CECS 55:93

中国工程建设标准化协会标准

孔隙水压力测试规程

SPECIFICATIONS FOR PORE PRESSURE MEASUREMENT

中国工程预算网 http://www.yusuan.com 提供全国各地工程预算软件、工程造价管理软件、工程量清单计价软件、建材管理软件、标书制作软件（施工组织设计及施工方案软件、2000l素材库）、施工安全计算软件、施工技术、安全交底大师（上千万字施工工艺库）施工平面图制作及施工图库系统 施工项目网络计划软件、装修报价系统免费下载 咨询电话：010-51665651

前　　言

现批准《孔隙水压力测试规程》CECS　55：93 为中国工程建设标准化协会标准，推荐给各有关单位使用。在使用过程中，请将意见及有关资料寄交冶金部武汉勘察研究院中国工程建设标准化协会工程勘测委员会（武汉市冶金大道 19 号，邮政编码 430080），以便修订时参考。

中国工程建设标准化协会

1993 年 12 月 26 日

中国工程预算网
http://www.yusuan.com
提供全国各地工程预算软件、工程资料管理软件、工程量清单计价软件、建材管理软件、标书制作软件（施工组织设计、施工方案软件 2000M素材库）、施工安全计算软件、施工技术、安全交底大师（上千万条施工工艺库）施工平面图制作及施工图库系统、施工项目网络计划软件、装修报价、免费下载
咨询电话：010-51665

目　　次

1　总　　则 ……（ 1 ）
2　仪器设备 ……（ 2 ）
3　布设与量测 ……（ 4 ）
3.1　准备工作 ……（ 4 ）
3.2　测试孔和测点的布置 ……（ 4 ）
3.3　孔隙水压力计的埋设 ……（ 5 ）
3.4　量测工作 ……（ 6 ）
4　不同工程中的孔隙水压力测试 ……（ 7 ）
4.1　加载预压工程中控制加载速率 ……（ 7 ）
4.2　沉桩工程中控制沉桩速率 ……（ 7 ）
4.3　强夯加固工程中控制间歇时间 ……（ 8 ）
4.4　工程降水的监测 ……（ 8 ）
4.5　边坡稳定性分析 ……（ 9 ）
5　成果资料整理与报告书编写 ……（ 10 ）
附加说明 ……（ 17 ）

中国工程建筑资料网 http://www.ncjd.com
提供全国各地工程预算软件、工程资料管理软件、工程资清单计价软件、建材管理软件、材料管理软件（施工组织设计及施工方案软件2000)素材库、施工安全计算软件、施工技术、安全交底大师（工厂方案施工工艺库）施工平面图制作（施工图库系统）、装饰报价系统免费下载
施工项目网络计划软件、施工图库系统
咨询电话：010-51665651

1 总 则

1.0.1 为了统一原位孔隙水压力测试的技术要求，提高测试的技术水平，保证测试质量，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于饱和土层中孔隙水压力的原位测试。

1.03 原位孔隙水压力测试仪器的选择和埋设以及测试方法的确定，应符合质量可靠、操作简便、经济有效的原则。

1.0.4 原位孔隙水压力测试除执行本规程外，尚应符合国家现行标准的有关规定。

中国工程预算网 http://www.yusuan.com
提供全国各地工程预算软件、工程资料软件、工程量清单计价软件、建材管理软件、标书制作软件（施工组织设计及施工方案软件、2000i素材库）、施工安全计算软件、施工技术、安全交底大师（上千万字施工工艺）、施工平面图制作及施工图库系统、施工项目网络计划软件、装修报价系统免费下载
咨询电话：010-51665651

2 仪器设备

2.0.1 孔隙水压力计类型的选择，应根据工程测试的目的、土层的渗透性质和测试期的长短等条件，选用封闭式（电测式、流体压力式）或开口式（包括各种开口测量管、水位计）。仪器的精度、灵敏度和量程必须满足测试要求。

