

使用说明书

PY 型预钻式旁压仪



尊敬的顾客：

非常感谢您选用 **PY** 型预钻式旁压仪，为了方便您更好地使用本仪器，请在使用前详细阅读本说明书！

武汉智岩科技有限公司

网址：www.whzhiyan.com

联系人：梅文保15972999824

前 言

近三十年来，原位测试技术在国内外发展很快，已成为岩土工程勘测中不可缺少的手段，旁压试验则是其主要手段之一。

我厂于七十年代末与常州市建筑设计院开始进行 PY 系列旁压仪的开发及研制工作。并在 1980 年 7 月通过了由建设部设计局（原国家建工总局设计局）和江苏建筑工程局共同主持的全国鉴定会对 PY-1 型和 PY-2 型旁压仪的技术鉴定。随着不断的生产实践和科学技术的进步，我厂在原 PY-1 型和 PY-2 型的基础上，发展了 PY-2A 型、PY-3 型、PY-4 型、PY-5 型和 PYHL-1 型旁压仪。目前我厂生产的 PY 系列旁压仪遍销全国各地，已有近 800 个设计、勘察、科研和施工单位在使用 PY 系列旁压仪。建设部根据 PY 型旁压仪制订了《PY 型预钻式旁压试验规程》

目 录

前言

一、仪器构造及技术指标和规格-----	1
二、工作原理-----	2
三、仪器装配和使用-----	2
四、仪器调试-----	2
五、试验钻孔-----	3
六、试验步骤-----	8
七、仪器校正-----	11
八、仪器的维修和保养-----	12
九、仪器出厂检验标准-----	16
十、注意事项-----	17
十一、附录一 旁压仪管路图-----	18
十二、附录二 试验记录格式及工程实例-----	19
十三、附录三 影响旁压试验测试精度的主要因素-----	25

仪器构造及技术指标和规格

PY 型预钻式旁压仪由旁压器、水箱、变形测量系统和加压稳定装置四部分组成（附录见图 1）。其主要技术指标和规格分别如下表：

序号	参 数 名 称		仪 器 型 号			
			PY-3 型	PY-4 型	PY-5 型	PY-5 型
1	旁 压 器	旁压器外径	Φ60mm			Φ74mm
		旁压器总长度	800mm			840mm
		旁压器测试段长度	250mm			210mm
2	要求试验钻孔直径		比所选用的旁压器外径大 2~8mm			
3	测管水柱截面积		13.58cm ²	13.58 cm ²	13.58 cm ²	20 cm ²
4	旁压器中腔原始体积		638 cm ³			808 cm ³
5	测管容积		580 cm ³	580cm ³	580 cm ³	860 cm ³
6	试验工作最大压力		2.5Mpa	4 Mpa	5.5 Mpa	
7	压力表最小读数		0.005Mpa			
8	压力源		高压氮瓶			
9	主机尺寸		830×360×220mm			
10	主机重量		28Kg			

1、旁压器：是旁压仪的主要部件：为三腔式圆柱形骨架，外套有弹性膜。分上、中、下三腔，中腔为测试腔；上下腔相互沟通但与中腔隔离，为保护腔。中央有导水管，用来排泄地下水，使旁压器能顺利的置于测试深度。

2、水箱：主要用于试验前的注水，试验时不受压力。为避免胀裂，装有安全阀。

3、变形测量系统：

（1）测量管的作用是显示旁压器的体积变化。测管旁设置了 S、V 两个标尺。

S 尺——刻有标准长度，最小刻度为 1 毫米，供测读由旁压器膨胀而引起测管液面下降值（cm）。

V——由液面位置确定旁压器膨胀后的体积增量 (cm^3)。

(2) 导压管由进口尼龙-11 号纤维（抗高压材料）制作而成，是传递压力的管道。

工作原理

利用加压装置所加的气压直接传导测管水面，产生水压和气压传至旁压器三个腔（中腔式水压、上下腔是气压），促使弹性膜受压膨胀，导致孔壁土体受压产生相应变形，其变形量由测管水位下降值测得，压力值由压力表读出。根据所测结果绘制压力和测管水位下降值关系曲线，即旁压曲线，根据曲线可确定地基土的容许承载力标准和计算变形模量、压缩模量等力学指标。因此，旁压试验实质上是钻孔载荷试验。

仪器装配和使用

- 1、仪器工作时装配：仪器工作时用三脚架作支座，用 M20 滚花铜螺母联接。
- 2、高压氮气瓶与仪器联接：倘使用高压氮气源时，将仪器附件减压表进气口端与氮气瓶联接，出气口端接上 $\Phi 6 \times 1$ 尼龙管另一端即与仪器注有“氮气源”字样的接头联接。

仪器调试

仪器工作前应经常进行调试，其调试目的是检查仪器是否正常，倘有异常，必须处理排除，以免工作中断。

1、弹性膜渗水检查:仪器注水后，将旁压器在无外力约束的状态下立放在仪器侧边，缓慢地给旁压器加压至 0.05Mpa，待弹性膜胀大时，检查膜上有无渗漏现象，凡有渗漏者即需更换弹性膜。

2、导压管快速插头使用方法说明：

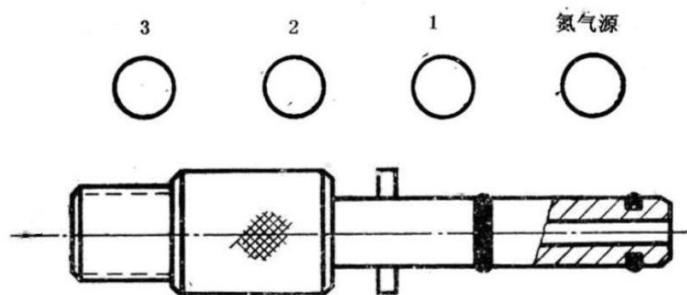


图 1 快速插头及主机面板对应插座

快速插头后的螺母上打了 1,2,3 编号，连接的时候应和面板上的 1,2,3 相对应（注：氮气源插头上没有编号）。为了防止快速插头上的 O 型圈损坏，造成泄漏，需旋转地插入插座，使插头的突出部与插座凹槽锁死，必要时可以用洗洁精润滑。

