

Table 1 Summary of EMPA results for major elements in magnetite from Baishiya deposit

Sample		DL15-3 (wt.%) (dark)						DL15-3 (wt.%) (light)						
No.		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	7
SiO ₂		1.47	1.20	1.02	1.09	1.18	1.18	0.12	0.17	0.05	0.18	0.06	0.11	0.10
TiO ₂		0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.13	0.22	0.07	0.07	0.00
Al ₂ O ₃		1.66	1.47	0.93	1.42	1.04	1.04	0.21	0.42	0.23	0.32	0.24	0.33	0.22
Cr ₂ O ₃		0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
V ₂ O ₃		0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01
FeO		87.94	88.69	90.06	88.65	89.52	89.52	90.59	91.14	91.34	91.49	91.00	91.66	91.80
MnO		0.21	0.15	0.11	0.21	0.14	0.14	0.11	0.18	0.06	0.14	0.07	0.06	0.05
MgO		0.65	0.53	0.35	0.50	0.37	0.37	0.20	0.19	0.29	0.23	0.28	0.23	0.19
CaO		0.26	0.25	0.12	0.19	0.15	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NiO		0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total		92.21	92.35	92.60	92.07	92.42	92.42	91.44	92.31	92.11	92.59	91.72	92.48	92.38

Sample		DL2#01 (wt.%) (dark)							DL2#01 (wt.%) (light)					
No.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	13	14
SiO ₂		3.01	1.76	2.84	3.53	4.12	4.14	4.33	1.01	1.13	0.91	0.98	0.58	0.63
TiO ₂		0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Al ₂ O ₃		0.28	0.39	0.40	0.18	0.54	0.64	0.17	0.01	0.05	0.04	0.08	0.14	0.11
Cr ₂ O ₃		0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00
V ₂ O ₃		0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.02
FeO		86.69	88.89	88.87	87.86	86.97	86.25	86.86	90.86	90.50	89.68	90.57	91.73	91.34
MnO		0.66	0.37	0.54	0.83	0.75	0.73	0.96	0.54	0.70	0.33	0.32	0.37	0.23
MgO		0.03	0.03	0.06	0.10	0.07	0.11	0.20	0.02	0.03	0.02	0.02	0.00	0.02
CaO		0.24	0.29	0.08	0.09	0.34	0.60	0.19	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
NiO		0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total		90.92	91.79	92.78	92.59	92.79	92.48	92.73	92.47	92.43	90.97	92.00	92.87	92.35

Sample		DL8#01 (wt.%)												
No.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	13	14
SiO ₂		1.14	0.93	1.29	0.90	1.36	5.18	4.94	5.25	1.87	1.62	2.02	1.18	1.23
TiO ₂		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00
Al ₂ O ₃		0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.58	0.36	0.37	0.01	0.03	0.05	0.05	0.06
Cr ₂ O ₃		0.01	0.03	0.03	0.01	0.02	0.00	0.01	0.03	0.01	0.00	0.03	0.02	0.02
V ₂ O ₃		0.00	0.05	0.05	0.00	0.06	0.00	0.00	0.05	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01
FeO		91.26	91.96	90.68	90.33	91.06	86.14	87.61	87.97	90.52	90.85	91.62	91.42	92.31
MnO		0.49	0.17	0.11	0.18	0.13	0.53	0.27	0.28	0.14	0.14	0.17	0.15	0.15
MgO		0.01	0.00	0.03	0.02	0.00	0.04	0.01	0.03	0.02	0.05	0.03	0.03	0.02
CaO		0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	0.42	0.26	0.28	0.10	0.00	0.01	0.02	0.02
NiO		0.18	0.00	0.00	0.04	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T		93.09	93.14	92.19	91.58	92.76	92.90	93.46	94.24	92.69	92.71	93.93	92.87	93.80

