

Supplementary Materials OM1. The results of major (wt.%) and trace elements (ppm) analyzes for the Hucun, Chaoshan, Dongguashan and Xinwuli intrusions

Intrusion	Hucun intrusion			Chanshan intrusion			Dongguashan intrusion			Xinwuli intrusion		
SiO ₂	64.70	64.59	64.19	52.87	53.27	53.12	64.29	63.11	61.83	64.54	63.93	63.53
Al ₂ O ₃	16.0	15.87	15.8	16.52	16.74	16.66	15.62	15.80	16.40	16.02	16.35	16.52
TFe ₂ O ₃	1.89	2.27	1.80	9.19	9.07	9.08	3.92	4.09	5.14	5.05	4.91	4.98
MgO	1.72	1.65	1.76	3.70	3.60	3.63	1.54	1.26	2.42	1.55	1.56	1.69
CaO	5.98	5.29	6.06	8.35	8.26	8.22	4.34	4.94	5.05	4.21	4.51	4.53
Na ₂ O	3.77	3.75	3.78	4.17	4.25	4.2	3.79	3.71	4.13	4.25	4.41	4.41
K ₂ O	3.92	3.86	3.86	2.73	2.61	2.58	3.74	3.76	3.23	2.91	2.64	2.68
P ₂ O ₅	0.24	0.24	0.25	0.52	0.51	0.52	0.25	0.25	0.27	0.23	0.25	0.26
TiO ₂	0.56	0.56	0.57	1.27	1.28	1.25	0.54	0.54	0.70	0.54	0.55	0.58
MnO	0.06	0.05	0.06	0.13	0.13	0.13	0.03	0.07	0.06	0.08	0.08	0.08
L.O.I.	0.78	0.95	0.82	0.59	0.67	0.55	1.38	1.44	1.12	0.39	0.4	0.28
Total	98.84	98.32	98.6	99.52	99.89	99.55	99.76	100.03	99.23	99.38	99.19	99.26
K ₂ O+Na ₂ O	7.69	7.61	7.64	6.90	6.86	6.78	7.53	7.47	7.36	7.16	7.05	7.09
Rittmann index	2.73	2.68	2.75	4.82	4.58	4.54	2.66	2.77	2.88	2.38	2.37	2.45
ASI	0.75	0.79	0.74	0.66	0.67	0.68	0.86	0.82	0.84	0.90	0.89	0.90
AST(°C)	945	943	944	894	897	898	945	931	926	938	941	941
La	34.9	38.6	35.7	44.6	45.4	43.7	35.4	31.8	38	39.3	44.3	44.2
Ce	69.7	72.6	71.4	88.7	90.8	87.6	67.3	62.5	71.4	74.1	85.9	83.8
Pr	7.90	8.05	8.08	10.5	10.6	10.6	7.42	7.12	7.82	7.79	9.17	8.80
Nd	27.8	28.1	28.2	39.9	39.5	39.7	26.5	25.9	29.5	29.5	34.3	32.3
Sm	4.86	4.93	5.15	7.41	7.51	7.66	4.77	5.08	5.21	5.39	5.96	5.75
Eu	1.42	1.35	1.30	2.08	2.06	2.10	1.38	1.43	1.62	1.40	1.55	1.60

Gd	4.11	4.01	4.12	6.42	6.09	6.39	4.01	4.08	4.29	4.54	4.92	4.59
Tb	0.56	0.55	0.59	0.83	0.83	0.85	0.56	0.56	0.57	0.58	0.66	0.62
Dy	2.88	2.94	3.04	4.41	4.23	4.57	2.97	2.89	3.01	3.15	3.82	3.64
Ho	0.56	0.58	0.58	0.82	0.82	0.85	0.61	0.58	0.58	0.66	0.73	0.68
Er	1.66	1.58	1.68	2.37	2.31	2.35	1.76	1.66	1.48	1.72	2.00	1.83
Tm	0.24	0.26	0.25	0.34	0.34	0.35	0.26	0.25	0.23	0.27	0.3	0.28
Yb	1.63	1.64	1.71	2.05	2.10	2.12	1.65	1.57	1.48	1.86	2.01	1.91
Lu	0.26	0.24	0.27	0.32	0.33	0.31	0.26	0.25	0.22	0.27	0.3	0.28
Y	16.5	16.2	16.7	22.4	23.1	23.1	16.6	16.2	15.1	16.9	19.5	18.7
Ga	20.6	20.3	20.2	23.6	23.7	23.4	21.3	21.1	22.8	20.9	22	22.3
Rb	90.3	76.8	90	91.5	80.4	79.7	125.5	98.5	113.5	108	106.5	110
Ba	974	1000	956	674	691	694	853	928	799	911	845	758
Sr	984	939	967	1010	975	971	795	895	852	828	926	899
Zr	152	172	173	200	188	191	187	169	184	187	206	213
Nb	12.9	12.7	13.3	13.2	13.8	12.9	12.5	12.4	10.3	13.1	15.3	15.1
Hf	4.1	4.4	4.5	4.9	4.7	4.8	4.8	4.4	4.9	5.1	5.4	5.6
Ta	1.1	1.1	1.1	0.8	0.9	0.8	1.0	0.9	0.6	1.0	1.2	1.0
Th	9.70	10.2	10.4	9.46	9.70	9.53	9.95	8.14	7.81	9.29	9.63	10.6
U	2.15	2.47	2.17	2.25	2.30	2.35	3.03	2.48	2.27	2.48	3.16	2.66
V	77	75	79	242	238	237	81	68	125	71	77	79
REE	158	165	162	211	213	209	155	146	165	171	196	190
δEu	0.97	0.93	0.86	0.92	0.93	0.92	0.96	0.96	1.05	0.87	0.88	0.95
δCe	1.03	1.01	1.03	1.01	1.02	1.00	1.02	1.02	1.02	1.04	1.04	1.04

Rittmann index= $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})^2/(\text{SiO}_2 - 43)$ units in wt.%, $\delta\text{Eu}=\text{Eu}_\text{N}/(\text{Sm}_\text{N}\times\text{Gd}_\text{N})^{1/2}$, $\delta\text{Ce}=\text{Ce}_\text{N}/(\text{La}_\text{N}\times\text{Pr}_\text{N})^{1/2}$, ASI = molar ratio $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{CaO}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$, AST: apatite saturation temperatures that are calculated via the formula from Harrison and Watson (1984)

Supplementary Materials OM2. The results of major (wt.%) and trace elements (ppm) analyzes for apatite in the Hucun, Chaoshan, Dongguashan and Xinwuli intrusions

Intrusion	Chaoshan intrusion																			
Point	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
MnO	0.08	0.14	0.03	0.05	0.09	0.10	0.07	0.12	0.11	0.07	0.08	0.08	0.12	0.11	0.11	0.13	0.12	0.10	0.10	0.12
CaO	55.0	54.9	55.2	55.3	54.9	54.7	55.0	55.0	54.8	54.9	55.1	55.0	54.6	54.6	54.7	54.7	54.7	54.9	55.1	54.7
SO ₃	0.27	0.24	0.10	0.22	0.22	0.20	0.47	0.28	0.20	0.35	0.27	0.21	0.25	0.44	0.35	0.47	0.29	0.28	0.18	0.21
SiO ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Na ₂ O	0.13	0.07	0.03	0.09	0.15	0.12	0.13	0.21	0.16	0.14	0.07	0.11	0.12	0.20	0.11	0.21	0.06	0.11	0.17	0.07
P ₂ O ₅	40.5	40.4	40.7	40.9	40.6	40.7	40.5	40.7	40.7	40.3	40.6	41.0	40.7	40.3	40.6	40.0	40.8	40.4	40.5	40.8
F	2.64	2.40	2.52	2.39	2.49	2.42	2.30	2.32	2.50	2.55	2.35	2.32	2.59	2.58	2.45	2.30	2.44	2.41	2.22	2.46
FeO	0.09	0.04	0.17	0.05	0.08	0.07	0.10	0.06	0.07	0.04	0.09	0.06	0.07	0.07	0.09	0.07	0.12	0.09	0.10	0.13
Cl	0.36	0.54	0.18	0.29	0.35	0.38	0.47	0.40	0.34	0.18	0.56	0.38	0.30	0.59	0.45	0.64	0.71	0.41	0.59	0.59
Total	97.9	97.6	97.8	98.2	97.8	97.5	97.9	97.9	97.8	97.4	97.9	98.1	97.7	97.6	97.8	97.4	98.1	97.6	97.9	98.0
F/Cl	7.4	4.4	14.4	8.3	7.0	6.3	4.9	5.9	7.3	14.3	4.2	6.1	8.6	4.4	5.5	3.6	3.5	5.9	3.8	4.2
FAP	0.71	0.64	0.67	0.64	0.67	0.65	0.61	0.62	0.67	0.69	0.63	0.62	0.70	0.70	0.66	0.62	0.66	0.65	0.59	0.66
CAP	0.05	0.08	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.06	0.05	0.03	0.08	0.06	0.04	0.09	0.07	0.09	0.11	0.06	0.09	0.09
HAP	0.24	0.28	0.30	0.32	0.28	0.29	0.32	0.32	0.28	0.29	0.29	0.32	0.26	0.22	0.27	0.29	0.24	0.29	0.32	0.25
Cu	0.08	0.12	0.01	0.09	0.16	0.08	0.02	0.27	0.06	0.21	0.07	0.00	0.07	0.07	0.26	-	0.06	0.06	0.13	0.10
Ga	19	22	19	18	21	20	20	21	20	19	21	25	21	23	17	26	18	17	17	19
Sr	764	688	778	720	714	722	788	660	769	722	728	648	596	672	797	713	868	714	977	774
Y	481	470	404	419	512	496	475	504	475	451	513	576	496	552	472	612	389	428	412	448
La	1542	1751	1648	1576	1667	1612	1720	1716	1556	1621	1679	2014	1617	1877	1293	2125	1479	1427	1336	1544
Ce	2935	3301	3026	2845	3214	3028	3173	3208	2925	2951	3151	3744	3161	3655	2624	4083	2861	2676	2624	2860
Pr	309	341	304	289	343	319	326	335	304	301	328	384	336	384	289	428	296	280	281	296

