



文档名称：岩土实验常见问题

文档编号：HS030

1. 问：什么是三轴试验（Triaxial Testing）？

答：将试样近似为应力应变单元，分别控制其三个主应力（ σ_1 σ_2 σ_3 ）或主应变（ τ_1 τ_2 τ_3 ）的试验一般称为三轴实验， $\sigma_2 \neq \sigma_3$ 的实验称为真三轴试验。

2. 问：什么是动三轴试验？

答： σ_1 主应力按照一定的频率和振幅对试样施加动荷载的试验称为单向振动三轴； σ_1 主应力和围压 $\sigma_2 = \sigma_3$ 按照一定的频率和振幅对试样施加动荷载的试验称为双向振动三轴。

3. 问：什么是围压？

答：围压 σ_3 是指土试样在取样前是受到周围土对它施加的约束力。

4. 问：什么是回弹模量试验？

答：试样在卸载回弹时，应力与应变的比值就是回弹模量。

5. 问：什么是渗透试验？

答：渗透试验一般测量流体在试样内的渗透系数。按照介质类型分为气的渗透试验，水的渗透试验；按照加载方式分为常压力（水头）试验和常流量试验。

6. 问：什么是固结试验？

答：就是饱和土在荷载作用下排水和超孔隙水压力消散的过程。可以研究沉降率和固结系数。

7. 问：固结系数有哪几种确定方法？

答：确定固结系数方法分为四大类：第一类是室内固结试验法，第二类是现场试验法，第三类是间接推算法，第四类是反演分析计算法。室内确定试验固结的方法以时间平方根法和时间对数法为主。

8. 问：什么是 UU、CU、CD 试验？

答：它们是英文缩写的简称，即 UU（unconsolidation undrain）不固结不排水，CU（consolidation undrain）固结不排水，CD（consolidation drain）固结排水。



9. 问：什么是无侧限抗压强度试验？

答：与传统的材料力学试验对比，就是单轴压缩试验。无侧限就是没有围压也没有环刀的意思。

10. 问：什么是单剪试验？

答：不同于直剪仪器的确定剪切面，单剪试验没有固定的剪切面。试样四周用圆形钢圈代替刚性盒，因而应力应变没有明显的不均匀，试样内所加的应力被认为是纯剪。应力路径为应力莫尔圆圆心不变，其直径逐渐增大，直至与强度包络线相切。

11. 问：什么是直接剪切试验（直剪）？

答：在试样二分之一处人为设定剪切破坏面，沿该面施加剪切（可控制剪切力或剪切速度）。记录应力应变变化过程，该试验简单快捷可以快速确定土的强度。

12. 问：谁最先用直剪仪器进行试验？

答：200 多年前，法国工程师库仑，就利用直剪仪器进行土的强度试验，建立了土强度得到库仑公式。

13. 问：直剪仪器的优缺点？

答：优点：直观、简便、经济，对砂土和渗透系数 $k < 10^{-7} \text{cm/s}$ 的粘性土能很快得到试验结果；缺点：剪切面认为确定、剪切面主应力是旋转的、应力应变不均匀。

14. 问：什么是反复直接剪切试验？

答：就是用应变控制式直剪仪在慢速条件下，对试样反复剪切至剪应力达到稳定值，以求确定土的残余抗剪强度。即残余内摩擦角和残余内聚力。

15. 问：什么是动单剪试验？

答：是对一定密度和湿度的圆形试样（ $\varnothing 70 \times 20 \text{mm}$ ）施加竖向固结压力，在无侧向变形的 K_0 条件下进行固结。固结完成后在不排水条件下水平振动试验，水平动剪应力一般多加在试样的底部。当测定动强度时，设定某一水平动剪应力作用于试样进行持续振动，直到试样的剪应变值达到预定的破坏标准值，试验终止。

