

測量重力的方法和目的

Л.Ф.邵金 著

地质出版社



測量重力的方法和目的

П. Ф. 邵金 著

吳榮祥 譯

地質出版社

1956·北京

П. Ф. ШОКИН

КАК И ДЛЯ ЧЕГО ИЗМЕРЯЮТ СИЛУ ТЯЖЕСТИ

ГЕОДЕЗИЗДАТ

МОСКВА 1951

这本小册子用科学的观点，通俗地介绍了重力测量的方法和怎样在不同科学和技术部门利用这些测量结果。尤其着重说明了重力测量在解决地球形状的研究问题和勘探矿产资源方面所起的重要作用。

“擺脫了複雜的數學計算，多用文字的方式介紹基本知識”這是本書的一大特點，其內容是可以為受過中等教育的廣大讀者所接受，也可供地質人員、地球物理人員和其他好學的同志閱讀。

測量重力的方法和目的

著者	П. Ф. ШОКИН	金
譯者	吳榮	祥
出版者	地質出版社	
	北京宣武門外永光寺西街3號	
	北京市書刊出版發行許可證出字第050號	
發行者	新華書店	
印刷者	天津人民印刷廠	

編輯：顧燕庭 技術編輯：張華元 校對：洪梅玲

印數(京)1—7,300冊 1956年9月北京第一版

開本 $31^8 \times 43^{71/32}$ 1956年9月第一次印刷

字數42,000 印張 $1^{27/32}$

定價(10) 0.30元

目 錄

第一章	什么是重力測量.....	4
第二章	重力和重力異常.....	11
第三章	怎样測量重力.....	18
第四章	重力測量在測定地球形狀中的作用.....	31
第五章	重力探礦.....	41

第一章 什么是重力測量

地球吸引物体这个现象在我们看来是很普通、惯常和自然，以致往往有许多人不去注意它；其实，物体在地球上和在整个宇宙空间的运动都与这种吸引作用有关。几百年來，对于这种运动一直是許多学者的研究对象，最后，终于創立了自然科学中最为重要的万有引力定律。不到三百年以前，著名学者牛頓（1643—1727）发现了正确的引力定律。这一定律指出：物質的任何質点吸引其他任何質点，其所用的力和其質量的乘積成正比，和其距離的平方成反比。

这个定律的发现是科学史上最偉大的发现之一。特别是，它帮助了天文学家去解释天体中一切最复杂的运动，去作十分精确的计算，以确定天体的相互位置，并非常精确地预言天体的未来位置，所预言的现象和观测结果的精确一致性，就有基础把牛頓的发现作为定律。

物体的引力定律使我们很有可能用鉛垂綫和擺——这无疑是科学上应用的一切仪器中最簡單的（至少在原理上）——來獲得簡直是神奇的結果。学者們就是应用这些很簡單的工具費尽心思深入地心，弄清我們脚下几十公里深的地方發生了些什么。我們只要想到，現有的最深鑽井还不超过5公里，甚至在目前还只能設計鑽10公里深的鑽机，就足以評價上述的成就是如何的偉大了。鉛垂綫、擺和其他儀器的讀數与重力的作用有关，并且將它們置于地表進行測量，可以弄清比鑽井深得多的地層的構造。远在二百年前，就有偉大的俄國學者米·瓦·羅蒙諾索夫比喻地指出，藉助于擺……“对地下一俄里的真情，可瞭如指掌”。

根据万有引力定律的计算，可以对不能直接观察的地球深層構造進行推断。又根据地面上几个地方的十分精确的重力測量結果，人們可以确定地球内部吸引質量的埋藏的情况。不过，就是内部質量的分布極其不同，也可以有同样重力測量的結果；在此情況下，我們說“問題沒有單值的解”，于是就要求助于其他地球物理勘探法（磁法，

地震法等)的資料以及关于可能埋藏某种岩石的地質的論断。由此，問題的不可解性就大大減小，测量的結果就会得到比較肯定的推断(解釋)。

假如地球是完全均匀的，那末利用万有引力定律，可以精确地算出每一点上鉛垂綫的方向，但地表附近或地球深处，質量的分布是不均匀的，这就改变了这一理論上計算出來的方向。例如，高山附近，如果鉛垂綫离高山愈近，山的質量愈大，則鉛垂綫向山一方的傾斜也愈大(圖1)。在西麥伊澤(Симейзе)天文台附近，鉛垂綫明顯地

