

煤矿安全生产知识丛书

矿井瓦斯

阳泉一矿通风区编写组

燃料化学工业出版社

煤矿安全生产知识丛书

矿 井 瓦 斯

阳泉一矿通风区编写组

*

燃料化学工业出版社 出版

(北京安定门外和平北路 16 号)

燃料化学工业出版社印刷二厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ 印张 $2^{1/4}$

字数 46 千字 印数 1-53,000

1974 年 12 月第 1 版 1974 年 12 月第 1 次印刷

书号: 15063·2122(煤-59) 定价 0.18 元

出版说明

《矿井瓦斯》是煤矿安全生产知识丛书之一。它是以贯彻《煤矿安全生产试行规程》、普及安全生产知识为主要内容的工人读物。

书中介绍了矿井瓦斯一般常识，重点介绍了目前瓦斯管理方面的经验，同时对瓦斯的抽放和利用也适当作了介绍。

本书是由阳泉一矿通风区三结合小组编写的，并由阳泉矿务局科技处、安全检查处作了审查和修改。

由于时间仓卒，调查研究、征求意见还不够广泛，书中难免存在一些缺点和错误，热忱地希望广大读者提出宝贵意见。

目 录

第一节 矿井瓦斯	1
一、什么是瓦斯	1
二、瓦斯的生成	1
三、瓦气的存在状态	2
四、瓦气的涌出形式	3
五、瓦气的性质	4
六、煤层和岩层的瓦斯含量	5
七、矿井瓦斯涌出量	6
八、矿井瓦斯等级的划分	7
九、瓦斯燃烧和爆炸的性质	8
十、瓦气的引火温度	9
十一、瓦斯爆炸的压力和传播速度	10
十二、瓦斯爆炸的破坏作用	11
第二节 矿井瓦斯检查	11
一、瓦斯检定灯的构造	12
二、用瓦斯检定灯确定瓦斯浓度的标准	13
三、瓦斯检定灯检查瓦斯的方法	14
四、使用瓦斯检定灯的注意事项	16
五、光学瓦斯检定器的构造和原理	18
六、光学瓦斯检定器的使用方法	20
七、热催化瓦斯测量仪的构造和使用原理	23
八、热催化瓦斯测量仪的使用方法	25
第三节 矿井瓦斯的管理	27
一、控制矿井瓦斯的限度	27
二、加强矿井通风	28
三、矿井风量和瓦气的观测	30
四、矿井巡回瓦斯检查	31

五、矿井主扇停止运转或恢复正常运转时的瓦斯管理	31
六、回采工作面的瓦斯管理	33
七、掘进巷道的瓦斯管理	35
八、无人工作巷道的瓦斯管理	36
九、已采区的瓦斯管理	36
十、放炮或机器采煤的瓦斯管理	37
第四节 煤与瓦斯突出	38
一、什么是煤与瓦斯突出	39
二、煤与瓦斯突出的原因	39
三、煤与瓦斯突出的特征	39
四、煤与瓦斯突出的预兆	41
五、煤巷掘进的预防突出措施	41
六、回采工作面的预防突出措施	43
七、石门揭穿煤层的预防突出措施	44
八、区域性预防煤与瓦斯突出的措施	47
九、煤与瓦斯突出矿井的管理	48
第五节 矿井瓦斯抽放和利用	51
一、煤体抽放瓦斯	51
二、邻近层抽放瓦斯	55
三、采空区抽放瓦斯	57
四、瓦斯泵和泵房	57
五、瓦斯管道	58
六、瓦斯抽放的安全设施	59
七、瓦斯罐	60
八、矿井瓦斯的用途	60
九、利用矿井瓦斯生产炭黑	61
十、利用矿井瓦斯生产甲醛	63
十一、利用矿井瓦斯做燃料	64

第一节 矿 井 瓦 斯

煤矿在生产和建井期间常常遇到瓦斯。过去，我国的劳动人民在生产的实践中，经无数次的瓦斯燃烧和爆炸，从血的事故教训中，逐渐对瓦斯有了认识，并积累和总结了许多防治瓦斯的经验，特别是解放后，在党和毛主席的英明领导下，广大煤矿职工认真贯彻执行党的安全生产方针，不仅创造了许多治理瓦斯的新经验，并且还成功地利用了瓦斯，变害为利，变废为宝，使矿井瓦斯成为宝贵财富。

