Shuang-Qing Li, He Song, and Fukun Chen, 2020, Provenance changes across the mid-Cretaceous unconformity in basins of northeastern China: Evidence for an integrated paleolake system and tectonic transformation: GSA Bulletin, <https://doi.org/10.1130/B35660.1>.

Supplemental Material

Table S1. U-Pb isotopic data of detrital zircons from the Quantou, Dengloulou and Taoqihe formations of the Songliao Basin.

Table S2. Sm-Nd isotopic composition of the Quantou, Dengloulou and Taoqihe formations in the Songliao Basin.

Table S1. U-Pb isotopic data of detrital zircons from the Quantou, Denglouku and Taoqihe formations of the Songliao Basin.

Spot No.	Content (ppm) and ratio				Isotopic ratios						Age (1 σ , Ma)		
	Pb	Th	U	Th/U	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	1 σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	1 σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	1 σ	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U
Quantou Fm. (FK11-75)													
FK11-75-1	248	1770	3414	0.52	0.052942	0.001182	0.425024	0.009272	0.057855	0.000580	328 $\pm$ 50	360 $\pm$ 7	363 $\pm$ 4
FK11-75-2	247	192	345	0.56	0.186925	0.004236	13.793292	0.350469	0.529188	0.007949	2717 $\pm$ 38	2736 $\pm$ 24	2738 $\pm$ 34
FK11-75-3	185	255	263	0.97	0.169056	0.005028	11.034212	0.334325	0.471063	0.006023	2550 $\pm$ 50	2526 $\pm$ 28	2488 $\pm$ 26
FK11-75-4	898	391	1504	0.26	0.157902	0.006464	10.748058	0.482216	0.489181	0.006638	2433 $\pm$ 69	2502 $\pm$ 42	2567 $\pm$ 29
FK11-75-5	30	218	836	0.26	0.059256	0.008652	0.217293	0.034022	0.029119	0.002802	576 $\pm$ 316	200 $\pm$ 28	185 $\pm$ 18
FK11-75-6	951	218	1733	0.13	0.159799	0.004526	10.146218	0.311625	0.457376	0.006430	2453 $\pm$ 49	2448 $\pm$ 28	2428 $\pm$ 28
FK11-75-7	732	217	1849	0.12	0.141740	0.003503	6.793194	0.279916	0.340789	0.009162	2250 $\pm$ 43	2085 $\pm$ 36	1890 $\pm$ 44
FK11-75-8	186	118	287	0.41	0.178156	0.005962	12.246115	0.572868	0.485598	0.007906	2636 $\pm$ 56	2623 $\pm$ 44	2552 $\pm$ 34
FK11-75-9	215	112	339	0.33	0.182357	0.005503	12.370754	0.465713	0.481435	0.009807	2676 $\pm$ 50	2633 $\pm$ 35	2534 $\pm$ 43
FK11-75-10	431	696	582	1.19	0.173745	0.004342	11.455305	0.321102	0.472702	0.006103	2594 $\pm$ 42	2561 $\pm$ 26	2495 $\pm$ 27
FK11-75-11	185	150	285	0.52	0.194907	0.004853	11.822870	0.302026	0.439489	0.007931	2784 $\pm$ 41	2590 $\pm$ 24	2348 $\pm$ 36
FK11-75-12	68	1283	1272	1.01	0.053138	0.001545	0.279413	0.007719	0.038437	0.000465	345 $\pm$ 32	250 $\pm$ 6	243 $\pm$ 3
FK11-75-13	318	253	539	0.47	0.168741	0.005438	10.784017	0.589689	0.450689	0.010513	2546 $\pm$ 54	2505 $\pm$ 51	2398 $\pm$ 47
FK11-75-14	18	194	341	0.57	0.053295	0.003057	0.295591	0.015639	0.041070	0.000851	343 $\pm$ 130	263 $\pm$ 12	259 $\pm$ 5
FK11-75-15	178	1363	3148	0.43	0.058285	0.002187	0.369873	0.014551	0.045885	0.000601	539 $\pm$ 81	320 $\pm$ 11	289 $\pm$ 4
FK11-75-16	32	631	479	1.32	0.058119	0.003676	0.348312	0.022033	0.043869	0.000725	600 $\pm$ 171	303 $\pm$ 17	277 $\pm$ 4
FK11-75-17	451	464	899	0.52	0.157816	0.004103	8.675518	0.251420	0.397685	0.005506	2432 $\pm$ 44	2305 $\pm$ 26	2158 $\pm$ 25
FK11-75-18	6	72	91	0.79	0.039010	0.006351	0.377651	0.037479	0.046749	0.001864	—	325 $\pm$ 28	295 $\pm$ 11
FK11-75-19	143	157	225	0.70	0.161168	0.003612	10.240507	0.240063	0.460571	0.005665	2468 $\pm$ 38	2457 $\pm$ 22	2442 $\pm$ 25
FK11-75-20	207	288	321	0.90	0.162710	0.003375	10.602086	0.271561	0.472545	0.008687	2484 $\pm$ 35	2489 $\pm$ 24	2495 $\pm$ 38
FK11-75-21	272	369	424	0.87	0.170422	0.004507	10.690218	0.329315	0.451920	0.006741	2562 $\pm$ 44	2497 $\pm$ 29	2404 $\pm$ 30
FK11-75-22	147	240	194	1.24	0.181612	0.004513	11.629361	0.293981	0.463350	0.005545	2668 $\pm$ 42	2575 $\pm$ 24	2454 $\pm$ 24
FK11-75-23	123	101	191	0.53	0.160879	0.003567	10.528820	0.245535	0.474900	0.005938	2465 $\pm$ 37	2482 $\pm$ 22	2505 $\pm$ 26
FK11-75-24	96	96	145	0.66	0.155394	0.004215	10.397164	0.319927	0.486088	0.010815	2406 $\pm$ 45	2471 $\pm$ 29	2554 $\pm$ 47

