

Xiao, M., Jiang, Y., Zhao, G., Yuan, C., Cai, Y., Qiu, H., Hao, L., Zhang, W., and Kong, L., 2023, Syn-tectonic fluids decoding effects of tectono-metamorphic cycles on regional metallogenic evolution of the Chinese Altai, central Asia: GSA Bulletin, <https://doi.org/10.1130/B36903.1>.

Supplemental Material

Table S1. Liquid compositions ($\mu\text{g/g}$) and carbon isotopes of fluid inclusions in quartz samples from the Chinese Altai.

Table S2. QMS-stepwise crushing gas composition analysis of syn-tectonic veins from the Chinese Altai.

Table S3. Sample location, lithology and wall rock lithology of syn-tectonic veins from the Chinese Altai.

Table S1 Sample location, lithology and wall rock lithology of syn-tectonic veins from the Chinese Altai

Sample No.	Location	Deformation episode	GPS coordinates	Lithology	Wall rock lithology (Habahe Group)
17CA01B	SE Permian domain	Syn-D3	N:46°41'10.18", E:90°13'13.75"	Quartz vein	pegmatite, gneiss
17CA52A	SE Permian domain	Syn-D3	N:47°51'12.97", E:88°4'45.31"	Quartz vein	mica-schist
17CA52B	SE Permian domain	Syn-D3	N:47°51'12.97", E:88°4'45.31"	Quartz vein	mica-schist
17CA12	SE Permian domain	Syn-D3	N:46°38'59.05", E:90°19'35.88"	Felsic vein	gneiss
17CA56	SE Permian domain	Syn-D3	N:47°35'12.69", E:88°18'6.69"	Felsic vein	gneiss
17CA90	NW Devonian domain	Syn-D2	N:48°27'24.4", E:87°10'09.6"	Quartz vein	green schist
17CA109	NW Devonian domain	Syn-D2	N:48°17'17.08", E:87°5'8.87"	Felsic vein	gneiss
19CA45	NW Devonian domain	Syn-D2	N:48°20'19.64", E:87°11'27.78"	Felsic vein	migmatite
17CA106	NW Devonian domain	Syn-D2	N:48°18'23.16", E:87°3'1.98"	Quartz vein	migmatite

Note: D2 and D3 represent the Devonian and Permian shortening cycles, respectively.

Table S2 QMS-stepwise crushing gas composition analysis of syn-tectonic veins from the Chinese Altai Devonian veins from the NW Devonian tectonic domain