一、什么是瓦斯

矿井空气中的有害气体，根据它们的危害性及其特性，大致可分为三种类型：

第一、可燃烧和爆炸的气体，主要是沼气；

第二、具有窒息性的气体，主要是二氧化碳；

第三、具有毒性的气体，主要是一氧化碳、硫化氢、二氧化硫和二氧化氮。

上述这些有害气体，煤矿都统统称为矿井瓦斯。但是，煤矿最普遍地从煤层和岩石里经常涌出的有害气体，主要是沼气。因此，煤矿习惯把沼气叫做瓦斯。下面所讲的矿井瓦斯就是单单指沼气的。

二、瓦 斯 的 生 成

池塘、湖泊里，经常看到水面上冒出许多气泡，原因就在

于水里面有许多花草树木的有机物质，这些有机物质腐烂发酵以后，就可以分解出一些气体，这些气泡就是我们所说的沼气。大约一公斤的有机物质发酵分解出的沼气有 0.2~1.0 立方米。

矿井瓦斯的生成和这种现象相似。亿万年以前，有许多原始森林，被水淹没或被泥砂所覆盖，这些树木与空气完全隔绝以后，由于嫌氧菌的发酵作用，就生成了沼气，但是，这样生成的沼气，大部分被排入大气，有一少部分由于吸附作用，保存在有机物质内。此后，有机物质上部覆盖层逐渐增厚，这些有机物质发酵也就慢慢消失了，同时受着地层的高温、高压作用，不断转化成煤炭，在炭化的过程中又继续不断地生成沼气，因此在煤的生成过程中就伴随有大量的沼气产生。当我们开采煤层或掘进井巷时，这些沼气就放散出来，就是我们这里所说的矿井瓦斯。

三、瓦斯的的存在状态

生成的瓦斯，有的存在煤层里，也有的存在于岩石里，瓦斯在煤层或岩层内存在的状态可分为两种：一种叫游离状态；一种叫吸着状态。

游离状态：就是瓦斯存在于煤层、岩层的裂隙或空洞中，它可以自由的从煤层或岩层的裂隙中散放出来。

吸着状态：这种状态又可分为两种：一种叫吸附状态；一种叫吸收状态。

吸附状态：这种状态，瓦斯在煤的表面形成一层薄膜而被煤所吸附存在。煤吸附瓦斯量的大小，决定煤对瓦斯的吸附能力，而煤吸附瓦斯的能力又决定于煤的空隙、炭化程度以及外界的温度和压力。如果外界的压力降低或温度升高时，吸

附状态就会转化为游离状态。

吸收状态:就是瓦斯存在于煤体的内部,瓦斯与煤体紧密地结合在一起,象气体溶解在水里一样。只有煤在破碎以后,瓦斯才能从煤体内散放出来。

四、瓦斯的涌出形式

煤层开采后,形成了采掘空间,煤层或岩层中所含有的瓦斯即可向采掘空间涌出,涌出的形式可分为两种:一种叫一般涌出;一种叫特殊涌出。

一般涌出:就是瓦斯从煤层或岩层露出的表面上,通过微小孔隙缓慢而持久的散放出来。一般瓦斯涌出首先是游离状态的瓦斯散放出来,而后吸附瓦斯均匀地转化为游离瓦斯散放出来。这种涌出形式,范围广泛,涌出的瓦斯量也占最大的比重。在湿润的煤壁上,以及有积水的地方,瓦斯涌出时会听到吱吱的响声或见到从水中冒出气泡。

特殊涌出:如果煤层中或岩石的空洞裂隙内含有大量瓦斯,采掘过程中,很短的时间内突然涌出大量瓦斯或伴有煤粉、煤块涌出,称为特殊涌出。这种涌出在范围上是局部的,时间上是短暂的。有的矿井,把瓦斯特殊涌出现象又分为:瓦斯喷出;煤倾出并带有大量瓦斯;煤压出并带有大量瓦斯;煤与瓦斯突出等形式。

瓦斯喷出:就是大量瓦斯从煤层或岩层的裂缝中在压力状态下很快的散放出来。有的是短时间喷出,也有的喷出延续时间较长。瓦斯喷出有的是穿过含有瓦斯的石灰岩溶洞、裂缝时发生,也有的发生在煤层中的采掘工作面。例如:1970年3月阳泉一矿有一段下山掘进时,钻孔与石灰岩裂隙相穿喷出瓦斯9300万立方米,持续时间15个月之久。

