

地质与矿产

山东齐河—禹城富铁矿区李屯岩体地质特征初探

沈立军,朱裕振,高志军

(山东省煤田地质规划勘察研究院,山东 济南 250104)

摘要:近年来,山东省齐河—禹城地区矽卡岩型铁矿找矿工作取得了重大进展,但对控矿岩体的研究相对薄弱,该文对岩体的基本地质特征、形成演化及其与成矿的关系进行了系统研究。研究表明,李屯岩体平面形态呈不对称“马蹄”形,总体产状E倾,垂向形态呈“驼峰”状,侵位于奥陶系和石炭—二叠系等地层内。岩性主要为角闪闪长岩、辉石闪长岩、石英闪长岩及辉长岩等。远矿闪长岩属钙碱性系列,为富钙、富镁、贫铁的过铝质岩石;近矿闪长岩因热液影响显示为低钾系列,为贫钾、富钙、贫铁、贫镁的过铝质岩石。形成时代为早白垩世,在华北克拉通岩石圈减薄与克拉通破坏构造背景下,深部岩浆沿齐广断裂上侵,在断裂东侧的奥陶纪及石炭—二叠纪等地层拉张空间就位,后经构造抬升、剥蚀,形成现在的分布格局。岩体不仅控制了富铁矿体的产出,同时为其提供了成矿物质来源。

关键词:富铁矿;矽卡岩;李屯岩体;齐河—禹城地区;山东省

中图分类号:P618.2

文献标识码:A

doi:10.12128/j.issn.1672-6979.2020.02.004

引文格式:沈立军,朱裕振,高志军.山东齐河—禹城富铁矿区李屯岩体地质特征初探[J].山东国土资源,2020,36(2):23-29. SHEN Lijun, ZHU Yuzhen, GAO Zhijun. Primary Study on Geological Characteristics of Litun Rock Mass in Qihe—Yucheng Rich Iron Ore Area in Shandong Province[J]. Shandong Land and Resources, 2020, 36(2): 23-29.

0 引言

齐河—禹城地区位于山东省西北部,2015年以来,该区3大磁异常相继发现隐伏矽卡岩型富磁铁矿体,显示了巨大的成矿潜力,有望成为山东省内继莱芜、淄博之后又一个重要的富铁矿基地^[1-2]。矽卡岩型铁矿作为我国重要的富矿类型之一^[3-4],前人开展了大量研究工作^[5-13],为该区富铁矿勘查及研究工作奠定了良好基础。

在李洪奎等^[14]对鲁西地区铁矿成矿规律系统总结研究的基础上,郭延明等^[15]探讨了地面高精度磁测在区内富铁矿勘查中的应用效果;陈晓曼等^[16]对南部大张地区铁矿地质及地球物理特征进行了研究,分析了找矿方向;朱裕振等^[2]分析了李屯地区地质特征、地球物理特征,探讨了成矿潜力;郝兴中等^[17-19]分析了区内重磁场特征及铁矿相关的控矿

地质要素,总结了找矿标志。

众所周知,矽卡岩型铁矿往往与中基性或中酸性岩体关系密切,岩体的空间展布制约了铁矿体的分布,而该区以往研究工作集中于地质背景、矿体特征的总结研究及找矿方法的探讨,对与成矿关系密切的岩体研究较为薄弱,这成为制约该区富铁矿深部找矿的重要环节。该文在分析以往物探解译成果及少量钻孔资料的基础上,对齐河—禹城地区李屯岩体地质特征进行初步总结研究,为该区进一步富铁矿勘查及研究工作提供参考。

1 成矿地质背景

1.1 区域地质特征

李屯岩体位于鲁西隆起区的西北缘,大地构造位置为华北板块(I)鲁西隆起区(II)鲁中隆起(III)泰山—济南断隆(IV)齐河潜凸起(V)的西北部(图1)。

收稿日期:2018-08-22;修订日期:2019-09-02;编辑:曹丽丽

基金项目:山东省2018年度地勘基金项目(鲁勘字(2018)23号),山东省煤田地质局2019年度科研专项奖励基金项目(鲁煤地科字(2019)3号)

