



**ST3000** 静载数据采集仪

用  
户  
手  
册

武汉建科科技有限公司

2006-2013

## 尊敬的用户：

您好，非常感谢你选择使用我公司生产制造的仪器设备，在使用该仪器设备以前，务必请你认真阅读本用户手册，这对于你快速熟悉和使用我们的产品非常有帮助，通过本用户手册，你也可以在以后的使用中避免一些错误的操作，从而更好的开展工作。

谢谢，并祝你工作愉快！

武汉建科科技有限公司

## 版权声明：

本用户手册所有版权归武汉建科科技有限公司所有，未经许可，任何单位和个人不得以赢利为目的复制、传播、引用本用户手册全文或部分内容，对于所有侵权行为，武汉建科科技有限公司保留诉诸法律的权利；科学研究、教学、学术探讨、论文撰写等非赢利性行为不在限制之列。本手册内容如有变动，恕不另行通知。

更多资料和资讯，请访问公司网站：<http://www.whctco.com>

中国·湖北·武汉建科科技有限公司

# 公 司 声 明

## 一、 安全声明

武汉建科科技有限公司所有产品采用直流或交流供电模式，请用户仔细阅读使用手册，严格按照仪器设备要求使用电源，交流供电请注意仪器接地。工程测试现场复杂，测试人员应按工地要求着装，配戴安全帽和其他防护用品。由于用户的疏忽造成的仪器设备和人员的损伤，本公司免责。

## 二、 标准和规范的引用

用户手册中涉及的相关测试方法和国家标准，均系普及性说明与引用，严格的描述和引用请查阅相关技术文献、规范规程以及国家标准。用户手册中的测试方法与测试内容仅供参考，以国家标准、规范、规程为最终唯一解释。本公司对于用户使用测试方法不当引起的任何争议免责。

武汉建科科技有限公司

本用户手册包括了 ST3000 静载测试仪所能完成的所有测试功能、描述和使用方法，内容较多，为了便于你快速获取需要的资料信息，请你参考以下用户手册使用快速指南。

## 用户手册快速指南：

- 1、如果你对静载测试仪设备不很了解，请先阅读第一章，第二章，第三章，第九章、第十章、附录一、附录二
- 2、如果你对使用 ST3000 静载测试仪进行测试不很了解，请阅读第四章、第五章、第六章、第七章、第八章、附录三
- 3、如果你只使用 ST3000 静载测试仪的数据分析功能，请阅读第四章

# 目 录

第一章 前言	1
第二章 主要技术指标	2
第三章 系统组成	3
第四章 系统连接	4
第五章 数据采集	6
第六章 恢复旧试桩	24
第七章 重置位移计	25
第八章 系统率定	26
第九章 数据分析	30
第十章 几种工程测试的试验要点	37
第十一章 疑难解答	53
附录一 现场安装注意事项	58
附录二 现场测试简要	59
附录三 无线网卡设置	60
附录四 位移率定表格式	65
附录五 静载试验现场工具一览表	66
附录六 静载试验举例	67

# 第一章 前言

在工程建设中，静载试验是确定基桩和地基承载力的最直接、可靠的测试方法。我国许多有关现行的规范中都将其作为工程设计和施工验收的重要依据。传统的静载试验中，一般采用手动油压千斤顶进行加载，荷载值和沉降量分别用油压表和百分表人工测读，数据处理也是人工计算完成，由于人为因素影响，测试精度较低，极易出现失误。另外测试人员长时间的连续观测、操作，其劳动强度大，人身安全也难以保证。

ST3000 静载测试仪采用先进的无线数据采集传输技术，控制液压系统自动加载、补载、自动维持荷载、自动判稳，自动保存数据、自动绘制 Q-S、S-IgQ、S-Igt 曲线，并能在试验出现异常时报警、保存数据、异常解除后恢复试验状态。ST3000 静载测试仪将从根本上改变您的测试工作环境，减轻劳动强度，并提高了试验数据的精度和可靠性。

## 一、操作简便

- 1、会使用电脑就会使用 ST3000 测试系统
- 2、操作命令简单明了，提示语言简意赅
- 3、试验设备连接和传统方法相同，现场操作人员无需再培训
- 4、无线连接，现场简洁，便于处理突发事件
- 5、原有液压设备无需较大改动，甚至无需改动，最大限度节约用户资金

## 二、试验方法多样

- 1、不但提供国家相应标准规范的试验方法，而且用户可以根据需要随时制定符合自己要求的试验方法
- 2、仪器自动试验和人工时时干预相结合，实现整个试验过程的合理有序操作

## 三、高安全性

- 1、仪器自动监测、记录、报警，提高试验安全性
- 2、液压设备漏油或提供反力的荷载不足，仪器自动报警
- 3、沉降量超过预设值，仪器报警
- 4、位移计行程超过预设值，仪器报警
- 5、现场意外断电，数据不会丢失，来电后，轻松恢复试验
- 6、测试人员远离现场，最远可达 200 米，人身安全有保障

## 四、完备的监督功能

- 1、测试通过互连网，在测试结束后的第一时间传输回数据处理中心
- 2、真实记录现场试验的各种数据、时间、状况
- 3、不同试验工地，分门别类管理

ST3000 测试仪器配备透明的数据接口，具有强大的功能扩展性，对于不同的用户可以满足不同的需求，只要是涉及到相关位移量和压力量的测量，ST3000 都能出色完成；用户可以使用我们免费的数据采集程序进行数据采集，也可以根据透明数据接口的定义（由我们免费提供），自行开发相关采集处理软件，完全满足科研单位、大专院校等的科研、教学任务！

## 第二章 主要技术指标

### 1、数据传输

- 依据现场环境无线传输距离可达 150 米，有线传输距离可达 200 米

### 2、压力测试

- 压力测试通道：1 通道
- 压力测试量程：荷载与千斤顶大小及并联个数有关
- 压力传感器量程：0MPa~70MPa，准确度 0.5%Fs，分辨力 0.1%Fs

### 3、位移测试

- 位移测试通道 8 通道（用户可选 16 通道）
- 位移量程：0.00mm~50.00mm（单次）、可多次调表
- 准确度：<0.1%，分辨力：0.01mm

### 4、荷载控制

- 电动油泵电压：单相 220V、三相 380V
- 最大控制功率：7.5KVA

## 第三章 系统组成

### 一、系统的组成：

#### A 仪器部分

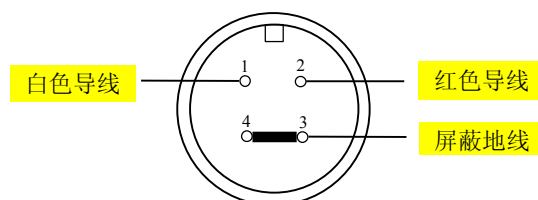
静载测试数据采集仪	1 台
1、位移传感器(调频式/容栅式)	8 只 (最多 16 只)
2、压力传感器/力传感器	一只
3、油路接口	1 套
4、软件	1 套

#### B 液压系统部分(用户自备或由我公司代购)

1、分离式油压千斤顶(双油路)	1 台或多台
2、电动液压油泵(与千斤顶配套)	1 台
3、一泵多项分油阀	1 台
4、高压油管及其接头	若干

### 二、设备电器连接

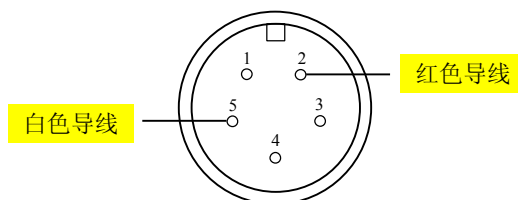
#### 1、调频式防水位移传感器(钢制母头从焊接面观察)



白色导线：信号线

红色导线：电源线

#### 2、压力传感器接线图(钢制母头从焊接面观察)



白色导线：信号线；

红色导线：电源线



## 第四章 系统连接

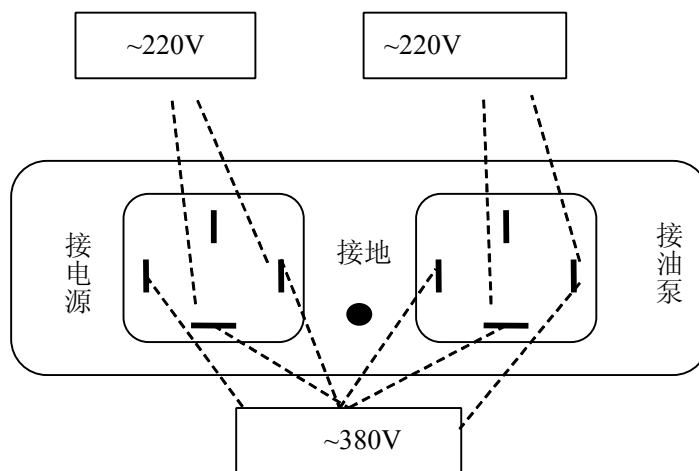
连接静载数据采集仪

### 1、千斤顶、油泵、单向阀、压力传感器的连接

- (1) 将油泵换向阀打到中间位置；
- (2) 用油管将油泵回油口与千斤顶上油路连接起来，注意在连接之前将接头清理干净，严防砂子、泥土进入油路中；
- (3) 再用油管将千斤顶上油路与单向阀回油口连接，将千斤顶下油路与单向阀出油口连接；
- (4) 将三通接头一端接到单向阀的压力表接口上，然后接上压力传感器，另一端接上压力表。如果不接压力表，也可不用三通接头，直接将压力传感器接到单向阀的压力表接口上；
- (5) 如果油泵自带单向阀，则连接方法相对简单一些，将三通接头一端接油泵上的压力表接口上，另一端接上压力表，如果不接压力表，也可不用三通接头，直接将压力传感器接到单向阀的压力表接口上。

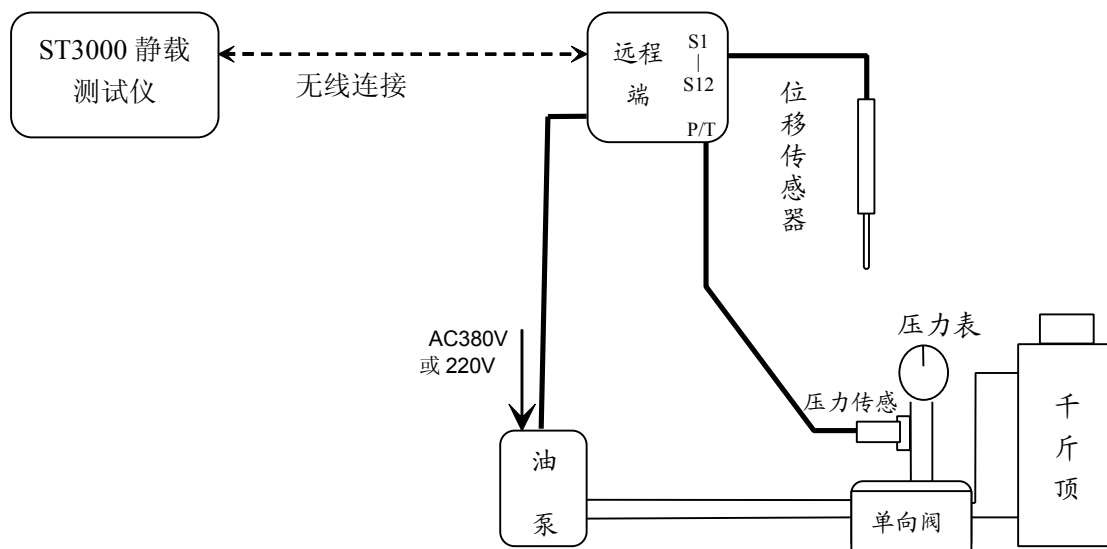
### 2、静载数据采集仪、电动油泵、电源的连接 (如下图静载仪背面板)

- (1) 将油泵三相电源插头接到静载数据采集仪三相四线插座上。
- (2) 将静载数据采集仪的三相电源插头接到供电电源插座上。注意接线时，**地线不接**。



### 3、压力传感器、位移传感器、静载数据采集仪的连接(如下图)

- (1) 将位移传感器固定于桩顶 200mm 以下位置，测点应牢固地固定于桩身上。
- (2) 将调频式防水位移传感器的四芯插头直接插在静载数据采集仪 S1 至 S12 接头上。
- (3) 将压力传感器的五芯插头接至静载数据采集仪 P 接头上；



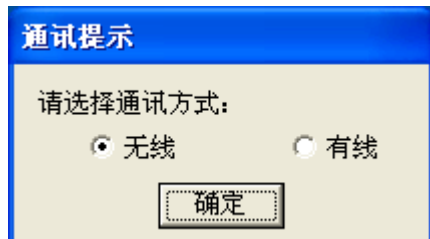
## 第五章 数据采集

### 一、采集系统的各功能简介

双击桌面 ST 静载测试采集系统图标



选择通讯方式（根据实际情况选择）



进入 ST 静载测试采集系统界面。

序号	荷载 (kN)	历时 (min)		沉降 (mm)	
		本级	累计	本级	累计
0	0	0	0	0.00	0.00
1	100	5	5	0.00	0.00
2	200	5	10	0.00	0.00
3	300	5	15	0.00	0.00
4	400	5	20	0.00	0.00
5	500	5	25	0.00	0.00
6	600	5	30	0.00	0.00
7	700	5	35	0.00	0.00
8	800	5	40	0.00	0.00
9	900	5	45	0.00	0.00
10	1000	5	50	0.00	0.00
11	800	15	65	0.00	0.00
12	600	15	80	0.00	0.00
13	400	15	95	0.00	0.00
14	200	15	110	0.00	0.00
15	0	15	125	0.00	0.00

ST 静载测试采集系统各部分显示内容及功能如下

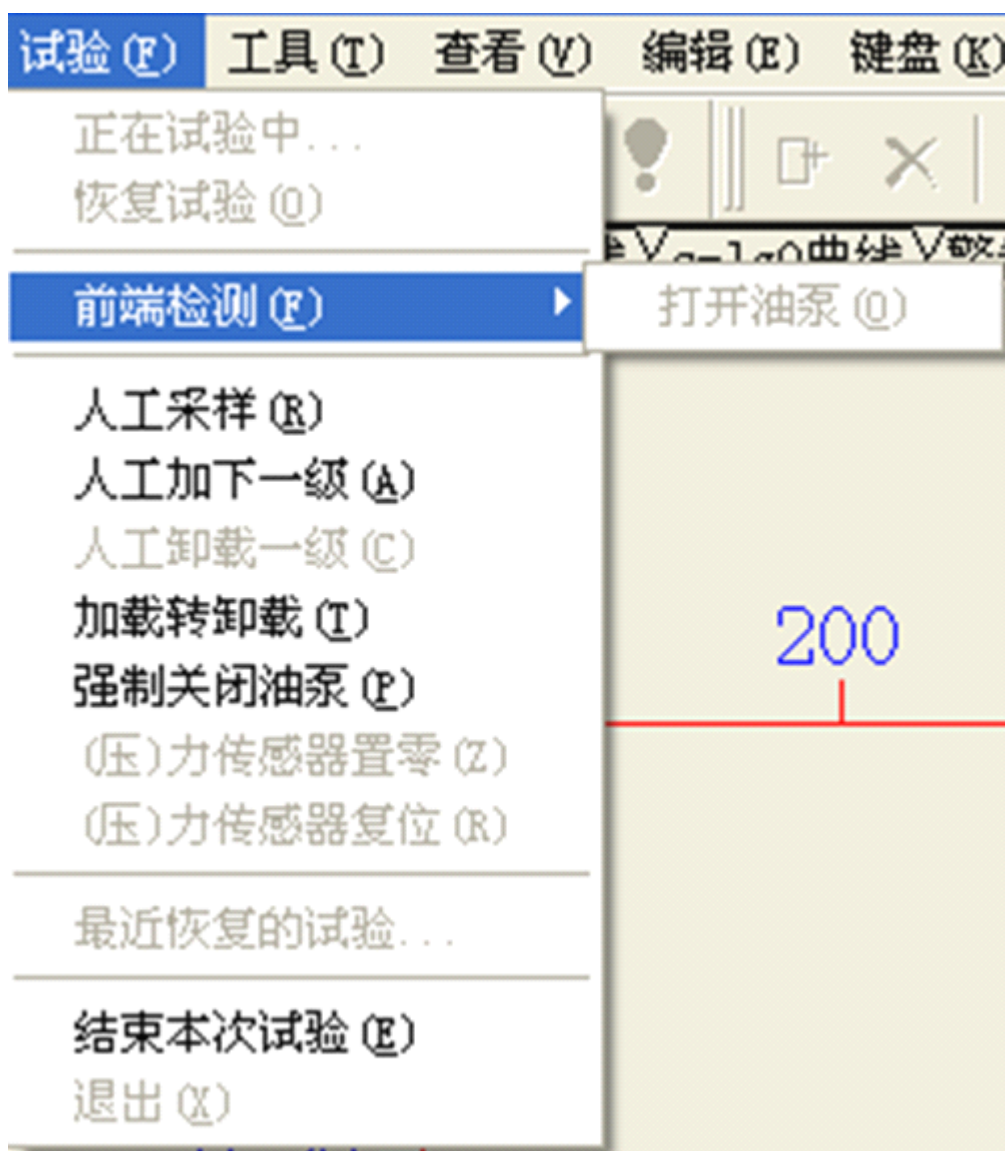
### 1、菜单栏

① 试验：（下图示为未进入试验状态时）



- ◎ 开始新试验：开始一个新的测试；
- ◎ 恢复试验：中途因故结束试验后，可以使用本功能继续以前的试验；
- ◎ 前端检测->打开油泵：检测油泵打开和关闭是否正常；
- ◎ 输入试验参数（快捷键 F3:）设置测试方案，试验规范等参数；
- ◎ 强制关闭关闭油泵：紧急停止油泵运行；
- ◎ （压）力传感器置零：将传感器读数自动校零；
- ◎ （压）力传感器复位：将传感器读数复位到实际读数；
- ◎ 最近恢复的试验：记录最近的恢复的试验数据，点击即可恢复试验；
- ◎ 退出：退出 ST 静载测试采集系统

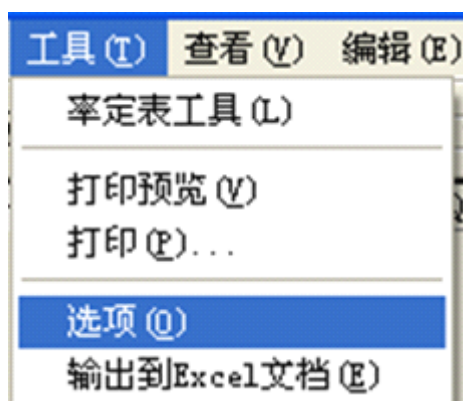
(下图示为进入试验状态后)



