矿 冶

采 矿

【矿山地质工作】在矿山生产过程中对矿床所进行的进一步的勘探和研究工作。其工作目的是利用探矿及采矿坑道进一步研究矿体的赋存状态、矿产质量及影响开采利用的地质条件，以提高对矿产储量的控制程度，及时掌握储量的变动情况，维持均衡生产，保持合理的采掘比例；指导采掘工作的方向，参与探采工程的施工管理与验收；测定及检查矿石的损失与贫化，进行出矿指挥及对矿石产量、质量的检查与验收；对矿床进行探边摸底，勘探平行矿体及寻找盲矿体，并在矿山外围进行矿产的普查与勘探，以扩大矿山的生产能力或延长生产年限，增补所需矿产储量；及时解决水文地质、工程地质等影响矿山正常安全生产的各种地质问题；参与采场、中段和井田开采结束后的验收与总结工作；进行矿床地质理论等方面的研究。

【矿山水文地质工作】研究与矿床开采有关的水文地质问题的各项工作，包括研究矿床水文地质特征及其调查方法，调查与研究矿床的充水性质、充水水源、充水通道，预测未来矿井的涌水量及开采过程中矿床水文地质条件的变化，提出矿井涌水的防治措施

建筑网会员俱乐部论坛：http://bbs.3s001.com/

并研究矿井水的综合利用等等。主要采用的手段和方法是水文地质测绘、地面物探、简易水文地质观测、水文地质钻探、抽水试验、物探测井、水文地质长期观测、生产矿井调查、流量测井和遥感技术等。

【矿山工程地质工作】与矿山建筑工程（主要包括：巷道、采空区和边坡）有关的地质工作。矿山工程地质工作主要包括：（1）地面工程地质调查，即地面测绘和从钻孔采取岩、土样进行物理力学实验；（2）巷道等建筑工程围岩稳定性观测，即观察和研究围岩的性质、厚度、结构的特征和分布范围，以及岩体的力学性能，构造裂隙的主要发育方向、发育程度和分布状况；（3）围岩膨胀观测。

【矿山环境地质工作】查清采矿和选矿对环境和资源的破坏和污染。采矿和选矿对环境的破坏和污染主要是废石的堆积、尾矿的贮存以及地面塌陷，废石堆和尾矿　的失稳都能对人类造成灾害。对资源的破坏和污染主要是对矿产资源、土地资源、生物资源和风景资源的破坏和污染。

【矿山测量】在矿山设计、施工和生产过程中所进行的地表和井下各种测量工作的总称。其主要任务是测绘矿区地形图和采掘工程图，为工程设计和生产管理提供所需要的各种资料；进行工程放样和施工检查，以保证工程的几何形状符合设计要求并确定坑道掘进方向；测定矿体的埋藏形状并绘制矿体空间分布图，以反映矿床构造和矿石质量在空间的分布规律，为矿山的储量计算、统计矿石产量、计算矿石的损失和贫化等提供资料；观测采空区上

北信网公正网络版本：http://bbs.3s001.com/

方岩层的移动和边坡稳定，以便采取保护地面及井下建设物的措施。

【露天矿测量】建立露天矿区三、四等平面控制网和高程控制网的测量，绘制矿区范围内地形图的测量，以及生产技术性质、生产管理性质和安全服务性质的测量。生产技术性质的露天矿测量包括：(1) 在露天矿区三、四等平面控制网和高程控制网的基础上在露天矿采场的四周建立矿山测量基本控制网点；(2) 根据基本控制网点，在露天矿采场内的台阶平台上设置工作控制点；(3) 为露天矿生产勘探、采掘和剥离工程测设、测绘露天矿采剥工程平面图；(4) 根据露天矿基建和生产的需要，进行建筑物、铁路、公路的测设，以及补测各种工程需要的地形图。生产管理性质的露天矿测量包括：(1) 采、剥量的验收测量；(2) 测量和计算生产矿量；(3) 测量和计算矿石的损失和贫化。为安全服务性质的露天矿测量主要是为整治边坡提供矿山测量资料。

【岩石物理力学性质】岩石的比重、容重、孔隙性、吸水性、透水性、变形特性和强度特性等。岩石的比重是岩石的不包括孔隙体积在内的体积的重量与同体积的水的重量的比值。岩石容重是单位容积岩石的重量。表示岩石孔隙性的指标是岩石孔隙度等。孔隙度是岩石试件中裂隙和孔隙的总体积对试件总体积的比值。表示岩石吸水性的指标是岩石吸水率等。岩石吸水率是岩石试件在大气压力下吸入水的重量与岩石干重量的比值。表示岩石透水性的指标是岩石渗透系数。岩石渗透系数是水在岩石中的渗透速度与水力坡度的比值。表示岩石变形特性的指标是弹性模量、变形模量和泊松比等。表示岩石强度特性的指标是岩石的单向抗压、抗

建信网公众网络平台：http://bbs.500.com/

拉和抗剪强度，以及岩石的三向抗压强度等。

【岩体力学】研究岩石和岩体在各种不同受力状态下产生变形和破坏的规律，并在对工程地质定性分析的基础上定量地分析岩体稳定性的科学。岩体是一定工程范围内由岩块组成的含显著弱面的自然地质体。岩块是不包含显著弱面的较均匀的岩石块体。岩体力学的主要任务包括：（1）分析和应用根据工程地质工作得出的定性研究成果；（2）研究岩石和岩体的物理力学性质；（3）研究测试岩石和岩体物理力学性质等的方法；（4）研究在不同力的作用下岩体中应力和应变，以及岩体与建筑物的相互作用；（5）研究影响岩体稳定性的各种因素和对岩体稳定性的评价；（6）研究加固岩体的工程措施和处理技术。岩体力学的研究过程主要是通过测试获得原始资料，并用弹性力学、塑性力学和松散介质力学中理论解决岩体失稳等问题。

【岩体应力】岩体在自然条件下所具有的初始应力和掘进巷道后巷道周围岩体中的二次应力的总称。岩体的初始应力是由岩体的自重、地质构造作用、地震作用、水压力和热作用等引起的。前两种初始应力占的比重大。巷道周围岩体（巷道围岩）未受支撑作用时，巷道围岩中的二次应力是重新分布了的初始应力。巷道围岩受支撑作用时，巷道围岩中的二次应力是支撑力参与下的初始应力重新分布。

【巷道地压】原岩作用在巷道围岩上压力经围岩传到支架上或由于围岩变形或破坏而作用在支架上的压力。当巷道围岩应力超过岩体强度极限（脆性岩石）或屈服极限（塑性岩石）时巷道周边岩

地信网公众网络域名：http://bbs.3001.com/

石首先开始破坏（出现裂缝或较大的塑性变形），结果巷道周边岩石发生非弹性位移，并扩展成非弹性变形区。非弹性变形区是应力降低区，非弹性变形区外面的弹性变形区是应力升高区。非弹性变形区内的岩石向巷道中移动或脱落。岩石向巷道中移动使支架承受变形地压。岩石向巷道中脱落使支架承受松动地压。

【岩爆】岩体暴露面内部岩体压应力超过岩石强度极限时岩体内积聚的大量弹性应变能突然释放所发生的岩石破坏现象。对于较软岩石，由于压应力还不大时岩石就开始破坏，从而不能积聚很大的弹性应变能，所以岩爆较少。

【露天矿采场边坡的稳定性】在一定时间内边坡围岩在地质力和工程力作用下产生断裂破坏或塑性滑移破坏的可能性。边坡围岩中的应力分布常常是在坡脚处产生主应力集中，沿坡面产生拉应力。评定边坡围岩整体是否稳定，首先需要研究边坡围岩的二次应力状态，并根据所算出的最大拉应力、最大压应力和最大剪应力分别与岩体的抗拉强度、抗压强度和抗剪强度对比。边坡破坏形式如下：（1）岩块崩落；（2）岩体平移滑动；（3）岩体旋转滑动；（4）岩块流动；（5）岩层曲折。

【巷道与硐室支护】为控制地层压力，维护围岩的稳定而构筑的地下结构物。常用的支护有以下几种：（1）梯形支护，多用在地压小，服务年限短的巷道中，由木材、金属或钢筋混凝土构成；（2）拱形支护，用于地压大，服务年限长的巷道或硐室中，由抗压大的材料如料石、混凝土、特制型钢等制成；（3）圆形与马蹄形支护，用于地压较大，围岩为松软且具有膨胀性的地段，由料

地信网会员网络城：http://bbs.3001.com/

石和混凝土构成；(4) 喷锚支护，由锚杆与喷射混凝土联合支护，使支架与围岩结合成一个整体，也可单独使用锚杆或喷射混凝土进行支护。对弹性较大变形量较小的围岩，应采用刚性较大的支架；对塑性较大变形量也较大的围岩，应采用可塑性支架；对松软岩层，可采用封闭式可缩性圆形金属支架或混凝土砌碹支架；在地质条件不良区，应采用锚喷与可塑性金属支架联合支护；在坚固岩层条件下，可采用锚杆支架。

【矿床开采】矿产开采工程的总称。根据矿床的不同，将矿床开采分成：煤矿床开采、金属矿床和非金属矿床开采、石油矿床开采。根据矿床开采的工艺特点又可分成：普通开采和特殊开采。普通开采又称机械化开采，根据开采工作地点上的差异，可分成露天开采和地下开采。特殊开采又称物理化学开采，即先浸出、溶解或熔融矿产中的有用成分，然后使溶液或熔融体升起到地面。这种开采适用于某些含铜、铀、盐、碱、自然硫等有用成分的矿床。根据矿床赋存地点的不同，将矿床开采分成陆地矿床开采和海洋矿床开采。

【矿床地下开采】进入地下对矿床进行开拓、采准、切割和回采等工程。它包括的主要工作如下：(1) 对一个井田范围内的矿床进行开拓；(2) 对矿体的一个采掘单元进行采准、切割和回采；(3) 对矿石和废石在采掘单元外沿运输巷道运输到井筒，沿井筒提升到地表，在地表把矿石运输到选矿厂或冶炼厂，把废石运输到废石场；(4) 矿石质量管理。矿床地下开采包括的辅助工作如下：(1) 设备的安装、拆卸和维修；(2) 巷道的维护和清理；(3) 人员、材料和设备的运送；(4)电和压气供应，通风，供水和排

地信网论坛网络域名：http://bbs.3s001.com/

水;(5)地质测量和矿产质量监督;(6)材料、设备仓库的管理和生活设施服务。

【地下矿床开拓方法】在井田中按某种顺序在某种位置用某种工艺和设备掘进某种开拓巷道的综合。开拓是形成能使人员、设备、材料和动力等从地面进出矿体中采掘单元的通道。这种通道就是开拓巷道。开拓巷道包括:(1)与地面直接相通的用于提升、运输矿石的主要开拓巷道和用于提升、运输人员、设备、材料和废石等的辅助开拓巷道;(2)不直接与地面相通的在地下深部补充上述两种开拓巷道的补充开拓巷道;(3)通风井、溜矿井、充填井、石门、运输平巷、井底车场和硐室等。根据倾角,将主要开拓巷道和辅助开拓巷道分成:竖井、斜井、斜坡道和平硐,将补充开拓巷道分成:盲或明竖井、盲或明斜井和盲或明斜坡道。开拓方法见“开拓方法分类表”。

【地下采矿方法】地下开采时在矿体的某种采掘单元中按某种顺序在某种位置用某种工艺和设备进行的开拓、采准、切割和回采的综合。水平或微倾斜矿体中的采掘单元是由井田进一步划分成的盘区或由盘区进一步划分成的采区。其余各种倾斜的矿体中的采掘单元是由井田划分成的阶段或由阶段进一步划分成的盘区或矿块。采掘单元内的开拓是用于形成采掘单元的运输系统的巷道工程,以及构筑装矿漏口和安装其操纵装置等工程。采准是用于形成采掘单元内人行,通风,排水,水、电、压气供应和材料运送等系统的各种巷道工程。切割是用于向回采提供落矿自由面或补偿空间的巷道工程。回采是大量采出矿石的工程。回采包括:崩矿、运搬矿石和处理已回采空间等工程。采矿方法的主要类别见

万方数据知识服务平台 http://g.wanfangdata.com.cn/

“采矿方法分类表”。

开　拓　方　法　分　类　表

分类层次	1	2	3
分类根据	主要开拓巷道下部有无补充开拓巷道	主要开拓巷道类型	主要开拓巷道位置或其他
开拓方法名称	单一开拓法	平硐开拓法	下盘穿脉平硐开拓法
			上盘穿脉平硐开拓法
			沿脉平硐开拓法
		斜坡道开拓法	螺旋式斜坡道开拓法
			折返式斜坡道开拓法
		斜井开拓法	脉内斜井开拓法
			下盘斜井开拓法
			侧翼斜井开拓法
		竖井开拓法	下盘竖井开拓法
			上盘竖井开拓法
			侧翼竖井开拓法
			穿脉竖井开拓法
	联合开拓法	平硐联合开拓法	平硐与盲（明）竖井联合开拓法
			平硐与盲（明）斜井联合开拓法
		斜井联合开拓法	斜井与盲（明）竖井联合开拓法
			斜井与盲（明）斜井联合开拓法
		竖井联合开拓法	竖井与盲（明）竖井联合开拓法
			竖井与盲（明）斜井联合开拓法

地信网论坛网络域名：http://bbs.3s001.com/

采 矿 方 法 分 类 表

分类层次	1	2
分类根据	回采期间对已回采空间的处理	采掘单元的结构或其他
采矿方法名称	空场采矿法（使已回采空间处于空场状态）	全面采矿法
		房柱采矿法
		分段采矿法
		阶段矿房采矿法
	留矿采矿法（将约 2/3 崩下矿石暂时留下不放出）	留矿柱的留矿采矿法
		不留矿柱的留矿采矿法
	充填采矿法（将充填材料堆积在已回采空间中）	单层充填采矿法
		上向分层充填采矿法
		下向分层充填采矿法
		分采充填采矿法
		方框支架充填采矿法
	崩落采矿法（使崩落围岩或崩落矿石和围岩堆积在已回采空间中）	单层崩落（围岩）采矿法
		分层崩落（围岩）采矿法
		有底柱分段崩落（矿石和围岩）采矿法
		无底柱分段崩落（矿石和围岩）采矿法
		阶段崩落（矿石和围岩）采矿法
	联合采矿法	空场采矿法与充填采矿法的联合采矿法
		空场采矿法与崩落采矿法的联合采矿法
		留矿采矿法与充填采矿法的联合采矿法
		留矿采矿法与崩落采矿法的联合采矿法
		充填采矿法与充填采矿法的联合采矿法

地信网论坛网络域名：http://bbs.3001.com/

【巷道掘进】把岩石从岩体上破碎下来并把岩碴运走，形成设计上要求的空间的工程。巷道掘进主要包括：巷道断面设计、平巷掘进、天井和斜坡道掘进、斜井掘进、竖井掘进和硐室掘进等内容。巷道断面设计主要是确定巷道断面的形状和尺寸。确定断面形状和尺寸的原则是在满足安全和技术要求的条件下缩小断面，降低造价和增加施工速度。岩石巷道掘进中大量使用凿岩爆破方法。良好的凿岩爆破应该是：（1）炮眼利用率高，爆破材料消耗量低；

（2）巷道的方向、坡度和断面尺寸符合设计要求；（3）对巷道围岩的破坏小；（4）岩碴块度适中，便于装岩。巷道掘进中为使工作地点有足够的新鲜空气流过并尽快排出爆破时产生的有害气体和粉尘，对于无贯通风流通过的巷道，用局部扇风机通风。平巷掘进中的岩碴，多用铲斗式装岩机或耙斗式装岩机把岩碴装入矿车，然后用电机车把矿车拉到提升矿车地点。斜井掘进中的岩碴多用耙斗式装岩机装入矿车，然后用提升机将矿车提升到地表。竖井掘进中多用抓岩机将岩碴装入吊桶，然后用提升机将吊桶提升到地表并将岩碴卸入井架上的岩碴仓。掘进竖井或斜井时为了进行提升工作需要有用于支撑天轮的井架。为了井上下人员的安全，竖井井筒中有井盖和吊盘。吊盘还用于拉紧吊桶稳绳和放置抓岩机等施工设备，以及进行永久支护。吊盘由掘井绞车升降。斜坡道掘进中岩碴的装运卸都由铲运机完成。天井掘进中的岩碴借自重落入岩碴格，从岩碴格下部的漏口将岩碴放入矿车。对于沿巷道倾向掘进的巷道，巷道掘进工作面处的积水需要用水泵排掉或人工淘掉。断面尺寸与平巷的差不多的硐室，多按全断面一次掘进。断面尺寸比平巷的大得多的硐室，为了便于凿岩爆破和支护，将整个硐室分成几部分掘进。在不稳固的含水表土层或含水量大于 $30m^3/h$ 的裂隙岩体中掘进巷道（主要是竖井）时为了加固围岩和隔绝地下水源，从而改善施工条件，采用特殊掘进法——混凝土帷幕法、沉井法、冻结法、钻井法和注浆法等。

【凿岩爆破】通过在岩石中破碎出孔状空间并向孔状空间中装填和起爆爆破材料，使岩石破碎的工程。大量使用的是用机械设备凿岩。这些机械设备主要包括：露天矿的牙轮钻机、潜孔钻机和旋转钻机，地下矿的气动凿岩机、液压凿岩机、潜孔钻机和牙轮钻

建信网仪器网络版：http://bbs.300.com/

机。高压水射流凿岩和火钻凿岩分别处于试验阶段和适用于特殊条件下。爆破材料主要包括炸药和起爆器材。矿用炸药主要是粉状和粒状铵油炸药、粉状和粒状铵梯炸药和含水炸药。起爆器材主要包括：导火索、导爆索、导爆管、火雷管、电雷管和无起爆炸药雷管。比较公认的爆破破岩机理是：爆炸应力波通过径向压缩、自由面反射和与岩体相互作用，在岩体中形成并发展裂隙，爆轰气体进一步扩张延伸裂隙，直到部分岩体破碎。按爆破地点将爆破分为露天爆破和地下爆破。按炮孔深度将爆破分为浅孔爆破、中深孔爆破和深孔爆破。按深孔中药包形状将深孔爆破分为柱状药包爆破和球状药包爆破。球状药包的长度不大于其直径的 6 倍。需要改善爆破效果时，在各种爆破中使用某种控制爆破技术。例如，掘进巷道时为使巷道壁平整，使用光面爆破；露天开采时为使欲留边坡少受生产主爆破的后冲破坏，在欲留边坡处进行预裂爆破。

【机械破碎岩石】用碎岩机械破碎岩石的工程。被破碎的包括：孔底岩石、巷道工作面岩石和大块岩石。在生产上广泛使用的机械破碎包括：研磨破碎、切削破碎、冲击破碎和滚压破碎。利用研磨破碎的主要设备是金刚石钻机和钻粒钻机。研磨破碎是通过磨削和压碎等作用破碎。破碎出的岩粒小，未受破碎岩石受的损伤小。因此，钻出的环形空间内的岩心易被完整取出。被用来切削破岩的主要设备是挖掘机、麻花钻和某些类型的巷道掘进机。切削破碎是碎岩工具施力于岩石，靠刃角从岩石的外层剪切下岩石。对于软岩或中硬岩石，切削破碎占有重要地位。冲击破碎是以碎岩工具的冲击力或冲击功破碎岩石。按破碎作用把冲击破碎分成：(1) 砸碎，如用碎石机破碎大块；(2) 劈落，如用风镐从煤壁落

建信网(www.jxinfo.cn)网络域名：http://bbs.jxinfo.com/

煤；（3）凿碎，如用冲击式凿岩机凿炮孔。冲击破碎主要用于硬岩。利用滚压破岩的主要设备是牙轮钻机和某些类型的巷道掘进机。滚压破碎是靠冲击压碎和剪切碾压的作用破碎岩石。与其它机械破碎比，滚压破碎效率最高适应性最强。

【热力破碎岩石】通过加热使岩体表面或岩块内部产生热应力或局部膨胀力，从而使岩体表面或岩块破碎的工程。用于钻孔和破碎大块岩石的热力破碎设备分别是火钻和电热破碎设备。火钻的工作机构是喷射燃烧器。使用燃油和氧气时喷射气体流速可达到超音速，火焰气流温度约 3000℃，使岩石产生热应力，并起机械破碎作用。用水冷却燃烧器。喷水形成的蒸汽将剥落的岩碴喷出。火钻适用于花岗岩、石英岩和含石英的铁矿石等可剥性好的岩石。电热破碎设备的工作是用数千伏高电压使少量电流流过大块岩石，在岩石内部温度升高和电阻降低到形成热击穿后用常用电压加热，直到局部膨胀力使大块岩石破碎。

【水射流破碎岩石】利用高压水射流破碎岩石的工程。水射流引起岩石表面各条微裂纹扩展、相交、导致微粒从岩石表面脱落。压强 50—400MPa 时在直径 0.25—3.5mm 喷嘴中形成流速 300—800m/s 的高压水射流能破碎岩石。随着微粒从岩石表面脱落形成破碎穴。破碎继续加深时，后续射流打击在反射扩散水柱上，破碎穴加深速度减慢。使用断续射流时能减少这种消极影响。高压水射流已试用于用巷道掘进机掘进岩石巷道时改进盘形滚刀破岩条件，还试用过钻石油井。1974 年中国胜利油田试验钻石油井成功。在生产中使用高压水射流破碎岩石，需要克服耗电多的严重缺点。

