

# 低重力加速度計

(型號：LGA-BTA<sup>1</sup>)



低重力加速度計可以用在多個實驗和範例，在實驗室或室外也適用。低重力加速度計使用於以下裝置：

## 用低重力加速度計擷取數據

以下是使用低重力加速度計的一般操作流程：

1. 把低重力加速度計連接到平台上。
2. 啟動數據擷取軟體<sup>2</sup>。
3. 軟體將識別低重力加速度計並啟動預設的數據擷取設定。現在你可以擷取數據了。

## 數據擷取軟體

此感應器可以與一個平台以及以下的數據擷取軟體一起使用。

- **Logger Pro 3** 這個電腦程式可配合 LabQuest<sup>3</sup>、LabPro<sup>4</sup> 或Go!Link使用。
- **Logger Pro 2** 這個電腦程式可配合 ULI 或 Serial Box Interface 使用。
- **Logger Lite** 這個電腦程式可配合 LabQuest、LabPro 或Go!Link使用。
- **LabQuest App** 這個程式是當單獨使用 LabQuest 時配合使用的。
- **EasyData App** 這個 TI-83+ 和 TI-84+ 計算機應用可配合 CBL 2、LabPro 和威尼爾 EasyLink 一起使用。我們建議使用 2.0 或更新的版本。
- **DataMate 程式** 採用 DataMate 配合 LabPro 或 CBL 2 與以下計算機使用：TI-73、TI-83、TI-86、TI-89 和 Voyage 200。在 LabPro 和 CBL 2 的使用說明書中可看到將程式轉移到計算機的指示。
- **Data Pro** 這個程式可配合 LabPro 和一個 Palm OS 的PDA使用。
- **LabVIEW** LabVIEW™ 軟體是由國家儀器銷售的圖形程式語言。它可以與 SensorDAQ 平台和一些其他的威尼爾平台一同使用。

注意：此產品只合適教育使用，不合適工業、醫療、研究、或商業上應用。

## 規格

電源：	30 mA @ 5 V 直流電
範圍：	$\pm 50 \text{ m/s}^2 (\pm 5g)$
精確度：	$\pm 0.5 \text{ m/s}^2 (\pm 0.05g)$

<sup>1</sup> 如果你訂的是 LGA-DIN，你收到的是 LGA-BTA 加一個 BTA-DIN 適配器。

<sup>2</sup> 如果你是配合 ULI 或 SBI 使用 Logger Pro 2，加速計是不能自動識別的。在探頭與傳感器文件夾中打開一個低重力加速計的實驗文件。

<sup>3</sup> 中文名稱：實驗分析採集器。

<sup>4</sup> 中文名稱：實驗採集器。

有效反應頻率：	0 – 100 Hz
分辨率	
13-bit (SensorDAQ)	0.014 N/Kg
12-bit (LabPro、LabQuest、 Go! Link、ULI、SBI)	0.028 N/Kg
10-bit (CBL 2)	0.112 N/Kg
保存的校正刻度	
斜率：	22.924 m/s <sup>2</sup> / V
截距：	-51.751 m/s <sup>2</sup>

## 加速度計的工作原理

低重力加速度計用一個積體電路 (IC) 來感應加速度，這種積體電路原來是控制汽車中安全氣囊的釋放的。用微雕刻在積體電路矽板上雕成小“手指”。這些手指加速時會彎曲。它們是排成像電容器的板一般連接起來。當手指彎曲時，電容改變，在積體電路上的電路監測這個電容，將它轉變成電壓。在外頭的運算放大器電路將積體電路的輸出放大和過濾，出來的電壓就能用以下的實驗平台探測：

低重力加速度計測量在標籤上箭頭所指方向的加速度。加速度正常是以 m/s/s 或 g 為單位。一個 g 是地球表面的重力加速度，即是 9.8 m/s/秒。這個加速度計能測量加速度的範圍由 -5 g (-49 m/s/秒) 至 +5 g (+49 m/s/秒)。這範圍的加速度是一般人類身體能安全承受的。但很多碰撞是會產生比這大很多的加速度的。比如說，將加速度計從幾公分掉下一個硬平面就會產生幾百 g 的加速度。低重力加速度計在 1000 g 以下的加速也不會破壞。

注意低重力加速度計是可以感應重力的影響的，我們可以用這個感應簡單地校正加速度計。而且你也可以用低重力加速度計來測量角度，像一個“傾斜計”。它的讀數會按它的向法而改變，從水平到垂直會得到不同的讀數。你能夠測量角度達到1度的準確性。

低重力加速度計是採用 Analog Devices 的 ADXL05 晶片，這晶片設計是用來測量小加速度而有極少的電子噪音。噪音一般在 0.5 m/s/s 左右。偏差電壓(在 0 m/s/s 的輸出電壓)會跟溫度變化有些漂移。在做實驗前先校正能得到最好的效果。校正這個感應器相當容易，可按下面的步驟進行。