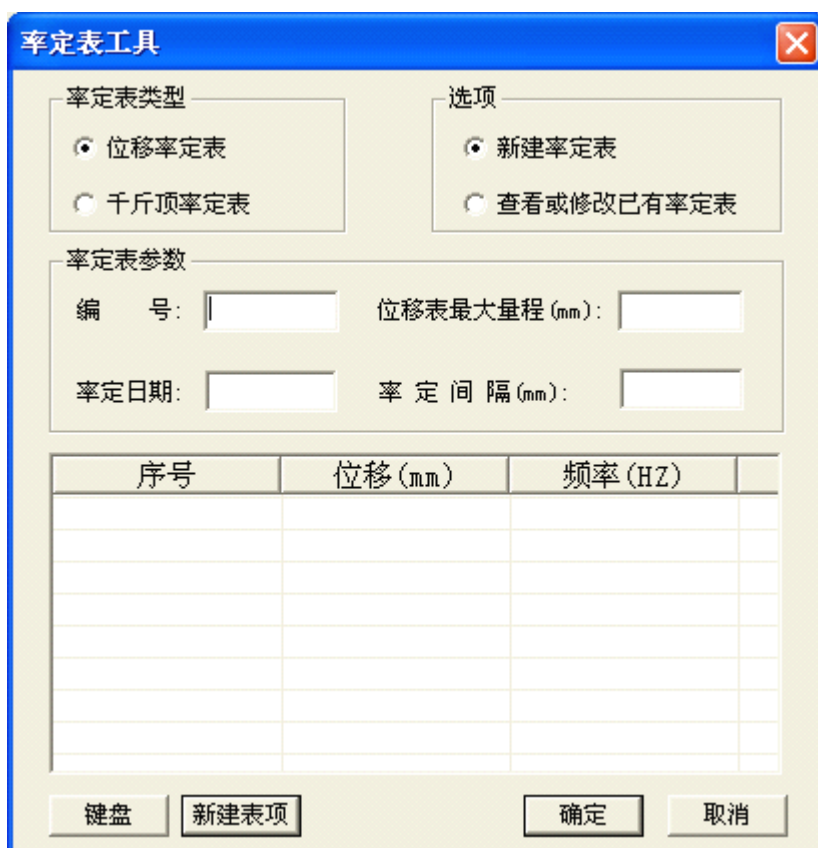
- ◎ 人工采样：人为提前记录一次数据；
- ◎ 人工加下一级：(试验处于加载时)人为中止本级测试，开始加下一级荷载；
- ◎ 人工卸载下一级：(试验处于卸载时)人为终止本级测试，开始卸下一级荷载；
- ◎ 加载转为卸载：(试验处于加载时)人为中止本级测试，开始卸下一级荷载；
- ◎ 强制关闭油泵：人为停止油泵运转；
- ◎ 结束本次试验：无条件终止本次试验(可恢复)；
- ◎ 退出：(试验状态下无法退出)只有在结束本次试验以后才能退出。

## ②工具

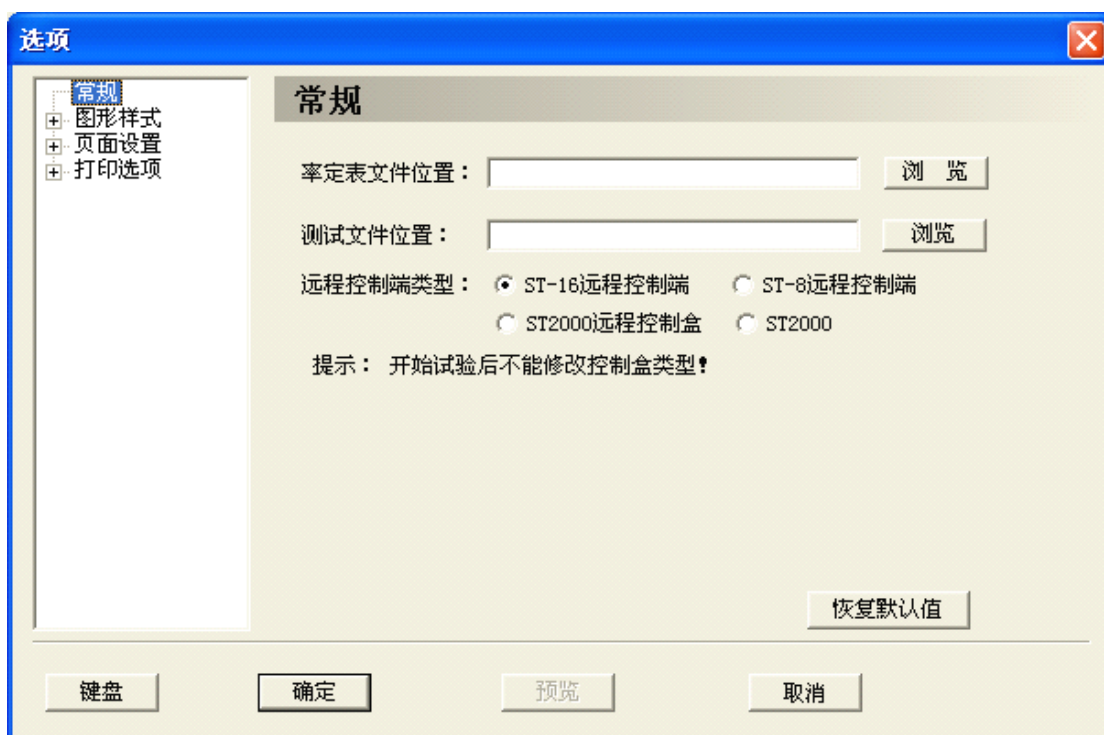
下图示为没有进入试验状态时：



◎ 率定表工具：包含对位移率定表及千斤顶率定表的新建，编辑，查看操作。  
如图：



- ◎ 系统率定：显示系统率定所需的各种数据
  - ◎ 打印预览：预览打印数据效果
  - ◎ 打印：将打印预览中的数据进行打印
  - ◎ 选项：对显示图形的字体，颜色，曲线样式，打印选择以及常规进行设置。
- 如 图



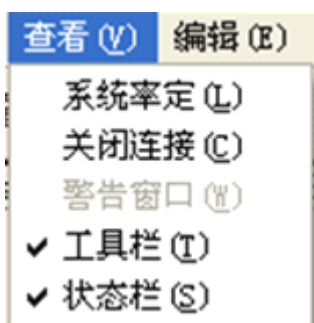
率定表文件位置：设置默认率定表文件所在路径。如果文件路径设置不对，试验将无法开始。

测试文件位置：设置默认试验文件所存放的路径；

远程控制端类型：根据实际情况选择远程控制端类型；

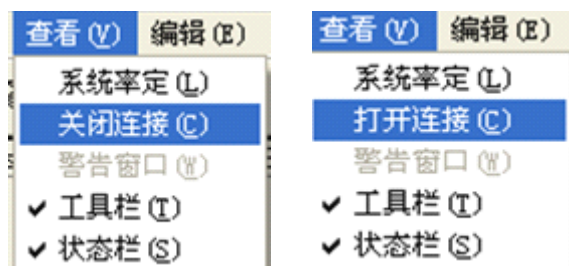
◎ 输出到 Excel 文档：将数据输出到 excel 表格

### ③查看



◎ 警告窗口：查看警告窗口

◎ 关闭（打开）连接：关闭（打开）主机与远程控制端的连接（试验中不可操作）；

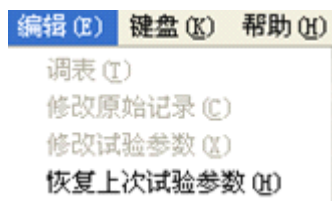


◎ 系统率定：查看当前位移传感器以及荷载传感器的值；



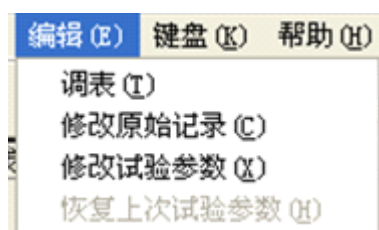
#### ④编辑

下图示为没有进入试验状态时：



◎ 恢复上次试验参数：将参数设置为上次试验时的参数

下图示为进入试验状态时：



◎ 调表：在位移传感器行程不够时，用于重新装夹位移传感器；



© 修改原始记录：可在试验中修改位移通道的数据；

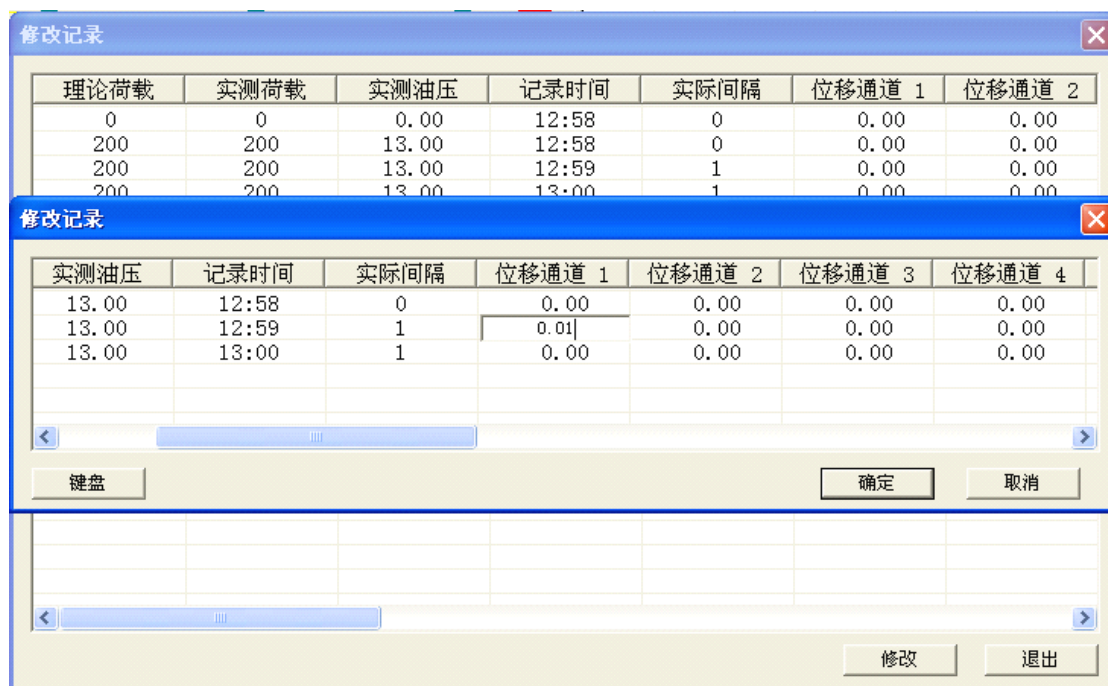
1) 首先选中要修改的记录



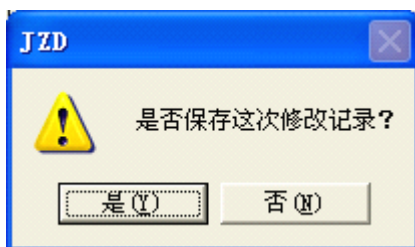
2) 单击修改后会出现另一个对话框，该对话框显示 3 条记录分别是：

1. 选中记录的前一条数据
2. 选中数据（可修改的数据）
3. 选中记录的后一条数据

双击第二条记录中要修改的位移通道项，进行修改如图：



3) 修改完成后点击确定，出现如下图：



选择“否”，取消修改  
选择“是”，完成修改 如下图



修改成功后，修改记录表将记录这一信息。如图：

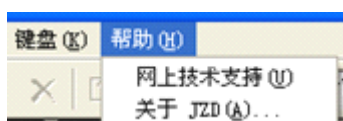
	理论荷载 (kN)	实测荷载 (kN)	实测油压 (MPa)	记录时间:分	位移通道 1 (mm)	位移通道 2 (mm)	位移通道 3 (mm)	位移通道 4 (mm)	位移通道 5 (mm)	位移通道 6 (mm)	位移通道 7 (mm)	位移通道 8 (mm)
修改前的记录		200	13.00	12:59	0.00	0.00	0.00	0.00	--	--	--	--
修改时的记录	400	304	19.00	13:04	0.00	0.00	0.00	0.00	--	--	--	--
修改后的记录		200	13.00	12:59	0.01	0.00	0.00	0.00	--	--	--	--

修改记录表

④ 修改试验参数：可在试验过程中修改部分参数；



⑤ 键盘以及帮助



- ④ 键盘：打开屏幕键盘；
- ④ 网上技术支持：访问武汉建科科技有限公司官网；
- ④ 关于 JZD：查看详细的版本及版权信息；



## 2、工程参数表

平均通道		测试日期	2013 年 3 月 21 日	试验类型	<input checked="" type="radio"/> 桩 <input type="radio"/> 地基
1	9	工地名称	某工地	压力单位	<input checked="" type="radio"/> kN <input type="radio"/> kPa
2	10	试验桩号	1#	桩截面形状	<input checked="" type="radio"/> 圆形 <input type="radio"/> 方形
3	11	桩 长	10.000	压力计算方法	<input checked="" type="radio"/> 计算 <input type="radio"/> 率定
4	12	桩 径	800		
5	13	千斤顶数量	1		
6	14	千斤顶编号	200301		
7	15	油缸内径mm	140		
8	16				

工程参数表 / 位移参数表 / 试验标准表 / 极限参数表 / 荷载参数表

测试日期：测试时间

工地名称：测试工地的名字（开始试验时在设置的测试文件位置的目录下创建以工程名命名的文件夹）

试验桩号：试验桩的编号（默认情况下，该桩号为采集数据文件的文件名）

桩 长：试验桩的长度，单位：米

桩 径：试验桩的直径，单位：毫米

千斤顶数量：并联使用千斤顶的数量

千斤顶编号：选择压力计算方法为率定时有效（千斤顶率定表文件的路径为工具->选项->常规->率定表文件位置），该编号为千斤顶率定表的文件名；

压力计算方法：有计算与率定两种方法。

计算方法是通过计算千斤顶的油缸内部活塞面积和当前油缸压力的乘积来测量当前千斤顶出力，此时需要准确的油缸内径（也就是油缸内部活塞直径）大小。

率定方法是根据已经输入的千斤顶率定表（如何建立千斤顶率定表请参阅第八章），根据当前的压强值查表得到当前千斤顶出力。

千斤顶编号	200301	压力计算方法	<input type="radio"/> 计算 <input checked="" type="radio"/> 率定
油缸内径mm	140		

油缸内径：（选择压力计算方法为计算时有效）油缸内部活塞的直径

千斤顶编号	200301	压力计算方法	<input checked="" type="radio"/> 计算 <input type="radio"/> 率定
油缸内径mm	140		

## 3、位移参数表

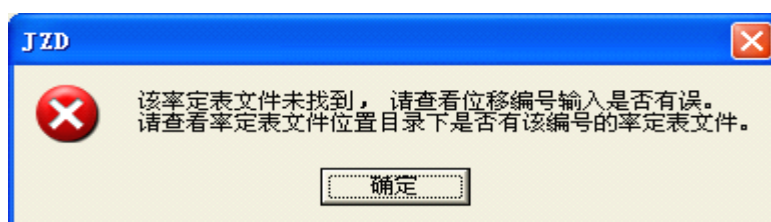
位移传感器		读数	使用目的		运动方向	
位移编号			上拔	沉降	伸长	缩短
<input type="checkbox"/> S1	2003011	未用	<input type="radio"/> 上拔	<input checked="" type="radio"/> 沉降	<input checked="" type="radio"/> 伸长	<input type="radio"/> 缩短
<input type="checkbox"/> S2	2003012	未用	<input type="radio"/> 上拔	<input checked="" type="radio"/> 沉降	<input checked="" type="radio"/> 伸长	<input type="radio"/> 缩短
<input type="checkbox"/> S3	2003009	未用	<input type="radio"/> 上拔	<input checked="" type="radio"/> 沉降	<input checked="" type="radio"/> 伸长	<input type="radio"/> 缩短
<input type="checkbox"/> S4	2003004	未用	<input type="radio"/> 上拔	<input checked="" type="radio"/> 沉降	<input checked="" type="radio"/> 伸长	<input type="radio"/> 缩短
<input type="checkbox"/> S5	2003005	未用	<input checked="" type="radio"/> 上拔	<input type="radio"/> 沉降	<input type="radio"/> 伸长	<input checked="" type="radio"/> 缩短
<input type="checkbox"/> S6	2003006	未用	<input checked="" type="radio"/> 上拔	<input type="radio"/> 沉降	<input type="radio"/> 伸长	<input checked="" type="radio"/> 缩短
<input type="checkbox"/> S7	2003007	未用	<input checked="" type="radio"/> 上拔	<input type="radio"/> 沉降	<input type="radio"/> 伸长	<input checked="" type="radio"/> 缩短
<input type="checkbox"/> S8	2003008	未用	<input checked="" type="radio"/> 上拔	<input type="radio"/> 沉降	<input type="radio"/> 伸长	<input checked="" type="radio"/> 缩短
<input type="checkbox"/> S9	2003009	未用	<input checked="" type="radio"/> 上拔	<input type="radio"/> 沉降	<input type="radio"/> 伸长	<input checked="" type="radio"/> 缩短
<input type="checkbox"/> S10	2003010	未用	<input checked="" type="radio"/> 上拔	<input type="radio"/> 沉降	<input type="radio"/> 伸长	<input checked="" type="radio"/> 缩短
<input type="checkbox"/> S11	2003011	未用	<input checked="" type="radio"/> 上拔	<input type="radio"/> 沉降	<input type="radio"/> 伸长	<input checked="" type="radio"/> 缩短
<input type="checkbox"/> S12	2003012	未用	<input checked="" type="radio"/> 上拔	<input type="radio"/> 沉降	<input type="radio"/> 伸长	<input checked="" type="radio"/> 缩短
<input type="checkbox"/> S13	2003013	未用	<input checked="" type="radio"/> 上拔	<input type="radio"/> 沉降	<input type="radio"/> 伸长	<input checked="" type="radio"/> 缩短
<input type="checkbox"/> S14	2003014	未用	<input checked="" type="radio"/> 上拔	<input type="radio"/> 沉降	<input type="radio"/> 伸长	<input checked="" type="radio"/> 缩短
<input type="checkbox"/> S15	2003015	未用	<input checked="" type="radio"/> 上拔	<input type="radio"/> 沉降	<input type="radio"/> 伸长	<input checked="" type="radio"/> 缩短
<input type="checkbox"/> S16	2003016	未用	<input checked="" type="radio"/> 上拔	<input type="radio"/> 沉降	<input type="radio"/> 伸长	<input checked="" type="radio"/> 缩短

帮助：“使用目的”就是这个表的功能，是用来测量下沉量，还是用来测试上拔量；“运动方向”就是安装这个伸缩杆在正常试验中是逐渐伸长还是逐渐缩短。

工程参数表 \ 位移参数表 \ 试验标准表 \ 极限参数表 \ 荷载参数表

S1—S16 通道及编号和读数。

位移编号：该编号为对应的位移率定表文件名。位移率定表文件位置，自行设置。若文件不存在或路径设置不正确会有如下提示。



## 4、试验标准表

测试参数	
试验方法	快速维持荷载法——2小时
加载分级	10
首次加载级数	2
是否判稳	<input type="radio"/> 是 <input checked="" type="radio"/> 否
判稳时间	120
卸载每级测试时间(分钟)	60
每次卸载级数	2
设定时间	
加载每次时间(分钟)	0 5 10 15 15 15 30 30 30 30 30 30
卸载每次时间(分钟)	0 15 15 30 30 30 30 30 30 30 30 30

