

大别山南部宿松磷矿含磷地层的时代归属 与变形特征及其构造评价

侯明金^{1,2}, 汤加富³, 高天山⁴

(1. 合肥工业大学 资源与环境工程学院, 安徽 合肥 230009; 2. 安徽省地质调查院, 安徽 合肥 230001;
3. 安徽省区域地质调查所, 安徽 合肥 230011; 4. 中国科学技术大学 地球和空间科学学院, 安徽 合肥 230022)

摘要: 根据对大别山南部宿松磷矿含磷地层的区域分布、地层序列、时代归属、构造变形的系统研究, 提出磷矿层属震旦系的新认识。含磷岩系经受了两次强烈的变形改造, 原始层理经过了强烈改造, 宿松磷矿构成总体包络面呈北西西走向、向南倾斜的褶皱化单斜。矿层的多层化、尖灭复合和加厚现象等主要受构造的控制, 而非完全受古地形的控制。用褶皱的观点对原先勘探剖面中的磷矿体进行了重新圈连, 籍以指导磷矿的调查、评价和开采。最后对磷矿分布的古地理特征进行了讨论, 并从构造的观点对磷矿进行了评价。

关键词: 宿松磷矿; 震旦纪; 变形特征; 构造评价; 大别山南部

中图分类号: P619.21

文献标识码: A

文章编号: 1000-8527(2004)03-0321-10

1 概 述

安徽宿松磷矿于 20 世纪 50 年代初被发现至今已有半个世纪, 它与湖北黄麦岭磷矿、江苏海州磷矿均属中国元古宙沉积变质磷矿。宿松含磷地层在安徽省境内呈北西向分布于宿松县北南冲至皖鄂交界处的高尖一带, 长约 23 km, 向北西延伸至湖北省蕲春县一带, 向东南渐转成近东西向—北东向, 并为郯庐断裂带所截断(图 1), 处于桐柏—大别造山带的南缘, 属鄂皖苏变质磷矿带的中间部位。1955 年, 华东地质局 326 地质队¹将含磷变质岩系称“宿松含磷结晶片岩系”。徐嘉炜^[1]改称“宿松群”。安徽省地质矿产局 311 地质队^④1982 年在梓树坞一带含磷岩系底部发现了变质砾岩, 并确定与其下部的大别群为不整合接触, 将宿松群自下而上划分为大新屋组、柳坪组、虎

踏石组、蒲河组, 并被广泛引用^[2]。

2 含磷地层层序

通过对原宿松群的系统调查和深入解剖^④, 认为原宿松群可解体为两个部分: 由变沉积岩与变基性—酸性火山岩组成的含磷地层称宿松岩群^[3]; 由变形变质花岗岩为主的侵入岩类可称蒲河片麻岩套。笔者等^[4-6]运用构造地层学的理论和方法, 通过详细的构造填图和标志层的走向追索, 查明含磷地层为经受早期强韧性剪切变形改造(不同尺度的紧闭层内褶皱、连续劈理带及早期粘滞性石香肠与矿物线理等)的岩片, 并被其中大量出现的构造滑断、韧性剪切面(含假砾构造岩、构造片岩等)所分割, 组成总体有序、局部无序的构造地层层序, 且显示由两期变形叠加改造的、总体向南倾斜的单斜构造, 其地层层序也总体显

收稿日期: 2003-10-14; 改回日期: 2004-05-25; 责任编辑: 楼亚儿。

基金项目: 国土资源部地质行业基金项目(959632)。

作者简介: 侯明金, 男, 高级工程师, 博士研究生, 1963 年出生, 构造地质学专业, 主要从事构造地质学和成矿地质背景的研究工作。

¹ 华东地质局 326 地质队. 安徽省宿松磷矿 1955 年年终报告. 1955.

^④ 安徽省地质矿产局 311 地质队. 大别山东南麓宿松岩群的划分与对比. 安徽地质科技. 1982.

^④ 汤加富, 荆延仁, 侯明金, 等. 大别山地区变质带的特征、形成机制与成矿作用(研究报告). 1994.

^{1/4} 汤加富, 侯明金, 高天山. 大别山地区宿松岩群的层序、时代及构造意义(研究报告). 1999.

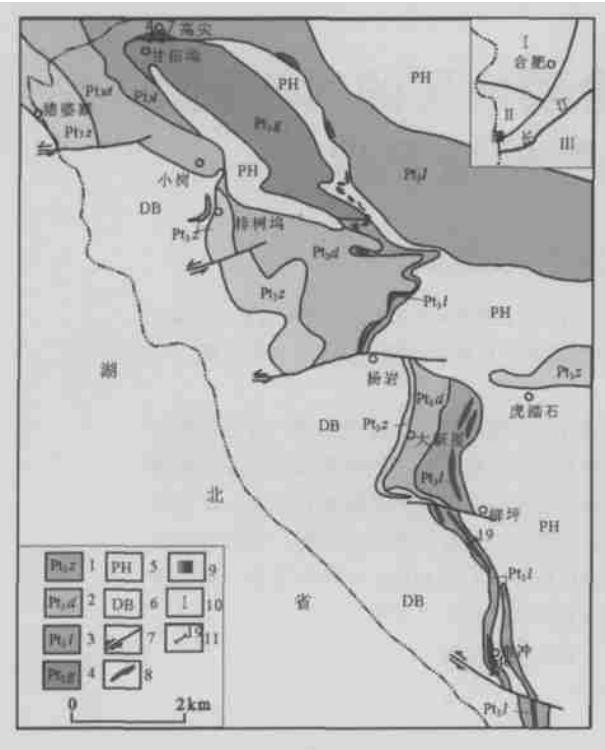


图 1 宿松岩群及磷矿的分布简图

Fig. 1 Sketch of the distribution of the Susong lithogroup and phosphorus deposit