Nd	1243	1326	1165	1136	1389	1272	1285	1321	1219	1182	1313	1499	1340	1517	1184	1654	1151	1114	1129	1174
Sm	204	209	176	182	230	208	206	214	198	191	215	243	219	242	198	266	175	179	180	191
Eu	33	35	34	30	34	37	36	37	34	35	37	31	32	37	40	37	32	34	33	37
Gd	152	151	128	134	177	154	152	161	148	140	161	181	161	177	151	197	126	131	136	144
Tb	18	18	15	16	20	18	18	19	17	17	19	21	19	21	18	23	15	16	16	17
Dy	92	90	75	80	104	94	92	97	90	85	99	110	97	108	92	118	74	81	81	87
Ho	17	16	14	14	19	17	17	18	16	15	18	20	17	19	17	21	13	15	14	16
Er	40	40	34	35	44	41	40	42	39	37	43	48	42	46	40	51	33	36	35	38
Tm	4.9	4.8	4.2	4.2	5.2	5.0	4.9	5.2	4.9	4.5	5.3	5.9	5.1	5.7	5.0	6.3	4.1	4.4	4.4	4.6
Yb	29	29	27	25	30	30	30	31	29	27	32	34	29	33	30	36	25	26	26	28
Lu	3.9	3.8	3.6	3.2	3.8	3.9	4.0	4.1	3.8	3.6	4.1	4.4	3.8	4.3	4.0	4.7	3.4	3.5	3.5	3.7
Th	23	30	26	25	27	36	44	37	24	27	35	38	31	42	29	37	24	23	22	26
U	7.4	8.4	9.1	8.8	7.5	10	11	10	8.6	10	10	11	8.1	9.2	7.1	11	6.5	7.8	6.8	9.5
V	13	13	13	20	12	16	21	18	13	22	22	20	15	21	24	23	10	12	12	13
Cr	2.1	1.8	1.6	1.6	1.4	1.2	1.9	1.9	1.0	1.4	1.6	1.6	2.0	1.4	1.2	1.3	1.7	1.3	2.0	1.0
REE	6623	7316	6653	6369	7279	6839	7104	7208	6584	6609	7104	8341	7079	8127	5985	9051	6288	6023	5900	6439
δEu	0.58	0.6	0.68	0.58	0.51	0.64	0.62	0.61	0.61	0.65	0.61	0.45	0.51	0.55	0.71	0.5	0.67	0.67	0.65	0.68
δCe	1.04	1.05	1.05	1.03	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.05	1.05	1.05	1.05	1.06	1.04	1.05	1.04

FAP, CAP and HAP are the mole fraction of fluorapatite, chlorapatite and hydroxylapatite, which are calculated using the method of Piccoli and Candela (2002), -: not detected,

$$\delta\text{Eu}=\text{Eu}_\text{N}/(\text{Sm}_\text{N}\times\text{Gd}_\text{N})^{1/2}, \delta\text{Ce}=\text{Ce}_\text{N}/(\text{La}_\text{N}\times\text{Pr}_\text{N})^{1/2}$$

Intrusion	Chaoshan intrusion														
Point	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
MnO	0.13	0.13	0.12	0.10	0.10	0.13	0.08	0.13	0.13	0.10	0.09	0.12	0.12	0.10	0.09
CaO	54.7	54.9	55.0	55.2	55.2	54.9	54.9	54.4	55.0	55.0	54.8	55.1	54.8	54.8	54.9
SO ₃	0.30	0.30	0.26	0.18	0.24	0.11	0.46	0.68	0.27	0.26	0.32	0.28	0.27	0.24	0.26
SiO ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Na ₂ O	0.14	0.11	0.13	0.07	0.13	0.13	0.24	0.31	0.12	0.19	0.09	0.26	0.19	0.11	0.13
P ₂ O ₅	40.7	40.6	40.5	41.1	41.0	41.0	40.5	40.5	40.6	40.7	40.7	40.9	40.7	40.5	40.7
F	2.58	2.50	2.55	2.39	2.68	2.49	2.56	2.25	2.24	2.55	2.51	2.36	2.39	2.33	2.49
FeO	0.08	0.05	0.10	0.04	0.07	0.09	0.04	0.09	0.08	0.06	0.07	0.05	0.08	0.05	0.07
Cl	0.37	0.45	0.64	0.30	0.29	0.74	0.36	0.69	0.58	0.23	0.32	0.53	0.48	0.34	0.56
Total	97.8	97.8	98.0	98.3	98.5	98.3	98.0	97.9	98.0	98.0	97.8	98.4	97.9	97.5	98.0
F/Cl	7.0	5.5	4.0	7.9	9.3	3.4	7.1	3.3	3.8	11.1	7.8	4.4	5.0	6.8	4.5
FAP	0.69	0.67	0.68	0.64	0.71	0.67	0.69	0.61	0.60	0.68	0.67	0.63	0.64	0.63	0.67
CAP	0.05	0.07	0.10	0.04	0.04	0.11	0.05	0.10	0.09	0.03	0.05	0.08	0.07	0.05	0.08
HAP	0.25	0.26	0.22	0.32	0.24	0.22	0.26	0.29	0.31	0.28	0.28	0.29	0.29	0.32	0.25
Cu	0.93	0.03	0.08	0.04	0.03	0.19	0.09	0.06	0.36	0.05	-	-	0.09	0.12	0.05
Ga	22	21	23	21	20	22	20	21	19	22	19	20	18	22	20
Sr	688	785	674	722	676	665	649	624	755	612	652	724	760	700	708
Y	565	532	516	527	459	508	468	512	504	503	418	439	401	487	476
La	1799	1703	1877	1822	1682	1700	1689	1635	1492	1860	1528	1603	1516	1889	1599
Ce	3540	3193	3531	3363	3043	3347	3050	3200	2923	3468	2847	3036	2852	3485	3065
Pr	377	335	367	348	308	356	312	341	317	351	295	315	297	352	321
Nd	1495	1346	1435	1374	1199	1423	1224	1369	1295	1375	1163	1236	1188	1374	1288
Sm	244	221	230	224	191	234	196	221	216	220	184	193	189	214	207
Eu	39	36	29	33	34	31	35	37	37	26	35	36	30	28	37

Gd	182	166	167	170	141	174	145	162	163	166	135	143	143	155	154
Tb	21	20	20	20	17	20	17	19	19	19	16	17	16	18	18
Dy	110	101	100	102	87	102	88	98	98	98	81	86	84	94	92
Ho	19	18	18	18	16	18	16	18	17	18	14	15	15	17	16
Er	47	44	43	44	39	43	39	43	42	43	36	37	35	41	40
Tm	5.9	5.5	5.1	5.4	4.8	5.1	4.9	5.2	5.1	5.1	4.5	4.5	4.2	4.9	4.9
Yb	34	33	30	32	29	30	29	31	31	30	27	27	24	29	29
Lu	4.4	4.2	3.8	4.2	3.8	3.7	3.9	4.0	3.9	3.8	3.5	3.5	3.2	3.6	3.7
Th	38	32	27	30	26	22	28	27	23	34	32	23	26	31	38
U	8.7	9.3	8.7	10.6	8.8	6.5	9.5	7.5	7.0	10.5	9.4	8.3	8.3	10.7	8.2
V	24	23	19	28	13	10	28	14	13	22	18	14	13	15	17
Cr	1.2	1.4	1.4	1.2	1.8	1.8	1.3	1.0	2.1	1.3	1.7	1.3	1.2	2.5	2.3
REE	7918	7227	7856	7559	6792	7487	6848	7182	6660	7682	6369	6751	6398	7705	6875
δEu	0.56	0.58	0.46	0.52	0.64	0.47	0.63	0.59	0.6	0.41	0.68	0.65	0.56	0.47	0.64
δCe	1.05	1.04	1.04	1.04	1.04	1.05	1.03	1.05	1.04	1.05	1.04	1.05	1.04	1.05	1.05