试验钻孔

- 1、为了获得比较理想的旁压试验数据有两个必要条件：孔径应满足特定的大小；成孔时采用的设备及方法对土层及孔壁的扰动应尽可能的小，且成孔后必须马上进行试验。
- 2、打好旁压试验孔是取得比较理想的旁压试验数据的最重要的步骤。试验数据的离散程度及所得试验曲线可证明成孔质量的好坏。如图 2：曲线 2 为正常旁压曲线，其中：AB 段初始段，反映孔壁被扰动土的压缩；BC 段为似弹性段，体积与压力变化近似直线关系，B 点对应压力 P_0 为临界压力；CD 段塑性段，V 与 p 成曲线关系，随着压力增大体积变化越来越大，最后急剧增大，达到破坏极限，C 点对应 P_q 为临塑压力，D 点对应的压力 P_t 为极限压力。曲线 1 反映孔径过小或有缩孔现象，旁压器强行压入钻孔，曲线前段消失。曲线 3 反映孔壁严重扰动，形成很厚的扰动圈，曲线前段消失，后段呈弧形上弯，说明扰动土被压缩过程。曲线 4 反映孔径过大，使测管中相当一部分水消耗在充填膜与孔壁间的

空隙上。

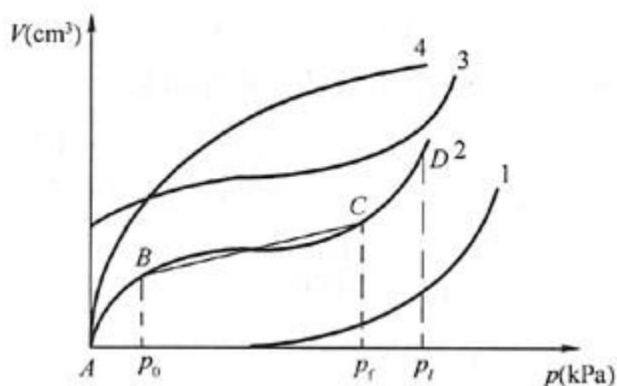


图 2 不同成孔质量下的旁压曲线

3、与旁压器直径相关的试验孔直径要求

3.1、试验孔直径一般比所选用旁压器外径大 2~8mm。

3.2、钻具直径

3.2.1、确定钻孔所需钻具直径时，需考虑下述三方面因素：(a)试验孔直径要求。(b)钻具的摇动导致的孔径加大，或中到粗粒土壤因中因泥浆循环对孔壁的侵蚀，或两者皆有。(c)在钻具的取出和旁压器的放置段出现的内陷时，采用钻探泥浆可减小孔壁内陷。

3.2.2、选择场地试验设备时，应备有几种不同规格的钻头，以根据是否发生孔壁扩大或内陷而调整钻头的尺寸。

3.2.3、工具的选择还应考虑能使试验孔壁尽可能光滑，并且整个试验段深度内孔径尽可能保持不变。

（注：如果由于地层松散破碎的原因使试验段深度内的孔径变化明显，或者钻孔不圆，则试验质量将受到影响。）

4、完成试验孔的工具和方法

4.1、能满足上面所述 1 至 3 条一般要求的任何方法和工具均可采用。

4.2、用下列方法准备试验孔

4.2.1、回转钻进——回转钻头向土层钻进时应满足下述条件：钻具上垂向压力低（200kpa），回转速度慢（低于每分钟 60 转），稳定的钻进液流速（低于 15L/min）。通过轴底泄漏注入钻进液，以使对孔壁影响小。钻进必须有足够粘度，以便在较低的泵送流量下将切削物带出。

4.2.2、壁管取样——采用的薄壁取样管必须足够长，以确保压入一次即能获得欲试验的孔深。（如果取样管堵塞或不能满管取土，则应考虑采用其它成孔方法。）取土完应慢慢地抽出管子以防止由于吸力引起的孔壁内陷。如果采用厚壁取样管，它必须具有向内倾斜的切刃以使试验前孔壁的受力状态可能小。

4.2.3、连续螺旋式麻花钻钻进——在钻具的底部安一 1.52m 长的螺旋钻头将钻孔打到试验要求的深度。钻头直径必须比螺旋段直径稍大，以免对孔壁造成破坏。在提出钻具过程中要不断旋转。连续螺旋式麻花钻钻进的旋转速度及钻进压力参数与 4.2.1 条要求相同。

4.2.4、手工勺型钻钻进——利用一种勺型麻花钻成孔，有的带有底部喷注泥浆的手泵，有的不带。（注：手工勺型钻仅适用土层软且深度较浅的试验，深度超过 6m 时难以使用。）

4.2.5、驱入式或振动驱入式取样器——将对开管式取样器驱入土层，也可采用驱入或振动驱入式湿式取样器，各项要求参考 4.2.2 条。

4.2.6、岩芯钻进——钻进时对孔底作环形切削研磨。破碎孔底环状部分岩土，并用循环液清除钻屑，环形中心保留圆柱岩芯。岩芯钻进的旋转速度及钻进压力参数参考 4.2.1 条。

4.2.7、回转冲击钻进——在回转钻具上安装冲击器，利用液压（风压）产生冲

击作用又有回转作用的综合性钻进方法。在干燥地层中，用压缩空气清除钻屑，在湿润地层中则用泥浆。

4.2.8、导向孔钻进及后继取样管取样——钻进一导向孔，其直径比旁压器直径要小，通过推入或驱入取样器也达到合适的孔径，要求参考 4.2.2 条。

4.2.9、导向孔钻进及同时刨平过程——钻进一导向孔，直径比旁压器直径要小，紧靠钻头后面钻杆柱上是一薄壁空心圆管，用于刨平孔洞（见图 3）。推进钻头及刨平圆管时须用高稠度钻进液。

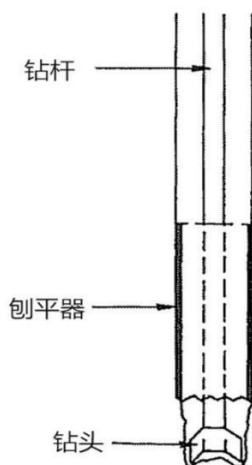


图 3 用于准备试验孔的导向孔钻进及同时刨平技术

5、成孔方法的选择

5.1、从前面所述或其它可接受的方法中选择适宜的方法这种选择取决于被测试的土层的类型，主要影响因素如下：（a）颗粒级配；（b）塑性；（c）强度；（d）饱和度。

5.2、下表中列出按照 5.1 条提到的各项因素所划分的几种典型土层的成孔方法选择的原则。下表并未列出所有可能的成孔方法，仅作为一种钻进方法选择。

成孔方法和工具选择											
土层	类型	泥浆底喷的回转钻进	推入薄壁取器器	导向孔钻进及其后的取器器推进	导向孔钻进及同时刨平	连续螺旋式麻花钻钻进	不带泥浆泵手勺型钻	带泥浆手勺型钻	驱入或振动入取器	岩芯管钻进	回转冲击
粘土	软的 固结—压密的 压密—坚硬的	2	2	2	2	NR	NR	1	NR	NR	NR
		1	1	2	2	1	1	1	NR	NR	NR
		1	2	1	1	1	NA	NA	NA	1	2
粉砂土	地下水位以上	1	2	2	2	1	1	2	2	NR	NR
	地下水位以上	1	NR	NR	2	NR	NR	1	NR	NR	NR
砂土	松散且在地下水位以上	1	NR	NR	2	2	2	1	2	NA	NR
	松散且在地下水位以下	1	NR	NR	2	NR	NR	1	NR	NA	NR
	中等—致密的	1	NR	NR	2	1	NA	NA	2	NR	2
地下水位以下 砂砾或含砾风 化岩	松散的 致密的	2	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NR	NA	2
		NR	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NR	2	2