工程参数表 \ 位移参数表 \ 试验标准表 \ 极限参数表 \ 荷载参数表

试验方法：选择试验的方法，也可以使用自定义方法。

## 5、极限参数表

极限值	
最大载荷值(kN)	1000
不均匀沉降(mm)	5
最大上拔(mm)	10
最大沉降值(mm)	40
位移伸长量报警(mm)	45
位移缩短量报警(mm)	5
<input checked="" type="checkbox"/> 后级沉降 ≥ 前级沉降 5 倍	<input checked="" type="checkbox"/> 后级沉降 ≥ 前级沉降 2 倍且24小时不稳定

该参数表设定的为报警参数

## 6、荷载参数表

荷载参数	
试验方式	<input checked="" type="radio"/> 自动 <input type="radio"/> 人工
最长加压时间	60 秒
是否补载	<input checked="" type="radio"/> 是 <input type="radio"/> 否
压力传感器最大量程(MPa)	70
补载方式	<input checked="" type="radio"/> 数值 <input type="radio"/> 百分比
荷载传感器类型	<input type="radio"/> 力 <input checked="" type="radio"/> 油压
掉载量设置	20 kN
位移传感器类型	<input checked="" type="radio"/> 调频式 <input type="radio"/> 容栅式
无线方式选择	<input type="radio"/> 局域网 <input checked="" type="radio"/> 无线SMA
GPRS开关	<input type="radio"/> 打开 <input checked="" type="radio"/> 关闭

工程参数表 \ 位移参数表 \ 试验标准表 \ 极限参数表 \ 荷载参数表

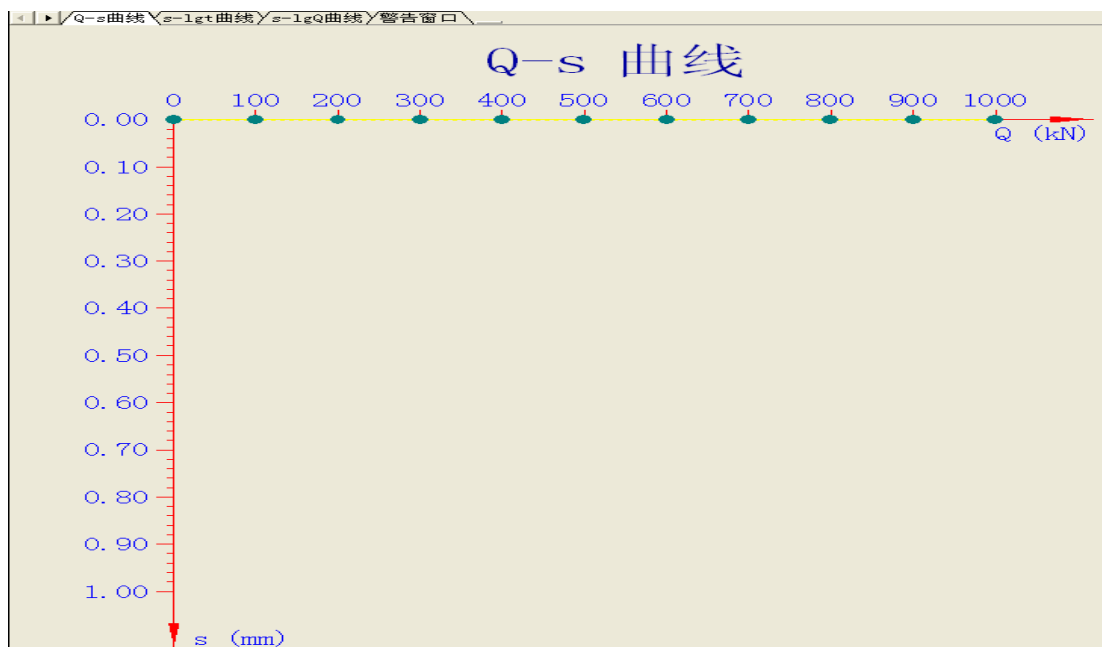
该表为荷载参数的设置；

位移传感器类型根据实际情况选择；

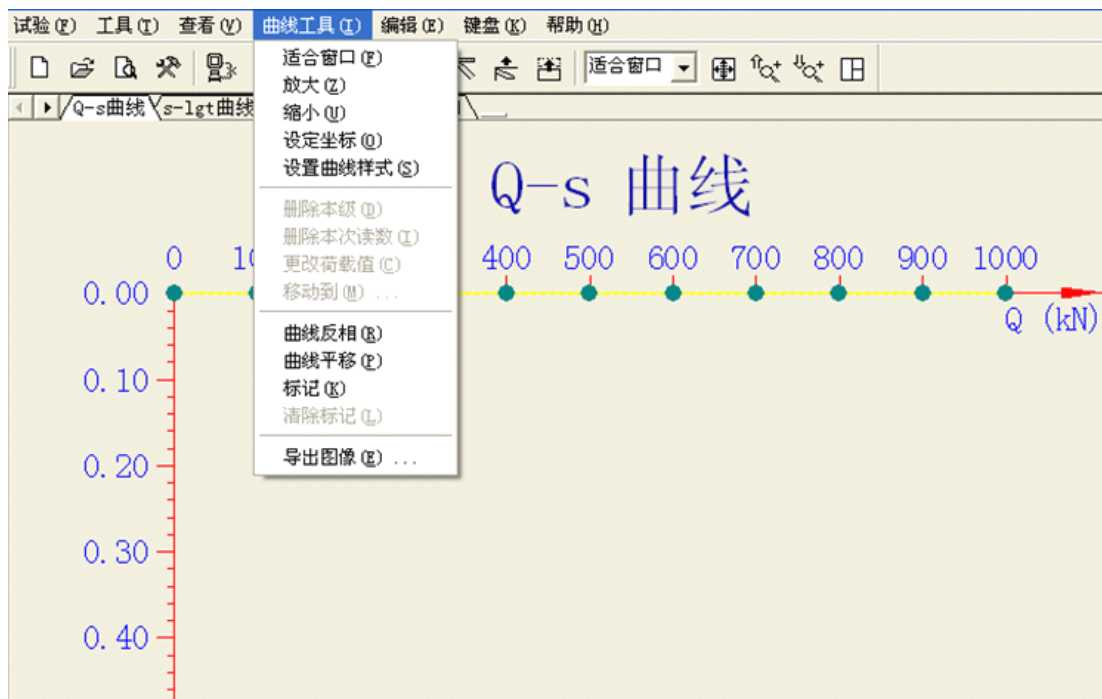
GPRS 开关:打开 GPRS 开关将把试验数据上传到服务器

## 7: 曲线图区

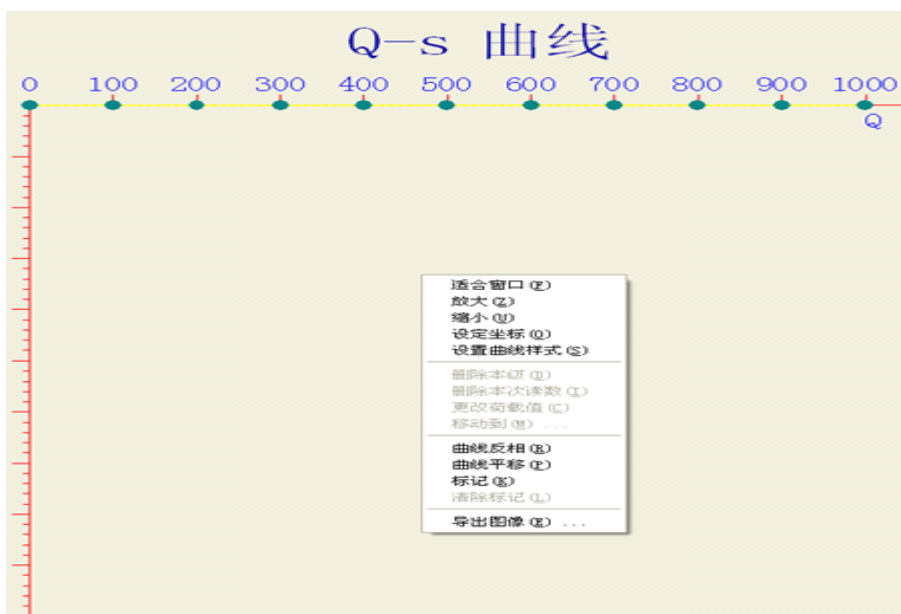
显示所有需要显示的曲线



单击曲线区域以后，菜单栏将会出现一个新的菜单项 曲线工具



或者在曲线图表区域单击右键



## 8: 表格区域:

显示所有需要显示的表格

序号	荷载 (kN)	历时 (min)		沉降 (mm)	
		本级	累计	本级	累计
0	0	0	0	0.00	0.00
1	100	5	5	0.00	0.00
2	200	5	10	0.00	0.00
3	300	5	15	0.00	0.00
4	400	5	20	0.00	0.00
5	500	5	25	0.00	0.00
6	600	5	30	0.00	0.00
7	700	5	35	0.00	0.00
8	800	5	40	0.00	0.00
9	900	5	45	0.00	0.00
10	1000	5	50	0.00	0.00
11	800	15	65	0.00	0.00
12	600	15	80	0.00	0.00
13	400	15	95	0.00	0.00
14	200	15	110	0.00	0.00
15	0	15	125	0.00	0.00

< | > \ 汇总表 / 加载详测表 \ 卸载详测表 \ 原始记录表 \ 修改记录表 \ 锚桩汇总表 /




## 9: 工具条



从左往右依次为:

- 1) 开始新试验

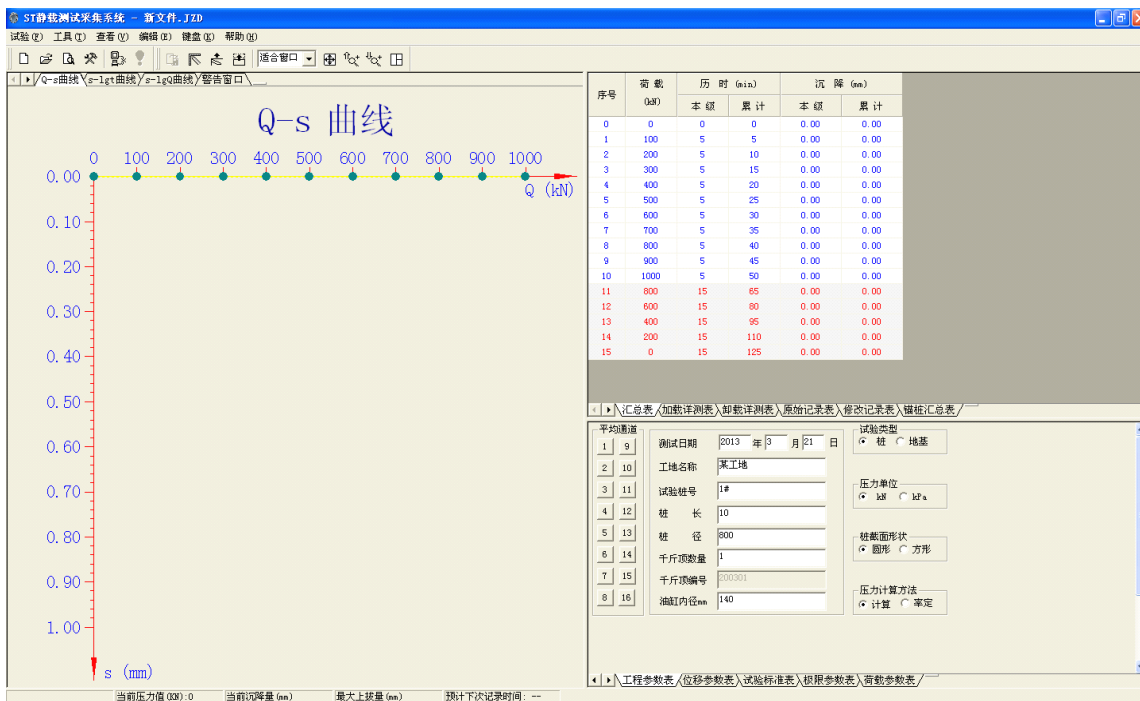


- 2) 恢复试验
- 3) 打印预览
- 4) 选项
- 5) 强制关闭油泵
- 6) 警告窗口标识：出现警告后该标识变成红色并闪动，直到警告消除。由  转  为  并闪动；
- 7) 导出图像
- 8) 设定坐标
- 9) 曲线平移
- 10) 曲线反向
- 11) 曲线窗口缩放百分比
- 12) 将曲线视图调整为窗口调整适合的大小
- 13) 将参数区放大
- 14) 将表格区放大
- 15) 曲线区域，表格区域，参数区 2: 1: 1 大小

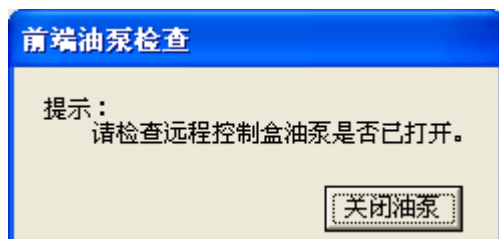
## 二、采集程序操作事例

操作步骤如下：

- ① 安装好所有传感器，连接好油路系统，检查电源是否正常；
- ② 打开主机电源，打开电脑，进入主程序。（如下图）



- ③ 鼠标单击 试验->前端检测->打开油泵 进行油泵检查。



出现该对话框后，请检查油泵是否正常工作。当油泵已打开当油泵正常工作请单击“关闭油泵”。如果油泵没有工作请再次检查油泵电源连接等是否正确，**(必须确保油泵正常工作,否则不要进入试验!!)**!

④ 在工程参数表中进行参数设置

平均通道		测试日期		2013 年 3 月 21 日		试验类型		
1	9	工地名称	测试工地			<input checked="" type="radio"/> 桩 <input type="radio"/> 地基		
2	10	试验桩号	1#			压力单位		
3	11	桩 长	10			<input checked="" type="radio"/> kN <input type="radio"/> kPa		
4	12	桩 径	800			桩截面形状		
5	13	千斤顶数量	1			<input checked="" type="radio"/> 圆形 <input type="radio"/> 方形		
6	14	千斤顶编号	200301			压力计算方法		
7	15	油缸内径mm	140			<input checked="" type="radio"/> 计算 <input type="radio"/> 率定		
8	16							

工程参数表 / 位移参数表 / 试验标准表 / 极限参数表 / 荷载参数表

根据具体情况填写相应参数。

⑤ 在位移参数表中进行参数设置

位移传感器		读数	使用目的	运动方向	帮助：“使用目的”就是这个表的功能，是用来测量下沉量，还是用来测试上拔量；“运动方向”就是安装这个伸缩杆在正常试验中是逐渐伸长还是逐渐缩短。
位移编号	位移编号	读数	使用目的	运动方向	
<input checked="" type="checkbox"/> S1	2003011	52.83	<input type="radio"/> 上拔 <input checked="" type="radio"/> 沉降	<input checked="" type="radio"/> 伸长 <input type="radio"/> 缩短	
<input checked="" type="checkbox"/> S2	2003012	52.61	<input type="radio"/> 上拔 <input checked="" type="radio"/> 沉降	<input checked="" type="radio"/> 伸长 <input type="radio"/> 缩短	
<input checked="" type="checkbox"/> S3	2003009	52.22	<input type="radio"/> 上拔 <input checked="" type="radio"/> 沉降	<input checked="" type="radio"/> 伸长 <input type="radio"/> 缩短	
<input checked="" type="checkbox"/> S4	2003004	53.17	<input type="radio"/> 上拔 <input checked="" type="radio"/> 沉降	<input checked="" type="radio"/> 伸长 <input type="radio"/> 缩短	
<input type="checkbox"/> S5	2003005	未用	<input checked="" type="radio"/> 上拔 <input type="radio"/> 沉降	<input type="radio"/> 伸长 <input checked="" type="radio"/> 缩短	
<input type="checkbox"/> S6	2003006	未用	<input checked="" type="radio"/> 上拔 <input type="radio"/> 沉降	<input type="radio"/> 伸长 <input checked="" type="radio"/> 缩短	
<input type="checkbox"/> S7	2003007	未用	<input checked="" type="radio"/> 上拔 <input type="radio"/> 沉降	<input type="radio"/> 伸长 <input checked="" type="radio"/> 缩短	
<input type="checkbox"/> S8	2003008	未用	<input checked="" type="radio"/> 上拔 <input type="radio"/> 沉降	<input type="radio"/> 伸长 <input checked="" type="radio"/> 缩短	
<input type="checkbox"/> S9	2003009	未用	<input checked="" type="radio"/> 上拔 <input type="radio"/> 沉降	<input type="radio"/> 伸长 <input checked="" type="radio"/> 缩短	
<input type="checkbox"/> S10	2003010	未用	<input checked="" type="radio"/> 上拔 <input type="radio"/> 沉降	<input type="radio"/> 伸长 <input checked="" type="radio"/> 缩短	
<input type="checkbox"/> S11	2003011	未用	<input checked="" type="radio"/> 上拔 <input type="radio"/> 沉降	<input type="radio"/> 伸长 <input checked="" type="radio"/> 缩短	
<input type="checkbox"/> S12	2003012	未用	<input checked="" type="radio"/> 上拔 <input type="radio"/> 沉降	<input type="radio"/> 伸长 <input checked="" type="radio"/> 缩短	

工程参数表 / 位移参数表 / 试验标准表 / 极限参数表 / 荷载参数表

（这里参数设定默认值参照中华人民共和国行业标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106—2003）

在位移编号中输入相应的编号，（若传感器类型为容栅式，则忽略位移编号，直接打勾）然后在对应的传感器上打勾，

否则无法进行试验，会出现如下提示：



使用目的与运动方向设置：

S1—S16： S1—S16 通道分别是检测沉降和上拔。

调节位移传感器测量杆处于伸长或缩短状态。

#### ⑥ 试验标准表

试验方法	用户自定义试验					
加载分级	10	首次加载级数	2			
是否判稳	<input checked="" type="radio"/> 是 <input type="radio"/> 否	判稳时间	60			
判稳次数	2	判稳标准 (mm)	0.1			
卸载每级测试时间 (分钟)	60	每次卸载级数	2			
设定时间						
加载每次时间 (分钟)	0	5	10	15	15	15
	30	30	30	30	30	30
卸载每次时间 (分钟)	0	15	15	30	180	180
	180	180	180	180	180	180
<span>工程参数表</span> <span>位移参数表</span> <span>试验标准表</span> <span>极限参数表</span> <span>荷载参数表</span>						

试验方法：用户可以根据试验要求选取合适的试验方法，这里提供了常用的几种试验规范。用户也可以自定义自己的试验方法。

加载分级：本次试验分几次加载

首次加载能数：第一级加载量级数

是否判稳：在测试过程中，是否本级稳定后方可进入下一级荷载

是：在每级荷载作用下，只在沉降达到相对稳定之后，方可进入下一级荷载；

否：在每级荷载作用下，当该级测试时间大于或等于判稳时间时，即自

动加下一级荷载；

判稳次数：达到相对稳定条件所需的连续出现的稳定次数（比如慢速维持荷载法的相对稳定条件要求每小时沉降量不超过 0.1mm，并且连续出现两次）；当“是否判稳”项为“否”时，本“判稳次数”项无效

