

国家“十五”科技攻关课题资助项目
(2001BA803B04)

淮南矿区地质 动力区划



HUAINAN KUANGQU
DIZHI DONGLI
QUHUA

张宏伟 等著

煤炭工业出版社

国家“十五”科技攻关课题资助项目 (2001BA 803B04)

淮南矿区地质动力区划

张宏伟 等著



煤炭工业出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

地质动力区划主要用于矿井动力现象的区域预测研究。在论述淮南矿区区域地质构造概况和构造运动基本特点的基础上,全面阐述以地形地貌分析为主的活动断裂的研究方法和井田地质动力状态野外考察方法,以及应用地质动力区划方法对淮南矿区地质构造形式进行的划分。淮南矿区地质动力区划以板块理论为基础,以地形地貌学、地质动力学、地球物理等科学为依据,运用现代采矿理论、信息论、概率论和地理信息系统等研究方法,从区域地质构造研究入手,进行了活动断裂划分与评估、地应力测量、岩体应力分析、固流耦合效应分析、井上下地质地貌考察、实验室试验以及数值模拟计算等多方面的研究工作。通过淮南矿区地质动力区划研究建立了煤与瓦斯突出预测的多因素模式识别概率预测方法,开发了煤与瓦斯突出区域预测决策分析系统,实现了煤与瓦斯突出区域预测的可视化管理,拓宽了煤与瓦斯突出预测途径,提高了瓦斯灾害预测的准确性。该书为煤与瓦斯突出等矿井动力现象预测预防、区域性地质灾害预测以及大型工程设施建设的稳定性评价提供了一个可行的方法。

该书全面系统地提出了矿井动力现象的区域预测方法,可供矿山、油田、地质、地震、城市规划、工程建设等部门的有关人员和大专院校师生学习参考。

Отзыв на книгу профессора Джана Хонвэй “Метод геодинамического районирования”

Книга профессора Джана посвящена очень актуальному вопросу – методу геодинамического районирования. Она созвучна тем исследованиям, которые проводились мною и проф. Петуховым И. М. в России. Однако, компьютеризированный подход ко всем методическим приемам данного метода дает эту работу шагом вперед в направлении дальнейшего его развития, особенно к развитию геодинамического районирования месторождений. Исследования, проведенные проф. Джаном на угольных месторождениях Китая методом геодинамического районирования хорошо подтверждают тот факт, что только новые методы исследований дают возможность выявить неизвестные ранее закономерности развития природных процессов, которые дают новый подход к планированию технологических процессов для безопасной разработки месторождений. Метод геодинамического районирования пока не нашел широкого применения в Китае, поэтому данная монография имеет не только научное значение, но и как просветительская работа по популяризации данного метода.

Профессор И. М. Батугина

Батугина

д. т. н. действ. чл. МАНЭБ,

чл. – корр. РАЕН

28.01.2004

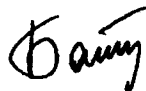
序

张宏伟教授的这本专著论述的是一个具有实际意义的问题——地质动力区划方法。书中的内容同我和 И.М. 佩图霍夫教授在俄罗斯所进行的研究相得益彰。特别是在地质动力区划研究中引入了计算机可视化和模式识别方法,使得地质动力区划工作得以深化,尤其有利于进行煤田和矿田地质动力区划的研究。张宏伟教授应用地质动力区划方法在中国煤田进行煤与瓦斯突出预测所取得的研究成果,充分证明只有新的研究方法才可以查明自然界发展过程所未知的规律,而掌握这些规律为安全开采煤田、规范工艺过程提供了保证。地质动力区划在中国尚未得到广泛的应用,因此该著作不仅具有科学意义,而且对于地质动力区划方法的推广应用具有开创性的意义。

И.М. 巴杜金娜教授 科学博士

国际人与自然生态安全科学院院士

俄罗斯自然科学院通讯院士



2004.1.28

前言

地质动力区划是地质动力学的一个新分支,它基于板块构造学说,根据地形地貌的基本形态和主要特征决定于地质构造形式这一原理,通过对地形地貌的分析,查明区域断裂的形成与发展;综合应用地应力测量、数值分析、“3S”、人工神经网络和模糊推理等技术手段,查明影响煤与瓦斯突出发生的各种因素;以断裂的构造形式和活动性、地应力、瓦斯压力和瓦斯含量等综合因素作为预测煤与瓦斯突出的主要判据,应用多因素模式识别方法完成煤与瓦斯突出区域预测工作;为人类的工程活动提供地质环境信息和预测工程活动可能产生的地质动力效应。