作者简介:沈立军(1988—),男,山东莱芜人,硕士,工程师,主要从事地质矿产勘查、矿床学研究工作;E-mail:sdmtslij@163.com

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

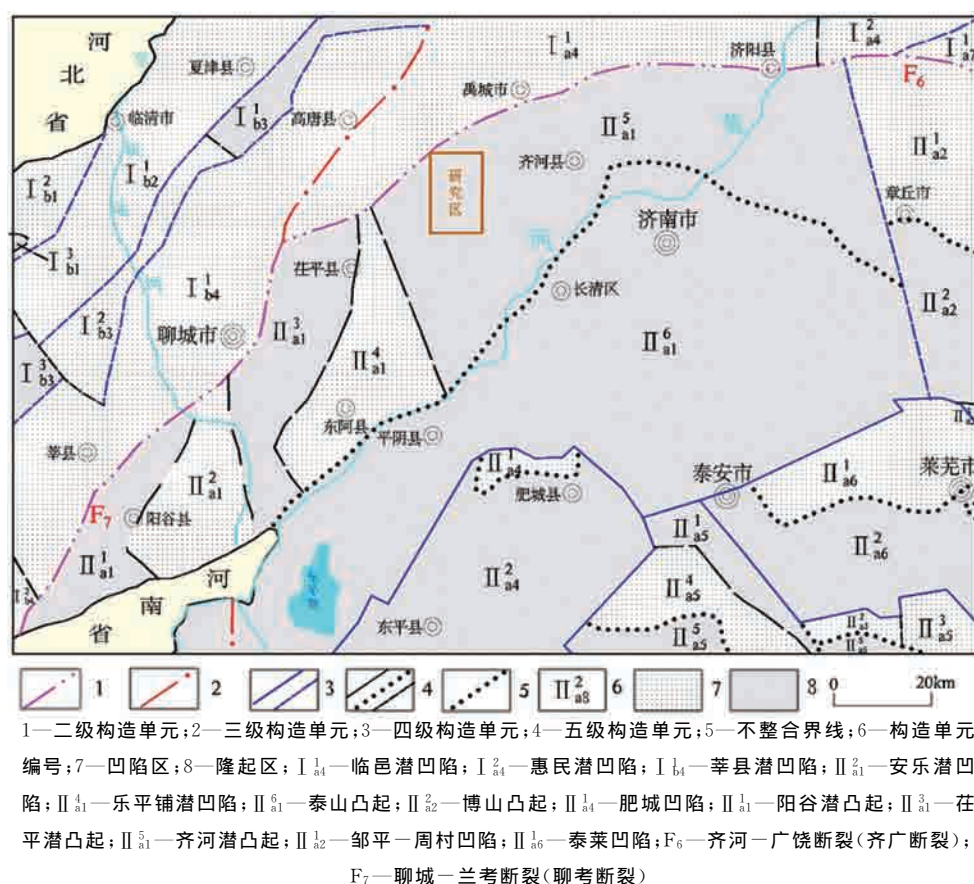


图1 研究区大地构造位置图

区域上大部分为新生代覆盖区,基岩裸露区主要分布在中南部泰山凸起单元内,构成基底与盖层的二元结构。基底由新太古代泰山岩群和 TTG 岩系组成,其上为一套早古生代陆表海碳酸盐岩沉积建造;古生代中期地壳整体抬升、剥蚀,造成晚奥陶世—早石炭世的缺失;晚古生代由于地壳的震荡运动,形成了一套海陆交互相及陆相含煤碎屑岩建造,此后地壳稳定上升,缺失三叠纪沉积;燕山运动在该区活动强烈,并形成以断陷、断隆为主要特征的构造格局。侏罗纪、白垩纪地层在齐广断裂以南不发育,主要分布于齐广断裂以北地区。

地层区划属华北地层区之鲁西地层分区,区域地层由老至新依次为寒武系、奥陶系、石炭—二叠系、新近系和第四系(图2)。区域断裂构造发育且较复杂,褶皱构造次之。据其断裂构造展布特征,总体上主要分布 NE—NNE 向、NW—NNW 向、近 EW 向 3 组,前两者较发育,规模较大的断裂主要有齐广断裂、聊考断裂等。各组大断裂互相切割,控制了区域内凸起、凹陷的产生与发育。区域内岩浆岩主要有少量中生代侵入岩,分布于李屯—大张一带,岩性以中基性

