

嵩山地區地質導遊

GEOLOGICAL GUIDE BOOK OF
SONGSHAN MOUNTAIN

河南省地質局 河南省地質學會
GEOLOGICAL BUREAU OF HENAN PROVINCE
GEOLOGICAL SOCIETY OF HENAN PROVINCE

1982年4月

目 录

前 言	1
一、嵩山地区基本地质特征	2
二、参观路线及主要参观内容	2
三、参观要点	3
(一) 太古界登封群	3
(二) 嵩阳运动	5
(三) 下元古界嵩山群	5
(四) 中岳运动	11
(五) 中元古界五佛山群	12
(六) 少林运动	15
(七) 古生界寒武系	16
(八) 怀远运动	19
(九) 古生界奥陶系	19
(十) 印支—燕山运动所形成的盖层构造形态	20
后 记	21

前 言

中岳嵩山是我国五岳之一，耸立于河南省中部，整个山脉东西绵延近百公里，东望郑州，西邻洛阳，南横颍水，北依黄河，自西向东依次有万安山、安坡山、马鞍山、五佛山、挡阳山、玉寨山、嵩山和五指岭，层峦叠嶂，气势磅礴。

嵩山古称太室山，巍峨雄伟，高耸入云，屹立于登封县城以北，主峰峻极峰海拔1440米。玉寨山又名少室山，群山耸峙，拔地腾霄，雄居于嵩山西南，主峰海拔1512米。五指岭蜿蜒起伏，透迤于嵩山东北，主峰海拔1215米。

嵩山位于华北地台南缘，地层发育齐全，层序清楚，不仅有较老的地层出露，而且伴随有相应的岩浆活动。各期次构造形迹清晰可辨更可贵的是在百余平方公里范围内寒武纪以前三个主要不整合面一目了然，实为中外少有。几十年来，许多中外地质学家慕名而来，相继而至，不辞艰辛，足遍本区。其中主要的有1950年冯景兰、张伯声对嵩山地质调查及嵩阳运动的确立，1954年张尔道对嵩山地质调查及中岳运动的确立，1958—1959年王曰伦等对嵩山路线地质调查及少林运动的提出。1958年以来，马杏垣等对五佛山群的划分和嵩山构造形变史的研究。以上这些研究奠定了嵩山的地质研究基础。六十年代以来，河南省地质局区测队及武汉地质学院相继开展了包括嵩山地区的1:20万和1:5万地质测量和矿产普查工作。有关科研、教学和生产单位也对嵩山地区进行了较多的地质调查研究，大大提高了整个嵩山地区的地质研究程度。目前嵩山已成为中外地质学家憧憬和瞩目的地质场所。

嵩山不仅在地质上驰名中外，而且还是一个旅游名地。嵩山在东周时即定为中岳。登封古称崇阳、嵩阳，地势险要，历史悠久，公元695年武后“登”嵩山，“封”中岳，始改登封。县内古迹甚多，寺庙林立，被中外游人誉为“文物之乡”。如群山环抱的少林寺，始建于公元495年，公元527年印度人达摩到此，广集信徒、传授禅宗。唐初因十三僧在少室山轩辕关救唐王李世民而名冠天下。僧徒面壁参悟，演练武艺，少林拳也威震遐迩，名垂千载。古柏参天的中岳庙始建于秦，南北朝时即得此名，历经扩建修整，布局严谨，气魄巍然，雕梁画栋，金碧辉煌。历史悠久、规模宏敞的嵩阳书院始建于公元484年，院中汉武帝封的“将军柏”至今苍劲挺拔，生机盎然。门外的唐碑，古隶楷书，字态端正，笔法道雅，所刻武士，气势威严，栩栩如生。此外，元朝郭守敬所创建的告城观星台，以及距今已一千四百余年的我国最古老的佛塔—嵩岳寺塔等都记录了我中华民族的科学成就和巧夺天工的建筑艺术。解放后，这些文物古迹经过精心修葺，焕然一新，光彩夺目。登封古迹引人入胜，嵩山八景名不虚传。嵩山地质旅行将使您获益不浅，古迹风景供您一概饱览，使您心旷神怡，留连忘返。正是：地壳初凝追亿年，沧桑变幻浑如烟。却留中岳山和水，留与后人苦探研。

一、嵩山地区基本地质特征

嵩山地区位于华北地台南缘，嵩箕台隆东南部，地层层序比较清楚，基底和盖层地层发育齐全（图 1、2）。

嵩山地区基底构造以褶皱为主，断裂次之。构造线方向近南北或向北西、北东稍有偏移，为一些密集、紧闭、形态复杂的同斜线状褶皱以及伴随褶皱而生成的北西—南东向、近南北向和近东西向的三组断裂。盖层构造以断裂为主，褶皱次之，先褶后断。构造线方向近东西，与基底构造成正交叠加。盖层褶皱平缓开阔；断裂以近东西向、北东—南西向和北西—南东向三组较发育，前者最早，多为正断层，后者最晚，并经多期活动，性质也较为复杂。

嵩山地区经受了多次构造运动的影响，保留着形态各异的构造形迹。发生在前寒武纪的三次强烈造山运动——嵩阳运动、中岳运动和少林运动，在该区短距离内举目可及，一目了然。太古代末的嵩阳运动使太古代地层产生了以近东西向为主的褶皱、断裂与变质，造成下元古界嵩山群与太古界登封群之间的角度不整合。早元古代末的中岳运动奠定了区内稳定的褶皱基底，使嵩山群产生了近南北向的紧密同斜线状褶皱和变质，并改造了登封群的构造面貌，加深了登封群的变质程度，使其更加复杂。震旦纪晚期的少林运动把嵩山再次抬升，使五佛山群形成重力滑动构造。古生代以来的构造运动在本区清晰可辨的还有怀远运动和印支—燕山运动等，前者表现为南高北低的抬升，后者在本区形成近东西向的平缓褶皱，并发育着不同方向的断裂组合，破坏了褶皱构造的完整。

嵩山地区的岩浆岩主要有太古代的变闪长岩体和花岗伟晶岩脉，分别侵入太古界登封群石碑河组和郭家窑组。变闪长岩体铷—锶等时线年龄为 29.86 ± 1.81 亿年和 30.6 ± 3.1 亿年。花岗伟晶岩脉白云母钾—氩法年龄为 $20.55—23.45$ 亿年。此外还有元古代侵入岩石称和白家寨黑云母花岗岩体，前者侵入登封群郭家窑组和元古界嵩山群之中，黑云母钾—氩法年龄为 15.42 亿年，后者侵入登封群郭家窑组内，黑云母钾—氩法年龄为 15.47 亿年和 16.32 亿年。

二、参观路线及主要参观内容

嵩山地区东西长近百公里，地质内容十分丰富，很难全部都看。现选择以下几条路线，着重了解嵩山地区地层及构造运动概貌，以收到以斑窥豹的效果。

1. 登封君召北老羊沟口—石碑河村，参观登封群，对中深变质岩区的地层划分原则，角度不整合的判别标志，变质岩石和变质相系特征，区域变质与动力变质岩的区分以及中岳运动对登封群的改造等问题进行研究。