判稳时间：一级荷载下判断一次稳定需要的时间，单位为分钟；当“是否判稳”项为“否”时，则本项值代表一级荷载下的试验时间

判稳标准：一级荷载下在判稳时间内达到一次稳定允许的最大沉降量，单位为 mm；当“是否判稳”项为“否”时，本“判稳次数”项无效

卸载每级测试时间：每卸载一级测试所用时间；

每次卸载级数：按照加载的分级数，每次卸载几级，逐级等量卸载；

加载记录间隔：加载时，在一级测试过程中读数的间隔时间，当读数次数超过 10 次后，重复最后一个时间间隔；（第一个采样间隔必须为 0，其它采样间隔不能为 0）

卸载记录间隔：卸载时，在一级测试过程中读数间隔时间，当读数次数超过 10 次后，重复最后一个时间间隔；（第一个采样间隔必须为 0，其它采样间隔不能为 0）

#### ⑦极限参数：

极限值			
最大荷载值 (kN)	1000	不均匀沉降 (mm)	5
最大上拔 (mm)	10	最大沉降值 (mm)	40
位移伸长量报警 (mm)	45	位移缩短量报警 (mm)	5
<input checked="" type="checkbox"/> 后级沉降 ≥ 前级沉降 5 倍		<input checked="" type="checkbox"/> 后级沉降 ≥ 前级沉降 2 倍 且 24 小时不稳定	

工程参数表 / 位移参数表 / 试验标准表 / 极限参数表 / 荷载参数表

最大荷载值：试验中加载的最大预估荷载值，单位为 kN；

最大沉降值：加载过程中基桩的最大允许沉降量，当实际沉降量大于此极限值时，程序自动报警，单位为 mm；

注：当桩顶沉降能相对稳定且总沉降量小于 40mm 时，宜加载至桩顶总沉降量超过 40mm

最大上拔值：加载过程中锚桩的最大允许上拔量，当实际上拔量大于此极限值时，程序自动报警，若没有设置测试锚桩的位移通道，此功能无效，单位为 mm；

不均匀沉降：基桩上各位移传感器读数的最大允许差值，当某两个位移传感器读数的差值大于此极限值时，自动报警，可以用来监测各位移传感器工作是否正常及基桩受压后是否严重倾斜，单位 mm；

位移伸长量报警：位移计总的伸长量为 50mm，当其绝对伸长量大于该设定值时，仪器将报警，提示位移计行程即将走完，需要重新安装。

位移缩短量报警：位移计最小的缩短量为 0mm，当其绝对缩短量小于该设定值时，仪器将报警，提示位移计行程即将走完，需要重新安装。

后级沉降 $\geq$ 前进沉降 倍：满足该条件将出现警告

后级沉降 $\geq$ 前进沉降 倍且 24 小时不稳定：满足该条件将出现警告

⑧、补载设置：

试验方式：

自动：自动记录数据；自动判稳；自动补压。

手动：自动记录数据；自动判稳。但要人工加下一级和补压，每级试验结束后报警提示。

最长加压时间：单位为秒，加压时若在设定的时间内压力值增量不足一级荷载的 1/10，系统报警；

是否补载：

是：测试过程中允许仪器自动补载；

否：测试过程中不补载；

补载方法：

数值：设为允许掉载值，单位 kN；

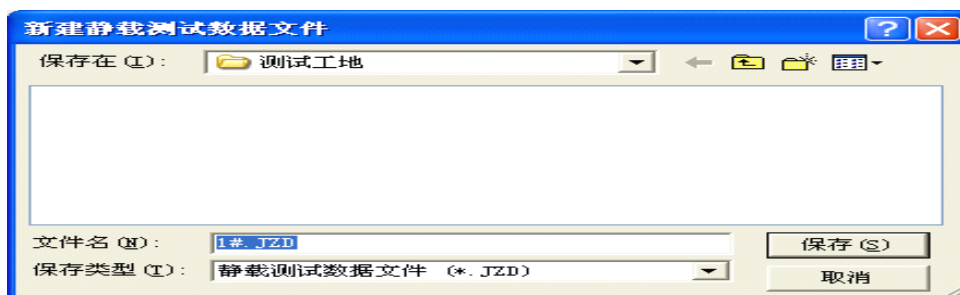
百分比：允许掉载量 = 当前设定荷载值 $\times$ 所设置值/100

压力传感器最大量程：用户也可以使用其他量程的压力传感器，只需要在这里设置所使用传感器正确的最大量程。

位移传感器类型：根据实际情况选择

GPRS 开关：（该功能需要 GPRS 模块支持）GPRS 功能打开以后将试验数据上传至服务器

上述参数配置完成后点击 试验->开始新的试验 进入新建试验数据文件（如下图）



点击保存后便开始试验，取消即放弃试验。

## 进入“开始新试验”状态下各功能应用

这时系统将会开始进行数据采集分析与控制，实现自动化作业。



当需要人为记录数据时，也可人工进控制。

### 1. 人工记录

可在采样时间未到时，人为采样数据。

单击“人工采样”将在当前时间采样一次数据。

在原始记录表中会记录当前时间段信息，并且备注栏显示 提前记录

位移通道 16 (mm)	平均沉降 (mm)	备注
--	0.00	
--	0.00	
--	0.00	提前记录

### 2. 进入加下一级

单击“人工加下一级”可直接进入下一级试验

并且备注栏会加入 提前记录

0.00	
0.00	提前记录
0.00	

“人工卸下一级”操作相同。

### 3. 加载转为卸载

在试验进行中因为达到极限承载力或出现其它原因而不得不转为卸载时，单击菜单“试验”“加载转为卸载”。系统将进入卸载状态。

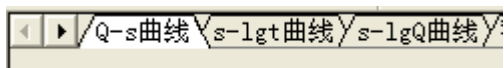
### 4. 强制关闭油泵

当出现紧急情况，不得不停止油泵运转时，单击“试验”，选“强制关闭油泵”，即可停止油泵动转。

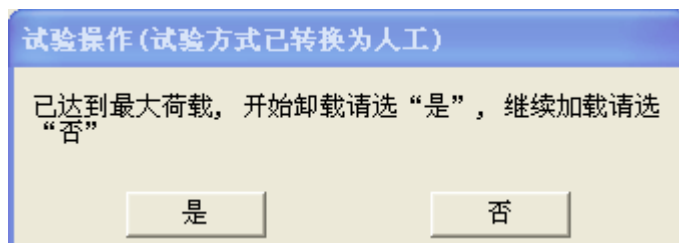
#### 5. 压力传感器复位和调表

##### ① 查看表格和曲线图

“曲线” Q-s 曲线； S-lgt 曲线； S-lgQ 曲线；  
直接点击相应项查看



当加载量达到试验参数中设置的最大荷载后后，系统会提示如下



单击“否”将继续加载；

请将油泵单向阀置为卸载状态！如果是单油路千斤顶请将油泵电源关闭，人工操作回油阀进行卸载；如果是双油路千斤顶，请将油路换向阀置于卸载位置。设置好油泵单向阀后单击“是”

若单击“是”，将进入卸载。

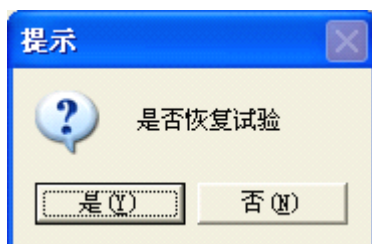
## 第六章 恢复旧试桩

在试验进行中因为锚筋脱焊或其他原因而不得不中止试验，而处理完毕后又希望接着以前的进度继续做，此时就需要使用“恢复以前试验”功能，不能使用“新试桩”功能，因为“新试桩”功能总是建立一个新文件，且总是从第一级开始测试。

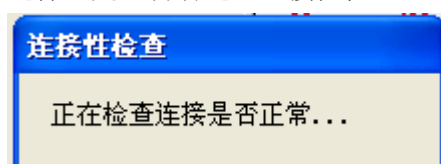
1. 先按上次试桩时情况，接好所有传感器，然后逐级加压至中止试桩前压力值处，根据实际情况决定是否要恒载一段时间；
2. 进入主程序，单击“试验”选中“恢复试验”，或直接双击该试验文件。  
单击试验文件，左下角将显示该文件的基本信息。如图：



确定人工加荷载完成后单击“打开”后显示如图：



选择“否”取消恢复试验  
选择“是”自动进入连接性检查

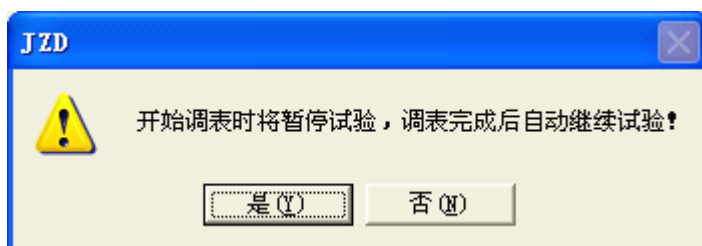


检查成功后，即可从中止试验位置开始试验。



## 第七章 重置位移计

当在试验中，位移传感器行程即将走完，需要重置位移传感器时单击“编辑”“调表”出现下图



选择“否”取消

选择“是” 暂停当前试验，开始重置位移计如下图



设置好位移传感器后，单击“调表完成”。

## 第八章 系统率定

### 一、位移传感器的率定

在率定室内连接好采集仪、位移计、电脑，开机预热 30 分钟，运行数据采集软件，将将要率定的位移计的连接通道设置为“使用”即在编号前打钩，单击“查看”菜单，进入“系统率定”，如下图：

系统率定

**参数设置**

荷载传感器类型  力  油压

位移传感器类型  调频式  容栅式

**荷载传感器**

	P通道	T通道
信号mA	12.1376	未用
压强MPa	35.60	未用
压力kN	547	未用

**位移传感器**

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
频率(Hz)	21187	21144	20815	21476	0	0	0	0
位移(mm)	52.85	52.66	52.23	53.18	0.0	0.0	0.0	0.0
	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16
频率(Hz)	0	0	0	0	0	0	0	0
位移(mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

- 1、准备一张表格（可以参考用户手册附录部分），将预率定的位移计编号填在上面，并将 50mm 按照 2.5mm 一个间隔，依次填写在表格中（见本手册附录）
- 2、将位移计固定到百分表检定台上
- 3、将位移计人为缩短，注意不要压缩太紧，观察系统率定屏幕，尽量使其频率读数在 11500Hz~12500Hz 之间，将检定台按当前状态布置
- 4、记录此时的频率读数，控制检定台每次走 2.5mm 的行程，等待系统率定屏幕上读数稳定以后。记录该频率读数并填写在表格中，依次类似，直至走完 50mm 的行程
- 5、整理得到的率定数据，并更新电脑中保存的位移率定表

### 二、更新位移率定表

单击“工具”菜单，进入“率定表工具”，进入率定表。

率定表工具

率定表类型

位移率定表

千斤顶率定表

选项

新建率定表

查看或修改已有率定表

率定表参数

编 号:  位移表最大量程 (mm):

率定日期:  率定间隔 (mm):

序号	位移 (mm)	频率 (HZ)

键盘 新建表项 确定 取消

各项内容含义如下:

编 号: 传感器编号 (标注在每个传感器连线上), 编号不可为“0”;

率定日期: 传感器率定的日期;

率定最大量程 (mm):; 位移传感器的最大量程

率定间隔 (mm): 率定表中率定位移间隔距离 (一般为 2.50mm);

位 移 (mm): 不同率定点的位移值;

频 率 (Hz): 位移传感器对应不同位移时的输出频率;

键 盘: 打开屏幕键盘;

新建表项: 根据输入参数列出相应表格

率定表类型中 选择位移率定表, 在选项框中 选择新建率定表

率定表类型

位移率定表

千斤顶率定表

选项

新建率定表

查看或修改已有率定表

先依次设置好率定编号; 率定日期; 最大量程; 率定间隔;

**率定表工具**

率定表类型

位移率定表

千斤顶率定表

选项

新建率定表

查看或修改已有率定表

率定表参数

编 号: 2003004      位移表最大量程 (mm): 50

率定日期: 20130321      率定间隔 (mm): 2.5

序号	位移 (mm)	频率 (HZ)

键盘    **新建表项**      确定    取消

然后单击“新建表项”

**率定表工具**

率定表类型

位移率定表

千斤顶率定表

选项

新建率定表

查看或修改已有率定表

率定表参数

编 号: 2003004      位移表最大量程 (mm): 50

率定日期: 20130321      率定间隔 (mm): 2.5

序号	位移 (mm)	频率 (HZ)
1	0.00	
2	2.50	
3	5.00	
4	7.50	
5	10.00	
6	12.50	
7	15.00	
8	17.50	
9	20.00	

键盘    **新建表项**      确定    取消

然后输入率定数据

序号	位移 (mm)	频率 (HZ)
1	0	11823
2	2.5	12130
3	5	12449
4	7.5	12782
5	10	13129
6	12.5	13491
7	15	13867
8	17.5	14257
9	20	14662

输入完毕后。单击“确定”；文件保存在设置的测试文件目录下。

### 三、压力系统的率定

对于使用压阻式压力传感器的用户，可将 ST3000 静载数据采集仪系统同液压千斤顶相连接，对系统进行整机率定，率定方法如下：

- 将压力传感器连接在千斤顶油路上，并将输出接到测试系统中；
- 打开电源，进入测试分析系统后，正确设置千斤顶内径及数量；
- 单击“工具”菜单，使用测试仪上“系统率定”功能监测压力传感器的输出压强；
- 用千斤顶给压力机施压到率定的最大压力，然后锁死千斤顶；
- 让压力机回油，按率定间隔卸压，并同时记录下压力机读数及测试仪显示的压强值；
- 将记录下来的数据输入到测试仪中保存。

(输入方法同位移传感器相同，参见位移传感器的率定)

附：根据率定数据推算有效内径的公式：

$$d_{\text{有效}} = 35.68 \times \sqrt{\frac{F}{P}}$$

其中：  $d_{\text{有效}}$  —— 千斤顶的有效内径(单位为 mm)

$F$  —— 千斤顶的实际升力(单位为 kN)

$P$  —— 与  $F$  对应的千斤顶下油缸的压强(单位为 MPa)

### 四、千斤顶率定

率定表类型中 选择位移率定表，在选项框中 选择新建率定表

**率定表工具**

**率定表类型**

位移率定表

千斤顶率定表

**选项**

新建率定表

查看或修改已有率定表

**率定表参数**

编 号:  千斤顶最大量程 (KN)

率定日期:  率定间隔 (KN)

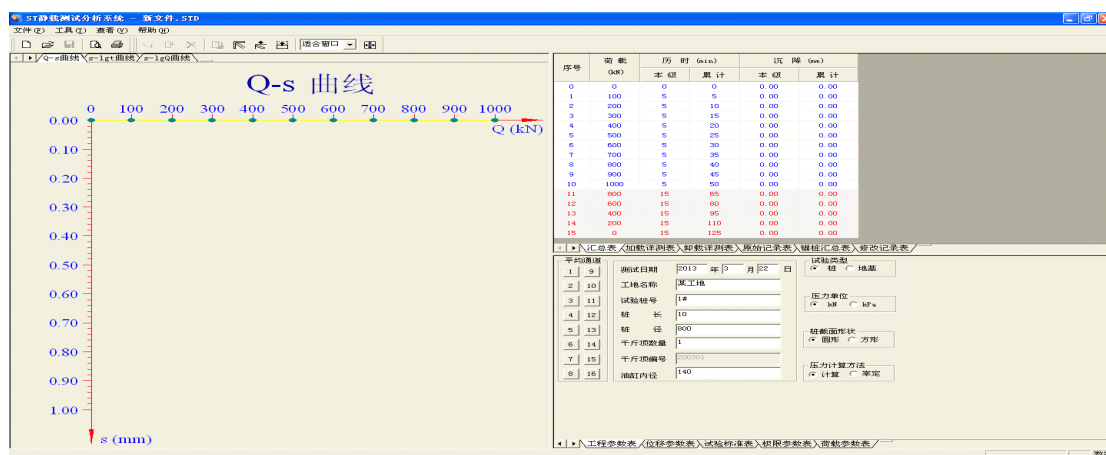
序号	荷载 (KN)	压强 (Mpa)	

与输入率定位移传感器数据方法相同，输入完毕，单击“确定”

## 第九章 静载试验数据分析

### 一、 打开分析程序

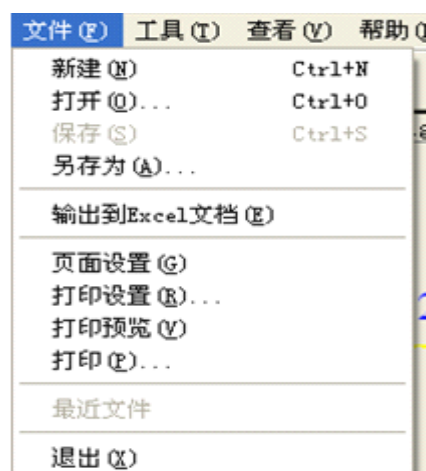
双击图标进入静载数据分析程序



1. 菜单区：常用的命令如文件打开，工具操作，帮助等；
2. 参数区：用于显示工程测试参数；
3. 表格显示：汇总表，加载、卸载详侧表，原始记录，修改记录表等；
4. 曲线显示：Q—s 曲线，s—lgt 曲线，s—lgQ 曲线；

### 功能菜单介绍

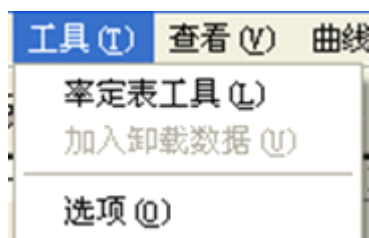
#### 1、文件



新建：新建静载分析文件

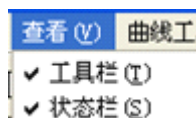
打开：打开静载分析文件或测试文件；  
 保存：保存静载分析文件；  
 另存为：把文件存放在其它位置；  
 页面设置：设置打印图表的样式  
 打印预览：预览将要打印的图表结果  
 打印机设置：设置打印机的参数  
 打印：将分析结果图表打印出来  
 最近打开的文件：将最近打开的文件列表出来  
 退出：退出静载分析系统；