此信网个人网络收录：http://zbs.500.com/

【矿床露天开采】从地面向下在敞开空间中剥离矿床周围岩土并采出矿石的工程。露天开采主要包括：机械（力）露天开采和水力露天开采。水力露天开采是用水枪射出高速高压水冲落矿岩，并用水力运搬矿岩，主要用于开采砂矿床。机械露天开采是用采、装、运等设备进行的，是常见的露天开采。机械露天开采包括：(1) 使用穿孔机、单斗机械铲和电机车或汽车等常用配套设备，其生产工艺是不连续的；(2) 使用多斗挖掘机和皮带运输机等不常用配套设备，其生产工艺是连续的，这种机械露天开采适用于褐煤、砂矿、磷灰石等松软矿床。

【露天矿开拓】建立地面与露天矿各工作水平间的运输通道，并借助这些通道及时准备出新工作水平的工程。这些运输通道是堑沟和地下巷道，又称开拓巷道。用某种工艺按某种顺序在某种位置建立地面与采场各工作水平间的某种运输通道，叫做某种露天矿床开拓方法。用开拓巷道和运输方式作为分类依据而分类出的露天矿床开拓方法的名称和特点等见“露天开拓方法分类表”。

【露天矿采剥方法】露天开采时采用缓或陡的采场工作帮，沿某种方向在某种位置布置采剥工作面，使用某种结构参数的采剥工作面，以及按某种顺序掘进开段沟、剥离和采矿的综合方法。采用缓工作帮，即各台阶同时开采时，工作帮坡角多为 8—15°。采用陡工作帮，即各台阶轮流开采时，工作帮坡角可达 25—35°。采剥方法的主要类别见“采剥方法分类表”。

【露天矿生产工艺】露天矿的穿孔爆破、采装、运输和排土等总称。

建信网论坛网络版入口：http://bbs.3001.com/

穿孔是用钢绳冲击钻机、潜孔钻机或牙轮钻机等钻出直径 200—300mm 左右的炮孔。爆破是用装入炮孔中的爆破材料破碎矿岩。采装是用装载机械将矿岩从其整体中或爆堆中挖掘出来，并装入运输容器内或直接倒卸到某个地点。采装所用设备包括各种挖掘机和土方工程机械。挖掘机有单斗和多斗的。从 20 世纪 60 年代以后，前端式装载机的使用范围扩大，但单斗挖掘机仍然是主要采装机械。一些小型露天矿用装岩机和电耙等采装。露天矿运输是把露天采矿场内的采出矿石运到选矿厂、破碎厂或贮矿场，将剥离的废石运到排土场，以及把材料、设备和人员送到工作地点。运输系统由采场运输，采场到地面的堑沟运输和地面运输组成。露天运输方式包括：铁路运输、汽车运输、带式输送机运输、提升机运输、架空索道运输、无极绳运输、自溜运输和水力运输等。前两种运输的使用范围最广。排土是在排土场上排弃从露天矿采场采出的表土和废石。根据排土工艺中所用设备的不同，把排土工艺分成：排土犁排土、单斗挖掘机排土、前端式装载机排土、推土机排土、带式排土机排土和人工造山排土等。

地信网论坛网络版：http://bbs.3001.com/

露天开拓方法分类表

各类露天开拓方法名称		主要开拓巷道类型	主要运输方式	适用坡度
第一层次类别	第二层次类别			
斜坡铁路开拓	折返铁路固定干线开拓	折返式缓沟	机车	～2°
	折返铁路移动干线开拓			
斜坡公路开拓	直进公路开拓	直进式缓沟	汽车或无轨电车	～6°
	回返公路开拓	回返式缓沟		
	螺旋公路开拓	螺旋式缓沟		
斜坡输送机开拓	带式输送机斜坡道开拓	直进式陡沟	带式输送机	～18°
	胶轮驱动输送机斜坡道开拓		胶轮驱动输送机	
斜坡卷扬开拓	箕斗或台车斜坡道开拓	直进式陡沟	箕斗或台车	～90°
	串车斜坡道开拓		串车	～30°
平硐溜井开拓	采场内用铁路运输的平硐溜井开拓	平硐、溜井	重力溜放	～90°
	采场内用汽车运输的平硐溜井开拓			
斜井提升开拓	带式输送机斜井开拓	斜井	带式输送机	～18°
	箕斗斜井开拓		箕斗	～90°
	串车斜井开拓		串车	～30°
竖井提升开拓	箕斗竖井开拓	竖井	箕斗	90°
	缶笼竖井开拓		缶笼	
上面各类开拓方法的联合				

地质网论坛原发地址：http://bbs.3s001.com/

采剥方法分类

分类层次	1	2
分类依据	采场工作帮的缓陡	采剥工作面的布置或其他
采剥方法名称	缓工作帮采剥法	纵向采剥法
		横向采剥法
		扇形采剥法
		环形采剥法
	陡工作帮采剥法	工作帮台阶依次轮流开采采剥法
		工作帮台阶分组依次轮流开采采剥法

此信网论坛网络域名：http://bbs.3s001.com/

【露天矿水力开采】在露天采场用水枪产生的水射流冲落矿岩，形成浆体，再用加压或自流的水力运输方法将矿岩分别输送到选矿厂和水力排土场的工程。向水枪供水包括：自然水头供水、机械加压供水和联合供水。矿岩致密坚硬时用爆破或电铲预先松动，然后冲落。对于冲落后形成的浆体，在采场与选矿厂或排土场的高差大而且距离近时才能使用自流输送。露天矿水力开采的适用条件是：(1) 矿岩能被中低压 (0.5—2.0MPa。水射流冲落，但所含 100—200mm 石块超过 20%或 50—100mm 石块超过 30%时不宜用单一的水力开采；(2) 有充足的经济水源，能满足 5—8m^3/m^3

的消耗量；（3）有充足的经济电源，能满 6—10kw·h/m^3 的消耗量；（4）对土地复垦质量要求高的地区不宜采用；（5）地区冰冻期很短；（6）有建立水力排土场的合适场地，使含固量高的澄清水不污染附近水体。

【矿山运输】矿山中运送矿石、废石（矸石）、设备、材料、人员等的全部运输工作的总合。按运输性质，可分为生产运输和服务运输。按开采方式，可分为露天矿运输和地下矿运输。后者又分为地下运输、矿井提升、地面运输三个环节。按运输方式（使用不同设备）可分为：铁路运输（地下矿称轨道运输或有轨运输）、汽车运输（地下矿称地下矿用汽车运输）、输送机运输、钢丝绳运输（架空索道、串车、箕斗、无极绳等）、管道运输、溜井平硐运输和几种运输方式组合的联合运输。中国露天矿的主要运输方式有：汽车运输、带式输送机运输、铁路运输和汽车、铁路或汽车、带式输送机联合运输。中国地下矿的主要运输巷道中多用有轨机车运输，80 年代以来，也发展了地下矿用汽车运输和带式输送机运输；地下采场有电耙运搬和铲运机运搬等，煤矿多用刮板输送机运搬。

【矿山提升】又称矿井提升。沿矿山井筒或露天斜坡提运矿石、废石（矸石）、升降人员和物料等的运输作业。是矿山运输中的重要环节。其特点是在垂直（或倾斜）的一段距离内将需要提上或送下的各种物料和人员准确、安全地运至地表或井下（或露天坑内）。按其工作原理和所用设备的不同，可分为有绳提升和无绳提升两类。有绳提升主要使用钢丝绳提升设备。无绳提升主要使用的有水力、气力和胶带提升设备。

地信网论坛网络试读：http://bbs.3501.com/

【矿山供电】向矿山用电设备提供电力能源。矿山供电系统由电源、总降压变电所、高压配电网及各级变（配）电所组成。对其主要要求是安全可靠。矿山用电设备有一级负荷时应由两个独立电源供电，任一电源容量均能保证其一级负荷及全部或大部二级负荷用电；无一级负荷的矿山可由一个电源供电。电源电压一般为35—110千伏，也可由矿区附近的6—10千伏电源直接供电。矿区高压配电电压应根据矿山的配电范围、用电负荷大小、高压用电设备的额定电压以及提供电源的地区电力系统的电压等级来确定。配电电压有升高的发展趋势，有的大型矿山已采用35千伏作为配电电压向露天采场供电。

【矿山设备遥控】在一定距离之外对矿山设备进行操作控制的技术。遥控装置因控制对象而异，一般由指令发射机、接收机、执行器和传输通道组成。按通道不同分为：多线式、少线式、感应式、无线电式。无线电遥控在移动设备和操作者之间不需导线联系，控制灵活，可靠性高，在国内外获得普遍采用。采矿生产劳动环境艰苦，且存在危险性，更应大力推广设备遥控和机器人。

【矿山设备自动控制】对矿山生产设备进行自动检测、调节、控制和保护的技术。目的是提高设备生产能力和效率、节约能耗、保障生产安全、改善劳动条件和降低成本。工艺条件多变、作业点分散、移动频繁和环境恶劣是矿山设备运行的特点。露天矿的主要生产设备有钻机、电铲、汽车、带式输送机和装药车等，中国本世纪80年代末在生产过程自动化方面还处于起步阶段。地下矿的通风、排水、压气、提升等固定设备的自动化走在了前面，井

北信网公益网络城市：http://bbs.3001.com/

下生产设备的自动化与国外差距更大。矿山设备自动控制在国外正在向以最佳技术经济效果为目标的生产过程综合自动化方向发展。

【矿山集中监控】现代化矿山对生产过程中设备的工作状态、所处位置和工艺数据、环境参数等进行集中监视、控制和调节的技术。目的在于迅速有效地组织生产，保障安全。集中监控以计算机为核心，由中央调度站、各分站和各站信息传输通道组成。其功能包括：（1）打印生产报表，显示和记录设备状态、环境参数；（2）在异常情况或事故时自动报警，或发出遥控指令；（3）通过对设备工况的故障诊断，提前发现隐患，以便及时维修；（4）将设备或生产过程调整到最佳状态；（5）贮存矿山生产的历史数据，为矿山经营和规划提供资料。

【矿石品位快速测定仪】用于现场作快速分析矿石品位的仪器。有荧光 X 射线分析仪和磁化率仪。前者分为以高压 X 射线管为激发源的波长色散和以放射性同位素为激发源的能量色散两种类型。多应用能量色散荧光 X 射线分析仪。磁化率仪是根据磁铁矿矿物含量越多，磁化率越大而确定其含铁量的。他们具有分析速度快、操作简单等特点。一般准确度低于化学分析。

【矿山压气供给】空气经由空气压缩机压缩成具有一定压力的压缩空气后，用管道输送到各用气地点，驱动矿山气动设备和气动工具的过程。为矿山主要动力源之一。供气方式有集中、分区和就地供气 3 种。矿区较集中时，用集中供气方式，一般在地面或井下建立一个空气压缩机站。矿区范围较大时，可在地面或井下分

建信网公证网络域名：http://zbs.3001.com/

区建立空气压缩机站供气。当压缩空气消耗量很小，用气设备又较分散或常移动时，采用移动式空气压缩机就地供气。矿山常用的气动设备和气动工具用气压力为0.5—0.7兆帕（5—7公斤/厘米^2），欧美一些矿山已采用1.0—2.5兆帕气压进行凿岩，这可提高凿岩速度和钎具寿命。生产压气的空气压缩机站（俗称压风站）是压气供应的心脏。站内设有空气压缩机和它的附属装置和设施，如空气过滤装置、储气罐（风包）、空气压缩机的冷却设施、电机和电气设备等。空气压缩机站宜设于地面靠近负荷中心和主要用气点，且便于供电、供水、设备运搬和空气清洁的地方。输送压气的全部管道和其附属装置称为压气管网。管网的附属装置有管道联接件（法兰盘、螺纹接头、渐缩接头等）、温差补偿器、油水分离器、稳压罐等。

【爆破安全技术】防治爆破事故的技术。爆破事故包括炸药早爆、迟爆或拒爆引起的事故，以及由于爆破引起炮烟中毒和可燃气体或粉尘爆炸、水灾等。用火雷管起爆时，早爆主要是因为导火线中黑火药的性能与规定的不符从而燃速过快，迟爆是因为导火线中黑火药有间断处，在间断处靠燃烧棉纱传导火焰，拒爆是因为导火线、雷管或炸药受潮，或药包间有岩粉。使用电雷管起爆时早爆是由杂散电流、静电和雷电等引起的。拒爆原因除与用火雷管的一样之外，还有起爆电流太小或通电时间过短。预防用火雷管起爆时的早爆、迟爆或拒爆，需要提高爆破材料质量，采取防潮措施和把炮孔中岩粉用压气吹净。预防用电雷管起爆时的早爆需要防治杂散电流、静电和雷电。处理拒爆的方法是：（1）用电雷管起爆时因接头电阻大、错联和漏联引起的拒爆，需要重新联线起爆；（2）因其他原因造成拒爆，应当在距拒爆炮孔至少0.3m

建信网（全球网络城市：http://bbs.300.com/）

处重新凿与拒爆炮孔平行的炮孔，装药爆破，不许去动未爆炮孔中的爆破材料，并于爆破后从岩碴中收集未爆的爆破材料予以销毁。

【矿山排水】排除矿山涌水的方法和设施。是保证矿山正常和安全生产必不可少的工作。排水方法有自流排水和机械排水两类。露天和地下开采均须有良好的排水系统和设备。排水系统从平面上分，有集中排水和分区排水系统；从立面上分，有一段排水和分段排水系统，后者又有分段直接排水和分段接力排水两种。采用何种系统，主要根据矿区范围大小、涌水量大小与分布、开采深度、开采水平数等情况而定，有时需经技术经济比较后确定。排水设备主要包括水泵、水管及其附属设备等；按使用地点分，有露天矿排水和地下矿排水设备；按用途分，有主排水、辅助排水、疏干排水、凿井排水和事故排水设备等。矿山排水主要用离心式水泵（离心泵），有些地点也用往复式水泵、喷射泵和气泡泵等。水泵按使用特点可分固定式和移动式两类。固定式安装在泵房内，多用卧式离心泵。移动式水泵用于井巷掘进和被淹没矿山的排水。

【矿山防水】防止矿井突然涌水造成灾害的措施。地面防水的主要措施是：（1）将井口（平硐口）和工业场地内主要建筑物的标高放在当地历年最高洪水位以上；（2）矿体上部无足够厚度的隔水地层时，应将井田范围内的河、湖和池沼等疏干或迁移；（3）堵塞漏水通道；（4）挖排洪沟；（5）加强雨季前的防汛工作。井下防水的主要措施是：（1）做好水文观测工作和水文地质工作；（2）采掘工作接近有危险地点时进行井下探水；（3）将有威胁性水源全部或部分疏放掉；（4）用水闸墙、水闸门或防水矿柱等临

建信网论坛网络版权：http://bbs.3s001.com/

时或永久截住涌水；（5）将专门制备的浆液通过管道压入地层裂隙或孔洞中，经凝结固化后堵隔水源。

【矿井防灭火】对矿井范围内外源火灾和自燃火灾事先预防和事后扑灭的技术。为了预防外源火灾，矿井的地面建筑物、煤堆和木料场等处的防外源火灾措施和制度应遵守国家颁布的防火规定。在进行机械、电气和爆破等易引起的外源火灾的技术操作时，应采取必要的预防措施。同时还应采用测温、电离、气体分析和红外辐射等类方法对外源火灾进行准确预报并在火灾发生时能迅速报警。自燃火灾的预防措施主要包括：（1）使用少残留自燃性矿（或岩）于采场的采矿方法或使用充填采矿法；（2）防止风流渗透入自燃性矿或岩柱的裂隙；（3）向采空区注泥浆；（4）喷洒阻化剂。灭火方法主要包括；（1）用水、砂、岩粉或其它灭火器材在火源附近直接扑灭火灾或控除火源；（2）调整风量或风流方向，使人员安全撤退，防止火灾扩大，限制烟流蔓延；（3）在通往明火区的巷道内砌筑密闭墙，隔绝空气，或兼注浆，或兼充入惰性气体。

【矿山救护】矿井出现灾害后迅速抢救遇难人员和处理事故的技术措施。《冶金矿山安全规程》中规定：“大型矿山、自然发火矿山或有沼气的矿山应成立专职矿山救护队。其它矿山应组织经过严格训练并配有足够装备的兼职救护队。”矿山救护队除救护外还有进行安全检查，督促和协同有关人员处理事故隐患，参加有潜在危险的生产性工作，以及搞好职工救护知识教育等任务。矿山救护队使用的仪器设备包括：氧气呼吸器、苏生器、氧气充填泵、万能检查仪、矿山救护通讯机、冷却服和寻人探测器等。矿工自救

地信网论坛网络教材：http://bbs.3s001.com/

包括：在事故发生初期，在场人员尽量就地消灭事故并迅速报告调度室；如不能消灭事故，则由老工人带队选择安全路线，迅速而有秩序地撤离危险区;撤退过程中带上自救器或躲入避难硐室，等待营救。自救器是个人呼吸保护装备。矿工互救是指在救护队到来前，在场人员对伤员进行及时而合适的抢救。

【矿山安全出口】井下工作人员能安全地从井下回到地面的巷道口。每个矿井必须至少有两个通到地面的安全出口，这种安全出口间距不小于 100 米。大型矿井、矿体条件复杂或矿体沿走向长度超过 1000 米时应在矿体端部或矿体下盘增设通到地面的安全出口。每个阶段和每个采掘单元都必须有两个安全出口，并与通到地面的安全出口相通。在每条巷道的道口，都必须有路标，指明通到地面的安全出口在哪里。所有井下工作人员都必须熟悉安全出口，对有通到地面的安全出口的竖井，必须安装提升设备和梯子间，但在一个竖井中有两套在动力上互不依赖的罐笼提升设备时可不设梯子间。梯子间的设置应符合《冶金矿山安全规程》中的有关规定。有通到地面的安全出口的斜井、斜坡道和平硐中的梯子间或人行道的设置也应符合该规程的规定。

【泥石流防治】对于在重力作用下沿倾角 30—60°的陡峻沟谷快速流动的含 15—80％的泥沙石块的流体的预防和治理。矿山泥石流多数以在排土场或废石场发生滑坡和坡面冲刷的形式出现。防治矿山泥石流的措施是：（1）改进排土和排废石工艺，增加岩土稳固性；（2）处理排土场和废石场的软岩基底，增加基底抗滑能力；（3）疏干积水；（4）砌护坡挡墙；（5）在已结束施工的平台和斜坡上植树和种草。

此信网介绍网络地址：http://zbs.500l.com/

【矿山安全管理】对全矿事故进行预防和监控的组织活动。矿山安全管理主要包括对矿山安全的立法和监察，对事故的调查处理、统计分析、评价和预测，以及对隐患的检查处理。矿山安全的立法和监察是对矿山安全的法律、条例、规程等各种规范性文件的制订、执行、遵守和修订等。

【矿山事故的分析预测】对已经发生的事故分析发生事故的原因或对尚未发生事故的活动预测发生事故的可能性。分析和预测矿山事故的方法主要是：因果分析、预计危险分析、故障的类型及影响和后果分析、事件树分析以及安全评价。因果分析可用于事前预测事故和隐患，也可用于事后分析事故原因和处理事故。预计危险分析是对系统的危险性作预评价，并提出预防事故措施。故障的类型及影响和后果分析是对设备等进行分析。事件树分析又称决策树分析，是一种归纳分析方法，即按照事件的发展，从成功和失败两种后果分析，直到事件结束。通过分析可以通过求出各个变化阶段的概率进行定量计算。事故树分析是一种演绎分析方法，即分析事故、原因事件和各种原因事件组合的方法，有定性和定量两种分析方法。工程安全评价是对工程的危险性进行定量评价。危险性的大小包括发生事故可能性大小和事故发生后对系统中人和物，以及对社会的安全和健康的损害程度两个方面。

【矿山机电安全】为保护人身安全和防止机电设备发生意外事故而采取的各种安全装置与措施。如安全规程中规定了各种场合下的安全用电的电压、线路和各种保护装置（过电流、漏电、保护接地等）；提升设备中提人容器（竖井罐笼、斜井人车）上应装有断