Sample		DL8#01				DL14-14 (wt.%)										
No.	15	16	17	18	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11		
SiO ₂	5.12	4.65	3.34	5.24	0.83	0.12	0.82	4.33	1.15	0.22	3.65	2.42	4.52	0.64		
TiO ₂	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Al ₂ O ₃	0.46	0.33	0.11	0.37	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00		
Cr ₂ O ₃	0.02	0.02	0.01	0.00	0.05	0.02	0.04	0.03	0.06	0.01	0.01	0.06	0.04	0.02		
V ₂ O ₃	0.00	0.04	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.01		
FeO	86.69	88.68	89.82	87.84	91.68	91.32	93.31	89.77	92.42	92.65	89.74	90.44	88.19	92.37		
MnO	0.58	0.64	0.47	0.64	0.22	0.16	0.40	0.36	0.48	0.18	0.28	0.17	0.38	0.17		
MgO	0.01	0.07	0.00	0.04	0.11	0.00	0.03	0.17	0.00	0.00	0.08	0.02	0.15	0.01		
CaO	0.20	0.09	0.00	0.19	0.00	0.00	0.00	0.22	0.01	0.08	0.13	0.33	0.33	0.05		
NiO	0.00	0.00	0.00	0.01	0.29	0.18	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Total	93.09	94.53	93.76	94.35	93.16	91.82	94.67	94.92	94.12	93.26	93.89	93.46	93.61	93.26		

Note: Total Fe are measured and represented as FeO.

Table 2 Summary of LA-ICP-MS results for trace elements in magnetite from Baishiya deposit

