

材料科学及新型材料

【材料】可以用来做成器件、结构件或其他可供使用的物品的物质。可采用不同标准将材料分类。例如，依据材料的来源将材料分为天然材料和人造材料两类；按主要结合键类型将材料分为金属材料、无机非金属材料和高分子材料三类；根据主要使用性能将材料分为结构材料和功能材料；按照用途分为建筑材料、电子材料、耐热材料等；依据材料中原子、分子或离子的排列情况，可分为晶态材料、非晶态材料、准晶态材料等。材料是人类生活和生产的物质基础，对科学技术的发展、对国家的强盛和安全都有着关键性的作用。

【金属材料】由金属或合金构成的材料。具有良好的导电性、导热性和正的电阻温度系数。有金属光泽。大多具有较高的塑性、韧性和强度。按组成元素分为黑色金属材料 and 有色（非铁）金属材料。按主要使用性能分为金属结构材料和金属功能材料。按生产工艺分为铸造合金、变形合金和粉末冶金材料。广泛用于生产、生活、国防、科学技术各个领域。

【陶瓷材料】用类似陶瓷工艺方法生产的各种无机非金属材料的统称。包括传统的陶器和瓷器，以及玻璃、水泥、耐火材料等。按

性能和应用的不同可分为工程结构陶瓷和功能陶瓷两大类。

【高分子材料】又称大分子材料、高聚物材料或聚合物材料。分子量在 10^3 — 10^6 之间的有机化合物。包括塑料、合成纤维、涂料、胶粘剂和合成橡胶等。是由简单低分子化合物重复连接而成的。按其性能和用途可分为工程高分子材料和功能高分子材料。广泛应用于工农业生产、国防和日常生活各方面。

【复合材料】由两种或多种不同性质的材料经过复合形成的一种兼有组成材料的优点或特点的多相固体材料。其中一相为连续相（称基体相），另一些相（称增强相）以独立形态分布在连续相中。按使用性能分为结构复合材料和功能复合材料。根据基体相的性质分为金属基复合材料、树脂基复合材料、陶瓷基复合材料等。按增强相形态可分为粒子增强复合材料、纤维增强复合材料、夹层增强复合材料等。

【结构材料】以力学性能为主要使用性能的材料。主要用来制造在不同环境下工作时承受载荷的各种结构件和零部件。结构钢、耐热钢、不锈钢、工具钢、耐磨铸铁、增韧陶瓷、工程塑料等均属于结构材料。

【功能材料】以物理性能（不包括力学性能）为主要使用性能的材料。如磁性材料、精密电阻材料、贮氢材料、膨胀材料、光纤材料等。

【晶态材料】又称晶体材料。由原子、分子或离子有规则地周期性

排列构成的固体材料。根据结合键类型可分为五种晶体：(1) 金属晶体，如日常使用的钢、铁、铜、铝等；(2) 离子晶体，如食盐、碱、氯化钾等；(3) 共价晶体，如金刚石、碳化硅、氮化硅、氮化硼等；(4) 分子晶体，如甲烷、二氧化碳、氢、氧等在低温下形成的晶体；(5) 氢键晶体，如冰、磷酸二氢钾等。按状态分为单晶材料、多晶材料、微晶材料、液晶材料等。狭义的晶体材料是指在尖端科学技术中有广泛用途的单晶材料，如半导体晶体、光学晶体、激光晶体、电光晶体、声光晶体、磁光晶体、压电晶体、非线性光学晶体、闪烁晶体、热释电晶体等。

【非晶态材料】 又称玻璃态或无定形材料。原子、分子呈不规则排列的固体材料。包括传统的玻璃、非晶态金属材料、非晶态半导体、非晶态高聚合物等。具有比晶态材料高的硬度、粘滞系数和不同的物理性能。

【准晶态材料】 一种新的有序材料。其电子衍射花样由明锐的斑点构成，具有五次或十次旋转对称性，结构具有长程取向有序，但不具有长程平移有序。不同于晶体，也不同于非晶体。已在 Al—Mn、Al—Cu—V、Ti—V—Ni、Pd—U—Si、Mg—Zn—Al、Ga—Mg—Zn、Al—Cr—Si 等许多合金系中发现。可通过快速凝固法、退火法、高能粒子束辐照法、固态反应法、真空气相沉积法等途径获得准晶态物质。准晶态材料的特殊结构，预示着它将成为具有特殊性能的功能材料。

【新材料】 新近发展起来的或正在发展中的性能优异的材料。新材料类型很多，归纳起来大致分四类：(1) 新型金属材料，如非晶

态金属、贮氢合金、形状记忆合金等；(2) 新型无机非金属材料，如光学纤维、压电陶瓷、人造骨骼、增韧陶瓷等；(3) 新型高分子材料，如高分子分离膜、高分子半导体等；(4) 先进复合材料，如碳纤维或聚芳酰胺（凯芙勒）纤维增强塑料、陶瓷纤维或晶须增强金属材料等。新材料的发展对科学技术和社会进步有着重大影响。如单晶硅半导体的制造促进了电子信息技术的建立和发展；先进复合材料和一系列新型超合金的开发为空间技术的发展奠定了物质基础。新材料是高技术发展的物质基础，在高技术的发展过程中，每一重大的突破都是以新材料为前提的。高技术的发展又反过来促进新材料的开发。

【低合金高强度钢】在低碳钢成分的基础上加入少量合金元素而制成的钢。除具有足够高的强度（主要指屈服强度）外，还具有良好的塑性加工性能、可焊性、耐腐蚀性等。广泛用于汽车、造船、输油管道、桥梁建筑等制造业。与普通钢材相比，使用时节约钢材 15—30%。新近发展的钢种主要有非调质钢、贝氏体钢和双相钢。

【非调质钢】不经调质处理，锻轧材机械性能可以达到调质处理的碳素结构钢或合金结构钢性能水平的一类中碳微合金高强度钢。由于可以省去调质热处理，故有节能钢之称。这类钢主要靠钒碳化物析出强化、钛引起的细晶强化或锻轧后直接淬火形成板条马氏体和均匀分布的碳化物引起的强化提高钢材的强度。

【低碳贝氏体钢】经奥氏体化后用空冷或控制连续冷却方法可以获得贝氏体组织的低碳低合金钢。含碳量一般小于 0.25%。合金元

素主要是钼、钛、硼、锰等。钼和硼可以使奥氏体等温转变曲线的先共析和共析转变部分明显右移，而贝氏体部分右移较少，从而可以保证钢材热轧后可以获得贝氏体组织。铌的作用是细化奥氏体晶粒。钛的加入不仅可以细化奥氏体晶粒，还可以固定钢中的氮，使氮不能与硼反应形成氮化物，保证了硼的抑制先共析铁素体形成的作用得以发挥。低碳贝氏体钢热轧空冷后屈服强度可达 450—900 兆帕。

【双相钢】由多边形铁素体和马氏体（或贝氏体）岛所构成的低合金钢。具有低的初始屈服强度（260—340 兆帕），有利于塑性变形，又由于高的位错密度，使钢在低应变时有高的加工硬化率。经 3—5% 的拉伸变形后，强度可提高 250—340% 兆帕。由于双相钢有高的抗拉强度（大于 700 兆帕），大的均匀伸长率（大于 15%）及高的初始加工硬化率，所以具有优良的冷加工成形性。可通过两种方式获得双相组织：（1）临界温度退火，将钢加热到铁素体加奥氏体的两相区，在随后冷却时富含碳和锰的奥氏体转变为马氏体；（2）控制热轧后的晶粒度及冷却速度，可得到细小铁素体加马氏体组织。

【超高强度钢】经热处理后屈服强度大于 1380 兆帕的钢材。主要用于各种要求高比强度的机件。如飞机起落架、高强度螺栓、火箭发动机外壳、导弹弹体、弹簧、高速转子等。按化学成分可分为低合金超高强度钢、中合金超高强度钢和高合金超高强度钢三类。

【低合金超高强度钢】含碳量在 0.27%—0.45% 之间，合金总量不

超过 5% 的一类超高强度钢。例如 40CrNiMOA 以及 35Si2MOVA, 40CrMnSiMOVA, 30CrMnSiNi2A 等。高强度的获得是靠马氏体相变强化实现的。热处理工艺一般是淬火加低温回火 (200—300℃)。是主要的飞机结构用钢。

【中合金超高强度钢】合金含量 5—10% 的超高强度钢。主要合金元素有铬、钼、钨、钒等碳化物形成元素。淬透性好, 回火稳定性高。如 18Cr2Ni4WA、4CrMOVSi、4Cr5MOV1Si 等。用于制造飞机起落架、飞行器骨架、汽轮机零件及弹簧等。中碳者可兼作热模具钢使用。

【高合金超高强度钢】合金总量大于 10% 的超高强度钢。获得重要发展和实际应用的有沉淀硬化不锈钢和马氏体时效钢。

【马氏体时效钢】含碳极低 (小于 0.03%), 合金元素为镍 (18—25%) 及钼、钴、钛、铝、铌等, 可进行淬火和沉淀强化的超高强度钢。具有很高的屈服强度、高的塑性、韧性、优良的工艺性能。淬火后获得低碳马氏体组织, 具有中等强度, 硬度不高, 但塑性韧性很高。故可在马氏体状态下加工成形, 然后再通过时效强化。时效时析出 Ni_3Mo 、 Ni_3Al 等化合物。由于沉淀强化使钢的强度大大提高。

【相变诱发塑性钢】又称 TRIP 钢。把塑性变形强化与相变诱发塑性结合起来, 既有高强度、又可保持高塑性的一种超高强度钢种。是一种高合金奥氏体钢。经高温固溶处理后, 其马氏体相变温度 M_s 在室温以下, 而 M_d 在室温以上, 先将钢在 M_d 温度塑性变形

80%，经过变形的钢 M_s 、 M_d 均有所升高，但室温下仍为奥氏体组织。屈服强度可达 1400 兆帕。由于 M_d 提高，在屈服后小的塑性变形即引起奥氏体向马氏体转变，变成了马氏体的部位因强度提高而停止变形，应变的继续增加不断引起奥氏体向马氏体转变，这就使得均匀延伸大为增加，而且抗拉强度 σ_b 也因马氏体形成而获得明显提高。TRIP 钢的强度可以达 2000 兆帕以上，延伸率达 20% 以上，而且具有抗应力腐蚀、抗氢脆的性质及较好的焊接性。适于制造各种在低温下工作的高压容器、化工机械、高强度钢丝、钢索等。

【粉末高速钢】用粉末冶金方法生产的高速钢。普通高速钢中由于一次碳化物较粗大，刀具在实际使用时，裂纹往往在粗大一次碳化物与基体界面处首先产生。一次碳化物是凝固时结晶出来的，凝固速度越快，一次碳化物偏析程度越小。当高速钢熔化后以雾化方式冷却时，由于冷速大，碳化物偏析极小。高速钢雾化粉末压实烧结后，碳化物微细而均匀分布。粉末高速钢容易得到高的淬火和回火硬度，而且硬度均匀，热处理变形小，淬火时奥氏体晶粒特别细，韧性高，在超高硬度时抗崩刃性好，研磨性能好，工具寿命稳定。

【超硬高速钢】淬火后洛氏硬度可达 HRC67—70 的高速钢。在普通高速钢成分的基础上，按化学平衡计算适应提高碳量，并加入某些合金元素如钴、铝、铌、钒、氮等制成。高温硬度和耐磨性得到很大提高。可用于加工耐热合金、不锈钢等，典型牌号如：
W12Cr4Mo3Co5Si、
W9Cr4M03V2Co6Si、

W12Cr4Mo3SiALNb、
W12Mo3Cr4V3N、
W12Mo3Cr4Co3N 等。

【硬质合金】将一些难熔碳化物粉末和粘结剂粉末混合，加压成型经烧结而成的一种粉末冶金材料。硬质合金硬度高，热硬性好，耐磨性优异。可分金属陶瓷硬质合金和钢结硬质合金。

