



## BROADBENT 土工离心系统

英国Thomas Broadbent& Son Ltd拥有150年的工业离心机制造历史，得益于其卓越的工程技术享誉全球，能够制造蒸汽汽车、桥式起重机、起落架和小型潜水艇（战争时期），以及用于纺织、化工、制药、矿产、采矿和石化加工工业的重型工业离心机。公司拥有整套制造车间，零部件全部自制，所有部件均为英国制造。

土工离心模型试验现在正在全球范围内得到快速的发展，物理模拟技术大大增强了人们对土样在复杂的静态和动态应力场下的物理特征，并且被成功地应用于解决各种工程难题。主要用户包括西澳大利亚大学、苏黎世联邦理工学院、诺丁汉大学、大连理工大学、新南威尔士大学、阿尔伯塔大学、圣彼得堡国立矿业大学、洛斯阿拉莫斯国家实验室、西安大略大学、日本Trade Wind公司等等。

利用离心模型技术来进行岩土工程研究，最大的优势是可以模拟材料本身的重力。土的基本力学性能是高度非线性的，而且很大程度上取决于应力条件。为了很精确地用一个小模型来模拟原型土层，现场的应力一定要很精确的重现出来。

要在原型的N分之一大小的模型上重现重力加速度造成的应力，就很有必要在N倍于重力加速度的环境中对模型进行试验。当一个N分之一于原型的模型被加速到N倍的重力加速度的时候，原型的尺寸和许多物理变化过程可以准确地被模拟出来。土工离心机是唯一在实验室产生加速度环境的试验手段。

采用的物理模拟技术和物理模型可以在岩土工程中的以下几个方面扮演着重要角色：

参数研究

新现象的研究或调查

数值计算模型、分析模型或数学模型的校核

# BROADBENT 土工离心系统

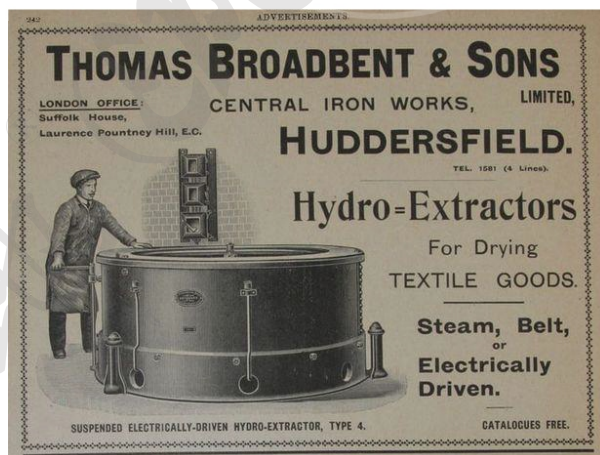
## 应用：

传统的实验室试验科技，比如三轴、固结、直剪和贯入度测试等已经应用并且被人们接受了多年，可以给现场项目提供有效的试验数据，但是这些试验方法都具有其局限性，无法给最新的重大项目的岩土工程风险管理提供更加有效的试验证据。

试验室内对一个小土样试验模型施加离心力可以在试样上产生相应应力，可以模拟真正的土层实际结构原型中重力产生的影响，可以让岩土科学家和工程师们评估威胁重大项目或者复杂的建筑物的地质风险。加载状态的土工物理模型让设计工程师更好地理解实际的建筑工程在同等应力状态下的土力学特征，离心模型试验被当作是目前一个最有效的研究土壤在复杂的静态或动态应力场下的物理性能的手段。

## 应用包括：

• 边坡稳定度	• 扩散
• 水工结构	• 渗流
• 堤坝	• 地震
• 地基	• 海浪冲击
• 基桩和土层的相互作用	• 污染物的扩散
• 隧道	• 冻融循环
• 热传导	• 深层采矿的影响



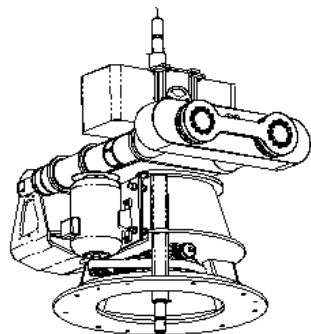


# 模块式土工离心机

## GMB/D GT50/1.7 GT75/2.5 GT150/3.0

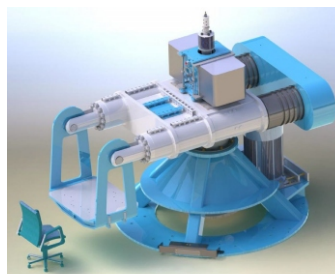
### 梁式土工离心机GT50/1.7:

平台半径	2.0m
有效负载半径	1.7m
有效负载尺寸	W = 0.6m圆周, L = 0.8m宽 (垂直运行高度) H = 0.9m高 (运行径向)
100G性能	500kg, 100g于1.7m半径(230rpm)
最小加速度	500kg, 10g于1.7m半径(75rpm),
最大性能	150g于1.7m半径 (280rpm) +/- 50kg.m
自平衡能力	(+/- 30 kN于230rpm, +/- 45kN于 280rpm) 残余量值小于 +/- 1.7 kg.m
平衡外最大残余量	(+/- 1 kN于230rpm, +/- 1.5kN于 280rpm) +/- 50kN
驱动马达	55kW -4极 - 415V - 3相 - 50Hz, D250M帧感应马达
变极器	55kW PWM



### 梁式土工离心机GT50/1.7:

吊篮平台半径	2.5 m/3.0m
荷载有效半径	2.2 m/2.6m
吊篮最大荷载尺寸	宽 = 0.6m/1.6m圆周的长 = 0.8m/0.9m; 宽 (飞行中垂直) 径 = 1.32m /1.2m高 (径向飞行)
最大荷载	1650 kg.m (750 kg*, 在2.2m)
最小荷载	290 kg.m (130 kg*, 在2.2m)
名义加速度	1650 kg.m, 在200 RPM / 1000kg在 150g时2.6m(227RPM)750 kg, 在2.2m 半径, 100g (75 g-Tonne)
最大g值	1100 kg-m, 在249 RPM / 750g,在 200g时2.6m(262RPM)500 kg, 在2.2m 半径, 150 g (75 g-Tonne)
飞行中平衡能力	GT75/2.5从最大+/- 50 kg-m (+/- 30kN 在 200 RPM, +/- 45 kN 在 249 RPM) , 最小平衡速度150RPM, 到残值小于+/- 5kN (10%); GT150/3.0,平衡范围+/- 30kN, 平衡分辨率+/- 1kN
最大持续不平衡力	+/- 50kN
驱动马达	75kW -4极-3阶感应马达 / 160kW, 460V-4级-3阶感应马达
逆变器	75kW 脉宽调制逆变器带有直流制动斩波器
结实的19"支架箱	2个12U 高平开门柜, 互锁装置连接 到离心机控制系统
用户液压单元	四端口, 10°C 到 50°C 2个端口- 空气 10bar2个端口 -水/油 140bar
电子滑环	16环 - 600v RMS, 每个30A **/16环
堆栈: 供电	1000V RMS每个20A, 额定700RPM
电子滑环	16环 - 600v RMS, 每个30A **/16环
堆栈: 控制	1000V RMS每个20A, 额定700RPM



# 模块式土工离心机

## GMB/D GT880/2.2

### 梁式和鼓式系统

<b>构造:</b>	通过系统无损测试的高强度碳素钢
<b>材料</b>	Broadbent标准色, 用户指定其他颜色
<b>表面涂料</b>	
<b>安装说明:</b>	需要钢筋混凝土基础(若有需要可以地面安装提供防护栏的设计)刚性安装因为使用低转速, 无需振动隔离
<b>振动隔离</b>	
<b>控制和电子仪表:</b>	PLC控制器
<b>内部逻辑</b>	根据BS 5304标准设计和建造
<b>联动装置/防护</b>	加速度/ LC监控, 带有振动和驱动警报
<b>振动监测</b>	速度通过接近开关和齿盘来测量
<b>速度传感器</b>	电机电热调节器和过流保护
<b>电机保护</b>	

### 鼓式土工离心机:

<b>轨道壁水平加速度</b>	最大 440g
<b>轨道尺寸</b>	2.2m x 0.80m x 0.30m(L x W x D)
<b>最大速度</b>	600rpm
<b>轨道容积</b>	1.6m <sup>3</sup>
<b>土样负载</b>	2吨, 440g时, 880g-吨
<b>工具台驱动</b>	伺服控制
<b>工具台静止时</b>	启动、停止功能带有完整的安全防护
<b>工具台负载</b>	180kg
<b>轨道失衡能力</b>	最大10kgm于440g, 22.5kg于200g
<b>工具台失衡能力</b>	最大1kgm于440g

安放土样的轨道槽尺寸为2.2m直径 x 0.80m宽 x 0.30m深, 也可以选择更小的尺寸。鼓式离心机可以产生更大的加速度, 主要是因为环形轨道更加符合空气动力学原理。2.2m的轨道可以产生最大440g的径向离心加速度, 测试负载为2吨

若需要的话可以采用一个安全屏蔽装置提供完全的保护用于手动操作停止内工作台, 这个特点在工作台停止的时候可以把操作者和鼓形轨道旋转面隔离开。安全屏蔽装置未在照片中显示出来。

