



中文版本

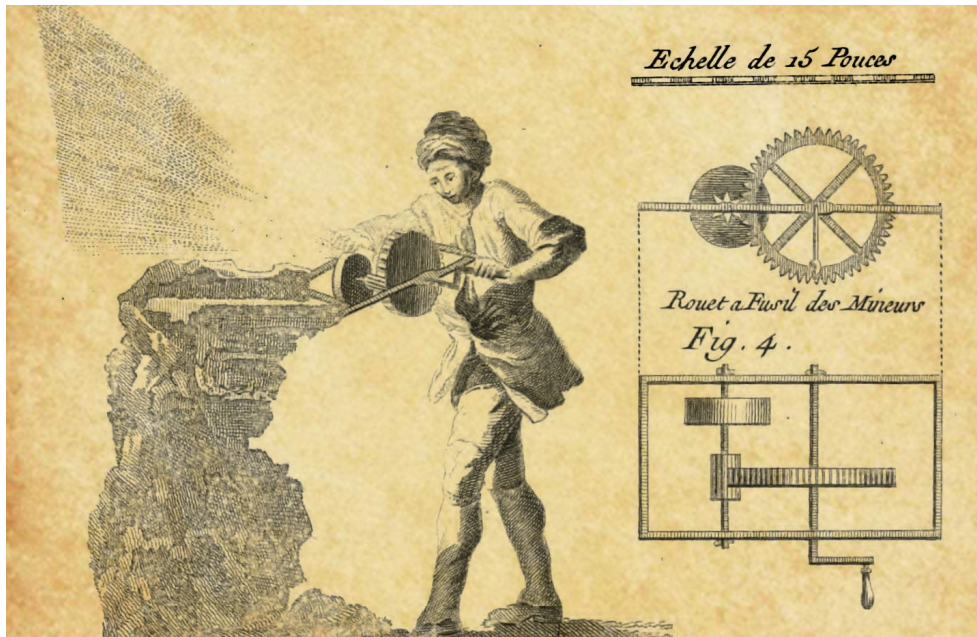


朱茂雅克

与加热相关的技术历史

## 第2章

从矿灯到防爆设备。简短的历史。



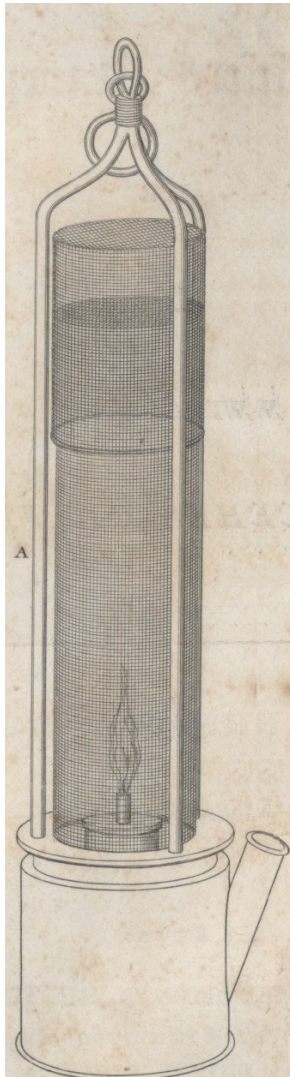
## 从矿灯到防爆设备。简短的历史。

油灯火焰而引致的在矿井中的煤气爆炸，导致很多意外事故及造成数百人死亡。这样的爆炸有双重危险：沼气和煤尘。当甲烷爆炸时，爆炸经常会由最初的爆炸导致煤尘团燃烧，而煤尘团燃烧会产生更剧烈的灰尘爆炸（尘末爆炸）。

举出最古老的例子，但肯定不是第一个悲剧，是在比利时附近的 Liège，Barbeau de Wez 的其中的一个煤矿，在 1514 年，当时造成 94 人遇害。

第一台似乎是为限制爆炸而开发的装置，火石磨（也称为钢磨），是由 Carlyle Spedding 在 1730 年左右发明的，当时在英国使用。这是以实验为依据，经时间观察得出的结果，易燃物点火器的火花或炽热铁简单的炽热不足以点燃沼气。实际上，正如后面将要展示的那样，沼气只能从耐久的热源中点燃，温度高于 650°C，这只能通过火焰来实现。（这种点火温度的概念包含在表面温度概念下的当前防爆标准中，这种最小点火能量的观点，本质上是安全的防爆装置开发的要点）。

