

# 新疆伽师及邻区地震与控震构造分析\*

吴珍汉 吴淦国 孙宝珊

(中国地质科学院地质力学研究所)

**摘要** 1996年3月—1997年4月间,新疆伽师西部相继发生6.9级强震与由7次6—6.6级子震所构成的强震群。历史上伽师及邻区曾发生多次强烈地震,导致伽师及邻区包括塔里木盆地周缘地震强烈活动的原因,是印度岩石圈块体快速北向运动造成的SN向强烈挤压与欧亚岩石圈块体缓慢向西运动所引起的左旋走滑的联合作用及其相关的现今不同方向、不同性质的断裂活动。区域性EW向盆缘活动断裂控制盆缘大型地震活动带的空间展布,盆缘EW向主干活动断裂与其他方向次级活动断裂的交叉复合部位是强烈地震发震的有利部位。伽师强震群子震震中分布受塔里木盆地西缘近SN—NNW向隐伏深断裂及其与EW向盆缘活动断裂的复合所控制。伽师强震群发生之后,在原强震群震中处发生7级以上更大地震的可能性很小;但由于塔里木盆地及其周缘,自1996年起已进入一个新的地震活跃期,在伽师附近及其南侧或东侧,近年内发生6—7级以上强烈地震的可能性较大。

**关键词** 地震 活动断裂 控震构造 伽师

## 0 引言

1996年3月19日,新疆阿图什东北伽师县西发生6.9级强烈地震和多次余震;1997年1月21日—4月16日,在伽师县西部又发生由7次6—6.6级子震构成的强震群与9次5—5.9级强余震。这些强烈地震造成了一定的人员伤亡与财产的严重损失。

历史上,伽师及邻区多次受到强震的困扰<sup>[1,2]</sup>。如1902年8月22日,在伽师西北的阿图什发生了8.5级地震;1962年4月1日、4月4日与4月14日,在伽师东北的巴楚县分别发生了6.8级、6.4级与6.8级地震;1971年7月26日与1977年12月19日,在伽师东北的西克尔分别发生5.6级和6.1级地震。

研究伽师及邻区强震发生的机制及其与构造活动的关系以及未来地震发展趋势是目前亟待解决的重要问题。为此,我们对伽师及邻区地震活动的构造背景、控震构造特征、构造控震规律与地震活动趋势进行了剖析,取得一些初步研究成果。本文将主要探讨伽师及其邻区控震构造特点、构造控震规律、地震趋势等问题。

1997年5月29日收稿。

\* 参加本项研究工作的成员尚有:邓乃恭、廖椿庭、王小凤、曾问渠、吴树仁、谭成轩等。

# 1 控震构造特点与构造控震规律

## 1.1 区域构造背景

现有观测资料表明,全球岩石圈处于不停的有规律的绝对水平运动状态,其水平速度矢量分布与地球自转存在一定的统计相关关系<sup>[3]</sup>。在中新生代全球岩石圈稳态绝对水平速度矢量场中,存在着一个欧亚大陆岩石圈块体的缓慢西向流,太平洋岩石圈块体的快速北西向流与印度—澳大利亚岩石圈块体的快速北向流三种不同运动方向流的交汇部位;这个部位在全球是唯一的,位于欧亚大陆的东南部(图 1)。中国正好处于全球岩石圈速度矢量场的这个特殊部位<sup>[3]</sup>,从而导致中、新生代以来中国大陆及邻区强烈的构造活动性与现今强烈的地震活动性<sup>[4-6]</sup>。

