

西藏羊八井-格达乡盆地区域构造环境及演化特征

杨 虎, 詹 纯*, 张明圆, 何 涛, 王 嘉, 梁 军

(中国地质调查局军民融合地质调查中心, 成都 610036)

摘要: 西藏格达乡盆地位于冈底斯构造带南东段, 地质构造环境典型, 为高原地区普遍发育的构造形态; 论文通过研究格达乡地区构造地质环境, 分析其内地质、可知: ①区内发育 6 条近南北向的大型断裂控制了工作区基本地质构造格架, 并影响区内空间结构; 断层发育方向以南北为主, 多为浅表层次脆性断层, 少量为东西向; 区内断层多为喜山期地质构造活动发育所致, 其中发育时间较晚的为喜山后期伸展运动形成的南北向正断层; ②区内构造环境演化史, 自侏罗纪主要有三期活动: 第一期为燕山晚期, 构造活动为挤压环境下, 形成的南北向褶皱形变; 第二期为喜山期早-中, 形成规模较大的 EW 走向的推覆构造和逆冲断层, 区域应力背景为挤压环境; 第三期为喜山期晚, 形成 SN 走向的地堑和正断层一系列构造体系, 主要为伸展体系下地质活动形成。本次研究结果对判别喜山构造期地质岩组在构造演化活动中的行迹提供了参考依据。

关键词: 羊八井; 格达乡盆地; 构造环境; 演化特征

DOI: 10.48014/cesr.20231201001

引用格式: 杨虎, 詹纯, 张明圆, 等. 西藏羊八井-格达乡盆地区域构造环境及演化特征[J]. 中国地球科学评论, 2024, 3(1): 22-29.

1 大地构造环境

调查区地处青藏高原, 中南部, 位于念青唐古拉以南、冈底斯山脉以北的中坳地段, 为冈底斯构造带南东段部分^[1]。地质学中的冈底斯带, 指的是南侧印度河-雅鲁藏布缝合带以及北部的班公湖-怒江缝合带中间的狭长区域, 近东西向展布, 长轴为 2500km, 短轴为 150~300km, 总面积约 45 万 km², 在区域构造里, 呈现为巨型构造-岩浆带, 属于土耳其-中伊朗-冈底斯整体区域中间板块的东部^[2]。

据潘桂棠、莫宣学等 (2006 年)《冈底斯造山带的·时空结构和演化》, 调查区大地构造位置归于冈底斯-念青唐古拉复合岩浆弧-叶巴火山弧之内。本文参照潘桂棠、肖庆辉等 2009 年的《中国大地构造单元划分》^[3]一文对测区大地构造单元进行划分 (表 1), 测区属于拉达克-南冈底斯-下察隅岩浆弧带 (图 1)。

表 1 测区构造单元划分表^[3]

Table 1 Division of tectonic units in the survey area^[3]

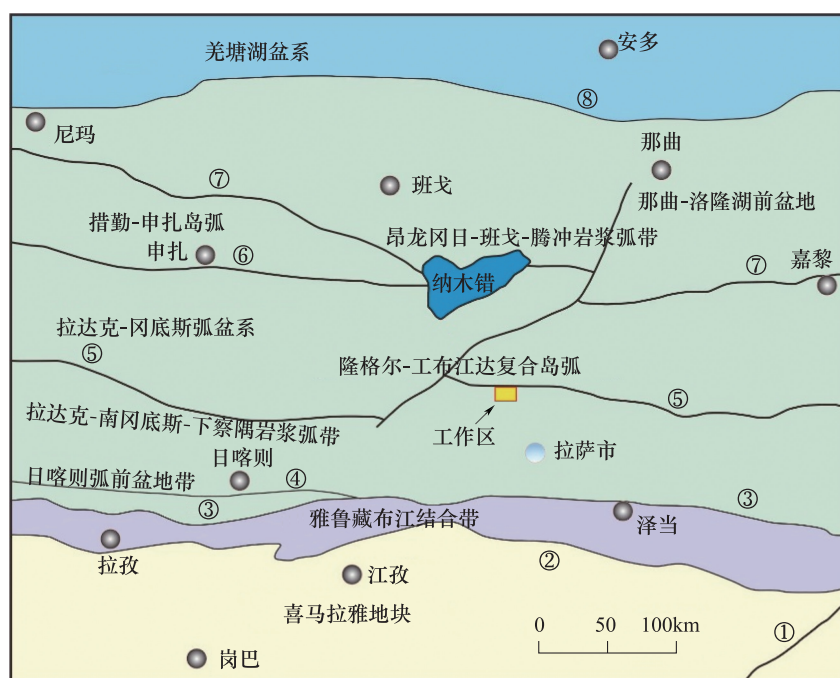
一级构造单元	二级构造单元	三级构造单元
西藏-三江造山系	拉达克-冈底斯弧盆系	拉达克-南冈底斯-下察隅岩浆弧带