FK11-75-25	220	122	380	0.32	0.161187	0.003358	10.301601	0.260455	0.461964	0.006303	2468±35	2462±23	2448±28
FK11-75-26	151	142	228	0.62	0.165427	0.003671	10.874062	0.271913	0.477445	0.005766	2522±37	2512±23	2516±25
FK11-75-27	442	566	733	0.77	0.161329	0.003141	9.454680	0.207515	0.424536	0.005275	2469±33	2383±20	2281±24
FK11-75-28	12	147	371	0.40	0.054914	0.003987	0.300714	0.020533	0.039388	0.000898	409±163	267±16	249±6
FK11-75-29	9	259	299	0.86	0.055025	0.006042	0.155567	0.014437	0.021281	0.000645	413±248	147±13	136±4
FK11-75-30	87	314	1704	0.18	0.056893	0.005568	0.340631	0.032471	0.042972	0.000502	487±223	298±25	271±3
FK11-75-31	89	1443	1509	0.96	0.054807	0.007098	0.307004	0.038148	0.040563	0.000446	406±294	272±30	256±3
FK11-75-32	56	551	1480	0.37	0.045234	0.003941	0.193481	0.016187	0.030634	0.000369	—	180±14	195±2

Denglouku Fm. (FK11-76)

FK11-76-01	834	648	1775	0.36	0.157556	0.003264	9.562438	0.210489	0.434406	0.006415	2429±35	2394±20	2326±29
FK11-76-02	25	226	496	0.45	0.051991	0.003326	0.302646	0.019645	0.041680	0.000879	283±151	268±15	263±5
FK11-76-03	63	842	1139	0.74	0.054775	0.002122	0.314860	0.011618	0.041551	0.000503	467±82	278±9	262±3
FK11-76-04	12	129	236	0.54	0.053130	0.004362	0.301614	0.020191	0.038527	0.001122	345±155	268±16	244±7
FK11-76-05	24	211	452	0.47	0.056218	0.002815	0.326570	0.015638	0.042317	0.000608	461±111	287±12	267±4
FK11-76-06	46	661	841	0.79	0.048116	0.002005	0.281222	0.012330	0.042486	0.000729	106±-94	252±10	268±5
FK11-76-07	884	1587	1180	1.35	0.157738	0.003352	10.440035	0.238191	0.476974	0.005864	2432±41	2475±21	2514±26
FK11-76-08	38	50	61	0.82	0.160797	0.005230	10.665715	0.343740	0.488738	0.010021	2464±54	2494±30	2565±43
FK11-76-09	10	6	18	0.34	0.170438	0.008747	10.840666	0.577567	0.490132	0.016620	2562±91	2510±50	2571±72
FK11-76-10	14	80	262	0.30	0.054226	0.003384	0.328916	0.018649	0.043807	0.000980	389±144	289±14	276±6
FK11-76-11	14	119	456	0.26	0.050424	0.003286	0.193253	0.010392	0.026368	0.000592	213±155	179±9	168±4
FK11-76-12	187	170	276	0.62	0.169201	0.004675	11.669143	0.315829	0.497520	0.005818	2550±46	2578±25	2603±25
FK11-76-13	15	247	401	0.62	0.053814	0.004818	0.235282	0.018586	0.030167	0.000597	365±204	215±15	192±4
FK11-76-14	65	47	167	0.28	0.113978	0.003035	5.099476	0.131424	0.323454	0.004419	1865±47	1836±22	1807±22
FK11-76-15	21	487	524	0.93	0.052455	0.002983	0.226141	0.012182	0.030369	0.000605	306±131	207±10	193±4
FK11-76-16	9	176	243	0.73	0.051711	0.007948	0.221413	0.024658	0.029147	0.001081	272±318	203±20	185±7
FK11-76-17	17	429	282	1.52	0.058267	0.005864	0.301007	0.023981	0.038654	0.002163	539±222	267±19	244±13
FK11-76-18	108	1004	2169	0.46	0.048294	0.001442	0.274158	0.007773	0.040821	0.000466	122±70	246±6	258±3
FK11-76-19	25	258	488	0.53	0.056092	0.005274	0.325571	0.035738	0.041478	0.000656	457±211	286±27	262±4
