

实用磁路设计

王以真◎编著

SHIYONG CILU SHEJI
(第2版)



国防工业出版社
National Defense Industry Press

内容简介

实用磁路设计

(第2版)

王以真 编著

计类部出版

(144000) 据原书第2版 经东南大学等3校审定

国防工业出版社出版

北京

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书讲述磁路设计的基本原理、设计方法,列举了设计实例。介绍了相关的磁性材料、磁路系统测量方法和设备。在第2版中又补充了磁路研究和新设计的新进展,如BI标准、磁路散热、磁流体等。还介绍了一些磁路设计软件、磁性材料标准等。

本书为扬声器行业、音响行业的设计人员、工艺人员、生产管理人员量身打造。对磁性材料生产单位了解扬声器对磁性材料的要求会有很大帮助;对大专院校、科研单位、音响使用单位中的相关人员以及业余音响爱好者都有一定的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

实用磁路设计/王以真编著. —2版. —北京:国防工业出版社,2008.9

ISBN 978-7-118-05871-0

I. 实... II. 王... III. 磁路-电路设计 IV. TM14

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第108025号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号 邮政编码100044)

北京诚信伟业印刷有限公司印刷

新华书店经售

*

开本787×1092 1/16 印张15 字数329千字

2008年9月第2版第1次印刷 印数1—4000册 定价28.00元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

序 一

九月的一天,王以真老师来信,说是将再版《实用磁路设计》一书,希望我能写几句话作为新书的序言,我当时很惶恐,连说不敢。不是矫情,王老师何许人也,我怎能僭越至此!

终于等到《实用磁路设计》再版,在此之际重读本书,恍如隔世。1998年第一次读它的时候,我还是刚刚走出校门的大学生,对磁路设计的理解基本上正是教科书所灌输的观念。王老师不用晦涩的理论,而是用实实在在的语言,将磁路设计所用到的材料,设计的基本原理、方法及磁路的系统测量娓娓道来,展现了自己几十年的业务经验。当时我最深的感触是“技术类书原来还可以这样来写”。

也许和其他读者不一样,我读王老师的书是为了开发扬声器相关配套元器件,弥补自己理论与实践认识的匮乏,而王老师所有关于扬声器生产工艺的介绍让我有了更多的惊喜,那就是帮我越过开发相关产品的技术障碍,成为我事业加速前进的助推器。

王老师在为心中割舍不下的理想而努力,这本书的出版,就是王老师所做努力的一点小小的证明。也许这不是最华丽的书,但是它倾注了王老师的很多心血,融入了他几十年的经验。这些心血和经验,在全书的字里行间都能够读出来。

今天我把制作扬声器配件作为主打产品之一而重温这本书,更是别有一番滋味在心头。很想同读者就书中的内容以及我心目中的人生,进行一点交流。都说人生的道路有很多,最好一开始就选对,否则回头重走会倍加艰难。选对一本好书也是同样道理。

《实用磁路设计》迄今在扬声器读者心目中仍旧有不可逾越的地位,1992年初版,距今已经15年。15年来,坊间早已售缺。1995年在台湾,由全华科技图书公司出版了繁体字版,但仍不断有读者来探询,或请代购,也有一些出版社来商谈过再版事宜,可见社会上对它还有很大需求。1992年出版的该书虽非完美无瑕,但该书内容之实在,用文之通达,远在今天很多著作之上,令人感叹不已。书中许多细枝末节引发我们这一代人的联想,也尽在不言之中。借此再版之际对原书做若干修改和补充,相信会受到更多读者的欢迎。

生命的梦想需要很多努力才能实现,磁路设计本身尽管枯燥,但这本《实用磁路设计》背后包含的意义是丰富的,它是我为自己的梦想努力过的证明。所以,在王老师再版这本书时,我就承担写下了这个序。有些惶恐,自己是不善于写字的人,没有理论性,也没有逻辑感。但是,能够在王老师的书里留下这些话,应该是对我们师生之情最好的诠释了吧。