2.0.2 电测式孔隙水压力计（包括振弦式、电阻式、差动变压式等）适用于各种渗透性质的土层。当量测误差小于等于 2kPa 时，必须使用电测式孔隙水压力计；使用期大于 1 个月、测试深度大于 10m 或在一个观测孔中多点同时量测时，宜选用电测式孔隙水压力计。

2.0.3 流体压力式（包括液压式、气压式等）和开口式孔隙水压力计适用于渗透系数 K 大于 1×10^{-5}cm/sec 的土层。当量测误差允许大于等于 2kPa 时，方可选用液压式孔隙水压力计；当量测误差允许大于等于 10kPa 时，方可选用气压式孔隙水压力计。流体压力式孔隙水压力计使用期不宜超过 1 个月；液压式孔隙水压力计不宜在气温低于零摄氏度时使用。

2.0.4 孔隙水压力根据量测读数分别按下列公式计算。

振弦式孔隙水压力计：

$$u=K_{\mathrm{f}}\ (f_0^2-f^2) \qquad (2.0.4\text{—}1)$$

电阻式孔隙水压力计：

$$u=K_{\varepsilon}\ (\varepsilon_{\mathrm{i}}-\varepsilon_0) \qquad (2.0.4\text{—}2)$$

差动变压式孔隙水压力计：

$$u=K_{\mathrm{A}}\ (A-A_0) \qquad (2.0.4\text{—}3)$$

液压式孔隙水压力计：

$$u=p+\gamma_{\mathrm{w}}\cdot h \qquad (2.0.4\text{—}4)$$

气压式孔隙水压力计：

$$u = c + ap \tag{2.0.4—5}$$

式中 u——孔隙水压力（kPa）；

K_f——振弦式孔隙水压力计的灵敏度（kPa·HZ^{-2}）；

f_0——孔隙水压力计在零压时的频率（Hz）；

f——孔隙水压力计在量测时的频率（Hz）；

K_ε——电阻式孔隙水压力计的灵敏度（kPa/με）；

ε_i——孔隙水压力计的测读值（με）；

ε_0——孔隙水压力计在受压前的初读数（με）；

K_A——差动变压式孔隙水压力计的率定系数（kPa/V）；

A——孔隙水压力计的测定值（V）；

A_0——孔隙水压力计的初始值（V）；

P——压力表读数（kPa）；

γ_w——水的重度（kN/m^3）；

h——孔隙水压力计至压力表基准面的高度（m）；

a——压力表标定系数；

c——压力表标定常数（kPa）；

2.0.5 为保证孔隙水压力计的精度，选择的量程不宜过大，上限值大于静水压力值与预估的超孔隙水压力值之和宜为 100～200kPa。

2.0.6 仪器设备在使用前必须经过检验和系统标定。检验标定结果应符合下列规定。

2.0.6.1 孔隙水压力无变化时，仪表指示的读数应稳定，标定曲线的 3 次重复误差应小于精度要求。

2.0.6.2 电测式孔隙水压力计应绝缘可靠，埋入土中的导线不宜有接头，所使用电源的电压值应在允许范围内。

2.0.6.3 液压式孔隙水压力管路中不得有气泡，导管与接头不应渗漏，各部分连接必须牢固。

中国工程预算网 http://www.yuan.com 提供全国各地工程预算软件、工程资料管理软件、工程造清单计价软件、建材管理软件、建材管理软件、初期支护软件（施工组织设计及施工方案软件、2010 集合库）、施工组织计算软件、施工工术、全交底大师（上千万字施工工艺库）、施工平面图绘制软件、施工图图纸统一、装修报价系统免费下载 咨询电话：010-66665651

3 布设与量测

3.1 准 备 工 作

3.1.1 测试工作前，应通过搜集资料和现场踏勘后，编制测试纲要。

3.1.2 搜集资料应包括有关的工程设计、施工、场地周围环境和地质资料，并应根据测试任务书要求，认真进行分析研究。

3.1.3 现场踏勘应着重调查了解场地环境和埋设作业条件。

3.1.4 测试纲要内容应包括：目的与要求；工程概况；工作量布置及依据；仪器类型选定和精度要求；埋设和测试方法；监测工程要求的控制标准；当日、阶段和最终提交的成果。