FK11-76-20	24	322	701	0.46	0.047583	0.002312	0.180752	0.007797	0.027391	0.000421	80±111	169±7	174±3
FK11-76-21	331	185	500	0.37	0.162674	0.002929	11.402452	0.198128	0.503444	0.004573	2484±31	2557±16	2629±20
FK11-76-22	29	392	561	0.70	0.052563	0.002644	0.278477	0.012884	0.039308	0.000567	309±115	249±10	249±4

FK11-76-23	10	133	192	0.69	0.050646	0.005138	0.304801	0.021922	0.039544	0.001124	233±209	270±17	250±7
FK11-76-24	779	570	1222	0.47	0.172008	0.002872	11.335036	0.195195	0.474088	0.004295	2577±27	2551±16	2501±19
FK11-76-25	61	665	1184	0.56	0.051790	0.001778	0.291115	0.009706	0.040843	0.000540	276±80	259±8	258±3
FK11-76-26	34	470	942	0.50	0.054433	0.002785	0.213659	0.010756	0.028524	0.000439	391±82	197±9	181±3
FK11-76-27	371	469	577	0.81	0.160642	0.002955	9.511238	0.193076	0.427143	0.005490	2463±32	2389±19	2293±25
FK11-76-28	378	727	424	1.72	0.159752	0.002974	11.677922	0.247497	0.527315	0.007528	2453±31	2579±20	2730±32
FK11-76-29	23	141	432	0.33	0.055300	0.002490	0.335223	0.014838	0.044278	0.000963	433±100	294±11	279±6
FK11-76-30	345	351	573	0.61	0.158277	0.002848	9.647125	0.168285	0.439200	0.003996	2439±36	2402±16	2347±18
FK11-76-31	17	264	490	0.54	0.050348	0.003016	0.196441	0.009747	0.027804	0.000469	209±139	182±8	177±3
FK11-76-32	10	153	268	0.57	0.046235	0.003471	0.228762	0.013936	0.030791	0.000661	9±180	209±12	195±4
FK11-76-33	88	828	2016	0.41	0.054400	0.001771	0.273073	0.008782	0.036311	0.000482	387±68	245±7	230±3
FK11-76-34	30	303	531	0.57	0.048919	0.002198	0.281474	0.010670	0.042682	0.000707	143±110	252±8	269±4
FK11-76-35	36	585	1168	0.50	0.048887	0.002038	0.172926	0.006861	0.025955	0.000433	143±98	162±6	165±3
FK11-76-36	43	397	815	0.49	0.056315	0.002319	0.315758	0.012315	0.040563	0.000614	465±91	279±10	256±4
FK11-76-37	79	194	104	1.87	0.154295	0.004020	9.003032	0.245197	0.418553	0.007400	2394±44	2338±25	2254±34
FK11-76-38	49	682	921	0.74	0.053170	0.002373	0.290860	0.012641	0.039785	0.000682	345±102	259±10	252±4
FK11-76-39	42	352	1157	0.30	0.049592	0.002129	0.226399	0.009554	0.033203	0.000575	176±100	207±8	211±4
FK11-76-40	12	173	322	0.54	0.052105	0.004654	0.217143	0.017139	0.029057	0.000677	300±206	200±14	185±4
FK11-76-41	17	76	240	0.32	0.059804	0.005303	0.471156	0.036869	0.058482	0.001695	598±199	392±25	366±10
FK11-76-42	49	596	931	0.64	0.049217	0.001889	0.310184	0.012299	0.045399	0.000731	167±95	274±10	286±5
FK11-76-43	29	472	525	0.90	0.048494	0.002506	0.270048	0.012949	0.040264	0.000592	124±115	243±10	254±4
FK11-76-44	10	76	184	0.41	0.049879	0.004194	0.324776	0.024068	0.043217	0.000915	191±181	286±18	273±6
FK11-76-45	67	1346	1276	1.05	0.054500	0.003457	0.279631	0.017374	0.036889	0.000620	391±143	250±14	234±4
FK11-76-46	29	288	539	0.53	0.047752	0.004394	0.276192	0.024365	0.041648	0.000625	87±213	248±19	263±4