这个装置首先由 Jars 在他的“Voyage métallurgique”（1765 年，第 12 期回忆录的第 245 页）中的引用，并且在 1770 年第二次更详细地进行了描述，附有草图，并且在 Jean-François-Clément Morand 的煤矿开发的书籍中跟着一份长的报价：



1815 年由 Humphry Davy 发明的矿工安全灯

“... 在煤矿之间是 Mons, Namur, Charleroi [位于比利时] 及其他的地方，他们称之为“Terou”，“Feu brisou”。在 Liege 他们称之为“Feu grilleux”，“Feu grioux”... 煤矿工人知道他们受到了威胁，并且它会通过自然效应从它所出自的地方除去空气以点燃；而且，一旦他们意识到，他们就会熄灭他们的蜡烛。

他们知道他们只是将要在没有灯光的情况下去做，它们是以蓝色火花的形式出现，所以他们在火焰上扔东西或干灰尘的时候他们会离开。

他们甚至知道如何预见它，当他们的蜡烛周围形成天蓝色的火花时，就像在火焰上抛洒一些盐或一些干灰尘。

在空气自由流通的煤矿中，人们不担心它，它可以作为工人的一种娱乐；得知矿井通风良好，他们看着这些蒸汽，他们听到火花的声音，看到它们以白线的形式出现；他们在其抵达蜡烛那里之前抓住它们，将它们压碎在手中。

... 在其他含硫非常高的煤矿中，这样的事发生得非常频繁，工人只有通过经验来得到启发，进入矿井并且在最深的昏暗的地方工作。经验告诉他们使用灯光工作的危险 ...

在纽卡斯尔的采煤场，这些“Pit-Mens”，或英格兰这一地区的工人，区分了两种蒸汽，他们称之为“Stith”，也许是由于 Stink, Stench 这些词的变体而已。比起“common Damp”，在英格兰的其他矿山中称为“foul air”。

第二种是硫磺蒸气，与第一种不同的是它的可燃性及它的其他现象：实际上，它远非集中蜡烛的火焰或将其熄灭，而是增加它并将其延伸到一个明显的高度；然后蜡烛火焰产生一个灯芯的效果，其点亮矿井的所有区域，此时产生有这蒸汽。在

Pensneth-Chasen，在采煤场是通过用一根蜡烛以这种方式设定火焰，从那

## 从矿灯到防爆设备。简短的历史。

时起，人们可以看到烟雾，有时甚至是火焰；在 Mostyn 的 Flintshire，在矿井里不时有蓝色的发散物，点燃并会伴随着爆炸。

一种情况是通过这种硫磺和易燃蒸气“Fulminating Damp”，这是非常好的，

在一些矿井里，它缭绕升起并在廊道的顶部自行收集，形成一个人们可以用眼睛感知的气球。

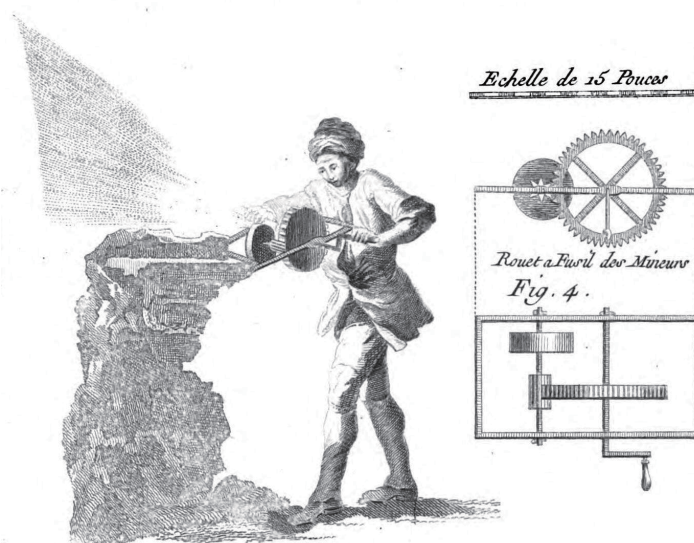
在 Wittchaven 矿井里，一旦他们看到一个直径为 8 英尺的；如果我们相信那些频繁使用纽卡斯尔矿井的人，那么它仍然是非凡的，虽然这种蒸气被蜡烛的火焰点燃，但工人们通过这种蒸气进行工作时，能无患地有效使用他们的点火器和他们的火石来拉出一道明亮的光线，他们照亮的好处，不会产生与灯和蜡烛同样的危险。

