



周边国家矿产资源简介

# 印度共和国主要矿产资源及其地质特征

印度共和国是南亚地区矿产资源比较丰富的国家,铁矿探明储量 175.7 亿吨,铝土矿探明储量 26.54 亿吨,锰矿探明储量 1.35 亿吨,铬铁矿储量 5 900 万吨,重晶石储量 3 000 万吨。目前,全印度已开发了 89 种矿产资源,其中有 52 种非金属矿产,11 种金属矿产,22 种稀有金属矿产,4 种能源矿产。全国生产矿山达 3 200 座之多,其中能源和金属矿的生产矿山大部分为国有企业,而非金属矿的生产矿山多属于私人公司。矿山规模大小不一,以中小规模占多数。印度矿产品年产量较大,据印度矿业年报和美国地质局近几年资料,有的印度矿产品年产量占据世界前列(表 1)。印度矿产资源在空间分布上相对集中,主要集中在印度半岛克拉通上,但品种结构不均衡,如能源资源中煤炭资源较丰富,但油气资源缺乏,煤炭资源中又缺少钢铁生产所需的焦煤。在金属矿产中,黑色金属矿产较丰富,有色金属矿产匮乏,特别是钨、锡、铜、钴、钼等矿产品。因此,印度对于矿产品贸易比较重视,每年都要出口大宗优势矿种的矿产品,以换取外汇,购回国内急缺矿种的矿产品。印度矿产资源现状与地质构造有着密切关系,同时也规定了各种矿产产出分布的特点(图 1)。

表 1 印度主要矿产品产量及其占全球产量的比例

矿产品	单位	年产量	占全球比例/%	全球排位
片状云母	吨	3500	67.3	1
重晶石	万吨	90	15.0	2
铬铁矿	万吨	220~270	20.3	3
煤炭	百万吨	359	7.5	3
铁矿石	百万吨	7920~8640	7.5	4
铝土矿	万吨	944~948	6.7	6
锰矿石	万吨	154~162	7.3	6

**铁矿资源** 印度拥有丰富的铁矿资源,目前已查明并生产开发的铁矿有 44 处。印度铁矿主要赋存于太古界和下元古界中,中-上元古界基本上没有铁矿化发生。铁矿容矿岩石主要有 4 种:麻粒岩相岩石、基性-超基性岩石、绿岩带和绿片岩相岩石。其中,产于麻粒岩相岩石及基性-超基性岩石中的铁矿分布比较分散,主要在印度南部泰米尔德纳邦中部、安得拉邦、卡那塔克邦、马哈拉施特拉邦东部等地。矿床规模一般为小-中型,矿体多呈似层状和透镜状。矿石品位在 35%~40%,属于中-贫矿石,其储量占印度全国铁矿总储量的不足 20%。产于绿岩带以及绿片岩相岩石中的铁矿是印度最重要的铁矿类型,其分布较广,主要在中央邦、比哈尔邦、奥里萨邦以及卡那塔克邦等地,分布于布海因达拉克拉通和西塔尔瓦尔克拉通上。矿床规模较大,可延长数千米,厚 100 m 以上。矿石可分为褐铁矿燧石(碧玉)型和磁铁矿石英岩型两大类,通常其矿石矿物具有明显的分带现象,上部以赤铁矿、褐铁矿为主,矿石品位可达 65%,向下则过渡为以假象赤铁矿、赤磁铁矿为主,矿石品位相应降低,再向下部以磁铁矿为主,矿石品位多在 30%左右。如世界著名的库克雷穆克(Kudremukh)铁矿,富铁矿储量达 10 亿吨以上。研究表明,印度富铁矿中的赤铁矿和褐铁矿是原生磁铁矿经风化淋滤作用而形成,亦即印度前寒武纪富铁矿是显生宙以来次生富集作用的结果。据有关方面估计,印度这种以赤铁矿和褐铁矿为主要矿石矿物且矿石品位在 65% 以上的富铁矿,其储量大约为 100 亿吨。它是印度目前铁矿勘查、开发与生产的主要对象。

