

苏联高等学校教学用书

地磁学

上册

Б. М. 揚諾夫斯基 著

地质出版社

地 磁 学

上 冊

Б.М.揚諾夫斯基

地 質 出 版 社

1959 • 北 京

Б. М. ЯНОВСКИЙ

ЗЕМНОЙ МАГНЕТИЗМ

издание второе дополненное

государственное издательство
технико-теоретической литературы

Москва 1953

原書共分四篇。序論中簡明而系統地介紹了地磁學的數理基礎，這是其他同類書籍中所沒有的優點。第一二篇詳論地球基本磁場和變化磁場。第三篇是從物理學的觀點來敘述磁探的方法和理論。第四篇詳細討論地磁研究工作中的種種儀器。本社將一二篇合為上冊，三四篇為下冊出版。

原書經蘇聯文化部高等教育總局批准為國立大學教材。譯本根據1953年修訂增補第二版譯出。

譯者為中國科學院地球物理研究所地磁組陳志強、周瑋、劉傳霖、章公亮、杜岑、劉慶令、周壽銘。

地 磁 學

上 冊

著 者 Б. М. 揚 諾 夫 斯 基

譯 者 陳 志 強 等

出 版 者 地 質 出 版 社

北京宣武門外永光寺西街7號

北京市書刊出版業營業登記證出字第050號

發 行 者 新 華 書 店

印 刷 者 地 質 出 版 社 印 刷 廠

印數(京)1—4750 冊 1959年3月北京第1版

開本31"×43" $\frac{1}{16}$ 1959年3月第1次印刷

字數250,000 印張11 $\frac{1}{4}$ 插頁4

定價(10)1.65元

目 录

序 言	6
-----------	---

緒 論

§ 1. 地磁簡史	8
§ 2. 穩定磁場的基本規律	18
§ 3. 閉口綫型电路的磁場	21
§ 4. 元綫圈电路的磁位	24
§ 5. 綫型圓电路的磁場	25
§ 6. 电路橫切面大小的影响	30
§ 7. 赫姆霍茨綫圈的磁場	33
§ 8. 單層柱形螺綫管的磁場	37
§ 9. 多層螺綫管(綫匝)的磁場	41
§ 10. 岩石的磁化	43
§ 11. 磁化体的磁位	45
§ 12. 均匀磁化圓球的磁位	47
§ 13. 均匀磁化圓柱的磁位	48
§ 14. 橢球的磁位	49
§ 15. 均匀磁場中岩石的磁化	51
§ 16. 退磁系数的測定	56
§ 17. 样品形狀对磁矩及磁化强度的影响	58
§ 18. 永磁鉄及其特性	61
§ 19. 磁性材料和合金	70

第一篇 地球的基本磁場

第一章 地球磁場的描述	78
§ 1. 地磁要素	78
§ 2. 地球磁場的圖綫表示法, 地磁圖	80

§ 3. 研究地球磁場的方法, 地磁測量, 地磁台	88
第二章 地磁場的分析法	92
§ 1. 作为均匀磁化球体的地球磁場	92
1. 各种梯度(95)。2. 地球的磁矩(95)。3. 地磁兩極、磁經緯度(98)。	
§ 2. 把地球磁位展为級数, 高斯理論	100
§ 3. 高斯級数各項的物理意义	106
§ 4. 地球磁場“球內”“球外”兩部分的划分	113
§ 5. 渦流磁場	118
第三章 地磁場的構成和起源的理論	120
§ 1. 地磁場的構成	120
§ 2. 大陆磁場或剩余磁場及其理論	121
§ 3. 磁異常	133
§ 4. 地磁場起源的各种假說	143
第四章 長期变化	153
§ 1. 与長期变化有关的現象	153
§ 2. 長期变化的理論	166

第二篇 地球的变化磁場

第五章 地磁場变化的分类和研究的方法	170
§ 1. 地磁变化的概論和分类	170
§ 2. 地磁日变化的区分法(統計工作)	171
§ 3. 变化的球面与諧和分析法	175
§ 4. 地磁活动性	181
第六章 地磁变化和極光	189
§ 1. 太陽日变化	189
§ 2. 太陰日变化	207
§ 3. 磁扰	211
§ 4. 高緯度的磁变化	223
§ 5. 極光	233