【金属陶瓷硬质合金】即通常所说的硬质合金。将一些难熔的金属碳化物粉末和粘结剂混合，加压成型，再经高温烧结而成的一种粉末冶金材料。其硬度很高（HRC69—81），耐磨性好，红硬性极好，在 900—1000℃ 仍不软化。做刀具，切削速度比高速钢提高 3—6 倍，刀具寿命提高 5 倍。常用硬质合金可分三类：（1）钨钴类，以碳化钨为硬化相，以钴为粘结剂的硬质合金，如 YG3，YG6，YG8 等；（2）钨钛钴类，以碳化钨、碳化钛为硬化相，以钴为粘结剂的硬质合金，如 YT5，YT15，YT30 等；（3）万能硬质合金，以碳化钨、碳化钽、碳化钛为硬化相，以钴为粘结剂的硬质合金，如 YW1，YW2，YW3，YW4。硬质合金适于做切削工具、矿山工具（如钎头）、金属成型工具、表面耐磨材料等。

【钢结硬质合金】以难熔碳化物为硬化相，以合金钢粉末为粘结剂，经配料、混料、压制和烧结而成的粉末冶金材料。硬化相主要为碳化钛、碳化钨，约占合金总量的 30%。粘结相为各种合金钢或高速钢粉末。钢结硬质合金烧结坯件经退火后可进行一般的切削加工，经淬火回火后有相当于金属陶瓷硬质合金的高硬度，其红硬性、耐磨性比一般硬质合金低，比高速钢高得多，韧性也比高

速钢高得多。也可进行锻造、焊接、并有耐热、耐蚀、抗氧化等特性。适于制造形状复杂的刀具、在较高温度下工作的模具及耐磨零件。

【硬质合金表面涂复】在硬质合金表面涂上一层或几层极薄的高硬度、高熔点、高耐磨性的材料的工艺方法。常用涂复方法有化学气相沉积法、物理气相沉积法等。常用涂复材料有碳化钛、氮化钛、氧化铝、氮化钎、碳化钎等。用于切削工具、金属模具等，可延长使用寿命一至几倍。

【超塑性】合金在一定温度和形变速率下所表现的具有极大的伸长率（百分之几百至百分之几千）和很小的形变抗力的性质。可分为细晶超塑性和相变超塑性。利用超塑性原理加工的零件，精度高、无需切削、表面光洁、可一次成形。

【细晶超塑性】又称微晶超塑性。合金具有微细等轴晶粒（晶粒直径在 0.5—5 微米范围内）、在较高温度（ $0.4—0.7T_m$ ， T_m 为熔点）和低应变速率（小于 10^{-3} /秒）的条件下形变所表现出的超塑性。特点是：（1）应变速率敏感性指数值大；（2）晶粒愈细小，产生超塑性的应变速率便愈高；（3）即使延伸率超过 1000% 的变形，各个等轴晶粒形状仍不改变；（4）存在大量的晶界滑移，故有减振能力。

【相变超塑性】又称动态超塑性。在一定的拉伸负荷作用下，使材料在相变或同素异构转变温度上下反复加热冷却多次，便可获得极大的延伸率的性质。

【相变诱发超塑性】 又称相变诱导塑性。处于高温相（如奥氏体）状态的合金在形变过程中连续发生马氏体相变，从而出现很大的塑性变形的性质。也是一种相变超塑性。由于相变过程导致应力集中的缓和，从而获得极大的塑性变形，不需要在相变温度上下多次循环。可用这一原理来强化奥氏体不锈钢，加工后钢的强度、韧性、塑性均佳。许多合金如铁—镍、铁—锰—碳、铜—锌、钛—铝—钴等都具有相变诱发超塑性。

【超塑性合金】 具有超塑性的合金。其特点是：拉伸变形时延伸率大，可达百分之几百，甚至百分之几千；无颈缩现象；变形阻力小；所需流变应力仅为一般塑性变形的几分之一，甚至几十分之一；易成形加工；从金相组织特点看，当原材料为等轴晶组织时，变形后仍为等轴晶组织。超塑性变形时，晶界行为起着主要作用，如晶界滑动，晶粒转动或易位等。

【易切削钢】 含有数量较多、分布均匀、细小分散的低硬度脆性夹杂物，使切削性能大大提高的钢。在切削加工时，切屑易于破碎，因而可以节省动力，采用较高的切削速度，获得较好的工件表面光洁度，延长刀具寿命两倍以上。常用的有：（1）硫易切削钢，含硫约 0.2%，磷约 0.15%，主要靠硫化锰的空洞作用使切屑易于形成；（2）钙易切削钢，含钙约百万分之二十，由于在刀具的前倾面上会产生一层减小摩擦的薄膜，起到减小切断面剪应变的作用，切屑易于滑出；（3）铅易切削钢，含铅 0.2%，兼具以上两种提高切削性能的作用，可用于自动机床加工的标准紧固件，仪器仪表中的渗碳零件，自行车、缝纫机零件等。

【超易切削钢】同时利用硫和铅提高切削性能的作用而制得的钢。钢中含硫约 0.3%、铅 0.2%，硫化锰呈纺锤状，铅附在硫化锰的两端。可使刀具寿命提高 10 倍左右。主要用于自动车床切削加工的小直径机械零件，如钟表及照相机的齿轮，电视机及收音机的旋钮轴，自行车辐条螺帽及水管接头等。

【超高易切削钢】在含硫和铅的超易切钢的成分中增加碲而制成的钢。由于加 0.1%碲，使硫化锰呈椭球或近似球状。切削时刀具寿命可比不加硫铅碲的钢提高 30 倍。适用于自动车床加工的强度要求不太高的小直径零件。

【超高温合金】700℃以上能承受 150—200 兆帕应力、在燃烧气氛中的寿命大于或等于 100 小时的高温合金。主要包括铁基超合金、钴基超合金、镍基超合金、镍基弥散强化合金、定向凝固镍基合金及难熔金属及其合金。具有高的蠕变强度和持久断裂强度，良好的耐热疲劳性和高温疲劳特性，高的抗氧化性能。用作机械高温部分的材料，如喷气发动机涡轮、叶片，石油化学工业的乙烯裂化装置、燃气轮机零件、高温气冷反应堆的热交换器等。

【蠕变强度】某温度下在规定的时间内产生一定蠕变伸长的应力。

【持久强度】合金抵抗高温蠕变断裂的能力。以在规定温度下和规定的时间内不产生断裂的最大应力表示。

【镍基超高温合金】含镍 50%以上的合金。可用于 800—1100℃，

如 GH30、GH39、GH44、GH141 等。由于沉淀强化和固溶强化，高温下硬度高于一般钢铁材料。根据生产工艺可分为变形镍基高温合金（如 GH128、GH141 和 GH33、GH151 等）和铸造镍基高温合金（如 K1、K3、K6、K18 等）。主要用于发电用燃气轮机、飞机喷气发动机、原子反应堆、石油化工中的高温下工作的零件。

【钴基高温合金】含钴 50% 以上的合金。主要合金元素为铬、镍、钼、钨、钛、铝、硼等，如 HS25、HS31、S816、V36 等。该系合金是在钨铬钴合金（钴为主要成分）的基础上，加大含碳量，借以得到基于碳化物析出所产生的强化，或者通过加铝、钛等元素获得析出强化。该系合金抗高温腐蚀和热疲劳性能好，主要用作高温强度、抗氧化性要求高的零件，如喷气发动机零件，燃气轮机零件等。

【弥散型镍基超高温合金】在镍基超高温合金成分的基础上，加入微细的高熔点氧化物（如 Y_2O_3 ）形成的合金，在接近合金熔点的温度下，仍然具有高的强度。比镍基超高温合金具有更高的高温强度。

【难熔金属及合金】铌、钼、钽、钨（熔点分别为 $2468^{\circ}C$ 、 $2610^{\circ}C$ 、 $2996^{\circ}C$ 、 $3410^{\circ}C$ ）等金属及以它们为基的合金。在 $1200^{\circ}C$ 以上具有优良的抗蠕变能力。难熔金属及合金的缺点是高温易于氧化，因此在使用时，表面应用抗氧化涂层保护。铌基合金中子俘获面小，高温机械性能好，抗液态金属浸蚀，易于加工，与其他结构材料匹配的适应性好，是原子反应堆工业的理想材料，还可用来制造火箭喷嘴（如月球登陆船的火箭喷嘴便是由 10% 钨的铌合金制

成)、喷气发动机等。钼基合金具有高的弹性模量、低的热膨胀系数、热疲劳性能好,可用作高温弹簧、氦气透平。钽基高温合金高温强度好,低温韧性优良,可作为结构材料在 1650—1930℃ 的高温至 -240℃ 的低温范围内使用。钨基合金高温强度更高,作为结构材料使用温度可望达 2200℃,主要用于灯丝、电接点、高温炉电阻加热炉丝。预期将在火箭发动机喷嘴等空间开发方面及原子核能工业领域获得应用。

【定向凝固镍基合金】使镍基合金熔液在型腔中由一端向另一端顺序凝固,合金沿凝固方向长成细长柱状晶体的集合体。沿定向凝固方向有较高的高温强度。用作喷气涡轮叶片,可提高疲劳寿命 10 倍,断裂寿命两倍。

【超低温合金】能用于超低温(-196℃)的合金。主要新合金有:(1) 不锈钢,是在 18—10 不锈钢基础上添加碳和氮(以进一步提高强度)的钢,可用作核聚变反应堆液体氦容器;(2) 高锰不锈钢,在液氦温度下强度和延伸率都高,热胀系数很小(是不锈钢的 1/2),缺点是加工性能差、冲击韧性稍低;(3) 铁锰铝合金,强度和韧性都很优良。

【高强铝合金】以锌、镁、铜、硅、锰、铬等元素合金化并含有微量锆等元素的铝合金。依靠时效强化提高强度。强度可达 500—600 兆帕。密度仅为钢的 1/3 左右。主要牌号有 LC3、LC4、LC5、LC6 等。可用作飞机和宇宙空间飞行器的结构材料,如机翼、蒙皮、螺旋桨叶等;汽车、摩托车、舰艇的部件,如摩托车骨架、轮圈、汽车车身等。

【高强度钛合金】钛与铝及锡、锆、钒、钼、锰、铜等元素形成的合金。根据退火状态的组织可分为 α 型钛合金、 β 型钛合金及 $\alpha+\beta$ 型钛合金。强度与优质钢相近，密度约为 4.5×10^3 公斤/米³。比强度比任何合金都高。在400—500℃耐热性优于铝合金。有与奥氏体不锈钢相媲美的抗蚀性，特别是在海水和含氨介质中的抗蚀性几乎与在空气中相同，广泛应用于航空、航天、航海、化工、冶金、医疗等部门，如用以制造冷凝器、热交换器、反应釜和海水淡化装置等。

【 α 型高强度钛合金】主要合金元素为 α 稳定元素铝及中性元素锆，退火组织为单相 α 的钛合金。牌号有TA3—TA8。高温性能好，组织稳定，焊接性能好，是耐热钛合金的主要组成部分。但常温强度稍低（700—1100兆帕），塑性不够高。

【 β 型高强度钛合金】加入大量 β 稳定元素（如钼、钒、铬等）和铝制成的钛合金。退火组织为 β 相。在淬火状态下可以冷成型，随后时效处理时由于析出弥散的 α 相质点而强化。是发展高强钛合金潜力最大的合金。组织性能不够稳定，工作温度不能高于300℃。牌号有TB1、TB2，以及新研制的Ti—8Mo—8V—2Fe—3Al、
Ti—15V—3Sn—3Cr—3Al、
Ti—11Mo—6Zr—4.5Sn
及Ti—11Cr—8Mo—3Al等。可用于制造飞机结构件和高强度紧固件。

【 $\alpha+\beta$ 型高强钛合金】退火组织为 $\alpha+\beta$ 两相的钛合金。牌号为TC1—TC10。典型牌号是TC4 (Ti—6AL—4V)。可以热处理(淬火加时效)强化,常温强度高。中等温度耐热性好,但组织不够稳定。焊接性能差。

