿着机器运动的方向发生运动而造成粉尘飞扬。但实际上粉尘很快就失去运转机器给予它的速度，它所经过的路程极短，因而尘粒由于获得动能散布的这个因素是微不足道的。

三、气流与粉尘飞扬

机器运转而引起的空气流动是某些工艺设备特有的性

质，而气流是粉尘飞扬的主要原因。扬尘大小与机器工作构件及旋转速度有关，例如，反击式破碎机能起到与通风机相似的作用。物料与机器的运转部分在密闭的机壳内运动所造成的过剩压力，如不妥善处理，会有粉尘发生。

四、装投物料排出含尘气流

当物料装投一定容积的料仓时，从料仓内排出与装入物料同体积的含尘空气，此含尘空气流将由装料口逸出。

五、物料运动造成的空气压力

物料自料仓中或运输机械设备卸下时，物料借自身的重量由上向下坠落，带动周围的空气流动，在物料卸下的上部形成低压区，而在下部便产生高压区，当物料落在地面或设备上时，气流便将微细的颗粒带起，因而产生了粉尘飞扬。

六、二次扬尘

如落在设备上、地坪上、建筑结构上的粉尘，被室内无规则气流和通风射流吹起，以及设备的运行和振动，人的行动，清扫地板等也会产生扬尘，成为二次尘源。

第二章 尘源的密闭

第一节 密闭的意义及要求

密闭的目的，是将尘源散发的粉尘局限在一定的范围（密闭罩）内，为吸气除尘创造条件，以防止粉尘扩散到操作部位。

在综合防尘措施中，密闭起重要作用，设备密闭严密程度对于车间内粉尘浓度的高低起着决定性的作用。密闭的好可以大大减少吸气所需的风量。因为从设备密闭罩中吸出相对不多的空气量，便可造成设备密闭罩内为负压力状态，防止灰尘外逸。

设备密闭型式选得是否正确，直接影响生产操作和防尘效果。归纳起来有以下三种密闭形式。

（一）局部密闭 即将设备的主要发尘点进行局部封闭，以控制尘源不向外扩散。这种密闭适用于集中且连续发尘的场合，如皮带机受料点，它的特点是，装设局部密闭罩的地点一般不需常检修，检修时要把整个密闭罩全部拆卸下来。

（二）整体密闭 就是将一个设备除传动部件外，全部封闭在罩内，在罩上留有观察孔和操作门。对于散尘面积较大的或机械振动大的设备，如振动筛等宜采用这种密闭罩。整体密闭罩的特点是，散尘设备全部套在罩内，工人在罩外操作，检修设备和进行小修时，在设备停车以后进入罩内进

行。但在设备大修时，必须拆卸防尘密闭罩。

(三) 密闭小室 将扬尘设备全部封闭在罩内的密闭，对检修频繁或需要定期更换设备部件的散尘设备，如振动筛的密闭小室。它的特点是操作工人可以随时进入室内检修，在设备大修时必须拆卸防尘密闭室。密闭小室空间较大，具有缓冲作用，当被处理大量物料而携带空气量很大时，罩内增压不大，防尘效果较好。

设备的密闭形式，应根据设备的散尘原因，粉尘浓度大小，生产操作等条件来选择。

对设备防尘密闭罩（或室）的基本要求为：

(一) 罩（或室）应保证生产方便，并不影响生产率，

(二) 操作门和观察孔必须在满足操作的条件下为最小，

(三) 罩（或室）各部的接缝处要严密，不应由于设备的振动或料块的撞击而丧失严密性；

(四) 密闭罩应便于拆卸，尤其对那些检修频繁的设备这点更为重要，采用局部密闭罩时，由于检修时需将密闭罩拆除，连接部件最好采用快速连接结构。

第二节 尘源与密闭方案

石棉制品厂发生粉尘的设备按产品分为：原棉处理、梳纺、编织、制动、石棉橡胶、石棉水泥制品等设备，这些设备又有许多类型和规格。现分别将通常采用的效果较好的密闭方法介绍如下。

一、原棉处理设备的密闭

原棉处理车间的尘源主要有碾压、破碎、松解、筛分、运输、混合、给料等设备。

（一）轮碾机

轮碾机有分裂块、束状石棉和松解纤维的作用，粉尘是因为物料携带空气流及机械转动造成增压而产生的。为防止粉尘进入厂房应将轮碾机整体密闭，并在密闭罩上部设置吸尘罩吸出含尘气体，如图2-1和图2-2所示。