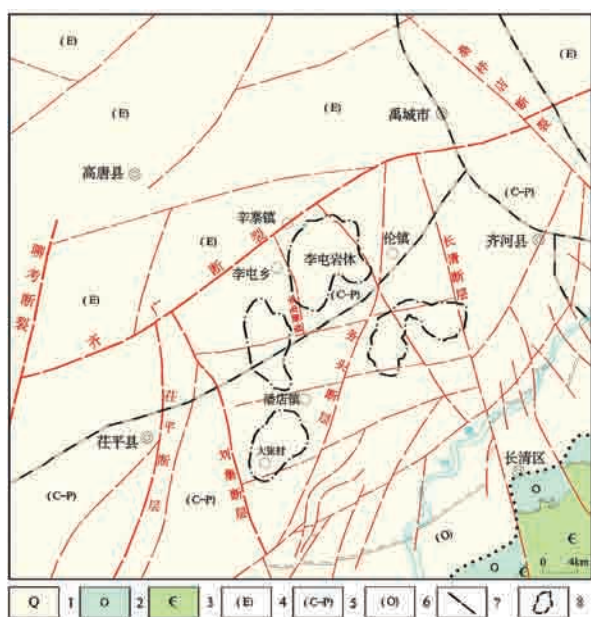
岩为主,另在区域东部章丘—长清以南地区发育较多新太古代侵入岩。

1.2 研究区地质特征

李屯岩体周边均为第四系覆盖,赋存地层自下而上为奥陶系、石炭—二叠系、新近系及第四系。铁矿勘查实施钻孔揭露第四系厚度 318.83~396.11 m,下覆地层新近系底界深度 762.58~927.03 m,石炭—二叠系深度 1150.24~1164.52 m,为石炭—二叠纪月门沟群及二叠纪石盒子群,岩性主要为泥岩、砂岩、粉砂岩等,主要由一套陆相与海陆交互相沉积的砂岩及泥岩组成。

区内构造以断裂构造为主,各断裂性质与产状主要受齐广断裂、刘集断层及东阿断层等区域性断裂构造的控制。断层互相切割形成断块,各断块内古生代地层埋藏深度各有差异,但总体上表现为 SE 浅 NW 深、由阶梯状断块组成的、向 NW 倾斜的单斜构造形态,地层产状总体较缓,局部发育次一级褶皱。

区内岩浆岩主要为李屯岩体,隐伏产出,根据钻



1—第四系;2—奥陶系;3—寒武系;新近系下潜伏地层;4—古近系;5—石炭—二叠系;6—奥陶系;7—断层;8—推测隐伏岩体范围

图 2 区域地质简图

探揭露,岩性主要为闪长岩类和辉长岩类;岩体东侧 ZK4 钻孔在闪长岩下揭露新一期酸性侵入岩,岩性主要为二长花岗岩、正长花岗岩。

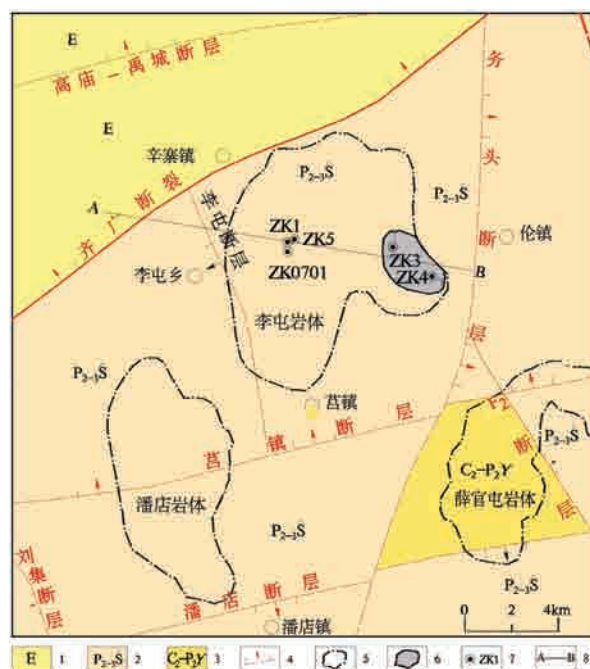
2 岩体特征

2.1 岩体空间展布

岩体平面形态:李屯岩体隐伏产出,岩体范围主要通过重力、磁法、地震等物探工作圈定,并经少量钻孔揭露,分布于齐广断裂与务头断层之间,总体呈 NNE 向展布,岩体东南侧向内凹陷,平面形态整体呈不对称“马蹄”形,分布面积约 71 km²(图 3)。

岩体垂向延伸:岩体 SN 向深部展布形态主要依托物探成果解译推断,EW 向剖面上分布有少量钻孔控制,因此该文岩体特征分析主要以 EW 向剖面为主。根据物探反演解译及少量钻孔揭露,岩体在 EW 向剖面上整体呈两端凸起中间凹陷的“驼峰”状,近 E 倾,现见矿位置位于岩体西侧的凸起部位(图 4),顶界深度 1 150.24~1 164.52 m;东侧凸起部位赋存深度较浅,实施的 2 个钻孔均是新近系下直接揭露岩体,顶界深度 762.58~849.95 m,最东侧 ZK4 钻孔闪长岩下揭露酸性侵入岩。岩体在 SN 向剖面上总体 S 倾,整体形态亦为“驼峰”状。

