

衆所周知，本書是整個科學史中的一部超級名著，是可以和歐幾里德的《幾何學原本》或牛頓的《自然哲學的數學原理》相提並論的。一部這樣的經典名著，永遠可以給後人以重要的啓示和鼓舞。在這種意義上，以及在任何別的意義上，它的主要價值應被論爲是在歷史的一面。因此，在準備這份譯稿時，我們盡量保持了此書的原始面貌，而絕對不敢也不肖對它進行任何的「現代化」。

本書的體裁並沒有構成一個盡可能「公理化」的理論體系，而是夾叙夾議，如泉湧出。這是和歐幾里德或

● **〔英〕杰·克·麦克斯韦** 著

牛頓的書很不相同的。作者在

● **戈·革** 譯

原序中曾經提到這一點。據說作者原打算對本書進行重大而全面的修訂和擴充……



科学名著文库

电磁通论 (下)



科学名著文库

电 磁 通 论

下 卷

[英] 詹姆斯·克勒克·麦克斯韦 著

戈 革 译

武 汉 出 版 社

1992 · 武 汉

James Clerk Maxwell
A TREATISE ON ELECTRICITY AND MAGNETISM
Oxford, 1904

(根据牛津 1892 年第三版 1904 年重印本译出)

科学名著文库
电 磁 通 论
下 卷

杰姆斯·克勒克·麦克斯韦 著
戈 革 译

*

武汉出版社出版发行

(武汉市江岸区北京路 20 号 邮政编码 430014)

新华书店经销 湖北省新华印刷厂印刷

*

850×1168 毫米 开本 32 印张 19.5 插页 4 字数 480 千字

1994 年 4 月第 1 版 1994 年 4 月第 1 次印刷

印数 1 3000 册 定价:22.00 元

*

ISBN7-5430-0659-6/N·15

科学名著文库

弁言

在近现代学者移译西学典籍的过程中,一些科学经典名著也被介绍到国内来。为使前辈学者的工作承续不辍,我们在武汉出版社的支持下,创办《科学名著文库》,选择成书时间在16至19世纪,其学术价值经历史检验得到公认的科学大师的代表作,约请国内学者加以翻译,陆续出版。其中,有些著作以前曾出过节译本或文言文译本,但绝大多数是第一次译成中文。凡已有语体文全译本者,文库中不再收入。因文库所选,皆系经典,翻译中将尽量保持原著风貌。

科学名著文库编委会

1991年12月

目 录

第三编 磁学

第一章 磁的初等理论

| | |
|---|----|
| 371. 磁体在受到地球作用时的性质 | 3 |
| 372. 磁体轴线的定义和磁力方向的定义 | 3 |
| 373. 磁体间的相互作用。磁力定律 | 4 |
| 374. 磁学单位的定义和量纲 | 5 |
| 375. 磁力定律的证据的本性 | 6 |
| 376. 作为一个数学量的磁 | 6 |
| 377. 一个磁体中种类相反的磁量永远恰好相等 | 6 |
| 378. 折断磁体时的效应 | 7 |
| 379. 磁体由一些粒子组成,每一粒子本身也是一个磁体 | 7 |
| 380. “磁质”学说 | 8 |
| 381. 磁化具有矢量的性质 | 9 |
| 382. “磁极化”一词的意义 | 10 |
| 383. 一个磁化粒子的性质 | 11 |
| 384. 磁矩、磁化强度和磁化分量的定义 | 11 |
| 385. 一个已磁化体积元的势 | 12 |
| 386. 一个有限大小的磁体的势。这一势的两个表示式,各自对应于 磁化学说和“磁质”学说 | 13 |

| | |
|--|----|
| 387. 关于一个磁性粒子对另一磁性粒子的作用的考察 | 14 |
| 388. 特例 | 16 |
| 389. 一个磁体在任意力场中的势能 | 19 |
| 390. 论一个磁体的磁矩和轴线 | 20 |
| 391. 磁体的势的球谐函数展式 | 21 |
| 392. 一个磁体的中心以及通过中心的主轴线和副轴线 | 22 |
| 393. 本书中所谓磁体的北端是其指北的一端, 而南端则是指南的一端。所谓玄磁性是指假设为存在于地球北极附近和磁体之南端上的磁性。所谓朱磁性是指属于地球南极和磁体北端的磁性。朱磁性被认为是正的 | 24 |
| 394. 磁力的方向就是朱磁性所倾向于运动的方向, 即从南向北而运动的方向, 而这就是磁力线的正方向。一个磁体被认为是从它的南端向它的北端而被磁化的 | 25 |

