

井下试验

能够进入井下巷道，提供了直接接触煤层的机会，这是那些纯粹从地面作业找气的人们所不能得到的。但由于井下环境的不同，给测量工作带来的不光有优势，同时也有挑战。

地质特征

评价任何煤层储层的首要任务是了解地质状况。井下的情况便于非常详细地对煤层进行填图。突出的特点是煤具有层里，包括潜在的填充带，最重要的是割理。割理是煤层内接近垂直的裂缝。割理间距的决定达西渗流开始作用前，扩散的范围。割理本身的性质是最重要的 - 它们是否填充了黏土或碳酸盐？这种填充物可以很有效地密封煤层。煤的硬度变化也很重要，这是因为煤炭的力学性质将会强烈地影响煤层对排水所带来的有效应力变化的反应方式。这种变化起因于流体压力下降，以及煤因释放气体和水而引起收缩。

井下试验方法

气含量测试

储层性质最基本的试验是对储层压力和气体含量的评估。气体含量惯用的测量方法是，首先取芯，把它放在一个解吸罐内，测量其解吸的气体。这种技术在井下环境中使用受到一定的限制，一方面由于煤的解吸是从其被切割时开始，另一方面取芯所花费的时间可能过长。经常与煤芯损失气的估算法相违背，这是因为煤芯解吸速度得到测定之前的时间已经滞后了。

从一个钻孔中得到钻进和冲孔钻屑用于气体含量测量有显著性优势。这可以通过使用空气或水循环来实现。前者提供了钻屑最快的返回方法，并且适合于干燥煤层。在图1中对其进行了说明。迅速收集钻屑，并从给定钻孔段收集钻屑，进行测量并用作构造煤或者有突出倾向的煤的判定指标。然而，在收集钻屑并把它们放于一个解吸罐内进行解吸时，在极高的速率下用水冲洗短孔是完全有可能的。一旦解吸罐的解吸速度放缓，可以磨碎钻屑，以确定残余气体的量，这种方法将会成为煤芯解吸的常用方法。钻屑在转送过程中的气体损失可通过扩散方程的解来确定。不仅气体含量可以确定，而且煤的扩散系数也可以确定。该过程可以得到高度精确的结果。

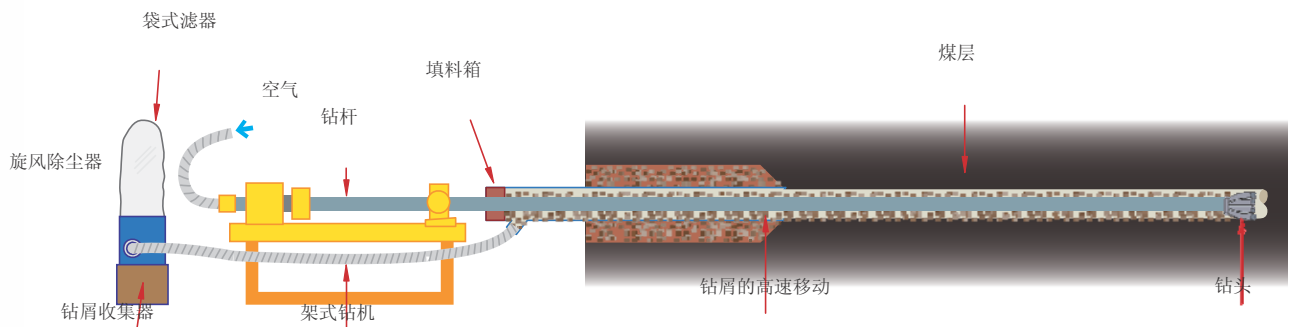


图1 干式钻孔取样系统

Sigra已经开发了另一种系统，可以测量深孔钻屑的气体含量和吸附压力。这是钻孔加压工具。这种工具附着于牢固胶合的竖管上，包含一个旋转密封和一个维持钻孔压力的压力调节阀。这种压力可防止气体渗入钻孔壁。取出并放入一个加压解吸罐内的钻屑具有极微的解吸且解吸压力可以进行测量。这可以通过相关吸附等温线取得气体含量。图2给出了这种设备的结构。