本书介绍了由辽宁工程技术大学地质动力区划研究所的学者与俄罗斯自然科学院通讯院士 И.М. 巴杜金娜、俄罗斯自然科学院院士 И.М. 佩图霍夫、煤炭科学研究总院抚顺分院以及淮南矿业集团有关专家和工程技术人员合作,在淮南矿区潘一矿和谢一矿进行国家“十五”科技攻关课题“煤与瓦斯突出区域预测的地质动力区划和可视化技术(2001BA803B0404)”的研究成果。通过近三年的合作研究,完成了淮南矿区Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ和Ⅴ级地质动力区划图的编制,查明了淮南煤田区域内地壳和矿山岩体变形的规律,揭示了淮南煤田具有高瓦斯含量的地质构造背景和产生煤与瓦斯突出的主要原因,确定了煤与突出危险性的主要影响因素和预测指标的临界值,建立了煤与瓦斯突出预测的多因素模式识别概率预测方法。系统地用地质动力区划方法划分活动构造、评估岩体应力状态,用多因素模式识别概率预测方法预测煤与瓦斯突出在中国尚属首次。它对矿井动力现象预测和区域性地震灾害预测以及大型工程设施建设的稳定性评价提供了一个可行的方法。该方法工程投入少,简便易行,应用前景广阔。

本书由张宏伟进行全书设计和定稿,并撰写第1章~第5章和第9章,第6章由梁冰、刘晓丽和曹垚林撰写、第7章由张宏伟和李胜撰写、第8章由李胜撰写。在本书的撰写过程中淮南矿业集团的袁亮、李平、何新矿、刘永庆等同志给予了热情的支持;И.М. 巴杜金娜教授、И.М. 佩图霍夫教授,以及温彦良、徐学锋、封富、韩军、宋卫华等同志参加了淮南矿区地质动力区划的部分研究工作,在此一并表示感谢。

本书出版获得国家“十五”科技攻关课题“煤与瓦斯突出区域预测的地质动力区划和可视化技术(2001BA803B0404)”的资助。

由于作者的水平所限，书中难免出现错误和不妥之处，欢迎读者提出批评与修改意见。

作 者

2004年2月

目 录

1 淮南矿区区域地质构造概况	1
1.1 概 述	1
1.2 区域地质构造基本特征	2
1.3 潘一矿地质构造特征	2
1.4 谢一矿地质构造特征	11
1.5 矿井灾害	13
2 淮南矿区地质构造形式划分	17
2.1 地质动力区划方法	17
2.2 活动断裂研究方法	18
2.3 区域地质地貌特征	24
2.4 I级断块构造划分	27
2.5 II级断块构造划分	27
2.6 III级断块构造划分	27
2.7 IV级断块构造划分	30
2.8 V级断块构造划分	31
2.9 VI级断块构造划分	32
3 井田地质动力状态野外考察	34
3.1 概 述	34
3.2 分析地貌片段	34
3.3 地貌标高检查	35
3.4 查明螺旋构造的片段	38
3.5 分析河系	40
3.6 测量岩体裂隙	44
3.7 测量井下煤体节理	46
3.8 分析煤与瓦斯突出的特征	48
3.9 野外考察结论	51
4 地应力测量	53
4.1 概 述	53
4.2 空芯包体应力测量方法	53
4.3 测量地点	56

4.4 现场测量	57
5 岩体应力状态分析	62
5.1 概 述	62
5.2 岩体应力分析步骤	62
5.3 潘一矿岩体应力分析	63
5.4 谢一矿岩体应力分析	68
5.5 活动构造和应力对煤与瓦斯突出影响分析	74
6 煤体变形与瓦斯流动的固流耦合效应分析	78
6.1 瓦斯对煤的力学特性和力学响应影响的试验研究	78
6.2 煤和瓦斯耦合作用数学模型	81
6.3 耦合数值计算的程序设计	83
6.4 固流耦合场数值分析	85
6.5 瓦斯含量、应力影响因素分析	86
7 煤与瓦斯突出预测多因素模式识别	91
7.1 概 述	91
7.2 煤与瓦斯突出预测模式识别原理	91
7.3 模式识别步骤	91
7.4 系统设计	92
7.5 功能模块	93
7.6 煤与瓦斯突出危险性区域预测	96
7.7 潘一矿煤与瓦斯突出模式识别	101
7.8 谢一矿煤与瓦斯突出模式识别	107
8 煤与瓦斯突出区域预测决策分析系统	112
8.1 系统设计	112
8.2 系统功能	112
8.3 数据管理子系统	113
8.4 数据前处理子系统	115
8.5 煤与瓦斯突出危险性区域预测子系统	116
8.6 数据可视化子系统	117
9 淮南矿区地质动力区划成果	122
9.1 取得的研究成果	122
9.2 多因素模式识别概率预测突出危险性效果检验	123
参考文献	125