岩体主要侵位于奥陶系和石炭系下部,最上侵



1—古近系;2—二叠纪石盒子群;3—石炭—二叠纪月门沟群;4—断层;5—新近系下推测隐伏岩体范围;6—新近系下揭露岩体范围;7—施工钻孔;8—剖面位置

图 3 研究区前新近纪基岩地质图

入层位为二叠系石盒子群上部,石炭—二叠系月门沟群太原组和山西组则普遍侵入,现揭露富铁矿体主要位于石炭—二叠纪地层与岩浆岩接触带部位。初步分析认为该岩体深部总体表现为岩基,并有一定规模的岩浆岩呈岩床或岩脉状侵入于石炭—二叠纪地层中。

2.2 岩相学特征

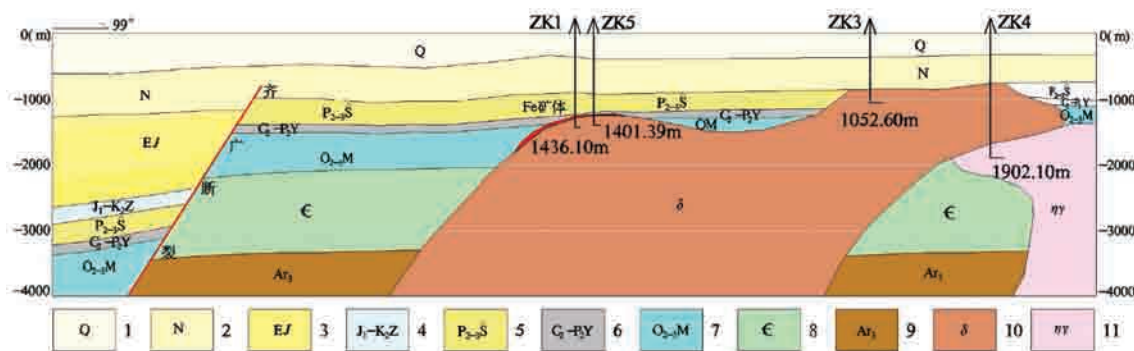
根据区内钻孔资料,中基性侵入岩以闪长岩类为主,岩性主要为角闪闪长岩、辉石闪长岩、石英闪长岩及辉长岩等,岩体内穿插有少量闪斜煌斑岩、闪长玢岩、花岗斑岩脉,岩石镜下照片见图 5。

角闪闪长岩:呈灰色,他形一半自形粒状结构,块状构造,主要矿物为斜长石、角闪石,局部岩石蚀变交代较明显。其中,斜长石多呈他形一半自形板状、板柱状,含量 50%~55%,具程度不同的黏土化、绢云母化等蚀变;角闪石呈褐黄色,他形一半自形柱状、纤状,含量 45%~50%,杂乱分布于斜长石间隙中,常被次闪石和绿泥石交代。

辉石闪长岩:新鲜面呈灰绿色,块状构造,中细粒他形一半自形粒状结构,局部呈辉长辉绿结构。主要矿物为斜长石、角闪石、透辉石和极少石英、金属矿物等,为闪长岩向辉长岩过渡的一种类型。其

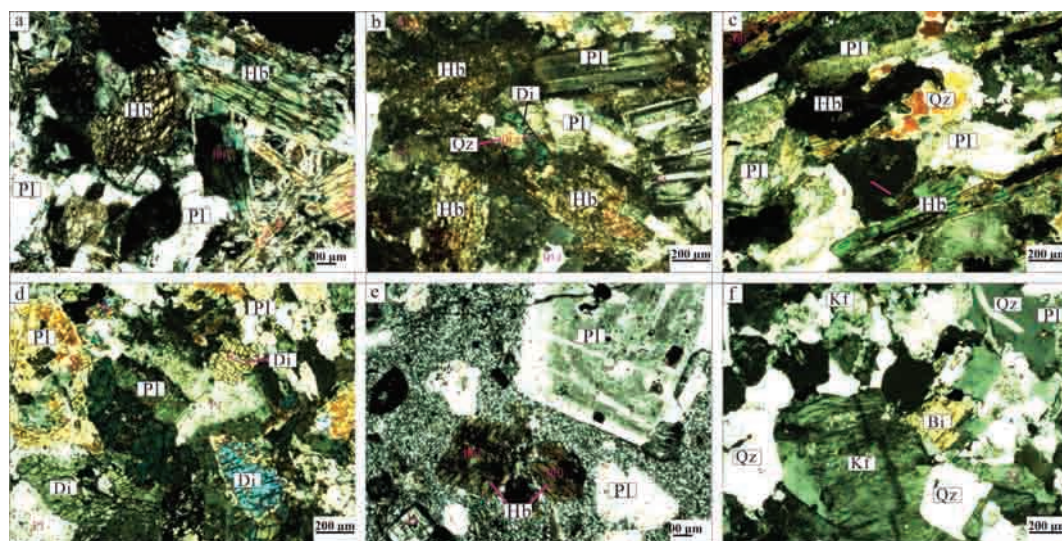
中,斜长石含量 45%~55%,他形一半自形板状、板柱状,大小不等,具黏土矿物化等蚀变;角闪石含量 35%~40%,他形一半自形柱状、纤状,常被透辉石交代,具轻微绿泥石化等蚀变;透辉石含量 5%~10%,他形一半自形柱状、粒状,常与角闪石共伴生,