3.2 测试孔和测点的布置

3.2.1 测试孔和测点的布置，应根据测试目的与要求，结合场地地质周围环境和作业条件综合考虑确定，并应符合下列要求：

3.2.1.1 每项工程测试孔的数量，应不少于 3 个；

3.2.1.2 在平面上测试孔宜沿着应力变化最大方向并结合监测对象位置布设；

3.2.1.3 在垂直方向上测点应根据应力分布特点和地层结构布设。一般每隔 2～5m 布设 1 个测点；当分层设置时，每个测试孔每层应不少于 1 个测点；

3.2.1.4 对需要提供孔隙水压力等值线的工程或部位，测试孔应适当加密，且埋设同一高程上的测点高差宜小于 0.5m；

3.2.1.5 对控制性的测点，埋设后如遇下列情况时必须及时补点：

(1) 测定的初始值不稳定或孔隙水压力计失效；

（2）因施工等原因遭受损坏且无法修复。

3.2.2 孔隙水压力测试应按工程需要，宜与土压力量测、变形测量、静力触探、标准贯入、载荷试验等测试手段结合进行，综合分析评价。

3.3 孔隙水压力计的埋设

3.3.1 孔隙水压力计埋设方法应根据测试孔、测点布设的数量及土的性质等条件，选用钻孔埋设法、压入埋设法和填埋法。

3.3.2 在同一测试孔中设置多个孔隙水压力计时，宜采用钻孔埋设法。埋设前钻孔应满足下列要求：

3.3.2.1 钻孔应垂直，孔径宜为 110～130mm；

3.3.2.2 在填土层或浅层其它松散不稳定的土层中，应下套管护孔，护孔套管应保证垂直；

3.3.2.3 孔内应无沉淤和稠浆；

3.3.2.4 钻探应有完整的原始记录，包括回次进尺、地层分层深度和土的性质描述等。

3.3.3 在钻孔中埋设孔隙水压力计应符合下列要求：

3.3.3.1 安放前，必须排除孔隙水压力计内及管路中的空气；

3.3.3.2 孔隙水压力计周围必须回填透水填料。透水填料宜选用干净的中粗砂、砾砂或粒径小于 10mm 的碎石块。透水填料层高度宜为 0.6～1.0m；

3.3.3.3 上下两个孔隙水压力计之间应有高度不小于 1m 的隔水填料分隔，宜选用直径 2cm 左右的风干粘土球作填料。在投放粘土球时，应缓慢、均衡投入，确保隔水效果；

3.3.3.4 测试孔口应用隔水填料填实封严，防止地表水渗入；

3.3.3.5 测试孔口部应设置有效的防护装置，并设立明显的标志，孔隙水压力计导线应有防潮、防水措施；

3.3.3.6 埋设工作应有详细记录，并附有埋设柱状图。图中应标明各孔隙水压力计安放位置、透水填料层和粘土球隔水层的实

际深度等。

3.3.4 在软弱土层中埋设单个孔隙水压力计时，宜采用压入埋设法。应根据埋设深度和压入难易程度，或直接将孔隙水压力计缓慢压入预定深度，或钻进成孔到埋设预定深度以上 0.5～1m 处，再将孔隙水压力计压到预定深度，其上孔段用隔水填料全部填实封严。孔口部位应符合本规程第 3.3.3.5 款的要求。