A.1 为第一选择；2 为第二选择；NR 为建议不采纳；NA 为不适用。

A.1为第一选择；2为第二选择；NR为建议不采纳；NA为不适用。

6、钻孔冲洗液和护壁堵漏材料应根据地层岩性、任务要求、钻进方法、设备条件和环境保护等要求选择，常用冲洗液和护壁堵漏材料宜按下表选择。

常用冲洗液和护壁堵漏材料

冲洗液和护壁堵漏材料	适用方法
清水	致密，稳定土层
泥浆（无固相冲洗液）	松散破碎地层，吸水膨胀性地层，节理裂隙较发育的漏失性地层
粘土	局部孔段的坍塌漏失地层，钻孔浅部或覆盖层有裂隙，产生漏、涌水等情况的地层。
水泥浆	较厚的破碎带，坍塌较重的地层，特殊泥浆及粘土处理无效、漏失严重的裂隙地层等。
生物、化学浆液	裂隙很发育的破碎、坍塌漏失地层，一般用于短孔段的局部护壁堵漏。
植物胶	松散、掉块、裂隙地层或胶结较差的地层，如，卵砾石层、砂层。
套管	严重坍塌、缩孔、漏失、涌水层地层，较大的溶洞，松散的土层、砂层、其他护壁堵漏方法无效，水文地质实验需封闭的孔段，水上钻探的水中孔段。

7、在下列孔段不宜进行旁压试验：

7.1、取过原状土样或进行过标准贯入试验的孔段；

7.2、跨在不同性质土层的孔段。

8、最小试验深度、连续试验深度的间隔，离取原状土钻孔或其他原位测试孔的间距以及试验孔的水平距离均不宜小于 1m。

9、钻孔深度应比试验深度大 50cm（试验深度由旁压器中腔中点起算）。

试验步骤

（一）水箱注满蒸馏水或干净的冷开水；以保持管路清洁和减少水中的气泡。水箱是不承受高压的。因此，在整个试验过程中水箱安全阀最好一直打开，避免偶然操作错误将试验高压水放入，引起水箱胀裂；

（二）接通管路：把旁压器 1 号注水管和 2 号、3 号 2 根导压管的快速接头分

别与测量面板上的插座对号插入；

（三）向旁压器和变形测量系统注水：将旁压器竖立于地面，关闭调零阀，打开注水阀、测管阀，按逆时针方向把调压阀拧到最松位置（此时调压阀起气阀作用，直接通大气）拧紧水箱盖，把打气筒接在水箱加压处向水箱稍加压力（0.01~0.02Mpa），并同时摇晃旁压器和尼龙管束，以利于排尽旁压器和管道内的空气。待测管中的水位到 15 厘米左右时，应设法使其缓慢注水，（因为注水太快，水容易冲入调压阀和精密压力表内影响精度和使用寿命）。如此时注水很快，可采取先关闭测管阀打开水箱盖，以消除压力，再打开测管阀，此时水位继续上升。要求水位在 0 或稍高于 0。注水结束后，即关闭注水阀；

（四）调零：把旁压器垂直提高到中腔的中点与测管零刻度处相平。打开调零阀，并密切注意水位的变化。当水位下降到零时，立即关闭调零阀。此时旁压器中腔不受静水压力，其弹性膜处于不膨胀状态。关闭测管阀后放下旁压器；

（五）把旁压器下放到钻孔中预定测试深度；

（六）打开测管（注意：这个阀门只能在旁压器下放到预定测试深度后才能打开，如提前打开，因静水压力作用，测管的水会注入旁压器，将使弹性膜膨胀大；旁压器就很难下放到预定测试深度），此时旁压器内产生静水压力，该压力即为第一级压力（以后各级压力表读数均应加此值得到各级总压力），并应读至稳定；

（七）加压

（1）接上氮气加压装置导管；

（2）打开低压表阀；

（3）把减压阀按逆时针方向拧到最松位置（此时处于关闭状态）；

(4) 打开氮气源阀；

(5) 按顺时针方向拧调压阀（即一级加压），使高压气源减到比所需最高试验压力大 $0.1 \sim 0.2 \text{Mpa}$ ；

(6) 缓慢地按顺时针方向拧调压阀，调到所需试验压力，按相对稳定标准，进行逐级加压。（注：当加荷值到达低压表量程的 80% 左右时，关闭低压表阀，停止使用低压表，压力值改为由高压表测读，然后逐级进行加荷至所需要最大值）；

(7) 试验压力增量，宜取预估临塑压力 P_f 的 $1/5 \sim 1/7$ 。如果不易预估，可按下表确定。

试验压力增量等级表

岩 土 特 性	试验压力增量等级 (kpa)	
	临塑压力前	临塑压力后
淤泥、淤泥质土、流塑状态的粘性土、松散的粉细砂	≤ 15	≤ 30
软塑状态的粘性土、新近沉积的黄土、稍密饱和的粉土、稍密的粉细砂、稍密的中粗砂	$15 \sim 25$	$30 \sim 50$
可塑至软塑状态的粘性土、马兰黄土、中密至密实的饱和粉土、中密至密实的粉细砂、中密的中粗砂	$25 \sim 50$	$50 \sim 100$
硬塑至坚硬状态的粘性土、密实的粉土、密实的中粗砂	$50 \sim 100$	$100 \sim 200$
软质岩石的强风化带	≥ 100	≥ 200
软质岩石、硬质岩石的强风化带	≥ 200	≥ 500

(八) 终止测验的条件

在任何情况下，当测管水位下降刚超过 36 厘米（绝对不能超过 40 厘米）时，应立即中止试验，此时土体已产生破坏。如不中止试验，弹性膜将会胀破。

(九) 终止试验

可根据具体情况，采取下列方法之一，使旁压器里的水回上来或排净，弹性膜恢复到原来状态，以便顺利取出旁压器：

- 1、试验深度小于 2 米并尚继续进行试验时，可使旁压器里的水回到测管。方法是把调压阀按逆时针方向拧到最松位置，使其通大气消压，利用弹性膜的约束力，迫使旁压器里的水回到测管。当水位接近零位时，即可关闭测管阀。
- 2、试验深度大于 2 米并尚需继续进行试验时，可使旁压器里的水回到水箱。方法是先打开水箱安全盖，再打开注水阀，利用试验中止时的管道内处于高压的条件，使旁压器里的水回至水箱（注意：未打开水箱盖前不得打开注水阀，否则高压水进入水箱会导致水箱胀裂）。水进入水箱后，当听到高压气冲入得声音，即可关闭注水阀。
- 3、当需要排净旁压器内全部水时可拧开排水阀，利用试验中止时管道内处于高压的条件，排净旁压器里的水。（注意：等高压表显示数值与低压表显示数值接近或相等的时候才能打开低压表阀，否则会损害低压表。）