Quartz vein 17CA90														
Steps	Drops	CO ₂	N ₂	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₂ H ₂	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	CO	Ar	He	O ₂	CO ₂ /CH ₄	N ₂ /Ar
		mol. %												
1	2	25.1	32.3	4.85	0.31	0.05	0.04	0.24	36.8	0.37	0.00	0.00	5.17	86.2
2	2	29.1	23.1	5.04	0.34	0.05	0.04	0.30	41.9	0.20	0.00	0.01	5.76	117
3	4	30.5	22.7	5.26	0.38	0.05	0.05	0.39	40.3	0.31	0.00	0.01	5.81	72.4
4	4	22.0	36.1	5.55	0.29	0.05	0.05	0.38	35.3	0.32	0.00	0.00	3.96	114
5	6	24.5	26.4	7.10	0.36	0.06	0.05	0.41	40.9	0.21	0.00	0.00	3.45	128
6	6	25.0	31.4	7.65	0.43	0.07	0.06	0.41	34.7	0.33	0.01	0.01	3.27	93.7
7	8	15.9	41.2	10.7	0.40	0.08	0.06	0.31	31.0	0.28	0.01	0.01	1.48	149
8	10	8.13	61.9	11.7	0.33	0.06	0.07	0.13	17.0	0.62	0.02	0.00	0.69	100
9	12	7.32	62.7	13.8	0.27	0.07	0.05	0.13	15.2	0.39	0.03	0.00	0.53	159
10	16	7.06	58.1	17.0	0.29	0.08	0.06	0.11	16.8	0.56	0.03	0.00	0.42	104
11	20	7.38	40.7	27.7	0.48	0.14	0.12	0.11	23.3	0.10	0.02	0.00	0.27	396
12	30	12.1	33.2	29.9	0.67	0.16	0.19	0.19	23.4	0.10	0.02	0.00	0.41	320
13	60	17.9	26.6	29.4	0.92	0.20	0.28	0.31	24.3	0.11	0.02	0.01	0.61	238
14	100	28.3	17.9	26.4	1.15	0.21	0.39	0.44	25.1	0.09	0.03	0.01	1.07	188
15	150	33.3	14.9	24.0	1.26	0.20	0.42	0.58	25.2	0.09	0.03	0.01	1.39	169
16	180	34.5	14.6	20.9	1.24	0.21	0.37	0.72	27.2	0.08	0.03	0.02	1.65	185
17	180	29.3	7.58	11.5	0.92	0.15	0.26	0.65	49.5	0.06	0.01	0.03	2.53	131
18	240	44.1	8.68	15.0	1.46	0.24	0.52	0.80	29.1	0.08	0.04	0.03	2.94	108
19	240	43.0	9.09	14.8	1.53	0.18	0.56	0.80	29.9	0.06	0.05	0.01	2.90	154
20	360	40.5	8.49	15.3	1.68	0.15	0.60	0.66	32.5	0.04	0.05	0.00	2.65	215
21	480	32.8	10.8	22.3	1.80	0.34	0.45	0.40	30.9	0.10	0.05	0.03	1.47	105
22	600	20.8	17.3	31.1	1.66	0.65	0.37	0.34	27.4	0.21	0.01	0.19	0.67	82.0
23	720	11.5	21.6	36.3	1.19	0.70	0.66	0.15	27.3	0.24	0.01	0.20	0.32	88.4
24	720	6.39	24.5	41.6	1.17	0.34	0.32	0.09	25.4	0.14	0.02	0.12	0.15	169
25	720	3.76	26.5	43.1	0.96	0.41	0.39	0.11	24.5	0.15	0.00	0.13	0.09	177
Σ	4870													
Felsic vein 19CA45														
Steps	Drops	CO ₂	N ₂	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₂ H ₂	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	CO	Ar	He	O ₂	CO ₂ /CH ₄	N ₂ /Ar
		mol. %												
1	2	22.8	6.80	5.65	0.24	0.02	0.02	0.13	64.2	0.04	0.00	0.01	4.04	188
2	2	18.9	6.34	5.71	0.23	0.02	0.02	0.13	68.6	0.04	0.00	0.01	3.31	178
3	4	20.6	6.60	5.74	0.25	0.03	0.02	0.25	66.5	0.04	0.00	0.01	3.59	179
4	4	16.4	6.36	5.37	0.14	0.03	0.02	0.26	71.4	0.05	0.00	0.01	3.05	135
5	6	17.9	6.36	5.69	0.17	0.03	0.01	0.25	69.6	0.04	0.00	0.01	3.14	154
6	8	14.5	4.92	5.01	0.11	0.03	0.01	0.26	75.1	0.04	0.00	0.01	2.89	127
7	12	21.0	6.95	5.91	0.21	0.02	0.01	0.32	65.5	0.04	0.00	0.01	3.56	156
8	20	20.9	7.68	5.56	0.27	0.02	0.01	0.39	65.2	0.04	0.00	0.01	3.75	174
9	30	20.5	10.0	5.62	0.27	0.02	0.01	0.39	63.1	0.06	0.00	0.01	3.65	170
10	50	20.5	9.37	5.90	0.25	0.02	0.01	0.40	63.5	0.06	0.00	0.01	3.47	154
11	70	21.3	13.7	6.79	0.29	0.02	0.02	0.44	57.3	0.08	0.00	0.01	3.13	181
12	90	22.1	25.8	8.98	0.37	0.03	0.03	0.43	42.1	0.17	0.00	0.01	2.46	150
13	120	13.0	52.0	14.6	0.38	0.05	0.05	0.24	19.3	0.37	0.01	0.02	0.89	142
14	160	16.0	45.9	12.4	0.40	0.05	0.06	0.28	24.6	0.30	0.01	0.02	1.28	151

