

# 矿井火灾防治技术的发展现状及趋势

陈 晨 齐庆杰

(辽宁工程技术大学 安全科学与工程学院, 辽宁 阜新 123000)

**摘 要:** 防治工作主要包括 3 个方面: 煤层自燃发火危险性评价、煤层自燃发火的预测预报和矿井火灾的防治技术。煤层自燃发火危险性评价的目的是要在火灾发生之前对火灾发生的可能性做出科学性的评价; 煤层自燃发火的预测预报是在煤矿生产过程中对可能或已经发生的火灾进行监测和预测; 而矿井火灾防治技术则是对即将发生或已经发生的火灾采取措施, 阻止火灾的发生。

**关键词:** 矿井火灾; 自燃发火; 预测预报; 防治技术

## 0 前 言

矿井火灾是煤矿重大灾害之一。矿井一旦发生火灾, 火势发展迅速, 变化复杂, 影响范围广, 往往造成人员伤亡和财产资源损失, 甚至引发瓦斯煤尘爆炸, 使灾害的程度和范围相应扩大, 酿成更大灾害。为了防治矿井火灾, 保证煤矿安全生产, 对矿井火灾了解是十分重要的。

矿井火灾发生的“三要素”:

(1) 可燃物的存在。煤炭本身就是一个大量而且普遍存在的可燃物。在生产过程中产生的煤尘及所用的坑木、机电设备、油料、炸药等都具有可燃性。它们的存在是发生火灾的基本因素。

(2) 热源。热源是发生火灾的必要因素, 只有具备足够热量和温度的热源才能引燃可燃物。在矿井里, 煤的自燃、瓦斯、煤尘燃烧与爆炸、放炮作业、机械摩擦生热、电流短路火花、电气设备运转不良产生的过热、吸烟、烧焊以及其它明火都可能是引火的热源。

(3) 空气的供给。燃烧就是剧烈的氧化, 任何可燃物尽管有热源点燃, 如果缺乏足够的  $O_2$ , 燃烧是难以持续的, 所以空气的供给是维持燃烧形成火灾必不可少的条件。实验证明, 在  $O_2$  浓度为 3% 的空气环境里, 任何可燃物的燃烧都不能维持; 在  $O_2$  浓度为 12% 的空气中瓦斯失去爆炸性, 浓度在 14% 以下, 蜡烛也要熄灭。所以, 这里所说的空气是正常含  $O_2$  量的空气, 而不是贫氧的空气。

## 1 煤层自燃发火危险性评价技术

### 1.1 煤层自燃倾向性评价

煤自燃倾向性是煤自燃发火危险性评价的首要指标, 它表征了煤层开拓之前自燃发火的可能程度, 反映了煤自身的物理化学性质与其自燃发火特征之间的关联性。世界各主要采煤国都依据本国的具体条件对煤自燃倾向性和鉴定方法及界定指标做了明确规定。我国在 20 世纪 80 年代以前, 对煤自燃倾向的鉴定沿用前苏联的着火点温度法。该法由于受氧化剂、还原剂和煤之间的复杂作用的影响较大, 不能切实地反映煤低温自热氧化特征, 因此, “七五”期间依据我国的具体情况开始研究流态色谱吸氧鉴定法。该方法操作方便, 工艺简单,

能切实反应煤的低温自热氧化状态。

### 1.2 煤层开采时期的自燃危险性评价技术

煤层开采时期的自燃危险程度除取决于自身的自燃倾向性外，还与煤层的赋存条件、采煤方法、顶板管理方法、开采方式、开采顺序、开采工艺、采场通风方式等外在因素有关。因此，多年来国际上许多国家都在寻求一种能综合判别煤自燃发火危险程度的方法。目前国际上大多采用对各种内、外在影响因素综合评分的方法。其指导思想是：首先对煤自燃倾向性进行鉴定，评出其分值，然后在大量统计分析的基础上对影响煤自燃发火危险程度的外在因素进行主观评判，给出分值。将两者综合相加就得出了相应条件下的煤自燃发火的总分值，再按总分值对煤层开采时期的自燃危险性进行分类。

### 1.3 煤层最短自燃发火期评价技术

煤层最短自燃发火期预测一直是国内外煤矿安全技术领域研究的重要方向之一。前苏联利用煤吸氧蓄热研究，提出了以煤吸氧速度常数为基础的检测工艺及其数据处理方法。从“八五”开始，我国着手重点从事典型易燃煤层最短自燃发火期的研究，其途径：一是用煤堆氧化实验装置在模拟条件下测定并解算发火期；二是测定煤的吸氧速度、氧化反应速度，以热传导及热平衡原理推算最短自燃发火期，并结合地质、开采、通风等影响因素修正确定发火期。通过研制煤层自燃发火模拟装置，建立了煤的活化能的计算方法和煤自燃发火环境条件的传热、传质数学模型，并提出了描述煤自燃发火的全新指标——碳、氢、氧解指数。煤自燃发火的早期预测预报方法主要有气体分析法、测温法、光电法、电离法、烟雾法、磁力预测法等。近年来，随着气味传感器的问世，又逐步形成了气味分析法。我国煤矿矿井火灾预测预报主要采用气体分析法和测温法，并以气体分析法为主。

