

Supplementary Material

Table S1. Steel samples composition, %.

Sample	B	C	Al	Si	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Nb	Mo	W
S1	NA	NA	0.81	0.47	NA	NA	1.78	0.29	NA	NA	0.21	0.28	NA	0.18	NA
S2	NA	0.44	NA	0.18	NA	NA	1.88	0.22	NA	NA	0.75	NA	NA	NA	NA
S3	NA	0.52	NA	0.32	NA	NA	0.92	0.59	NA	NA	0.50	NA	NA	NA	NA
S4	NA	0.42	NA	0.51	NA	NA	0.60	1.09	NA	NA	0.35	NA	NA	NA	NA
S5	NA	0.42	NA	0.51	NA	NA	0.60	1.09	NA	NA	0.35	NA	NA	NA	NA
S6	NA	0.51	NA	0.61	NA	NA	0.31	2.02	NA	NA	0.21	NA	NA	NA	NA
S7	NA	0.050	NA	0.794	NA	NA	19.68	1.28	NA	NA	10.89	0.116	1.02	NA	NA
S8	NA	0.060	NA	0.469	NA	NA	17.61	1.50	NA	NA	12.80	0.222	0.677	NA	NA
S9	NA	0.050	NA	0.311	NA	NA	15.66	2.23	NA	NA	14.90	0.344	0.465	NA	NA
S10	NA	0.37	NA	0.15	NA	NA	0.32	1.03	NA	NA	1.52	NA	NA	NA	NA
S11	NA	0.39	NA	0.21	NA	NA	0.52	0.68	NA	NA	1.27	NA	NA	NA	NA
S12	NA	0.4	NA	0.34	NA	NA	0.77	0.52	NA	NA	0.97	NA	NA	NA	NA
S13	NA	0.44	NA	0.60	NA	NA	1.08	0.29	NA	NA	0.77	NA	NA	NA	NA
S14	0.001	0.02	2.65	0.23	2.07	NA	10.33	0.23	NA	NA	37.80	NA	NA	NA	1.18
S15	0.010	0.02	1.39	0.37	2.57	NA	12.30	0.38	NA	NA	32.60	NA	NA	NA	2.04
S16	0.020	0.02	0.67	0.49	2.90	NA	14.70	0.53	NA	NA	30.00	NA	NA	NA	3.30
S17	0.03	0.03	0.29	0.79	3.05	NA	17.70	0.86	NA	NA	23.43	NA	NA	NA	3.93
S18	NA	0.02	0.17	1.08	0.85	NA	20.20	0.15	4.09	NA	NA	0.12	0.60	1.53	NA
S19	NA	0.03	0.32	0.85	0.65	NA	20.20	0.25	2.52	NA	NA	0.16	0.80	1.90	NA
S20	NA	0.02	0.50	0.56	0.49	NA	20.02	0.41	1.50	NA	NA	0.25	1.10	2.28	NA
S21	NA	0.03	0.86	0.43	0.33	NA	20.03	0.57	0.96	NA	NA	0.38	1.56	2.84	NA
S22	NA	0.050	NA	0.85	NA	NA	21.01	4.53	NA	NA	2.38	NA	NA	NA	NA
S23	NA	0.080	NA	0.61	NA	NA	16.96	6.65	NA	NA	3.42	NA	NA	NA	NA
S24	NA	0.060	NA	0.25	NA	NA	12.72	8.68	NA	NA	5.04	NA	NA	NA	NA
S25	NA	0.4	NA	2.74	NA	NA	7.99	0.90	NA	NA	0.85	NA	NA	1.00	NA
S26	NA	0.42	NA	2.26	NA	NA	9.05	0.52	NA	NA	0.57	NA	NA	0.78	NA
S27	NA	0.42	NA	1.87	NA	NA	10.05	0.30	NA	NA	0.25	NA	NA	0.48	NA
S28	NA	0.41	NA	1.60	NA	NA	10.91	0.14	NA	NA	0.13	NA	NA	0.24	NA
S29	NA	0.07	0.35	1.05	NA	NA	19.45	1.02	NA	NA	4.96	NA	NA	NA	NA
S30	NA	0.06	0.61	0.58	NA	NA	16.35	0.57	NA	NA	6.38	NA	NA	NA	NA
S31	NA	0.06	0.89	0.42	NA	NA	14.39	0.39	NA	NA	7.71	NA	NA	NA	NA
S32	NA	0.020	0.230	0.53	0.34	NA	0.56	0.34	NA	20.2	26.37	0.34	NA	NA	NA
S33	NA	0.020	0.410	0.36	0.29	NA	0.54	0.54	NA	17.4	30.10	0.230	NA	NA	NA
S34	NA	0.030	0.620	0.2	0.2	NA	0.73	0.75	NA	14.4	34.00	0.130	NA	NA	NA
S35	NA	NA	NA	0.031	NA	0.48	1.61	0.71	NA	NA	0.18	0.18	0.03	0.45	NA
S36	NA	NA	NA	0.13	NA	0.31	1.73	0.64	NA	NA	0.25	0.20	0.15	0.68	NA
S37	NA	NA	NA	0.27	NA	0.21	1.28	0.44	NA	NA	0.40	0.38	0.24	0.85	NA
S38	NA	NA	NA	0.54	NA	0.1	0.95	0.24	NA	NA	0.62	0.50	0.35	1.19	NA
S39	NA	NA	2.16	0.14	NA	NA	0.08	0.16	NA	NA	32.9	NA	NA	NA	NA
S40	NA	NA	1.67	0.27	NA	NA	0.11	0.36	NA	NA	32.7	NA	NA	NA	NA
S41	NA	NA	1.17	0.56	NA	NA	0.17	0.53	NA	NA	32.7	NA	NA	NA	NA
S42	NA	NA	0.82	0.93	NA	NA	0.31	0.73	NA	NA	31.1	NA	NA	NA	NA