具轻微绿泥石化等蚀变;石英含量<5%,填隙分布于斜长石、角闪石、透辉石等间隙中,零星可见;局部见金属矿物极细粒填隙分布于斜长石、角闪石、透辉石等间隙中。



1—第四系;2—新近系;3—古近系济阳群;4—侏罗—白垩系淄博群;5—二叠系石盒子群;6—石炭—二叠系月门沟群;7—奥陶系马家沟群;8—寒武系;9—新太古界;10—闪长岩;11—二长花岗岩

图 4 据钻孔揭露推断的近 EW 向地质剖面图



a—角闪闪长岩中斜长石(Pl)、角闪石(Hb)等矿物;b—辉石闪长岩斜长石(Pl)、角闪石(Hb)、透辉石(Di)、石英(Qz)等矿物;c—石英闪长岩中斜长石(Pl)、角闪石(Hb)石英(Qz)等矿物;d—辉长岩中斜长石(Pl)、透辉石(Di)等矿物;e—闪长玢岩中斜长石(Pl)、角闪石(Hb)斑晶;f—二长花岗岩中斜长石(Pl)、钾长石(Kf)、石英(Qz)和少部分黑云母(Bi)矿物)

图 5 李屯岩体典型岩石镜下照片

石英闪长岩:新鲜面呈灰绿色,块状构造,中细粒他形一半自形粒状结构,具弱磁性。主要矿物为斜长石、角闪石和少许石英、黑云母、金属矿物等,粒径最大约 2.50 mm。其中,斜长石呈他形一半自形板状、板柱状,含量 45%~55%,具黏土化等蚀变;角闪石呈他形一半自形柱状、纤状,含量 30%~35%,分布于斜长石间隙中,常被黑云母交代,具轻

微绿泥石化等蚀变;石英呈不规则细粒状,填隙分布于斜长石、角闪石等间隙中,含量 5%~10%;黑云母呈片状,细小,分布于斜长石间隙中,含量<5%,常交代角闪石;金属矿物(推测以磁铁矿为主)极细粒,分布于斜长石、角闪石等间隙中,含量<5%。

2.3 主量元素特征

在李屯岩体上部采集样品进行了主量元素分

析,其中近矿闪长岩取自 ZK1,远矿闪长岩取自 ZK4,主量元素分析结果见表 1。

表 1 李屯岩体典型岩石主量元素(%)分析结果

样品编号	野外定名	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	MnO
ZK4YQ1	远矿闪长岩	61.42	15.20	0.50	2.16	3.15	5.05	4.46	2.16	4.29	0.09
ZK4YQ3	远矿闪长岩	62.07	14.83	0.51	2.08	3.06	4.50	4.46	1.88	5.30	0.08
ZK4YQ5	远矿闪长岩	60.31	15.16	0.56	2.48	3.47	5.41	4.59	2.13	4.29	0.09
ZK1YQ4	近矿闪长岩	61.80	17.63	0.54	0.40	0.94	6.39	2.80	0.35	8.00	0.03
ZK1YQ5	近矿闪长岩	63.20	16.19	0.49	0.61	1.03	5.97	2.72	0.36	7.22	0.04
ZK1YQ8	近矿闪长岩	64.13	15.99	0.51	0.96	1.99	4.04	2.90	0.57	7.56	0.04
中国闪长岩	57.39	16.42	0.89	3.1	4.15	5.58	3.77	2.57	4.26	0.18	
样品编号	野外定名	P ₂ O ₅	LOI	Total	ALK	K ₂ O/Na ₂ O	MgO/CaO	TFe ₂ O ₃	σ	A/CNK	富钙率
ZK4YQ1	远矿闪长岩	0.18	1.02	98.49	6.49	0.50	0.88	5.10	2.26	1.32	0.34
ZK4YQ3	远矿闪长岩	0.17	0.77	98.76	7.21	0.36	0.99	4.93	2.70	1.27	0.32
ZK4YQ5	远矿闪长岩	0.21	0.98	98.49	6.45	0.50	0.85	5.70	2.38	1.28	0.34
ZK1YQ4	近矿闪长岩	0.02	0.91	98.88	8.39	0.04	0.44	1.30	3.71	1.20	0.60
ZK1YQ5	近矿闪长岩	0.20	1.80	97.81	7.64	0.05	0.45	1.57	2.84	1.19	0.58
ZK1YQ8	近矿闪长岩	0.20	0.92	98.70	8.18	0.08	0.72	2.86	3.13	1.31	0.41
中国闪长岩				98.31	6.83	0.6	0.68	5.78	3.24	1.32	0.33

