

文章编号:1000-0550(2014)05-0832-08

# 南非 Postmasburg 锰矿田白云岩的控矿作用

常洪伦 孔繁辉 宋晓东 赵晋 李建锋 杜俊 王聪颖

(华北有色工程勘察院有限公司 石家庄 050021)

**摘要** Bishop、Paling 两个矿区位于南非 Postmasburg 锰矿田的西矿带上,这一地区发育了典型的沉积—变质型矿床。在岩性序列中识别出了 6 个岩性单元,自下而上分别为:白云岩单元、铁锰矿体单元、铁质细砂岩/铁质砾岩单元、泥质粉砂岩单元、石英岩单元和页岩单元,其中白云岩单元构成了矿床发育的基底。白云岩有两种类型,分别为富锰白云岩及上覆的藻白云岩,它们是岩溶系统形成的基础。岩溶系统中的大量溶坑是沉积序列的主要赋存空间。原生矿体的形态、规模和发育位置均受溶坑的控制,侧向延伸不连续。锰土是富锰白云岩的风化残余物,被矿体底部的富锰矿石不整合覆盖。侧部的富铁矿石则直接覆盖在藻白云岩之上。堆积型矿体多分布于白云岩斜坡的边缘。将矿田的发育过程划分为三个时期,其中第一时期形成的 N—S 向溶蚀洼地为铁、锰的赋存奠定了基础;第三时期岩溶作用再次发生,原生矿体侧部坍塌,矿石在斜坡上富集形成堆积型矿体。

**关键词** 南非 锰矿田 白云岩 控矿 沉积序列

**第一作者简介** 常洪伦 男 1984 年出生 博士 工程师 固体矿产勘查及地质成矿研究 E-mail: changhonglun@126.com

**中图分类号** P618.32 P588.24<sup>+</sup>5 **文献标识码** A

## 0 引言

南非是世界上锰矿储量最多的国家,蕴藏的锰矿储量可以达到全球高品位锰矿总量的 80% 以上<sup>[1,2]</sup>,这些锰矿主要发育于著名的 Kalahari-Postmasburg 成矿带上。其中,Postmasburg 锰矿田因其独特的矿床类型和成矿机制而闻名。20 世纪以来,随着全球锰矿需求量的增加,掀起了一股对锰矿床开发的热潮,Postmasburg 锰矿田也因此成为全球锰矿开发的热点区域。但由于对矿床的控矿因素、矿床发育特征认识不够深刻,造成了大量的物力、财力等方面的损失。本文依托于 Postmasburg 锰矿田内 Bishop、Paling 两处矿权区的锰矿普查项目,从探索成因的角度,以基底白云岩为重点研究对象,重新认识白云岩岩溶系统,了解其对矿床的控制作用,进而深化对矿田发育与演化过程的理解,为该地区的地质找矿提供理论指导。

## 1 研究区概况

Postmasburg 锰矿田位于南非北开普省东北部,北起 Sishen,南至 Postmasburg。北部与 Kalahari 锰矿田毗邻,成为仅次于 Kalahari 锰矿田的全球第二大锰矿田<sup>[3]</sup>。矿田内部有东矿带、西矿带和混合带三条

矿带(图 1),其中 Bishop、Paling 两个矿区位于西矿带上。

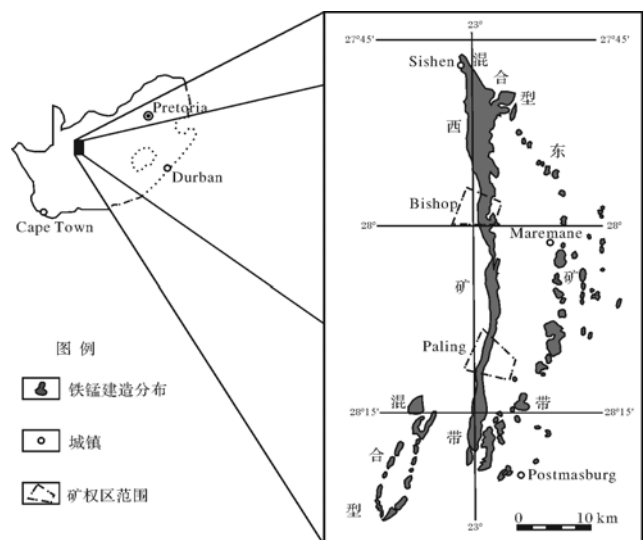


图 1 Postmasburg 锰矿田位置及矿带分布

(据 Leisen, 1987, 修改)<sup>[4]</sup>

Fig.1 Location of Postmasburg manganese field

(modified from Leisen, 1987)

东矿带形成较早,以矿体中富含硅质角砾岩为特征;西矿带较为年轻,发育了较为完整的沉积序列;混

合带兼具前二者的特征。三个矿带的矿石在化学组成、矿物组成以及地质背景上均存在差异。虽然发育于不同的区带上,但矿体普遍较小,形状、规模和地层均不规则,矿体的空间分布受白云岩溶蚀形态的制约。