1.2 区域地质构造基本特征

1.2.1 淮南煤田地质构造基本特征

淮南煤田属华北地层区。区内除古生界的中奥陶统至中石炭统缺失外,中生界的三叠系、侏罗系和白垩系亦无沉积。从山区露头及钻孔揭示,该区自下元古界的前长城系至第四系除缺失者外,均有不同程度的发育。

淮南煤田位于华北地台南缘,淮南-豫西台陷带内。其东限于郟庐深大断裂与张八岭地轴相隔;南以舜耕山断层为界与合肥-霍邱坳陷毗邻,西抵阜阳-夏邑断层,与河南禹密煤田遥遥相应,北止上窑-明龙山断层与蚌埠隆起相接。

1.2.2 褶皱

淮南煤田为一轴向 NWW,枢纽向东倾伏,边缘褶皱、断层较发育而内部开阔,由不同程度的褶皱、断块所组成的大型复向斜构造。复向斜内部为一系列次一级的背斜和向斜构造。各褶皱轴向均沿 $N70^{\circ} \sim 80^{\circ}W$ 方向延展,一般向东倾伏,倾伏角一般为 $3^{\circ} \sim 5^{\circ}$ 。褶皱倾伏状况具统一性,即沿同一构造轴线,煤田西部煤层赋存浅,而东部赋存深,与合肥-霍邱坳陷东深西浅的特点一致。枢纽方向和轴向极为相近,仅相差 $3^{\circ} \sim 5^{\circ}$ 。其褶曲自北向南有:唐集-朱集背斜,尚塘-耿村集向斜,陈桥潘集背斜,谢桥-古沟向斜,陆塘背斜等。向斜轴部煤系之上均有较厚的二叠系上统(P_2^2)石干峰组红色地层或被新生界所掩盖。呈波状起伏的陈桥-潘集背斜,除背斜轴部部分地段由于风化剥蚀有寒武系奥陶系出露外,其余均为二叠系含煤地层,是淮南煤矿远景发展的主要后备基地。

1.2.3 断层

煤田褶皱变形剧烈,导致在挤压受力最大部位断裂,产生了一系列压扭性逆冲断层。这些断层和褶皱构成了煤田的一级构造体系,其走向与褶皱轴向基本一致。断层自北向南主要有:上窑-明龙山断层、丁潘北部断层、朱集断层、早凤断层、舜耕山断层。

煤田的二级构造为一系列 NNE 向张扭性正断裂。其自东向西有:新城口-长丰断层,大兴集断层、颍上-陈桥断层,江口集断层、王胡同断层、老庙断层、口孜集断层,阜阳-夏邑断层。

此外,更次一级的附生断层在煤田中亦很发育,且大多数发育在褶曲的翼部和核部,尤其是在背斜的端部呈放射状分布,使含煤地层被切割成断块状,形成多处地垒或地堑;有些褶曲已支离破碎,形态不完整。

1.3 潘一矿地质构造特征

1.3.1 井田位置

潘一矿井田位于安徽省淮南市西北部潘集区,距淮南洞山约 28 km。该井田向南西至淮南凤台县城约 24 km,南以淮河与淮南老矿区相隔,地跨淮南潘集、田集、古沟 3 个乡。

1.3.2 井田范围

潘一矿井田东以第Ⅲ勘探线与潘二井田毗邻,西以第Ⅸ勘探线及人定境界与潘三井田交界;北部Ⅲ—Ⅳ—Ⅴ勘探线间以 F_{2-3} 、Ⅳ—Ⅴ—Ⅵ勘探线间以背斜轴、Ⅵ—Ⅸ勘探线