Taoqihe Fm. (FK11-129)

FK11-129-1	15	290	375	0.77	0.048531	0.004101	0.214884	0.015716	0.030265	0.000596	124±198	198±13	192±4
FK11-129-2	43	705	1038	0.68	0.047912	0.002294	0.205348	0.009895	0.030782	0.000372	95±117	190±8	195±2
FK11-129-3	24	473	546	0.87	0.045405	0.003075	0.203175	0.012030	0.030579	0.000491	—	188±10	194±3
FK11-129-4	16	465	329	1.41	0.049630	0.004407	0.231397	0.014904	0.030499	0.000733	176±196	211±12	194±5
FK11-129-5	37	763	881	0.87	0.048836	0.002273	0.202326	0.008822	0.030319	0.000526	139±111	187±7	193±3
FK11-129-6	117	2031	2907	0.70	0.047579	0.001325	0.200828	0.005610	0.030250	0.000323	80±67	186±5	192±2

FK11-129-7	30	285	494	0.58	0.052404	0.002521	0.341090	0.015363	0.046458	0.000813	302±109	298±12	293±5
FK11-129-8	47	706	915	0.77	0.053094	0.002475	0.281165	0.012307	0.038425	0.000678	332±101	252±10	243±4
FK11-129-9	21	413	434	0.95	0.046543	0.004419	0.223392	0.018335	0.033706	0.000958	33±206	205±15	214±6
FK11-129-10	14	476	517	0.92	0.047933	0.004572	0.141070	0.010802	0.019517	0.000515	95±211	134±10	125±3
FK11-129-11	10	137	243	0.56	0.044552	0.006420	0.232840	0.023065	0.030732	0.001139	—	213±19	195±7
FK11-129-12	49	689	1268	0.54	0.047629	0.001863	0.201335	0.007768	0.030622	0.000437	80±93	186±7	194±3
FK11-129-13	15	262	393	0.66	0.048919	0.003295	0.216805	0.012775	0.030707	0.000585	143±152	199±11	195±4
FK11-129-14	33	474	890	0.53	0.053582	0.003023	0.213650	0.011275	0.029303	0.000463	354±128	197±9	186±3
FK11-129-15	12	168	311	0.54	0.045270	0.004396	0.223239	0.016809	0.030988	0.000906	—	205±14	197±6
FK11-129-16	18	337	447	0.75	0.053197	0.003516	0.238031	0.013465	0.031035	0.000561	345±145	217±11	197±4
FK11-129-17	47	678	1275	0.53	0.048098	0.002363	0.195241	0.009550	0.029254	0.000495	106±111	181±8	186±3
FK11-129-18	13	209	389	0.54	0.051842	0.005172	0.203468	0.016044	0.027470	0.000861	280±234	188±14	175±5
FK11-129-19	43	939	978	0.96	0.047336	0.002199	0.205479	0.008740	0.031597	0.000454	65±107	190±7	201±3
FK11-129-20	42	523	780	0.67	0.055606	0.003529	0.314536	0.021359	0.040179	0.000724	435±143	278±16	254±4
FK11-129-21	40	573	776	0.74	0.051910	0.002230	0.280304	0.011688	0.039221	0.000601	280±94	251±9	248±4
FK11-129-22	17	266	467	0.57	0.051474	0.004116	0.213233	0.013080	0.028813	0.000735	261±179	196±11	183±5
FK11-129-23	18	182	279	0.65	0.051476	0.003423	0.387641	0.023623	0.051886	0.001034	261±154	333±17	326±6
FK11-129-24	31	575	785	0.73	0.054124	0.002725	0.212367	0.009746	0.029088	0.000473	376±115	196±8	185±3
FK11-129-25	14	361	336	1.07	0.046412	0.003766	0.211700	0.014581	0.030767	0.000639	20±191	195±12	195±4
FK11-129-26	28	471	639	0.74	0.047453	0.003245	0.217207	0.013291	0.033165	0.000617	72±156	200±11	210±4
FK11-129-27	28	339	539	0.63	0.053810	0.002547	0.302156	0.013698	0.041034	0.000709	365±106	268±11	259±4
FK11-129-28	35	430	639	0.67	0.054685	0.004013	0.310039	0.021087	0.042040	0.000966	398±167	274±16	265±6
FK11-129-29	46	793	1258	0.63	0.048414	0.002234	0.186294	0.008310	0.028123	0.000476	120±114	173±7	179±3
FK11-129-30	19	413	437	0.95	0.052857	0.004348	0.222481	0.017632	0.029616	0.000823	324±187	204±15	188±5
FK11-129-31	15	265	379	0.70	0.050588	0.004417	0.231573	0.018582	0.030778	0.000887	220±204	211±15	195±6
FK11-129-32	26	230	466	0.49	0.055906	0.003025	0.340263	0.016631	0.043875	0.000795	450±120	297±13	277±5
FK11-129-33	20	432	496	0.87	0.051946	0.004055	0.217623	0.014847	0.030366	0.000820	283±177	200±12	193±5
FK11-129-34	22	301	587	0.51	0.048802	0.003008	0.200825	0.010399	0.029404	0.000585	139±137	186±9	187±4
FK11-129-35	58	553	933	0.59	0.053831	0.002058	0.362917	0.012892	0.048613	0.000742	365±90	314±10	306±5
FK11-129-36	37	475	859	0.55	0.047719	0.002481	0.227923	0.011858	0.033711	0.000585	87±124	208±10	214±4
FK11-129-37	39	464	1080	0.43	0.049166	0.002207	0.197580	0.008686	0.029087	0.000401	167±101	183±7	185±3
FK11-129-38	51	750	951	0.79	0.051316	0.002146	0.280870	0.011294	0.040213	0.000601	254±92	251±9	254±4