## 2 区域地质背景

Postmasburg 锰矿田的形成与该地区前寒武纪的地质构造有关,这一构造被称为 Maremane 背斜隆起,它由 Campbellrand 亚群的白云岩和 Transvaal 超群 Ghaap 群 Asbestos 山亚群的铁质建造组成(2.15 ~ 2.64 Ga)<sup>[5]</sup>。Postmasburg 锰矿田位于 Maremane 背斜隆起之上,处于 Kaapvaal 克拉通西边缘以内,围岩是元古代前沉积的 Transvaal 超群。区内东部地层呈弧状分布,它们在不同的部位分别向北、东或南倾斜(图2),倾角小于 10°<sup>[6]</sup>。由于 Transvaal 超群被平缓的晚元古代 Olifantshoek 群 Gamagara 组的红层不整合覆盖,因此该隆起仅有东半部分暴露出来。在西部,Transvaal 超群的更老岩石,包括 Koegas 铁质建造、Makganyene 陆源混积岩和 Ongeluk 安山质熔岩,它们被南北向发育的 Black Ridge 逆冲断层推覆到 Gamagara 组之上,沿着推覆方向产生的位移自西向东至少达到了 35 km<sup>[7]</sup>。

Gamagara 山脊中央部位为 Gamagara 组基部的西带富铁锰矿体,此处的沉积序列不整合覆盖在 Reivilo 组的富锰白云岩之上。Gamagara 组的铝质页岩或褐铁矿砾岩整合于铁质锰矿石之上,这些铁质锰矿石被限于 Campbellrand 白云岩的溶蚀洼地中。砾岩和页岩在冲积的洪泛平原环境下沉积下来。铝质页岩由叶腊石化的水铝石和高岭石组成,其中含有含量不同的褐铁矿和少量的伊利石、金红石。

Maremane 隆起以上的地层较为复杂。在元古代早期(2.432±0.031 Ga),Maremane 地区被抬升到海平面以上遭受侵蚀。Campbellrand 亚群的白云岩发生了强溶岩作用,溶蚀构造出现。Maremane 隆起的北部、东部和南部继续遭受侵蚀,一直持续到 Koegas 期。此后,东部的铁锰建造开始沉积,而西部的白云岩继续被暴露侵蚀,铁锰建造沉积缺失,沉积作用始于其后期的 Gamagara 页岩组。整个 Maremane 区被 Postmasburg 群的碎屑岩所覆盖,在含矿区内至少叠加了两个构造期。

## 3 矿田地层序列

Postmasburg 锰矿田的地层序列一直是众多学者

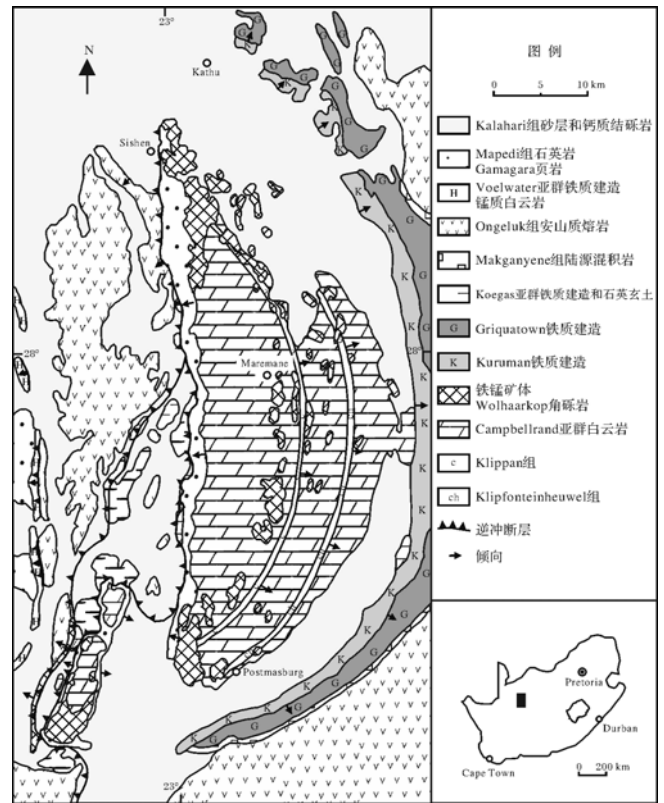


图2 Postmasburg 锰矿田区域地质图

Fig.2 Regional geology of Postmasburg manganese field

长期争论的问题<sup>[8-10]</sup>。南非地层委员会在 1980 统一了该地区的地质序列,形成了南非地质调查官方认可的版本。该地层序列如表 1 所示<sup>[11]</sup>。

表 1 Postmasburg 锰矿田地层序列

Table 1 Stratigraphic sequence of Postmasburg manganese field

序列	群	组	段
Griqualand West	Postmasburg	Makganyene 混杂陆缘沉积岩	Hartebeenshoek
			Bolham
			Magoloring
	Griquatown	Gamagara 页岩	Paling
			Marthaspoort
	Campbellrand	Ghaap Plateau 白云岩	Sishen
			Kwakwas
			Middelwater
	Griqualand West	Koegas 碧玉铁质岩	Danielskuil
			Kuruman
Asbestos 山 条带状铁质岩			
Griqualand West	Ghaap Plateau 白云岩	Lime Acres	
		Farifield	
Griqualand West	Ghaap Plateau 白云岩	Ulco	