15	240	19.4	41.3	9.86	0.40	0.05	0.04	0.35	28.3	0.24	0.01	0.02	1.97	174
16	360	22.1	41.8	7.32	0.46	0.07	0.06	0.39	27.5	0.28	0.02	0.03	3.01	151
17	360	34.2	22.7	9.46	0.71	0.09	0.09	0.66	31.9	0.16	0.02	0.05	3.62	141
18	480	44.2	13.5	8.79	0.95	0.10	0.12	0.90	31.2	0.12	0.02	0.07	5.03	111
19	480	33.5	14.4	19.6	1.01	0.02	0.07	0.14	31.1	0.07	0.07	0.01	1.71	202
20	480	39.4	8.59	12.4	0.99	0.09	0.11	0.18	38.2	0.01	0.03	0.01	3.19	861
21	600	38.2	5.93	10.6	1.06	0.04	0.07	0.34	43.7	0.02	0.02	0.04	3.60	348
22	600	34.2	9.08	16.4	1.34	0.57	0.62	0.12	37.4	0.17	0.02	0.11	2.09	52.4
23	600	26.1	11.0	21.4	1.51	0.70	0.78	0.15	38.0	0.24	0.03	0.17	1.22	46.2
24	720	13.0	18.3	29.2	1.04	1.75	1.30	0.42	34.0	0.59	0.07	0.46	0.44	31.1
25	720	9.86	17.7	33.4	1.31	1.13	1.35	0.25	34.3	0.39	0.03	0.29	0.30	46.0

Σ 6218

Felsic vein 17CA109

Steps	Drops	CO ₂	N ₂	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₂ H ₂	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	CO	Ar	He	O ₂	CO ₂ /CH ₄	N ₂ /Ar
		mol. %												
1	2	13.6	3.44	4.80	0.08	0.04	0.03	0.21	77.7	0.03	0.00	0.01	2.83	109
2	2	12.1	2.65	4.47	0.06	0.03	0.02	0.19	80.4	0.02	0.00	0.02	2.70	109
3	2	14.0	2.43	4.86	0.08	0.03	0.02	0.23	78.3	0.02	0.00	0.01	2.88	108
4	2	19.6	4.39	5.88	0.19	0.03	0.02	0.36	69.5	0.03	0.00	0.01	3.33	139
5	2	20.0	4.33	5.78	0.18	0.03	0.01	0.33	69.3	0.03	0.00	0.01	3.46	144
6	4	14.8	3.08	4.98	0.11	0.03	0.02	0.28	76.7	0.03	0.00	0.01	2.97	107
7	4	19.4	4.56	5.72	0.18	0.02	0.01	0.34	69.7	0.03	0.00	0.01	3.40	137
8	6	18.1	4.28	5.73	0.16	0.02	0.01	0.35	71.3	0.03	0.00	0.01	3.15	134
9	6	19.9	6.62	5.11	0.29	0.02	0.01	0.33	67.7	0.04	0.00	0.01	3.89	170
10	8	21.1	5.09	5.92	0.20	0.02	0.01	0.35	67.3	0.03	0.00	0.01	3.56	148
11	10	22.3	8.37	5.77	0.29	0.02	0.01	0.41	62.8	0.05	0.00	0.01	3.86	170
12	16	19.5	9.40	5.25	0.30	0.02	0.01	0.35	65.1	0.06	0.00	0.01	3.71	162
13	30	20.8	13.7	5.76	0.30	0.02	0.01	0.34	59.0	0.10	0.00	0.01	3.61	144
14	30	16.5	40.6	10.8	0.36	0.04	0.03	0.32	31.0	0.29	0.01	0.01	1.52	140
15	50	8.82	58.4	5.97	0.33	0.05	0.05	0.17	25.8	0.39	0.02	0.01	1.48	148
16	50	10.4	49.7	17.9	0.42	0.06	0.05	0.17	20.9	0.29	0.02	0.01	0.58	168
17	70	11.5	39.7	25.5	0.60	0.06	0.05	0.19	22.1	0.25	0.03	0.01	0.45	161
18	120	23.0	22.1	25.1	1.20	0.09	0.17	0.30	27.8	0.16	0.05	0.01	0.92	138
19	160	14.2	18.6	28.1	1.29	0.05	0.14	0.15	37.3	0.05	0.06	0.00	0.51	367
20	240	6.03	20.6	37.8	1.31	0.18	0.18	0.16	33.5	0.07	0.05	0.06	0.16	300