建信网公众网络成人：http://bbs.51001.com/

绳保险器（防坠器），应有过卷、过速、过负荷及无电压等保护装置，还应有提升机与信号系统间的闭锁装置（不给工作执行信号不能开车）等等。

【矿井通风与防尘】通过使井下巷道两端的空气压差足以克服风流所受阻力而向巷道连续输送新鲜空气，稀释并排出有毒、有害气体和粉尘，调节巷道内温度和湿度的综合措施。目的是创造良好的作业环境，保证矿工安全与健康，提高劳动生产率。《冶金矿山安全规程》规定；每人每分钟供给风量不得少于 $4m^3$，同时规定了有毒、有害气体和粉尘在空气中的含量限制。矿井通风方法有自然通风和机械通风。《冶金矿山安全规程》规定，所有矿井必须建立完善的机械通风系统。机械通风的主要设备是矿用扇风机，又称矿井通风机；按其用途分为主扇、辅扇和局扇三种。用于全矿井或矿井某一翼通风的为主扇。用于调节矿井通风网路的某些分支风路中风量，协助主扇工作的为辅扇。借助风筒用于矿井中独头巷道掘进通风的为局扇。按其构造原理又分为离心式和轴流式两大类。根据进、回风井的布置形式可分为中央式、对角式和混合式通风系统。中央式又分为并列式和边界式两种。通风网路常用的有串联、并联和角联 3 种基本联接形式，它们相互组合构成复杂的通风网路。为了引导、遮断风流和控制风量有各种构筑物，如风桥、风门、风墙、风障等。扇风机的工作方式有抽出式、压入式和混合式 3 种。主扇安在回风井口，自矿井向外抽风，靠大气压力使新鲜空气从进风井流入矿井的为抽出式。主扇安在进风井口，向矿内压风的为压入式。进、回风井口均装有主扇的为混合式。《冶金矿山安全规程》规定，井下所有作业地点的空气含尘量不得超过 $2mg/m^3$，入风巷道和采掘工作面的风源含尘量不得

地信网公众服务平台：http://bbs.3001.com/

超过 0.5mg/m³。防尘措施主要包括：(1) 改进采掘机械的破碎岩石机构，减少矿尘，特别是 5μm 以下的矿尘的产生；(2) 用水抑制凿岩、装载和运输等过程中产生的矿尘，喷雾洒水使浮尘沉落；(3) 将集中尘源密闭并收集和排出矿井；(4) 通风除尘；(5) 清扫落尘；(6) 戴防尘口罩。

【矿山大气污染防治】对能进入矿山大气的颗粒状和气态污染物进行预防和治理的措施。矿山大气中的污染物是粉尘、烟尘、含硫化合物、碳的氧化物、氮化物和碳氢化物等。防治措施包括：(1) 发展和采用少污染采选工艺；(2) 利用大气的传输、扩散和稀释等净化能力防治污染；(3) 对各个污染源进行工程技术治理，使污染物浓度降低到容许浓度以下或对污染物进行回收利用。用各种除尘器可以净化固态污染物，用吸附装置和吸收装置可以净化气态污染物。

【矿山水污染防治】使矿山水体保持原有用途以及对能进入采、选工业废水和生活废水的各种污染物进行事前预防和事后处理的各项措施的总称。矿山废水中的主要污染物是无机的无毒和有毒物质、有机的无毒和有毒物质，以及细菌、热和放射性物质等。防止水污染的方法主要是：(1) 改革采、选工艺，例如用无氰浮选工艺代替有氰浮选工艺；(2) 提高工业废水的循环利用率，减少废水排放量；(3) 回收工业废水中的有用元素、成品、半成品和能源物质。废水处理方法包括：(1) 用物理作用分离出呈悬浮状态的污染物质；(2) 用化学反应作用分离和回收处于各种状态的物质；(3) 通过微生物的代谢作用使呈溶液、胶体和微细悬浮状态的有机污染物转化为稳定无害物质。

建信网公众网络域名：http://bbs.3001.com/

【矿山噪声防治】对声源多、连续噪声多、声级高、衰减慢的矿山噪声进行综合治理的措施。目的是降低声源噪声、从传播途径上控制噪声或对接受者采取防护措施，使人员接受的噪声低于中国有关部门规定的噪声容许标准。矿山噪声防治的主要途径是：(1) 研制低噪声的采掘机械和实现远距离操作，例如研制低噪声气动凿岩机；(2) 研制矿山机械设备的吸声、隔声和消声装置，如回采凿岩台车隔声操作间和球磨机隔声罩等；(3) 使用护耳器、耳塞和耳罩等防噪声用品。

【矿山固体废弃物处理】对废石和尾矿等矿山固体废弃物进行综合利用或使其不产生或少产生危害。废石和尾矿等的危害主要包括对大气、水体和土壤的污染，大量侵占土地，并且有废石堆滑坡和尾矿 塌垮的潜在威胁。综合利用废石和尾矿主要包括：(1) 回收有用元素；(2) 制造水泥、硅酸岩尾矿砖瓦、加气混凝土、耐火材料、玻璃、微晶玻璃、铸石、陶瓷和矿物棉等建筑材料，以及其它材料。对不能用的矿山固体废弃物的处理方法如下：(1) 向固体废弃物表面经常喷水或用泥土等覆盖，使其表层固结；(2) 将化学反应剂喷洒在废石或尾矿表面形成固结硬壳；(3) 在废石或尾矿场上种植各种植物；(4) 对于有放射性的矿业固体废弃物挖坑深埋或回填于矿井中。

【爆破震动控制】对爆源周围地面和地下建筑物、结构物产生破坏的爆破地震波进行控制的技术措施。震动消耗的炸药能量约占2—6%。控制爆破震动的措施包括：(1) 使用微差爆破，降低最大一段装药量，降低爆破震动；(2) 使被保护物与爆源间距离超

建信网(人防网络城)：http://bbs.3001.com/

过爆破地震危险范围；(3) 在主爆破前先爆预裂孔，形成预裂缝，用预裂缝吸收和反射主爆破的爆破波能量；(4) 逐排爆破时递减各排炸药量，使爆区后方受的震动强度小；(5) 减少炮孔超深，减小最小抵抗线，增大炮孔邻近系数，选用低爆速炸药，采用分段间隔装药；(6) 在被保护物朝向爆源一方采取掘沟方式隔断地震波，特别是表面波。

【爆破空气冲击波控制】对炸药爆炸产生的部分能量以不同形式传给爆区周围空气使其压力和密度等急剧上升而形成的强间断压缩波进行控制的措施。空气冲击波的特性用其波阵面上的参数：超压、密度、温度和冲击波速度等表示。空气冲击波对人的伤害取决于超压。空气冲击波对建筑物的破坏，在爆破近区当建筑物的自振周期大于 4 倍空气冲击波的正压作用时间时以冲量作为破坏判据，否则以超压作为破坏判据。对各种爆破的空气冲击波安全距离都有专门公式计算。为了防止空气冲击波破坏，需要：(1) 将保护对象放在安全距离外；(2) 减少同时起爆炸药量；(3) 提高堵塞质量；(4) 采取措施使空气冲击波的传递速度加速衰减。这些措施是：(1) 使巷道分岔、转弯或增大断面；(2) 设置阻波墙、垛和柔性帘等。

【地面沉降和塌陷的防护】使地面不因对矿床进行开采或排水疏干而沉降或塌陷，或使地面建筑物和铁路等在地面沉降条件下仍能正常使用的措施。保护地面建筑物不因开采矿床而不能正常使用的措施是：(1) 使用充填采矿法，最好使用胶结充填采矿法，或使用留下约 50%矿石当矿柱的空场采矿法使地表不沉降；(2) 协调开采矿床的各个矿段的顺序使地面，特别是建筑物所在地面均

地信网公众服务平台：http://www.dxzhan001.com/

衡沉降；(3) 将建筑物下面的矿石留下作为建筑物的保护矿柱不开采。为了防止地面水体与下面巷道沟通，需要在水体下留保护矿柱或使用地面不沉降的采矿方法。保护铁路在地面沉降条件下仍能工作的措施与保护地面建筑物的措施相同，但需要使地面沉降速度不超过铁路员工来得及把铁路修复到原标高。排水疏干矿床引起地面沉降或塌陷的防治措施主要包括：(1) 边开采边排水，使地下水位缓慢下降，以降低地面沉降或塌陷的速度和强度；(2) 向与溶洞直通的放水孔中充填碎石以减缓溶洞中水、砂的涌出，能减少塌陷。

【矿山土地复垦】恢复和再利用因开采矿床而破坏的土地。露天矿采空区土地复垦的步骤是：(1) 分别就近堆放表土、底土和废石；(2) 回填和整平大小块废石；(3) 铺覆底土和表土；(4) 再利用土地，防止水土流失。废石场土地复垦的步骤与露天矿采空区的类似。尾矿场的复垦步骤是：(1) 挖松坚硬外壳；(2) 充填碎石，使尾矿疏松，降低酸碱度；(3) 平整尾矿场表面；(4) 铺撒表土；(5) 播种植物。对不同塌陷区的土地复垦方法是：(1) 丘陵山地塌陷区的地形地貌无明显变化，只需对塌陷坑和裂隙进行填堵和加以平整；(2) 干旱的平原地区水面本来就少，可以把积水的塌陷区改造成人工湖或养鱼塘；(3) 粮棉重点产区的塌陷区如果面积和深度大，土地被盐渍化，则需要进行土地复垦综合治理。

【矿山景观治理】对在开采工业区外围观察到的矿区内景色的治理措施。矿床开采对矿山景观的破坏表现在：(1) 露天开采时地形地貌受破坏；(2) 废石堆积如山，干扰景色；(3) 矿山固定设备、设施和厂房，以及周围堆积的旧设备和零件破坏景色；(4) 不好

地信网会员网络硕人：http://bbs.3001.com/

看的矿山移动设备的颜色干扰景色；(5) 颜色杂乱的废液、污水，弥漫的烟气、粉尘干扰景色。矿山景观治理的措施包括：(1) 实地判定或利用地形图或模型判定景观的破坏程度；(2) 将干扰和破坏景色的物体利用天然屏障、植被或堤坝屏蔽起来，例如将废石场布置在隐蔽的沟谷中；(3) 美化干扰和破坏景色的物体，例如对厂房外表涂以清淡柔和的色彩，规则紧凑地布置厂房，使矿容整洁美观。

选　　矿

【原矿】从矿山开采出来而尚没经过选矿或其它加工过程处理的矿石。原矿经过选矿往往可以得到精矿和尾矿两种产品。精矿是指经过选矿使有用矿物进一步富集后的产品；尾矿是指经过选矿获得的主要为脉石矿物或有害杂质的产品。

【选矿】根据矿石中各种组分的物理、化学或物理化学性质的不同，采用各种不同的方法，将有用矿石与脉石分开，并使各种共生的有用矿物尽可能相互分离，除去或降低有害杂质，以获得冶炼或其它工业所需原料的分选过程。从矿山开采出来的矿石，只有少数可不经过选矿而直接被利用，绝大多数都必须经过选矿处理后方可利用。选矿可分为粗选、精选和扫选 3 个程序。选矿所采用的方法主要有重选法、浮选法、磁选法、电选法和化学选法等。整个选矿过程包括破碎、磨矿、选分和产品脱水等工序。经过选矿

选信网论坛网络成人：http://bbs.3s001.com/

可以得到品位较高的精矿，不仅使许多贫矿或低品位矿石能得到充分的利用，而且还能大大提高有用组分的回收率，减少不必要的燃料消耗和运输、加工费用。

【重力选矿】利用有用矿物和脉石矿物间密度的差异进行选分的一种方法。它是最古老的选矿方法之一，这种方法主要用来选分含有锡、钨、金、铂和其它重矿物以及一些非金属的矿石。

【磁力选矿】利用矿物间导磁性的差异来进行选分的一种方法。主要用来选分含有铁、锰等黑色金属矿石和一些稀有金属矿石。

【静电选矿】利用矿物间导电性的差异来进行选分的一种方法。主要用于白钨矿、锡石等矿物的选分，对锆英石、钛铁矿、钽铌等粗精矿的精选。

【浮游选矿】是以矿物表面物理化学性质的差异为基础来进行选分的一种方法。浮选法在生产上的应用最广泛，特别是对细粒浸染的矿石效果尤为显著，对复杂多金属矿石的选分，被认为是一种最有效的方法。绝大多数的矿石都可用浮选法来处理。

【手选】借助有用矿物与脉石矿物在颜色或光泽或形状的不同，通过人工挑选矿块，使有用矿物获得富集的一种方法。手选是最古老的一种拣选方法，主要由于劳动强度大，60 年代以来已很少应用。

【化学选矿】利用矿物间组成在化学性质上的差异对有用组分进行

地信网公正网络域名：http://bbs.3s001.com/

富集的一种方法。本法的特点是利用化学方法改变某些矿物组成并使有用组成得到富集。其过程一般可包括原料准备、焙烧、浸出、固液分离、浸出液的净化、制取化学精矿等作业。化学选矿法已被成功地用于处理某些难选的黑色金属如铁、锰、钛；有色和稀有金属钨、锡、钼、钽、铌、钴、镍、铀、钍和稀土元素；贵金属金、银；非金属石墨、金刚石、高岭土、磷等矿物原料。

【离子浮选】是以水溶液中各种离子间化学性质差异为基础进行选分的一种方法。其实质是从水溶液中添加某种捕收剂，使其与某些离子作用形成疏水性络合盐类并粘附在气泡上，然后被浮出得到富集。离子浮选被认为是从海水中回收微量有用元素和处理废水的一种有效的方法。

【细菌选矿】利用微生物及其代谢产物氧化、溶浸某些矿石中有用组分的一种化学处理方法。现已发现有多种浸矿细菌可用来浸取硫、锰、锌、铜、钴、镍、金、砷等矿物中的有用组分，使这些成分得到回收。

【粗选作业】原矿经初次选分的作业。经过粗选作业可以得到粗精矿和粗选尾矿两个选矿产品。

【精选作业】对粗精矿再经选分的作业。精选是为了提高精矿中有用成分的含量，直至获得质量合格的精矿。精选作业的段数是根据对最终精矿质量的要求可以是一次，也可以是多次的，精选次数愈多，所得到的精矿其中含有用成分也愈高。

建信网论坛网络城址：http://bbs.51001.com/

【扫选作业】对尾矿再经选分的作业。扫选是为了降低尾矿中有用成分的含量，直至尾矿可以废弃的程度。在选分作业中，对易选的矿物有时可以不用扫选作业，对难选的矿物则可采用多次扫选作业，扫选次数愈多，所得到的尾矿其中含有用成分也愈低。

【选矿流程图】表示选矿过程各作业间的联系及各作业所获产品间流动线路的图。根据表示不同的内容，可分为设备联系图、原则流程图和数质量流程图。设备联系图是表示选矿厂主要设备之间联系的图；原则流程图又称线流程图，它是表示各作业间联系为主的图；数质量流程图则表示各作业所获产品的数量和质量情况的图。

【选矿技术指标】对选矿工作评价常用的技术指标是：选矿产品的产率、品位和回收率。产率是指经过选矿所得到的产品的重量与原矿重量之间的百分数；品位是指在某产品中某成分的含量百分数；回收率是指在精矿中某成分的重量占原矿中该成分的重量百分数。对选矿过程的评价有时还用另外二个指标：选矿比和富矿比。选矿比是指原矿重量与精矿重量之比，它表示选出一吨精矿需要原矿的吨数；富矿比是指精矿品位与原矿品位之比，它反映有用矿物在选矿过程的富集程度。

建信网会员网络域名：http://xbs.3001.com/

冶　　金

【冶金工业】从矿石或精矿和其他材料中提取和冶炼金属及其合金，并成型加工和处理成具有一定性能的金属材料的工业部门。提取冶炼金属的方法有：火法冶金、湿法冶金、电冶金等。成型加工和处理的方法有：金属铸造、粉末冶金、金属塑性加工、金属热处理等。冶金工业通常划分为钢铁工业和有色金属工业两大行业。纵观古代世界冶金业的发展，金属制品，特别是铜器和铁器对人类社会的生产力发展起着巨大作用。中国商周时代的青铜器达到鼎盛时期，曾是当时世界技术的尖峰；春秋末叶的冶铁术有很大的突破，曾在世界上长期居于领先地位。18 世纪，欧洲出现近代高炉技术，包括转炉、平炉、电炉的近代炼钢技术和轧钢机及各种有色金属的电解技术，使金属的产量和质量都有很大提高。中国也发展了采用西方先进技术的近代冶金工业。1943 年是旧中国产钢量最高的年份，为 92.3 万吨，居世界第 16 位。1949 年仅产钢 15.8 万吨，居世界第 26 位；有色金属产品不到 10 个品种，而且多以矿砂原料等初级产品形式出口。现在世界金属生产中，铁和钢的产量占 90％以上，居第 1 位；有色金属产量占 5％左右，其中铝、铜、锌、铅分别居第 2、3、4、5 位。中华人民共和国成立后冶金工业经过 7 个五年计划的建设，发展很快。1983 年产钢 4002 万吨，跃居世界第 4 位，而 1992 年则突破 8000 万吨；64 种有色金属全部都能生产和回收，1988 年 10 种主要金属产量突破 200 万吨，比 1949 年增加 152 倍。中国现代冶金工业已经形成了

电信网公众网络资料：http://bbs.3001.com/

比较完整的体系。

【火法冶金】又称干法冶金，指利用高温从矿石提取金属或其化合物的冶金过程，是提取冶金的主要方法之一。利用火法从矿石提取金属的流程一般分为 3 个步骤，即矿石准备、冶炼和精炼。矿石准备主要有选矿、烧结或球团、焙烧等方法；冶炼过程中形成两种熔体，一种是含有少量杂质的金属（或合金）液或熔锍，另一种是由脉石、熔剂、燃料灰分和浸蚀的耐火材料熔合而形成的炉渣。冶炼方法主要有 3 类，即还原冶炼、造锍熔炼和氧化吹炼；精炼的作用是进一步处理由冶炼得到的含少量杂质的金属，以提高其纯度和质量，例如对于高炉生铁而言炼钢过程可以看作是精炼。此外火法冶金还有熔盐电解、气相沉积等方法。算上环境保护和综合利用，火法冶金的成本一般低于湿法冶金。

【湿法冶金】又称水法冶金。利用溶剂，借助化学作用对原料中的金属进行提取和分离的冶金过程，是提取冶金的主要方法之一。湿法冶金过程主要有以下几种操作：浸取液的制取（将原料中有用成分转入溶液中）；浸取溶液与残渣分离；浸取溶液的净化和富集；从净化的溶液中提取金属或化合物。湿法冶金过程中的主要化学反应有氧化、还原、中和、水解、络合等。许多金属和化合物都可采用湿法冶金提取，该法在锌、铝、铜、铀等工业中占有重要地位，例如目前世界上全部的氧化铝、氧化铀、约 3/4 的锌和 1/8 的铜都是用湿法生产的。由于地壳中有色金属资源品位日益降低，将更多地依赖于湿法冶金。湿法冶金的优点是原料中有用金属综合回收率高，生产过程易实现连续化和自动化。

建信网全球网络域名：http://abc.3001.com/

【电冶金】应用电能从矿石或其他原料中提取、回收和精炼金属的提取冶金过程。电冶金大规模的工业生产应用的先决条件是大量廉价电能的供应。电冶金主要有 3 类；(1) 电炉冶炼，是利用电能获得所要求的高温而进行的冶炼操作，常用的有电弧炉炼钢，矿热电炉冶炼铁合金、冰铜和低冰镍，难熔金属及其合金和活泼金属及其合金的冶炼等，特别要指出的是特种冶炼方法几乎都属于电炉冶炼；(2) 熔盐电解，是利用电热维持熔盐所要求的高温、又利用直流电使熔盐电解提取金属的方法，主要用于生产铝、镁、钠、钽、铌等金属；(3) 水溶液电解，将直流电通过水溶液使溶液中金属离子还原析出，或使粗金属阳极经由溶液沉积于阴极的方法，如铜、锌的电积和铜、铅的电解精炼。

【真空冶金】在低于一个大气压（1.013×10^5Pa）条件下进行的冶金过程，包括金属及合金的冶炼、提纯、精炼、成型和处理。主要目的是：(1) 减少金属受气相的污染；(2) 降低溶解于金属中的氧、氮、氢等气体或较易挥发的杂质元素（如铅、锌等）的含量；(3) 促进有气态产物生成的化学反应以达到特定的冶炼效果；(4) 利用负压导致的搅拌能量加速热量和质量的传输。真空冶金是 20 世纪 30 年代末随真空设备制造业的发展而兴起的，现已成为现代冶金技术的重要领域。常见的技术有：金属的真空熔炼和提纯、真空精炼、真空热处理、真空蒸发及沉积、真空粉末烧结等。

【等离子冶金】用等离子弧作为热源来熔化、精炼或重熔金属的冶炼方法。等离子体是总电荷等于零的电离气体体系。在冶金工业中应用的是等离子弧，产生等离子弧的发生器简称等离子枪，出

此信网个性网络版权：http://obs.3001.com/

现于 20 世纪 50 年代，现已能制造工业应用的兆瓦级的大功率等离子发生器。等离子弧具有良好的冶金应用特性，主要是其能量密度非常高，而且氧位可在大范围内灵活调节，因此适合于冶炼难熔金属、活泼金属及合金的冶炼，也适合于作为特种冶金的热源。目前已在工业应用的有：等离子电弧炉、等离子感应炉、等离子重熔炉、铁和铁合金的冶炼，及等离子钢包加热和中间包加热等。

【喷射冶金】利用气流输送冶金物料并通过喷枪直接吹入金属熔池内部，使金属得到精炼的工艺。可用于液态金属的脱氧、脱硫、脱磷、脱硅及脱除其它种元素，以及合金化、成分微调、控制非金属夹杂物形态等冶金目的。在钢铁冶炼方面已广泛用于钢液的炉外处理、强化炼钢炉内冶炼和铁水预处理。在有色金属冶炼方面已开展了铜的精炼和铝合金化等方面的工作。也用于熔态还原和其它有色金属的提取方面。喷射冶金技术的工业生产应用最早是原联邦德国的蒂森公司 1969 年开发的钢包喷射冶金技术，现已成为钢水炉外处理的一种较常规的生产技术。