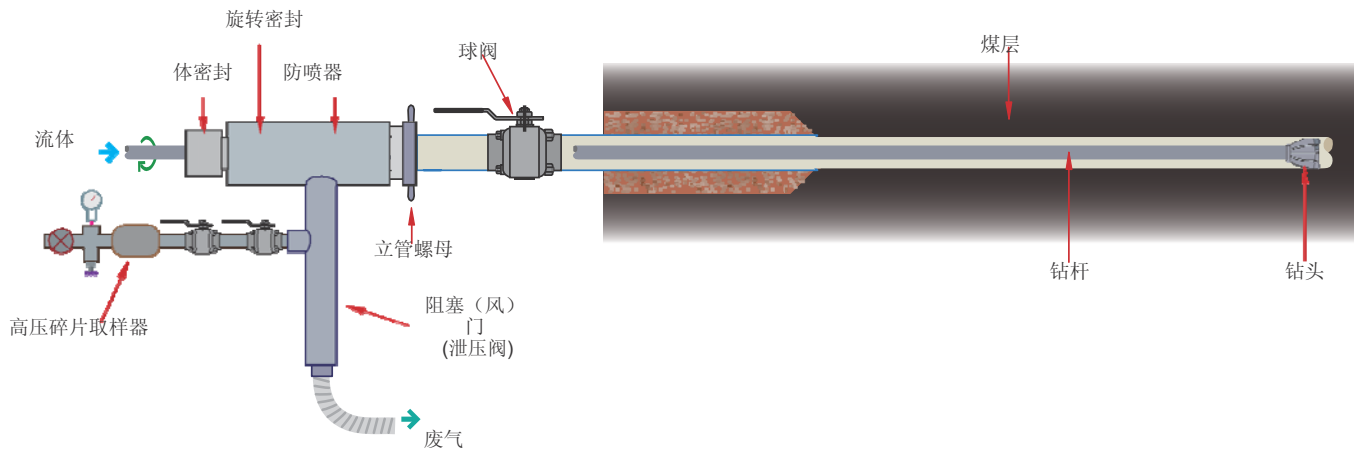


图2 钻孔加压工具

流量增量测试，以确定该煤层的均质性

煤的结构是很不均一的，从钻孔测量的流量通常不是沿孔段均匀地释放。该流量取决于许多因素，如钻孔中的煤分层、割理方向和强度，煤层应力，孔的方向和煤层内的主要节理。

因此，不仅要测量钻孔的流量，而且还要测量钻孔分段的流量。如图3所示系统，可用于确定沿孔不同位置的流量。在这里，测量流量之前，将一个单密封（封隔器）推入孔内测量段的后端，然后充气。接着该封隔器放气，然后向外拉钻杆，比如说每次拉一节，重复封隔器充气，测流量过程。因此每单位长度的流量，是测量之间的差，或流量-距离曲线的斜率。这个过程可进行重复测量以得到整个孔长范围内一个完整的流量剖面。

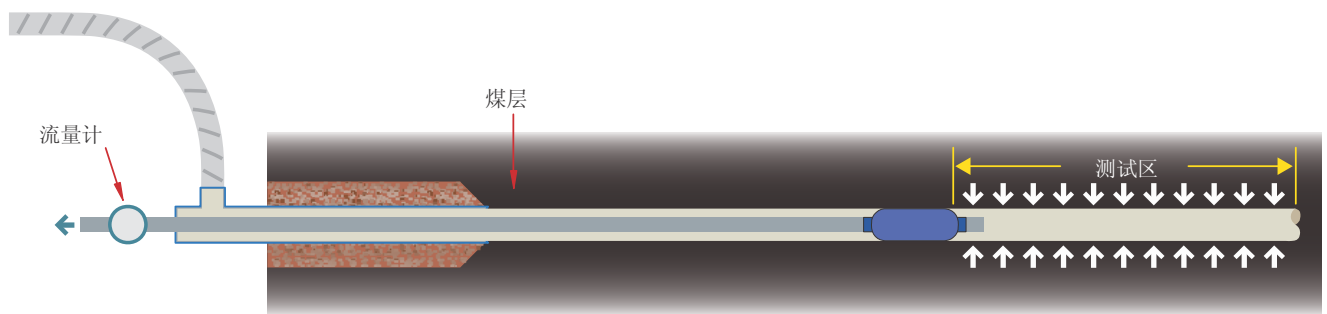


图3 单封隔器流量增量测试

这种方法不能在较长钻孔中使用，因为相对于总流量而言，在测量之间的流量变化是比较小的。因此可以使用图4所示的系统。在这个系统中，双封隔器（在它们之间带有测试区的两个密封）可进行膨胀，隔离出孔的一段进行流量测量。来自孔内双封隔器封割区远端的气流可旁通分流。