仪器的校正

一、试验前，应对仪器进行两种校正：弹性膜的约束力校正和仪器综合变形校正。具体校正项目应按下列情况确定：

- 1、新旁压仪首次使用时，两项校正均需进行；
- 2、更换新弹性膜，需进行弹性膜约束力的校正；
- 3、弹性膜一般进行 20 次试验后，需复校一次。当气温有较大变化或放置较长时间不用时，应重新校正；
- 4、接长或缩短导压管和注水管时，需进行仪器综合变形校正。

二、弹性膜约束力的校正。校正要在测试现场的地面上进行，其目的在于确定在某一体积增量时消耗于弹性膜本身的压力值。方法是将旁压器竖立于地面，让弹性膜在自由膨胀情况下进行。一般每一压力等级为 10kpa（注：加装防护外

膜后每一压力等级为 20kpa)，加 8~10 级压力。各级压力下观测时间和正式试验时相一致；

三、仪器综合变形的校正。校正要在测试现场进行，其目的在于确定测管中的液体在到达旁压器的主腔以前的体积损失值。试验时将旁压器放在标定筒内，然后将旁压仪逐级加压，压力等级可为 100kpa，一般加到 800kpa 以上终止试验，各级压力下的观测时间与正式试验相一致。

仪器的维修和保养

（一）仪器主要部件的构造和维修

1、卡套式高压球阀：其结构如图 4 示。该阀门有手柄、电装螺丝、固定螺母、锁垫螺母、主干令、主干垫片、主干、球、球垫、主体等部分组成。

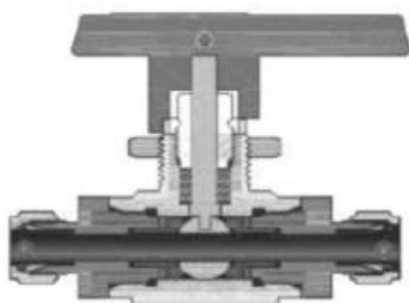
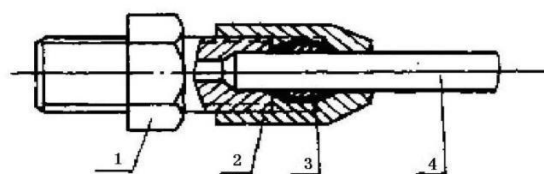


图 4 卡套式高压球阀

卡套式高压球阀优点是：密封性能良好，耐压高，故障率低。

2、卡套式管接头：旁压仪均采用了目前国内最先进的管路连接件，该钟形式的接头密封性能良好，耐高压、耐振动、寿命长。卡套式接头 构造如图 3。

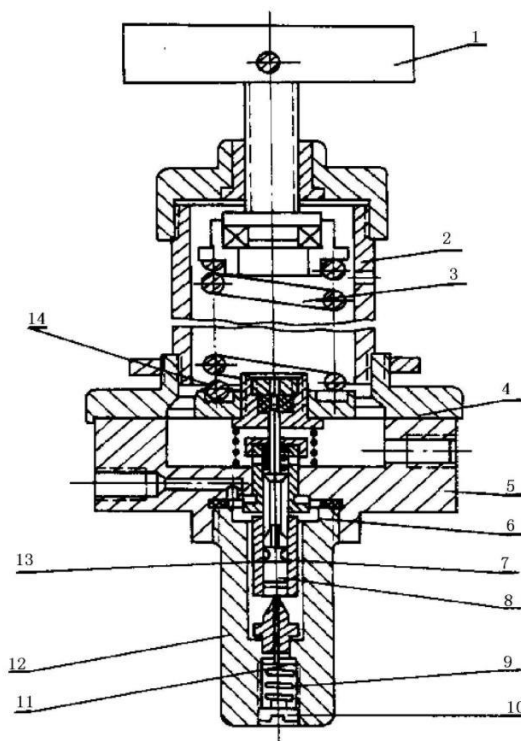


1—接体头；2—压紧螺母；3—密封圈；4—接管

图 5 卡套式管接头

该接头由接头体、压紧螺母、密封圈、接管组成。该接头是靠压紧螺母紧压密封圈，使之变形紧密贴合接管和接头体的硬性密封。装配试压后不宜拆卸，倘因需要拆修再行装配，密封性能显著下降。倘无法保持其工作要求时须更换密封圈。更换方式如下：用细齿锉将密封圈锉开取下，注意不能锉伤接管，换上新的密封圈即可。当取下已损坏密封圈而发现接管已经变形时须同时更换接管，以保证质量。

3、调压阀：QTF 型调压阀原系云南省设计院设计。其构造如图 4。该调压阀手柄、上筒体、主弹簧、平衡膜片、阀体、顶杆、进气口、堵头、下弹簧、调节螺丝、下顶杆、下气室、导套、溢流口等组成。见图 4。



1—手柄；2—上筒体；3—主弹簧；4—平衡膜片；5—阀体；6—顶杆；7—进气口；8—堵头；
9—下弹簧；10—调节螺丝；11—下顶杆；12—下气室；13—导套；14—溢流口

图 6 QTF 型调压阀

其调压阀平衡工作原理是：顺时针旋动调压手柄，主弹簧压紧平衡膜片，使顶杆与溢流口贴合并轴向移动推开进气口堵头使工作室进气。当工作室和管路

气压升至定值时平衡膜片反向受压移动，顶杆受下弹簧之力经下顶杆、堵头等传递回升，关闭进气口停止进气。工作室和管路气压超过定值时，平衡膜片受工作室气压作用压缩主弹簧向上移动，致使溢流口打开放出余气，气压降至定值。当工作室和管路因体积变化等原因使气压下降时，平衡膜又受主弹簧的作用将溢流口关闭，并推开进气口，使之进气升压。以此不断循环，达到稳压作用。

调压阀是仪器的关键部件。调压阀的精度直接影响试验成果的准确性，使用时，在未接通气源或无气压时不得旋动调压手柄进行无效调压。工作结束后，应立即将手柄旋松，使主弹簧恢复常态，以延长其工作寿命，并保持相当精度。

