

矿井开采设计的减灾思考

邱振先

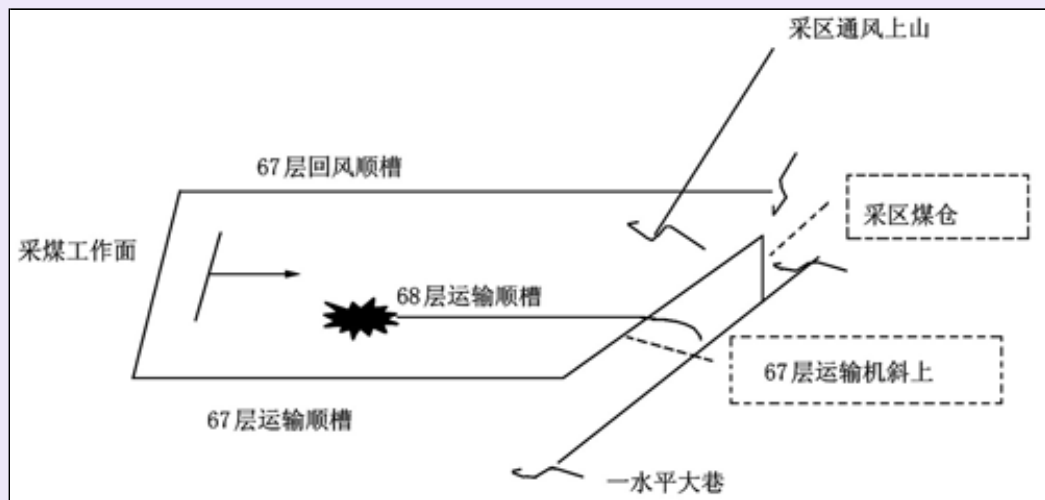
〔摘要〕介绍了2个煤矿瓦斯爆炸实例和1个煤与瓦斯突出实例，分析了如何避免和减少灾害带来的损失。提出在矿井开采设计时，应考虑在不同地点发生了事故时各系统的演变和灾害蔓延程度，应作为法定设计程序列入矿井设计规范中，以找出最小损失方案。对工作面厉退回采，U形通风、单双巷及多巷掘进、采区中央并列式巷道布置等提出质疑，进行了探讨。

〔关键词〕案例分析；矿井设计；减灾思考；减灾措施

煤矿爆炸事故之所以伤亡人数多，在很多情况下都是由于爆炸摧毁了通风设施，爆炸波的有毒气体大面积漫延造成的。在矿井开采设计过程中，将各个方案在不同地点发生爆炸事故时，矿井各系统将如何演变，事故可能漫延到何种程度，应作为法定设计程序的一个步骤，以找出损失最小的方案。这不同于井巷已经形成以后每年都要编制灾害预防计划，更不同于事故发生以后，要找出的经验教训和整改措施。当然，为了说明这个观点，还是要讨论已经发生的故事。

案例一

1990年七台河矿务局桃山矿七采区煤与瓦斯爆炸事故。事故分析认定，爆炸前4h，矿井事故停电，七采区一水平68层顺槽掘进工作面瓦斯积聚，大巷送电后，架线电机车牵引一列车驶来，掘进工作面瓦斯爆炸。爆炸波到达大巷时，受到列车阻挡，冲击波反射冲击煤仓下口，煤仓开口放煤堵塞大巷，爆炸波转向采煤工作面。这次事故共造成33人死亡。见图1。



事故发生时，爆炸起源点所在的巷道没有人，也没有送电。所以很难解释爆炸是如何发生的。有人提出可能是杂散电流引爆雷管。但计算表明，即使有杂散电流，其最大电流强度比引爆雷管所需的电流强度小一千倍，能量小一百万倍，不能导致爆炸。

案例二

1997年5月28日抚顺矿务局龙凤矿煤与瓦斯爆炸事故。情况类似。也是矿井事故停电4h，掘进工作面瓦斯积聚。爆炸发生时，这个掘进工作面没有电，也没有人作业。

安全科普知识

- ◆ 不断发展的三维地震勘探技术
- ◆ 钻探勘查技术
- ◆ 中国煤炭能源新产业发展现状
- ◆ 中国煤炭煤质特征
- ◆ 中国煤炭煤质特征1
- ◆ 中国煤炭分类国家标准中各类煤
- ◆ 怎样做好煤矿新工人安全教育培训
- ◆ 我国煤矿职业危害的防治对策
- ◆ 数字解读山西煤炭
- ◆ 数字化矿井筑起安全保障线