2. 登封玄天庙、龙头山、老母洞，参观嵩阳运动，在十里铺观察登封群的构造变形特征，顺路参观嵩岳寺塔和嵩阳书院。

3. 登封县内以下地点参观嵩山群：

(1) 罗汉洞—金沟，参观嵩山组，观察嵩山主峰的构造轮廓和嵩山景观。

(2) 中岳庙寺里沟北736高地，参观五指岭组一段，观察大塔寺复背斜与三官庙复向斜过渡部位嵩山群第一世代褶皱、平卧、倒转褶皱的形态特征和各级褶皱的组合关系。

(3) 唐庄铁匠西沟—张家湾北，参观五指岭组二段，观察分辨嵩山群第二世代构造变形对第一世代构造改造关系。

(4) 唐庄井湾岩崩—庙坡，参观五指岭组三段；观察井湾沉积变质铁矿的特征。

(5) 唐庄井湾庙坡及寨上，参观庙坡组及天然油石层位。

(6) 唐庄大花峪及寨上东南，参观花峪组、花峪磷矿及中岳运动所形成的角度不整合面。

4. 伊川县兵马沟，参观五佛山群兵马沟组。

5. 登封君召至偃师何家寨，参观五佛山群及重力滑动构造。

6. 登封少林寺西山上，参观少林运动所形成的角度不整合面，顺路参观少林寺，并参观登封城东中岳庙。

7. 登封关口—教粮坑—巩县涉村，观察中岳运动所造成的不整合界面及寒武系的超覆现象。参观寒武系，怀远运动形成的平行不整合面及奥陶系。

8. 驱车到五指岭之巅，一览印支—燕山运动所形成的嵩山大背斜、五指岭断层及嵩山地区的地貌景观。

三、参观要点

(一) 太古界登封群

嵩山地区的太古界为登封群，出露在登封县君召以北等地，自下而上可分为石牌河组、郭家窑组和老羊沟组（图3）。

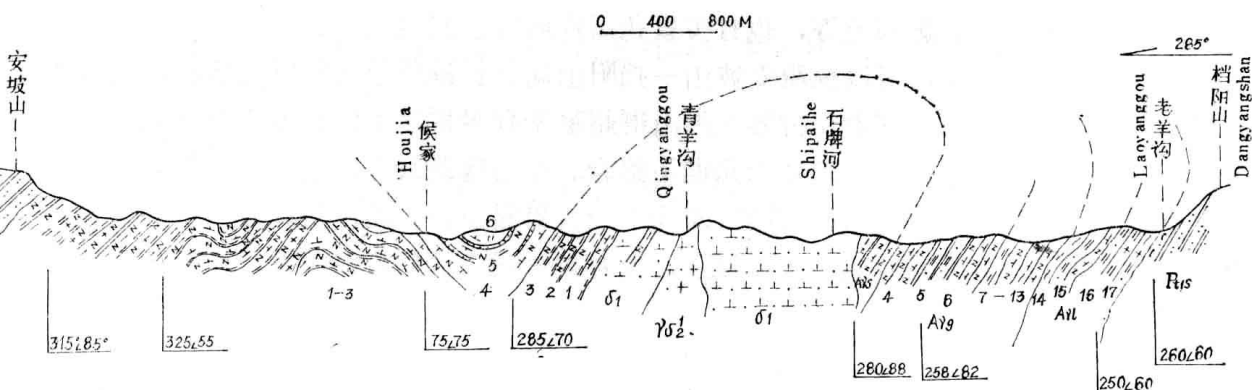


图3 登封君召挡阳山—安坡山登封群实测剖面图

1—3石牌河组 4—13郭家窑组 14—17老羊沟组 Pt_{1s} 嵩山组

1. 石碑河组:

岩性主要为灰绿色、灰黄色黑云斜长变粒岩、黑云斜长片麻岩、角闪斜长片麻岩夹斜长角闪岩,厚度大于 256 米,属铁铝榴石角闪岩相,并遭受强烈混合岩化及多期岩浆活动,原岩恢复为基性火山岩夹中酸性火山岩及少量沉积岩。

石碑河变闪长岩体呈小岩株状,侵入于石碑河组内,大致南北延伸,岩性为混染闪长岩和闪长岩,岩体内尚见有早元古代花岗闪长岩侵入。

石碑河组中角闪斜长片麻岩全岩铷—锶等时线年龄值为 27.6 ± 5.4 亿年;侵入该组的变闪长岩全岩铷—锶等时线年龄为 29.86 ± 1.81 亿年—— 30.6 ± 3.1 亿年。

石碑河组与郭家窑组为整合接触,在路线上可见石碑河组顶部斜长片麻岩渐次减少,逐渐过渡为黄褐色黑云混合片麻岩、暗绿色角闪片岩,以片麻岩减少,片岩增多作为两组界线。

2. 郭家窑组:

岩性主要为黄褐色、暗绿色角闪片岩、斜长角闪片岩、斜长角闪片麻岩、各种变粒岩及部分浅粒岩,上部夹少量二云石英片岩。在角闪片岩中有磁铁石英岩和角闪磁铁石英岩的薄层或透镜体,厚 857 米。其原岩可能为基性火山岩和少量中酸性火山岩夹沉积岩。

郭家窑组斜长角闪岩的铷—锶全岩等时线年龄值为 25.7 ± 2.1 亿年,侵入该组的伟晶岩脉白云母钾—氩法年龄值为 20.55—23.45 亿年。

郭家窑组与老羊沟组为整合接触。在路线上可以见到老羊沟组底部有一层长石石英岩。这层标志层不太稳定,这时以郭家窑组有片麻岩,而老羊沟组没有片麻岩,以片岩大量出现作为老羊沟组的开始。

3. 老羊沟组:

岩性下部主要由云英片岩及云母片岩类岩石组成,其中夹有斜长角闪片岩及少量石英片岩,条带状磁铁石英岩。上部主要为绢云石英片岩、绿泥石英片岩夹变质砾岩及含砾绢云绿泥石英片岩。本组岩层未见混合岩化现象,颜色以褐黄色为主,厚 630 米。

老羊沟组岩层成层性良好,可见变余斜层理,以及由石英片岩、云英片岩及角闪片岩组成的韵律性互层,岩石中大量出现云母及铁铝榴石、十字石等粘土质变质矿物,反映原岩为正常浅海环境下形成的碎屑岩。

老羊沟组顶部所夹砾岩层不稳定,常相变为含砾岩石,砾石成分主要有石英岩、磁铁石英岩、云英片岩、脉石英等,也有少量花岗片麻岩、混合岩砾石。

参观剖面的过程中,可以纵观安坡山—挡阳山间登封群所形成的复式倒转背斜及各级构造变形特征,并可纵观中元古界五佛山群超覆于登封群之上的角度不整合面。

老羊沟组与嵩山群的接触关系为角度不整合。在参观路线上,老羊沟组顶部绢云石英片岩之上,见有灰白色厚层状石英岩,即为下元古界嵩山群。嵩山群在挡阳山西坡盖在登封群老羊沟组及郭家窑组的不同层位上,登封群和嵩山群的接触关系,在嵩山地区许多地方都可见到。

(二) 嵩阳运动

1951年张伯声创名，系指元古代早期沉积的嵩山石英岩和下伏“泰山杂岩”的交角不整合接触，代表了元古代沉积以前的一次造山运动。以后张尔道、马杏垣、王曰伦等在嵩山地区工作过程中均认为该运动存在，并在少室山南麓、安坡山一带，五塔寺、青泉沟及嵩阳书院等地见到不整合接触关系。所以嵩阳运动就被广大地质工作者所引用。