Table S2. Ore samples composition, %

Sample	C	Fe	Na	Ti	Si	Al	K	Mn	Mg
O1	0.24	38.21	NA	0.36	7.75	5.48	NA	0.33	1.31

O2	0.29	28.03	0.50	0.06	22.95	2.07	1.07	0.05	1.19
O3	0.06	35.17	0.04	0.03	19.43	0.88	0.29	0.05	0.05
O4	1.13	59.45	0.07	0.02	3.74	0.53	0.13	0.36	0.13
O5	0.16	62.21	0.02	0.04	1.58	0.73	0.06	0.08	1.68
O6	0.06	56.16	NA	NA	8.17	0.58	NA	0.05	0.02
O7	NA	32.98	NA	NA	1.07	0.34	NA	NA	6.57
O8	NA	68.21	NA	0.01	0.27	0.17	NA	0.01	0.01
O9	0.03	63.19	0.12	0.03	2.86	0.62	0.08	0.12	0.45
O10	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
O11	NA	43.36	0.07	0.08	6.43	2.51	0.29	1.91	0.45
O12	0.94	25.97	NA	0.20	13.16	3.93	0.51	1.55	2.00
O13	0.06	43.27	0.05	6.22	3.63	5.18	0.11	0.19	1.84
O14	0.03	24.38	NA	23.62	0.58	1.05	NA	NA	NA
O15	0.50	9.65	NA	NA	3.22	3.75	NA	NA	11.28
O16	0.13	10.30	0.26	0.05	2.21	4.36	0.04	0.12	9.70
O17	0.11	NA	NA	0.02	3.34	0.39	NA	NA	0.39
O18	1.30	NA	0.37	0.04	3.80	1.39	0.17	NA	0.42
O19	0.81	NA	0.05	0.22	5.07	4.91	0.01	NA	0.48
O20	0.90	NA	0.23	0.11	7.33	2.79	0.69	NA	0.27
O21	0.35	NA	0.42	0.13	22.28	5.18	4.14	NA	0.45
O22	1.14	NA	0.09	0.03	5.82	1.39	0.42	NA	0.14
O23	6.09	NA	0.04	0.04	2.90	1.02	0.03	NA	1.81
O24	6.05	NA	0.15	0.03	7.51	0.75	0.09	NA	0.57
O25	NA	NA	NA	0.04	2.90	1.02	NA	NA	1.81
O26	NA	NA	NA	0.06	2.86	0.55	0.09	NA	NA
O27	NA	NA	2.85	NA	NA	NA	3.51	NA	0.04
O28	NA	18.02	0.68	0.12	10.35	2.73	1.33	1.71	5.16
O29	8.36	1.59	NA	0.02	9.66	0.37	0.15	0.05	7.18
O30	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
O31	NA	0.66	NA	0.03	21.43	1.06	NA	NA	NA
O32	NA	26.22	0.02	0.44	16.09	1.90	NA	NA	0.09
O33	NA	11.12	NA	NA	1.28	4.03	NA	0.12	NA
O34	NA	11.12	NA	0.10	2.66	11.38	NA	0.10	NA
O35	NA	8.32	NA	0.03	7.95	2.82	NA	0.14	NA
O36	NA	10.07	NA	0.08	10.24	2.39	NA	0.14	NA
O37	NA	2.73	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
O38	NA	13.85	NA	NA	NA	NA	28.17	NA	NA
O39	NA	2.76	0.95	1.54	31.33	8.65	1.73	0.02	0.43
O40	NA	33.85	NA	0.22	8.32	1.12	NA	2.15	0.89
O41	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	0.34	<DL	<DL
O42	0.22	62.53	0.05	0.01	1.09	1.00	0.01	0.18	1.95
O43	0.27	51.75	0.14	0.08	3.23	1.98	0.05	0.03	3.50
O44	0.03	64.06	0.07	0.01	0.71	0.89	0.02	0.17	3.24
O45	1.10	48.08	0.09	0.01	2.03	1.41	0.17	0.05	2.08
O46	0.06	53.55	<DL	0.07	3.43	1.97	0.01	0.28	4.10
O47	0.04	59.10	0.02	0.05	1.15	2.40	<DL	0.15	5.22
O48	0.04	64.56	0.03	0.01	1.37	1.63	0.01	0.04	2.30
O49	<DL	60.43	<DL	0.25	1.49	2.48	0.01	0.19	2.69
O50	0.04	61.98	0.04	0.01	1.63	1.61	0.02	0.12	2.42
O51	1.96	40.37	0.04	<DL	10.22	0.37	0.02	0.02	0.63
O52	0.58	43.99	0.30	0.10	6.56	1.93	0.21	<DL	5.04