3.3.5 在填方工程中宜采用填埋法，可在填筑过程中按要求将孔隙水压力计埋入预定深度。

3.4 量 测 工 作

3.4.1 必须准确测定孔隙水压力初始值，并应满足下列要求：

3.4.1.1 埋设结束后，即逐日定时量测，以观测初始值的稳定性；

3.4.1.2 稳定值应符合连续 3 天读数差：电测式液压式小于 2kPa，气压式小于 10kPa，水位计小于 5cm；

3.4.1.3 初始值应取稳定后读数的平均值或中值。

3.4.2 测定方式应根据孔隙水压力变化规律，采用跟踪、逐日或多日等不同的观测频率，并应符合下列要求：

3.4.2.1 孔隙水压力上升期间，应逐日定时测定。当上升值接近控制标准时，应进行跟踪观测；

3.4.2.2 孔隙水压力消散期间的观测，可根据工程要求和消散规律确定测定方式；

3.4.2.3 每次量测，均应及时做好记录，完整填写日报表；

3.4.2.4 应绘制孔隙水压力与时间及荷载等有关因素关系曲线图；

3.4.2.5 测试过程中应随时计算、校核、分析测试数据。当出现异常值时，应及时复测，并分析原因，提出意见和建议。

4　不同工程中的孔隙水压力测试

4.1　加载预压工程中控制加载速率

4.1.1　孔隙水压力测试孔宜按纵横轴线进行布置。对油罐充水预压地基，其孔距宜为 5～10m；对大面积堆载预压地基，其孔距可放宽至 15～30m；在堆载区边缘，测试孔应按本规程第 4.5.2 加密。

4.1.2　孔隙水压力测点的布置深度可根据加载后的应力分布确定，在加载影响深度范围内的各软弱土层均应布设测点，其垂直间距宜为 3～5m。

4.1.3　加载等级宜按各级加载引起的孔隙水压力增量与荷载增量之比确定，其比值宜按土的特性通过试验确定。

4.1.4　加载间隙时间的控制，应满足孔隙水压力的消散率达到 70％（孔隙水压力的消散率为各级荷载下孔隙水压力消散量累计值与孔隙水压力增量累计值之比）。

4.2　沉桩工程中控制沉桩速率

4.2.1　孔隙水压力测试孔应布置在被监测建筑物及地下管线的近旁不大于 3m 用处。当被监测的建筑物及地下管线之某部位位于沉桩区的中轴线或打桩流程方向上时，必须在该部位布置测试孔。