注:分析测试由河北地质大学金鑫裕、宫婧靓同学完成。ALK=Na₂O+K₂O,其中 Na₂O 和 K₂O 为去除烧失量后重新换算为 100% 的结果;里特曼指数 $\sigma=(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})_2/(\text{SiO}_2-43)$;A/CNK=Al₂O₃/(CaO+K₂O+Na₂O);富钙率=CaO/(Fe₂O₃+FeO+MnO+MgO+CaO);中国闪长岩数据引自黎彤等,1963^[20]。

分析结果显示,远矿闪长岩 SiO₂ 含量平均 61.27%,为中性岩,CaO 含量平均 4.99%,K₂O 含量平均 2.06%,ALK 值介于 6.45%~7.21% 之间,平均 6.72%,里特曼指数在 2.26~2.70 之间,小于 3.3,属于钙碱性系列;K₂O/Na₂O 平均为 0.45<1,为钠质岩石;MgO/CaO 平均为 0.91<1,指示岩石具富钙特征,这与岩石平均富钙率 0.33 显示结果相吻合;MgO 含量 4.46%~4.59%,平均为 4.50%,高于国内闪长岩 MgO 平均含量 3.77%,说明岩石的富镁性质;TF₂O₃ 含量平均 5.24%,低于国内闪长岩 TF₂O₃ 平均含量(7.71%),说明岩体贫铁;A/CNK 为 1.29>1,属过铝质岩石。在 K₂O—SiO₂ 图中(图 6),显示为钙碱性系列。总体上,岩体远矿闪长岩为富钙、富镁、贫铁的过铝质岩石。

近矿闪长岩 SiO₂ 含量平均 63.04%,为中性岩;CaO 含量平均 5.47%,K₂O 含量平均 0.43%,ALK 值介于 7.64%~8.39% 之间,平均 8.07%,高于中国闪长岩 ALK 含量 6.83%,里特曼指数在 2.84~3.71 之间,平均 3.23,总体属钙碱性系列;K₂O/Na₂O 平均为 0.06<<1,为钠质岩石;MgO 含量 2.72%~2.90%,平均为 2.81%,远低于国内闪长岩 MgO 平均含量 3.77%,说明岩石的贫镁性质;TF₂O₃ 含量平均 1.91%,远低于国内闪长岩 TF₂O₃ 平均含量(7.71%),说明岩体贫铁;A/CNK 为 1.23>1,属过铝质岩石。在 K₂O—SiO₂ 图(图 6)中投点集中于

低钾系列,推测近矿闪长岩可能经历热液蚀变影响较大。总体上,李屯岩体闪长岩为贫钾、富钙、贫铁、贫镁的过铝质岩石。

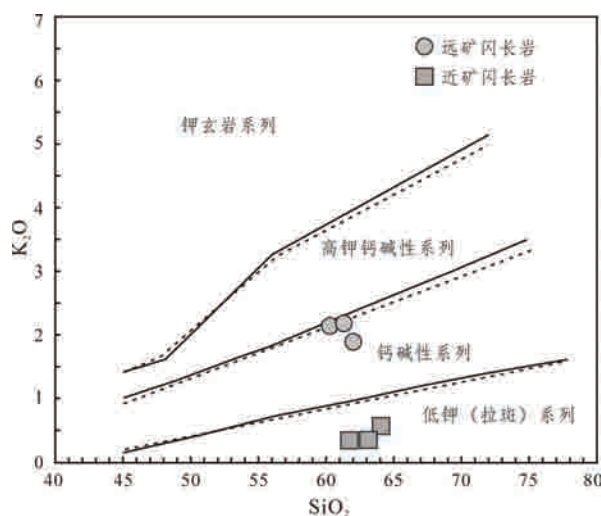


图 6 李屯岩体闪长岩 K₂O—SiO₂ 图

(实线据 Peccerillo and Taylor,1976^[21];虚线据 Middlemost, 1985^[22])

