

中等职业技术教育规划教材

许炳鑫 主编

模具材料与热处理

中国机械工业教育协会
全国职业培训教学工作指导委员会 编
机电专业委员会

3162.4
857

机械工业出版社
MA MACHINE PRESS



中等职业技术教育规划教材

模具材料与热处理

中国机械工业教育协会
全国职业培训教学工作指导委员会 编
机电专业委员会
主编 许炳鑫

机械工业出版社

本书为适应中等职业学校机电类专业教学改革需要而编写的,是“模具制造与维修”专业的技术理论课教材。本书的主要内容包括金属材料的性能、金属模具材料、钢的热处理基础、模具钢的选材及热处理工艺等及其相应实例。

本教材可供技工学校、中等职业技术学校使用。

图书在版编目(CIP)数据

模具材料与热处理/许炳鑫主编. —北京:机械工业出版社, 2004.1

中等职业技术教育规划教材

ISBN 7-111-13659-4

I. 模… II. 许… III. ①模具—材料—专业学校—教材
②模具—热处理—专业学校—教材/TP TG162.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第117089号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码 100037)

策划编辑:荆宏智

责任编辑:李铭杰 版式设计:张世琴 责任校对:樊钟英

封面设计:姚毅 责任印制:施红

北京铭成印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2004年3月第1版·第1次印刷

850mm×1168mm $1/32$ ·4.125印张·108千字

定价:9.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010) 68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

中等职业技术教育规划教材

编审委员会名单

- 主 任** 郝广发
- 副 主 任** 周学奎 刘亚琴 李超群 何阳春 林爱平 李长江
付 捷 单渭水 王兆山 张仲民
- 委 员** (按姓氏笔画排序)
- 于 平 王 柯 王 军 王洪琳 付元胜 付志达
刘大力 (常务) 刘家保 许炳鑫 孙国庆 李木杰
李稳贤 李鸿仁 李 涛 何月秋 杨柳青 (常务)
杨耀双 杨君伟 张跃英 林 青 周建惠
赵杰士 (常务) 郝晶卉 荆宏智 (常务) 贾恒旦
黄国雄 董桂桥 (常务) 曾立星 甄国令
- 本书主编** 许炳鑫
- 副 主 编** 黄国雄
- 参 编** 黄晓明 周家琥 姜 虹
- 本书主审** 王德合

前 言

为贯彻落实“全国职业教育工作会议”精神，克服原有的教材专业设置落后，缺乏新的专业和复合专业，技术内容比较陈旧，理论课内容偏深、偏难的弊端，更好地满足中等职业技术教育教学改革的需要，中国机械工业教育协会和全国职业培训教学工作指导委员会机电专业委员会联合组织编写了这套适合新形势的中等职业技术教育规划教材。首批所选五个专业为机床切削加工、机械设备维修、模具制造与维修、数控机床加工、电气维修。本套教材的编写指导思想是：贯彻党的教育方针，依据《劳动法》、《职业教育法》的规定和《国家职业标准》的要求，更新教学内容，突出技能训练，强化创新能力的培养，以培养具备较宽理论基础和复合型技能的人才，使培养的人才适应科技进步、经济发展和市场的需要。其宗旨是：促职业教育改革，助技能人才培养。

为实现这一宗旨，中国机械工业教育协会和全国职业培训教学工作指导委员会机电专业委员会联合组织了 30 多所高、中级技工学校参加了首批五个专业教学计划、教学大纲的制定和教材的编审工作。各学校对新教材的专业选择、课程设置、学时安排、教学计划和教学大纲的制定、教材定位、编写方式等，参照《国家职业标准》相关工种中级工的要求和各校实际，经过三次会议进行了广泛的讨论和充分论证，首先完成了教学计划和教学大纲的制定和审定工作。在教材的编写过程中，贯彻了“简明、实用、够用”的原则，反映了新知识、新技术、新工艺和新方法，体现了科学性、实用性、代表性和先进性，正确处理了理论知识与技能的关系。同时通过对原有教材进行评价，针对其不足并在编写过程中进行了改进，以充分反映学校的实际需要。新教

材的价值在于兼顾了学生学习真本事与达到职业技能鉴定考试两种要求。综上所述,本套教材具有以下特色:

1) 职业性 专业设置参照有关专业目录,并根据职业发展变化和社会实际需求确定。

2) 科学性 教学内容与现代科学技术发展和先进技术装备、技术水平相适应,体现了科学性和先进性。

3) 实践性 重视实践性教学环节,加强了技能训练和生产实习教学,努力实现产教结合。

4) 衔接性 与企业培训和其他类型教育相沟通,与国家职业资格证书体系相衔接。

5) 实用性 教学内容符合职业标准及企业生产实际需要,有利于培养实用型人才。

与本教材配套的还有相应教材的习题集。

本套教材的编写工作得到了各学校领导的重视和支持,参加教材编审的人员均为各校的教学骨干,保证了本套教材能够按计划有序地进行,并为编好教材提供了良好的技术保证,在此对各学校的支持表示感谢。

本书具体编写分工如下:绪论和第一章由许炳鑫编写,第二章由黄国雄编写,第三章由周家琥编写,第四章由黄晓明编写,第五章由姜虹编写,全书由王德合主审。

由于时间和编者水平有限,书中难免存在某些缺点或错误,敬请读者批评指正。

中国机械工业教育协会
全国职业培训教学工作指导委员会
机电专业委员会

目 录

前言

绪论	1
----------	---

第一章 金属材料性能	6
------------------	---

第一节 金属材料的物理性能和化学性能	6
--------------------------	---

第二节 金属材料的力学性能	10
---------------------	----

第三节 金属的工艺性能	30
-------------------	----

思考与练习题	32
--------------	----

第二章 金属模具材料	33
------------------	----

第一节 模具材料的分类及性能	33
----------------------	----

第二节 冷作模具钢	38
-----------------	----

第三节 热作模具钢	44
-----------------	----

第四节 塑料模具钢	49
-----------------	----

思考与练习题	55
--------------	----

第三章 钢的热处理基础	56
-------------------	----

第一节 钢在加热时的组织转变	57
----------------------	----

第二节 钢在冷却时的组织转变	61
----------------------	----

第三节 钢的热处理工艺	69
-------------------	----

思考与练习题	80
--------------	----

第四章 模具钢的热处理	81
第一节 冷作模具钢的热处理	81
第二节 热作模具钢的热处理	91
第三节 塑料模具钢的热处理	97
思考与练习题	103
第五章 模具的选材及热处理工艺	104
第一节 冷作模具的选材及热处理工艺	104
第二节 热作模具的选材及热处理工艺	108
第三节 塑料模具的选材及热处理工艺	113
思考与练习题	118
附录	119
附录 A 压痕直径与布氏硬度对照表	119
附录 B 黑色金属硬度及抗拉强度换算表	121
附录 C 常用钢的临界点	122
参考文献	123

绪 论

一、模具工业的发展及模具钢的重要性

由于工业生产技术的迅速发展,目前国内外制造业广泛地采用了无切削、少切削加工工艺,如精密冲压、精密锻造、压力铸造、冷挤压、热挤压及等温超塑成形等新工艺,代替传统的切削加工工艺。模具作为主要的成形工具,已成为一种重要的加工装备。家用电器行业约 80% 的零部件、机电行业约 70% 的零部件均采用模具成形,塑料、橡胶、陶瓷、建材、耐火材料制品大部分均采用模具成形。一种中型载重汽车的改型,需要 4000 套模具,重达 2000 多吨。生产一种型号的照相机,需要 500 套模具,在很多行业中,模具费用已经占产品成本的 15%~30%。因此,工业产品质量的改进、生产率的提高、成本的降低、产品更新换代的速度,在很大程度上取决于模具的制造精度和质量、制造周期、生产成本、使用寿命等因素。

随着全球经济一体化进程加快,模具工业在国民经济中所发挥的作用越来越明显,机械电子、汽车、轻工、建材和国防工业等部门都大量采用模具进行生产,并提出越来越高的要求。模具工业已成为新技术产业化的重要组成部分,模具技术水平的高低与产品的质量、效益和新产品的开发能力有密切关系,它成为衡量一个国家工业水平高低的重要标志之一。20 世纪 80 年代以来,日本、美国、德国等工业发达国家,模具工业的产值超过机床工业的产值。

当前模具工业发展有两个特点:一是要缩短制模周期、降低制模成本。由于人们对工业品的品种、数量和质量要求越来越高,产品更新换代周期越来越短,而且多品种小批量生产较多,因此对模具制造提出了严格的要求。二是模具向大型化、复杂