【超轻铝锂合金】以锂为主要合金元素的铝合金。含有锂2—3%,其比重较铝减少8%,刚性较铝提高15—18%,比刚性(杨氏弹性模量与合金密度之比值)增加20—30%,比其他硬铝合金、钛合金、钢铁材料高。主要用于制造飞机零件及承受载荷的运动工具及其他要求高的比强度比刚性的零件。

【超轻铝钙合金】以钙为主要合金元素的铝合金。密度小,有共晶组织($\alpha+Al_4Ca$),在高温和中等应变速率下具有超塑性,因而可用简单的加工工艺制造形状复杂的零件。

【马氏体不锈钢】正火组织为马氏体的不锈钢。包括Cr13型和Cr18型两类。Cr13型的钢号有:1Cr13、2Cr13、3Cr13、4Cr13(铬前面和后面的数字分别表示碳和铬的百分含量)。Cr18型的钢号有:9Cr18、9Cr18MoV等。1Cr13、2Cr13主要用作要求一定耐蚀性和强度的零件,而3Cr13、4Cr13经淬火低温回火后硬度较高,适于制造医疗器械(如手术刀、止血钳等)和弹簧、轴承零件。9Cr18、9Cr18MoV可用于制造轴承。

【奥氏体不锈钢】含有较多铬、镍,具有单相奥氏体组织的不锈钢。典型的钢号有0Cr18Ni9以及1Cr18Ni9Ti、2Cr18Ni9、00Cr18Ni14Mo2和1Cr18Mn8Ni5N等。有很好的耐蚀性、优良

的抗氧化性和高的机械性能。室温下具有良好的韧性、塑性。焊接性能优良。广泛用于化工、石油、航空等工业部门制作容器、管道、零件等。钢中含碳量越低，耐蚀性特别是耐晶间腐蚀能力越强。采用 AOD 和 VOD 精炼法生产低碳、超低碳奥氏体不锈钢是新的进展和进一步发展的方向。

【铁素体不锈钢】含铬量较高 ($>15\%$)、加热和冷却时始终保持铁素体的不锈钢。包括 Cr17 型、Cr25 型和 Cr28 型三种。典型牌号如 OCr17Ti、1Cr25Ti、1Cr28、1Cr17Mo2Ti 等。在氧化酸中具有良好的耐蚀性，同时具有较高的抗氧化性能。由于不含贵重的镍，价格低廉，很适合用于车辆、建筑以及轻工、家庭生活用具等。进一步降低碳氮含量 ($\text{碳} + \text{氮} \leq 0.01\%$)，适当增加铬钼含量，可显著改善抗应力腐蚀性能、低温韧性、焊接性能等。

【沉淀硬化不锈钢】简称 PH 钢。一种超高强钢。基本成分是 0.05—0.07% 碳，15—17% 铬，5—7% 镍，再加入其他合金元素例如钼、铝和铜等。常用钢号有 OCr17Ni7Al 和 OCr15Ni7mo2Al 等。加热到高温空冷后，保持奥氏体状态，性质柔软，便于加工。然后加热到适当温度 (750℃ 左右)，在此温度下奥氏体中脱熔出碳化物， M_s 点 (马氏体开始形成温度) 升高到室温以上。再冷至室温时奥氏体就转变成马氏体，使钢强化。由于钢中加有钼、铝、铜等元素，还会从马氏体中再脱熔出合金碳化物、金属化合物，使钢进一步强化。主要用作受力较大耐蚀的化工设备零件、飞机结构件和高压容器等。

【双相不锈钢】具有奥氏体、铁素体双相组织的不锈钢。典型钢种

如： $\text{OOCr}_{18}\text{Ni}_5\text{Mo}_3\text{Si}_2$ ， $\text{OOCr}_{26}\text{Ni}_7\text{MoTi}$ ， $\text{OCr}_2\text{Ni}_5\text{Ti}$ ， $1\text{Cr}_{18}\text{Mn}_{10}\text{Ni}_5\text{Mo}_3$ ，以及 $\text{Cr}_{17}\text{Mn}_{14}\text{Mo}_2\text{N}$ 等。具有良好的耐蚀性、焊接性和韧性。晶间腐蚀倾向较奥氏体不锈钢低。广泛用于化肥厂设备、石油精炼工业、船舶冷凝器等方面。

【不锈钢纤维】用低碳或超低碳不锈钢加工成的直径1—100微米的纤维材料。常用拉拔法、切削法和熔体抽丝法制成。具有耐腐蚀、强度高、挠性好、良好的导电导热等性能。与人造纤维或天然纤维的混纺布可用作抗静电织物、防微波和电磁波作业服、超高压屏蔽服和巡视服、夜侦察伪装布；全不锈钢纤维布可用于热气过滤，利用其耐热、耐磨、耐弯曲特性代替石棉制品；经烧结后获得的不锈钢纤维毡是一种新型金属多孔材料，具有优异的过滤功能、透气功能、高比表面积和毛细管功能。与多种树脂复合制成导电塑料，或加入热塑合成纸浆中制成导电薄膜（高导电性纸），用于屏蔽电磁波、护照纸、钞票纸等。

【镓合金无热引线焊料】通过液态镓与金属细粉（如铜粉、银粉、金粉、镍粉等）混合而制得的一种新开发的引线焊料。焊料合金有良好的润湿性，在室温下即可凝固。硬化后由于形成金属间化合物有较好的强度、耐磨性、电导率，并在相当高的温度（如由34%镓和66%铜组成的合金可在900℃下、由34%镓、33%铜、33%金组成的合金可在650℃下）仍能保持很高的稳定性。用于连接半导体集成电路的极点与引线框架的引线脚。

【高铬铸铁】含铬15%—30%、含碳2.5—3.5%的白口铸铁。组织中含有高硬度的铬碳化物，基体经热处理后为马氏体。具有很

高的耐磨和耐蚀性能。广泛用做耐磨零件，如抛丸机叶片、粉煤机锤头、球磨机磨球、衬板、料道、砖坯成形模具等。

【低膨胀合金】又称因瓦合金。在常温或极低温度范围内膨胀系数极小或趋于零，即尺寸几乎不随温度变化的合金。铁磁性因瓦合金因铁磁性物质的磁致伸缩效应而具有负反常膨胀特性，使热膨胀系数在一定的温度范围内极低或趋于零甚至为负。有实用价值的低膨胀合金是铁镍、铁镍钴、铁钴铬系和铬基合金。最著名的36镍—铁合金，室温附近的热膨胀系数约 1.2×10^{-6} /度。以钴取代部分镍的超因瓦合金在室温附近的热膨胀系数仅 10^{-7} /度。54钴—9铬—铁合金的热膨胀系数更低，并在大气及海水中耐蚀，称不锈钢因瓦。铬基合金是反铁磁性因瓦合金，用于制造在非均匀性磁场中工作的构件。低膨胀合金主要应用在环境温度波动时，要求尺寸近似恒定的元件，以保证仪器仪表的精度，如标准尺、标准钟的摆杆、摆轮、精密天平的臂、钟表的外补偿、微波谐振腔、热双金属的被动层、液态气体容器等。

【高膨胀合金】在某一温度范围内，具有较高膨胀系数的合金。作热双金属片主动层的高膨胀合金主要是4J₂₄镍铬铁合金和4J₇₅锰镍铜等合金，用于测控温度的敏感元件主要是有色金属铜锌和铝锡合金等。

【定膨胀合金】又称封接合金或可伐合金。在-70至500℃温度范围内，具有比较恒定的较低或中等程度膨胀系数的合金。它与玻璃或陶瓷等被封接材料的膨胀系数相接近，从而达到匹配封接的效果。主要类型有铁镍、铁镍钴、铁镍铬系合金。还有无氧铜、钨、

钼及其合金和复合材料。主要用于电子工业及电真空工业作封接材料。

【高弹性合金】具有高的弹性模量的合金。通常要求在室温和高温均有高的微塑性变形抗力、优良的机械性能、耐腐蚀性和无磁。合金品种主要有铁基铁镍铬系高弹性合金，用于制造工作温度在 200°C 范围内的自动化仪表中的构件。钴基钴铬镍钼铁系合金是综合性能最好的高弹性合金，具有很高的弹性、强度、抗疲劳性和储能能力，弹性后效小，耐蚀无磁，使用温度可达 $400\text{—}500^{\circ}\text{C}$ ，因而广泛应用作仪表中的张丝、轴尖、发条、特殊轴承、牙科和接骨材料。镍基高弹性合金在英美等国应用较广，优点是抗氧化耐腐蚀性好，但弹性和强度不够高，储能密度低。铜基高弹性合金开发应用最早，有一定的弹性强度，良好的导热、导电、耐蚀性和加工性。

【恒弹性合金】在一定的温度范围内，具有低的或恒定的弹性模量温度系数或频率温度系数的弹性合金。在动态应用中，一般要求频率温度系数 $\leq 5 \times 10^{-5}/\text{度}$ (-30 至 $+80^{\circ}\text{C}$)；静态应用中弹性模量温度系数 $\leq 20 \times 10^{-6}/\text{度}$ (-60 至 $+100^{\circ}\text{C}$)。此外还应有较好的强度、弹性模量和耐蚀性。此类合金主要有铁磁性铁镍系和钴铁系、反铁磁性铁锰系和锰铜、锰镍系、顺磁性铌钛系等。常用作精密仪表和机械装置靠弹性作用的敏感元件，如机械表的游丝。可降低仪表的温度误差，提高仪表的工作精度。

【减振合金】又称吸振合金、无声合金。兼有作为结构材料的强度和作为减振材料的大衰减性能的合金。用这样的合金制成的结构

物，在自发力或外力作用下，特别是在共振频率时，位移很小，并且使振动很难在其他物体之间相互传递。结构物本身产生的自由振动能够在短时间内衰减，传到结构物中的声波也能在短距离内衰减，从而提高机械精度，延长了对疲劳、应力腐蚀和浸蚀的寿命。合金根据减振的机制分类有复相型减振合金，如片状石墨铸铁、铝锌超塑性合金；铁磁型减振合金，如铁铬铝、铁铬铝锰碳、铁铬钼钛、钴镍钛铝合金；反铁磁性型减振合金，如锰铜合金；位错型减振合金，如镁锆合金；热弹性马氏体型减振合金，如铜锌铝、镍钛合金。主要用于制造螺旋柱塞、铁路修整机、大功率电力开关、活塞顶、勘探钻头、隔音车轮、园盘锯等部件。

【高导磁材料】在弱磁场下具有很高的初始磁导率和最大磁导率的软磁材料。35—80% 铌—铁系二元合金和其中加入钼、铜、铬等元素的多元系高磁导率合金统称坡莫合金，是磁性板材中具有最高磁导率、稳定性最佳的材料。如对成分和生产条件严格控制可获得极高的初始磁导率（约 2×10^5 ）以及 6×10^5 — 12×10^5 的最大磁导率，也称之为超坡莫合金。坡莫合金主要用于交流弱场下使用的小型高灵敏度小功率变压器、磁放大器、扼流圈、音频磁头、磁屏蔽、精密电表中的定片与动片等。另一类高导磁材料是铁硅铝合金，其磁导率、电阻率与坡莫合金接近，硬度高，但由于脆性大，难以加工成薄板，一般制成压粉磁芯使用。

【矩磁软磁合金】又称矩磁合金。因易磁化方向具有接近矩形的磁滞回线的软磁材料。其剩余磁感应强度与饱和磁感应强度之比即矩磁比接近于 1。这类合金主要有中等镍含量的铁镍坡莫合金和取向硅钢片。获得矩磁性的关键是使材料产生磁性各向异性，具

体方法有晶体织构法、纵向磁场热处理法和特殊轧制法。矩磁软磁材料主要用于制造磁放大器、磁调制器、中小功率脉冲变压器、方波变压器和磁芯存储器等。

【恒导磁合金】在一定的磁场强度范围内，磁感应强度与磁场强度间呈线性关系，磁导率恒定的软磁材料。其磁滞回线呈扁平状，剩余磁感应强度趋于零，没有磁滞现象。此类典型合金是含镍 45% 的铁镍钴系合金，又称坡明瓦合金。获得恒导磁率特性的方法主要是横向磁场处理法，还可用大压下量冷轧法。恒导磁合金用于不变误差的电流互感器、中等功率的单极性脉冲变压器、电磁阀等。