### 在400g离心加速度时相对应的原型参数为:

- 原型长度2765M
- 原型宽度320M
- 原型高度120M
- 原型体积100M<sup>3</sup>

中间的工具台和环形土样安放轨道采用双重同心轴设计形式, 可以各自独立控制。多功能测试用途的做动器和机器人伺服控制器可以安装在工具台上, 可以模拟各种径向、圆周、垂直向的施工过程。

鼓形轨道安装在外同心轴上, 通过主驱动马达来驱动, 梁式离心机和鼓式离心机可以共用同一个驱动马达。内同心轴连接一个独立的工具台, 可以安装做动器、机械手等设备。两个轴可以连接起来一起旋转, 也可以各自独立操作。在下一个例子里, 可以采用一个独立的闭环回路控制位移和速度的伺服马达来驱动内同心轴。



鼓式测试环境 2: 2.2m直径, 880g-吨

# 模块式鼓式离心机：1.4M GMD GT450/1.4



GMD系列是用于土木工程研究和教学的鼓式离心机。鼓式离心机以其很高的离心加速度能力以及较大的模型表面积，可以用于模拟研究桩-土交互作用，冻土层，污染物扩散及相关联的补救处理的测量方法。

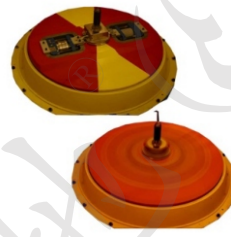
Thomas Broadbent and Sons公司，可以给我们的土工鼓式离心机系列提供全方位的支持，包括现场调试和日常维护工作。结合各种测试仪器和设备，可以给土木工程师和最终用户提供完整的交钥匙式服务。



GMD GT450/1.4



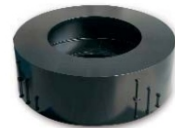
模块式离心机-鼓形轨道可以被移走，可以增加一个磁导式旋转体用于提高离心加速度水平，用于导电性的测试环境，型号为GMP GT18/1.5.



3000g MT GT150/0.6 F



1.4m 直径 - 450g-吨鼓形轨道，带有多重排水口，底部带有虹吸排水通道



1.4m 直径 - 450g-吨鼓形轨道，带有多重排水口，底部带有虹吸排水通道

## 技术规格

最大速度：875 rpm  
最大垂直加速度：600g对应0.7m 直径  
鼓式轨道纵横比：周长 4.4m，宽0.35m，深0.27m  
鼓式轨道体积：0.42m<sup>3</sup>  
最大土样负载：750kg于600g时，450 g-吨  
环轨道土样隔离箱2套  
工具台负载：120kg  
工具台直径：0.75m  
轨道失衡能力：最大2.5kg.m于600g  
工具台失衡能力：最大0.5kg.m于600g

### 工具台系统

用户液压单元：2个气/水/油端口，10 barg，10 至 50°C  
电子滑环控制：50环，1000V RMS 于 7.5A ea  
电子滑环图像：2 x 高带宽50MHz 视频通道  
光纤旋转接头：单模式，额定 1000rpm，2个光纤-以太网转换器  
数据处理系统DAS：32 通道，200 kHz，16 bit，基于以太网技术

### 安装模式

场地空间：4m x 4m，鼓式环道可以方便拆卸  
场地规格：柔性安装：需有防震隔离装置

### 鼓式系统

液体流入：2个液体供给管道  
流出：遥控式排水管  
电子滑环块：控制36环，1000V RMS 于 7.5A ea  
电子滑动环：图像2 x 高带宽 50 MHz 视频通道  
完善的数据采集系统DAS：32 通道，200 kHz，16 bit，基于嵌入式以太网

### 构造

材料：高强度碳素钢  
焊料：通过无损测试  
表面涂料：Broadbent标准色-用户可以指定其他颜色

### 控制和电子仪表

内部逻辑：PLC 控制器  
联动装置 / 防护装置：按照BS5304标准设计制造  
振动监测：加速度 / LC监控，带有振动和行程警报  
速度传感器：通过接近开关与齿轮盘测量速度  
电机保护：使用发动机电热调节器及过电流保护装置





# 基于以太网的嵌入式数据采集系统



我们的土工数据采集系统专门为高重力环境下在视窗系统中使用而设计；配合多通道及嵌入式数字转换系统，利用TCP/IP网络通讯及控制协议进行操作。这个基于LAN结构的数据采集系统容许非机械式硬件应用方案，可避免使用任何机械式储存媒介，如硬盘和冷却扇。

## 技术规格

### ADC 规格

类型：连续接近式  
分辨率：16 Bit  
最大采样率：200 kHz  
转化：5us  
线性：+/- 1bit

### 模拟输入与输出

输入通道：8 DE，可扩展至256 DE  
带宽：500KHz  
排列：双极的：+/-10v， +/- 5v， +/- 2.5v， +/- 1.25v，  
+/- 0.625v， +/- 0.312v， +/- 0.156v  
输出通道：4 DAC  
分辨率：16 bits  
更新速度：100kHz  
输出范围：+/- 10v

