

# 防范建筑粉尘吸入的涂抹式凝胶制剂可行性论证

江兆磊 许胜男 侯逸静

南京交通职业技术学院 江苏 南京 210000

**摘要:** 我们的父辈在建筑工地打工,每天都要与粉尘、噪音和刺鼻的异味打交道,经常咳嗽。父辈们背着“农民工”的标签为每一座城市的发展默默地贡献劳动,也贡献了自己的健康。因为学了建工专业才更懂得工地各种粉尘弥漫时的辛苦。既然改变不了建筑粉尘产生的现状,我们就想办法减少粉尘吸入量,守护一线从业人员的健康。

**关键词:** 防范; 建筑粉尘; 凝胶制剂

## Feasibility study of smearing gel preparation for preventing inhalation of construction dust

Zhaolei Jiang, Shengnan Xu, Yijing Hou

Nanjing Transportation Vocational and Technical College Nanjing, 210000, Jiangsu

**Abstract:** Our parents' generation worked in construction and had to deal with dust, noise, and pungent odors on a daily basis. Bearing the label of "migrant workers", their parents quietly contributed their labor to the development of every city, as well as their own health. Because learned more from the construction professional to know more about the site when all kinds of dust filled the hard work. Since we cannot change the current situation of construction dust production, we will try to reduce the amount of dust inhalation and protect the health of front-line practitioners.

**Keywords:** prevention; Building dust; Gel preparation

### 一、尘肺病的危害、防范方法及现状研究

#### 1.1 尘肺病的危害及对不同工种的影响

尘肺是生产性粉尘引起的最严重的职业病,是由于在生产过程中长期吸入粉尘并在肺内滞留而引起的以肺部组织弥漫性纤维化为主的全身性疾病。

粉尘的排放量与空间扩散范围不仅受到工程规模、施工工艺、施工强度等现场条件的影响,与承包商管理水平、机械化程度等人为因素相关,还常常受到季节、温度、现场土壤性质、气象条件等自然因素的影响。

黄天健(2013)基于建筑健康损害评价体系(BHIAS)以及健康风险评价方法,从土方施工、主体结构施工以及室内装修施工三个阶段分别调查。调查显示,主体结构施工阶段的木工是整个施工阶段的健康损害重点承受人群。

李小冬等(2015)基于暴露参数健康风险评价和建筑工程健康损害量化评价,木工受到的健康损害最大,这一点和黄天健(2013)的研究结果相同。粉尘所引发的健康损害值中,死亡值高达63%,其次是心血管疾病与脑血管疾病,均为17%。

#### 1.2 关于尘肺病防范的研究

国内关于粉尘污染健康损害的研究大多针对公众健康,鲁

辉(2009)、郭泽强、林健燕等(2013)等学者呼吁减少排放、科学管理、提高个人防护。在职业健康的问题上,主要集中在基于样本体检数据的分析报告和具体建筑工地的调研报告。

在粉尘防范的问题上,主要集中于绿建规范的落实、施工过程中粉尘排放管理的研究,“绿色施工”成为主旋律。叶少帅(2005)提出建设项目环境管理应该进行建设项目全生命周期、建设项目各相关者、环境管理相关技术措施的三维集成。蔡培垚(2009)认为,粉尘防范应该从改革工艺和加强施工现场文明施工管理两方面进行。李宁宁等(2010)、张宇(2016)、刘昱辰(2017)认为控制粉尘应主要从现场规范施工着手减少扬尘。叶琳芳(2016)强调通过节水绿色施工技术的应用来控制扬尘。刘昱辰(2017)则表示通过使用绿色施工技术就可以解除粉尘污染所造成的影响。

粉尘控制的技术方面,马强(2011)采用溶液聚合法,研究制备了由木质素磺酸钙和丙烯酰胺接枝共聚形成的高分子水溶性扬尘抑制剂。赵蕴昀(2013)在施工人员采用基于APF=10的N95防护口罩和半脸式过滤呼吸器的情况夏,用FLUENT流体力学模拟软件对建筑工地粉尘运动轨迹进行了模拟,提到钻孔除尘器、空气幕隔断技术、超声雾化除尘技术等新型的粉尘防护方法效果较好。

### 1.3 小结

从之前的梳理可以看出,对尘肺病的防范研究,在思想层面、管理层面、技术层面都有所涉及,但是都是从施工企业的角度出发。从工人的角度去防范粉尘吸入的研究几乎为空白,仅停留在健康教育及培养防范意识。

工人也知道粉尘、噪音会危害健康。工人忍受艰苦和辛劳本是为了多赚点钱,口罩防护效果不好,还需要经常更换,高温季节佩戴口罩的闷热感明显,如果再是自行购买,一切就显得“不值得”了。但是,倘若能有一种使用便捷且便宜的防尘方式出现,工人并不会排斥。