**铝土矿资源** 印度铝土矿资源丰富,矿石品质优异,均为三水铝石型。自 1943 年建立第一家炼铝厂以来,目前已拥有四大炼铝企业,总生产能力达 170 万吨以上的氧化铝和近 100 万吨精炼铝,成为世界上重要的氧化铝和精炼铝生产国之一。印度铝土矿矿床几乎全部属于风化红土型矿床,据其原岩不同大体可分为 2 种:变质岩系风化而成的铝土矿和德干暗色玄武岩风化而成的铝土矿。前者主要分布在奥里萨邦、安德

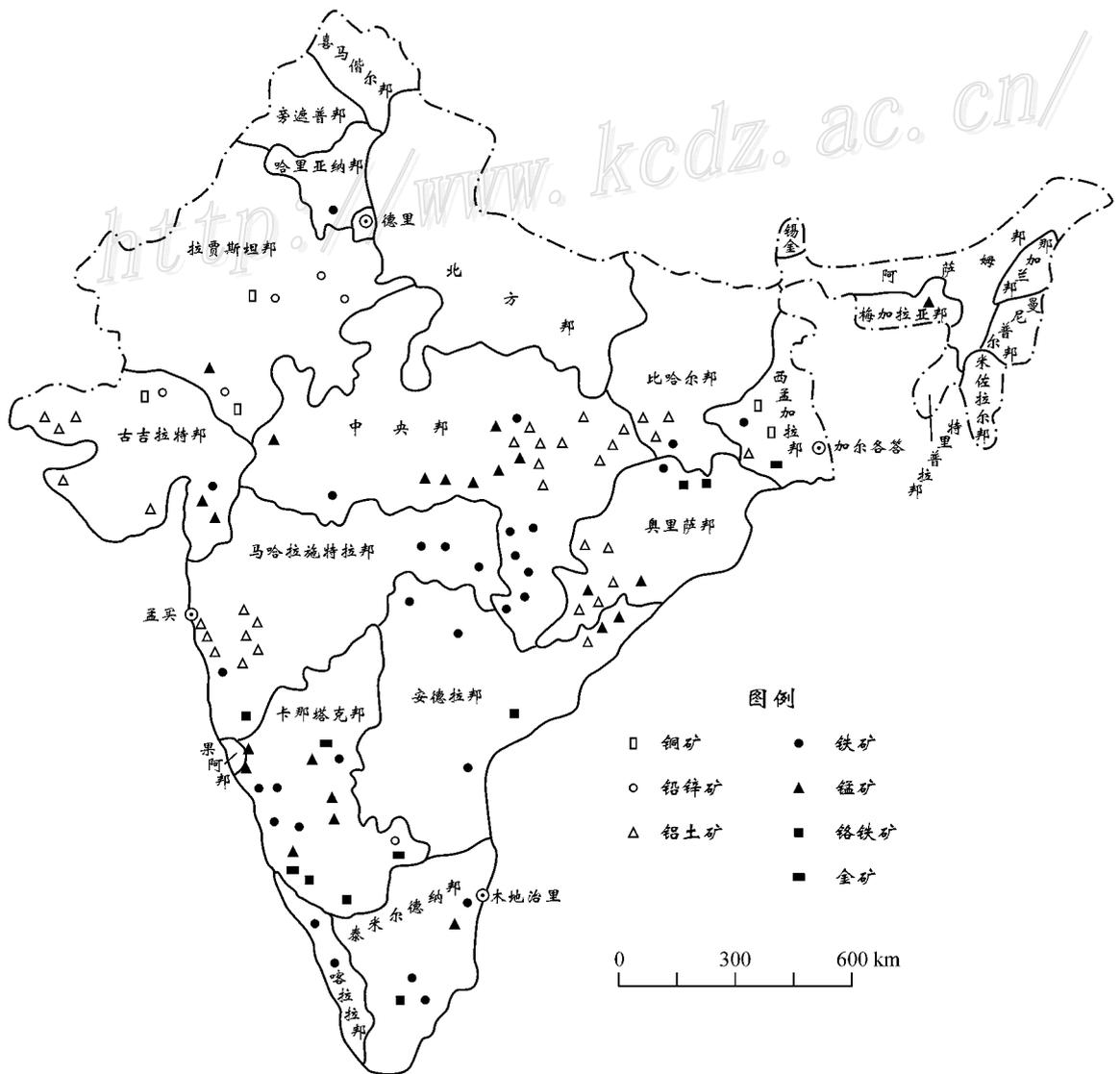


图1 印度大陆部分矿产分布略图

拉邦,其次在中央邦、马哈拉施特拉等地的前寒武纪克拉通上,成矿与花岗岩片麻岩、片岩、紫苏花岗岩以及榴英硅线岩等岩石的风化壳有关,矿体赋存在风化壳的红土层中,呈似层状、层状和透镜状,厚度在3~50m之间。矿石呈红色、浅褐色或粉红色,土状,主要矿石矿物为三水铝石,矿石含 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 一般为40%~47%, $\text{SiO}_2$ 含量较低,一般为1.5%~2.8%,个别为7%。玄武岩风化而成的铝土矿主要分布在印度西部古吉拉特邦的德干玄武岩高原东部,与晚白垩世—早第三纪德干玄武岩风化壳有关。风化壳通常顶部是铁质壳,厚0.3~2.0m,其下是红色和粉红色铝土矿层,厚3.0~10m,往下是高岭石粘土和白色硅质粘土,厚15~20m,再往下则过渡为新鲜的玄武岩。铝土矿严格地赋存在风化壳红土层中,矿体和矿石特征与产于变质岩系风化壳中铝土矿基本相似,但其 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 含量略高,而 $\text{SiO}_2$ 含量十分低,一般在1%左右,属于优质铝土矿。

**锰矿资源** 锰矿是印度优势矿种之一,目前全印度有重要锰矿床30多处,年生产锰矿石达百万吨以上。印度锰矿主要有3种类型:①红土型锰矿床,主要分布在卡那塔克邦和安得拉邦与奥里萨邦交界处,产于下元古界硅铁建造含锰层中,并经次生风化作用而富集成矿。