3、东昆仑活动断裂的地质特征及地震事件

东昆仑南部发育长达 2000km的左旋走滑断裂，自西向东由库赛湖断裂断裂、西大滩断裂、阿拉克湖断裂、托索湖断裂、东倾沟断裂和玛曲断裂组成，统称为东昆仑活动断裂系（青海省地震局等，1999），构成可可西里—巴颜喀拉地块与柴达木—昆仑地块的重要边界和青藏高原北部强烈地震活动带（任金卫等，1993；Tapponnier et al., 2001；Van der Woerd et al., 1998）。青藏铁路自北向南横穿西大滩活动断裂（F_6）和库赛湖活动断裂（F_7）（图 5）。

西大滩活动断裂发育于昆仑山南部西大滩与东大滩谷地（图 5），沿西大滩活动断裂发育大量串珠状斜列分布的地震鼓包，与不同类型的地震破裂、地震楔、地震陡坎和地震凹陷伴生，在探槽剖面表现为全新世砂土层和晚更新世砾石层的背斜褶皱变形（图 6）。地震鼓包长轴走向 290°-300°，与西大滩活动断裂呈 10°-20°交角，锐角指示西大滩断裂左旋走滑运动方向。对探槽剖面不同层位的沉积物、断层破碎带和地震崩积楔分别取样，进行热释光和光释光测年，发现西大滩断裂的地震鼓包主要形成于全新世早期，对应于 10.2kaB.P.、8.6-8.7kaB.P.、7.0kaB.P.、6.10kaB.P.四期古地震事件。估算西大滩断裂全新世早期强烈地震的复发周期为 900-1700 年，断裂左旋走滑速率为 5.3-10.0mm/a，平均约 7.7mm/a，与 GPS 观测资料基本符合（张培震等，2002；Zhang et al., 2004）。

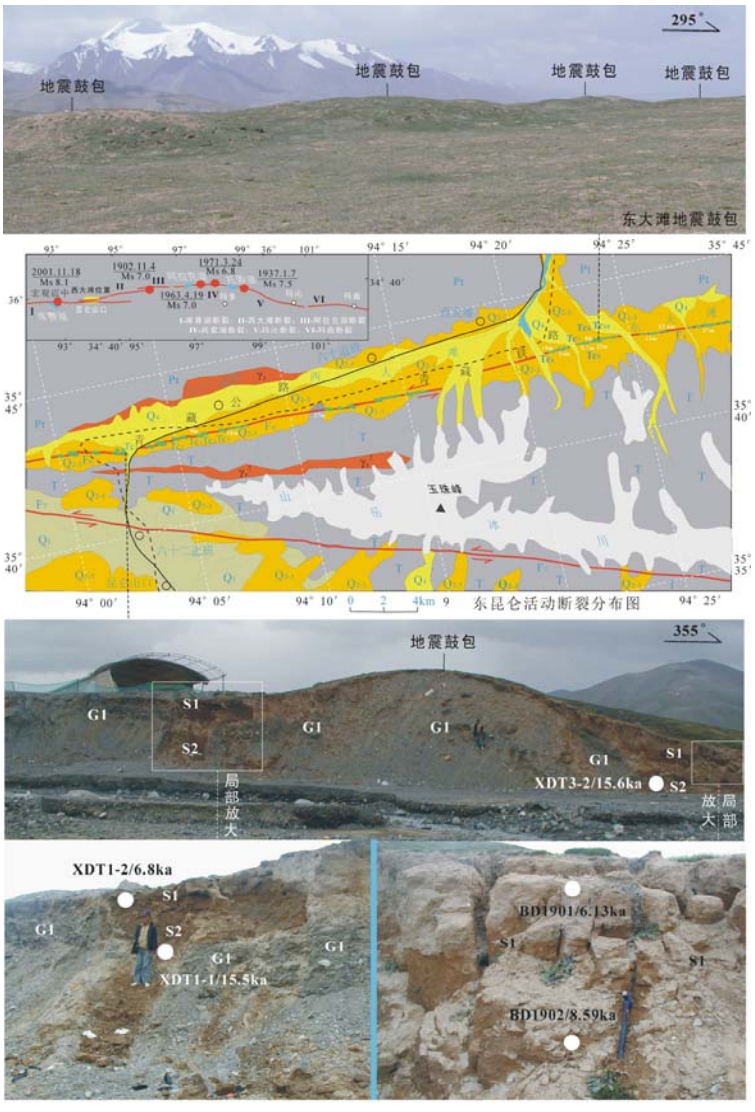


图 5 昆仑山南部活动断裂分布图

I-库赛湖断裂，II-西大滩断裂（F_6），III-阿拉克湖断裂，IV-托索湖断裂，V-东倾沟断裂，VI-玛曲断裂，F_7-昆仑山口断裂；数字 4、9、18、27 等表示水系、冲沟和阶地的左旋位移（m）；Q_4-全新世砂土和冲洪积；Q_{2-3}-中晚更新世冰碛和冰水沉积；Q_1-早更新世湖相沉积；T-三叠系板岩；P-二叠系千枚岩和片岩；γ_5^1-印支期花岗岩。