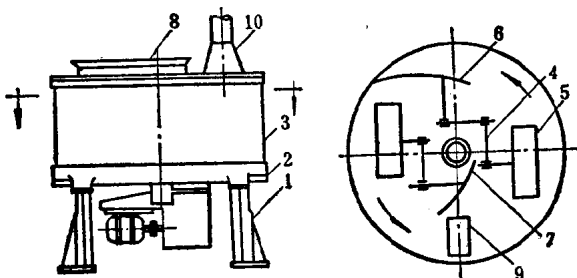


图 2-1 小轮碾机密闭装置

- 1—机脚；2—底盘；3—外壳；4—摇臂；5—碾轮；6—刮棉外铲；
7—刮棉内铲；8—加料口；9—出料口；10—排气口

（二）冲击式破碎机

冲击式破碎机是用来处理石棉短纤维，使石棉纤维松解柔软，起风选作用，并除去石屑、是产尘较多的一种设备。由于转子在机壳内的高速转动，能起到离心风机那样的作用，产生带走粉碎物料的气流。在破碎机排料口有一定速度和压力的含尘气

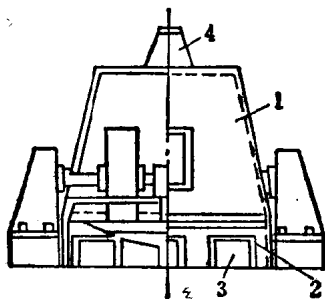


图 2-2 安装于地坪上的
轮碾机密闭装置

- 1—上部密闭罩；2—下部密闭罩
3—清扫孔；4—吸气罩

流，如果得不到及时控制和消除，含尘气体将从排料口冲出，散发到周围污染环境。另外破碎机进料口处，虽是负压区，但由于物料给入破碎机进料口时要冲击到进料口壁，也会产生粉尘。从上所述，冲击式破碎机的除尘除了排料口的除尘还要考虑进料口的除尘，进料口接头及缝隙要设法搞严密，出料口最好采用风力吸送的方法。其密闭装置如图 2-3 所示。

（三）立轴式松解机

石棉纤维经立轴式松解机松解后，使纤维松解变柔软，比冲击式破碎机损伤纤维少，有利于保护石棉纤维。在松解机外壳内，由于高速机件的旋转，诱导出带走松解物料的气流。要有效地控制立轴松解机产生的粉尘，只有用比诱导气流大的抽气量抽气。其密闭装置如图 2-4 所示。

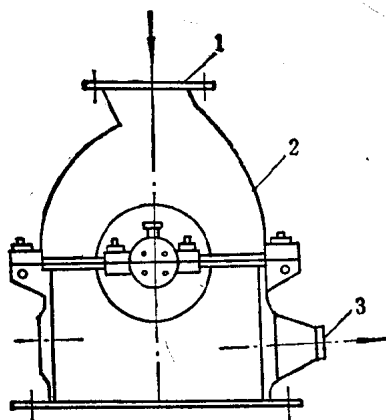


图 2-3 破碎机密闭装置
1—加料口；2—封闭外壳；
3—出料口

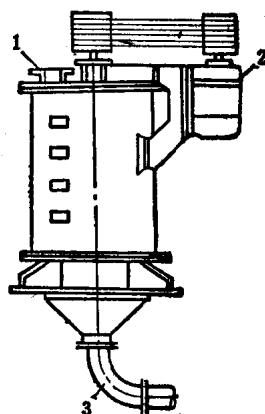


图 2-4 立轴式松解机密闭装置
1—入料口；2—电机；
3—吸料管

(四) 筛分设备

石棉制品厂常用的筛分设备有：平面摇动筛、平面旋回筛、振动筛等。

1. 平面摇动筛 平面摇动筛运转平稳，振动力小，除砂效果好，产生的粉尘也较少。其密闭装置在筛的接缝处要严密，防止粉尘外逸，如图2-5所示。

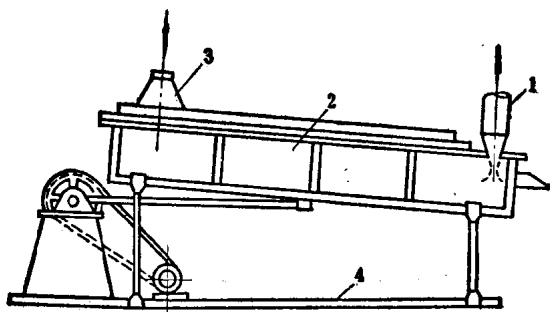


图 2-5 平面摇动筛密闭装置

1—吸棉嘴；2—筛箱；3—入料口；4—支架

2. 平面旋回筛 旋回筛是一种除尘效果较好、运转平稳、噪声小、产尘少的筛分设备。其密闭装置如图2-6所示。

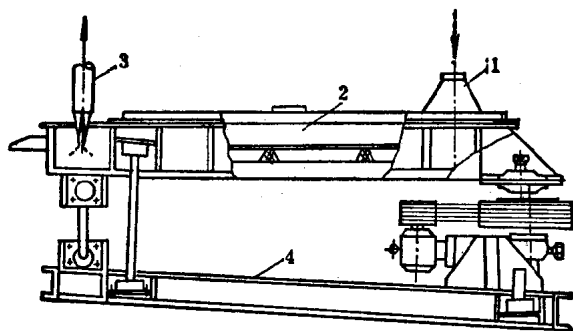


图 2-6 旋回筛密闭装置

1—入料口；2—筛箱；3—吸棉嘴；4—支架