

温度变化对花岗岩井壁稳定性的影响

王艳梅^{1,2}, 刘宝林¹, 王 瑜¹, 贾苍琴¹, 瞿燕林²

(1. 中国地质大学(北京)工程技术学院, 北京 100083; 2. 云南地质工程第二勘察院, 云南 楚雄 650217)

摘要:针对深井、超深井钻遇的花岗岩地层,通过对花岗岩进行加温后纵波波速测量和常规三轴压缩试验,并基于所得到的试验结果研究不同温度后花岗岩的纵波波速和三轴压缩状态下的宏观力学特性,分析了花岗岩纵波波速、峰值应力、弹性模量、峰值应变与温度的关系;同时对三轴压缩条件下花岗岩的宏观破坏形式进行总结。研究表明,经过加温冷却后,花岗岩的纵波波速随着温度的升高呈降低趋势;同时,围压一定时,温度为20~200℃时,随着温度的升高,试样的峰值应力、弹性模量、峰值应变呈增大趋势,而在200~400℃,这些力学参数呈降低趋势。温度的升高,不仅会使得岩石内部的含水量逐渐减小,而且由于岩石内部矿物成分的热膨胀性不同等因素使得岩石内部产生附加热应力,从而使得岩石内部的初始裂纹发生扩展、贯通或产生新裂纹,进而影响井壁及围岩的稳定性。

关键词:岩石力学;温度;花岗岩;纵波波速;常规三轴试验;井壁稳定性

中图分类号:P634 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2013)09-0014-06

The Impact of Temperature on the Granite Wall Stability/WANG Yan-mei^{1,2}, LIU Bao-lin¹, WANG Yu¹, JIA Cang-qin¹, QU Yan-lin² (1. School of Engineering and Technology, China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 2. Second Geo-Engineering Investigation Institute of Yunnan, Chuxiong Yunnan 650217, China)

Abstract: According to the granite formations of deep wells and ultra-deep drilling, through the measurement of the longitudinal wave velocity after the granite heating and conventional tri-axial compression tests, and based on the experimental results, the study is made on the longitudinal wave velocities of granite by different temperatures heating and macro mechanical properties under tri-axial compression stat. The analysis is made on the relationship between the granite longitudinal wave velocity, peak stress, elastic modulus, peak strain and the temperature; at the same time, the granite macroscopic failure form under the condition of tri-axial compression are summarized. The results show that, after heating and cooling, granite longitudinal wave velocity is decreasing with increasing temperature; meanwhile, under a constant confining pressure, when the temperature changes from 20℃ to 200℃, the peak stress, elastic modulus, peak strain tended to increase with the temperature increasing, but when the temperature changes from 200℃ to 400℃, these mechanical parameters is decreasing. Temperatures can make the water content of rock gradually decreases, and because of different thermal expansion of rock internal mineral compositions, the additional thermal stress inside the rocks is generated, thereby the initial crack inside the rock will have propagation and coalescence or new cracks generate to affect the stability of the borehole wall and the surrounding rock.

Key words: rock mechanics; temperature; granite; longitudinal wave velocity; conventional tri-axial compression test; wellbore stability

0 引言

随着地质钻井技术的不断进步,钻井井深逐步增大。由于井深的不断增加,在地层压力梯度及温度梯度的影响下,使得深井和超深井处于一个高温高压的地质环境中。然而由于地层温度梯度及循环钻井液两者的双重作用下,使得深部地层的物理力学性质发生了一定的变化。由于温差的作用,使得井壁及围岩之间产生了一定的附加热应力,同时井

壁及围岩的温度也处于不断的变化之中,从而使井壁处的岩石易发生疲劳破坏,使井眼更易发生剪切或坍塌破坏。井壁的失稳不仅会引起井眼扩大、卡钻、拖延工期等问题,严重时甚至会导致井眼报废等事故。这些事故不仅延长了钻井周期,而且使得钻井成本也逐渐增加。据估计,每年由于井壁失稳事故所带来的损失达5~6亿美元的资金,从而使井壁稳定性问题成为世界的难题。在地质深井及超深