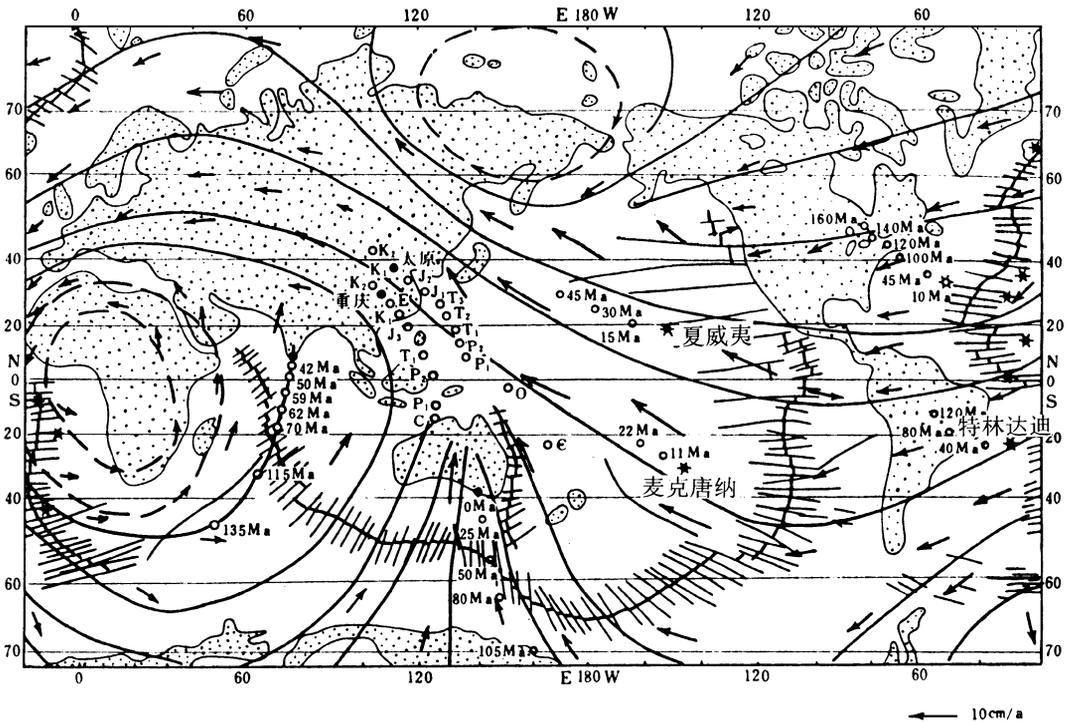


图 1 中新生代以来全球岩石圈绝对水平速度矢量分布图  
转引自文献 [3]

Fig. 1 Distribution of global absolute velocity vectors of lithosphere in the Meso-Cenozoic

塔里木盆地位于印度—澳大利亚岩石圈块体强大北向流与西伯利亚—中亚岩石圈块体西向流的交汇部位,既受到南侧岩石圈块体快速向北运动所致北向强大构造运动力的强烈挤压作用,又受到北侧岩石圈块体西向运动所致的强烈左旋剪切作用<sup>[3]</sup>,形成盆地边缘一系列近 EW 向展布的大型逆冲与走滑断裂构造带及现今的天山、昆仑与阿尔金等地震活动带<sup>[4-6]</sup>。

伽师强震群位于塔里木盆地北缘,属于天山南缘 EW 向地震活动带<sup>[2]</sup>;强烈的挤压与左旋剪切作用,导致伽师及邻区现今强烈的断裂活动与不断发生的强烈地震(图 2)。

## 1.2 活动断裂及其对地震的控制作用

塔里木盆地周缘及其邻区,现今断裂活动十分强烈;强烈的断裂活动导致强烈的地震活动,强烈的地震活动又不断造成不同规模、不同方向与不同性质的新的破裂带<sup>[1,2]</sup>。

塔里木盆地及其周缘发育近 EW 向、近 SN—NNW 向、NW 向与 NE 向活动断裂,其中,近 EW 向断裂规模一般较大,以逆冲断裂与左旋走滑断裂为主,而其他方向的断裂规模一般较小<sup>[2,4-6]</sup>(图 2),以平移与平移—逆冲断裂为主(图 2-3)。盆地周缘主要活动断裂的切割深度都比较大,一般大于 30km,部分超过 70km;而盆地内部活动断裂的切割深度一般都比较小,常小于 15km,而且绝大部分盆地内断裂都属于隐伏断裂。大部分盆缘断裂的现今活动性都很强,而盆内断裂的现今活动性一般都较弱;导致盆缘强烈的地震活动与盆内微弱的地震活动(图 2)。根据李四光教授的安全岛理论,可以将塔里木盆地内部现今沙漠覆盖的地震微弱区划归为安全岛,而其周缘则为强烈的地震活动带。