【造锍熔炼】火法冶金中的一种重要的生产方法，因生成一种名为锍的熔体而得名。锍是某种主金属的硫化物和铁的硫化物的共熔体。有一些金属存在于硫化精矿中，但主金属含量不够高，常伴生有大量的铁的硫化物，其含量超过主金属，所以用火法由精矿直接冶炼粗金属技术上难以实现，冶炼过程的金属回收率和金属产品质量都不高，在这类情况下可采用造锍熔炼的方法。造锍熔炼可在反射炉、鼓风炉、电炉、闪速炉中实现。铜、镍、钴硫化精矿的造锍熔炼采用氧化熔炼。氧化镍矿的造锍熔炼采用还原锍

电信网论坛网络转载：http://bbs.3s001.com/

化熔炼。

【氯化冶金】添加氯化剂，即氯气、氯化钠、二氯化钙等，将所要提取的金属转化成氯化物，以备进一步提取纯金属的冶金方法。金属和金属的氧化物、硫化物或其他化合物，在一定的条件下大都能转化成氯化物。金属氯化物与该金属的其他化合物相比，常具有熔点低、挥发性高、较易被还原、常温下易溶于水及其他溶剂的特点，而且不同的金属的氯化物之间的性质差异较为明显。冶金中利用上述特性采取氯化冶金的方法来有效地实现金属的分离、富集、提取和精炼。氯化冶金的优点是：对原料的适应性强、作业温度比其它火法冶金过程低、分离效率高、综合利用好。

【熔盐电解】利用电能加热并转化为化学能，将某些金属的盐类熔融并作为电解质进行电解，以提取和提纯金属的冶金过程。熔盐是熔融状态的盐类，大多数是卤化物，熔盐是离子熔体，有较高的电导率。在电解中使用的熔盐电解质应有较低的熔点，适当的粘度、密度、表面张力，足够的电导率，以及较低的挥发性和对电解的金属产物溶解度极低等性质。在现代冶金工业中，熔盐的电解是生产一系列有色金属的重要方法，对于轻金属尤其重要。因为轻金属是电性最负的金属，不能用水溶液的电解方法来制取，所以熔盐电解是基本的也是唯一可行的工业生产法，其中电解铝是大规模的工业生产。

【浸取】又称浸出，用适当的溶剂处理固体物料（矿石、精矿和半产品），选择性地优先溶解其中一种或几种有用金属，使之与脉石分离的过程。一般是湿法冶金流程中的第一步作业。常用的工业

建筑网企业网络版本：http://www.bs3001.com/

浸取剂有酸、碱、氨和盐类等的水溶液，浸取剂的选用原则是要考虑被处理物料的特性，浸取率要高、选择性要好，使用方便和能再生循环使用等。根据冶金特征将浸出的主要反应——溶解反应分成三类，即简单的溶解、溶质的化学价不发生变化的化学溶解和溶质的化学价发生变化的氧化—还原溶解。在工业中常分为常压浸出和加压浸出两大类，后者还有有无气相参与反应之分。

【水溶液电解】直流电通过电解质水溶液，在电极上发生化学反应的过程。在湿法冶金中电解应用于两种生产作业：(1) 从浸取液中回收金属，称之为电解提取、电沉积或电积，这种电解方法是不溶性阳极的电解过程，其特点是不必经过冶炼粗金属的中间工序可直接获得纯金属，已广泛用于锌、铜、镉的湿法冶金，在镍、钴、锰、铬生产中也有使用，优点是溶剂在电解过程中得到再生，缺点是电流效率较低；(2) 从粗金属、合金或其它中间产物中提取金属，称之为电解精炼，是可溶性阳极的电解过程，以粗金属作阳极、纯金属作阴极，铜、镍、钴、金、银等大都用此法制取。

【溶剂萃取】用溶剂将另一固相或液相中的可溶性溶质溶入以达到分离或提纯的操作，是湿法冶金中的一个重要方法。其中用液体溶剂自固体萃取物中萃取溶质称之为固液萃取或渗提；液体溶剂自液体萃取物中萃取溶质称之为液液萃取。一般以溶质为主的萃取称为溶剂萃取，而以原物料为主的萃取称为洗涤。按操作特点，萃取可分为简单单级接触、简单多级接触（共流多级接触）、连续简单接触（逆流多级接触）、连续逆流微分接触和具有回流的逆流连续微分接触等。溶剂萃取法在冶金中的应用首先是铀的提取，现已广泛用于铀、稀土、铜、镍、钴等金属的湿法生产。

北信网论坛网络论文：http://bbs.3001.com/

【金属热还原】用金属作还原剂在高温下将另一种金属自其化合物中还原出来的一种提取冶金方法。通常是按所用的还原剂来命名的，例如用铝作还原剂时称铝热法，用硅或硅铁作还原剂时称为硅热法。还原剂可用纯金属也可以用合金。若过程释放的热量足以维持反应所需的高温而不需外加热源，则称为自热法。金属热还原法在冶金工业中应用很广。

【区域熔炼】又称区域熔化，靠局部加热使材料上出现一个狭窄的熔区，并使熔区在材料上做缓慢的定向移动使材料纯化或控制元素分布的技术。其原理是利用溶质元素在固相与液相内的溶解度不一样，在熔化和凝固过程产生的非平衡过程，区域熔炼的最重要应用是区域提纯，是制备半导体材料和其它高纯材料的重要方法，发明于 20 世纪 50 年代，用于制备高纯锗。悬浮区域熔化用于生产高纯硅。难熔金属的悬浮区域熔化采用真空下电子束加热。区域提纯技术还应用于制备铝、镓、锑、铜、铁、银、碲、硼等高纯材料。也用于某些无机化合物和有机化合物的提纯。另一重要应用是区熔致匀和晶体生长。

【非铁金属】铁和铁基合金以外的所有金属。根据密度、储量、分布、价格、发现的早晚，非铁金属分为五大类：轻金属，密度在 4.5g/cm^3 以下、化学性质活泼，有铝、镁、锶、钡、钾、钠；重金属，密度在 4.5g/cm^3 以上，有铜、锌、铅、镉、汞、锡、锑、铋、钴、镍、铬、锰；贵金属，地壳中含量少、提取困难、价格较高、密度大（10.4—22.4g/cm^3）、熔点高（1189—3273K）、化学性质稳定，有金、银和铂族金属的铂、铱、锇、钌、铑、钯；稀

此信网会员版权所有：http://sbb.3s001.com/

有金属，天然资源少、开发较晚、赋存分散难以被经济地提取或分离成单质的金属，按其密度、熔点、分布等分为轻稀有金属（锂、铷、铯、铍），难熔稀有金属（钛、锆、铪、钒、铌、钽、钼、钨、铼、铬），稀散金属（镓、铟、铊、锗、硒、碲、铼），稀土金属（钪、钇和镧系金属）和放射性稀有金属（钫、镭、钋、钜、锕系金属和超锕系金属）；半金属，物理性质介于金属和非金属之间，有硅、锗、硒、碲、砷、锑、硼、钋、砹。

【有色金属】铁、铬、锰（黑色金属）以外的所有金属。中国在 1958 年将 64 种金属列入有色金属，即铝、镁、钙、锶、钡、钾、钠、铜、锌、铅、锡、锑、镉、汞、铋、钴、镍、金、银、钌、铑、钯、铂、铱、锇、铍、锂、铷、铯、钛、锆、铪、钒、铌、钽、钨、钼、铼、铟、铊、镧、铈、镨、钕、钐、铕、钆、铽、镝、钬、铒、铥、镱、镥、钪、钇、钍、镓、锗、硼、硅、碲、硒、砷。有色金属矿石中常是多种金属共生，含量都较低，需要合理提取和回收有用组分，做好综合利用。有色金属的冶炼有：火法冶金，具有处理精矿能力大、能利用硫的燃烧热、经济地回收贵金属和稀有金属等优点，但环境保护任务重；湿法冶金，常用于处理多金属矿、低品位矿和难选矿；电冶金，适于生产铝、镁、钠等活性较大的金属。

【再生有色金属】又称二次有色金属。用废旧有色金属制品和工业生产过程中的有色金属废料为原料炼制而成的有色金属及其合金。20 世纪出现了专业化的再生金属工业。有色金属的废料回收，有利于环境保护和资源的利用；具有投资省、能耗少、经济效益显著的特点。再生有色金属的原料往往是黑色金属、有色金属及

地信网会员服务站点：http://bbs.3s001.com/

其合金的混杂物，并夹杂有塑料、橡胶、油漆、油脂、木料、泥沙、织物等。在冶炼前必须进行分类、解体、破碎、磨细、筛分、干燥、预焚烧、脱脂、分选等预处理，再熔炼成和原成分相同或组分更多的合金。

【重金属】包括铜、锌、铅、镉、汞、锡、锑、铋、钴、镍10种金属元素。在世界金属产量中铜、锌、铅分别为第三、四、五位，其余的也有相当产量。重金属矿床大多是多金属共生矿，伴生多种稀散金属和贵金属；除锡的矿物外，其余的主要以硫化物矿形态存在，从中回收硫是一项重要任务。因此，重金属冶金厂也是生产稀散金属、贵金属和生产硫酸的工厂。重金属冶金分成三类：第一类硫化物矿造锍熔炼；第二类硫化物矿物先经焙烧或烧结后再进行碳热还原；第三类焙烧后的硫化物矿或氧化物矿用硫酸等溶剂浸出后，用电积法或其它方法从溶液中提取金属。先炼出粗金属，再经火法或电解精炼可得纯金属。

【贵金属】因价格比一般常用金属昂贵而得名，包括金、银和铂族金属的钌、铑、钯（轻铂族元素）和铂、铱、锇（重铂族元素）八个元素。贵金属地壳丰度低，分布稀散，彼此互溶共生，富集、分离和提取都较困难。大量金和铂族金属都是从处理砂矿和脉矿中获得，少量从炼铜、铅、锌的阳极泥中回收。银主要从阳极泥中回收。从铜镍硫化共生矿中提取铂族金属的数量正在逐步增长。从含贵金属废旧材料中回收也是一个重要来源。贵金属具有优异的化学和热稳定性及很多独特物理化学性能，贵金属合金具有更好的物理、化学、力学综合性能。贵金属及其合金广泛用于航天、航空、航海、原子能、电子等部门，是战略储备物资。

建信网公益网络版权：http://xbb.3001.com/

【稀有金属】因过去制取和使用得很少而得名。这类金属中有的地壳丰度小；有的丰度虽大，但赋存状态分散并且常与其它金属伴生，不容易被经济地提取；有的物理化学性质近似而不易分离成单一元素。据此，稀有金属在技术上分为五类：稀有轻金属、稀有难熔金属、稀有分散金属、稀有稀土金属和稀有放射性金属，但这种分类不是十分严格的。随着新技术的发展，稀有金属的研究、生产和应用日益增加，有的稀有金属已经不“稀”。其生产过程一般都经历四个主要阶段：精矿分解，利用化学试剂将稳定化合物破坏，并使稀有金属与伴生元素初步分离；纯化物制取，除去有害杂质并将共生的性质相近的稀有金属分离；金属生产，从纯化合物制得金属，往往呈粉末或海绵体；高纯致密金属生产。

【难熔金属】通常指熔点高于1650℃并有一定储量的金属，如钨、钼、钽、铌、铪、铬、钒、锆和钛，也有将熔点高于锆熔点1852℃的金属称作难熔金属的。以这些金属为主，添加其它元素形成的合金称作难熔金属合金。早期主要用粉末冶金法生产难熔金属，随着技术发展应用了真空自耗电弧炉、电子轰击炉等冶金技术。难熔金属最重要的优点是具有良好的高温强度，对熔融碱金属和蒸气有良好的耐蚀性能；最主要缺点是高温抗氧化性能差。它主要用于钢铁、有色金属合金的添加剂，制造切削刀具、工具、模具等硬质合金，电子、电光源的灯丝、阳极、电容器和触点材料等。

【稀散金属】稀有分散金属的简称，包括镓、铟、铊、锗、硒、碲以及铼。它们的共同特点是只有极少的独立矿物，一般都以类质同相形态、极低含量分散于其它矿物中（如镓、铟、锗、铊伴生

此信网公正网络证书：http://bbs.3501.com/

于铝土矿、闪锌矿、方铅矿中，硒、碲伴生于硫化铜矿中），因此不可能直接得到这些金属的精矿。在处理上述含稀散金属的物料以提取有色金属的过程中，它们常富集在某种副产品中（如硒、碲富集到铜阳极泥中，铟部分富集到焙烧的烟尘中），所以一般都是从这些副产品中提取稀散金属。铼常存于辉钼矿中，与稀散金属相似，故铼有时也列入稀散金属。

【稀土金属】稀有稀土金属的简称，包括镧系元素和与之化学性质近似的钪和钇共 17 个元素。“稀土”是从 18 世纪沿用下来的名称，实际上稀土并不似土，能制得典型的单一金属；稀土也并不稀少，地壳中含量比锌、铅、锡、钼、钨和贵金属多几十倍或几百倍。中国稀土资源十分丰富，工业储量占世界第一位，内蒙白云鄂博稀土共生矿最大。常将稀土元素分为两组：铈组和钇组。铈组属轻稀土，包括镧、铈、镨、钕、钷、钐和铕。钇组属重稀土，包括钆、铽、镝、钬、铒、铥、镱、镥、钇。稀土金属大多数呈顺磁性，具有可塑性，化学活性很强，主要用于冶金、石油化工、玻璃陶瓷、萤光和电子材料等。

【放射性金属】稀有放射性金属的简称。包括天然存在的钫、镭、钋和锕系金属中的锕、钍、镤、铀，以及人工制造的镎、钚、锕系的镄、钔、锘、铹、铑、𬬭、𬭳外锕系的辕、𨧀、钅门、锘、铹。其中仅钔以极微量的核反应产物形式存在于铀矿中。放射性金属性质相近，因此在矿物中往往共生。它们与镧系元素性质也很类似，其生产方法与稀土金属类似。

【半金属】性质介于金属和非金属之间的元素，包括硼、硅、砷、

地信网论坛网络收入：http://bbs.3001.com/

碲、硒。重元素钋和砹一般也列入半金属，常被认为是金属的锗和锑也可归入半金属。它们与非金属作用时常作为电子给予体，而与金属作用时常作为电子接受体。半金属一般性脆，呈金属光泽，具有导电性，电阻率介于金属（10^{-5}欧姆·厘米以下）和非金属（10^{10}欧姆·厘米以上）之间，大都是半导体。导电性对温度的依从关系大都与金属相反，加热半金属时，其电导率随温度而上升。半金属大都具有多种不同物理、化学性质的同素异形体。

【鼓风炉冶炼】用鼓风炉进行的冶炼。鼓风炉一般指有色金属冶炼的竖炉。由炉顶、炉身和炉缸或本床组成。炉顶设有加料口和排烟口。炉身下部两侧各有向炉内鼓风的风口若干个。炉缸设有熔体排出口和放空口，本床只设一个排出口。鼓风炉炉身横断面多为长方形，小型炉一般为圆形或椭圆形。鼓风炉可用于铜、镍、钴等金属的造锍熔炼和铅、锌等金属的还原熔炼，还可用于熔化杂铜或其它物料。鼓风炉的炉料一般为块状，燃料为焦炭。炉料分批从炉顶加入，形成料柱。空气由下部风口鼓入，焦炭在风口区燃烧，形成高温熔炼区，炉料在此激烈反应并不断熔化。还原熔炼时，熔体在炉缸内澄清，分别放出金属和炉渣；造锍熔炼时，熔体经本床流入前床，澄清分离出冰铜和炉渣。

【闪速炉熔炼】用闪速炉进行的冶炼。闪速炉是一种强化生产的熔炼炉，由反应塔、沉淀池及上升烟道组成。反应塔为圆柱体，垂直于沉淀池的一端，塔壁用铬镁砖砌成，并设有水套或在外壳喷水以保护炉衬。加料喷嘴安装在反应塔顶，垂直向下。干燥后的炉料进入喷嘴内管，预热空气（或富氧空气）进入其外管，两者在外管的缩口处相遇并充分混合，使炉料呈悬浮状进入反应塔。充

地信网个人网络硕士：http://bbs.3s001.com/

分利用细磨物料的巨大活性表面，在炉内与氧接触，在高温下以极高的速度完成硫化物的可控氧化反应，成为一种强化冶炼过程的熔炼方法。这种方法主要用于铜、镍等硫化矿的造锍熔炼。熔炼过程中悬浮在炉膛空间的物粒颗粒熔融后，落入沉淀池继续进行造冰铜和造渣反应，定时将冰铜和炉渣分别放出。

【铜的冶炼】铜是紫红色金属。铜矿物中黄铜矿（$CuFeS_2$）最多，斑铜矿（Cu_5FeS_4）次之。硫化铜精矿火法炼铜时，先进行半氧化焙烧，在沸腾炉中脱除精矿中部分的硫及砷、锑等易挥杂质。其次进行造锍熔炼，在鼓风炉或反射炉或电炉中，使焙烧矿中的部分铁氧化，并与脉石、熔剂等造渣除去，产出含铜较高的冰铜。进而在卧式转炉中往熔融冰铜中鼓入空气进行吹炼，先将硫化铁氧化成氧化亚铁，造渣除去，得到白冰铜；再将白冰铜中的硫氧化进入烟气，得含铜 98—99% 的粗铜。粗铜再进行火法精炼，得含铜 99.5% 以上的火精铜，为除去常含的金银和少量杂质，要再进行电解精炼。

【铅的冶炼】铅是人类较早提炼出来的金属之一，呈灰白色。生产铅的主要矿物是方铅矿（硫化铅）。通过烧结焙烧使精矿中的硫化铅氧化为氧化铅并烧结成块。其次将烧结块进行碳热还原，即将烧结块配 10% 左右焦碳装入鼓风炉，鼓入空气或预热空气使氧化铅还原成铅，氧化铁等成渣，得含铅约 98% 的粗铅，最后进行火法和电解精炼。铅是最软的重金属，展性良好，广泛用于制造铅合金。

【锌的冶炼】锌是灰色金属。中国是最早掌握炼锌技术的国家。主

此信网公云网络域名：http://bbs.3001.com/

要矿物是闪锌矿（硫化锌），经浮选得锌精矿，采用湿法炼锌。先在流态化焙烧炉中使精矿中硫化锌转变为可溶于稀硫酸的氧化锌焙烧矿；其次控制作业终点的酸度进行中性或酸性浸出，使焙烧矿中的锌最大限度的溶解；再对浸出液净化，除去砷、锑、铜、钴等杂质；最后以含有硫酸的硫酸锌水溶液为电解液进行锌的电积，电积锌通常含锌 99.94—99.99%。锌在室温下性脆，是活性金属。锌能和多种有色金属制成锌合金。锌用于镀锌工业。

【锡的冶炼】锡是银白色金属。主要矿物是锡石（二氧化锡）。云南个旧锡矿世界闻名，有中国“锡都”之称。锡矿的品位很低，经选矿得精矿后，进行焙烧或酸浸等处理，除去铁、铅、锑等杂质。处理过的精矿配入无烟煤、石英石、石灰石等，在高温下进行还原冶炼得粗锡，再用火法或电解法精炼成精锡。常温时锡表面生成致密的氧化物薄膜，阻止锡的继续氧化，故常用于制镀锡薄板，锡能制成多种合金。

【锑的冶炼】锑是银白色金属。普通金属锑也称灰锑。锑矿物有辉锑矿（三硫化二锑）、方锑矿（三氧化二锑）等，中国锑的储量居世界首位。火法炼锑时，硫化矿经挥发焙烧或挥发熔炼，使三硫化二锑变成三氧化二锑（俗称锑氧），再经配入煤和少量纯碱进行还原熔炼和精炼，成为金属锑。金属锑蒸气骤冷会凝成无定形的黑锑。锑性脆，不能单独使用，可与铅、锡组成合金，锑的化合物用于搪瓷、颜料等。

【镍的冶炼】镍是银白色铁磁性金属。硫化矿中最主要镍矿物为镍黄铁矿 $(Ni,Fe)_9S_8$ 和镍磁铁矿 $(Ni,Fe)_xS_y$，一般伴生有黄铜矿。

此信网公安网络域名：http://bbs.3s001.com/

火法炼镍，先焙烧使精矿部分硫化铁氧化为氧化铁；得焙烧矿进行造锍熔炼，造渣除去氧化铁及部分其它杂质，焙烧矿中的 Ni_3S_2，Cu_2S 和 FeS 结成低冰镍；第三步对熔融低冰镍进行吹炼，产出 Ni_3S_2 和 Cu_2S 组成的高冰镍，其中含镍和铜 70—75%，硫 20—25%。液态高冰镍缓冷结晶离析，再磨细浮选分离，得硫化镍可还原熔炼产出粗镍作阳极或熔铸成硫化镍阳极进行电解精炼。镍用来制造不锈钢，软磁合金、合结钢等。