【磁温度补偿材料】又称热磁合金。补偿仪器仪表的磁电系统中磁路磁通因温度变化而引起误差的软磁材料。居里温度附近的软磁材料，在一定磁场下的磁感应强度和饱和磁感应强度将随温度的变化而迅速改变。磁温度补偿材料利用这种特性达到补偿的目的。使用的材料要求居里温度接近于环境温度，在使用温度范围内磁感应强度随温度的变化接近于直线。典型的热磁合金是含镍约 30% 的铁镍系合金、具有低磁感应强度和低居里温度的镍铜二元系合金。热磁合金主要用于磁电式仪表、转速表、速度表、里程表和电镀表。在温度调节及与温度有关的电感和开关仪表中也有应用。

【铝镍钴永磁合金】以铁、镍、铝、钴为主要成分的永磁合金。通过添加铜、钛和铌等元素进一步提高合金的性能。其特点是：剩余磁感应强度高；铁磁性转变温度即居里点高，因而磁体可在较

高温下使用；最大磁能积可达 80 千焦/米^3 ；但矫顽力很低。此类合金脆而硬，只能进行磨加工，因此主要采用铸造法生产。可分为各向同性和各向异性磁体。各向异性磁体在使用方向上具有更佳磁性，在生产工艺上采用定向结晶和磁场热处理。铝镍钴永磁合金广泛用于对永磁温度稳定性具有较高要求的磁电式精密仪器仪表中。

【铁铬钴永磁合金】以铁、铬、钴为主要成分并通过加入硅、钼、钛以改善合金性能的永磁材料。这种合金的磁性能和铝镍钴永磁合金相当。特点是可进行冷热塑性变形制成片材、棒材、丝材、管材，可进行冷冲、弯曲、钻孔和各种切削加工，因而适于制成细小的和形状复杂的永磁体。

【稀土钴永磁合金】由钴（Co）和稀土元素（R）组成的具有硬磁性能的金属间化合物型合金。稀土元素主要是钐（Sm）、镨（Pr）、铈（Ce）和混合稀土。RC₀₅型合金被称为第一代稀土永磁，主要有 SmC₀₅、PrC₀₅、(Pr、Sm)C₀₅ 等。最大磁能积约 160 千焦/米^3 。R₂C₀₁₇型合金被称为第二代稀土永磁，主要是 Sm₂(Co、Fe、Cr)₁₇，最大磁能积约 240 千焦/米^3 。稀土钴永磁合金因其磁晶各向异性大，可制成特大内禀矫顽力的磁体，抗外磁场干扰能力强；因其居里点高，剩余磁感的温度系数小，磁性温度稳定性好。稀土钴永磁体采用粉末冶金法制造，常作为磁场源在仪器仪表、电机电器、磁力机械等领域得到广泛应用。

【钕铁硼永磁合金】又称第三代稀土永磁。由钕和铁、硼组成的以 Nd₂Fe₁₄B 为主相的硬磁性金属间化合物。于 1983 年研制成实用

磁体，突出优点是：剩磁高、矫顽力高、磁能积高，最大磁能积已达 405 千焦/米^3 ；原料丰富而价廉，因而产品价格仅为钕钴永磁的一半。缺点是耐蚀性差、居里点低、磁性温度系数高。用表面涂层法可以改善其耐蚀性，加钴等元素可改善其温度稳定性，提高使用温度。钕铁硼制备技术主要有熔炼法、熔融快淬法和还原扩散法。熔炼法是将纯的钕、铁和硼熔炼成母合金后经制粉、压型、烧结成磁体。熔融快淬法是将母合金熔融后滴注在高速旋转的金属辊上制成非晶带屑，经晶化粉碎后热压成磁体。还原扩散法以稀土的化合物为原料，用还原剂在一定温度下将稀土还原并与铁、硼元素互扩散形成合金后制成磁体。日本、美国和中国分别在这三大技术中拥有各具特色的专利。1989年，在钕铁硼材料中施以渗氮技术，提高了材料的居里点，但固氮问题需进一步研究。

【磁致伸缩材料】磁致伸缩效应很强烈的一类材料。磁致伸缩效应表现为在磁性材料的磁化方向（纵向）和其垂直方向（横向）发生相反的尺寸伸缩，与此同时也伴随着材料体积的变化。尺寸伸缩变化（振动）的频率为材料磁化电流频率的两倍。另外，还存在着与上述过程相反的过程，即在拉伸或压缩力的作用下，材料本身在力的方向或其垂直方向将发生磁化强度的变化。主要用作音频或超音频声波发生器振子（电声换能器）、滤波、稳频和力的测量仪、音响探测仪、鱼群探测器、声纳。将磁致伸缩产生的高频机械振动传输到刀具上，可以对硬质材料，如玻璃、陶瓷和硬质合金等进行雕刻和加工。这类材料有纯镍、铁镍合金、镍钴合金、铁钴钒合金、铁铝合金、磁致伸缩系数约 10^{-5} 以及约 10^{-3} 的超磁致伸缩系数的镓铽铁合金等。

【磁记录金属材料】利用电磁转换记忆和再现一定的电信号的磁介质和磁头材料。磁记录是使磁介质通过磁头的分布尖锐的磁场,利用介质的磁化作用把信息作为磁介质上的剩磁变化记录下来的方式。它具有记录永久保持、记录密度高、记录清除和更新容易等突出优点,广泛应用于录音、录像及电子计算机的存储器等领域。一般用作录音磁头的材料有坡莫合金、阿尔培姆等。录像、数字记录等进行高速记录时,采用铁硅铝系合金。磁记录介质有磁带、硬磁盘、软磁盘、磁卡及磁鼓等,从结构上看分为磁粉涂布型介质和连续膜型介质两大类。金属磁粉主要是纯铁和铁钴等合金磁粉,既具有高的饱和磁化强度值又具有一定的矫顽力,是较理想的磁记录材料。连续薄膜型磁记录介质的金属材料主要有采用电镀法和化学镀法制备的钴系薄膜,如钴镍磷薄膜,具有很好的电磁转换特性。采用真空蒸镀的钴镍合金薄膜磁带,具有很好的短波长记录特性。

【精密电阻合金】在尽可能宽的温度范围(—60至100℃甚至300℃)具有低的电阻温度系数、电阻值稳定,电阻率高或低的电性合金。这种合金对铜的热电势小,耐热、抗氧化耐蚀性好,机械性能良好,耐磨,易加工绕制,易焊接包漆。合金按体系分:铜锰系、铜镍系、镍铬系、铁铬铝系和贵金属铂族合金、金系、银系、钛铝系等电阻合金。一般用于精密电流表、电压表、功率表、记录仪器中的标准电阻器等各类电阻器和薄膜电阻。还有测应力用的应变电阻材料和压力计用电阻材料。高频超高频技术上常用玻璃喷镀电阻合金和玻璃被复细丝的复合型材料元件。

【形状记忆合金】具有形状记忆效应的合金。形状记忆效应就是某些固态合金在某一温度下受外力作用改变了原来的几何形状，但当加热到这种材料固有的临界温度以上时，能完全恢复变形前的几何形状的现象。形状记忆效应又分两种：如果再冷却到临界温度以下形状不再发生变化，称之为单向记忆效应；如果再冷却到临界温度以下，又会恢复低温形状，而且随温度升降合金会反复改变形状，称之为双向记忆效应。已发现的有形状记忆合金系有几十种。其中应用较多研究比较深入的有镍钛系合金和铜锌铝合金。已经实现的应用有：（1）宇航天线，由镍钛合金丝制成，在临界温度以上制成大型抛物面状，在临界温度以下可折叠成团状，便于放入卫星中发射，卫星进入轨道后，团状天线被弹出，在阳光照射下温度升高，恢复到原来的形状；（2）热能—机械能转换装置；（3）热敏器件；（4）紧固连接件，如管接头卡箍、铆钉等；（5）医学矫形器具，如用于校正脊椎、牙齿、固定骨折部位的器具；（6）阻尼减振材料。

【贮氢合金】又称储氢合金。用于吸收、贮存和释放氢气的合金。由易与氢形成氢化物的金属和合金制成。有镁系贮氢合金（如镁镍、镁铜合金）、稀土系贮氢合金（如镧镍合金）、钛系贮氢合金（如钛铁、钛铬、钛锰、钛钴合金等）等。用于制做氢贮存器、氢制冷取暖设备、压缩机、热泵设备、废氢回收、净化装置、核工业中的氘氚分离和贮存装置。

【超导合金】具有超导电性的合金。超导电性就是物质冷到某一临界温度（称超导转变温度）以下电阻消失并变成强抗磁体的性质。已实际应用的有铌钛合金、锆铌合金、铌钛钽合金、铌锆钛合金，

是超导材料中机械强度最高、应力应变小、磁场强度低的超导体。用于磁流体发电、同步加速器用磁体、电力机械等方面。

【金属消气材料】又称消气剂、吸气剂、收气剂。通过吸附、吸收和化合作用与各种气体形成稳定化合物或固溶体，而将真空器件中残余气体和工作过程中各部件放出的活性有害气体加以吸收的化学活性物质。分蒸散型和非蒸散型两大类。能使电真空器件达到高稳定、高可靠和长寿命的要求。

【蒸散型消气剂】在蒸散时和蒸散成膜后能吸气的消气剂。最常用的是钡铝，其次是钡钛消气剂。主要用于显象管、接收放大管、示波管、功率管和摄像管等。

【非蒸散型消气剂】靠材料表面吸着和体扩散达到消气目的的消气剂。用蒸发温度很高的金属（如钛、锆、钨、钽及稀土等）制成。常用的有钨铝消气剂、钨石墨消气剂及钨铁钒消气剂。应用于各类电子管、特种灯泡及其他电真空器件。

【金属发汗材料】用粉末冶金方法制造的在高温工作条件下能够散热的材料。由具有耐高温性能的高熔点金属（如钨、钼）和具有较大熔化、蒸发潜热的低熔点金属（如银、铜、铅、锡、锌等）组成。高熔点金属构成多孔的基体，孔中渗入低熔点金属。在高温工作时，低熔点金属蒸发，吸收和带走大量热量，使零件表面得以冷却。

【易熔合金】又称低熔点合金。熔点低于 232°C 的合金，由低熔点

金属铋、铅、锡、镉、铈、铟等元素构成的二元或多元合金。分共晶型和非共晶型合金。主要用作锅炉、电气设备的保险材料和火灾报警装置和消火栓的热敏元件，还可用作软钎焊料。

【非晶态合金】又称金属玻璃。原子排列不规则，仍然保持液态结构的固态合金。可用液态激冷法、淀积法、离子注入法制取。具有极高的抗拉强度和屈服强度，并兼备良好的塑性、韧性。弹性模量比晶态金属低 20—40%。具有高电阻率、高导磁率、低铁损等优良性能。主要用作磁性材料，如磁芯、磁头、饱和电感器等以及钎焊焊料。

【微晶合金】将金属玻璃粉末在晶化温度下进行热挤压或热静压制成的由超细固溶体晶粒和均匀弥散分布的金属间化合物组成的合金。具有偏析小、强度高（1300—2500 兆帕）、热稳定性高和耐蚀性优异等特点。可用于制作高强度结构材料，如飞机的涡轮盘和叶片，作为新型的热作模具钢和沉淀硬化不锈钢的代用品。

【发泡金属材料】直接或间接用发泡方法制取的多孔金属材料。直接发泡法制取的发泡金属的结构特点是在连续的金属相中分布着无数独立的气泡；间接法一般是以有机发泡材料为骨架制取发泡金属，发泡金属材料中的孔隙是连通的，可用作流体的过滤材料、吸音材料、触媒载体、灯芯材料、冲击吸收材料和电池极板材料。