Sample	DL ^a	DL15-3 (dark)						DL15-3 (light)							
No.		1	SD	2	SD	3	SD	1	SD	2	SD	3	SD	4	SD
Si	197	8175	189	7003	214	5150	221	2032	167	1667	116	1917	138	1263	120
Mg	4.77	3652	49.2	2474	47.2	2671	43.5	1508	25.9	1548	24.9	1660	31.0	1346	29.1
Al	1.94	8791	92.6	6745	102	6803	68.0	1992	17.2	1427	15.2	2034	25.5	1540	19.9
Ca	82.3	3166	108	2868	90.6	1868	88.9	115	49.8	108	50.6	175	45.7	92.2	51.6
Sc	0.131	0.422	0.134	0.369	0.145	0.177	0.141	0.690	0.162	0.400	0.152	0.215	0.188	0.368	0.126
Ti	0.355	51.2	6.75	116	7.68	14.2	3.06	576	20.7	292	14.5	1475	36.2	552	24.0
V	0.127	1.45	0.249	7.19	0.552	0.82	0.218	19.1	1.24	6.20	0.509	49.2	1.64	20.0	1.16
Cr	1.15	b.d.l.		3.00	1.28	b.d.l.		b.d.l.		6.53	7.80	4.92	1.33	b.d.l.	
Mn	1.01	1287	15.3	1163	16.2	1909	26.3	1456	12.9	578	5.40	1463	17.4	1344	17.4
Co	0.127	7.98	0.489	9.86	0.629	3.69	0.484	4.19	0.431	4.41	0.482	4.74	0.660	4.00	0.402
Ni	0.25	0.261	0.237	0.551	0.506	1.50	0.669	4.61	1.81	9.58	1.40	1.97	0.608	0.368	0.447
Cu	1.15	b.d.l.		b.d.l.		2.31	1.00	1.25	1.24	b.d.l.		b.d.l.		1.48	0.776
Zn	0.508	294	9.17	223	7.49	336	10.0	190	7.03	87.1	6.23	211	8.20	151	7.04
Ga	0.081	17.9	1.08	15.8	0.985	15.7	0.966	11.5	0.932	9.86	0.855	14.8	0.847	10.4	0.757
Ge	0.221	2.07	0.419	1.65	0.361	1.91	0.330	2.12	0.392	1.40	0.324	1.75	0.318	1.52	0.292
Rb	0.128	1.36	0.272	0.868	0.200	2.12	1.07	0.962	0.232	1.75	0.909	0.754	0.299	0.160	0.106
Sr	0.001	17.3	0.743	11.4	0.581	11.8	0.590	1.50	0.345	1.89	1.30	1.35	0.189	0.360	0.089
Y	0.001	0.514	0.099	0.235	0.081	1.52	0.198	0.554	0.125	0.129	0.058	0.280	0.073	0.124	0.057
Zr	0.002	5.82	0.522	2.79	0.330	5.47	0.483	1.29	0.227	0.361	0.105	1.17	0.216	0.390	0.124
Nb	0.001	11.4	0.584	5.64	0.394	8.46	0.806	0.245	0.088	1.43	0.531	0.748	0.127	0.333	0.086
Mo	0.001	0.147	0.147	0.206	0.118	0.302	0.184	1.55	0.528	2.26	0.732	0.615	0.259	0.364	0.262
Ag	0.003	0.537	0.434	0.644	0.494	0.047	0.035	0.294	0.092	0.328	0.108	0.157	0.061	0.061	0.043
Cd	0.009	0.068	0.068	0.064	0.064	0.071	0.071	0.452	0.294	0.637	0.260	0.191	0.142	0.822	0.579
In	0.019	1.34	0.149	0.621	0.079	0.841	0.107	0.904	0.343	0.911	0.259	0.687	0.096	0.364	0.068
Sn	0.265	16.2	1.07	11.6	1.07	10.8	1.05	5.23	0.587	4.55	0.544	6.28	0.705	4.77	0.725
Ba	0.051	10.5	1.03	5.48	0.749	4.48	0.716	3.40	1.68	0.537	0.297	1.23	0.387	0.838	0.324
Hf	0.001	0.124	0.029	0.053	0.019	0.184	0.089	0.279	0.045	0.142	0.032	0.120	0.031	0.097	0.029
Ta	0.001	0.422	0.045	0.449	0.042	0.485	0.046	0.445	0.043	0.379	0.050	0.206	0.041	0.131	0.024
W	0.004	1.45	0.310	1.12	0.201	0.326	0.077	0.839	0.238	1.12	0.308	0.422	0.110	0.162	0.063
Pb	0.008	0.514	0.075	0.374	0.075	0.516	0.101	0.414	0.246	1.01	0.353	0.38	0.062	0.11	0.032
Bi	0.009	0.426	0.168	0.228	0.088	0.264	0.084	0.906	0.398	0.686	0.198	1.83	1.49	0.108	0.042
Th	0.001	0.194	0.031	0.153	0.021	0.113	0.018	0.268	0.036	0.321	0.077	0.202	0.064	0.046	0.013
U	0.001	0.692	0.159	0.504	0.124	0.629	0.246	0.741	0.143	1.02	0.244	0.242	0.049	0.211	0.066
Nb/Ta		27.00		12.59		17.43		0.55		3.78		3.63		2.55	
Zr/Hf		46.82		52.64		29.70		4.61		2.54		9.76		4.03	

Sample	DL15-3 (light)										DL2#01 (dark)			
No.	5	SD	6	SD	7	SD	8	SD	9	SD	1	SD	2	SD
Si	1444	112	1008	131	1644	220	923	130	701	114	16005	238	14624	267
Mg	3465	47.8	1961	38.0	3473	52.3	3444	52.1	3387	49.1	357	12.2	775	17.7
Al	1042	12.7	642	9.20	489	12.0	759	12.1	1003	10.5	2308	29.2	997	14.8
Ca	88.2	48.4	184	49.5	101	48.8	b.d.l.		166	51.6	2577	87.3	1716	66.5
Sc	0.137	0.138	0.294	0.118	0.295	0.133	0.143	0.099	0.384	0.157	0.674	0.154	0.198	0.14
Ti	736	26.0	110	8.02	870	30.0	275	14.0	600	19.8	2.45	1.49	8.31	3.44

American Mineralogist: May 2017 Deposit AM-17-55913
YIN ET AL.: HIGH-FIELD STRENGTH ELEMENTS IN HYDROTHERMAL MAGNETITE

