

Table 1S Individual U-Pb data of andradite by SIMS (@) and LA-ICP-MS in this study (IGG-CAS)

Sample	Pb	Th	U	Th/U	²³⁸ U	1s	²⁰⁷ Pb	1s	²⁰⁷ Pb	1s	²⁰⁶ Pb	1s	rho	f ₂₀₆	²⁰⁶ Pb*	t _{206/238} ⁷ (Ma)	1s
	ppm	ppm	ppm		/ ²⁰⁶ Pb		/ ²⁰⁶ Pb		/ ²³⁵ U		/ ²³⁸ U				/ ²³⁸ U		
MKWB@01					23.1	0.6	0.0799	0.0028	0.478	0.021	0.0434	0.0012	0.62	0.04	0.0418	264.2	7.6
MKWB@02					22.9	0.7	0.0853	0.0026	0.514	0.022	0.0437	0.0013	0.71	0.04	0.0419	264.4	8.5
MKWB@03					22.9	0.6	0.0782	0.0019	0.470	0.017	0.0436	0.0012	0.75	0.03	0.0422	266.3	7.6
MKWB@04					23.1	0.6	0.0707	0.0014	0.421	0.014	0.0432	0.0011	0.80	0.02	0.0422	266.3	7.4
MKWB@05					23.2	0.7	0.0905	0.0023	0.539	0.021	0.0432	0.0013	0.75	0.05	0.0411	259.5	8.2
MKWB@06					22.9	0.6	0.0865	0.0019	0.521	0.018	0.0437	0.0012	0.79	0.04	0.0418	264.2	7.7
MKWB@07					23.2	0.7	0.0961	0.0033	0.571	0.026	0.0431	0.0013	0.66	0.06	0.0407	257.1	8.3
MKWB@08					23.5	0.6	0.0913	0.0023	0.536	0.020	0.0426	0.0012	0.73	0.05	0.0405	255.9	7.5
MKWB@09					22.3	0.6	0.0934	0.0026	0.576	0.022	0.0448	0.0012	0.70	0.05	0.0424	267.8	7.7
MKWB@10					21.8	0.6	0.1267	0.0067	0.803	0.048	0.0460	0.0013	0.47	0.09	0.0417	263.1	8.3
MKWB@11					22.9	0.6	0.0681	0.0015	0.410	0.014	0.0437	0.0012	0.77	0.02	0.0428	270.0	7.5
MKWB@12					22.6	0.6	0.0698	0.0019	0.425	0.016	0.0442	0.0012	0.70	0.02	0.0432	272.4	7.6
MKWB@13					23.5	0.7	0.0902	0.0032	0.530	0.024	0.0426	0.0012	0.61	0.05	0.0406	256.4	7.6
MKWB@14					23.0	0.6	0.0935	0.0022	0.561	0.020	0.0435	0.0012	0.76	0.05	0.0412	260.4	7.8
MKWB@15					22.9	0.7	0.0752	0.0017	0.453	0.017	0.0437	0.0012	0.78	0.03	0.0425	268.0	8.0
MKWB@16					22.4	0.6	0.0818	0.0017	0.504	0.017	0.0447	0.0012	0.79	0.04	0.0430	271.5	7.9
MKWB@17					22.5	0.6	0.0856	0.0025	0.525	0.021	0.0445	0.0012	0.69	0.04	0.0426	268.9	7.8
MKWB@18					21.6	0.6	0.1423	0.0046	0.907	0.040	0.0462	0.0014	0.68	0.11	0.0410	258.9	8.9
MKWB@19					22.3	0.6	0.0794	0.0026	0.491	0.021	0.0448	0.0012	0.64	0.03	0.0433	273.1	7.9
MKWB@20					22.6	0.6	0.0731	0.0020	0.446	0.017	0.0442	0.0012	0.71	0.03	0.0430	271.4	7.8
MKWB@21					23.6	0.6	0.0861	0.0019	0.503	0.018	0.0423	0.0012	0.77	0.04	0.0405	256.0	7.4
MKWB@22					21.9	0.6	0.1182	0.0040	0.744	0.033	0.0457	0.0013	0.65	0.08	0.0419	264.6	8.4
MKWB@23					22.1	0.6	0.0980	0.0024	0.612	0.023	0.0453	0.0013	0.76	0.06	0.0427	269.2	8.2
MKWB@24					23.0	0.6	0.0760	0.0015	0.455	0.015	0.0434	0.0012	0.80	0.03	0.0421	265.9	7.6
MKWB@25					22.6	0.6	0.0718	0.0017	0.437	0.016	0.0442	0.0012	0.76	0.03	0.0431	271.7	8.0
MKWB@26					22.8	0.6	0.0935	0.0028	0.567	0.023	0.0439	0.0012	0.68	0.05	0.0416	263.0	7.8
Average					22.7		0.0885		0.538		0.0440			0.05	0.0420	265.0	
SD					0.5		0.0176		0.118		0.0010			0.02	0.0009	5.4	

RSD(%)					2.3%	20%	22%	2.3%					48%	2.1%	2.0%		
MKWB-01	0.03	0.53	2.31	0.231	23.6	0.6	0.0832	0.0056	0.496	0.055	0.0424	0.0011	0.24	0.05	0.0404	255.6	7.3
MKWB-02	0.02	0.54	2.22	0.244	23.5	0.7	0.0827	0.0057	0.490	0.057	0.0426	0.0012	0.25	0.05	0.0406	256.6	7.9
MKWB-03	0.03	0.52	2.16	0.240	22.6	0.7	0.0735	0.0059	0.551	0.075	0.0442	0.0013	0.22	0.03	0.0430	271.4	8.4
MKWB-04	0.02	0.55	2.25	0.245	23.3	0.6	0.0821	0.0053	0.500	0.055	0.0430	0.0012	0.25	0.04	0.0413	261.0	7.5
MKWB-05	0.03	0.55	2.07	0.267	23.1	0.7	0.0811	0.0066	0.520	0.070	0.0433	0.0014	0.23	0.04	0.0417	263.5	8.8
MKWB-06	0.03	0.58	2.01	0.288	22.9	0.8	0.0836	0.0073	0.542	0.079	0.0436	0.0014	0.23	0.04	0.0419	264.6	9.3
MKWB-07	0.03	0.55	2.30	0.239	22.2	0.7	0.0940	0.0078	0.603	0.085	0.0450	0.0015	0.24	0.05	0.0426	269.1	9.7
MKWB-08	0.04	0.60	1.91	0.316	21.9	0.7	0.0891	0.0073	0.622	0.084	0.0457	0.0014	0.23	0.05	0.0436	275.1	9.0
MKWB-09	0.05	0.55	2.04	0.269	21.8	0.9	0.1105	0.0096	0.844	0.145	0.0460	0.0019	0.25	0.07	0.0426	268.8	12.4
MKWB-10	0.03	0.52	2.05	0.256	22.6	0.9	0.0948	0.0080	0.621	0.095	0.0442	0.0018	0.26	0.05	0.0418	263.8	11.3
MKWB-11	0.03	0.46	2.18	0.210	21.9	0.9	0.0893	0.0078	0.593	0.091	0.0457	0.0018	0.26	0.05	0.0436	275.0	11.6
MKWB-12	0.03	0.51	2.21	0.233	21.7	0.9	0.0702	0.0069	0.518	0.087	0.0461	0.0018	0.24	0.02	0.0450	283.8	11.9
MKWB-13	0.03	0.53	2.24	0.238	22.2	0.8	0.0773	0.0062	0.525	0.075	0.0450	0.0017	0.26	0.03	0.0435	274.7	10.9
MKWB-14	0.03	0.52	2.26	0.231	23.6	0.7	0.0683	0.0037	0.440	0.042	0.0424	0.0012	0.30	0.02	0.0415	262.3	7.8
MKWB-15	0.02	0.49	2.33	0.212	22.9	0.7	0.1043	0.0058	0.557	0.060	0.0436	0.0014	0.30	0.07	0.0408	257.5	9.0
MKWB-16	0.03	0.53	2.27	0.233	21.8	0.6	0.0922	0.0046	0.527	0.046	0.0459	0.0013	0.32	0.05	0.0436	275.2	8.4
MKWB-17	0.03	0.50	2.38	0.209	22.0	0.7	0.0927	0.0049	0.423	0.038	0.0455	0.0014	0.33	0.05	0.0431	272.1	8.8
MKWB-18	0.03	0.44	2.43	0.183	22.7	0.7	0.0760	0.0040	0.400	0.036	0.0440	0.0013	0.33	0.03	0.0427	269.5	8.4
MKWB-01	0.11	0.77	2.02	0.380	23.0	0.5	0.0803	0.0048	0.481	0.032	0.0435	0.0010	0.36	0.04	0.0419	264.8	6.7
MKWB-02	0.12	0.77	2.04	0.378	23.0	0.6	0.1049	0.0063	0.668	0.048	0.0435	0.0011	0.36	0.07	0.0406	256.4	7.2
MKWB-03	0.12	0.79	1.99	0.395	22.6	0.6	0.0814	0.0056	0.492	0.040	0.0442	0.0012	0.33	0.04	0.0425	268.5	7.6
MKWB-04	0.11	0.77	1.99	0.389	22.5	0.6	0.1256	0.0068	0.832	0.057	0.0445	0.0012	0.39	0.09	0.0404	255.3	7.7
MKWB-05	0.14	0.80	2.10	0.382	22.1	0.6	0.1203	0.0054	0.727	0.041	0.0452	0.0011	0.44	0.09	0.0413	260.9	7.3
MKWB-06	0.13	0.89	1.99	0.446	22.8	0.6	0.1197	0.0066	0.647	0.043	0.0439	0.0012	0.40	0.09	0.0401	253.6	7.5
MKWB-07	0.12	0.88	1.98	0.441	22.3	0.6	0.0870	0.0054	0.505	0.037	0.0449	0.0012	0.37	0.04	0.0429	270.8	7.8
MKWB-08	0.14	0.87	1.94	0.446	22.7	0.6	0.1020	0.0047	0.613	0.035	0.0441	0.0011	0.44	0.06	0.0414	261.2	7.1
MKWB-09	0.12	0.67	2.06	0.326	22.8	0.6	0.0774	0.0050	0.452	0.033	0.0439	0.0011	0.35	0.03	0.0424	268.0	7.1
MKWB-10	0.12	0.77	2.07	0.373	22.7	0.6	0.1003	0.0050	0.625	0.039	0.0441	0.0011	0.41	0.06	0.0414	261.4	7.3
MKWB-11	0.13	0.69	2.03	0.339	21.9	0.6	0.1188	0.0056	0.702	0.042	0.0456	0.0012	0.45	0.08	0.0418	263.7	8.0
MKWB-12	0.13	0.70	2.08	0.337	23.1	0.6	0.1153	0.0056	0.624	0.037	0.0433	0.0012	0.46	0.08	0.0399	252.1	7.7
MKWB-13	0.12	0.68	2.17	0.310	22.7	0.7	0.0910	0.0060	0.517	0.040	0.0440	0.0013	0.37	0.05	0.0418	264.0	8.1