FK11-129-39	42	300	793	0.38	0.055192	0.002964	0.323098	0.016008	0.043147	0.000841	420±153	284±12	272±5
FK11-129-40	37	1064	815	1.31	0.051171	0.002695	0.206441	0.009945	0.029181	0.000470	256±120	191±8	185±3
Taoqihe Fm. (FK11-130)													
FK11-130-1	66	1773	1491	1.19	0.056494	0.002533	0.223254	0.009552	0.029249	0.000759	472±100	205±8	186±5
FK11-130-2	13	284	308	0.92	0.044973	0.005589	0.202566	0.019328	0.029493	0.000863	—	187±16	187±5
FK11-130-3	39	403	911	0.44	0.052458	0.002279	0.242575	0.009884	0.033967	0.000649	306±128	221±8	215±4
FK11-130-4	25	360	673	0.54	0.054971	0.003716	0.219961	0.013181	0.029165	0.000504	409±150	202±11	185±3
FK11-130-5	22	382	518	0.74	0.050776	0.003829	0.216494	0.014474	0.030913	0.000707	232±169	199±12	196±4
FK11-130-6	41	1230	887	1.39	0.048640	0.002723	0.194500	0.009904	0.029335	0.000490	132±126	180±8	186±3
FK11-130-7	22	356	558	0.64	0.046310	0.002814	0.195632	0.010903	0.030851	0.000920	13±141	181±9	196±6
FK11-130-8	21	315	510	0.62	0.055890	0.003798	0.241709	0.016883	0.031338	0.000602	456±145	220±14	199±4
FK11-130-9	15	215	385	0.56	0.053318	0.003522	0.237667	0.013042	0.030962	0.000687	343±150	217±11	197±4
FK11-130-10	22	342	590	0.58	0.050797	0.002850	0.206586	0.010359	0.029619	0.000513	232±134	191±9	188±3
FK11-130-11	48	1116	855	1.30	0.055788	0.003250	0.282583	0.015107	0.036844	0.000629	443±130	253±12	233±4
FK11-130-12	31	804	691	1.16	0.055545	0.003138	0.234503	0.013155	0.030550	0.000492	435±126	214±11	194±3
FK11-130-13	27	674	526	1.28	0.052425	0.003739	0.251143	0.016458	0.033987	0.000580	306±163	228±13	215±4
FK11-130-14	29	745	678	1.10	0.053373	0.003568	0.209319	0.013239	0.028895	0.000580	346±156	193±11	184±4
FK11-130-15	49	1500	1064	1.41	0.050727	0.002053	0.213666	0.007869	0.030667	0.000436	228±94	197±7	195±3
FK11-130-16	14	248	367	0.68	0.047863	0.010166	0.209529	0.031563	0.028821	0.001023	100±431	193±26	183±6
FK11-130-17	36	765	893	0.86	0.048692	0.002417	0.205840	0.009636	0.030902	0.000456	132±121	190±8	196±3
FK11-130-18	119	1870	2863	0.65	0.049760	0.002045	0.228333	0.008798	0.033130	0.000431	183±96	209±7	210±3