1. 梓树坞岩组; 2. 大新屋岩组; 3. 柳坪岩组; 4. 甘田坳岩组;
5. 蒲河岩套; 6. 大别杂岩; 7. 断层; 8. 磷矿层; 9. 研究区位置;
10. 构造分区及编号; 11. 勘探线剖面及编号; iv. 华北地块;
⊕ 大别造山带; ⊗ 扬子地块

示为北老南新, 但局部出现无序的岩层夹片 (图 1)。在剔除变形变质的侵入体后, 重建含磷地层序列^[3, 7], 自下而上为: (1) 甘田坳岩组 (主要为原虎踏石组、蒲河组中变基性—酸性火山岩, 夹石英岩、含黄玉蓝晶石石英片岩、石墨片岩及薄层大理岩); (2) 柳坪岩组 (主要由磷灰岩、石英岩、含磷灰石大理岩、含磷灰石白云石英片岩及含锰透闪白云母石英片岩 (风化后为锰土层)、石墨片岩等组成); (3) 大新屋岩组 (主要为厚层状白云石大理岩及薄层石英岩、石墨片岩等); (4) 梓树坞岩组 (主要为云母片岩、石英砂岩、含砾砂岩、石英砾岩等)。柳坪岩组为主要的含磷层位, 磷灰岩矿层呈层状、似层状赋存于该组下部, 并与含锰岩层、云母片岩共生。

3 时代归属

长期以来, 因确认原宿松群不整合于新太古代原大别群之上^[2, 8], 并且安徽区域地质调查队在原大新屋岩组含砾白云石英片岩中采样测定的锆

石 U-Tl-Pb 法年龄值为 1 850 Ma、锆石 U-Pb 年龄值为 1 762 Ma、磷灰石 U-Pb 年龄值为 2 000 Ma, 均推定其时代为古元古代。徐树桐等^[9]根据桑宝梁等^[10]在原宿松群原蒲河组变质火山岩中获得的两组线性良好的全岩 Rb-Sr 等时线年龄 470 Ma 和 448 Ma, 推测原宿松群部分为中、晚元古代地层, 其余部分 (包括磷矿在内) 为尚待确认的震旦纪—早古生代地层, 但都没有确切的直接依据。汤加富、侯明金等^[5, 6]据下列资料认为宿松岩群的时代为新元古代, 其上大新屋岩组、柳坪岩组相当于震旦系。

3.1 地层依据

重新厘定的宿松岩群的地层序列自下而上为: 甘田坳岩组 (变基性—中酸性火山岩)、柳坪岩组 (含磷岩层及石墨片岩、薄层大理岩、石英岩)、大新屋岩组 (厚层白云质大理岩)、梓树坞岩组 (含砾碎屑岩、石英岩、石墨片岩等)。该层序正好与湖北境内 (扬子地块北缘) 由随县群 (变基性—酸性火山岩)、耀岭河群 (变基性熔岩)、陡山沱组 (磷矿层)、灯影组 (白云质大理岩) 所组成的地层层序一致。只不过本区与三峡地区相比, 缺失相当于南沱大冰期的沉积; 另外在大新屋岩组 (厚层白云质大理岩) 之上有一层含砾碎屑岩 (梓树坞岩组), 属潮坪—潮渠相沉积, 反映本区在震旦纪晚期有一抬升—海退的过程。

3.2 构造依据

通过详细的构造解剖, 侯明金等^[11]认为: 宿松岩群在其南部原大别群之间为先侵入、后构造的接触关系, 并非不整合接触, 其间的“砾岩”亦非“底砾岩”。因此, 认为原宿松群不整合于晚太古代大别群之上, 属古元古代的看法是不确切的。通过详细的构造研究, 可以认为原宿松群经历了两次强韧性剪切变形。早期 D₁ 为叠置的构造岩片, 岩片内发育紧密层内褶皱, 主期 D₂ 为剪切相似褶皱, 两期褶皱叠加后, 构成岩层总体包络面产状向南倾的并被褶皱所复杂化的单斜, 为总体有序、局部无序的构造地层序列, 其总趋势向南倾斜, 呈北老南新的分布特征。

3.3 古生物依据

在原宿松群大新屋岩组与柳坪岩组交界处的薄层大理岩及含炭质粉砂岩中, 采获薄壁面球鲛面球藻 *Trachysphaeridium lovis*, 穴面球藻 (未定种) *Trematsphaeridium* sp., 糙面球藻 (未定

种) *Asperatophosphaera* sp., 古片藻 *Laminaarites ontigaissmus*, 具穴原始拟导管 (比较种) *Prototracheites* cf. *porus* 等微体古植物。据中国科学院南京地质古生物研究所尹磊明鉴定认为大体相近于中国南方震旦纪 (陡山沱组—灯影组) 层位的古生物种属。在宿松甘田坳、小岗、梓树坞、孙冲、杨岩等处, 在不同层位中较系统地采集了微古植物样品, 发现了较多的微古植物: 小型光面小球藻 *Leiominuscuta minuta* Naum, 坚密山球藻 *Leiopsophos haera densa* (Tim) Sin et Lin, 粗面球形藻 (未定种) *Trachysphaeridium* sp., 三角藻 (未定种) *Triangumorpha* sp., 梭形藻 (未定种) *Leiofusa* sp., 不规则皮园村藻 *Piyuancunilla irregularis* Yan et Xu, 微刺藻 (未定种) *Micrnystridium* sp., 瘤状有芽球藻 *Lophosphaeridium* sp., 肾形藻 (未定种) *Nephromorpha* sp., 多角藻 (未定种) *Eolyedryxium* sp., 方形藻 (未定种) *Quadratimorpha* sp., 古椭圆球藻 *Archaeoellipsoides* sp., 似几丁虫 *Chitinalike*, 小帕多利藻 *Podolina minuta* Nerm, 小孔多孔藻 *Polyporata microporosa* Sin et Liu, 带藻 (未定种) *Taeniatum* sp., 原始枝古芽藻 *Archaeoclada prima* Yand, 瘤面膜片藻 *Paleamorphapunctulata* Sin et Liu, 小型穴网球形藻 *Brochopsophosphaera minimus* Schep, 灯影粗面球形藻 *Trachysphaeridium dengyingense* Yan, 尖顶瘤面球形藻 *Lophosphaeridium acietatum* Sin et Lin, 小六面球形藻 *Trematosphaeridium minutum* Sin et Liu, 片藻 (未定种) *Laminaritse* sp., 膜片藻 (未定种) *Paleamoupha* sp.。经南京地质矿产研究所阎永奎等鉴定, 认为该组合的主要特征与扬子地层区震旦纪的微古植物的组合特征比较相似, 其地质时代定为震旦纪为宜, 部分微古植物组合可定为震旦纪晚期。