【超微粉金属材料】颗粒尺寸介于 0.001—0.1 微米之间的极细粉状金属材料。具有极大的比表面，对光波和电波有良好的吸收性能，并具有很高的物理和化学活性。烧结温度大大低于普通粉。可

用破碎法、爆炸法、气相或液相反应法、电解法、真空中或气体中蒸发法、物理气相沉积法、化学气相沉积等方法制取。可制成轻质烧结体用于催化剂、过滤器、电池电极、检测器、热交换器等，还可用作复合材料的强化相、磁记录材料等。

【人工人体金属材料】植入人体用以修复或代替器官，恢复和延长器官功能的合金。有良好的对人体的适应性，足够的强度、耐蚀性、硬度和耐磨性。如牙科金属材料金、银、铂及其合金、不锈钢、钴基和钛基合金，骨科金属材料人造关节用钛合金等。

【化合物半导体】具有半导体性质的化合物。按组成可分为Ⅲ—Ⅴ族（如CaAs、GaN、GaP）、Ⅱ—Ⅵ族（如CdTe）、氧化物（如Cu₂O、ZnO、Al₂O₃）、有机半导体等；按结构可分为闪锌矿型、非晶态、黄铜矿型半导体等；按性质可分为气敏、湿敏、磁性半导体等。应用最多的是Ⅲ—Ⅴ族化合物。主要用于电子转移二极管、发光二极管、微波二极管、场效应二极管、微波集成电路、光集成电路和太阳能电池等。

【工程塑料】机械性能良好并能作工程结构材料使用的塑料。根据受热时的行为分为热塑性塑料和热固性塑料。

【热塑性塑料】在特定温度范围内受热软化、冷却又变硬（固化），并可如此多次反复的塑料。一般具有链状的线型结构。在反复受热过程中分子结构基本不发生变化。品种有尼龙（聚酰胺）、聚砜、聚碳酸酯、ABS塑料、聚四氟乙烯、有机玻璃（聚甲基丙烯酸甲酯）、聚甲醛、聚氯乙烯等。

【尼龙】又称聚酰胺塑料。分子主链的重复结构单元中含有酰胺基的一类热塑性塑料。分脂肪族聚酰胺（如尼龙 6、尼龙 66、尼龙 610、尼龙 612、尼龙 8、尼龙 9、尼龙 101 等）脂肪—芳香族聚酰胺和芳香族聚酰胺三类。具有高的强度、韧性、耐磨性、耐腐蚀性、耐药性及低的磨擦系数，良好的电绝缘性。无毒。能够耐碱和大多数无机盐水溶液，但不耐酸和氧化剂，吸水性强。苯酚和甲酸是其特效溶剂。广泛用于制造各种机械和电器零件（如齿轮、轴承、涡轮、输油管、储油器等）以及包装用带、食品薄膜等。尼龙纤维耐磨性和弹性优于一般合成纤维，易染色，质轻，不耐光。长丝可制做袜子、衬衣、运动衫等；短纤维与棉毛混纺，制做衣料、绳索、绝缘材料等。

【聚砜】分子主链中含有砜基和芳核的热塑性塑料。微呈黄色且透明。突出特点是耐热性能好，可在 $-100—250^{\circ}\text{C}$ 范围内长期使用。具有极好的抗蠕变性，成形收缩率小（ 0.7% ），吸水率低（ 0.22% ）。但成形温度较高（ $330—380^{\circ}\text{C}$ ），耐有机溶剂、耐候性及耐紫外线照射性能差。可用于制造耐热、抗蠕变和强度要求较高的构件和零件，如齿轮、电池箱、凸轮、水加热器插管以及电性能优良电子器件和印刷电路基材等。

【聚碳酸酯】简称 PC。一种综合性能优良的热塑性塑料。分子具有柔软的碳酸酯与刚性的苯环相连结的结构。无色透明，片厚 2mm 时的透光率可达 90% 。突出特点是冲击强度高。具有良好的耐热性、耐寒性、耐酸性、耐油性和介电性。广泛用作机器零件，如齿轮、涡轮蜗杆、泵件、管道、各种结构（如汽车、照相机、风

动工具等)的外壳以及各种食品包装薄膜。

【ABS 塑料】 又称丙丁苯塑料。苯乙烯 (A)、丁二烯 (B)、丙烯腈 (S) 三种单体共聚的产物。综合性能好,强度和冲击性能高,重量轻,不透明。具有良好的耐化学腐蚀性、加工性能和染色性能,价格便宜。但耐热性、耐紫外光老化性能较差。改性后可在 $-60\sim 100^{\circ}\text{C}$ 范围内使用。有通用、中抗冲、高抗冲、高强度、高光泽、高耐热、耐寒阻燃、透明、电镀等型号。广泛用于制造电器外壳、内筒和部件,汽车零部件,如挡泥板、扶手以及装饰器材、体育用品、办公用品、玩具等。

【聚四氟乙烯】 又称特氟纶。俗称塑料王。最突出的特点是耐蚀性极好,能抗强酸、强碱和强氧化剂作用,即使在水中煮沸也无变化。耐热性、耐候性好,可在 -200 至 $+250^{\circ}\text{C}$ 温度下使用。摩擦系数小 (0.04),是制造无油润滑件的理想材料。介电性能优异,但强度较低,不耐辐照,加热至 415°C 分解时会放出有毒气体。通过模压、挤压、压延、喷涂及抽丝等方法,可制成板、棒、管、纤维、薄膜、涂层及各种形状的零件。在机械、电子、化工及尖端技术等部门广泛用于制造轴承、活塞环、导向环、管道、容器、阀门、垫片等。

【有机玻璃】 学名聚甲基丙烯酸甲酯。简称 PMMA。透光率高 (可见光为 99%,紫外光为 73%,一米厚仍能透过光线),是比硅玻璃还好的透明材料。密度为 $1190\text{kg}/\text{m}^3$,是无机玻璃的一半,但强度和抗破碎能力大大高于无机玻璃。还具有耐蚀性、绝缘性、耐候性、防震性以及易切削等性能。但硬度较低,表面易擦伤起毛,

能溶于丙酮等有机溶液。可在 -60 至 $+95^{\circ}\text{C}$ 范围内使用，主要用来制造有一定透明度和强度要求的零件，如飞机、汽车、舰船的玻璃窗、舱盖、油杯、窥孔玻璃和设备标牌等。由于着色性好，也常用于生活用品和装饰品。

【聚氯乙烯】简称 PVC 塑料。工业、农业和日常生活中广泛应用、产量很大的一种通用塑料。由氯乙烯在引发剂作用下聚合而成的树脂经加助剂混合、塑化及成型制得。化学稳定性高，绝缘性好，阻燃，耐磨，具有消声减震作用，但耐热性较差。加不同的配料，可制成硬质和软质塑料。硬质塑料主要用于化工设备和各种耐蚀容器，可代替不锈钢和铝材；软质塑料主要用来制造人造革、薄膜和电线套层等。

【聚甲醛】简称 POM 塑料。均聚甲醛和共聚甲醛的总称。均聚甲醛以甲醛为单体制备。共聚甲醛是由三聚甲醛与其他醛类、环醚、腈类、环脂、三硫杂环乙烷等共聚的产物。均聚甲醛抗张强度高，耐磨性好，可无油润滑，耐有机溶剂性好，吸水率小，尺寸稳定，能耐强碱，但耐酸性和热稳定性较差， 230°C 易分解。共聚甲醛的热稳定性较高，可在 -40°C 至 140°C 下长期使用，但机械强度稍有降低。聚甲醛可以代替有色金属和合金，在汽车、化工、机床、电器仪表、农机等工业中用来制造轴承、齿轮、塑料弹簧、仪器外壳、箱体、容器、管道等零部件，尤其适于制造不允许使用润滑油的轴承、齿轮等零件。

【聚苯硫醚】简称 PPS 塑料。学名聚苯撑硫醚。由对二氯苯与硫化钠经缩聚而成的热塑性塑料。密度为 $1340\text{kg}/\text{m}^3$ ，熔点为 288°C ，

具有优良的耐化学腐蚀性、热稳定性，有极好的粘合性。用于制作医疗器械、牙科器材及电子、电工用零部件。

【热固性塑料】将合成树脂经加热固化后所制得的塑料。在加热时会软化或熔融，同时发生结构变化。一旦冷却成型，则既不溶于溶剂，再加热时也不会软化熔融。刚性大，硬度高，不易燃，但较脆。品种有酚醛塑料、有机硅塑料、环氧树脂、聚氨脂、不饱和聚酯、芳杂环树脂等。

【酚醛塑料】简称 PF。由酚类和醛类有机物经化学反应制得的热固性塑料。分模压塑料和层压塑料两类。模压塑料制品又称电木制品。层压塑料与涂胶的玻璃布、棉布、纸等叠合压成板材、管材或棒材使用。酚醛塑料有一定的机械强度，刚度大，制品尺寸稳定，有良好的耐热性，能在 110 至 140℃ 使用，能抵抗除强碱以外一切化学介质的浸蚀，并有良好的介电性能。在机械工业中用来制造齿轮、凸轮、手轮、耐酸泵叶轮等零部件，在电器工业中用来制造电器开关、插头、收音机外壳和各种绝缘零件，此外还用于制造家具、日用品、工艺品等。

【氨基塑料】以含氨基的化合物与甲醛经缩聚而成的塑料。重要品种有脲醛塑料、三聚氰胺甲醛塑料和苯胺甲醛塑料。氨基塑料的性能与酚醛塑料类似，但强度略低，着色性好。其制品表面光洁如玉，俗称电玉。主要用来制造色彩鲜丽、外观漂亮的装饰品、装饰板和各种电器绝缘体。

【环氧树脂塑料】用化学结构中含有环氧基团的树脂与有机胺类

(如乙二胺)、酸酐类(如顺—丁二烯酐)化合物进行化学交联,固化后生成的塑料。收缩性小,质地坚硬,比强度高,绝缘性好,能耐各种酸、碱和大多数霉菌的浸蚀。粘结力很强。主要用于制造塑料模具、精密量具、各种绝缘器件、抗震护封的整体结构,也可用于层压塑料、浇注塑料等。

【有机硅塑料】即聚硅氧烷塑料。分子主链由硅氧原子交替组成、硅原子上带有有机基团支链的热固性树脂为主要成分的塑料。具有耐热性(可在 250℃长期使用)、耐低温、电介性、耐辐照、防潮性等优异性能,但不耐酸和有机溶剂,且机械性能较低。主要用作电动机变压器的绝缘材料以及仪表封装材料等。

【合成橡胶】用人工合成的方法制得的高弹性聚合物。制造橡胶制品的过程是:首先将单体合成生胶,然后经塑练,使其处于塑性状态,再加以各种添加剂,经过混练成型、硫化处理,成为可以使用的橡胶制品。习惯上将合成橡胶分为两类:(1)性能和天然橡胶接近、可以代替天然橡胶的通用橡胶,如丁苯橡胶、顺丁橡胶;(2)具有特殊性能,在特殊条件下使用的特种橡胶,如丁腈橡胶、硅橡胶、氟橡胶等。

【合成胶粘剂】又称合成粘合剂。简称合成胶。人工合成的树脂型胶粘剂。通常由粘料、固化剂、填料、增韧剂、稀释剂及其他附加剂配成。粘料主要是高分子化合物,如环氧树脂、聚苯乙烯、聚醋酸乙烯酯、氯丁橡胶、丁腈橡胶、有机硅胶等。重量轻,连接部件应力分布均匀、强度高,耐疲劳性好,且可简化工艺,增加气密性。

【高分子涂料】高分子材料制成的表面涂覆材料。主要有耐热涂料、烧蚀隔热涂料和高温涂料等。

【烧蚀隔热涂料】可在高温下起保护作用的新型涂料。在高温下由于有机材料本身发生蒸发、熔化、分解等物理化学过程，因而引起涂料本身烧蚀而带走热量，从而达到保护基体的目的。主要有聚苯撑、聚苯并咪唑、联酚醛树脂、聚酰胺—聚亚胺等，可作导弹、飞船等表面的涂料。