2 大地构造特征

拉达克-南冈底斯-下察隅岩浆弧带是研究区主要构造带。是在侏罗纪-白垩纪时代, 随着雅鲁藏布江地质构造活动和演化, 新特提斯洋盆北向运动, 板块俯冲消减, 冈底斯岩浆弧地质建造逐渐发育, 主要形成陆源火山弧以及弧间盆地地质建造^[4]。在古新世-始新世期间, 伴随冈底斯-念青唐古拉陆块和喜马拉雅陆块之间较为强烈的地质活动, 以碰撞为主, 发育了一系列地质建造, 主要为火山碎屑岩

* 通讯作者 Corresponding author: 詹纯, 394748219@qq.com

收稿日期: 2023-12-01; 录用日期: 2023-12-08; 发表日期: 2024-03-28

图1 测区大地构造位置简图^[3]Fig. 1 Schematic diagram of geotectonic location in the survey area^[3]

- ① 喜马拉雅主拆离断裂;② 仲巴-拉孜-耶多江断裂;③ 达吉岭-昂仁-仁布-朗县-墨脱断裂;
④ 恰布林-江档断裂;⑤ 拉贡拉-米拉山断裂;⑥ 噶尔-隆格-措勤断裂;⑦ 永珠-嘉黎-波密断裂;⑧ 班公错-怒江结合带

建造以及岛弧型、碰撞型火山熔岩建造,整体厚达1km以上。

3 研究区地质构造

3.1 构造相特征

构造变形相的定义为,岩石在一定构造变形环境中,所产生的构造表现,即一定变形温压环境中在一定的变形机制作用下形成的变形构造组合。显然,构造变形相与构造层次存在紧密联系,不同构造层次的构造变形相各不相同。测区跨越两个不同的构造单元。不同构造单元经历了不同的地质演化历程,造就了各不相同的构造变形相,形成一幅复杂多样的构造面貌。

燕山构造层以中浅层次低级变质条件下的构造变形为特色,斜歪、倒转褶皱及层间劈理发育,局部地段发育板理级韧性剪切带,以泥页岩为主的层常发育层间褶叠层。断裂构造以脆性断层为主。

喜山构造层和构造变形是新构造运动的产物,断裂十分发育,在遥感解译图中可观察到第四系中

明显的线型构造的断裂特征,以近南北向的断裂为主,第四系中的断裂多沿河谷发育,或切割进入基岩,或错断交汇的其他断裂。

喜山构造层至少存在两期次断裂活动:第一期的构造运动形成近东西向的断裂,大多在基岩中延伸,部分可能是早期的断裂重新活动的产物;第二期的构造活动形成近南北向断裂,大多发育于河谷中。两期构造运动的时间先后顺序由南北向断裂错断东西向断裂的特征可明显得知,两次构造运动走向的近垂直关系和平移错动特点表明测区区域应力场发生了很大的变化。

3.2 地质构造分类

通过野外实地观察、地质图改化、遥感解译进行综合分析及野外物探工作验证,查明了工作区637组节理、6条断层的空间分布规律,结合相关研究资料,对区域内构造地质类型进行了总结。