### 数字式I/O

输入：24 bits 隔离保护，可独立编程  
输出：24 bits 隔离保护，可独立编程  
数字式 I/O可扩展至：272 bits  
频率/脉冲：2个频率/脉冲16 bit 发生器通道  
4个频率/脉冲16 bit计数器通道

### 高加速度传感器接口

通道容量：16 到128通道  
防护装置：可以内置在鼓形环道中，梁式系统可以安装在转臂末端 高加速度  
信号调节：多达10通道的软件PGA及传感器PSU卡  
额定加速度值：400g  
PGA增益：x1, x10, x100, x1000  
传感器激励：精度+/-10.000v, +/-5.000v  
转换器：独立通道与Mil C-26482相连



32 通道 400g 鼓式DAS



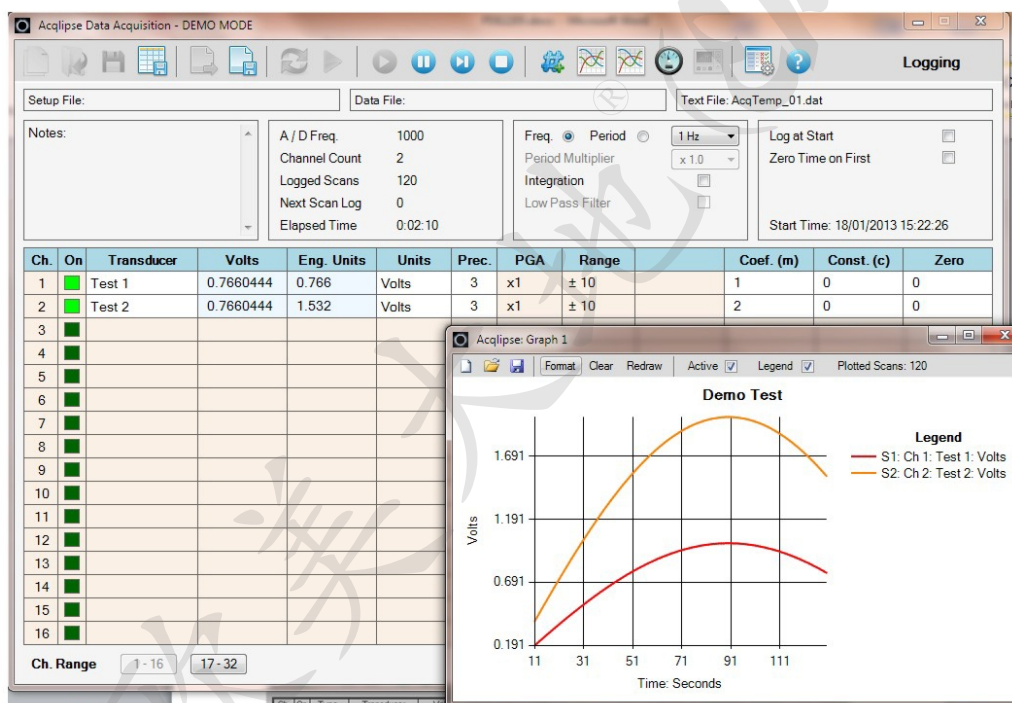
我们的土工数据采集系统专门为高重力环境下在视窗系统中使用而设计；配合多通道及嵌入式数字转换系统，利用TCP/IP网络通讯及控制协议进行操作。这个基于LAN结构的数据采集系统容许非机械式硬件应用方案，可避免使用任何机械式储存媒介，如硬盘和冷却扇。



# 基于以太网的嵌入式数据采集软件 ACQLIPSE 3001



Acqlipse™ 软件通过友好界面帮助用户对离心机进行测试操作。标准的软件可以提供一个128通道，中等速度，与内置在离心机中基于以太网的采集硬件相连的数据记录器界面环境。对于鼓式环道以及工具台用户只需使用前32通道。



## 标准特征

- 128通道于1000HZ 取样/通道到硬盘
- 记录速度可调，及内置取样诊断器确保选择理想的速度
- 通道可以单独设置
- 单独停止或者激活通道
- 传感器标定
- 工程数据显示
- 每个通道可以清零，或者设置零点偏移量
- 软件可以进行噪声抑制
- XY绘图
- 多重图表窗口，每幅图表有8条轨迹，图表可保存和重放
- 用户控制数据点数量，调整坐标轴，曲线重画
- 单独轨迹实时格式化
- 单独图表实时格式化
- 图表灵活缩放
- 数据文件保存以生成电子表格及文本输出
- 测试审核信息及注释可以保存到文件中