

地质与矿产

埃塞俄比亚地质特征与矿产概况

高长亮^{1,2},党万民²,田绍喜²,亓希强²,彭文泉²,陈永昊²

(1. 山东省鲁北地质工程勘察院,山东 德州 253015; 2. 山东省地矿工程集团有限公司,山东 济南 250014)

摘要:通过对埃塞俄比亚地层、构造、岩浆岩及矿产分布与特征的研究,初步认为:①埃塞俄比亚的地质研究程度普遍偏低,尤其基础地质及其成矿作用和成矿规律方面急需开展重点研究。②地层单元可划分为3类,分别为前寒武纪基底岩系、晚古生代—中生代沉积岩系和第三纪—第四纪火山岩沉积岩系,大地构造位于“泛非构造带”中的东非造山带,多期次构造岩浆活动强烈。③前寒武纪变质岩区主要矿产为金、铂、稀有金属、镍、铜、铁、铬、高岭土、长石、黏土、石棉、滑石、大理岩、花岗岩等;中生代沉积岩区主要有石灰岩、砂岩、石膏、黏土、油气资源等;新生代火山岩沉积岩区主要有褐煤、蛋白石、油页岩、红土型铁矿、斑脱土、黏土矿、珍珠岩、硅藻土、钾盐、石盐、油气及地热资源等。

关键词:地层;构造;岩浆岩;矿产资源;埃塞俄比亚

中图分类号:P621 文献标识码:A

埃塞俄比亚地质研究工作程度较低,1:25万地质填图面积不到全国领土的1/4,1:25万,1:5万地质填图均未开展,大面积区域性化探、矿产调查研究更为稀少,矿产勘查仅限于局部地区,已开发的主要矿种仅为金、钽、铌等少数矿种^①。目前该国政府迫切需要招商引资勘查开发当地资源,并制订了一系列资源勘查开发的优惠政策。因此研究该国地质矿产特征,总结成矿规律,预测找矿靶区,评估矿产资源潜力,对于实施我国资源“走出去”战略,无疑具有重要意义^{②[1,2]}。

1 地质特征

1.1 地层

埃塞俄比亚出露前寒武纪至第四纪地层,以前寒武纪(新元古代)、中生代和新生代地层最为发育(图1)。主要出露岩石为前寒武纪基底变质岩(23%)、晚古生代—中生代海相和陆相沉积岩(25%)、新生代基性—酸性火山岩(34%)和火山沉

积岩(18%)^[1]。

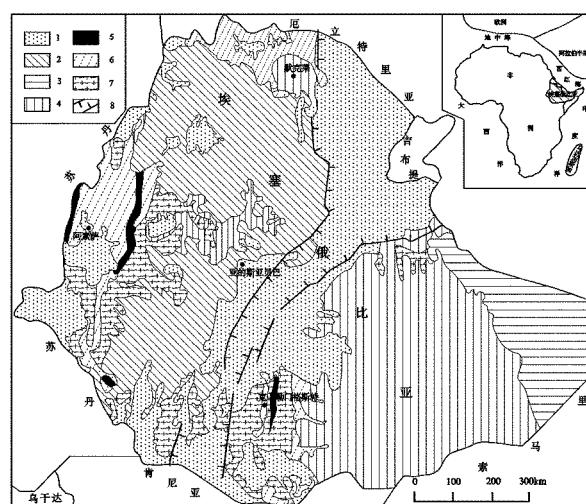


图1 埃塞俄比亚地质略图

1—第四纪沉积岩火山岩及相关侵入岩;2—第三纪火山岩;3—第三纪沉积岩;4—晚古生代、中生代沉积岩;5—前寒武纪超铁镁质岩;6—前寒武纪低级火山变质岩及相关侵入岩;7—前寒武纪高级片麻岩及相关侵入岩;8—东非裂谷