化、精密化和自动化发展。模具制造要求越来越高，制造工艺越来越复杂。为了降低模具生产成本，增加效益，保证质量，在采用先进设备和制造工艺的同时，必须采用多种工艺措施尽量延长模具使用寿命。其中合理选用模具材料，采用先进的热处理和表面强化工艺，不断推广应用新材料就是一个主要的方面。

模具钢是制造模具的主要材料。尽管模具材料品种繁多，但是模具钢在模具制造业中使用最多，是模具工业最重要的技术和物质基础。近年来随着模具工业的迅速发展，模具钢的发展也极为迅速。世界各国都把模具钢分类于合金工具钢中，其产量已占合金工具钢产量的 70%~80%。

二、国外模具钢的发展概况

模具是从锤、斧、凿等手工业工具逐步发展而来的。人类从铁器时代开始，就采用钢铁材料制造手工工具。考古学家在埃及金字塔中就已经发现了约五千年前的铁制工具残片。经过漫长的发展过程，早期的工具钢是属于简单的普通碳素工具钢。自从 18 世纪中期欧洲进入蒸汽机时代后，工业品由手工制造变为机器制造。金属切削机床的使用，切削加工的速度提高，成形负荷增大，对工具材料的质量、使用性能、工艺性能的要求越来越高，碳素工具钢已无法满足需要。19 世纪末期英国的一些工厂研制出了一批具有良好性能的合金钢，如 1895 年泰勒 (F.W. Taylor) 发现有些合金工具钢提高淬火温度可以得到红硬性，使工具能在较高的切削速度下使用，提出了“高速钢”的概念，成为现在 W18Cr4V 型高速钢的雏型。20 世纪 20 年代一系列的合金模具钢出现，主要有冷作模具钢、热作模具钢，并进行了易切削模具钢的研究。20 世纪 50 年代以后，随着石化工业的迅速发展，塑料迅速成为一种重要的工业材料，为了满足塑料制品成型模具的需要，世界各国迅速发展了一批不同类型的专用塑料模具钢，目前先进工业国家已经形成专用的钢种系列。

近年来，工业生产技术迅猛发展，各种新材料不断出现，模具的工作条件日益苛刻，对模具钢的性能、质量、品种等方面的

要求不断提高, 先进工业国家近年来开发了各种具有不同特性、适应不同要求的新型模具钢, 不仅品种增加、质量提高, 而且生产工艺和生产装备也有很大改进, 主要有以下几个特点:

(1) 研制出先进的各种类型的冷、热作模具钢, 并有较完整的系列。它们各具特点, 适应冷、热作模具的特殊要求。

(2) 塑料模具钢高速发展并系列化。20 世纪 70 年代以后工程塑料品种大量开发, 塑料已经成为一个重要的工业材料得到广泛地应用。从航天器到舰艇, 从建筑材料到农业生产, 从家用电器到儿童玩具都离不开塑料制品, 而塑料制品大部分采用模压成型, 不少工业发达国家塑料模具的产值已经居模具产值的第一位, 塑料模具钢也迅速发展并成为一个专用钢种系列。

(3) 模具钢的品种规格迅速向多样化、精料化、制品化方向发展。近年来, 由于模具工业标准化、系列化程度不断提高, 设计和制造过程中 CAD&CAM 技术广泛应用, 使得模具制造业的生产效率和材料利用率大大提高, 模具制造周期大大缩短。主要有以下几个特点: 首先是品种规格多样化。模具制造中, 相当部分的模具大部分是由几块扁平形部件组装而成的。在国外, 模具制造需要的各种各样扁钢和厚板已经标准化、系列化, 并制定了详细的技术规范。如锻造扁钢、热轧扁钢、热轧板材、冷拉扁钢等, 都由模具钢厂供应可直接使用的成材; 其次是日趋精料化。由钢厂直供不同要求经过机械加工的高精度、无脱碳层的精料。国外有些主要的模具钢生产厂的模具钢精料已占 60% 左右; 再次是向制品化方向发展。由钢厂供应经过淬、回火和精加工的模板、模块等制品, 模具制造厂可以直接采购标准模块, 只对模具的型腔或刃部进行精加工后即可与标准模架配套组装后交货。由于模具成型后不需要再进行最终热处理就可以直接使用, 这样既保证模具的使用性能, 又可以避免由于热处理而引起的模具变形、氧化、脱碳、开裂等质量问题。该类制成品适宜制造形状复杂、大型、精密、长寿命的塑料模具, 应用越来越广泛。