16. 问：什么是共振柱试验？所需仪器有哪些？

答：KTL-RCA 共振柱的架构是采用一端固定，另一端自由振动。它通过线圈构建



的电磁驱动系统使试样的自由端产生扭转或弯曲的强迫振动，通过加速度传感器测得不同强迫振动频率下被测试样的振动响应，从而得到频响曲线，根据频响曲线可得到第一阶模态频率，还可在自由振动下根据自由振动的衰减曲线计算得到模态阻尼。根据第一阶模态频率以及试样的其他属性可计算出剪切模量和弹性模量。整个系统包括强迫振动驱动部分的惯量标定及补偿计算软件，用户使用方便，无需考虑其它边界条件的影响。整个系统由压力室、特斯拉线圈激振控制器、功放、电荷放大器、气压控制器，体积压力控制器、8通道采集仪以及上位机测试及控制软件组成，非常适用于科研教学及工程领域。所需仪器是共振柱，西安康拓力仪器设备有限公司可以提供。

17. 问：试验为什么要饱和？

答：一般情况下，饱和土的强度低于非饱和土，并且非饱和土试验周期较长，需要一个较长的吸力平衡过程。因此饱和土试验更为常用。

18. 问：饱和方法有几种？

答：水头饱和、真空饱和、二氧化碳饱和、反压饱和。

19. 问：什么叫反压饱和？

答：请参看康拓力文档 HS013。

20. 问：什么是 K_0 固结？

答： K_0 固结就是指室内土样在侧限条件完成的固结， K_0 为土的静止侧压系数，也是静止土压力系数。是指土体在无侧向变形条件下固结后的水平向主应力 σ_h 与竖向主应力 σ_v 之比， $K_0 = \sigma_h / \sigma_v$ 。也就是原始应力状态下的水平向主应力与竖向主应力之比。涉及到自然固结土时，也可以用 $K_0 = 1 - \sin \phi$ 。 ϕ 为土体内摩擦角。

21. 问：什么是空心圆柱扭剪试验（HCA）？

答：为了全面揭示土的应力和应变关系特征，需要知道独立变化的 6 个应力分量并量测相应的 6 个应变分量，或者是独立变化的三个主应力并能任意改变它们的方向。为了研究以上项目，只有空心圆柱试验系统才能完成。空心圆柱试验系统独立施加内压、外压、轴向荷载和扭矩，可以独立变化三个主应力的大小和方向，从而实现主应力的旋转。



22. 问：内置水下 load cell 有哪些特别之处？

答：请参看康拓力文档 HS022。

23. 问：LVDT 是什么意思？

答：是线性差动变送器（Linear Variable Differential Transformers）的英文缩写。利用铁芯插入到线圈的深度与副边线圈输出电压呈线性关系的原理制成。非常适合小量程应用。

24. 问：B-Check 是什么意思？

答：请参看康拓力文档 HS013。

25. 问：什么是传感器的标定？

答：传感器的标定就是通过试验建立传感器输入量与输出量之间的关系，即求取传感器的输出特性曲线（又称标定曲线）。由于传感器在制造上的误差，即使仪器相同，其标定曲线也不尽相同。