## 二、产品核心技术及创新点

### 2.1 “隐形口罩”对本次研究的启发

尘肺到目前为止没有特效治疗方法,肺组织纤维化的过程也是不可逆的。防治尘肺病的最重要方法就是防止粉尘吸入。

在防止粉尘吸入的问题上,通过阻隔吸入空气中的粉尘和传播过敏原,保护呼吸系统、心肺功能的技术已经应用在花粉阻隔剂的生产中。花粉阻隔剂通过物理吸附作用,有效阻断吸入性过敏原对人体的作用,号称“隐形口罩”。世界卫生组织建议的过敏性鼻炎治疗体系主要由:避免接触变应原、药物治疗、免疫治疗、医患宣传教育四部分构成,其中,首要步骤是避免接触变应原。以泰斯花粉阻隔剂为例,高度精制的长链碳氢化合物在鼻前庭形成保护膜,减少与阻断鼻前庭与各种花粉、尘埃、等过敏原接触,从而消除或减轻过敏症状。

由此可见,只要防止粉尘或过敏原的吸入,就可以有效规避尘肺或花粉过敏。那么,通过物理吸附作用进行阻隔的方法就完全可以用于防止建筑工人吸入粉尘。

课题团队的调查显示,在不考虑价格因素的前提下,82.1%的人愿意尝试涂抹吸附剂来防止粉尘吸附,另有17.9%的人表示对吸附效果持观望态度。在愿意尝试粉尘吸附剂的人中,有94.2%的人希望产品能够兼顾护肤功能。在价格层面,调查显示,以30g/支的包装计(使用时间为30-45天),60.7%的人接受产品价位为10-15元/支,23.8%的人接受价位为16-20元/支,15.5%的人愿意接受更高价格。

### 2.2 对“隐形口罩”的工艺革新

我们想制作一款用于防范建筑粉尘吸入的“隐形口罩”,以凝胶制剂的形式出现。从原理上看,建筑粉尘阻隔剂和花粉阻隔剂都是利用了物理吸附原理。但是,二者有显著差异:

第一、建筑粉尘和花粉等过敏原有明显差异:花粉直径一般在30~50 $\mu\text{m}$ 左右,而根据国标准化组织规定,粒径小于75 $\mu\text{m}$ 的固体悬浮物定义为粉尘。粉尘是许多细小颗粒的集合体。建筑粉尘还具有种类多样、密度高的特点。

第二、泰斯花粉阻隔剂5g装售价198元,抹必净花粉阻

隔剂5g装售价118元,价格高昂,且很多实体药店无售。而我们要做的产品是一款平民价、易接受、易购买的产品,因此,必须从材料上进行革新。

第三、花粉阻隔剂是医疗器械类产品,其售卖必须遵循《药品流通监督管理办法》、《医疗器械网络销售监督管理办法》等法律法规。我们要在建筑工人中推广,就必须在销售渠道上进行突破,不能以药品形式出现,从而界定了产品的性质。

因此,用于防范建筑粉尘吸入的“隐形口罩”并不是花粉阻隔剂的复刻,不仅需要工艺革新,还需要从配方层面做技术革新。

### 2.3 本产品的核心技术和实验平台

#### 2.3.1 核心技术

为了实现保护皮肤的基本需求以及降低造价的目标,我们选择丙三醇(即甘油)、医用凡士林两种物质。丙三醇是一种无色无臭的黏稠状液体,能吸收硫化氢、氰化氢和二氧化硫,难溶于苯、氯仿、四氯化碳、二硫化碳、石油醚和油类。医用凡士林是具有一定拉丝性的均匀软膏状物质,无臭味,具有一定的粘附性,还可以改善皮肤干燥的状况。

为了实现对各类建筑粉尘的吸附,我们选择在阳离子强效粘附剂(成分保密)之上,我们计划通过一种海洋生物提取物,辅以6.5mg/ml卡波姆980,配置成无色、透明凝胶。其中,海洋生物提取物是一类天然多糖,主要承担制剂辅料所需的稳定性、溶解性、粘性和安全性;卡波姆是一种药用辅料,是一类非常重要的流变调节剂,中和后的卡波姆是优秀的凝胶基质,有增稠、悬浮等重要用途,工艺简单,稳定性好,广泛应用于乳液、膏霜、凝胶中。

以上原料的价格均比较便宜,生产成本可控制在3-5元/支。

包装方面,采用聚乙烯塑料管封装成小支(30g/支),价格便宜,且便于携带和使用。

#### 2.3.2 实验平台

产品的实验主要由南京华开生物科技有限公司负责完成。该公司是一家从事生物科技研发、药品研发、医疗器械、化妆品、消毒产品研发、生产、销售的公司,具备完成本产品相关实验的技术与实验条件。

### 2.4 产品创新点

利用物理吸附原理,产品在研发时,在生产工艺方面和产品性能方面做了适当调整:

第一、降低成本。考虑到工人的消费习惯,不建议使用昂贵的辅材。改用医用凡士林、甘油为主要材料,可以起到护肤作用。以30g/支作为产品规格型号,生产成本可控制在3-5元/支,终端零售控制在15-20元/支。这与团队调查所显示的市