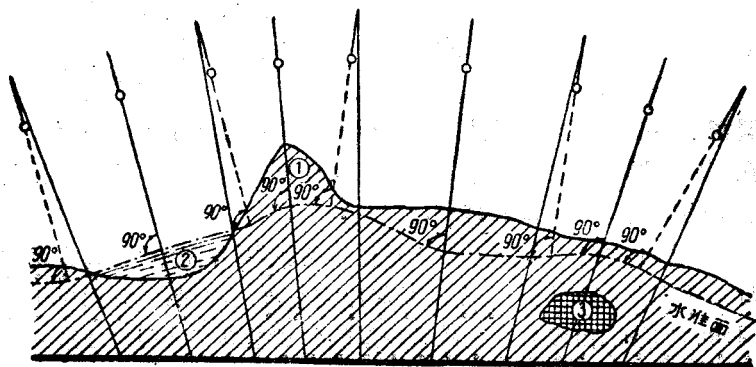


圖 1. 吸引質量对鉛垂綫方向作用的示意圖和水准面剖面圖

——自然地表面；- · - · - 水准面；——正規几何体鉛垂綫方向；·····鉛垂綫方向；1—山；2—洋(水—密度較小的質量)；3—密度較大的質量

受到鄰近克里米亞山脉的吸引作用；鉛垂綫傾角达半分，即相当于長1公里的鉛垂綫偏轉15厘米。高加索山脉对鉛垂綫的吸引力更为強烈；在奥尔忠尼啓則偏轉37"，在巴統偏轉39"。相反，在地層中，密度較小的質量彷彿对鉛垂綫有一种排斥作用，因为鉛垂綫被周圍較致密的質量拉向相反方向。例如，在莫斯科，离所有的山都很远，在25公里的範圍內，鉛垂綫就有的地方向南偏轉，有的地方向北偏轉，振幅达15"这証實了隱藏在莫斯科区域的地下質量具有很大的異常，也就是具有过大或过小的密度。

鉛垂線的方向在大地測量學——研究地球大小和地表形狀的科學——中具有很重要的意義。“水準面”由鉛垂線方向測定。所謂水準面，就是這樣一個複雜的面，它到處與鉛垂線方向垂直，並且與平靜的海面相重合（參閱圖1）。大地測量學的主要任務之一是研究水準面的形狀，這個形狀也正是作為地球的真實外形。當然，只有詳細地研究了地球的外形及其大小，才能制出正確的地形圖，才能對巨大的水工建築：如土庫曼運河、古比雪夫水力樞紐站和其他宏偉的共產主義建築工程，完成複雜的大地測量的計算。

在蘇聯對重力測量和重力在地表上分布問題的研究很重視，特別在最近二、三十年。甚至創立了一個特別的科學部門——重力測量學^①。它在其他科學部門中占有顯著的地位。現在，地球上幾乎沒有一個國家不在進行重力測量的研究，就其規模和意義來說，最巨大的工作在蘇聯已進行了二十多年之久。蘇聯在重力測量工作的規模和其在科學上的應用方面占世界第一位。

斯大林同志在“聯共（布）黨史簡明教程”中說道“……馬克思主義的哲學唯物主義認為：世界及其規律完全可能認識，我們對於自然界規律的那些已由經驗和實踐考驗過的知識是具有客觀真理意義的確實知識，世界上沒有不可認識之物，而只有現在尚未認識，但將來却會由科學和實踐力量揭示和認識之物”。以先進的馬克思列寧理論武裝起來的蘇聯學者和工程師正利用着野外重力測量的結果來進一步發展蘇聯的先進科學，來建設共產主義社會，來完善地客觀地解釋地球構造的基本規律、它的發展及變化。

蘇聯政府看到重力測量學在發展蘇聯科學和國民經濟中具有頭等意義的大地測量學、地球物理學和普通地質學中的作用，所以就在1932年勞動衛國委員會的特別決議中指出了進行大規模重力測量的基本情況，其測點分布的平均密度是每1000平方公里一點，而在科學和生產方面有特殊意義的地區，密度還要大大增加。這種測量得到勝利進行，就促使累積起了蘇聯遼闊領土和鄰海萬餘個點上觀測的大量實際

