



文档名称：三轴试验中沙土饱和的一般方法以及 B 检测

文档编号：HS013

三轴试验中沙土饱和一般情况下分为三个饱和步骤，依次分别是：二氧化碳饱和、水头饱和以及反压饱和。

1. 饱和前的准备工作

(1) 采用专用装样夹具直接在三轴底座上装样，沙土试样装填结束并已经装好顶帽并使用橡皮筋箍紧橡胶模与底座和顶帽时（注意：橡胶模和底座以及顶帽的接触处涂敷一点水对密封测试是非常必要的，一定不要忘记！），这时先不能拆去装样夹具。首先关闭与底座和顶帽连接的所有阀门（即与孔压和反压连接的所有阀门），打开一个与底座相连的阀门（后续这个阀门处的接口会用做二氧化碳输入口以及水头饱和输入口），使用吸耳球在这个接口的位置吸气（每吸一次就把阀门立即关闭，让其保持负压），这时观察软件中孔压的读数，相比通大气的时候降低 10kPa 左右即可（即维持一个 10kPa 的负压即可），这时候关闭阀门，等待十分钟，观察孔压的负压变化，如果变化不大，则表示装样成功，没有泄漏。这时再拆掉装样夹具，依靠负压的作用，松散的沙土样应该会变得硬一些，不用担心垮掉。

(2) 试样装好之后就可以盖上压力室，为了防止试样倾斜，最好使用加载杆轻微的顶住试样顶帽（在控制软件中将轴向加载力控制为 5N~10N，一般 5N~10N 不认为会对试样造成任何影响，仍旧可以假设其加载杆仍处于非接触状态，这里加载 5~10N 仅仅只是为了保证试样不要倾斜，这个对于实验过程的理解非常重要。注意：这里使用的是水下力传感器），这时打开压力室顶部的排气孔，从压力室底部的注水孔向压力室内部注水直到顶部溢出后关闭注水阀门，并锁紧顶部排气孔。。

(3) 通过软件设置 20kPa 围压，20kPa 围压加好之后，这时刚才连通底座的阀门保持的负压就可以不需要了（刚才那个负压的唯一目的就是为了让试样保持一定的硬度立起来），现在加了围压 20kPa 之后，相当于孔压相对于围压也是 -20kPa，这时候试样依旧能保持硬度。这时候将连接底座的阀门以及连接顶帽的



阀门都打开。连接底座的阀门接口用于二氧化碳饱和及水头饱和的输入口，连接顶帽的阀门接口本来用于连接反压，在饱和阶段用于二氧化碳饱和及水头饱和的输出口。

2. 二氧化碳饱和

二氧化碳饱和的目的是为了让二氧化碳置换孔隙中的空气，因为二氧化碳比空气更容易溶于水。

(1) 需要工具：二氧化碳气瓶，二氧化碳压力调节阀

(2) 将二氧化碳从底座处阀门的接口孔通入，从顶帽处阀门的接口排出，二氧化碳的调压阀门从关闭状态缓慢打开逐渐增大，同时观察孔压，注意孔压不能超过 10kPa（注意不能大于或太接近刚才上一步围压加的 20kPa，否则沙土试样会松散），如果孔压大了就关小二氧化碳的阀门，适当调节。在出口处让管子通进一个水瓶中，水瓶中的气泡也可用于观察二氧化碳的流量。二氧化碳饱和时间约为 30 分钟（根据试样大小确定）。完成后先关闭底座阀门再关闭二氧化碳阀门。

一定注意：二氧化碳饱和期间要注意房间通风，防止二氧化碳把房间里的空气排完了，造成房间缺氧，引发事故。

3、水头饱和

水头饱和的目的是为了让孔隙中都充满水，可使用反压控制器为其充水。将反压控制器 3mm 管连接至底座阀门的接口处，给反压控制器设置 10kPa 的压力（注意：不能高于围压的 20kPa，道理同上），让反压控制器的水进入试样中，这时可以从压力室外部观测到试样里面的水平面在缓缓上升。水头饱和一般反复使用反压的体积压力控制器通上几次就可以了（这个根据试样大小决定）。最后关闭阀门。**注意：反压控制器一定要使用去气水，长时间放值的蒸馏水并不一定是去汽水，如需获得高质量的去汽水，请考虑使用去汽水装置。**

4. 将管路连接恢复至实验开始状态

将反压控制器接在顶帽阀门的接口处，将底座阀门接口处的堵头拧好。管路连接恢复好之后，打开所有阀门（因为本系统是全自动控制系统，实验过程中无需再去操作阀门）。

5. 反压饱和



反压饱和是最后一道饱和方法，其本质是虚拟的抬高了大气压，大气压本来是 100kPa，这个大气压下空气在水里是一个比较低的溶解度，抬高大气压之后，也就是加了反压之后，空气在水中的溶解度增加，这样气泡就溶解进水里了，这样饱和度就增加了。它不能代替水头饱和、真空饱和、二氧化碳饱和等关键步骤。它只是饱和的最后一个阶段，原来仪器发展比较初期的时候，是没有反压的。反压最重要的作用就是让空气和二氧化碳在压力的作用下都溶解在水中，使得土样达到充分饱和。如果仅仅在大气压下，空气和二氧化碳是很难溶于水的，增大压力就可以让其溶于水。**注意：既然使用了反压，那么施加给试样的有效应力就等于围压减去反压。**

通过软件分阶段设置围压以及反压的目标值，例如下面所示：

第一次饱和：

围压目标值：100kPa，斜率施加，加载时间为：30 分钟；

反压目标值：80kPa，斜率施加，加载时间为：30 分钟；

第二次饱和：

围压目标值：200kPa，斜率施加，加载时间为：30 分钟；

反压目标值：180kPa，斜率施加，加载时间为：30 分钟；

。。。。。。

一直可以加很多级饱和，这个需要根据实际情况。每次饱和可以观察反压控制器的体积变化曲线来判断饱和的状态。

理论上反压饱和时，围压应该一直等于反压，但在实际实验中，围压和反压的目标值基本相差 20kPa，如果大于 20kPa，那么就认为会发生固结，如果小于 20kPa，认为围压比反压大的不够多，不够安全。所以就设置为相差 20kPa。

6. 检查饱和度

可以采用 B check（增加 20kPa 的围压，观察围压增加后孔隙水压变化与围压变化的比值）来检查饱和度。如果饱和度不满足要求，首先看看反压饱和是否还能继续，如果不能再继续反压饱和，那么就要在二氧化碳饱和及水头饱和方面找原因。一般沙土试样的饱和度都可达到 0.9 甚至 0.95 以上（仅仅是一般情况，仅供参考）。