近年来，随着科研、教学和基础地质工作的不断进展，更多的单位对嵩山地区的构造运动进行了详细研究，进一步肯定了嵩阳运动的存在。

嵩阳运动为发生在太古代登封期沉积以后早元古代嵩山期沉积以前的一次强烈造山运动。嵩山群以角度不整合盖在登封群各组不同层位之上。虽然登封群由于嵩阳运动以后又经受了历次构造运动（尤其是中岳运动）的改造，使其失去了嵩阳运动所造成的构造形态，然而通过分析研究登封群各期构造形变的发生、发展、生成关系和演化历史去观察它的构造形迹，发现登封群在顺从中岳运动经向改造的同时，还保留着它原始的纬向构造的烙印。根据登封群中的岩性标志层角闪片岩、斜长角闪片麻岩等蜿蜒曲折的呈东西向延展，以及在登封十里铺以斜长角闪片麻岩近东西向延伸的片麻理为轴面所形成的各种复杂褶皱，反映了登封群在原始的嵩阳运动时期所形成的纬向构造雏型（图4）。

登封群现在所表现的近南北向褶皱构造，是卷入中岳期构造运动的结果（图5），它和嵩山群一起形成了复杂的复式倒转背、向斜构造，如安坡山、挡阳山间的复式倒转背斜，挡阳山、玉寨山间的复式倒转背斜，玉寨山与嵩山主峰间的复式倒转背斜等（图6）。在这些和嵩山群共同构成倒转背斜的倒转翼上，登封群片麻岩及片岩吻合地盖在嵩山群石英岩之上就是其佐证之一。这些倒转褶皱构造轴面西倾，向东倒转，并在其核部和翼部均发育着次一级、更次一级、多种多样形态复杂的褶皱，如相似褶皱、同心褶皱、层状褶皱、肠状褶皱，折带形褶皱以及伴随褶皱所形成的劈理、片理、次生变质条带、挤压透镜体及矿物线理等，均与嵩山群的构造形态类同。

嵩阳运动所造成的下元古界嵩山群与太古界登封群的不整合界面以及研究嵩阳运动的意义，可以通过对登封群地层、构造剖面的参观，以及对玄天庙、龙头山、老母洞等接触关系的观察研究有一定程度的了解。

(三) 下元古界嵩山群

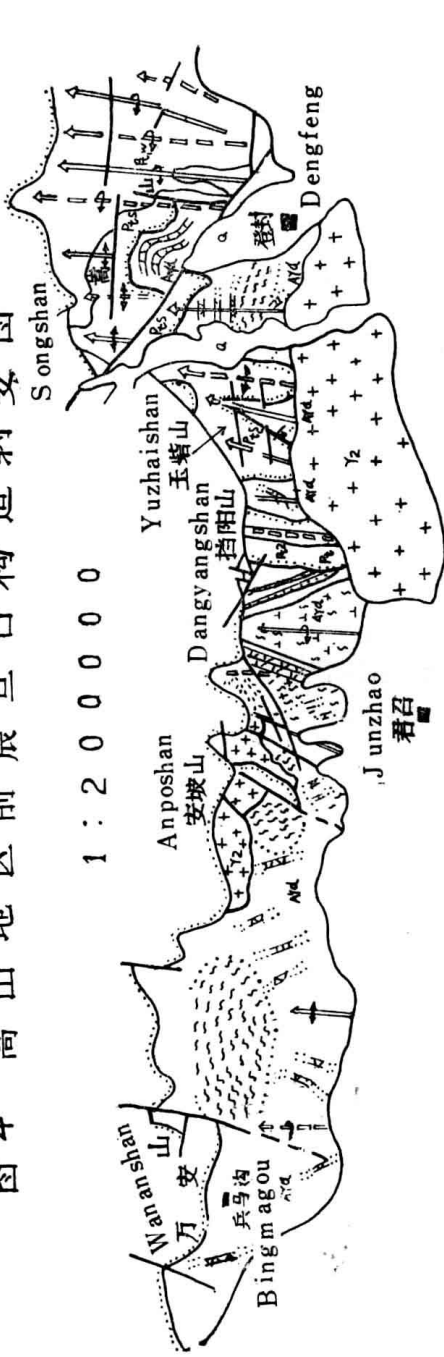
嵩山地区下元古界为嵩山群，自下而上可以分为嵩山组、五指岭组、庙坡组和花峪组。

1. 嵩山组：

在登封县罗汉洞至金沟一线可以观察到嵩山组的全部地层，本组可分为两段（图7）。

下段下部为灰白色厚层状粗粒石英岩，其底部局部有数层层间砾岩及不稳定的砾岩层。砾石成分主要为石英岩、磁铁石英岩、脉石英、绢云石英片岩及混合岩。砾石大小不等，一般10—30厘米，滚圆良好，胶结物为含铁的砂泥质，厚155米。上部为白色厚一巨厚层状中细粒石英岩，厚391米。

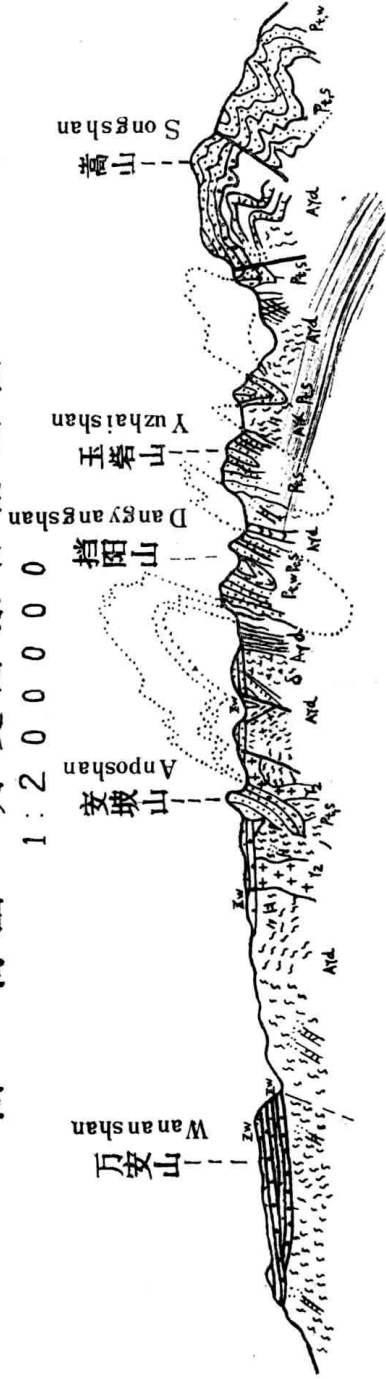
图4 嵩山地区前震旦古构造纲要图



图例

- | | |
|--|--------------------|
| | 五佛山群 |
| | 嵩山群五指岑组 |
| | 嵩山群嵩山组 |
| | 太古界登封群 |
| | 角闪片岩 (标志层) |
| | 混合岩化 |
| | 下元古界花岗岩 |
| | 太古界变闪长岩 |
| | 太古界变质基性岩 |
| | 背斜、倒转背斜 |
| | 向斜、倒转向斜 |
| | 断裂、推测断裂 |
| | 挤压动力变质带 |
| | 不整合面 |
| | 地质界线 |
| | 剖面构造示意 |
| | 混合岩化中心(太古代片麻岩穹隆构造) |