①源出拉丁字“重力”和希臘字“測量”。

資料。

近年來，不同的技術和科學部門更加廣泛地應用重力測量的結果，重力測量學的意義也就不可估量地增大。例如，象已經提到過的，在大地測量學中，重力測量的數據對精確地和詳細地研究整個地球，及其各個地區的形狀來說，是必不可缺的。人們正是根據地球的大小和形狀的精確知識來作地圖和地區剖面圖的制圖工作的，它們是用幾何圖形的概念來表示地表的，並且用來解決日常的科學生產任務。

重力測量學在地球形狀的測定中起着頭等重要的作用。這種測定的精確度，在很大程度上要看重力測量方面對地表，特別是最寬廣的，而目前研究最差的海洋面的研究是否完滿和精確。依仗於蘇聯寬廣土地上的重力測定，蘇聯大地測量人員就最精確地確定了地球的形狀和大小。

在地質學領域內，重力測量的資料，或者說，重力勘探的資料，是研究地殼的地質構造及其內部發生的過程所必需的。這方面，A. Д. 阿爾漢格爾斯基院士把重力測量學正確地譽為倫琴射綫的科學，我們知道倫琴射綫能穿透地層，而在地表上獨特地反映出地殼的構造。在與其他地球物理方法一起用來研究地球時，重力勘探在普查和勘探礦產中會提供優異的結果。在阿捷爾拜疆和巴什基里蘇維埃社會主義自治共和國、彼喬拉、沃爾庫塔和蘇聯其他地方，曾用這種方法發現了最有價值的油礦、煤礦、天然氣礦床和其他礦產。

在地球物理學中，重力測量學的資料揭示了地球內部構造的某些方面，這些資料特別幫著確定了由地表到地心的各地層密度的分配情況。亞·叶·費爾斯曼院士利用重力測量學、地震學和其他科學的資料闡明了，地球的物質密度在深達1200公里內等於3.6—4.0，深達2900公里為5.0—6.0，半徑約為3500公里的核心，密度為9—11。

利用了地球上的重力測量，才使天文學有可能來測定地球和其他天體的重量（質量）、確定天體在宇宙空間的運動規律。天體的質量通常在天文學中是以太陽的質量作單位來定的，而重力測量學卻以

CGS 制（厘米、克、秒）來表示天體質量的。總之，根據重力測量資料測定的地球大小乃是估計地球與宇宙空間最遠天體間距離的原始資料，並且能為我們的宇宙範圍的概念奠定基礎。

度量衡學在確定各種物理量，如質量、重量、磁和電的標準和單位時，一定要利用重力的量值。領導度量衡檢定局的門德列耶夫指出了規定科學和技術上採用的其他測量單位時，精確的重力知識所起的作用。他寫道：“按照我極端的意見，在用試驗性的研究尚未弄清主要的力（指的是重力——作者注）之前，那末，想在理解自然界其他力的方面取得根本的勝利就很少有可能，因為對這個主要力沒有一定的了解就不能全面認識自然界中其他的力^①。”

在製造機器、機械和營造各種建築物時所進行的一切工程力學的計算中，也都要用到地球上的重力值。其實，這時通常十分近似地知道這個力就足夠了。

總之，很多重要的科學和技術部門：大地測量學、地質學、礦山勘探、地球物理學、天文學、度量衡學和工程力學等等，都以不同的目的應用着重力測量的結果。

所以，在許多中等專業學校和高等學校中都開設重力測量學這門課程。其中某些學校主要是學習測量重力的方法和測量重力用的儀器；而有些學校卻特別注意最有成效地利用已得的測量結果來解決各種技術和科學上的問題。

蘇聯的許多科學研究所：蘇聯科學院地球物理研究所、石油工業部地球物理勘探法和地球化學勘探法科學研究所、地質部研究所、中央測繪科學研究所、П. К. 什捷恩別爾格國立天文研究所、北極研究所、門德列耶夫全蘇度量衡學研究所、烏克蘭和格魯吉亞科學院等等在自己的重力實驗室中進行着巨大的科學研究工作，解決與測量重力和應用測量結果有關的科學問題。