* 收稿日期:2010-05-19;修订日期:2010-09-26;编辑:孟舞平

作者简介:高长亮(1960—),男,山东莱芜人,高级工程师,主要从事地质矿产及管理工作;E-mail:gaochangliang1960@163.com。

①中国地调局宜昌地质矿产所,埃塞俄比亚地质矿产考察报告,2006年。

②中国地质调查局发展研究中心,应对全球化:《全球矿产资源信息系统数据库建设》非洲卷(埃塞俄比亚),2008年。

1.1.1 前寒武系

前寒武纪岩石主要分布在该国的北部、西部、南部和西南部,东部少量出露。主要由前寒武纪低级变质火山—沉积岩系和高级变质片麻岩及片岩、混合岩构成,分为上、下两部分。下部主要由多期次的变形变质作用形成的正片麻岩、副片麻岩、混合岩、大理岩及角闪岩组成,变质程度主要为角闪岩相,局部达麻粒岩相;上部由低级变质火山沉积岩及其同(后)期侵入岩组成,由各种片岩(主要为云母、绿泥石、绢云母、长石和角闪石片岩)、板岩、千枚岩、大理岩、变质砾岩和不同期次的侵入岩组成的复杂岩石组合,变质程度为绿片岩相,局部为低角闪岩相。

北部地区:由前寒武纪低级变质火山沉积岩及其同(后)期侵入岩组成^[2]。主要由新元古界特萨莱厄特群(Tsaliet)和坦宾群(Tembien)组成。区域变质岩属于低级绿片岩相,主要岩性为板岩、千枚岩、片岩、片麻岩及变质火山岩等。特萨莱厄特群由变火山岩和变火山碎屑岩组成,坦宾群是由板岩、千枚岩组成。相关矿产为金及铜铅锌多金属矿。

西部地区:金比(Gimbi)和因南戈(Inango)等地出露前寒武纪片麻岩,吉利索(Guliso)等地为新元古代中酸性火山岩和变质沉积岩,主要岩性为中细粒深灰色纹理石英—石墨片岩、绿泥片岩、千枚岩、变质砂岩、变质砾岩、黑云母角闪片麻岩等。其中产有金、铂矿床等。

南部地区:下部杂岩由老至新主要为赞巴巴(Zembaba)组长英质片麻岩、淡色片麻岩,布卢卡(Buluka)组黑云片麻岩,阿拉塔(Alata)组黑云片麻岩、黑云角闪片麻岩、云母片岩、角闪石岩;肯廷彻(Kentincha)组含石榴石及十字石云母片岩、角闪岩、石墨片岩、大理岩;切克特(Chakata)组角闪岩、斜长—绿泥—阳起片岩、千枚岩、石墨片岩、石英岩。区域内的变质岩组合为:黑云母片麻岩、黑云母—白云母片麻岩、石榴石—角闪片麻岩、石英—长石片麻岩、黑云母片岩及大理岩、十字石—石榴石—黑云母片岩、石榴石—十字石片岩和二云母片岩等。该区为埃塞俄比亚最重要的金、稀有金属、菱镁矿、长石及石英的矿集区。

东部地区:仅少量出露高级变质的片麻岩、片岩,缺乏前寒武纪低级变质火山沉积岩出露。

1.1.2 古生界

古生界主要分布于北部的提格雷(Tigray)地

区、中部的青尼罗河盆地、东部的欧加登(Ogaden)盆地和西南部的吉劳(Gillo)盆地。主要岩性由埃达加阿尔比(EdagaArbi)冰碛岩及砂岩、砾岩组成,形成时代为二叠纪。

1.1.3 中生界

中生界发育最完整的地区是在东部的欧加登、中西部以及北部的默克莱(Mekele)地区。主要由石灰岩、砂岩、粉砂岩、页岩、砾岩组成。中生代沉积岩主要由阿迪格雷特(Adigrat)砂岩和安塔洛(Anatollo)灰岩组成。中生代沉积岩代表了陆地下降和海水由东部的奥加登盆地向北西入侵,覆盖了中部和北部地区,岩层不整合于前寒武纪基底之上。主要矿产为水泥石灰岩、石英岩、石膏及油气资源等。

1.1.4 新生界

新生代沉积岩和火山沉积岩主要与东非大裂谷的活动有关,大量的玄武岩浆喷发形成了埃塞俄比亚中央高原,成为碱性至拉斑玄武岩和熔结凝灰岩。新生代沉积岩和火山沉积岩主要分布于欧加登东部、达纳吉尔(Danakil)凹陷、奥莫(Omo)河谷地区。主要矿产为钾盐、石盐、煤、膨润土等。

1.2 构造

埃塞俄比亚位于“泛非构造带”中的东非造山带。“泛非构造带”形成于1 000~450 Ma,包括非洲北部、东部至阿拉伯半岛的所有地区,该活动带在构造上将非洲大陆的西非、尼罗河、喀拉哈沙漠、刚果、南非等稳定的克拉通分隔,由阿拉伯—努比亚地盾和莫桑比克带构成。努比亚地盾包括了埃塞俄比亚、厄立特里亚、吉布提等,主要由新元古代变质岩及各类侵入岩组成。