【耐热涂料】在 200℃ 以上长期不变色、不破坏，能保持适当物理性能，不失其保护作用的涂料。主要分为有机硅聚合物涂料和有机氟聚合物涂料。前者可在 200—250℃ 范围内连续使用，若加入 TiO_2 或 Al 粉，可耐更高温度（500—600℃），若加入陶瓷粉，使用温度高达 760℃。有机氟聚合物主要是聚四氟乙烯及其共聚物，可在 -260 至 +260℃ 范围内使用。

【示温涂料】又称高温涂料。以颜色变化来指示物体表面温度及温度分布的涂料。主要由变色颜料、树脂粘合剂、稀释剂及其他添加剂混合而成。涂料的变色主要是变色颜料在温度变化时分子结构发生变化的结果。变色颜料有可逆变色（冷却后能恢复原色）和不可逆变色（冷却后不能恢复原色）两类。

【液晶高分子材料】简称液晶。由某些有机分子和聚合物在熔融或溶液状态下高度缔合而成的液体晶体。在某温度范围内既有液体的流动性，又有晶体的光学性。根据分子排列状态，可分为三种

类型：(1) 近晶型，分子长轴互相平行，且排列成层，层与层相互平行，近似晶体排列；(2) 向列型，分子长轴互相平行，但不排列成层，因有电磁场效应，可制作电子显示器件；(3) 胆甾型，是胆甾醇衍生物，分子形如平板状，排列成层，每层的分子长轴互相平行，近似向列型，其颜色会随温度变化，可作温度敏感元件，还可用于无损探伤。

【光致抗蚀材料】又称光刻胶。用于在一定宽度的平板材料上刻画微细图案的材料。在光、电子束或 X 射线的作用下，光刻胶分子内或分子间发生化学结构变化，使溶解度降低或提高，从而可以起到成象作用。主要有聚乙烯醇肉桂酸酯系、双迭氮—橡胶系、二迭氮萘醌系、光聚合系等。最重大的应用是制造大规模集成电路。此外在各种精细加工中，如半导体元件、印刷线路板、金属板、膜或表面的精细加工，玻璃、陶瓷的精细刻蚀、精密机械零件的加工和印刷工业等，都已获得广泛应用。

【高分子分离膜】由聚合物或高分子复合材料制得的具有分离气体或液体混合物功能的薄膜。已经广泛应用的有离子交换膜、反渗透膜、气体分离膜、透过蒸发膜等。制备膜常用的材料主要有：(1) 纤维素酯类，如二醋酸纤维素和三醋酸纤维素等，常用作反渗透膜；(2) 烯烃类聚合物，如聚乙烯醇、聚乙烯、聚丙烯、乙烯—四氟乙烯共聚物、聚四氟乙烯等，主要用于微孔过滤膜、超过滤膜、反渗透膜；(3) 缩合系聚合物，主要有聚砜、聚醚砜，用作超过滤膜材料；(4) 芳香族聚酰胺及杂环聚合物，用于反渗透膜；(5) 高分子电解质材料，主要有全氟磺酸共聚物和全氟羧酸共聚物，用于离子交换膜。

【导电高分子材料】又称合成金属。具有导电能的高分子材料。根据导电性质，可分为：(1) 电子导电高分子材料，如聚乙炔、聚苯对撑、聚对次苯硫醚、聚吡咯等；(2) 离子导电高分子材料，如聚氧乙炔、聚丙烯等。前者是用将电子注入导带或把电子从价带吸出形成空穴的方法提高导电性；后者是无机盐溶入高分子材料中呈离子状态存在，在电场的作用下离子移动形成电流。研究开发目标主要有蓄电池、太阳能电池、传感器、存储元件等。

【有机超导材料】具有超导电性的有机材料。例如，完全不含合金元素的有机化合物 $(\text{TMTSF})_2\text{ClO}_4$ ，在约 1.4K 变成超导体。再如有机化合物四甲基氟硼酸盐—六氟代磷 (TMTSFPF_6) 在 $1.2 \times 10^5 \text{MPa}$ 下 20°C 时出现超导性。有机超导材料是人们寻找室温或高温超导材料的一个重要领域。

【医用高分子材料】用于制造人工器官（如人工心脏、人工肾、人工骨骼、人工皮肤）和医疗器械（如注射器、手术衣、管子、绷托）的高分子材料。前者要求能完成原器官的功能并具有良好的生体适应性，如良好的化学稳定性、无毒、无副作用、耐老化、耐疲劳以及生物相容性等，常用材料有聚醚聚氨脂嵌段共聚物及其与聚硅氧烷形成的共聚物、硅橡胶、聚酯、聚苯乙烯等；后者要求纯度高、无病菌病毒传播条件，物理、化学、机械性能满足设计和功能要求等，常用材料有聚氯乙烯、天然橡胶、硅橡胶、聚酰胺等。此外，医用高分子材料还包括非永久性用在人体的高分子材料，如手术缝合线材料聚乳酸—羟乙酸，用于缝合手术时，在人体中可被吸收或通过正常代谢排出体外，可省去拆线。

【药用高分子材料】用作药物的高分子材料。通常分两种类型：
(1) 以高分子为载体制成的药物，即将低分子药物接到高分子材料上，或把低分子药物用高分子材料包起来制成细小的胶囊，与相应的低分子药物比较，有低毒高效、缓释、长效等优点，还可在高分子载体上接上几种药理活性不同的低分子药物起到互相增强药效的作用；(2) 高分子本身作为药物，例如聚乙烯吡咯烷酮(Ⅲ)可作为血浆代用品。

【压电高分子材料】具有压电效应的高分子材料。压电效应就是某些电介质在机械应力作用下，其某些表面上产生电荷，且电荷量与施加的外力成正比的现象。压电高分子材料具有极性，如聚偏氟乙烯、聚氯乙烯、聚氟乙烯、聚碳酸酯等，其中压电性最强的是聚偏氟乙烯。密度低，耐冲击强度高，压电性稳定。可制成任意形状、薄而柔软的换能器。

【塑料磁性材料】具有铁磁性的塑料。如用四丙炔腈与钒合成的塑料，呈黑色粉末状，能隔一层纸吸住铁粉，但在空气中不稳定。

【形状记忆树脂】具有形状记忆效应的树脂。如聚降冰片烯、反1,4聚异戊二烯、苯乙烯—丁二烯共聚物、聚氨酯系树脂等。可用于异径管接口、铆钉、医疗固定器具、便携容器、玩具、汽车配件制品等。

【高吸水性高分子材料】含有强亲水性基团，不溶于水，吸水量可达自身重量百倍至上千倍的聚合物。除用天然产物的淀粉、纤维

素接上亲水基团外,还可利用具有亲水基团的聚合物如聚丙烯酸、聚乙烯醇等进行交联制得。水分子不仅包藏在高分子网络之间,而且被高分子电解质所吸附。当这种材料吸水后,稍受挤压也不会析出水来。广泛用作卫生材料、农业园艺材料、建筑材料、防静电材料、水土保持材料等。

【氮化硅陶瓷】硅和氮的化合物。具有许多优良性质,如高的室温和高温强度、高硬度和高比强度、良好的抗蠕变和抗热震性、良好的化学稳定性和热稳定性、优异的高温抗腐蚀和抗氧化性、低摩擦系数、良好的抗磨损性能、高绝缘强度等。用作高温轴承、内燃发动机零件、腐蚀环境中的高温结构、燃汽轮机叶片、切割工具、火箭喷嘴、金属铸造容器、炉子管道和坩埚等。

【碳化硅陶瓷】碳与硅的化合物。用石英砂加焦炭加热到 1900℃ 以上还原而成或用硅烷与碳氢化合物反应制得。高纯者为无色,纯度越低,颜色越深,随纯度降低由绿到黑变化。按结晶类型分为六方晶系 (α -碳化硅) 和立方晶系 (β -碳化硅) 两类。密度为 3.1—3.2 克/厘米³,热胀系数为 $4.0—4.8 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$,维氏硬度为 2500—3000 公斤/毫米²。具有较高的高温硬度、耐热性、耐磨性,低的摩擦系数,良好的耐蚀性和耐热冲击性能。用于制造磨具、高温下使用的轴承、喷嘴、涡轮叶片、热偶保护管、拉丝模等,也可用作高温半导体材料、磨料、炼钢脱氧剂、高级耐火材料等。

【增韧氧化物陶瓷】一类高温结构陶瓷。含有一定数量弥散分布的亚稳态的物质。当受外力作用时这些物质发生相变吸收能量,使裂纹扩展减慢或终止,从而大幅度提高材料的韧性。常用的相变

物质是四方相的氧化锆。增韧效果好的有氧化锆增韧氧化铝、氧化锆增韧氧化锆（即部分稳定氧化锆）。这类陶瓷有很高的韧性和强度。

【立方氮化硼陶瓷】硼和氮形成的晶格结构与金刚石相同的非金属化合物。利用高温高压法（例如爆炸法或静压法）使软质的六方氮化硼转化为立方晶格而制得。具有极高硬度（仅次于金刚石）、高导热性、高热化学稳定性（优于金刚石，在 2000℃ 时也比较稳定）。用作研磨、磨削的磨料以及用来制造用树脂、陶瓷和金属粘结的砂轮和刀具。

【六方氮化硼陶瓷】又称白石墨。具有石墨类型的六方结构的一种氮与硼的化合物。性能与石墨相近，但各密排原子层间结合力较强。制品密度为 $(2-2.5) \times 10^3$ 公斤/米³，莫氏硬度为 2，熔点为 3000℃，导热系数为 25.12 瓦/米·度。可作为介电体和耐热润滑剂、脱模剂、熔炼坩埚、舟皿、液态金属的输送管、玻璃成型用的热作模具等。在高温高压下可转变为极硬的立方氮化硼。

【热解石墨】碳氢化合物气体热分解后沉积在石墨或其他基体上的石墨薄膜。具有耐高温、耐腐蚀和抗热震等性能。具有较低的二次电子发射系数和较低的热膨胀系数。在平行于沉积面方向上导热性与铜相当，而在垂直于沉积面方向上的导热性与隔热材料氧化锆相当，两个方向上的导电性相差一千多倍。可用作宇宙飞船的鼻锥及隔热防护罩、固体火箭发动机喷管喉衬、反应堆核燃料的涂层、电子管栅等导电部件及坩埚等。

【蠕虫石墨】又称膨胀石墨。石墨盐在高温下瞬时膨胀生成的形如蠕虫的石墨。既具有耐酸碱腐蚀、耐高温、耐强辐射、摩擦系数低和自润滑等石墨固有的特性，又具有不必加粘结剂就能压制成形的特点，故能制成富有柔性的石墨板、纸、带和各种密封件。广泛用于石油、化工、电力、自动化仪表、宇航及核反应堆等部门。制取工艺为：把高纯度的鳞片石墨浸泡在氧化剂与酸液的混合液中，让酸根离子进入石墨晶体间层后，与氧化了的碳原子相结合，生成石墨盐；然后把浸泡产物洗至中性，再经干燥，最后在高温下加热，由于瞬时分解产生大量气体而膨胀。

【玻璃碳】用人造树脂或纤维素等有机高聚物碳化而得的具有玻璃状致密结构的碳素制品。机械强度高、耐高温、耐腐蚀、结构致密，热导率较普通化学玻璃高 10—20 倍，耐热冲击性能好，纯度高，不污染工作物。可用作实验室器皿以代替铂制器皿，还可作制备高纯度物质的坩埚、高温热电偶套管等。

【石墨纤维】又称高模量碳纤维。含碳量 99% 以上的碳素纤维。将聚丙烯腈纤维、粘胶纤维及石墨沥青纤维等在低温炉的空气中预氧化，然后在 1000—1100℃ 的碳化炉中惰性气氛中碳化，成为含碳量达 90% 的近似于石墨六角结构的碳纤维。将碳纤维在 2500—3000℃ 的温度下进行石墨化处理，即可制得石墨化纤维。有很好的可挠性，易被树脂浸润，体积密度小，强度大，弹性模量大于 24.5×10^4 兆帕。热容量小，导热系数大，热膨胀系数小，表面积大，耐腐蚀性强，耐高温性能好，导电性好，与树脂、金属或陶瓷组成复合材料，用于军工、航天、原子能等工业部门。

