

开滦荆各庄煤矿煤炭储量挖潜过程中运用 水压致裂法应注意的问题

张碧龙¹⁾, 叶李胜¹⁾, 覃家琪¹⁾, 娄云雷¹⁾, 张永定¹⁾,
梁森荣¹⁾, 尹尚先²⁾

1) 中山大学地球科学系, 广州, 510275; 2) 华北科技学院, 河北廊坊, 065201

水压致裂是测量地下岩石的应力状态的一种方法(马凤良等, 2009), 在煤矿上用途很广。但是在水压致裂实验的过程中或者后期的数据处理中, 如果不按照规范操作, 会使结果偏离实际, 也会对煤矿安全造成一定的影响。本文根据开滦荆各庄煤矿水压致裂实践, 对操作过程和后期数据处理方面提出了几点需注意的问题。

1 鉴别原生裂隙或其它软弱带

在进行水压致裂试验之前, 首先要假设岩石是均匀脆性和各向同性的线弹性体, 钻孔承压段的岩壁上的破裂缝沿岩壁最薄弱的部位破裂。这里的最薄弱的部位破裂不是原生裂隙或其它软弱带, 而是垂直于最小水平应力方向上发生开裂, 如果发现了原生裂隙或其它软弱带, 就不符合水压致裂的假设。如何判断原生裂隙还是其他软弱带, 可以直接从压裂循环曲线上得到结果。如果第一次压裂循环曲线与以后几次压裂循环曲线相似, 增压曲线的峰值也相仿, 那么该压裂段一定存在原生裂隙或其它软弱带(刘允芳等, 1999)。

对于出现原生裂隙或其它软弱带时, 需要进行原生裂隙段重张试验测量。一般只要进行2个原生裂隙段的重张试验, 就可以确定岩体的应力状态; 若原生裂隙段重张实验和常规实验相结合, 需要1个原生裂隙压裂段重张实验和1个常规的压裂实验, 就可以确定岩体应力的状态。这样能大大提高单钻孔中进行水压致裂法三维地应力测量的可行性及其应用范围。为了提高实验数据的精确性, 原生裂隙段重张试验的数量应尽可能多(刘允芳等,

2006)。这样做, 对实验的限制不是很高, 却提高了工作效率。

2 水压致裂曲线的研究

采用水压致裂地应力测试仪器(张晓, 2004)进行试验, 在3~5次的压裂下, 数据采集系统将全程采集压裂段内液压的变化, 根据压力曲线可以求解所需参数, 只要压力曲线上读出 P_b , P_r , P_s 就可以确定水平应力和岩体的抗拉强度。由于岩体的应力状态以及破裂过程复杂, 注液压力曲线尤其是瞬时关闭压力 P_s , 判读有时非常困难。判读压力曲线时应考虑孔壁初始破裂水压 P_b 低于裂隙瞬时关闭压力 P_s 或裂隙持续扩展压力 P_e 的可能(尤明庆, 2005)。不能直接利用地面泵站的压力曲线判断水压致裂参数, 应依据管道参数、流量曲线和测点深度确定测点水压(尤明庆, 2005)。在此基础上得出的抗张强度才是最符合实际情况的。

3 抗压强度的确定

抗张强度是计算断层防水煤柱宽度的重要参数, 它的大小影响了煤柱的留设长度, 进而影响着煤炭的储量。很多煤炭企业对煤层进行水压致裂实验并不多, 通常是在室内进行实验, 抗张强度的选取多采用室内实验室数据的 $1/7 \sim 1/20$ (刘荣茂, 2010)。由于煤层的强度低, 采样过程中的扰动使得煤层的强度参数较原位测量结果大为降低, 不能反映煤层原岩的真实情况, 因此选用水压致裂测试方法进行原位测试获得符合实际情况的煤岩的强度数据, 对煤柱计算具有重要意义。对于已经侧得的

注: 本文为开滦荆各庄煤矿储量挖潜项目的成果。

收稿日期: 2013-03-13; 改回日期: 2013-03-31; 责任编辑: 周健。

作者简介: 张碧龙, 男, 1989年生。在读硕士研究生。主要从事地质、岩土工程研究。1018471169@qq.com。

抗张强度，还需要和其他煤矿的抗张强度进行对比，只要数值在它们的值之间就好，不可偏大或偏小。

4 储量的计算

在计算煤炭储量之前，首先得计算出煤柱留设宽度，应按《煤矿防治水规定》中导水断层防水煤柱留设计算公式进行计算(王耀，2010)，但是为了安全起见，还要求按照突水系数公式计算各煤层断层防水煤柱宽度，将两种结果进行比较，取两种方法计算结果的较大值。不能仅仅根据一条公式进行计算。《规程》的经验公式规定断层防水煤柱宽度不得小于 20m。

考虑到开采下伏煤层时对上覆已开采煤层的影响，冒落带高度有所增加，防水煤柱的宽度不能仅仅是计算宽度，而是防水煤柱的宽度采用：计算宽度+安全宽度，这样就使煤矿更加安全。

在此基础上，在计算煤炭储量的时候，考虑到煤层不同方向上的变异性，运用地质统计学进行评估煤炭的储量，这样的话，不仅估值精度高，还能给出估计误差。并可以按照开采设计的要求、划分待估块段的大小，使储量计算更加符合实际采矿需要(孙洪泉等，1991)。

致谢：衷心感谢华北科技学院赵冬云、李文老师。感谢开滦荆各庄地质科的技术人员。因为在他们的带领之下，我做了水压致裂试验，并且学到了很多知识。文章不足之处，还请指正。

参考文献 / References

- 何绍勇，马凤良，尹向阳. 2009. 水压致裂法测量地应力. 西部探矿工程，(1)：86~88.
- 刘允芳，刘元坤. 1999. 水压致裂法地应力测量若干问题的探讨. 地震研究，(3)：265~271.
- 刘允芳，刘元坤. 2006. 单钻孔中水压致裂法三维地应力测量的新进展. 岩石力学与工程学报，3816~3822.
- 张晓. 2004. 小孔径水压致裂地应力测量技术研究及现场应用. 煤炭科学研究总院. 63~64.
- 尤明庆. 2005. 水压致裂法测量地应力方法的研究. 岩土工程学报，(3)：350~353.
- 刘荣茂. 2010. 水压致裂强度测试法在断层防水煤柱合理留设中的应用. 煤炭工程，(12)：6~8.
- 王耀. 2010. 大断层附近煤层开采的防水煤柱留设离散元分析. 合肥工业大学. 28~29.
- 彭世济，孙洪泉，张达贤. 1991. 煤炭储量计算及其可靠性研究. 露天采矿，1~7.