收稿日期: 2013-04-16

基金项目: 中央高校基本科研业务费专项资金资助(2010ZY39); 科学钻探国家专业实验室开放课题资助(NLSD200906); 深部探测技术与实验研究专项(SinoProbe-05-06)

作者简介: 王艳梅(1985-), 女(汉族), 内蒙古人, 中国地质大学(北京)硕士研究生, 地质工程专业, 北京市海淀区学院路29号中国地质大学(北京)科学钻探国家专业实验室, 10257384@qq.com。

井钻探过程中,其深部围岩主要为结晶岩类地层,为了进一步了解温度对地质深井、超深井井壁稳定性的相关影响,本文选取了结晶岩类中的花岗岩地层作为研究对象,其主要是由于花岗岩的分布范围较广,且其岩体规模较大等特点。

总结国内外的研究可以看出,关于井壁稳定性问题进行的研究主要针对的是泥页岩地层。然而对于深井、超深井的结晶岩类围岩地层的井壁稳定性还没有太多的关注。如 Chenevert M E^[1]通过对泥页岩水化问题的研究,得出了泥页岩的水化膨胀压与内水活度的相关函数关系;Yew C H, et al^[2]通过热扩散模型模拟了泥页岩的吸附水扩散,同时将泥页岩的力学参数与其总含水量相结合,从而得到力学与化学耦合作用后,柱坐标下的应力、应变及位移等相关结论;李荣等^[3]通过对泥页岩进行的岩石三轴试验,得出了泊松比、内聚力等力学参数,并通过泥页岩井壁的力学分析,进而求出井壁稳定时所需要的钻井液密度安全窗口;王兴隆^[4]等通过研究温度因素对泥页岩近井地带孔隙压力影响的相关研究,建立了温度场与地层孔隙压力耦合的多孔弹性模型,应用差分法求解得出冷却钻井液更有益于井壁的稳定的结论;王京印^[5]通过对泥页岩力学-化学耦合并壁稳定性的理论分析和相关的实验研究,研发了泥页岩力学-化学耦合压力传递实验仪,该仪器的功能和稳定性等方面都已达到国际水平,同时开发了相关的坍塌压力数值模拟软件。其次,关于结晶岩类地层的研究目前仍处于室内力学试验研究阶段,并没有将岩石力学试验与井壁稳定性相结合。例如,许锡昌和刘泉声^[6]主要针对花岗岩在单轴压缩(20~600℃)状态下的主要力学参数随温度变化的相关规律进行了初步研究,并分别指出花岗岩弹性模量和单轴抗压强度的门槛温度值为75、200℃;杜守继等^[7]针对温度变化范围为常温~800℃时,加温后花岗岩的应力-应变曲线、峰值应力、峰值应变、弹性模量及泊松比的变化情况得出,当加热温度<400℃时,高温后花岗岩岩样的力学性能没有明显的变化。当加热温度>400℃后,随着加热温度的升高,其高温后的力学性能迅速劣化,主要表现为岩样的峰值应力、弹性模量急剧降低,而峰值应变迅速增长。高温后的花岗岩泊松比随着温度的升高呈递减趋势。

为了进一步针对地质深井、超深井井壁稳定性问题进行研究,本文主要采用深井、超深井钻遇的花岗岩地层进行相关的室内力学试验,并将其得到的

研究结果与井壁稳定性的研究相结合,从而为深井、超深井的井壁稳定做出一定的借鉴。由于实际钻井过程中,为了达到携带岩屑、冷却钻头等相关的钻探目的,钻井液处于不断的循环流动中,进而使得井壁岩石的温度处于不断的变化之中。因此,为了模拟实际钻井过程中,由于温度的变化对地质深井、超深井井壁稳定性所带来的影响作用,本文将试验选取的花岗岩岩样进行了相关的加热和冷却。最后,通过利用超声波仪器实验和岩石常规三轴力学试验得到温度对花岗岩物理力学性质的影响,从而进一步充分的理解温度与井壁稳定性的相互关系。