1. 極光的形狀(234)。
2. 極光射綫的方向(234)。
3. 極光的高度(235)。
4. 極光的地理分布(237)。
5. 極光的晝夜分布(239)。
6. 極光光譜(239)。
7. 極光和地磁活動性及太陽活動性的關係(241)。

第七章 地磁变化及極光的理論	243
§ 1. 电离層及其性質	243
1. 無線電波在电离層中的傳播。折射系数与电离密度的依賴關係(243)。	
2. 研究电离層的方法(246)。	
3. 反射層高度的測定(248)。	
4. 电离層的成分及其形成(252)。	
5. 电离層的導電率(256)。	
6. 散見層(257)。	
7. 电离的潮汐現象(258)。	
§ 2. 日变化的理論	259
1. 大气發電機理論(260)。	
2. 漂移電流理論[56](262)。	
§ 3. 極光及磁擾理論的基本原理	267
§ 4. 電荷在偶極磁場內的運動	268
§ 5. 賈普曼和弗拉羅的理論	279
§ 6. 阿尔文的理論	283
附录 I 全球地磁台	287
附录 II 巴甫洛夫斯克台 1930 年 6 月份的偏角日变化	290
参考文献	292

序 言

本版地磁学教程跟十余年前的初版有着重大的差别。其所以有差别：一則是因为我們对于地磁学的知識已經有了發展，次則是因为本版所追求的目的有了改变。初版是專为水文学院、系用的教本，其基本目的是在于使讀者通曉地磁测量的方法，以便測定地球磁場的空間分布；新版則是供大学物理系和地質系地球物理專業学生用的材料。因为在新版中既要包括測定地磁現象的技术問題，同时也要討論到一切理論上的基本問題，所以本版的篇幅和內容也就跟初版大大不同了。

本書是按照曾荣膺列宁勳章的国立列宁格勒日丹諾夫大学物理系为地球物理專業学生所講授的教学大綱来編纂的。不过为了使地磁研究人員能够更清楚、更深入理解起見，在某些地磁問題的探討方面，写得要比教学大綱稍为广泛一些，因为当时受到時間的限制，对于这些問題在課堂上难以作詳尽的說明。

本書分作四篇，每篇所討論的都是具有独立性質而自成一定範圍的問題。四篇之前，有一篇佔着相当篇幅的緒論，詳細說明为一般物理教程所缺而为掌握地磁学教程許多部分时却有重大意义的磁学方面的若干專門問題。这类專門問題就是：各种綫圈磁場的計算，鉄磁体的磁化，磁性材料以及其他一些問題。

第一篇是介紹地球基本磁場及其長期变化的知識。特別着重于真實現象方面的描述以及可以用来确定磁場結構方面的解析方法；至于各項理論性問題，則只对于說明在这个領域內現有的各种論述所必需的理論作一番探討。因为直到現在不但沒有完善的地磁理論，就是略可令人滿意的理論綱要也還沒有。有的只不过是些假設而已，至于它們的可靠程度如何，連倡議者也都沒有一個敢加以肯定。

第二篇談的是地球磁場的短期变化，即各种磁变化及其相关現象，如極光和电离層中的种种現象。虽然这些現象的各种理論，就目

前而論，還不能認為是盡善盡美，不過畢竟跟基本磁場的理論不同，它們的根據多多少少是清楚明白并可作為客觀存在的事實來看待的。所以對於各種磁變化和極光的現有理論的說明佔了較多的篇幅。

第三篇是說明地磁現象的實際應用，即關於磁法探礦和羅盤自差的測定。這兩項問題都是獨立的，可以分別在不同的教程中講述，不過把它們合放在普通地磁學教程內仍然有其必要，因為它們都是從有關地磁現象的總的學說中直接分出來的，而且跟地磁現象有着不可分的聯繫。現在不可能設想地磁這門科學可以脫離它的實際應用。但因為本書是純物理性的教本，是從物理學規律的觀點出發來研究地磁的各種現象的，而磁探這一章也具有物理性質的意義，所以對於解釋某些礦床有關的地質問題也就不予多加注意了。

