doi:10.3969/j.issn.1007-3701.2019.01.006

印度尼西亚巴都希贾乌斑岩型铜一金矿床成矿特征

胡 鹏,张海坤,程 湘

HU Peng, ZHANG Hai-Kun, CHENG Xiang

(中国地质调查局武汉地质调查中心(中南地质科技创新中心),武汉 430205)

(Wuhan Center of China Geological Sunvey (Central South China Innovation Center for Geosciences), Wuhan 430205, Hubei, China)

摘要:巴都希贾乌铜金矿是坐落在印度尼西亚松巴岛西南部的世界级的斑岩型铜金矿床,产于岛弧环境。从容矿岩石、矿 化、蚀变、成矿流体等方面分析总结了该矿床的基本特征。矿床在岩浆组合、空间形态和矿化及围岩蚀变特征上均体现出了 明确的斑岩型矿床的特征;矿区围岩蚀变可划分为四个阶段,与成矿关系最为密切的是第一阶段的黑云母化;成矿流体为 相对低温高盐度的流体,且具有由深到浅石盐溶解温度升高的趋势。

关键词:成矿特征;巴都希贾乌斑岩铜金矿;岛弧环境

中图分类号:P618.41;P618.51 文献标识码:A

文章编号:1007-3701(2019)01-0061-07

Hu P, Zhang H K and Cheng X. The Batu Hijau Porphyry Copper–Gold Deposit, Indonesia. *Geology* and Mineral Resources of South China, 2019, 35(1): 61–67.

Abstract: Batu Hijau is a world-class porphyry copper-gold deposit located in the southwest of Songba Island, Indonesia. It occurs in island arc environment. The basic characteristics of the deposit are analyzed and summarized in terms of host rocks, mineralization, alteration and ore-forming fluids. The characteristics of porphyry deposits are clearly reflected in magmatic assemblage, spatial morphology, mineralization and wall rock alteration. The wall rock alteration in the mining area can be divided into four stages, and the first stage of biotitization is the most closely related to mineralization. The ore-forming fluid is relatively low temperature and high salinity fluid, and has the trend of increasing the dissolution temperature from deep to shallow salt.

Key words: Metallogenic characteristics; Batu Hijau porphyry Cu-Au deposit; Island arc environment

巴都希贾乌铜金矿床(Batu Hijau),是巽他-班 达岛弧唯一的斑岩型矿床,位于印度尼西亚努沙登 加拉省松巴岛西南部^[1-3],中心地理坐标为南纬 08° 57'55",东经 116°52'21"。该矿床是一个世界级的斑 岩型铜金矿床,发现于 1990 年,目前所控制的矿石 储量为 914 Mt,平均含铜 0.525 wt%,平均含金 0.403 µg/g^[4]。矿体主体赋存于英云闪长岩复式侵入

巴都希贾乌铜金矿床(Batu Hijau),是巽他-班 体及闪长岩和变质的火山岩围岩中,由钻孔控制的 弧唯一的斑岩型矿床,位于印度尼西亚努沙登 距地表 650 m 范围内的矿体形体为一个简单的圆 2 省松巴岛西南部^[1-3],中心地理坐标为南纬 08° 柱状或者圆锥状,平面形态的直径约为 600 m。

1区域地质背景

印度尼西亚超过90%的铜金资源产于六大新

收稿日期:2018-12-14;修回日期:2019-2-24;责任编辑:董好刚

基金项目:中国地质调查局项目"埃及及邻区矿产资源潜力评价"资助(121201009000172708,DD20160109)资助 第一作者:胡鹏(1984—),高级工程师,长期从事境外地质调查研究工作, E-mail;157521303@qq.com

近纪岩浆弧,分别被命名为巽他-班达(Sunda-Banda)、亚齐(Aceh)、中加里曼丹(Central Kalimantan),苏拉威西-东棉兰老岛(Sulawesi-East Mindanao)、哈马黑拉(Halmahera)和中伊里安查亚 (Medial Irian Jaya)^[5-9]。巴都希贾乌斑岩型铜金矿位 于近东西向的巽他-班达岩浆弧构造带中(图 1)。