重力測量學有着極其有趣的三百年的歷史，它充滿着驚人的工

①門德列耶夫，文集卷十，蘇聯科學院出版社1946年，原書第604頁。

作、發現和成就的范例。在重力測量學領域內進行最早研究的是著名學者伽利略（1564—1642）。約在350年以前，他第一個對加速度確立了正確的概念，於是給力學中許多定律的知識奠定了基礎。他觀察了各種落體的速度，首次測定了地球上的重力。重力，或說得更正確些，重力加速度，是用物體在第一秒內落下的路程長短來度量的。至於後來重力測量工作中用得很有效的單擺定律的發現也應歸功於伽利略。

在那些給重力測量學貢獻新東西的學者們的第一批行列里，也站立着偉大的俄國學者、也是俄國地質學創始人米·瓦·羅蒙諾索夫（1711—1765）。他在重力測量學和地質學領域內的一般的觀點和假設，也象他在其他許多科學領域內一樣，都遠遠超過了他同時代的人。在“地層論”，“論地球上引力的變化”，“關於較精確的航路討論”和其他著作中，他打下了關於地球內部構造的科學的發展基礎。他給地質科學的作用下了一個光輝精辟的定義：“用智慧直達手摸不到、眼看不到的地下深處的事業是偉大的，我們的智慧遊遍地下、透進地隙、把永不見天日的一切全曝露在光天化日之下^①”。

羅蒙諾索夫嘗試着用專門設計的儀器：“振擺”和“萬能氣壓計”，解決現在仍是我們的研究對象的問題：

“……地球內吸引重物的中心永遠不動呢，還是改變着自己的位置呢？”羅蒙諾索夫在他的1759年的科學院總結報告中對自己用振擺和氣壓計進行的觀測作了總結，他說：“我用我自己發明的索杜爾（振擺——作者注）和上面提到過的萬能氣壓計作過2100次觀測，這些觀測都有變化，這些變化在科學界中還從沒有發現過^②。”當時的技術水平不能使羅蒙諾索夫確定他想測定的那些重力變化，因為這些變化都超出了他所用的儀器的靈敏度範圍。在羅蒙諾索夫工作以後，

① 羅蒙諾索夫“地層論”國家技術文獻出版社。1949年，第17頁。

② B. H. 明舒特金著米哈伊爾·瓦西里耶維奇·羅蒙諾索夫評傳，

蘇聯科學院出版。1947年。

接着过了170年，德國地球物理学家哈尔克(Хаальк)才实现了这位偉大学者的理想，他利用气体彈性原理，設計了測量重力的近代仪器——靜力重力仪，改進了罗蒙諾索夫所發明的万能气压計。

由于它的精确度高，所以地表上各点的所謂重力相对測定有重要的意义。在俄國首先進行重力相对測定的是李特克^①(1797—1882)，在他1826—1829年环球旅行期間在“先亞文”号軍用單桅帆船上进行。他是著名的俄國旅行家、地理学家、后來又是海軍上將和俄國科学院院長。他还同水文学家列依涅克一起測定了地表上十个点的重力，其中有三个点在俄國的彼得格勒、勘察加半島上的彼得罗巴甫洛夫斯克和坎达拉克沙。其余七个点分布在西欧海岸、南北美洲海岸、以及太平洋和大西洋的島嶼上。120年以前所做的这些观测已具有很高的精确度，因此，以后就成为大地測量学家測定地球形狀时的宝贵資料。

在十九世紀几十年內和在二十世紀初期，重力測量学得到了不断的發展。关于地表上重力分布的实际資料充实了，野外条件下測量的方法和仪器改進了，利用測量結果方面的理論研究深入了。这个时期重力測量学的發展史是同В. Я. 斯特魯威、Ф. А. 斯盧德斯基、А. М. 略普諾夫、Д. И. 門德列耶夫、革命家 and 天文学家П. К. 什捷恩別尔格这些俄國的偉大学者的名字和对科學發展作过巨大貢獻的其他科学家的名字分不开的。对地表上重力分布的研究提供了許多关于地壳的地質構造和大地測量学中研究地表形狀的新資料。

偉大十月社会主义革命以后，以先進的馬克思列宁主义理論武裝起來的、受到党、政府和全体苏联人民的重視和幫助的苏联学者已广泛地开展了重力研究工作。重力測量仪器技術的迅速提高和最新研究方法的应用積累起了更为广泛的資料。苏联工業供給科学研究所和生產測量机关以精确而有效的仪器。苏联学者正在日甚一日地深入到地球構造的秘密中去，丰富起自己对于地球更精确的大小和地表复雜形狀的知識。