图6 嵩山——万安山综合剖面图



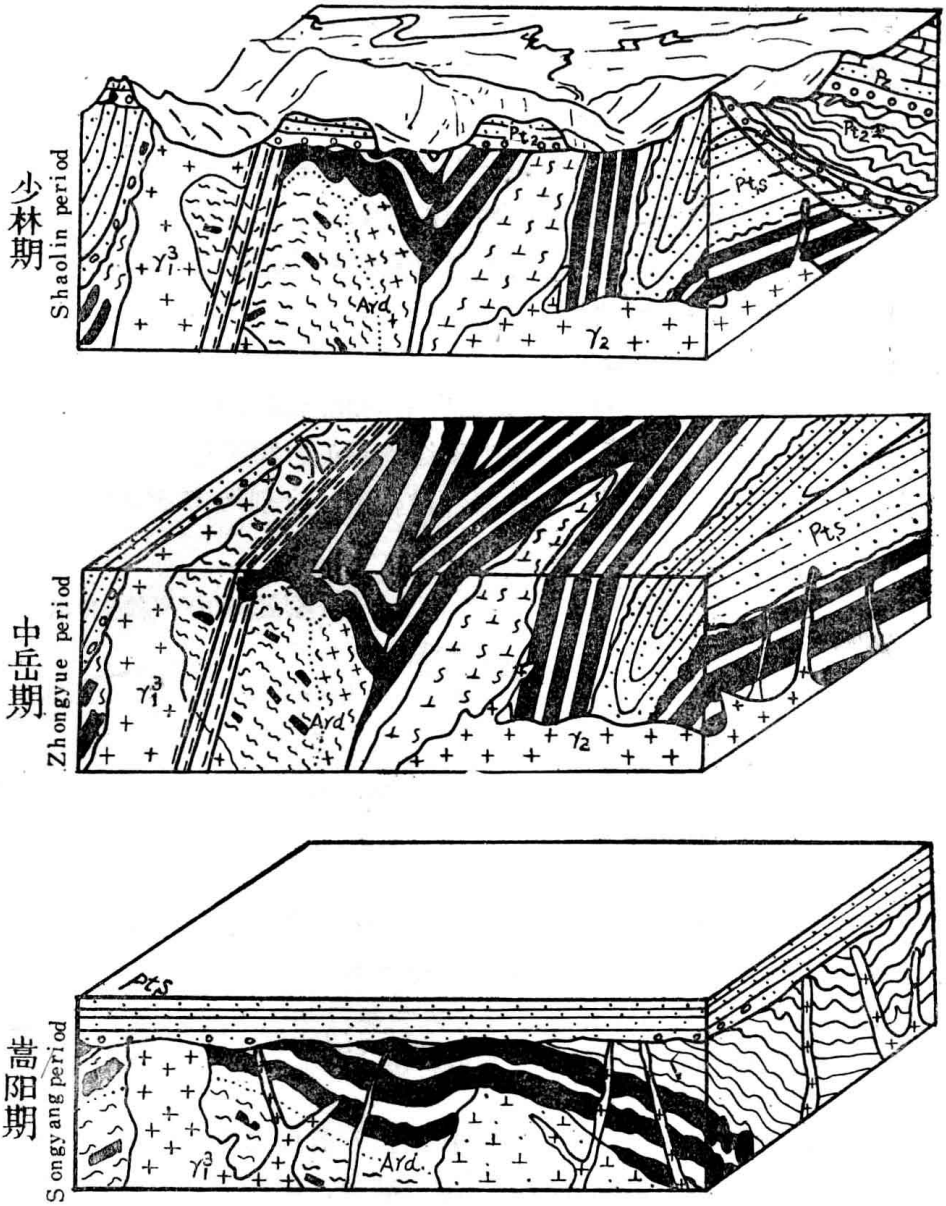


图5 登封君召太古界构造形变史简明块体示意图
(据西北大学)

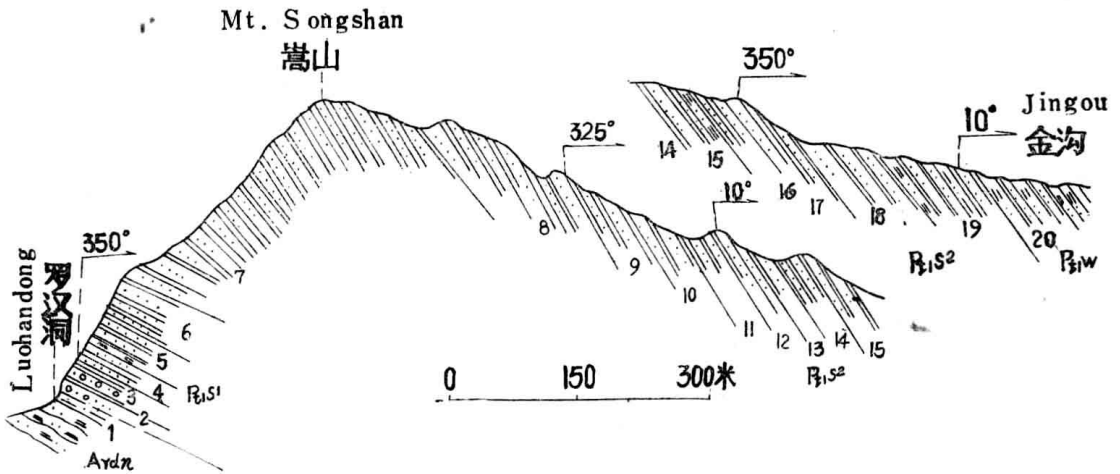


图7 嵩山群嵩山组剖面(登封罗汉洞一金沟)
1.登封群(Ardn) 2-19.嵩山组(Pt_{1s}) 20.五指岭组(Pt_{1w})

上段为浅黄白色—灰色厚层状粗粒石英岩夹绢云石英片岩，厚 203 米。

嵩山组底部砾岩的铷—锶法全岩等时线年龄为 19.52 亿年。

嵩山组与五指岭组为整合过渡关系，在金沟可以见到二组接触关系。嵩山组顶部为浅黄色、灰色厚层状粗粒石英岩夹绢云石英片岩，五指岭组底部为厚层状石英岩夹石英片岩，以石英片岩大量出现作为五指岭组的开始。

观察嵩山组剖面过程中，可通观大塔寺复背斜的褶皱特征及唐窑—中岳庙断层对盖层褶皱—嵩山大背斜的破坏。

2.五指岭组：按岩性可分三段

(1) 五指岭组一段：在登封中岳庙寺里沟北出露齐全（图8）岩性为灰白、浅黄褐色绢云石英片岩与石英岩互层，顶部为紫红色石英岩和不稳定的白云岩，白云岩之下局部有一层厚约10米的紫红色绢云千枚岩，微含磷，个别地方 P_2O_5 达15%。厚 104 米。

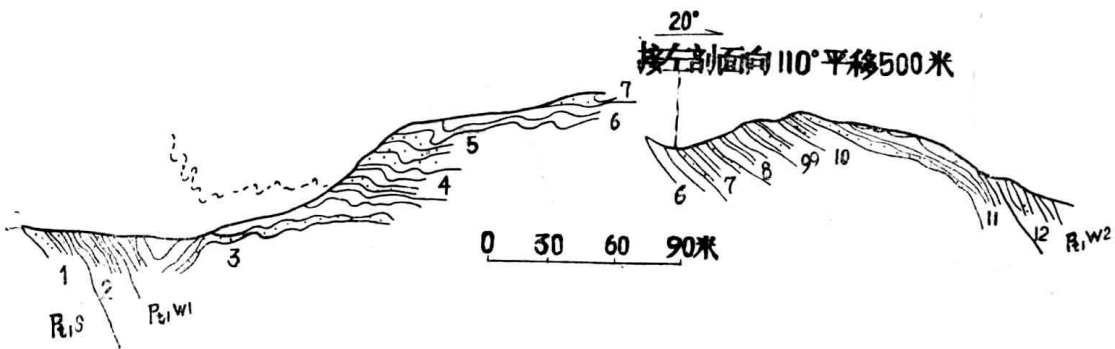


图8 嵩山群五指岭组一段剖面（登封中岳庙寺里沟北736高地）
1.嵩山组 (Pt_1s) 2—11.五指岭组一段 (Pt_1w^1) 12.五指岭组二段 (Pt_1w^2)