Σ 814

Permian veins from the SE Permian tectonic domain

Quartz vein 17CA01B

Steps	Drops	CO ₂	N ₂	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₂ H ₂	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	CO	Ar	He	O ₂	CO ₂ /CH ₄	N ₂ /Ar
		mol. %												
1	2	20.6	43.0	4.53	0.27	0.04	0.02	0.16	31.3	0.09	0.00	0.00	4.55	501
2	4	16.0	46.8	3.89	0.21	0.03	0.02	0.14	32.8	0.08	0.00	0.00	4.12	565
3	8	15.8	45.0	4.22	0.19	0.04	0.02	0.14	34.5	0.08	0.00	0.00	3.73	581
4	10	14.1	50.4	4.05	0.21	0.03	0.02	0.14	31.0	0.09	0.00	0.00	3.47	569
5	16	12.5	53.3	5.21	0.24	0.04	0.00	0.12	28.5	0.08	0.00	0.00	2.41	663
6	20	9.63	65.1	7.31	0.33	0.05	0.03	0.11	17.3	0.12	0.00	0.00	1.32	551
7	30	6.52	69.8	10.0	0.40	0.05	0.03	0.08	12.9	0.13	0.00	0.00	0.65	535
8	50	2.43	72.4	16.6	0.54	0.06	0.04	0.03	7.79	0.13	0.01	0.00	0.15	542

9	70	2.16	71.6	17.4	0.55	0.06	0.05	0.02	7.94	0.13	0.01	0.00	0.12	541
10	90	2.20	63.8	23.1	0.68	0.07	0.07	0.03	9.88	0.11	0.02	0.00	0.10	573
11	120	2.16	56.6	27.7	0.81	0.08	0.08	0.03	12.4	0.08	0.03	0.00	0.08	718
12	160	2.32	55.5	28.7	0.84	0.06	0.09	0.02	12.4	0.07	0.04	0.00	0.08	821
13	180	2.41	65.9	19.6	1.03	0.07	0.12	0.03	10.7	0.08	0.05	0.00	0.12	791
14	240	2.23	62.6	22.2	1.33	0.07	0.16	0.02	11.3	0.06	0.07	0.00	0.10	1091
15	240	3.05	65.4	17.7	1.46	0.11	0.20	0.03	11.9	0.07	0.06	0.00	0.17	979
16	300	2.83	58.2	23.5	1.64	0.10	0.28	0.03	13.3	0.04	0.09	0.00	0.12	1534
17	300	3.63	54.3	25.2	1.53	0.12	0.30	0.04	14.7	0.06	0.11	0.01	0.14	982
18	360	3.56	58.3	22.6	1.64	0.17	0.38	0.00	13.2	0.07	0.15	0.00	0.16	832
19	360	3.71	50.3	28.3	1.45	0.17	0.37	0.05	15.5	0.06	0.15	0.00	0.13	836
20	480	0.00	34.3	48.8	0.81	0.08	0.19	0.08	15.5	0.09	0.01	0.08	0.00	377
21	480	0.00	29.6	52.4	0.86	0.07	0.17	0.00	16.8	0.00	0.03	0.01	0.00	6778
22	600	0.00	30.4	52.3	0.79	0.09	0.10	0.00	16.3	0.00	0.03	0.01	0.00	10871
23	600	0.00	30.5	52.3	0.73	0.07	0.18	0.00	16.3	0.00	0.04	0.01	0.00	-
24	720	0.00	30.6	52.4	0.69	0.05	0.15	0.00	16.0	0.01	0.03	0.01	0.00	6056
25	720	0.16	29.1	53.2	0.68	0.11	0.21	0.01	16.5	0.01	0.04	0.00	0.00	3566