巽他弧西段以低硫浅成热液型脉体成矿系统 为其主要成矿特征,比如苏门答腊岛上的 Mangani, Lebong Tandai 和 Lebok Donok 矿床及西爪哇岛上 的 Gunung Pongkor, Cikidang、Cirotan 矿床,而在东 段则变成以斑岩型矿化为主要特征,如位于巴哇岛 西南部的 Selogiri area、Central Java 和巴都希贾乌 矿床^[10-11](图 1)。松巴哇岛西南部出露的岩性为晚 渐新世-中中新世低钾钙碱性--弱碱性安山质火山 岩和与低钾中性侵入岩有关的火山碎屑岩夹层,海 相沉积岩及少量灰岩^[12]。低钾中性侵入岩包括安山 斑岩、角闪闪长岩、石英闪长岩、英云闪长岩。

2 矿床地质特征

2.1 容矿岩石特征

巴都希贾乌铜金矿床的矿区内出露的成矿前 的岩石为安山质凝灰岩、角砾岩、细粒火山碎屑砂 岩、泥岩和斑状安山岩,这些岩石均被后期至少三 期的英云闪长斑岩侵位(图 2)。其中细粒火山碎屑 岩和火山岩屑角砾岩是矿区内年龄最老的岩石,形 成于早-中中新世,后期被斑状安山质侵入体和两 种石英闪长岩侵位^[4]。斑状的安山质侵入体是巴都 希贾乌矿区内目前识别出的最早的侵入体,就位年龄为中-晚中新世。石英闪长岩可以划分为两类,分别为等粒石英闪长岩和斑状石英闪长岩,侵位年龄为晚中新世-中上新世,并且在地球化学组成上与英云闪长岩相似⁴⁴。

铜金矿化的空间位置主要为英云闪长斑岩侵 入体的中心范围,而英云闪长斑岩岩株则侵位于石 英闪长岩和火山碎屑岩层的接触带中^[13](图 3)。并 且根据接触关系可以划分为早、中、晚三期[4.14-15]。早 期英云闪长斑岩是第一期铜金矿化的容矿岩体,尽 管在规模上最小,甚至未能在地图上明确标识,但 相对于附近的火山岩、石英闪长岩及有关的侵入角 砾岩,却产出有密度最大的含铜石英脉、最强烈的 蚀变和品位最高的铜金矿石(Cu>1 wt%,Au>1 μg/g)。 后面两期的英云闪长斑岩含有相对较少的石英脉、 较弱的热液蚀变和较低的铜金品位。中期英云闪长 斑岩是矿区内规模最大的含矿岩体,也是铜金矿体 的主要构成部分,侵位于近南北向构造中,呈岩株 产出,平面直径约为500m,垂深大于600m,向上 逐渐缩小并且变得不规则,在空间上切断了早期的 的英云闪长斑岩和其他岩石。该期英云闪长斑岩含 铜较低,平均为0.6~0.8 wt%。晚期英云闪长斑岩 是最后一期斑岩体活动, 侵位于北东向构造中, 呈 岩墙产出,厚度一般小于 20 m,切穿了中期的英云 闪长斑岩和其他早期岩石。所含的石英脉较少,相 应的蚀变和矿化强度也较弱,平均含铜<0.3 wt%, 含金<0.5 µg/g。整个英云闪长斑岩侵入体的活动历 史极为短暂, 锆石 SHRIMP U-Pb 定年显示其年龄



图1 印度尼西亚新生代纪铜金成矿岩浆弧及巴都希贾乌矿床的位置

Fig. 1 Cenozoic Cu-Au metallogenic-magmatic arc of Indonesia and location of the Bartu Hijau Cu-Au deposit