① 苏联的一艘破冰船就取了他的名字。

第二章 重力和重力異常

地表上每一点都同时受到两个力的作用：（1）地球全部質量按万有引力定律作用合成的引力 F ；（2）地球晝夜自轉產生的离心力 P ，这两个力相互作用的合力即重力 g （圖 2）。

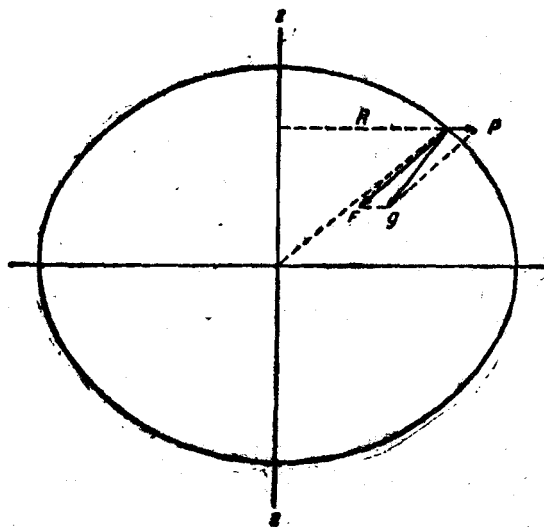


圖 2. 重力 g 是引力 F 和离心力 P 的合力

aa—地球旋轉軸； R —地球半徑

地表各个点上重力值的变化是有规律的，它同每一点的地理位置（緯度）和其海拔高度有关。

按照万有引力定律，引力取决于吸引質量的大小和到每一單个質点的距离。吸引質量愈大，引力也就愈大。如果距离縮小二分之一，則引力就增大三倍。又如，把距离擴大兩倍，那引力按和距离平方成反比的規律变化，就要減少九分之八。

把地球上无限多的單元質点所引起的引力相加，就得到該点总引

力作用。地表各点的这个作用力大致都指向地心（圖2）。要是地球不旋轉并具正球形，要是它的質量密度相同，或者成同心層分布，即這一層到那一層密度是改变的，而在每一單獨層內密度是一个常数，那末，重力的方向同地心的方向完全重合，并且，地表每一点的重力值都是固定的。由于地球形狀不同于球狀，所以真实地球的引力一般从赤道向兩極增加。这一現象仍是万有引力定律的結果，因为大家知道，地球由兩極向赤道压缩，从地心到兩極的距离比从地心到赤道的距离（6378公里左右）要少21公里。

地球晝夜自轉引起离心力，其方向是沿地球旋轉时一定点軌跡的半徑离开旋轉軸的。离心力的大小取决于地球旋轉的恒定角速度（單位時間內地球旋轉角度的大小）和該点到旋轉軸的距离。地球赤道上各点到旋轉軸的距离最大，所以这些点上离心力作用也最大，从而引力就減小了。地球兩極到旋轉軸的距离縮減到零，因而，离心力亦減到零，所以說，地球南北兩極的重力完全取决于一个引力，兩極上的引力乃是地球上最大的力。

和引力比較，离心力是不大的，甚至在离心力最大的赤道上也只为引力的 $\frac{1}{289}$ （0.35%）。

地球兩極的重力比赤道上的大 $\frac{1}{189}$ （0.53%），所以根据物理学中重量 P 等于質量 m 和重力加速度 g 的乘積，一極上的重量就要比赤道上同一質量要重 0.53%。例如，赤道上重 1 公斤的鉸鈴，在極上就会加重 5.3 克。20,000 噸的輪船从赤道开往極地，其重量就会大增，共增加 106 噸。同一只輪船从阿尔漢格爾斯克开往敦德薩就会減輕 30.6 噸。

測量重力，也和測量其他任何的力一样，在 CGS 制中以达因作單位。所測量的不是力的本身，而是这个力在一秒鐘內作用于一克質量上所得到的加速度。取 1 厘米/秒² 的加速度作为加速度單位。我們称这个單位为伽，这是为了紀念学者伽利略。在重力測量的實踐中通常应用千分之一伽，即毫伽，而近年來，由于測量精確度增高，开始应用更小的單位——微伽，它是千分之一毫伽，或百万分之一伽。

