

新型煤矿用 PVC 抗静电管材的研制

苏修军

邹 敏

(西安交通大学, 西安 710049) (山东省潍坊商业学校, 潍坊 261011)

摘要 探讨塑料表面静电荷的产生机理和解决办法, 并从原材料的选用、管材成型工艺及配方等几个方面论述煤矿用聚氯乙烯抗静电管材的生产技术。所制备的聚氯乙烯抗静电管材表面电阻率为 $6.4 \times 10^5 \Omega$, 拉伸强度为 35.3 MPa, 冲击强度为 8.7 kJ/m^2 , 硬度为 90, 满足煤矿用管材的要求。

关键词 煤矿 聚氯乙烯 抗静电 管材

长期以来, 煤矿行业一直采用铸铁管道进行排水、通风、吸尘, 但由于铸铁管本身存在易腐蚀、搬运、安装不方便, 成本高等缺陷, 这就迫切需要一种新型管材取代铸铁管。聚氯乙烯 (PVC) 管材作为一种新兴的塑料管材, 具有许多金属管材无法比拟的优点, 如质轻、价廉、安装简单、耐腐蚀、阻燃性好, 但 PVC 是良好的绝缘体, 表面电阻大, 导电性能差, 在煤矿等易产生静电的场合, 会因静电积聚而引起火灾或瓦斯爆炸; 同时, 由于煤矿井中条件恶劣, 管道经常受到冲击或碰撞, 这就要求管材必须达到一定的力学强度。笔者经长期试验、改进, 成功研制出新型煤矿用抗静电 PVC 管材。

1 塑料表面静电荷产生的机理及解决办法

1.1 塑料表面静电荷产生过程

当塑料制品用于煤矿、金属矿或非金属矿井下时, 悬浮的煤粉或其它粉尘与塑料制品相互摩擦碰撞, 正负电荷在它们之间重新分布, 正负电荷分别积聚在塑料制品和粉尘上。当静电荷积聚到一定程度 (一般认为, 表面电阻率为 $1 \times 10^8 \Omega$ 是防止静电积聚的最低极限) 时, 就会放出电火花, 有可能引起火灾或瓦斯爆炸, 如图 1 所示^[1]。

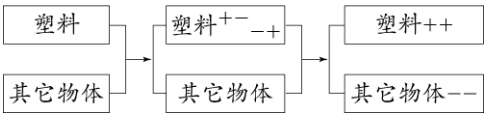


图 1 静电荷积聚过程

一般塑料带正电荷, PVC 材料表面电阻率为 $10^{14} \sim 10^{17} \Omega$ 数量级, 通常所说的抗静电塑料表面电阻率应为 $10^6 \sim 10^8 \Omega$ 数量级。

1.2 防止塑料静电聚集的方法

为防止塑料管的静电积聚, 通常采用下列措施:

(1) 通过减轻或防止摩擦来减少静电荷产生。

(2) 使已产生的静电荷尽快泄漏掉, 避免静电的大量积聚。

为了使绝缘性能良好的塑料具有一定的导电性, 目前采用的方法主要有以下几种:

①在塑料中添加抗静电剂或用抗静电剂对制品进行表面涂敷。

②在塑料中添加导电材料, 通过混炼将导电材料分散到本来是非导电的塑料中, 使其成为复合导电塑料, 所用导电材料主要有: 炭类导电材料, 如石墨、炭黑、碳纤维; 金属类导电材料, 如金属粉末、金属碎屑、金属纤维; 其它材料, 如镀金玻璃纤维, 涂镀镍、银、铜、铬等金属的云母。

③在塑料制品的单面或双面涂覆导电性涂层或复合一层导电性薄膜。

2 原材料的选用

2.1 树脂

树脂是一种高分子聚合物, 是塑料制品的主要成分, 在制品中成为均一的连续相, 作用是将各种助剂粘连成一个整体, 使之具有一定的物理力学性能。根据树脂的生产情况及经济性因素, 笔者选用齐鲁石化生产的 PVC 树脂, 它本身阻燃性能优良。在 PVC 中加入适量的导电材料, 能使其具备良好的导电性, 加入其它助剂可达到理想的力学性能。

2.2 导电材料

由于炭黑生产比较简单, 厂家较多, 来源广, 价格便宜, 因此笔者选用炭黑作为导电填料。决定炭黑导电能力的基本因素有孔隙度 (吸碘值)、结构度 (吸油值或 DBP 吸收值)、粒度、比表面积。一般炭黑粒度越小, 比表面积愈大, 结构度愈高, 赋予塑料的导电性愈好。表 1 为部分炭黑的性能参数。