V	28.6	1.02	3.98	0.791	41.6	1.43	7.37	0.741	10.1	0.613	0.14	0.094	2.93	0.360
Cr	5.06	1.74	b.d.l.		3.47	1.36	b.d.l.		b.d.l.		b.d.l.		b.d.l.	
Mn	2183	21.4	1291	14.4	1465	19.4	1764	25.4	1995	27.0	3613	28.5	5854	87.2
Co	1.96	0.290	3.97	0.377	9.35	0.821	6.11	0.488	5.30	0.711	3.48	0.388	4.87	0.407
Ni	4.61	1.02	3.56	0.841	29.0	2.48	2.71	0.825	2.77	0.761	1.37	0.443	1.07	0.529
Cu	b.d.l.		1.16	0.900	4.62	2.78	3.13	0.858	b.d.l.		2.31	0.749	26.2	26.8
Zn	321	9.28	162	5.29	264	8.25	252	8.78	294	10.0	231	7.19	231	8.33
Ga	9.87	0.763	10.1	0.957	13.3	1.04	7.82	0.705	11.6	0.886	7.99	0.582	6.69	0.639
Ge	0.76	0.264	1.91	0.654	3.75	1.37	1.77	0.404	0.96	0.285	2.98	0.463	3.63	0.484
Rb	0.210	0.089	1.93	0.684	1.09	0.328	0.667	0.256	0.156	0.079	0.378	0.129	0.734	0.146
Sr	0.513	0.143	0.300	0.103	1.17	0.458	0.240	0.120	b.d.l.		2.77	0.255	3.56	0.274
Y	0.076	0.039	0.167	0.057	0.093	0.039	0.062	0.037	0.053	0.042	b.d.l.		0.082	0.035
Zr	0.643	0.141	0.654	0.174	0.497	0.166	0.598	0.158	0.485	0.135	0.430	0.124	0.186	0.079
Nb	0.443	0.130	0.622	0.143	2.16	0.630	0.801	0.218	0.268	0.101	0.230	0.089	0.228	0.079
Mo	0.297	0.209	2.21	1.50	2.11	0.910	0.344	0.180	0.284	0.173	0.195	0.145	0.314	0.226
Ag	0.077	0.046	0.360	0.156	0.509	0.173	0.503	0.254	0.060	0.036	0.013	0.013	0.428	0.122
Cd	0.212	0.212	b.d.l.		0.308	0.161	0.255	0.155	0.194	0.144	b.d.l.		b.d.l.	
In	1.07	0.638	0.497	0.119	0.762	0.170	0.703	0.261	0.395	0.060	0.179	0.037	0.312	0.058
Sn	11.8	0.992	13.4	1.34	8.21	0.871	6.16	0.779	5.97	0.667	25.9	1.30	23.0	1.41
Ba	0.154	0.154	0.571	0.263	1.77	0.705	0.571	0.282	0.074	0.074	2.88	0.540	2.48	0.568
Hf	0.129	0.035	0.200	0.042	0.085	0.022	0.060	0.019	0.090	0.035	0.023	0.019	0.005	0.005
Ta	0.187	0.044	0.405	0.132	0.381	0.104	0.155	0.026	0.166	0.029	0.027	0.017	0.009	0.008
W	0.512	0.240	1.50	0.631	0.676	0.162	0.346	0.131	0.086	0.042	10.8	0.382	27.6	0.931
Pb	1.55	0.129	2.26	1.32	0.875	0.279	0.291	0.083	0.064	0.029	3.17	0.175	44.8	7.62
Bi	0.156	0.069	0.262	0.065	1.56	0.938	0.30	0.097	0.075	0.043	0.052	0.041	0.546	0.107
Th	0.076	0.015	0.366	0.156	0.184	0.032	0.114	0.022	0.054	0.015	0.005	0.004	0.049	0.011
U	0.190	0.054	1.18	0.342	1.35	0.344	0.636	0.187	0.120	0.026	0.164	0.042	1.34	0.063
Nb/Ta	2.36		1.54		5.66		5.16		1.62		8.52		24.03	
Zr/Hf	4.98		3.27		5.86		9.99		5.36		18.39		38.66	