根据在 Bishop、Paling 两处矿权区的施工钻探结果,结合地层出露情况和前人研究成果,将矿区内的地层划分为以下几个岩性单元(图3),岩性特征简述

如下:

……………(未见顶)……………

(1) Paling 页岩单元:红褐色、紫红色页岩,夹有黄绿色泥质粉砂岩、细砂岩薄层。厚度>3 m。

(2) 石英岩、Gamagara 页岩单元:紫红色、肉红色、白色中粗粒石英岩夹有黄绿色、紫红色页岩。厚度 10~15 m。

(3) 泥质粉砂岩单元:灰白色、浅绿色、浅灰绿色泥质粉砂岩,夹有斑点状含铁石英粉砂岩、红褐色含铁锰黏土岩、斑点状绿帘绢云母板岩的薄层或透镜体。厚度 8~12 m。

(4) 铁质细砂岩/铁质砾岩单元:红棕色、红褐色铁质细砂岩,含红褐色泥质粉砂岩夹层或透镜体。厚度 1.5~3 m;或为红棕色至黑褐色铁质砾岩,含红褐色碎屑状硅质铁锰矿石角砾或球粒状铁质细砂砾屑。厚度 2~4 m。

(5) 铁锰矿体单元:钢灰色、黑色锰矿石,主要金属矿物为方铁锰矿、褐锰矿和硬锰矿。厚度 3~15 m。

……………不整合……………

(6) 白云岩单元:灰黄色、浅黄绿色藻白云岩和灰色、浅灰绿色、灰黑色富锰白云岩。厚度>20 m。

……………(未见底)……………

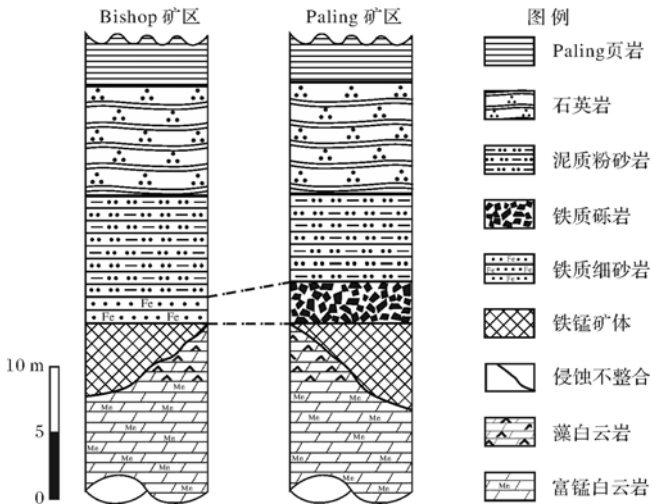


图 3 Postmasburg 锰矿田的岩性序列

Fig.3 Lithology sequence of Postmasburg manganese field

### 4 白云岩的控矿作用

研究区内白云岩出露广泛,遍布整个矿田中部地区,三条矿带均发育于白云岩基底之上。此外,原生矿破碎后形成的富锰矿石,也经过搬运、堆积后在白云岩的溶蚀洼陷内聚集成矿。因此,Postmasburg 锰

矿田的矿体分布受到白云岩的控制作用。

#### 4.1 白云岩岩溶系统

根据研究区内的白云岩出露特征,可识别出两种类型的白云岩,分别是富锰白云岩及上覆的藻白云岩,它们都是 Postmasburg 锰矿田早元古代白云岩岩溶系统的重要元素。

##### 4.1.1 富锰白云岩

该类型白云岩构成了岩溶系统的主体部分。其典型特征是成层性良好,出露原岩均可见清晰层理(图 4a)。原生岩石呈泥晶—细晶结构,具显微层理,生物残体很少或无。矿物成分主要是白云石,含量约 85%~90%;其次为铁锰质不透明矿物,含量 10%~15%;石英少量。白云石多呈 0.05~0.3 mm 的他形粒状镶嵌在一起。铁锰质不透明矿物分布不均匀,相对集中成团出现或沿裂隙、白云石粒间充填。石英细粒集合体呈团块状分散在岩石中。不透明矿物硬度低,染手,可能以软锰矿为主。Beukes 测得其中锰的含量至少达到了 2%~3%,因此属于富锰白云岩的范畴<sup>[12]</sup>。

富锰白云岩遭受岩溶作用后,岩石中的锰质不溶物在岩溶系统中化学沉淀,形成锰土或锰质软泥<sup>[13~16]</sup>。锰土多覆盖或包裹在富锰白云岩的表面,多呈不规则形态,有时保留了白云岩的层状外形特征(图 4b)。研究区内常见锰土夹于白云岩和铁锰矿体之间,由此可知,沉积序列形成于白云岩遭受溶蚀之后,铁锰矿体和白云岩之间为不整合接触关系。

##### 4.1.2 藻白云岩

原生岩石多呈他形粒状结构、中—细晶结构,纹层状构造。岩石的矿物成分单一,主要是白云石,含量>95%,少量铁质等不透明矿物分散在白云石中。白云石多数呈他形粒状,局部呈齿形粒状。结晶粗细不均匀,粒径 0.02~0.1 mm,粗细相间排列形成上述构造。