MKWB-14	0.12	0.73	1.95	0.375	22.1	0.7	0.0882	0.0054	0.555	0.041	0.0452	0.0014	0.42	0.05	0.0432	272.4	8.9
MKWB-15	0.12	0.58	1.97	0.294	22.9	0.7	0.1212	0.0062	0.822	0.054	0.0437	0.0013	0.45	0.09	0.0399	252.2	8.4
MKWB-16	0.11	0.60	1.92	0.310	22.4	0.7	0.1283	0.0059	0.805	0.049	0.0446	0.0013	0.50	0.10	0.0403	255.0	8.6
MKWB-17	0.12	0.37	2.32	0.161	23.6	0.7	0.0816	0.0045	0.491	0.032	0.0424	0.0012	0.44	0.04	0.0408	258.1	7.9
MKWB-18	0.11	0.37	2.26	0.162	24.6	0.8	0.0880	0.0054	0.530	0.040	0.0406	0.0013	0.42	0.05	0.0388	245.2	8.2
MKWB-19	0.11	0.72	1.97	0.367	22.7	0.7	0.0876	0.0051	0.534	0.038	0.0440	0.0013	0.43	0.04	0.0421	265.6	8.6
MKWB-20	0.12	0.75	1.98	0.380	23.5	0.7	0.0889	0.0052	0.488	0.035	0.0425	0.0013	0.44	0.05	0.0405	256.1	8.6
MKWB-21	1.22	0.74	1.98	0.372	20.2	0.9	0.1813	0.0133	1.430	0.160	0.0494	0.0021	0.38	0.16	0.0414	261.7	13.7
MKWB-22	0.11	0.79	1.99	0.395	22.7	0.7	0.0916	0.0051	0.545	0.036	0.0440	0.0013	0.44	0.05	0.0418	264.0	8.2
MKWB-23	0.11	0.73	1.98	0.369	23.2	0.7	0.0760	0.0053	0.463	0.037	0.0432	0.0013	0.38	0.03	0.0419	264.4	8.4
MKWB-24	0.11	0.75	1.87	0.404	23.5	0.7	0.0997	0.0058	0.620	0.045	0.0426	0.0013	0.43	0.06	0.0400	253.0	8.5
MKWB-25	0.12	0.84	2.09	0.401	22.3	0.6	0.0767	0.0047	0.494	0.035	0.0448	0.0013	0.41	0.03	0.0434	273.7	8.3
MKWB-26	0.11	0.82	1.95	0.421	22.8	0.7	0.0817	0.0051	0.488	0.037	0.0438	0.0013	0.41	0.04	0.0421	266.1	8.6
MKWB-27	0.14	0.96	2.19	0.438	22.8	0.8	0.0828	0.0065	0.481	0.044	0.0438	0.0015	0.36	0.04	0.0421	265.9	9.4
MKWB-28	0.15	0.99	2.12	0.468	23.1	0.7	0.1344	0.0057	0.790	0.043	0.0433	0.0012	0.52	0.10	0.0388	245.3	7.9
MKWB-29	0.12	0.38	2.47	0.155	23.5	0.7	0.0774	0.0046	0.432	0.031	0.0425	0.0013	0.42	0.03	0.0412	260.0	8.4
MKWB-30	0.12	0.44	2.52	0.174	23.4	0.7	0.0656	0.0043	0.363	0.028	0.0427	0.0013	0.40	0.02	0.0420	265.0	8.3
Average	0.11	0.65	2.12		22.7		0.0942		0.583		0.0441				0.0417	263.5	
SD	0.17	0.16	0.16		0.7		0.0212		0.170		0.0014				0.0013	8.0	
RSD(%)	155%	24%	8%		3.1%		23%		29%		3.2%				3.1%	3.0%	

DGS@01					47.7	1.3	0.0525	0.0013	0.152	0.005	0.0210	0.0006	0.74	0.00	0.0209	133.1	3.5
DGS@02					45.1	1.2	0.0776	0.0063	0.237	0.020	0.0222	0.0006	0.32	0.04	0.0214	136.3	3.9
DGS@03					47.2	1.3	0.0537	0.0011	0.157	0.005	0.0212	0.0006	0.80	0.01	0.0211	134.4	3.7
DGS@04					47.0	1.2	0.0512	0.0006	0.150	0.004	0.0213	0.0006	0.92	0.00	0.0212	135.2	3.6
DGS@05					44.8	1.6	0.0827	0.0112	0.255	0.036	0.0223	0.0008	0.26	0.04	0.0214	136.4	5.2
DGS@06					45.0	1.2	0.0715	0.0021	0.219	0.009	0.0222	0.0006	0.66	0.03	0.0216	137.7	3.8
DGS@07					47.6	1.2	0.0523	0.0008	0.152	0.005	0.0210	0.0006	0.85	0.00	0.0209	133.5	3.6
DGS@08					43.0	1.2	0.0942	0.0074	0.302	0.025	0.0232	0.0006	0.33	0.06	0.0219	139.8	4.1
DGS@09					43.8	1.2	0.0742	0.0044	0.233	0.015	0.0228	0.0006	0.42	0.03	0.0221	140.9	4.0
DGS@10					46.1	1.2	0.0524	0.0007	0.157	0.005	0.0217	0.0006	0.89	0.00	0.0216	137.6	3.6
DGS@11					46.3	1.2	0.0512	0.0011	0.153	0.005	0.0216	0.0006	0.76	0.00	0.0216	137.5	3.7
DGS@12					47.0	1.2	0.0516	0.0005	0.151	0.004	0.0213	0.0005	0.93	0.00	0.0212	135.3	3.5

DGS@13	47.9	1.2	0.0519	0.0007	0.149	0.004	0.0209	0.0005	0.88	0.00	0.0208	132.6	3.4
DGS@14	45.7	1.2	0.0512	0.0014	0.155	0.006	0.0219	0.0006	0.70	0.00	0.0218	139.1	3.8
DGS@15	44.7	1.2	0.0523	0.0013	0.161	0.006	0.0224	0.0006	0.73	0.00	0.0223	142.1	3.8
DGS@16	45.6	1.3	0.0615	0.0020	0.186	0.008	0.0219	0.0006	0.64	0.02	0.0216	137.7	3.9
DGS@17	44.6	1.2	0.0556	0.0015	0.172	0.006	0.0224	0.0006	0.70	0.01	0.0222	141.7	3.8
DGS@18	44.9	1.2	0.0512	0.0010	0.157	0.005	0.0223	0.0006	0.81	0.00	0.0222	141.7	3.8
DGS@19	46.1	1.2	0.0507	0.0006	0.151	0.004	0.0217	0.0006	0.92	0.00	0.0216	137.9	3.6
DGS@20	45.3	1.2	0.0540	0.0008	0.164	0.005	0.0221	0.0006	0.87	0.01	0.0219	139.7	3.8
DGS@21	45.4	1.2	0.0517	0.0011	0.157	0.005	0.0220	0.0006	0.78	0.00	0.0219	139.9	3.7
DGS@22	44.1	1.2	0.0529	0.0010	0.165	0.005	0.0227	0.0006	0.81	0.01	0.0226	143.8	3.8
DGS@23	45.4	1.2	0.0511	0.0007	0.155	0.005	0.0220	0.0006	0.88	0.00	0.0220	140.1	3.6
DGS@24	43.1	1.1	0.0523	0.0007	0.167	0.005	0.0232	0.0006	0.90	0.00	0.0231	147.2	3.9
DGS@25	46.9	1.3	0.0550	0.0014	0.162	0.006	0.0213	0.0006	0.74	0.01	0.0212	135.0	3.8
DGS@26	46.2	1.2	0.0534	0.0009	0.159	0.005	0.0216	0.0006	0.84	0.01	0.0215	137.2	3.7
DGS@27	46.8	1.2	0.0527	0.0010	0.155	0.005	0.0214	0.0006	0.80	0.00	0.0213	135.6	3.6
DGS@28	45.0	1.4	0.0734	0.0039	0.225	0.014	0.0222	0.0007	0.50	0.03	0.0215	137.2	4.4
Average	45.7		0.0584		0.1771		0.0219			0.01	0.0217	138.1	
SD	1.3		0.0117		0.0392		0.0006			0.01	0.0005	3.4	
RSD(%)	2.9%		20.0%		22.2%		2.9%			122%	2.5%	2.5%	