这个简单的评论，首先是针对燧石发火装置在不同时间发射的偶尔火花造成的，这使煤矿工想出一种方法来利用他们设计的火焰，在这种蒸汽上不能产生其照明灯光的火焰的可怕影响；他们深信他们可在某一个时间随意获得，可以通过在燧石发火装置上转动一个小钢轮来获得清晰度。整机称为“Flint mill”；它看起来非常像我们火绳枪的旋转轮，可以真正称为矿工的步枪轮。

很容易想象燧石对一块钢板产生相当多的连续一束的光线；在这种火之间肯定存在有差异，总是伴随着相当大的清风及一道光；尽管如此，火绒是用在露天中的火花和地窖里的火花中点燃的，其通过磨刀机轮在经过仪器时产生摩擦而产生的。虽然好的酒精不会着火，但这种奇妙的方式对驱散在矿井令人不安的灰暗的工作情绪是很重要的，但也不是那么的肯定人们可以完全放心地依赖它：Jars 先生自己在他的回忆录中引用了由于 Flint mill 的火花引起燃烧的例子。所有可以说的是，在平常呼气的情况下，“一般的潮湿”，否则会被在比利时的 Liège 矿工称为“有害的雾”和“fouma”，这在一定程度上存在，也就是说，在缺乏空气的地方，步枪轮不会发出光，并且必须要考虑其中的一个最不危险的方式。

这 Flint Mill 于 1734 年由 James Lowter 先生提交给皇家学会，作为提供所有的安全保障。他是泰恩河畔纽卡斯尔地区发生多次爆炸的原因，其中一次显然造成其发明者在 1765 年死亡。

英国矿工的 Flint-Mill



步枪轮的外形，在英格兰纽卡斯尔矿井的工人用来给自己照明，暴露于引爆蒸汽的地下矿井中的风险较小，这很容易点燃灯光。这个轮子有四个脚，而不是简单地支撑在工人的手中（如上所示）。



## 从矿灯到防爆设备。 简短的历史。

Jean-François-Clément Morant 补充了关于沼气的內容：“在英格兰和苏格兰，工人们想象出一种非常特殊的方法可以摆脱它；它不是等待火灾到达爆炸点，这通常是不可预见的，并且对他们来说是不幸的：他们通过警告自己来判定这个效果，正如我们所判断的那样，在他们的操作过程中，这就是程序。一个男人用湿布或油布盖住，他手里持着一根长杆进去矿井，它的末端带有一个固定在槽中的灯；他在接近蒸汽出来的地方，移动它的光靠近；并且因为爆炸的震动总是损害到矿井的顶部，这是上层部分的通道，它被紧紧地固定在地板上，以保护自己免受冲击；蒸汽瞬间着火，引爆伴随着有类似于雷声或火炮的响声，并由其中一个井逃脱。继续做这项工作的工人，第一次意识到这些蒸汽的存在量是否太大，因为在这种情况下，工人的灯被熄灭；然后他更屈向于地面，警告他的同伴们，大声地喊着让他们做一样的动作；燃烧的蒸气打不到那些最快按警告做的人，而那些来不及这样做的人就会被丧命或被烧。

约 60 年后，在法国，这种严密的方法经常被使用，并且在 1848 年由 Alphonse Meugy 在其著作的《Historique des Mines de Rive-de-Gier》书中有描述。