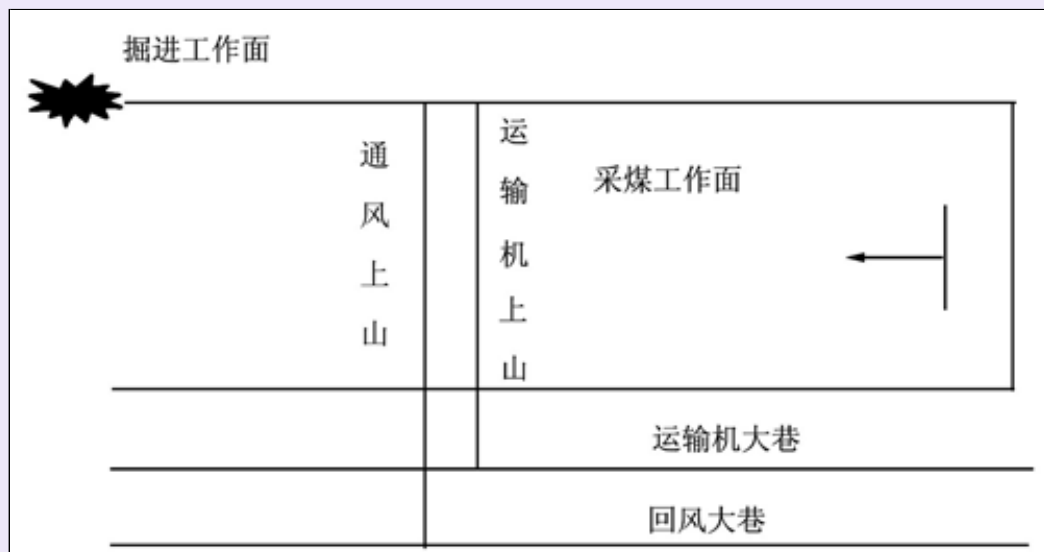
更多>>

专家答疑

- ◆ 主井的防腐处理
- ◆ 上隅角瓦斯治理
- ◆ 请问有没有办法让烟煤变成无烟煤变无烟煤
- ◆ 请问缺失挥发份的值怎么计算
- ◆ 证件
- ◆ 皮带断带的问题
- ◆ 抽出式局部风机的用途
- ◆ 为什么挖煤前要请测量人员测
- ◆ 请问YBK2系列防爆电机和

更多>>

由于采煤工作面就在这个掘进工作面的对面，爆炸波通过采煤工作面。这起事故造成68人死亡。见图2。



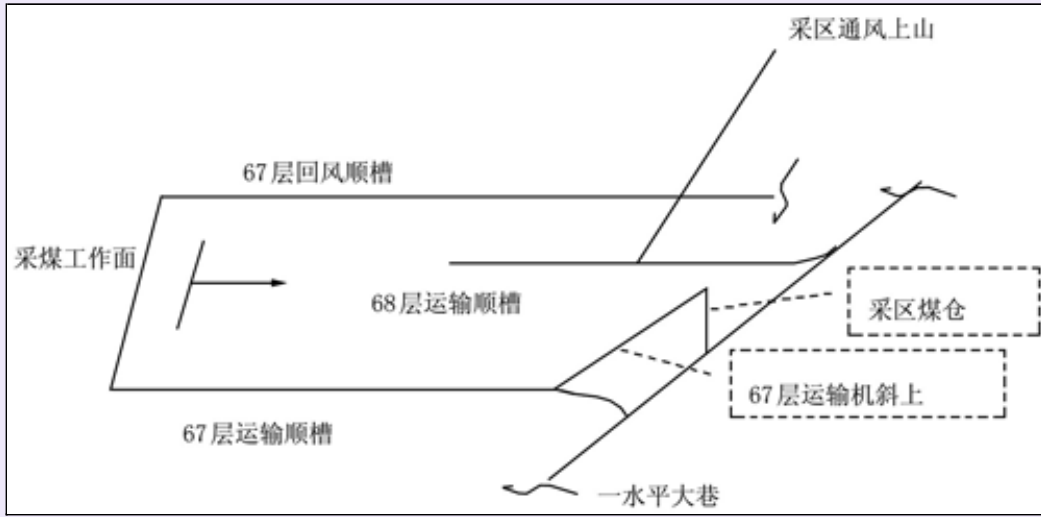
上述这两起事故在追查时，人们最大的疑问是：没有人，没有电，怎么可能爆炸？我就经历过这样一起瓦斯爆炸事故。1982年，七台河矿务局新建矿四采区发生瓦斯爆炸，事后查明，爆炸源是一段已经封闭了的下山掘进工作面。由于不是永久停工，所以风筒没撤出。根据风筒破损的方向以及其他迹象，可以判定，爆炸是1个锚杆脱落砸到铁轨上产生火花引起的。这起事故没有人员伤亡，我当时是这个矿的总工程师，参与了事故调查的全过程，我相信这个结论是真实的。