DGS-01	0.77	0.03	29.7	0.001	46.5	0.9	0.0468	0.0015	0.167	0.008	0.02149	0.00041	0.42	0.00	0.0215	137.4	2.6
DGS-02	0.80	0.01	6.49	0.001	45.8	1.1	0.0528	0.0037	0.182	0.016	0.02182	0.00053	0.27	0.01	0.0217	138.5	3.4
DGS-03	0.78	0.05	4.82	0.011	46.0	1.2	0.0483	0.0046	0.163	0.019	0.02172	0.00056	0.23	0.00	0.0217	138.6	3.6
DGS-04	0.75	0.03	8.09	0.003	46.5	1.3	0.0487	0.0041	0.162	0.018	0.02150	0.00062	0.26	0.00	0.0215	137.2	4.0
DGS-05	0.75	0.04	18.5	0.002	45.8	0.9	0.0492	0.0019	0.175	0.009	0.02183	0.00043	0.37	0.00	0.0218	139.1	2.8
DGS-06	0.90	0.01	8.04	0.001	44.9	2.1	0.0598	0.0081	0.237	0.048	0.02227	0.00103	0.23	0.01	0.0220	140.1	6.6
DGS-07	1.21	0.01	7.57	0.002	45.9	1.1	0.0478	0.0033	0.160	0.014	0.02179	0.00052	0.27	0.00	0.0218	139.1	3.4
DGS-08	1.13	0.12	14.3	0.008	46.0	1.0	0.0454	0.0021	0.168	0.011	0.02174	0.00045	0.32	0.00	0.0218	139.2	2.9
DGS-09	1.00	0.11	17.3	0.006	46.1	0.9	0.0453	0.0021	0.158	0.010	0.02168	0.00044	0.33	0.00	0.0218	138.9	2.8
DGS-10	1.03	0.04	10.8	0.003	46.0	1.1	0.0485	0.0028	0.177	0.014	0.02174	0.00050	0.28	0.00	0.0217	138.7	3.2
DGS-11	0.99	0.01	4.51	0.002	44.0	2.2	0.0681	0.0098	0.273	0.059	0.02275	0.00112	0.23	0.02	0.0222	141.5	7.2
DGS-12	1.20	0.07	5.29	0.014	45.4	1.2	0.0610	0.0045	0.197	0.020	0.02205	0.00058	0.26	0.02	0.0217	138.5	3.7
DGS-13	1.21	0.00	22.5	0.000	46.1	0.9	0.0466	0.0018	0.172	0.010	0.02171	0.00043	0.34	0.00	0.0218	138.8	2.8

DGS-14	1.16	0.01	15.4	0.001	46.4	1.1	0.0456	0.0025	0.151	0.012	0.02155	0.00049	0.30	0.00	0.0216	138.0	3.2
DGS-15	1.24	0.01	8.58	0.001	44.9	1.1	0.0635	0.0036	0.236	0.020	0.02226	0.00053	0.29	0.02	0.0219	139.3	3.4
DGS-16	1.13	0.01	9.77	0.001	43.8	1.5	0.0844	0.0068	0.300	0.040	0.02284	0.00080	0.26	0.04	0.0218	139.1	5.2
DGS-17	1.22	0.08	42.4	0.002	46.6	1.0	0.0441	0.0022	0.169	0.013	0.02145	0.00047	0.29	-0.01	0.0216	137.6	3.0
DGS-18	1.24	0.03	11.8	0.003	46.3	1.0	0.0453	0.0024	0.162	0.012	0.02160	0.00047	0.29	0.00	0.0217	138.4	3.0
DGS-19	1.31	0.00	3.56	0.001	46.2	1.4	0.0517	0.0052	0.169	0.022	0.02163	0.00065	0.23	0.00	0.0216	137.4	4.2
DGS-20	1.37	0.08	28.1	0.003	46.4	1.0	0.0443	0.0021	0.159	0.011	0.02153	0.00046	0.31	-0.01	0.0217	138.1	3.0
DGS-01	0.40	0.01	18.4	0.001	45.6	1.4	0.0498	0.0022	0.170	0.010	0.02192	0.00066	0.49	0.00	0.0219	139.6	4.3
DGS-02	0.23	0.01	9.47	0.001	45.6	1.4	0.0498	0.0028	0.174	0.013	0.02193	0.00068	0.41	0.00	0.0219	139.7	4.4
DGS-03	0.22	0.01	9.62	0.001	45.7	1.3	0.0495	0.0013	0.179	0.008	0.02186	0.00064	0.69	0.00	0.0218	139.3	4.1
DGS-04	0.35	0.02	16.1	0.001	45.8	1.3	0.0480	0.0015	0.171	0.008	0.02184	0.00064	0.61	0.00	0.0219	139.4	4.1
DGS-05	0.22	0.10	9.61	0.010	45.8	1.4	0.0518	0.0016	0.186	0.009	0.02183	0.00065	0.61	0.00	0.0217	138.7	4.2
DGS-06	0.15	0.02	6.63	0.002	46.0	1.4	0.0506	0.0015	0.183	0.009	0.02175	0.00064	0.63	0.00	0.0217	138.4	4.1
DGS-07	0.54	0.06	24.6	0.002	45.9	1.4	0.0556	0.0016	0.190	0.009	0.02177	0.00064	0.63	0.01	0.0216	137.7	4.1
DGS-08	0.27	0.04	12.4	0.004	45.8	1.4	0.0483	0.0015	0.175	0.009	0.02183	0.00065	0.61	0.00	0.0218	139.3	4.2
DGS-09	0.15	0.00	6.50	0.000	45.8	1.4	0.0473	0.0021	0.154	0.009	0.02182	0.00066	0.49	0.00	0.0219	139.4	4.3
DGS-10	0.30	0.01	13.3	0.001	45.2	1.4	0.0481	0.0022	0.163	0.010	0.02211	0.00067	0.47	0.00	0.0221	141.1	4.3
DGS-11	1.26	0.03	57.5	0.001	45.9	1.4	0.0527	0.0025	0.187	0.013	0.02180	0.00067	0.46	0.00	0.0217	138.4	4.3
DGS-12	0.86	0.05	39.4	0.001	45.6	1.4	0.0511	0.0028	0.172	0.013	0.02191	0.00068	0.42	0.00	0.0218	139.3	4.4
DGS-13	0.74	0.03	34.5	0.001	45.6	1.4	0.0535	0.0031	0.183	0.014	0.02193	0.00069	0.41	0.01	0.0218	139.0	4.4
DGS-14	0.96	0.06	43.6	0.001	45.6	1.4	0.0513	0.0033	0.175	0.014	0.02192	0.00068	0.38	0.00	0.0219	139.3	4.4
DGS-15	0.89	1.35	38.7	0.035	45.6	1.4	0.0464	0.0024	0.167	0.012	0.02195	0.00068	0.44	0.00	0.0220	140.4	4.4
DGS-16	0.76	0.87	34.1	0.026	45.7	1.5	0.0503	0.0040	0.175	0.019	0.02190	0.00072	0.31	0.00	0.0219	139.4	4.6
DGS-17	0.41	0.45	17.7	0.025	45.8	1.5	0.0500	0.0044	0.175	0.019	0.02184	0.00073	0.30	0.00	0.0218	139.1	4.7
DGS-18	0.31	0.50	13.5	0.037	45.6	1.4	0.0602	0.0031	0.220	0.016	0.02195	0.00068	0.43	0.01	0.0216	138.0	4.4
DGS-19	0.23	0.08	10.6	0.007	45.6	1.4	0.0533	0.0025	0.180	0.012	0.02192	0.00068	0.46	0.01	0.0218	139.0	4.4
DGS-20	0.22	0.06	9.84	0.006	45.5	1.4	0.0445	0.0031	0.149	0.013	0.02198	0.00069	0.37	-0.01	0.0221	140.9	4.4
DGS-21	0.21	0.05	9.26	0.006	45.6	1.5	0.0534	0.0042	0.194	0.019	0.02193	0.00071	0.33	0.01	0.0218	139.0	4.6
DGS-22	0.34	0.03	15.8	0.002	44.3	1.4	0.0511	0.0023	0.192	0.012	0.02255	0.00069	0.47	0.00	0.0225	143.3	4.4
DGS-23	0.17	0.00	7.11	0.000	45.8	1.4	0.0503	0.0027	0.160	0.012	0.02182	0.00068	0.43	0.00	0.0218	138.9	4.4
Average	0.73	0.11	17.11		45.7		0.0515		0.182		0.0219		0.39	0.00	0.0218	139.1	
SD	0.41	0.25	12.73		0.6		0.0073		0.030		0.0003		0.13	0.01	0.0002	1.1	
RSD(%)	56%	236%	74%		1.3%		14.2%		16.6%		1.3%		33%	274%	0.8%	0.8%	