(4) 模具钢性能高级化。目前工业发达国家为了提高模具的

质量和使用寿命,把提高模具钢的质量和性能放在重要位置,应用了一系列先进工艺方法。比如,生产高纯净度模具钢,不但可以改进钢的原有性能,而且可以赋予钢新的性能,提高钢材的内在质量,这是延长模具寿命的根本途径之一。日本有的钢厂把钢中含硫、磷质量分数从0.03%降到0.01%以下,冲击韧度提高一倍以上。再如生产等向性模具钢,改善钢的横向韧性和塑性,使其与纵向性能接近。由于模具大部分是多向受力,这样就可以大幅度提高模具的使用寿命。同时,采用了许多新工艺、新技术和新装备,提高了模具钢的各种性能。如采用精炼、大断面无缺陷连铸、高刚度连轧机及高精度轧制等等生产工艺。

三、我国模具钢生产现状及展望

目前我国模具钢产量已跃居世界前列。绝大部分的标准钢号,我国基本上都能生产。通过几次钢种的整顿和标准修订,已初步形成比较完整的模具钢系列,在模具钢的生产技术、品种质量、科技开发以及应用等方面,都取得了比较大的进步。但是,由于发展时间较晚,与工业发达国家相比存在着一些差距。

(1) 钢种系列化程度低。我国制定的GB/T1299—2000标准中,总体来看钢种系列比较完整,但是钢种系列有待进一步完善。如用量很大的塑料模具钢在GB/T1299—2000中只纳入了两个钢号,显然不能满足各种不同类型的塑料模具的要求。

(2) 钢种产品结构不合理。其精料化、制品化程度较低,品种单一,90%左右是带有黑皮的圆钢。厚钢板、方钢、扁钢等市场上极少见,而且规格较少,产品规格分档较粗。模具制造厂很多是将圆钢锯切改锻成扁钢或模块,由于多采用自由锻锤改锻,加工余量大,材料利用率低,影响模具的制造周期。

(3) 钢种应用选择不合理。如塑料模具产量很大,但目前绝大多数塑料模具均用碳素结构钢制造,模具的使用寿命短、质量差,因此压制的塑料制品质量不高。冷作模具钢的钢号系列比较完整,但部分用量较大的品种产量又不高。

(4) 模具钢冶金质量不高,性能高级化发展不快。如前所述,

国内生产高纯净度模具钢,等向性模具钢等方面与国外差距较大。

(5) 生产工艺和装备相对落后。目前,我国虽建立了一批技术先进的钢厂,采用新技术进行生产的模具钢产品质量已达到国际先进水平,已经能生产模具扁钢和厚钢板,我国模具钢品种、规格得到了改善。但是我国模具钢生产专业化程度较低,至今仍有不少企业仍在采用 20 世纪 50 年代的工艺装备进行生产。所以总体而言,在生产效率、产品质量,特别是尺寸精度和表面质量方面与国外产品比较还有一定差距。

今后我国模具钢技术的发展,主要是积极引进、开发高性能钢种,加强系列化、标准化工作,向精料化、高级化方向发展,发展专业化生产,采用先进工艺和装备,增加品种、提高质量、降低成本,使我国模具钢产品迅速达到世界先进水平。

四、本课程的性质和要求

本课程是模具制造专业的主要专业课程。学习本课程的目的,是使学生了解现代模具制造业的发展状况和趋势,知道模具制造的一般性工艺问题。掌握各类模具钢的分类、特性和热处理方法及使用范围。重点掌握模具的质量、寿命、成本与模具钢的选择及热处理之间的关系,学会正确选用模具钢及其热处理方法。

本课程是以物理、化学、机械基础、机械制造工艺为基础的一门学科。学习时应该经常联系有关课程的有关内容加深理解。同时本课程又是模具制造专业的重要基础课程,与热加工、冷加工工艺联系紧密,学习过程中要融会贯通、牢固掌握。为了方便教材的使用,单独把“金属材料的性能”列成一章。本课程还是一门实践性很强的课程,与生产实践联系十分紧密。学生在学习过程中,必须安排参观一些模具制造厂家和模具使用厂家,以增加感性知识。

