

铁路职工培训系列教材

TIELU ZHIGONG PEIXUN XILIE JIAOCAI

铁路煤炭运输 抑尘技术

TIELU MEITAN YUNSHU
YICHEN JISHU

《铁路煤炭运输抑尘技术》编委会 编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

铁路职工培训系列教材

铁路煤炭运输抑尘技术

《铁路煤炭运输抑尘技术》编委会 编

中国铁道出版社

2014年·北京

内 容 简 介

本书为铁路职工培训系列教材之一。本书较为系统地介绍了铁路煤炭运输抑尘技术的设备装置及作业方法。全书共七章,主要包括:抑尘剂、喷洒装置及方法、抑尘作业技术条件、固定式喷洒设备和作业、移动式喷洒设备和作业、喷洒设备的日常维护和常见故障处理、煤炭抑尘管理制度等内容。

本书针对从事铁路煤炭运输抑尘作业的人员进行编写,可作为抑尘作业人员岗位培训和技能鉴定的学习和参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

铁路煤炭运输抑尘技术/《铁路煤炭运输抑尘技术》

编委会编. —北京:中国铁道出版社,2014.7

铁路职工培训系列教材

ISBN 978-7-113-18862-7

I. ①铁… II. ①铁… III. ①煤炭—铁路运输—除尘—
职业培训—教材 IV. ①U294.8

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第140894号

书 名: 铁路职工培训系列教材
铁路煤炭运输抑尘技术
作 者: 《铁路煤炭运输抑尘技术》编委会

责任编辑: 薛丽娜 编辑部电话: 010-51873055
编辑助理: 黄 筱
封面设计: 崔丽芳
责任校对: 龚长江
责任印制: 陆 宁 高春晓

出版发行: 中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)
网 址: <http://www.tdpress.com>
印 刷: 中煤涿州制图印刷厂北京分厂
版 次: 2014年7月第1版 2014年7月第1次印刷
开 本: 880 mm×1 230 mm 1/32 印张: 3.875 字数: 74千
书 号: ISBN 978-7-113-18862-7
定 价: 18.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社读者服务部联系调换。

电 话: (010) 51873174 (发行部)

打击盗版举报电话: 市电 (010) 51873659, 路电 (021) 73659, 传真 (010) 63549480

编委会

主任：李学章

副主任：胡书强 尚书亭 马锡忠 宋文朝
王汉兵 李保成 杨泽举 石建伟
马长乐 陈文兴 潘伟 李何伟

主编：胡书强

副主编：杨明卿 吴学海 吴运贵 余宗元
潘汇滨

编委：张小强 崔小喜 夏小舫 程建
李玉梅 王旭峰 范国璐 高小黄
介明林 李亚军 朱卫东 宋明昕
陈爱国 魏恒 王晓君 王伟
孙昊 刘哲 林爱平 马婧
房世武 田蓓蕾

编写人：王正克 田晓飞 邵树坤 计永丽
何凤莉 李晓珊 金志强 余春祎
徐英杰 刘建 岳书宝 上官笑烨

审稿人：王冬云 冯国权

◆ 前言

煤炭在铁路运输中一般采用敞车运输,途中由于车辆、路基、道岔和路轨设备设施造成的震动颠簸,再加上风力作用等原因会使车辆中煤炭表层的煤散落地面。在铁路大力发展重载运输的形势下,煤炭铁路运输过程中的扬尘问题日益凸现,这不但导致了煤炭损失和煤尘污染,而且还会给铁路运输带来严重的安全隐患。

随着煤炭抑尘技术在全国的推广使用,如何做好抑尘剂的生产、如何保证抑尘的喷洒质量、如何做好喷洒设备的维护维修等工作就显得尤为重要。为此,我们特编写《铁路煤炭运输抑尘技术》一书。

本书结合郑州铁路局实际情况,根据郑州铁路局使用煤炭抑尘技术的特点,主要从抑尘剂、喷洒装置及方法、抑尘作业技术条件、固定式喷洒设备和作业、移动式喷洒设备和作业、喷洒设备常见故障处