第二章 磁力和磁感

| | |
|--|----|
| 395. 参照磁势而定义的磁力 | 26 |
| 396. 磁体内一个柱形空腔中的磁力, 设磁体是平行于空腔轴线而被磁化的 | 27 |
| 397. 对任意磁体的应用 | 27 |
| 398. 一个细长的柱——磁力 | 28 |
| 399. 一个薄圆片——磁感 | 29 |
| 400. 磁力、磁感和磁化之间的关系 | 29 |
| 401. 磁力的线积分, 或者说磁势 | 30 |
| 402. 磁感的面积分 | 30 |
| 403. 磁感的管式分布 | 32 |
| 404. 磁感面和磁感管 | 32 |
| 405. 磁感的矢势 | 33 |
| 406. 标势和矢势之间的关系式 | 35 |

第三章 磁管和磁壳

| | |
|--|----|
| 407. 磁管的定义 | 37 |
| 408. 复杂磁管的定义及其在任一点上的势表示式 | 38 |
| 409. 一个磁壳在任一点上的势就是它的强度和它的边界线在该点 所张立体角的乘积 | 39 |
| 410. 另一种证法 | 40 |
| 411. 强度为 ϕ 的磁壳正侧一点上的势, 比负侧最接近一点上的势大 $4\pi\phi$ | 41 |
| 412. 磁性的层状分布 | 41 |
| 413. 复杂的层状分布 | 41 |
| 414. 管状磁体的势 | 42 |
| 415. 层状磁体的势 | 42 |
| 416. 层状磁体的矢势 | 43 |
| 417. 论一条闭合曲线在给定点上所张的立体角 | 44 |
| 418. 用球面上一条曲线长度来表示的立体角 | 45 |
| 419. 由两个线积分求得的立体角 | 45 |
| 420. 表示成一个行列式的 Ω | 47 |
| 421. 立体角是一个循环函数 | 48 |
| 422. 一条闭合曲线的矢势的理论 | 49 |
| 423. 放在磁场中的一个磁壳的势能 | 50 |

第四章 感生磁化

| | |
|--|----|
| 424. 当一个物体在磁力作用下自己变得被磁化时, 现象就叫做磁感 应 | 53 |
| 425. 不同物质中的磁感应 | 55 |
| 426. 感生磁化系数的定义 | 56 |
| 427. 磁感应的数学理论. 泊松法 | 57 |
| 428. 法拉第法 | 59 |

| | |
|----------------------------|----|
| 429. 一个被磁媒质所包围的物体的事例 | 62 |
| 430. 泊松关于感生磁之起因的物理理论 | 63 |

第五章 磁感应的特殊问题

| | |
|---|----|
| 431. 一个中空球壳的理论 | 66 |
| 432. κ 很大的事例 | 68 |
| 433. 当 $i=1$ 时 | 68 |
| 434. 二维空间中的对应事例。(图版十五) | 70 |
| 435. 一个实心球的事例, 设在不同方向上的磁化系数是不同的 | 70 |
| 436. 九个系数简化成六个 | 72 |
| 437. 均匀磁力作用下的一个椭球的理论 | 74 |
| 438. 很扁的及很长的椭球的事例 | 77 |
| 439. 关于已由诺依曼、基尔霍夫和格林解决了的各问题的论述 | 80 |
| 440. 当 κ 很小时向普遍问题的一个解逼近的方法。磁性物体趋向于 磁力最强的地方, 而抗磁性物体则趋向于磁力最弱的地方 | 82 |
| 441. 论船舶的磁学 | 83 |