煤倾出并带有大量瓦斯：煤的倾出多发生在急倾斜煤层或厚煤层的水平巷道和上山巷道，石门揭开煤层以及回采工作面有时也会发生煤倾出现象。煤倾出是由于煤的自重引起的。在煤质松软，支架不好，煤层瓦斯含量较大的工作面，就可能发生煤的倾出并带有大量瓦斯涌出。

煤压出并带有大量瓦斯：煤压出是由于开采的煤层距地表较深，矿山压力大，将煤壁压碎并带出大量瓦斯。这种现象在急倾斜煤层或缓倾斜煤层均可见到，但在急倾斜煤层中，由于煤的自重作用而更为严重。

煤与瓦斯突出：是在矿山压力和瓦斯压力的综合作用下，很短时间内，煤与瓦斯突然大量喷出，这种涌出形式危害性极大。

五、瓦 斯 的 性 质

矿井瓦斯通常指的是沼气，化学上称甲烷，它是碳和氢化合而成的一种气体。

矿井瓦斯无色、无味、无嗅，在标准状况下每一立方米的瓦斯重量为 0.716 公斤，而每一立方米的空气重量为 1.293 公斤，瓦斯对空气的比重为 0.554，比空气轻一半左右，容易积存在巷道的顶部或掘进上山工作面的迎头上。因此，在检查瓦斯时，要在巷道和工作面顶部检查。

矿井瓦斯微溶于水，在摄氏 20° 的情况下，每 100 立方米的水能溶解 3.5 立方米的瓦斯。

矿井瓦斯没有毒，也不能供人呼吸，可是我们常常听到瓦斯会熏死人，这是怎么回事呢？这是因为维持人的生命主要靠空气中的氧气，正常情况下空气中的氧气按体积计算占 20.96%，当氧气减少到 9% 时，人很快就会进入昏迷状态，人

由于长时间缺氧就会死亡。矿井里的瓦斯不断涌出，瓦斯越大，氧的含量越减少，特别是在长期停工、停风的独头巷道，或不通风的旧巷道，瓦斯增加以后，氧气减少，人们冒然进入瓦斯较大的地区，就会因缺氧而死亡。所以在井下不要到通风不良的巷道去，也不要进入钉有栅栏并挂有“禁止入内”标记的巷道，防止发生瓦斯窒息死亡事故。

瓦斯的扩散性能很强，扩散速度比空气大 1.6 倍，所以它能从煤层或岩层中透过，扩散到巷道中。

瓦斯与井下空气混合后瓦斯体积的百分比，叫瓦斯浓度，一定浓度的瓦斯，遇到一定温度的火源就能燃烧或爆炸。瓦斯燃烧时，出现淡蓝色的火焰。由于瓦斯具有燃烧和爆炸的性质，所以成为井下自然灾害之一。

六、煤层和岩层的瓦斯含量

在煤的生成过程伴随生成的瓦斯，并不是全部保留在煤体内，其中大部分通过地层逐渐向地表扩散，现在开采煤层的瓦斯只是其中残留的一部分。煤层和岩层的瓦斯含量，是指在未经开采煤体和岩体所含瓦斯的数量。通常用每吨或每立方米的煤或岩石内所含瓦斯的立方米来表示。矿井瓦斯涌出量的大小与煤层瓦斯的含量有直接关系，而影响煤层瓦斯含量的因素很多，主要方面有：

1. 煤层顶板岩石透气性好，瓦斯可能通过顶板岩石自由散放出来，煤层瓦斯含量就小一些，如果顶板岩石透气性差一些，瓦斯不易扩散出来，煤层瓦斯含量就大一些。例如，山西大同煤田与抚顺煤田相比较，不论是煤的生成年代和碳化过程都比抚顺为早为高，其瓦斯含量应该比抚顺煤田大，但由于大同煤层的顶板岩石为孔隙率大的砂岩、砾岩构成，瓦斯容易