五指岭组一段含微古植物：*Trematosphaeridium holtedahlii*（郝台达穴面球形藻），*Polynorata obsoleta*（模糊多孔体）。

五指岭组一段顶部为浅灰黄色千枚状绢云石英片岩夹石英岩，逐渐过渡为青灰色千枚状绢云石英片岩、绢云千枚岩，以石英岩减少，颜色为青灰色开始作为五指岭组二段。一段顶部有白云岩的地方，以白云岩之顶作为两段之分界。有紫色千枚岩而无白云岩时，以紫色千枚岩作为一段之顶。

五指岭组展布于嵩山东坡，位处大塔寺复背斜向三官庙复向斜过渡的一个平卧倒转背斜的倒转翼上，地层褶皱强烈，次级构造发育，是研究嵩山群第一世代构造形态的良好地区。

(2) 五指岭组二段：出露在登封唐庄铁匠西沟至张家网北（图9）。岩性为青灰色、浅灰绿色千枚状石英绢云片岩夹薄层石英岩，顶部有不稳定的白云岩，厚 304 米。

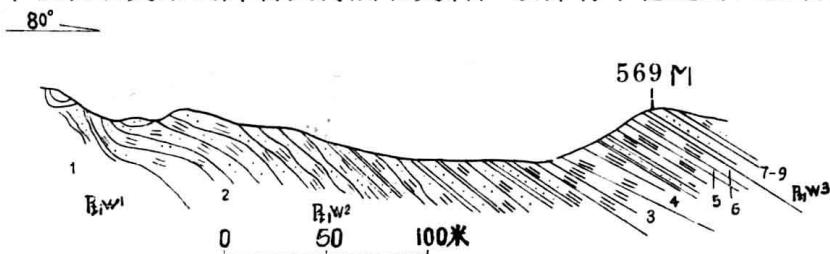


图9 嵩山群五指岭组二段剖面（登封县唐庄铁匠沟西—张家网北）
1.五指岭组一段 (Pt_1w^1) 2-6.五指岭组二段 (Pt_1w^2) 7-9.五指岭组三段 (Pt_1w^3)

白云岩中产叠层石 *Colonnella* sp.

五指岭组二段二云片岩伽一铯全岩等时线年龄为 17.99 亿年。

五指岭组二段顶部为灰绿色绿泥绢云片岩，三段之底为一层交错层理极为发育的灰白色厚层状含绢云、绿泥石英岩，两者界线比较容易辨认。

五指岭组二段剖面末端的纸房水库一带，嵩山群第二世代构造变形比较发育，它强烈地改造和掩盖了第一世代构造形迹。根据褶皱样式、方位、轴面面理性质、褶皱再褶皱（图10）、面理交切、线理截割等标志，可以分辨两个世代的变形和叠加关系。

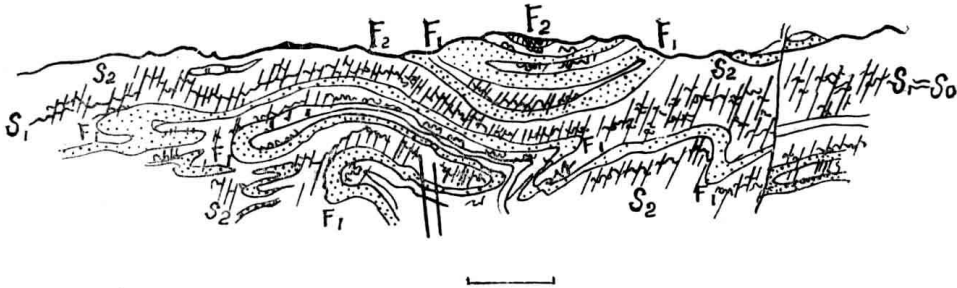


图10 雪沟水渠壁剖面示嵩山群第一期平卧褶皱 (F_1) 再褶皱形成的第二期平绥褶皱 (F_2) 早期面状构造 S_0 、 S_1 劈理 S_2
(据武汉地院)

(3) 五指岭组三段：出露在登封唐庄井湾岩崩至庙坡一线（图 11）。底部为一层厚 10.3 米的浅紫—灰白色厚层状中—粗粒含绢云绿泥石英岩，交错层理极为发育，特征明显。往上，多为绿泥绢云片岩，夹石英片岩、铁质石英岩、绢云片岩，上部具一层厚 8—10 米的假象磁铁矿层，含 TFe 一般 20—40%。顶部为铁质绢云石英片岩、铁质石英岩及含炭绢云石英片岩。总厚 310 米。

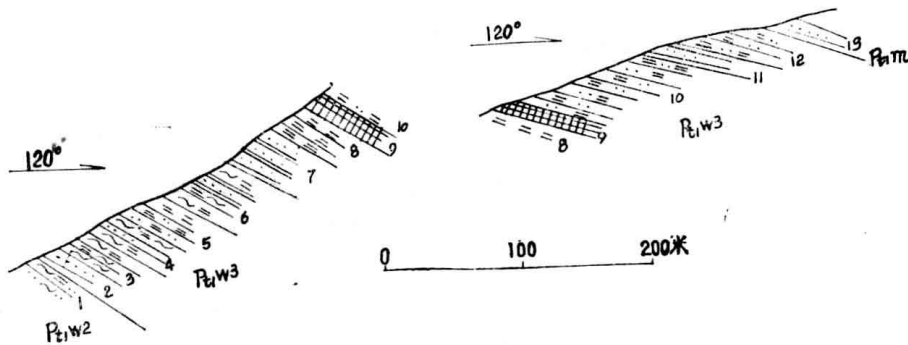


图11 嵩山群五指岭组三段剖面图（登封县唐庄井湾岩崩东坡）
1. 五指岭组二段 (Pt_1w^2) 2-12. 五指岭组三段 (Pt_1w^3) 13. 庙坡组 (Pt_1m)

本段顶部深灰色绢云石英片岩中含微古植物 *Trematosphaeridium* sp. (穴面球形藻)。

在庙坡山顶处可以见到五指岭组三段与庙坡组的接触关系。五指岭组三段顶部为深灰色含炭质绢云石英片岩，庙坡组为灰白色厚层状石英岩，二者为整合接触，地貌标志

明显，容易辨认。

3. 庙坡组:

庙坡组出露在庙坡和寨上东坡一带(图12), 岩性下部为灰白色厚层状粗粒石英岩夹细粒石英岩(即天然油石层), 中部为厚层状中粗粒石英岩夹黑色条带状磁铁石英岩, 上部为中厚层粗粒石英岩夹紫红色条带状赤铁石英岩, 顶部夹不稳定的千枚状绢云石英片岩, 厚 395 米。

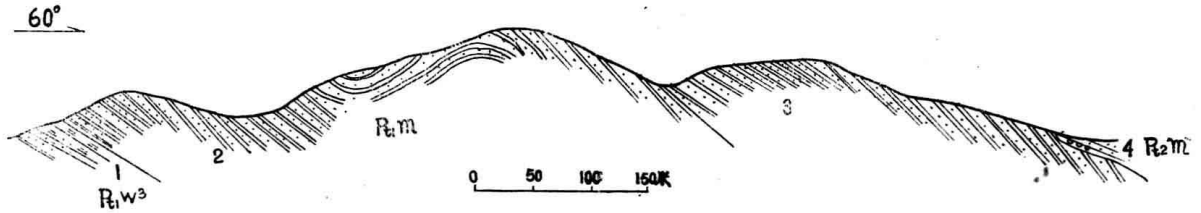


图12 嵩山群庙坡组剖面图(登封县唐庄井湾庙坡)

1.五指岭三段(Pt_1w^3) 2—3.庙坡组(Pt_1m) 4.马鞍山组(Pt_2m)