FAP, CAP and HAP are the mole fraction of fluorapatite, chlorapatite and hydroxylapatite, which are calculated using the method of Piccoli and Candela (2002), -: not detected,

$$\delta\text{Eu}=\text{Eu}_\text{N}/(\text{Sm}_\text{N}\times\text{Gd}_\text{N})^{1/2}, \delta\text{Ce}=\text{Ce}_\text{N}/(\text{La}_\text{N}\times\text{Pr}_\text{N})^{1/2}$$

Intrusion	Xinwuli intrusion																						
Point	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
MnO	0.06	0.01	0.04	0.01	0.01	0.04	0.03	0.02	0.03	0.04	0.07	0.04	0.10	0.02	-	0.02	0.07	0.07	0.01	0.06	-	0.03	0.05
CaO	55.1	55.4	55.6	56.0	55.7	55.6	55.5	55.4	55.7	55.1	55.7	55.9	54.9	55.5	55.7	55.8	55.2	55.5	55.3	55.2	55.8	55.4	55.2
SO ₃	0.05	0.03	-	0.05	0.08	0.07	0.00	0.02	0.03	0.03	0.04	0.03	0.13	0.05	0.08	0.08	0.10	0.03	0.06	0.05	0.01	0.16	0.14
SiO ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Na ₂ O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.09	0.07	-	0.08	-	0.05	0.01	0.05	0.01	-	0.03	0.04	-	-
P ₂ O ₅	40.5	40.7	41.2	41.3	41.4	41.0	41.2	41.1	41.0	40.4	41.2	41.2	40.5	40.7	40.9	41.1	40.7	40.9	40.3	40.5	41.2	41.2	41.0
F	2.78	2.77	2.98	2.88	2.91	2.71	3.01	2.83	2.89	2.73	2.97	2.81	3.04	2.97	3.05	2.95	2.82	2.68	2.94	2.97	2.91	2.91	2.97
FeO	0.12	0.03	0.03	-	0.08	0.00	0.02	0.01	0.01	0.06	0.04	0.04	0.13	0.04	0.04	0.05	0.09	0.03	0.01	0.08	0.04	0.12	0.10
Cl	0.21	0.14	0.10	0.05	0.09	0.08	0.08	0.11	0.11	0.14	0.12	0.06	0.16	0.11	0.06	0.09	0.15	0.17	0.09	0.12	0.09	0.11	0.19
Total	97.6	98.0	98.7	99.2	99.0	98.3	98.5	98.3	98.5	97.5	98.9	98.8	97.8	98.2	98.5	98.9	97.9	98.2	97.5	97.7	98.8	98.7	98.3
F/Cl	13.3	20.5	29.2	64.0	34.3	34.7	38.6	26.7	27.0	19.1	25.6	47.6	18.8	27.8	53.4	31.7	18.4	15.8	33.8	25.8	31.3	26.2	15.5
FAP	0.74	0.74	0.79	0.76	0.77	0.72	0.80	0.75	0.76	0.73	0.79	0.74	0.82	0.79	0.81	0.78	0.75	0.71	0.79	0.79	0.77	0.77	0.79
CAP	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.03
HAP	0.23	0.24	0.20	0.23	0.22	0.27	0.19	0.23	0.22	0.25	0.20	0.25	0.16	0.20	0.19	0.21	0.22	0.26	0.20	0.19	0.22	0.21	0.18
Cu	6.5	3.2	11	1.7	5.2	2.9	2.1	1.3	4.7	3.9	1.2	2.0	2.5	1.1	8.8	4.1	1.7	2.7	1.1	7.8	8.0	5.4	8.0
Ga	18	17	15	17	17	18	17	18	17	19	20	14	17	15	18	14	18	18	19	19	13	20	18
Sr	758	720	770	716	698	685	667	634	693	763	731	724	758	746	679	687	725	736	692	704	677	664	800
Y	393	361	397	383	473	460	377	446	410	455	464	297	455	377	432	303	437	483	466	441	300	479	430
La	2070	2249	1617	1754	1703	1924	1827	1934	1748	2322	2205	1458	2013	1655	1885	1428	1968	1942	2010	2111	1380	2141	2253
Ce	2974	2989	2605	2783	2753	2942	2816	2991	2812	3332	3417	2291	2918	2489	2950	2222	2942	3076	3177	3221	2148	3365	3225
Pr	251	236	236	249	258	264	241	262	253	277	299	201	250	217	263	196	257	279	287	280	187	296	267
Nd	903	803	876	911	1009	1000	870	966	964	1007	1114	753	937	823	976	731	968	1066	1094	1032	685	1092	970
Sm	126	105	130	128	158	152	121	139	142	143	157	105	139	121	141	104	142	159	162	145	95	156	134

Eu	20	25	13	16	13	17	19	18	14	25	18	12	20	14	17	13	16	16	17	19	13	19	22
Gd	108	87	106	106	137	132	99	116	120	121	126	86	122	103	114	87	122	131	140	119	78	128	116
Tb	12	10	12	12	16	15	11	13	14	14	14	10	14	12	13	10	14	15	16	14	9.0	15	13
Dy	65	54	68	65	85	81	60	73	73	75	78	51	77	63	72	52	74	81	85	73	48	79	70
Ho	13	11	13	13	16	16	12	14	14	15	15	10	15	12	14	10	15	16	16	14	9	16	14
Er	34	30	35	34	43	41	32	38	37	40	41	27	40	33	38	27	38	42	42	37	25	41	36
Tm	4.3	4.0	4.5	4.3	5.2	5.1	4.1	4.9	4.6	5.1	5.3	3.3	5.0	4.0	4.8	3.3	4.8	5.4	5.2	4.7	3.4	5.2	4.7
Yb	29	28	30	28	33	32	27	32	29	35	36	22	33	25	32	22	32	35	33	31	22	34	31
Lu	4.7	4.7	4.7	4.5	4.9	5.0	4.4	5.1	4.4	5.7	5.7	3.5	5.3	4.0	5.0	3.5	4.9	5.4	5.1	4.9	3.6	5.5	5.1
Th	144	246	51	84	71	121	135	159	79	201	96	55	147	92	56	85	81	72	151	156	70	156	170
U	41	63	17	26	25	38	37	43	26	52	28	18	41	27	19	26	25	21	49	44	21	42	45
V	20	19	12	15	18	19	20	19	13	19	16	6	16	16	21	13	15	18	20	17	21	18	23
Cr	1.9	1.6	1.1	1.0	1.2	1.6	0.9	1.8	1.8	1.6	1.6	1.8	1.8	1.3	1.5	1.6	1.1	1.5	1.5	0.7	1.4	2.1	1.7
REE	6613	6635	5750	6108	6235	6624	6145	6606	6229	7417	7532	5031	6587	5575	6524	4908	6597	6870	7090	7104	4707	7393	7161
δEu	0.51	0.81	0.33	0.41	0.27	0.37	0.53	0.43	0.34	0.58	0.39	0.39	0.46	0.39	0.41	0.41	0.38	0.33	0.33	0.44	0.47	0.41	0.53
δCe	1.01	1.01	1.03	1.03	1.02	1.01	1.04	1.03	1.04	1.02	1.03	1.04	1.01	1.02	1.03	1.03	1.01	1.02	1.03	1.03	1.04	1.04	1.02

FAP, CAP and HAP are the mole fraction of fluorapatite, chlorapatite and hydroxylapatite, which are calculated using the method of Piccoli and Candela (2002), -: not detected,

$\delta\text{Eu}=\text{Eu}_\text{N}/(\text{Sm}_\text{N}\times\text{Gd}_\text{N})^{1/2}$, $\delta\text{Ce}=\text{Ce}_\text{N}/(\text{La}_\text{N}\times\text{Pr}_\text{N})^{1/2}$