理、煤炭抑尘管理制度等方面进行了阐述,共分七章。本书主要用于岗位技能培训,也可作为铁路煤炭运输抑尘管理人员、抑尘作业人员自学用书。

本书由郑州铁路局教材编审委员会组织编写,郑州铁路局货运营销处对书稿进行了认真审查,郑州职工培训基地相关技术业务骨干直接参与了编写和审稿工作,该书编写过程中得到兰州天际环境保护有限公司和郑州铁路装备制造有限公司的大力支持,在此一并表示感谢。

编 者

2014 年 5 月

◆ 目 录

第一章 抑尘剂	1
第一节 煤扬尘的危害	1
第二节 国内外应对铁路运输煤尘污染的措施	3
第三节 抑尘剂的抑尘原理	6
第四节 环保型铁路煤炭抑尘剂的技术特点	10
第五节 使用抑尘技术的经济效益和社会效益	12
第六节 抑尘剂的配制及使用方法	14
第七节 抑尘剂的技术条件	16
第二章 喷洒装置及方法	20
第一节 喷洒装置概况	20
第二节 喷洒的技术要求	23
第三节 喷洒方法	26
第四节 试验方法	26
第五节 检验规则	28
第六节 标志、包装、运输和储存	29
第三章 抑尘作业技术条件	31
第一节 抑尘作业技术条件	31

第二节 其他要求	34
第四章 固定式喷洒设备和作业	36
第一节 固定式喷洒设备分类	36
第二节 固定式喷洒设备基本原理及构成	39
第三节 固定式喷洒作业流程	48
第五章 移动式喷洒设备和作业	59
第一节 移动式喷洒设备分类	59
第二节 移动式喷洒设备的特点和基本构造	64
第三节 移动式喷洒作业	65
第六章 喷洒设备的日常维护和常见故障处理	74
第一节 喷洒设备的日常维护	74
第二节 罐体及管道类故障处理	76
第七章 煤炭抑尘管理制度	98
第一节 人员设置与岗位职责	98
第二节 抑尘设备管理	102
第三节 安全管理制度	106
第四节 作业质量控制	111
参考文献	115

第一章 抑尘剂

第一节 煤扬尘的危害

一直以来，我国的煤炭铁路运输主要依靠敞车运输，车型为 C60，C62，C64，C70，C80 等。煤炭在运输过程中直接暴露在环境中，列车在运行过程中与空气相对运动产生的气流足以使煤炭脱离列车，并由此带来一系列的问题。例如，在列车会车和曲线段行驶时，由于相对气流的作用，表层粒径较小的煤粉被扬起，煤粒散落在列车所经沿线，造成铁路沿线（车站、村镇、农田、农作物）环境污染。日积月累，铁路沿线上散落的煤尘越来越多，列车经过时煤尘重新扬动，形成一条污染带。在列车进出隧道时，由于产生活塞风的作用，加之列车的震动颠簸，表层的煤粒被吹离车体，致使直径较大的煤粒也被吹离车体，散落在线路上、两线间、两侧沟盖板上。较细微小煤粉吸附在隧道洞壁、洞顶及接触网、绝缘子等设备上，造成严重污染，存在安全隐患。甚至在部分隧道内，散落在地面的煤粉其厚度都超过了轨面，列车通过时，在列车车轮碾压、轨道和轨枕板的挤压作用下，这些煤粒和煤尘又变成了更细小的煤尘。列车通过后，又将煤尘扬起，加剧了隧道内的煤

扬尘污染。

据调查,煤粉尘对铁路环境的污染主要表现在:

1. 严重地污染了隧道内线路的道床,并加剧了其板结程度,在污染程度严重的地段,煤尘已经埋没了扣件、轨枕板等,这给工务部门日常养护维修带来相当大的困难,且额外增加了工作量,同时还对钢轨与扣件等有一定的腐蚀作用,带来了安全隐患。