庙坡组顶部为紫红色铁质石英岩, 花峪组为紫红色铁质千枚岩, 两者为整合接触, 界线清楚, 容易识别。

剖面上庙坡组组成一个倒转向斜的核部, 褶皱形态紧密, 轮廓清晰。

4. 花峪组:

本组出露在大花峪和寨上东南, 自下而上可分为 5 层, 总厚约 194 米(图 13)

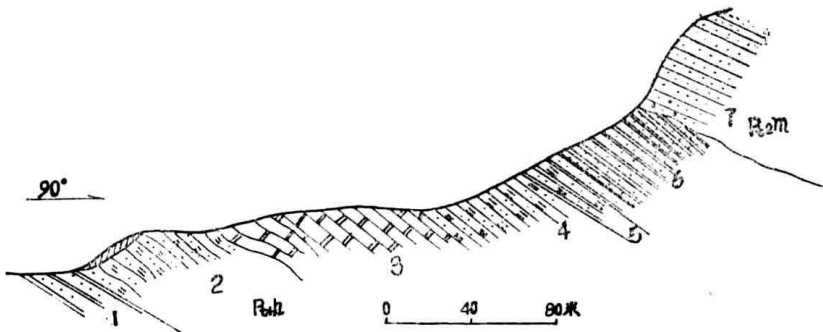


图13 嵩山群花峪组剖面图(登封唐庄井湾大花峪)

1.庙坡组(Pt_1m) 2-6.花峪组(Pt_1h) 7.震旦系马鞍山组(Pt_2m)

第一层为紫红色铁质千枚岩, 紫红色角砾状千枚岩, 夹紫灰色绢云千枚岩。角砾状千枚岩中, 角砾为同生角砾, 大小 0.5—2 厘米, 大者可达 3—5 厘米。本层顶部有一层含磷千枚岩, 厚度 0.5—3 米, 局部 P_2O_5 含量可达 33%, 为块状微晶质磷矿。厚 22 米。

第二层为灰白色、灰黄色厚层状白云岩、泥质白云岩、偶夹千枚岩。产 *Conophyton for.* (锥叠层石)。厚 77 米。

第三层为紫灰色千枚岩, 岩性与第一层相似, 但铁质较少, 颜色灰紫色、灰白色者居多。底部有一层不稳定的含磷千枚岩。其中亦有角砾状千枚岩, 角砾约占 10—15%, 大小 0.5—2 厘米, 个别可达 3—5 厘米, 亦为同生角砾。厚 53 米。

第四层为灰白色中层石英岩，岩石比较破碎，厚 42 米。

在参观路线东端，可见中元古界五佛山群马鞍山组底部砾岩层呈角度不整合覆于花峪组不同层位上，马鞍山组角度不整合在花峪组之上，这是它覆盖的最高层位。嵩山地区其它地段可见它覆盖在庙坡组、五指岭组、嵩山组乃至登封群之上。

(四) 中岳运动

1954年张尔道先生创名，由于相对层位有误，则运动时限不清。1957年马杏垣教授认为它是发生在嵩山石英岩、五指岭片岩（相当滹沱群）与五佛山群之间的一次构造运动，并认为应是吕梁运动。

中岳运动是发生在下元古代嵩山期沉积之后，中元古代五佛山期沉积以前的一次强烈造山运动。五佛山群呈高角度不整合覆盖于嵩山群及登封群各组之上。

中岳运动的结果，使整个嵩山群谐调地产生了紧密的，走向近南北，轴面向西倾斜，向东倒转的复式背斜和复式向斜。每个复背斜和复向斜又有一系列次一级的大小不等、形态相当复杂的同斜倒转褶皱叠加、组合而成，次一级褶皱中又发育着劈理、片理等。复背斜和复向斜相间分布、互相过渡，翼翼嵌联，轴面倾向由陡到缓逐渐变化，陡者近于直立，缓者近于平卧，一般以 45 度为多数。

仅就嵩山主峰以东而论，其褶皱构造由西向东排列着大塔寺复背斜，三官庙复向斜，老虎头寨复背斜、五指岭复向斜等。大塔寺复背斜主要由下元古界嵩山群嵩山组石英岩组成，核部出露着登封群郭家窑组。嵩山组石英岩组成了大塔寺复背斜核部及两翼的九个次一级背斜、向斜及倒转背、向斜（图14），向东经三官庙复向斜和老虎头寨复背斜而过渡为五指岭复向斜。五指岭复向斜主要为下元古界嵩山群五指岭组、庙坡组和花峪组构成，其中又展布着六个次一级褶皱构造（图15），显示了中岳运动所形成的紧

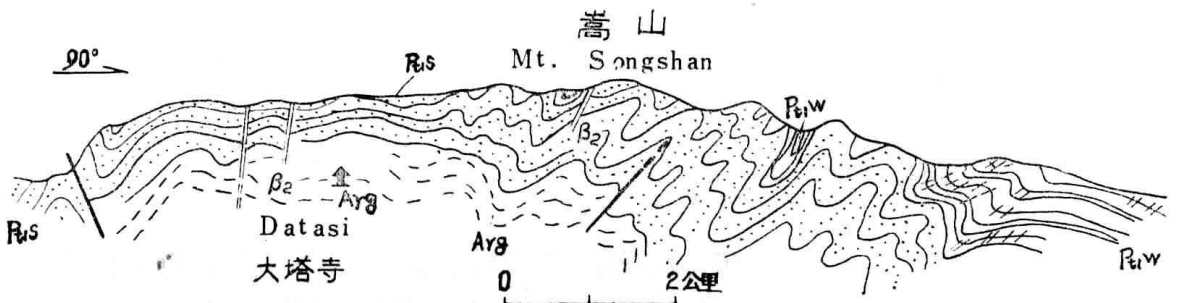


图14 大塔寺复背斜示意剖面图

Pt₁w—下元古界五指岭组 Pt₁s—下元古界嵩山组 Arg—登封群郭家窑组 β₂—辉绿岩脉
(据武汉地院资料)

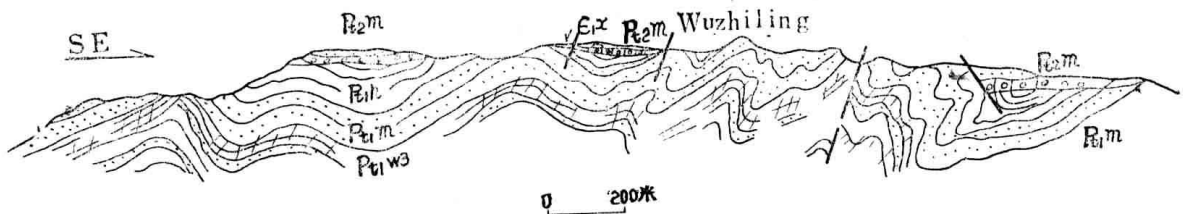


图15 五指岭复向斜

E₁x—寒武系下统辛集组 Pt₂m—马鞍山组 Pt₁h—嵩山群花峪组 Pt₁m—嵩山群庙坡组 Pt₁w³—嵩山群五指岭组三段
(据武汉地院资料)

密的、呈线状排列的、多种多样的复杂构造形态。

中岳期的断裂构造主要有北东—南西向、近北向和近东西向三组，前两组较发育，规模稍大，以压性、压扭性为主。

中岳运动的构造形态和角度不整合面，在所参观的诸条路线上多处见到，远眺近瞻，举目可及。

(五) 中元古界五佛山群

五佛山群由张尔道先生于1954年创名“五佛山系”，1959年嵩山地层研究小组改称五佛山群，自下而上可分为兵马沟组、马鞍山组、葡萄峪组、骆驼畔组和何家寨组。

1. 兵马沟组:

兵马沟组仅分布在伊川县北部兵马沟一带(图16)，岩性为一套紫红色砾岩、砂砾岩、含砾粗砂岩、砂岩夹页岩、页岩等组成，厚575米。砾岩中砾石成分复杂，有各种玢岩，片麻岩及脉石英等。砾石直径大小不等，一般0.2—50厘米，无规则排列。砾石滚圆度一般良好，分布下密上疏，下大上小，胶结物为铁质及砂泥质，比较疏松。砂岩、砂砾岩中多见火山岩的砂屑和岩屑，中下部的砂砾岩中含有海绿石及饼状铁质结核。

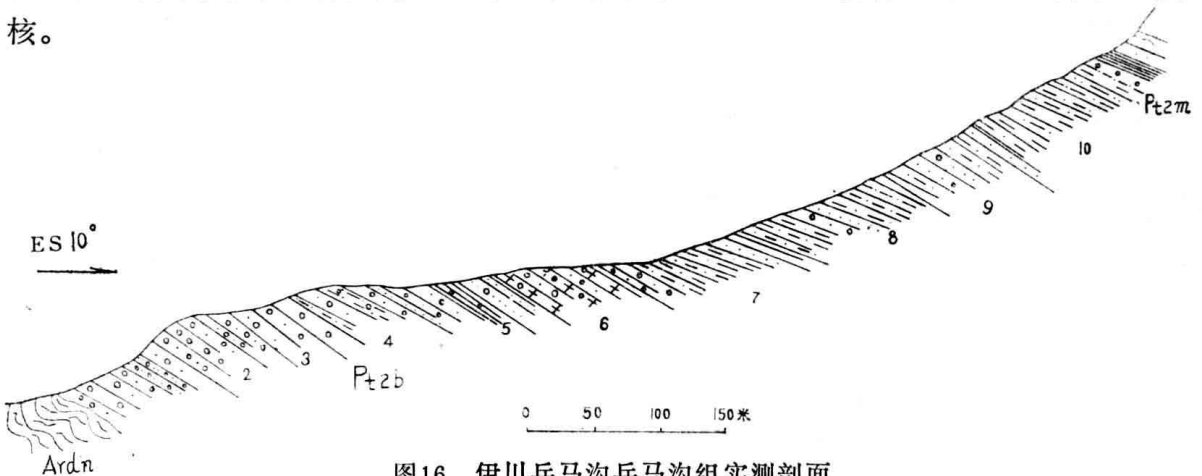


图16 伊川兵马沟兵马沟组实测剖面

Ardn 登封群 Pt_{2b} 五佛山群兵马沟组 Pt_{2m} 五佛山群马鞍山组

兵马沟组粒度下粗上细，粒级序次及递变层理明显，砂砾岩中和砂岩中发育板状斜层理、单向交错层理，少数槽状斜层理及波痕、泥裂，反映了兵马沟组可能为三角洲逐渐向港湾或滨海过渡的海进型沉积环境。

兵马沟组含微古植物5属4种，2个亲近种，主要有 *Trematosphaeridium holte-dahlia* (郝台达穴面球形藻)，*T. minutum* (小穴面球形藻)，*Taeniatum crassum* (厚带藻)，*Leiominuscula aff. minuta* (小光面球形藻亲近种)，*Polyporata obsoleta* (模糊多孔体)。

兵马沟组分布局限，在伊川县祖师山兵马沟，可以见到兵马沟组角度不整合在登封群之上。登封群为片麻岩、片岩，兵马沟组底部为砾岩，界线比较明显，为角度不整合接触关系。在兵马沟西部山沟中，可见兵马沟组角度不整合在熊耳群之上。此处为熊耳群出露的边缘地带，安山玢岩不规则地盖在登封群郭家窑组片麻岩之上，二者呈角度不整合接触。

在参观路线上，兵马沟组顶部为暗紫色粉砂质页岩，马鞍山组底部有底砾岩，二者为平行不整合接触。由于马鞍山组底砾岩比较稳定，特征明显，接触关系容易识别。

在兵马沟，马鞍山组覆盖在兵马沟组之上，其它地段，则角度不整合在登封群或嵩山群之上。

2. 马鞍山组:

在登封君召丫口至偃师何家寨路线上，可以看到五佛山群马鞍山组以上各组地层（图 17）。

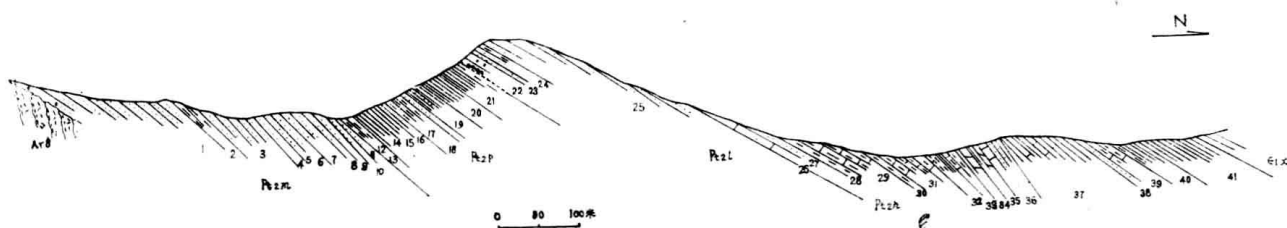


图17 河南省偃师县何家寨五佛山群地层实测剖面图

1-11 马鞍山组 Pt_2m 12-21 葡萄峪组 Pt_2p 22-25 骆驼畔组 Pt_2l 26-41 何家寨组 Pt_2h Ars 太古界石牌河组 ϵ_1x 寒武系下统辛集组

马鞍山组，可以分为下上两段。下段底部为底砾岩，角度不整合在登封群之上，底砾岩之上为灰紫色、肉红色不等粒石英砂岩。厚 64.3 米。

上段由下而上分别为灰紫、紫红色条带状石英砂岩夹少量紫红色页岩（有时底部见呈透镜状产出的砾岩层）；灰色长石石英砂岩夹灰绿色页岩及透镜状海绿石石英砂岩等，越向上夹页岩层数愈多。厚 111 米。

马鞍山组的底砾岩砾石成分主要为灰白、紫红色石英岩，脉石英，及少量条带状磁铁石英岩及黑云母花岗岩等。砾石大部分浑圆，大小一般 5—10 厘米，大者 30×30 厘米，小者 2—3 厘米。胶结物为砂质及铁、泥质。

马鞍山组中交错层理发育，有小的同向收敛斜层理及羽状斜层理等，还见有对称波浪， $l=7-20$ 厘米， $h=0.8-3$ 厘米，表面具泥裂。

马鞍山组上段中发现微古植物：*Leiopsophosphaera solida*（坚壁光球藻），*Taeniatum* sp.（带藻），*Lignum* aff. *nematoideum*（丝纹状植物碎片）。

在五佛山地区，马鞍山组海绿石钾—氩法同位素年龄为 8.43 亿年。在禹县相应层位中海绿石钾—氩法同位素年龄为 11.68 亿年。

马鞍山组与葡萄峪组为整合关系。在参观路线上，可见马鞍山组顶部为灰白色石英砂岩，其上见青灰色薄层状砂质页岩，以页岩开始出现作为葡萄峪组的底界，标志明显，容易识别。

按照马杏垣教授的重力滑动学说，马鞍山组属于下伏系统，其上覆岩系沿马鞍山组顶面向北滑动。但是，下伏系统与滑动系统为对立统一体，由于马鞍山组本身的褶曲和穹窿发育，沿其底部不整合面也有一定的滑脱，其顶部表现为一个沿层面的正断层，地貌上为一明显的大斜坡，是一个明显的滑面。