戴志成

序 二

本人从事电子和音响材料的业务逾20年。10多年前开始营商于大陆、中国香港、中国台湾之间,不仅见证了扬声器制造业的转移和变迁,还有幸结识了业内的专家学者。

很荣幸在初进大陆就由业界朋友引见,结识了王以真先生。随着在大陆交往的圈子越来越大,发现王老在业界的知名度相当高,评价非常好。尤其王老不在场时业内同行的背后的评论,更真实地反映了王老的德高望重。王老不仅专业知识方面受到普遍的尊敬,他的人格魅力亦使人折服。当年不少年轻的工程人员都自称是“王老师”的学生,来自抬身价,尽管可能只是听过王老的一堂课而已。

我还发现我在大陆的雇员们的业务知识从一无所知到基本掌握,进步神速。细究之后方知,是读了王老的书,听了王老的课,甚至是听了王老师的学生们的课。对于“踏破铁鞋无觅处”的莘莘学子,王老的书无疑是雪中炭;对于有相当知识和经验的业内同行,不失为最优秀的参考“宝典”。

我有个关于王老最贴切的小故事,可以提供出来印证王老的学识渊博及慷慨。今年初王老来台湾私人旅游时,我本想尽地主之谊多介绍些台湾风光给他,可是因为许多上市公司的资深技术研发人员风闻王老访台竞相来电邀约餐叙,想见王老一面,我很好奇从未来台的王老怎会有如此多台湾朋友,王老只淡淡地说:这都是我没见过面的读者,大都是在网络上提问,我帮个小忙指点一下而已。等见到这几位大厂的高级技师,才听他们说了王老热诚帮助他们解决问题,而且从不要求酬劳,这就可以见证王老无私的分享及热诚助人之心。

王老还是位富有传奇色彩的人物。年轻时在逆境中仍自强不息,刻苦钻研业务,他著作(包括译作)等身,几十年来厚积薄发。写书是个很辛苦的“差事”,而他却默默耕耘,实在是难能可贵,可敬可佩。许多朋友和我有同感:王老的中文根底深厚,著作书卷气浓。他的书深入浅出,读来并不枯燥。

没有多年的有心积累,何来著作等身。从某种意义上说,王老的著作是做了别人想做却不敢做的事;或者说,是别人敢做却又做不到的事。这对音响界乃至华人社会是功德无量的好事,实在是可敬可贺!

罗权得

2007年秋于台北

序 三

解读王以真

王以真先生在音响界的声望以及才学不用多做介绍,多年来小生一直追踪着老先生文字的足迹,因为和王先生生活在同一座城市,又多了当面请教的机会,有几次几位已经不算年轻了的朋友和王先生畅谈如何搭配器材、如何欣赏音乐、如何做学问、如何做人,王先生亦诗亦酒,纵论天下,不就音响而谈音响,对文学、对人生、对国家、对责任讲了很多真知灼见,常常几个小时的时间很快就过去,而这几个小时往往让我回味很长时间,更令人起敬是老先生常怀的一颗爱国之心、一颗保持着纯真的心!

如同发烧友玩音响都走过从感性到理性再到感性,不断丰富自己、满足自己这么一个过程,通过文章真正理解王先生要经历“觉得文章知识丰富、文字的优美——理性思考后认识上的趋同——自我认识上的提高”这么一个过程,真正的发烧友从不只凭感觉、也不唯参数论,才能形成一个科学、综合、客观的评价,这也是一个认识与实践的过程,读王先生的文章亦如此。

王先生的理论功底泛泛之辈恐难有及,就算学些皮毛也会大有裨益,关键是学王先生的什么?近几年,《实用扬声器技术手册》、《实用扩声技术》、《实用扬声器工艺手册》的出版,解决了相关行业技术人员的燃眉之急,也给了许许多多像我这样的非专业人士以理论上和实践上的指导。