盆缘活动断裂对地震分布具有明显的控制作用(图 2)。近 EW 向活动断裂带控制了区域性地震带的展布,如天山南缘地震活动带、昆仑地震活动带与阿尔金地震活动带等,NNW 向、NW 向与 NE 向活动断裂控制了部分次级地震活动带与震群震中的空间展布<sup>[2,4-6]</sup>。绝大部分中强地震都沿活动断裂分布,而且大部分 6.0 级以上的地震与强震群都发生于不同方向活动断裂的交叉复合部位,尤其是 NNW 向、NW 向断裂与近 EW 向断裂的复合部位(图 2)。

1997 年 1 月 21 日—4 月 16 日间发生的伽师强震群在区域上属于天山南缘近 EW 向地震带,受 NEE 向的乌恰—柯坪盆缘活动断裂带所控制。但伽师强震群的 7 次 6—6.6 级子震与 1996 年 3 月 19 日发生于阿图什东部的 6.9 级地震、1902 年 8 月 22 日发生于阿图什的 8.5 级特大地震,其震中分布于北纬 39°25′—40°42′,东经 76°48′—77°04′的近 SN 向狭长地带内,明显受到一条近 SN—NNW 向展布的隐伏断裂所控制;该发震断裂带的切割深度超过 55km,向北延至乌恰—柯坪盆缘断裂,向南过疏勒延至英吉沙以南(图 2-3)。阿图什 8.5 级地震发生于该 SN—NNW 向断裂与 NEE 向乌恰—柯坪活动断裂的交汇部位,而伽师强震群发生于该 SN—NNW 向断裂与盆地西北缘近 EW 向次级活动断裂的交汇部位及其南北侧。这条隐伏的 SN—NNW 向控震、发震断裂在近 SN 向区域主压力的作用下,以右旋平移运动为主要特点。

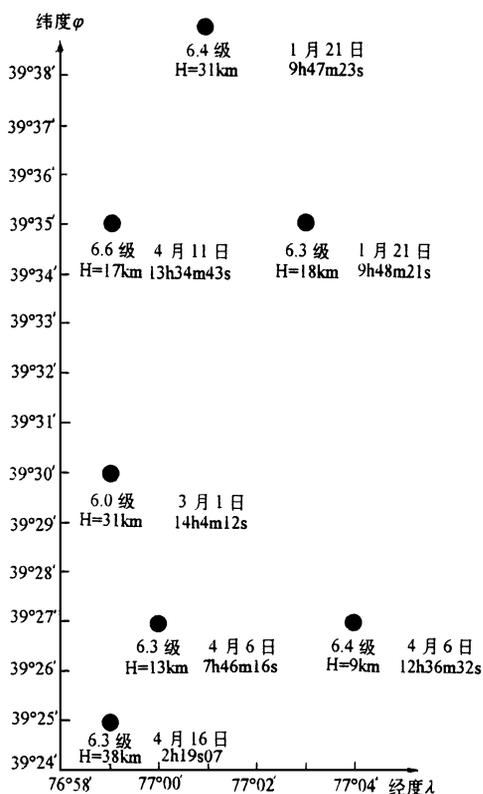


图 3 伽师强震群子震震中平面分布图  
(据新疆地震局提供的资料编绘)

Fig. 3 Spatial distribution of epicenters of Jiashi earthquake swarm

## 2 近年内地震趋势分析

伽师强震群发生后,在伽师及邻区是否会发生 7.0 级以上的更大地震?本文拟从与其他地区强震群的对比分析、伽师及邻区历史地震的统计分析、控震构造特点及近年来地震监测资料的综合分析等方面,对此进行初步剖析。