1.2.1 韧性剪切带

韧性剪切带主要发育在前寒武纪变质岩地区。剪切带主要岩性为糜棱岩化片麻岩、混合岩、花岗岩、各类片岩、千枚岩及长英质糜棱岩等。剪切带走向多与区域构造线一致,以走滑型、推覆型为主,形成泛非剪切带。长几十千米,宽几米至几十米。形成时代为新元古代末,与此相关的主要矿产为金及多金属矿。

1.2.2 褶皱与脆性断裂

褶皱构造主要发育在前寒武纪变质岩区及晚古生代—中生代海相和陆相沉积岩区。前者多为紧密褶皱,后者多为宽缓褶皱。

脆性断裂几乎发育在所有新老地层中,其走向

多呈NE向及NW向。前寒武纪变质岩区,脆性断裂常叠加在韧性剪切带上。东非裂谷带总体呈NE向纵贯埃塞俄比亚,是地球上目前规模最大的活断层。裂谷带两侧的高原上分布有众多的火山,谷底则有呈串珠状的湖泊。其中该国阿法尔地区是地球上最活跃的地区,是三大板块(非洲、东非、阿拉伯)离合中心区。

1.3 岩浆岩

前寒武纪岩浆岩主要岩性为超镁铁质岩(橄榄岩、滑石绿泥片岩、滑石片岩、滑石碳酸盐岩等)、基性岩(辉绿岩、辉长岩、基性变质火山岩)、闪长岩及花岗英云闪长岩、花岗闪长岩、花岗岩、正长岩、伟晶岩等,它们多形成复杂岩石组合,呈岩床或岩基状,以不同期次侵入前寒武纪变质岩。其侵位时代主要集中于2个区间,即850~700 Ma,650~550 Ma。其中镍、铂与超镁铁质岩有关,铜多金属与基性岩有关,钽铌稀有金属与花岗岩及其伟晶岩有关。

古生代岩浆岩主要为中酸性侵入岩,主要岩性为闪长岩系列及花岗岩系列。前者岩性主要为黑云闪长岩、闪长玢岩、花岗闪长岩及石英闪长岩;后者包括花岗岩、碱性花岗岩、斑状花岗岩、斑岩及细晶岩,多呈杂岩体或岩珠状侵入于前寒武系中。侵入体多呈圆形和似圆形产出,形成圆形山岗,通常呈粒状结构、块状构造。如北部地区崎拉(Chila)、阿波雷哈(Abreha)杂岩体等。

新生代岩浆岩主要为火山喷出的玄武岩,大量的玄武岩浆喷发形成了埃塞俄比亚中央高原,成分为碱性至拉斑玄武岩和熔结凝灰岩。局部出露杂岩体,主要岩性为橄榄岩、辉石岩、辉绿岩、闪长岩、黑云闪长岩、闪长玢岩、石英闪长岩及花岗闪长斑岩等,如巴拉(Bala)杂岩体。

2 矿产资源

矿业在埃塞俄比亚国民经济发展中居次要地位,截至2002年,矿业产值不到国内生产总值的1%。目前主要开采的金属矿产有金、铂、钽铌矿,非金属矿产有硅藻土、水泥用灰岩、长石、石膏、高岭土、岩盐、天然碱、砂石料等,其中金是埃塞俄比亚出口的主要矿产品。

2.1 金属矿产

埃塞俄比亚已发现的金属矿产有金、铂、钽铌、

镍、铁、锰、铬、钼、铜、铅锌等,这些矿产多与低级变质火山沉积岩的构造演化作用有关。主要的优势矿种为金、铂、钽铌、铁、铜等。

2.1.1 贵金属

金矿广泛分布于埃塞俄比亚南、西南、北部前寒武纪低级变质火山沉积岩系中,南部是目前最主要的开采地区。主要类型为剪切带型金矿、含金的块状硫化物(VMS)及其次生铁帽型金矿、超浅成热液型金矿及砂金矿。