## 2 煤层自燃发火危险性处理方法

### 2.1 气体分析法

气体分析法是以煤自燃发火过程中的气体产物规律来预测预报煤自燃发火的过程。气体分析法在过去相当长的时间内采用的是单一CO指标，但研究表明，CO指标与煤矿自燃发火过程的分段性对应关系差，受现场影响因素干扰较大，因此现阶段逐步发展为以CO、PH、链烷比、烯烷比等为主要指标的综合预测预报体系。气体分析法在20世纪70年代前，大多数采用人工取样进行分析。

### 2.2 气味检测法

2005年，日本等国研制成功一种气味传感器，并将这传感器用于日本太平洋煤矿井下煤自燃发火的早期，取得了初步成效，开辟了煤自燃发火预测预报气法的新领域。我国煤炭科学研究总院抚顺分院与海道大学、日本能源中心、日本太平洋煤矿合作，矿务局老虎台煤矿以气味检测法为中心开展了煤发火综合防治技术的研究，研究结果表明传感器能捕捉煤低温氧化初期释放气味微弱时煤温比CO提前20~30℃。气味检测法不但能检测出煤化初期释放气味的微弱变化，借助于人工神经网络分析，还能识别不同物质（如胶带、坑木、煤炭）燃烧时所释放的气味。

## 3 煤层自燃发火危险性预测法

### 3.1 外因火灾的防治

我国煤矿外因火灾中以胶带输送机火灾最为严重。近年来,随着我国煤矿生产机械化程度的不断提高,胶带输送机在煤矿运输中所占的比例越来越大,胶带输送机发生火灾的危险性也相应增加,其灾害程度也呈日益严重的趋势。我国先后研制出多种胶带输送机火灾检测和自动灭火装置,但仅是对其重点发火危险部位 3~5 个点进行监测,而且不能准确定位。另外,其对温度的监测也只是定温感测(通常为 70℃左右),不能实时地反映异常点的温度。如 DFH 型、DMH 型、KHJ-1 型、MPZ-1 型矿用胶带输送机自动灭火装置等都属于此类。九五期间,我国煤炭科学研究总院抚顺分院开发研制成功了胶带输送机火灾监测系统,该系统由地面总站、井下基站和井下检测分站、测温电缆等组成,每台分站可检测 112 个测点,每个基站可管理 14 个分站,总站可以同时监测井下 8 台基站的数据,整个系统最大测点数为 12 544 个。

### 3. 2 内因火灾防治技术

内因火灾防治技术的基本出发点是消除或破坏煤自燃发火的 3 个基本条件。由于出发点不同,相应的技术措施也不同。如堵漏风防灭火技术是降低煤自燃氧化的供氧量;阻化防灭火技术是通过阻化物质改变煤本身的自燃氧化性能,延缓和彻底阻止煤自燃发火的进程。另外,从煤自燃放火期的角度出发,加快工作面的推进速度,缩短采空区浮煤在氧化自燃区域(通常指氧化自燃带)内停留的时间,使其在最短自燃放火期内推移到窒息带之内,这也是矿井生产中通常采用而且十分有效的防火措施。

## 4 矿井火灾防治中存在的问题

近年来我国矿井防灭火技术与装备的长足发展是毋庸置疑的,但还不能与目前矿井火灾现状相适应,仍需要继续不断地完善和提高,只有这样才能从根本上改变矿井防火工作的不利局面。目前我国矿井防火工作存在的问题主要表现在以下几个方面:首先,用于火灾监测的传感器种类单一,稳定性差,精度不高,寿命短而且价格昂贵,极大地制约了火灾监测和预测预报技术的发展。其次,煤矿自燃放火期测定的实用技术尚未根本解决。虽然我国长期以来围绕煤自燃放火期预测进行了大量的理论、实验和模拟方面的研究,取得了许多相当有价值的成果,也研制出了专用测试装置,但由于试验周期长,与最短自燃放火期相当(最快也需 20 几天),试验的煤样量几十至上千 kg,因此难以作为常规测试装置普及,有关此方面的技术还有待于进一步提高和发展。另外,隐蔽火源探测仍是当今世界一大难题。我国已经就此进行了重点研究,主要方法有地质雷达探测法、红外探测法以及采空区预埋探测器等。

(转自《煤炭技术》2009 年第 3 期)