### 2.1 强震群的对比分析

本世纪全球发生的 34 组强震群中,有 12 组在强震群之后 5 年内于原区发生了 7.0 级以上更强地震;但其后发生的更强地震一般距强震群震中 300km 以上,时间间隔一般为 3—5 年,而且其发震构造一般不同于已经发生的强震群。这种情况绝大部分发生于板块边缘或陆缘<sup>[7]</sup>;板内或陆内强震群发生之后数十年之内,尚没有在原震源区继发 7.0 级以上更大地震的先例。

伽师强震群位于塔里木地块北部边缘,处于欧亚大陆(板块)内部,属于陆内或板内强震群。根据前述国内外强震群的历史资料,在这样的构造部位位于原强震群同一震源区未来几年之内继发 7.0 级更强地震的可能性很小;但在伽师原震区之外,塔里木盆地周缘地区,近年内发生 7.0 级以上更强地震的可能性仍然存在。

### 2.2 历史地震资料的统计分析

对新疆塔里木盆地及周缘邻区的历史地震资料进行统计分析,结果见图 4。从图 4 可以看出,塔里木盆地及周缘的地震活动具有明显的周期性和韵律性,地震活跃期与地震平静期在时间上相间分布;与中国大陆其他地区的地震活动性<sup>[8]</sup>表现出相似的特点。其中,1882—1895 年、1902—1914 年、1924—1931 年、1942—1955 年、1974—1985 年为该地区的地震活跃期,每个地震活跃期持续时间为 7—13 年,一般为 12 年左右;地震平静期持续时间为 7—12 年,一般为 11 年左右。每次地震活跃期都发生 2 次 7.0 级以上强烈地震。自 1996 年开始,该地区在经历近 11 年的地震平静期之后,开始进入本世纪以来的第 5 个地震活跃期;推测这个新的地震活跃期将持续到 2007 年前后;在该地震活跃期的未来 10 年内,有可能发生 1 次以上震级  $\geq$  7.0 级强震。

塔里木盆地周缘 6.0 级以上地震并不是平均发生于 12 个月之中,而是在一些月份地震频度高,另外一些月份地震频度低;统计结果表明,该地区 6.0 级以上地震的高发期为 12—4 月份与 6—9 月份,其中,2—4 月份与 7—8 月份为发震高峰期(图 5)。伽师及邻区的 6.0 级以上地震绝大部分都发生在这些高发月份中。

### 2.3 控震构造与地震监测资料的综合分析

根据对活动构造控震规律与地震监测资料的综合分析结果,初步认为新疆塔里木盆地西北缘的巴楚—喀什、塔里木盆地西南缘的叶城—和田南、塔里木盆地东北缘的拜城—库车 3 个地带,近年内有发生 6.0—7.0 级以上地震的可能性(图 2)。在这 3 个地带,盆缘活动断裂带与近 SN—NNW 向、NW 向、NE 向活动断裂的交叉复合点密集,多数地震活跃期都曾发生过多 次 6.0 级以上地震;而且据国家地震局的监测资料,近年来这些地带存在地应变、地应力、地下水动态、水化学、b 值、地磁和重力等多项异常,一些地区显示出较明显的地震前兆,因此应进一步加强这 3 个地带的地震监测、研究、临震预报及防震减灾工作。