3.4 年代依据

高天山等^[12]对原宿松群及相关岩层进行了较详细的年代学研究, 根据对宿松肉铺甘田坳岩组 (原蒲河组) 中白云钠长石英片岩 (浅粒岩) 中所选取的浅黄色透明短柱状或长柱状锆石进行 U-Pb 年龄测定, 上交点年龄值为 (866 ± 48) Ma, 下交点年龄值为 (250 ± 11.5) Ma。其上交点代表原岩的形成年龄, 下交点代表其变质年龄, 表明宿松岩群中变基性—酸性火山岩的形成时代为新元古代。

4 磷矿的区域分布及古地理概况

4.1 区域分布

在重建宿松含磷地层序列的基础上, 笔者等对大别山及相邻地区有含磷显示的地层进行了广泛的调查, 并取得了下列认识。

(1) 分布于肥东—巢湖一带的原肥东群, 自下而上原划分为桥头集组、双山组。其中桥头集组主体由黑云斜长片麻岩及斜长角闪岩、磁铁角闪片岩等组成; 双山组底部为磷灰岩矿层及锰土层, 上部为厚层状白云质大理岩类, 夹少量云母石英片岩, 相当于柳坪岩组、大新屋岩组, 与重建后的地层序列一致 (图 2)。

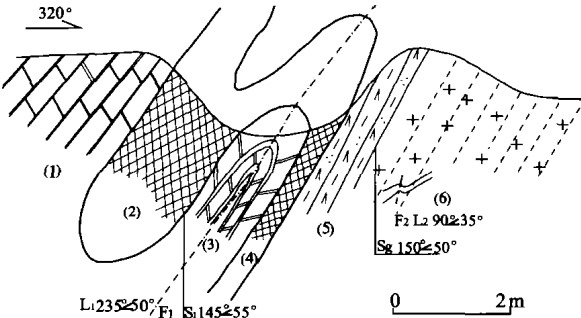


图 2 巢湖市岗头李双山组及磷矿采坑的剖面图

Fig. 2 Section of quarry of the Shuangshan Formation and phosphorus deposit in Gangtoului of Chaohu city
(1)、(3). 白云质大理岩; (2)、(4). 磷矿层; (5). 透闪石英片岩; (6). 二云二长片麻岩; F₁、L₁. 第 1 期褶皱及枢纽; F₂、L₂. 第 2 期褶皱及枢纽; S₁. 片理; Sg. 片麻理

(2) 在大别山东部及桐城黄镇至舒城廖叶湾之间, 多处出现厚层的白云质大理岩 (局部有含磷显示) 及石墨片岩。在廖叶湾见有厚层的白云质大理岩—砾状大理岩—石英岩—一条带状绿帘黑云石英片岩组合 (图 3)。其中白云质大理岩—砾状大理岩相当于大别山南部鄂皖交界处孙冲出露的大新屋岩组及北淮阳仙人冲等处的仙人冲岩组, 其上石英岩—一条带状绿帘黑云石英片岩与北淮阳佛子岭岩群的诸佛庵岩组可以对比^[13~15]。

(3) 出露于北淮阳地区的霍山姜家畈磷矿赋存于原仙人冲组。据安徽省地质矿产局 313 地质队的资料, 自下而上分为 3 层: 下部为糜棱岩化石英片岩, 中部为中—厚层状白云质大理岩, 夹绢云石英片岩、石墨片岩, 上部为薄层石英片岩 (图 4)。沿此层位在北西部的驼岭、永湾等处皆有含磷地层的发育。