调压阀常见故障及排除方法：

（1）、调压后压力表指针爬行。引起爬行的原因是由于气流介质夹杂尘埃积聚在堵头表面，使进气口和堵头不能密合造成的。其次是因长久使用，堵头表面已成明显压痕，致使表面不平与进气口无法密合。排除方法是：旋下下气室，从导套中取出堵头，在放大镜下用酒精清洗堵头表面，使之无尘埃粘着。同时用镊子夹带酒精药棉擦洗进气口端面，清洗时注意防止表面碰伤和划痕，倘在放大镜下观看已有划痕和碰伤，此时必须更换堵头或进气口。

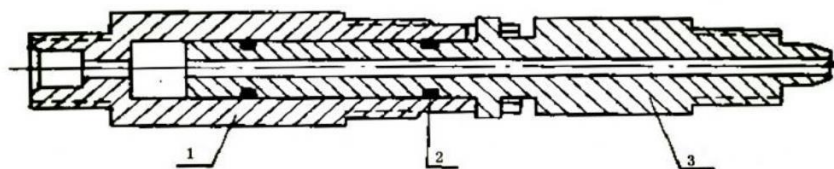
（2）、溢流口耗气。即溢流口在未超过额定工作压力时即自行排气不止。其排除方法是加大顶杆和溢流口的接触压力。将调节螺丝顺时针往紧的方向旋动至不耗气为止（但考虑调压阀的灵敏度，不宜过紧）。倘仍耗气时必须取下溢流口并将其接触平面进行研磨，使其与顶杆球面成均匀的接触线。

（3）、下气室漏气。一般是下顶杆密封套老化所致，此时需要更换密封胶套。

4、快速接头：旁压仪采用的快速接管装置是本厂自行设计的，该装置具有轻便、

耐用耐压等特点。对测试工作带来很大方便。

该部件由插座、密封圈、插管组成。如图 5。

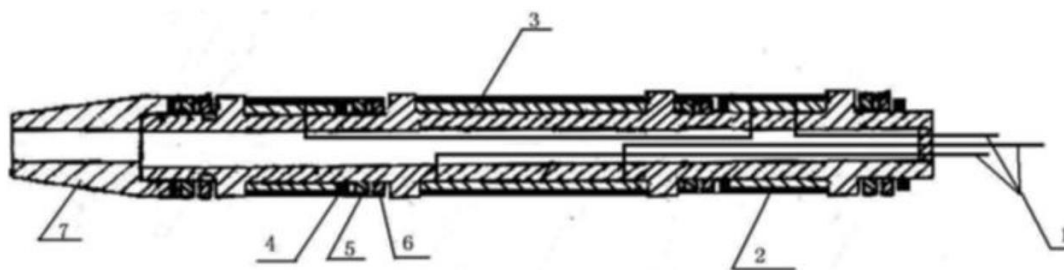


1—插座；2—密封圈；3—插管

图 7 快速接头

由于经常使用，密封圈磨损而影响密封性时须立即更换。测试工作完毕后，取下快速接头插管后应套上护套，严防泥沙从插管口进入导管内损坏仪器。

1、旁压器：旁压器是测试用探头。由导压、导水管、弹性膜、漏筒瓦、内压紧圈、管拼靴、拼帽、外压紧圈组成。其构造如图示 6。



1—导压、导水管；2—弹性膜；3—漏筒瓦；4—拼帽；5—内压紧圈；

6—外压紧圈；7—管拼靴

图 8 旁压器

旁压器弹性膜破损需要更换时，更换顺序如下

- (1) 用小刀将旧膜贴开，取下的管靴，松开各拼帽，取下旧膜，同时取下两端内外压紧圈和拼帽。
- (2) 取下上下辅腔漏筒瓦，清洗杂质。
- (3) 将新膜内壁涂肥皂液，从旁压器一端套进并穿过该中端外压紧圈，经中腔漏筒，使之新膜位置与旁压器骨架正好相当，并套上两中端外压紧圈。
- (4) 将新膜一端外翻（外翻时注意膜与膜之间涂以肥皂液以利润滑），直至露

出中端内压紧圈位置为止。

(5) 套上内压紧圈，用勺形扳手拼帽拼紧。

(6) 装上端漏筒瓦（注意对号），将翻过端皮膜重又翻回。

(7) 先后套上外压紧圈、内压紧圈、拼紧拼帽。

(8) 另一端按（4）—（7）顺序操作。

注意事项：各段皮膜经装配后必须紧密贴合旁压器骨架，防止松弛。

仪器出厂检验标准

PY 型预钻式旁压仪出厂前均须经本厂质检科检验，产品应按检验项目标准检验合格后方可出厂。其主要检验项目如下：

1、稳定性：各级工作压力等级下，初调 1 分钟内允许被动值 $\leq 0.0025\text{Mpa}$ 。

2、密封性：在额定工作压力下，切断气源试压 4 小时，仪器的压力下降值 $\leq 0.1\text{Mpa}$ 。

3、调压值：

序号	仪器型号	最大可调压力值
1	PY-3 型	不得低于 2.5Mpa
2	PY-4 型	不得低于 4.0Mpa
3	PY-5 型	不得低于 5.5Mpa

4、注水：注水压力在小于 0.05Mpa 时，5 分钟内应注满工作腔和回路。

5、水箱清洁度：水箱内应无任何会造成管路堵塞和影响测量管透明度的杂物存在。

6、快速接头盒仪器管道耐压：

序号	仪器型号	管道耐压值
1	PY-3 型	不得低于 2.5Mpa
2	PY-4 型	不得低于 4.0Mpa
3	PY-5 型	不得低于 5.5Mpa

注意事项

（一）使用前必须首先熟悉本仪器的基本原理，管路图和各阀门的作用，以免造成操作错误。

（二）试验钻孔要求钻好即做，切勿相隔时间太长，试验段必须在同一土层，不得跨越两个或两个以上土层。否则，不但资料难以应用，而且当上下两层土的软弱相差很大时，会造成试验中弹性膜的破裂。