王先生他并不仅仅是一个纯技术派的长者(通常所说的“业务干部”),理解音乐的相关学问也是相当厉害,从文章的遣词造句,标题的随章如意,没有对传统文化的积累、前端音响技术的掌握恐难以达到。

每次看到王先生的文章都有很多收获,题目且不必说,必是唐宋佳句,文中更是引经据典,透出深厚的文化底蕴。从设计心得、器材点评到大展随笔,印象中的一些大家也不免出些应景之作,可王先生依旧认真、依旧每每给读者以深深的启迪。

这本《实用磁路设计》,出版15年后再版是一件有意义的事。社会在发展,大浪淘沙。浮躁的东西早已烟消云散,而王先生这本书的存在,说明它的价值。

中华民族辉煌的大唐王朝距今已有一千三四百年,如何以脍炙人口的五言七律来概括、形容、传导用现代科技堆砌的高保真系统给现代人们带来的对音乐的感受,使现代科技注入五千年中华文明,使现代文明带有中国特色,这对文化缺失、注重资本积累的当今社会,是一个严肃的命题,是仁人志士的一份责任。王先生的文字做到了这一点,这是音响界的一个幸事,当然,这件事做得很辛苦。

有时想想一些事情也真多余,一人一个活法,觉得舒服就行,不一定听得懂歌剧就比别人多活几年,可我还是挺佩服王先生的执着,也挺佩服被别人称为“积木搭天塔”的众多发烧友。王先生一辈子搞音响技术工作,或兴之所致、或有感而发写一点文章,一直保持着自由的文风、高尚的人格,文中一直在标明或隐含着这样一个主题,那就是一位中国文人、一位有志之士对历史、对社会的一份凝重的责任感。王先生的“无所求”,恰恰是他对事业、对责任、对“大梦”的一份深深的追求。

王先生多年来从努力打造一个好的微观视听环境,到营造一个宏观的理想的音响市场,一直在实践着自己不懈的追求,实践着我们众多发烧友的一个梦。到如今王先生一直笔耕不辍,用专业的书籍表述他学术的成就,用篇文章表述着他对人生的理解,有的激昂、有的沉稳、有的睿智、有的诙谐、有的善良、有的激奋,给我们生活中开拓了一片爱的天空——对音乐、对器材、对人生!不由得让我更加崇敬,做学问当如此,做人应更应当如此!

是为有志之士!

几年前曾想写一篇文章《解读王以真》,后来感觉还是没底,就放下了。今天蒙王先生抬爱,约作序,遂以此为题。

林 军

第2版序

《实用磁路设计》已出版十余年。根据读者的需求和愿望,准备再版。这次再版,修改了一些初版中的疏误,增添一些新的内容,而原书结构基本保持不变。

本书是为扬声器工作者量身打造的,这也是本书的价值与作用。在我多年从事扬声器的技术工作中,深知扬声器与磁路具有不可分割的关系,曾参观访问过国内众多的磁性材料厂,有幸同许多磁学专家交往,其中包括中科院的姚云甫教授、中国科技大学的周寿增教授、包头冶金研究所的王美华教授等,参加过全国性钕铁硼鉴定会……。书中的一些内容参考了他们的著作和成果。

第2版有幸请到一些同行朋友作序。江苏的戴志成经理,是一位扬声器部件公司的负责人,是积极支持扬声器技术发展的有心人。《实用磁路设计》还由台湾全华出版公司在台湾出版过繁体字本。海峡两岸扬声器生产技术方面的交流是较多的。台湾音响界朋友罗权得先生的序文对这点有所反映。天津的林军则是一位热爱音响、关注音响技术的读者。这几位朋友的序文使本书增色,在此谨致谢意。朋友的过奖之词,应是我追求的目标。和多数人一样,我只是在普通岗位上做普通事,或许更执着、更努力、更平和一些。