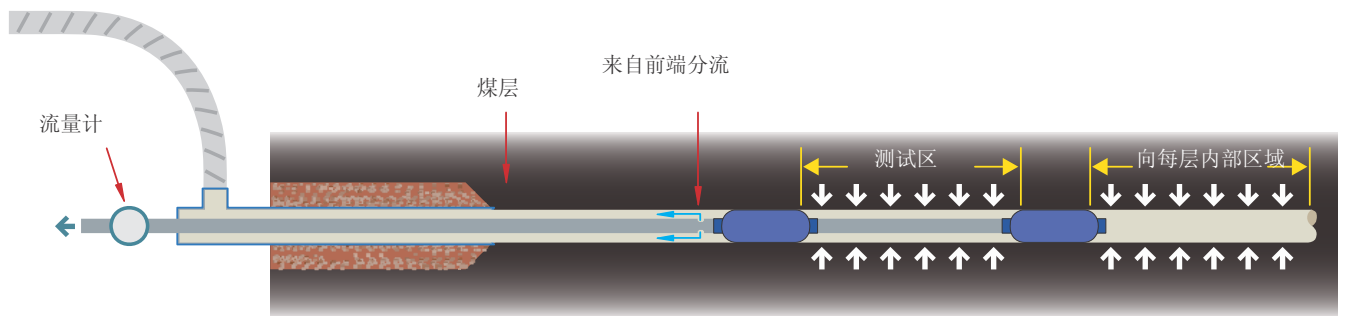


图4 双封隔器流量增量测试

渗透性的确定

高瓦斯煤层渗透性的最快捷的测定方法是使用图5所示的系统。在该系统中，首先钻一个孔，然后插入一个单封隔器，深度超出井下巷道近孔的破碎带影响范围，封住该孔，对进入与封隔器连接的抽气管的流量进行测试。在一段时间内测量水和气体的流量，然后关闭管阀，监测压力恢复。通常是在压力恢复期用第二个流量来重复该步骤。测试技术可以在孔的几个方向上进行，以确定渗透性的方向特性。由于煤层的复杂特性，该渗透性的必须通过历史匹配和使用模拟器予以确定。

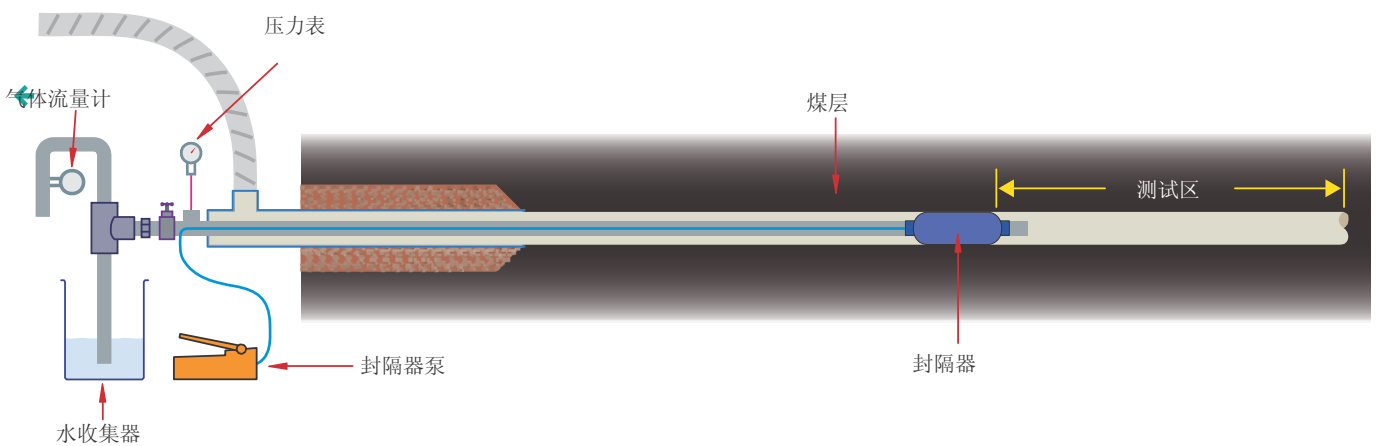


图5 单一煤层内孔的地下渗透率试验的建立

长期渗透性和物质平衡

由于在整个生产过程中渗透性的变化，以及为保持对物质平衡而要求的检查，进行长期排采试验是非常有用的。做这些的根本目的是对比煤层压力的变化和煤层中的产气量，通过吸附等温线，利用压力得出气体含量。因此，物质平衡方程可以得到应用。