而对于前面说的两个案例，调查组对于事故是如何漫延的，有比较正确的叙述，可是对于即使发生爆炸，也能做到尽量减少人员伤亡，并没有提出有针对性的措施。事实上，事故发生前，就井巷当时的现状，能想到的减灾措施也都做到了，如瓦斯断电仪、隔爆水棚等。可是，尽管按规定采取了措施，仍然发生了特大事故。我看，事故的责任人，局长、矿长、总工程师，并没有直接导致事故发生的明显违章行为(当然，要找他们的毛病还是能找到不少的)。根据当时的政策，以伤亡人数决定对他们的处分。处分本应起到使人们吸取教训的作用，但这两个案例中，尽管受了处分，人们还是不知道，该怎么做才能避免类似事故再发生。

类似事故可以说是数不胜数。2003年7月，鸡西煤业集团城子河矿发生煤与瓦斯爆炸事故，情况也类似。也是系统停电，掘进工作面瓦斯积聚，送电后，掘进工作面修理电煤钻，引爆瓦斯，波及采煤工作面，总经理赵文林等一百多人死亡。事故调查时，还有人认为赵文林应当负相当大的责任。

这些案例说明，当井巷已经形成再来讨论减灾，只能是修修补补，作用有限。如果在设计时，就考虑减灾，就考虑到如果某点发生爆炸，怎样才能使破坏、伤亡减到最小，结果会大不一样。我们来当一次事后诸葛亮，看看这两个案例在设计时可以怎样做。

案例一只要做两件事。第一，68层顺槽掘进工作面在煤仓之后拉门；第二，拉门以后，先掘通风上山，贯通以后顺槽再正常掘进。见图3。这样，即使掘进工作面发生爆炸，也不会波及到采煤工作面。



案例二如果将中央并列式的采区布置改为边界上山布置，采掘系统互不联通，也可以做到减灾。如图4。

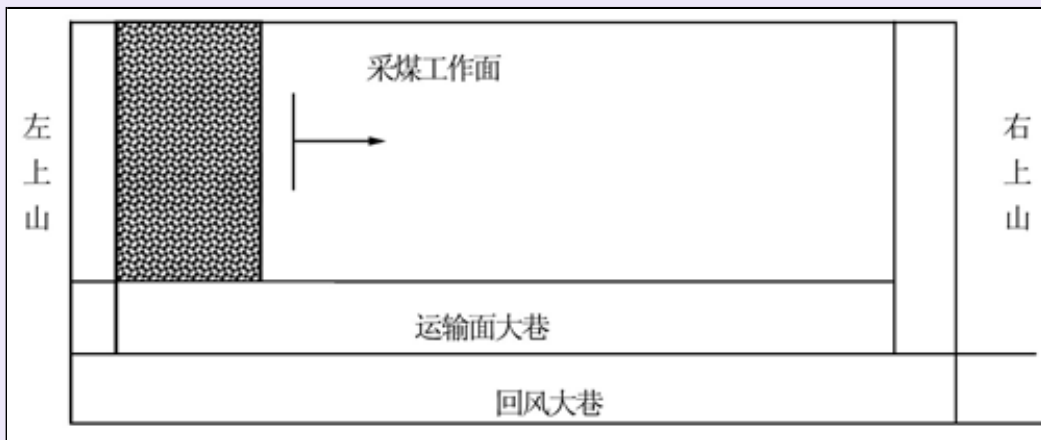


图4案例二改进方案

所以，矿井开采设计减灾的第一个思路，是对多个设计方案进行事故推演，看可能发生爆炸地点一旦发生爆炸，事故将如何漫延，找出相对安全的设计方案和施工顺序，可以使事故造成的危害最小。