Intrusion		Hucun intrusion																		
Point	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
MnO	0.09	0.13	0.12	0.13	0.12	0.08	0.06	0.15	0.12	0.12	0.12	0.10	0.15	0.04	0.20	0.09	0.12	0.10	0.11	0.07
CaO	55.4	55.4	55.2	55.3	55.5	55.9	55.7	55.1	55.3	55.2	55.5	55.4	55.1	55.9	55.3	55.1	55.4	55.5	55.1	55.7
SO ₃	0.18	0.20	0.11	0.18	0.18	0.15	0.14	0.17	0.16	0.20	0.16	0.20	0.18	0.20	0.21	0.18	0.16	0.13	0.14	0.16
SiO ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Na ₂ O	0.15	0.03	0.00	0.04	0.14	0.02	0.07	0.09	0.01	0.05	-	0.09	0.12	-	0.13	0.09	0.10	0.03	0.05	0.09
P ₂ O ₅	40.7	41.0	41.1	41.2	40.8	41.4	41.0	40.9	41.0	40.8	41.6	41.0	41.1	41.3	41.1	40.9	41.1	41.4	40.8	41.4
F	2.71	2.85	2.86	2.53	2.77	2.88	2.64	2.48	2.78	3.10	2.55	2.67	2.61	2.74	2.43	2.76	3.20	2.84	2.62	2.68
FeO	0.07	0.11	0.09	0.10	0.05	0.06	0.02	0.09	0.06	0.08	0.06	0.05	0.09	0.01	0.09	0.09	0.07	0.04	0.10	0.05
Cl	0.41	0.32	0.41	0.46	0.34	0.11	0.25	0.51	0.30	0.29	0.45	0.27	0.38	0.13	0.44	0.35	0.36	0.24	0.42	0.21
Total	98.4	98.7	98.6	98.8	98.6	99.3	98.7	98.3	98.4	98.4	99.2	98.6	98.6	99.1	98.7	98.3	99.0	99.0	98.2	99.2
F/Cl	6.5	8.8	7.0	5.6	8.2	27.1	10.7	4.9	9.2	10.7	5.7	10.0	6.9	21.1	5.6	7.9	9.0	11.8	6.3	12.8
FAP	0.72	0.76	0.76	0.67	0.74	0.76	0.70	0.66	0.74	0.83	0.68	0.71	0.70	0.72	0.65	0.74	0.85	0.75	0.70	0.71
CAP	0.06	0.05	0.06	0.07	0.05	0.02	0.04	0.08	0.04	0.04	0.07	0.04	0.06	0.02	0.06	0.05	0.05	0.04	0.06	0.03
HAP	0.22	0.20	0.18	0.26	0.22	0.23	0.27	0.26	0.21	0.13	0.26	0.25	0.25	0.26	0.29	0.21	0.10	0.21	0.24	0.26
Cu	0.06	-	-	0.01	0.05	0.03	0.01	-	0.06	0.02	0.04	0.02	0.06	0.01	0.19	0.07	0.01	-	0.02	0.05
Ga	17	13	11	14	14	10	13	15	14	16	11	13	15	10	14	16	13	12	14	11
Sr	784	780	800	807	813	481	528	888	833	849	779	715	823	676	841	833	758	603	854	649
Y	309	227	168	269	203	201	220	262	231	309	192	218	276	156	227	252	226	213	217	184
La	1423	1092	1092	1205	1421	1068	1341	1291	1361	1394	1025	1278	1312	1001	1389	1422	1224	1043	1208	1019
Ce	2730	1955	1791	2230	2297	1644	2139	2401	2389	2628	1822	2171	2335	1582	2366	2544	2170	1858	2182	1758
Pr	275	188	156	221	195	148	189	235	221	259	172	197	227	139	211	239	205	181	209	162
Nd	1079	729	559	863	677	573	698	910	830	1017	662	744	891	521	770	901	786	720	821	614
Sm	157	107	73	126	85	83	94	132	114	150	94	103	131	73	103	125	111	107	117	87
Eu	24	17	13	20	17	12	14	23	20	25	15	17	21	11	19	22	18	14	18	13

Gd	113	80	54	91	63	67	72	96	83	108	71	77	99	56	78	93	82	79	86	66
Tb	13	8.8	5.7	10	6.8	7.2	7.8	10	8.9	12	7.6	8.3	11	6.0	8.4	9.8	8.8	8.5	9.1	7.0
Dy	63	45	30	53	35	37	40	53	46	62	39	43	56	30	44	50	46	43	46	36
Ho	11	8.1	5.6	9.6	6.7	6.9	7.5	9.3	8.3	11	7.1	7.8	10	5.6	8.0	9.0	8.1	7.7	8.1	6.6
Er	28	20	15	24	18	18	20	24	21	28	18	20	25	14	21	23	20	19	20	17
Tm	3.4	2.4	1.9	2.9	2.2	2.2	2.5	2.8	2.5	3.3	2.1	2.4	3.0	1.7	2.5	2.8	2.4	2.2	2.3	2.1
Yb	20	15	12	17	15	14	16	17	16	20	13	16	18	11	16	18	15	14	14	13
Lu	2.7	2.0	1.8	2.3	2.3	2.0	2.3	2.4	2.2	2.7	1.8	2.2	2.5	1.6	2.4	2.5	2.2	1.8	1.9	1.9
Th	23	16	16	16	25	21	31	20	22	25	11	22	23	15	24	23	18	15	16	14
U	6.4	4.9	5.3	5.6	6.8	5.7	7.7	5.9	6.3	6.4	4.3	6.5	6.5	4.6	6.8	6.8	5.6	4.5	5.2	6.0
V	7.8	8.8	6.3	6.5	7.8	14	15	6.7	9.0	9.8	5.1	13	8.5	9.7	8.2	8.4	7.0	8.3	5.9	11
Cr	1.6	2.2	2.3	1.2	1.3	1.1	1.8	1.5	1.6	1.8	1.8	1.9	1.2	1.2	1.7	1.7	1.5	0.9	1.8	1.2
REE	5941	4268	3809	4876	4841	3682	4644	5207	5123	5719	3949	4686	5143	3453	5038	5460	4699	4099	4744	3802
δEu	0.54	0.56	0.63	0.58	0.69	0.49	0.54	0.63	0.63	0.61	0.56	0.59	0.56	0.53	0.64	0.62	0.58	0.48	0.56	0.54
δCe	1.07	1.06	1.06	1.06	1.07	1.01	1.04	1.07	1.07	1.07	1.06	1.06	1.05	1.04	1.07	1.07	1.06	1.05	1.06	1.06

FAP, CAP and HAP are the mole fraction of fluorapatite, chlorapatite and hydroxylapatite, which are calculated using the method of Piccoli and Candela (2002), -: not detected,

$$\delta\text{Eu}=\text{Eu}_\text{N}/(\text{Sm}_\text{N}\times\text{Gd}_\text{N})^{1/2}, \delta\text{Ce}=\text{Ce}_\text{N}/(\text{La}_\text{N}\times\text{Pr}_\text{N})^{1/2}$$

Intrusion	Hucun intrusion												
Point	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
MnO	0.08	0.13	0.01	0.05	0.11	0.15	0.10	0.12	0.06	0.09	0.15	0.11	0.09
CaO	55.6	55.4	55.8	55.4	55.4	55.3	55.2	55.5	55.5	55.3	55.3	55.2	55.4
SO ₃	0.19	0.15	0.19	0.21	0.20	0.20	0.19	0.21	0.17	0.13	0.15	0.15	0.23
SiO ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Na ₂ O	0.14	0.10	0.07	0.04	0.14	0.12	0.06	0.04	0.06	0.04	0.21	0.06	0.05
P ₂ O ₅	41.2	40.8	41.2	40.9	41.1	40.7	41.3	41.3	41.1	40.9	40.9	41.2	41.3
F	2.94	2.59	3.25	2.95	2.65	2.73	2.87	2.71	2.81	2.76	2.51	2.76	2.77
FeO	0.05	0.10	0.01	0.03	0.07	0.08	0.05	0.08	0.03	0.07	0.08	0.05	0.04
Cl	0.29	0.38	0.08	0.17	0.28	0.36	0.36	0.41	0.19	0.36	0.40	0.35	0.30
Total	99.1	98.5	99.1	98.4	98.7	98.4	98.8	99.1	98.7	98.4	98.6	98.6	99.0
F/Cl	10.3	6.7	42.8	17.3	9.6	7.6	7.9	6.7	14.6	7.8	6.2	7.8	9.4
FAP	0.78	0.69	0.86	0.79	0.7	0.73	0.77	0.72	0.74	0.73	0.67	0.74	0.74
CAP	0.04	0.06	0.01	0.03	0.04	0.05	0.05	0.06	0.03	0.05	0.06	0.05	0.04
HAP	0.18	0.26	0.13	0.19	0.26	0.22	0.18	0.22	0.23	0.21	0.27	0.21	0.22
Cu	0.05	0.17	-	0.07	-	0.03	-	0.04	0.04	0.12	0.09	-	-
Ga	14	12	9.2	15	19	13	18	12	15	14	18	16	14
Sr	808	716	582	680	759	848	827	781	665	816	827	752	657
Y	250	171	154	242	310	186	345	181	303	215	331	301	244
La	1229	1274	706	1340	1654	1373	1524	1105	1221	1243	1407	1375	1288
Ce	2262	1942	1298	2354	2898	2198	2844	1861	2329	2232	2723	2494	2247
Pr	221	160	128	219	273	189	284	171	239	215	278	246	215
Nd	875	555	507	814	1021	654	1082	624	926	808	1074	935	809
Sm	128	70	73	115	141	81	157	86	136	113	158	137	115
Eu	20	13	10	19	25	16	27	14	20	19	27	23	19