它包括聘请矿工、志愿者和更高的薪金，以每天点燃燃气。在矿工到来之前“点燃”沼气，该工人被称为忏悔者（因他所穿的服装）或枪手。

它也有用带有一支正在燃烧的蜡烛的矮种马。矮种马被洒上水并被送到通道，希望能产生非常轻微的爆炸。

然而，早在 1783 年，在比利时，“Société d’ Emulation de Liège”是解决气体矿井照明问题的几项发明的创始者，其仍未实施。

随着英国矿井事故重演后，英国工程师 Humphry Davy 负责寻找矿井照明问题的技术解决方案。1815 年 11 月 9 日，Davy 注意将火放入一个用非常细的网围起的空间里，沼气不会被点燃，他向皇家学会提交了一份名为《关于煤矿沼气及矿井照明的方法，以避免其发生爆炸》的回忆录的研究结果。Davy 灯每平方厘米有 210 目，但 Stephenson, Dubrule 和 Clanny 后来制作的相似方案中有更宽的网筛，每平方厘米只有 132 目。Davy 自己修改了他的灯，达到每平方厘米 121 目。

在“D”型防爆装置的现行标准中采用了他的最小间隙的概念。Davy 的灯早在 1816 年就在英格兰的纽卡斯尔盆地使用。1825 年，在公共工程和矿业部长的命令下，在法国强制要求制作 Davy 安全灯。“忏悔者”或“枪手”的做法约于 1835 年在矿井中被禁止。

这灯，在法国被称为“Davyne”，似乎有可以对所有沼气的点燃提供必要的安全保证，但是在使用这灯的煤矿里发生了多次爆炸后，很快就证明它不是完美无瑕的，而且它只能减少爆炸发生的机会，不能在所有情况下都可以防止爆炸的发生。特别是，它具有以下的缺点：

- 气和碳氢混合物的点燃，会出现穿过金属帆布，在通道中有一个快速的气流，鉴于此，灯的火焰使网孔变红或穿过网孔。

- 最轻微的震动可导致变形或甚至将网孔撕裂开，从而致使灯起不到作用。

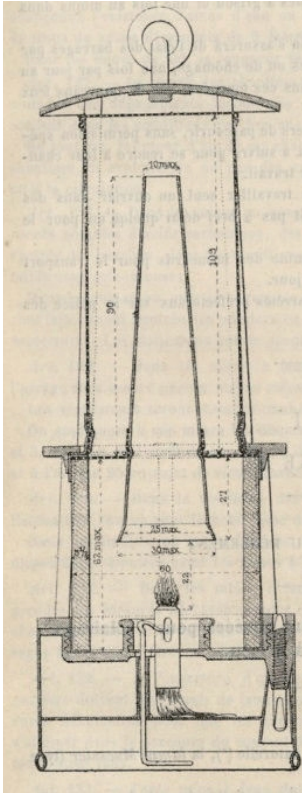
- 该金属网与油罐接触，很快被润滑并携带着燃料灰尘，从而形成内外可被点燃的浆状物。

早在 1816 年，应 Mons 商会要求，Davy 的灯在比利时最重要的一个矿井中进行了测试，即 Tapatout 的 2 号测试。以下是在当时的测试报告里摘录的：“在 Tapatous-sur-Elouges 的煤矿里，在安全灯的帮助下，完成了一项危险的工作，其以前是在黑暗中完成的，并因此而耗用很长的时间来完成。“Grisou”，因为工人称之为矿井的氢气，沼气在灯的金属网格中点燃，工人一天点燃达五十次和一百次，并没有燃烧到外面。这是一个很