Σ 6160

Quartz vein 17CA52A

Steps	Drops	CO ₂	N ₂	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₂ H ₂	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	CO	Ar	He	O ₂	CO ₂ /CH ₄	N ₂ /Ar
		mol. %												
1	2	19.2	11.4	5.31	0.14	0.05	0.05	0.35	63.4	0.03	0.00	0.01	3.61	416
2	4	13.3	4.16	4.63	0.08	0.04	0.03	0.30	77.4	0.01	0.00	0.02	2.88	321
3	2	22.6	5.46	6.31	0.18	0.03	0.02	0.54	64.9	0.01	0.00	0.01	3.58	447
4	2	22.8	9.14	5.69	0.21	0.03	0.02	0.51	61.6	0.02	0.00	0.01	4.01	462
5	2	23.6	6.11	5.95	0.21	0.03	0.02	0.52	63.6	0.01	0.00	0.01	3.96	466
6	4	22.7	6.48	5.88	0.20	0.03	0.02	0.54	64.1	0.01	0.00	0.01	3.86	436
7	4	20.9	6.14	5.88	0.17	0.03	0.02	0.52	66.3	0.01	0.00	0.01	3.55	433
8	4	23.8	8.19	5.68	0.22	0.03	0.02	0.55	61.5	0.02	0.00	0.01	4.19	505
9	6	23.5	7.37	5.88	0.19	0.03	0.01	0.32	62.7	0.01	0.00	0.01	4.00	530
10	8	21.0	6.31	5.83	0.17	0.03	0.02	0.53	66.1	0.01	0.00	0.01	3.60	458
11	10	21.6	6.67	6.03	0.18	0.03	0.02	0.54	64.9	0.01	0.00	0.01	3.59	464
12	12	23.2	6.99	6.14	0.20	0.02	0.01	0.57	62.9	0.01	0.00	0.01	3.77	516
13	14	21.1	7.40	5.99	0.16	0.02	0.01	0.54	64.7	0.02	0.00	0.01	3.52	481
14	16	21.9	7.73	5.99	0.17	0.03	0.01	0.55	63.6	0.02	0.00	0.01	3.65	489
15	18	22.3	8.84	5.82	0.21	0.02	0.01	0.53	62.3	0.02	0.00	0.01	3.83	531
16	24	24.1	10.0	6.03	0.23	0.02	0.01	0.54	59.0	0.02	0.00	0.01	4.00	614
17	28	24.4	14.6	6.09	0.25	0.02	0.01	0.56	54.0	0.02	0.00	0.01	4.01	701
18	30	24.9	17.9	6.26	0.27	0.02	0.01	0.59	50.0	0.03	0.00	0.01	3.98	690
19	36	20.2	42.0	11.2	0.42	0.03	0.03	0.45	25.6	0.07	0.01	0.00	1.81	602
20	40	6.51	66.8	17.0	0.54	0.05	0.04	0.12	8.79	0.11	0.02	0.00	0.38	611
21	50	9.81	38.3	30.7	1.06	0.19	0.26	0.20	19.4	0.08	0.01	0.01	0.32	479
22	54	6.24	42.2	35.1	0.95	0.17	0.23	0.12	14.9	0.08	0.02	0.01	0.18	548
23	60	4.69	48.1	33.3	0.86	0.15	0.21	0.09	12.5	0.08	0.02	0.01	0.14	567
24	64	4.80	55.4	27.6	0.78	0.13	0.17	0.09	10.9	0.09	0.03	0.00	0.17	612
25	70	5.27	65.4	18.9	0.94	0.13	0.18	0.09	8.91	0.11	0.04	0.01	0.28	586
26	90	5.45	67.1	15.0	1.28	0.18	0.30	0.09	10.40	0.11	0.06	0.01	0.36	614