第六章 感生磁的韦伯理论

| | |
|----------------------------|-----|
| 442. 显示磁化极大值的实验 | 88 |
| 443. 韦伯关于暂时磁化的数学理论 | 90 |
| 444. 为了说明剩磁而对理论作出的修订 | 94 |
| 445. 用修订后的理论对现象作出的解释 | 97 |
| 446. 磁化、去磁和再磁化 | 101 |
| 447. 磁化对磁体尺寸的影响 | 103 |
| 448. 焦耳的实验 | 104 |

第七章 磁学测量

| | |
|------------------|-----|
| 449. 磁体的悬置 | 106 |
|------------------|-----|

| | |
|---------------------------------|-----|
| 450. 镜尺观测法。摄影法 | 108 |
| 451. 应用在丘市磁强计中的准直原理 | 112 |
| 452. 磁体轴线的确定和磁力水平分量之方向的确定 | 112 |
| 453. 磁体磁矩的测量和磁力水平分量之强度的测量 | 116 |
| 454. 偏角的观察 | 118 |
| 455. 正切法和正弦法 | 121 |
| 456. 振动的观察 | 122 |
| 457. 磁感应效应的消除 | 124 |
| 458. 测量水平力的静态法 | 126 |
| 459. 双线悬置 | 128 |
| 460. 一个观测站中的观测制度 | 132 |
| 461. 磁倾仪的观测 | 133 |
| 462. J. A. 布劳恩的改正法 | 136 |
| 463. 焦耳悬置 | 137 |
| 464. 平衡竖直力磁强计 | 140 |

第八章 关于地磁

| | |
|---|-----|
| 465. 磁力的要素 | 142 |
| 466. 一个国家的磁勘测结果的组合 | 144 |
| 467. 地球磁势之球谐函数展式的推导 | 146 |
| 468. 地球磁极的定义。它们不是地轴的端点。赝磁极。它们在地球 表面上并不存在 | 146 |
| 469. 前四个谐和函数的 24 个系数的高斯计算 | 147 |
| 470. 磁力之外因和内因的区分 | 147 |
| 471. 日变化和月变化 | 148 |
| 472. 周期变化 | 149 |
| 473. 干扰及其 11 年的周期 | 149 |
| 474. 关于磁观测的反思 | 150 |

第四编 电磁学

第一章 电磁力

| | |
|---|-----|
| 475. 关于电流对磁体之作用的奥斯特发现 | 155 |
| 476. 电流附近的区域是一个磁场 | 156 |
| 477. 一个竖直电流对一个磁体的作用 | 156 |
| 478. 关于无限长直电流之力是反比于距离而变的证明 | 156 |
| 479. 电流的电磁量度 | 157 |
| 480. 由一个直电流引起的势函数。它是一个多值函数 | 157 |
| 481. 这一电流的作用和一个磁壳的作用的比较,该磁壳有一个无限长的直边,而在此边的一侧展布到无限远处 | 158 |
| 482. 一个小电路在远处是像一个磁体一样地起作用的 | 158 |
| 483. 由此导出一个任意形状和任意大小的闭合电路在并不位于电路本身上的任一点上的作用 | 159 |
| 484. 电路和磁壳的比较 | 159 |
| 485. 一个闭合电路的磁势 | 160 |
| 486. 关于一个磁体绕一个电流而连续转动的条件 | 161 |
| 487. 由一个闭合电路引起的等磁势面的形式。(图版十八) | 162 |
| 488. 任一磁性体系和一个闭合电路之间的相互作用 | 163 |
| 489. 对电路的反作用 | 164 |
| 490. 作用在一条位于磁场中的载流导线上的力 | 165 |
| 491. 电磁转动的理论 | 167 |
| 492. 一个电路对另一电路的整体或其任意部分的作用 | 168 |
| 493. 我们用的是法拉第的研究方法 | 169 |
| 494. 应用于平行电流的这一方法的实例 | 169 |
| 495. 电流单位的量纲 | 170 |
| 496. 导线受到的推动是从它的磁作用加强磁力的一侧指向它的磁作用和磁力反向的一侧 | 170 |
| 497. 一个无限长直电流对位于其平面内的任意电流的作用 | 171 |

| | |
|--|-----|
| 498. 电磁力定律的叙述。由一个电流引起的磁力 | 172 |
| 499. 这些定律的普遍性 | 173 |
| 500. 作用在一个位于磁场中的电流上的力 | 173 |
| 501. 电磁力是一种作用在导体上而不是作用在电流本身上的机械力 | 174 |