Sample	DL2#01 (light)				DL8#01									
	No.	1	SD	2	SD	1	SD	2	SD	3	SD	4	SD	5
Si	3754	133	4621	152	20444	770	21339	592	17723	486	28747	555	17294	461
Mg	130	7.05	45.3	3.94	604	31.4	370	19.7	236	16.4	362	14.5	448	21.5
Al	789	7.70	763	16.0	1283	41.6	1289	47.1	937	35.9	2320	44.6	910	21.1
Ca	988	56.7	743	61.5	2438	124	1412	102	1310	88.8	2304	102	3265	145
Sc	0.486	0.151	0.489	0.123	2.18	0.481	1.52	0.330	1.02	0.235	1.14	0.247	0.622	0.183
Ti	21.7	4.32	105.8	11.7	25.1	8.66	19.2	5.89	8.87	3.82	9.44	3.54	14.1	3.73
V	5.89	0.456	8.40	0.635	29.0	2.75	14.7	1.28	13.7	1.07	4.53	0.568	8.77	0.629
Cr	1.85	1.29	b.d.l.		3.19	1.92	3.04	1.76	4.08	1.66	6.50	1.80	3.35	1.51
Mn	3630	31.2	2947	20.2	4193	246	2389	57.1	1849	37.2	2865	56.0	4899	160.6
Co	2.46	0.293	2.57	0.274	33.3	1.45	33.1	1.51	33.6	1.30	30.5	1.14	36.9	1.26
Ni	15.0	1.52	2.51	0.758	16.5	2.08	13.4	4.40	6.80	1.40	5.91	1.24	9.18	1.54
Cu	b.d.l.		b.d.l.		12.6	2.77	6.10	1.55	3.33	1.33	4.39	3.03	2.62	1.05
Zn	200	6.11	152	4.87	310	10.5	335	10.9	370	11.3	502	12.1	580	16.0
Ga	7.56	0.651	10.8	0.608	21.4	1.73	16.5	1.24	14.7	1.58	11.0	0.907	9.55	0.959
Ge	0.65	0.176	4.17	0.540	16.7	1.42	13.6	1.27	14.8	1.18	19.8	1.28	16.0	1.20
Rb	0.205	0.124	b.d.l.	0.080	5.93	0.964	4.69	0.972	2.73	0.534	2.83	0.394	1.97	0.413
Sr	0.952	0.128	0.763	0.124	13.5	1.06	7.45	0.600	5.75	0.459	8.16	0.562	10.2	0.575

American Mineralogist: May 2017 Deposit AM-17-55913
YIN ET AL.: HIGH-FIELD STRENGTH ELEMENTS IN HYDROTHERMAL MAGNETITE