3.2.1 断裂带

调查区断裂带以近南北向为主,对区域地质地形地貌起主导作用,主要为遥感解译所得,实地调

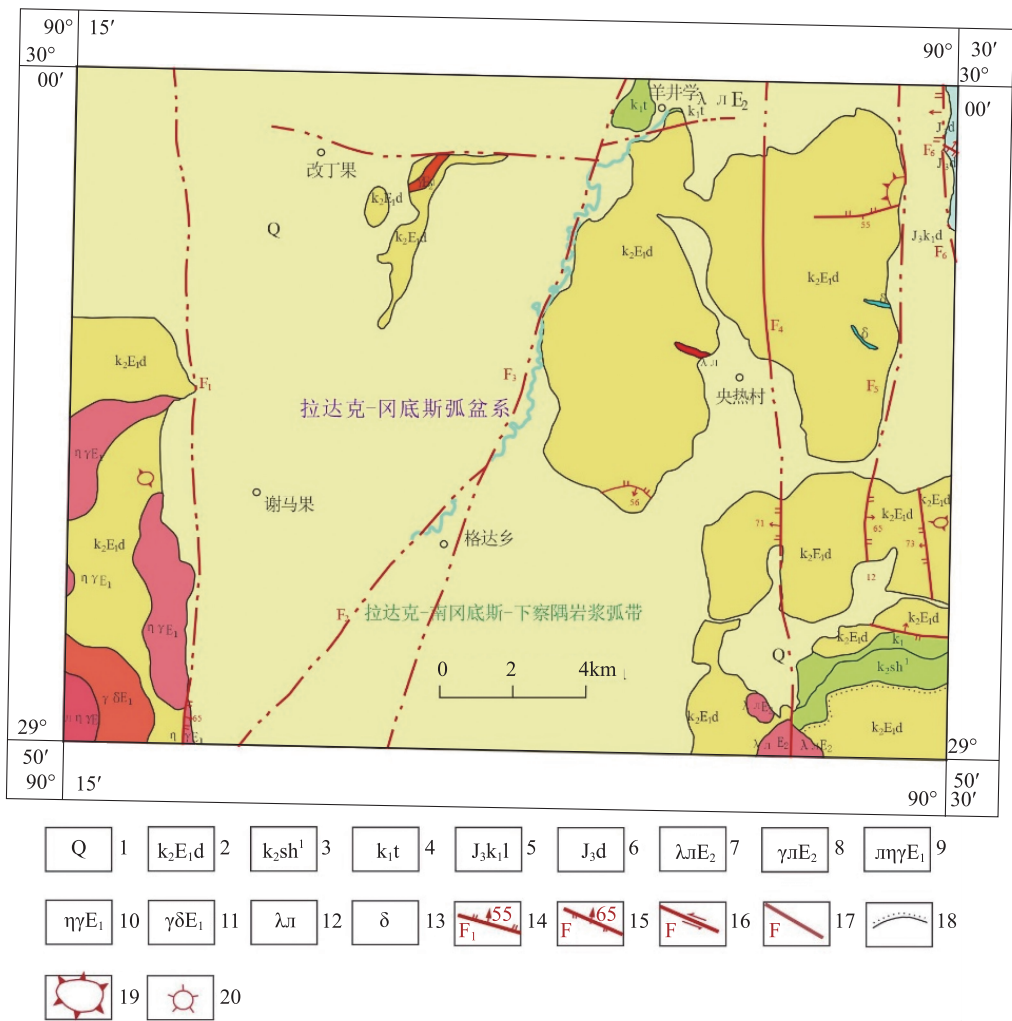


图 2 格达幅构造纲要图(改编自格达乡幅地质图)

Fig. 2 Tectonic outline map of Geda Formation(adapted from geological map of Geda Township Formation)