威尼爾也提供兩個其它加速度計：

- 25-g 加速度計(型號：ACC-BTA)。用它來研究碰撞實驗或比較大的離心加速度。
- 三維加速度計(型號：3D-BTA)。由三個低重力加速度計單位按直角安裝在一個小組裝上。用它來測量現實生活的數據，如遊樂場的機動遊戲。

這個感應器已配備支持自動識別的電路。當使用 LabQuest、LabPro、Go!Link、SensorDAQ、EasyLink 或 CBL 2 時，數據擷取軟體會識別感應器，然後用已定義的參數來設定配合識別的感應器的實驗。

## 我要校正加速度計嗎？

您不需要校正這個感應器。每個感應器在出貨前都被校正過。通過此感應器的測量是複雜的，有時也很難分析數據，所以請確認閱讀以下常見的問題。在大多數實驗中你可以簡單地使用預設的刻度，然後使用軟體的歸零選項並沿著軸歸零。

大多數加速度計，包括這一個，感覺加速度以及重力。這可能使結果更難理解，但它提供了一個容易的校正方法。加速度計可以使用地球的重力來完成校正刻度。為水平方向測量加速度校正這個感應器時，把加速度計的箭頭往下指來讀取第一個刻度點。把它定義為  $-9.8 \text{ m/s}^2$  或  $-1 \text{ g}$ 。轉動加速度計使箭頭向上指來讀取第二個刻度點。把它定義為  $+9.8 \text{ m/s}^2$  或  $+1 \text{ g}$ 。當水平放置加速度計時，無任何加速度時讀數為 0。如果您想在垂直的方向測量加速度，遵循以上程式，但把第一個刻度點作為  $0 \text{ g}$  或  $0 \text{ m/s}^2$ ，第二個刻度點作為  $2 \text{ g}$  或  $19.6 \text{ m/s}^2$ 。

## 建議實驗

一些建議的實驗室活動包括：

- 測量動力小車在斜面上滾下的加速度。
- 測量由一個推動力推動動力小車時的加速度。如果你有力感應器，也可以同時監測力的強度來示範牛頓第二定律。
- 將低重力加速度計安裝在一個掛在彈簧上的質量上，啟動簡諧運動，監測加速度。如果你有力感應器，可以同時測量力的強度來研究加速度與力的關係。
- 用低重力加速度計測量一個物體的斜度。因為低重力加速度計探測重力的垂直部分，它的讀數會跟取向從水平至垂直而變化。你能測量角度的準確性達到最接近的 1 度。
- 當你將低重力加速度計當鐘擺一樣搖動時測量加速度。
- 將低重力加速度計放在你的皮帶下，然後跳高跳低。測量你著地時的加速度，可以嘗試容許膝蓋彎曲或將膝蓋固定。
- 擷取加速度與時間的數據，然後計算時間的積分來求速度。將這個速度與用其它辦法得到的速度比較。

如果你有一個容許你在實驗室外擷取數據的實驗平台，你可以嘗試測量以下加速度：

- 在升降機
- 在遊樂場的機動遊戲<sup>5</sup>
- 在遊樂場的遊戲如旋轉木馬
- 在遙控玩具車
- 在跳傘或高空彈跳等等
- 測量轉盤的離心力(見附圖)
- 在汽車內

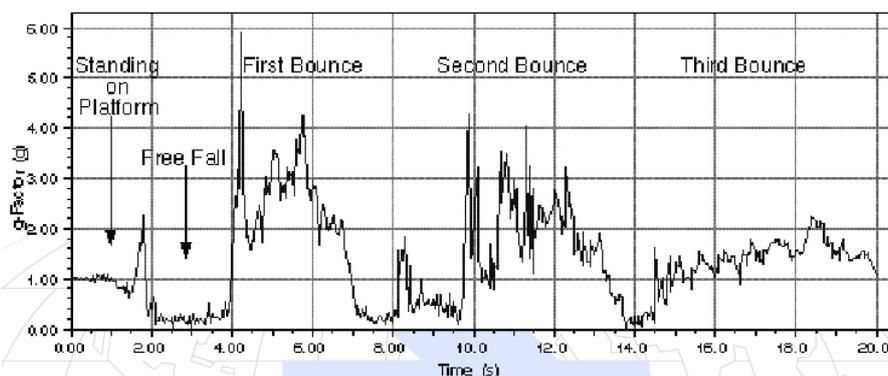
---

<sup>5</sup> 機動遊戲，是利用機動遊戲機進行的遊戲娛樂，包括：旋轉木馬、咖啡杯、摩天輪、碰碰車、推錢機、海盜船、雲霄飛車、自由落體(遊樂園)、過山車等。機動遊戲機由電力發動，使之旋轉、升高、搖擺等機械動作，令玩家置身新奇經歷，感覺娛樂享受。