Stanley@1	267	8	0.089	0.004	0.046	0.003	0.00375	0.00011	0.51	0.05	0.00354	22.8	0.7
Stanley@2	257	7	0.091	0.004	0.049	0.003	0.00389	0.00011	0.50	0.06	0.00367	23.6	0.7
Stanley@3	263	8	0.108	0.004	0.057	0.003	0.00381	0.00012	0.61	0.08	0.00351	22.6	0.8
Stanley@4	260	8	0.065	0.005	0.035	0.003	0.00385	0.00011	0.37	0.02	0.00376	24.2	0.7
Stanley@5	254	7	0.076	0.004	0.041	0.002	0.00394	0.00012	0.51	0.04	0.00379	24.4	0.7
Stanley@6	230	7	0.169	0.010	0.102	0.007	0.00435	0.00013	0.44	0.16	0.00367	23.6	0.8
Stanley@7	244	7	0.164	0.006	0.093	0.004	0.00411	0.00012	0.60	0.15	0.00350	22.5	0.8
Stanley@8	239	8	0.103	0.006	0.059	0.004	0.00419	0.00014	0.51	0.07	0.00389	25.0	0.9
Stanley@9	192	8	0.219	0.012	0.157	0.011	0.00520	0.00021	0.61	0.22	0.00406	26.1	1.4
Stanley@10	256	7	0.087	0.003	0.047	0.002	0.00391	0.00011	0.60	0.05	0.00371	23.9	0.7
Stanley@11	261	8	0.070	0.004	0.037	0.002	0.00383	0.00012	0.52	0.03	0.00372	23.9	0.8
Stanley@12	256	8	0.077	0.004	0.042	0.002	0.00391	0.00012	0.51	0.04	0.00376	24.2	0.7
Stanley@13	174	6	0.316	0.010	0.249	0.011	0.00573	0.00019	0.72	0.34	0.00378	24.3	1.2
Stanley@14	135	5	0.449	0.014	0.457	0.022	0.00739	0.00026	0.75	0.51	0.00363	23.3	1.7
Stanley@15	89.6	3.1	0.595	0.017	0.915	0.041	0.01116	0.00039	0.78	0.69	0.00342	22.0	2.5
Stanley@16	272	8	0.073	0.006	0.037	0.003	0.00367	0.00010	0.32	0.03	0.00355	22.8	0.7
Stanley@17	270	8	0.068	0.005	0.035	0.003	0.00370	0.00011	0.36	0.03	0.00360	23.2	0.7
Stanley@18	252	8	0.072	0.004	0.039	0.003	0.00397	0.00012	0.44	0.03	0.00384	24.7	0.8
Stanley@19	258	7	0.110	0.005	0.058	0.003	0.00387	0.00011	0.52	0.08	0.00356	22.9	0.7
Stanley@20	257	8	0.077	0.004	0.041	0.002	0.00388	0.00011	0.50	0.04	0.00374	24.0	0.7
Stanley@21	255	8	0.081	0.007	0.044	0.004	0.00393	0.00012	0.34	0.04	0.00375	24.1	0.8
Stanley@22	272	8	0.074	0.004	0.037	0.002	0.00368	0.00011	0.50	0.03	0.00355	22.9	0.7
Stanley@23	255	8	0.096	0.006	0.052	0.003	0.00393	0.00012	0.45	0.06	0.00368	23.7	0.7
Stanley@24	198	6	0.267	0.010	0.185	0.009	0.00504	0.00016	0.64	0.28	0.00363	23.4	1.0
Stanley@25	253	8	0.102	0.004	0.056	0.003	0.00396	0.00012	0.59	0.07	0.00368	23.7	0.8
Stanley@26	257	9	0.092	0.004	0.049	0.003	0.00389	0.00014	0.61	0.06	0.00367	23.6	0.9
Stanley@27	196	8	0.275	0.017	0.194	0.014	0.00511	0.00021	0.56	0.29	0.00363	23.4	1.3
Stanley@28	222	9	0.258	0.013	0.161	0.010	0.00451	0.00018	0.62	0.27	0.00331	21.3	1.2
Stanley@29	230	10	0.164	0.012	0.099	0.008	0.00436	0.00018	0.51	0.15	0.00371	23.9	1.2
Average	235		0.155		0.120		0.00450			0.14	0.00367	23.6	
SD	42.8		0.126		0.178		0.00150			0.16	0.00015	0.9	
RSD(%)	18.2%		81.5%		148.4%		33.4%			116%	4.0%	4.0%	

Stanley-01	0.069	0.003	5.68	0.000	245	13	0.116	0.017	0.074	0.011	0.00408	0.00021	0.35	0.09	0.00372	23.9	1.4
Stanley-02	0.157	0.010	5.02	0.002	244	13	0.099	0.019	0.066	0.013	0.00409	0.00022	0.28	0.07	0.00382	24.6	1.4
Stanley-03	0.113	0.025	10.2	0.002	244	10	0.128	0.012	0.085	0.009	0.00409	0.00016	0.38	0.10	0.00367	23.6	1.0
Stanley-04	0.108	0.045	6.27	0.007	258	12	0.085	0.011	0.051	0.007	0.00387	0.00018	0.35	0.05	0.00368	23.7	1.2
Stanley-05	0.113	0.039	6.47	0.006	260	12	0.066	0.012	0.043	0.008	0.00385	0.00018	0.26	0.03	0.00375	24.1	1.2
Stanley-06	0.112	0.035	8.92	0.004	265	10	0.051	0.008	0.033	0.006	0.00378	0.00015	0.24	0.01	0.00376	24.2	1.0
Stanley-07	0.089	0.040	5.95	0.007	235	12	0.159	0.018	0.108	0.013	0.00425	0.00022	0.43	0.14	0.00365	23.5	1.4
Stanley-08	0.103	0.012	3.74	0.003	246	18	0.194	0.029	0.110	0.018	0.00406	0.00030	0.46	0.19	0.00330	21.3	1.9
Stanley-09	0.174	0.017	2.41	0.007	248	28	0.178	0.042	0.120	0.031	0.00404	0.00046	0.45	0.17	0.00337	21.7	3.0
Stanley-10	0.094	0.002	1.98	0.001	222	25	0.201	0.049	0.145	0.038	0.00451	0.00051	0.43	0.20	0.00363	23.3	3.3
Stanley-11	0.113	0.056	8.80	0.006	268	11	0.120	0.012	0.076	0.008	0.00373	0.00015	0.39	0.09	0.00338	21.8	1.0
Stanley-12	0.089	0.030	5.08	0.006	265	17	0.109	0.019	0.063	0.012	0.00378	0.00025	0.36	0.08	0.00348	22.4	1.6
Stanley-13	0.092	0.057	5.51	0.010	247	12	0.087	0.015	0.059	0.010	0.00405	0.00019	0.27	0.05	0.00384	24.7	1.2
Stanley-14	0.097	0.066	5.43	0.012	265	14	0.091	0.016	0.057	0.010	0.00377	0.00020	0.29	0.06	0.00356	22.9	1.3
Stanley-15	0.073	0.091	7.41	0.012	270	11	0.104	0.012	0.065	0.008	0.00370	0.00015	0.33	0.07	0.00343	22.1	1.0
Stanley-16	0.108	0.033	7.08	0.005	255	10	0.096	0.013	0.059	0.008	0.00392	0.00016	0.29	0.06	0.00368	23.6	1.0
Stanley-17	0.105	0.028	5.96	0.005	262	12	0.076	0.014	0.048	0.009	0.00382	0.00017	0.24	0.04	0.00368	23.7	1.1
Stanley-18	0.081	0.058	4.05	0.014	276	22	0.111	0.029	0.069	0.019	0.00362	0.00029	0.30	0.08	0.00333	21.4	1.9
Stanley-19	0.068	0.135	4.80	0.028	235	19	0.227	0.035	0.141	0.024	0.00425	0.00034	0.47	0.23	0.00328	21.1	2.2
Stanley-20	0.070	0.008	6.40	0.001	255	14	0.077	0.016	0.057	0.012	0.00392	0.00021	0.26	0.04	0.00377	24.2	1.4
Stanley-21	0.075	0.009	8.02	0.001	259	13	0.074	0.012	0.048	0.008	0.00386	0.00019	0.29	0.04	0.00372	24.0	1.2
Stanley-01	0.050	0.020	11.5	0.002	249	13	0.084	0.018	0.053	0.011	0.00402	0.00021	0.24	0.05	0.00372	24.6	1.4
Stanley-02	0.078	0.025	13.5	0.002	216	10	0.120	0.014	0.083	0.010	0.00464	0.00021	0.38	0.09	0.00382	27.1	1.4
Stanley-03	0.034	0.021	6.69	0.003	256	17	0.105	0.023	0.061	0.013	0.00391	0.00026	0.32	0.07	0.00367	23.3	1.7
Stanley-04	0.046	0.018	9.40	0.002	239	13	0.087	0.019	0.053	0.011	0.00418	0.00023	0.26	0.05	0.00368	25.5	1.5
Stanley-05	0.037	0.015	9.31	0.002	274	17	0.077	0.019	0.042	0.010	0.00365	0.00022	0.25	0.04	0.00375	22.6	1.4
Stanley-06	0.037	0.013	7.03	0.002	280	27	0.099	0.030	0.053	0.016	0.00357	0.00034	0.32	0.07	0.00376	21.5	2.2
Stanley-07	0.053	0.016	13.5	0.001	281	14	0.073	0.014	0.038	0.007	0.00356	0.00018	0.27	0.03	0.00365	22.1	1.2
Stanley-08	0.040	0.020	8.85	0.002	250	15	0.143	0.020	0.082	0.011	0.00400	0.00024	0.44	0.12	0.00330	22.6	1.5
Stanley-09	0.046	0.070	9.42	0.007	257	15	0.177	0.028	0.103	0.016	0.00389	0.00022	0.36	0.17	0.00337	20.9	1.4
Stanley-10	0.043	0.057	11.0	0.005	276	14	0.075	0.018	0.041	0.009	0.00362	0.00019	0.23	0.04	0.00363	22.4	1.2
Stanley-11	0.036	0.048	8.48	0.006	275	19	0.085	0.021	0.046	0.011	0.00363	0.00025	0.28	0.05	0.00338	22.2	1.6