Fig. 2 Geological map of the BartuHijau Cu-Au ore deposit

范围为 3.76±0.12 ~ 3.67±0.10 Ma^[14-15]。

在矿物组成上,中期和晚期的英云闪长斑岩较 为相似,均以角闪石、斜长石、石英、黑云母、磁铁 矿、钛铁矿为斑晶矿物,分布于细晶状结构的基质 中。中期英云闪长斑岩的斑晶矿物主要为斜长石, 自形-半自形结构,粒径为3~4 mm;也含石英斑 晶,一般呈椭圆形,粒径为2~6mm。在主量元素 组成上,中期和晚期的英云闪长斑岩极为相似,均 具有低钾特征,在SiO₂-K₂O判别图解中均属于低 钾钙碱性系列,这可能与岩体中缺乏碱性长石有 关。在微量元素组成上,中期和晚期的英云闪长斑 岩显示出富集大离子亲石元素(Cs、Ba、Rb、Sr)和亏 损高场强元素(Th、Ta、Nb、Sm、Y、Yb、Ti)的特征。在 稀土元素组成上,中期和晚期的英云闪长斑岩均显示 相似的右倾特征,含量最低的元素为Ho,并且均具有 微弱的 Eu 正异常特征。总体来看从中期到晚期,英云 闪长斑岩的微量元素和稀土元素的含量具有上升 的趋势。基于英云闪长斑岩的造岩矿物(斜长石、角 闪石、黑云母、磁铁矿和钛铁矿)的电子探针成分分 析,发现英云闪长斑岩的结晶的深度大约为 5.5 km; 氧逸度(fO2)为-20~-15,反映相对氧化的环境;岩 浆中氯含量高于氟含量,可能指示成矿过程中铜和 金以氯的络合物(CuCl²⁻和 AuCl²⁻)迁移^[17]。



图3 巴都希贾乌铜金矿床剖面地质图¹¹⁶ Fig. 3 Cross section of the Bartu Hijau Cu-Au deposit

2.2 矿化特征

距地表 650 m 范围内的钻孔所控制的铜矿体 形态为一个简单的圆柱状或圆锥状(图 3),但是大 多数钻孔终孔于矿体中,因此深部矿体的延伸状况 尚不明确。主矿体位于中期英云闪长斑岩中,与石 英网脉的的发育程度呈正相关,自岩体中心向外的 矿化分带为网脉状-浸染状-细脉状-脉状,矿物分 带从中心(深部)向外(浅部)为岩体内的钼(铜)-铜 (钼)→接触带铜铅锌→围岩的铅锌铜金-铅锌银。 铜品位大于 1.0 wt%的矿体位于中期英云闪长斑岩 顶部位置(图 3),也对应于 Au>1 μg/g 和 Ag>2 μg/g 的范围。该高品位区的空间形态近似钟状,厚度 100~300 m,距地表距离约 100 m;高品位区环绕 的是一个距地表 400 m 以下的低品位矿化区¹⁶。

矿石矿物种类繁多,矿物组合较复杂。原生矿 物主要有黄铜矿、斑铜矿,少量辉铜矿、自然金、银 金矿、辉钼矿、方铅矿、闪锌矿、磁铁矿。次生富集矿 物有辉铜矿/蓝辉铜矿、铜蓝。氧化带矿物有孔雀 石、赤铜矿、赤铁矿/镜铁矿和褐铁矿铁帽。脉石矿 物有石英、黄铁矿、方解石、黑云母、绿泥石、粘土矿 物、绿帘石、白云母/绢云母、钠长石、红柱石、榍石 等。铜的次生富集贯穿整个矿床,从地表向下延伸 5~85 m,但在各地发育程度不同。但因剥蚀速率 快,不能形成累积富集的成熟带。