2. 经常引起供电接触网、绝缘子的短路、放电,缩短了其使用寿命,同时也增加了日常维护工作量。

3. 污染铁路信号、通信电缆等设备,影响设备正常工作和增加维修清扫工作。

4. 列车通过隧道时,扬尘弥漫隧道,大大降低了能见度。这不仅使机车乘务人员的瞭望受到了严重影响(严重时瞭望距离仅为 10 m 左右),还使机车内电器设备的工作环境恶化,经常引起设备故障,使其完好率和安全度降低,严重威胁着列车的运行安全。

5. 恶化了铁路各部门工作人员的作业环境,尤其对经常在隧道内作业的人员的身体健康造成严重的危害。

6. 对客车的污染已殃及车厢内,造成车厢内空气浑浊,使旅客身心健康受到伤害,严重影响着铁路客运的质量。

7. 在铁路煤炭运输损失量中,5%的粒径在 0.1 mm 以下,以 2008 年为例,全路约有 80 万 t 煤尘形成飘尘,造成环境空气质量下降,影响沿线附近区域人群的健康。

除以上由于煤尘污染造成的危害外,还存在着更为严

重的潜在危险。若隧道内的煤尘浓度达到其煤粉尘爆炸浓度范围（煤粉尘爆炸浓度的下限为 114 mg/m^3 ），一旦遇到明火（如弓网接触放电，长大下坡道列车制动等）即可引起爆炸事故，将给国家和人民生命财产与安全造成不堪设想的后果。

第二节 国内外应对铁路运输煤尘污染的措施

目前，国内外在扬尘污染的治理方面进行了大量的研究工作，并取得了一些成果，如建筑施工场所定期洒水，铺洒吸湿性盐及工业废液，采用喷雾抑尘方法等。目前在煤炭铁路运输防尘方面有可能使用的方法有如下几种。

一、加盖法

现有煤炭运输车辆绝大多数都是敞车，如果加盖，即等煤装满后，盖上盖子，可以有效地防止煤尘的污染。但是，加盖后，不仅增加了成本，降低了车辆的有效负荷，而且开盖、关盖等一系列动作及开盖、关盖后盖子的位置与敞开方向会在现有机械化装煤、翻车卸煤过程中产生一系列新问题。

二、篷布遮盖法

将煤炭用篷布或类似于篷布的遮盖物进行遮盖也可以达到防止煤层表面扬尘的目的。篷布不仅有足够的强度，同时还能以简单快速的方法，覆盖在煤炭表面。该方法在

汽车运输中常用，但要把它用在自动化程度很高、车厢数量非常大，作业速度很快的运煤列车上，不仅需要大量的人力（每节车厢要 4~5 个人）才能完成，同时篷布覆盖和撤盖的速度太慢，影响运煤效率；另外篷布的回收利用也会耗费工时、人力、物力、财力，带来很大的工作量。所以，该方案也不利于实施规模化作业。

三、洒水法

喷雾是向飘浮于空气中的粉尘或煤炭表面喷射水雾，通过增加尘粒的重量，达到降尘的目的。这一技术的关键是喷嘴要能形成具有良好降尘效果的雾流。有些国家研制出了系列喷嘴，美国和前苏联等国家还在确定雾流参数方面进行了大量研究，并建立了喷嘴检验中心，保证喷嘴的生产质量和使用效果。该方法主要用于工作作业现场降尘处理。

四、喷洒氯盐法

通过喷洒氯盐（溶液）吸收大气及地表水，在干热季节减少水分蒸发，靠水分把粉尘凝结，形成外表坚硬、碎石状的表面，达到粉尘抑制的效果。优点是价廉、使用方便，例如在中国发明专利 CN 96103245 公开的一种“黏尘阻燃剂”；但其缺点是易被雨水冲掉，需多次喷洒，且大量的氯盐渗入地下水会伤害农作物。