Y	0.034	0.026	b.d.l.		1.55	0.195	0.779	0.143	1.08	0.176	0.707	0.125	0.642	0.167
Zr	0.815	0.660	0.169	0.065	1.22	0.270	0.914	0.259	1.60	0.655	0.780	0.206	0.502	0.160
Nb	0.045	0.033	0.028	0.013	3.80	0.452	3.12	1.79	1.99	0.388	1.23	0.213	0.873	0.240
Mo	0.248	0.195	b.d.l.		17.4	4.33	3.83	0.761	3.51	0.859	6.50	2.70	3.37	0.662
Ag	0.025	0.025	0.024	0.024	3.50	0.606	1.45	0.322	1.11	0.247	0.775	0.160	0.835	0.211
Cd	0.120	0.085	b.d.l.		3.56	0.820	1.84	0.510	0.470	0.331	0.461	0.214	0.993	0.319
In	b.d.l.		b.d.l.		6.83	1.78	2.22	0.479	1.54	0.217	1.43	0.192	1.14	0.362
Sn	4.81	0.970	9.68	0.871	28.8	6.18	12.9	1.14	16.2	1.43	8.06	1.17	6.80	1.43
Ba	0.128	0.128	0.365	0.190	7.81	1.69	8.56	1.59	9.81	1.43	20.3	1.64	6.16	0.974
Hf	0.098	0.070	0.010	0.009	0.536	0.077	0.274	0.058	0.312	0.067	0.206	0.043	0.224	0.052
Ta	0.019	0.016	0.011	0.010	1.65	0.215	1.06	0.267	1.06	0.258	0.446	0.069	0.462	0.085
W	0.638	0.119	0.546	0.081	170	11.8	70.1	2.43	114	5.01	31.6	2.37	36.4	3.51
Pb	0.477	0.079	1.65	0.164	30.6	2.04	15.4	0.977	24.8	1.21	13.4	0.725	10.1	0.564
Bi	0.034	0.013	b.d.l.		4.16	0.648	1.79	0.325	2.73	0.516	1.44	0.395	0.942	0.140
Th	0.233	0.025	0.026	0.011	1.58	0.250	0.450	0.046	0.509	0.063	0.493	0.180	0.274	0.033
U	0.122	0.031	0.089	0.038	13.4	1.29	5.29	0.283	2.69	0.239	2.68	0.301	2.72	0.202
Nb/Ta	2.37		2.49		2.30		2.94		1.87		2.76		1.89	
Zr/Hf	8.33		16.91		2.27		3.34		5.15		3.79		2.24	

Sample	DL8#01													
No.	6	SD	7	SD	8	SD	9	SD	10	SD	11	SD	12	SD
Si	16924	451	12913	334	28605	1079	15309	447	12151	362	25292	371	11238	529
Mg	185	11.9	744	34.2	818	36.8	285	19.8	192	16.8	503	22.2	105	9.18
Al	917	26.8	498	12.6	1482	42.8	587	20.2	521	12.3	2313	25.4	418	13.8
Ca	1381	89.2	4274	203	3041	127	1125	87.8	1140	68.8	3540	113	601	110
Sc	1.02	0.180	0.932	0.238	3.20	0.581	1.44	0.263	0.814	0.235	0.715	0.221	1.11	0.258
Ti	21.1	5.50	26.2	4.93	37.1	6.95	29.5	4.44	17.0	3.63	21.2	9.10	10.1	3.39
V	14.7	1.00	23.5	1.12	29.9	1.96	30.7	1.36	15.3	0.899	5.82	0.620	16.4	1.25
Cr	b.d.l.		b.d.l.		21.22	7.57	b.d.l.		1.93	1.49	b.d.l.		b.d.l.	
Mn	1633	27.7	6769	259	3314	40.8	1574	26.9	1176	19.2	4184	86.5	1258	42.9
Co	29.1	1.10	32.9	1.20	43.9	1.86	33.1	1.47	28.4	1.35	33.9	1.17	28.8	1.54
Ni	2.69	0.943	8.40	1.54	24.1	2.44	14.6	2.06	5.59	1.17	7.24	1.33	6.71	1.39
Cu	3.60	1.01	5.98	1.27	9.50	1.81	b.d.l.		b.d.l.	1.30	b.d.l.		4.32	1.04
Zn	332	18.5	328	11.9	327	13.4	198	8.43	154	6.36	291	9.64	182	9.24
Ga	11.2	0.945	10.2	1.10	27.2	2.49	12.1	0.991	12.1	1.24	12.3	0.984	10.0	0.939
Ge	15.8	1.19	8.45	0.947	25.2	2.91	13.3	0.991	11.6	1.45	16.4	1.20	10.1	1.03
Rb	2.20	0.378	1.39	0.282	10.4	1.32	4.91	0.632	2.31	0.323	2.24	0.422	1.07	0.240
Sr	5.94	0.495	13.7	0.651	10.7	0.687	7.82	0.478	7.26	0.475	13.0	0.713	3.12	0.408
Y	1.21	0.194	0.664	0.129	2.14	0.272	1.66	0.226	1.27	0.179	0.623	0.121	0.711	0.145
Zr	0.685	0.216	1.13	0.275	2.30	0.375	2.45	1.05	0.805	0.180	0.499	0.145	0.593	0.254
Nb	0.782	0.204	0.614	0.222	5.58	0.541	2.68	0.400	1.61	0.399	1.48	0.339	0.879	0.217
Mo	4.85	0.874	5.99	0.972	12.6	1.71	10.7	1.36	7.36	0.950	3.07	0.650	3.90	0.939
Ag	0.469	0.127	0.197	0.076	2.71	0.404	1.53	0.526	0.620	0.148	0.434	0.132	0.389	0.139
Cd	0.467	0.289	0.745	0.393	4.50	1.14	1.05	0.441	0.720	0.262	0.940	0.381	1.19	0.446
In	1.00	0.395	0.818	0.182	6.24	0.934	2.47	0.289	0.969	0.141	1.86	0.559	0.615	0.123
Sn	16.8	1.55	14.9	1.32	32.1	4.91	25.5	2.73	23.8	1.46	8.27	0.861	18.2	1.55
Ba	7.92	1.25	4.12	0.792	14.9	1.69	6.55	0.983	5.90	0.938	20.3	1.85	2.98	0.703
Hf	0.165	0.041	0.160	0.044	1.34	0.127	0.527	0.103	0.287	0.052	0.288	0.055	0.186	0.052