Stanley-12	0.113	0.099	8.56	0.012	216	15	0.246	0.034	0.160	0.021	0.00462	0.00033	0.54	0.25	0.00348	22.2	2.1
Stanley-13	0.035	0.047	7.91	0.006	262	15	0.062	0.021	0.036	0.012	0.00382	0.00022	0.17	0.02	0.00384	24.1	1.4
Stanley-14	0.037	0.052	7.70	0.007	282	18	0.087	0.020	0.045	0.010	0.00354	0.00023	0.29	0.05	0.00356	21.6	1.5
Stanley-15	0.055	0.065	11.2	0.006	278	19	0.055	0.018	0.029	0.009	0.00360	0.00025	0.22	0.01	0.00343	22.9	1.6
Stanley-16	0.061	0.055	10.3	0.005	269	17	0.093	0.020	0.050	0.011	0.00372	0.00023	0.29	0.06	0.00368	22.5	1.5
Stanley-17	0.056	0.016	14.3	0.001	267	14	0.044	0.012	0.024	0.007	0.00374	0.00019	0.18	0.00	0.00368	24.1	1.2
Stanley-18	0.051	0.016	13.9	0.001	286	15	0.052	0.011	0.027	0.006	0.00350	0.00018	0.24	0.01	0.00333	22.4	1.2
Stanley-19	0.041	0.216	6.34	0.034	248	23	0.103	0.031	0.057	0.017	0.00403	0.00038	0.32	0.07	0.00328	24.1	2.4
Stanley-20	0.023	0.017	5.24	0.003	232	17	0.059	0.025	0.035	0.015	0.00431	0.00031	0.17	0.02	0.00377	27.3	2.0
Stanley-21	0.023	0.003	4.26	0.001	244	27	0.049	0.044	0.029	0.026	0.00409	0.00046	0.13	0.00	0.00372	26.2	3.0
Stanley-22	0.021	0.000	4.37	0.000	277	23	0.107	0.031	0.053	0.015	0.00361	0.00030	0.29	0.08	0.00372	21.5	1.9
Stanley-23	0.020	0.003	3.96	0.001	254	23	0.079	0.039	0.045	0.022	0.00393	0.00036	0.19	0.04	0.00382	24.2	2.3
Stanley-24	0.049	0.030	11.5	0.003	257	16	0.042	0.018	0.023	0.010	0.00389	0.00024	0.15	-0.01	0.00367	25.2	1.5
Stanley-25	0.038	0.022	9.94	0.002	267	21	0.042	0.023	0.023	0.012	0.00374	0.00029	0.14	-0.01	0.00368	24.2	1.9
Average	0.07	0.04	7.68		256.9		0.1020		0.062		0.00391		0.30		0.00363	23.3	
SD	0.04	0.04	3.05		17.2		0.0482		0.033		0.00027		0.09		0.00023	1.5	
RSD(%)	51%	101%	40%		6.7%		47.2%		52.3%		7.0%		31%		6.5%	6.5%	

Table 1S Individual U-Pb data of andradite by LA-ICP-MS in this study (IG-CAGS)

Sample	Pb ppm	Th ppm	U ppm	Th/U	^{238}U / ^{206}Pb	1s	^{207}Pb / ^{206}Pb	1s	^{207}Pb / ^{235}U	1s	^{206}Pb / ^{238}U	1s	rho	f ₂₀₆	$^{206}\text{Pb}^*$ / ^{238}U	t _{206/238} ⁷ Ma	1s
MKWB-01	0.11	0.39	2.08	0.188	22.6	0.9	0.078	0.012	0.474	0.082	0.0443	0.0017	0.22	0.03	0.0429	270.5	10.9
MKWB-02	0.10	0.71	1.73	0.410	22.6	1.0	0.087	0.014	0.545	0.094	0.0442	0.0019	0.25	0.04	0.0423	266.8	12.2
MKWB-03	0.11	0.68	1.80	0.377	22.8	0.9	0.100	0.016	0.604	0.100	0.0438	0.0017	0.23	0.06	0.0412	260.0	10.9
MKWB-04	0.11	0.63	2.04	0.308	22.5	0.9	0.077	0.012	0.478	0.078	0.0444	0.0018	0.25	0.03	0.0430	271.3	11.6
MKWB-05	0.11	0.68	1.89	0.361	22.9	0.8	0.084	0.013	0.505	0.084	0.0436	0.0016	0.22	0.04	0.0419	264.4	10.3
MKWB-06	0.11	0.76	1.63	0.463	22.4	0.9	0.138	0.020	0.833	0.140	0.0447	0.0018	0.24	0.11	0.0399	252.1	11.6
MKWB-07	0.15	0.57	2.42	0.236	21.2	0.8	0.122	0.020	0.781	0.140	0.0472	0.0018	0.21	0.09	0.0431	271.7	11.6
MKWB-08	0.12	0.60	2.41	0.248	23.0	0.9	0.074	0.013	0.426	0.074	0.0435	0.0017	0.22	0.03	0.0423	267.1	10.9
MKWB-09	0.11	0.53	2.22	0.237	22.7	0.9	0.068	0.010	0.411	0.070	0.0440	0.0018	0.24	0.02	0.0431	272.1	11.6
MKWB-10	0.11	0.50	2.19	0.230	22.6	0.9	0.067	0.010	0.398	0.066	0.0442	0.0017	0.23	0.02	0.0433	273.4	10.9
MKWB-11	0.11	0.53	2.17	0.246	23.0	0.9	0.076	0.013	0.431	0.074	0.0434	0.0017	0.23	0.03	0.0421	265.9	10.9