剪切带型金矿分为2个亚类,一为糜棱岩型,一为石英脉型。前者主要为南部的阿杜拉(Adola)、西部韦莱加(Welega)及北部提格雷地区。阿杜拉金矿主要与泛非剪切带有关,容矿岩性主要为糜棱岩类,围岩类型为绿片岩相和低角闪岩相的新元古代火山沉积岩,即角闪岩、含炭石英-长石-云母片岩、石墨石英片岩、变砂岩、变砾岩及其伴生的基性、超基性岩。产于剪切带的含金石英脉一般长几米到几百米,甚至上千米,宽几十厘米到几十米。以莱加丹比(Lega Dembi)金矿为代表,该矿是埃塞俄比亚目前唯一的原生金矿床生产矿山,储量达83 t,主矿带长约2 000 m,宽约100 m,矿脉与围岩延伸方向一致,金主要呈粒状赋存于黄铁矿、方铅矿、黄铜矿等硫化物中,品位10 g/t左右,蚀变类型有黄铁绢英岩化、绿泥石化、碳酸盐化、黑云母化。矿石矿物为黄铁矿、方铅矿、黄铜矿、磁黄铁矿以及碲铅矿、碲金银矿、碲银矿;脉石矿物为石英、方解石。

含金的块状硫化物(VMS)及其次生铁帽型金矿,与VMS矿化及其氧化作用密切相关,分布于铁帽及蚀变带中,主要分布于北部前寒武纪低级变质火山沉积岩系中。

超浅成热液型金矿,产于裂谷中的第四纪火山碎屑岩中,仅在吉德姆萨(Gedmsa)发现金的矿化(含金0.1~0.5 g/t)。

砂金:残坡积-冲积型金矿广泛分布在3个区域,即南部阿杜拉-默亚莱(Moyale)、西部韦莱加-蓝色尼罗河(Blue Nile)及北部提格雷。

铂族元素矿产主要与超基性侵入岩有关,富含铂族元素的岩石为纯橄岩的次生蚀变产物及次生残余物,该国唯一开采的铂矿床为西部的尤布杜(Yubdo)矿山,主要开采对象为蚀变纯橄岩体原地风化层,品位0.005~1.31 g/m³,已产铂2.7 t,预计保有储量约12 t。

2.1.2 黑色金属

铁矿主要分布在提格雷和韦莱加地区,主要有3种类型:前寒武纪基性侵入体的铁钛矿、与前寒武纪含铁石英岩有关的条带状磁铁矿、次生红土和铁帽型。已勘探的铁矿为西部韦莱加地区的比基勒尔(Bikilal)铁矿,该矿赋存于前寒武纪基性杂岩中,伴生钒、钛、磷,形成于超基性岩的熔离作用,矿石受超基性岩(橄榄岩、变角闪岩、变辉长岩)控制,超基性岩带宽1 km,长12 km。主要矿石矿物为磁铁矿(约40%)、钛铁矿(约29%)、磁黄铁矿、黄铁矿、磷灰石、黄铜矿、镍黄铁矿等,脉石矿物为角闪石、辉石、绿泥石、金云母、橄榄石、长石,具致密块状构造。控制铁矿石储量达5 700万t,磷矿石储量4.35亿t,平均含Fe 35%,V₂O₅ 0.04%,TiO₂ 5%,P₂O₅ 3.0%。

锰矿目前仅在提格雷地区发现1处具经济意义的小型矿床,其他地区锰矿化主要见于次生氧化带,经济价值不大。

2.1.3 有色金属

铜铅锌矿最有远景的类型可能为VMS型,远景地区为埃塞俄比亚北、西、南部的火山岩沉积岩带。目前在北部阿布雷哈地区发现了1条规模较大的锌矿带和3条铜矿带,初步估算锌矿、铜矿床规模分别达大、中型^①;北部崎拉地区发现1条规模较大的铜矿化带,其矿化类型与著名的厄立特立亚白沙铜金多金属矿^[3,4]相同,初步估算铜资源量可达中型^②。

目前发现的镍(钴、铬)矿床(点)主要位于南部的肯廷彻(Kenticha)绿岩带,已发现约有几十个含镍蛇纹岩体,部分已进行了勘查工作,总计矿石储量约1 700万t,镍品位1.3%,其中主要尤洛拉(Ulaula)矿床镍储量约4万t,平均品位1.33%;塔拉(Talla)矿床镍储量6.6万t,品位1.1%。成矿作用与蚀变的超基性岩体密切相关,强烈蚀变作用使超基性岩体整体变成蛇纹岩,这些蛇纹岩遭受风化作用后形成厚度较大的红土风化层,红土化的蛇纹岩体中由于硅镁镍矿物(叶蛇纹石)在氧化过程中发生了次生富集,其品位往往较高。