Gd	93	53	56	86	105	61	113	64	100	84	114	100	86
Tb	10	5.7	6.1	9.4	12	6.4	13	6.9	11	9.0	13	11.3	9.5
Dy	52	30	31	48	61	34	68	35	59	45	66	58	48
Ho	9.3	5.7	5.6	9.0	11	6.3	12.1	6.4	11	8.1	12	11	8.8
Er	23	16	14	22	28	17	30	16	26	20	29	26	22
Tm	2.7	2.0	1.7	2.7	3.5	2.2	3.8	2.0	3.3	2.4	3.6	3.3	2.6
Yb	16	13	10	17	22	15	23	13	19	15	21	20	16
Lu	2.2	2.0	1.4	2.5	3.0	2.2	3.2	1.8	2.6	2.1	2.9	2.6	2.4
Th	25	22	3	27	33	19	31	14	25	18	20	21	18
U	5.9	6.0	3.0	6.8	7.6	6.2	7.8	4.9	6.0	5.1	5.7	5.9	6.1
V	8.3	8.3	8.3	10	12	6.9	10	6.2	13	6.7	6.6	7.5	6.6
Cr	1.6	1.7	1.9	1.4	1.9	2.0	1.4	1.8	1.5	1.4	1.6	1.6	1.3
REE	4943	4141	2848	5058	6256	4654	6184	4007	5102	4815	5929	5442	4888
δEu	0.55	0.64	0.46	0.59	0.61	0.68	0.62	0.59	0.53	0.59	0.6	0.59	0.58
δCe	1.06	1.06	1.06	1.07	1.06	1.06	1.06	1.05	1.06	1.06	1.07	1.05	1.05

FAP, CAP and HAP are the mole fraction of fluorapatite, chlorapatite and hydroxylapatite, which are calculated using the method of Piccoli and Candela (2002), -: not detected,

$$\delta\text{Eu}=\text{Eu}_\text{N}/(\text{Sm}_\text{N}\times\text{Gd}_\text{N})^{1/2}, \delta\text{Ce}=\text{Ce}_\text{N}/(\text{La}_\text{N}\times\text{Pr}_\text{N})^{1/2}$$

Intrusion	Dongguashan intrusion																			
Point	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
MnO	0.05	0.09	0.07	0.06	0.07	0.08	0.07	0.10	0.05	0.09	0.09	0.09	0.07	0.09	0.08	0.08	0.07	0.08	0.07	0.12
CaO	55.4	55.4	55.2	55.4	55.6	55.5	55.3	55.2	55.6	55.0	55.0	55.4	55.3	55.3	55.3	55.4	55.6	55.4	55.3	55.4
SO ₃	0.32	0.18	0.25	0.13	0.13	0.19	0.17	0.24	0.38	0.17	0.11	0.17	0.32	0.11	0.28	0.21	0.16	0.13	0.24	0.10
SiO ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Na ₂ O	0.10	0.06	0.07	0.10	0.06	0.08	0.07	0.14	0.07	0.11	0.07	0.04	0.01	0.13	0.07	0.09	0.05	0.17	0.15	0.14
P ₂ O ₅	40.6	41.4	40.8	41.1	41.3	41.3	41.0	41.0	40.3	40.4	40.6	41.1	40.7	40.9	40.9	40.8	41.0	40.8	40.6	41.1
F	2.43	2.44	2.30	2.75	2.63	2.34	2.41	2.52	2.62	2.57	2.39	2.58	2.60	2.62	2.57	2.53	2.63	2.64	2.40	2.23
FeO	0.04	0.04	0.05	0.05	0.03	0.05	0.05	0.04	0.03	0.02	0.07	0.06	0.05	0.07	0.03	0.02	0.05	0.02	0.06	0.07
Cl	0.31	0.38	0.49	0.25	0.18	0.31	0.39	0.27	0.23	0.49	0.42	0.23	0.33	0.36	0.30	0.27	0.30	0.32	0.41	0.49
Total	98.1	98.8	98.2	98.7	98.8	98.8	98.3	98.4	98.1	97.7	97.6	98.6	98.2	98.3	98.4	98.3	98.7	98.4	98.2	98.6
F/Cl	8.0	6.4	4.7	10.9	15.0	7.6	6.1	9.3	11.6	5.3	5.7	11.3	7.9	7.3	8.6	9.3	8.7	8.3	5.9	4.6
FAP	0.65	0.65	0.61	0.73	0.70	0.62	0.64	0.67	0.70	0.69	0.64	0.69	0.69	0.70	0.68	0.67	0.70	0.70	0.64	0.59
CAP	0.05	0.06	0.07	0.04	0.03	0.05	0.06	0.04	0.03	0.07	0.06	0.03	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.05	0.06	0.07
HAP	0.31	0.30	0.31	0.23	0.28	0.33	0.30	0.29	0.27	0.24	0.30	0.28	0.26	0.25	0.27	0.29	0.26	0.25	0.30	0.34
Cu	0.42	0.10	0.91	0.05	0.26	0.28	0.14	0.13	0.08	0.36	0.07	0.20	0.20	0.09	0.11	0.12	0.37	0.10	0.21	0.08
Ga	14	17	18	12	16	15	13	16	14	18	16	13	18	14	18	16	8	15	15	11
Sr	343	310	552	322	442	468	293	344	264	496	267	262	241	268	263	517	269	253	289	683
Y	238	310	307	235	269	262	257	293	221	338	283	271	279	246	319	271	145	262	269	229
La	1376	1858	1647	1416	1523	1305	1439	1538	1617	1563	1804	1627	2146	1507	2311	1413	1047	1743	1574	1084
Ce	2155	2654	2896	1955	2484	2233	2057	2526	2204	2826	2563	2117	2909	2125	3078	2512	1358	2348	2406	1794
Pr	210	249	289	183	243	229	198	254	197	289	239	193	255	202	268	253	118	213	230	172
Nd	835	977	1115	733	943	918	804	1038	771	1139	950	783	983	810	1029	1003	468	847	933	657
Sm	128	149	164	112	137	140	126	162	117	170	145	128	145	126	155	149	70	130	144	100
Eu	16	19	23	11	18	18	11	19	12	22	14	11	15	12	15	20	6.5	12	16	16

Gd	91	115	115	87	97	100	98	119	87	122	111	102	108	95	120	106	57	99	108	77
Tb	10	13	13	9.5	11	11	11	13	9.2	14	12	11	12	10	13	11	5.8	11	12	8.9
Dy	48	63	62	47	53	53	53	62	45	69	58	54	57	51	64	55	28	53	56	47
Ho	8.1	11	11	8.3	9.3	9.3	9.5	11	7.9	12	10	9.6	9.9	8.8	11	9.5	5.1	9.4	9.7	8.2
Er	20	27	26	20	23	22	23	25	19	29	24	23	24	21	27	23	12	23	23	20
Tm	2.3	3.2	3.0	2.3	2.7	2.7	2.6	2.9	2.2	3.6	2.8	2.7	2.8	2.5	3.2	2.6	1.4	2.6	2.6	2.2
Yb	13	19	18	13	16	15	15	17	13	21	16	16	17	14	20	15	8	15	15	13
Lu	1.9	2.6	2.4	1.9	2.2	2.0	2.1	2.3	1.9	2.9	2.2	2.2	2.4	2.0	2.7	2.1	1.2	2.1	2.0	1.7
Th	7.2	33	25	22	24	17	23	28	15	27	40	25	22	15	37	18	7.4	24	24	2.4
U	4.6	9.0	6.7	5.7	5.9	4.6	6.0	7.2	5.8	6.3	8.9	9.2	13.1	5.8	11	7.3	3.6	9.3	7.1	1.6
V	21	9.8	6.9	7.8	7.2	7.5	8.0	13	18	7.5	6.9	12	17	6.9	13	12	5.6	8.7	7.8	8.0
Cr	1.5	1.7	1.3	1.4	1.2	1.7	1.5	2.3	1.9	2.0	1.3	1.9	1.6	1.1	1.5	2.3	2.0	1.5	1.5	1.9
REE	4915	6158	6384	4600	5562	5058	4848	5787	5102	6283	5950	5079	6685	4987	7115	5576	3187	5506	5530	4000
δEu	0.46	0.43	0.51	0.34	0.47	0.46	0.31	0.42	0.36	0.47	0.33	0.28	0.37	0.34	0.34	0.49	0.32	0.31	0.39	0.54
δCe	0.98	0.96	1.03	0.94	1.00	1.00	0.95	0.99	0.96	1.03	0.96	0.93	0.96	0.94	0.96	1.03	0.95	0.94	0.98	1.02