MKWB-12	0.11	0.53	2.09	0.256	22.3	0.9	0.082	0.013	0.479	0.083	0.0448	0.0018	0.23	0.04	0.0431	272.1	11.6
MKWB-13	0.11	0.45	2.00	0.227	22.4	0.9	0.082	0.013	0.486	0.083	0.0446	0.0018	0.24	0.04	0.0429	270.8	11.6
MKWB-14	0.11	0.45	2.03	0.220	22.0	0.9	0.085	0.013	0.529	0.087	0.0454	0.0018	0.24	0.04	0.0435	274.5	11.6
MKWB-15	0.10	0.40	1.98	0.203	22.3	0.9	0.077	0.012	0.455	0.075	0.0448	0.0018	0.24	0.03	0.0434	273.7	11.6
MKWB-16	0.11	0.68	1.89	0.359	23.0	1.0	0.089	0.014	0.534	0.093	0.0434	0.0018	0.24	0.05	0.0414	261.3	11.6
MKWB-17	0.09	0.63	1.69	0.372	23.1	1.0	0.086	0.015	0.519	0.094	0.0433	0.0018	0.23	0.04	0.0414	261.7	11.6
MKWB-18	0.09	0.68	1.54	0.438	22.6	0.9	0.082	0.015	0.524	0.099	0.0442	0.0018	0.22	0.04	0.0425	268.4	11.6
MKWB-19	0.09	0.66	1.53	0.429	22.3	0.9	0.094	0.016	0.592	0.110	0.0449	0.0019	0.23	0.05	0.0425	268.4	12.2
MKWB-20	0.10	0.70	1.64	0.428	22.3	1.0	0.092	0.015	0.548	0.098	0.0449	0.0020	0.25	0.05	0.0426	269.1	12.9
MKWB-21	0.09	0.65	1.55	0.419	22.1	1.0	0.099	0.016	0.580	0.100	0.0452	0.0021	0.27	0.06	0.0425	268.5	13.5
Average	0.11	0.59	1.93		22.5		0.0875		0.530		0.04442				0.0424	267.8	
SD	0.01	0.11	0.27		0.4		0.0168		0.109		0.00089				0.0009	5.5	
RSD(%)	12%	18%	14%		1.9%		19.2%		20.5%		2.0%				2.1%	2.0%	
DGS-01	0.10	0.02	4.25	0.004	45.1	1.6	0.0515	0.0087	0.159	0.029	0.02215	0.00080	0.20	0.00	0.0221	140.8	5.2
DGS-02	0.40	0.06	18.7	0.003	46.0	1.2	0.0456	0.0063	0.136	0.021	0.02175	0.00059	0.18	0.00	0.0218	139.3	3.8
DGS-03	0.49	0.06	21.9	0.003	46.1	1.3	0.0479	0.0062	0.146	0.022	0.02168	0.00059	0.18	0.00	0.0217	138.4	3.8
DGS-04	0.19	0.06	8.31	0.007	45.7	1.5	0.0488	0.0076	0.146	0.025	0.02189	0.00074	0.20	0.00	0.0219	139.6	4.8
DGS-05	0.21	0.04	9.33	0.004	45.6	1.5	0.0516	0.0078	0.153	0.025	0.02191	0.00070	0.20	0.00	0.0218	139.2	4.5
DGS-06	0.48	0.05	21.8	0.002	46.5	1.3	0.0457	0.0063	0.138	0.021	0.02149	0.00058	0.18	0.00	0.0216	137.6	3.7
DGS-07	0.30	0.05	13.5	0.004	46.1	1.3	0.0490	0.0064	0.150	0.022	0.02168	0.00061	0.19	0.00	0.0217	138.2	3.9
DGS-08	0.14	0.04	6.01	0.006	46.1	1.5	0.0520	0.0082	0.157	0.027	0.02168	0.00071	0.19	0.00	0.0216	137.7	4.6
DGS-09	0.17	0.09	7.66	0.012	45.9	1.6	0.0489	0.0074	0.148	0.025	0.02177	0.00076	0.21	0.00	0.0218	138.8	4.9
DGS-10	0.15	0.01	7.04	0.001	46.3	1.7	0.0554	0.0077	0.166	0.025	0.02158	0.00081	0.25	0.01	0.0214	136.5	5.2
DGS-11	0.58	0.07	26.8	0.003	46.3	1.2	0.0448	0.0058	0.136	0.020	0.02162	0.00057	0.18	-0.01	0.0217	138.6	3.7
DGS-12	0.38	0.03	17.3	0.002	46.1	1.3	0.0516	0.0067	0.159	0.023	0.02168	0.00061	0.19	0.00	0.0216	137.8	3.9
DGS-13	0.42	0.04	19.3	0.002	46.6	1.3	0.0482	0.0059	0.146	0.020	0.02148	0.00058	0.20	0.00	0.0215	137.1	3.7
DGS-14	0.31	0.06	13.7	0.004	46.0	1.4	0.0485	0.0065	0.147	0.022	0.02176	0.00064	0.20	0.00	0.0218	138.8	4.1
DGS-15	0.49	0.15	22.2	0.007	45.5	1.3	0.0466	0.0063	0.139	0.021	0.02200	0.00064	0.19	0.00	0.0221	140.7	4.1
DGS-16	0.20	0.02	8.89	0.002	45.0	1.4	0.0532	0.0072	0.157	0.024	0.02223	0.00071	0.21	0.01	0.0221	141.0	4.6
DGS-17	0.28	0.03	12.7	0.002	45.1	1.4	0.0486	0.0064	0.150	0.021	0.02215	0.00068	0.22	0.00	0.0222	141.3	4.4
DGS-18	0.38	0.05	17.3	0.003	45.3	1.3	0.0454	0.0062	0.138	0.021	0.02207	0.00065	0.19	0.00	0.0222	141.3	4.2
DGS-19	0.16	0.02	7.25	0.003	45.9	1.5	0.0470	0.0072	0.139	0.023	0.02177	0.00069	0.19	0.00	0.0218	139.1	4.4

DGS-20	0.22	0.00	9.59	0.000	44.9	1.4	0.0526	0.0073	0.162	0.025	0.02228	0.00070	0.20	0.00	0.0222	141.4	4.5
DGS-21	0.24	0.01	10.7	0.001	46.3	1.5	0.0550	0.0078	0.163	0.026	0.02158	0.00069	0.20	0.01	0.0214	136.6	4.4
DGS-22	0.49	0.03	21.8	0.001	45.8	1.2	0.0463	0.0059	0.141	0.021	0.02182	0.00059	0.18	0.00	0.0219	139.6	3.8
Average	0.31	0.04	13.91		45.8		0.0493		0.149		0.02182				0.0218	139.1	
SD	0.14	0.03	6.52		0.5		0.0031		0.009		0.00024				0.0002	1.5	
RSD(%)	46%	71%	47%		1.1%		6.4%		6.3%		1.1%				1.1%	1.1%	
Stanley-01	0.033	0.029	6.11	0.005	249	14	0.126	0.025	0.069	0.014	0.00401	0.00022	0.27	0.10	0.00361	23.2	1.4
Stanley-02	0.031	0.094	5.55	0.017	253	15	0.155	0.027	0.083	0.015	0.00396	0.00023	0.32	0.14	0.00342	22.0	1.5
Stanley-03	0.031	0.026	6.38	0.004	272	15	0.127	0.024	0.065	0.013	0.00368	0.00020	0.27	0.10	0.00331	21.3	1.3
Stanley-04	0.035	0.027	6.19	0.004	244	14	0.148	0.030	0.080	0.017	0.00409	0.00024	0.28	0.13	0.00356	22.9	1.5
Stanley-05	0.039	0.081	5.44	0.015	232	13	0.198	0.034	0.121	0.022	0.00431	0.00024	0.31	0.19	0.00348	22.4	1.5
Stanley-06	0.031	0.035	6.76	0.005	270	14	0.095	0.021	0.051	0.012	0.00371	0.00019	0.22	0.06	0.00348	22.4	1.2
Stanley-07	0.031	0.044	7.12	0.006	272	16	0.067	0.016	0.035	0.009	0.00367	0.00021	0.23	0.03	0.00357	23.0	1.4
Stanley-08	0.039	0.026	6.57	0.004	240	14	0.163	0.028	0.092	0.016	0.00417	0.00024	0.33	0.15	0.00356	22.9	1.5
Stanley-09	0.023	0.056	5.59	0.010	266	16	0.065	0.018	0.035	0.009	0.00376	0.00023	0.23	0.02	0.00367	23.6	1.5
Stanley-10	0.019	0.067	5.07	0.013	282	18	0.042	0.014	0.022	0.007	0.00355	0.00023	0.20	-0.01	0.00357	23.0	1.5
Stanley-11	0.022	0.010	5.24	0.002	258	16	0.067	0.018	0.033	0.009	0.00387	0.00024	0.24	0.03	0.00377	24.3	1.5
Stanley-12	0.020	0.008	4.99	0.002	282	18	0.096	0.021	0.048	0.011	0.00355	0.00023	0.28	0.06	0.00333	21.4	1.5
Stanley-13	0.020	0.007	4.80	0.001	279	17	0.070	0.020	0.032	0.009	0.00359	0.00022	0.22	0.03	0.00348	22.4	1.4
Stanley-14	0.017	0.009	4.28	0.002	275	19	0.064	0.019	0.027	0.009	0.00364	0.00025	0.22	0.02	0.00356	22.9	1.6
Stanley-15	0.026	0.025	6.08	0.004	258	15	0.080	0.020	0.043	0.011	0.00387	0.00023	0.23	0.04	0.00371	23.8	1.5
Stanley-16	0.027	0.021	6.91	0.003	274	15	0.055	0.013	0.026	0.007	0.00365	0.00020	0.22	0.01	0.00361	23.2	1.3
Stanley-17	0.028	0.022	6.97	0.003	266	15	0.061	0.016	0.031	0.008	0.00376	0.00021	0.22	0.02	0.00369	23.7	1.4
Stanley-18	0.024	0.072	4.19	0.017	227	16	0.149	0.032	0.081	0.017	0.00441	0.00031	0.33	0.13	0.00384	24.7	2.0
Stanley-19	0.015	0.070	2.76	0.025	239	19	0.139	0.040	0.070	0.019	0.00419	0.00033	0.29	0.12	0.00370	23.8	2.1
Stanley-20	0.035	0.022	8.00	0.003	262	14	0.086	0.019	0.045	0.010	0.00382	0.00021	0.25	0.05	0.00363	23.4	1.4
Stanley-21	0.026	0.037	6.32	0.006	272	16	0.068	0.017	0.035	0.009	0.00367	0.00021	0.22	0.03	0.00357	23.0	1.4
Stanley-22	0.025	0.033	6.14	0.005	279	18	0.086	0.018	0.041	0.009	0.00358	0.00023	0.29	0.05	0.00340	21.9	1.5
Stanley-23	0.025	0.027	5.98	0.005	270	17	0.085	0.020	0.040	0.010	0.00370	0.00023	0.26	0.05	0.00352	22.7	1.5
Stanley-24	0.025	0.027	6.19	0.004	283	17	0.054	0.016	0.027	0.008	0.00353	0.00021	0.20	0.01	0.00350	22.5	1.4
Stanley-25	0.027	0.008	5.98	0.001	270	15	0.105	0.022	0.052	0.011	0.00371	0.00021	0.27	0.07	0.00344	22.1	1.4
Stanley-26	0.021	0.015	4.85	0.003	272	16	0.084	0.021	0.041	0.010	0.00367	0.00022	0.24	0.05	0.00350	22.5	1.4

Stanley-27	0.037	0.017	7.51	0.002	254	13	0.099	0.021	0.057	0.012	0.00394	0.00020	0.24	0.07	0.00368	23.7	1.3
Stanley-28	0.040	0.017	8.20	0.002	258	13	0.111	0.021	0.057	0.012	0.00388	0.00020	0.24	0.08	0.00356	22.9	1.3
Stanley-29	0.043	0.016	9.56	0.002	267	14	0.093	0.017	0.047	0.009	0.00374	0.00020	0.29	0.06	0.00352	22.7	1.3
Stanley-30	0.039	0.017	8.28	0.002	260	13	0.102	0.019	0.053	0.011	0.00385	0.00020	0.25	0.07	0.00358	23.0	1.3
Average	0.03	0.03	6.13		262		0.0980		0.051		0.00382				0.00356	22.9	
SD	0.01	0.02	1.38		15		0.0377		0.023		0.00023				0.00012	0.8	
RSD(%)	26%	73%	23%		6%		38%		45%		6.0%				3.4%	3.4%	