钼(钨):主要发现于弗凯休(Fakasho)花岗岩基旁侧的浅色长英质岩脉(体)内。

2.1.4 稀有金属及放射性金属

稀有金属矿产包括钽、铌、锂、铍(铷、铯)等,已发现的成矿类型主要为伟晶岩型及风化残坡积型。目前开采的矿山仅1处,即南部阿杜拉地区的肯廷

彻钽铌矿。该矿床类型有原生伟晶岩型和风化残坡积型。原生伟晶岩型:Ta₂O₅储量2.5万t,品位0.02%~0.025%,Li₂O储量20万~100万t,BeO储量约5万t。风化坡积型:Ta₂O₅资源量为3 600t,平均品位约0.011%,相当于铌钽铁矿矿物7 200t,品位450 g/m³。

2005年在埃塞俄比亚南部韦里(Werri)地区发现了铀(钍)矿化线索,矿化类型为伟晶岩型。

2.2 非金属矿产^[2]

纯碱:主要赋存于裂谷中的湖泊,尤其是阿比雷达(Abirata)和沙拉(Shala)地区,储量达4.6亿t。

钾盐:产于达纳吉尔洼地远景储量大于1.6亿t。已勘探的达洛尔(Dallol)矿床,储量达2 000万t,品位20%~25%。

石盐:主要来自达纳吉尔洼地,面积达几千平方千米,储量大于300万t。

石膏:主要分布于达纳吉尔、奥加登、肖瓦(Showa)、古詹(Gojjam)、提格雷、哈勒盖(Hararghe)的中—新生代沉积岩层中,一般厚几百米,储量巨大。

斑脱土:阿法尔(Afar)凹陷具有巨大的储量,大量矿床聚集于阿巴亚(Abaya)湖,产于湖泊沉积物中,远景储量约1.7亿t。

硅藻土:已探明硅藻土产地12处,多数位于埃塞俄比亚主裂谷和阿法尔洼陷中。品质较好的硅藻土矿床局限在裂谷中心部分,包括盖德莫塔(Gade Mota)、阿达米图卢(Adami tulu)、谢弗吉勒(Chefe Jilla)和阿比亚塔(Abiyata)。所有已知矿床均为湖泊成因,形成时代为古近纪至第四纪,估计资源量8 500万t以上。

2.3 能源矿产

油气资源:含油气盆地主要分布在5个沉积盆地中,即:东部的欧加登盆地、西北部的青尼罗河盆地、北部的默克莱盆地、西南部的甘贝拉(Gambella)盆地和南部裂谷盆地。多数盆地的形成与伸展构造

^① Dang Wanmin and Gao Changliang, Yang Maosen, June, 2009, UNITED MINING P. L. C., Annual report on Cu-Zn multi-metals exploration in Abreha, Hulet Awlalo, Tigray, Ethiopia.

^② Tian Shaoxi and Gao Changliang, Yang Maosen, June, 2009, SHINY MINING P. L. C., Annual report on Cu-Zn and multi-metals prospecting in Chila, Tigray, Ethiopia.

有关,自晚古生代以来间歇性地演化至新生代新近纪。上侏罗统安塔洛灰岩是青尼罗盆地的远景生油岩石,阿迪格雷特砂岩,安巴埃雷道姆(Amba Aradom)组的上部砂岩和安塔洛灰岩的一些层位被认为是远景油藏,湖相页岩和伴生的河流相砂岩分别被认为是盆地中的远景生油和储油岩系。

地热资源:主要集中在埃塞俄比亚主裂谷和阿法尔凹陷。其中地热异常区多达120余处,可用于发电、园艺、畜牧、农业等。裂谷系中阿卢托兰加诺(Aluto-Langano)、坦达豪地堑、科贝蒂(Corbetti)火山口、盖德姆萨(Gademsa)火山口、阿巴亚湖和达洛尔(Dallol)等地热田显示良好的勘查开发远景。

煤炭资源:主要为褐煤,分布在贡德尔(Gonder)、肖瓦、威洛(Welo)及亚尤(Yayou)等地区,主要赋存于新生代沉积岩中,煤质具高灰分、低固定炭和高挥发分。一般煤层薄,煤质较差,规模较小。