$$\text{剩余气含量} = \text{初始气含量} - \text{抽放量} + \text{其它来源气量}$$

剩余气含量可通过压力传感和吸附等温线使用来确定。

初始气含量可以直接测量，或通过压力进行测量。

抽放量的量可通过流量测量获得。

其它来源气量是指通过巷侧或通过主要节理或通过顶板或底板进入煤层而增加或损失的气体量。

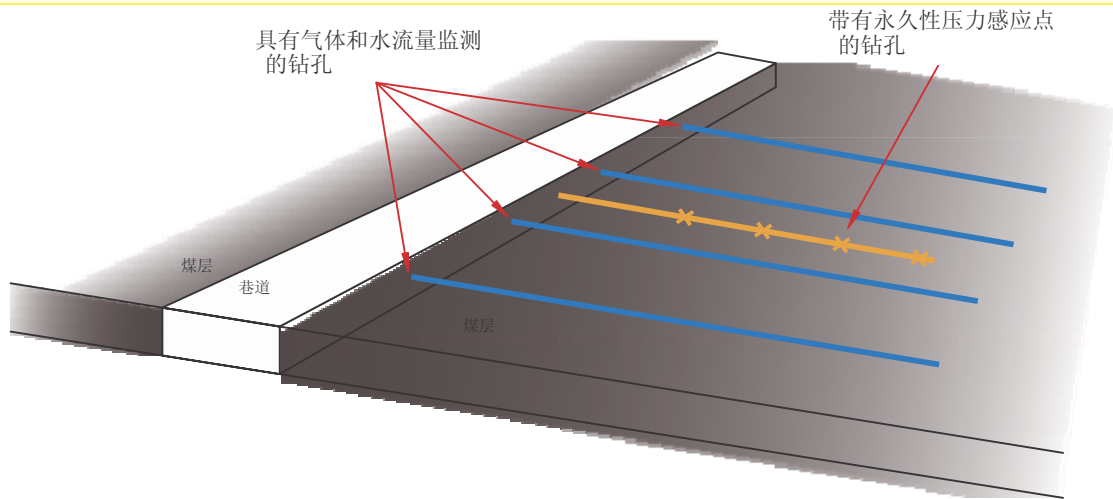


图6 采用4个排水孔和中央压力传感孔的煤层内排水试验

理想的实验布置如图6所示。在这里，首先钻一个中心孔，并通过多重封隔器组合（图7），或灌注带有压力传感器或传感线的孔（图8），配备压力传感点。然后在压力感应孔任一边钻两个侧翼排水孔，测量从这些孔流出的流量。