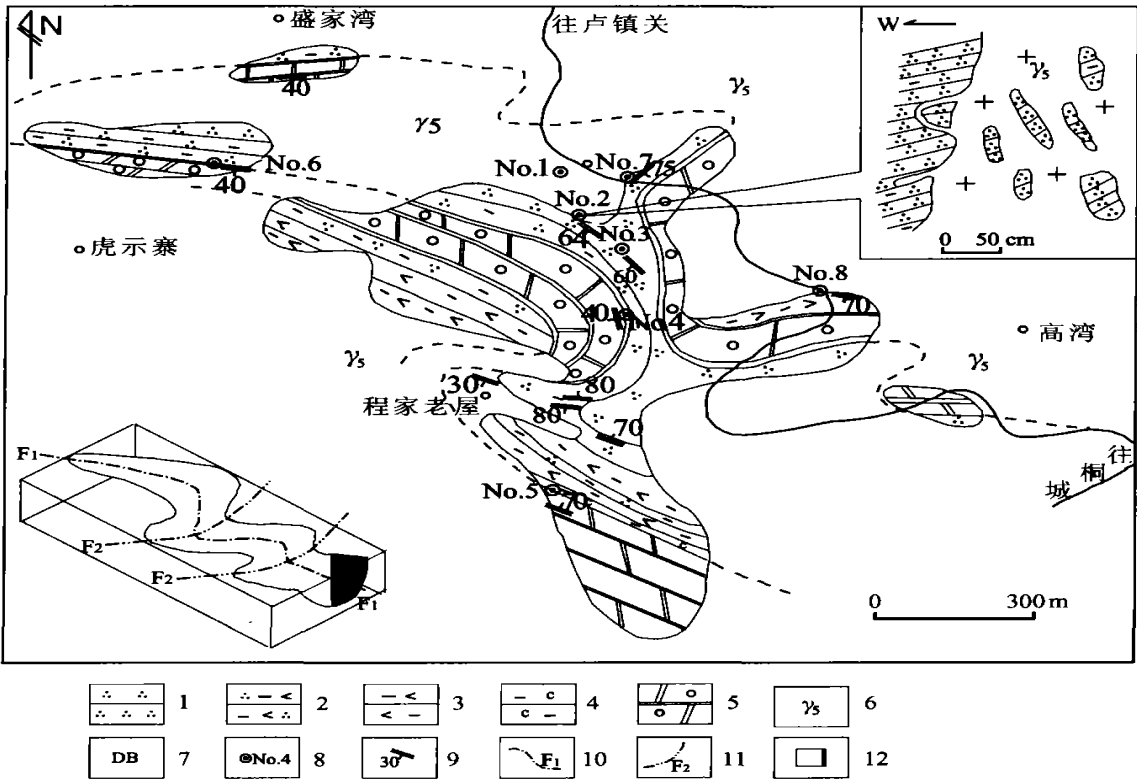


图3 舒城县廖叶湾地区的地质构造解剖图

Fig. 3 The anatomised structural map of the Liaoeyuan area in Shucheng County

1. 石英岩; 2. 绿帘角闪黑云石英片岩; 3. 黑云石英片岩; 4. 含石墨片岩; 5. 白云质大理岩; 6. 花岗岩;
7. 大别杂岩; 8. 解剖点号; 9. 片理; 10. 早期褶皱轴迹; 11. 晚期褶皱轴迹; 12. 研究区位置

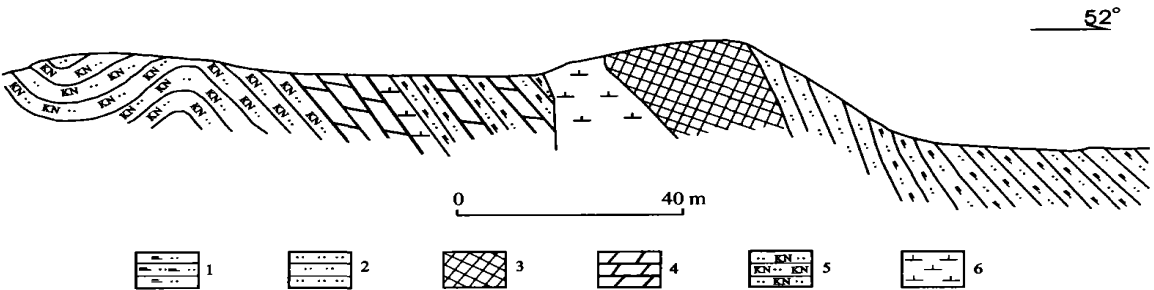


图4 霍山县姜家畈磷矿体的剖面图 (据安徽地质矿产局313地质队)

Fig. 4 A section of the Jiangjiafan phosphorus deposit in Huoshan County

1. 绢云石英片岩; 2. 石英岩; 3. 矿体 (含磷灰石云母石墨石英片岩); 4. 白云质大理岩; 5. 长石英片岩; 6. 闪长岩

(4) 对河南石门冲磷矿已历经几次勘探, 但其成因认识并不一致。靳宗飞^{1/2}认为其属于滨海相沉积形成的胶磷矿。含磷地层自下而上分为石门冲组 (下部为白云岩夹角砾岩, 中部为绢云母石英片岩、白云质大理岩夹磷矿层, 上部为炭质绢云母石英片岩、含钒石墨片岩及薄层石英岩、白云质大理岩) 以及自在王组 (主要由白云质大理岩组成)。笔者通过数次实地考察, 在石门冲组上部采坑处见到薄层条带状石英石墨片岩 (俗称石煤层), 其中见钙铀云母, 其层位应相当于扬子型

^{1/2} 靳宗飞. 石门冲磷矿地层时代及矿床成因研究报告. 1976.

酸盐岩—白云岩密切共生。参照唐永成等^⑧1976年的有关资料，中国南方震旦纪（陡山沱期）的古地理及磷矿分布如图5所示。

5 变形特征与构造评价

5.1 变形特征

分布于宿松地区的含磷地层及其中磷矿层经受了两期强烈的变形，其变形特征分述如下。

5.1.1 D₁变形期

该期变形以深层次韧性剪切流变为特征，形成了类似于褶皱层构造特征的紧密层内褶皱（F₁）。如在夹硅质条带的大理岩层、含石榴云母石英片岩及条带状二云斜长片麻岩、角闪斜长片麻岩及含磷变质岩系中，均见有紧密的层内褶皱和剪切滑断，形成一些钩状、无根状褶皱。通过对北浴地区薄层大理岩及石英岩层的系统追索和构造解剖，确定区内存在填图和露头两种尺度的F₁褶皱（图6）。因F₂褶皱的叠加，使早期F₁褶皱轴面和枢纽产生变位，且在露头尺度上形成一种封闭一半封闭形的弯月状叠加图案。据零星统计，F₁褶皱枢纽呈NE向—近EW向。在能干性弱的岩层中，发育平行于F₁轴面的连续劈理带，