（三）注水时测管的水位不能越过最高刻度线，防止水进入调压阀及压力表中，影响测试精度。

（四）测试用水不得使用杂质水，应使用蒸馏水或冷开水代用，否则测管管壁沉积污物使清晰度下降。

（五）旁压器不能任意裸体放置，在未测试时应放在标定筒内，以防止弹性膜被砂砾或其它硬锐物刺破。

（六）快速接头取下后应立即将保护膜罩上，严防泥沙进入管道中使仪器损坏。

（七）调压阀不得任意拆卸，以防止精度下降。

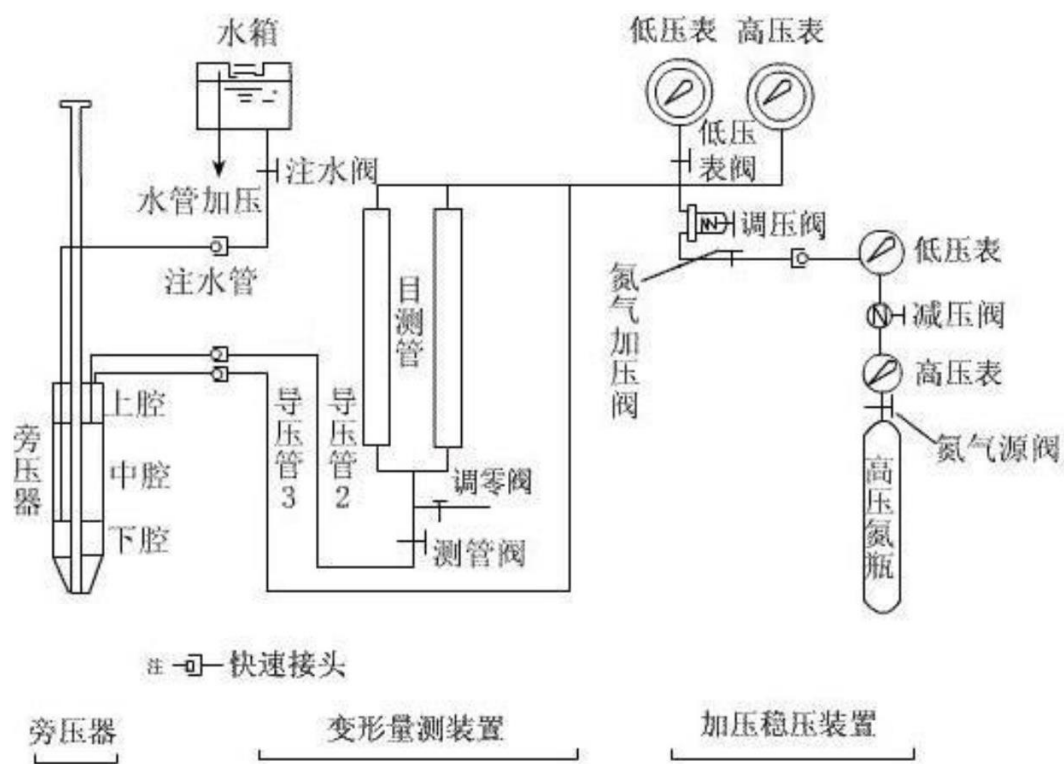
（八）测试结束，为使旁压器中水返回水箱，在打开注水阀前一定要先将水箱安全阀盖打开，以防止高压气进入水箱使水箱炸裂。

（九）运输时注意防震，以免损坏仪表。

（十）仪器保养结束移位或运输前，为了使调压阀主弹簧不移位，保证调压阀工作正常，宜将调压阀手柄稍微旋紧，使弹簧稍微受力，下次工作前再打开。

（注：本说明书所提供操作方法，仅作参考，用户可根据需要另定或参照建设部颁发的《预钻式旁压仪试验规程》。）

附录一 旁压仪管路图



PY 型预钻式旁压仪管路图

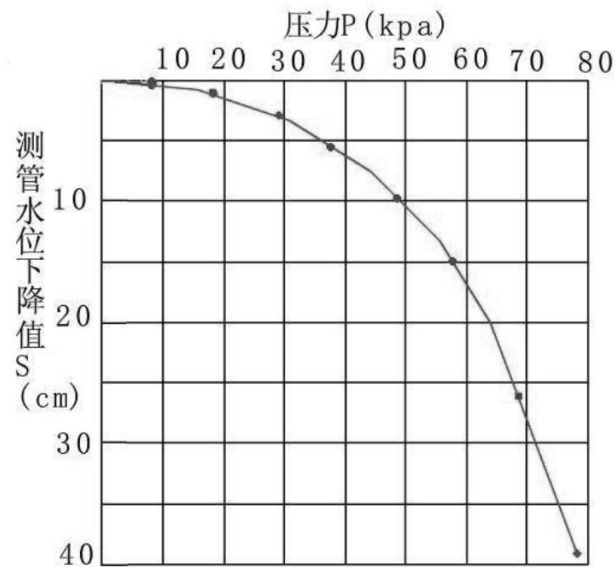
附录二 试验记录格式及工程实例

（一）弹性膜约束力校正试验。试验记录见附表 1.1

绘制压力 p 与其对应的测管水位下降值 S 关系曲线，即弹性膜约束力校正曲线（见附图 1.1）。

弹性膜约束力校正试验记录表 附表 1.1

旁压器中腔中点至测管水面垂直距离 H+Z(m)		0.8		静水压力 p （kpa）		8	
压力 p （kpa）		测管水位 ^w 下降值 S （cm）					
压力表读数 p _w	总压力 p _w +p _m	15s	30s	60s	120s		
	8	0.10	0.10	0.10	0.10		
10	18	0.70	0.70	0.70	0.70		
20	28	2.20	2.50	2.60	2.80		
30	38	4.40	4.80	5.00	5.30		
40	48	7.00	7.70	8.50	9.00		
50	58	11.20	12.30	13.50	15.00		
60	68	18.40	20.10	22.50	26.10		
70	78	31.00	32.60	35.30	39.00		