案例三沈阳煤业集团红菱矿煤与瓦斯突出事故。

这个矿是煤与瓦斯突出矿井，多次发生煤与瓦斯突出事故。为了准备1个回采工作面的石门揭煤，用了1年时间进行钻孔抽放， Δh_2 等指标都合格，结果揭煤放炮28h后，于2001年12月28日发生煤与瓦斯突出，突出煤5000多吨，瓦斯40万 m^3 ，死亡28人，通风处长、救护队长、矿长、总工程师等多名干部殉职。这个矿由于石门揭煤困难，导致采掘关系非常紧张，愈是紧张，石门揭煤就愈频繁，形成恶性循环。和前面几个案例一样，事故责任人也没有多少明显违章之处，规定的防突措施都执行了。但死了人，仍然要对有关责任人给以处分。但是，我们能从中汲取什么教训？执行了人们再加上的几条规定，是不是就保证不再突出？

10多年前，丹麦有个煤矿发生了煤与瓦斯突出，死了6个人。政府拨款委托专家在世界范围做了调研。调研结论是，目前人类的认识水平，还不能保证杜绝同类事故。于是，经国会批准，国家收购这个煤矿，予以关闭。当然，我并不是说应当关闭所有有煤与瓦斯突出的矿井，但至少有一些矿井的灾害目前还无法治理时，也应当考虑关闭。

如果矿井不能关闭，而石门揭煤又非常危险，还有没有办法？我曾经和他们讨论过，能不能不用石门揭煤。我建议这个矿的下一个水平大巷布置在煤层中，不做岩巷；所有的煤巷都在超前钻孔的掩护下施工，可以不用石门揭煤。他们也说这可能是个好办法。可是并没有深入研究，更没有照办。我估计，他们的心态，照旧办法做，尽管可能不管用，但有先例，不求有功，但可以减过。如果另搞一套，成则未必有功，出了问题就一定有过。在当前这种煤矿安全管理体制下，人们有这种想法是不奇怪的。

1997年5月28日抚顺龙凤矿的爆炸事故出来以后，摆在我们面前的一个回避不了的问题就是，老虎台矿还能不能生产？老虎台矿是煤与瓦斯突出矿井，由于煤层条件变化，继续沿用V型长壁水沙充填采煤法已经不可能了，采用放顶煤采煤法，当时的安全生产规程有6条限制性条文。如果不能采用放顶煤采煤法，老虎台矿必然关闭，抚顺矿区将马上破产。我当时用科学实验的名义批准了他们的安全措施。2001年版煤矿安全规程更进一步，明文规定，突出煤层严禁采用放顶煤采煤法。我们只好对每一个工作面在投产前都由抚顺分院做出鉴定，按规定报批。其实大家都知道，这条规定是很荒谬的。因为很明显，放顶煤有利于地应力的释放，缓解突出危险。但是这件事是皇帝的新衣，谁都不肯说破。

铁法煤业集团三台子二井(现称为大平矿)是高应力软岩矿井，建井期间，马头门、井底车场、峒室大面积损坏，立了1个重大科研项目，历时3年，有的地点每米维修费高达4万元，才算治理住了。这当然是很了不起的成绩。但是，如果在设计阶段认真考虑矿压问题(有小康矿即三台子一井的实践，我们对矿压危害的严重性是有足够了解的)，就不至于产生这么大的矿压灾害，也可能不需要这么治理。我看过德国一个矿深度1400m的井底车场，矿压相当大，他们采用的是一个直径11m的全圆断面大巷，7车道，空车线、重车线、材料车线、中央变电所、水仓、泵房等全都布置在这条大巷中。因而最大限度地避免了应力集中。他们只要把直径11m的大断面全圆大巷支护搞好就行了，而这当然不是很困难的。