【钴的冶炼】钴是银白色铁磁性金属。主要钴矿物有铜钴矿、镍钴矿、砷钴矿、含钴黄铁矿。钴矿物赋存状态复杂，矿石品位低，所以提取很难而且工艺复杂，回收率低。一般常用火法将钴富集或转化为可溶性状态，然后再用湿法进一步富集和提纯钴，最后得到钴化合物或金属钴。钴及其合金在电机、机械、化工、航空航天部门得到广泛应用，是一种重要战略物资。

【铬的冶炼】铬是银白色金属。工业用铬矿为铬铁矿。金属铬采用铝热法生产时，铬铁矿磨细、配加纯碱和白云石进行氧化焙烧后，经浸出、过滤得 Na_2CrO_4 溶液，加入纯净硫化钠溶液得大颗粒的 $Cr(OH)_3$ 沉淀，再煅烧分解即得氧化铬；加铝还原氧化铬制得金属铬。电解法生产一般以碳素铬铁为原料，采用铬铵矾法电解流程。金属铬用于铝合金、钴合金、钛合金、高温合金及电阻发热合金的添加剂。

【锰的冶炼】锰是银白色金属。有软锰矿（MnO_2）等氧化锰矿及菱锰矿（$MnCO_3$）等。生产金属锰广泛采用电解法，可用贫锰矿作原料，获得高纯产品。氧化锰矿先经还原焙烧，转化为可溶性

地信网介质网络域名：http://bbs.3s001.com/

的 MnO，利用电解后阳极液配加硫酸进行浸出，加氨水、MnO_2 进行中和，加 $(NH_4)_2S$ 或 H_2S 及 $FeSO_4$ 净化，充分除去 $MnSO_4$ 溶液中的金属杂质后，导入电解槽电解。锰是脆性金属，是优质钢和铜、镍、铝、镁等合金的脱氧剂和添加剂。

【铝的冶炼】铝是最重要的轻金属，在地壳中含量仅次于氧和硅。铝的生产主要原料是铝土矿，包括氧化铝的生产和由氧化铝电解制取金属铝。氧化铝主要用拜耳法生产，用苛性钠溶液加温加压溶出矿中的氧化铝得铝酸钠溶液，分离残渣后，降温，加入氢氧化铝作晶种，搅拌、析出氢氧化铝，再洗净、煅烧即得氧化铝。铝电解是使直流电通过以氧化铝为原料、冰晶石为熔剂组成的电解质，铝液在阴极上析出，汇集于电解槽槽底，吸出后经净化、澄清则铸成铝锭。铝的密度小，导电、导热和反光性能都很好。在空气中表面生成致密而坚硬的氧化铝薄膜，具有良好的抗腐蚀能力。

【镁的冶炼】镁是银白色金属。有工业价值的含镁矿物为菱镁矿、白云石、光卤石。海水则是取之不尽的镁资源。金属镁生产主要采用熔盐电解法。第一步依据原料采用不同方法生成氧化镁；第二步用多组分氯盐作电解质，阴极产生的液态镁因密度小而上浮于表面。也可采用真空下硅热还原法炼镁。镁的化学性质活泼。镁是铝合金的添加剂，金属热法生产钛、铀、铍等的还原剂，铸铁的球化剂等。

【锂的冶炼】锂是自然界最轻的金属、银白色。锂矿主要有锂辉石、锂云母、透理长石等。锂冶金包括锂化合物制取和金属锂的制取。

此信网公益网络域名：http://bbs.3001.com/

采用硫酸法制取锂化合物时，经过一系列工序先制成硫酸锂溶液，再转化为碳酸锂后与盐酸反应得氯化锂供电解金属锂用。电解时采用氯化锂—氯化钾熔盐电解法。金属锂活性大，易燃。锂用于润滑脂，合成橡胶、炼铝、医药等，制成多种合金用于原子能、航空、航天。

【钨的冶炼】钨是银白色金属。具有工业价值的矿物为黑钨矿（Fe，Mn）WO_4和白钨矿$CaWO_4$。中国的钨矿储量占世界总储量一半以上。钨的冶炼包括精矿分解、钨化合物的提纯、钨粉和致密钨制取等步骤。钨精矿火法分解用硫酸钠和黑钨精矿一起在回转窑内烧结，白钨矿还需加入石英砂。烧结料用水浸出，过滤得钨酸钠溶液，经净化后加入氯化钙溶液得钨酸钙沉淀即人造白钨，再用盐酸分解并经煅烧得到工业纯三氧化钨。采用氢气还原三氧化钨可制得钨粉。再经成形、烧结、熔化等处理可制得致密钨。钨的熔点最高3400℃，硬度大，密度高19.3克/立方厘米，高温强度好。大部分用于生产硬质合金和钨铁。

【钼的冶炼】钼是银白色金属。具有工业价值的钼矿物为辉钼矿，易于浮选。钼的提取先将辉钼精矿氧化焙烧成为焙砂。采用升华法将焙砂在900—1000℃下加热，MoO_3因蒸汽压较高不断挥发，经布袋除尘器收集后得MoO_3细粉。金属钼粉用氢还原MoO_3粉生产，致密钼采用粉末冶金法生产。钼大部分以氧化钼工业压块直接用于炼钢或铸铁。含钼的镍基合金用于各种航天航空高温部件。

【钒的冶炼】钒是银白色金属。含钒铁矿和钒钛磁铁矿是钒的愈来

地信网论坛网络域名：http://bbs.3001.com/

愈重要的来源。中国有丰富的钒钛铁矿资源。钒生产的第一步是制取钒的氧化物或其它化合物。从钒钛磁铁矿提取五氧化二钒时，先经磁选除去钛铁矿和废石，所得精矿经高炉炼成含钒生铁，再用转炉或雾化法造出高钒渣。粉状高钒渣与氯化钠混合焙烧，使钒成为可溶性的偏钒酸钠，用水浸出，加硫酸可沉淀出六钒酸钠，俗称“红饼”，再溶于碳酸钠溶液并分离杂质后，加氯化铵沉淀为偏钒酸铵，经煅烧即得纯五氧化二钒，用钙热或铝热还原五氧化二钒得金属钒。钒是可锻金属，除制钒铁外，用于制造钛合金。五氧化二钒用作催化剂、着色剂等。

【铌的冶炼】铌是钢灰色金属。铌和钽在自然矿物中多为共生。最主要矿物是烧绿石和铌铁矿。中国内蒙白云鄂博共生铁矿含铌及稀土元素。铌的冶炼采用氢氟酸分解法分解精矿，用溶剂萃取法分离铌、钽，以制取铌、钽纯化合物。将五氧化二铌和炭黑混合，在氢气中制得碳化铌，再将碳化铌和五氧化二铌混合在真空下还原成金属铌。铌主要以铌铁形式用于生产高强度低合金钢。铌和铌合金可用于航天耐高温结构件。

【钛的冶炼】钛是银白色金属。自然界分布极广，含量居第 9 位。工业用矿物有金红石（TiO_2）和钛铁矿（$FeTiO_3$），后者储量丰富，将成为工业用主要原料，但含二氧化钛低，必须进行富集。中国攀西地区钒钛磁铁矿是丰富的钛矿资源。采用钛铁矿炼钛制取富钛料时，经选矿的钛铁矿精矿与石油焦、纸浆混合后，在电炉冶炼可得生铁和高钛渣。高钛渣与适量石油焦混合后，加入流态化炉，通入氯气进行氯化，通过分馏和还原去除杂质得纯四氯化钛，用镁或钠还原得金属钛，工业上称为海绵钛。钛在高温下易与氧、

此信网论坛网络版Ai：http://bbs.3001.com/

氮、氢等气体反应，是良好吸气剂，具有抗蚀能力，是重要结构材料。

【锗的冶炼】锗是银灰色脆性金属，也可将其归入半金属。通常以伴生状态存在于闪锌矿，某些铁矿及其他硫化物矿中。现代工业生产的锗主要是铜、铅、锌冶炼的副产品，因此制锗的第一步是从重金属冶炼过程回收锗的富集物。如湿法炼锌在处理含锗较高的硫化锌精矿（含锗 100—150 克/吨）时，先使锗富集于浸出渣中，经烟化炉处理后，再经酸浸出、净化、沉淀、烘干、煅烧得锗灰（含锗 15—20%）。以此原料经氯化得四氯化锗，再水解得高纯氧化锗，烘干、煅烧后，在还原炉中用氢气还原得金属锗。锗具有半导体性质，在红外器件、γ辐射探测器方面等用之。

【硒的冶炼】硒是半金属、稀散元素。主要从电解精炼铜时所得阳极泥（含硒 3—14%）中回收。硒在阳极泥中存在的形式为 Cu_2Se、Ag_2Se 等。阳极泥脱水后与浓硫酸混合，加入回转窑内进行硫酸化焙烧，氧化硒挥发并随烟气进入吸收塔，被水吸收生成亚硒酸，再被二氧化硫还原成单质硒。制取高纯硒有蒸馏法和氧化还原沉淀法。硒在光照下导电性比在黑暗中成千倍增加，主要用于玻璃、颜料、冶金、整流器、光电池、光接受器等。

【镓的冶炼】镓是银白色金属，稀散元素。常和铝、锌、锗的矿物铝土矿、闪锌矿、锗石共生。中国镓的资源占世界首位，攀西钒钛磁铁矿是中国最大镓矿。世界上 90%以上的镓是从氧化铝生产的副产品中回收的。由于氢氧化镓和氢氧化铝沉淀析出的 pH 值不同，所以不论何种铝的生产工艺都可将镓和铝在某一适当工序

地信网人民网络城：http://ibs.3001.com/

中分离。拜耳法生产时，析出氢氧化铝后的母液经蒸发后再返回用于浸出新批量的铝土矿。多次循环后，母液中镓得到富集，将其浓缩作为电解液，经二次电解得工业镓。镓的熔点低、沸点高。镓主要用于Ⅲ-Ⅴ族化合物半导体材料。

【铈的冶炼】最重要的稀土矿物是氟碳铈镧矿 $(Ce,La)FCO_3$，独居石 $CePO_4 \cdot Th_3(PO_4)_4$，或二者的共生矿，后者大量产于中国内蒙白云鄂博。地壳丰度在稀土中最大（0.0046%）。根据矿石类型确定提取混合稀土化合物采用酸法、碱法或氯化法。为使铈与十几个化学性质相近的稀土元素及与之共生的杂质分离可采用将铈氧化成+4价态的氧化法。常采用熔盐电解法制取金属铈和铈组混合稀土金属，二者用于炼钢脱氧、脱硫及夹杂物的变性和制打火石等。

【铀的冶炼】冶炼原料为原生矿物沥青铀矿和次生矿物钾钒铀矿。冶炼分为制黄饼以前的粗炼和反应堆燃料用氧化铀、金属铀或浓缩铀用氟化铀的精炼两道工序。粗炼时用酸或碱浸出、分离、过滤得富液，再用离子交换或溶剂萃取进行富液的浓缩，得精制铀液再加氨或苛性钠，得沉淀并经干燥即为铀精矿或称黄饼。精炼时，黄饼用硝酸溶解后，再用溶剂萃取除去杂质得精制溶液，进而用蒸煮析出分离 $UO_2(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ 结晶或氨沉淀重铀酸铵 $(NH_4)_2U_2O_7 \cdot 2H_2O$，这些化合物经干燥后，加热分解为 UO_3，在870—1020K将其用氨还原为 UO_2，再经 UF_4 制成金属铀或使之成为 ^{235}U 浓缩用的 UF_6。

【硅的冶炼】硅是半金属，地壳丰度仅次于氧。最纯的硅矿物是石

此信网会员网络域名：http://zbs.3001.com/

英和硅石。金属硅的冶炼是在矿热炉中用石油焦和木炭等还原硅石。制备超纯硅用金属硅和氯化氢气为原料在流态化氯化炉中进行反应生成三氯氢硅，再在超低碳不锈钢或镍基合金制成的水冷炉壁还原炉用氢气还原三氯氢硅得多晶硅棒，用直拉法或区熔法制成单晶硅。硅具有半导体性质，单晶硅用于制作大规模集成电路和功率器件。

【铁和钢】铁的元素符号是 Fe，灰白色金属，在元素周期表中属第Ⅷ族，原子序数 26，原子量 55.847，常见化合价为＋2、＋3。铁在低于 911℃时为 α 铁，呈体心立方点阵；911—1392℃为 γ 铁，呈面心立方点阵；1392—1536℃为 δ 铁，呈体心立方点阵。熔点 1536℃，常温下密度 7870 公斤/立方米，居里点 768℃。铁的地壳丰度为 5.6%，居第四位。绝大部分的铁在自然界以含铁的矿物的形态存在，金属状态的铁仅存在于铁陨石中。铁是现代人类社会中应用最多的金属材料，对铁的物理性质、化学性质和各种使用性能已有广泛而深入的研究。在现代工业中应用的主要是铁和碳的合金，即钢和生铁：含碳量低于 2%的称之为钢；含碳量高于 2%的称之为生铁。根据成分组成、用途和制造方法，钢和生铁还分别有许多品种和名称。当前生铁主要采用高炉冶炼，钢主要是转炉和电炉冶炼，在有些国家仍保留平炉炼钢。1987 年全世界生铁产量约为 5 亿吨，钢 7.34 亿吨。

【钢铁联合企业】以铁矿石为原料、钢材为产品的生产企业。完整的钢铁联合企业拥有许多生产环节和部门，其主干是炼铁、炼钢和轧钢，其他有原料准备和处理、能源、运输等公共设施，许多企业还拥有矿山、炼焦、耐火材料、发电等部门。钢铁联合企业

电信网公众网络域名：http://bbs.51001.com/

的生产规模大约是年产数十至数千万吨粗钢。另外，以废钢等为原料的小型钢厂近些年来亦有较快发展。

【高炉炼铁】现代炼铁的主要方法，钢铁生产中的重要工序，由古代竖炉炼铁发展改进而成。早期高炉使用木炭或煤作燃料，18 世纪改用焦炭，19 世纪中叶改冷风为热风。现代高炉生产过程是从炉顶装入铁矿石、焦炭和造渣熔剂等，从位于高炉下部沿炉周布置的风口吹入经预热的空气，在高温下焦炭中的碳与热风作用燃烧生成一氧化碳和氢气，炉气在炉内上升并将铁矿石还原，还原的铁中溶解大量的碳和硅等元素是为高炉生铁，炼成的铁水从炉子最下部的出铁口放出。铁矿石中的脉石等杂质及焦炭中的灰分与石灰石等熔剂结合成的炉渣，从出铁口上方的出渣口排出。气体产物——高炉煤气从炉顶导出。高炉冶炼的主要技术经济指标有高炉利用系数、焦比、冶炼强度、成本等。

【高炉炼铁原料】主要有含铁原料、燃料和其他辅助原料 3 大类。含铁原料主要是铁矿石、常见的铁矿石有赤铁矿、磁铁矿、褐铁矿和菱铁矿等；其他含铁原料还有各种碎铁、高炉和转炉炉尘、轧钢铁皮等。评价铁矿石的指标有：含铁品位、脉石的含量和成份、有害和有益元素的含量，以及矿石的还原性、高温性能、粒度组成、可选性等。在近代高炉生产中含铁原料在入炉前经烧结或团矿工艺加工成人造富矿。高炉燃料主要是焦炭，焦炭在高炉冶铁过程中起燃料、还原剂和料柱骨架作用。高炉还使用煤粉做燃料。其他辅助原料有熔剂和锰矿等，熔剂也称助熔剂，最常用的是石灰石和白云石等。

此信网公正网络域名：http://zbs-3001.com/

【烧结】高炉含铁原料中人造富矿的一种主要生产方法，经烧结生产的烧结矿其冶金性能优于天然富矿。烧结也用于有色金属生产，有色金属硫化物精矿烧结过程还有脱硫作用。烧结生产是将铁矿粉、熔剂、燃料等按一定比例组成混料，配入适当水份，经混合及造球后铺于带式烧结机台车上，在一定负压抽风下点火烧结成块。主要反应有：燃烧、分解、还原等。

【团矿】另一种重要的高炉用人造富矿，也应用于有色金属冶炼。与烧结相比，团矿适合于处理更细的精矿粉。团矿分为压团和球团两类。铁矿粉的球团过程包括生球成型与焙烧固结两个主要作业。工业规模的团矿生产始于 50 年代，现在全世界年产量约三亿吨。此外球团矿也可以用做炼钢的辅助原料，经过预还原的金属化球团矿是电炉炼钢的理想原料。

【高炉产品】主要是液态生铁和副产品高炉炉渣及高炉煤气。高炉生铁按成分和用途不同分为炼钢生铁（约占 90%）、铸造生铁和特殊生铁。高炉煤气是良好的气体燃料，在钢铁联合企业的能源构成中占有重要位置。高炉炉渣以水渣或干渣的形式用于制造水泥或其他建筑材料。在某些特定的情况下，可用高炉生产锰铁、硅铁、镜铁、稀土硅铁合金和高锰炉渣等。

【非高炉炼铁】不经高炉的由矿石炼铁的方法，主要有直接还原和熔融还原两大类。直接还原法是不用高炉从铁矿石炼制海绵铁的工业生产过程，古代曾有块炼铁，现代见诸文献的已有 400 余种方法，20 世纪 60 年代以来直接还原法有了很大发展，特别是结合海绵铁的利用使炼钢生产流程发生了很大的变化。熔融还原法是

建信网会员网络域名：http://bbs.3001.com/

不用高炉的生产液态生铁的方法，有一步法和二步法两种类型，兴起于 60 年代，现已有工业规模应用。在钢铁冶炼技术发展历史中高炉炼铁曾是划时代的进步，现在非高炉炼铁重又受到重视，被认为是下个世纪的炼铁技术。

【海绵铁】一种低温固态下还原得到的金属铁。其外形仍保持如矿石，但因还原而形成大量气孔，在显微镜下观察状如海绵而得名。海绵铁中保留了矿石中的脉石，含碳量低（<1%），金属中不含硅锰等元素，适于代替废钢用作电炉炼钢的原料。古代块炼铁也称为海绵铁。海绵铁的工业生产方法是直接还原炼铁，近年来已出现了直接还原生产海绵铁再电炉炼钢的流程。

【铁水预处理】为去除某种有害成分或回收某种有益成分，在进入转炉冶炼之前对铁水进行处理的操作。在当代钢铁生产过程中，铁水预处理已成为关系到质量、品种、工艺流程和生产技术经济指标的一项重要技术。目前工业上应用最多的、也是开发的最早的铁水预处理是铁水炉外脱硫。历史上曾使用过容器运动法和机械搅拌法，70 年代以后喷吹法在工业生产应用中占据了主要地位。铁水炉外脱磷在现代钢铁生产中也有广泛应用，相应的还有铁水预脱硅技术。此外，为提取铁矿石中的某些有价元素，如钒、铌等，对铁水进行预处理的工艺技术和流程也正在开发和应用。

【转炉炼钢】当今最主要的炼钢方法，其炼钢炉因炉体能前后转动而被称为转炉。工艺特点是以液态生铁为原料，不需外加热源。用氧气或空气吹炼铁水、氧化去除铁液中的碳、锰、硅、磷等元素使之达到炼钢成分要求，同时借助于铁水的物理热和元素氧化产

建信网人工网络截图：http://bbs.3s001.com/

生的化学热使钢水温度也达到要求。主要原料是铁水和造渣材料及调温用的废钢、冷生铁块和矿石等。按炉衬的耐火材料性质分别有碱性转炉和酸性转炉，按气体吹入炉子的部位分别有底吹、侧吹、顶吹和复吹转炉，按吹炼所用的气体分别有空气转炉和氧气转炉。历史上著名的曾有贝塞麦法和托马斯法。当前碱性氧气转炉炼钢占据了主导地位，1987 年美国转炉炼钢占的比例是 58.9%，日本是 70.2%，前苏联是 33.7%，中国是 56.8%。

【复合吹炼转炉炼钢】又称顶底复吹转炉炼钢。从炉顶吹入氧气并从炉底吹入不同气体的转炉炼钢方法。按转炉底部供入气体的种类不同分为两类：顶吹氧气底吹非氧化性气体的转炉和顶底吹氧转炉。按底部供气的种类、喷入方式、喷吹量、添加剂以及底部供气元件的结构又有各种各样的专用技术和名称。顶底复合吹炼转炉炼钢技术结合了以前的顶吹氧气转炉炼钢和底吹氧气转炉炼钢的特点发展而成，在操作上和经济上具有明显的优势，是近代氧气转炉炼钢技术发展的方向。该技术始出现于 1974 年，现已广泛应用，如日本已基本淘汰了单纯的顶吹氧气转炉炼钢方法。

【平炉炼钢】一种重要的炼钢方法，其炼钢炉因熔炼室形状而被称为平炉，又称马丁炉或西门子—马丁炉。工艺特点是以煤气或重油为燃料，用燃料燃烧的火焰直接加热熔炼室内的生铁和废钢等原料，使之熔化、氧化和精炼、得到成分和温度符合要求的钢液。平炉设有蓄热室利用废气来预热空气，并使用氧气强化冶炼。按耐火材料的性质有碱性平炉和酸性平炉之分。碱性平炉炼钢法曾作为主要的炼钢方法保持了半个多世纪，本世纪 50 年代平炉钢产量占世界总钢产量的 82%，后来逐渐被碱性氧气转炉炼钢法和电