以达因表示的重力数值和以伽表示的重力加速度数值是相等的。地表上的重力加速度大致在 978 到 983 伽之間变化，从赤道向兩極增加，随海拔高度的增加而減小。通常为了簡便起見，不提“重力加速度”全名，而簡称“重力”。

在下面的例子中可以看出，重力加速度其量值等于一毫伽，或等于地球总質量引起的加速度的 1:1,000,000 左右。假定地表下(圖 3)有一附加質量(或叫擾动質量)，其形狀是球体，半徑等于 70 米，中心 O 位于地表下 100 米深处。如果这时擾动質量和球体周圍介質間的密度相差 1 个單位^①(例如，砂質土壤中的石灰岩球体)，那末，附加的或擾动的重力加速度在地表上就將等于一毫伽。

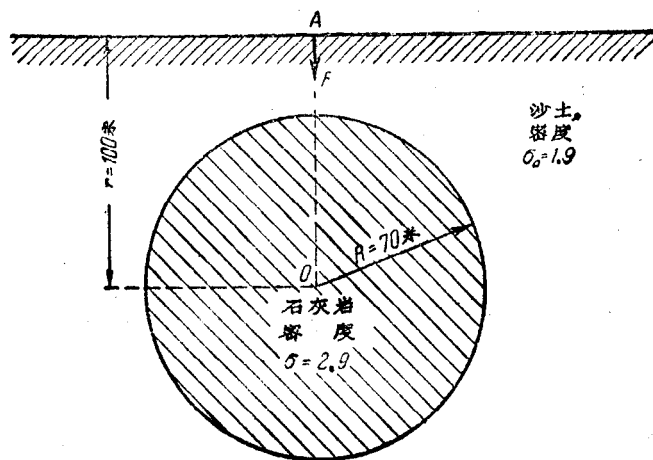


圖 3. 附加密度为 1.0 ($\sigma - \sigma_0 = 2.9 - 1.9 = 1.0$) 和半徑 $R = 70$ 米的球質量，使离球心 O 为 $r = 100$ 米的 A 点上引起的重力加速度 F 等于一毫伽

① 我們举出若干种岩石的密度值以作比較:

水	1.0	石灰岩	2.3—3.6
土壤	1.1—2.0	鉄	7.7—7.9
砂	1.4—2.0	鉛	11.2—11.4
粘土	1.5—2.2	地球平均密度值	5.52

实际上，利用求引力 F 的万有引力公式我們可計算出，球体中心正上方地表上一克質量 m 受到的引力等于

$$F = f \frac{mM}{r^2},$$

式中 f 是引力常数，等于 6.67×10^{-8} CGS 單位；

M 是擾动物体的質量，等于球体体积和附加密度值（我們取它等于單位值）的乘積（所有量值都以 CGS 單位表示）。

$$M = \frac{4}{3} \pi 7000^3 \times 1 \text{ 克};$$

r 是从球体中心到該点的距离，在这里它等于 100 米 = 10^4 厘米。

因而，

$$F = 6.67 \times \frac{4}{3} \pi 7^3 10^{-7} = 0.001 \text{ 达因},$$

擾动物体存在引起的附加重力加速度等于一毫伽，或約等于地球全部重力加速度 g 的 $1:1,000,000$ 。

要是球中心的深度不是 100 米，象我們这个例子中一样，而是 1 公里，即更深九倍，那末这个球体引起的擾动加速度縮小百分之九十九，即为 0.01 毫伽，或 10 微伽，也就是說，約等于整个地球引力的 $1:100,000,000$ 。

地球的吸引質量的大小、形狀、密度和埋藏深度都各有不同，所以，从整体看，这些質量使地表各点上重力的分布非常复雜，而直接测量重力就在这里。

重力由赤道向兩極增加的变化規律还在十七世紀下半世紀就發現了。1672 年，法國科学院院士李賽（Рише）發現他在巴黎（緯度 49° ）仔細校准过的天文振擺鐘，搬到南美洲緯度 5° 的地方，一晝夜就慢了 2.5 分，这是南緯上重力減小的結果。其他旅行家也發現过这种現象。可是，在很長时期內對他們的發現並沒有加以重視。当时，大家全認為振擺振动周期是一个完全不变的量值，并和振擺在地球上的位置无关。这一信念是那样地根深蒂固，以致法國科学院也不信