1—第四系;2—晚白垩世至古新世中组;3—晚白垩世设兴组第一段;4—早白垩世塔克那组;5—晚侏罗世至早白垩世林布宗组;
6—晚侏罗世多底沟;7—始新世流纹斑岩;8—始新世花岗岩斑岩;9—古新世斑状二长花岗岩;10—古新世二长花岗岩;
11—古新世花岗岩闪长岩;12—流纹斑岩;13——闪长岩;14—正断层及编号;15—逆断层及编号;16—平移断层及编号;
17—遥感解译断层及编号;18—角度不整合;19—火山锥;20—火山通道

查中,因第四系覆盖层较厚,地表工作难以取得有效成果,在开展的水文、工程地质钻探中,因经费有限,难以施工深钻,仅对地表土体结构进行调查,且因工程数量不足,所以主要依靠遥感及物探手段对构造情况加以分析解译,区内主要断层共有 6 条,其余中小型断层若干。根据呈规模断裂两端所出露位置,对这些断裂进行了命名及编号(表 2)。

格达沉积盆地处于研究区内,为控盆断裂系统北延通过羊八井地热田,是控震断裂羊八井-当雄断裂的分支断裂,长期具有间歇性多期活动特点,至

今仍强烈活动;羊八井-当雄盆西边界活动断裂中,1411 年发生过 8 级强烈地震,震中位于羊八井盆地西南部^[5];1952 年发生的九子拉 7.5 级地震在当雄盆北边界断裂形成显著地震陡坎。测区内近期发生的地震为 1987 年 9 月 26 日 7 时 16 分发生的马乡地震,震中位于马乡附近(东经 90°48',北纬 29°54'),震级为里氏 5.6 级。测区西南部近期也生了 6.6 级当雄地震,与该组断裂系统的活动也密切相关,地震发生于 2008 年 10 月 6 日,震中位于当雄县(东经 90°18',北纬 29°48')。

表 2 测区断裂构造统计表
Table 2 Statistics table of fault structure in the survey area

编号	名称	规模		产状		主要构造特征	地貌及卫片特征	断裂性质
		长(km)	宽(m)	倾向	倾角			
F6	多底沟断裂	2.9	15	30°—40°	65°	岩石破碎,切割 J3d、J3K1l 和 K1ch 等	凹口,线性影像	逆
F5	尼布断裂	13	10	95°	65°	碎裂岩,闪长岩脉,擦痕,切割 K2E1d	凹口,线性构造	正
F4	勒母切-央热村-纳布克断裂	18.5	30-100	267°	71°	岩石破碎,断层泉,擦痕,切割 K2sh1、K2E1d 和 λπE2,被 Qp3al、Qp3pl 和 Qhal 覆盖	沟谷、鞍部、树枝状水系、平滩,线性影像	正及右行走滑
F3	羊井学-查普荣-曲雄果断裂	19.4	>100	280°~290°	70°~80°	被 Qp3lk、Qp3al、Qp3fl、Qhal 和 Qhfl 覆盖,错断 F32	河床、蛇曲、网状、辫状、树枝状水系,线性影像	正及左行走滑
F2	格达村断裂	11.1	60~100	290°~300°	70°~80°	被 Qp3pl、Qp3fl 和 Qhfl 覆盖,为 F30 分枝断裂	网状、辫状、树枝状水系、凹陷盆地,线性影像	正及左行走滑
F1	杂岗果-歇马果断裂	18.5	30~50	105°	63°	岩石破碎,断层角砾岩,断层泉,切割 K2E1d 和 ηγE1,被 Qp2gl、Qp3pl、Qp3al 和 Qhal 覆盖	缓坡、陡坎,网状、辫状、树枝状水系,线性影像	正