## 从矿灯到防爆设备。 简短的历史。

大的进步；很快地各方面的发明者试图弥补其不足之处。特别是在1820年在根特（比利时）博览会的报告中，评审团指出：“我们知道矿工的灯具，是在其作者著名化学家 Davy 的名字下在引爆的原则上建立的，含碳的氢气爆炸不会渗透到一定细度的金属织物中。在 Liège 的 Dechevremont 先生，通过多种方式来改良 Davy 的灯，除了别的之外，在红铜汽缸的应用方面取得了非常显著的进步，用各种小孔刺穿，在水蒸汽的地方产生煤气的燃烧，在上部和电线织物非常柔软的部分迅速氧化。委员会判定 Davy 灯是由在 Liège 的 Dechevremont 先生改良的，引起大家关注并表示感激。她建议她的工作为“保持您的优点”，并提议为她颁发一枚银牌，同时，她认为可获得非常光荣的提名表扬。她认为 Descamps Mansuede 先生值得获光荣的提名表扬，Dour 已展示了两盏制作精美的 Davy 灯，而 Liège 的 Cambresy 先生展示了一盏带有两块凹镜的灯。

1842 年 Liège 工程师 Mathieu-Louis Mueseler 发明了一盏有以下优点的灯：



1842 年 Mueseler 发明的矿工灯

- 当有大量易爆炸性的气体，即使是纯氢气混合时，它会迅速熄灭。

- 它的照射是最好的，可以放在远离工人的位置并且无需工具，而且最适合用于有强气流的通道。

- 金属丝网，将它从罐中移开，不渗透到油。只能粘到干尘，但很容易除去。

- 它设有两个金属丝网，一个是水平的，而另一个是垂直的，这样，当一个破损时，另一个仍保持完整无缺。

- 最后，该气流从顶部到底部激活燃烧，而不是从侧面被激活燃烧，规定中提供了其他所有普及的安全灯的不可估量的优点，当空气中有足够的碳氢供给一种爆炸混合物时，它会突然关掉。

这盏在 Seraing 盆地和比利时的其他煤炭中心等传播开来，并且在 1864 年，它被比利时政府法定使用。然后，被法国和英国的矿井所采用。

矿工照明变得更安全。这些灯的使用，仍然与安全有关联，并也有人为的粗心而导致许多意外的发生。

下面是一个例子，我的一个祖先 Auguste-Joseph Jumeau，是受害者之一：

在 1852 年 3 月 6 日星期六，在 Borinage（比利时）Elouges 的“Ferrand”煤矿，早班人员刚到达通道，这是这矿井工作的最后一天，因为它要关闭以做好改善及安全工作。煤矿有一个小的直径并且仅允许有两个桶进行通行（大的桶用于将煤及人员运送上去地面），系在大麻绳上。

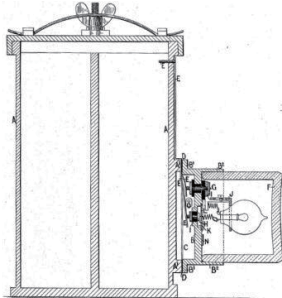
在 20 米的悬挂点，在一个通道的入口处，是一个给矿井马匹用的水箱。在上午约 10 点，负责饲养马匹的工人去那里取水。由于灯不够亮（可能是 Davy 型的灯），他不小心打开了它。一旦当火焰与大气接触，爆炸震动了矿井。驯马师被抛向墙，并且被烧伤得很严重。尽管如此，他幸免于难。他的许多同伴就没那么幸运了：63 名矿工，男性，女性和小孩均丧命。

危险仍有待解决：灯的点燃，如果意外熄灭，这迫使着它要退出井外。在 19 世纪 90 年代，在灯中，当煤油取代石油，对矿工灯用的电子点火系统进行了测试，其外壳没让火焰冒出（英国的 William Ackroyd, Morley 获

## 从矿灯到防爆设备。 简短的历史。



1862年电的矿工灯



1884年 Cad 电气灯

得专利)。

第一个带电池的手提式电灯由 Dumas 先生和 Benoit 先生于 1862 年在巴黎科学院呈现，没有明确地符合安全要求，不像早期所期望的那样在一个密封的管里展示它们的灯管，因为不怕沼气被点燃（刊登于 1863 年 7 月的工业工程杂志）。

在 1884 年，来自英国森林之门的英国人 Theophilus Cad 发明了一种电灯，其开关装入了被视为第一电隔爆外壳里（1884 年 1 月 5 日的英国专利号 806）。