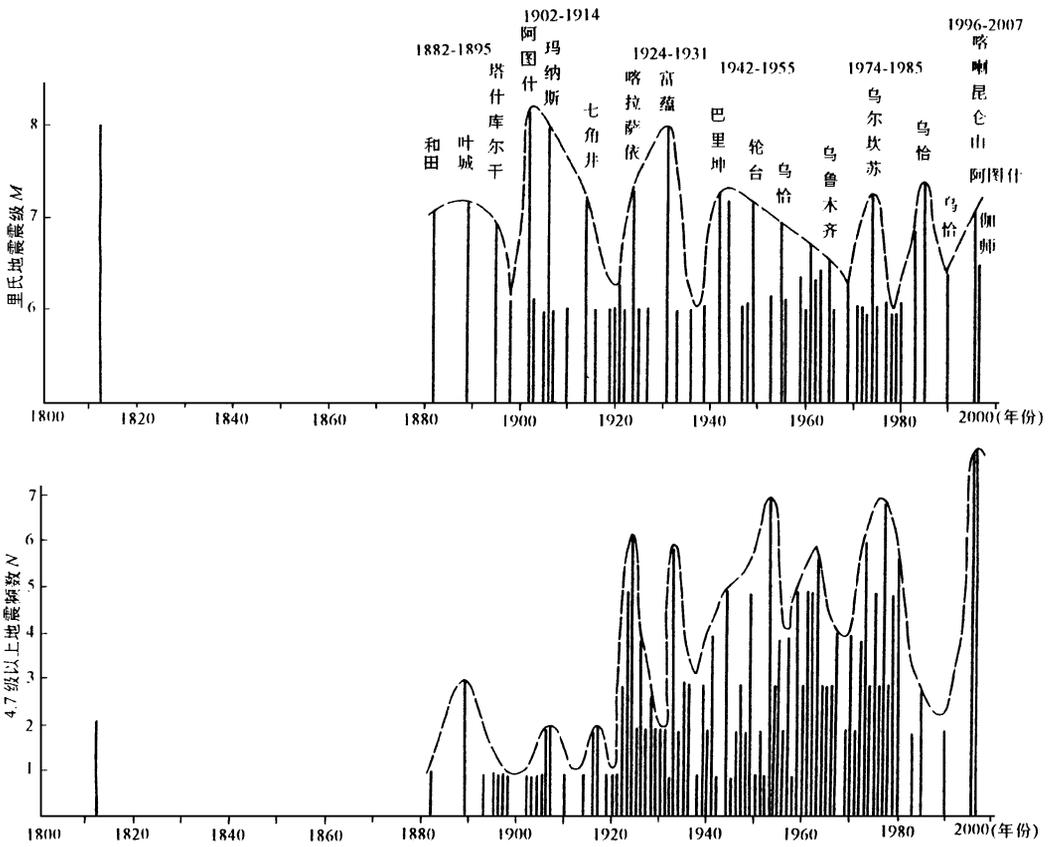


图 4 新疆塔里木盆地及周缘历史地震统计图

Fig. 4 Statistical distribution of historical earthquakes in Tarim Basin and its adjacent areas

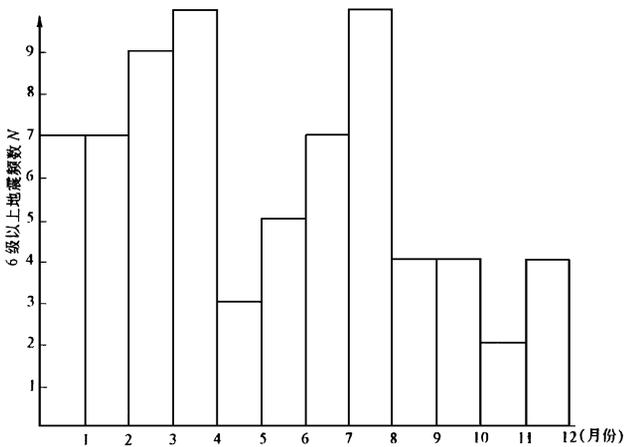


图 5 新疆塔里木盆地及周缘发震月份统计图

Fig. 5 Statistical distribution of month of earthquake occurrence in the Tarim Basin and its adjacent areas

### 3 初步结论

通过以上分析,得出下列初步认识:

(1)伽师及邻区的强烈地震活动,是全球岩石圈快速北向流与欧亚大陆岩石圈的缓慢西向流交汇所致区域性近 SN 向的强烈挤压与左旋走滑联合作用的结果

(2)伽师强震群在区域上属于塔里木盆地北缘近 EW 向地震活动带,发生于近 EW 向活动断裂与近 SN- NNW 向活动断裂的交叉复合部位;子震震中分布受塔里木盆地西缘近 SN- NNW 向展布、切割深度达 55km 以右旋平移运动为主的隐伏断裂所控制。