间分别以 F_4 , F_5 , F_{5-1} , F_5 与潘二、潘四井田交界, 南至 13-1 煤层 - 900 m 底板等高线地面投影线。东西长约 9 km, 倾斜宽约 5.3 km, 面积约 48 km²。

1.3.3 交通条件

潘一矿井田交通极为方便。合阜铁路从潘一矿井田穿过。淮河铁路公路两用桥与淮南老矿区相连。淮南市内 11, 12, 13, 14, 16, 21 路公共汽车与各井田相通。每天还有定点班车直达蚌埠、南京等地。淮河水运也十分方便。

1.3.4 潘一井田构造特征

1.3.4.1 基本特征

潘集矿区位于淮南复向斜轴部偏北。区内全被厚 120 ~ 484 m 的第四系新地层所覆盖。全区为一宽缓略不对称的背斜构造形态。背斜轴向为 $N70^{\circ}W$, 向东倾伏, 略有起伏, 沿背斜轴线形成两个隆起, 西部隆起较高, 东部隆起较低, 近似“马鞍形”。背斜南翼倾角较缓, 由浅至深倾角一般为 $20^{\circ} \sim 7^{\circ}$; 北翼倾角较陡, 一般为 $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 。全区构造中等至复杂, 局部地区有岩浆岩侵入。

潘一井田位于潘集背斜南翼及东西部倾伏转折端南翼。地层走向自东向西为 $N30^{\circ}E$ 至 $N60^{\circ}W$, 倾向 SE ~ SW, 倾角由浅至深逐渐变缓 ($20^{\circ} \sim 7^{\circ}$)。井田内以斜切张扭性断层为主, 压扭性断层次之。张扭性断层按走向可分为二组: 一组走向为 NEE 及 EW 向, 倾向 SE 及 S, 倾角 $50^{\circ} \sim 75^{\circ}$, 落差大小不一, 为潘一矿井田主要断层, 是影响矿井开拓、生产的主要地质因素; 另一组走向为 NW 及 NWW 向, 倾向 SW 及 NE, 倾角 $50^{\circ} \sim 76^{\circ}$, 落差较小, 有些仅呈裂隙发育。井田内主要压扭性断层为走向和背斜轴向基本一致或二者交角 $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 的逆断层, 其落差较大, 是确定井田边界及采区边界的地质依据。潘一井田构造纲要图如图 1-2 所示。