1 试样制作、试验设备及方法

为了将深井、超深井钻遇的花岗岩地层井壁稳定性问题与室内岩石力学试验更充分地结合起来,本文通过将花岗岩岩样进行了一定的加温、降温处理,从而模拟实际钻井过程中钻井液对花岗岩地层的温度影响。同时,利用室内岩石力学试验将宏观的试验现象与井壁的力学模型和失稳现象加以联系。

1.1 试验制作

试样采自于北京-昌平八达岭岩体,呈肉红色,主要成分为石英、长石、角闪石及少量胶结物,其密度为2.254 g/cm³。试样采用直径为50 mm的岩心。后经切割、磨削等工艺,制成为直径50 mm、长度100 mm的圆柱形花岗岩岩样。该岩样经检验符合国际岩石力学学会关于岩样高径比2~2.5倍的要求,其加工精度符合我国《岩石试验方法标准》(GB50128-94)。

1.2 加温设备及加温过程

实验中的加热仪器选用SX-4-10型箱式电阻炉。该电阻炉的工作温度为1000℃,采用KSW-5-12型温度控制器进行控温,炉膛尺寸为深300 mm,宽200 mm,高120 mm。

实验步骤:将岩样放置于电阻炉的中心部分,分别距炉膛前后壁3 cm左右;将岩样加热至设计温度后,保温2 h,水冷至室温。在实验过程中发现,加热至300、400℃后的岩样较原始岩样颜色偏暗红色(图1),其原因可能是由于岩样中含有的Fe元素氧化为Fe³⁺。

1.3 试验设备及方法

岩石的纵波波速测量采用SYC-2型声波岩石参数测试仪。该仪器包括发射机、接收机、电源净化器及ST换能器等装置。本文选取频率为50 kHz的

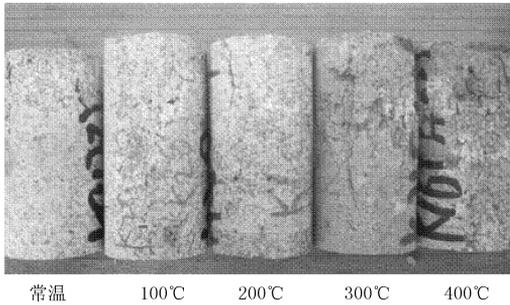


图1 加温前后岩样对比图

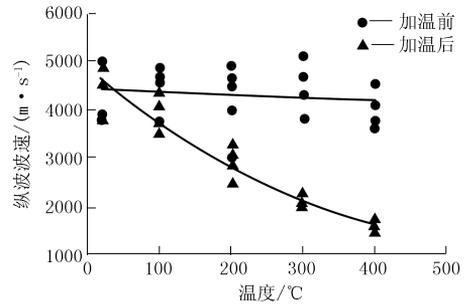


图2 加温前后花岗岩纵波波速与温度的关系

换能器对岩样进行纵波波速测试。该实验重复2次,分别测量加温前后岩样的纵波波速。

采用中国石油大学(北京)石油与天然气学院的TAW-1000型深水孔隙压力伺服实验系统,对岩石试样进行的常规三轴压缩试验。其中,变形速度为0.05 mm/min,负荷移动速度为100 N/s。实验中所使用的轴向和径向位移传感器的限值分别为4和2 mm。为了防止液压油对试验岩样的浸染,在岩样外面加裹一层厚度为3 mm热缩管进行保护。通过对常规三轴压缩试验中岩样的轴向和径向位移做出监测,并以此为依据确定岩石力学参数及破坏情况等。