扩散；而抚顺煤田上部有百余公尺厚的油母页岩，岩石致密，瓦斯不易扩散。因此抚顺煤田比大同煤田瓦斯还要大。

2. 煤层埋藏深，瓦斯散放困难，煤层瓦斯含量也大，因此，煤层愈向深部开发，愈要加强瓦斯管理。

3. 煤层倾角越大，瓦斯易沿着煤层往上部扩散，因此，瓦斯含量就要小。

4. 有通往地面的断层地区，瓦斯沿着断层面放散，煤层的瓦斯含量就要小些。可是，在特殊情况下，如断层地区煤层受到破坏，会积聚大量瓦斯，瓦斯含量也就大一些。

七、矿井瓦斯涌出量

矿井瓦斯涌出量：是指开采过程中，单位时间内实际涌出到采掘空间的瓦斯数量。它只包括普通涌出形式的瓦斯，而不包括特殊涌出的瓦斯。表示矿井瓦斯涌出量的方法有两种：一种是绝对瓦斯涌出量；一种是相对瓦斯涌出量。

绝对瓦斯涌出量：是指单位时间内涌出瓦斯的立方米，单位为立方米/日或立方米/分。

相对瓦斯涌出量：是指矿井在正常生产条件下，平均每昼夜产一吨煤所涌出瓦斯量的立方米，单位为立方米/吨·日。

矿井瓦斯涌出的来源分为：从煤壁涌出；从采落的碎煤中涌出；从顶、底板涌出及从采空区涌出四个部分。从生产过程中瓦斯分布状况又可分为回采、掘进、采空区三个部分。我们能够掌握矿井瓦斯涌出量，同时能够摸清矿井瓦斯来源的分布规律，就可以针对性的采取治理措施，消除瓦斯隐患，实现矿井安全生产。这是瓦斯矿井一件很重要的工作。

矿井瓦斯涌出量并不是很均匀的，瓦斯涌出量的大小受许多因素影响，其主要影响因素有：

1. 煤层和岩层内瓦斯含量大, 矿井瓦斯涌出量也就大;
2. 开采煤层群时, 邻近层的瓦斯向开采层涌出, 矿井瓦斯涌出量就大;
3. 厚煤层分层采煤时, 先采的分层瓦斯涌出量就大, 而后采的分层瓦斯涌出量就小;
4. 采空区丢煤多的采煤方法, 瓦斯涌出量大, 而丢煤少的采煤方法, 瓦斯涌出量就小;
5. 回采和掘进工作面, 产量高、推进速度快, 瓦斯涌出量就大, 相反产量低, 推进速度慢, 瓦斯涌出量就小;
6. 矿井开采的范围愈大, 开采深度愈深, 瓦斯涌出量也就愈大, 而开采范围小, 开采深度浅, 瓦斯涌出量也就要小。

八、矿井瓦斯等级的划分

矿井中瓦斯涌出量的大小, 是矿井瓦斯危险程度的一个标志。因此, 将瓦斯矿井分为等级进行管理。按照矿井瓦斯等级的不同, 可以从设备上、制度上、组织上采取相应的措施, 来防止瓦斯事故。

在一个矿井里, 只要发现过一次瓦斯, 不管在哪个地点, 哪个煤层, 这个矿井就是瓦斯矿井。在这个矿井里, 无论有多少个无瓦斯煤层, 都必须按照瓦斯矿井的工作制度来管理。只有从来没有发现过瓦斯的矿井才是无瓦斯矿井。

瓦斯矿井的等级, 是按照每昼夜产煤一吨所涌出的相对瓦斯量来划分的, 《煤矿安全生产试行规程》中规定: 瓦斯矿井等级分为下列四级:

- 一级瓦斯矿井: 5 和 5 立方米以下;
- 二级瓦斯矿井: 5 以上到 10 立方米;

三级瓦斯矿井：10 以上到 15 立方米；

超级瓦斯矿井：15 立方米以上。

开采瓦斯喷出或有煤和瓦斯突出煤层的矿井都属于超级瓦斯矿井。

每个矿井，每年都必须进行瓦斯矿井等级鉴定。根据在全年瓦斯变化较大的一个月份进行，每月观测三天，每天要分三班在生产较正常的时间测定，把测得最高的一次绝对瓦斯涌出量，确定矿井和各个煤层的瓦斯相对涌出量，划分瓦斯矿井的等级。