第二章 安培关于电流的相互作用的研究

| | |
|--|-----|
| 502. 安培关于电流元之间的力定律的考察 | 176 |
| 503. 他的实验方法 | 177 |
| 504. 安培秤 | 177 |
| 505. 安培的第一个实验。相等而反向的电流相互中和 | 178 |
| 506. 第二个实验。一个曲曲弯弯的导体和载有相同电流的直导体 相等价 | 178 |
| 507. 第三个实验。一个闭合电流对另一电流之一电流元的作用垂 直于该电流元 | 179 |
| 508. 第四个实验。在几何上相似的体系中,相等的电流产生相等的 力 | 180 |
| 509. 在所有这些实验中,作用电流都是一个闭合电流 | 181 |
| 510. 然而,为了数学的目的,两个电路都可以看成由一些元段构成, 而电路的作用则看成这些元段落的作用的合作用 | 182 |
| 511. 两个元线段之间的关系的必要形式 | 182 |
| 512. 确定二者之相对位置的几何量 | 183 |
| 513. 它们的相互作用的分量形式 | 184 |
| 514. 将这些分量按三个方向分解,各方向分别垂直于二元线段的连 线和各元线段本身 | 186 |
| 515. 一个有限电路对另一有限电路之电流元的作用的普遍表示式 | 186 |
| 516. 由安培的第三种平衡事例所提供的条件 | 187 |
| 517. 电动力学作用之准线和行列式的理论 | 188 |
| 518. 用电流之矢量分量表示的各行列式的表示式 | 189 |
| 519. 力的不确定部分可以表示成一个势函数的空间改变量 | 190 |

| | |
|------------------------------------|-----|
| 520. 二有限电流之间的作用的完整表示式 | 190 |
| 521. 二闭合电流的相互作用势 | 191 |
| 522. 四元数在这种研究中的适用性 | 191 |
| 523. 用安培的第四种平衡事例对各函数的形式作出的确定 | 191 |
| 524. 电流的电动力学单位和电磁单位 | 192 |
| 525. 二电流元之间的电磁力的最后表示式 | 192 |
| 526. 理论的四种不同的可行形式 | 193 |
| 527. 在这些形式中,安培的形式更为可取 | 194 |

第三章 论电流的感应

| | |
|---|-----|
| 528. 法拉第的发现。他的方法的本性 | 195 |
| 529. 建筑在法拉第方法上的本论著的方法 | 197 |
| 530. 磁电感应现象 | 198 |
| 531. 电流感应的普遍定律 | 200 |
| 532. 感生电流方向的例示 | 200 |
| 533. 地球的运动引起的感应 | 201 |
| 534. 由感应引起的电动势和导体的材料无关 | 202 |
| 535. 它并没有推动导体的倾向 | 202 |
| 536. 关于感应定律的菲利西实验 | 202 |
| 537. 电流计在测定电动势之时间积分方面的应用 | 204 |
| 538. 两个线圈的共轭位置 | 206 |
| 539. 总感生电流的数学表示式 | 206 |
| 540. 法拉第关于电壮状态(electrotonic state)的观念 | 207 |
| 541. 他的参照磁力线来叙述感应定律的方法 | 209 |
| 542. 楞次定律和诺依曼的感应理论 | 210 |
| 543. 利用能量守恒原理来根据电流的机械作用得出感应的亥姆霍兹推导 | 211 |
| 544. 汤姆孙对同一原理的应用 | 213 |
| 545. 韦伯对电科学的贡献 | 215 |