藻白云岩发育于富锰白云岩之上,通常被一层厚约 30~40 cm 的紫红色页层分隔开(图 4c),这代表出现了深海—浅海的环境变化过程,其间夹有短期的静水环境。内部藻类生物体含量较高,常呈叠层状或波纹状结构,环状藻纹层十分发育(图 4d),据此推测其形成于高盐度的潮坪或潟湖环境中。锰质含量极低,未见溶蚀残余物覆盖。藻白云岩比富锰白云岩更易遭受溶蚀,多形成“石林”状岩貌。与富锰白云岩相比,藻白云岩的另一特点是可与铁锰矿体直接接触,常见残留原生铁锰矿块附于藻白云岩之上(图 4e, f)。但这并不能说明它们为整合关系,因为矿体是在

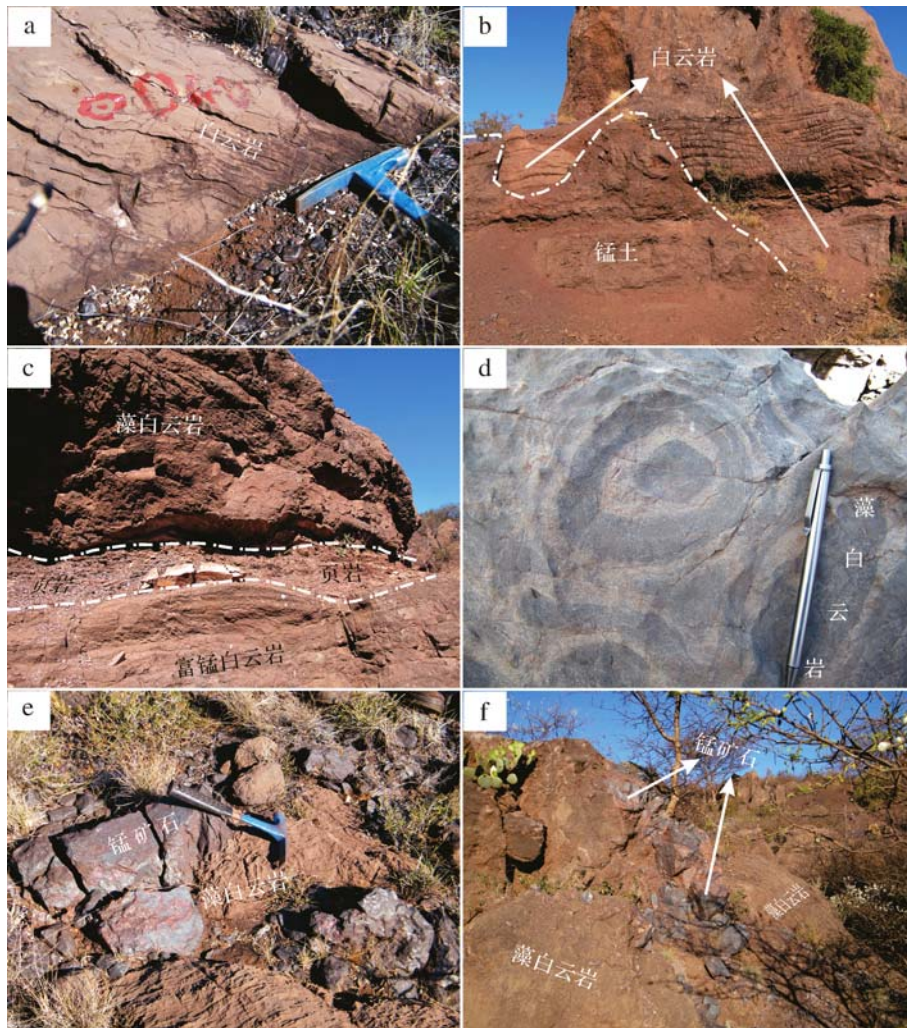


图 4 白云岩特征及层位

a.富锰白云岩的层状构造;b.锰土的外形特征;c.藻白云岩、页岩和富锰白云岩的位置关系;d.藻白云岩中的藻类生物体;e~f.富锰白云岩与原生矿体的接触关系。

Fig.4 Characters and position of dolomite rock

a.bedded structure of Mn-rich dolomite; b.the morphology of wad; c.position relations between algal dolomite, shale and Mn-rich dolomite; d.algae organisms in algal dolomite; e~f.contact of Mn-rich dolomite and origin ores.