【足球烯】又称巴基球。碳原子组成的同质异构体。其分子结构为多面体，由许多正五边形和正六边形围成，似足球球形，碳原子位于多边形的顶点。已发现的足球烯有 C_{28} 、 C_{32} 、 C_{50} 、 C_{60} 、 C_{70} 、 C_{84} 、 C_{540} ……等，下标数字为每个足球烯分子中的碳原子个数。研究较多的是 C_{60} （碳六十），可用激光法、电弧法、火焰法制取。 C_{60} 可以作为铂的络合物载体起到均相催化的作用，室温下为能隙 1.5 电子伏特的半导体。

【钢化玻璃】经过强化处理的玻璃。强化方法主要有两类：（1）化学强化法，将钠钙硅酸盐玻璃浸渍在熔盐中，使熔盐中的阳离子与玻璃表面的钠离子进行交换，以改变玻璃表面的组成或结构，形成较高的表面压应力，从而达到强化的目的；（2）物理强化法，将玻璃均匀加热到软化温度，再以快速冷却，按冷却介质不同又分风钢化和液钢化两种。化学强化法可以强化薄的大面积曲面玻璃制品，成品率高，强化后玻璃可以切割、钻孔，强度均匀；而物理强化只能强化厚的制品，且强化后玻璃不能切裁。钢化玻璃抗弯强度大，热稳定性高，破碎时形成无尖锐棱角的颗粒，主要用于汽车、轮船、飞机的窗玻璃，钟表盖片、潜视镜的透镜等。

【迭层钢化玻璃】在玻璃表面上熔化上一层或几层热膨胀系数较小的玻璃所形成的复合材料。由于冷却后表面上产生压缩应力，故得到强化。硬度高，耐热性能十分好，耐机械冲击和热冲击性能好。可用于微波炉、烤炉及餐具等。

【高硅氧玻璃】二氧化硅含量大于 95% 的玻璃。由钠硼硅酸盐玻璃经分相、酸处理、干燥和烧结制得。性能和组成接近石英玻璃。具

有耐高温、化学稳定性好、热膨胀系数低、透紫外线等优点。可代替石英玻璃制作各种光学仪器、容器窥视玻璃、过滤器等。

【微晶玻璃】又称玻璃陶瓷。由细小的晶相与玻璃相组成的质地致密均匀的混合物。是在玻璃中加入一定量的成核剂，如铜、银、二氧化钛、二氧化锆等，熔炼成形后进行晶化处理，在玻璃相内析出大量细小晶体而成。具有硬度高、机械强度高、不透水、不透气、介电性能优异、热稳定性好、耐腐蚀等优点作为结构材料、电绝缘材料、光学材料用于国防、交通、建筑、纺织等领域。如用作导弹头部整流锥、高温热交换器、纺织机上的导纱杆、喷气发动机零件等。

【压电陶瓷】具有压电效应的陶瓷。是 ABO_3 型化合物或多种 ABO_3 型化合物的固溶体，其中，A 代表二价（或一价）正离子，B 代表四价（或五价）正离子。应用最广泛的有钛酸钡系、钛酸铅系、锆钛酸铅系、铌酸盐系陶瓷等。用作低频、中频、高频和超高频滤波器、电声器件、超声换能器、水声换能器、传感器等。

【导电陶瓷】具有电子电导或离子电导的陶瓷。前者包括碳质陶瓷、碳化硅陶瓷及金属氧化物系导电陶瓷。碳质陶瓷广泛用做高频固体电阻和厚膜集成电路的电阻。碳化硅陶瓷用作电热体和压敏电阻。金属氧化物加适量杂质所制成的半导体陶瓷可用于各种电子元件，如热敏元件、恒温箱控制元件等。后者是固体电解质。

【超导陶瓷】能呈现出超导电性的陶瓷材料。已发现的有钡镧铜氧化物和钡钇铜氧化物。临界温度高于其他超导材料。具有畸变的

钙钛矿型结构的超点阵。可用铜合金包覆拉成细丝，经热处理制成陶瓷线材。用以制成磁带，或用离子溅射法制成超导薄膜而用于微型高磁通螺线管及高 Q 值高感抗线圈，也可制成其他形状的超导磁体。

【超导化合物】能呈现超导性的化合物。临界温度和临界磁场强度比超导合金高，但质脆，需采用特殊的加工方法。主要使用的化合物有 Nb_3S_n 、 V_3Ga ，用于绕制高磁场超导磁体。可用它实现可控热核反应。超导磁体用于发电机，可大大提高发电机输出功率，而且重量轻，体积小。还可用超导磁体实现磁流体发电，提高发电热效率，以及用于磁场储能器和磁悬浮列车等。

【快离子导电陶瓷】又称超离子导体或固体电解质陶瓷。在一定温度范围内，在外电场作用下，可通过离子的迁移而导电，导电性质和液体电解质相似的离子晶体材料。已发现的快离子导体大约 300 多种。大体上分三类：(1) α -碘化银结构，在碘化银的基础上通过用阴离子取代碘离子或用阳离子取代银离子而制得的在室温下具有高导电率的快离子导体；(2) β -氧化铝结构，是一族含有单价阳离子的多铝酸盐类，有较高的阳离子电导率；(3) 氟化钙结构的氧化物，由氧化锆中加入氧化钙或氧化钇形成，氧离子通过阴离子空位导电，电导率随温度变化比前两种快得多，但只有在较高的温度下才有高的导电率。掺杂的氧化锆可作为高温燃料电池的固体电解质，也可利用燃料电池的逆反应，把水电解成氢和氧。 β -氧化铝可作为钠硫高能蓄电池的固体电解质。还可用作离子选择性电极或敏感元件用来分析各种溶液或混合气体中的某组元气体。

【光学陶瓷】具有光学性能的陶瓷。包括耐热透明光学玻璃、电光玻璃、耐蚀光学玻璃、光色陶瓷、光纤陶瓷和激光陶瓷等。

【耐热透明光学陶瓷】有较高透光率和耐热性能的陶瓷。如氧化铝、氟化铍、氧化钇、氧化钙—氟化钙陶瓷等。用于光学透镜、红外滤光镜、高温透镜等。

【电光陶瓷】有电光效应的陶瓷。在外加强电场作用下晶内产生极化从而引起折射率变化。有掺镧的锆钛酸铅、掺镧的钪钛酸铅等。用作图像存储和显示元件、光电传感器、光栅、光谱滤波器、光开关、光阀和记忆元件等。

【光色陶瓷】能产生光致变色现象的陶瓷。材料受光照射着色，停止照射又退色。分均质玻璃和微晶悬浮玻璃两类。前者如氧化镉—氧化硼—氧化硅玻璃；后者如含铊卤化物的铝磷酸钾钡玻璃。用作自动变色太阳镜片、防止阳光或强光照射的装置、全息照相存储和显示器件等。

【光导陶瓷纤维】由石英和多元玻璃制成的能传输光线的纤维。一般的纤维中心部位折射率最高，周围是另一种折射率较低的陶瓷；或者由中心向周围折射率逐渐下降。前者称为芯皮型（或锯齿形）结构，后者称为聚焦型结构。具有频带宽、通讯容量大、损耗小、重量轻以及耐热、耐蚀、耐辐照、绝缘好、无短路无干扰等优点，是理想的通讯材料。已用在远距离多路通讯、信息系统、医疗器械、自动控制等方面。

【激光陶瓷】用作固体激光器工作物质的陶瓷。主要由基质晶体和激活离子两部分构成。前者主要有氧化物（如氧化铝、钇铝石榴石）、氟化物（如氟化钙、氟化锶、氟化镁）、含氧酸盐晶体（如钨酸钙、钼酸钙、铈酸锂）等。后者主要有过渡金属离子如三价铬离子、三价稀土元素离子、二价稀土离子及铜系元素离子等。

【半导体陶瓷】有半导体性能和高介电常数的陶瓷。如钛酸钡、氧化锌、硫化镉、氧化钨—氧化镉—氧化铅等。用作热敏电阻、压敏电阻、光敏电阻、热电元件和太阳能电池等。

【分子筛】用来筛分不同大小分子的固体材料。材料中分布着大量的互相连通的微孔，可允许较小的分子通过，阻止大直径（大于微孔直径）的分子通过。沸石是钠、钾、钙、钡的铝硅酸盐矿物，是常用的分子筛材料。也可用金属铝、水玻璃、碱和其他有关原料在一定温度和压力下人工合成。广泛用于天然气、烯烃、烷剂、氟化物致冷剂、热处理保护气、空气等气体的干燥和纯化，空气中氧和氮的分离，某些液体物质的脱水、精制、浓缩。此外，可用作离子交换剂和催化剂。

【生物玻璃】一种用于生物工程的玻璃。将多孔玻璃经下述处理制得：首先用碱或酸处理，使多孔玻璃的微孔由 4 微米扩大到 50—150 微米；再将已扩孔的玻璃与 γ -氨基丙基三乙氧硅烷作用，生成烷基胺的衍生物，这种衍生物可以多种方法与生物催化剂——酶偶联。生物玻璃具有高效催化、一定的机械强度，可反复使用，能贮藏较长时间和不带进杂质等特点。广泛用于生物分离和酶迁移。

在工业方面可用于果胶水解、氨基酸生产、糖或淀粉转化、尿素分离和干酪制造等。

【防辐射玻璃】能吸收高能电磁辐射的玻璃。无色透明。由氧化铅、三氧化二铋、五氧化二钽和三氧化钨等制成。按防护的射线分防 γ 射线玻璃、防X射线玻璃、防中子玻璃等。防 γ 射线玻璃使用较早、用量较多，习惯上简称为防辐射玻璃。用于原子能工业、核医学和同位素试验等做窥视窗材料。

【生体玻璃陶瓷】一种含磷酸钙或羟基磷灰石的玻璃或微晶材料。可制作人工骨或人工牙齿植入动物体或人体内，能与骨骼或牙床组织渗透生长成一体；也可制成凝胶涂层，敷于材料表面，使植入物与生物体牢固地结合。

【半导体材料】导电能力介于金属和绝缘体之间（电阻率在 10^{-6} — $10^8\Omega \cdot m$ 范围内），并对外界因素，如电场、磁场、光、温度、压力及周围环境、气氛等非常敏感的固体材料。包括元素半导体、化合物半导体、固溶体半导体、氧化物半导体、非晶态半导体、有机半导体等。

【元素半导体】只包含一种元素的半导体材料。具有半导体性质的元素有硼、碳、硅、锗、锡、磷、砷、锑、硫、硒、碲、碘十二种。有实用价值的是硅、锗和硒。应用最广泛的是硅半导体。可用于制做整流器、晶体二极管、晶体三极管、集成电路、太阳能电池等。

【固溶体半导体】两种或两种以上的元素或化合物半导体互相溶合而形成的固体材料。其成分可以在一定范围内连续变化，不致引起原来半导体材料晶格改变，从而可以得到多种性质的材料。主要用于制作光电器件。

【有机半导体】含有一定数量的碳—碳键且其导电能力介于金属和绝缘体的有机固体。分为三类：(1) 分子晶体（如萘、蒽、嵌二萘、酞花青铜等）；(2) 电荷传递络合物（如芳烃—卤素络合物，芳烃—金属卤化物等）；(3) 高聚物。正在探索用来制造分子电路。

【非晶态半导体】又称无定形半导体和玻璃半导体。具有半导体性质的非晶态固体材料。包括元素非晶态半导体（如硅、锗、硒、碲）和化合物非晶态半导体。有开关记忆效应。主要用于开关元件、记忆元件、固体显示、热敏电阻和太阳能电池等方面。

【磁性半导体】具有磁性的半导体。分为铕的氧、硫、硒、碲化合物（ EuO 、 EuS 、 EuSe 、 EuTe ）和尖晶石结构的化合物（如 CdCr_2Se_4 、 HgCr_2Se_4 等）两大类。其电学和光学性质随磁场变化显出异常现象。可用于制做微波功率源（雪崩二极管、耿氏效应器件）的磁调器件。