地信网论坛(给城)：http://bbs.3s001.com/

炉炼钢法所取代。1987 年美国平炉钢比例为 3%、日本为 0%、前苏联是 52.9%、中国是 22.7%。

【电弧炉炼钢】以电极端部与炉料之间产生的电弧为热源进行炼钢的方法，是当今居第二位的主要炼钢方法，又是特殊钢的最主要的冶炼方法。工业中凡以电能为主要热源的炼钢方法通称为电炉炼钢法，电弧炉炼钢在其中占绝对统治地位故常简称之为电炉炼钢。本世纪以来，工业生产中用的主要是三相交流电弧炉、又名埃鲁炉。按耐火材料的性质炼钢电弧炉也有碱性、酸性之分，其中碱性电弧炉居主导地位，碱性电弧炉氧化法冶炼是最主要的炼钢工艺。60 年代以后超高功率电弧炉技术发展并普及，与炉外精炼和连铸相配合形成了非常有生命力的短流程炼钢厂模式。

【感应炉熔炼】在感应炉内利用电磁感应所产生的涡流之热效应完成金属的冶炼过程。感应炉是一种冶炼用电炉，分有芯、无芯两种类型、钢的冶炼用无芯感应炉（坩锅式）。感应炉电源一般是单相的，工作频率有高频（10 千赫兹以上）、中频（50 赫兹—10 千赫兹）和工频（50 或 60 赫兹）3 种。炼钢感应炉容量从数千克到数十吨，炉衬可依工艺要求使用碱性或酸性耐火材料打结。感应炉熔炼基本是熔化过程，故对原材料要求较高。感应炉炼钢与电弧炉炼钢的分界现在已经很明确了，不大可能为同一用途而相互竞争。感应炉熔炼能满足优质、小批量、多品种、高速生产的要求。

【炉外精炼】又称二次炼钢，是近几十年来炼钢技术的重大进步。是将一般炼钢炉中初炼过的钢水移到炉外的钢包或专用容器中进

比信网公众服务平台：http://bbs.3001.com/

行精炼的炼钢过程。现代炼钢过程包括两个工序：在氧气转炉或电弧炉内进行熔化和初炼；然后在精炼炉内进行精炼。精炼的任务包括：调整温度和脱氧、脱硫、脱碳、夹杂物变性处理、去除夹杂物及去气等。工业中应用的炉外精炼约有 30 余种方法，大致可概括为 3 类：常压下精炼处理、真空精炼处理、加热及真空精炼法。近年来炉外精炼技术发展迅速，工业发达国家钢水精炼比已达到 60—70%，形成了高产、优质、低成本的炼钢工艺流程。

【特种冶炼】除用于大生产的转炉、电弧炉、平炉及感应炉炼钢方法外的，为了大大提高冶金质量或熔炼在大气条件下不宜熔炼的含较多活泼元素的钢种和合金的冶炼方法。大致有一次熔炼和二次熔炼两种，广义的说，真空脱气、真空铸造和炉外精炼等也应包括在特种冶炼方法之内。一次熔炼法主要有：真空感应溶炼（VIM）、电渣熔炼（ESM）、等离子弧一次熔炼（PAM）、等离子感应熔炼（PIF）、电子束熔炼（EBM）等方法。二次熔炼法即重熔法，主要有：电渣重熔（ESR）、真空电弧重熔（VAR）、电子束重熔（EBR）、等离子弧重熔（PAR）等方法。

【电渣重熔】简记作 ESR。在水冷结晶器内，通过熔渣电阻热使自耗金属电极熔化、精炼、并凝固的二次精炼（重熔）方法。该方法设备简单、操作容易、钢锭表面质量好故金属成材率高、钢的冶金质量高，是世界上应用最广泛的二次精炼方法。电渣重熔技术始应用于 1939 年，美国、原苏联和中国均有广泛应用。还用于电渣重熔铸造。世界上容量最大的电渣炉在中国，钢锭单重可达 200 吨以上。

北信网论坛网络版：http://bbs.3s001.com/

【真空电弧自耗重熔】在真空条件下，在水冷结晶器内，借助于自耗电极与金属熔池之间的电弧使电极熔化、精炼后凝固的二次精炼方法。可用电源为低电压（50—70 伏），直流，电极为阴极，熔池为阳极，熔炼室真空度（残压）为 0.133—13.33Pa。该冶炼方法最初用于冶炼含活泼金属的材料，现广泛用于冶炼耐热、难熔金属和合金。世界上最大的炉子锭单重约 50 吨。

【炉渣】在火法冶炼过程中产生的以氧化物为主体的熔体，是钢铁冶炼和有色重金属冶炼的重要产物之一。普通的钢铁冶炼中的炉渣，主要的化学成分有氧化钙、氧化铁、氧化镁、氧化锰等碱性氧化物；二氧化硅、五氧化二磷等酸性氧化物；三氧化二铝等两性氧化物；此外还有硫化物，碳化物等。基于不同的冶炼金属和不同的冶炼目的，有不同的相应的炉渣成分。在冶炼过程中熔融的炉渣与金属熔体、炉气等之间产生各种物理化学反应，是完成冶炼目的的重要手段，因此冶金工作者非常重视炉渣在冶炼过程中的状态和行为，故俗话说“炼好炉渣，才能炼好钢”。

【连续铸钢】简称连铸。用连续铸钢机（简称连铸机）将钢水连续不断地铸成一定断面形状和尺寸的钢坯的生产过程。工艺过程是钢水由盛钢桶经中间包注入水冷结晶器（一次冷却），在结晶器中钢水外部凝固形成硬壳后从结晶器下口连续拉出，经沿拉坯方向分布的喷淋水冷却（二次冷却）至全部凝固后剪切成一定长度的铸坯。连铸机按铸坯断面形状分为方坯、圆坯、板坯、矩形坯等，近年来薄板坯连铸机也获得了工业应用且发展很快。连铸机型有立式、立弯式、弧形、椭圆形、水平式以及轮式多种，其中以弧形和椭圆形应用最多。按浇铸的钢种还有普钢和特殊钢连铸机之

建信网个人图书馆 http://book.51001.com/

分。连铸的设想起源很早，至本世纪 60 年代开始在工业上应用，近 30 年来发展极块，工业先进国家连铸比已起过 90%。

【钢锭浇注】钢液经盛钢桶（又称钢包）注入铸模（又称锭模）凝固成钢锭的过程，是炼钢生产的一个重要工序。经炼钢炉冶炼合格的钢液，必须铸成一定形状的固态钢锭或钢坯才能进行加工成材，在铸模中铸成钢锭的工艺过程简称为铸锭或模铸。钢从液态到固态的转变是在铸锭过程中完成的，因此浇注工艺对成品的表面和内部质量的优劣有决定性的影响。钢在浇注、冷凝过程中产生激烈的物理化学变化，涉及到钢液流动、传热、结晶、偏析和收缩等现象。按照钢液进入锭模的方式，可分为上注和下注。模铸钢锭已有 100 多年历史，曾是唯一的液—固生产环节。近年来逐渐为连铸所取代。

【镇静钢】又称全脱氧钢。钢在铸锭凝固过程中不产生一氧化碳气泡，这类钢称之为镇静钢。其主要原因是钢液在铸前经充分脱氧，主要措施是控制钢中硅含量在 0.3%左右，铝含量在 0.02—0.06%，镇静钢钢锭有缩孔，锭模必须带有保温帽，钢锭在热加工时切头量较大。镇静钢钢锭成分较均匀，组织比较致密，经热加工后成材性能较高，故全部合金钢、特殊钢以及低合金钢、优质碳素钢都为镇静钢。镇静钢铸模的特点是上大下小，带有保温帽，且多为下注。介于镇静钢和沸腾钢之间的还有一类半镇静钢、按其脱氧程度还可分为未脱氧的、正常脱氧的和过脱氧的 3 种，锭型上小下大。

【沸腾钢】脱氧不完全的钢。钢液中含氧量较高，浇注过程中由于

此信网公众网络域名：http://bbs.3501.com/

温度降低和凝固结晶，钢锭模中的钢液内发生强烈的碳氧反应，生成大量的一氧化碳气体，引起模内钢液沸腾，故名为沸腾钢。沸腾钢凝固后，未排出的气体在钢锭内形成疏散的气泡，补偿了钢在凝固过程中的体积收缩，所以钢锭头部没有集中的缩孔，在以后的热加工时无须切去头部，故成材率较高，钢在模内沸腾时有利于夹杂物和气体的去除，钢锭表面质量好。钢中碳硫等元素含量低，有较好的焊接性和冷弯性能。由于沸腾钢具有这些优点，所以在普通钢锭的产量中占有相当大的比例。沸腾钢锭的外形特征是上小下大，没有保温帽。

【压力浇铸】在内部气相压力可控制的容器中将钢液直接浇铸成板坯、方坯或空心坯等的方法。适用于生产表面质量要求高、规格尺寸种类多的钢坯。多用于浇铸不锈钢坯。压力浇铸过程的金属收得率高，铸坯的成分均匀、组织致密，表面质量好，但其生产能力不大。美国 1940 年开始用此法生产铸钢车轮，后来在工业生产中有所推广应用。

【真空铸锭】将在大气中熔炼的钢液注入真空室内的钢锭模中浇铸成锭的方法。该方法可防止钢在大气浇铸过程中发生的吸气和二次氧化，并有脱气作用。适于浇铸用于生产大型锻件（如汽轮转子）的钢锭等。浇铸室内真空度可达 67Pa，钢锭中氢气含量可降到 2ppm 以下，能有效地消除大锻件的白点，减少甚至免去大锻件长时间的脱氢热处理工艺。

【铁合金】铁和一种或几种元素组成的合金。钢铁工业中习惯上把所有炼钢用的中间合金，不论含铁与否，都叫“铁合金”。由于生

此信网会员网络收入：http://bbs.3001.com/

产铁合金比生产纯金属工艺过程简单、经济；铁中所含元素对炼钢无害，而且使铁合金往往比纯金属熔点低、密度大，易于加入钢中，因此多以铁合金形式供炼钢使用。铁合金一般很脆，不能作为金属材料使用。铁合金的品种很多，按所含的元素分类有硅铁、锰铁、铬铁、钨铁、钼铁等；按生产方法的不同可分为高炉铁合金、电炉铁合金、炉外法铁合金等。各种铁合金根据炼钢需要，按元素含量或含碳高低规定许多等级，并严格限定杂质含量。铁合金是炼钢的原料之一，用作钢的脱氧剂和合金元素添加剂，以改善钢的性能。作为孕育剂在铸铁浇铸前加进铁水中，改善铸件的结晶组织。此外，还可作为还原剂生产其他铁合金和有色金属。含有两种或多种合金元素的铁合金叫复合铁合金，因可同时加入脱氧或合金化元素，有利于炼钢工艺和综合利用共生矿资源而得到发展。

【铁合金冶炼】将含有一定合金元素的矿石或精矿用还原剂还原而炼得铁合金的冶炼技术。如冶炼硅铁、锰铁、铬铁时，由于硅、锰、铬在矿石中含量较高，可以直接用矿石还原冶炼。某些合金元素在矿石中含量很低，需要进行选矿、湿法冶金，再行冶炼，如钒铁等。还原剂有碳质还原剂和金属还原剂。常用的大部分铁合金都采用碳还原法冶炼，在高炉、电炉高温条件下碳还原氧化物得到铁合金；但由于碳化物生成过程优于生成金属元素过程，而得到碳素铁合金。金属热还原法是用铝或硅作还原剂进行氧化物的还原。用铝还原时可集中放出大量热，使还原反应在不加热的反应器中自动进行，故又叫炉外法，常用于钛铁、钼铁、金属铬的冶炼。为了脱除铁合金中不需要的元素还可进行脱硅、吹氧等精炼。

地信网合法网络域名：http://bbs.3001.com/

【矿热炉冶炼】用矿热炉进行的冶炼过程。用碳作还原剂生产铁合金所用的电炉称为矿石还原炉，简称矿热炉。矿热炉常采用三相电源，因采取三根电极插入炉料的埋弧操作故又称埋弧电炉。矿热炉有敞口、封闭（半封闭）等形式。炉体多呈圆形，是固定的或是旋转的；其外部是钢板制成的炉壳，里边砌耐火砖和碳素砖。用电炉变压器的容量标志矿热炉的能力。冶炼过程中从炉子顶部装入矿石、还原剂（冶金焦、半焦、木炭等）、熔剂（石灰、硅石）、钢屑等混合好的原料，三根电极插在炉料中，电流经电极导入炉内，依靠产生的电弧热和电流通过炉料产生的电阻热进行加热。随着炉料熔化、还原下沉，从顶部不断加入新的炉料，冶炼过程连续进行；生成的液态合金和熔渣积存在炉底，从出铁口定期放出。

【锰铁】锰和铁组成的合金。根据含碳量的不同，可分为高碳锰铁（又叫碳素锰铁）、中碳锰铁、低碳锰铁和金属锰。碳素锰铁含锰为 79.0—85%。锰铁是铁合金中一个最主要的品种，它的产量占铁合金总产量的 50%以上。冶炼锰铁所用锰矿一般要求含锰 40—50%，锰铁比大于 7，磷锰比小于 0.0003。冶炼前碳酸锰矿要先经焙烧，粉矿要烧结造块。碳素锰铁用焦炭作还原剂在高炉或电炉中冶炼。电炉冶炼锰铁有熔剂法（又称低锰渣法）和无熔剂法（高锰渣法）两种。中低碳锰铁以硅锰、富锰矿和石灰为原料在电炉内进行脱硅精炼。用纯氧吹炼液态碳素锰铁或硅锰合金也可炼得中低碳锰铁。几乎所有的钢中都含有一定量的锰，锰铁在炼钢中用作脱氧剂和合金添加剂。

电信网公正网络域名：http://bbs.3001.com/

【硅铁】硅和铁组成的合金。中国以生产含硅75%硅铁为主，有的国家以生产含硅45—65%硅铁为主。低硅硅铁（含硅10—15%）可在高炉中用铁矿石配加硅石冶炼。高硅硅铁在碳质炉衬的矿热炉中冶炼，所用原料有硅石、钢屑和碳质还原剂。中国的硅铁电炉最大的为25000kV·A，国际最大的硅铁半封闭电炉容量已达105MV·A。电炉炼硅铁是无渣法冶炼，原料必须干净。冶炼过程中料面易结壳、“刺火”，要经常捣炉。每隔2—4小时出一次铁，在锭模中铸成锭块。硅铁是炼钢的主要脱氧剂和合金剂。除部分沸腾钢外，几乎所有钢种都用硅铁脱氧。在球墨铸铁中硅铁是一种重要的孕育剂和球化剂。硅铁还是钼铁和钛铁冶炼的重要还原剂。

【铬铁】铬和铁组成的合金。铬铁根据含碳量分为碳素铬铁（含装料级铬铁）、中碳、低碳、微碳铬铁等。铬系铁合金中还有硅铬合金、氮化铬铁等。为降低成本冶炼不锈钢等钢种时，现广泛采用炉料级铬铁（含铬50—54%，碳8%），因此它在铬系合金中所占比重逐年增加。炼铬铁所用铬铁矿的三氧化二铬含量愈高愈好，一般不应低于40%；炼含铬60%铬铁时铬铁比要大于2.6。碳素铬铁用矿热炉冶炼，焦碳作还原剂，硅石作熔剂。硅铬合金在矿热炉中用铬铁矿、硅石、焦炭配加熔剂一步法冶炼或用碳素铬铁、焦炭、硅石二步法无渣冶炼。中、低、微碳铬铁一般以硅铬合金、铬铁矿和石灰作原料，在电炉中精炼脱硅或炉外脱硅法冶炼。也可用液态碳素铬铁吹氧法精炼中、低碳铬铁。铬铁是炼钢的重要合金剂。

【钨铁】钨与铁组成的合金。含钨70—80%的钨铁，其熔化温度为

比信网企业网络建站：http://bbs.300.com/

2700—3000℃。用电炉冶炼时，合金在炉内呈半熔融粘稠状态，不可能从炉内流出。因此，一般采用积块法或取铁法生产，有时也用炉外法生产。积块法是把钨精矿和还原剂（沥青焦、硅铁），造渣剂（萤石、镁砂）加入到炉体上段可拆的敞口电炉内，经一定时间当炉内积存相当量的钨铁时，停炉冷却，拆炉，取出钨铁。取铁法适于冶炼熔化温度较低的含钨70%的钨铁，分还原、精炼、取铁三个阶段操作，即先将上炉的炉渣和所加钨精矿用硅铁还原，再加钨精矿等脱硅精炼合格后，用取铁勺取铁。钨铁是炼钢用的合金添加剂。

【钼铁】钼和铁组成的合金，一般含钼大于55%。钼精矿经过氧化熔烧称为熟钼矿或焙砂，是炼钼铁的主要原料。用硅铁、铝粉、含铝合金等作还原剂生产钼铁的方法叫金属热法，也称炉外法。用炉外法生产含钼60%左右的钼铁时，还要加钢屑、75%硅铁、氧化铁皮、铁矿等作含铁原料，并加硝酸钠作附加氧化剂。炉外法冶炼的容器是个放置在砂窝上的圆筒，内砌耐火砖衬。炉料一次加入炉筒后，从上部点火冶炼，反应终了经过镇静即放渣、拆除炉筒。钼锭先在砂窝中冷却，然后再冲水冷却。钼铁是炼钢用的合金添加剂，为节约成本降低能耗可用氧化钼压块直接合金化。

【钒铁】钒和铁组成的合金。由于含钒矿中钒含量太低，很难直接作冶炼钒铁的炉料；一般是先将含钒矿石生产出五氧化二钒，再用来生产钒铁或其他钒制品。用五氧化二钒生产钒铁的主要方法有电硅热法和铝热法。电硅热法冶炼钒铁通常在三相电弧炉内进行，冶炼分还原和精炼两个阶段。还原时将一炉的全部还原剂及60—70%五氧化二钒装入电炉内进行硅热还原。当渣中五氧化二

地信网公众网络版：http://bbs.3501.com/

钒小于0.35%时放渣，转入精炼期，即加五氧化二钒脱除合金中过剩的硅，铝，待成分合格就出渣出铁。铝热法用铝作还原剂，用下部点火法冶炼。钒铁是炼钢用的合金添加剂，也可用钒渣直接合金化。

【铌铁】铌和铁组成的合金。中国主要采用提取五氧化二钽的副产品——五氧化二铌为原料。用碳作还原剂生产的铌铁一般含碳较高而用处不大，因为铌铁主要用于生产低碳钢，所以生产铌铁主要在可移动的圆筒状炉筒内用铝热法生产。冶炼前必须将五氧化二铌原料、铝粒、氯酸钠及其辅助材料混合好，采用下部点火工艺。铌铁主要用于高温合金和不锈钢，近年来广泛用于低合金钢。

【硅锰合金】硅、锰和铁组成的合金。硅锰合金都是在矿热炉中用碳同时还原锰矿（包括富锰渣）和硅石中的氧化锰和二氧化硅而炼制出来的。炼制中间硅锰合金时，出铁后合金应在包内镇静一段时间，使碳析出上浮后，再进行浇注。高硅硅锰合金（含硅大于20%）是半成品，是冶炼精炼锰铁和金属锰的还原剂；普通硅锰合金（含硅小于20%）是炼钢用的复合脱氧剂和合金添加剂，小部分用于生产中碳锰铁。

【硅钙合金】硅和钙组成的合金，其中含铁量很少。生产方法有一步法和二步法。一步法是在矿热炉内，用碳还原硅石和石灰生产出硅钙合金；二步法是在一台矿热炉内生产出电石（或高硅硅铁）然后用电石加硅石、焦炭（或用高硅硅铁加石灰）在另一台矿热炉内生产出硅钙合金。硅钙合金是一种强脱氧剂、脱硫剂和变性剂。硅钙合金的消耗量随着连铸和炉外精炼的发展而增长。硅

地信网论坛网络版：http://bbs.3s001.com/

钙合金冶炼的电耗高，生产含钙较低的硅钙铁合金可显著降低电耗而且钙的利用率高。

【硅铝铁】硅、铝和铁组成的合金。主要用重熔法生产，即用硅铁、铝锭重熔热兑而得；但最经济的是在矿热炉内用碳作还原剂还原铝矾土或初生高岭土等制得。硅铝铁是炼钢用的脱氧剂。铝是炼钢用的重要脱氧剂，但由于生产铝的电耗高，随着能源紧张其价格上涨；而且铝的密度小，使用时上浮烧损大、利用率低。硅铝铁的密度大，用其代替铝作脱氧剂，利用率提高，1 公斤硅铝铁可代 1 公斤铝达到同样脱氧效果。

【稀土铁合金】稀土元素和硅、铁等组成的复合合金。中国主要有稀土硅铁合金和稀土硅镁铁合金两类。合金中所含稀土元素以铈为主。稀土硅铁合金采用电硅热法生产时，将稀土炉渣和石灰混合料全部加到碳质炉衬电弧炉内并大部分熔化后，加入 75％硅铁还原制得；采用碳还原法时，在矿热炉内用碳还原硅石和稀土炉渣。碳还原法生产的稀土硅铁合金液冲熔金属镁即兑成稀土硅镁铁合金。稀土铁合金是炼钢用的脱氧剂、脱硫剂和合金添加剂，用于铸铁的孕育剂和球化剂。