矿体呈似层状或透镜状,矿石以氧化锰为主,品位较高,如贾姆达-科依拉锰矿床储量达3600万吨,锰矿石品位高达41%~57%;②同生沉积变质型锰矿床,主要分布在中央邦,产于中元古界变质岩中,赋矿岩石主要为石英锰榴岩,其上盘以千枚岩为主,下盘为石榴石云母片岩、石英岩。矿体为似层状或层状,矿石有块状、葡萄状和角砾状3种,矿石矿物以褐锰矿为主,

其次有方铁锰矿、钡硬锰矿、水锰矿以及表生的软锰矿、硬锰矿和锰钾矿等,矿石品位较高,一般可达40%~50%,但其富矿体往往是经过一定风化淋滤作用而富集的,矿床规模较大,如巴拉特(Balaghat)弧形带中锰矿床,目前已发现锰矿床数十个,据估算该带中锰矿资源量可达2亿吨。③钾长锰榴岩型矿床,主要分布在奥里萨邦南部,产于太古界麻粒岩相变质岩系中,矿床规模不大,矿石品位较低,一般含锰35%左右。上述3种矿床类型中以前两者为印度主要锰矿类型,也是目前主要开发生产的对象。

**金矿资源** 印度金矿现代化开采始于19世纪初期,曾经是世界产金大国,年产金达2000kg以上,但20世纪中由于资源勘查没有跟上而步入衰落。印度金矿以岩金为主,砂金为副。岩金矿床类型相对比较单调,以绿岩带中金矿为主,其次有硅铁建造中金矿、麻粒岩相岩石组合中金矿和其他火山-沉积变质岩中金矿,主要分布在印度西部卡那塔克邦。金矿以石英脉型最常见,其次为蚀变岩型,而砾岩型等其他类型则比较少见。石英脉型金矿产出与分布往往受韧性剪切带控制,成组成群出现,其成矿带走向大多以南北向或近南北向为主,常与沉积变质岩系走向有一定夹角,脉宽变化不大,但延伸较大,甚至可达2000m以上。矿石矿物除自然金外,还有毒砂、黄铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿及少量闪锌矿、白钨矿等。产在绿岩带中的石英脉型金矿规模可以很大,如卡那塔克邦的科拉尔(Kolar)金矿集中了26条矿脉,开采深度平均2745m,最大深度达3209m,矿石品位:早期为47g/t,晚期3g/t,平均16g/t。持续开采了120年,累计生产黄金超过800t;又如胡特蒂(Hutti)金矿开采深度达475m,平均品位7g/t,在1995年开采中已生产黄金58t。这2个金矿床是印度最大的金矿床,有着悠久的开采历史,虽然目前已闭坑或停产,但在其矿区外围还有相似类型的矿床,且具有很大的远景。