姜育仁先生、朱国祥先生、Mr. Peter Larson 为本书提供资料和帮助,董校庭先生为作者解决了许多难题,在此表示感谢。正是有这么多的朋友关心、支持、帮助、鼓励,使我能在扬声器道路上继续愉快走下去。从1991年写这本小书,至今已过去了16年。与时俱进,中国已成为一个扬声器大国,我们对扬声器的认识也在深化。再过16年,可能中国会成为一个扬声器强国。不论看到或看不到这一天,我都会感到欣然、平静,因为我们为一个大事业尽了微薄之力,为一个小产品奉献了巨大的热情。

另外,在这里还需要提及一点,在单位制上应采用国际单位制(SI),但是作者在全国各扬声器厂和磁性材料厂了解到,厘米·克·秒制(CGS)仍在广泛使用,例如使用频率最高的磁感应强度(磁通密度)的单位绝大部分仍采用高斯(Gs),而本书又是为各扬声器厂服务的,考虑到这种实际情况,本书中并未完全摒弃CGS制,为的是便于行业内的从业人员接受。希望经过持续努力,使SI制得以推广。

王以真

2007. 12. 24

初版序言

当这本《实用磁路设计》送到读者手中时,离初稿的油印本已经过去6年。早在1986年,东北工学院、辽宁机械工程学会准备举办“磁路设计讲座”时,邀请我来主持这一讲座。我想,这是一件有意义的事,而且在天津电声器材厂讲授和编写“扬声器概论”亦有磁路设计章节,于是便贸然答应下来。

在着手编写讲义时,发现问题并不那么简单,比最初设想的更为困难,更为复杂。

磁路设计和电路设计不同,电路设计的参考书可以很方便找出三五种,而专门讲磁路设计的资料、专著却很少,中文少,外文亦少,且这些资料又很分散。由此,编写有关磁路设计的书籍就愈显困难。

磁的发现应用很早,磁学也是一门古老的学科。由于磁路与电路是有区别的,是分散弥漫于空间之中。因此精确的磁路设计有相当的难度,随之带来设计方法的不够完善,不够完美。在一些场合下,要借助经验来弥补不足,而经验又需要每个设计者去积累,是书本难以描述的。

因此这本书只能举其荦荦大端,读者却免不了会感到隔靴搔痒。

本书主要内容来自国内外专家学者论著,书中引用的参考文献,遵循先贤先哲范例,不论名家与否,一律列于书后。编著者无非使用综合之法,汇纳百川之水,对所收集到的资料,钩沉辨异、删繁就简、浓缩发挥、诠释解说。编著者着眼不是创新,而是站在磁路设计、使用者之立场,为读者提供一些有用的资料,在实际工作中节省一点时间。对磁学研究来说,换了一种视角而已。还有一点也要说明,本书虽泛讲磁路设计,重点实为扬声器的磁路设计。

编著者处在生产工厂,诸事杂冗、四处奔波,所有文字不过忙里偷闲,集腋成裘而毕,并非一气呵成,以致结构松散,体制不一,斧凿之痕常见,精当之论少有。所以在1986年讲义印成之后,搁在一边,听任使用。居然几年之内,不断有人索取,表示欢迎,并建议何不正式出版。天津科学技术出版社不顾当时一些困难,慨然同意出版,对编著者也是一种鼓励。

事隔5年,斗转星移,世间多有变化。回视原稿,理应有所增删。框架仍然维持原状,内容稍作扩充,以包罗近年进展;或斧削约简,以求词顺意达。平心而论,这本书学术价值虽不甚高,但前后所花功夫与历程,其中甘苦非亲身经历是不能体会的。