4.2.2　在软土地区，孔隙水压力测试孔应布置在沉桩影响范围内，其范围一般为 0.5～1.5l（l 为桩的入土深度，单位为 m）。

4.2.3　孔隙水压力测试孔的间距宜为 20～30m，对重要的监测对象或重要的部位应增设测试孔，其间距可加密至 5～10m。

4.2.4　孔隙水压力测点的垂直布置应根据土层的性质确定，对沉

桩范围内各层饱和软土均应布设，其垂直间距宜为 3～5m。

4.2.5 沉桩速率的控制，应根据沉桩引起的超孔隙水压力与有效覆盖压力之比确定，其比值宜小于 60%。

4.3 强夯加固工程中控制间歇时间

4.3.1 孔隙水压力测试孔宜布置在强夯范围的纵横轴线上，间距宜为 5～10m。

4.3.2 孔隙水压力测点的深度应与预计强夯加固深度一致，垂直间距宜为 2～3m。

4.3.3 强夯间歇时间可按每遍加夯后孔隙水压力的消散率控制，其消散率宜大于 70%。

4.4 工程降水的监测

4.4.1 当需测定工程降水的影响范围时，孔隙水压力测试孔应沿抽降漏斗的长、短轴方向布置。

4.4.2 当监测降水对邻近建筑物的影响时，应选择离建筑物最短的半径方向布设孔隙水压力测试孔，间距宜为 5～10m。

4.4.3 孔隙水压力测点的埋设深度应深于设计降水深度。当需要测定基坑底部的孔隙水压力时，应埋设于基坑底部以下一定深度范围的土层中。

4.4.4 根据孔隙水压力测定值计算地下水位深度可按下式进行：

$$h = H - \frac{u}{\gamma_w} \tag{4.4.4}$$

式中 h——地下水位深度（m）；

H——孔隙水压力测点埋设深度（m）；

γ_w——水的重度（kN/m³）；

u——孔隙水压力测定值（kPa）。

4.5 边坡稳定性分析

4.5.1 在滑坡监测及进行边坡稳定性分析时，宜进行原位孔隙水压力测试，测试孔应平行与垂直主滑方向布置，测点深度应考虑滑动面位置。

4.5.2 孔隙水压力测试孔宜垂直和沿边坡的走向布置。纵向间距宜为10～20m；在横向应适当加密，并考虑潜在滑动区的范围。

4.5.3 孔隙水压力计应埋设于边坡及其外侧部分，并应考虑潜在滑动面的最大深度。

中国工程预算网
http://www.yusuan.com
提供全国各地工程预算软件、工程资料管理软件、
工程量清单计价软件、建材管理软件、
标书制作软件（施工组织设计及施工方案软件
2000i素材库）、施工安全计算软件、
施工技术、安全交底大师（上千万字施工工艺库）
施工平面图制作及施工图库系统
施工项目网络计划软件、装修报价系统免费下载
咨询电话：010-51665651

5　成果资料整理与报告书编写

5.0.1　孔隙水压力测试成果应在对原始资料进行检查、分析，确认无误后，及时进行汇总整理，并与其它观测资料综合分析后编写测试报告书。

5.0.2　测试报告书内容应根据测试任务要求、工程特点、环境和地质条件等确定，其主要内容应包括：

5.0.2.1　测试目的和要求，工作量及进度；

5.0.2.2　工程概况及周围环境概述；

5.0.2.3　场地水文、工程地质条件；

5.0.2.4　布设与量测：

（1）测试孔和测点布置原则；

（2）测试孔和测点布置位置与数量；

（3）仪器性能及孔隙水压力计埋设工作；

（4）初始值的测定；

（5）观测方法及测试资料；

5.0.2.5　成果资料的综合分析，应包括下列主要内容：

（1）孔隙水压力在垂直、水平方向上随时间增长和消散的规律；

（2）孔隙水压力与荷载、位移（水平、垂直）、时间、降雨、施工速率、土的性质等的关系；

（3）结论应包括测试工作所起的作用，主要经验及教训等。

5.0.3　成果报告应附的图件和表格，可根据不同工程选择提供。见图 5.0.3—1～5.0.3—4，表 5.0.3—1、5.0.3—2。

中国工程师资源网 http://www.cnsuan.com
中国咨询网 建筑工程 清单计价 软件 工程资料管理软件、工程资料管理软件、
初级制作软件（工程经济设计及施工方案软件
2000素材库）、施工安全计算软件、
施工技术、安全交底、施工图库系统
施工日期制作及施工图库系统
施工日期设计划软件、装修报价系统免费下载
咨询电话：010-51665651