以及在变形变质侵入体中的片麻理一条带构造；在厚层白云质大理岩中也保存有早期糜棱条带。最具特征的是，区内有大量的构造片岩带，以富含粗大的石榴石晶体和条带、脉石英假砾、粗大的白云母片状集合体为特征，以及一些构造假砾岩层，与连续劈理呈平行产出。由上述构造片岩、构造假砾岩层、变质岩层、变形变质侵入体共同构成区内呈带状展布的不连续变形岩带，且自北而南，由大理岩层、含石墨片岩、磷矿层等地层重复和构造叠置后再被岩体侵入包裹，再经受了强烈的韧性变形改造过程。上述构造岩层（石）组合，可能是由于深层次韧性剪切变形作用形成的构造岩片堆垛的结果，在浦河、甘田坳等处仍见有残存的早期矿物线理和拉伸线理，主要方向向南南东倾伏，表现出与大别山区早期线理方位具有一致性。

5.1.2 D₂变形期

D₂变形期以早期不连续变形带（构造岩片堆垛层）和连续劈理带（S₁）为变形面，产生强烈的韧性剪切变形，形成极其发育的紧密斜歪、多级组合褶皱（F₂）及强烈的折劈理带（S₂）。在S₂发育的强变形带内，几乎将S₁完全置换，形成S₂//S₁。

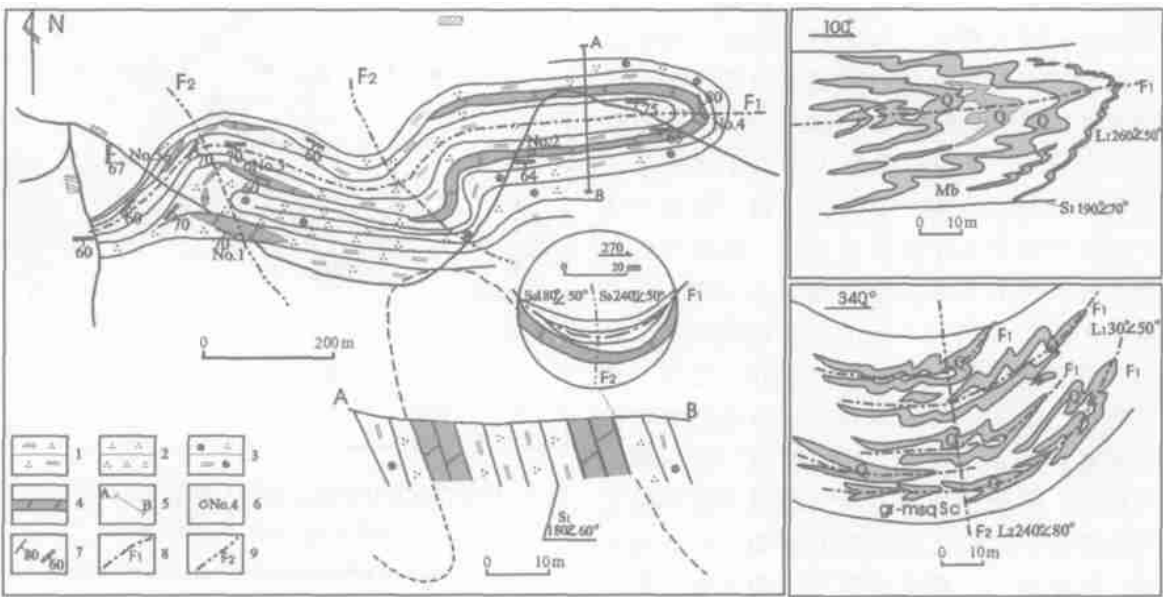


图6 宿松县北浴一带 F₁ 与 F₂ 褶皱的解剖图

Fig. 6 A anatomised map of the F₁ and F₂ superposed in the Beiyu area of Susong County

- 1. 白云石英片岩；2. 石英岩；3. 石榴石白云石英片岩；4. 大理岩；5. 剖面位置；6. 解剖地质点及编号；7. 层理、片理；8. 早期褶皱（F₁）轴迹；9. 主期褶皱（F₂）轴迹；Q. 乳白色硅质岩条带；Mb. 大理岩；gr-msqSc. 石榴石白云石英片岩

^⑧ 唐永成，周志达. 安徽磷矿床的类型及其找矿方向. 1976
© 1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

由 S_2 和 S_1 交切形成的皱纹线理也非常发育，且代表 F_2 褶皱的枢纽方向。据粗略统计，其主要为向南东倾伏 ($120^\circ \sim 140^\circ$)，倾伏角 $30^\circ \sim 60^\circ$ 。上述构造形迹广泛发育在各类片麻岩、薄层大理岩、石英片岩、石墨片岩、磷矿层及构造片岩中。上述多级组合褶皱在剖面上形成向下滑、向北抬升，在平面上构成左行斜列，与大别山区南缘 F_2 褶皱图案相一致。还需特别指出的是，在 S_1 面理与 F_2 褶皱发育处，可以见到 F_2 枢纽及皱纹线理 (L_2) 与早期矿物线理 L_1

(在 S_1 劈理面上的矿物定向排列) 产状相一致，而且 S_2 劈理面上不产生新的矿物定向。

综上所述，宿松岩群的构造变形早期为深层次伸展型剪切流变，且由非常发育的构造岩显示出构造岩片堆垛层。主期为较深层次的强韧性剪切变形，形成以 S_2 折劈理为标志的一系列剪切相似 (斜歪到同斜) 的多级不对称的褶皱连续变形带。两期构造叠加形成包络面总体产状呈近东西向到北西西向、向南南东倾斜的、被 F_2 褶皱复杂化的单斜构造(实际上为一系列