在本书编写过程中,高真、李淑萍、宋家兰、黄仕安、徐庆香等同志给予许多鼓励和支持,在此表示诚挚的谢意。

王以真

1991.10

本书引用符号

A	场中某一面积
A_g	气隙截面
A_m	永磁体截面积
a	与 r 有关的系数
B	磁感应强度
B_d	工作点磁感应强度
B_i	内禀磁感应强度
B_r	剩磁
B_s	饱和磁感应强度
$(BH)_{\max}$	最大磁能积
F	磁体在磁场中所受的力
F	磁势差
F_i	磁通势
F_m	总磁动势
F_{te}	磁路中软磁体所产生的总磁通损失
F_{car}	磁路中装配间隙产生的总磁通损失
f	载流导体在磁场所受的力
G	磁导
H	磁场强度
H	内磁场强度
H_c	矫顽力
H_d	工作点磁场强度
H_e	有效磁场强度
H_m	永磁体内的磁场强度
H_s	饱和磁场强度
BH_c	矫顽力, 磁感应矫顽力
MH_c	内禀矫顽力
I	电流
K	磁化率
K_f	漏磁系数
K_r	磁通系数

L	从负磁荷到正磁荷 q_m 的长度矢量
L	导线长度
L_g	气隙长度
L_m	永磁体内长度
M	磁化强度
m	磁矩
N	磁体的退磁因子
N_b	磁体的感应退磁因子
P	导体电阻系数
q_m	磁体所具有的磁荷
R_m	磁阻
r	凸度系数
S'	盘厚
V	体积
V_m	磁体体积
V_p	粒子体积
v	速度
W_m	所需磁体重量
μ	磁导率
μ_0	真空磁导率
μ_i	初始磁导率
μ_m	最大磁导率
μ_r	相对磁导率
μ_{ou}	可逆磁导率
ρ_m	磁荷密度
Φ	磁通量
Φ_g	气隙通过磁通

目 录

第 1 章 磁性材料	1
1.1 概述	1
1.1.1 物质的磁性	1
1.1.2 磁的基本参量	2
1.1.3 磁化曲线	4
1.1.4 磁性材料	5
1.1.5 永磁材料退磁曲线	6
1.1.6 等磁能积曲线	8
1.1.7 磁性材料的用途	9
1.2 永磁材料	10
1.2.1 铝镍钴合金	10
1.2.2 铝、镍、钴永磁材料使用注意事项	11
1.2.3 铁氧体永磁材料	12
1.2.4 铁氧体永磁材料使用注意事项	15
1.2.5 稀土永磁材料	16
1.2.6 稀土钴永磁材料使用注意事项	20
1.2.7 可加工永磁合金	21
1.2.8 单畴微粉磁体	21
1.2.9 磁路设计与材料工艺间的关系	21
1.2.10 常见的磁体形状	22
1.3 软磁材料	24
1.3.1 工业纯铁	24
1.3.2 铁镍合金	24
第 2 章 磁路设计基本原理	25
2.1 磁体的用途与分类	25
2.2 磁路设计的任务	25
2.3 磁路的若干问题	26
2.3.1 磁体	26
2.3.2 磁路	27
2.3.3 磁通的折射定律	30

2.3.4	磁阻	30
2.3.5	工作点	32
2.3.6	工作点的选择	34
2.4	如何选择永磁体	36
2.5	如何选择软磁材料	37
2.6	磁路的基本类型	39
2.7	聚磁问题	45
2.8	永磁体的磁极面积、长度和气隙间的关系	46
2.9	磁路与电路的比较	47
2.10	退磁	48
2.11	磁屏蔽	49
2.12	双磁体磁路	50
2.12.1	双磁体磁路的出现	50
2.12.2	双磁体磁路的结构和原理	50
2.13	交流磁路	52
2.14	磁单位	53
2.15	力系数(Bl)	54
2.15.1	IEC 新标准	54
2.15.2	力系数的定义	54
2.15.3	力系数曲线	55
2.15.4	力系数的测量	55
2.16	音圈电感	56
2.17	磁路的形状	59
2.17.1	T 形磁路	59
2.17.2	各种形状的磁路	61
2.17.3	开槽磁路	61
2.17.4	三角形磁路	62
2.18	径向磁路	64
2.18.1	径向磁路的发展	64
2.18.2	径向磁体	66
2.19	线性磁路	66
2.19.1	线性驱动磁路	66
2.19.2	超线性磁技术	67
2.20	钕铁硼磁路	68
2.20.1	3 种钕铁硼磁路	68
2.20.2	新型钕铁硼磁路	69
2.21	DCD 磁路	70
2.22	平面串联磁路	72