FAP, CAP and HAP are the mole fraction of fluorapatite, chlorapatite and hydroxylapatite, which are calculated using the method of Piccoli and Candela (2002), -: not detected,

$$\delta\text{Eu}=\text{Eu}_\text{N}/(\text{Sm}_\text{N}\times\text{Gd}_\text{N})^{1/2}, \delta\text{Ce}=\text{Ce}_\text{N}/(\text{La}_\text{N}\times\text{Pr}_\text{N})^{1/2}$$

Intrusion	Dongguashan intrusion											
Point	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
MnO	0.10	0.08	0.09	0.07	0.15	0.06	0.06	0.11	0.11	0.10	0.11	0.09
CaO	55.5	55.3	55.0	55.5	55.4	55.5	55.4	55.5	55.8	55.5	55.3	55.5
SO ₃	0.41	0.14	0.27	0.14	0.17	0.13	0.16	0.09	0.11	0.16	0.36	0.22
SiO ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Na ₂ O	0.16	0.11	0.08	0.05	0.11	0.11	0.08	0.02	-	0.10	0.09	0.07
P ₂ O ₅	41.0	40.9	40.7	41.0	41.1	41.2	40.8	41.5	41.1	41.2	40.8	41.1
F	2.51	2.71	2.45	2.67	2.40	2.45	2.60	2.35	2.73	2.35	2.61	2.49
FeO	0.06	0.04	0.05	0.04	0.06	0.03	0.03	0.07	0.03	0.05	0.03	0.07
Cl	0.36	0.28	0.42	0.19	0.44	0.31	0.24	0.35	0.23	0.34	0.35	0.35
Total	99.0	98.3	98.0	98.5	98.8	98.7	98.2	98.9	98.9	98.6	98.5	98.7
F/Cl	7.0	9.7	5.8	14.4	5.5	7.8	10.9	6.6	11.8	6.9	7.5	7.1
FAP	0.67	0.72	0.65	0.71	0.64	0.65	0.69	0.62	0.72	0.62	0.69	0.66
CAP	0.05	0.04	0.06	0.03	0.06	0.05	0.03	0.05	0.03	0.05	0.05	0.05
HAP	0.28	0.24	0.28	0.26	0.30	0.30	0.27	0.32	0.25	0.33	0.25	0.29
Cu	0.41	0.16	0.19	0.38	0.24	0.53	0.34	0.21	0.10	0.68	0.16	0.10
Ga	13	18	16	15	18	20	17	11	9.4	13	16	16
Sr	390	328	358	285	315	375	363	260	314	291	307	256
Y	241	341	287	281	295	395	321	160	194	207	278	294
La	1367	1783	1466	1762	1746	1726	1591	1225	1214	1663	1583	1859
Ce	2226	2887	2564	2452	2885	3107	2593	1763	1520	2111	2473	2641
Pr	221	284	256	222	276	319	261	160	132	176	245	242
Nd	892	1162	1008	871	1069	1287	1086	622	519	669	981	957
Sm	135	176	150	131	156	200	169	92	81	100	150	147
Eu	17	14	19	14	19	23	18	10	8.0	11	17	15

Gd	99	131	108	102	111	146	125	68	71	78	109	110
Tb	10	14	12	11	12	16	13	6.9	8.1	8.2	12	12
Dy	50	69	59	57	60	82	67	33	43	41	58	59
Ho	8.5	12	10	10	11	14	12	5.7	7.6	7.2	10	10
Er	20	28	25	25	25	34	28	13	18	17	24	25
Tm	2.3	3.3	2.9	2.9	2.8	4.1	3.1	1.5	2.0	2.0	2.8	2.9
Yb	13	19	17	18	17	24	19	8	11	13	17	17
Lu	1.9	2.6	2.3	2.5	2.2	3.2	2.5	1.2	1.5	1.8	2.2	2.4
Th	13	31	18	26	21	34	31	6	15	16	16	30
U	3.9	7.8	5.0	7.7	5.8	7.5	7.2	2.2	16	8.6	6.1	7.9
V	15	9.2	8.7	9.8	8.5	27	8.9	4.7	8.4	14	15	10
Cr	1.8	1.7	1.0	1.7	1.4	1.9	1.9	1.2	1.8	2.1	0.7	1.6
REE	5061	6586	5699	5679	6392	6986	5987	4010	3637	4897	5683	6099
δEu	0.44	0.29	0.46	0.37	0.44	0.41	0.37	0.37	0.32	0.38	0.41	0.36
δCe	0.99	1.00	1.03	0.96	1.02	1.03	0.99	0.98	0.93	0.96	0.97	0.96

FAP, CAP and HAP are the mole fraction of fluorapatite, chlorapatite and hydroxylapatite, which are calculated using the method of Piccoli and Candela (2002), -: not detected,

$$\delta\text{Eu}=\text{Eu}_\text{N}/(\text{Sm}_\text{N}\times\text{Gd}_\text{N})^{1/2}, \delta\text{Ce}=\text{Ce}_\text{N}/(\text{La}_\text{N}\times\text{Pr}_\text{N})^{1/2}$$

Supplementary Materials OM3. Sr (a) and Nd (b) isotopic compositions of apatite from the Chaoshan, Dongguashan, Hucun and Xinwuli intrusions

(a)

Intrusion	Sr ⁸⁸	2 σ Err.	⁸⁷ Rb/ ⁸⁶ Sr	2 σ Err.	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr	2 σ Err.	⁸⁴ Sr/ ⁸⁶ Sr	2 σ Err.
	5.694753	0.014000	0.001080	0.000040	0.706606	0.000047	0.057580	0.000170
	5.940515	0.030000	0.002382	0.000130	0.706529	0.000044	0.057834	0.000150
	5.043532	0.005400	0.001169	0.000025	0.706388	0.000050	0.058036	0.000200
	5.115755	0.017000	0.001104	0.000028	0.706480	0.000050	0.057830	0.000180
	5.358214	0.009500	0.000184	0.000012	0.706485	0.000060	0.057389	0.000180
	5.154243	0.039000	0.001035	0.000038	0.706455	0.000053	0.057884	0.000200
	5.034037	0.005400	0.000403	0.000013	0.706606	0.000053	0.057816	0.000180
	5.395096	0.005900	0.000502	0.000015	0.706509	0.000052	0.058126	0.000180
	4.920447	0.023000	0.001304	0.000030	0.706492	0.000053	0.057934	0.000180
	5.640952	0.005900	0.000593	0.000018	0.706470	0.000049	0.058278	0.000160
Chanshan	4.953278	0.035000	0.000931	0.000043	0.706690	0.000058	0.057608	0.000190
intrusion	5.914633	0.025000	0.000154	0.000011	0.706679	0.000045	0.057653	0.000150
	4.758231	0.007300	0.000254	0.000014	0.706442	0.000048	0.058639	0.000190
	6.046014	0.016000	0.000216	0.000012	0.706826	0.000048	0.057735	0.000150
	5.917864	0.011000	0.000587	0.000016	0.706731	0.000045	0.057684	0.000170
	5.883305	0.019000	0.000647	0.000016	0.706832	0.000046	0.057681	0.000160
	5.509579	0.026000	0.000667	0.000019	0.706653	0.000049	0.057831	0.000180
	5.169015	0.011000	0.005082	0.000300	0.706633	0.000053	0.057935	0.000200
	5.414476	0.013000	0.002154	0.000049	0.706714	0.000052	0.057703	0.000170
	6.615227	0.016000	0.000362	0.000021	0.706648	0.000040	0.057846	0.000130
	5.852930	0.018000	0.000733	0.000035	0.706606	0.000053	0.057659	0.000200
	5.569824	0.010000	0.002146	0.000100	0.706693	0.000053	0.057791	0.000180
Dongguashan	1.638047	0.017000	0.001152	0.000071	0.708245	0.000150	0.059164	0.000570