沿昆仑山活动断裂百余年来曾发生 1971 年 3 月 24 日托索湖 6.8 级地震、1963 年 4 月 19 日阿拉克湖东 7 级地震、1937 年 1 月 7 日花石峡 7.5 级地震和 1902 年 11 月 4 日阿拉克湖西 7 级地震（图 5）。2001 年 11 月 14 日沿昆仑山走滑断裂西侧库赛湖活动断裂发生 8.1 级强烈地震，称为昆仑山口西 8.1 级地震，宏观震中位于库赛湖附近（徐锡伟等，2003），仪器记录震中位于布喀达坂峰地区（Lin et al., 2002）（图 4、6）。昆仑山口西 8.1 级地震在地表产生长达 350-426km 的地震破裂，穿切青藏公路、通讯光缆、青藏铁路施工便道等工程设施，导致昆仑山雪崩和西大滩房屋破坏，引起国内外地质学家的广泛关注。地震破裂主要由北西西向左旋走滑主地震破裂、北东东向张扭性分支地震破裂、地震鼓包、张扭性裂陷规律性组合而成；地震鼓包长 5-30m，宽 1-15m，高 0.2-2m。地震裂陷宽 30-50m、长 25-40m，深 0.5-6m（图 6）；在青藏公路西侧，河流高河漫滩、河床、山麓斜坡上的小型冲沟被地震断裂左旋错动 2.6-4.8m，人工水坝被断层左旋错动 3.2m（图 6）；在青藏公路东侧，光缆和铁路施工便道被地震断裂左旋错动 3.5m，河流阶地和河漫滩各左旋错动 4.3m 和 3m（吴中海等，2004）。地震破裂的空间产状、破坏方式、工程危害与地表地质状况、岩土结构组成、工程设施力学性质存在密切关系（胡道功等，2005）。

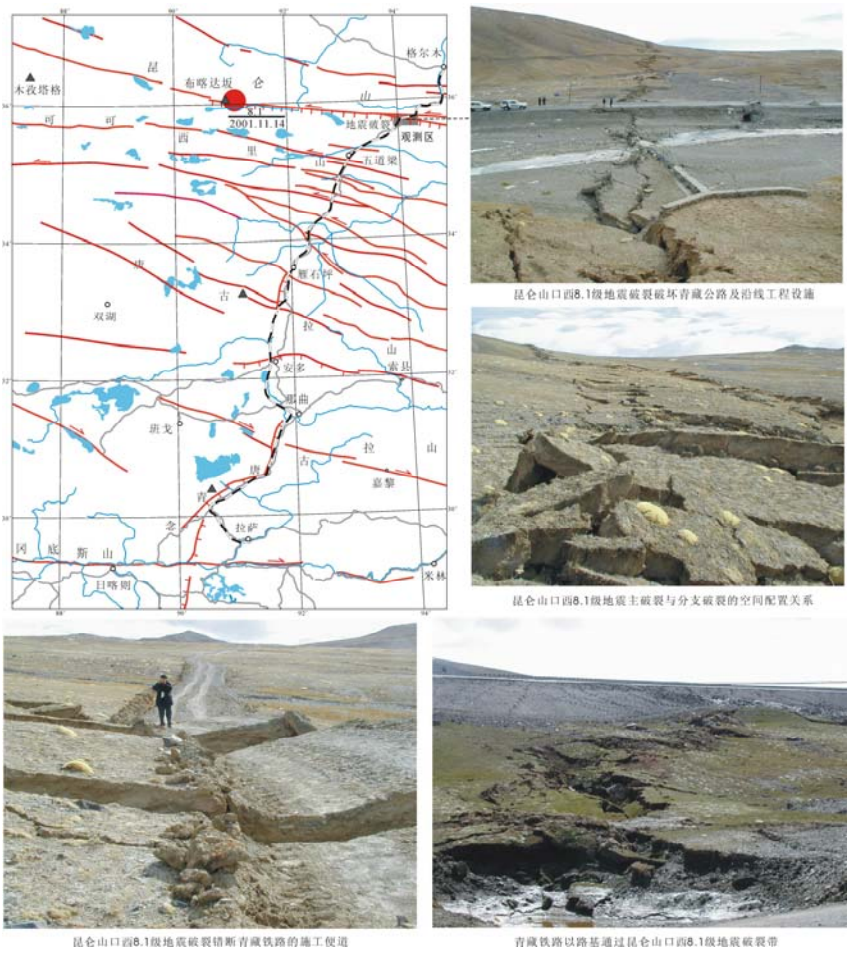


图 6 昆仑山口西 8.1 级地震破裂及工程危害