1.3.4.2 断层

据井田内现有的地质资料统计: 落差大于 5 m 的断层 65 条, 占断层总数的 3/5; 压扭

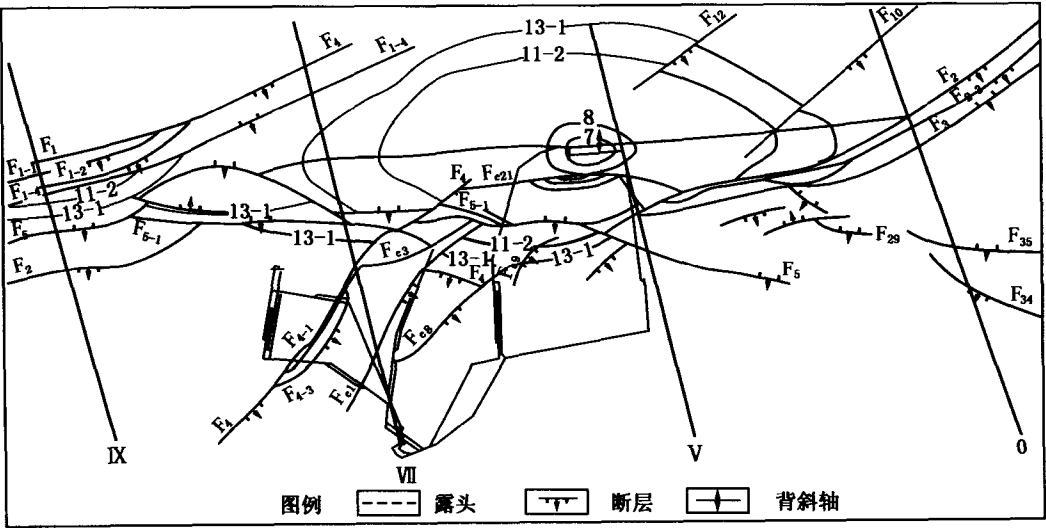


图 1-2 潘一井田构造纲要图

性断层 27 条, 约占 2/5 (表 1-1)。

表 1-1 潘一井田断层 ($H \geq 5$ m) 汇总表

断层名称	性质	产状走向 倾向/倾角/ (°)	落差/m	影 响 范 围			工 程 控 制 点		可靠性
				水平延展 长度/m	切割水平/ m	错断煤层	钻 孔	巷 道	
F ₅	逆	SE-EW-SW SW-SSE 40-65	20~80	8 000	露头~-800	16-2~1	IV 3、IV 5, V 054, V-VI 3、V-VI 补 1, VI 1, VI 5, 002, VII 1, VII 11, VII- IX 1, IX 13	东二皮带机 上山, 东二 轨道上山	可靠
F ₃₋₁	逆	NW-SW SW 50~65	15~50	4 000	露头~-800	16-2~1	VI 1, VII 3, 504		可靠
F ₈	正	EW SSW 60	10~20	2 500	露头~-600		054	1422(1) 上 风巷 1422(1) 开切眼	可靠
F ₄	逆	EW SSW 45~70	13	800	露头~-800	13-1~4~1			较可靠
F ₂	正	EW SSE 75	6~20	1 700	露头~-800	13-1~4~1		西二四 1-5 阶段 13-1 煤巷, 西二 上山, 西三 总回风巷, 运输大巷, 142(1) 上 下风巷	可靠
F ₁₃₁	正	EW SSE 75	15~20	1 300	-530~-800	13-1~1			较可靠
F ₁₃₂	正	SN SWW 75		500	-530	13-1			控制
F ₁₃₃	正	SN E 75	0~5	500	-670	13-1~11-2			可靠
F ₁₃₄	逆	NE SE 60	0~5	500	-670	13-1			可靠

续表

断层名称	性质	产状走向 倾向/倾角/ (°)	落差/m	影 响 范 围			工 程 控 制 点		可靠性
				水平延展 长度/m	切割水平/ m	错断煤层	钻 孔	巷 道	
F ₁₃₅	正	EW SSW 75	0~6	1 000	- 670	13-1			可靠
F ₄₅	正	EW SSW 45	15~20	1 200	- 530	16-2	Ⅸ15		
F ₄	正	NE-SW SE 35~55	60~100	6 000	露头~-800	16-2~1	Ⅵ9, Ⅶ13, Ⅶ17, Ⅶ-Ⅶ3, Ⅶ5, Ⅶ19,	西一、西二、 -380m回风石 门, 西二运输 大巷, 西三总 回风巷, 1212 (3)回风巷	可靠
F ₄₋₁	正	NE-SW SSE 50	20~45	4 500	露头~-800	16-2~1	Ⅶ-Ⅶ3	西一、西二总 回风巷, 西三 总回风, 西二 运 输 大 巷, 1411 (3), 1441 (3), 1451 (3)	可靠
F ₄₋₂	正	EW SSE 50	0~5	900	- 530	13-1			推断
F ₄₋₃	正	NE-SW SE-SW 35~65	15~25	4 000		16-2~1	Ⅶ-Ⅶ3, Ⅶ9, Ⅶ-Ⅶ3	1232 (3)工作 面运输巷	可靠
F ₄₋₄	逆	EW N 60	0~6	400	- 530	13-1			控制
F ₄₋₅	逆	EW SSW 50~60	5	800	- 670	8-4-1	Ⅶ17		控制
F ₄₋₇	正	EW SSW 50~60	30	800	露头~-800	16-2~1			控制
F _{el}	正	NE SE 60~70	10~35	2 000	露头~-800	16-2~4-1		西一、西二运 输石门, 西一 顶分层轨道运 输巷	可靠