白云岩遭受溶蚀后形成,二者之间存在一个长期的沉积间断。

### 4.2 白云岩控矿机制

Ghaap 台地白云岩是研究区岩溶系统形成的基础,沉积序列中铁锰矿体的发育受到白云岩溶坑的严格控制,堆积型锰矿体的分布、规模、形态也取决于白云岩溶蚀的强度、位置等条件。白云岩的控矿作用主要表现为以下两方面:

#### (1) 对原生矿体的控制

岩溶系统形成后,岩溶构造发育并不规则,出现一系列规模、形态、位置、方向均不相同的溶洞、溶沟等。此后,随着岩溶系统的进一步发育,溶洞坍塌,台

地表面形成大量的溶坑和溶蚀洼地。海侵后,沉积序列开始,首先是铁、锰的沉积。锰为“迁移性”元素,而铁为惰性元素,由于这一性质差异,使得锰的沉积深度比铁要深<sup>[17,18]</sup>。因此,在溶坑的底部,锰含量比铁高,而在侧部,铁比锰高。溶坑的形态不规则,造成铁锰建造体的厚度不均,呈中部厚、边部薄、底部不平的盘状。随着沉积作用的继续进行,基底不断抬升,沉积环境更适宜于铁质,而沉积物中锰质含量则逐渐降低。因此,在形成的铁锰建造中,底部、中央部位富锰,上部、边缘部位富铁,并且锰的品位向上、向外降低,铁则提高,铁、锰的总体品位基本稳定在 60%左右。矿体底部矿石以褐锰矿为主,而侧部和顶部的矿



石则由于富铁,以方铁锰矿为主。铁质细砂岩或铁质砾岩沉积层的形成,标志着铁锰建造过程的结束,此后是粉砂岩单元的沉积。

岩溶系统中,富锰白云岩遭受溶蚀后形成的锰质软泥或锰土多沉积在溶坑的底部,边部层位较高的藻白云岩则被沉积序列直接覆盖。因此,在地层序列中,锰土代表了侵蚀不整合面,藻白云岩与沉积序列各岩性单元的接触不能表明是整合关系。由此可见,矿体厚度较大处,出现锰土或富锰白云岩即可认为是底板;薄的铁质细砂岩层覆盖于藻白云岩之上,或是富铁、贫锰的矿体与藻白云岩直接接触,则可认为是矿体侧向延伸的终止(图5a)。

### (2) 对堆积型矿体的控制

堆积型矿体多发育于白云岩溶蚀严重的溶沟中,其规模取决于溶沟的形态和深度。堆积型矿体形成于原生矿体崩解破碎之后,白云岩再次形成了岩溶系统,对破碎锰矿石的搬运和堆积起到了控制作用。原有白云岩溶坑侧壁由藻白云岩组成,易于溶蚀。随着溶蚀作用的进行,侧壁坍塌,溶坑中的沉积序列因受到上部岩层的保护而保存下来。近矿端溶蚀作用较弱,白云岩保留了较高的层位;而斜坡边缘则由于强烈的冲蚀和溶蚀,形成了溶沟十分发育的岩溶地貌和良好的接纳空间。原生矿体边部破碎后,在溶蚀斜坡上堆积,近矿源端形成了大粒径、薄堆积的矿层;白云岩溶蚀斜坡边缘的复杂地形有利于形成圆粒、中等粒度、厚度大的堆积型矿体;远矿源端则因矿石长距离搬运,普遍粒径较小,被白云岩的溶解物重新胶结、压实后形成薄层的钙质砾岩。因此,无论是近矿源端,还是远矿源端的堆积型锰矿体矿石量均不大,具有一定规模的堆积型锰矿多见于斜坡边缘(图5b)。

## 5 矿田发育与演化模型

Postmasburg 锰矿田的形成不是偶然的,而是受多个因素的综合影响,如矿质供给、沉积速率、氧化环境等,但白云岩岩溶系统无疑是矿体形成的最基础条件<sup>[19-22]</sup>,两次岩溶作用分别为沉积型锰矿和堆积型锰矿的形成提供了良好的成矿环境。根据 Postmasburg 锰矿田的岩性序列特征以及前人的认识,可将矿田的发育过程划分为以下三个时期。

### (1) 基底溶蚀期

早 Gamagara 期, Ghaap 的白云岩台地在 Maremane 隆起的作用下抬升至海平面以上并接受侵蚀,形成一套完整的白云岩岩溶系统,它导致岩溶主要沿着