Σ 654

Quartz vein 17CA52B

Steps	Drops	CO ₂	N ₂	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₂ H ₂	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	CO	Ar	He	O ₂	CO ₂ /CH ₄	N ₂ /Ar
mol. %														
1	2	16.8	4.06	4.79	0.12	0.03	0.02	0.33	73.8	0.01	0.00	0.01	3.51	345
2	2	15.5	6.29	5.11	0.09	0.03	0.02	0.36	72.5	0.02	0.00	0.02	3.04	406
3	1	25.1	6.03	5.77	0.23	0.02	0.02	0.48	62.3	0.01	0.00	0.01	4.34	504
4	1	24.2	7.66	5.76	0.23	0.02	0.01	0.51	61.6	0.02	0.00	0.01	4.20	508
5	2	18.3	6.92	5.58	0.12	0.03	0.02	0.38	68.6	0.02	0.00	0.02	3.28	446
6	1	24.1	7.21	5.53	0.26	0.02	0.01	0.52	62.3	0.01	0.00	0.01	4.37	617
7	1	25.3	7.64	5.66	0.24	0.01	0.01	0.50	60.6	0.01	0.00	0.01	4.48	583
8	1	24.8	8.81	5.46	0.25	0.02	0.01	0.50	60.1	0.01	0.00	0.01	4.55	602
9	1	27.9	8.65	5.45	0.29	0.02	0.01	0.65	57.0	0.01	0.00	0.01	5.12	623
10	2	22.5	7.81	5.84	0.20	0.02	0.01	0.51	63.1	0.02	0.00	0.01	3.85	475
11	2	12.6	11.4	2.98	0.38	0.03	0.02	0.25	72.3	0.02	0.00	0.00	4.23	514
12	2	23.3	8.28	5.75	0.22	0.02	0.01	0.51	61.9	0.02	0.00	0.01	4.05	512
13	4	20.2	7.29	5.84	0.16	0.02	0.01	0.44	66.1	0.02	0.00	0.01	3.45	480
14	2	24.3	6.53	5.84	0.24	0.02	0.01	0.55	62.5	0.01	0.00	0.01	4.16	575
15	2	24.2	8.11	5.80	0.23	0.02	0.01	0.56	61.1	0.01	0.00	0.01	4.17	583
16	2	9.7	5.65	3.00	0.72	0.02	0.02	0.22	80.6	0.01	0.01	0.00	3.23	443
17	4	22.1	7.18	5.94	0.18	0.02	0.01	0.48	64.1	0.01	0.00	0.01	3.71	493
18	2	23.9	8.04	5.54	0.25	0.01	0.01	0.57	61.7	0.01	0.00	0.01	4.31	622
19	2	24.5	7.25	5.57	0.25	0.02	0.01	0.62	61.7	0.01	0.00	0.01	4.40	604
20	2	24.7	7.36	5.70	0.24	0.01	0.01	0.59	61.3	0.01	0.00	0.01	4.34	708
21	2	23.5	15.6	5.46	0.23	0.04	0.03	0.17	54.9	0.03	0.00	0.01	4.31	608
22	4	23.7	9.18	5.74	0.22	0.03	0.02	0.24	60.8	0.02	0.00	0.01	4.12	608
23	6	22.9	7.90	6.21	0.21	0.03	0.01	0.29	62.5	0.01	0.00	0.01	3.68	534
24	8	21.5	8.83	6.23	0.19	0.03	0.02	0.32	62.8	0.02	0.00	0.01	3.45	530
25	8	24.5	9.33	5.95	0.22	0.02	0.02	0.37	59.6	0.02	0.00	0.01	4.11	580
26	10	24.9	9.60	5.78	0.22	0.02	0.00	0.39	59.1	0.02	0.00	0.01	4.30	640
27	16	24.8	10.2	6.10	0.23	0.02	0.01	0.45	58.2	0.02	0.00	0.01	4.06	610
28	20	24.7	11.3	5.96	0.22	0.02	0.01	0.46	57.3	0.02	0.00	0.01	4.15	590
29	30	23.0	12.8	6.18	0.23	0.02	0.01	0.55	57.2	0.02	0.00	0.01	3.73	584
30	50	21.7	19.0	6.89	0.28	0.02	0.02	0.46	51.5	0.03	0.00	0.01	3.16	591
31	70	19.4	27.3	7.44	0.31	0.03	0.02	0.40	45.0	0.04	0.00	0.01	2.61	617
32	90	14.5	35.9	23.5	0.87	0.15	0.17	0.19	24.6	0.06	0.01	0.00	0.62	557
33	120	5.69	50.0	29.3	0.96	0.14	0.19	0.09	13.5	0.09	0.02	0.01	0.19	564
34	160	5.93	53.0	26.0	1.08	0.15	0.26	0.08	13.3	0.09	0.03	0.01	0.23	599
35	180	6.06	59.1	21.6	1.13	0.15	0.24	0.09	11.5	0.10	0.04	0.01	0.28	596
36	240	7.23	60.7	17.5	1.34	0.17	0.29	0.12	12.5	0.10	0.06	0.00	0.41	596
37	240	6.19	77.1	8.74	1.26	0.12	0.15	0.09	6.17	0.14	0.05	0.01	0.71	569
38	300	7.67	75.5	7.44	1.50	0.17	0.25	0.12	7.09	0.14	0.08	0.01	1.03	544
39	300	8.82	73.0	7.65	1.49	0.20	0.25	0.14	8.20	0.13	0.09	0.01	1.15	546
40	360	9.27	70.4	9.41	1.52	0.19	0.28	0.14	8.50	0.14	0.11	0.02	0.99	513
41	360	9.46	71.4	8.51	1.52	0.22	0.28	0.14	8.22	0.13	0.12	0.01	1.11	535
42	480	11.3	67.8	10.9	1.72	0.16	0.35	0.16	7.31	0.13	0.14	0.02	1.03	527
43	480	11.2	65.4	10.7	1.72	0.27	0.39	0.16	9.84	0.14	0.17	0.02	1.05	462
44	600	12.2	60.0	12.2	1.89	0.31	0.47	0.19	12.4	0.14	0.22	0.03	1.00	437
45	600	13.3	57.7	13.0	1.78	0.30	0.44	0.21	12.9	0.13	0.22	0.03	1.03	430