续表

断层名称	性质	产状走向 倾向/倾角/ (°)	落差/m	影响范围			工程控制点		可靠性
				水平延展 长度/m	切割水平/ m	错断煤层	钻 孔	巷 道	
F _{e2}	正	EW SE-SW 45	20~30	2 500	露头~-800	16-2~1		西一运输石门, 西一皮带上山, 西一顶分层轨 道运输巷,东一 11-2煤上山	可靠
F _{e3}	正	EW NNW 65	10~20	1 500	露头~-800	16-2~1			推断
F _{e4}	正	EW SSE 50	15	800	-380	16-2	Ⅵ13		控制
F _{e7}	正	EW SSE 45	5~10	500	-380~-530	13-1~11-2		1322(3), 1322 (3), 1342(3), 工作面回风巷, 工作面运输巷	可靠
F _{e8}	正	EW SSE 40~55	5~20	2 000	露头~-800	16-2~1	Ⅲ3 Ⅵ-Ⅶ5 Ⅶ15	东一轨道上山, 东一绞车房, 1111(3), 1122 (3)	可靠
F _{e9}	正	NE-EW SE-S 70	5~20	1 300	-380~-800	13-1~1	Ⅵ3	1111(3)超前 轨巷, 1131 (3)工作面回 风巷 1111(1) 工作面回风巷, 工作面运输巷	可靠
F _{e10}	正	NEE NE 50	5~10	800	-800	8-4-1	Ⅵ15		控制
F _{e11}	正	NWW NE 50	5	300	-530	13~1		东翼第二运输 石门	可靠
F _{e13}	正	NW SW 60	13~15	700		8~4-1		东一-380m回 风石门	可靠
F _{e14}	正	NNW NE 60	10	500				东一-380m回 风石门	较可靠

续表

断层名称	性质	产状走向 倾向/倾角/ (°)	落差/m	影 响 范 围			工 程 控 制 点		可靠性
				水平延展 长度/m	切割水平/ m	错断煤层	钻 孔	巷 道	
F _{a17}	正	NNW SW 55	6	500		6-5		东一-380 m回 风石门	较可靠
F _{a21}	逆	NWW SW 45~55	15~30	2 500	露头~-670	8~1	V 053 V - VI 风井 W1-2-3	东一-380 m回 风石门	可靠
F _{a22}	正	EW N 70	10~15	800	-350~-800	8-1	V 9		较可靠
F _{a24}	正	SN W 50~60	10~15	500	露头~-500	8-4-1			推断
F _{a25}	逆	NEE SE 60	20~25	700	露头~-530	8-4-1	V - VI 补 1		控制
F ₂	正	EW SSW 40~60	10~16	1 500	露头~-800	13-1~1	019, 水 18, IV 2, V 5, V 9, 039		可靠
F ₂₋₃	正	EW SSW 40~60	20~80	4 300	露头~-800	13-1~1	IV 2, IV 3, IV 东 24, 039		可靠
F ₂₋₅	正	EW SSW 40~70	0~20	800	露头~-800	13-1~1	IV 东 24, IV 3		推断
F ₃	逆	NW - EW S - SW 40~50	20~60	4 500	露头~-800	13-1~1	III 5, IV 3, IV 5, IV 东 24, E II - 1 西 - 3		可靠
F ₃₋₂	逆	EW N 55~70	0~25	800	露头~-800	13-1~1			可靠
F ₃₃	正	EW SSW 75	0~15	1 000	露头~-800	13-1~1			可靠
F ₃₅	逆	NW - SE SW 10~60	0~25	800	露头~-800	13-1~1	III 11		可靠

续表

断层名称	性质	产状走向 倾向/倾角/ (°)	落差/m	影 响 范 围			工 程 控 制 点		可靠性
				水平延展 长度/m	切割水平/ m	错断煤层	钻 孔	巷 道	
F ₃₄	正	SN SWW 70	0~20	700	露头~-800	13-1~1			可靠
F ₃₈	逆	SN E 45~50	0~10	1300	-380~-800	13-1~1			较可靠
F ₃₉	逆	NW-SE SW 45~65	0~20	1200	露头~-800	13-1~1	Ⅳ东32, Ⅳ3, Ⅳ5		可靠
F ₄₀	逆	NW-SE SW 30~55	0~20	800	露头~-800	13-1~1	090, Ⅳ东23		可靠
F ₄₁	逆	NW SW 50	0~15	510	-530~-800	11-2~1			推断
F ₁₀₃	正	NWW NE 60	0~15	500	-350~-800	13-1~1			较可靠
F ₁₀₄	逆	NWW SW 45	0~5	600	-530	13-1			较可靠
F ₁₀₅	逆	NWW NE 60	0~5	200	-530	13-1			较可靠
F ₁₀₆	逆	NE SE 55	0~20	400	-350~-530	13-1~1			较可靠
F ₁₀₇	正	NWW SW 60	0~5	600	-350~-380	13-1~1			可靠
F ₁₀₈	逆	NNE NW 65	0~5	400	-350~-800	13-1~1			可靠
F ₁₀₉	逆	N-NW SW 60	0~10	400	-350~-800	13-1			可靠