2.3 蚀变特征

巴都希贾乌铜金矿床矿区范围内发育四个在

时间和空间上相互叠加的蚀变-矿化带^[17](表 1,图 4)。第一阶段的蚀变由中心部位的含铜-金矿化的 黑云母化(碱性长石化)带、靠外的阳起石化(内部 青磐岩化)带、外围的绿泥石-绿帘石化带构成;第 二阶段以绿泥石-绢云母化(中级泥化)蚀变带为代 表;第三阶段为绢云母-钠云母蚀变(泥化)和叶腊 石-红柱石蚀变(高级泥化);第四阶段以伊利石-绢 云母蚀变带为典型代表。矿区内的安山质火山碎屑 岩和等粒石英闪长岩遭受了最为复杂的蚀变,包括 第一阶段的黑云母-阳起石-绿泥石-绿帘石化、第 二阶段的绿泥石-绢云母化、第三阶段的叶腊石-红 柱石化和绢云母-钠云母化、第四阶段的伊利石-绢 云母化,相反英云闪长斑岩只遭受了第一阶段的中 心黑云母化。

第一阶段的矿化蚀变范围在空间形态上呈圆 形,主要位于英云闪长斑岩体范围内,但是缺乏通 常所见的钾长石化或者绢云母化,最富的铜-金矿 石就产于第一阶段的中心黑云母化(含磁铁矿-石 英)范围内。第二阶段的绿泥石-绢云母化蚀变在空 间上位于第一阶段黑云母化和第三阶段泥化带之 间(图 4),以硅酸盐矿物的弱或中等程度的绢云母 化为特征,也有含铜硫化物和磁铁矿的形成。第三 阶段的蚀变叠加改造前面两个蚀变阶段所形成的 四个蚀变带;而第四阶段则以局部不规则分布,一 般形成宽度不超过 10 cm 的脉体,含闪锌矿、方铅 矿和少量的砷黝铜矿及黄铜矿^[15-18]。

岩浆阶段	第一阶段			第二阶段	第三阶段 (钾长石破坏)		第四阶段 (伊利石-绢云母)
	绿泥石-绿帘石 (外围青盘岩化)	蛇纹石 (内部青盘岩化)	黑云母 (钾化)	□	叶腊石-红柱石 (高级泥化)	绢云母-钠云母 (泥化)	-
角闪石	绿泥石,方解石,绿帘石	蛇纹石,方解石,金红石	黑云母,绿泥石,金红石	黑云母,绿泥石,金红石	叶腊石,绢云母+钠云母 地开石,金红石	绿泥石,绢云母 +钠云母,金红石	伊利石-绢云母 「 -蒙脱石
黑云母	绿泥石,方解石,绿帘石	蛇纹石,黑云母,绿泥石	黑云母,绿泥石		红柱石,绢云母+钠云母	绢云母,钠云母	金红石,绿泥石
斜长石 (牌号90-30)	斜长石(牌号70-40) 绿帘石,方解石	斜长石(牌号70-30) 绿帘石,方解石	斜长石 (牌号30-2), 硬石膏,方解石	斜长石 (牌号30-5), 绢云母,方解石	高岭石,伊利石-蒙脱石 水铝石,方解石	伊利石-蒙脱石, 滑石	方解石
磁铁矿,钛铁矿	亡磁铁矿,赤铁矿 ,钛铁矿	磁铁矿,赤铁矿 ,钛铁矿	磁铁矿,钛铁矿 ,赤铁矿	磁铁矿,赤铁矿 ,榍石	赤铁矿,黄铁矿 ,黄铜矿	赤铁矿,黄铁矿 ,黄铜矿	黄铁矿,赤铁矿
硫化物	黄铁矿,黄铜矿	黄铁矿,斑铜矿,黄铜矿	斑铜矿,斑铜矿土蓝辉铜矿 土辉铜矿,黄铜矿	黄铜矿,斑铜矿, 黄铁矿,辉钼矿			
脉	石英+黄铁矿+绿泥石脉	石英+阳起石脉	磁铁矿+黑云母±石英细脉, 类"EDM"Am,A,AB和	C脉(黄铜矿±斑铜矿 ±黄铁矿)	D脉(黄铁矿±黄铜矿: 黄铁矿+绢云母±钠云母	±石英) ŧ	石英+黄铁矿+闪锌石 +方铅矿土砷黝铜矿
网脉	石英+绿帘石±黄铁矿 ±绿泥石细脉	阳起石土石英+磁铁矿 土绿泥石土绿帘石细脉	B细脉		土石英细脉		土页铜矿脉
原岩结构	保存				破坏	保存	沿断层带由保存 到被破坏
	~	미드 고환 사실 누마	矿	化核心	DE TÂT -	- 	