26. 问：KTL 传感器如何标定？

答：到目前为止 KTL 系统大多数的传感器在出厂前已经标定，用户无需标定，KTL 会附带标定文件，我们只需要输入标定系数就可以了。

27. 问：湿湿压差传感器如何标定？

答：请参看康拓力文档 HS029。

28. 问：传感器的设置都需注意什么？

答：最重要的标定系数的正确输入和满量程输出的设置。

29. 问：KTL 各种传感器的标定系数如何计算和输入到 KTL GEOSMARTLAB 软件中去？

答：请参看康拓力文档 HS012。其余设备类似于 HS012 中的描述。如有问题请直接联系康拓力。

30. 问：当在 KTL 随机发送的文件中没有找到标定系数怎么办？

答：记下传感器的序列号 S/N，发电子邮件给康拓力邮箱。邮箱地址为：
SUPPORT@KTLINSTRUMENTS.COM

31. 问：KTL GEOSMARTLAB 软件如何安装？

答：请参看康拓力文档 IN008。



32. 问：KTL 系统都有哪几种通讯方式？

答：USB 接口，Ethernet 接口。

33. 问：KTL 弯曲元系统能做什么？

答：简单讲就是测量波在土中的传播速度。用以计算动剪切模量。详细请参看康拓力文档 IN002。

34. 问：KTL 弯曲元系统可以有几种发射波形？

答：P 波和 S 波

35. 问：KTL 三轴试验管路气体会对试验有什么影响？如何消除？

答：会对试样压缩时体变测量有影响，如果试样在饱和时如果内部气体不排除，试样很难饱和。排气方法是控制器先排水，用水顶气，然后接上管路和底座、顶帽，采用同样方法排气。

36. 问：非饱和土试验时，高进气值陶土板如何饱和？

答：请参看康拓力文档 HS019。

37. 问：三轴试验的一些影响试验结果的问题是什么？

答：边界条件影响：由于顶帽和底座与试样间的端部摩擦力，使试样两端存在剪应力，从而形成对试样的附加约束，使试样的应力、应变不均匀。橡皮膜对试样也有约束，相当于增加围压。这些因素在目前不能消除，只能尽可能的减小。一般采用局部应变 LVDT 传感器可以最大的消除这种影响。

38. 问：什么是应力路径？

答：应力路径是指在外力作用下土中某一点的应力变化过程在应力坐标图中的轨迹。应力路径是描述土体在外力作用下应力变化情况或过程的一种方法。对于同一种土，当采用不同的试验手段和不同的加荷方法使之剪切破坏时，其应力变化的过程是不同的，相应的土的变形与强度特性也将出现很大的差异。通过土的应力路径可以模拟土体实际的应力历史，对全面研究应力变化过程对土的力学性质的影响，进而在土体的变形和强度分析中反映土的应力历史条件等具有十分重要的意义。例如工程实际中可以模拟隧道或基坑的开挖等等。

39. 问：KTL 动三轴系统分为几种？

答：按激振方式分单向振动（轴向振动），双向振动（轴向和围压耦合振动），



空心圆柱扭剪（通过控制轴向、扭转、内围压及外围压的耦合振动可改变主应力方向），动态真三轴。

40. 问：KTL 动三轴试验都能用来研究一些什么试验项目？

答：可以确定土的动模量、阻尼比、动强度和饱和土的抗液化性能。

41. 问：动三轴试验可以加载用户自定义波形文件么？

答：可以，波形为 1000 个归一化点。

42. 问：为什么固结快剪试验没有提及不排水的概念？

答：首先是由固结快剪试验本身的特点决定的，它适用于渗透系数小于 10^{-6} cm/s 的细粒土。另外，剪切速度一般是 0.8mm/min。剪切 6mm 只需 8min，渗透层厚度只有 0.005mm。故几乎不存在排水，也就无所谓不排水了。

43. 问：KTL 系统调试的时候为什么要进行压力基准面调校？如何调校？

答：由 2 个方面造成必须调校：

- (1) 每个压力传感器相对大气压由一定的初始偏移；
- (2) 控制器摆放的高度不同也会造成水头差异。一般将试样中平面的高度作为零压力基准面。具体操作见 KTL 的操作手册。
- (3) 两台控制器的摆放高度相差 10cm 将会造成 1Kpa 的压差。