五、使用一些石化产品或副产品

将一些石化产品或副产品（废机油、润滑油、石油树

脂及衍生物等)制成乳液喷洒在欲降尘表面,形成防尘层。这种方法的优点是防尘效果好,但也是其缺点所在,即造成了二次污染环境(造成重金属的沉积,特别是铅),并且成本较高。

六、使用高分子类物质

美国专利 USP 5667718,采用粉细的页岩/火山渣与氯盐、植物油的乳液配制成筑路材料,减少道路扬尘;美国专利 USP 6086647,则公开了糖蜜/油与沥青的混合物抑制煤尘的技术。前者的缺陷是作为基本原料的页岩/火山渣来源受到限制,实施起来不方便;后者使用的沥青为石化产物,自身就不可降解,这些降尘措施的大量使用还会引发新的环保问题。

七、喷洒泡沫法

泡沫除尘的效果好,除尘率一般可达 90%以上,尤其对 5 μm 以下的呼吸性粉尘,除尘率也可达 80%以上。泡沫除尘同喷洒除尘相比,其耗水量减少 1/2 以上。这种除尘技术自 20 世纪 50 年代问世以来,在一些主要产煤国家如美国、前苏联、波兰等的生产中得到了广泛应用,并已研究出定型的符合安全卫生和使用要求的廉价发泡剂。根据不同的尘源要求,还研究出了不同型号的泡沫除尘配套系列设备。该方法主要用于现场降尘处理,即作业场的除尘。

八、喷洒环保型扬尘抑尘剂法

给列车煤炭表面喷洒一层扬尘抑尘剂,使煤炭表面形

成一层由煤块（直径较大的煤粒）、煤粒（直径较小的煤粒）、煤尘（直径特小的煤粒）和黏接剂在一起的固化层。列车行驶时该固化层不会被刮离车体，而且对机械化卸车没有影响，达到了防止煤扬尘污染的目的。该方法的优点是施工简单、费用少、无需太多的劳力，实际中容易实施。技术关键是要要求黏接剂的液体容易喷洒，黏接性能好，而且制备简单，成本低廉，本身符合环保要求，同时又不影响煤燃烧性能，燃烧后不再产生有毒有害成分。

综上所述，喷洒环保型抑尘剂的方法应用在铁路煤炭运输的防尘效果明显优于其他方法，即在煤层上喷洒抑尘剂的方法可作为防治扬尘污染的最佳方案。

第三节 抑尘剂的抑尘原理

通过向煤炭表面喷洒抑尘剂，使抑尘剂在煤表面均匀渗透，在蒸发过程中它将煤炭表面的大小颗粒煤炭黏接在一起，形成一个厚度在 10 mm 以上，有一定强度和韧性的固化层。固化层可以有效抵御 100 km/h 以下的风速。抑尘剂实际上是一种对于煤炭十分有效的黏接剂，一方面它可以在煤炭空隙中有效渗透，另一方面它又可以与煤炭表面良好地接触，通过胶粘作用将煤炭大小颗粒固化在一起形成更大的粒径和覆盖层。

聚合物之间，聚合物与非金属或金属之间，金属与金属和金属与非金属之间的胶接等都存在聚合物基料与不同材料之间界面胶接的问题。黏接是不同材料界面接触后互

相作用的结果。因此,界面层的作用是胶粘科学中研究的基本问题。诸如被粘物与粘料的界面张力、表面自由能、官能基团性质、界面间反应等都影响胶接。胶接是综合性强,影响因素复杂的一类技术,而现有的胶接理论都是从某一方面出发来阐述其原理,所以至今没有全面且唯一的理论。目前在不同出发点的理论中较为流行的有如下六种:吸附理论、化学键形成理论、弱界层理论、扩散理论、静电理论和机械作用力理论。

