12、获得青藏高原内部原地应力测量资料和 8.1 级地震前后地应力变化的实测数据

采用压磁法地应力测量技术，完成昆仑山隧道、羊八井隧道、风火山隧道及邻区的地应力测量任务（图 21）。首次系统测量青藏高原内部的现今地应力状态，获得 2001 年 11 月 14 日昆仑山口西 8.1 级地震前后地应力变化的对比观测数据（Liao et al., 2003）。

昆仑山隧道地区最大主应力方向为 NE-NEE 向，昆仑山 8.1 级地震前地应力呈显著高异常状态（廖椿庭等，2002），而震后应力减小至震前应力的 1/3 左右（表 5）。风火山隧道地表水平最大主应力方向为 NEE-NE 向，最大主应力值为 3.6-5.5MPa，最小主应力值为 1.0-2.9MPa（表 6）。羊八井隧道地表最大主应力方向为 NEE-NE 向，水平最大主应力一般为 3.3-10.4MPa，水平最小主应力为 2.5-8.4MPa（表 7）。

在青藏公路沿线，对雪水河、可可西里山南、拉萨 3 个地点，进行了压磁法原地应力测量（吴满路等，2005；张春山等，2005）。昆仑山中部雪水河地表最大主应力值为 3.1Mpa，最小主应力值为 1.1Mpa；可可西里山南部地表最大主应力值为 6.8Mpa，最小主应力值为 3.2Mpa；拉萨地表最大主应力值为 4.0Mpa，最小主应力值为 2.6MPa。

表 5 昆仑山隧道北侧地应力测量结果一览表

测点编号 Number	岩 性 Rock Type	深度 Depth (m)	水平最大主应力σ_{max} (Mpa)	水平最小主应力 σ_{min} (Mpa)	最大主应力(σ_{max})方向 Orientation	测量时间 Date of measurement
1	黑云母花岗岩 Biotite granite	18	12.9	12.1	N45° E	2001 年 8 月地震前测量
2	黑云母花岗岩 Biotite granite	18	3.5	3.2	N66° E	2002 年 7 月地震后复测
3	辉长岩 Gabbro	14	6.8	4.4	N58° E	2001 年 8 月地震前测量
4	辉长岩 Gabbro	14	2.2	1.2	N5° W	2002 年 7 月地震后复测

表 6 风火山隧道及其附近地区地应力测量结果一览表

测点编号 Number	岩 性 Rock Type	深度 Depth (m)	水平最大主应力 σ_{max} (Mpa)	水平最小主应力 σ_{min} (Mpa)	最大主应力(σ_{max})方向
1	粉砂岩 Siltstone	16	5.5	2.9	N84° E
4	泥岩夹中粒砂岩 Mudstone, sandstone	12	4.6	2.8	N61° E
6	泥岩夹细砂岩、粉砂岩 Mudstone, siltstone, sandstone	14	3.6	1.0	N86° E

表 7 羊八井隧道群及其周边地区地应力测量结果一览表

测点编号 Number	岩 性 Rock Type	深度 Depth (m)	水平最大主应力 σ_{max} (Mpa)	水平最小主应力 σ_{min} (Mpa)	最大主应力(σ_{max})方向
1	中细粒黑云二长花岗岩 Biotite granite	13	10.4	8.4	N70° E
2	中细粒黑云二长花岗岩 Biotite granite	12	5.7	2.8	N81° E
3	中粒含角闪二长花岗岩 Amphibolite granite	12	6.6	4.6	N45° E
4	花岗质变余糜棱岩 Granitic mylonite	11	3.3	2.5	N45° E

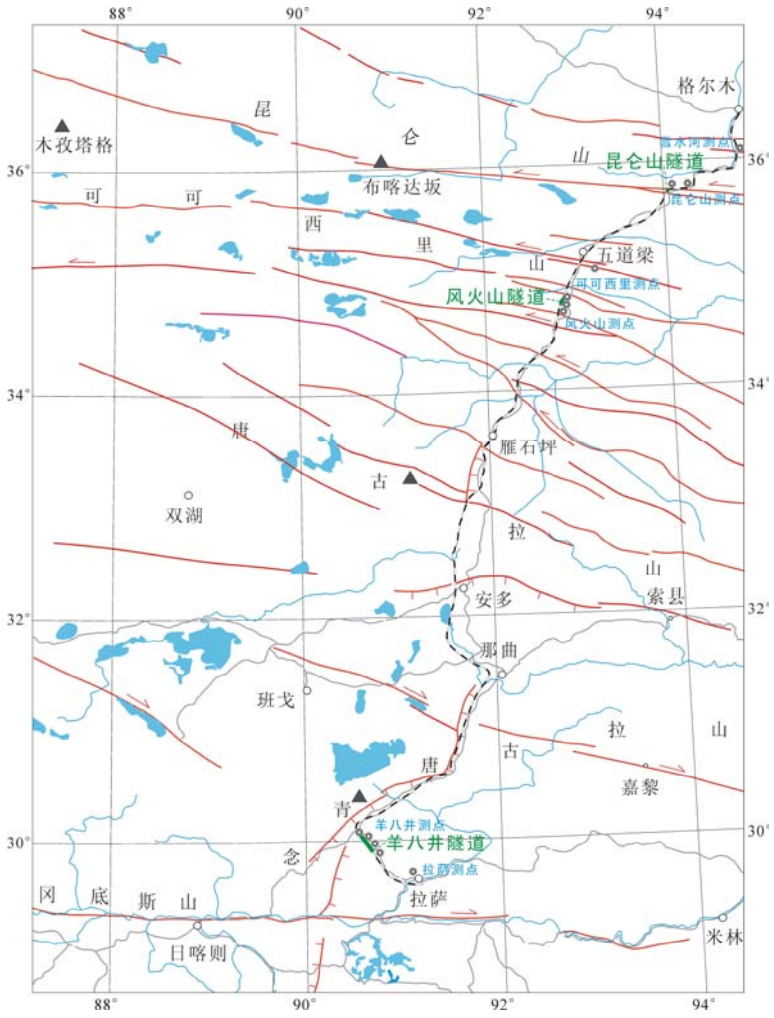


图 21 青藏铁路沿线地应力测点分布图