第四篇所談的是方法上的問題。其中敘述在野外以及在觀象台中地磁測量的理論和實踐。在這一篇里所討論的許多問題講得要比教學大綱所要求的稍為擴充一些，不過我們認為這樣擴充是完全適當的，因為直到目前為止，不論是手冊或專論，能夠有系統地說明這類問題的都還沒有，而對這類書籍卻又非常迫切地需要。

最後要向地磁研究所的同事們Н.В.普什科夫、Ю.Д.卡利寧教授、Н. П.別尼科娃、В. П.奧爾洛夫、С. И.衣沙葉夫、С. М.曼蘇羅夫以及其他曾參加校閱原稿和提供許多寶貴意見的同志們致以深深的謝意。

緒 論

§1. 地 磁 簡 史

地磁學的發展也跟天文學、大地測量學一樣有着悠久的歷史。中國人最先發現磁的現象，並且能在實踐中加以利用。所以磁的各種基本性質的發現和羅盤的發明，理應首先歸功於中國人民。從中國史冊的記載，可以證明約在公元前一千年在中國已經知道磁針有極性的現象和羅盤的應用。

例如，公元前百餘年，中國太史公司馬遷記載公元前1100年中國皇帝攝政周公接待越南使者的事情，寫着：“周公贈以指南車五輛。

（南越王）越常氏使者駕之，途經湖南、臨驛，而至海邊，期年返抵國境。途中指南車隨時先導，為余者引路，並判明方向”。

說明磁極特征最早的文章是公元121年編著的中國史書，不過關於羅盤在應用上的敘述則比較晚些；見五世紀中國主要史書“舟車服飾”篇的說明。

篇中提到，製造指南車的秘訣在公元前一世紀遺失之後，學者馬鈞在公元226年重新創制這種指南車。

“車中置一木刻神像，伸臂指南。無論車輛如何拐彎旋轉，神像總是繼續指南不變”（圖1）。

此外，當時中國人也已經知道以磁石磨制的磁針並非正指南方，

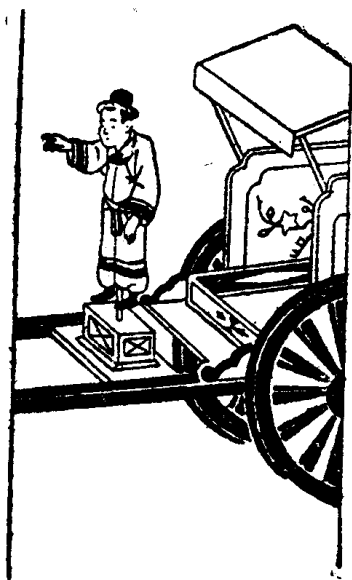


圖 1. 中國古代指南車

是繼續指南不變”（圖1）。

而是略向东偏^①；这点在十——十一世紀許多中国作者的各种著作中都會有过記載。

在欧洲，最先知道磁石是公元前几世紀的事情。在許多希臘作者的各种論著中都說到具有显著吸鉄性能的“神石”。起初的名字有“怪力英雄石”、“强力爆發石”、“星子石”等等，同时也通称为“石”。最后，所有这些名字才讓位給“磁”这一專用名字。

磁有吸引力的主要性能，还在公元前七世紀希臘人就知道了。比如，公元前 640—546 年，法烈斯的著作中就有过这项事实的記載。

不过在欧洲知道極性現象仅仅是十二世紀的事情。关于欧洲人最早使用罗盤的事情見英国教士涅克海姆在十二世紀發表的著作。他說：“舟子在航海途中，遇到陰天不能随太陽而辨認方向，或者遇到黑夜，暮色蒼茫之时，他們不知如何掌握航行方向，就利用一根能自由轉动，而一端指向北方的磁針”。

这就使得我們完全相信，在公元初期，中国人已經具有磁針特性和地磁場的知識，而且这项知識远远地超过了同时代欧洲人。

但是欧美現代的資產階級学者关于磁的历史的論著中，千方百計設法把中国人在地磁学上的發明作用和优先权加以抹杀，比如，他們断言，中国人無論如何不能比欧洲人先發明罗盤，因为中国人当时不是海上强国，而且也沒有許多船舶。例如，在“大英百科全书”中即有这样的說法。