2.23	磁路在使用过程中磁性能的下降	73
2.23.1	气隙磁通密度下降的原因	73
2.23.2	防止磁性能下降的措施	74
2.24	优化音圈、磁隙几何位置	75
2.24.1	驱动强度	75
2.24.2	音圈高度增加的影响	75
2.24.3	维持相同的直流阻	76
第3章	磁路设计方法	77
3.1	设计的依据和要求	77
3.2	等效电路法	77
3.3	有限元法	78
3.4	理想磁路的计算方法	78
3.5	磁导法	79
3.5.1	磁导法设计举例(一)	80
3.5.2	低温工作点的变化	83
3.5.3	磁导法设计举例(二)	84
3.5.4	考虑到低温变化的设计	86
3.6	图解分析法	87
3.7	数字计算法	88
3.8	有限元法举例	90
3.9	用计算机软件设计磁路	92
3.9.1	磁路设计软件	92
3.9.2	FINEMotor	92
3.9.3	FEMM	92
3.9.4	SpeaD	93
3.9.5	OPERA	94
3.9.6	Gemini(MagNet)	97
3.9.7	VSTX	97
3.10	FINEMotor 基本状况	97
3.10.1	FINEMoter 主页	98
3.10.2	主曲线窗口	98
3.10.3	数据表	99
3.10.4	磁通分布窗口	100
3.10.5	振动系统组件	102
3.10.6	音圈	103
3.10.7	实用栏目	105
3.11	FINEMotor 在低频扬声器磁路设计中的应用(一)	105

3.12	FINEMotor 在低频扬声器磁路设计中的应用(二)	109
3.12.1	设计目标	110
3.12.2	现有资源的利用	110
3.12.3	FINEMotor 模拟	110
3.13	球顶扬声器磁路设计实例	113
3.13.1	实例一	113
3.13.2	实例二	115
第4章	磁路设计举要	118
4.1	设计磁路要因时因地制宜	118
4.2	扬声器磁路设计	118
4.2.1	设计前的准备	118
4.2.2	磁路的制约	125
4.2.3	磁路和等效电路	125
4.2.4	线性驱动磁路	126
4.2.5	内磁式磁路设计方法	126
4.2.6	内磁式磁路实用设计法	129
4.2.7	外磁式磁路设计方法	131
4.2.8	程序化外磁式磁路设计	132
4.3	用图表法设计扬声器磁路	134
4.3.1	设计原则	134
4.3.2	设计图表的使用方法	134
4.4	稀土钴永磁体磁路设计	135
4.4.1	设计的特点	135
4.4.2	SmCe(CoCuFe)磁路设计	136
4.4.3	附加磁体	139
4.5	电磁式换能器磁路	139
4.6	充磁机	142
4.6.1	电磁铁充磁机	142
4.6.2	脉冲充磁机	144
4.7	磁流体及其在扬声器中的应用	145
4.7.1	磁流体	145
4.7.2	磁流体的主要技术指标	145
4.7.3	磁流体试验结果	146
4.7.4	磁流体的应用	151
4.7.5	磁流体的用量	151
4.7.6	磁流体对扬声器音圈特性的影响	152
4.7.7	磁流体的散热分析	153