3 岩体与成矿关系探讨

3.1 岩体形成演化

李屯岩体位于齐广断裂东南侧,齐广断裂为一条自中生代以来长期活动的基底深大断裂^[23]。根据王玉往对李屯岩体锆石(LA-ICP-MS)测年结

果表明,闪长岩锆石年龄为 (130.0 ± 2.3) Ma,其形成时代为早白垩世^①。

晚中生代,华北克拉通发生了明显的岩石圈减薄与克拉通破坏^[24]。早白垩世期间,华北克拉通东部地壳浅部以出现一系列伸展断层、伸展盆地及变质核杂岩为特征,表现为广泛的地壳伸展变形;在这一构造背景下,形成了NEE向的基底深大断裂——齐广断裂,深部岩浆沿齐广断裂上侵,经一系列结晶分异与同化混染,在齐广断裂东侧的奥陶纪及石炭—二叠纪地层拉张空间就位,形成了产状近E倾的李屯岩体。

李屯岩体位于齐广断裂(逆断层)的下盘,岩体形成后随着断裂构造的继续活动,下盘不断抬升,李屯岩体与侏罗—白垩系淄博群、二叠系石盒子群等同步抬升遭受剥蚀,其侵位较高的岩体东部已出露地表遭受剥蚀(图4),并延至新近纪。

至新生代新近纪,区内接受了新近纪沉积,其沉积岩性组合直接覆盖于石炭—二叠系和李屯岩体之上。

3.2 岩体与成矿关系

研究区内现阶段揭露富铁矿体主要赋存于岩体与石炭—二叠纪地层接触带部位,矿体赋存位置与形态受岩体控制明显,指示了岩体与富铁矿成矿的密切关系,这与鲁西地区淄博、莱芜等地矽卡岩型铁矿床特征相似^[14]。

闪长岩主量元素分析结果显示,近矿闪长岩(ZK1) TFe_2O_3 含量平均1.91%,远低于远矿闪长岩(ZK4) TFe_2O_3 平均含量5.24%,近矿闪长岩绿帘石化、绿泥石化及黄铁矿化等蚀变要明显强于远矿闪长岩,指示岩体形成后可能通过接触交代析出部分铁质参与了成矿。同时,不论是近矿闪长岩还是远矿闪长岩,其 TFe_2O_3 含量均低于国内闪长岩平均 TFe_2O_3 含量(7.71%),推测岩体母岩浆在上侵过程中出熔了部分富铁流体,导致岩体整体铁含量低于中国闪长岩平均含量;这一推断与金子梁^[13]在金岭铁矿研究认为从岩浆中出溶的流体是富铁的结果相吻合。综上推断,李屯岩体为该区富铁矿成矿提供了主要成矿物质来源。

4 结论

(1)李屯岩体整体平面形态呈不对称“马蹄”形,

分布面积约71 km²,总体产状E倾,垂向形态呈两端凸起中间凹陷的“驼峰”状,主要侵位于奥陶纪和石炭—二叠纪等地层内。

(2)李屯岩体以闪长岩类为主,岩性主要为角闪闪长岩、辉石闪长岩、石英闪长岩及辉长岩等;远矿闪长岩属钙碱性系列,为富钙、富镁、贫铁的过铝质岩石;近矿闪长岩因热液影响显示为低钾系列,为贫钾、富钙、贫铁、贫镁的过铝质岩石。

(3)李屯岩体形成于早白垩世,在华北克拉通岩石圈减薄与克拉通破坏构造背景下,深部岩浆沿齐广断裂上侵,在断裂东侧的奥陶纪及石炭—二叠纪等地层拉张空间就位,后经构造抬升、剥蚀,形成现分布格局。

(4)李屯岩体不仅控制了区内富铁矿体的产出,同时为富铁矿成矿提供了物质来源。

参考文献:

- [1] 张增奇,李英平,王怀洪,等.山东省齐河禹城地区发现大型富铁矿[J].山东国土资源,2016,32(5):94.
- [2] 朱裕振,周明磊,高志军,等.山东齐河—禹城地区矽卡岩型富铁矿的发现及其意义[J].地质通报,2018,37(5):938—944.
- [3] 宋学信.我国富铁矿床三十例(1976)[A]//中国地质科学院矿床地质研究所文集(18)[C].北京:中国地质学会,1986:2.
- [4] 赵一鸣.中国主要富铁矿床类型及地质特征[J].矿床地质,2013,32(4):686—705.
- [5] 翟裕生.矽卡岩矿床研究的若干问题[J].地质科技情报,1983(1):46—54.
- [6] Meinert, L.D. Skarns and skarn deposits. Geoscience, Canada, 1992,19:145—162.
- [7] Meinert, L.D., Dipple, G.M. and Nicolescu, S. World skarn deposits. Economic Geology 100th Anniversary Volume, 2005: 299—336.
- [8] 杜杨松,曹毅,张智宇,等.安徽沿江地区中生代原地和异地矽卡岩岩浆—热液成矿作用[J].地质学报,2011,85(5):699—711.
- [9] 李大鹏.新疆西天山阿吾拉勒铁带叠加成矿作用[D].北京:中国地质大学(北京),2012:100—124.
- [10] 陈艳,张招崇.矽卡岩型铁矿的铁质来源与迁移富集机理探讨[J].岩矿测试,2012,31(5):889—897.
- [11] 毛景文,段超,刘佳林,等.陆相火山—侵入岩有关的铁多金属矿成矿作用及矿床模型——以长江中下游为例[J].岩石学报,2012,28(1):1—14.
- [12] Xie G., Mao J., Zhao H., et al. Timing of skarn deposit for-