油气资源、地热资源具备良好的地质成矿条件和勘查开发前景,是该国最有潜力的能源矿产。

3 结语

(1)前寒武纪变质岩区主要分布在北部、西部、西南部及南部,构成了该国北、西、南3个主要花岗绿岩区,是重要的贵金属、稀有金属、有色金属等成矿区。已知的金、铂、铜、铁、镍和钽铌矿床均产于此,其他矿产如长石、大理石、菱镁矿、脉石英、蓝晶石、石墨、磷灰石、云母和花岗岩也几乎均与此有关。

(2)晚古生代到中生代沉积岩广泛分布在北部、中部、东部及东南部,主要岩性为砂岩及石灰岩等,是非金属矿产及能源矿产的主要成矿远景区。已知的矿产包括石灰岩、白云岩、黏土、高岭土、浮

石、石膏、石英砂、钾盐、硫磺、斑脱土、岩盐、硅藻土、纯碱和石油、天然气等,主要优势矿种为纯碱、钾盐、硅藻土、斑脱土、石盐、石膏及石油、天然气等。

(3)新生代火山沉积岩与东非裂谷系的进化相联,主要岩性为玄武岩、粗面岩、伴生的岩脉群、安山岩、流纹岩、熔灰岩及其侵入其中的杂岩体等,包括了多种重要的沉积矿物,是寻找盐类矿产(钾盐、碳酸钾、石盐、石膏等)、煤、地热、硅藻土、膨润土(斑脱土)、浮石、硫磺、铁矿砂和多种建筑石材等非金属及能源矿产的主要资源潜力区。

综上所述,埃塞俄比亚有着很好的成矿地质条件,矿产资源潜力巨大。3个重要金属成矿区(带)分别位于北部、西部和南部的花岗绿岩区,已发现的矿产资源有金、铂、铜、锌、铁、镍、钽铌等。其中北部是重要的铜、金及多金属成矿区;西部为金及贵金属矿产;南部为金及稀有金属矿产。非金属及能源矿产遍布全国。

参考文献:

- [1] Investment opportunities in metallic minerals of Ethiopia [M], 2007 . Ministry of Mines and Energy Federal Democratic Republic of Ethiopia . First (Ethiopian New millennium) edition , Addis Ababa.
- [2] Geological map of Mekele(1:250000) ,1971. Imperial Ethiopian government ministry of mines.
- [3] Tibebu Megistu, Haile Michael Fentaw, industrial minerals and rocks resource potential of Ethiopia, federal democratic of Ethiopia ministry of mines[M]. 2003 ,Geological survey of Ethiopia.
- [4] C. Tucker Barrie, The Bisha Volcanic – Associated Massive Sulfide Deposit, Western Nakfa Terrane, Eritrea, Economic Geology [J] ,2007, v. 102, pp. 717 – 738.

Geological Characteristics and General Condition of Mineral Resources in Ethiopia

GAO Changliang^{1,2}, DANG Wanmin², TIAN Shaoxi², QI Xiqiang², PENG Wenquan², CHEN Yonghao²

(1. Lubei Geo – engineering Exploration Institute, Shandong Dezhou 253015, China; 2. Shandong Geo – engineering Exploration Institute, Shandong Jinan 250014, China)

Abstract: Through study on strata, structure, magmatic rocks and distribution and characteristics of mineral resources in Ethiopia, it is regarded that: ① the degree of geological research in Ethiopia is generally low, especially basic geology, mineralization and mineralization rule are urgently needed to be studied. ② stratigraphic units can be divided into three categories, namely the Precambrian basement rocks, late Paleozoic – Mesozoic sedimentary

rocks and Tertiary – Quaternary volcanic sedimentary rocks. Tectonic structures locate in the eastern African orogenic belt in the "universal Africa tectonic belt" with strong multi – stage magmatic activities. ③Major mineral resources occurred in Precambrian metamorphic rock areas are gold, platinum, rare metals, nickel, copper, iron, chromium, kaolin, feldspar, clay, asbestos, talc, marble, granite, etc. , while mineral resources in Mesozoic sedimentary areas are limestone, sandstone, gypsum, clay, oil and gas resources. Mineral resources in Cenozoic volcanic rocks area are lignite, opal, oil shale, laterite iron ore, bentonite, clay mineral, perlite, diatomite, potash, stone salt, oil and gas and geothermal resources.

Key words:Strata; structure; magmatic rocks; mineral resources; Ethiopia