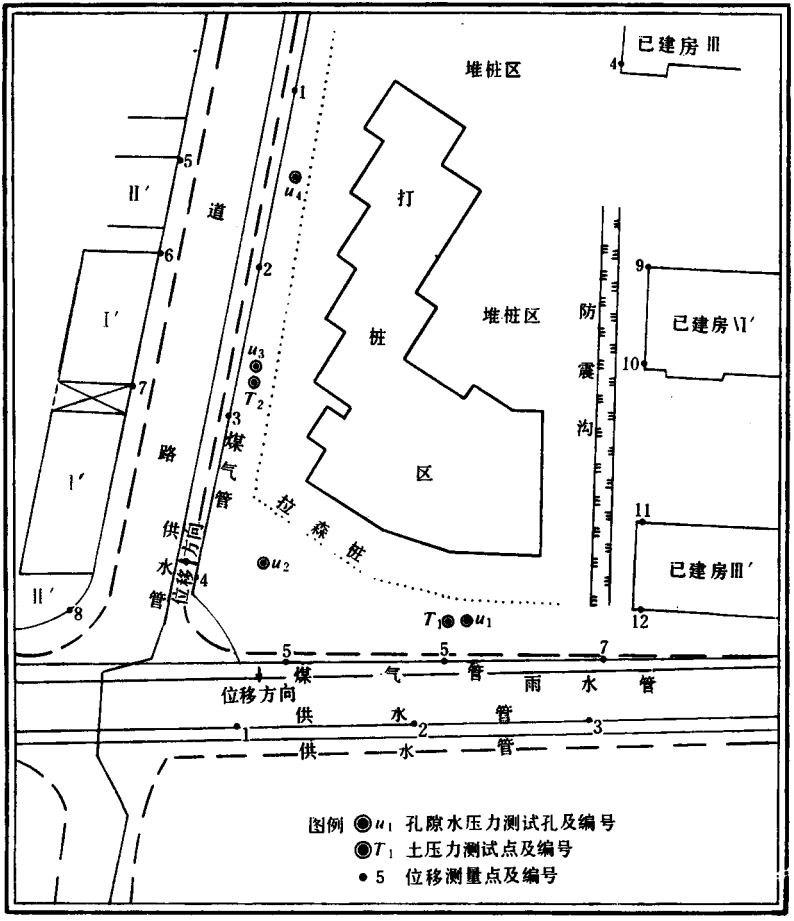

图 5.0.3—1 孔隙水压力测试孔平面布置图

(1∶500)

（　　孔）　　孔口标高：　　m

层序	地层名称	颜色	深　度 (m)	层底标高 (m)	湿度	状态或密度	土　层　描　述	孔隙水压力计埋置 1：100
①	杂填土	杂	0.9	3.15	湿	松散	以碎石为主，混少量粘土	
②	粘土	褐黄	3.5	0.55	很湿	可塑	含氧化铁斑纹	
③	淤泥质粉质粘土	灰	5.8	—1.75	饱和	软塑	含腐植质、夹粘质粉土	
④	淤泥质粘土	灰	16.2	—12.15	饱和	软～流塑	含有机质、夹薄层粉砂	
⑤	粘土	褐黄	(20.5)	(—16.45)	很湿	软～可塑	含黑色有机质、半腐烂植物和钙质结核	

中国工程预算网 http://www.yusuan.com
提供全国各地工程预算软件、工程资料管理软件、工程量清单计价软件、建材管理软件、标书制作软件（施工组织设计及施工方案软件、素材库）、施工安全计算软件、施工技术、安全交底大师（上千万字施工工艺库）、施工用图制作及施工图库系统
施工项目网络计划软件；装修报价系统免费下载
咨询电话：010-51665651

图 5.0.3—2　孔隙水压力测试孔结构与地层柱状图

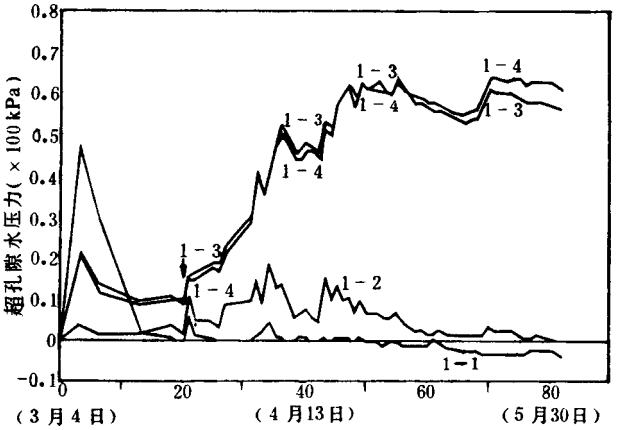

图 5.0.3—3　超孔隙水压力历时变化曲线

中国工程预算网
http://www.yusuan.com
提供全国各地工程预算软件、工程
工程量清单计价软件、建材管理软件
标书制作软件（施工组织设计及施工
2000i素材库）、施工安全计算软件、
施工技术、安全交底大师、二千万字施工
施工平面图制作及施工图库系统
施工项目网络计划软件、装修报价系统免费下载
咨询电话：010-51665651