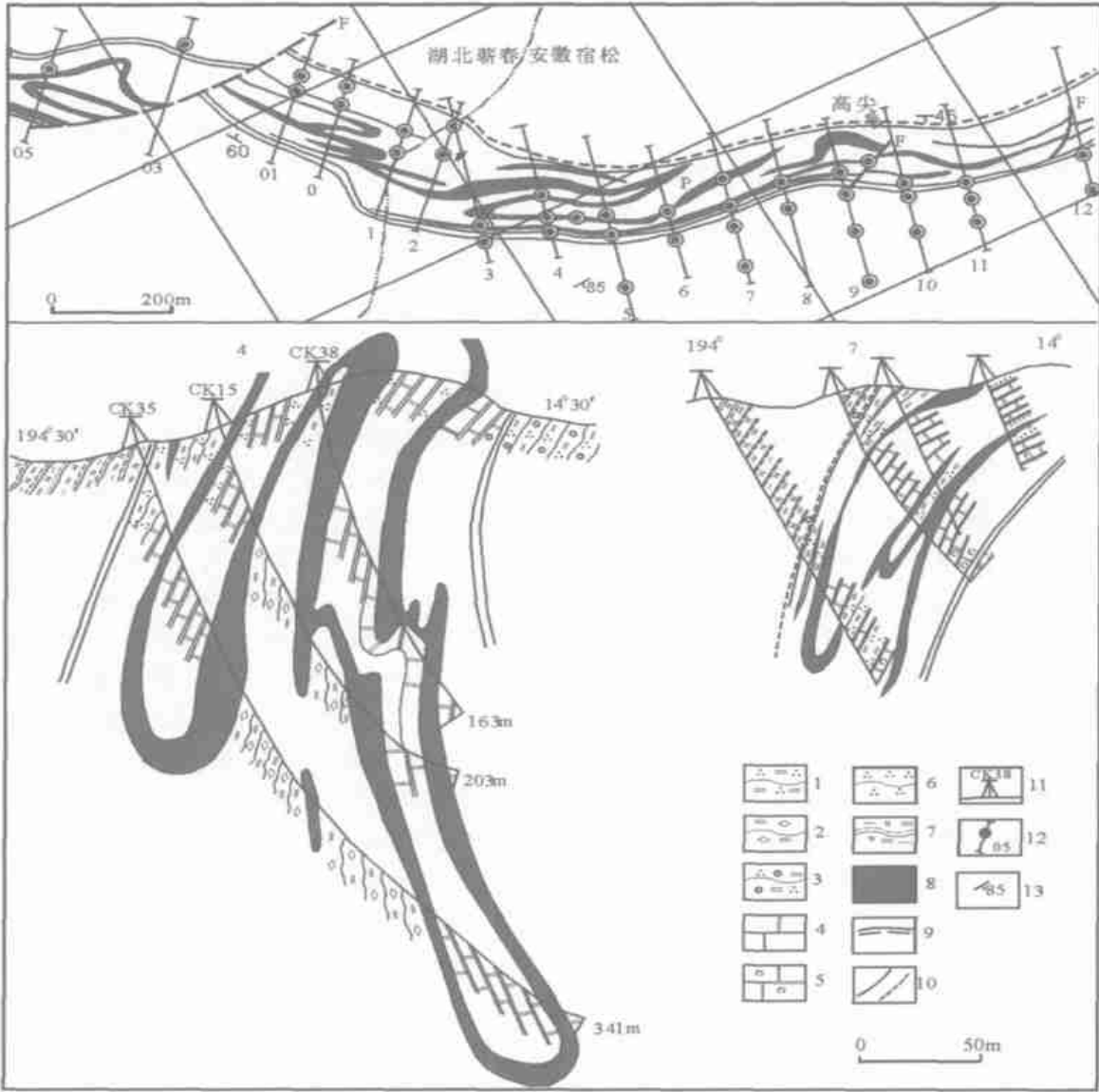


图 7 宿松县高尖磷矿的构造连矿简图

Fig. 7 Sketch section of the phosphorus layers of Gaojian phosphorus deposits, Susong County

1. 白云石英片岩; 2. 钙质云母片岩; 3. 含石榴石白云石英片岩; 4. 大理岩 (白云质大理岩); 5. 含滑石白云质大理岩; 6. 石英岩; 7. 二云斜长片麻岩; 8. 磷矿层; 9. 韧性断层带; 10. 实测、推测断层; 11. 钻孔位置及编号; 12. 勘探线编号及钻孔位置; 13. 层理 (根据安徽地质矿产局 311 地质队宿松变质磷矿报告中插图, 按褶皱观点重新勾连, 原属宿松群的虎踏石组现划属宿松岩群柳坪岩组)