(3)包括伽师在内的新疆塔里木盆地周缘,从 1996 年开始进入一个新的地震活跃期,未来 10 年内将有 7 级以上地震发生;尤其在巴楚—喀什、叶城—和田南与拜城—库车一带,近年内有发生 6- 7 级以上地震的可能性;2- 4 月份与 7- 8 月份是 6 级以上地震发生的高峰期。

### 参 考 文 献

- 1 新疆维吾尔自治区地震局,中国地震断层研究. 乌鲁木齐:新疆人民出版社,1988
- 2 新疆维吾尔自治区地震局,新疆维吾尔自治区地震分布图. 北京:地震出版社,1982
- 3 吴珍汉,现今全球岩石圈水平速度矢量场及其在地史时期的代表性. 地质科技情报,1996,15(2).
- 4 国家地震局地质研究所主编,中华人民共和国地震构造图及说明书. 北京:地图出版社,1979
- 5 国家地震局地质研究所主编,亚欧地震构造图. 北京:地图出版社,1981
- 6 中国地质科学院 562 综合大队主编,中国构造体系与地震图. 北京:地图出版社,1979
- 7 Kanamori H and Boschi E, Earthquakes Observation, Theory and Interpretation. North-Holland Publishing Company, 1983.
- 8 马宗晋、杜品仁,现今地壳运动问题. 北京:地质出版社,1995

# ANALYSIS OF THE JIASHI, XINJIANG, EARTHQUAKE AND THE RELATED TECTONIC ACTIVITY

Wu Zhenhan Wu Ganguo Sun Baoshan

(*Institute of Geomechanics, CAGS*)

**Abstract** A major shock of  $M=6.9$  followed by a swarm of strong after-shocks of magnitude between 6 and 7 occurred in the west of Jiashi County of the Xinjiang Uygur Autonomous Region from March 1996 through April of 1997 at the west margin of the Tarim Basin. And historical strong earthquakes had been located in Jiashi and the vicinity before 1990s. The strong seismic activity around the Tarim Basin including Jiashi County is mainly caused by the convergence of the fast northward lithospheric motion of India-Australia plate and the slow westward lithospheric motion of Eurasia plate and the resulting N-S compression, sinistral strike-slipping and faulting of different properties. The regional E-W trending active marginal faults surrounding the Tarim Basin control the distribution of marginal seismic zones. The strong earthquakes are most likely to occur where the regional E-W trending faults meet the minor NS-NNW, NW and NE-trending faults as exemplified by the Jiashi swarm. Although there is little possibility for large earthquake to take place between epicentral areas of the Jiashi earthquake swarm in the near future, occurrences of earthquakes with magnitude between 6 and 7 can not be precluded in the east and south adjoining regions in recent years.

**Key words** earthquake, active fault, tectonic controlling seismicity, Jiashi

## 第一作者简介

吴珍汉,男,1965年生,副研究员。1985年毕业于中国地质大学(武汉)长期从事区域构造、活动断裂与新构造、成矿作用及地球动力学研究工作。通讯地址:北京市海淀区民族学院南路11号地质力学研究所,邮政编码:100081

(上接第3页)

息意义。通过地震知识的普及,群众能够更深入地了解地震的本质,能够提供有价值的地震前兆信息,对地震预报将起到积极的作用。增强防灾减灾意识有利于在地震危险区实施震前防震措施。地震期间的抗震自救及震后的抗震救灾工作,从而减少地震损失。建议组织编写、出版系列地震普及书刊和影视片,配合宣传教育,在全国范围内普及地震和抗震知识。

我们居住在同一个可爱的地球上,应当承认,当今人们对地震规律还有许多未被认识的地方。地震预报特别是临震预报需要全球地质学家的共同探索。我们期望在国家科委的精心组织下,在今后15年里发挥多学科优势联合攻关,协同作战,这项事关重大国计民生的科技攻关项目一定能有所突破,有新的进展。