所以，我们矿井开采设计减灾的第二个思路，是客观地研究灾害，哪些是我们采取措施可以避免的，我们就采取相应的措施，哪些是由于人对客观世界认识的局限性，我们所有的手段并不能确保安全的，就应该尽量避免或者绕开这种不利情况。

可以说，对于爆炸事故，风门、密闭之类的通风设施，是整个矿井各系统中最薄弱的环节；而通风设施，在相应的矿井设计中，又是必不可少的。我们现在要讨论的，是在矿井开采设计里，采用尽可能减少甚至不用风门、密闭之类的通风设施的方案。

采掘工作面设计、采区巷道布置、采掘工作面和采区的通风设计，是最基础的技术工作，往往都是由基层的工程技术人员做的。他们可能经验不多，做设计时照书本办事，是自然的事。问题是存在的不等于是合理的。总工程师做了多年的技术工作，有了一些经验教训，也知道了一些与教科书不同的做法，有了一些与教科书不同的想法，但是总工程师往往要考虑宏观的布局，很少有机会亲手做这些基础工作了。这也是我们几十年一贯制，甚至谬种流传的原因之一。我想，可以就以下问题开展争论。

第一个问题，回采工作面后退式推进、U形通风是最好的么？关于回采工作面的推进方向，书上一直介绍后退式最好。其实这种方式的通风对风门的依赖性最大，风流中任何一点发生事故，沿途所有相关联的地点都可能受灾。与它相比，采煤工作面Y形通风更安全。这种方式，由于两顺都入风，瓦斯积聚的可能性减小，而且只要回风巷

不行人，不供电，没有电气设备，即使发生明火甚至爆炸，也不会波及到其他巷道，回风巷中发生意外的可能性很小。过去，由于沿空留巷的维修费用较大，这种布置主要用于应付高温热害。现在，沿空留巷的技术已经很成熟，留巷成本甚至可能比掘巷低一半。

第二个问题，两顺采用单巷、双巷或者3巷4巷，哪种方法好？我们过去认为，沿空留巷或沿空掘巷都不易控制，3巷或4巷掘进率过高，所以习惯采用双巷。如果两条巷道同时并行掘进双巷布置还有益于掘进时风管理的优点，但缺点甚多。煤柱留小了，可能由于压力迭加而被压垮，煤柱留大了，回收率降低。在近距离累煤层开采时，缺点更明显。与它相比，沿空留巷或者沿空掘巷的单巷处于免压带，在定向巷道使用，效果更好。由于煤巷掘进装备和技术的进步，煤巷掘进煤已经是矿井收入的重要部分，也可以考虑采用美国常用的3巷或4巷。这种方式对通风安全有利，长壁工作面采完以后，煤柱几乎可以全部回收。

第三个问题，采区内的中央并列式巷道布置是安全的么？我们翻翻教科书，看看国内各种文献资料，就会发现大多数的采区采用中央并列式巷道布置。我看，这种采区巷道布置是从片盘斜井套用过来的，并没有谁做过认真的技术经济分析。我们可以找一个采区进行图上作业，在走向两翼边界布置上山，计算一下巷道长度，就会发现，两翼边界上山方式与中央并列式比，其移交生产工程量、万吨掘进率都较低，采煤工作面尺寸倍增，工作面搬家次数减半。这种采区巷道布置的最大优点是安全。它可以做到采煤和掘进的通风系统、运输系统等完全分隔，各自独立。任何地点发生爆炸，产生的有害气体都直接进入回风系统，不会威胁相邻地点的安全。

所以，我们矿井开采设计减灾的第三个思路，是客观的审视过去在矿井开采设计中通用的习惯做法，要想一想，为什么我们是这么做的，为什么别人是那么做的，寻找现在的技术装备条件下更合理、更安全的矿井开采设计。

50年来我国煤矿的种种条条框框，很多是从前苏联原封不动搬来的。其实他们的基本思路就是兵来将挡，水来土掩，并不高明。矿井有瓦斯，瓦斯能爆炸，爆炸条件一个是相当浓度的瓦斯，一个是火源，于是就要求瓦斯浓度不得超过多少，就要求电气设备防爆，我们的质量标准就要求防爆率100%，逻辑严密得很，可是不见得管用。如鸡西的这起事故，可能事故前检查防爆率是100%，可是，仅仅1个工人打开电煤钻的这一地点这一时刻不防爆，于是就爆炸，就死人，死一百多人。平时检查的防爆率百分之百并不能保证不爆炸，不杀人！