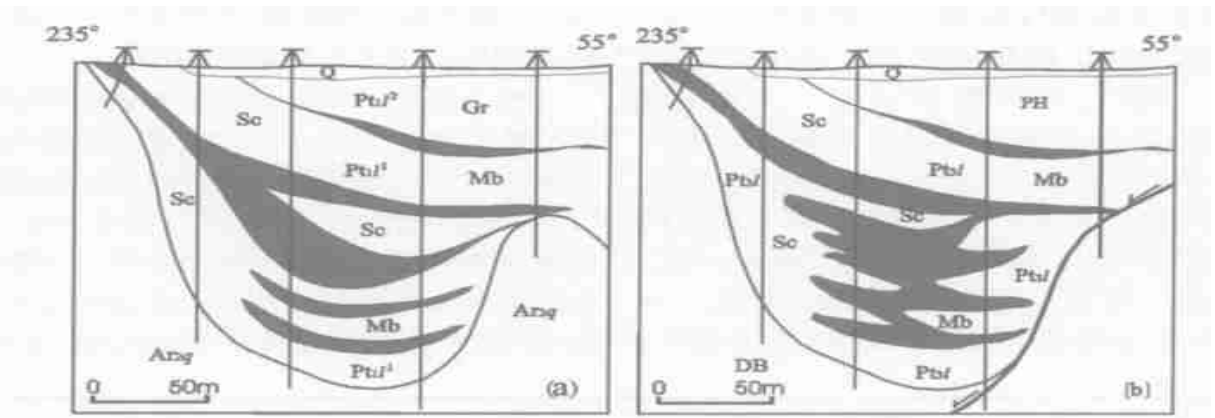


图 8 宿松磷矿勘探剖面上磷矿层的两种连矿比较示意图

Fig. 8 The sketch of the two different combined phosphorus layers in the exploration section in Susong phosphorus deposit (a). 柳坪 19 线剖面原来的连矿剖面; (b). 柳坪 19 线剖面按褶皱观点的连矿剖面; Ar_2q . 原大别群桥岭组; Pt_1l^1 . 原柳坪组下段; Pt_1l^2 . 原柳坪组上段; Pt_3l . 柳坪岩组; PH. 浦河片麻岩套; DB. 大别杂岩; Mb. 大理岩; Sc. 云母石英片岩; Gr. 片麻岩

重复堆垛岩片)。

5.2 构造评价

长期以来，认为分布于宿松—肥东一带的变质磷矿有两个含磷层位（柳坪组、虎踏石组），磷矿呈多层产出，受不整合面上古地形所控制，矿层的分叉、尖灭、加厚都是由沉积作用所造成的。如安徽地质矿产局 311 地质队编制的原柳坪组含磷层柱状对比图及柳坪矿区 ZK1612 与 ZK1613 孔之间，矿层层数、厚度、矿石类型、直接顶底板与夹层皆不能对比。这种变化对于在稳定盆地中的磷矿沉积是不可思议的。笔者通过深入研究，认为含磷层位只赋存于柳坪岩组，原虎踏石组磷矿层为由柳坪岩组中磷矿的构造重复和交切及被变形变质侵入体包裹所致。含磷岩系经受了两次强烈的变形改造，构成包络面总体呈北西西走向且向南倾斜的被褶皱复杂化的单斜。有矿和无矿地段及矿层的多层、尖灭、复合、加厚现象等主要受构造的控制，而非完全受古地形控制。因而应该充分利用原有的大量勘察和开采资料，重新对宿松磷矿进行构造评价，扩大远景，向构造要矿。如高尖磷矿，原划属的虎踏石组实际上是柳坪岩组的构造重复。磷矿层在平面及剖面图上都表示为多层，矿层尖灭、分叉、顶底板均无规律可循。笔者通过野外调查，对磷矿层及上、下顶底板，特别是薄层大理岩及石英岩层进行了追索，发现存在一系列的紧密褶皱，甚至在露头尺度及标本中均可见及。依据上述认识，用褶皱观点重新在平面和剖面图上对矿层进行了圈连（图 7）。

重新圈连的磷矿只有 1~2 层、主矿层 1 层，且有稳定的顶底板标志。如果这种圈连方法被证实，将正确指导磷矿的开采。再如自象鼻湾，经廖河、长溪、柳坪、塔畈至南冲一带，是宿松地区主要的磷矿产地，其中间均被断层和一段无矿区所隔开。通过对磷矿区的构造解剖，已确定有两期褶皱：早期是轴面平行层面的层内到顺层褶皱，可以造成磷矿在走向上的重复；主期是轴面斜切到横切早期轴面（非共轴）的斜歪不对称褶皱，并有多级褶皱组合。两期褶皱的叠加结果必然使磷矿及其上下地层的产状、层数、厚度、层序、形态等发生变化。 F_2 形成一系列枢纽向南东倾伏，由长短翼（正、倒翼）组成的褶皱。如 F_2 的短翼（地层序列为正常翼、相当于 F_1 的倒转翼）往往被断层拉断缺失，形成无矿地段； F_2 的长翼（地层序列为倒翼，相当于 F_1 的正常翼）延伸却比较稳定，但也受到次级 F_2 褶皱的影响，使矿层产状发生陡缓相间的变化。矿层的分叉、尖灭、加厚、缺失可能主要由次级紧密 F_2 褶皱造成的。根据上述认识，笔者重新圈连了柳坪 19 线勘探剖面的磷矿体（图 8），则主矿层的顶底板、矿层产状的变化、断层的切割破坏显得更有规律。

6 结 论

通过对大别山南部宿松磷矿含磷地层的时代、变形特征及其构造评价的研究，得出如下结论。

(1) 通过系统调查和深入解剖，将原宿松群解体为含磷变质沉积火山岩系及变形变质侵入体。

重新厘定了含磷岩系，自下而上由甘田坳岩组（变火山岩）、柳坪岩组（磷矿层）、大新屋岩组（厚层白云质大理岩）和梓树坞岩组（碎屑岩层）构成地层序列。

（2）进一步查明了分布于大别山区的含磷地层与磷矿的分布，认为分布于北淮阳地区南部的石门冲磷矿、姜家畈磷矿与宿松磷矿、肥东双山组磷矿属同一层位，并在大别山东端桐城廖叶湾等处新发现有含磷层位与含磷地层。

（3）根据重建的构造地层序列的对比及大量微古植物化石组合与同位素年龄资料等，重新确定了磷矿层的时代归属，提出了区内宿松含磷变质沉积火山岩系的时代属新元古代，其中磷矿层的时代属震旦纪这一新的认识，并对邻区原红安群、原海州群地层序列的对比、时代归属作出了新的论述，在此基础上对中国震旦纪陡山沱期古地理作了概略的分析。

（4）对此类磷矿床的评价与勘探要以构造变形规律作指导，对其进行评价，如在 F₁ 和 F₂ 褶皱转折端，特别是 F₂ 叠加在 F₁ 的褶皱转折端，矿层不仅可以增多加厚，而且品位可以升高。此外，在被断层错移的无矿地段，要注意岩层产状的变化和相应的顶底板层序，可望发现一些隐伏矿体。在区域上还要对含磷地层的分布、古构造及古地理状况进行分析，以期发现新的隐伏的含磷成矿远景区。

致谢：本文在野外调查与成文过程中得到常印佛院士、唐永成、肖庆辉教授、王永敏总工程师、江来利总工程师及周存亭、钱存超、童劲松等高级工程师的支持与帮助，谨致深切谢意。

参考文献：

[1] 徐嘉炜. 大别山东段前寒武纪地层 [J]. 合肥工业大学学报, 1961, 10: 1—8.