一、吸附理论

人们把固体对胶粘剂的吸附看成是胶接主要原因的理论,称为胶接的吸附理论。该理论认为:黏接力的主要来源是黏接体系的分子作用力,即范德华引力和氢键力。胶粘剂与被粘物表面的黏接力与吸附力具有某种相同的性质。胶粘剂分子与被粘物表面分子的作用过程有两个阶段:第一阶段是液体胶粘剂分子借助于布朗运动向被粘物表面扩散,使两界面的极性基团或链节相互靠近,在此过程中,升温、施加接触压力和降低胶粘剂黏度等都有利于布朗运动的加强;第二阶段是吸附力的产生,当胶粘剂与被粘物分子间的距离达到 $5\sim 10\text{ \AA}$ 时,界面分子之间便产生相互吸引力,使分子间的距离进一步缩短到处于最大稳定状态。

根据计算,由于范德华力的作用,当两个理想的平面相距为 $10\text{ \AA}$ 时,它们之间的引力强度可达 $10\sim 1\,000\text{ MPa}$;当距离为 $3\sim 4\text{ \AA}$ 时,可达 $100\sim 1\,000\text{ MPa}$ 。这个数值远远超过现代最好的结构胶粘剂所能达到的强度。因此,有人认

为只要当两个物体接触很好时，即胶粘剂对黏接界面充分润湿，达到理想状态的情况下，仅色散力的作用，就足以产生很高的胶接强度。可是实际胶接强度与理论计算相差很大，这是因为固体的力学强度是一种力学性质，而不是分子性质，其大小取决于材料的每一个局部性质，而不等于分子作用力的总和。计算值是假定两个理想平面紧密接触，并保证界面层上各对分子间的作用同时遭到破坏，也就不可能保证各对分子之间的作用力同时发生。

胶粘剂的极性太高，有时候会严重妨碍湿润过程的进行而降低黏接力。分子间作用力是提供黏接力的因素，但不是唯一因素。在某些特殊情况下，其他因素也能起主导作用。

二、化学键形成理论

化学键理论认为胶粘剂与被粘物分子之间除相互作用力外，有时还有化学键产生，例如对硫化橡胶与镀铜金属的胶接界面，偶联剂对胶接的作用、异氰酸酯对金属与橡胶的胶接界面等的研究，均证明有化学键的生成。化学键的强度比范德华作用力高得多；化学键形成不仅可以提高黏附强度，还可以克服脱附使胶接接头破坏的弊病。但化学键的形成并不普通，要形成化学键必须满足一定的量子化条件，所以不可能做到使胶粘剂与被粘物之间的接触点都形成化学键。况且，单位黏附界面上化学键数要比分子间作用的数目少得多，因此黏附强度来自分子间的作用力是不可忽视的。

三、弱界面层理论

当液体胶粘剂不能很好浸润被粘体表面时，空气泡留在空隙中而形成弱区。又如，当被粘体中含杂质能溶于熔融态胶粘剂，而不溶于固化后的胶粘剂时，会在固体化后的胶粘形成另一相，在被粘体与胶粘剂整体间产生弱界面层（WBL）。产生 WBL 除工艺因素外，在聚合物成网或熔体相互作用的成型过程中，胶粘剂与表面吸附等热力学现象中产生界面结构的不均匀性，不均匀性界面层也是 WBL 出现的因素。这种 WBL 的应力松弛和裂纹的发展都会不同，因而极大地影响着材料和制品的整体性能。

四、扩散理论

两种聚合物在具有相容性的前提下，当它们相互紧密接触时，由于分子的布朗运动或链段的摆动产生相互扩散现象。这种扩散作用是穿越胶粘剂、被粘物的界面交织进行的。扩散的结果导致界面的消失和过渡区的产生。黏接体系借助扩散理论不能解释聚合物材料与金属、玻璃或其他硬体胶粘，因为聚合物很难向这类材料扩散。

五、静电理论

当胶粘剂和被粘物体系是一种电子的接受体—供给体的组合形式时，电子会从供给体（如金属）转移到接受体