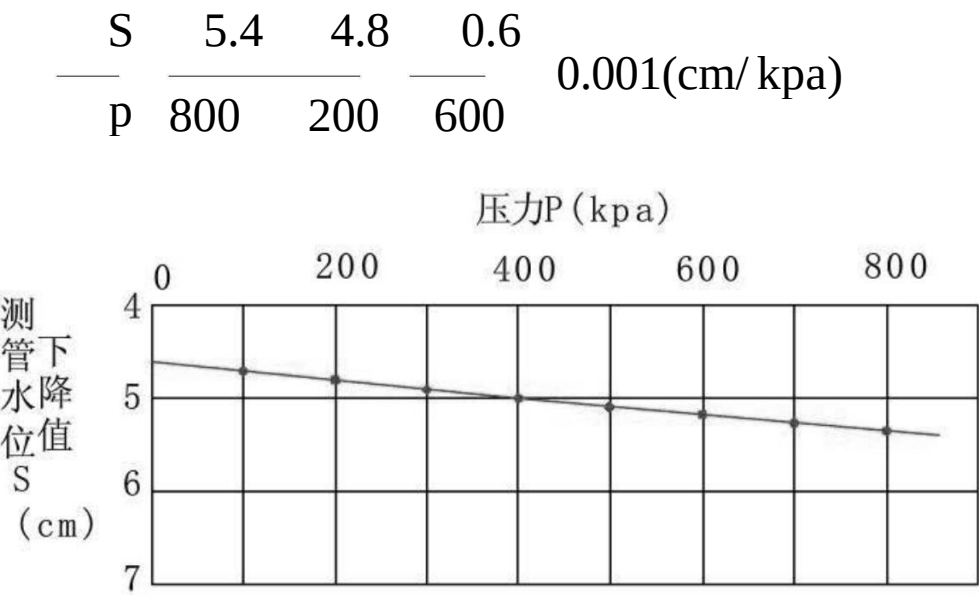
附图 1.1 弹性膜约束力校正曲线

(二) 仪器综合变形校正试验。试验记录见附表 1.2。

仪器综合变形校正试验记录表 附表 1.2

压力 p (kpa)	测管水位下降值 S (cm)			
压力表读数 p _m	15s	30s	60s	120s
100	4.60	4.65	4.70	4.70
200	4.70	4.75	4.80	4.80
300	4.35	4.85	4.90	4.90
400	4.95	5.00	5.00	5.00
500	5.05	5.10	5.10	5.10
600	5.20	5.20	5.20	5.20
700	5.30	5.30	5.30	5.30
800	5.40	5.40	5.40	5.40

绘制压力 p 与其对应的测管水位下降值 S 关系曲线，其直线的斜率 $\frac{S}{p}$ 即为仪器综合变形校正系数（见附图 1.2）。



附图 1.2 仪器综合变形校正曲线

(三) 工程实例

在溧阳县仪器厂铸造车间场地，进行了一批旁压试验。土质为灰黄色下蜀粘土，2~3 号试验记录见附表 1.3。

根据附图 1.1 和附图 1.2，分别对各级压力及其相应的变形进行校正。用校正后的压力和校正后的变形绘制旁压曲线（见附图 1.3），得到有相关旁压试验特征值，填入旁压试验成果表（见附表 1.4）。

1.地基承载力标准值 f_k 的确定。

已知试验深度处的静止土压力系数 $K_0=0.6$ ， $\gamma_w=10\text{kN/m}^3$

和 u_w （ Z_w h）计算得：根据地区经验，静止土压力 p_0 按计算确定，由公式 $p_0 = K_0 \gamma_w Z + u_0$ 计算

式中 p_0 —— 静止土压力（kpa）；

p_f —— 临塑压力（kpa）；

K_0 —— 试验深度处静止土压力系数，可按地区经验确定，对于正常固结和轻度固结的土类可按：砂土和粉土取 0.5，可塑到坚硬状态的粘性土取 0.6，软塑粘性土、淤泥和淤泥质土取 0.7；

u —— 试验深度处土的孔隙水压力（kpa），正常情况下，它极接近于地下水位算得的静水压力，即在地下水位以上 $u=0$ ；

γ —— 土的天然重力密度（ kN/m^3 ）；

γ_w —— 水的重力密度（ kN/m^3 ）；

h —— 地面距地下水位深度（m）。

地基承载力标准值 f_k ，由公式 $f_k = p_0 + p - p_0$ 确定：

$$f_k = p - p_0 = 290 - 44 = 246\text{kpa}$$

2.旁压模量 E_m 和压缩模量 E_s 的确定。

本次试验均以测管水位下降值 S 代替体积 V ，中腔原始体积 $V_c=491\text{cm}^3$ ，用相

当于测管水位下降值 $S_c = 32.1\text{cm}$ 代替，已知粘土的泊松比 $\mu = 0.38$ 。

旁压模量由公式 $E_m = \frac{2(1-\mu)(S_0 - \frac{S_f}{2})}{S_0} \frac{p_f}{S_0}$ 计算得：

式中 μ —— 土的侧向膨胀系数（泊松比），可按地区经验确定，对于正常固结和轻度固结的土类可按：砂土和粉土取 0.33，可塑到坚硬状态的粘性土取 0.38，软塑粘性土、淤泥和淤泥质土取 0.41；

p_f —— 临塑压力（MPa）；

S_c —— 旁压器中腔原始体积 V_c 用测管水位下降值表示（cm）；

V_c —— 旁压器中腔原始体积 491cm^3 ；

$$E_m = \frac{2(1-\mu)(S_0 - \frac{S_f}{2})}{S_0} \frac{p_f}{S_0} = \frac{2(1-0.38)(32.1 - \frac{14.2}{2})}{32.1} \frac{0.29}{8.8} = 6.5\text{MPa}$$

压缩模量 E_s ，由地区经验公式计算：

$$E_s = 4.78 + 0.82E_m = 4.78 + 0.82 \times 6.5 = 10.1\text{MPa}$$

旁 压 试 验 记 录 表

附表 1.3

工程名称	溧阳县仪器厂铸造车间			工程地点	江苏省溧阳县		仪器型号	PY-2A		试验编号	2—3		
孔口标高 (m)	8.5	试验深度 Z (m)	3.0	地下水位 hw (m)	1.0		测管水面距孔口的高度 H (m)				1.05		
旁压器中腔受静水压力 p_w (kPa)			40.5		旁压器有无保护套			无	成孔工具			勺型钻	
试验土层描述		灰黄色粘土、硬塑			备注	本试验体积变化以测管水位下降值 S 表示							
压 力 P (kPa)					测 管 水 位 下 降 值 S								
p_m	$p_m + p_w$	p_i	p	15 s	30 s	60 s	120 s	ΔS_{120-30}	a ($\frac{p_m}{p_w}$)	S			
	40.5	26.4	14.1	1.8	1.9	2.0	2.0	0.1	0.041	2.0			
50	90.5	47.3	43.2	7.4	8.5	8.7	9.0	0.5	0.091	8.9			
100	140.5	50.2	90.3	10.2	10.2	10.2	10.4	0.2	0.141	10.3			
150	190.5	52.1	138.4	11.0	11.1	11.3	11.5	0.4	0.191	11.3			
200	240.5	53.8	186.7	12.0	12.1	12.2	12.5	0.4	0.241	12.3			
250	295.5	56.0	234.5	13.0	13.0	13.1	13.4	0.4	0.291	13.1			
300	340.5	57.0	283.5	13.9	14.0	14.2	14.5	0.5	0.341	14.2			
350	390.5	60.1	330.4	15.1	15.2	15.6	16.4	1.2	0.391	16.0			
400	440.5	63.0	377.5	17.1	17.3	18.3	19.5	2.2	0.441	19.1			
450	490.5	68.0	422.5	20.7	21.7	23.2	24.8	3.1	0.491	24.3			
500	540.5	74.0	466.5	27.7	28.9	30.6	33.1	4.2	0.541	32.6			