关于磁及其特征，在欧洲最早的文章是彼得·彼列格林写給有个叫做西格尔的信，註明日期为 1269 年 8 月 12 日。在这封信里彼列格林叙述当时所知道的磁的全部特征，并首先提出磁極这个名字。磁針指向北的一端，彼列格林名其为北極，相反的一端叫做南極。

不过彼列格林的主要功績是改良罗盤，当时罗盤只是一个十分粗陋的仪器，就是在盛水缸中浮动一根磁鉄，既沒有作讀數用的指針，

①原文作“略向西偏”。現今磁針是以北端为准，故說西偏；但指南針是以南端为准，所以应作东偏——譯者注。

也沒有刻度盤。彼列格林把羅盤跟海上用的天文儀器配合起來，刻上刻度和基綫，使舵手不僅可以掌握船行方向，並且可以測定天上星辰的方位。彼列格林初期用的是浮動羅盤，但後來則用磁鐵能在垂直針上旋轉的羅盤。彼列格林所用的兩種羅盤見圖 2。

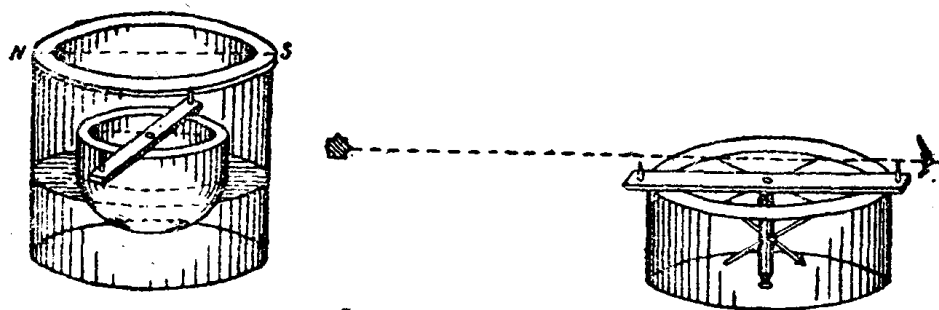


圖 2. 彼列格林的浮動羅盤

彼列格林的那封信的內容在十六世紀以前並不為很多人所知道，因此他的發明沒有得到傳播。

現代式航海羅盤的發明（1302—1318年）應歸功於十四世紀初期的意大利人弗拉維奧·焦雅。焦雅把羅盤的磁針放在一個尖端上，如現時羅盤所用的一樣，而且用紙做圓盤（羅針牌），上刻 32 分度，叫做“方位”，或者叫做“點”。

哥倫布從歐洲航海到美洲的時候所發現的磁針偏異現象是地磁學科發展上一個新的推動。其實可以說，地磁學科是從這個時期起才開始的。在哥倫布的發現以前，就是說直到十五世紀之前，人們確信，磁針是指正北的，並且以為這是北極星吸引磁針的緣故。只是在哥倫布第一次航海去新大陸之後方才知道，從一處轉到另一處磁針會改變自己的方向。

1492 年 9 月 13 日哥倫布從歐洲出發幾天之後，海員們發覺磁針竟改變了自己的方向，偏到西北(NW)去了，使他們都大吃一驚。第二天早上又出現向同一方向同一數值的改變。九月十七日領船員測定太陽方位時，發覺四天來磁針在羅盤中的方向整整改變了一分度。哥

倫布为了要使水手們安定下来，便采用了哄騙的手段，一面改变罗盤的分度，一面解釋說不是磁針改变了自己的方向，而是北極星移动了自己的位置。

到达新大陆之后的多次測量表明，磁針又重新指着正北方向了。

这样一来，在十五世紀末叶，在欧洲已經曉得了兩項事实：(1) 磁針跟真正子午綫是有偏差的，(2) 偏角数值随处不同。这些事实正是地磁要素測量的开始，因此，也就是地磁学科的开始。

同时發現磁針偏角和傾角大概应归功于制造罗盤和日規的行家。紐倫堡的焦格·哈尔曼。他最初測定偏角大約是在 1510 年在羅馬，不过关于这个發現直到 1544 年他才写信告訴普魯士伯爵阿尔柏格。