试验内容:取加热完成的岩样20块,分为5组。每组岩样分别都进行围压为5、10、15、20 MPa时的三轴压缩。

2 试验结果及分析

2.1 温度对花岗岩纵波波速的影响

在加热过程,花岗岩试样会发生一系列的物理化学变化。其中,物理变化主要包括岩石的纵波波速变化以及随着温度的变化,岩石内的各种矿物发生膨胀,并且由于各种矿物的热膨胀系数不等和热膨胀的各向异性,从而使得矿物之间产生了相应的热应力。在热应力的作用下,岩石内部将产生新的微裂纹,同时原有微裂纹将发生扩展,进而影响井壁的稳定。而其化学变化主要是指岩石内部的晶体将会发生一定的相变,矿物成分发生转变等。通常认为当温度较低时,岩石仅发生物理变化,只有当温度较高时,才会发生物理和化学变化。本文主要是针对加温前后花岗岩纵波波速变化问题进行研究,并对其变化规律进行相关的归纳与总结。

通过对加温前后花岗岩岩样纵波波速的测定,得到岩样纵波波速随温度的变化曲线,见图2。

从图2可知,随着加热温度的升高,岩样的纵波波速呈降低趋势,并且随加热温度值的增加,其纵波

波速的降低幅度逐渐增大。同时从图2中还可以看出,加温前岩样的平均纵波波速值为4587.2 m/s,而加温至400 °C冷却后的平均纵波波速值降为1634.0 m/s,花岗岩的平均纵波波速降低了2953.2 m/s,与初始纵波波速相比降低了约65%。其中影响纵波波速变化的主要原因包括:(1)在温度的作用下,岩石内部的自由水分蒸发,使得岩石的孔隙体积增大,从而加热后岩样的纵波波速降低;(2)由于岩石内部各种矿物的热膨胀系数不同和热膨胀的各向异性,温度的升高使得岩石内部的矿物之间产生了相应的热应力,在热应力的作用下,岩石内部逐步产生新的微裂纹及旧微裂纹发生扩展。

2.2 温度对花岗岩三轴试验力学参数的影响

图3为经历不同高温作用后,不同围压条件下的花岗岩压缩应力-应变曲线图。

从图3可知,当围压一定的情况下,加热至不同温度冷却后的花岗岩常规三轴压缩应力-应变曲线大致经历了压密阶段、弹性阶段、屈服阶段和破坏阶段等4个阶段。在压密阶段时,曲线呈上凹型,随着温度的升高,应变增大较快,其主要是由于在荷载作用下,岩石内部的微裂纹逐渐闭合。当进入弹性阶段后,曲线基本呈直线状态,应力-应变呈正比例关系。而在荷载逐步增加的情况下,曲线进入屈服阶段,由于岩石为非均质体,其内部强度较低的材料将发生屈服破坏,同时岩石内部将会产生新的裂纹,使得应力-应变曲线发生偏移,同时岩样表现出初步的损伤。当荷载继续增加,岩样则进入破坏阶段。此时岩石试样已经达到了其承载的极限状态,内部裂纹由于相互之间的连接、贯通,最终发展为宏观裂纹,进而使得岩样整体失去了承载能力。

为了进一步显示出温度对花岗岩三轴试验力学强度的影响,本文绘制出固定围压条件下的温度与三轴抗压强度、轴向峰值应变及弹性模量等参数的关系图。图4~6分别为围压为定值时,花岗岩在加温冷却后的三轴抗压强度、轴向峰值应变及弹性模