地信网 http://bbs.3s001.com/

金 属 材 料

【金属材料的形变和成形技术】利用塑性变形把金属或合金加工成

人们需要的各种形状规格的材料和零部件的技术。大部分金属和合金是结晶态。以金属材料的再结晶温度为界，在再结晶温度以上进行的加工形变称热加工，反之称冷加工。以受力方式的不同可将加工成形技术分为轧制、锻压、挤压、拉拔、冲压、剪切和弯制等。焊接、机加工和板金加工也是金属材料成形技术中必不可少的手段。铸件是金属和合金直接浇铸成形使用的。

【相图】相平衡关系的图解，即用图解的形式表示金属或合金的各个相随成分、温度和压力等条件的变化关系。相是合金系统中那些成分一致，晶体结构相同并有界面相互分隔开的均匀组成部分的综合。相与相之间的转变称相变。金属和合金通常在常压下制作和应用，因此可视压力为常数。二元系和三元系合金相图可分别用平面坐标系和三维空间坐标系表示。二元系以横轴为成分轴，纵轴为温度轴。三元系的立体表示法常以浓度三角形（等边三角形、等腰三角形和直角三角形）表示成分，纵轴为温度轴。三元相图的平面表示法如投影图、等温截面图或垂直截面图有时更显直观且使用方便。几乎所有的纯金属及二元合金相图都已测定绘出。相图的确定常用实验法和计算法。实验法用热分析、电磁分析、X 射线分析、热膨胀分析及金相分析等方法。计算法利用已知的热力学参数，按相平衡的热力学理论计算确定相图。相律描述相平衡时系统的自由度数 f，组元数 k 和相数 p 之间的关系：$f=k-p+2$。平衡相的相对含量在二元合金相图中用杠杆定律计算，在三元合金相图上用重心法则计算。

【固溶体】一种或多种溶质原子溶于固态金属溶剂中所形成的合金相。溶质的含量可在一定范围内变化，但溶质原子的溶入不改变

此信网公正网络版权：http://bbs.3001.com/

溶剂金属的点阵类型。固溶体的分类：(1) 按溶剂分类，可分为一次固溶体和二次固溶体，一次固溶体以纯组元为溶剂，又称边际固溶体，二次固溶体以化合物为溶剂，又称中间固溶体；(2) 按溶质的溶解度（固溶度）分类，分为无限固溶体和有限固溶体，无限固溶体又称连续固溶体，其固溶度可达到 100%；(3) 按溶质原子在晶体点阵中所占位置分类，可分为代位固溶体和间隙固溶体，溶质原子取代部分溶剂原子位置形成的固溶体称代位固溶体，溶质原子占据溶剂点阵的间隙位置形成的固溶体称间隙固溶体；(4) 按溶质原子与溶剂原子的相对分布分类，分为无序固溶体和有序固溶体，有序固溶体是溶质原子按适当比例并按一定顺序和一定方向，围绕着溶剂原子分布时形成的固溶体，无序固溶体中溶质原子统计式地或随机地分布于溶剂的晶体点阵中，无论是有序还是无序，都既可以是代位式的，又可以是间隙式的。固溶体的固溶度主要受异类原子间尺寸差别、电负性差别和晶体中电子浓度的影响。

【中间相】又称金属间化合物。处在相图的中间成分区域内，晶体结构不同于组元金属的均质相。其物理化学性能与组元金属截然不同，一般具有金属性质。中间相的类型较多，若按形成规律，可分为正常价化合物，电子化合物和尺寸因素化合物。尺寸因素化合物中主要有间隙相和 Laves 相两类。

【金属的同素异构现象】又称金属的多形性。同一金属随温度（或压力）的不同出现不同晶体结构类型的现象。例如铁低于 910℃或高于 1400℃时为体心立方结构，910℃至 1400℃为面心立方结构；锡在 13℃以下为金刚石立方结构，称灰锡，呈非金属性，13℃以

北京图书馆网络域名：http://nlcbs.3501.com/

上为四方结构；称白锡。多形性的外因是温度压力的变化，内因是原子外层电子分布状态改变，影响了原子间的结合力或结合能，从而最终引起晶体结构类型的改变。

【固态相变】金属中一种或多种固相由于热力学条件，如温度、压力、电场或磁场等的变化成为不稳定时，能够克服相变障碍，通过化学成分和结构类型的变化成为更稳定的状态的转变。从热力学看，相变必须使物系的自由能降低。从动力学看，相变的发生和发展，还受温度、压力、应力、应力应变、晶体缺陷、形变速度、电场及磁场诸多因素的制约。其基本元过程都是新相晶核的生成和长大。按形核和长大的特点可将其分为 3 类：(1) 扩散型相变，相变依靠原子的长距离扩散进行，是金属材料中绝大多数固态相变的方式，如多晶型转变；(2) 非扩散型相变，又称切变型相变或马氏体转变，依靠原子有组织地、协调一致地循序切变使晶体中的旧相转变为新相；(3) 介于上述两类间的过渡型转变，有块形转变和贝氏体型转变。

【金属的热处理】利用金属固态相变规律，使其内部的组织结构随温度的变化而发生变化，以改善和控制金属材料和制件性能的技术。可分为：(1) 一般热处理，其特点是单纯利用温度的变化改善金属材料的组织结构和性能，包括退火、正火、淬火和回火等；(2) 形变热处理，利用形变与相变的交互作用控制和改善金属内部的组织结构和性能，如控制轧制；(3) 化学热处理，在一定的介质中进行的热处理，通常用于渗入碳、氮、硼及氧等元素，介质用气态、液态或固态。某些特殊材料还采用磁场热处理和真空热处理。

冶金论坛网络资料：http://bbs.3001.com/

【金属材料的表面硬化】金属制件表面层经一定的处理发生硬化的技术。硬化方法分两类，一类改变表面成分，主要有渗碳、渗氮和碳氮共渗等，即在一定温度下通过元素的扩散使碳、氮等元素渗入钢等金属材料或制件的表面层，并经适当热处理淬火硬化或形成硬度较高的合金氮化物，使表面层硬化；另一类采用不改变表面层化学成分的工艺手段使金属材料形成一个强度较高的表面层，如感应加热等表面淬火及表面轧制或预应力处理等表面加工手段。此外还有金属喷涂等方法。

【择优取向】又称织构。晶体的晶粒在一定程度上优先围绕某些晶体学方向排列取向，由于冷形变而在形变金属中直接产生的晶粒择优取向称形变织构。具有形变织构的金属材料经退火发生再结晶后形成的织构称退火织构。经轧制退火的矽钢片常具有板织构。冷拉铝线具有纤维织构，又称丝织构。利用织构可使金属材料在使用方向上具有优越性能。

【金属材料的力学性能】金属材料在力的作用下的行为特性。主要有弹性、塑性、韧性、疲劳及抵抗冲击、弯曲等形变能力的性能。它们与被拉伸、压缩或剪切条件下受的应力（施加载荷）温度及接触介质有关，是在适当条件下用工程试验方法确定的。一般所测定的力学性能有：弹性极限、屈服强度、抗拉强度、断裂强度、延伸率、断面收缩率、冲击韧性、硬度和弹性模量（应力与弹性应变之比）。这些性能在确定能否生产所需形状的零部件和产品在使用中能否承受所预期的机械力时是很重要的。

此信网论坛网络域名：http://bbs.3001.com/

【金属材料的物理性能】金属材料的热学性能、电学性能、磁学性能、弹性、热膨胀性能、光学性能、声学和耐辐射性能等的总称。利用金属材料的一系列物性可制成适应国民经济各种特殊要求的功能材料，如导电、电热和电阻材料，导热、隔热和蓄热材料，硬磁和软磁材料。高弹和恒弹性合金，低膨胀和定膨胀合金等。测定金属材料的物理性能，能获得材料内部组织结构的微观信息及其随温度、压力、辐照和合金成分等条件变化而变化的信息。有的性能反应极为灵敏，如电阻率对材料内部相变的反应。因此，物性分析是金属材料研究的重要手段。常用的物性分析有热分析、电阻分析、磁性分析、膨胀分析及穆斯堡尔谱等。

【力学性能检测】测定金属的各种力学性能指标的实验技术。包括抗拉试验、冲击试验、硬度检测、疲劳试验、蠕变试验、断裂韧性试验、还有抗压、抗弯、抗扭、抗剪、耐磨试验及金属工艺试验等。力性检测用以对材料进行评估，并为金属制件的设计选材、分析制件故障、研制新材料提供依据。其测试条件应考虑温度、应力、应变、环境介质、载荷、时间、应力循环频率及试样的尺寸形状等因素的影响，应尽可能使它们接近实际工作条件。这样，测试结果能较准确反映金属材料在服役条件下的力学行为。

【无损检测】无损地检查测量金属材料中残余应力或缺陷的实验技术。它们大多是建立在一定的物理参量上进行的，大体可分为：（1）射线法，有 x 射线衍射法和中子衍射法；（2）超声波法，包括体波法、表面法和声弹性成像；（3）磁性法，包括巴克豪森噪声分析（BN）和磁声发射；（4）核超精细结构效应法，包括穆斯堡尔效应法、核磁共振法和核声共振法。此外还有涡流检验、渗

地信网会员资料下载：http://bbs.3001.com/

透探伤等技术。

【金相学】研究金属和合金内部组织结构的学科。金属学的一个分支学科，主要以光学金相显微术和电子显微术为研究手段，应用X射线衍射和电子衍射进行组织结构的研究。

【光学金相显微术】用显微镜在可见光范围内对金属的组织组成物进行微观观察分析并予以定性和定量描述的技术。显微镜分立式和卧式。它们以反射光成像为原理，可分辨5.0—0.2微米组织的形貌、分布、晶粒度和滑移带等。其光源用白炽灯、钨丝灯、碳弧灯及氙灯等。常规显微术按照明方式不同分为直射和斜射式，又称明场像和暗场像。特殊显微术有偏振光显微术，干涉显微术和相衬显微术。在显微镜的样品台上装加热或冷却设备，抽取真空，并换装长焦距镜头后，能连续观察样品在升温和降温过程中的组织变化。金相样品的制备需经磨平抛光成镜面后浸蚀，以便增大不同组织对光的反射的差别。不同的材料，观察不同的组织，需选择不同的浸蚀液。

【定量金相术】又称体视金相术（学）。以体视学为基础，研究显微组织定量关系的技术。其原理是将检验面上二维空间的组织参数依照立体几何学和体视学换算成三维空间参数进行分析，测定第二相的尺寸和体积分数、质点间距、取向程度等。其方法有比较法和测量法。比较法是把被测物图像与标准图片比较得出定量级别。测量法可用带测微标尺的目镜在金相样品上或显微镜投影屏上进行，也可在金相组织照片及电子图像上进行。定量金相显微镜利用线分法原理，对金相组织进行线性扫描，将组织的光信

论信网论证网络版权：http://lbs.3s001.com/

号转换为电讯号并数字化成所需的参数，迅速自动地获取测量数据，所得结果误差小。

【合金结构钢】碳素结构钢加入总含量一般不超过5%的一种或多种合金元素形成的钢。其显微组织是均匀的索氏体、贝氏体或细珠光体，具有较高的抗拉强度和屈强比，韧性和疲劳强度较好。韧—脆性转变点较低。一般分为两类：调质结构钢和表面硬化结构钢。调质结构钢的含碳量较高，为0.25—0.55%。常用于制造承受较大载荷的轴、连杆等结构件。表面硬化结构钢的含碳量为0.12—0.25%，含适量合金元素。用以制造表层坚硬耐磨、心部韧性好的零件，如齿轮和轴。因此有时还要进行渗碳渗氮并需添加易形成氮化物的铝、铬、钼等元素。

【弹簧钢】用以制造弹簧或与弹簧性能类似的零件的钢类。具有高的弹性极限、疲劳极限，一定的冲击韧性和塑性。其分类按生产方法分为热轧弹簧钢和冷轧（拉）弹簧钢。前者用以制造螺旋弹簧、板簧或扭力杆；后者制成钢丝钢带后制造小螺旋弹簧、簧片和发条。按所含合金元素分为碳素弹簧钢和合金弹簧钢。碳素弹簧钢的特点是廉价，但性能略差。合金弹簧钢通常含锰、硅、铬、钼、钨、钒和微量硼，这些元素可提高淬火的淬透性，锰、硅可提高屈服强度，铬、钨、钒可提高弹性极限和耐热性。

【钢筋钢】用以制作钢筋的钢材。在建筑业中，钢筋布设在混凝土中形成钢筋混凝土构件，使构件的强度和抗裂性能大大提高。钢筋钢有较好的强度、焊接性和冷弯性能。主要有碳素钢和低合金结构钢。大跨度的结构件常采用高碳钢丝的钢绞线。为了防止钢

此信息仅供网络域名：http://bbs.3s001.com/

筋与混凝土间发生滑移，除了圆形钢筋外还有螺纹钢筋，其外形有简单螺旋形、人字形和竹节形等。

【轨钢】制作钢轨用的钢。有足够的硬度、抗拉强度、疲劳强度、韧性和一定的焊接性。主要用碳素钢和碳锰钢制钢轨。按其抗拉强度分为普通标准钢轨、耐磨级钢轨和特级钢轨。用于铁路道轨及其他导轨，如起重机、电车、电梯及矿山用的轻轨和导轨。

【工具钢】用于制造切削工具、模具、量具和其他耐磨工具的钢。按合金成分分为碳素工具钢和合金工具钢。碳素工具钢价廉，加工性好，耐磨，硬度较好。合金工具钢是在碳钢中加入铬、钨、钼、钒、硅、锰、镍、钴等合金元素，以提高钢的强度、硬度及耐磨和耐热性。

【低温钢】用于0℃以下的合金钢。其中能在－196℃以下使用的合金钢称深冷钢或超低温钢。它们的特点是韧性—脆性转变温度应低于使用温度，其组织结构在使用温度下应是稳定的，应有足够的强度和良好的加工成型性及焊接性，有的还应具有特殊的物理性能如低导磁率。其分类按成分不同分铁素体低温钢（主要是低碳锰钢）、低合金钢（低镍钢和锰镍钼钢）和中高合金钢；奥氏体低温钢，主要有铁铬镍系、铁铬镍锰系及铁锰铝系。石油气深冷分离设备工作温度为－110——150℃，空气分离设备最低工作温度为－196℃，液氢、液氦的工作及贮运设备的温度低达－253℃和－269℃，它们都需要大量低温钢。

【轴承合金】用于各种滚动轴承的滚动体和套圈的合金及滑动轴承

此信网会员网络域名：http://bbs.3s001.com/

（轴瓦）的合金。滚动轴承钢应具有较高的抗压强度、接触疲劳强度和耐磨性，一定的韧性和耐蚀性，良好的尺寸稳定性和工艺性。多数滑动轴承合金的基体中嵌有抗磨损的硬金属间化合物的质点，通过硬质点的调整，使轴的载荷平均分布在所有表面上。较早的滑动轴承合金是巴氏合金。现代轴承钢有高碳铬轴承钢、渗碳铬轴承钢、不锈轴承钢和高温轴承用钢。

【粉末冶金合金】用粉末冶金的方法制取的合金。其制造工艺通常是制粉、混合、成形和烧结。粉末冶金方法的优点是：（1）能生产熔铸法难以生产的合金材料，如难熔合金、多孔材料、金属和非金属复合材料及粉末和纤维复合材料，应用较多的粉末冶金合金有硬质合金、粉末冶金钛合金、粉末冶金电工材料、粉末冶金高温合金、粉末冶金合金钢、高性能永磁合金、减摩材料、金属陶瓷等；（2）能将原料粉末直接制成成品或接近最终形状尺寸的成品，切削加工量少，金属损耗小，工艺流程短，设备投资少；（3）适于大批量生产。

【高温合金】在高温下具有高的蠕变强度和持久强度，良好的抗热疲劳和机械疲劳性能，组织稳定，有抗氧化或抗腐蚀能力的合金。其分类按制备工艺不同可分为变形高温合金、铸造高温合金和粉末冶金高温合金。按强化方式不同可分为固溶强化型、沉淀强化型、氧化物弥散强化型和纤维强化型。按合金主组元不同可分为铁基高温合金、镍基高温合金和钴基高温合金。此外还有金属陶瓷。奥氏体不锈钢的使用温度可达 750℃，添加 3%钼后使用温度能提高 100℃。镍基和钴基合金属于超耐热不锈钢，有效使用温度可以达到 1100℃，常含有五六种甚至更多种成分。高温合金广泛

此信网论坛网络截图：http://bbs.3001.com/

应用于航空、舰艇、燃气轮机上的高温部件，航天飞行器、火箭发动机、核反应堆和石油化工设备等能源转换装置上。

【弹性合金】用于制作精密仪器仪表中弹性敏感元件、储能元件和频率元件等弹性元件的合金。弹性是金属材料在外力作用下改变形状尺寸，去除外力后又恢复到原有的形状尺寸的能力。在材料的弹性极限内，应力与应变呈正比关系。弹性合金具有良好的弹性，无磁性，电阻率低，弹性模量温度系数低，内耗小。一般分为高弹性合金和恒弹性合金。前者的弹性模量高，滞弹性效应低，耐热性好；后者又称艾林瓦合金，它的弹性模量在一定温度内几乎不变。

【电性合金】以电学性能为主要使用性能的一类合金。主要有导电合金，电阻合金和电热合金。铜、银和铝是良好的导电材料。电阻材料是利用物质的固有电阻特性制成不同功能元件的材料。其中电阻率在一定的温度范围内几乎不随温度变化，即电阻率温度系数很小（10^{-6}/℃）的材料称精密电阻材料；有较高电阻率，用于制造电热元件的合金称电热合金，主要有镍铬合金和铁铬铝合金。

【膨胀合金】具有反常热膨胀特性的合金。一般的金属与合金具有热胀冷缩特性，线膨胀量在一定温度范围内与温度呈线性关系。铁、钴、镍等过渡族元素组成的某些铁磁性合金在一定温度范围内，因具有反常热膨胀特性，其尺寸几乎不随温度变化（因瓦效应），称低膨胀合金或因瓦合金，其热膨胀系数仅有 10^{-6}—10^{-7}/℃。此外还有定膨胀合金和高膨胀合金。定膨胀合金又称封

地信网公益资料 http://blog.3s001.com/

接合金，用于与玻璃陶瓷的封接。高膨胀合金用于与不同膨胀系数的合金复合成热双金属，制造热控开关，在工业领域中广泛应用。

【软磁合金】在弱磁场下具有很高的导磁率，磁滞回线窄、矫顽力低（小于 0.8 千安/米）的一类磁性材料。其分类：(1) 按合金成分可分为纯铁、铁硅合金、铁镍合金和其他软磁合金（铁钴、铁硅铝合金）；(2) 按磁滞回线的形状可分为一般磁滞回线合金、矩磁合金和扁平磁滞回线合金；(3) 按磁化特性可分为高导磁、恒导磁、矩磁及高饱和磁感应强度的合金。用于电工领域的电工钢片（硅钢片）是构成电器设备铁芯的关键材料，其余晶态和非晶态软磁材料在电子、通讯、计算机领域中广泛用于各种小型变压器、传感器、滤波器的铁芯、磁头和磁屏蔽。

【硬磁合金】具有高矫顽力，宽的磁滞回线的磁性合金。主要用于制造永久磁体。永久磁体一经外磁场磁化到饱和后，再撤去外磁场，磁体仍对外界产生磁场，并提供有用的磁能。硬磁合金的重要磁参量是磁有序温度 Tc，饱和磁化强度 Ms，剩磁 Br，矫顽力 Hc 和最大磁能积 $(BH)_m$。目前应用较广泛的有铝镍钴合金，稀土钴合金和稀土铁合金。铝镍钴合金具有高剩磁，温度稳定性好的特点，大量用于仪表工业，缺点是矫顽力偏低；稀土钴合金具有高矫顽力，高磁能的优点，做成器件可缩小体积，但剩磁略低；近年新兴的以钕铁硼为代表的稀土铁系合金具有优良综合磁性，磁能已可大于 400 千焦/立方米，可用于产生强磁场，缺点是磁有序化温度低，温度稳定性差。

建信网（互联网络域名：http://bbs.500.com/）

【非晶态合金】又称金属玻璃或非结晶合金。原子在空间的排布不具有长程有序的合金。因其具有短程序，因而具有与晶态材料非常相似的物理化学性质，又因其不具有晶格结构而显示出特有的优异性能：在机械性能方面，既有高强度和高硬度，又有好的韧性；在磁性方面，有高的导磁率，低矫顽力，低磁致损耗和良好的高频特性；优异的耐腐蚀性；有的非晶合金的热膨胀系数趋于零。非晶合金的制备方法主要有熔体快淬法、溅射法、电沉积法和化学沉积法。它们都是将合金组成由气态、液态经快速凝固而成带、丝或薄膜。新近研究表明，机械合金化也能形成非晶态合金。其应用，在电力工业上代替电工钢做功率变压器，其他方面有电源开关、磁头、传感器铁芯、高频变压器和纤焊料等。非晶态磁性稀土一过渡族金属薄膜的垂直各向异性好，是很好的光存储介质，此外还有大磁致伸缩薄膜、高矫顽力永磁薄膜和各种磁敏元件。