与机床工业相比,模具制造业是一个新兴的行业,我国模具制造业发展的时间不长,专业化生产水平低,与世界先进的工业国家尚存一定的差距,学生要在学习过程中注意观察、思考,学习先进工艺技术,积累经验,把本课程所讲的内容真正掌握好。

第一章 金属材料性能

模具材料按使用的类别可分为金属材料和非金属材料，当前使用最多的是金属材料，特别是钢铁材料。金属材料在模具制造中得到广泛使用是由于其具备许多优良的性能，能够满足模具恶劣服役条件的要求。金属材料的性能一般分为使用性能和工艺性能。使用性能是指金属材料在使用过程中所表现的特性，包括物理性能、化学性能和力学性能；工艺性能是指金属在加工过程中所表现出来的特性，包括铸造性能、锻造性能、焊接性能和切削加工性能。使用性能是选用材料和决定零件尺寸的主要依据，而工艺性能则是确定零件加工方法的根据。只有深入和全面了解金属材料的各种性能，才能合理地选择和正确地使用金属材料，制造出质量高、成本低、经久耐用的模具。

第一节 金属材料的物理性能和化学性能

金属的物理性能是指金属本身的属性，在模具制造中涉及的物理性能有密度、熔点、导电性、导热性、热膨胀性、磁性等。金属的化学性能是指金属在化学作用下所表现出的性能，在模具制造中涉及的化学性能有耐腐蚀性和抗氧化性等。

一、金属的物理性能

1. 密度 某种物质单位体积内所具有的质量称为该物质的密度。金属的密度即是指单位体积金属的质量。密度的表达式如下

$$\rho = \frac{m}{V}$$

式中 ρ ——物质的密度 (kg/m^3)；

m ——物质的质量 (kg)；

V ——物质的体积 (m^3)。

密度是金属材料的特性之一，常用金属材料的密度差别很大，铝合金为 $2.7\text{g}/\text{cm}^3$ ，铜为 $8.96\text{g}/\text{cm}^3$ ，见表 1-1。一般将密度小于 $5 \times 10^3 \text{kg}/\text{m}^3$ 的金属称为轻金属；密度大于 $5 \times 10^3 \text{kg}/\text{m}^3$ 的金属称为重金属。在机械制造业中都特别强调零件的体积小、重量轻、强度高。如汽车、飞机、导弹、航天器等，常要求在满足强度要求的条件下尽量减轻质量，为此常采用轻金属的合金，如铝合金、钛合金等。模具制造中，模具材料的选择主要是考虑其恶劣的服役条件的要求。模具通常在高温或冲击力较大的条件下工作，这就要求其具有足够的强度和较高的硬度，因此常采用重金属材料，如各种合金钢。

表 1-1 常用金属的物理性能

金属名称	符 号	密度(20°C) $\rho/(\text{kg}/\text{m}^3)$	熔点/ $^\circ\text{C}$	热导率 λ $[\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})]$	线胀系数 ($0\sim 100^\circ\text{C}$) $\alpha_1/(\text{10}^{-6}/^\circ\text{C})$	电阻率 (0°C) $\rho/(\text{10}^{-6}\Omega\cdot\text{cm})$
银	Ag	10.49×10^3	960.8	418.6	19.7	1.5
铜	Cu	8.96×10^3	1083	393.5	17	1.67~1.68
铝	Al	2.7×10^3	660	221.9	23.6	2.655
镁	Mg	1.74×10^3	650	153.7	24.3	4.47
钨	W	19.3×10^3	3380	166.2	4.6 (20°C)	5.1
镍	Ni	4.5×10^3	1453	92.1	13.4	6.84
铁	Fe	7.87×10^3	1538	75.4	11.76	9.7
锡	Sn	7.3×10^3	231.9	62.8	2.3	11.5
铬	Cr	7.19×10^3	1903	67	6.2	12.9
钛	Ti	4.508×10^3	1677	15.1	8.2	42.1~47.8
锰	Mn	7.43×10^3	1244	4.98 (-192°C)	37	185 (20°C)

2. 熔点 金属或合金从固态向液态转变时的温度称为熔点。金属都有固定的熔点，见表 1-1。合金的成分决定合金的熔点，例如钢和生铁虽然都是铁碳合金，但是由于含碳量不同，熔点也不同。熔点不但是金属和合金冶炼的重要工艺参数，而且不同熔点的金属和合金在工业上有不同的用途。