## 2、工具



(1)率定表工具：包含对位移率定表及千斤顶率定表的新建，编辑，查看操作。  
 (2)加入卸载数据：为分析或测试文件加入卸载数据

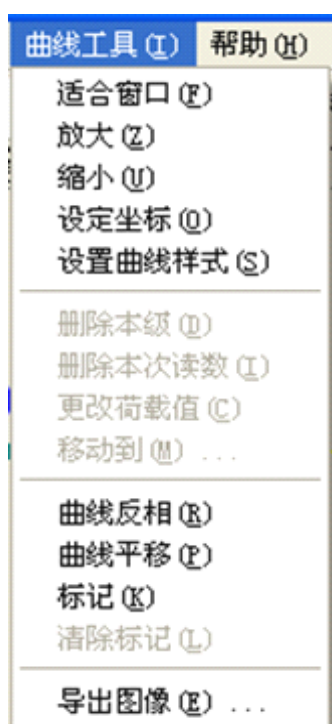
## 3、查看



工具栏：显示或不显示工具栏  
 状态栏：显示或不显示状态栏

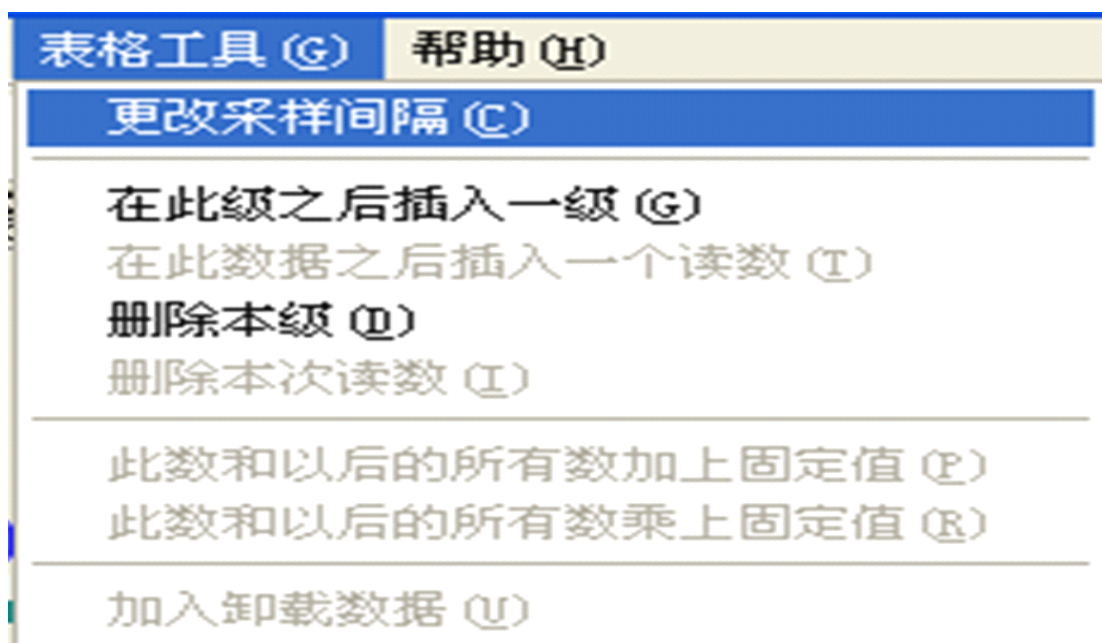
## 4、曲线工具或表格工具

单击曲线区域 菜单栏上会增加曲线工具项

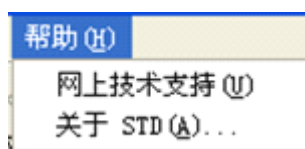




单击表格区域 菜单栏上会增加表格工具项



## 5、帮助



网上技术支持：单击可进入我公司网页，帮助您更好的了解和使用我公司的产品。希望与我们取得联系并欢迎您给我们提出宝贵意见！

关于 STD：静载测试分析系统的版本信息。



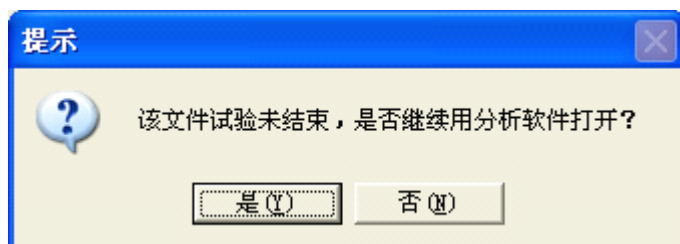
## 二、分析数据文件

单击“文件”左下角显示文件基本信息，右下角显示曲线。  
选择好后 点击“打开”进行分析 如图：



可以打开静载分析文件，也可以选择打开静载测试文件进行分析。

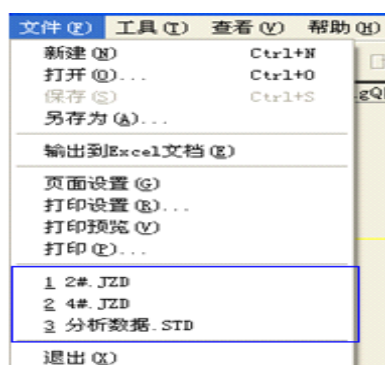
若选择打开的是静载测试文件并且该文件试验未结束，将会出现如下提示：



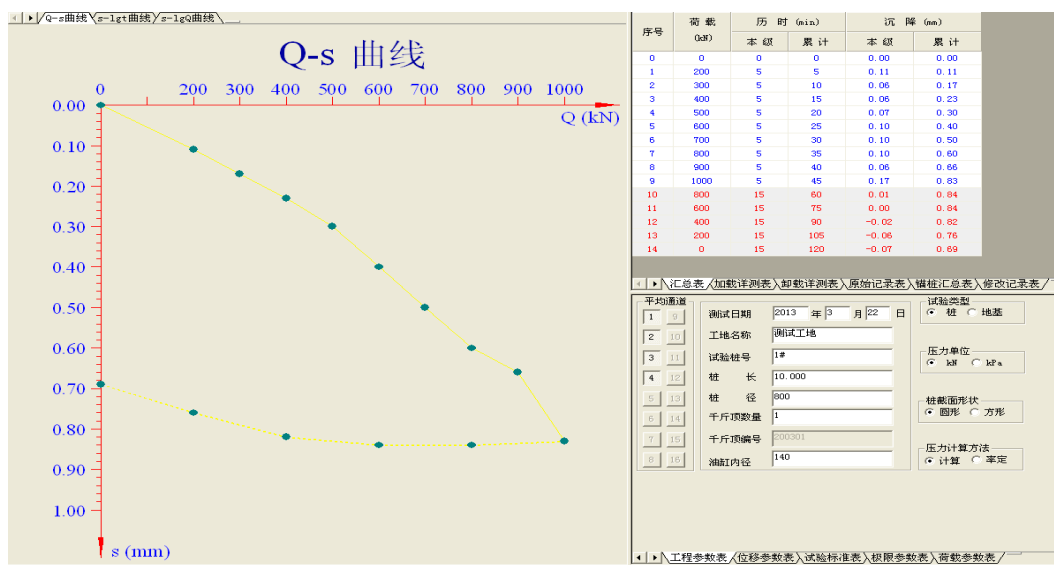
选择“是”将打开文件（建议选择“是”以后，若要保存请选择“另存为”，否则点击“保存”后，将无法再恢复试验）

选择“否”则不打开文件

如果是最近才打开过的文件，在最近打开的文件区找到您要的文件并单击。如图所示：



读取数据文件后，将显示如下图：



各个区域的参数可以直接进行查看

在原始记录表中，单击一条数据，参数表中将显示该条数据在被记录时的参数情况。如图：

理论荷载 (kN)	实测荷载 (kN)	实测油压 (MPa)	记录时间 时:分	实际间隔 (分)	位移通道 1 (mm)	位移通道 2 (mm)	位移通道 3 (mm)	位移通道 4 (mm)
0	0	0.00	12:58	0	0.00	0.00	0.00	0.00
200	200	13.00	12:58	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	200	13.00	13:00	1	0.01	0.00	0.00	0.00
300	200	13.00	13:01	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	202	13.00	13:02	1	0.00	0.00	0.00	0.00
400	304	19.00	13:03	1	0.00	0.00	0.00	0.00
	304	19.00	13:03	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	304	19.00	13:04	1	0.00	0.00	0.00	0.00
	304	19.00	13:05	1	0.00	0.00	0.00	0.00
	304	19.00	13:06	1	0.00	0.00	0.00	0.00

原始记录表

极限值

最大荷载值 (kN)	1000	最大沉降值 (mm)	40
最大上拔 (mm)	10	不均匀沉降 (mm)	5
位移伸长量报警 (mm)	60	位移缩短量报警 (mm)	0

后级沉降 ≥ 前级沉降 5 倍       后级沉降 ≥ 前级沉降 2 倍 且24小时不稳定

## 数据的修改

可直接拖动曲线进行修改

也可在表格中输入数据进行修改。如图：

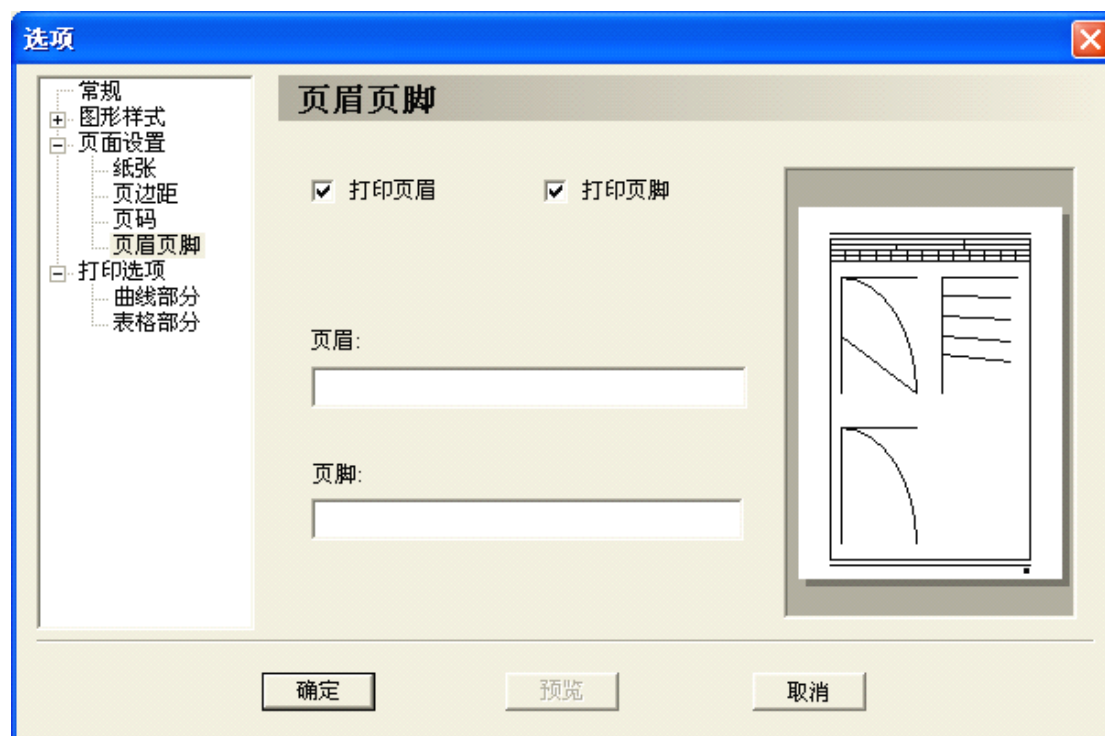
时间 (min)	0	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
0	0.00	0.00	0.11	0.17	0.23	0.30	0.40	0.50	0.60	0.66
5		0.11	0.17	0.23	0.30	0.40	0.50	0.60	0.66	0.83
15										
30										
45										
60										
90										
120										
150										
180										
210										
240										
270										
300										
330										
360										
390										

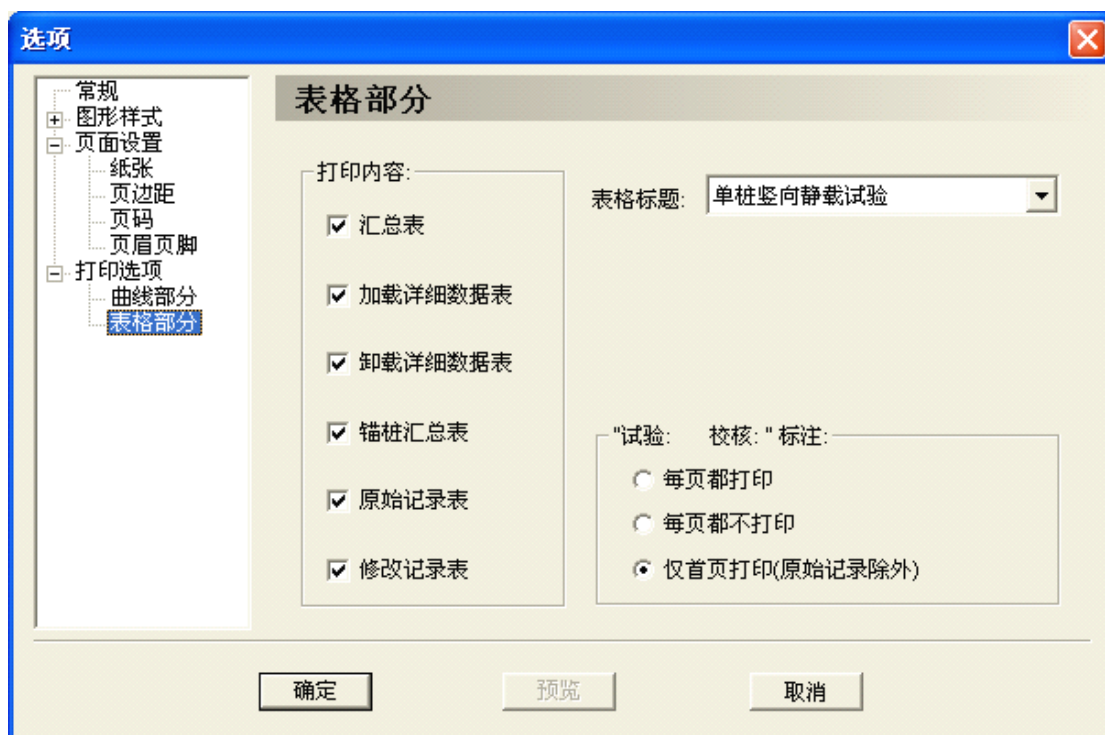
汇总表 加载详测表 卸载详测表 原始记录表 锚桩汇总表 修改记录表

## 三、 分析结果打印

单击“文件”，“页面设置”

在出现的选项对话框中进行相应设置，如图：





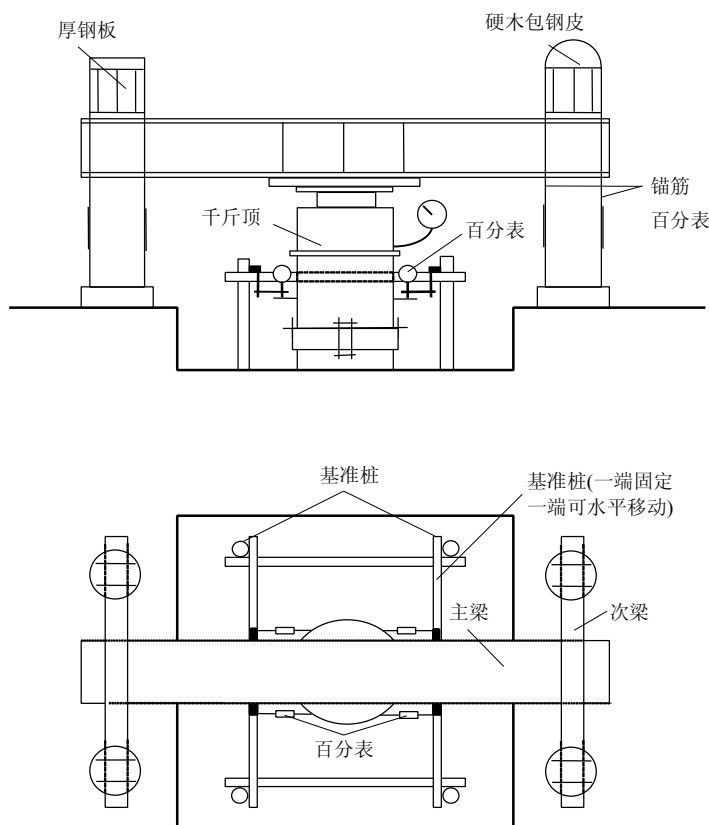
## 第十章 几种工程测试的试验要点

### 一 单桩竖向抗压静载试验要点

**1、试验目的：**采用接近于竖向抗压桩的实际工作条件的试验方法，确定单桩竖向（抗压）极限承载力，作为设计依据，或对工程桩的承载力进行抽样检验和评价。当埋设有桩底反力和桩身应力、应变测量元件时，尚可直接测定桩周各土层的极限侧阻力和极限端阻力。除对于以桩身承载力控制极限承载力的工程桩试验加载至承载力设计值的 1.5~2 倍外，其余试桩均应加载至破坏。

**2、试验加载装置：**一般采用油压千斤顶加载，千斤顶的加载反力装置可根据现场实际条件取下列三种形式之一：

图 5.1



#### 2.1、锚桩横梁反力装置(图 5.1)：

锚桩、反力梁装置能提供的反力应不小于预估最大试验荷载的 1.2~1.5 倍。

采用工程桩作锚桩时，锚桩数量不得少于 4 根，并应对试验过程锚桩上拔量进行监测。

**2.2、压重平台反力装置：**压重量不得少于预估最大试验荷载的 1.2 倍；压重应在试验开始前一次加上，并均匀稳固放置于平台上。

**2.3、锚桩压重联合反力装置：**当试桩最大加载量超过锚桩的抗拔能力时，可在横梁上放置或悬挂一定重物，由锚桩和重物共同承受千斤顶加载反力。

千斤顶平放于试桩中心，当采用 2 个以上千斤顶加载时，应将千斤顶并联同步工作，并使千斤顶的合力通过试桩中心。

**3、荷载与沉降的量测仪表：**荷载可用放置于千斤顶上的应力环、应变式压力传感器直接测定，或采用联于千斤顶的压力表测定油压，根据千斤顶率定曲线换算荷载。试桩沉降一般采用百分表或电子位移计测量。对于大直径桩应在其两个正交直径方向对称安置 4 个位移测试仪表，中等和小直径桩径可安置 2 个或 3 个位移测试仪表。沉降测定平面离桩顶距离不应小于 0.5 倍桩径，固定和支承百分表的夹具和基准梁在构造上应确保不受气温、振动及其它外界因素影响而发生竖向变位。

**4、试桩、锚桩(压重平台支墩)和基准梁之间的中心距离符合表 5.1 的规定。**

试桩、锚桩和基准桩之间的中心距离 表 5.1

反力系统	试桩与锚桩(或压重平台支墩边)	试桩与基准桩	基准桩与锚桩(或压重平台支墩边)
锚桩横梁反力装置	$\geq 4d$	$\geq 4d$	$\geq 4d$
压重平台反力装置	且 $\leq 2.0m$	且 $\leq 2.0m$	且 $\leq 2.0m$