Table 1S Individual U-Pb data of andradite by LA-ICP-MS in this study (SESS-USTC)

Sample	Pb	Th	U	Th/U	²³⁸ U	1s	²⁰⁷ Pb	1s	²⁰⁷ Pb	1s	²⁰⁶ Pb	1s	rho	f ₂₀₆	²⁰⁶ Pb*	t _{206/238} ⁷	1s
	ppm	ppm	ppm		/ ²⁰⁶ Pb		/ ²⁰⁶ Pb		/ ²³⁵ U		/ ²³⁸ U				/ ²³⁸ U	Ma	
MKWB-01	0.11	0.92	1.93	0.479	22.0	0.6	0.0881	0.0057	0.589	0.044	0.0455	0.0012	0.36	0.05	0.0434	273.7	7.9
MKWB-02	0.15	0.57	2.76	0.206	22.9	0.6	0.0799	0.0042	0.481	0.030	0.0437	0.0011	0.40	0.04	0.0422	266.2	7.0
MKWB-03	0.16	0.63	3.36	0.187	23.4	0.6	0.0569	0.0032	0.360	0.023	0.0427	0.0010	0.37	0.01	0.0424	267.8	6.6
MKWB-04	0.13	0.72	2.46	0.294	23.4	0.6	0.0825	0.0050	0.478	0.033	0.0428	0.0011	0.37	0.04	0.0411	259.8	7.1
MKWB-05	0.13	0.80	2.33	0.345	24.0	0.7	0.0944	0.0050	0.569	0.036	0.0416	0.0011	0.43	0.05	0.0394	249.2	7.3
MKWB-06	0.12	0.45	2.50	0.179	24.1	0.6	0.0696	0.0049	0.419	0.033	0.0415	0.0011	0.33	0.02	0.0406	256.5	7.1
MKWB-07	0.14	0.49	3.16	0.155	23.7	0.7	0.0606	0.0042	0.363	0.029	0.0422	0.0012	0.34	0.01	0.0417	263.5	7.6
MKWB-08	0.14	0.43	2.91	0.146	23.3	0.6	0.0672	0.0039	0.410	0.029	0.0430	0.0012	0.38	0.02	0.0421	266.1	7.4
MKWB-09	0.14	0.63	2.18	0.290	22.2	0.6	0.0868	0.0052	0.525	0.038	0.0450	0.0012	0.39	0.04	0.0430	271.3	8.0
MKWB-10	0.11	0.50	2.30	0.218	23.8	0.7	0.0488	0.0037	0.297	0.025	0.0421	0.0012	0.34	0.00	0.0422	266.7	7.9
MKWB-11	0.12	0.54	2.51	0.213	23.7	0.7	0.0558	0.0038	0.343	0.026	0.0423	0.0012	0.38	0.01	0.0421	265.6	8.0
MKWB-12	0.13	0.81	2.13	0.378	23.6	0.7	0.0677	0.0039	0.382	0.026	0.0424	0.0013	0.44	0.02	0.0415	262.2	8.1
MKWB-13	0.22	0.82	2.05	0.400	23.0	0.8	0.0880	0.0067	0.541	0.051	0.0435	0.0015	0.38	0.05	0.0416	262.4	9.9
MKWB-14	0.12	0.82	2.10	0.389	23.3	0.8	0.0765	0.0062	0.408	0.037	0.0429	0.0014	0.35	0.03	0.0416	262.6	9.0
MKWB-15	0.12	0.69	2.21	0.312	24.1	0.7	0.0873	0.0049	0.508	0.035	0.0415	0.0012	0.44	0.04	0.0396	250.3	8.0
MKWB-16	0.12	0.71	2.20	0.325	24.2	0.8	0.0910	0.0068	0.490	0.042	0.0413	0.0013	0.36	0.05	0.0392	248.1	8.2
Average	0.13	0.66	2.44		23.4		0.0751		0.448		0.0427				0.0415	262.0	
SD	0.03	0.15	0.41		0.6		0.0143		0.087		0.0012				0.0012	7.6	
RSD(%)	19%	23%	17%		2.7%		19.1%		19.4%		2.8%				2.9%	2.9%	
DGS-01	0.56	0.12	24.8	0.005	45.7	0.9	0.0472	0.0044	0.143	0.015	0.02188	0.00045	0.19	0.00	0.0219	139.8	2.9

DGS-02	0.46	0.47	21.0	0.022	47.2	1.0	0.0459	0.0042	0.134	0.014	0.02118	0.00044	0.20	0.00	0.0213	135.6	2.8
DGS-03	0.23	0.08	9.35	0.008	46.0	1.4	0.0586	0.0069	0.172	0.021	0.02175	0.00068	0.25	0.01	0.0215	137.0	4.4
DGS-04	0.59	1.79	25.6	0.070	45.2	0.9	0.0487	0.0046	0.148	0.016	0.02211	0.00045	0.19	0.00	0.0221	141.0	2.9
DGS-05	0.67	0.07	30.1	0.002	46.7	1.0	0.0473	0.0043	0.140	0.015	0.02140	0.00044	0.20	0.00	0.0214	136.8	2.8
DGS-06	0.22	0.04	9.92	0.004	46.6	1.2	0.0548	0.0064	0.162	0.021	0.02146	0.00055	0.20	0.01	0.0213	135.8	3.5
DGS-07	0.44	0.01	19.0	0.001	45.8	1.0	0.0552	0.0054	0.167	0.019	0.02184	0.00047	0.19	0.01	0.0217	138.2	3.0
DGS-08	1.13	0.03	49.8	0.001	46.4	0.9	0.0492	0.0044	0.146	0.015	0.02154	0.00044	0.19	0.00	0.0215	137.3	2.8
DGS-09	0.53	0.03	23.5	0.001	46.7	1.0	0.0519	0.0050	0.152	0.016	0.02140	0.00047	0.20	0.00	0.0213	136.0	3.0
DGS-10	0.70	1.01	30.9	0.033	46.3	1.0	0.0498	0.0045	0.149	0.016	0.02160	0.00045	0.20	0.00	0.0216	137.6	2.9
DGS-11	0.20	0.04	7.87	0.006	44.2	1.2	0.0684	0.0077	0.213	0.026	0.02262	0.00060	0.22	0.02	0.0221	140.7	3.9
DGS-12	0.84	0.06	37.7	0.002	47.1	1.0	0.0483	0.0045	0.142	0.015	0.02122	0.00043	0.19	0.00	0.0212	135.4	2.8
DGS-13	0.19	0.06	8.07	0.007	46.7	1.3	0.0561	0.0064	0.165	0.021	0.02141	0.00059	0.22	0.01	0.0212	135.3	3.8
DGS-14	0.39	0.03	16.6	0.002	45.7	1.0	0.0509	0.0049	0.153	0.017	0.02187	0.00048	0.20	0.00	0.0218	139.1	3.1
DGS-15	0.33	0.00	14.6	0.000	47.0	1.1	0.0502	0.0051	0.148	0.017	0.02130	0.00049	0.20	0.00	0.0213	135.6	3.2
DGS-16	0.35	0.05	15.4	0.003	46.3	1.1	0.0507	0.0053	0.152	0.018	0.02158	0.00049	0.20	0.00	0.0215	137.3	3.2
DGS-17	0.40	0.06	17.8	0.004	46.7	1.0	0.0476	0.0047	0.142	0.016	0.02142	0.00048	0.20	0.00	0.0215	136.9	3.1
DGS-18	0.41	0.02	18.3	0.001	46.1	1.0	0.0494	0.0049	0.148	0.017	0.02168	0.00048	0.20	0.00	0.0217	138.2	3.1
DGS-19	0.36	0.01	15.8	0.001	46.5	1.1	0.0488	0.0051	0.145	0.017	0.02153	0.00049	0.20	0.00	0.0215	137.3	3.2
DGS-20	0.26	0.02	11.1	0.002	44.9	1.2	0.0512	0.0061	0.159	0.021	0.02227	0.00059	0.20	0.00	0.0222	141.5	3.8
DGS-21	0.17	0.02	7.58	0.003	46.0	1.3	0.0492	0.0060	0.146	0.019	0.02176	0.00061	0.21	0.00	0.0217	138.7	3.9
DGS-22	0.26	0.01	11.4	0.001	45.4	1.1	0.0505	0.0055	0.154	0.018	0.02203	0.00053	0.20	0.00	0.0220	140.2	3.4
DGS-23	0.40	0.03	16.6	0.002	45.2	1.0	0.0618	0.0060	0.190	0.021	0.02212	0.00050	0.20	0.02	0.0218	138.8	3.2
DGS-24	0.07	0.00	3.16	0.001	45.4	1.7	0.0478	0.0079	0.144	0.025	0.02203	0.00083	0.22	0.00	0.0221	140.7	5.3
DGS-25	0.50	0.76	22.7	0.033	46.6	1.0	0.0459	0.0043	0.137	0.015	0.02145	0.00045	0.20	0.00	0.0215	137.3	2.9
DGS-26	0.26	0.03	11.5	0.002	45.8	1.1	0.0500	0.0053	0.150	0.018	0.02184	0.00052	0.20	0.00	0.0218	139.1	3.3
DGS-27	0.19	0.01	8.59	0.002	45.7	1.2	0.0469	0.0056	0.141	0.018	0.02186	0.00055	0.19	0.00	0.0219	139.8	3.6
DGS-28	0.32	0.00	14.3	0.000	46.6	1.0	0.0502	0.0053	0.148	0.017	0.02145	0.00046	0.18	0.00	0.0214	136.6	3.0
DGS-29	0.29	0.03	11.9	0.003	44.5	1.1	0.0576	0.0063	0.178	0.022	0.02246	0.00058	0.21	0.01	0.0222	141.7	3.7
DGS-30	0.31	0.01	13.0	0.001	44.9	1.0	0.0514	0.0055	0.158	0.019	0.02227	0.00051	0.19	0.00	0.0222	141.5	3.3
DGS-31	0.21	0.03	9.06	0.003	46.3	1.2	0.0505	0.0055	0.152	0.018	0.02158	0.00054	0.21	0.00	0.0215	137.4	3.5
DGS-32	0.24	0.11	9.74	0.011	46.4	1.1	0.0664	0.0070	0.200	0.024	0.02157	0.00052	0.20	0.02	0.0211	134.6	3.4
DGS-33	0.72	0.10	31.7	0.003	44.8	0.9	0.0488	0.0046	0.151	0.016	0.02231	0.00046	0.19	0.00	0.0223	142.2	3.0
DGS-34	0.37	0.05	16.7	0.003	47.3	1.0	0.0493	0.0048	0.144	0.016	0.02113	0.00045	0.19	0.00	0.0211	134.7	2.9