九、瓦斯燃烧和爆炸的性质

瓦斯本身是不会自己燃烧和爆炸的，瓦斯到一定的浓度，遇火点燃就能爆炸，经过试验证明，当瓦斯浓度小于 5~6%，遇到火源时，瓦斯只是在火源附近燃烧而不会爆炸；瓦斯浓度在 5~6% 到 14~16% 时，遇到火源具有爆炸性，所以 5~6% 瓦斯浓度称为瓦斯爆炸下界限，14~16% 瓦斯浓度称为瓦斯爆炸上界限。瓦斯浓度由 5~6% 到 9.5% 爆炸威力逐渐增强；瓦斯浓度由 9.5% 到 14~16% 爆炸威力又逐渐减弱；瓦斯浓度在 9.5% 时爆炸力最强。这是因为瓦斯浓度小于 5~6%，有一部分氧气没有参加反应，当瓦斯浓度大于 14~16% 时，一部分瓦斯没参加反应，只有瓦斯浓度在 9.5% 时，氧气和瓦斯全部参加了反应，所以爆炸威力最强。

当瓦斯浓度大于 14~16% 时，一般不爆炸，但遇火能自行平静地燃烧。

瓦斯燃烧或爆炸浓度的界限，并不是固定不变的，实际井下空气中混有飞扬的煤尘和其它可燃烧的气体，例如空气中每立方米有 10~12 毫克的煤尘时，瓦斯浓度达到 4% 遇火就

会爆炸。所以瓦斯燃烧或爆炸的界限是变化的。

十、瓦斯的引火温度

瓦斯浓度达到一定程度，也不是遇到任何温度的火源都会燃烧或爆炸的，而是火源要达到一定温度，瓦斯才会燃烧或爆炸。小于这个温度，瓦斯是不会燃烧或爆炸的，通常把这个温度叫作瓦斯的引火温度。试验表明一般瓦斯的引火温度为 $650\sim 750^{\circ}\text{C}$ ，但由于瓦斯浓度的不同，引火温度也有差异，瓦斯浓度在 $7\sim 8\%$ 时最容易引燃，不同瓦斯浓度的引火温度见表 1-1。

表 1-1 不同瓦斯浓度的引火温度

瓦斯浓度(%)	2.0	3.4	6.5	7.6	8.1	9.5	11.0	14.7
引火温度($^{\circ}\text{C}$)	810	665	512	510	514	525	539	565

如果火源相同，火源面积越大，点火时间越长，越易引燃瓦斯。瓦斯与高温火源接触后，并不立刻引燃，而要延缓一定的时间。不同的瓦斯浓度和不同的引火温度，延缓的时间也不同。例如：6%的瓦斯浓度，引火温度 700°C 时，延缓时间为10秒，当引火温度为 1025°C 时，延缓时间为0.07秒。这种引火延缓的现象，对矿内安全爆破有着很重要的意义。因为放炮时，虽然爆炸火焰温度高达 2000°C 以上，但火焰存在的时间，仅千分之几秒。因此不致使瓦斯引燃。倘若炸药未完全爆炸出现了爆燃现象，延长了引燃瓦斯的时间，就引起瓦斯燃烧或爆炸，这是煤矿常见的事故，必须引起人们的注意。不同瓦斯浓度的引火延缓时间见表 1-2。

表 1-2 不同瓦斯浓度的引火延缓时间

瓦 斯 浓 度 (%)	火 源 温 度 (°C)						
	700	725	750	775	825	925	1025
	引 火 延 缓 时 间 (秒)						
4	8.2	3.6	2.4	1.4	—	—	—
6	10.0	4.3	2.6	1.5	0.62	0.21	0.07
8	14.0	5.2	3.0	1.6	0.67	0.25	0.08
10	—	6.3	3.5	1.75	0.72	0.26	0.09
12	—	7.9	4.1	1.90	0.77	0.27	0.09

十一、瓦斯爆炸的压力和传播速度

瓦斯爆炸时,如果是在密闭的容器中进行,可产生2150~2650°C的高温,如果是在井下巷道中爆炸,也能产生1850°C的高温。由于爆炸后产生很高的温度,空气迅速膨胀,就会形成很大的压力,大约为9个大气压。如果连续爆炸时,由于前次爆炸的冲击压力的存在,所以瓦斯爆炸往往是越向外发展,其破坏威力越大,破坏力最大的地点不在爆源附近,而是在其外围,根据这个道理,我们可以作为事后寻找火源的依据。

瓦斯爆炸波的传播速度是很快的,尤以瓦斯浓度为9.5~9.9%爆炸波传播速度最大,瓦斯浓度偏低或偏高都会降低爆炸波的传播速度,同时,爆炸的空间对爆炸波传播速度也有很大影响。爆炸空间如果是封闭的(如发生在峒室中)传播最慢;在两端开放的巷道中爆炸波传播的较快;在一端开放的巷道(如在掘进的独头巷道工作面)爆炸,传播速度最快,其最高速度可达200米/秒。