注： $d$ ——试桩或锚桩的设计直径，取其较大者(如试桩或锚桩为扩底桩时，试桩与锚桩的中心距不应小于 2 倍扩大端直径)。

**5、试桩制作要求：**

**5.1、试桩顶部**一般应予加强，可在桩顶配置加密钢筋网 2~3 层，或以薄钢板圆筒作成加劲箍与桩顶混凝土浇成一体，用高标号砂浆将桩顶抹平。对于预制桩，若桩顶未破损可不另作处理。

**5.2、为安置沉降测点和仪表，试桩顶部**露出试坑地面的高度不宜小于 600mm，试坑地面宜与桩承台底设计标高一致。

**5.3、试桩的成桩工艺和质量控制标准**应与工程桩一致。为缩短试桩养护时间，混凝土强度等级可适当提高，或渗入早强剂。

**6、从成桩到开始试验的间歇时间：**在桩身强度达到设计要求的前提下，对于砂类土，不应少于 10d；对于粉土和粘性土，不应少于 15d；对于淤泥或淤泥质土，不应少于 25d。

**7、试验加载方式：**采用慢速维持荷载法，即逐级加载，每级荷载达到相对稳定后加下一级荷载，直到试桩破坏，然后分级卸载到零。当考虑结合实际工程桩的荷载特征可采用多循环加、卸载法(每级荷载达到相对稳定后卸载到零)。当考虑缩短试验时间，对于工程桩的检验性试验，可采用快速维持荷载法，即一般每隔一小时加一级荷载。

**8、加卸载与沉降观测：**

**8.1、加载分级：**每级加载为预估极限的 1/10~1/15，第一级可按 2 倍分级荷载加荷。

**8.2、沉降观测：**每级加载后间隔 5、10、15min 各测读一次，以后每隔 15min 测读一次，累计 1h 以后每隔 30min 测读一次。每次测读值计入试验记录表。

**8.3、沉降相对稳定标准：**每一小时的沉降不超过 0.1mm，并连续出现两次(由 1.5h 内连续三次观测值计算)，认为已达到相对稳定，可加一级荷载。

**8.4、终止加载条件：**当出现下列情况之一时，即可终止加载：

(1) 某级荷载作用下，桩的沉降量为前一级荷载作用下沉降量的 5 倍；

(2) 某级荷载作用下, 桩的沉降量大于前一级荷载作用下沉降量的 2 倍, 且经 24h 尚未达到相对稳定;

(3) 已达到锚桩最大抗拔力或压重平台的最大重量时。

**8.5、卸载与卸载沉降观测:** 每级卸载值为每级加载值的 2 倍。每级卸载后隔 15min 测读一次残余沉降, 读两次后, 隔 30min 再读一次, 即可卸下一级荷载, 全部卸载后, 隔 3~4 小时再读一次。

#### **9、试验报告内容及资料整理**

**9.1、单桩竖向抗压静载试验概况:** 整理成表格形式(见表 5.2), 并应对成桩和试验过程中出现的异常现象作补充说明;

**9.2、单桩竖向抗压静载试验记录表(见表 5.3);**

**9.3、单桩竖向抗压静载试验荷载—沉降汇总表(见表 5.4);**



单桩竖向(水平)静载试验概况表 表 5.2

工程名称		地 点		试验单位		
试桩编号		桩 型		试验起始时间		
成桩工艺		桩断面尺寸		桩 长		
混凝土 标号	设计	灌注桩虚土厚度		配筋	规格	配筋率
	实际	灌注充盈系数			长度	

综 合 柱 状 图					试桩平面布置示意图
层次	土层名称	描述	地质符号	相对标高	桩身剖面
1					
2					
3					
4					
5					

土的物理力学指标

层 次	深度 (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\omega$ (%)	$e$	$S_r$	$\omega_p$ (%)	$I_p$	$I_L$	$a_{1-2}$ ( $a_{2-3}$ )	$E_s$ (Mpa)	$\varphi$ (°)	$f_k$ (kPa)		
1														
2														

试验:

资料整理:

校核:

单桩竖向抗压静载试验记录表 表 5.3

试桩号:

荷载 (kN)	观测时间 日/月时分	间隔时间 (min)	读 数					沉降(mm)		备 注
			表	表	表	表	平均	本次	累计	

试验:

记录:

校核:

单桩竖向抗压静载试验荷载—沉降汇总表 表 5.4

试桩号:

序号	荷载 (kN)	历时(min)		沉降 (mm)	
		本级	累计	本级	累计

试验:

记录:

校核:

**9.4**、确定单桩竖向极限承载力，一般应绘  $Q \sim s$ 、 $s \sim lgt$  曲线，以及其他辅助分析所需曲线。

**9.5**、当进行桩身应力、应变和桩底反力测验时，应整理出有关数据的记录表和绘制桩身轴力分布、侧阻力分布，桩端阻力—荷载、桩端阻力—沉降关系等曲线。

**9.6**、按第 10 条和第 11 条确定单桩竖向极限承载力标准值。

**10**、单桩竖向极限承载力可按下列方法综合分析确定：

**10.1**、根据沉降随荷载的变化特征确定极限承载力：对于陡降型  $Q \sim s$  曲线取  $Q \sim s$  曲线发生明显陡降的起始点。

**10.2**、根据沉降量确定极限承载力：对于缓变型  $Q \sim s$  曲线一般可取  $s=40 \sim 60\text{mm}$  对应的荷载，对大直径桩可取  $s=0.03 \sim 0.06D$  ( $D$  为桩端直径，大桩径取低值，小桩径取高值) 所对应的荷载值；对于细长桩 ( $l/d > 80$ ) 可取  $s=60 \sim 80\text{mm}$  对应的荷载。

**10.3**、根据沉降随时间的变化特征确定极限承载力：取  $s \sim lgt$  曲线尾部出现明显向下弯曲的前一级荷载值。

**11**、单桩竖向极限承载力标准值应根据试桩位置、实际地质条件、施工情况等综合确定。当各试桩条件基本相同时，单桩竖向极限承载力标准值可按下列步骤与方法确定：

**11.1**、计算试桩结果统计特征值：

(1) 按上述方法，确定  $n$  根正常条件试桩的极限承载力实测值  $Q_{ui}$ ；

(2) 按下式计算  $n$  根试桩实测极限承载力平均值  $Q_{um}$

$$Q_{um} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q_{ui} \quad (5-1)$$

(3) 按下式计算每根试桩的极限承载力实测值与平均值之比  $a_i$

$$a_i = Q_{ui} / Q_{um} \quad (5-2)$$

下标  $i$  据  $Q_{ui}$  值由小到大的顺序确定；

(4) 按下式计算  $a_i$  的标准差  $S_n$

$$S_n = \sqrt{\sum_{i=1}^n (a_i - 1)^2 / (n-1)} \quad (5-3)$$

**11.2**、确定单桩竖向极限承载力标准值  $Q_{uk}$

(1) 当  $S_n < 0.15$  时， $Q_{uk} = Q_{um}$ ；

(2) 当  $S_n > 0.15$  时， $Q_{uk} = \lambda Q_{um}$

**11.3**、单桩竖向极限承载力标准值折减系数  $\lambda$ ，根据变量  $a_i$  的分布，按下列方法确定：

(1) 当试桩数  $n=2$  时, 按表 5.5 确定

折减系数  $\lambda$  ( $n=2$ )

表 5.5

$a_2-a_1$	0.21	0.24	0.27	0.30	0.33	0.36	0.39	0.42	0.45	0.48	0.51
$\lambda$	1.00	0.99	0.97	0.96	0.94	0.93	0.91	0.90	0.88	0.87	0.85

(2) 当试桩数  $n=3$  时, 按表 5.6 计算:

折减系数  $\lambda$  ( $n=3$ )

表 5.6

$\lambda$	$a_3-a_1$	0.30	0.33	0.36	0.39	0.42	0.45	0.48	0.51
$a_2$	0.84							0.93	0.92
	0.92	0.99	0.98	0.98	0.97	0.96	0.95	0.94	0.93
	1.00	1.00	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.93	0.92
	1.08	0.98	0.97	0.95	0.94	0.93	0.91	0.90	0.88
	1.16							0.86	0.84

(3) 当试桩数  $n \geq 4$  时按下式计算:

$$A_0 + A_1\lambda + A_2\lambda^2 + A_3\lambda^3 + A_4\lambda^4 = 0 \quad (5-4)$$

式中  $A_0 = \sum_{i=1}^{n-m} a_i^2 + \frac{1}{m} \left( \sum_{i=1}^{n-m} a_i \right)^2$ ;

$$A_1 = -\frac{2n}{m} \sum_{i=1}^{n-m} a_i$$

$$A_2 = 0.127 - 1.127n + \frac{n^2}{m}$$

$$A_3 = 0.147 \times (n-1)$$

$$A_4 = -0.042 \times (n-1)$$

取  $m = 1, 2, \dots$  满足式(5-4)的 $\lambda$ 值即为所求。

## 二 复合地基载荷试验要点

根据原国家计委计标函(1987)第3号文的要求,由中国建筑科学研究院主编的《建筑地基处理技术规范》,业经审查,现批准为行业标准,编号JGJ79-91,自1992年9月1日起执行。

### 复合地基载荷试验要点:

一、单桩复合地基载荷试验的压板可用圆形或方形,面积为一根桩承担的处理面积;多桩复合地基载荷试验的压板可用方形或矩形,其尺寸按实际桩数所承担的处理面积确定。

二、压板底高程应与基础底面设计高程相同,压板下宜设中粗砂找平层。

三、加荷等级可分为8~12级,总加载量不宜少于设计要求值的两倍。

四、每加一级荷载 $Q$ ,在加荷前后应各读记压板沉降 $s$ 一次,以后每半小时读记一次。当一小时内沉降增量小于0.1mm时即可加下一级荷载;对饱和粘性土地基中的振冲桩或砂石桩,一小时内沉降增量小于0.25mm时即可加下一级荷载。

五、当出现下列现象之一时,可终止试验:

1. 沉降急骤增大、土被挤出或压板周围出现明显的裂缝;
2. 累计的沉降量已大于压板宽度或直径的10%;
3. 总加载量已为设计要求值的两倍以上。

六、卸载可分三级等量进行,每卸一级,读记回弹量,直至变形稳定。

七、复合地基承载力基本值的确定:

1. 当 $Q\sim s$ 曲线上有明显的比例极限时,可取该比例极限所对应的荷载;
2. 当极限荷载能确定,而其值又小于对应比例极限荷载值的1.5倍时,可取极限荷载的一半;

3. 按相对变形值确定:

(1) 振冲桩和砂石桩复合地基。对以粘性土为主的地基,可取 $s/b$ 或 $s/d=0.02$ 所对应的荷载( $b$ 和 $d$ 分别为压板宽度和直径);对以粉土或砂土为主的地基,可取 $s/b$ 或 $s/d=0.015$ 所对应的荷载。

(2) 土挤密桩复合地基,可取 $s/b$ 或 $s/d=0.010\sim 0.015$ 所对应的荷载;对灰土挤密桩复合地基,可取 $s/b$ 或 $s/d=0.008$ 所对应的荷载。

(3) 深层搅拌桩或旋喷桩复合地基,可取 $s/b$ 或 $s/d=0.004\sim 0.010$ 所对应的荷载。

八、试验点的数量不应少于3点,当满足其极差不超过平均值的30%时,可取其平均值为复合地基承载力标准值。

### 三 浅层平板载荷试验要点

摘自《建筑地基基础设计规范 GB50007-2002》

C.0.1 地基土浅层平板载荷试验可适用于确定浅部地基土层的承压板下应力主要影响范围内的承载力。承压板面积不应小于  $0.25 \text{ m}^2$ ，对于软土不应小于  $0.50 \text{ m}^2$ 。

C.0.2 试验基坑宽度不应小于承压板宽度或直径的三倍。应保持试验土层的原状结构和天然湿度。宜在拟试压表面用粗砂或中砂层找平，其厚度不超过  $20 \text{ mm}$ 。

C.0.3 加荷分级不应少于 8 级，最大加载量不应小于设计要求的两倍。

C.0.4 每级加载后按间隔 10、10、10、15、15min，以后为每隔半小时测读一次沉降量，当在连续两小时内每小时的沉降量小于  $0.1 \text{ mm}$  时，则认为已趋稳定，可加下一级荷载。

C.0.5 当出现下列情况之一时即可终止加载：

- 1、承压板周围的土明显地侧向挤出；
- 2、沉降  $S$  急骤增大荷载~沉降 ( $P\sim S$ ) 曲线出现陡降段；
- 3、在某一级荷载下，24 小时内沉降速率不能达到稳定；
- 4、沉降量与承压板宽度或直径之比大于或等于 0.06

当满足前三种情况之一时其对应的前一级荷载定为极限荷载。

C.0.6 承载力特征值的确定应符合下列规定

- 1、当  $P\sim S$  曲线上有比例界限时，取该比例界限所对应的荷载值；
- 2、当极限荷载小于对应比例界限的荷载值的 2 倍时取极限荷载值的一半；
- 3、当不能按上述二款要求确定时，当压板面积为  $0.25 \text{ m}^2\sim 0.50 \text{ m}^2$ ，可取  $S/b=0.01\sim 0.015$  所对应的荷载，但其值不应大于最大加载量的一半。

C.0.7 同一土层参加统计的试验点不应少于三点，当试验实测值的极差不超过其平均值的 30% 时，取此平均值作为该土层的地基承载力特征值  $f_{ak}$ 。

## 四 深层平板载荷试验要点

摘自《建筑地基基础设计规范 GB50007-2002》

D. 0. 1 深层平板载荷试验可适用于确定深部地基土层及大直径桩桩端土层在承压板下应力主要影响范围内的承载力。

D. 0. 2 深层平板载荷试验的承压板采用直径为0. 8m的刚性板，紧靠承压板周围外侧的土层高度应不少于80cm。

D. 0. 3 加荷等级可按预估极限承载力的1/10~1/15分级施加。

D. 0. 4 每级加载后按间隔10、10、10、15、15min，以后为每隔半小时测读一次沉降量，当在连续两小时内每小时的沉降量小于0. 1mm时，则认为已趋稳定，可加下一级荷载。

D. 0. 5 当出现下列情况之一时即可终止加载：

1、沉降S急骤增大，荷载~沉降(P~S)曲线上有可判定极限承载力的陡降段且沉降量超过0. 04d(d为承压板直径)

2、在某一级荷载下，24小时内沉降速率不能达到稳定；

7、本级沉降量大于前一级沉降量的5倍；

8、当持力层土层坚硬，沉降量很小时，最大加载量不小于设计要求的2倍

C. 0. 6 承载力特征值的确定应符合下列规定

1、当P~S曲线上有比例界限时，取该比例界限所对应的荷载值；

2、满足前三条终止加载条件之一时，其对应的前一级荷载定为极限荷载，当该值小于对应比例界限的荷载值的2倍时，取极限荷载值的一半；

3、当不能按上述二款要求确定时，当压板面积为0. 25 m<sup>2</sup>~0. 50 m<sup>2</sup>，可取S/b=0. 01~0. 015所对应的荷载，但其值不应大于最大加载量的一半。

C. 0. 7 同一土层参加统计的试验点不应少于三点，当试验实测值的极差不超过其平均值的30%时，取此平均值作为该土层的地基承载力特征值 $f_{ak}$ 。

C. 0. 7 同一土层参加统计的试验点不应少于三点，当试验实测值的极差不超过其平均值的30%时，取此平均值作为该土层的地基承载力特征值 $f_{ak}$ 。

## 五 岩基载荷试验要点

一、岩基载荷试验可适用于确定岩基作为天然地基或桩基础持力层时的承载力。

二、采用圆形刚性承载板，直径为 300mm，当岩石埋藏深度较大时，可采用钢筋混凝土桩，但桩周需采取措施以消除桩身与土之间的摩擦力。

三、测量系统的初始稳定读数观测：加压前，每隔 10min 读数一次，连续三次读数不变可开始试验。

四、加载方式：单循环加载，荷载逐级递增直到破坏，然后分级卸载。

五、荷载分级：第一级加载值为预估承载力设计值的 1/5，以后每级为 1/10。

六、沉降量测试：加载后立即读数，以后每 10min 读数一次。

七、稳定标准：连续三次读数之差均不大于 0.01mm。

八、终止加载条件：当出现下述现象之一时，即可终止加载：

1. 沉降量读数不断变化，在 24h 内，沉降速率有增大的趋势；
2. 压力加不上或勉强加上而不能保持稳定。

注：若限于加载能力，荷载也应增加到不少于设计要求的两倍。

九、卸载观测：每级卸载为加载时的两倍，如为奇数，第一级可为三倍，每级卸载后，隔 10min 测读一次，测读三次后可卸下一级荷载，全部卸载后，当测读到半小时回弹量小于 0.01mm 时，即认为稳定。

十、承载力的确定

1. 对应于  $p\sim s$  曲线上起始直线段的终点为比例界限，符合终止加载条件的前一级荷载即为极限荷载，对微风化岩及强风化岩，取安全系数为 3；对中等风化岩需根据岩石的裂隙发育情况确定，将所得值与对应于比例界限的荷载相比较，取最小值；

2. 参加统计的试验点不应小于 3 点，取最小值作为地基承载力标准值。

注：除强风化的情况外，岩石地基不进行深宽修正，标准值即为设计值。

## 六 锚杆试验要点

### 5.1 一般规定

- 5.1.1 锚杆锚固段浆体强度达到 15MPa 或达到设计强度等级的时 75%可进行锚杆试验。
- 5.1.2 加载装置（千斤顶、油泵）的额定压力必须大于试验压力，且试验前应进行标定。
- 5.1.3 加荷反力装置的承载力和刚度应满足最大试验荷载要求。
- 5.1.4 计量仪表（测力计、位移计）等应满足测试要求的精度。
- 5.1.5 基本试验和蠕变试验锚杆数量不应少于 3 根，且试验锚杆材料尺寸及施工工艺应与工程锚杆相同。
- 5.1.6 验收试验锚杆的数量应取锚杆总数的 5%，且不得少于 3 根。
- 5.2 基本试验

- 5.2.1 基本试验最大的试验荷载不宜超过锚杆杆体承载力标准值的 0.9 倍。
- 5.2.2 锚杆基本试验应采用循环加、卸荷载法，加荷等级与锚头位移测读间隔时间应按表 E.2.2 确定。

锚杆基本试验循环加卸荷等级与  
位移观测间隔时间表

表 E.2.2

加荷标准 循环数	加荷量 预估破坏荷载 (%)								
	第一循环	10	—	—	—	30	—	—	—
第二循环	10	30	—	—	50	—	—	30	10

续表

加荷标准 循环数	加荷量 预估破坏荷载 (%)								
	第三循环	10	30	50	—	70	—	50	30
第四循环	10	30	50	70	80	70	50	30	10
第五循环	10	30	50	80	90	80	50	30	10
第六循环	10	30	50	90	100	90	50	30	10
观测时间(min)	5	5	5	5	10	5	6	6	6

注:1. 在每级加荷等级观测时间内,测读锚头位移不应少于 3 次。

2. 在每级加荷等级观测时间内,锚头位移小于 0.1mm 时,可施加下一级荷载,否则应延长观测时间,直至锚头位移增量在 2h 内小于 2.0mm 时,方可施加下一级荷载。



### 5.2.3 锚杆破坏标准

1 后一级荷载产生的锚头位移增量达到或超过前一级荷载产生位移增量的 2 倍时；

2 锚头位移不稳定；

3 锚杆杆体拉断。

5.2.4 试验结果宜按循环荷载与对应的锚头位移读数列表整理，并绘制锚杆荷载—位移（Q-s）曲线，锚杆荷载—弹性位移（Q-s<sub>e</sub>）曲线和锚杆荷载—塑性位移（Q-s<sub>p</sub>）曲线。