【人体用金属材料】置入人体中以代替或修复器官，恢复功能和有其他有益作用的金属材料。硬组织材料有代替或修补牙齿骨骼的材料、节育环等、软组织材料有心脏瓣膜等。人体内的液体含约1%氯化钠和少量其他盐类，因此人体用材料必须极耐腐蚀，具有化学稳定性，无毒、无刺激，不引起变态反应。并有一定强度、韧性、耐磨和耐疲劳性，易加工性。骨科常用不锈钢、钴铬钼合金和钛合金。其中Ti—50Ni形状记忆合金有形状记忆功能，常用于人体关节、脊椎矫正棒、接骨板和牙齿矫形丝材。大量应用的补齿合金有汞齐合金和金、银、铂等贵金属的合金。

【金属燃料】含高燃烧值金属的燃料。原子量小，位于元素周期表

此信网个人网络域名：http://blog.sciencenet.cn/

左上角的金属氧化燃烧时，都能释放大量热。例如镁的单位重量燃烧热约 3.5 千卡/克（汽油约 2.5 千卡/克），铍、铝、硼、锂等许多金属的燃烧热都比常用燃料如汽油、氢高。因此它们常用作燃料。在火箭发动机的固体和液体燃料中加金属粉末或金属氢化物以获得大推力。炸药中加金属亦能提高爆破力。缺点是价格较高，点火较难。

【金属腐蚀】金属在环境中，由于与外界物质发生化学、电化学反应，或由于物理溶解作用使金属转入氧化（离子）状态而引起的损伤或变质。根据腐蚀过程的不同。可分为化学腐蚀和电化学腐蚀；按腐蚀过程条件不同，可分为高温气体腐蚀（干腐蚀）和水溶液腐蚀（湿腐蚀）；根据发生腐蚀的环境状态不同可分为在自然环境中的腐蚀和工业环境介质中的腐蚀。按腐蚀形态，可分为全面腐蚀、局部腐蚀和在应力和环境因素共同作用下的腐蚀。其中局部腐蚀比全面腐蚀的危险性大得多，应力与环境共同作用下的氢脆和应力腐蚀常具突发性，造成灾难性事故，危害最大。金属腐蚀因使材料的强度、塑性、韧性及物理性能恶化和尺寸形状改变而报废，耗竭资源与能源，给国民经济带来巨大损失。中国研究金属防护技术的历史悠久，已发掘出的春秋战国时期的武器、秦代的青铜剑及箭镞，至今毫无锈蚀。其原因是表面有一层含铬氧化物保护层。1979 年，中国成立了中国腐蚀与防护学会。

【金属氧化】金属与氧化合生成氧化物的过程。广义是指金属失去电子，原子价升高成为离子的过程，应包括硫化、卤化、氮化等高温腐蚀现象。金属氧化后在表面生成一层氧化膜。当膜有裂纹或较疏松时，金属原子和介质原子能穿越膜扩散继续氧化，这种

此信网会员网络版权：http://bbs.3001.com/

膜没有保护性，膜的增厚与时间呈线性关系；膜较致密时，其增厚曲线为抛物线型；膜极为致密时，增厚曲线呈对数曲线型，具有良好的保护性。温度升高时氧化反应加速。环境气氛中含硫化物或水蒸汽时也会加速氧化。金属氧化膜中存在点阵缺陷亦有利于金属氧化的进行。

【热腐蚀】在高温和熔融的沉积物下，氧和其他腐蚀性气体同时作用形成的腐蚀。常比单一高温氧化的危害大得多。高温合金在含硫的燃气中腐蚀生成疏松多孔或有裂纹的硫化膜，它有较多的晶体缺陷。因此，金属、氧和硫易于经过膜扩散生成低熔点金属硫化物或熔点更低的金属和金属硫化物共晶体。含钼时生成的三氧化钼在高温下易挥发，从而造成灾害性损失。热腐蚀的防护方法是添加合金元素，如铬和少量稀土元素，这些元素能先于基体元素氧化；用渗铝、渗铬、渗硅或多元共渗等化学热处理工艺，形成耐蚀表面。此外还可采用改变环境介质的方法，如燃料脱硫、脱盐。

【化学腐蚀】金属在不导电的液体或干燥的气体中的腐蚀。腐蚀过程中，被氧化的金属和环境中被还原的物质之间的电子交换是直接进行的。因界面上的化学反应在金属表面形成氧化膜，从而隔离了金属和环境介质，继续氧化的速度便受制于反应物穿越膜的扩散速度，即主要取决于模的结构。防护的方法主要是调整合金成分，使其形成致密氧化膜。

【电化学腐蚀】金属与电解质溶液作用发生的腐蚀。其原因是金属表面形成原电池（腐蚀电池）。腐蚀电池的驱动力是阴极与阳极间

机械论坛网络版：http://bbs.sjcad.com/

的电位差。在电化学腐蚀过程中，金属的氧化和环境中物质的还原是在不同部位相对独立进行的，电子的传递是间接的，其腐蚀过程包括：(1) 阳极过程，在阳极上金属失去电子变成金属离子；(2) 电子由阳极迁移到阴极；(3) 阴极过程，电解质溶液中能吸收电子的物质在阴极得到电子发生阴极反应。

【氢致损伤】又称氢脆。金属材料中的氢引起的力学性能下降并导致开裂的现象。几乎所有的金属材料都有程度不同的氢脆现象。因为它们在冶炼及焊接、酸洗、电镀等形变成型和使用过程中和含 H_2、H_2S 的物质接触，会吸收带入氢。氢在金属中能形成固熔体、氢化物、氢气（分子态）和其他气体产物，如甲烷或高压水蒸汽。氢在金属中的固溶度与金属的晶体结构和温度有关。在铁、镍、锰、铜中，温度越高，氢的固溶度越大。当由高温急冷时，易在金属内部形成高压气体，并与应力共同作用，在钢中形成白点，造成危害。若存在活性元素如稀土、钒、钛、铌的氮化物或碳化物时，氢的危害减轻。另一类氢脆是氢蚀，以氢为重要原料和工作介质的石油化工工业中，钢制管道设备容器长期与氢接触变脆，在高温下易腐蚀。氢化物氢脆是钽、锆、钛、铌等金属与氢生成脆性氢化物，在应力作用下脆断。此外还有可逆性氢脆，又称滞后破坏，仅在 −100—100 ℃范围内发生，与金属的晶体结构无关。

【应力腐蚀断裂】受拉伸应力作用的金属材料在某些特定的介质中发生脆性断裂的现象。拉伸应力包括：工作状态下材料承受的外加载荷造成的工作应力，制造加工过程中材料内部产生的残余应力，安装组配时引起的结构应力和温度变化引起的热应力。在应力和环境共同作用下，滞后破坏过程分孕育期、裂纹扩展期和快

电信网、公正网络城：http://bbs.3001.com/

速断裂期三个过程。全部断裂时间与材料、环境、应力有关，短则几分种，长则若干年。合金比纯金属更易发生应力腐蚀断裂。在大多数系统中，存在一个临界应力，低于这一临界值，不发生应力腐蚀断裂。应力腐蚀的裂纹有晶间型、穿晶型和混合型。裂纹的主要特点是：裂纹起源于表面，扩展方向一般垂直于主拉应力方向，呈树枝状，断口表面颜色暗淡，显微断口上可见腐蚀坑和二次裂纹。常见的有黄铜的氨脆、锅炉钢的碱脆、低碳钢的硝脆和奥氏体不锈钢的氯脆。

【点腐蚀】又称孔蚀。一种集中于金属表面很小范围内，并深入到金属内部的蚀孔状腐蚀形态。蚀孔的最大深度和金属平均腐蚀深度的比值叫点蚀系数，比值越大，点蚀越严重。在化工生产和海洋事业中最常见，其破坏性和隐患性较大。点腐蚀发生在表面能生成钝化膜的金属材料中，如不锈钢、铝和铝合金、或表面有阴极性镀层的金属上，如表面镀锡、铜、镍的碳钢。其介质有特定性：如不锈钢易在含卤族元素阴离子的介质中腐蚀。点蚀发生在某一临界电位以上和腐蚀介质达一定浓度以后，介质温度和溶液pH值会影响点蚀电位。提高不锈钢耐点蚀最有效的合金元素是铬、钼、氮，镍也有好作用。

【腐蚀疲劳】材料或构件在交变应力与腐蚀环境共同作用下产生的脆性断裂。纯金属和合金都会发生腐蚀疲劳，它不需要材料—环境的特殊组合，只要存在介质。在空气中腐蚀疲劳强度与其抗拉强度间存在比例关系。不存在疲劳极限。腐蚀疲劳裂纹多起源于表面腐蚀坑或表面缺陷，主要呈穿晶型。断口有腐蚀坑、腐蚀产物、二次裂纹等腐蚀特征，又有疲劳辉纹等疲劳特征。应力循环

地信网论坛网络版：http://bbs.3s001.com/

参数和波形、疲劳加载方式，温度、介质的腐蚀性、材料的耐蚀性和表面状态都会影响腐蚀疲劳。

【晶间腐蚀】在某种介质条件下，沿晶界发生的金属腐蚀。常用金属和合金是多晶体，晶界处的原子排列较乱，缺陷较多，易产生晶界吸附或析出物，使晶界与晶粒内化学成分有差异。在适宜的电介质中，易形成腐蚀原电池，使晶界发生选择性溶解。奥氏体不锈钢经固溶处理，加钛、铌等稳定化元素后一般不产生晶间腐蚀。新型的非晶态合金没有晶界，耐蚀性较晶态材料好得多。

【金属在自然环境中的腐蚀】金属材料在空气、土壤、淡水、海水中的腐蚀。淡水指河水、湖水、地下水等含盐量少的天然水。由于空气中的水和氧等物质的化学和电化学作用引起的腐蚀称大气腐蚀。铺设在地下的油管、水管、煤气管道、电缆、通讯设施和地下建筑物在土壤中的电化学腐蚀称土壤腐蚀。各种舰船，海上开采、输送、存储石油的设备及河岸海岸设施在淡水和海水中的腐蚀称淡水和海水腐蚀。此外，金属设施与水、土壤或湿润空气接触时都可能有微生物的生命活动参与腐蚀。

【工业介质中的腐蚀】在石油、化工，湿法冶金及其他工业部门的生产过程中金属材料在酸、碱、盐及工业水等介质中的腐蚀。工业用酸主要有硫酸、硝酸、盐酸、氢氟酸及有机酸如甲酸、乙酸。工业水按用途可分为冷却水、锅炉用水及其他工业用水。酸是一类能在水溶液中进行电离，并有氢离子生成的化合物的总称，酸溶液中氢离子浓度提高，金属的腐蚀速度增加。碱溶液一般比酸对金属的腐蚀性小。水溶液中的盐类对金属腐蚀过程的影响复杂。

北信网公众网络域名：http://bbs.3001.com/

冷却水系统的腐蚀、结垢和微生物滋长能相互影响，助长了腐蚀。

【浸泡试验】金属试样在液体中浸泡的腐蚀试验。是最常见的腐蚀试验。浸泡的方式有全部浸泡（没）、部分浸泡和交替浸泡。交替浸泡是指试样在溶液中浸泡一段时间后取出，使其干燥，再浸泡，不断反复进行。其装置有可使样品离开或进入溶液式的，也有使溶液注入或排出式的。浸泡试验的条件（温度、溶液和搅拌速度）和方式的选择应以最接近产品的使用条件，能尽快获得可靠结果为宜。

【喷雾试验】试样在连续或间隙喷雾的状态下暴露，以加速气氛的腐蚀作用的试验。常用试验溶液有纯水和各类氯化钠溶液。试验在室温或略高于室温的温度下进行。

【不锈钢】含铬量超过12%在大气中“不锈的”钢种。通常分四类：马氏体不锈钢、铁素体不锈钢、奥氏体不锈钢和时效硬化型超高强度不锈钢。马氏体不锈钢可用热处理使钢硬化，耐蚀性低于第二、第三类。常用做阀门、滚珠轴承和外科手术工具等。铁素体不锈钢不能通过热处理硬化，有良好的耐应力腐蚀能力。奥氏体不锈钢是四类中最耐蚀的，常含镍，较著名的是18Cr10Ni钢，18Cr12Ni2.5Mo钢及其他高合金奥氏体不锈钢。它们广泛应用于建筑、炊具、食品加工和制药工业及其他不希望材料被锈蚀的地方。时效硬化型超高强度不锈钢用于航空及导弹工业中，还适于做阀门和法兰盘等摩擦件。

【耐腐蚀合金】具有一定耐腐蚀性的合金。合金的耐蚀性与它的成

电信网公众网络域名：http://bbs.3001.com/

分、组织结构、介质本身（组分、浓度、温度）及其反应有关。耐蚀合金的分类：（1）按合金成分分，有铁基合金，铜合金，铝合金，钛合金，镁合金，铅、锡、锌、镉等重金属合金，钨、钼、钽、铌等难熔金属合金和金、银、铂等贵金属的合金；（2）按合金的耐蚀性分，有不锈的、耐酸的、耐热的和耐其他形式腐蚀的合金；（3）按合金的组织结构分，有固溶体合金、双相或多相合金及沉淀硬化等复相复杂合金。

耐火材料

【耐火材料】满足高温条件下使用要求的无机非金属材料。其耐火度应在1580℃以上。常温性质主要有机械强度和耐磨性；高温性质包括耐火度、高温结构强度、高温体积稳定性、热稳定性、透气性和抗渣性。制造工艺是：原料→煅烧→混炼→成型→干燥→烧成。其分类按化学特性分为：以氧化硅为主的酸性耐火材料，以氧化镁、氧化钙为主的碱性耐火材料和以氧化铝、三氧化二铬和碳为主的中性耐火材料。按制品的化学—矿物组成可分为：硅质制品、硅酸铝质制品、镁质及镁铬质和白云石质制品、碳质制品、锆质制品和特殊耐火材料。按耐火度高低可分为普通耐火材料（1580—1770℃）、高级耐火材料（1770—2000℃）和特殊耐火材料（耐火度大于2000℃）。钢铁业和有色金属业的耐火材料消费占总消费的三分之二。新型优质耐火材料的开发应用对发展新型结构窑炉，降低能耗，提高炉龄和提高金属材料的质量起着重要的

建信网全版络版权：http://bbs.3s001.com/

作用。

【硅质耐火制品】二氧化硅含量不少于93%的酸性耐火材料制品。以含量不低于96%的硅石为原料，加入矿化剂和结合剂（石灰）烧制而成。能抗酸性渣侵蚀，荷重软化温度为1640—1670℃，在高温下长期使用体积较稳定。主要用于砌筑焦炉的炭化室和燃烧室的隔墙，玻璃池窑的窑顶、池墙等。

【白云石质耐火制品】煅烧过的白云石砂制成的耐火材料制品。通常氧化钙含量高于40%，氧化镁高于35%，还含有少量的二氧化硅和三氧化二铝，三氧化二铁等。天然白云石是碳酸钙和碳酸镁的复盐。经熟料煅烧和成砖工艺制成白云石砖。按生产工艺可分为：焦油结合不烧砖、轻烧油浸砖和烧成油浸砖。制品中氧化钙与氧化镁之比低于1.39时，称为镁质白云石砖。白云石砖广泛用于碱性转炉。

【镁质耐火制品】以方镁石为主要矿物组分的碱性耐火材料制品。耐火度能达到2000℃以上，荷重软化温度较高，高温机械强度较好，具有抗碱性熔渣化学浸蚀的性能，热稳定性较差。主要品种有冶金镁砂和镁质砖。镁砂用于炉体的修补。原料是菱镁矿和从海水、盐湖卤水中提取的氧化镁。煅烧的镁砂中氧化镁含量大于90%，冶金镁砂含氧化镁约70%。镁质砖主要用于冶金工业，其中镁铝砖用于炼钢平炉炉顶，镁碳砖用于转炉、电炉、炉外精炼炉的重要部位。

【高铝质耐火制品】三氧化二铝含量高于48%的硅酸铝质耐火材

建信网公云网络域名：http://jbb.3s001.com/

料制品。含三氧化二铝高于90%时称刚玉砖。中国按三氧化二铝含量多少把高铝砖分为三等：Ⅰ等，三氧化二铝含量高于75%；Ⅱ等，约60—75%；Ⅲ等，约48—60%。原料的配比以熟料为主。高铝砖的耐火度高，抗酸碱性溶渣浸蚀性强，高温机械强度大，在冶金工业和其他窑炉中应用广泛。如Ⅰ等高铝砖多用于电炉炉顶和高炉炉底炉缸，Ⅲ等高铝砖用于高炉炉身、盛钢桶内衬和平炉、热风炉蓄热室。

【粘土质耐火制品】骨料为粘土熟料，耐火粘土作结合剂制成的含三氧化二铝30—46%的耐火材料制品。早在青铜器时代，已用粘土夯打筑炉，19世纪上半叶制成了粘土砖，并用于高炉和炼钢炉。中国粘土砖产量占耐火材料总产量的一半以上。粘土砖在高温下呈酸性，抗碱性熔渣的侵蚀性稍差，热稳定性优于硅砖、镁砖。其原料（粘土、高岭土）充足，加工工艺简便，价格低廉，在耐火材料中应用最广。

【碳质耐火制品】碳质为原料，加入适量结合剂制成的耐高温中性耐火材料制品。碳质原料是无烟煤、焦炭和石墨，结合剂用沥青、焦油等。烧制过程应在还原气氛下进行，以免碳在高温下氧化。碳砖热膨胀系数小，热稳定性好，耐高温和酸、碱、盐、有机溶液的浸蚀。分碳质制品、石墨—粘土质制品和碳化硅制品。广泛应用于冶金工业和其他工业，如砌筑高炉炉底和炉缸、铝电解槽、酸洗槽、电镀槽、反应槽、溶解槽和坩埚。

【纯氧化物耐火材料】又称纯氧化物陶瓷。单纯氧化物制成的熔点高于2000℃的特殊耐火材料。由一种或几种金属元素的单一氧化

北信网公正网络域名：http://bbs.3s001.com/

物或复合氧化物构成。常用于火箭发动机燃烧室内衬和喷嘴、原子能反应堆材料、磁流体发电通道绝缘材料和电极材料。

【非氧化物耐火材料】氧化物以外的各种无机化合物制成的熔点高于2000℃的耐火材料，如碳化硅、碳化硼、氮化硼、硅化钼等材料。

【轻质（绝热）耐火材料】气孔率高、体积密度小、热导率低的耐火材料。按其体积密度大小分为轻质砖和超轻质砖。按使用温度分为低温隔热材料（600—900℃）、中温隔热材料（900—1200℃）和高温隔热材料（高于1200℃）。按制品形状分为定形的轻质耐火砖（如粘土质、高铝质、硅质轻质砖）和不定形轻质耐火材料。为提高气孔率常用烧尽加入物法和泡沫法。前者是在原料中加入易烧尽的锯木屑、木炭和木质素，在烧制中被烧尽而产生气孔。后者是在制砖泥浆中加入发泡剂。它们常作为隔热材料，用于工业窑炉和其他热工设备上。优点是节省燃料消耗，能快速升降温，减轻炉底重量，降低环境温度。缺点是抗渣性、力学强度、耐磨性较差，因而在某些方面的应用受到限制。

【耐火纤维材料】以耐火纤维为原料制成的高温隔热材料。用熔融法和胶体法制成耐火纤维，称原棉。原棉用类似纺织和造纸等工艺加工成毯、毡、纸、绳、带及异形制品。其性能特点是容重小，热导率低，热容量小，热稳定性和抗机械振动性好，可节能和提高生产效率，简化炉体结构设计，常可用于窑炉内衬、隔热、高温密封材料和充填、过滤材料及吸声材料。

此信网介绍网络版本：http://bbs.3s001.com/

【耐火混凝土】由耐火骨料、耐火粉料和胶结剂按一定比例配制，搅拌、成型、养护后不经煅烧的新型耐火材料。一般分为两大类：（1）定型制品；（2）散状材料。其优点是生产工艺简单，投资少，节省能源，生产周期短，效率高。缺点是荷重软化温度低，收缩较大，烘烤时间较长。

【金属陶瓷】由金属和陶瓷性非金属化合物组成的烧结材料。广义的包括难熔化合物合金，硬质合金，金属粘结的金刚石工具。过渡族金属元素与碳、硅、硼、氮的化合物及 B_4C、$S_{i3}N_4$ 等非金属化合物称难溶化合物。它们的硬度高，化学稳定性好，耐酸碱腐蚀及抗氧化性好。以金属作粘结剂形成金属陶瓷后，其强韧性和抗热震性都得到改善。其制造方法是粉末冶金法，当金属相和非金属相间的浸润性好时，制作工艺简便，制品强度高。金属陶瓷能制成满足一些特殊要求的零件，如硼化锆和氧化锆制成高温电热元件、火焰喷管及坩埚，碳化钛作切削工具、模具、化工零件和高温涡轮叶片，金属粘结金刚石材料多作砂轮、砂轮片和锯片。

地信网论坛网络版址：http://bbs.3001.com/