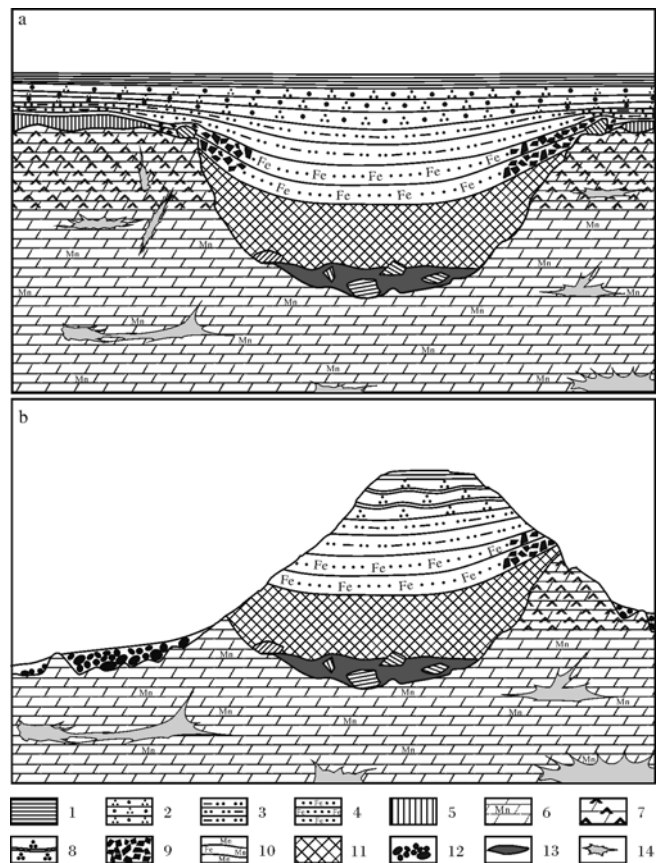


图5 白云岩对矿体的控制作用示意图

a.白云岩对原生矿体的控制;b.白云岩对堆积型矿体的控制

1.页岩;2.石英砂岩;3.泥质粉砂岩;4.铁质细砂岩;5.表土和红土;6.富锰白云岩;7.藻白云岩;8.石英岩;9.铁质砾岩;10.铁—锰沉积层;11.铁—锰矿体;12.堆积型锰矿;13.锰土和锰质软泥;14.溶洞

Fig.5 Schematic presentation of dolomite control on orebody  
a. Dolomite control on original orebody; b. Dolomite control on cumulate orebody

1. shale; 2. sandstone; 3. pelitic siltstone; 4. ferruginous fine sandstone; 5. attestation and laterite; 6. Mn-rich dolomite; 7. agal dolomite; 8. quartz; 9. ferruginous conglomerate; 10. iron-manganese sedimentary layer; 11. iron-manganese orebody; 12. cumulate orebody; 13. wad and manganiferous mud; 14. cave

10°、50°和150°的方向发育<sup>[23]</sup>。在西部,白云岩被暴露侵蚀的时间较长,一直向下深入到较老的 Ulco 段<sup>[13]</sup>。随着岩溶作用的不断进行,台地表面出现大规模的溶蚀构造,溶洞、溶沟等十分发育。富锰白云岩遭受溶蚀后,锰质的溶蚀残余物被水流搬运到溶蚀构造的底部沉积富集,形成锰质软泥。此后,溶洞顶板和溶沟侧壁坍塌,出现一系列溶坑或溶蚀洼地。这些溶坑或溶蚀洼地沿着 Maremane 隆起的轴向方向排列<sup>[24,25]</sup>,分布在 Maremane 隆起的东、西两侧(图6a)。

(2) 序列沉积期

至 Gamagara 期,出现大规模的 Transvaal 海侵<sup>[24]</sup>。海平面上升至 Maremane 隆起以上,研究区处于浅海海盆环境中,开始接受沉积序列的覆盖,其中白云岩溶坑或溶蚀洼地成为沉积物主要的接纳空间。水体中的铁、锰质有多个来源,主要有火山物质、陆缘碎屑、岩浆和热液物质以及深海锰质等<sup>[17]</sup>。这些锰质源以不同的方式向浅海海盆中运移并逐渐富集,形成富含铁、锰胶体的水体。至古元古代成铁纪,全球出现了大氧化事件,尤其在非洲大陆更为明显,导致铁、锰的胶体受氧化而沉积。由于铁、锰沉积性质的差异,沉积序列中出现了沉积分异:锰质多富集于溶坑的底部和中央,而铁质则富集于较浅的外缘。这些沉积物在隆起的东部形成较早,在西部形成较晚<sup>[13]</sup>。随着沉积作用的进行,相继建造了铁锰矿体单元、铁质细砂岩单元/铁质砾岩单元、泥质粉砂岩单元、石英砂岩单元。最后, Gamagara 页岩单元的形成标志着沉积序列的结束(图 6b)。在各个单元建造期间,总体的沉积环境保持稳定,中间穿插小型的环境波动,因此,各个沉积单元内往往含有泥质细砂岩或粉砂岩的夹层。

(3) 塌陷堆积期

Gamagara 期后,研究区再次被抬升至海平面以上。在厚层沉积序列的压实作用下,成矿物质重新结晶,形成了以褐锰矿、方铁锰矿、硬锰矿等为主的金属矿物。多个期次的断裂作用使研究区的原有地层遭到破坏,出现规模各异的小型断块。同时,白云岩基底再次形成岩溶系统。溶洞继续发育并坍塌,薄层的沉积序列因溶洞坍塌而消失,原有溶坑中的厚层沉积序列因受到顶部 Marthaspoort 石英岩的保护而保存下来<sup>[26]</sup>,形成了现在的 Gamagara 低山脊。侧部崩塌的原生矿体经过破碎、搬运,在白云岩斜坡上堆积聚集。其中,斜坡边缘的小型溶坑或溶沟十分发育,矿石填充压实后,形成了现在的堆积型矿体(图 6c)。

6 结论

Postmasburg 锰矿田作为沉积受变质型锰矿田的代表,其沉积序列的发育受到白云岩基底的严格控制,次生堆积型锰矿体的分布、规模也与白云岩的岩溶系统密切相关。通过上述对白云岩控矿机制的分析和对研究区发育与演变的探讨,可以将 Postmasburg 锰矿田内白云岩的控矿作用归纳为以下几点:

(1) 白云岩构成了矿体的底板,但二者为不整合接触关系,中间包含了相当长的岩溶侵蚀期,在地层序列上没有必然的联系。

(2) 白云岩溶蚀构造以 N—S 向分布为主,因此矿带 N—S 向延伸,矿体在 W—E 方向上的连续性较差,从溶坑中部向两侧厚度逐渐变薄,以至尖灭。

(3) 藻白云岩整合覆盖于富锰白云岩之上,锰土作为富锰白云岩的溶蚀残余物代表了矿体的底部界线,而藻白云岩代表了矿体的侧部围岩,工程施工中取得的这些标志有助于为矿体的三维建模提供边界数据,降低资源量估算误差。

(4) 与富锰白云岩或锰土接触的矿体矿石,通常富锰,以褐锰矿为主;与藻白云岩接触的矿石,则由于铁质含量较高,以方铁锰矿为主。在锰、铁品位方面,底部矿石富锰贫铁,顶部、侧部矿石铁、锰相当,但锰、铁的总品位基本一致。

(5) 堆积型锰矿体形成于白云岩第二次遭受侵蚀之后,矿石来源于原生锰矿体。近源端或远源端由于不利于矿石的堆积而难以成矿,白云岩斜坡边缘的溶蚀空间较大,因而成为堆积型锰矿体的主要分布部位。

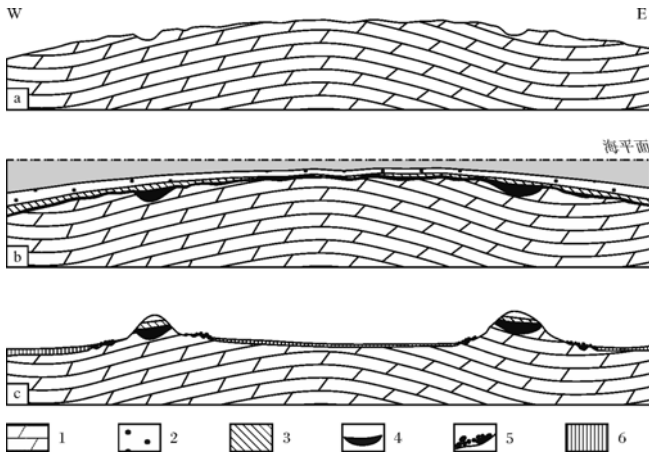


图 6 Postmasburg 锰矿田发育与演化示意图

- a. 基底溶蚀期; b. 序列沉积期; c. 塌陷堆积期
- 1. 白云岩单元; 2. Paling 页岩单元和石英砂岩单元; 3. 泥质粉砂岩单元和铁质细砂岩/铁质砾岩单元; 4. 铁锰矿体单元; 5. 堆积型矿体; 6. 表土和红土

Fig.6 Schematic presentation for development and evolution of Postmasburg manganese field

- a. base erosion period; b. sequence deposit period; c. collapse and cumulate period
- 1. dolomite unit; 2. paling shale unit and sandstone unit; 3. pelitic siltstone unit and ferruginous fine sandstone / ferruginous conglomerate unit; 4. iron-manganese orebody unit; 5. cumulate orebody; 6. attersion and laterite