从 1890 年开始被小心翼翼地使用，在 1920 年和 1930 年之间，电灯的发展非常缓慢。

但在煤矿引进电的不久后，有人还发现，固定式的电气设备，如照明、信号或电机会引发致命的爆炸。

约 1910 年，12 伏的直流信号系统被视为是安全出现了。

然而，在 1913 年 10 月，在英国煤矿发生了最大的爆炸，Senghenydd 煤矿，其中 439 名矿工丧生。被怀疑是警报系统所致，该警报系统由沿着通道的两条平行的裸电线所组成，这让矿工可以通过用金属工具立即接触这两条电线向地面汇报问题。但是钟的电感线圈引起火花，这可能是导致爆炸的原因。然后确认这些产品也许要由“本质安全”的先驱者通过精心的设计以获得安全保证。在此灾难之后，矿工要求移走煤矿的电气设备。然后开始了被称为“防爆的”电子设备的开发，其不可避免的火花仅能发生在一个保护层里，以防止点燃周围的气体。

从历史上看，危险（分类的）场所的论题最早在 1923 年出现在美国全国电气规范（NEC）里。该文章寄往生产、使用或储存高可燃度的气体、液体、混合物或其他物体的场所或分隔间。在 1931 年，“分类”包括 I 类，II 类，等等，对危险场所进行定级评定。

在这调查研究中，致使负载及输送机通过认证，当局是根据于 1930 年 2 月 3 日发布的，目录 2C 中的规定进行操作的。此目录是根据其引致火花的责任点和每个等级指定使用的外壳类型，对不同的电气配件进行分类。按目录所要求的，在正常的操作期间，一个可能会引致火花的配件必须要装入一个防爆盒里；也就是说，一种爆炸性气体在这样的一个盒子里必须不能点燃盒子周围的气体或在任何的接合处、方位或重要的入口放出火焰。因此，该局调查的目的是通过测试和检查，以确定盒子与它设计的目的是否一致。防爆的质量是通过在盒子里气体的爆炸测试来证明的。已做了其他的测试以检查电气间隙和绝缘是否足够。除了测试外，配件的详细检查，包括仔细检查是否符合图纸及规格要求。这些图纸构成调查设备的主要记录，因此必须要完整详细，以充分覆盖其结构，以获得批准。在执行这些调查后，在 1929 年矿务局期刊 305 中公布了矿井型电气设备测试的认证性，给出了测试设备和方法的描述。

在欧洲，“电气装置安装在危险区域的保护”第一个德国标准于 1935 年公布，并对电气设备在危险区域的安装给出指引。1938 年出现了根本的变化以划分安装要求（VDE0165）和产品的设计要求（VDE0170/0171）。

产品的设计标准，包括如防火外壳、浸泡在油中和增加安全的基本防爆类型。这导致了安装在加强安全型的外壳的防火配件的发展。按这标准设计的设备均标有这个标志 (Ex)。在 20 世纪 60 年代期间，欧共体成立的



## 从矿灯到防爆设备。简短的历史。

目的，是在欧洲建立一个自由贸易区。为了达到这个目的，技术标准需要进行协调一致。因此，创建了电工标准化的欧洲组织（CENELEC）。在1972年发布的一套新的欧洲标准（EN50014 - EN50020），其描述了用于爆炸性环境的设备。在1975年公布了用于危险区域设备的第一个欧盟指令，被称为“防爆保护指令”。1978年，由电工标准化的欧洲组织公布的第一版的欧洲标准，涵盖了安装技术。

目前在2014年生效的用于易爆气体设备的IEC标准有：

- IEC60079-1: 隔爆外壳“d”，
- IEC60079-2: 盖住的内部压力“P”，
- IEC60079-5: 粉末填充“q”，
- IEC60079-6: 油浸入“o”，
- IEC60079-7: 增安型“e”，
- IEC60079-11: 本质安全型“i”，
- IEC60079-15: 保护类型“n”，
- IEC60079-18: 封装“m”。

他们通过下列的设备标准进行补充：

- IEC60079-25,
- IEC60079-26,
- IEC62013-1,
- IEC62086-1。

在将它们的抄录转成欧洲标准时，国际电工委员会（IEC）的前缀被改为EN。