46	720	13.6	60.6	11.1	1.89	0.36	0.47	0.22	11.3	0.16	0.24	0.04	1.22	377
47	720	14.1	61.0	10.8	1.71	0.37	0.43	0.21	10.87	0.15	0.24	0.04	1.31	404
Σ	6212													

Note: The data marked by blue colors represent data of gases released from saline fluid inclusions with primary origins. Data with strikethrough represent abnormal values due to the low signal intensities of Ar during measurements and are excluded in the discussion. "Drops" represents number of pestle drops.

Table S3 Liquid compositions (µg/g) and carbon isotopes of fluid inclusions in quartz samples from the Chinese Altai

Samples	Lithology	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Mn ²⁺	Fe ³⁺	Al ³⁺	F ⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	K ⁺ /Ca ²⁺	Na ⁺ /Ca ²⁺	F ⁻ /SO ₄ ²⁻	Cl ⁻ /SO ₄ ²⁻	Al ³⁺ /Mg ²⁺	δ ¹³ C-CO ₂ (‰)
Devonian syn-tectonic veins																		
17CA90	Quartz vein	1.68	0.00	21.70	3.03	0.00	0.60	0.05	0.51	3.66	5.98	3.65	0.08	0.00	0.14	1.00	0.02	-14.9
19CA45	Felsic vein	3.66	7.70	43.36	1.42	0.00	0.08	0.16	0.08	8.10	0.95	2.67	0.08	0.18	0.03	3.03	0.11	-3.9
17CA106	Quartz vein	0.82	1.24	39.26	3.84	0.06	0.10	0.08	0.86	4.04	0.51	17.46	0.02	0.03	0.05	0.23	0.02	-23.8
17CA109	Felsic vein	1.93	5.85	29.47	3.15	0.00	0.00	0.00	1.18	5.31	0.05	17.96	0.07	0.20	0.07	0.30	0.00	-3.5
Permian syn-tectonic veins																		
17CA01B	Quartz vein	6.43	5.86	10.99	1.39	0.29	0.40	0.54	0.61	18.59	2.62	2.26	0.59	0.53	0.27	8.23	0.39	-16.5
17CA12	Felsic vein	5.37	8.41	5.62	0.13	0.03	0.09	0.34	0.97	28.91	4.92	4.52	0.96	1.50	0.21	6.39	2.56	-11.1
17CA52B	Quartz vein	2.50	3.79	5.90	1.35	0.11	0.25	0.14	0.66	4.80	2.49	1.88	0.42	0.64	0.35	2.55	0.10	-3.7
17CA56	Felsic vein	2.03	4.26	5.38	0.84	0.01	0.35	0.09	1.61	3.97	0.68	2.12	0.38	0.79	0.76	1.88	0.11	-6.9

Note: The carbon isotopes are reported in conventional δ-values as ‰ deviations relative to the Vienna Pee Dee Belemnite (VPDB) standard.