由于爆炸波传播的速度快,冲击力强,瓦斯爆炸时会将其附近邻近巷道和采空区的积聚瓦斯冲出,并扬起煤尘,形成连

续的煤尘、瓦斯爆炸。

十二 瓦斯爆炸的破坏作用

矿井瓦斯爆炸,对广大职工和国家财产威胁极大,如果煤尘参与爆炸,这种危害就更大了,瓦斯爆炸的破坏作用有:

直接冲击力和反向冲击力的破坏:瓦斯爆炸后,高温气体以很大的压力自爆炸地点向外扩张的压力叫直接冲击力。瓦斯爆炸后爆炸地点温度迅速下降,水蒸汽凝结,空气稀薄,产生与爆炸反向的压力叫反向冲击力,这两种冲击力,破坏性最大,爆炸后往往会出现顶板塌落,煤壁崩塌,通风设施破坏,煤车颠覆,道轨弯曲,设备毁坏等,同时使爆炸地点的人员大量伤亡。

缺氧窒息或中毒:瓦斯爆炸时,由于大量的氧气参加了燃烧,爆炸时也产生一氧化碳等有毒气体,使井下空气氧的含量减少,造成人员缺氧窒息或其它有害气体中毒,使人员伤亡。

酿成火灾:由于爆炸时会产生 1850°C 的高温,往往引起井下巷道支架或煤的燃烧形成火灾,发生火灾时也会有烧伤人员的可能。

第二节 矿井瓦斯检查

瓦斯遇到火源能够燃烧和爆炸的性质,是在瓦斯爆炸界限内发生的,为了避免爆炸事故发生,就必须使瓦斯的浓度,达不到爆炸界限的浓度,要作到这一点,就必须及时地、准确地检查瓦斯浓度,通常我们说检查瓦斯工作,就是指检查瓦斯

的浓度,只有掌握瓦斯的浓度变化规律,才能采取各种预防和处理瓦斯的措施,实现矿井的安全生产。

煤矿的瓦斯检查工作,是由矿井通风安全部门的瓦斯检

查人员、放炮人员、测风人员以及采煤班队长来完成的。这些人员必须了解瓦斯检查仪表的构造原理,熟习它的使用方法。下面介绍目前我国常用的几种瓦斯检测仪的使用方法。

一、瓦斯检定灯的构造

瓦斯检定灯又叫安全灯,俗称火灯,是目前煤矿常用的瓦斯检查工具之一,它的种类很多,有本多式、58型、AQD-12A型或AQD-12B型等等。虽然种类很多,但其构造都大同小异,这里只列

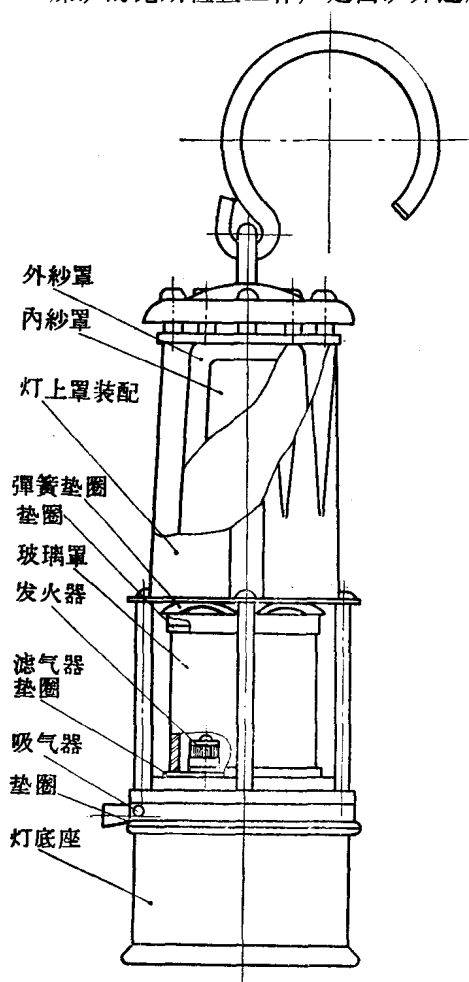


图 2-1 AQD-12A型瓦斯检定灯构造