信中他說：“磁針不仅偏东約 9° ，有如我以前已經告訴你的，而且同时也向下傾斜。这可用下述方法来証明：我曾經做成手指那么長的一根鋼針，把它水平地放在一根頂針上，不叫它有一点向下斜，于是鋼針的兩端就完全水平了；不过一当我以磁鉄触及鋼針的一端时，它就不能再停在水平，而下斜了 9° 。”

最早在海上連續精密地觀測磁偏角是 1538 年容·得·科斯特罗从欧洲横渡到东印度时候所做的事情。

关于磁偏角的最早文献是 1585 年英国博罗烏發表的。到了十六世紀末，磁偏角的測点加起来几达一百点，分布在地球上各处，其中也有的是在俄国境內。例如在 1556—1557 年間，磁偏角曾在新地島的彼乔拉河口、伐加赤島、霍尔莫戈尔斯克城各处附近測过，1580 年又在阿斯特拉罕和捷尔宾特兩城測过。

哈尔曼的信並沒有發表，所以当时的人可能不知道这封信。1581 年英国測量水文的海員諾尔曼發表了自己的測量結果，并首先提出一种想法說，按測量結果看来，磁針停止在一定的方向的原因是在地球內部。諾尔曼曾以實驗証明，磁針在地磁場里只有旋轉的运动。为了証明这个現象，他把磁針放在盛水的缸里，并把針的重量平衡好，使針能够在水面或者水里自由运动。

1600年吉尔伯特用拉丁文写的一本书，书名为“磁铁、磁体和大磁体——地球”，这本书的出现应该认为是在地磁学科的发展上又迈进了一大步。

在这本著作里，首先提到关于地磁成因的理论概念，直到现在，这个概念并未失掉它的意义。吉尔伯特肯定地球自身就是一个巨大磁体，它的两极与地理两极相符合，他用一个磁化铁球的实验证明了这个论断。吉尔伯特在证明自己理论时，发觉到磁针的倾角，在天然磁铁制成的地球小模型上和在地球上原来差不多是一样的，他认为这就是主要的证据。为了解释与其理论有矛盾的“偏角”现象，吉尔伯特提出大陆磁化力的假说，认为就是这个磁化力使得磁针发生了偏差。吉尔伯特理论的价值就在于：他彻底确定了地磁场跟地球的关系，同时并指出地磁的成因不应该从地球外面去找，而应该要到地球内部去找。

直到十八世纪末，所有地磁观测仅限于测量偏角和倾角，因为还没有办法可以用来测定磁力的大小。直到1785年，库仑发明了测定转动惯量的方法之后，制订测定磁场强度的方法才有了可能。第一个方法就是库仑本人提出来的，这方法立刻为进行地磁测量的各种探测队广泛使用。

库仑的方法是在于测定磁铁的摆动周期，因此这个方法就只能得出磁场强度的相对数值。此外，它还有以下的缺点，即摆动周期不仅与磁场强度有关，而且也与磁矩有关；因为磁矩变化，周期也跟着变化。

1839年出现了高斯以拉丁文写的经典著作，书名为“地磁强度测定的绝对法”。书中高斯给绝对测量水平强度的方法打下了一些理论上的基础，这些方法上的理论直至目前为止在绝对测定中还是独一无二的，同时他并提供立即能提高测量准确性的实验技术。差不多跟这篇著作的同时，高斯又发表了第二篇文章，题名为：“地磁概论”，在这本书里高斯摒弃了各种臆测，而以完全不同的想法来解释地磁场的

問題。从地磁是来源于地球内部的这个唯一的假說出發，高斯成功地
把地球表面上任何一点的磁位表示为經緯度位置的函数，即把这个函
数分析为球函数的無穷級数。采用这个級数的有限項数，并利用觀測
数据，就可能算出这个級数的各項系数，这也就是可能从理論上来算
出地球表面上任何一点的磁位。