FK11-130-19	23	399	545	0.73	0.050095	0.003183	0.225839	0.012661	0.032750	0.000578	198±142	207±10	208±4
FK11-130-20	28	583	660	0.88	0.051300	0.003522	0.228397	0.016360	0.032133	0.000729	254±159	209±14	204±5
FK11-130-21	47	1106	1033	1.07	0.051446	0.003080	0.222993	0.012186	0.032070	0.000483	261±139	204±10	203±3
FK11-130-22	10	260	237	1.10	0.046165	0.006329	0.205624	0.021249	0.030516	0.000935	6±300	190±18	194±6
FK11-130-23	23	312	564	0.55	0.045695	0.002790	0.209091	0.012640	0.032428	0.000581	—	193±11	206±4
FK11-130-24	27	263	634	0.41	0.049045	0.003987	0.239332	0.019166	0.033761	0.000733	150±181	218±16	214±5
FK11-130-25	29	436	705	0.62	0.051996	0.002977	0.218968	0.011944	0.030505	0.000445	283±130	201±10	194±3
FK11-130-26	20	311	432	0.72	0.053363	0.003709	0.235298	0.014175	0.030738	0.000558	343±153	215±12	195±3
FK11-130-27	18	404	438	0.92	0.049901	0.003998	0.211911	0.016423	0.029275	0.000682	191±178	195±14	186±4
FK11-130-28	17	428	303	1.41	0.048875	0.004034	0.246162	0.016462	0.035208	0.001426	143±181	223±13	223±9

FK11-130-29	13	117	200	0.59	0.049639	0.003743	0.394001	0.024478	0.052355	0.001172	189±157	337±18	329±7
FK11-130-30	32	452	810	0.56	0.048858	0.002558	0.212769	0.010358	0.032136	0.000465	143±124	196±9	204±3
FK11-130-31	16	258	400	0.65	0.052245	0.006415	0.243279	0.035476	0.031836	0.000623	295±259	221±29	202±4
FK11-130-32	9	133	216	0.61	0.049986	0.006005	0.244618	0.023411	0.031978	0.001271	195±259	222±19	203±8
FK11-130-33	36	374	900	0.42	0.051273	0.002419	0.235618	0.010556	0.033959	0.000526	254±112	215±9	215±3
FK11-130-34	45	1061	1028	1.03	0.054784	0.002710	0.239780	0.012233	0.031528	0.000529	467±111	218±10	200±3
FK11-130-35	23	370	571	0.65	0.051009	0.003162	0.221336	0.012182	0.031937	0.000643	243±144	203±10	203±4
FK11-130-36	81	930	1202	0.77	0.055319	0.001919	0.390354	0.012798	0.051272	0.000634	433±78	335±9	322±4
FK11-130-37	35	571	928	0.61	0.053619	0.002978	0.238690	0.011806	0.031816	0.000522	354±121	217±10	202±3
FK11-130-38	32	302	779	0.39	0.054413	0.003035	0.253142	0.012685	0.033628	0.000562	387±126	229±10	213±4
FK11-130-39	56	1410	1157	1.22	0.053834	0.003775	0.239717	0.016772	0.032050	0.000639	365±162	218±14	203±4