场接受价格区间吻合。

第二、增强高粘附性。在土方作业阶段中，土方回填和大型车辆入口处平均扬尘浓度分别达到  $1.08\text{mg}/\text{m}^3$  和  $1.00\text{mg}/\text{m}^3$ ；在主体作业阶段中，模板拆卸和模板加工棚内平均扬尘浓度分别为  $1.49\text{mg}/\text{m}^3$  和  $4.78\text{mg}/\text{m}^3$ ；在室内施工及装修阶段中，腻子施工处和植筋打孔处平均扬尘浓度到达  $5.19\text{mg}/\text{m}^3$  和  $3.35\text{mg}/\text{m}^3$ 。故而，增强凝胶的粘附性和粘附有效性是产品设计时的重要环节。目前，在鼻诱发实验中，可以实现粉尘吸附 70%。

第三、使用方法变化。花粉阻隔剂使用时应涂抹于鼻子前庭部位，之后需轻捻鼻部、深吸气一次。产品需涂抹在鼻腔内尽可能深的位置。而本款粉尘粘附凝胶则可以直接涂抹于口鼻区域或整个面部，有快速吸收、保护皮肤的作用，使用方法简化，辐射灭菌，保证安全性。

第四、申请化妆品批文。为了让工人在超市、药店都能购买到，建议申请化妆品批文。化妆品批文流程相对简单，申报周期短，销售渠道灵活。

第五，粉尘阻隔剂不含任何药物、类固醇和防腐剂，所以无任何副作用，小孩大人长期使用皆适用。使用时挤出 1 厘米左右的产品均匀涂抹于口鼻四周或整个面部，不影响呼吸。容易清洗，易于保持面部卫生，不会发生交叉感染。涂在皮肤上后有效时间可长达半天—一天（根据粉尘量多少决定）。假设 30g 的凝胶市场价 15 元，以连续用 45 天计算，平均每天 0.33 元。

### 三、产品应用范围及市场分析

#### 3.1 产品应用范围

本产品以防止粉尘吸入为目标，可以广泛用于建筑室内外施工场所的作业人员。管状物体，携带方便，干净卫生。

本产品可以推广运用到交通、市政建设场所及其他粉尘危害较大的行业。

本产品可以推广普及到普通民众对 PM2.5 的预防。

#### 3.2 潜在市场分析

中国建筑行业协会的统计数据表明：2015 年底，全社会就业人员总数 77451 万人，其中，建筑业从业人数 5003.4 万人，比 2014 年增长 10.28%，建筑业从业人数占全社会就业人员总数的 6.46%。

建筑行业作为重体力劳动行业，一线作业人员年龄越大，对粉尘的抵抗力就越越来越低。从年龄段看，20 岁以下和 60 岁以上的工人共计占总数的 5%，20—30 岁的占 14%，30—40 岁的占 21%，40—50 岁的占 40%，50—60 岁的占 20%。可见，

40—50 岁的是目前建筑业一线作业人员的主力军。他们肩负着改善家庭经济状况的重任，省吃俭用。其中，初中文化程度的占 69.8%。他们大多使用最简易的智能手机，主要用于通讯、休憩时消遣。

面对庞大的人员基数，团队以为，产品主要目标群体是建筑从业人员中的青年及中年群体，年龄跨度为 20-50 岁，约占 75%。

#### 3.3 推广方案

一种新产品能否在市场上推广，关键在于使用的理念能否被目标群体接受。因此，我们制定以下市场推广方案：

第一、从大、中型施工企业开始推广。大、中型施工企业对健康教育的重视程度比私企、包工头要高，企业有相关政策，会有定期健康宣传或购买防护用品，一线工作人员关于尘肺危害的认识和警惕性较高。

第二、从年轻的施工作业人员开始推广。越是年轻，对新事物的接受越快，年轻的作业人员也是尘肺防治工作的重点对象，否则随着从业时间增加，尘肺的概率就会增大。基于年轻人接受信息的特点，可采取网络广告、集中宣讲等宣传方式。

第三、从建筑专业的学生开始推广。学生群体受教育水平较高，接受新事物的能力极强，自我保护意识强。只要他们接受了粉尘阻隔剂的保护方式，今后进入工作岗位就可以影响到周围的人。面对学生群体的广告宣传可以方式多样，采用网络营销、体验营销的方式比较符合学生接收信息的特点。

第四、坚持低价与薄利。在宣传期，可以适当发放试用装，增加客户体验。

#### 参考文献：

- [1] 何凤生,王世俊,任引津等.中华职业医学[M].北京:人民卫生出版社,1999: 872.
- [2] 李小冬,苏舒,黄天健.施工粉尘健康损害量化评价[J].清华大学学报(自然科学版),2005-01
- [3] 陈苗苗,张仕华,吴玉清.138 例粉尘作业工人的职业健康体检结果分析[J].中国民族民间医药,2013
- [4] 宁津红.水泥粉尘对职工健康的影响[J].中国城乡企业卫生,2012-02,11-12.
- [5] 盖冰冰,陈达民,虞慧婷等.某机械制造企业粉尘作业人员尘肺危害现状调查[J].环境与职业医学,2012,29 ( 5):637—638. 基金项目：

2021 年江苏省大学生创新创业训练计划项目，项目编号 202112804031Y