由表 1 可见, 特导电炭黑粒径较小, 具有最高的比表面积和最高的结构度, 因此选用特导电炭黑作为导电填料。

表 1 部分炭黑的性能参数

项 目	乙炔炭黑	中超耐磨炉黑	导电炭黑	特导电炭黑
粒径/mm	42	25	18	33
吸碘值/ $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$	105	131	218	944
比表面积/ $\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$	65	95	164	828
DBP 吸收值/ $\text{mL} \cdot \text{g}^{-1}$	1.70	1.02	1.11	5.86
pH 值	4.3	8.3	6.8	6.5

2.3 改性剂

在 PVC 树脂中加入导电炭黑时, 随着炭黑用量的增加, 不仅加工困难, 而且复合材料变得又脆又硬, 冲击性能急剧降低。为了使材料具有良好的力学性能, 必须考虑对复合材料进行改性, 笔者选用含氯量 35% 的氯化聚乙烯 (PE-C) 来提高冲击性能。

3 管材成型工艺与配方

通过以上研究, 拟定了最佳的配方和工艺, 采用双螺杆管材成型机组来生产直径为 110 mm 的 PVC 抗静电管材。

3.1 配方

表 2 为确定的 PVC 抗静电管材的配方。

表 2 PVC 抗静电管材的配方

原料	配比	原料	配比
PVC	100 份	复合稳定剂	5.5 份
PE-C	12 份	润滑剂	适量
ACR	2 份	加工助剂	适量
炭黑	15 份		

3.2 成型工艺

抗静电 PVC 管材的成型工艺流程如图 2 所示^[2]: 将 PVC、炭黑、PE-C 及其它各种助剂进行搅拌, 混合均匀, 加入双螺杆挤出机挤出管材。

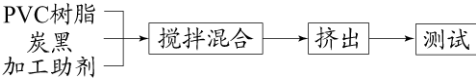


图 2 抗静电 PVC 管材的成型工艺流程

混合操作一般包括按配方确定装料量、混合温度、加料次序、混合时间等。

装料量一般根据混合设备的容量及生产速度确定。

混合温度对制品的质量有很大影响, 温度过低,

塑化不好, 产品粗糙且易裂; 温度过高, 会出现糊料。抗静电 PVC 管材的混合温度为高速混合机 115 ~ 130 ℃、冷却混合机 35 ~45 ℃。

根据配方不同, 加料次序也有所不同。原则就是不要造成块料, 预防原料提前失效。

混合时间是由物料所需达到的最终温度决定的, 但也与混合机的结构、装料量有关。

双螺杆挤出机料筒各区温度为 1 区 140 ℃、2 区 150 ℃、3 区 165 ℃、4 区 170 ℃、5 区 175 ℃。

口模连接器温度为 165 ℃。

口模温度为 1 区 175 ℃、2 区 175 ℃、3 区 170 ℃、4 区 185 ℃、5 区 195 ℃。

进料螺杆转速为 40 r/min; 主机螺杆转速为 20 r/min。

主机螺杆温度为 140 ℃。

真空度一般要求不小于 0.06 MPa。

3.3 管材性能

表 3 为煤矿用抗静电 PVC 管材性能。该管材外观平滑细腻, 耐静水压达到 3.6 MPa, 各项指标检测结果均达到煤炭工业部行业标准的要求。

表 2 煤矿用抗静电 PVC 管材性能

项目	测试结果
表面电阻率/ Ω	6.4×10^5
拉伸强度/MPa	35.3
缺口冲击强度/ $\text{kJ} \cdot \text{m}^{-2}$	8.7
硬度 (HR)	90
燃烧性 (炽热棒法)	没有可见火焰, 结碳

4 结语

通过添加导电炭黑, 并用 PE-C 对复合材料改性, 经适当的成型工艺, 可以制得表面电阻率为 $6.4 \times 10^5 \Omega$ 的抗静电 PVC 管材, 该管材同时有较好的力学性能, 可以满足煤矿用管的要求。

参 考 文 献

1 林师沛. 聚氯乙烯塑料配方设计指南. 北京: 化学工业出版社, 2002.
2 朱元庆. 聚氯乙烯管材制造和应用. 北京: 化学工业出版社, 2002.

DEVELOPMENT OF NEW PVC ANTISTATIC PIPE USED IN COLLIERY

Su Xiujun

Zou Min

(Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China) (Weifang Commercial School of Shandong Province, Weifang 261011, China)

ABSTRACT The producing mechanism of the static charge on the plastics surface and its solving way are discussed. The production technology of the PVC antistatic pipe used in colliery is expounded from the respects of the raw material choice, the molding of the pipe and the formulation. The surface resistivity of the PVC antistatic pipe prepared is $6.4 \times 10^5 \Omega$, the tensile strength is 35.3 MPa, the impact strength is 8.7 kJ/m^2 and the hardness is 90, so meeting the requirements of the pipe used in colliery.

KEYWORDS colliery, PVC, antistatic, pipe