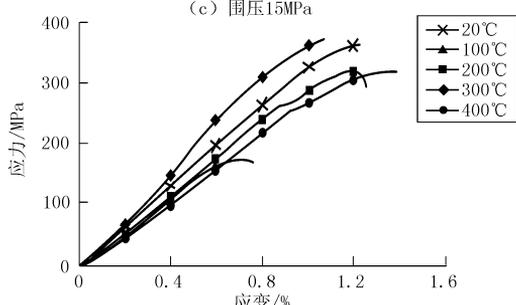
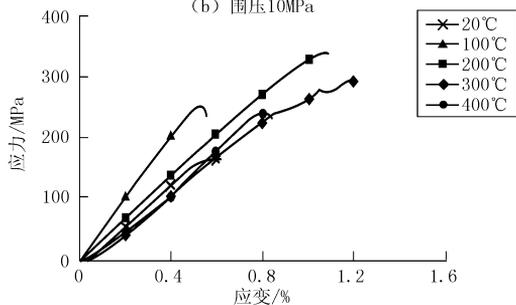
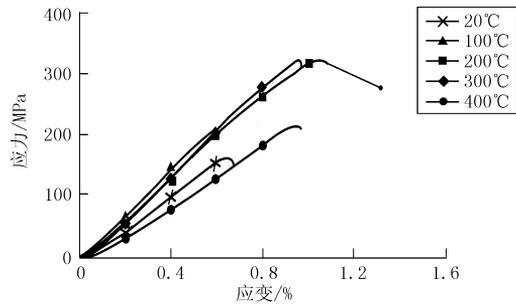
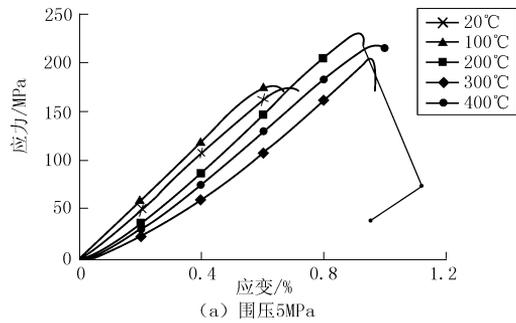


图 3 不同围压下加热后花岗岩岩样常规三轴压缩应力-应变曲线量与温度之间的关系。

由图 4~6 可以得出,当围压为定值时,花岗岩试样的三轴抗压强度、轴向峰值应变及弹性模量结果具有较大的离散性,但是从整体上仍呈现一定的规律性。在常规三轴压缩试验中,经历不同加热温度后,花岗岩试样的三轴抗压强度、峰值应变、弹性模量在温度 < 200 °C 时,其值随温度的升高呈二次非线性增加,而当温度 > 200 °C 后,其值随着温度的升高呈二次非线性减小。这主要是由于围压一定的条件下,当温度 < 200 °C 时,随着温度的升高,岩石内部的细小裂纹闭合,使得岩石的抗压强度、弹性模

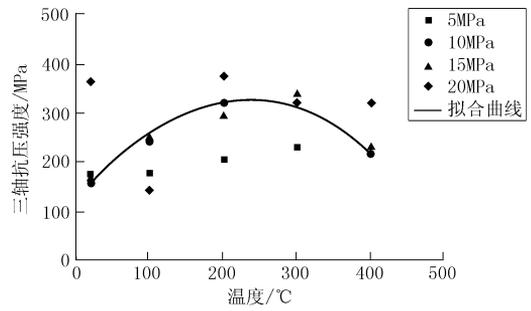


图 4 围压一定时花岗岩三轴抗压强度与温度之间的关系

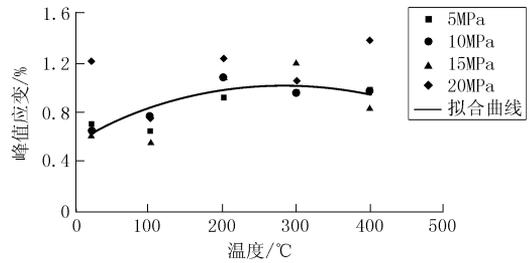


图 5 围压一定时花岗岩轴向峰值应变与温度之间的关系

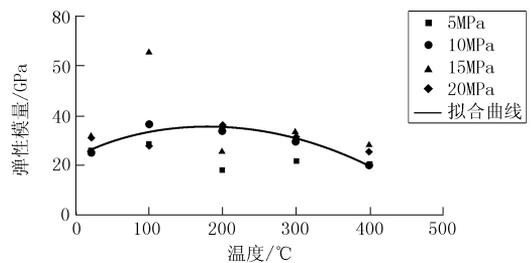


图 6 围压一定时花岗岩弹性模量与温度之间的关系

量等参数相对增大,而当温度 > 200 °C 时,由于岩石内部的自由水分不断蒸发,试样内部的颗粒也不断膨胀,同时由于岩石内部成分的热膨胀系数不同等因素的影响,从而使得试样内部的新裂纹不断增多,旧裂纹不断扩展,进而影响岩石的力学性能发生改变。因此,200 °C 则为花岗岩三轴强度的温度阈值。