American Mineralogist: May 2017 Deposit AM-17-55913
YIN ET AL.: HIGH-FIELD STRENGTH ELEMENTS IN HYDROTHERMAL MAGNETITE

Ta	0.417	0.071	0.327	0.065	3.52	0.375	0.988	0.100	0.481	0.062	0.539	0.070	0.188	0.043
W	161	5.86	219	8.17	78.0	3.30	182	2.92	175	2.50	31.9	1.37	146	6.68
Pb	27.8	1.19	25.0	1.06	33.0	1.38	48.1	1.25	53.5	0.893	25.0	0.596	29.3	1.34
Bi	0.959	0.243	0.695	0.149	5.88	0.799	2.27	0.256	1.61	0.237	0.721	0.112	0.937	0.202
Th	0.193	0.034	0.533	0.172	1.97	0.120	0.748	0.061	0.448	0.070	0.410	0.052	0.233	0.053
U	2.43	0.165	4.43	0.186	11.3	0.840	5.87	0.371	3.97	0.246	2.23	0.244	2.56	0.187
Nb/Ta	1.87		1.88		1.58		2.71		3.35		2.75		4.66	
Zr/Hf	4.14		7.05		1.72		4.64		2.81		1.73		3.19	

Sample	DL8#01						DL14-14								
	No.	13	SD	14	SD	15	SD	1	SD	2	SD	3	SD	4	SD
Si	27893	956	14462	433	19753	360		2615	142	4503	162	5153	161	6062	211
Mg	365	15.4	190	10.5	207	10.6		3049	47.1	593	18.1	1322	26.2	1156	23.2
Al	1734	23.4	736	15.9	1062	25.6		53.5	2.93	46.8	3.17	49.9	3.11	57.3	2.55
Ca	2752	102	1401	68.6	1006	64.0		178	49.5	275	50.1	96.8	49.4	194	43.7
Sc	1.70	0.326	0.489	0.163	1.34	0.233		0.243	0.107	0.363	0.105	0.362	0.101	0.363	0.138
Ti	17.8	4.66	14.2	3.21	16.2	7.37		3.08	1.68	4.29	0.946	3.86	1.51	16.0	3.51
V	13.9	1.30	17.0	0.854	6.24	1.05		1.81	0.359	0.56	0.213	2.10	0.311	5.23	1.12
Cr	8.76	2.66	5.83	1.77	1.86	1.29		b.d.l.		b.d.l.		b.d.l.		3.05	1.24
Mn	3894	80.1	1751	28.3	2065	28.1		2755	29.3	2878	30.0	2778	25.5	3077	26.3
Co	40.7	2.05	28.8	1.12	32.2	1.28		1.09	0.194	7.76	0.588	7.49	0.541	7.89	0.507
Ni	13.2	2.17	13.1	3.73	4.10	1.41		3.19	0.683	3.97	0.967	3.03	0.951	3.42	0.674
Cu	12.4	1.78	3.65	0.744	3.37	1.07		b.d.l.		b.d.l.		b.d.l.		b.d.l.	
Zn	314	8.77	160	5.61	210	6.48		192	7.18	141	5.84	165	6.05	174	5.25
Ga	21.2	1.88	9.65	0.841	10.0	0.789		1.05	0.625	2.83	0.370	1.47	0.301	2.25	0.302
Ge	17.6	1.56	12.2	1.23	16.9	1.18		2.18	0.499	2.27	0.433	1.43	0.284	1.90	0.356
Rb	10.5	1.48	2.29	0.303	2.78	0.482		b.d.l.		0.326	0.140	0.255	0.102	0.275	0.183