格达盆地是测区最大的断陷盆地,由多时代、多成因的沉积物堆积而成,包括中更新世冰碛物,中晚更新世湖积物,晚更新世冲积物、洪积物、冰湖积物,以及全更新世冲积物,地貌特征复杂,东侧发育构造成因的台地和冲积、(冰)湖积阶地,台地、阶地边缘均发育近南北向正断层,盆地西侧则发育洪积扇(裾)和冰碛带,反映出盆地东侧掀升,西侧下降的构造特点,该断陷盆地主要受近南北向活动断裂的影响。控盆断裂系统分布工作区西侧,整体呈带状展布,多沿水系发育,如羊井学-查普荣-曲雄果断裂沿朗牛曲发育,堆龙曲断裂沿堆龙曲发育,克多果-阿个曲断裂沿阿个曲发育,水系特征为网状、树枝状、蜿蜒状等,断裂系统工区内总长度约 130km,宽约 20~100m,断层性质为张性正断裂,产状特征见断裂统计表,根据活动断裂切割错动地层、岩体及其他断裂的特点发现南北向断裂多具有左行走滑特征,这与曲水幅中得出的结论相一致,曲水幅中吉达果、安岗和尼木三个断陷盆地在平面上呈左行斜列式展布,反映控盆断裂具有左行张扭性的力学性质。

综上所述,该断裂系统区域延伸规模较大,走

向近南北向,以朝西倾斜为主,少数向东和向南倾斜,断层性质以张性正断层为主,少数为逆断层,断裂是由于青藏高原的不断隆升形成的,初期形成于上新世,断裂的活动时间由上新世持续至今,控制了测区的格达断陷盆地。

3.2.2 褶皱带

根据 1:5 万地质资料,调查区内西部央热村附近,为典中组层内褶皱,在典中组内局部连续发育,共三向三背(图 4-6),北部向斜的北翼部分被第四系覆盖。转折端平缓,轴面直立,翼间角在 50~120°之间,褶皱类型多为开启-直立褶皱,向斜核部位于山峰位置,背斜核部位于鞍部位置,枢纽线近东西走向,西侧微微上扬,两翼倾角在 30~45°之间,该复式褶皱带延续近 3km 长,宽度约 2km。典中组中褶皱较发育,然而年波组和帕那组在区内均未观测到褶皱构造形迹,这表明这些典中组的组内褶皱形成时代大致在古新世-始新世,此时测区正处于碰撞造山阶段,构造运动和火山活动都十分频繁。

野外实地作业中,据野外路线调查,结合遥感影响及物探实测,未在调查区内找到地质图所提及的褶皱构造,因区内第四系分布广泛,地表岩体

出露处,总体风化程度高,且为火山岩或岩浆岩体,极少见发育较好的沉积岩体或变质岩体出露,故区内地质应力作用较强的褶皱构造表现不明显,不在该次工作提及。

4 区域地质构造演化

格达沉积盆地地处冈底斯构造带东段,位于冈底斯-下察隅燕山晚-喜山期的岩浆弧条带中,向北连接中生代隆格尔-工布江达断层隆升带,其构造环境制约了区域内地质演化特征。据西藏地质志,区内冈底斯-念青唐古拉板块有着和喜马拉雅山板块的结晶基底岩系组成上有着相似的地质特征。

前震旦纪时期,均为超级大陆冈瓦纳的边缘增生沉积带;震旦纪-早古生代早期,经历泛非构造地质事件,受动力热变质作用的影响,形成冈瓦纳大陆结晶基底组成的一部分;石炭纪-早二叠纪期间,由于古特提斯洋扩张活动,形成其边缘海;晚二叠系开始,随着区内扩张活动进一步发展,意味着新老特提斯洋在构造地质时期的交替,新特提斯洋构造事件成为区内主导构造演化的因素;到三叠纪末,大洋已成型,具有一定规模;侏罗纪时期,由于北西部一带扩张作用,导致区内板块形成一系列岛状展布的排列,冈底斯-念青唐古拉板块具有与欧亚板块相同的构造序列;晚侏罗纪晚-晚白垩纪早,印度洋扩张,新特提斯洋北向俯冲,形成小洋盆;晚侏罗世,冈底斯-念青唐古拉板块与欧亚板块融合,组合后板块北西侧大洋活动消失,南侧为活动大陆边缘;始新世末,雅鲁藏布碰撞事件发生,冈底斯-念青唐古拉板块与喜马拉雅板块挤压,产生地质构造事件,碰撞引发广发的构造与岩浆活动事件;上新世期间,因印度板块向北急速俯冲,发生超碰撞事件,青藏高原隆升迅速,产生现今构造地质格架。文章主要结合野外研究成果和前人资料,结合区内及周边的地质构造相关特征,运用地质学理论,将侏罗纪以来的区内构造演化,主要分为如下阶段:

(1) 陆缘岛弧阶段(J-K₁)

早-中侏罗世,研究区以东构造带中,发育双峰式火山及岛弧火山岩,说明雅鲁藏布江洋盆发生了低角度北向俯冲,标志着冈底斯构造带进入了陆缘岛弧阶段。中晚侏罗世,区内发现一套微陆棚细碎

屑岩-碳酸盐岩组合(图 3a),并具有相对完整的海进海退的记录,反映出相对稳定的构造背景。晚侏罗世至早白垩世发育了一套弧内局限盆地细碎屑-碳酸盐岩组合,这套沉积组合,整体判断出其为近海弧内局限盆地环境。在该地质时期,研究区总体处于一种应力的动态平衡状态,即洋壳扩张速度基本上相同于微陆块漂移速度,可以发育较为连续的沉积作用。

(2) 陆缘山弧阶段(K₂)

晚白垩世,班公湖-怒江特提斯洋走向消亡阶段,冈底斯岛弧与亚洲大陆发生弧-陆碰撞地质作用,在这一地质时期中,构造环境发生转变,即由陆缘岛弧转向陆缘山弧转变。在转变过程中,弧内盆地消亡,在地质应力的作用下发生褶皱构造变形,构造事件中的主要动力源,为欧亚板块的“隔阻”效应;该地质效应使得冈底斯火山岛弧在运移过程中,受南北向强大的挤压作用,区内地层产生剧烈形变,形成一系列褶皱构造,其轴向主要近东西。在该阶段地质作用中,岩浆活动增强,区内可见淡色花岗岩侵入体(图 3b)。

(3) 碰撞造山阶段(K₂末-E₃)

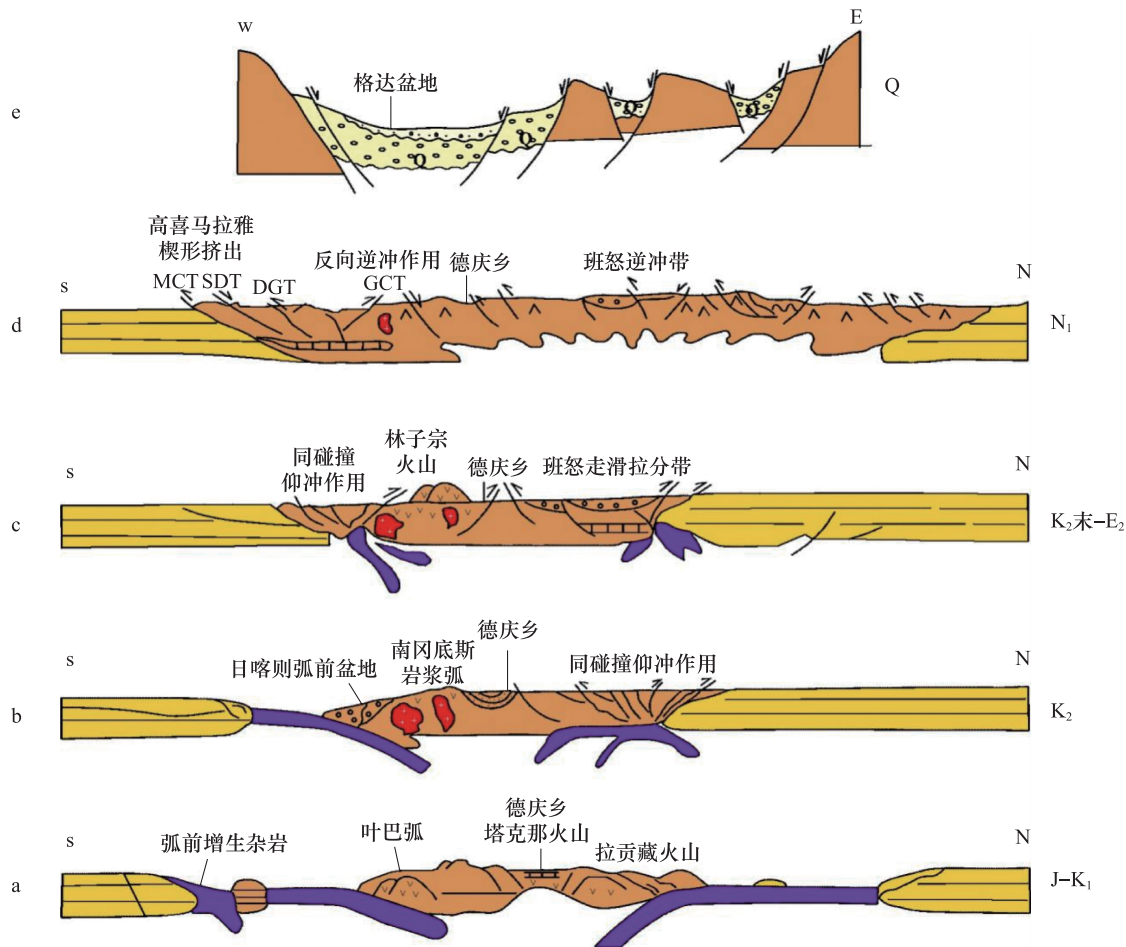
晚白垩世末-古新世-渐新世,在该地质时期内,印度大陆与欧亚大陆经历长期且多次的碰撞地质活动,雅鲁藏布江弧后盆地逐渐封闭。这一阶段中,岩浆活动较为频繁,发育大规模浅表逆断层,同时褶皱变形在地层中发育(图 5-1c)。