第四章 论一个电流对它自己的感应

| | |
|-------------------------------|-----|
| 546. 由一个电磁铁引起的激震 | 216 |
| 547. 电的表观动量 | 217 |
| 548. 这一事例和一个流水管子的不同 | 217 |
| 549. 如果有动量,那也不是运动电的动量 | 218 |
| 550. 不过,此现象却和动量现象正好类似 | 218 |
| 551. 一个电流具有能量,这可以叫做动电能量 | 218 |
| 552. 这就引导我们来构成一种电流的动力论 | 219 |

第五章 关于一个连接体系的运动方程

| | |
|---|-----|
| 553. 拉格朗日方法为研究较高级动力科学提供了适当的概念 | 221 |
| 554. 这些概念必须从数学语言翻译成动力学语言 | 222 |
| 555. 一个连接体系的自由度 | 222 |
| 556. 速度的推广意义 | 223 |
| 557. 力的推广意义 | 224 |
| 558. 动量和冲量的推广意义 | 224 |
| 559. 一个小冲量所作的功 | 225 |
| 560. 用动量来表示的动能, (T_v) | 226 |
| 561. 哈密顿运动方程 | 228 |
| 562. 用速度和动量来表示的动能, (T_m) | 229 |
| 563. 用速度来表示的动能, (T_v) | 230 |
| 564. T_h 和 T_v , h 和 q 之间的关系式 | 230 |
| 565. 矩与惯量和功率的乘积 | 231 |
| 566. 这些系数必须满足的必要条件 | 233 |
| 567. 数学概念、动力学概念和电学概念之间的关系 | 233 |

第六章 电磁现象的动力学理论

| | |
|--|-----|
| 568. 电流具有能量 | 235 |
| 569. 电流是一种运动学的现象 | 236 |
| 570. 电动势所作的功 | 236 |
| 571. 含电流体系的动能的最普遍表示式 | 237 |
| 572. 电学变量并不出现在这一表示式中 | 238 |
| 573. 作用在一个导体上的机械力 | 239 |
| 574. 依赖于普通速度和电流强度之乘积的部分并不存在 | 240 |
| 575. 另一种实验检验 | 242 |
| 576. 电动势的讨论 | 244 |
| 577. 假如存在包含速度和电流之乘积的项,它们引起电动势,而这 种电动势并没被观察到 | 245 |

第七章 电路理论

| | |
|--|-----|
| 578. 线式电路组的电动能 | 247 |
| 579. 每一电路中的电动势 | 248 |
| 580. 电磁力 | 249 |
| 581. 二电路事例 | 250 |
| 582. 感生电流的理论 | 251 |
| 583. 电路之间的机械作用 | 252 |
| 584. 二电路相互作用的一切现象都只依赖于单独一个量,即二电路 的势 | 252 |

第八章 利用副电路来勘查场

| | |
|--------------------------------------|-----|
| 585. 副电路的动电动量 | 254 |
| 586. 表示成一个线积分 | 255 |
| 587. 任何连续电路体系都和由它们的外边界形成的电路相等价 | 255 |
| 588. 表示成一个面积分的动电动量 | 256 |
| 589. 电路的一个弯曲部分等价于一个直部分 | 256 |

| | |
|--|-----|
| 590. 一点上的动电动量被表示为一个矢量 \mathfrak{M} | 257 |
| 591. 它和磁感 \mathfrak{B} 的关系。方程组(A) | 258 |
| 592. 这些名称的理由 | 259 |
| 593. 关于平移和转动的正负号的约定 | 260 |
| 594. 滑片理论 | 261 |
| 595. 由导体运动而引起的电动势 | 262 |
| 596. 作用在滑动部分上的电磁力 | 262 |
| 597. 磁感线的四种定义 | 263 |
| 598. 电动势的普遍方程组(B) | 264 |
| 599. 电动势的分析 | 266 |
| 600. 参照运动座标轴而言的普遍方程组 | 267 |
| 601. 座标轴的运动除电势的表观值以外并不改变任何东西 | 269 |
| 602. 作用在一个导体上的电磁力 | 269 |
| 603. 作用在一个导体元上的电磁力。方程组(C) | 271 |