Sr	12.2	0.704	5.99	0.441	3.83	0.320		0.221	0.084	0.429	0.108	0.526	0.142	0.348	0.111
Y	2.41	0.276	1.23	0.134	0.670	0.128		1.11	0.147	2.19	0.234	2.88	0.289	3.32	0.268
Zr	2.12	0.336	1.52	0.249	0.479	0.143		0.865	0.181	1.88	0.295	4.26	0.435	5.08	0.458
Nb	4.16	0.485	1.12	0.194	0.824	0.147		0.580	0.352	0.231	0.139	0.146	0.077	0.298	0.192
Mo	12.3	2.30	5.06	1.17	2.07	0.595		0.360	0.237	1.39	0.824	0.547	0.252	0.442	0.186
Ag	2.84	0.368	1.21	0.245	0.723	0.199		0.396	0.234	0.089	0.051	0.102	0.078	0.027	0.019
Cd	4.38	0.794	1.11	0.415	1.10	0.374		b.d.l.		0.128	0.090	0.063	0.063	b.d.l.	
In	7.91	1.17	1.75	0.227	1.38	0.227		0.394	0.070	1.57	0.757	0.120	0.032	0.164	0.081
Sn	16.8	1.89	20.1	1.95	4.17	0.612		6.74	0.932	8.46	0.871	9.48	0.791	11.4	0.912
Ba	12.5	1.31	8.10	0.942	9.85	1.47		0.151	0.106	0.365	0.217	0.500	0.254	0.132	0.132
Hf	1.58	0.147	0.761	0.140	0.299	0.049		0.099	0.032	0.042	0.016	0.051	0.017	0.053	0.021
Ta	2.60	0.203	0.900	0.111	0.682	0.081		0.108	0.024	0.045	0.016	0.072	0.021	0.026	0.014
W	42.7	2.18	92.2	2.25	10.2	0.606		2.87	0.257	5.17	0.302	7.27	0.296	8.09	0.393
Pb	16.2	0.979	25.3	0.671	6.83	0.405		2.51	1.19	0.857	0.093	1.123	0.139	1.84	0.501
Bi	5.60	0.594	1.30	0.172	1.28	0.200		0.174	0.090	0.369	0.160	0.023	0.014	0.113	0.049
Th	2.15	0.152	0.712	0.058	0.513	0.062		0.105	0.020	0.043	0.014	0.025	0.008	0.039	0.012

U	13.3	1.12	3.37	0.254	2.69	0.230	1.97	1.27	0.437	0.079	0.603	0.150	0.779	0.263
Nb/Ta	1.60		1.24		1.21		5.38		5.13		2.03		11.65	
Zr/Hf	1.35		2.00		1.60		8.77		44.62		82.76		96.63	

DL, detection limit; SD, standard deviation; b.d.l., below detection limit.

^a $DL = 3 \times \sigma_{\text{background}}^i \times C_{RM}^i / cps_{RM}^i$, where $\sigma_{\text{background}}^i$ is the standard deviation of multiple determinations of element i in the background and C_{RM}^i and cps_{RM}^i are the concentration and peak intensity of element i in the reference material, respectively