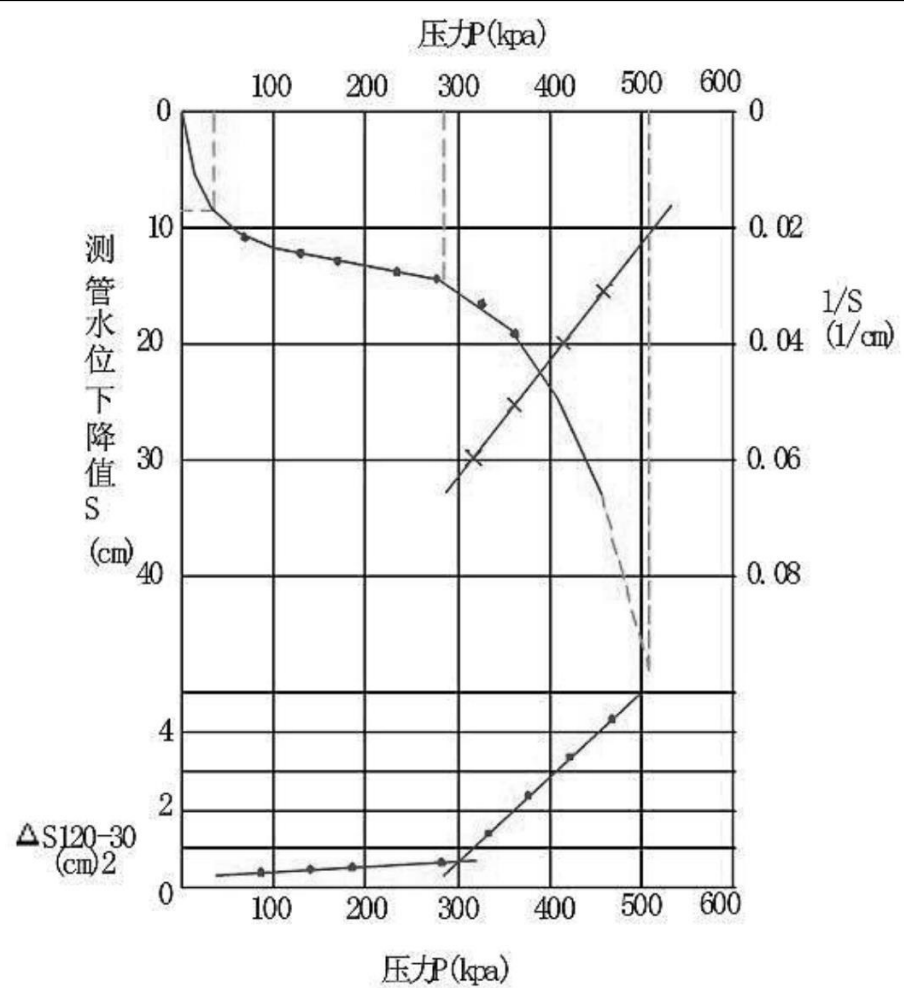
试验者： 计算者： 校核者： 日期： 年 月 日

旁 压 试 验 成 果 表

附表 1.4

工程名称	溧阳县仪器厂铸造车间				试验编号	2—3	孔口标高 (<i>m</i>)	8.5	试验深度 <i>Z</i> (<i>m</i>)	3.0	
土样描述	灰黄色粘土、硬塑								地下水位 <i>h_w</i> (<i>m</i>)	1.0	
压力 <i>p</i> (<i>kPa</i>)	14.1	43.2	90.3	138.4	186.7	234.5	283.5	330.4	377.5	422.5	466.5
<i>S</i> (<i>cm</i>)	2.0	8.9	10.3	11.3	12.3	13.1	14.2	16.0	19.1	24.3	32.6
1/ <i>S</i> (1/ <i>cm</i>)	—	—	—	—	—	—	—	0.063	0.052	0.041	0.031
<i>S</i> ₀ (<i>cm</i>)		8.8	临塑压力 <i>pf</i> (<i>kPa</i>)		290	地基承载力标准值 <i>f</i> (<i>kPa</i>)	计算	246	旁压器模量 <i>E_M</i> (<i>MPa</i>)		6.5
<i>S_f</i> (<i>cm</i>)		14.2	极限压力 <i>pf</i> (<i>kPa</i>)		515		图解	—	压缩模量 <i>E_s</i> (<i>MPa</i>)		10.1
2 <i>S</i> ₀ + <i>S</i> ₀ (<i>cm</i>)		49.7	静 止 土压力 <i>p</i> ₀ (<i>kPa</i>)	计算	44		$\frac{p_1-p_0}{2}$	—	变形模量 <i>E</i> ₀ (<i>MPa</i>)		—
$\frac{1}{2S_0+S}$ (1/ <i>cm</i>)		0.02		图解	43						

试验者： 计算者： 校核者： 日期： 年 月 日



附图 1.3 旁压曲线

附录三 影响旁压试验测试精度的主要因素

一、成孔质量

试验段的钻孔应圆整、垂直、光滑、孔壁岩土不得受到扰动，孔径不宜过大或过小，应比旁压器外径大 **2~8mm**；

当采用大直径钻具钻进时，必须从试验段以上不小于 **1m** 处按试验段的要求进行成孔，成孔后必须立即进行测试；

对于孔壁稳定性差的或有缩孔可能的土层宜采用泥浆护壁成孔，软岩和风化岩可采用回转钻机成孔；

进行旁压试验时，必须保证旁压器的三腔在同一地层，且不得在取过土或进行标准贯入试验的部位进行；

对于同一个孔，应每钻进一段进行一次试验由上向下逐次进行试验，因为一次性成孔，实践证明土体结构会受到扰动，影响测试成果质量。

二、加压方式

可从加压等级与加压速率两方面来考虑。

1. 加压等级一般按预估临塑压力的 **1/8~1/12** 的等级而定；
2. 加压速率则反映了不同的试验条件，如排水和不排水等。实践证明：不同加压速率对临塑压力影响较小，但对极限压力影响较大。

三、旁压器构造和规格

旁压器的有效长（**L**）、径（**D**）比是设计旁压器的关键参数。当 **L/D=4~10** 时土体变形近似为圆柱形；

当单腔式旁压器有效长径比为 **10** 时，与三腔式旁压器所取得变形模量的结果没有太大差别，但单腔式的临塑压力和极限压力则偏小。

四、旁压测试临界深度的影响

在均质土层中，临塑压力和极限压力自地表向下逐渐增大，当超过一定深度后，才趋近一个常数值，这个土层表面一定深度就称为临界深度；

砂土中表现明显，临界深度随砂土密实度的增加而增加，一般为 **1~3m**；

在临界深度内，由于地面是临空面，土体可以产生较明显的垂向变形，而在临界深度以下，因上覆土层压力加大，限制了垂向变形，基本上只有径向变形。