熔点低的金属称为易熔金属（如锡、铅等），可以用来制造

熔丝和防火安全阀等零件。熔点高的金属称为难熔金属（如钨、钼等），可以用来制造耐高温零件，如喷气发动机的叶片、电阻丝等。常用金属的熔点见表 1-1。

典型的热作模具如压铸模，是在高温下使液态金属压铸成形的一种模具。模具工作时，其形腔表面经常与 $400 \sim 1600^{\circ}\text{C}$ 液体金属接触，反复多次被加热、冷却，模具工作温度高达 $300 \sim 1000^{\circ}\text{C}$ 左右。制造这类模具则要选择耐高温的金属材料。

3. 导热性 金属材料传导热量的性能称为导热性。导热性的大小用热导率来衡量。热导率的符号是 λ ，单位是 $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 。热导率越大，金属的导热性越好。常用金属的热导率见表 1-1，纯金属的导热性好，其中银的导热能力最好，铜、铝次之。合金的导热比纯金属差。

导热性是金属材料的重要性能之一，在制订焊接、铸造、锻造和热处理工艺时，必须考虑材料的导热性，防止金属材料在加热或冷却过程中由于导热性差内外温差过大，形成过大的内应力，造成金属材料的变形或破坏。

导热性好的金属散热性也好，在制造散热器、热交换器与活塞等零件时，要选用导热性好的材料。如前面所讲的压铸模就要求其制造材料具有较高的导热性。

4. 导电性 金属材料传导电流的性能称为导电性。金属材料导电性能的强弱用电阻率来衡量，电阻率的符号是 ρ ，单位是 $\Omega\cdot\text{cm}$ 。电阻率越小，金属的导电性越好。金属导电性以银最好，铜、铝次之，常用金属的电阻率见表 1-1。合金的导电性比纯金属差。

电阻率小的金属材料电阻值小，反之亦然。在电气工程中采用电阻率小的铜或铝做输电导体如导线、电缆等，以减少送电过程中的电能损失；而采用电阻率大的金属材料如铁、铬、铝合金做电炉的加热元件。

5. 热膨胀性 金属材料随着温度变化而膨胀、收缩的特性称为热膨胀性。一般来说，金属受热时膨胀而体积增大，冷却时

收缩而体积缩小。热膨胀性的大小常用线胀系数 α_l 来表示，线胀系数计算公式如下

$$\alpha_l = \frac{l_2 - l_1}{l_1 \Delta t};$$

式中 α_l ——线胀系数 ($1/K$ 或 $1/^\circ C$);

l_1 ——膨胀前长度 (m);

l_2 ——膨胀后长度 (m);

Δt ——温度变化量, $\Delta t = t_2 - t_1$ (K 或 $^\circ C$)。

常用金属的线胀系数见表 1-1。

金属的热膨胀性在机械制造中很重要。在常温下工作的普通零件其热膨胀性可以不予考虑，但对一些特殊零件，就必须特别重视。如：柴油发动机的活塞与气缸，既要保证活塞在缸套内能自由往复运动，又要保证两者之间有较好的气密性，因此工作间隙很小，以防止两者之间卡死或漏气，所以就要求活塞与缸套具有良好的导热性和相近的热膨胀性，否则就不能正常工作。同样，轴与轴瓦之间要根据线胀系数来控制其间隙尺寸。测量工件的尺寸也要注意热膨胀性的因素，以减少测量误差。在制订焊接、热处理、铸造等工艺时必须考虑材料的热膨胀性的影响，以减少工件的变形和开裂。

6. 磁性 金属材料被磁化或被磁铁吸引的性能叫做磁性。根据金属材料在磁场中受到磁化程度的不同，可分为：铁磁性材料（如铁、钴等）、顺磁性材料（如锰、铬等）、抗磁性材料（如铜、锌等）三类。铁磁性材料在外磁场中能强烈地被磁化；抗磁性材料能抗拒或削弱外磁场对材料本身的磁化作用。

铁磁性材料可用于制造变压器、电动机、仪表等；抗磁性材料则可用作要求避免电磁场干扰的零件和结构材料。

铁磁性材料当温度升高到某一温度时，就会失去磁性，变为顺磁体，这个转变温度称为居里点，如铁的居里点是 $770^\circ C$ 。

二、金属的化学性能

1. 耐蚀性 金属材料在常温下抵抗氧、水蒸气及其他化学