李賽的結果，而配備了几个去美洲、非洲和亞洲的考察隊。這些考察隊都必須按照統一的和詳細審核的操作規範進行觀察，以檢驗李賽的結果。考察隊的工作完全証實了重力隨緯度而變化的這一顯明事實。荷蘭物理學家惠更斯（1629—1695）用：（1）地球旋轉產生的離心力和（2）地球赤道的扁率這兩個原因來解釋這一現象，因為光用一個離心力，如計算所指出的，不能完全解釋這一現象。稍在惠更斯以前，牛頓曾從地球形狀的純理論見解中，得出了同一些結論。

剛過五十年，在1743年，法國數學家和天文學家克雷若（1713—1765）確定了重力和測點緯度間的嚴格數學關係式。他証明了成為此後重力測量學工作的理論基礎的定理。按照克雷若定理，緯度 φ 一點的重力由下式確定：

$$g = g_{\text{赤道}} (1 + \beta \sin^2 \varphi)$$

式中 $g_{\text{赤道}}$ 是地球赤道上的重力值，而 β 是一極上重力比赤道上重力的相對盈餘。

由此可見，重力測定至少得在緯度 φ_1 和 φ_2 兩點上進行，這時得到 g_1 和 g_2 兩個值，很明顯，克雷若公式能確定兩個方程式中的兩個未知數 $g_{\text{赤道}}$ 和 β ，然後，再計算出任一緯度上各點的重力值。這樣可得出，地球一極上（ $\varphi = 90^\circ$ 的一極）重力 $g_{\text{極}}$ 的相對盈餘 β 等於

$$\beta = \frac{g_{\text{極}} - g_{\text{赤道}}}{g_{\text{赤道}}}$$

地表上幾千個點的重力測定的結果，現在已得到克雷若公式中較精確的系數值。根據理論見解，可確定用來計算重力正常值公式本身的構成。此正常值相當於地球內部質量的某一平均的和正常的分布情況。

重力的正常值以字母 γ_0 表示，以區別於該地直接觀察所得的 g 值；腳標“0”表示 γ_0 是對海平面而言的。

目前在重力測量的實際工作中用得最廣泛的是下列計算重力正常值的公式：

$$\gamma_0 = 978.030 (1 + 0.005302 \sin^2 \varphi - 0.000007 \sin^2 2\varphi) \text{ 伽。}$$

我們列舉幾個用上式所計算出的 γ_0 值：

緯度 φ	重力正常值 γ_0 (伽)
0° (赤道)	978.030
15	978.376
30	979.321
45	980.616
60	981.916
90 (極)	983.216

人們从重力測量結果中得到一个測点上的重力值。把这一重力和“正常”重力比較，即和該点緯度上的 γ_0 作比較，就可确定所謂重力異常，这些異常是吸引物質的分布对其正常分布的差異所引起的。归根結底，重力異常值是用來測定地球形狀和其內部構造的数据。

不过，在比較直接測得的重力值和其理論值以前，必須將測得的重力值換算到同一海平面，因为大家都清楚地知道，重力和海拔高度有关。

換算到同一海平面，即計算測得的重力值的校正值，这是个十分复雜的問題，尽管看起來是簡單的。校正的方法有好多种，我們只談其中的两种。

在計算时假定，測点和海平面間沒有任何吸引質量，而測点彷彿是在空气中。計算地心到測点和地心到海平面間的距离差，就能算出未知的校正值。这种計算法叫做自由空气校正。所作的計算表明，自由空气的校正等于

$$\Delta_1 g = +0.3086H \text{ 毫伽。}$$

式中 H 是測点的拔海高度(米)，也就是說，海平面上的重力比高出海平面每一米測点上的重力要大 0.3 毫伽。这时，所得重力值 $g + \Delta_1 g$ 用 g_0 來表示。

利用上述关系式來計算某一定高度上物体減輕多少重量，是十分有趣的。例如，在 1 公里高处，重 1 公斤的鈺鈴減輕 0.3 克，因为在那里重力加速度减小 309 毫伽，或原值的 1: 318,000。在 10 公里高处，重力减小 3 伽，在这一高度 60 噸重的飛機要減輕 189 公斤。