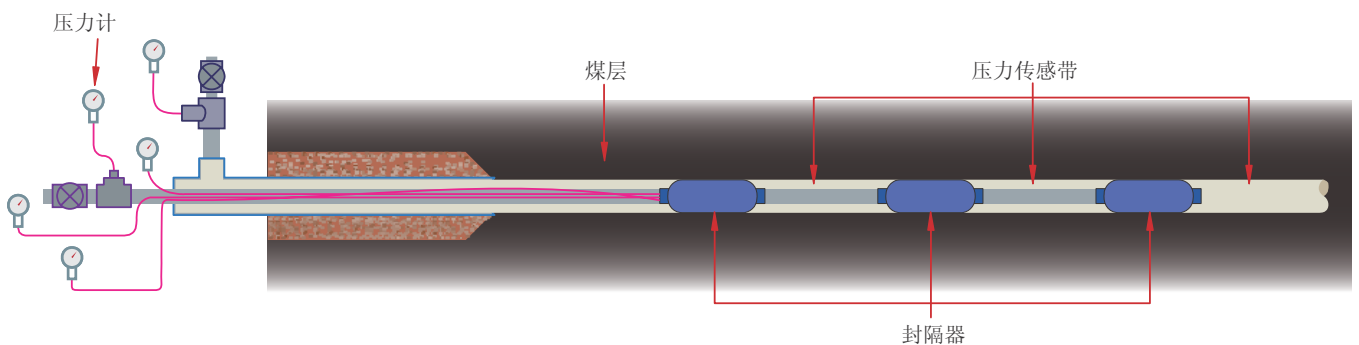


图7 压力监控煤层内钻孔的多重封隔器组合

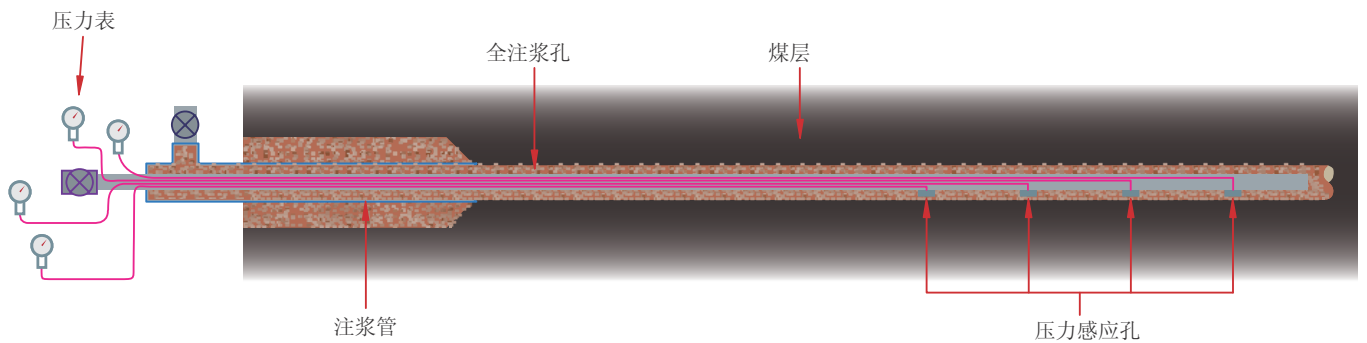


图8 煤层内多点永久压力感应孔

来自用吸附等温线所进行的煤层压力测量的气体含量和来自材料预算计算所得出的气体含量之间的相关性的例子如图9所示。这个例子显示了非常好的匹配性，这表明了已取得对煤层排水特点的认识。煤按体积平均渗透率可通过历史拟合来确定。请注意，并非所有情况都显示出这样好的匹配性，且在这些情况下需要对其它来源进行调查。

与压力测量和吸附等温线所得到的气体含量相比的气体含量材料预算

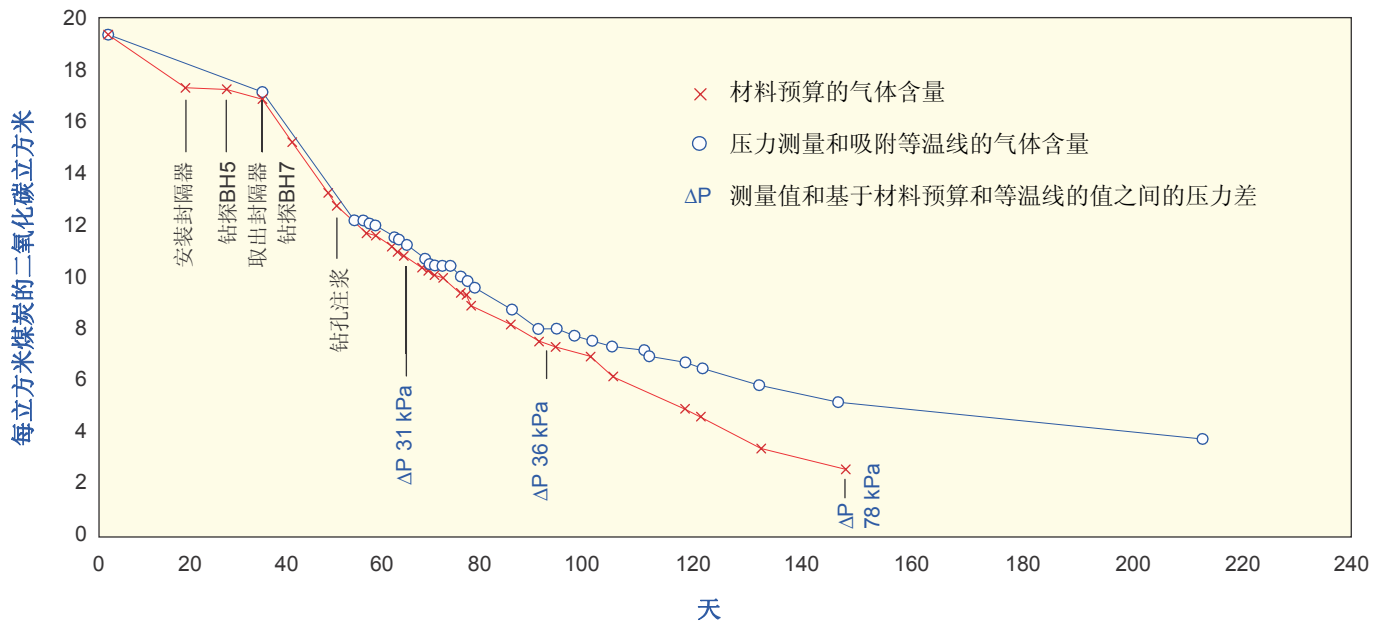


图9 科林斯维尔2号矿井，6号钻孔，45米深