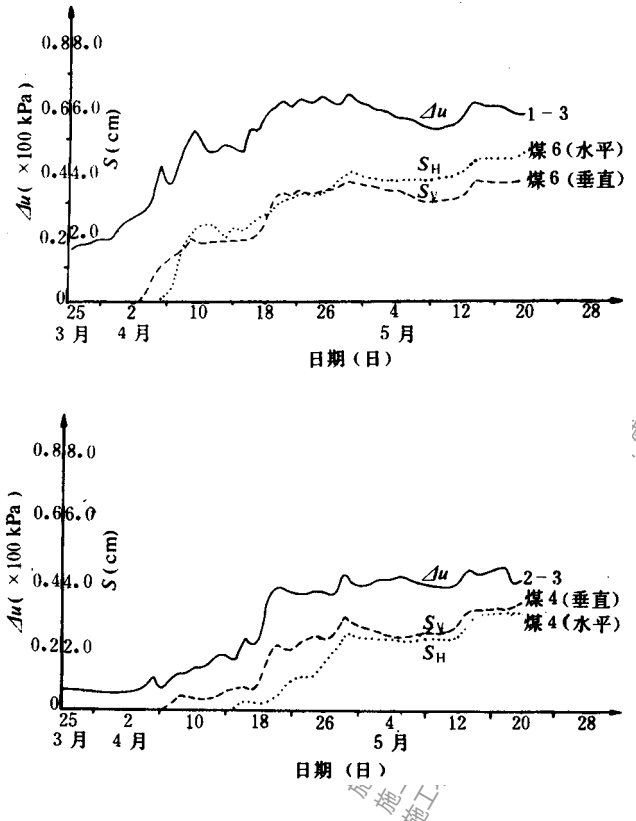

图 5.0.3—4　超孔隙水压力与位移量关系

孔隙水压力资料汇总表　　表 5.0.3—1

编号		深度(m)	日期						
			月 日	月 日	月 日	月 日	月 日	月 日	月 日
			压力增量 △u (kpa)						
No. 1	1—1	4							
	1—2	8							
	1—3	11							
	1—4	20							
No. 2	2—1	4							
	2—2	8							
	2—3	11							
	2—4	20							
No. 3	3—1	4							
	3—2	8							
	3—3	11							
	3—4	20							
No. 4	4—1	4							
	4—2	8							
	4—3	12							
	4—4	20							

中国工程预算网 http://www.yusuan.com 提供全国各地工程预算软件、工程资料管理软件、工程量清单计价软件、建材管理软件、施工方案软件（施工组织设计及施工标书制作软件）、施工安全计算软件、2000\素材库）、施工技术、安全交底大师（上千万字施工工艺库）施工平面图制作及施工图库系统 施工项目网络计划软件、装修报价系统免费下载 咨询电话：010-51665611

孔隙水压力测试日报表

表 5.0.3—2

测定日期：199　年　月　日　　天　　气：

测定时间：　　时　分　　地下水位：　　m

观测计算：

孔　号	测点号	埋设深度（m）	初始值（kPa）	实测值（kPa）	累计变化量（kPa）	隔日变化量（kPa）	备　注

备注：

中国工程预算网
http://www.yusuan.com
提供全国各地工程预算软件、工程资料管理软件、
工程量清单计价软件、建材管理软件、
标书制作软件（施工组织设计及施工方案软件
2000M素材库）、施工安全计算软件、
施工技术、安全交底大师（上千万字施工工艺库）
施工平面图制作及施工图库系统
施工项目网络计划软件、装修报价系统免费下载
咨询电话：010-51665651

附加说明

本规程主编单位和主要起草人名单

主 编 单 位：上海岩土工程勘察设计研究院

主要起草人：莫群欢　韩国武　朱滋清

中国工程预算网
http://www.yusuan.com
提供全国各地工程预算软件、工程资料管理软件、
工程量清单计价软件、建材管理软件、
标书制作软件（施工组织设计及施工方案软件
2000l素材库）、施工安全计算软件、
施工技术、安全交底大师（上千万字施工工艺库）
施工平面图制作及施工图库系统　装修报价系统免费下载
施工项目网络计划软件；　咨询电话：010-51665651