44. 问：在 KTL GEOSMARTLAB 软件操作平台下，可以设置试验阶段，然后由计算机控制进行全自动执行么？

答：可以。但需要一定的操作经验，首先对 KTL 硬件系统有个比较熟悉的认识，同时对所采用的试样的力学性质有个清晰的了解。否则在自动执行时很可能出现不必要的麻烦。

45. 问：KTL GEOSMARTLAB 软件静态试验最小采样率是多少？

答：1 秒。

46. 问：在非饱和土试验中引入轴平移技术测量吸力，那么什么叫轴平移技术？

答：进行非饱和土试验时，如果孔隙水压力接近 -1 大气压力（亦即零绝对压力），将会遇到困难，因为当测量系统中的水接近 -1 大气压力（亦即 -101.3kPa 压力表压力）时，水将开始出现气蚀现象，并使量测系统充满气体。这时候，量测系统的水会被迫进入土中。为了避免这种想象，通常采用轴平移技术。具体做法



是将基准压力（孔隙气压力）平移，是孔隙水压力能以正的空气压力作为量侧基准。采用轴平移技术，必须能够控制孔隙气压力，并且能够控制和量侧孔隙水压力。在三轴仪中，通常借助于放置在试样顶面的透水石控制孔隙气压力，并借助于封闭在仪器底座的饱和高进气值陶土板控制孔隙水压力。

47. 问：高进气值陶土板与透水石相比有何特点？

答：高进气值陶土板透水不透气（在进气值以下），透水石即透水又透气。高进气值陶土板是一种多孔陶瓷板。

48. 问：KTL 卡套如何初装及复装？

答：请参看康拓力文档 HS001。

49. 问：KTL 体积压力控制器的体积计量精度受什么影响？

答：请参看康拓力文档 HS006 和 HS018。

50. 问：如何对 KTL 体积压力控制器排气？

答：请参看康拓力文档 HS025。

51. 问：在安装没有复合密封垫圈的卡套底座时，应注意什么？

答：有时因为用力过大损坏压力室或者顶帽，为了避免问题发生，在安装连接螺母时，在内部放置一个 O 形圈，然后用手旋紧 45°即可。尤其注意当被安装的材料是非金属材料时。

52. 问：故障硬件返回 KTL 公司需要注意什么？

答：尽量采用发货时的包装将其包装稳妥，避免磕碰。

53. 问：制样不好会出现什么麻烦？

答：试样的橡皮膜破损、安装底座时 O 形圈密封不好、安装试样倾斜、切样不好外形尺寸不能保证、安装过程中损伤试样、试样饱和不好等。

54. 问：三轴试验时，发现围压和反压曲线汇合后，以同样的速率加载是怎么回事？如何处理？

答：首先，通常试验中出现这种情况是因为出现了泄露，正常情况下围压的值永远比反压的值大，所以围压的曲线在反压的曲线上方，当曲线汇合就意味着围压值等于反压值，代表这两个管路在有可能出现连同的地方出现问题（如橡皮膜破损、底座和顶帽密封不好）。解决办法就是压力室放水、拆下压力室、拆下试样、



西安康拓力仪器设备有限公司

XIAN KTL INSTRUMENTS CO., LTD

重新制样、重新安装、重新试验。该过程将耗时半个有效工作日。可见，制样和安装的重要性。

55. 问：KTL 三轴试验客户有时会问固结时间有多长？

答：一般情况下砂土要几个小时、粘土要几天。但是实际上不同应力路径的固结时间是不一样的，即使是最后的固结压力相同。

56. 问：KTL 三轴试验反压饱和如何设置？

答：一般情况下，采用分级饱和。加载速率每小时 50KPa，每级之间稳压一个小时，最后在预定的围压条件下，一直稳压。

57. 问：KTL 三轴系统日常维护需要注意什么？

答：仪器表面清洁、压力室内部无残留土样颗粒、传感器使用后擦拭干净、控制器应注意内部水的污染问题、仪器不使用时切断所有电源。

58. 问：非饱和土透气性系数的测定方法？

答：获得非饱和土透气性系数的方法分为直接和间接两种。直接方法原则上是用改变在不同含水量下土中基质吸力测量渗透性；间接方法是基于基质吸力和饱和度关系曲线，可用作为函数的有效饱和度或基质吸力进行计算。