5.2.5 锚杆弹性变形不应小于自由段长度变形计算值的 80%，且不应大于自由段长度与 1/2 锚固段长度之和的弹性变形计算值。

5.2.6 锚杆极限承载力取破坏荷载的前一级荷载，在最大试验荷载下未达到

5.2.3 规定的破坏标准时，锚杆极限承载力取最大荷载。

## 5.3 验收试验

5.3.1 最大试验荷载应取锚杆轴向受拉承载力设计值  $N_u$ 。

5.3.2 锚杆验收试验加荷等级及锚头位移测读间隔时间应符合下列规定：

1 初始荷载宜取锚杆轴向拉力设计值的 0.1 倍；

2 加荷等级与观测时间宜按表 E.3.2 规定进行；

验收试验锚杆加荷等级及观测时间

表 E.3.2

加荷等级	0.1 $N_u$	0.2 $N_u$	0.4 $N_u$	0.6 $N_u$	0.8 $N_u$	1.0 $N_u$
观测时间(min)	5	5	5	10	10	15

3 在每级加荷等级观测时间内，测读锚头位移不应少于 3 次；

4 达到最大试验荷载后观测 15min，卸荷至 0.1 $N_u$  并测读锚头位移。

5.3.3 试验结果宜按每级荷载对应的锚头位移列表整理，并绘制锚杆荷载—位移（Q-s）曲线。

5.3.4 锚杆验收标准：

1 在最大试验荷载作用下，锚头位移相对稳定；

2 应符合本规程第 E.2.5 条规定。

## 5.4 蠕变试验

5.4.1 锚杆蠕变试验加荷等级与观测时间应满足表 E.4.1 的规定，在观测时间内荷载应保持恒定。

锚杆蠕变试验加荷等级及观测时间

表 E. 4. 1

加荷等级	0.4N <sub>a</sub>	0.6N <sub>a</sub>	0.8N <sub>a</sub>	1.0N <sub>a</sub>
观测时间(min)	10	30	60	90

5.4.2 每级荷载按时间间隔 1、2、3、4、5、10、15、20、30、45、60、75、90min 记录蠕变量。

5.4.3 试验结果宜按每级荷载在观测时间内不同时段蠕变量列表整理,并绘制蠕变量—时间对数 (s-lgt) 曲线,蠕变系数可由下式计算:

$$K_c = \frac{s_2 - s_1}{\lg(t_2/t_1)} \quad (\text{E. 4. 3})$$

式中  $s_1$ —— $t_1$  时所测得的蠕变量;

$s_2$ —— $t_2$  时所测得的蠕变量。

**E. 4. 4** 蠕变试验和验收标准为最后一级荷载作用下的蠕变系数小于 2.0mm。

## 七 单桩竖向极限承载力的确定

1、根据沉降随时间的变化特征确定极限承载力：即  $s\text{-}lgt$  曲线尾部出现明显向下弯曲的前一级荷载值；

2、根据沉降随荷载的变化特征确定极限承载力：

取  $Q\text{-}s$  曲线发生明显陡降的起始点(对于陡降型  $Q\text{-}s$  曲线)或取  $Q\text{-}s$  曲线由第二曲线段转变为斜级段的起始点(对于缓变型  $Q\text{-}s$  曲线)所对应的荷载值；

对于摩擦型灌注桩取  $s\text{-}lgt$  曲线出现陡降直线段的起始点所对应的荷载值。

3、根据沉降量确定极限承载力：对于缓变型  $Q\text{-}s$  曲线一般可取  $s=40\sim 60\text{mm}$  对应的荷载，对于大直径桩也可取  $s=(0.03\sim 0.06)D$ ( $D$  为桩端直径，大桩径取低值，小桩径取高值)所对应的荷载值；对于细长桩( $l/d>80$ )可取  $s=60\sim 80\text{mm}$  对应的荷载；

4、未加载到破坏时单桩极限承载力的外推，当桩未加载到破坏时，可分两种情况考虑：

A 土处于弹性状态， $Q\text{-}s$  曲线呈直线，第一拐点尚未出现，这时桩的极限承载力在没有可靠的成熟的经验时一般不可外推；

B 桩基周围土处于弹塑性变形， $Q\text{-}s$  曲线上第一拐点已经出现，但桩还未达到极限荷载。这种情况下可以用下列方法拟合桩的荷载——沉降曲线，再以某一沉降量下推求桩的极限承载力。

利用一定的数学关系表达式，进行曲线拟合，以求得桩的  $Q\text{-}s$  曲线，如：

$$Q = Q_0(1 - e^{-\alpha s}) \quad (5-5)$$

$$\text{或} \quad Q = s / (Q_0^{-1}s + c) \quad (5-6)$$

式中： $Q$  —— 垂直荷载(kN)；

$s$  —— 相应荷载下桩顶累计沉降量(mm)；

$Q_0$  —— 桩的理论破坏荷载(kN)；

$\alpha$  —— 衰减因子( $\text{mm}^{-1}$ )；

$c$  —— 初始切线斜率倒数( $\text{mm/kN}$ )。

利用荷载传递位移函数法、弹性理论法(Mindlin)、数值法(如有限单元法)求得桩的  $Q\text{-}s$  曲线。这些方法中的有关参数要根据已有的资料合适地选用。

## 八 平板载荷试验快速法的外推计算

### 一、平板载荷快速法试验的要点及适用条件

每施加一级荷载后，在 2h 内按每隔 15min 观测一次，共 8 次，即施加下一级荷载，试验只能得到瞬时的  $p-s$  及  $t-s$  曲线，必须经过外推计算，才能得到相对稳定法的  $p-s$  曲线。

此试验方法不宜用于确定地基变形模量的试验，对软土地层应慎用，当无地区经验时，宜与相对稳定法配合用。

### 二、平板载荷快速法试验的外推计算原理

1. 设定沉降与时间的对数呈线性关系，因此，沉降速率达到相对稳定标准时所需要的时间与相应的沉降量为：

$$t_n = \frac{t_w}{1 - e^{-s_w/\beta_n}} \quad (5-7)$$

$$s_n = \alpha_n + \beta_n \cdot \ln(t_n + 1) \quad (5-8)$$

式中  $t_n$ ——第  $n$  级荷载下沉降达到相对稳定标准时所需的时间(min)；当  $t_n$  值不足为 30 的倍数时，可增大至 30 的倍数；

$s_n$ ——第  $n$  级荷载下沉降达到相对稳定标准时的沉降量(mm)；

$t_w$ ——沉降速率达到相对稳定标准的时间增量( $t_w=60\text{min}$ )；

$s_w$ ——沉降速率达到相对稳定标准的沉降增量( $s_w=0.10\text{mm}$ )；

$e$ ——自然对数的底；

$\alpha_n$ ——第  $n$  级荷载下， $s-\ln t$  曲线的截距(mm)；

$\beta_n$ ——第  $n$  级荷载下， $s-\ln t$  曲线的斜率。

2.  $\alpha_n$ 、 $\beta_n$  的计算方法：

$$\alpha_n = \frac{\sum s'_i \cdot \sum [\ln(t'_i + 1)]^2 - \sum \ln(t'_i + 1) \cdot \sum s'_i \cdot \ln(t'_i + 1)}{N \cdot \sum [\ln(t'_i + 1)]^2 - [\sum \ln(t'_i + 1)]^2} \quad (5-9)$$

$$\beta_n = \frac{N \cdot \sum s'_i \cdot \ln(t'_i + 1) - \sum s'_i \cdot \sum \ln(t'_i + 1)}{N \cdot \sum [\ln(t'_i + 1)]^2 - [\sum \ln(t'_i + 1)]^2} \quad (5-10)$$

式中  $N$ ——每级荷载下沉降观测次数， $N=8$ ；

$t'_i$ ——第  $n$  级荷载下观测时间(min)；

$s'_i$ ——第  $n$  级荷载下  $t'_i$  时的净沉降量(min)(实际观测值扣除前几级荷载下的剩余沉降量值)。

3. 每级荷载下，各次观测值中应扣除的剩余沉降量计算公式

$$\Delta s_{k,n}^{(i)} = \sum_{k=1}^{n-1} \beta_k \{ \ln[N \cdot (n-k) + i] \Delta t + 1 \} - \ln[N \cdot (n-k) \Delta t + 1] \quad (5-11)$$

式中  $\Delta s_{k,n}^{(i)}$ ——第  $n$  级荷载下的第  $i$  次观测值中应扣除的剩余沉降量(mm)；

$k$ ——第  $n$  级前的荷载级数( $k=1, 2, \dots, n-1$ )；

$\Delta t$ ——沉降观测的时间间隔(min)， $\Delta t=15\text{min}$ ；

$N$ ——每级荷载下沉降观测的次数；

$n$ ——荷载级数。

## 4. 计算各级荷载下累计沉降量:

$$s = \sum_{i=1}^n s_i \quad (5-12)$$

式中  $s$  —— 第  $n$  级荷载外推后的累计沉降量(mm);

$s_i$  —— 第  $i$  级荷载下, 沉降达到相对稳定标准时的沉降量(mm), 按式(5-8)计算。

## 第十一章 疑难解答

### 1、如何理解测试仪程序中“一小时”的正确含义？

在测试程序的主屏幕中，显示沉降值的部分有一项为“一小时”的值，该项的真正含义是：本级荷载作用下，试桩在最近一小时内的沉降量；如果本级测试时间尚未到一小时，则显示从本级加载开始到当前时刻的位移沉降增量。

但由于采样是有间隔时间的，所以从当前时刻往前逆推一小时计算是不可能的，所以实际显示的沉降量并不是从当前时刻逆推一小时计算出来的，而是当前的沉降量减去从下次采样的时间往前逆推一小时的时刻记录的沉降量。

例如：某次试验，加载采样时间序列为：

0 5 15 30 45 60 90 120 150 ……

在本级荷载作用下，试验进行到 50 分钟时，“一小时”显示的值就是 50 分钟时的沉降量减去本级开始时的沉降量，在试验进行到 100 分钟时“一小时”显示的值应该是 100 分钟时的沉降量减去 40 分钟时的沉降量，但由于 40 分钟时没有记录数据，即 40 分钟时的沉降量是未知的，所以此时实际显示的值是 100 分钟时的沉降量减去 60 分钟时的沉降量(60 分钟为下次采样时刻(即 120 分钟)往前逆推一小时所得)。

### 2、怎样正确使用一泵两顶液控单向阀？

一泵两顶液控单向阀可以实现两个千斤顶并联使用时的同步升降，使用时必须拆除千斤顶上的单向阀。其连接方法如图 6.1。

### 3、如何使用单油路油泵和单油路千斤顶测试？

单油路油泵和单油路千斤顶也能和 ST3000 测试仪配合使用，而且在加载过程中同双油路系统同样操作，唯一的不同是在卸载的时候双油路系统是从上油路进油使千斤顶下降，而单油路系统是控制回油阀，利用千斤顶上的负载压回千斤顶，所以必须用手工操作。

在卸载测试过程中，要将“试验方式”设为“人工”，将“补载”设为“否”，并且要断开油泵电源，不能让测试仪控制油泵。每当一级荷载卸载测试结束时，测试仪会报警，提示该卸下一级荷载，使用测试仪“进入下一级测试”功能，在屏幕出现如图 6.2 所示的提示时，手工控制回油阀将压力卸到指定荷载，然后锁死回油阀。由于时间上的不同步和人工加载速度慢等原因，有时仪器会显示“请注意压力变化！”的报警信息，此时选择“试验”、“油泵急停”即可。

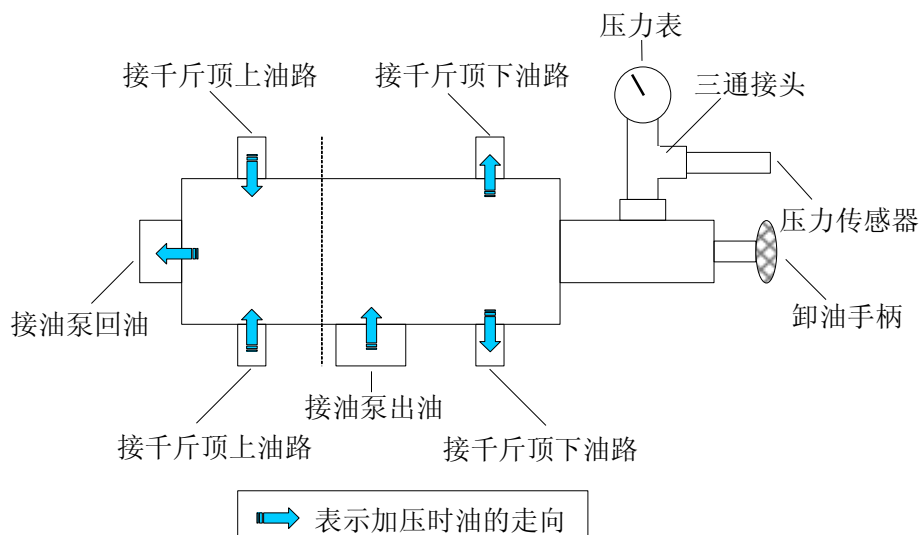


图 6.1

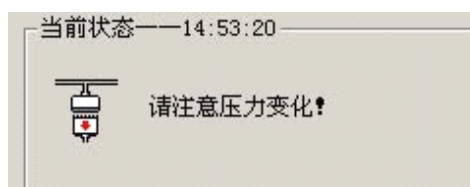


图 6.2

#### 4、如何使用手摇千斤顶进行试验？

当使用手摇千斤顶进行试验时，ST3000 测试仪仅相当于位移数据记录仪，是完全不能控制油路系统的，所以测试时，要将“试验方式”设为“人工”，且将“是否补载”设为“否”，完全由人工来控制加压和补载。当一级荷载测试结束时，测试仪会报警，提示可以进行下一级荷载测试了，此时使用测试仪“进入下一级测试”，在屏幕左下角出现如图 6.2 所示的提示时，人工操作将压力加到或卸到指定荷载。由于时间上的不同步和人工加载速度慢等原因，有时会显示图 6.3 所示的报警信息，此时选择“否”即可。

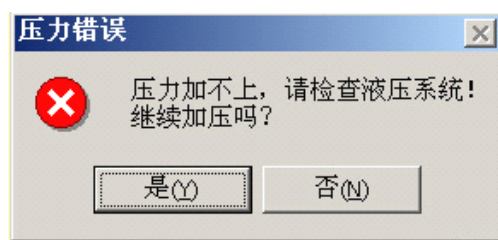


图 6.3

#### 5、在试验过程中，为什么会出现“压力加不上的警告”？

在现场试验过程中，经常会出现“压力加不上”的警告信息，出现这种警告的原因有很多，要根据现场的实际情况进行判断，找出原因，并进行适当的处理。根据油泵的状况分为几种情况：

- ① 油泵不工作，原因大致有以下几种：
  - A 没有接入 380V 电源或电源缺相
  - B 油泵的电源开关没有合上

## C 压力传感器出错

- ② 油泵工作一段时间后出现“压力加不上”的警告信息，原因有以下几种：
- A “报警时限”设得太小，在给定的时间内压力没有上升到指定压力，特别是在加第一级时容易出现这种情况，此时选择“继续加压”即可。
  - B 油泵的调压阀没有拧紧，导致油泵向外泵油时的压力不够，不能向千斤顶供油
  - D 油泵的回油阀没有拧紧，导致油又流回到油泵
  - E 油泵内油量不够
  - F 油路有漏油现象，导致油泵泵出的油流失，没有进入千斤顶
  - G 堆载重量不够或锚筋拉裂导致不能提供足够的反力
- ③ 在利用人工加载或人工卸载时，由于人工操作和仪器工作的不同步，导致在指定时间内达不到指定压力
- ④ 在利用人工加载或人工卸载时，由于没有禁止仪器自动补载功能，仪器自动补载时，压力没有产生相应改变，导致出现警告。

## 6、在试验过程中，实际加载量需要超过原来最大预估荷载时该如何操作？

在很多试验中，做到最大极限荷载后，还需要继续加大荷载。在测试程序中已经考虑了这个问题，在加载过程中最后一级荷载测试结束后，会出现如图 6.3 所示的提示，此时不要选择“是”，而是选择“否”，屏幕会弹出一个对话框，询问下面应该要加到多少荷载，直接输入荷载值并且“确定”，就可以进行下一级测试了。此时程序自动将“测试方式”设为“人工”，当这一级荷载结束时，按同样的方法可以再增加加载量。

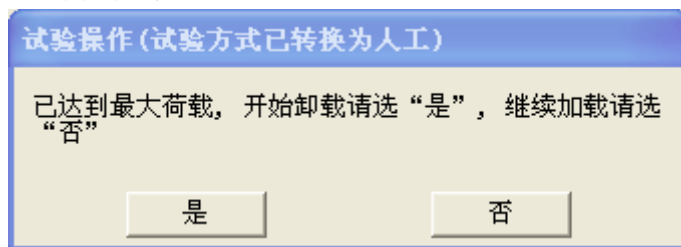


图 6.3

## 7、如何实现前几级用快速法测试后几级用慢速法测试？

其主机基本设置操作与慢速维持荷载法相同，不同之处在于开始试桩前进行设置时，对“试验标准”参数设置如下：

- ① 是否稳定：设置为“否”；
- ② 判稳时间：可根据试验一级的欲用时间进行设置，如一小时加一级荷载则设为 60，二小时加一级荷载则设为 120。

当从快速维持荷载法转为慢速维持荷载法时，对“稳定标准”参数进行如下修改：

- ① 是否判稳：设置为“是”；
- ② 判稳时间：设置为 60；
- ③ 稳定次数：根据实际需要来设置；
- ④ 稳定标准：根据实际需要来设置；

## 8、试桩过程中出现位移传感器倾斜或歪倒现象如何处理？

出现这种情况后，测试仪会出现报警，首先选择“继续测试”，为了重新安



装传感器时的安全，最好将“是否补载”设为“否”，等处理好后再设为原来的状态。

使用“重置位移计”功能，重新装夹倾斜或歪倒的位移传感器，“重置位移计”功能执行完后，再将“试验方式”、“报警开关”及“是否补载”参数设为原来的状态。

#### 9、当显示沉降量不均匀报警时怎样处理？

当出现这种报警时，首先选择“继续测试”，这种情况有两种可能：

- ① 检查是否因为位移传感器歪倒或倾斜，如属实按问题 8 所述方法解决；
- ② 如确属试桩沉降不均匀造成，如果此沉降不均匀程度已超过设计允许的范围，可以考虑终止试桩，如属可接受的情况，可以将“修改试验参数”项的“不均匀沉降”参数设置成较大数值，同时将“加载方式”和“报警开关”参数设为原来的状态。

#### 10、现场突然停电后应怎样处理？

在现场的测试过程中，有可能出现突然停电的情况，当出现这种情况时，现场工作人员不要随便触动测试设备，比如主机、位移传感器、油泵，特别是各设备之间的连接状态最好不要改变，只需要拔掉主机电源插头关闭主机。当现场的供电正常后，接通电源，开启主机，等待主机稳定后，打开 ST3000 静载数据采集程序，并执行“试验”、“恢复以前试验”操作。