重力滑动学说的理论是：少林运动使太古界登封群及下元古界嵩山群向上抬升，其上覆中元古界五佛山群向上隆起，向北倾斜，在重力作用下，向北滑脱。

3. 葡萄峪组:

岩性主要为青灰色、灰黄色砂质页岩夹炭质页岩及薄层粉砂岩,上部为紫红色砂质页岩夹薄层细砂岩,厚 130 米。

该组微古植物极为丰富,计有 22 属 32 种,6 个亲近种,主要有: *Leiopsophosphaera minor* (小光面球形藻), *L. infriata* (古光球藻), *L. densa* (坚密光球藻), *Trachysphaeridium minor* (小粗面球形藻), *T. simplex* (简单粗面球形藻), *T. cultum* (薄壁粗面球形藻), *T. laminaritum* (层纹粗面球形藻), *Pseudozonosphaera sinica* (震旦拟环球形藻), *P. verrucosa* (瘤面拟环球形藻), *Microconcentrica induplicata* (多纹同心藻), *Orygmatosphaeridium exlile* (薄壁巢面球形藻), *Syhsphaeridium conglutinatum* (粘结连球藻), *Macroptycha cf. uniplicata* (单褶大褶藻近似种)。

葡萄峪组顶部页岩、砂岩之上是灰白色、灰黄微显紫红色含砾砂岩,界线十分明显,根据含砾砂岩的出现划为骆驼畔组,二组为平行不整合接触,有人认为是构造接触。

按照重力滑动学说,葡萄峪组岩性较软,被夹持在马鞍山组和骆驼畔组强硬的岩石之间,是主要的润滑层,其上下界面,尤其是下界面,是主要的滑面,表现为沿下界面的正断层。

4. 骆驼畔组:

岩性主要为灰黄、紫红色细—中粒石英砂岩,底部具含砾砂岩,上部夹砂质页岩,厚 68 米。

骆驼畔组底部含砾砂岩的砾石成分以石英砂岩、脉石英为主,其次为砂质页岩,大小 2—3 厘米,大者 5—8 厘米,个别达 15×3 厘米,这种长形饼状砾石为砂质页岩。砾石形状浑圆,胶结物为泥砂质。

骆驼畔组含微古植物 *Leiopsophosphaera solida* (坚壁光球藻), *Trachysphaeridium cultum* (薄壁粗面球形藻)。

骆驼畔组顶部为厚层石英砂岩,其上为浅灰色薄层灰岩,以灰岩开始出现划为何家寨组二组为整合接触,岩性标志明显,容易识别。

重力滑动学说认为,骆驼畔组在润滑层葡萄峪组之上,属于滑动系统,位于滑动系统的后部,组成 I 滑体的 I₁、I₂ 滑块。

5. 何家寨组:

底部有一层薄层状灰岩。下部为黄绿色页岩夹薄层石英砂岩,灰紫色含锰白云岩及砂质白云质灰岩。中、上部为含叠层石的灰岩、白云岩、泥灰岩夹页岩,灰绿色、紫红色页岩夹粉砂岩及泥岩等,厚 329 米。

何家寨组中发现痕迹化石 *Chuaria* 叠层石也比较丰富,主要有 *Anabaria inconspicua* (不清楚阿纳巴尔叠层石), *Inzeria heyaoensis* (何瑶印卓尔叠层石), *I. cf. toctoguli* (印卓尔叠层石), *Gymnosolen for* (裸枝叠层石), *Jurusania for.* (朱鲁沙叠层石)。

何家寨组的微古植物十分丰富,计有 16 属,30 种,主要有: *Leiopsophosphaera minor* (小光球藻), *L. apertus* (开放光球藻), *Trachysphaeridium minor* (小粗面

球形藻), *T. hyalinum* (膜壁粗面球形藻), *T. simplex* (简单粗面球形藻), *Pseudozonosphaera sinica* (震旦拟环球形藻), *P. verrucosa* (瘤面拟环球形藻), *Zonosphaeridium minutum* (小有环球形藻), *Synsphaeridium conglutinatum* (粘结连球藻), *Laminarites antiquissimus* (古片藻), *Taeniatum simplex* (薄带藻), *T. crassum* (厚带藻)。

根据重力滑动构造理论,何家寨组为滑动系统的中上部,为I滑体的I₃滑块和II滑体。

何家寨组之上,武汉地质学院曾新划出一个红岭组,由于为混杂堆积,顶、底均为断层接触,加之仅一处出露,理不出真正的层序与厚度,可能属于一个小滑块的前缘部位,我们将其归于何家寨组上部层位。

在参观的何家寨剖面上,何家寨组顶部为紫红、鲜红色页岩夹薄层砂质页岩,其上为一层砂砾岩,即“关口砂砾岩”,此处二者为平行不整合接触。但向东至少佛寺一带,可见到辛集组底部关口砂砾岩与下伏何家寨组页岩呈角度不整合接触。造成此不整合界面的构造运动即所谓少林运动。

在参观五佛山群剖面的过程中,可以对重力滑动构造的结构要素、滑动构造各部分的构造特征、滑动机制等有一定的了解。

(六) 少林运动

1959年王曰伦先生创名少林运动,为发生在晚前寒武世的一次构造运动。在华北地台上,它的表现是明显的沉积间断,寒武系下统馒头组与前寒武系分界清楚,馒头组底部杂色页岩之下均有侵蚀面存在。由于对该运动性质的认识尚不统一,故命名各异,蓟县地区称蓟县运动,皖北称霍丘运动。

在地处华北地台西南边缘的嵩山地区,这个运动表现为明显的交角不整合,寒武系下统馒头组之下的辛集组底部砾岩呈角度不整合覆盖在五佛山群何家寨组之上,或超覆于马鞍山组及嵩山群各组之上。这一角度不整合界面在玉寨山、嵩山北坡及五指岭、尖山一带到处可见,尤其是少林寺西山露头良好,界面清晰,一目了然(图18),故称此构造运动为少林运动。

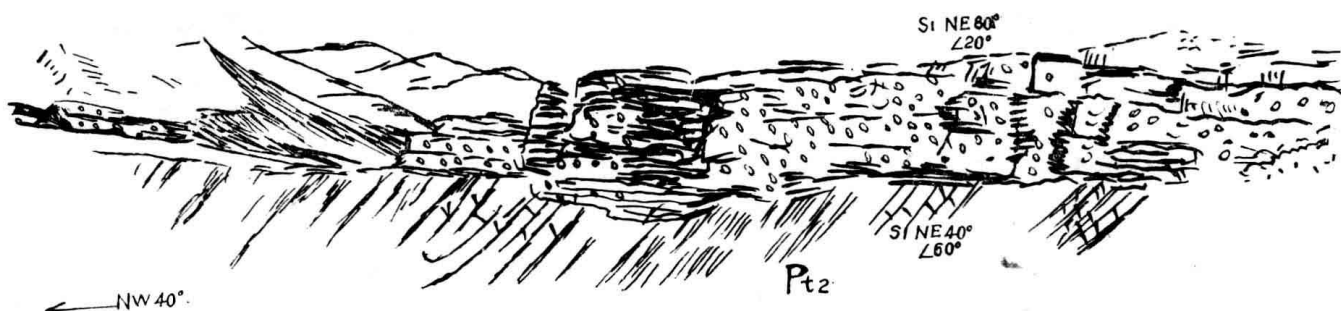


图18 河南登封少林寺西山寒武系与五佛山群之间的不整合
(据王曰伦)