表1 巴都希贾乌斑岩型铜金矿床的热液蚀变-矿化顺序^[18] Table 1 Paragenesis of hydrothermal alteration and mineralization of the Bartu Hijau Cu-Au deposit

3 成矿流体特征

巴都希贾乌斑岩型铜金矿床的深部低品位铜 金矿石区中可见磁铁矿包裹斑铜矿和黄铜矿,同时 还可见黄铁矿晚于磁铁矿形成并且交代磁铁矿和 黄铜矿,由此可以推测高品位铜矿化可能在成矿时 也在深部存在,但后期由于热液叠加改造而使其贫 化形成深部的低品位矿石区。同时基于流体包裹体 的测温研究发现,巴都希贾乌斑岩型铜金矿床的成 矿流体为中低温(300℃左右)、高盐度(>30%wt. NaCl)的流体,而且这种相对低温特征并不是后期 热液叠加改造所致。值得注意的是流体包裹体测温 还发现越靠近矿体浅部,包裹体内的石盐的溶解温度 (Td) 越高,甚至在矿体浅部可见石盐的溶解温度 (Td)高于气液相均一温度(Th),这说明流体包裹体 捕获时流体中的 NaCl 含量极高且已经达到了饱和,这进一步指示成矿时矿体浅部的成矿流体气液比要高于深部,这可能是由于更高程度沸腾作用导致,而更高程度的沸腾作用可以增加成矿流体中的铜含量而使其达到饱和,进而沉淀成矿^[19-23]。

4 结论

(1)印度尼西亚的巴都希贾乌铜金矿床是一个 产于新近纪岛弧环境下的世界级的斑岩型铜矿床, 在岩浆组合、空间形态和矿化及围岩蚀变特征上均 体现出了明确的斑岩型矿床的特征。容矿的英云闪 长斑岩的年龄为 3.76±0.12–3.67±0.10 Ma,属于上 新世。

(2)成矿斑岩为英云闪长斑岩,具有多期活动 特征,与成矿关系最为密切的是第二期。中晚期的



Fig. 4 Hydrothermal alteration and mineralization of the Bartu Hijau Cu-Au deposit

英云闪长斑岩在岩性上相似,均体现出低钾钙碱性 系列的特征。

(3) 矿体形态为一个简单的圆柱状或圆锥状, 主矿体位于中期英云闪长斑岩中,与石英网脉的的 发育程度呈正相关。高品位区(Cu>1 wt%)位于英 云闪长斑岩体的浅部,呈钟状。

(4)矿区围岩蚀变发育,可划分为四个阶段,在 时间和空间上相互叠加,形成面貌复杂的蚀变景 观。与成矿关系最为密切的是第一阶段的黑云母 化,但相对于其他斑岩型铜矿床经典的钾化特征, 缺乏钾长石化和绢云母化。

(5)成矿流体为相对低温高盐度的流体,且具 有由深到浅石盐溶解温度升高的趋势,在斑岩体浅 部具有石盐溶解温度高于气液均一温度的特征,显 示浅部具有更高程度的沸腾作用,导致流体中铜含 量升高而发生沉淀。

参考文献:

- [1] 李 娜. 查干德尔斯成矿花岗岩与西南太平洋岛弧成矿岩 浆岩成因比较研究[D].中国地质大学(北京)硕士学位论 文,2013.
- [2] 乔 磊. "一带一路"铜矿地质特征及战略区划[D].中国地 质科学院硕士学位论文,2018.
- [3] 张 爽. 东南亚岛弧铜矿成矿地质背景与成矿岩石地球化 学特征[D].中国地质大学(北京)硕士学位论文,2014.
- [4] Clode C, Proffett J, Mitchell P, Munajat I. Relationships of intrusion, wall-rock alteration and mineralisation in the BatuHijau copper-gold porphyry deposit [C]. //In: Weber, G.(ed.) Proceedings Pacrim Congress, 10–13 October 1999, Bali, Indonesia. Australasian Institute of Mining and Metallurgy, Melbourne, 1999: 485–498.
- [5] 胡 鹏,张海坤,朱章显,项剑桥.印度尼西亚苏门答腊岛所 罗克地区区域化探异常分析与找矿前景初探[J].资源环 境与工程, 2015, 29(1):69-73+84.
- [6] 朱章显,杨振强,姚华舟,梁约翰,彭练红,谌建国.东南亚巽 他群岛埃达克岩的分布及斑岩型铜(金)矿成矿预测的地 质准则[J].地质通报, 2009,28(Z1):333-342.
- [7] 张海坤,胡 鹏,曹 亮,Armin Tampubolon,刘阿睢,程 湘.印 度尼西亚苏门答腊岛Sarudik地区A型花岗岩锆石U-Pb 年龄及其构造意义[J].中国矿业, 2017, 26(11):171-178.
- [8] 姚华舟,朱章显,韦延光,杨振强,吴健辉.巽他群岛-新几内 亚岛地区地质与矿产[M].北京:地质出版社,2010:100-121.
- [9] 朱章显, 杨振强, 胡 鹏.印尼苏门答腊岛巴东地区埃达克

质岩地球化学特征和构造环境意义 [J]. 中国矿业, 2014,23(8):92-99,100.

- [10] Carlile J C, Mitchell A H G. Magmatic arcs and associated gold and copper mineralisation in Indonesia [J]. Journal of Geochemical Exploration, 1994,50: 91–142.
- [11] Imai A, Shinomiya J, Soe M T, Setijadji L D, Watanabe K, Warmada I W. Porphyry -type mineralization atSelogiri area, Wonogiri regency, Central Java, Indonesia [J]. Resource Geology, 2007, 57: 235–245.
- [12] Maula S, Levet B K. Porphyry copper-gold signatures and the discovery of the BatuHijau deposit, Sumbawa, Indonesia [C]. //In: Australian Mineral Foundation (ed.) Conference Proceedings on Porphyry Related Copper and Gold Depositsof the Asia Pacific Region; 12–13 August 1996, Cairns, Australia.
- [13] Imai A, Ohno S. Primary ore mineral assemblage andfluid inclusion study of the Batu Hijau porphyry Cu-Audeposit, Sumbawa, Indonesia [J]. Resource Geology, 2005,55:239– 248.
- [14] Garwin S L. The setting, geometry and timing of intrusionrelated hydrothermal systems in the vicinity of the BatuHijau porphyry copper –gold deposit, Sumbawa, Indonesia [D]. Unpublished Ph.D. thesis, University of Western Australia, Nedlands, Western Australia, Australia, 2000, 320 p.
- [15] Garwin S L. The Geologic Setting of Intrusion-Related Hydrothermal Systems near the BatuHijau Porphyry Copper-Gold Deposit, Sumbawa, Indonesia [C]. //In R. J. Goldfarb, & R. L. Nielsen (Eds.), Integrated Methods for Discovery: Global Exploration in the Twenty -First Century. USA: Society of Economic Geologists, 2002, 9: 333-366.
- [16] Meldrum S J, Aquino R S, Gonzales R I, Burke R J, Suyadi A, Irianto B, Clarke D S. The Batu Hijau porphyry copper–gold deposit deposit, Sumbawa Island, Indonesia [J]. Journal of Geochemical Exploration, 1994, 50: 203–220.
- [17] Idrus A, Kolb J, Meyer F M. Chemical composition frockforming minerals in copper-gold bearing tonalite porphyries at the BatuHijau deposit, Sumbawa Island, Indonesia: implications for crystallization conditions and fluorine – chlorine fugacity [J]. Resource Geology, 2007, 57: 102–113.
- [18] Idrus A, Kolb J, Meyer F M. Mineralogy, lithogeoc hemistry and elemental mass balance of the hydrothermal alteration associated with gold –rich BatuHijau porphyrycopper deposit, Sumbawa island, Indonesia [J].