① 北京矿产地质研究院,山东省齐河—禹城地区接触交代型富铁矿综合信息找矿预测地质模型,2017年。

- mation of the Tonglushan ore district, southeastern Hubei Province, Middle - Lower Yangtze River Valley metallogenic belt and its implications. *Ore Geology Reviews*, 2011, 43 (1): 62-77.
- [13] 金子梁. 矽卡岩型富铁矿成因研究[D]. 北京: 中国地质大学(北京), 2017: 2-12.
- [14] 李洪奎, 郝兴中. 鲁西地区铁矿成矿规律研究[M]. 北京: 地质出版社, 2016: 12-127.
- [15] 郭延明, 郝兴中, 钟伟杰, 等. 地面高精度磁测在隐伏铁矿勘查中的应用——以山东省禹城市李屯地区铁矿为例[J]. 山东国土资源, 2017, 33(10): 52-56.
- [16] 陈晓曼, 王娟, 王继国, 等. 山东省齐河大张铁矿地质特征及找矿前景[J]. 山东国土资源, 2017, 33(12): 24-29.
- [17] 郝兴中, 杨毅恒, 刘伟. 山东潘店地区矽卡岩型铁矿地质特征及找矿意义[J]. 科学技术与工程, 2018, 18(20): 51-58.
- [18] 郝兴中, 刘伟, 臧凯, 等. 鲁西潘店地区矽卡岩型铁矿成矿规律初探[J]. 山东国土资源, 2018, 34(7): 27-33.
- [19] 郝兴中, 杨毅恒, 李英平, 等. 鲁西齐河地区铁矿控矿特征及找矿标志[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2019(4): 982-991.
- [20] 黎彤, 倪纪龙. 中国岩浆岩的平均化学成分[J]. 地质学报, 1963(3): 271-280.
- [21] Peccherillo R, Taylor S R. Geochemistry of eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, Northern Turkey[J]. *Contrib. Mineral Petrol.*, 1976, 58: 63-81.
- [22] Middlemost E A K. *Magma and Magmatic Rocks*[M]. London: Longman, 1985: 1-266.
- [23] 林松辉. 断裂及岩浆活动对幔源 CO₂ 气成藏的作用——以济阳坳陷为例[J]. 地球科学, 2005(4): 473-479.
- [24] 朱日祥. “华北克拉通破坏”重大研究计划结题综述[J]. 中国科学基金, 2018, 32(3): 282-290.

Paimary Study on Geological Characteristics of Litun Rock Mass in Qihe—Yucheng Rich Iron Ore Area in Shandong Province

SHEN Lijun, ZHU Yuzhen, GAO Zhijun

(Shandong Geological Planning and Investigation Institute of Coal Field, Shandong Jinan 250104, China)

Abstract: In recent years, great progress has been made in the exploration of skarn type iron ore in Qihe — Yucheng area in Shandong province. But the study on ore controlling rock mass is relatively weak. In this paper, basic geological characteristics, formation and evolution of rock mass and its relationship with mineralization have been studied for the first time. It is showed that the plane shape of Litun rock body is asymmetric "horseshoe" shape with the trend of E, and the vertical shape is "Hump" shape, which intrudes into the Ordovician and Carboniferous — Permian strata. The lithology is mainly hornblende, pyroxene diorite, quartz diorite and gabbro. The distant ore diorite belongs to calc alkaline series, which is a peraluminous rock rich in calcium, magnesium and iron. The near ore diorite is a low K series, which is poor in potassium, calcium, iron and magnesium due to the influence of hydrothermal solution. The formation time is early Cretaceous. Under the background of lithospheric thinning and cratonic destruction of North China Craton, the deep magma intrudes along the qiguang fault, and is in place in the Ordovician and Carboniferous — Permian strata in the east of the fault. After tectonic uplift and denudation, the present distribution pattern is formed. The rock mass not only controls the occurrence of iron rich ore bodies, but also provides the source for ore-forming materials.

Key words: Rich iron deposit; skarn; Litun rock mass; Qihe—Yucheng area; Shandong province