DGS-35	0.40	0.09	17.7	0.005	45.5	1.0	0.0488	0.0049	0.148	0.017	0.02196	0.00049	0.20	0.00	0.0220	140.0	3.2
DGS-36	0.18	0.00	7.69	0.000	45.9	1.2	0.0582	0.0072	0.175	0.023	0.02180	0.00058	0.20	0.01	0.0215	137.4	3.8
Average	0.39	0.15	17.24		46.0		0.0518		0.155		0.02174				0.0217	138.1	
SD	0.22	0.35	9.71		0.8		0.0054		0.017		0.00037				0.0003	2.2	
RSD(%)	55%	239%	56%		2%		10%		11%		1.7%				1.6%	1.6%	
Stanley-01	0.030	0.011	6.58	0.002	205	11	0.238	0.027	0.159	0.019	0.00488	0.00026	0.46	0.24	0.00370	23.8	1.7
Stanley-02	0.016	0.015	5.22	0.003	234	20	0.165	0.041	0.094	0.021	0.00427	0.00036	0.37	0.15	0.00363	23.4	2.3
Stanley-03	0.006	0.011	6.44	0.002	261	14	0.104	0.018	0.053	0.008	0.00382	0.00021	0.34	0.07	0.00355	22.8	1.4
Stanley-04	0.005	0.011	6.22	0.002	252	14	0.083	0.015	0.043	0.007	0.00397	0.00022	0.32	0.05	0.00379	24.4	1.4
Stanley-05	0.020	0.015	7.52	0.002	224	13	0.181	0.022	0.103	0.012	0.00446	0.00026	0.50	0.17	0.00370	23.8	1.6
Stanley-06	0.008	0.008	5.30	0.002	241	14	0.126	0.018	0.068	0.009	0.00415	0.00025	0.48	0.10	0.00373	24.0	1.6
Stanley-07	0.010	0.018	5.97	0.003	249	13	0.110	0.020	0.059	0.010	0.00402	0.00021	0.31	0.08	0.00369	23.8	1.4
Stanley-08	0.013	0.011	5.78	0.002	236	11	0.169	0.022	0.096	0.011	0.00423	0.00020	0.40	0.15	0.00358	23.0	1.3
Stanley-09	0.054	0.029	11.6	0.002	209	9	0.237	0.026	0.154	0.016	0.00477	0.00021	0.43	0.24	0.00362	23.3	1.4
Stanley-10	0.004	0.010	6.01	0.002	260	17	0.074	0.020	0.033	0.009	0.00384	0.00026	0.24	0.04	0.00370	23.8	1.7
Stanley-11	0.003	0.007	6.76	0.001	266	16	0.047	0.014	0.026	0.007	0.00376	0.00022	0.21	0.00	0.00376	24.2	1.4
Stanley-12	0.009	0.021	9.72	0.002	251	11	0.102	0.016	0.055	0.008	0.00398	0.00017	0.28	0.07	0.00370	23.8	1.1
Stanley-13	0.003	0.013	7.22	0.002	266	15	0.073	0.015	0.037	0.007	0.00376	0.00021	0.28	0.03	0.00363	23.4	1.3
Stanley-14	0.003	0.007	5.89	0.001	252	15	0.074	0.016	0.040	0.008	0.00396	0.00023	0.28	0.03	0.00383	24.6	1.5
Stanley-15	0.002	0.015	6.78	0.002	269	17	0.064	0.019	0.028	0.007	0.00371	0.00024	0.25	0.02	0.00363	23.4	1.5
Stanley-16	0.003	0.008	7.52	0.001	256	15	0.063	0.016	0.030	0.007	0.00391	0.00023	0.23	0.02	0.00383	24.6	1.5
Stanley-17	0.001	0.008	6.12	0.001	288	19	0.062	0.016	0.028	0.006	0.00347	0.00023	0.29	0.02	0.00340	21.9	1.5
Stanley-18	0.005	0.023	7.01	0.003	250	14	0.097	0.018	0.051	0.009	0.00400	0.00022	0.33	0.06	0.00374	24.1	1.4
Stanley-19	0.003	0.030	6.66	0.004	257	17	0.071	0.016	0.038	0.008	0.00389	0.00025	0.30	0.03	0.00377	24.2	1.6
Stanley-20	0.004	0.006	6.79	0.001	245	16	0.067	0.014	0.037	0.007	0.00409	0.00027	0.35	0.03	0.00398	25.6	1.7
Stanley-21	0.004	0.007	5.02	0.001	244	18	0.091	0.024	0.048	0.011	0.00410	0.00030	0.31	0.06	0.00387	24.9	2.0
Average	0.01	0.01	6.77		248		0.1093		0.061		0.00405				0.00371	23.8	
SD	0.01	0.01	1.50		19		0.0564		0.039		0.00034				0.00012	0.8	
RSD(%)	127%	52%	22%		8%		51.6%		64.1%		8.3%				3.3%	3.3%	

Table 2S Average chemical compositions of the studied andradite samples

	Willsboro		Mali		MKWB	DGS	Stanley
	This study	Seman et al., 2017	This study	Seman et al., 2017	This study	This study	This study
(% m/m)	n=10		n=10		n=10	n=10	n=10
SiO ₂	35.88		36.86		35.35	35.16	35.05
TiO ₂	0.16		1.35		0.31	0.00	0.02
Al ₂ O ₃	3.26		8.65		3.65	0.02	1.49
Cr ₂ O ₃	0.01		0.01		0.02	0.01	0.01
Fe ₂ O ₃	21.2		14.6		20.6	24.4	23.4
MnO	0.07		0.31		0.49	0.19	0.19
MgO	0.07		0.50		0.11	0.08	0.04
CaO	32.9		33.9		31.1	31.9	33.0
Total	99.31		99.12		98.74	98.19	98.76
(µg g ⁻¹)	n=50	n=32	n=50	n=30	n=18	n=18	n=18
Rb	0.02		0.05		0.06	0.22	0.02
Sr	1.08		0.62		0.40	0.16	0.14
Y	6.35	4.26	35.9	10.9	42.2	3.39	9.59
Zr	45.9	10.7	96.2	25.4	48.9	1.80	0.16
Nb	2.85		14.4		2.21	0.02	0.06
Ba	0.41		0.09		0.06	0.07	0.07
La	2.46	4.11	5.51	4.61	0.68	10.7	1.87
Ce	23.0	17.2	55.0	30.8	9.41	17.7	3.88
Pr	4.05	3.21	12.5	4.82	2.86	1.55	0.95
Nd	14.2	15.2	62.3	19.5	17.1	5.71	4.39
Sm	1.78	1.81	10.3	3.60	5.36	1.08	0.89
Eu	6.14	6.41	7.71	1.03	4.38	0.93	0.44
Gd	1.23	2.18	8.15	2.81	6.69	0.72	1.02
Tb	0.17	0.11	1.15	0.39	1.05	0.09	0.14
Dy	1.10	0.63	7.17	2.23	6.97	0.57	0.87
Ho	0.22	0.12	1.36	0.42	1.42	0.10	0.18
Er	0.64	0.42	3.65	1.13	4.04	0.30	0.47
Tm	0.09	0.04	0.51	0.15	0.57	0.04	0.06
Yb	0.66	0.34	3.42	1.05	3.82	0.24	0.33
Lu	0.10	0.05	0.47	0.14	0.50	0.03	0.04
Hf	1.24	0.37	2.00	0.27	1.78	0.04	0.04
Ta	0.15		1.14		0.14	0.01	0.01
Pb	0.48	0.15	1.25	0.24	0.21	0.61	0.16
Th	2.15	1.00	4.71	2.02	0.20	0.04	0.35
U	1.52	1.36	7.44	2.00	3.22	11.8	5.62