## 参考文献(References)

- 1 鲍荣华,于艳蕊. 2010年南非矿产资源及其开发利用[J]. 国土资源情报, 2011(11): 20-25 [ Bao Ronghua, Yu Yanrui. Mineral resources and the exploration and utilization in South Africa, 2010[J]. Land and Resources Information, 2011(11): 20-25]
- 2 董晓方. 南非矿产资源开发与利用[J]. 现代矿业, 2012(7): 1-6 [ Dong Xiaofang. Exploration and utilization of mineral resources in South Africa[J]. Modern Mining, 2012(7): 1-6]
- 3 《矿产资源综合利用手册》编辑委员会. 矿产资源综合利用手册[M]. 北京:科学出版社, 2000: 252 [ Editorial Committee of "Handbook of comprehensive utilization of mineral resources". Handbook of Comprehensive Utilization of Mineral Resources[M]. Beijing: Science Press, 2000: 252]
- 4 Beukes N J. The transval sequence in Griqualand West[C]//Anhaeusser C R, Maske S. Mineral Deposits of Southern Africa. Johannesburg: The Geological Society of South Africa, 1986: 818-828
- 5 Dowding C E, Fey M V. Morphological, chemical and mineralogical properties of some manganese-rich oxisols derived from dolomite in Mpumalanga province, South Africa[J]. Geoderma, 2007, 141(1/2): 23-33
- 6 De Villiers J E. The manganese deposits of Griqualand West, South Africa; Some mineralogic aspects[J]. Economic Geology, 1983, 78(6): 1108-1118
- 7 Grobbelaar W S, Beukes N J. The Bishop and Glosam manganese mines and Beeshoek iron ore mine of the Postmasburg area[C]//Anhaeusser C R, Maske S. Mineral deposits of Southern Africa. Johannesburg: The Geological Society of South Africa, 1986: 957-961
- 8 Altermann W, Hillbich L W. Structural history of the southwestern corner of the Kaapvaal Craton and the adjacent Namaqua realm[J]. Precambrian Research, 1991, 52(1/2): 133-166
- 9 Beukes N J, Dorland H, Gutzmer J, *et al.* Tropical laterites, life on land, and the history of atmospheric oxygen in the Paleoproterozoic[J]. Geology, 2002, 30(6): 491-494
- 10 Van Schalkwyk J F, Beukes N J. The Sishen iron ore deposit, griqualand West[C]//Anhaeusser C R, Maske S. Mineral deposits of Southern Africa. Johannesburg: The Geological Society of South Africa, 1986: 931-956
- 11 SACS (South African Committee for Stratigraphy). Stratigraphy of South Africa, Handbook 8, Part 1 of the Department of Mineral and Energy Affairs[M]. Pretoria: Government Printer, 1980: 690
- 12 Beukes N J, Smit C A. New evidence for thrust faulting in Griqualand West, South Africa; implications for stratigraphy and the age of red beds[J]. South African Journal of Geology, 1987, 90(4): 378-394
- 13 Plehwe-leisen E V, Klemm D D. Geology and ore genesis of the manganese ore deposits of the Postmasburg manganese-field, South Africa[J]. Mineralium. Depoista, 1995, 30(3/4): 257-267
- 14 Schneiderhöhn H. Mineralbestand und Gefüge der Manganerze von Postmasburg, Griqualand West, Südafrika[J]. Neues Jahrb. Mineral., Beilagen Band, 1931, 64A: 701-726
- 15 Gutzmer J, Beukes N J. Mineralogy and mineral chemistry of oxide-facies manganese ores of the Postmasburg manganese field, South Africa[J]. Mineralogical Magazine, 1997, 61(2): 213-231
- 16 DeVilliers J E. On the origin of the Griqualand West manganese and iron deposits[J]. South African Journal of Science, 1992, 88: 12-25
- 17 Kuleshov V N. Manganese Deposits: Communication 1. Genetic Models of Manganese Ore Formation[J]. Lithology and Mineral Resources, 2011, 46(5): 473-493
- 18 Gutzmer J, Beukes N J, Yeh H W. Fault controlled metasomatic alteration of Early Proterozoic sedimentary manganese ores at Mamatwan Mine, Kalahari Manganese Field, South Africa[J]. South African Journal of Geology, 1997, 100(1): 53-71
- 19 Gutzmer J. Genesis and alteration of the Kalahari and Postmasburg manganese deposits, Griqualand West, South Africa[D]. Johannesburg: RAU, 1996
- 20 Nicholson K. Contrasting mineralogical-geochemical signatures of manganese oxides: Guides to metallogenesis[J]. Economic Geology, 1992, 87(5): 1253-1264
- 21 DeVilliers J E. The manganese deposits of the Union of South Africa[C]. International Geological Congress, 20th, Mexico City, Symposium del Manganese, 1956
- 22 Bardossy G. Karst bauxites, bauxite deposits on carbonate rocks[C]. Amsterdam: Elsevier, 1982: 441
- 23 Leisen H. Geologisch-tektonische Kartierung der Griqualand West and Olifantshoek Sequenzen in der N/Srdlichen Kapprovinz, Südafrika, auf der Grundlage von Landsat-Mss-Daten und terrestrisch-photogrammetrischen Aufnahmen[D]. Ludwig-Maximilian-University, München, 1987, 118
- 24 James N P, Choquette P W. Paleokarst[M]. New York: Springer Verlag, 1988: 416
- 25 Kupferbfriger W, Boardman L G, Bosch P R. New considerations concerning the manganese ore deposits in the Postmasburg and Kuruman areas, Northern Cape Province, Union of South Africa[C]. International Geological Congress, 20th, Mexico City, Symposium del Manganese, 1956
- 26 Du Toit A L. The manganese deposits of Postmasburg, South Africa[J]. Economic Geology, 1933, 28(2): 95-122

## Dolostone Controls in Postmasburg Manganese Field, South Africa

CHANG Hong-lun KONG Fan-hui SONG Xiao-dong ZHAO Jin

LI Jian-feng DU Jun WANG Cong-ying

(North China Engineering Investigation Institute, Shijiazhuang 050021)

**Abstract:** Bishop and Paling mining areas are located in the western belt of Postmasburg Manganese Field, South Africa, in which typical metamorphosed sedimentary deposits developed. Six lithology units are identified for the lithology sequence, they are dolomite unit, iron-manganese mineralization unit, ferruginous fine sandstone / ferruginous conglomerate unit, pelitic siltstone unit, quartzite unit and shale unit from bottom to top, respectively, among which dolomite unit constitutes the base for ore body. There are two types of dolostone. They are Mn-rich dolostone and algal dolostone overlying, and both of them contribute to the karst system. Mass of sinkholes in the karst system provide the main space for the occurrence of depositional sequence. The morphology, size and locality of the original ore are restricted by the sinkholes, resulting in discontinuous lateral continuity. The wad is the weathering residue of the Mn-rich dolomite, and it is overlaid unconformably by Mn-rich ores at bottom of the orebody, while the lateral part of the orebody is underlied directly by algal dolomite. Cummulate orebody excessively distributes at the edge of the dolomite slope. The whole development of the manganese field can be divided into three stages. The corroded depression in N-S direction formed during the first stage lays a foundation for the iron and manganese sediment. During the third stage, karstification happens again, resulting in side collapse of original ore, which accumulated on the slope, and finally the cumulate orebodies were formed.

**Key words:** South Africa; Manganese Filed; dolostone; ore-controlling; depositional sequence