【纤维增强复合材料】以各种纤维为增强相的复合材料。有纤维增强金属、纤维增强陶瓷、纤维增强水泥、纤维增强塑料、纤维增强碳等。纤维的强度、弹性模量和耐热性等通常高于基体材料。常用的纤维增强材料有玻璃纤维、碳纤维、石墨纤维、硼纤维、碳化硅纤维、氮化硼纤维、碳化硼纤维、氧化铝纤维、金属纤维、石

棉纤维、棉纤维、合成纤维、人造纤维等。

【纤维增强塑料】以塑料为基体,以各种纤维为增强相的复合材料。用作基体的有:(1)热固性塑料,如环氧树脂、酚醛树脂、不饱和聚酯和有机硅树脂等;(2)热塑性塑料,如尼龙、聚苯硫醚、聚醚醚酮、聚醚砜等。

【碳纤维增强塑料】以碳纤维为增强相、热固性塑料为基体相的复合材料。是比强度和比刚度最高的复合材料之一。许多性能超过玻璃钢。具有优良的抗疲劳性和耐冲击性,突出的减摩、耐磨性和良好的耐热、耐蚀性。主要用于航空航天技术,如用作飞机的机翼、机身和承力构件,直升飞机的旋翼、宇宙飞行器的外表面的防热层等。在机械、化工、医疗、体育器材等方面也有广泛用途。

【芳纶纤维增强塑料】又称凯芙拉纤维增强塑料。以芳纶纤维(即芳香族聚酰胺纤维,商用名称为凯芙拉纤维)为增强相,以塑料为基体相的复合材料。芳纶纤维是强度最大的新型有机纤维,强度可达2800—3700MPa,韧度比钢大五倍,比重仅为钢的六分之一,刚性大,耐热,耐蚀,耐疲劳。绝缘性和加工性均良好。芳纶纤维增强塑料性能优异,原料易得,成本低,制造简单,主要用于宇宙飞行器的高压容器、雷达天线罩、火箭发动机燃烧室外壳、战士的头盔等。

【玻璃钢】以玻璃纤维为增强相、以工程塑料为基体相的复合材料。分两类:(1)热塑性玻璃钢,以热塑性塑料如尼龙、聚烯烃类、聚

苯乙烯类、热塑性聚脂和聚碳酸酯等为基体相，与和基体相同的塑料相比，强度和疲劳性能可提高 2—3 倍以上，冲击韧性提高 2—4 倍，蠕变抗力提高 2—5 倍，达到或超过了某些金属的强度，玻璃纤维增强尼龙可代替有色金属制造轴承、齿轮等零件及电工部件、汽车仪表盘等，玻璃纤维增强苯乙烯广泛用于汽车内装制品、收音机壳体、空气调节器叶片等；玻璃纤维增强聚丙烯可作转矩变换器、干燥器壳体等；（2）热固性玻璃钢，以热固性塑料如酚醛树脂、环氧树脂、不饱和聚酯树脂和有机硅树脂等为粘结剂，质量轻，比强度比铜合金和铝合金高，甚至超过合金钢，耐腐蚀性能好，介电性能优良，成形性能良好，但刚度较差，耐热性不高（ $<200^{\circ}\text{C}$ ），容易老化、蠕变，应用极广，如用于机器护罩、形状复杂的构件、车辆的车身、抗磁仪表和耐蚀耐压容器、管道等。

【纤维增强金属】以高强度、高模量耐热纤维为增强相，以金属为基体的复合材料。可以保持金属的耐热性，保留金属的导电、导热性，还具有耐疲劳、耐磨、阻尼性好、不吸潮、不放气、膨胀系数低等特点。用于宇航、航空、电器产品和体育用品等。常用的增强纤维有氧化铝纤维、硼纤维、石墨纤维、碳化硅纤维、钨纤维、钼纤维及不锈钢纤维等。

【纤维增强陶瓷】以长纤维作增强剂的陶瓷基复合材料。强度与韧性均有大幅度提高。常用纤维有碳纤维、氧化铝纤维、碳化硅纤维或晶须及金属纤维等。基体相可用玻璃、二氧化硅、碳化硅、氮化硅等。

【粒子增强复合材料】又称颗粒增强复合材料。以各种固体粒子为增强相的复合材料。增强粒子的直径一般在 0.01—0.1 微米范围。由于粒子高度弥散分布于基体中，可以阻碍基体中位错的运动（对金属基体而言）或分子链的运动（对塑料基而言），从而强化基体。常用粒子的种类有金属粒子、氧化物粒子、无机物粒子和有机物粒子。主要有粒子增强金属、粒子增强陶瓷、粒子增强塑料、粒子增强橡胶等复合材料。

【粒子增强塑料复合材料】以塑料为基体，以各种粒子为增强相的复合材料。与塑料相比，刚性好，表面硬度高，尺寸稳定性好，耐热，耐老化，耐磨损。按用途分为：（1）合成木材，以木粉、稻草屑、钙质填料为分散质，主要有钙塑材料和有机粒子增强塑料；（2）电工绝缘材料，以木粉、云母粉、石棉粉为分散质，具有良好的绝缘性；（3）耐磨材料，以石棉粉、铁粉、氧化铝等粒子为分散质，具有良好的耐磨性。

【粒子增强金属复合材料】以金属为基体以各种粒子为增强相的复合材料。主要有：（1）金属陶瓷，以陶瓷粒子为增强相，复合后的材料既具有陶瓷的高强度和耐热性，又有金属的塑性和强度；（2）金属粒子增强金属，以一种金属粉末加入另一种金属或合金中形成的复合材料，如铜合金中加入铝粒，可增加其润滑性。

【粒子增强陶瓷复合材料】以陶瓷为基体，以各种粒子为增强相的复合材料。如云母或玻璃薄片均匀地分布在玻璃中，形成具有高的强度与刚性的复合材料。

【共晶合金定向凝固材料】又称原位型复合材料。用定向凝固的方法制得的由共晶中的两相沿着同一方向排列构成的复合材料。其中一相呈片状或纤维状，为增强相；另一相为结合这些顺列的片体或纤维的基体，两相结合良好。例如定向凝固的共晶高温合金可以达很高的强度和蠕变性能，可用于燃气涡轮等。

【层压复合材料】又称层合复合材料。由两层或多层不同材料紧密结合在一起构成的复合材料。通过对不同材料进行组合和用层合法复合可使材料许多性能增强，如提高强度、刚度、耐腐蚀性、耐磨性、绝热性与隔音性能等，同时还使材料美观或质轻。有双金属层合复合材料、夹层玻璃复合材料、塑料基层合物、层合纤维复合物等。

【碳/碳复合材料】以碳纤维或石墨纤维为增强材料，以碳或石墨为基体材料的复合材料。是将碳纤维或石墨纤维增强塑料（基体可以是呋喃、酚醛树脂、树脂与沥青的混合物）进行烧结或用化学气相沉积法在碳布上析出碳或石墨而制成的。强度比石墨高数倍以上，可用于火箭喷管、航天器壳体、鼻锥、热压机用模具等。

【压电橡胶】由压电性能良好的压电陶瓷粉末与橡胶形成的功能复合材料。克服了压电陶瓷（如锆钛酸铅）性脆、不耐冲击的缺点。具有柔性，易加工成型，且压电系数有所提高。可用于电子血压计。在军事上用来制造声纳，探听水下潜艇的活动，比压电陶瓷制成的声纳更灵活、耐用。在钢琴、吉它等乐器中，用来代替共鸣板，使音响效果更佳。

【隐形材料】又称隐身材料、吸波材料、吸收屏蔽性功能复合材料。由吸波材料与有机或无机胶粘剂按一定工艺制成的复合材料。高损耗吸波材料有铁氧体（如锂—镉铁氧体、镍—镉铁氧体、锂—锌铁氧体和反尖晶石铁氧体等）、羧基铁、碳黑及导电金属纤维材料等，也可用辉绿岩屑在水蒸汽中加热到 1050℃再急冷粉碎制得的粉末。胶粘剂可采用油漆、橡胶、塑料、磷酸盐、水玻璃及水泥等。主要用作飞机、导弹等表面涂层或结构材料，用以摆脱雷达和红外探测器的追踪。吸波材料的颗粒很小，电磁波碰到它以后，就在小颗粒之间形成多次不规则的反射，转化成热能被吸收了。这样，对方雷达就收不到反射波，也就发现不了飞行器。

【自控发热功能复合材料】将导电粉末（如碳粉）分散在高分子树脂中制成的能在导电时产生控制恒温效果的一种功能复合材料。在未通电时，导电粉末构成导电通道。通电后材料发热使高分子膨胀，拉断一些导电粉末通道，从而使材料电阻值增大降低发热量；温度降低后，高分子收缩又使导电通道复原，材料电阻值减小，增大发热量，使温度升高。可作成扁电缆缠在管外面通电加热，使管道保持恒温。

【热双金属】由膨胀系数不同的两层或两层以上的金属或合金沿整个接触表面彼此牢固结合的复合材料。其中被动层是低膨胀合金，主动层是高膨胀合金。为获得特殊性能，有时中间夹层或表面复层。加热时，主动层的热膨胀系数大，自由伸长比被动层大，但因受被动层的牵制而受压应力，被动层受拉应力，在应力作用下产生弯矩，使双金属片向被动层弯曲成园弧状并产生推力，冷却的情形相反。利用这种热能—机械能的转换功能，热双金属广泛

用作温度测量及自动控制设备中的热敏元件。按其用途不同，分为高温型、中温型、低温型、高灵敏度型、速动型和耐蚀型等。性能参量主要是比弯曲、使用温度、弹性模量和电阻率。热双金属的复合工艺有熔合法、双浇法、热轧法、冷轧法和爆炸成型法。

【粘结永磁材料】由永磁性物质粉末及作为粘结剂的塑性物质经过混合、成形、固化而制成的复合磁性材料。永磁性物质磁粉主要是铁氧体、稀土钴、铝镍钴、钕铁硼磁粉。所使用的粘结剂有热塑性塑料、热固性塑料、橡胶、低熔点金属。加工成形方法主要是注射成形，挤出成形、压缩成形以及轧制成形。粘结永磁材料的优点是尺寸精度高，无需二次加工，机械性能好，可制成形状复杂、薄形、小型磁体，易于磁体取向和多极充磁。但由于磁体中含少量非磁性粘结剂，磁性能有所降低。粘结永磁在仪器仪表、通讯设备、旋转机械、音响器件、磁疗器械及其他许多方面得到广泛应用。

【石墨层间化合物】用人工合成的方法使某些原子、分子进入石墨原子层间而形成的新型复合材料。合成方法有气相反应法、液相反应法、固相反应法三大类。用作插入物的物种已有 100 多种，如碱金属、碱土金属、稀土金属、过渡族金属、含碱金属三元系、卤素、金属氧化物、氧化性酸等。随插入物浓度不同，插入原子以一定间隔均匀地进入石墨层间。插入物均匀地进入每一石墨原子层间的化合物称为一阶化合物；插入物每隔一层进入石墨原子层间者，为二阶化合物；依此类推。已合成 15 阶化合物。不同的插入物在石墨层间的排列规律也不相同。由于插入物质不同、化合物阶数不同，石墨层间化合物会呈现不同的颜色，如金黄、深绿

等等。石墨层间化合物除保留石墨原有特性，如电、热的良导体、润滑性能、抗辐照性能外，还具有许多新的物理、化学特性，如高导电性、磁性等。可用作高导电材料、高效催化剂、高能电池电极材料、贮氢材料，用来制取膨胀石墨等。

【梯度材料】又称功能渐变材料。化学组成、结构等沿厚度方向由一侧向另一侧呈连续变化，从而使其性质和功能也呈梯度变化的一种新型材料，如缓和热应力型超耐热梯度材料、梯度光导纤维等。梯度材料在航天、核能、电子、光学、化学、电磁学、生物医学乃至日常生活领域都有广阔的潜在应用前景。