Taoqihe Fm. (FK11-131)

FK11-131-01	39	954	894	1.07	0.055358	0.004648	0.228100	0.017434	0.030771	0.000560	428±189	209±14	195±4
FK11-131-02	45	947	948	1.00	0.056294	0.004399	0.249169	0.019308	0.032401	0.000637	465±174	226±16	206±4
FK11-131-03	27	396	703	0.56	0.054785	0.003561	0.221318	0.013854	0.029759	0.000577	467±146	203±12	189±4
FK11-131-04	98	1833	2168	0.85	0.050412	0.002050	0.218091	0.009502	0.031294	0.000593	213±94	200±8	199±4
FK11-131-05	39	902	855	1.05	0.053606	0.002729	0.224465	0.011157	0.030332	0.000464	354±115	206±9	193±3
FK11-131-06	19	516	540	0.96	0.052699	0.005188	0.182183	0.016458	0.024245	0.000652	317±224	170±14	154±4
FK11-131-07	62	2138	1351	1.58	0.049507	0.005265	0.186307	0.017488	0.027367	0.000449	172±294	173±15	174±3
FK11-131-08	27	418	620	0.67	0.049232	0.007162	0.215979	0.027685	0.031819	0.000628	167±311	199±23	202±4
FK11-131-09	22	455	492	0.93	0.045103	0.007433	0.190999	0.027515	0.030836	0.000775	—	177±23	196±5
FK11-131-10	40	742	1031	0.72	0.050339	0.005158	0.204449	0.018547	0.029099	0.000518	209±222	189±16	185±3
FK11-131-11	10	140	230	0.61	0.048416	0.006489	0.261133	0.031125	0.033643	0.000945	120±289	236±25	213±6
FK11-131-12	52	1293	1209	1.07	0.053042	0.002461	0.220866	0.010267	0.030011	0.000432	332±106	203±9	191±3
FK11-131-13	41	204	694	0.29	0.054364	0.002764	0.398699	0.019565	0.053786	0.001436	387±82	341±14	338±9
FK11-131-14	49	761	1200	0.63	0.053953	0.002255	0.233245	0.009729	0.031226	0.000401	369±94	213±8	198±3
FK11-131-15	41	1222	935	1.31	0.054491	0.003476	0.217628	0.013996	0.028903	0.000519	391±143	200±12	184±3
FK11-131-16	69	1846	1531	1.21	0.050577	0.001927	0.219519	0.007925	0.031175	0.000437	220±87	202±7	198±3
FK11-131-17	30	594	753	0.79	0.052534	0.003236	0.212440	0.012665	0.029056	0.000581	309±141	196±11	185±4
FK11-131-18	41	628	1090	0.58	0.054606	0.003006	0.215964	0.010680	0.029334	0.000541	394±92	199±9	186±3
FK11-131-19	27	492	672	0.73	0.050781	0.002800	0.210806	0.010908	0.029848	0.000559	232±128	194±9	190±3