1634年以前，所有学者都以为磁偏角只是处处不同而已，在同一处
是不会变化的。在1634年，亨利·赫利勃蘭德測量倫敦的偏角，發現測
数等于 $+4^{\circ}6'$ ，而博罗烏和諾曼在1580年測得的数字则为 $+11^{\circ}15'$ 。
这件事實表明，磁偏角在54年中間有这样大的变化，決不可能認為
是觀測的錯誤，因此就應該肯定这个要素是随時間逐漸变化的事實，
这个現象以后就名为“長期变化”。

就这样，初步發現了偏角的長期变化。偏角的日变化最早是在
1682年为古依·塔舍所發現。他在泰国的魯沃城觀測偏角，一連三
日，發覺偏角逐日以各种不同的大小在变化。因为這項觀測很可能在
一日之中不同時刻进行的，所以所觀測到的变化無疑是属于日变化。

倫敦鐘表師格勒汗曾做过較詳細的觀測以証实这个現象，在1722
年，一日之中他觀測磁針的次数差不多有上百次，發現确实有这种变
化。同一年，格勒汗的觀測又为瑞典烏普薩拉的茨利修斯教授所証
实，从此以后，日变化就成为明显的事實了。

以后的許多觀測發現了傾角也有变化，在十八世紀末叶，測定水
平强度方法改进之后也發現了这个要素的变化。因此，需要專門建筑
地磁觀象台以便不断进行觀測地磁各要素的問題就自然而然地被提出
来了；地磁台首先在十九世紀二十年代在俄罗斯和西欧出現了。

在俄国，第一个非常重視地磁現象的是天才的俄国学者罗蒙諾索
夫。还在1759年，他就在他的論著“航海路綫准确性的討論”一文中，
解决了一系列有关地磁的問題。

在这篇文章里，罗蒙諾索夫討論到罗盤在船上的作用，对于罗盤
的結構提出了在当时來說是非常寶貴的意見，他所提出的結構能提高

讀數的準確性。同時，這位真才實學的學者也談論到磁針之所以會在空間中起定向作用的原因。在羅蒙諾索夫之前，曾有过地球的磁場是一個具有兩個極的磁鐵磁場的說法。羅蒙諾索夫首先提出一種假說：地球是由極小的不同磁化粒子的物體組成的，這些粒子的整體就形成了一個磁化不均勻的球體，因此就可以解釋偏角為什麼會在地球各個地方不一樣的道理。他這種想法是在高斯關於地球任意磁化的觀念之先提出來的。

從這樣的假設出發，羅蒙諾索夫認為：用少量的觀測數據來建立地磁的數學理論是不許可的；並且指出建立正確理論的方法：“由觀測建立理論，通過理論改善觀測，是尋求真理的最好方法”。羅蒙諾索夫的这个論點不但可應用於地磁的理論上，而且也是建立任何自然現象和社會現象的理論所必不可缺少的。

為了將這項要求貫徹到實踐中去，他提議在大陸上建立永久觀測點（觀測台），以及在海上用船隻來作有系統的觀測。不過有如上面所說，羅蒙諾索夫的這種思想經過了60多年之後才得到實現。

羅蒙諾索夫還首先提出一種看法：偏角隨時間的變化是由于一個與地磁場無關的外磁場產生的，雖然用這種看法來解釋外磁場的來源並不正確。

羅蒙諾索夫在地磁知識上的思想要比同時代的人先進許多年代，可惜在當時俄國的科學條件之下，這個思想長期得不到發展。羅蒙諾索夫的著作被遺忘了，有一百多年沒人過問。

十九世紀上半葉，出版了西蒙諾夫（1794—1855）教授和庫普費爾（1799—1865）院士的經典著作，在這些著作中實現了羅蒙諾索夫的基本觀念，雖然著者們自己並沒有知道，這些觀念早就是羅蒙諾索夫想出來的。

尚在高斯論文問世之前，喀山大學教授西蒙諾夫在1835年在該校“大學叢刊”上發表一篇文章，名為“地磁數學理論的試探”。

在這篇文章里，西蒙諾夫指出：地磁場是地球內部磁粒子作用的

总和所产生的，如果假定磁粒子的分布均匀的话，地磁场就可以用磁偶子的磁场来解释。表示磁偶子的磁位为经纬度函数的式子，后来就是高斯所推论的磁位级数的第一项。

西蒙诺夫和高斯的著作奠定了现代地磁场概念的基础，这两本著作的出现应认为是地磁学科发展过程中的近代阶段的开端。从那时起，关于地磁要素在地面上分布的资料就迅速地积累起来、系统化起来，并用来建立起一系列关于地磁成因的假说。最后，近代为了实际应用而采取的磁法勘探方法得到了广泛的传播。