通过拟合围压为 10 MPa 时的相关实验数据分别得出三轴抗压强度、轴向峰值应变、弹性模量等 3 个力学参数与温度的相互关系。

(1) 三轴抗压强度与温度的关系

$$\sigma_s = -3.8 \times 10^{-3} T^2 + 1.8T + 121.2, \text{ 其拟合优度 } R = 0.989.$$

(2) 轴向峰值应变与温度的关系

$$\varepsilon_p = -6 \times 10^{-8} T^2 + 3 \times 10^{-5} T + 5.8 \times 10^{-3}, \text{ 其拟合优度 } R = 0.917.$$

(3) 弹性模量与温度的关系

$$E = -3 \times 10^{-4} T^2 + 0.12T + 24.76, \text{ 其拟合优度 } R = 0.951.$$

2.3 三轴压缩试验的宏观破坏形式

在三轴压缩试验中由于围压的作用,从而使得岩石的破坏形式基本以剪切破坏为主。加热后花岗岩三轴压缩试验的宏观破坏形态如表1所示。

表1 加热后花岗岩三轴压缩试验的宏观破坏照片

围压/MPa 温度/℃	5	10	15	20
20				
100				
100				
200				
300				

通过总结三轴压缩试验岩石的破坏情况,岩样的破坏情况主要表现为以下4种,如图7所示。

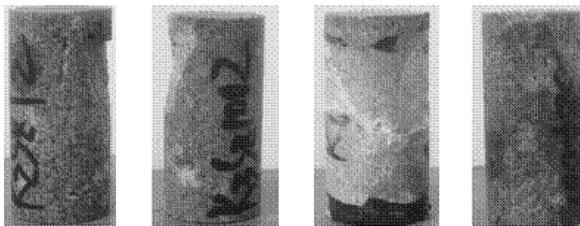


图7 加热后花岗岩三轴压缩试验的破坏表现形式

以上4种破坏表现形式的破坏机理是相同的,其主要是由于岩石试样在荷载的作用下,其内部的细小张裂纹不断发生扩展、贯通。当岩石达到极限荷载状态时,这些一系列的小张裂纹汇集为剪切带,从而使得岩石试样发生相应的剪切破坏。而该4种破坏表现形式不同点的是其所形成的剪切带数不同以及某些试样也承受着拉应力的作用。

3 讨论

由于试验中的岩样个体差异、加工精度等因素,造成部分数据具有一定的离散性,从而对试验结果具有一定的影响。但是,从整体来看,本文关于温度对花岗岩物理力学参数的试验研究结果仍具有一定的规律性。

虽然深部花岗岩地层具有围压高、强度高、导热性能好、孔隙度小等优点,但是其内部存在有一定数量的节理裂隙。当钻井液处于不断的循环流动过程中时,由于钻井液与井壁围岩进行着热交换,从而使得井壁及围岩的温度发生不断的改变。同时,温度的变化会直接影响岩石的物理力学特性。

温度的升高会使得岩石内部的自由水分蒸发,孔隙的体积增大,同时由于岩石内部各种矿物的热膨胀系数不同和热膨胀的各向异性,从而使得矿物之间产生热应力,岩石内部逐步产生新的微裂纹及旧微裂纹发生扩展。岩石内部结构的改变,不仅会使得岩石的纵波波速、弹性模量等参数都会呈降低趋势,而且在岩石内部会产生附加的热应力,当附加热应力值达到一定程度时,井壁则会发生剪切或坍塌破坏。