第九章 电磁场的普遍方程组

| | |
|--------------------------|-----|
| 604. 回顾 | 275 |
| 605. 磁化方程组(D) | 276 |
| 606. 磁力和电流之间的关系 | 277 |
| 607. 电流方程组(E) | 278 |
| 608. 电位移方程组(F) | 280 |
| 609. 电传导方程组(G) | 281 |
| 610. 全电流方程组(H) | 281 |
| 611. 用电动势来表示的电流(I) | 281 |
| 612. 自由电荷的体密度(J) | 282 |
| 613. 自由电荷的面密度(K) | 282 |
| 614. 磁导率方程组(L) | 282 |
| 615. 安培的磁体理论 | 282 |
| 616. 用动电动量来表示的电流 | 283 |
| 617. 电流的矢势 | 285 |

| | |
|-----------------------|-----|
| 618. 电磁量的四元数表示式 | 285 |
| 619. 电磁场的四元数方程 | 287 |
| 第九章附录 | 289 |

第十章 电学单位的量纲

| | |
|-----------------------------------|-----|
| 620. 两种单位制 | 293 |
| 621. 十二个基本量 | 293 |
| 622. 这些量间的十五个方程 | 295 |
| 623. 用 $[e]$ 和 $[m]$ 来表示的量纲 | 295 |
| 624. 两种单位制的互逆性质 | 296 |
| 625. 静电制和电磁制 | 297 |
| 626. 十二个量在两种单位制中的量纲 | 297 |
| 627. 六个导出量 | 298 |
| 628. 两种单位制中的对应单位之比 | 298 |
| 629. 电学单位的实用制,实用单位表 | 299 |

第十一章 论电磁场中的能量和功强

| | |
|-----------------------------------|-----|
| 630. 用自由电荷和电势来表示的静电能量 | 300 |
| 631. 用电动势和电位移来表示的静电能量 | 300 |
| 632. 用磁化和磁力来表示的磁能量 | 303 |
| 633. 用磁力的平方来表示的磁能量 | 303 |
| 634. 用动电量和电流来表示的动电能量 | 304 |
| 635. 用磁感和磁力来表示的动电能量 | 305 |
| 636. 本书的方法 | 305 |
| 637. 磁能量和动电能量的比较 | 306 |
| 638. 归结为动电能量的磁能量 | 307 |
| 639. 由物质磁化而引起的作用在物质的一个粒子上的力 | 308 |
| 640. 由于有一电流通过物质而引起的电磁力 | 309 |

| | |
|--|-----|
| 641. 媒质中胁强的假说对这些力所作的解释 | 310 |
| 642. 产生现象所要求的胁强的一般性质 | 312 |
| 643. 当不存在磁化时, 胁强就是沿磁力线方向的一个张力和沿一切 垂直于力线的方向的一个压强, 张力和压强的量值都是 $\frac{1}{8\pi}\mathfrak{H}^2$, 式中 \mathfrak{H} 是磁力 | 314 |
| 644. 作用在一个载导体上的力 | 315 |
| 645. 法拉第所叙述的媒质中的胁强的理论 | 315 |
| 646. 磁张力的数值 | 316 |
| 附录 I | 317 |
| 附录 II | 319 |

第十二章 电流层

| | |
|---|-----|
| 647. 电流层的定义 | 321 |
| 648. 电流函数 | 322 |
| 649. 电势 | 322 |
| 650. 恒稳电流的理论 | 322 |
| 651. 均匀导电率的事例 | 323 |
| 652. 一个电流层和闭合电路的磁作用 | 323 |
| 653. 由一个电流层引起的磁势 | 324 |
| 654. 具有无限大电导率的一个层中的电流的感应 | 325 |
| 655. 这样一个层对磁作用来说是不可透过的 | 326 |
| 656. 平面电流层的理论 | 326 |
| 657. 表示成单一函数之导数的磁函数 | 327 |
| 658. 可变磁体系对层的作用 | 329 |
| 659. 电流在没有外来作用时将衰减, 而其磁作用则将减弱, 就仿佛 层是以恒速 R 而运动远去一样 | 330 |
| 660. 由于一个磁体系的瞬时引入而激起的电流将产生一种和该体 系的像相等价的效应 | 331 |
| 661. 这个像将以速度 R 而从它的原有位置移开 | 332 |