4.7.8 磁流体的阻尼作用	154
第5章 磁路系统测量	156
5.1 概述	156
5.2 磁通表和测磁线圈	156
5.2.1 测量方法	156
5.2.2 测磁线圈	157
5.2.3 误差分析	157
5.2.4 冲击电流计法	158
5.3 霍耳效应传感器	158
5.4 测磁天平	160
5.5 磁体磁滞回线的测量	160
附录 相关标准	163
扬声器用铝镍钴系永磁体 SJ2318—83	163
磁性材料分类 ZB K10 002—90	166
永磁(硬磁)材料磁性试验方法 Methods of test of the magnetic properties of permanent magnetic (magnetically hard) materials GB/T—3217—92 代替 GB/T3217—82	189
在开磁路中测量磁性材料矫顽力的方法 Methods of measurement of the coercivity of magnetic materials in an open magnetic circuit GB/T 13888—92	195
烧结钕铁硼永磁材料 Materials for sintered neodymium iron boron permanent magnets GB/T13560—2000 代替 GB/T 13560—1992	199
硬磁材料一般技术条件 Standard specifications for magnetically hard materials GB/T17951—2000	205
参考文献	221

第1章 磁性材料

1.1 概述

1.1.1 物质的磁性

磁性是最早被人类认识和利用的现象之一。所谓磁性是指“能够激发磁场,并在磁场中受到作用力的性质”。自然界中有些物质有磁性。中国的四大发明之一指南针,即是利用物质磁性和地磁的一种发明。指南针是利用天然磁体研磨而成。韩非子“有度篇”：“先王立司南以端朝夕”是公元前246年的记载。磁石招铁如慈母之招子,这也是对磁性最早的认识和描述。见公元前3世纪的《吕氏春秋》所说“磁石招铁,或引之也”。武经总要(成书于宋仁宗庆历4年即公元1044年)和梦溪笔谈(成书于1095年前)两书中皆有指南针制法的说明。17世纪清初,刘献延(1648—1695年)在“广阳杂志”中记写道“磁石见铁,何物以隔之?……惟铁可以隔耳。”这就是磁屏蔽现象。

现代科学技术的发展证明,任何物质,小至分子、原子、原子核和基本粒子,大至地球、太阳等各种天体,都具有或弱或强的磁性。这是因为:原子内绕原子核运动的电子具有轨道磁矩,物质的抗磁性就与这种轨道运动有关。此外,原子核以及电子、质子、中子等基本粒子还存在自旋,具有内禀磁矩。电子的内禀磁矩是物质的顺磁性和铁磁性的起源。在通常情况下,多数物质所以不具有磁性,是由于热运动使原子核电子的磁矩取向混乱所致。

近代科学技术发端之一是电磁现象的发现和应用。就磁性材料而言,由单纯利用天然磁性材料(磁铁矿 Fe_3O_4) 到制造永磁性材料,这是磁性材料研制上的飞跃。

从20世纪初研制出钨钢,以后陆续研制出钴钢、铝镍钴磁体、铁氧体、铁钴微粉磁体、铂钴磁体、锰钼磁体、锰铝碳磁体、铁铬钴磁体、稀土钴磁体(其间又从稀土钴磁体发展到钕铁硼磁体,即第二代稀土磁体)。

不同的磁性材料,由于成分、晶体结构、工艺因素等方面的影响而具有不同的特性,性能上的千姿百态,决定了使用上的千变万化,用途上的多种多样。

对于磁路设计来说,就是在充分了解磁性材料性质的基础上,选择一种充分利用磁性材料能满足使用要求的最佳方案。

电磁感应现象使磁电现象不可分割,磁场能够穿透非超导态的一切物体。磁场对于磁矩作用可以不通过物体直接接触,磁场一经建立几乎不再消耗能源。磁场能使电子、光的偏振面发生偏转、使带电粒子聚焦……。磁场还有许多难以尽数的、发现的和尚未发现的特性,使磁性材料具有广泛的用途。我们居住的地球是一个大磁场,人们无时无刻都生活在磁场之中,而人们活动的各个领域,上穷碧落,遨游太空的卫星、飞船,下追黄泉,水下地壳的潜艇、飞钻,都可以找出磁性材料使用的有力佐证。