intrusion	3.664733	0.022000	0.000449	0.000026	0.708301	0.000070	0.057942	0.000260
	1.862175	0.004100	0.001325	0.000039	0.710917	0.000130	0.059930	0.000480
	4.988216	0.009100	0.000276	0.000014	0.708025	0.000056	0.058220	0.000190
	3.000154	0.005300	0.001006	0.000055	0.710697	0.000092	0.059985	0.000310
	4.130257	0.012000	0.000583	0.000026	0.708206	0.000063	0.058395	0.000220
	3.295808	0.008700	0.001167	0.000028	0.708389	0.000073	0.059104	0.000290
	3.162753	0.013000	0.000474	0.000035	0.708612	0.000076	0.059143	0.000290
	3.967030	0.010000	0.002999	0.000370	0.708469	0.000067	0.058290	0.000230
	3.063345	0.004500	0.001157	0.000033	0.708642	0.000085	0.058080	0.000300
Xinwuli intrusion	5.106453	0.010000	0.000352	0.000012	0.708956	0.000052	0.057951	0.000180
	4.789938	0.007400	0.000396	0.000019	0.708271	0.000063	0.058324	0.000230
	3.600903	0.018000	0.001493	0.000061	0.708570	0.000086	0.058239	0.000300
	5.392565	0.018000	0.000092	0.000011	0.708668	0.000051	0.058055	0.000170
	5.022560	0.012000	0.000233	0.000019	0.708528	0.000051	0.058285	0.000180
	4.674709	0.007100	0.000317	0.000016	0.708471	0.000058	0.058633	0.000230
	5.129445	0.008700	0.000114	0.000012	0.708637	0.000056	0.058027	0.000180
	4.462710	0.009000	0.000559	0.000019	0.708908	0.000060	0.057731	0.000220
	4.903475	0.007100	0.000096	0.000014	0.708699	0.000055	0.058167	0.000190
	5.350899	0.032000	0.000356	0.000016	0.708667	0.000066	0.057859	0.000220
	4.427929	0.035000	0.000122	0.000015	0.708450	0.000063	0.058373	0.000220
	4.591078	0.010000	0.003679	0.000086	0.708546	0.000057	0.058262	0.000200
	4.814595	0.008400	0.000218	0.000014	0.708758	0.000062	0.058301	0.000230
	5.250408	0.007000	0.000204	0.000014	0.708681	0.000051	0.058266	0.000170
	4.823829	0.010000	0.003371	0.000120	0.708754	0.000054	0.058517	0.000200
	4.986311	0.007200	0.000244	0.000015	0.708820	0.000053	0.058078	0.000190
	6.072326	0.015000	0.000202	0.000018	0.708205	0.000044	0.057759	0.000150

	5.870621	0.011000	0.001325	0.000051	0.708838	0.000045	0.058075	0.000160
	4.931227	0.026000	0.000777	0.000017	0.708646	0.000058	0.058752	0.000200
	5.161796	0.006100	0.000399	0.000019	0.707241	0.000055	0.058334	0.000190
	5.081339	0.011000	0.000081	0.000013	0.707548	0.000054	0.057906	0.000190
	4.271596	0.008300	0.002138	0.000034	0.707460	0.000062	0.057945	0.000220
	5.967302	0.012000	0.000118	0.000011	0.707252	0.000046	0.057909	0.000160
	4.459020	0.007000	0.001219	0.000090	0.707318	0.000059	0.058178	0.000200
	5.796092	0.011000	0.000429	0.000010	0.707309	0.000048	0.057835	0.000160
	4.701796	0.006500	0.000101	0.000015	0.707360	0.000064	0.058133	0.000230
	5.484748	0.014000	0.000094	0.000012	0.707269	0.000053	0.057958	0.000190
	5.080151	0.011000	0.000252	0.000017	0.707326	0.000050	0.058222	0.000190
	3.209667	0.012000	0.000942	0.000036	0.707610	0.000083	0.058961	0.000300
	4.073246	0.006600	0.000056	0.000015	0.707297	0.000065	0.058431	0.000250
Hucun	4.317559	0.012000	0.000077	0.000015	0.707445	0.000061	0.058110	0.000220
intrusion	5.063899	0.011000	0.000051	0.000013	0.707184	0.000053	0.058612	0.000190
	4.505006	0.013000	0.000633	0.000073	0.707376	0.000057	0.058305	0.000210
	3.687427	0.007300	0.000039	0.000017	0.707468	0.000069	0.058011	0.000260
	5.356677	0.007100	0.000148	0.000013	0.707317	0.000052	0.057879	0.000170
	5.348012	0.010000	0.000199	0.000013	0.707351	0.000055	0.058197	0.000200
	4.141979	0.009200	0.000678	0.000034	0.707405	0.000061	0.058521	0.000250
	3.867777	0.004400	0.000149	0.000021	0.707462	0.000067	0.058449	0.000240
	3.248223	0.007900	0.000087	0.000019	0.708123	0.000080	0.059385	0.000290
	4.763109	0.005500	0.000056	0.000013	0.707338	0.000055	0.058086	0.000210
	4.851764	0.008800	0.000023	0.000013	0.707259	0.000053	0.058451	0.000210
	4.142850	0.003900	0.000178	0.000015	0.707350	0.000062	0.058743	0.000230
	4.746494	0.005000	0.003016	0.000290	0.707354	0.000055	0.058382	0.000200

(b)

	Nd total	2 σ Err.	$^{145}\text{Nd}/$ ^{144}Nd	2 σ Err.	$^{143}\text{Nd}/$ ^{144}Nd	2 σ Err.	$^{147}\text{Sm}/$ ^{144}Nd	2 σ Err.	$(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_i$	$(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_{\text{CHUR}}$	$\epsilon\text{Nd} (0)$	Age	$\epsilon\text{Nd} (t)$
Chaoshan intrusion	5.871334	0.016000	0.348401	0.000022	0.512174	0.000033	0.100972	0.000024	0.1009718	0.512638	-9.06	142.9	-7.31
	5.220510	0.015000	0.348350	0.000021	0.512212	0.000035	0.101199	0.000028	0.1011987	0.512638	-8.32	142.9	-6.58
	5.803120	0.017000	0.348375	0.000021	0.512177	0.000036	0.099823	0.000015	0.09982266	0.512638	-9.00	142.9	-7.24
	5.169961	0.020000	0.348373	0.000020	0.512196	0.000036	0.101292	0.000033	0.1012922	0.512638	-8.63	142.9	-6.89
	4.491170	0.028000	0.348396	0.000023	0.512115	0.000042	0.102542	0.000038	0.1025415	0.512638	-10.20	142.9	-8.48
	5.094596	0.014000	0.348345	0.000021	0.512147	0.000039	0.103501	0.000036	0.1035012	0.512638	-9.59	142.9	-7.89
	5.730950	0.016000	0.348370	0.000020	0.512044	0.000035	0.102737	0.000017	0.1027371	0.512638	-11.59	142.9	-9.88
	4.615190	0.022000	0.348426	0.000024	0.512068	0.000042	0.101676	0.000018	0.1016763	0.512638	-11.13	142.9	-9.40
	4.936669	0.012000	0.348380	0.000022	0.512134	0.000036	0.105646	0.000025	0.1056456	0.512638	-9.83	142.9	-8.18
	5.587201	0.007300	0.348368	0.000029	0.512161	0.000052	0.104280	0.000019	0.1042803	0.512638	-9.30	142.9	-7.62
	5.226425	0.026000	0.348392	0.000027	0.512132	0.000049	0.104521	0.000028	0.1045208	0.512638	-9.87	142.9	-8.20
	4.620588	0.006000	0.348432	0.000028	0.512054	0.000044	0.106660	0.000042	0.1066602	0.512638	-11.39	142.9	-9.76
	4.314198	0.009300	0.348352	0.000026	0.512167	0.000048	0.104051	0.000019	0.1040509	0.512638	-9.19	142.9	-7.50
	3.640298	0.015000	0.348388	0.000028	0.512190	0.000047	0.103197	0.000021	0.1031971	0.512638	-8.73	142.9	-7.03
	4.873574	0.018000	0.348411	0.000022	0.512155	0.000042	0.104431	0.000019	0.1044306	0.512638	-9.43	142.9	-7.75
Dongguashan intrusion	3.560737	0.004400	0.348391	0.000030	0.511998	0.000048	0.093421	0.000020	0.09342074	0.512638	-12.49	140.3	-10.64
	2.899308	0.011000	0.348405	0.000032	0.511787	0.000058	0.096401	0.000032	0.09640141	0.512638	-16.60	140.3	-14.81
	3.043199	0.011000	0.348333	0.000031	0.511896	0.000058	0.098786	0.000029	0.09878555	0.512638	-14.47	140.3	-12.72
	3.523764	0.007700	0.348332	0.000026	0.511995	0.000047	0.093085	0.000051	0.09308538	0.512638	-12.55	140.3	-10.70
	3.032299	0.008000	0.348354	0.000029	0.511852	0.000054	0.094921	0.000069	0.09492116	0.512638	-15.34	140.3	-13.52
	0.986839	0.003800	0.348271	0.000071	0.512015	0.000140	0.079268	0.000078	0.07926777	0.512638	-12.15	140.3	-10.05
	2.402190	0.005100	0.348423	0.000034	0.511916	0.000065	0.097488	0.000036	0.09748755	0.512638	-14.08	140.3	-12.31
	1.600025	0.008800	0.348418	0.000048	0.511817	0.000091	0.084543	0.000051	0.08454251	0.512638	-16.01	140.3	-14.00