O53	0.04	61.69	<DL	0.03	2.01	2.04	0.04	0.21	1.65
O54	0.92	55.36	<DL	0.02	1.63	1.63	0.01	0.22	2.56
O55	1.06	56.62	0.02	0.02	1.51	1.16	0.01	0.05	1.80
O56	0.07	57.67	0.10	0.08	2.74	2.31	0.02	0.20	2.52
O57	0.07	52.18	0.02	0.05	4.87	1.67	0.01	0.24	3.41
O58	1.25	56.96	0.02	0.01	1.09	1.05	0.01	0.14	2.29
O59	0.10	62.10	0.02	0.11	1.73	1.52	0.02	0.09	2.05
O60	0.03	11.97	0.89	0.33	18.08	8.35	1.18	0.09	3.65
O61	<DL	11.92	0.61	0.11	18.11	7.79	0.69	0.12	7.06
O62	0.08	11.41	0.78	0.34	19.62	6.41	0.42	0.14	7.85
O63	0.05	11.13	1.22	0.55	17.67	6.17	0.05	0.19	2.50
O64	<DL	49.90	0.23	0.10	2.93	1.34	0.26	0.12	0.86
O65	0.05	32.36	<DL	0.19	7.84	2.41	<DL	0.10	2.95
O66	0.23	2.38	2.35	0.20	35.94	5.10	0.20	0.04	0.75
O67	<DL	13.59	1.81	0.85	19.41	6.89	1.35	0.13	1.93
O68	0.09	9.05	0.82	0.22	20.07	7.66	0.27	0.13	8.28

Table S3. Steel and ore test samples

Element	Test set
Si	S6, S7, S9, S16, S21, S24, S28, S32, S33, S34, S39, S41, S42, O2, O5, O9, O11, O13, O16, O24, O25, O28, O29, O35, O43, O44, O48, O57, O58, O59, O63, O67, O68
Al	S17, S33, S34, S41, S42, O1, O2, O3, O4, O9, O11, O14, O22, O23, O33, O35, O46, O47, O50, O51, O55, O57, O60, O66, O67
Ti	S20, S33, O1, O16, O23, O24, O26, O34, O35, O36, O42, O43, O48, O49, O54, O61, O65, O68
Mn	S3, S10, S13, S17, S20, S26, S33, S35, S38, S39, S40, O9, O13, O16, O36, O45, O47, O51, O55, O56, O57, O59, O66, O67

Table S4. Threshold values for concentrations

Element	Threshold concentration of the element, %	
	Steel	Ore
Si	-	-
Al	-	-
Ti	1	0.6
Mn	1.75	0.5