#### 11、在测试过程中如何切换显示的表格或曲线？

在测试过程中，所有的表格和曲线是轮流显示的，而且是自动切换的，当操作人员想查看某个表格时，有可能会等比较长的时间，可以进行操作人工切换，方法如下：

先单击“工具”，然后单击要查看的“表格”或“曲线”，显示相应曲线或表格。

#### 12、为什么压力显示加上了，但是却没有位移变化量

- A、首先检查是不是位移计已经悬空了，如果位移计行程走完，就不会产生位移的变化。
- B、检查是不是千斤顶已到最大行程，不能继续上升，因为如果千斤顶已到最大行程，压力的变化只是千斤顶内部油缸的内压变化，压力并没有反作用到试桩上。
- C、经过预压的试桩，在第一级荷载作用下位移量变化可能很微小。

#### 13、打开测试主机后发现前面板的 3 个灯都同时亮

这种情况可能是供电电源错误，请确认你使用的是 220V 交流电还是 380V 交流电，并按照前面章节的接线方式重新连接供电电源

#### 14、为什么我在位移通道设置中选中相应通道时，提示：位移率定表不存在有 3 种情况出现这个提示

- a) 你输入了错误的位移传感器编号，请检查后重新输入
- b) 你没有正确的设置率定表的工作目录，请打开“工具”菜单，点击“设定工作环境”，正确设置率定表的存放目录就可以了
- c) 你输入的位移传感器编号没有对应的率定表，如果你手边有这个位

移传感器的率定表，你现在就可以建立它，请打开“工具”菜单，点击“率定表工具”，然后打开“率定表操作”菜单，点击“输入”，“输入位移计率定表”，根据选项填写，然后保存即可使用了

#### 14、静载试验中压力的单位 kN 和我们平常认识的“吨”有什么关系？

在静载试验中使用的单位 kN 是力的单位，“吨”是质量单位，“吨”和 kN 工程上应用可以简单认为是 10 倍的关系，就是：吨=10×kN

## 附录一

### 现场安装注意事项

- 1、测试系统应有可靠的安全接地，以确保人身安全。
- 2、仪器不应受到阳光的直接照射，严禁进水。
- 3、所有的连线应在系统加电以前接好，如果使用调频式位移传感器，则应加电预热 30 分钟后再使用，以保证测试精度。
- 4、在加压之前，应仔细检查所有传感器是否安装稳固、工作是否正常，油路系统连接是否正确、是否能正常工作。
- 5、高压油管不得打结，弯曲半径不得小于 1 米，以免高压油外泄危及人身安全。
- 6、仪器出现故障时，请首先检查传感器连线和插头是否有短路或松动现象；若无法确定故障原因，请送回我公司维修，不要自行拆卸。

## 附录二

### 现场测试简要

- 1、测试前检查仪器工作是否正常，配件是否完整；
- 2、携带仪器设备进现场，平整测试场地，连接安装测试仪设备和液压设备；
- 3、将测试仪连接通电，打开笔记本电脑进入测试程序，检查无线连接信号情况，进行相应调整，确保信号质量优良，并作好测试前的其他准备工作；
- 4、设置测试参数，正式进入测试状态；
- 5、监视测试工作的正常运行，在出现异常时，人为及时干预；
- 6、试验结束，可以将数据通过网络传输到数据处理中心，也可以将笔记本电脑带回数据分析中心，使用数据分析软件进行处理，绘制成果图件，出具报告；
- 7、所有试验完成后，进行仪器设备保养，然后入库妥善保管。

## 附录三

## 位移率定表格式

传感器型号:

传感器编号:

率定日期:

编 号:		量 程: 50mm	
位移值 (mm)	频率值 (Hz)	位移值 (mm)	频率值 (Hz)
0.00		27.50	
2.50		30.00	
5.00		32.50	
7.50		35.00	
10.00		37.50	
12.50		40.00	
15.00		42.50	
17.50		45.00	
20.00		47.50	
22.50		50.00	
25.00			

## 附录四

## 静载试验现场工具一览表

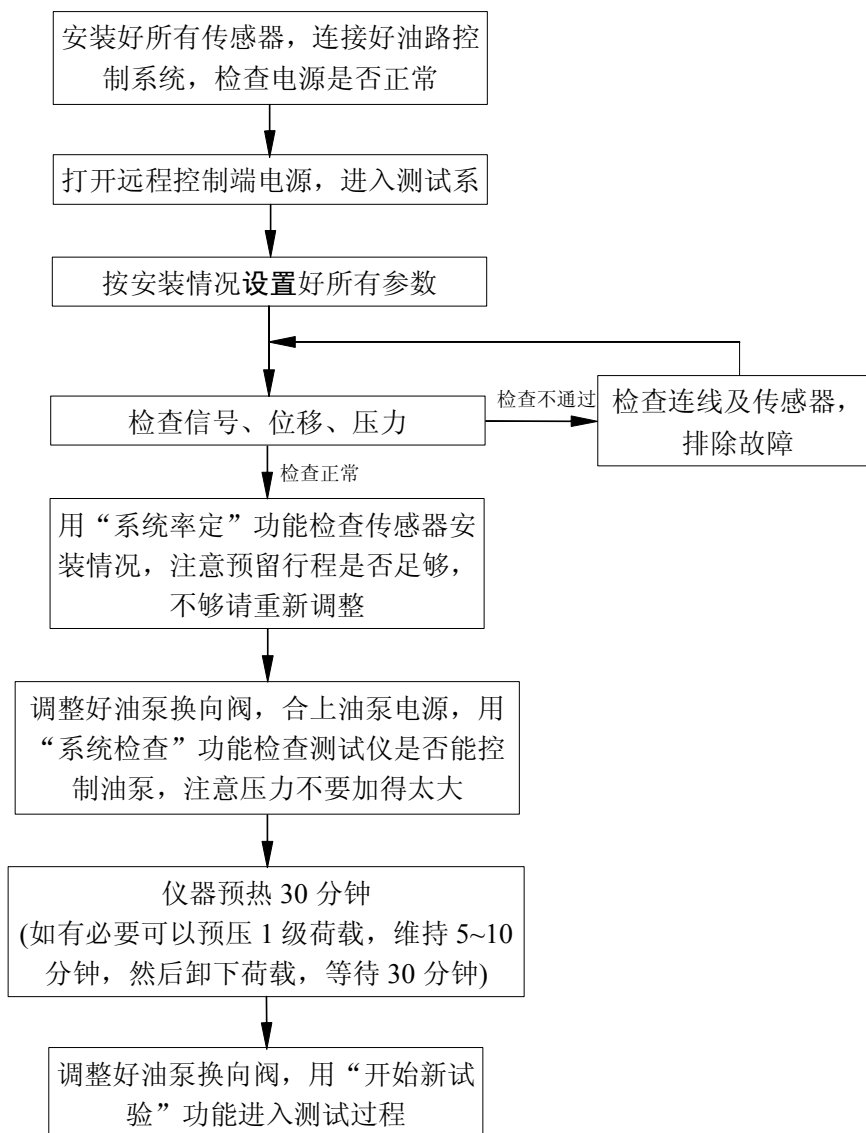
这里列出了静载试验现场经常使用的工具，请用户对照配备检查

名称	规格	数量	用途
220V 接线板	250V16A	2	电源供电
固定扳手	Φ22	1	
固定扳手	Φ24	1	
活动扳手	Φ30	1	
铁丝		长度若干	现场固定
生胶带	卷	1	
平头螺丝刀	把	2	大小用户自选
十字螺丝刀	把	2	大小用户自选
电缆线		长度若干	电源供电
试电笔	把	1	
钳子	把	1	大小用户自选
电工刀	把	1	
铁锤	把	1	大小用户自选
电工胶带	卷	2	
灯泡	只	2	照明
手电筒	个	1	
碘钨灯	只	2	现场照明
灯泡	只	2	照明

## 附录五

## 静载试验举例

现场试验流程图



下面用一个具体的例子来详细说明如何进入试验：

例：某一静载试验工地，情况如下：

设计荷载：1500kN；

最大加荷：3000kN；

试验方法：慢速维持荷载法

加载分级：分 10 级加载，首次加载 2 级；

卸载分级：每级卸载值为每级加载值的两倍；

稳定标准：每小时沉降量不大于 0.10mm，并连续出现两次；

采样时间间隔(分)：

加载过程：0, 5, 10, 15, 15, 15, 30, 30,……

卸载过程：0, 15, 15, 30

卸载至 0kN 后，按 0, 15, 15, 30, 180 记录；

试桩最大允许沉降量：40.00mm；

锚桩最大允许上拔量：5.00mm；

反力装置：4 锚反力装置；

千斤顶：500 吨双油路液压千斤顶，油缸内径为 320mm；

电动油泵：流量为 1 升/分的双油路电动油泵；

压力传感器：70Mpa 压阻式压力传感器 1 只；

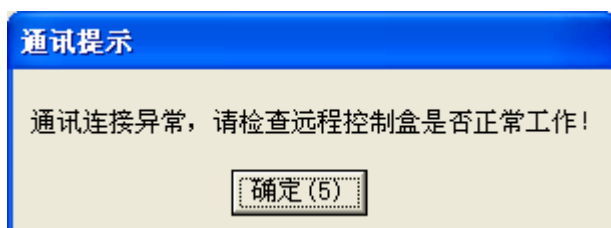
位移传感器：8 只，编号分别为：2003001, 2003002, 2003003, 2003004,  
2003005, 2003006, 2003007, 2003008；

安装情况：测试仪的 S1—S4 通道所连接的位移传感器编号  
分别为：2003001, 2003002, 2003003, 2003004,  
S9—S12 通道所连接的位移传感器编号  
分别为：2003005, 2003006, 2003007, 2003008。  
其中 S1—S4 通道用于检测基桩沉降量，  
S5—S8 通道用于检测锚桩上拔量。

压力传感器接在 P 压力通道上。

试验步骤如下：

- ① 安装好所有传感器，连接好油路控制系统，检查电源是否正常；
- ② 打开远程控制端电源，打开静载测试采集系统，采集系统将自动与远程控制端连上。若出现下图所示对话框，说明连接异常



该对话框若不点击确定，5 秒钟后自动消失，然后继续进行通讯连接



③根据试验要求，填写工程参数、位移通道、压力通道

平均通道		测试日期		2013	年	3	月	22	日	试验类型	
1	9	工地名称		测试工地						<input checked="" type="radio"/> 桩 <input type="radio"/> 地基	
2	10	试验桩号		1#						压力单位	
3	11	桩长		10						<input checked="" type="radio"/> kN <input type="radio"/> kPa	
4	12	桩径		800						桩截面形状	
5	13	千斤顶数量		1						<input checked="" type="radio"/> 圆形 <input type="radio"/> 方形	
6	14	千斤顶编号		200301						压力计算方法	
7	15	油缸内径mm		140						<input checked="" type="radio"/> 计算 <input type="radio"/> 率定	
8	16										

工程参数表 / 位移参数表 / 试验标准表 / 极限参数表 / 荷载参数表 /

位移传感器		读数	使用目的	运动方向	帮助：“使用目的”就是这个表的功能，是用来测量下沉量，还是用来测试上拔量；“运动方向”就是安装这个伸缩杆在正常试验中是逐渐伸长还是逐渐缩短。
位移编号					
<input checked="" type="checkbox"/> S1	2003011	0.00	<input type="radio"/> 上拔 <input checked="" type="radio"/> 沉降	<input checked="" type="radio"/> 伸长 <input type="radio"/> 缩短	
<input checked="" type="checkbox"/> S2	2003012	0.00	<input type="radio"/> 上拔 <input checked="" type="radio"/> 沉降	<input checked="" type="radio"/> 伸长 <input type="radio"/> 缩短	
<input checked="" type="checkbox"/> S3	2003009	0.00	<input type="radio"/> 上拔 <input checked="" type="radio"/> 沉降	<input checked="" type="radio"/> 伸长 <input type="radio"/> 缩短	
<input checked="" type="checkbox"/> S4	2003004	0.00	<input type="radio"/> 上拔 <input checked="" type="radio"/> 沉降	<input checked="" type="radio"/> 伸长 <input type="radio"/> 缩短	
<input type="checkbox"/> S5	2003005	未用	<input checked="" type="radio"/> 上拔 <input type="radio"/> 沉降	<input type="radio"/> 伸长 <input checked="" type="radio"/> 缩短	
<input type="checkbox"/> S6	2003006	未用	<input checked="" type="radio"/> 上拔 <input type="radio"/> 沉降	<input type="radio"/> 伸长 <input checked="" type="radio"/> 缩短	
<input type="checkbox"/> S7	2003007	未用	<input checked="" type="radio"/> 上拔 <input type="radio"/> 沉降	<input type="radio"/> 伸长 <input checked="" type="radio"/> 缩短	
<input type="checkbox"/> S8	2003008	未用	<input checked="" type="radio"/> 上拔 <input type="radio"/> 沉降	<input type="radio"/> 伸长 <input checked="" type="radio"/> 缩短	
<input checked="" type="checkbox"/> S9	2003009	0.00	<input checked="" type="radio"/> 上拔 <input type="radio"/> 沉降	<input type="radio"/> 伸长 <input checked="" type="radio"/> 缩短	
<input checked="" type="checkbox"/> S10	2003010	0.00	<input checked="" type="radio"/> 上拔 <input type="radio"/> 沉降	<input type="radio"/> 伸长 <input checked="" type="radio"/> 缩短	
<input checked="" type="checkbox"/> S11	2003011	0.00	<input checked="" type="radio"/> 上拔 <input type="radio"/> 沉降	<input type="radio"/> 伸长 <input checked="" type="radio"/> 缩短	
<input checked="" type="checkbox"/> S12	2003012	0.00	<input checked="" type="radio"/> 上拔 <input type="radio"/> 沉降	<input type="radio"/> 伸长 <input checked="" type="radio"/> 缩短	

工程参数表 / 位移参数表 / 试验标准表 / 极限参数表 / 荷载参数表 /

**测试参数**

试验方法

加载分级  首次加载级数

是否判稳  是  否 判稳时间

判稳次数  判稳标准 (mm)

卸载每级测试时间 (分钟)  每次卸载级数

**设定时间**

加载每次时间 (分钟)	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="15"/>	<input type="text" value="15"/>	<input type="text" value="15"/>
	<input type="text" value="30"/>	<input type="text" value="30"/>	<input type="text" value="30"/>	<input type="text" value="30"/>	<input type="text" value="30"/>	<input type="text" value="30"/>
卸载每次时间 (分钟)	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="15"/>	<input type="text" value="15"/>	<input type="text" value="30"/>	<input type="text" value="30"/>	<input type="text" value="30"/>
	<input type="text" value="30"/>	<input type="text" value="30"/>	<input type="text" value="30"/>	<input type="text" value="30"/>	<input type="text" value="30"/>	<input type="text" value="30"/>

工程参数表 \ 位移参数表 \ 试验标准表 \ 极限参数表 \ 荷载参数表

**极限值**

最大载荷值 (kN)  不均匀沉降 (mm)

最大上拔 (mm)  最大沉降值 (mm)

位移伸长量报警 (mm)  位移缩短量报警 (mm)

后级沉降  $\geq$  前级沉降 5 倍  后级沉降  $\geq$  前级沉降 2 倍且24小时不稳定

**荷载参数**

试验方式  自动  人工 最长加压时间  秒

是否补载  是  否 压力传感器最大量程 (Mpa)

补载方式  数值  百分比 荷载传感器类型  力  油压

掉载量设置  kN 位移传感器类型  调频式  容栅式

**无线方式选择**

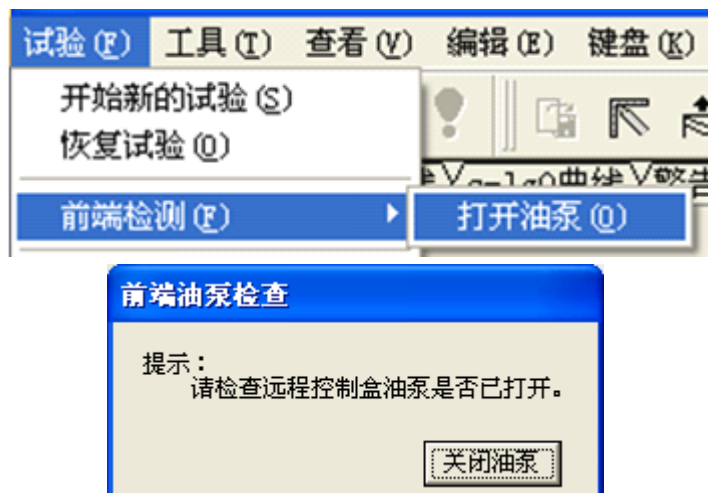
局域网  无线SMA

**GPRS开关**

打开  关闭

⑤ 点击“查看”，进入“系统率定”功能，检查当前位移伸长情况，不合适的再进行调整，这里显示的是绝对伸长量

⑥接通油泵电源，合上油泵开关，此时油泵应该不会启动，移动光标到“试验”，“液压系统工作检查”项，此时油泵马达应该转动，再按“关闭油泵”，油泵马达应该停止转动；否则，请立即关掉油泵电源，检查油泵间连线直至确保无误时再重复试验

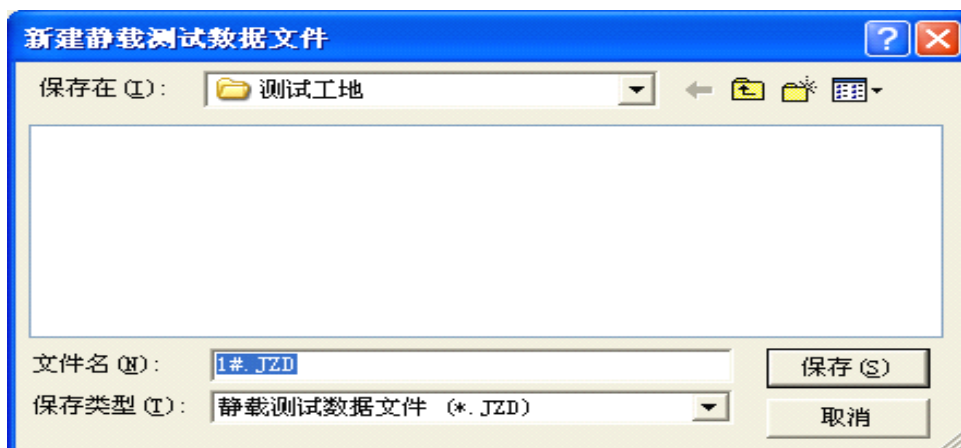


⑦至此，所有的检查工作都已结束，等待仪器预热 30 分钟后，就可以开始试验了。在此期间可以进行预压，一般预压载荷为一级荷载左右，预压时间为 5~10 分钟，注意预压结束后应卸下荷载，并等待 30 分钟左右以让试桩回弹。

⑧ 开始试验

A 调整油泵换向阀到加压位置；

B 屏幕出现新建静载测试数据文件提示，选择好路径和文件名后，点击“保存”开始试验，点击“取消”退出试验；



## 武汉建科科技有限公司

邮编：430074

地址：武汉市洪山区珞喻路 727 号

电话：027-87585802

传真：027-87780480

网址：<http://www.whctco.com>

电邮：[admin@whctco.com](mailto:admin@whctco.com)

技术 QQ：330996255