中国语言言简意赅，有些人善于提出一些标语口号，真是朗朗上口。但这些口号正由于简单，往往避免不了片面性。诸如什么“有水快流”，什么“三年扭亏”，其效果都不好。在安全方面，我们也免不了有类似问题。例如，现在产量倍增了，而矿井能力并没有倍增，瓦斯爆炸事故频繁，有人认为，显然是风量不足，冒险作业所致。恐怕“以风定产”的命令就由此而来。上有政策，下有对策。于是大家纷纷要求重新核定矿井能力，结果，不用投资扩建，矿井能力也纷纷倍增了。

采用不同的采掘设备，采用不同的生产方式，单产单进的差异很大，矿井所需风量的差异也很大。中外煤矿生产建设的实践都证明，矿井经过技术改造集中生产以后，所需风量成倍降低。也就是说，集中生产以后，如不提高矿井产量，则需要更换小号主扇，如不更换主扇，则通风能力有余。我们过去核定矿井能力时，将通风能力、排水能力等也换算成煤炭产量，当时就被很多人所垢病，如再提到“以风定产”的高度，是否妥当，应当是可以讨论的。

对我国近年来煤矿重大事故的分析表明，造成矿井局部风量不足的根本原因是单产单进太低，局部作业面过多，人海战术，突击生产所致。片面强调“以风定产”，一方面可能不利于发现局部的风量不足，一方面不利于矿井集中改造后效能的发挥。

美国煤矿安全的基本思路和我们不同。矿井风量按我们的习惯看要大几倍，规定采空区也要配风，其乏风瓦斯浓度不得超过2%；同时，井下所有电气设备都不防爆。效果如何？美国年产商品煤10亿多吨，年死亡人数20—40人，多年没有瓦斯爆炸事故。我国年产原煤达到20亿吨，年死亡6000人，其中瓦斯爆炸事故死亡人数一半以上，这还是多年来的最好成绩。两种思路，孰优孰劣，一目了然。

所以，我们煤矿减灾的基本思路要改变。不应就事论事，应当有理论来指导。我1997年提出一个煤矿安全生产的理论框架，就是尝试这样做。我认为，熵理论、耗散结构理论和协同学理论是依次关联的3个重要理论，在这3个理论的基础上，可以建立1种煤矿安全评价体系框架，用以分析煤矿安全生产状态，提出改善煤矿安全生产的途径。

这个理论框架对煤矿安全生产的指导意义在于，明确指出煤矿是一个耗散结构。它服从耗散结构的一般规律。

第一，它的生存依赖于与外界进行物质、能量和信息的交换。

第二，系统越复杂，表明系统自身的熵越大，为了维持系统的运动就需要更多的能量交换。

第三，复杂系统比较容易失稳、崩溃和瓦解。这个理论指出，煤矿作为一个耗散结构，服从熵增定律。而熵增是表示系统混乱程度的指标。混乱是与发生事故的几率正相关的。

这个理论还指出，煤矿作为耗散结构是要演化的。其进程受必然因素和偶然因素的共同影响，服从协同学的一般规律。

从上面这些基本认识出发，我们可以分析，什么样的煤矿是相对安全的，怎么做是对安全生产有利的。我相信这个理论框架基本是对的。当然还有很多名家提出更高的理论。至于那个理论更符合实际，需要讨论。但总不能没有理论。我希望我们煤矿安全工作在理论的指导下，朝着有效的方向努力。

[版权声明](#) [商铺介绍](#) [理事会章程](#) [广告招商](#) [CCTE网站联盟](#) [友情链接](#) [帮助中心](#)

主办单位：煤矿与煤炭城市发展工作委员会

协办单位：北京嘉诚禾力广告有限公司

联系地址：北京市海淀区恩济庄18号院4号楼 邮政编码：100036

电话：010-88124838 88127046 传真：010-88127046

E-mail: master@mtsbxxn.com mtsbxxn@163.com

网站备案号：京ICP备05035317号