## 使用多個加速度計

你可能需要同時測量兩個或三個成直角的加速度計訊號。兩個成直角的加速度計可以用來研究平面的加速。這方法很適合汽車的加速。你可以將三個加速度計安裝成直角，更好的辦法是使用三軸加速度計 (3D-BTA) 來研究每個方向的加速。這個安排最合適遊樂場機動遊戲和高空彈跳。每個加速度計都要校正作水平加速的測量，然後安裝成直角。在你的實驗平台軟體上創建一個「新欄位」，計算所有加速度平方之和的平方根。這個數值應該等於1 g 當加速度組合沒有加速度，而在自由下落時等於 0，加速度組合的方向不影響結果。

以下是一個高空彈跳的例子，曲線圖是由三個成直角的加速度計測量的。



## 加速度計測量上常見的問題

因為加速度計對加速度和地球引力都敏感，解釋加速度計的測量是很複雜的。對於理解加速度計測量的一個有用的模式是用一個帶上參考之質量 (或物體) 的彈簧秤。如果秤指向上(通常是設備是這個方向的) 質量的重量導致彈簧壓縮，您得到非零的讀數。如果您將秤反轉向下，彈簧將被延長，代替壓縮，而且我們得到的是正負相反的讀數。如果您轉動秤使它指向斜的一邊，並保持它不動，那麼彈簧將是在它輕鬆的長度，而讀數將是零。如果你將秤向質量的方向加速，那麼彈簧將壓縮。如果你將秤向質量的反方向加速，彈簧將展開。

在每個情況下秤是讀出的數值是對應質量上的正交力。除去質量可以將讀數變成相對的，得出的單位是 N/Kg 單位，這與  $m/s^2$  相同。

加速度計的測量是可以用這種方法確切地來解釋清楚。

### 問題：加速度計的測量什麼的？

答案：正交力/質量單元

注意這並不是淨力/質量單元 (這就可能是加速度)，但它是沒單元質量的正交力。這稍微有一些非正規的數量是相對於一個雲霄飛車的乘客在轉彎所感覺的。這個解釋甚至可在非向量的總加速度讀數都有用，三軸加速度計在靜止時是 9.8 N/Kg，在自由落下時為零，在轉彎時是大於 9.8。

這正交力解釋甚至於水平方向的一軸加速度計有效。這讀數是非零因為在設備內部的測試質量必須有一個應用力來加速它。那正好是剛好是水平方向上的正交力。

當我們討論加速度計讀數時，我們可以稱它為正交力/質量單元，單位是N/Kg。

**問題：我認為加速度計是測量加速度！**

答案：當一個力不是運動加速度時，這裡我們非常謹慎的是我們不稱它為一個加速度。例如，一個保持靜止的物體若有  $9.8 \text{ m/s}^2$  的「加速度」是一個很顯然有困難的解釋，但它就是加速度計的讀數呢。

我們可以改正加速度計讀數來得到正確的加速度，只需加上沿著感應器箭頭方向的重力加速度成分。例如，如果加速度計的軸指針向上，它的重力成分是  $-9.8 \text{ m/s}^2$ 。當箭頭向上並且設備靜止時，加速度計的讀數是  $9.8 \text{ m/s}^2$ 。加上  $-9.8 \text{ m/s}^2$  後，我們得到零，這是正確的加速度。如果箭頭是水平的，讀數是零，但重力成分也是零，我們仍然可以得到為零的正確加速度。

**問題：那g-力又是什麼呢？**

答案：我們避免g-力的使用，因為這數量沒有力的單位的。

反之，g-力是可以作為正交力/質量單元的標記，可應用在軸的標記和在討論中。

你可以看到一個靜坐在桌面上的物體的 g-力是 1，在自由落下時是零等等。g-力是無因次量的。如果正交力是向量，那麼 g-力也是。g-力完全是可選擇的 – 它只是避免一長串名字的捷徑。

## 保固

威尼爾公司承諾所有產品沒有設計上的缺陷和製造上的瑕疵。自出售日起，在正常使用下免費保固五年，人為損壞除外，正常消耗品 (如 pH 緩衝液、離子電極校正液等) 除外。

注意：鑑於維護台灣消費者之權利，台灣總代理廣天國際有限公司僅維護出具貼有廣天國際有限公司保固貼紙之產品，才享有上述之服務。

## 製造商

威尼爾軟體與技術公司 (Vernier Software & Technology)  
13979 S.W. Millikan Way Beaverton, Oregon 97005-2886 USA  
電話：888-837-6437  
傳真：503-277-2440

## 台灣總代理

廣天國際有限公司  
地址：台北市信義區基隆路二段115號7樓之3  
電話：02-23822027  
傳真：02-23820206  
郵編：110  
電郵：[support@calculator.com.tw](mailto:support@calculator.com.tw)  
網站：[www.vernier.com.tw](http://www.vernier.com.tw)