(4) 后造山伸展阶段(N₁以来)

碰撞造山作用后期,区内仅存山间盆地复陆碎屑沉积组合,包括上新统和第四系(图 3 d、e),主要有湖相、河流相、沼泽相和洪积物、冰碛物等堆积。在该阶段,主要由于区内地壳强烈的抬升作用,使得地壳应力状态较为松弛,南北向挤压应力衍生东西向张应力,形成南北向正断层,并产生一系列的构造组合,该系列组合切割先期断层构造,控制区内断陷盆地生长发育情况;另外由于抬升活动较为剧烈,山体物源剥蚀、运移、堆积也较为快速,形成快速堆积的建造特征。

5 研究区构造总结

(1) 结合野外实地调查和分析,根据研究区地

图3 研究区构造演化模式图(据潘桂棠等^[2]修改)Fig. 3 Tectonic evolution pattern of the study area(modified from Pan Guitang et al.^[2])

质构造格架以及主要构造变形的基本特征,对区域构造情况进行梳理,共划分三级构造单元,一级构造单元:西藏-三江造山系,二级构造单元:拉达克-冈底斯弧盆系以及三级构造单元拉达克-南冈底斯-下察隅岩浆弧带;

(2)区内构造演化自侏罗纪主要有三期活动:第一期为燕山晚期,构造活动为挤压环境下,形成的南北向褶皱形变;第二期为喜山期早-中时期,形成规模较大的EW走向的推覆构造和逆冲断层,区域应力背景为挤压环境;第三期为喜山期晚,形成SN走向的地堑和正断层一系列构造体系,主要为伸展体系下地质活动形成;

(3)羊八井-格达乡盆地内断裂系统区域延伸规模较大,走向近南北向,以朝西倾斜为主,少数向东和向南倾斜,断层多为浅表层次的脆性断层,性质以张性正断层为主,少数为逆断层,断裂是由于青