4 结论与展望

4.1 结论

(1)经历了加热冷却至常温后,花岗岩岩样的纵波波速随着温度的升高而逐渐降低,并且随加热温度的升高,其纵波波速的降低幅度逐渐增大。

(2)在常规三轴压缩试验中,经历不同加热温度后,花岗岩试样的三轴抗压强度、峰值应变、弹性模量在温度 $<200\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,随着加热温度的升高,其值呈二次非线性增加,而当温度 $>200\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,其值随着温度的升高呈二次非线性减小。 $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ 是花岗岩三轴强度的温度阈值。

(3)花岗岩常规三轴压缩试验的宏观破坏的主要形式为剪切破坏,其主要是由于岩石试样受到荷载作用下,其内部的细小张裂纹发生不断的扩展、贯通。当荷载达到岩石的极限荷载状态下时,这些一系列的小张裂纹则汇集为剪切带,从而使得岩石试样发生剪切破坏。

4.2 展望

本文主要是将深井、超深井钻遇的花岗岩地层井壁稳定性问题与室内岩石力学试验结合起来,利用室内岩石力学试验将宏观的试验现象与井壁的力学模型和失稳现象加以联系。然而由于试验条件所

限,在对于模拟实际钻井过程中,钻井液循环流动所带来的井壁围岩温度的改变仍具有一定的局限性。今后可以采用数值模拟等手段进行相关的模拟,从而使使得井壁稳定性问题得到更好的解决。

参考文献:

- [1] Chenevert M E. Adsorptive Pressure of Argillaceous Rocks [J]. Proceedings 11th Symposium on Rock Mechanics, 1969.
- [2] Yew C H, Chenevert M E, Wang C L, et al. Wellbore Stress Distribution Produced by Moisture Adsorption [J]. Society of Petroleum Engineers, 1990; 311 - 316.
- [3] 李荣, 韩林, 孟英峰, 等. 泥页岩三轴试验及其井壁稳定性研究. 石油天然气学报 [J]. 2005, 27(5): 768 - 769.
- [4] 王兴隆, 程远方, 赵益忠. 钻井作业中泥页岩地层井壁稳定受温度影响的规律研究 [J]. 石油钻探技术, 2007, 35(2): 42 - 45.
- [5] 王京印. 泥页岩井壁稳定性力学化学耦合模型研究 [D]. 山东: 中国石油大学, 2007.
- [6] 张静华, 王靖涛, 赵爱国. 高温下花岗岩断裂特性的研究 [J]. 岩土力学, 1987, 8(4): 11 - 16.
- [7] 蔡忠理, 刘克, 罗津辉. 超声波谱法在岩石破裂特性研究中的应用 [J]. 岩土工程学报, 1989, 11(3): 60 - 69.
- [8] Homand E F, Houpert R. Thermally Induced Microcracking in Granites: Characterization and Analysis [J]. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences & Geomechanics Abstracts, 1989, 26(2): 125 - 134.
- [9] 王绳祖. 高温高压岩石力学—历史、现状、展望 [J]. 地球物理学进展, 1995, 10(4): 1 - 31.
- [10] 席道瑛, 谢瑞, 易良坤, 等. 温度对岩石模量和波速的影响 [J]. 岩石力学与工程学报, 1998, 17(增): 802 - 807.
- [11] Tang L, Luo P. The Effects of Thermal Stress on Wellbore Stability [J]. Society of Petroleum Engineers, 1998; 17 - 19.
- [12] 刘泉声, 许锡昌. 温度作用下脆性岩石的损伤分析 [J]. 岩石力学与工程学报, 2000, 19(4): 408 - 411.
- [13] 周克群, 楚泽涵, 张元中, 等. 岩石热开裂与检测方法研究 [J]. 岩石力学与工程学报, 2000, 19(4): 412 - 416.
- [14] 许锡昌, 刘泉声. 高温下花岗岩基本力学性质初步研究 [J]. 岩土工程学报, 2000, 22(3): 332 - 335.
- [15] 蔡美峰, 何满潮, 刘东燕. 岩石力学与工程 [M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- [16] 尤明庆. 岩石试样的杨氏模量与围压的关系 [J]. 岩石力学与工程学报, 2003, 22(1): 53 - 60.
- [17] 杜守继, 刘华, 职洪涛, 等. 高温后花岗岩力学性能的试验研究 [J]. 岩石力学与工程学报, 2004, 23(14): 2359 - 2364.
- [18] 唐世斌, 唐春安, 朱万成, 等. 热应力作用下的岩石破裂过程分析 [J]. 岩石力学与工程学报, 2006, 2(10): 2071 - 2078.
- [19] 朱合华, 闫治国, 邓涛, 等. 3种岩石高温后力学性质的试验研究 [J]. 岩石力学与工程学报, 2006, 25(10): 1945 - 1950.
- [20] 闫治国, 朱合华, 邓涛, 等. 三种岩石高温后纵波波速特性的试验研究 [J]. 岩土工程学报, 2006, 28(11): 2010 - 2014.
- [21] 周宏伟, 左建平, 王驹, 等. 温度 - 应力作用下北山花岗岩的细观破坏实验研究 [A]. 第二届废物地下处置学术研讨会论文集 [C]. 北京: 中国矿业大学(北京)岩石力学与分形研究所, 2008. 257 - 266.
- [22] 尹光志, 李小双, 赵洪宝. 高温后粗砂岩常规三轴压缩条件下力学特性试验研究 [J]. 岩石力学与工程学报, 2009, 28(3): 598 - 604.
- [23] 徐小丽, 高峰, 季明. 温度作用下花岗岩断裂行为损伤力学分析 [J]. 武汉理工大学学报, 2010, 32(1): 143 - 147.