[2] 安徽省地质矿产局. 安徽省区域地质志 [M]. 北京: 地质出版社, 1987. 1—721.

[3] 侯明金, 汤加富, 高天山, 等. 重新认识宿松群 [J]. 安徽地质, 1995, 5 (3): 41—49.

[4] 汤加富. 构造地层学的研究与应用 [J]. 中国区域地质, 1996, 15 (2): 97—107.

[5] 汤加富, 侯明金, 高天山. 大别山及邻区变质地层研究新进展 [J]. 现代地质, 1999, 13 (2): 258—259.

[6] 汤加富, 秦德厚, 吴传荣, 等. 关于构造地层学研究与构造地层单位使用的讨论 [J]. 地层学杂志, 2000, 24 (增): 347—351.

[7] 汤加富, 侯明金, 高天山, 等. 安徽宿松群的甄别及时代归属 [J]. 前寒武纪地质研究进展, 2000, 23 (1): 1—10.

[8] 张业明, 熊成云, 韦昌山. 关于大别运动的新认识 [J]. 地球学报, 1996, 17 (1): 11—18.

[9] 徐树桐, 刘贻灿, 江来利, 等. 大别山的构造格局和演化 [M]. 北京: 科学出版社, 1994. 1—175.

[10] 桑宝梁, 陈跃志, 邵桂清. 大别山东南麓宿松群钼—锶年龄及其构造意义 [J]. 中国区域地质, 1987, 6 (4): 362—370.

[11] 侯明金, 汤加富, 高天山, 等. 安徽境内宿松群与大别群接触关系性质的厘定 [J]. 现代地质, 1998, 12 (4): 541—547.

[12] 高天山, 李惠民, 汤加富, 等. 大别造山带南缘浅粒岩的锆石 U—Pb 年龄及其地质意义 [J]. 中国地质, 2002, 29 (3): 301—304.

[13] 刘文灿, 宋鸿林, 马文璞. 北淮阳地区变质构造地层划分与对比 [J]. 现代地质, 1999, 13 (2): 257—258.

[14] 钱存超, 贾十军. 磨子潭—晓天断裂南侧发现佛子岭岩群 [J]. 现代地质, 2000, 14 (1): 14—20.

[15] 马文璞, 刘文灿. 梅山群的再定位、区域对比和构造含义 [J]. 现代地质, 1997, 11 (1): 95—101.

[16] 汤加富, 侯明金, 高天山, 等. 宿松群、红安群、海州群的时代归属与讨论 [J]. 地质通报, 2002, 21 (3): 166—171.

[17] 湖北省地质矿产局. 湖北省区域地质志 [M]. 北京: 地质出版社, 1990. 1—706.

[18] 王江海, 常向阳, 周汉文. 湖北大别山黄土岭麻粒岩中冠状体结构特征及其地质意义 [J]. 矿物学报, 1996, 16 (2): 118—125.

[19] 江苏省地质矿产局. 江苏省区域地质志 [M]. 北京: 地质出版社, 1984. 1—857.

[20] 张秋生. 江苏海州一带胸山系岩层的花岗岩化作用 [J]. 地质学报, 1958, 39 (4): 403—419.

[21] 常任之. 连云港地区云台山组与锦屏组的接触关系 [J]. 江苏地质, 1993, 17 (2): 85—89.

[22] 孙竞雄. 江苏大地构造的几个问题 [J]. 江苏地质, 1991, 15 (2): 69—76.

[23] 樊金涛, 宗淳虎. 苏北云台山组变火山岩岩石学及其成因 [J]. 江苏地质, 1991, 15 (2): 83—88.

[24] 唐炎森. 锦屏磷矿翻卷褶皱的研究 [J]. 江苏地质, 1990, 14 (4): 21—26.

SEQUENCE, CHRONOLOGY AND DEFORMATION OF THE PHOSPHORUS-BEARING STRATUM OF THE SUSONG PHOSPHORUS DEPOSIT IN SOUTHERN PART OF DABIE MOUNTAINS AND ITS STRUCTURAL EVALUATION

HOU Ming-jin^{1,2}, TANG Jia-fu³, GAO Tian-shan⁴

(1. Hefei University of Technology, Hefei, Anhui 230009, China;

2. Anhui Geological Survey, Hefei, Anhui 230001, China;

3. Regional Geological Survey of Anhui Province, Hefei, Anhui 230011, China;

4. University of Sciences and Technology of China, Hefei, Anhui 230022, China)

Abstract: Based on the systematical study of the regional distribution, strata sequences, chronology and structural deformation of the phosphorus-bearing stratum in the Susong phosphorus deposit , the age of the Susong phosphorus deposit belonged to the Sinian is put forward. The phosphorus-bearing stratum suffered two generations of strong deformations, and the original bedding is strongly reformed. The Susong phosphorus deposit make up a folded monocline with the tangent plane of the smaller folds orientated NWW, dip to the south. The multilayer, thin out or combination of the phosphorus layers have been formed, which are mainly controlled by structure deformation, not by palaeogeography completely. The phosphorus layers in some former drilling profiles can be reconnected according to the folded theory. It is useful for us to explore and appraise or mine the phosphorite. The distribution of the phosphorus layers in palaeogeography has been described and the phosphorus deposit is evaluated on the structural view .

Key words: Susong phosphorus deposit; Sinian; deformation; structural evaluation ; southern part of Dabie Mountains