**铬铁矿资源** 印度铬铁矿生产与出口均处于世界前列,据有关方面估算,印度铬铁矿资源量可达1.38亿吨,目前全印度有重要的铬铁矿矿床11处。由于北部中印边界喜马拉雅褶皱带的自然条件恶劣,几条蛇绿岩带上的铬铁矿产地都未进行过详细工作,铬铁矿的勘查以及生产开发均集中在印度半岛克拉通上,主要分布在奥里萨邦,其次在卡那塔克邦和安德拉邦等地。与喜马拉雅褶皱带不一样,印度半岛克拉通上至今没有发现蛇绿岩带或混杂堆积带,铬铁矿主要产在古元古代绿岩带上,与基性-超基性岩岩浆侵入活动有着密切关系。矿体赋存于超基性岩体的某个部位(边部或底部)呈似层状或透镜状产出。矿石多呈块状,并伴有钒、钛、钼族等元素。矿石品位中上,显示出超基性岩岩浆侵入后曾经经过较好的岩浆分异作用与贯入作用。目前资料表明,印度90%的铬铁矿储量集中在这种产出类型中。此外,在铬铁矿矿床及其有关岩体的浅部常有风化壳,其中产有镍矿床,这种红土型镍矿是印度镍矿产出的主要类型,其规模较大,具有一定经济价值,其资源量可达1.65亿吨。

**铅锌矿资源** 铅锌矿是印度有色金属矿产资源中储量相对较大的矿种,矿床数量较多,分布比较集中,如在印度西北部的拉贾斯坦邦阿拉瓦尔利克拉通上,矿床类型以层控型为主,与密西西比型比较接近,赋存在上太古界和中-上元古界中。赋存于上太古界中的铅锌矿,其容矿围岩是以石墨云母砂线石片(麻)岩、石榴石黑云母砂线石片(麻)岩等为主的火山-沉积变质岩,如兰普拉-阿古恰(Rampura-Agucha)铅锌矿。它是印度上太古界中唯一大型铅锌矿,其矿体赋存于上述火山-变质岩系组成的倒转向斜核部,呈层状、似层状,与围岩产状一致,沿NE-SW向分布。矿石矿物以闪锌矿、黄铁矿、磁黄铁矿和方铅矿为主,品位较高:锌12.1%,铅1.7%,银30g/t,估计矿石量为6700万吨,铅锌金属储量可达900万吨左右。赋存在中-上元古界中的铅锌矿其容矿围岩是以碳酸盐岩-碎屑岩组合为主的浅变质岩。这种类型的铅锌矿数量不少,主要集中在扎瓦尔(Zawar)、德里巴-拉查普拉(Dariba-Rajpura)和德里-阿姆巴伊(Deri-Ambaji)等3个矿田内,以后者规模最大,并伴有铜、银,矿石矿物以磁黄铁矿、黄铁矿、闪锌矿、方铅矿、黄铜矿等为主,矿石品位:锌7.8%,铅2.2%,银100g/t,目前已知锌储量466万吨,铅储量67万吨。

**铜矿资源** 印度铜矿资源欠缺,均为热液型,矿床以中、小型为主,矿体多为透镜状,厚度小,产状缓,主要分布在西北部拉贾斯坦邦阿拉瓦尔利克拉通上克墨特拉(Khetra)构造带和东北部比哈尔邦辛格布推覆带上。据估算,在印度全国,品位大于1%的铜储量约800万吨,分布在250个矿床(点)中,目前实际开采的铜矿床不足10处。印度斯坦铜业公司是印度唯一的精铜生产企业。