藏高原的不断隆升形成的,初期形成于上新世,断裂的活动时间由上新世持续至今,控制了测区的格达断陷盆地。

6 下一步工作展望

通过野外实地调查及室内资料整理,充分分析区内构造类型及形态特征,并根据研究成果,结合区域内相关资料对内容进行了丰富补充,但技术方法的适宜性和准确性缺乏对比研究,尤其是区域内构造演化中喜山期新构造运动的研究程度上,下一步工作中,将结合本次研究成果,补充拓实不足部分,将区内构造背景及演化更加充分详实的推理阐述。

利益冲突:作者声明无利益冲突。

参考文献(References)

- [1] 孙挪亚. 冈底斯西段仲巴地区始新世花岗岩成因及其构造环境[D]. 北京:中国地质大学, 2012.
- [2] 潘桂棠, 莫宣学, 侯增谦, 等. 冈底斯造山带的时空结构及演化[J]. 岩石学报, 2006, 22(3):13.
<https://doi.org/10.3321/j.issn.1000-0569.2006.03.001>
- [3] 潘桂棠, 郝国杰, 冯艳芳, 等. 中国大地构造单元划分[J]. 中国地质, 2009, 26(1):28.
<https://doi.org/10.3969/j.issn.1000-3657.2009.01.001>
- [4] 翟冬梅. 西藏冈底斯造山带列廷冈铁铜多金属矿床矿相学特征及成因意义[D]. 成都:成都理工大学, 2014.
- [5] 吴章明, 曹忠权. 1411 年西藏当雄南 8 级地震发震构造[J]. 中国地震(2 期):46-52[2023-11-20].
- [6] 万俊. 西藏堆龙德庆地区构造变形与构造演化[D]. 武汉:中国地质大学(武汉), 2012.
- [7] 张运昌, 陈彦, 杨青, 等. 西藏冈底斯带中部南木林地区林子宗群火山岩锆石 U-Pb 年龄和地球化学特征[J]. 地质通报, 2019, 38(5):719-732.

Regional Geological and Tectonic Environment and Evolutionary Characteristics of the Yangbajing-Gedaxiang Basin, Tibet

YANG Hu, ZHAN Chun^{*}, ZHANG Mingyuan,
HE Tao, WANG Jia, LIANG Jun

(Civil-Military Integration Center, China Geological Survey, Chengdu 610036, China)

Abstract: Gedaxiang Basin in Tibet is located in the south-eastern section of Gangdisi structural belt, with a typical geological and tectonic environment and a commonly developed tectonic pattern in plateau area. By studying the structural geological environment of Geda Township area and analyzing its internal geology, it can be seen that: (1) Six large-scale faults developed in the area control the basic geological and tectonic structure of the working area and affect the spatial structure of the area; The fault development direction is mainly north-south, mostly brittle faults at shallow surface level, and a few of them are east-west orientated. Most of the faults in the region are caused by the development of geological and tectonic activities in the Himalayan period, and the ones that developed later are the north-south oriented positive faults formed by the extension movement in the late Himalayan period. (2) There are three periods of tectonic environment evolution in the area of the evolutionary history, since Jurassic: the first period is the late Yanshan period, tectonic activity for the extrusion environment, the formation of north-south fold deformation under the compression environment; The second stage is early to middle mountain stage, which formed large scale EW-trending nappe structure and thrust fault, and the regional stress background is compressional environment. The third stage is the late Alpine stage, forming a series of tectonic systems of grabens and normal faults with SN strike, which were mainly formed by geological activities under the extensional system. The results of this study provide a reference for distinguishing the trace of geological rock group in the tectonic evolution of the Himalayan tectonic period.

Keywords: Yangbajing; Gedaxiang Basin; tectonic environment; evolutionary characteristics

DOI: 10.48014/cesr.20231201001

Citation: YANG Hu, ZHAN Chun, ZHANG Mingyuan, et al. Regional geological and tectonic environment and evolutionary characteristics of the Yangbajing-Gedaxiang Basin, Tibet[J]. Chinese Earth Sciences Review, 2024, 3(1): 22-29.

Copyright © 2024 by author(s) and Science Footprint Press Co., Limited. This article is open accessed under the CC-BY License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