此外，西蒙诺夫还发现偏角变化的周期性。1844年在喀山发表的“1842年旅行英、法、比、德的笔记和回忆录”中，西蒙诺夫提到，他曾成功地确定了偏角变化的下列三种周期：“第一种周期，时间为一年，与地球绕太阳旋转有关；第二种为时约27日，是因太阳绕轴自转而产生的；第三种周期为时一昼夜，和太阳与地平的相对位置有关；所有这些周期性都已为观测所证实”。

1825年库普费尔院士的著作发表了，在这篇文章里明确了在当时是完全新鲜的事实：即在经度远隔 43° 的巴黎和喀山同时发生磁暴。这篇文章是库普费尔在喀山城跟西蒙诺夫一起观测偏角变化的结果，它刺激了世界各处组织起来对磁变化作有系统的观测。

西蒙诺夫和库普费尔的文章是详细研究地磁变化和解释其原因的开始。

值得注意的是科拉半岛沿岸俄罗斯居民早在十八世纪里就已独立地发现了关于磁变化方面的另外一个事实：即磁暴跟极光同时出现。

库普费尔的功绩是：在他的倡导和坚持之下，许多地磁观测台创建起来了，对磁变化进行了系统的观测。

比如，在1829年他把彼得堡的地磁观测台组织了起来，在这个台上，从1829年10月起每小时作一次偏角的观测。在1829年，因为他的请求，在西伯利亚的几处采矿工厂如涅尔琴斯克、巴尔瑙尔和柯雷万等地建筑地磁观测台，经费由采矿局负担；而且在1836年，在乌

拉尔采矿工業中心——叶卡捷林堡（即斯維德洛夫斯克）創設了观测台。

应当指出：在庫普費尔所建立的这些台中，繼續不断地工作到現在的只有斯維德洛夫斯克一个台。

在涅尔琴斯克、巴尔瑙尔、柯雷万等地磁台在60年代初期就撤消了。其时因农奴法的廢止，以强迫劳动为基础的西伯利亞和烏拉尔的采矿工業衰落了。“但是同一农奴法，在欧洲資本主义萌芽發展时代虽能帮助烏拉尔上升及如此之高，而在欧洲資本主义繁荣时代却成为了烏拉尔衰落底原因。”^①。

彼得堡台的工作从1852年起到1870年曾有一度中断。

庫普費尔首先注意到温度变化时磁針磁矩的变化，并找出产生此变化的規律。这样，就可以在应用高斯方法測量水平强度时加上温度的校正，从而就提高了測量的准确度。

关于十九世紀三、四十年代所进行的地磁工作，雷卡切夫院士叙述地球物理总观测台的概史時曾說过：“無論在哪一个国家都沒有像在俄国那样，以这么大的力量来反映高斯的發明，当时庫普費尔在俄国設計出了观测地磁和气象的全套机构”。

十九世紀七十年代的俄国科学界在地磁研究方面的重大事件，是喀山大学副教授斯米尔諾夫所进行的系統的野外地磁測量，以及彼得堡地磁台工作的恢复，这个地磁台以后被搬到巴甫洛夫斯克城。

斯米尔諾夫倡导并实现了在俄国欧洲部分几乎全部領土上的有計劃的磁測，自1871年起到1879年止共測得281点，但由于他死得过早，沒能把整个俄国領土全部測完。这项磁測确証了庫尔茨克有巨大磁異常区存在，并对俄国境内的地磁場提供了宝贵資料。磁測的成果成为A. 梯罗在1881和1885年編繪第一份俄罗斯欧洲部分地磁圖的基础。

① 列宁文选，原文第三卷，第四版，424頁。或人民出版社1954年北京第四次印刷，曹葆华譯的列宁著“俄国資本主义底發展”，444頁