“地质工程(探矿工程方向)基础研究战略研讨会”在吉林大学召开

本刊讯 2013年8月30日,由吉林大学建设工程主办的“地质工程(探矿工程方向)基础研究战略研讨会”在水工楼325报告厅举行。来自国家自然科学基金委、中国石油大学(北京)、中国地质大学(北京)、中国地质大学(武汉)和中南大学等国内10余家高校和研究室的40名代表参加了本次研讨会。

国家自然科学基金委地学部刘羽处长做了题为“国家自然科学基金资助格局及基金申报”的特邀报告,中国石油大学(北京)学术委员会主席、国家杰出青年基金获得者、长江学者高德利教授做了“钻探技术发展趋势及超前研究重点”和吉林大学建设工程学院院长孙友宏教授做了“探矿工程重大前沿科学问题”的主题报告。中国地质大学(北京)和中南大学等高校的专家还分别作了探矿工程学科面临的机遇和挑战、探矿工程在国民经济建设中的作用和地位、探矿工程国内外研究现状、探矿工程学科的优先发展领域、地质钻探孔壁稳定研究与技术、和煤矿区钻探新技术及其应用等专题报告。

本次研讨会还就探矿工程学科基础研究的若干问题展开了热烈而富有成效的讨论。大家一致认为此次会议的召

开非常及时、非常必要。通过讨论,明确了探矿工程基础研究的必要性及对学科长远健康发展所能起到的重要作用,并对下一步应开展的工作提出了建议。

通过此次研讨会,使国家自然科学基金委领导深入了解了探矿工程学科的内涵、其在国民经济建设中所发挥的重要作用及学科目前所处的现状;探讨了探矿工程学科的基础理论和学科前沿科学问题,商讨了学科发展方向,确定了学科优先发展领域,对于促进探矿工程学科列入国家自然科学基金资助范畴,建立基金资助代码,必将发挥重要的作用。同时,此次会议汇聚了国内探矿工程界知名高校、研究院所和企业的专家、学者,对于加深相互了解、促进同行间的学术交流也具有重要的意义。

研讨会由建设工程学院院长孙友宏教授主持,王爱民书记致欢迎词,科技处相关领导也出席了此次研讨会。

建设工程学院在2014年度国家自然科学基金委项目申报中获得全面丰收,分别获批国家重大科学仪器专项1项,重点项目1项,面上项目3项,青年基金项目2项,总经费1500余万元,创历史最好成绩。

(刘宝昌 供稿)