	1.725894	0.017000	0.348427	0.000046	0.511790	0.000086	0.100139	0.000130	0.1001389	0.512638	-16.55	140.3	-14.82
	1.713816	0.013000	0.348365	0.000048	0.511799	0.000091	0.094030	0.000200	0.09402994	0.512638	-16.37	140.3	-14.53
	3.018664	0.007200	0.348361	0.000028	0.511912	0.000058	0.091457	0.000120	0.0914566	0.512638	-14.17	140.3	-12.29
Xinwuli intrusion	2.374779	0.009600	0.348392	0.000038	0.511936	0.000077	0.080354	0.000034	0.08035385	0.512638	-13.70	143.1	-11.58
	2.581085	0.008500	0.348370	0.000040	0.512046	0.000076	0.089658	0.000056	0.08965793	0.512638	-11.55	143.1	-9.60
	3.000150	0.009300	0.348303	0.000031	0.512083	0.000052	0.090062	0.000025	0.09006165	0.512638	-10.84	143.1	-8.89
	3.243407	0.008400	0.348367	0.000032	0.511902	0.000053	0.089748	0.000040	0.08974791	0.512638	-14.36	143.1	-12.41
	2.036959	0.003700	0.348389	0.000042	0.512022	0.000079	0.084620	0.000038	0.08462046	0.512638	-12.01	143.1	-9.97
	1.945216	0.010000	0.348428	0.000039	0.511887	0.000076	0.090242	0.000038	0.09024171	0.512638	-14.65	143.1	-12.71
	2.821526	0.007600	0.348389	0.000031	0.511911	0.000056	0.090742	0.000059	0.09074249	0.512638	-14.19	143.1	-12.26
	1.670473	0.002900	0.348457	0.000046	0.511834	0.000088	0.092460	0.000046	0.09246043	0.512638	-15.69	143.1	-13.79
	3.205824	0.024000	0.348372	0.000030	0.511877	0.000057	0.084818	0.000025	0.08481803	0.512638	-14.85	143.1	-12.81
	3.874730	0.011000	0.348395	0.000026	0.511858	0.000047	0.091999	0.000030	0.09199939	0.512638	-15.21	143.1	-13.30
	2.426293	0.008500	0.348357	0.000036	0.512016	0.000061	0.081512	0.000035	0.08151172	0.512638	-12.13	143.1	-10.03
	3.610669	0.009000	0.348368	0.000027	0.511942	0.000048	0.089678	0.000028	0.089678	0.512638	-13.57	143.1	-11.62
	3.537121	0.006600	0.348371	0.000025	0.511804	0.000048	0.090594	0.000056	0.09059407	0.512638	-16.27	143.1	-14.34
	3.253684	0.008400	0.348378	0.000027	0.511970	0.000054	0.084918	0.000030	0.08491846	0.512638	-13.04	143.1	-11.00
	1.437962	0.009100	0.348398	0.000048	0.511934	0.000098	0.085521	0.000052	0.08552126	0.512638	-13.74	143.1	-11.71
	2.541591	0.009400	0.348394	0.000033	0.511891	0.000067	0.085663	0.000036	0.08566293	0.512638	-14.58	143.1	-12.56
	2.890922	0.005400	0.348347	0.000032	0.511908	0.000058	0.087234	0.000071	0.08723424	0.512638	-14.25	143.1	-12.25
	1.888720	0.009300	0.348318	0.000046	0.512042	0.000081	0.086550	0.000037	0.08654981	0.512638	-11.63	143.1	-9.63
	2.632652	0.007300	0.348371	0.000035	0.511962	0.000058	0.091070	0.000055	0.09107027	0.512638	-13.19	143.1	-11.26
	4.130218	0.023000	0.348392	0.000024	0.511900	0.000043	0.094050	0.000047	0.09405034	0.512638	-14.40	143.1	-12.53
	3.563865	0.023000	0.348365	0.000029	0.511961	0.000049	0.090292	0.000023	0.09029225	0.512638	-13.21	143.1	-11.27
	2.791846	0.007900	0.348369	0.000032	0.511885	0.000062	0.088567	0.000031	0.08856668	0.512638	-14.69	143.1	-12.72
	2.746301	0.015000	0.348384	0.000031	0.511976	0.000050	0.087790	0.000029	0.08778999	0.512638	-12.92	143.1	-10.93

Hucun intrusion	2.312191	0.008700	0.348379	0.000034	0.511865	0.000065	0.088161	0.000030	0.08816124	0.512638	-15.07	140.0	-13.13
	1.652290	0.018000	0.348481	0.000047	0.511874	0.000088	0.085107	0.000075	0.08510725	0.512638	-14.90	140.0	-12.90
	2.513028	0.004200	0.348396	0.000037	0.511939	0.000065	0.088671	0.000056	0.08867103	0.512638	-13.64	140.0	-11.70
	2.412005	0.004200	0.348435	0.000033	0.511870	0.000063	0.082600	0.000069	0.08260009	0.512638	-14.98	140.0	-12.93
	2.623065	0.009500	0.348412	0.000034	0.511951	0.000062	0.088650	0.000090	0.08865033	0.512638	-13.41	140.0	-11.47
	2.424833	0.005700	0.348404	0.000034	0.511975	0.000066	0.091125	0.000030	0.0911251	0.512638	-12.93	140.0	-11.03
	3.182365	0.009800	0.348335	0.000030	0.512178	0.000054	0.094367	0.000023	0.09436711	0.512638	-8.97	140.0	-7.13
	3.037657	0.014000	0.348361	0.000027	0.512145	0.000050	0.089239	0.000047	0.08923931	0.512638	-9.62	140.0	-7.69
	3.239533	0.006400	0.348407	0.000027	0.512032	0.000052	0.094294	0.000024	0.09429438	0.512638	-11.83	140.0	-9.99
	2.187785	0.004500	0.348341	0.000037	0.512137	0.000071	0.085687	0.000068	0.08568683	0.512638	-9.77	140.0	-7.77
	2.609516	0.012000	0.348459	0.000033	0.511916	0.000061	0.089897	0.000042	0.08989707	0.512638	-14.09	140.0	-12.17
	2.673802	0.010000	0.348390	0.000033	0.512199	0.000058	0.085451	0.000093	0.08545095	0.512638	-8.56	140.0	-6.57
	2.586748	0.013000	0.348399	0.000033	0.511968	0.000061	0.089791	0.000039	0.08979054	0.512638	-13.07	140.0	-11.15
	2.210185	0.004400	0.348402	0.000038	0.512075	0.000073	0.087882	0.000086	0.08788233	0.512638	-10.98	140.0	-9.03
	2.506794	0.013000	0.348458	0.000035	0.512037	0.000064	0.090645	0.000038	0.09064535	0.512638	-11.72	140.0	-9.82
	2.514912	0.016000	0.348422	0.000034	0.512032	0.000064	0.089067	0.000039	0.08906695	0.512638	-11.82	140.0	-9.89
	2.929786	0.012000	0.348408	0.000030	0.512095	0.000053	0.090977	0.000025	0.09097656	0.512638	-10.60	140.0	-8.70
	2.939851	0.012000	0.348436	0.000032	0.511945	0.000056	0.091041	0.000027	0.09104083	0.512638	-13.53	140.0	-11.63
	2.027863	0.007100	0.348437	0.000040	0.512045	0.000074	0.082673	0.000034	0.08267251	0.512638	-11.56	140.0	-9.51
	2.947653	0.006700	0.348348	0.000032	0.512092	0.000055	0.086945	0.000067	0.08694482	0.512638	-10.65	140.0	-8.68
	2.796873	0.010000	0.348393	0.000029	0.512136	0.000056	0.090458	0.000032	0.09045758	0.512638	-9.79	140.0	-7.88

The age of the Chaoshan, Dongguashan, Xinwuli and Hucun intrusions are cited from Wang et al.(2004), Wang et al.(2015),Li et al.(2014) and Xu et al.(2008)

Supplementary Materials OM4. The results of trace elements (ppm) analyses for zircon from the Hucun, Chaoshan, Dongguashan and Xinwuli intrusions

Intrusion	Chaoshan	Hucun	Xinwuli	Dongguashan
Zircon	n=16	n=19	n=21	n=17
La	0.15	0.05	0.02	0.12
Ce	76	30	20	31
Pr	1.1	0.07	0.08	0.15
Nd	19	1.3	1.5	2.2
Sm	30	2.7	2.6	3.6
Eu	9.2	1.4	1.2	1.8
Gd	115	15	13	19
Tb	32	5.2	4.6	6.1
Dy	327	64	56	72
Ho	112	26	23	29
Er	464	130	114	138
Tm	94	30	27	32
Yb	842	316	281	317
Lu	164	74	65	72
Hf	9136	11724	10726	10036
Ta	1.7	0.87	0.80	0.76
Th	1313	187	141	222
U	596	306	177	213
Ti	20	3.6	6.3	5.9
Ce ⁴⁺ /Ce ³⁺	31	274	155	135

Ce⁴⁺/Ce³⁺ ratios are calculated by the method of Ballard et al. (2002)