Resource Geology, 2009,59:215-230.

- [19] Imai A, Nagai Y. Fluid inclusion study and opaquemineral assemblage at the deep and shallow part of the BatuHijau porphyry copper –gold deposit, Sumbawa, Indonesia [J]. Resource Geology, 2009, 59: 231–243.
- [20] Bodar R J. Revised equation and table for determining the freezing point depression of H₂O-NaCl soutions [J]. Geochimica et Cosmochimica Acta, 1993, 57 (3): 683-684.
- [21] 陈衍景,倪培,范宏瑞,Pirajno F,赖勇,苏文超,张辉. 不同类型热液金矿系统的流体包裹体特征 [J]. 岩石学报,2007,23(9):2085-2108.
- [22] Wilkinson J J, Stoffell B, Wilkinson C C. Anomalously metal –rich fluids from hydrothermal ore deposit [J]. Science, 2009, 323(5915): 764–767.
- [23] 卢焕章,范宏瑞,倪培,欧光习,沈昆,张文淮.流体包 裹体[M].北京:科学出版社,2004:1-487.

《华南地质与矿产》参考文献著录格式

本刊按引用文献在正文中出现的先后顺序连续 编码,以阿拉伯数字排序,并用方括号标注。引用格 式举例:"花岗岩成矿问题研究近年来取得了不少进 展^[1,23-27]。""高山和金振民^{III}最早将"拆沉作用"的概念 引入国内。""原始地幔数据引自文献[26]。"

文后参考文献著录格式如下:

1 普通图书

[序号](顶格,下同)作者(全部列出).书名 [M].版次(第1版不写).出版地:出版者,出版年: 起止页码.例如:

[1] 史明魁,傅必勤,靳西祥,周雪昌.湘中锑矿

[M]. 长沙: 湖南科学技术出版社,1993: 56-67.

2 普通图书、会议论文集等中析出的文献

[序号]作者(全部列出).题名[文献类型标识]//原文献编者(全部列出).原文献题名.版次 (第1版不写).出版地:出版者,出版年:起止页码.例如:

[1] 陈丕基,万晓樵,曹流,等.中国陆相白垩系富 饶阶研究进展[M]// 王泽九,黄枝高.中国主 要断代地层建阶研究报告(2001-2005).北 京:地质出版社,2008:65-73.

3 连续出版物中析出的文献

[序号]论文作者(全部列出).题名[J].连续出版物名,出版年,卷号(期号):起止页码.例如:

[1] 李献华.扬子地块南苑四堡群 Sm-Nd 同位素体

系及其地壳演化意义[J].地质科学,1996,31(3): 218-228.

4 学位论文

[序号]作者.题名[D].保存地点:保存单位,年份. 例如:

- [1] 刘锐.华夏地块前海西期地壳深熔作用[D]. 武汉:中国地质大学(武汉),2009:65-69.
- 5参考文献类型及其标识

文献类型	类型标识		
普通图书	М		
会议论文集	С		
报纸文章	Ν		
期刊文章	J		
学位论文	D		
报 告	R		
汇编	G		
档 案	В		
标 准	S		
专利	Р		
参考工具	K		
其 他	Z		