FK11-131-20	17	347	422	0.82	0.049381	0.003330	0.225259	0.013436	0.030847	0.000596	165±42	206±11	196±4
FK11-131-21	21	294	555	0.53	0.053614	0.005029	0.212517	0.017775	0.029625	0.000694	354±213	196±15	188±4
FK11-131-22	29	438	752	0.58	0.048434	0.002878	0.202590	0.012010	0.030721	0.000554	120±133	187±10	195±3
FK11-131-23	16	281	355	0.79	0.052798	0.004089	0.224344	0.015664	0.031172	0.000708	320±144	206±13	198±4
FK11-131-24	29	554	796	0.70	0.057318	0.004078	0.207892	0.013244	0.027328	0.000741	506±157	192±11	174±5
FK11-131-25	74	964	2062	0.47	0.052157	0.002974	0.205821	0.012207	0.028238	0.000549	300±125	190±10	180±3
FK11-131-26	21	266	568	0.47	0.052969	0.004120	0.252118	0.017504	0.034770	0.000994	328±178	228±14	220±6
FK11-131-27	35	774	815	0.95	0.051202	0.002615	0.212988	0.009895	0.030586	0.000471	250±119	196±8	194±3
FK11-131-28	45	571	1306	0.44	0.054451	0.002688	0.208902	0.009138	0.027830	0.000407	391±111	193±8	177±3
FK11-131-29	77	2278	1790	1.27	0.051281	0.002061	0.191836	0.007496	0.027205	0.000400	254±88	178±6	173±3
FK11-131-30	44	450	1281	0.35	0.053134	0.002010	0.205753	0.007306	0.028386	0.000369	345±81	190±6	180±2
FK11-131-31	12	192	268	0.72	0.051748	0.004775	0.253065	0.018075	0.033185	0.001001	276±208	229±15	210±6
FK11-131-32	20	269	678	0.40	0.051309	0.003539	0.167099	0.010977	0.024467	0.000563	254±159	157±10	156±4
FK11-131-33	18	509	392	1.30	0.050526	0.005383	0.212224	0.021099	0.029909	0.000803	220±230	195±18	190±5
FK11-131-34	26	644	636	1.01	0.055273	0.005858	0.210655	0.022913	0.028044	0.000599	433±237	194±19	178±4
FK11-131-35	33	318	925	0.34	0.051595	0.002873	0.209061	0.010663	0.030101	0.000572	333±95	193±9	191±4
FK11-131-36	9	150	245	0.61	0.043530	0.004496	0.236376	0.020931	0.031242	0.000910	—	215±17	198±6
FK11-131-37	24	467	634	0.74	0.055271	0.006476	0.213114	0.024171	0.028935	0.000929	433±232	196±20	184±6

Taoqihe Fm. (FK11-132)

FK11-132-1	52	1037	1154	0.90	0.054492	0.002368	0.242838	0.010029	0.032065	0.000586	391±94	221±8	203±4
FK11-132-2	34	660	785	0.84	0.052200	0.002436	0.235432	0.010959	0.031930	0.000698	295±107	215±9	203±4
FK11-132-3	37	847	896	0.94	0.051807	0.003294	0.230705	0.015025	0.031863	0.000946	276±146	211±12	202±6
FK11-132-4	48	555	1263	0.44	0.047076	0.002415	0.201078	0.009786	0.030424	0.000788	54±119	186±8	193±5
FK11-132-5	33	525	846	0.62	0.044235	0.002838	0.189773	0.010583	0.029948	0.000787	—	176±9	190±5
FK11-132-6	16	244	455	0.54	0.050624	0.003827	0.229761	0.016667	0.031785	0.000945	233±176	210±14	202±6
FK11-132-7	16	399	331	1.20	0.045608	0.005766	0.230096	0.023194	0.032102	0.001086	—	210±19	204±7
FK11-132-8	23	312	568	0.55	0.052405	0.003515	0.238770	0.015732	0.032011	0.000586	302±154	217±13	203±4
FK11-132-9	17	273	416	0.66	0.052619	0.004627	0.238983	0.018946	0.031952	0.000714	322±202	218±16	203±4
FK11-132-10	29	630	681	0.92	0.051412	0.003654	0.227600	0.016512	0.031984	0.000670	261±165	208±14	203±4
FK11-132-11	13	248	386	0.64	0.048323	0.004813	0.197403	0.019910	0.026883	0.000772	122±222	183±17	171±5
FK11-132-12	98	1560	2371	0.66	0.051661	0.001844	0.228411	0.007876	0.031970	0.000435	333±81	209±7	203±3

FK11-132-13	23	427	549	0.78	0.052483	0.004442	0.239505	0.018744	0.031675	0.000851	306±193	218±15	201±5
FK11-132-14	36	897	851	1.05	0.050601	0.005599	0.220538	0.024409	0.030356	0.000688	233±228	202±20	193±4
FK11-132-15	28	573	616	0.93	0.051867	0.002765	0.232170	0.011326	0.032067	0.000550	280±122	212±9	203±3
FK11-132-16	23	311	623	0.50	0.052325	0.005247	0.213473	0.019076	0.030421	0.000922	298±234	196±16	193±6
FK11-132-17	26	471	626	0.75	0.059778	0.008218	0.236273	0.027466	0.030778	0.001402	594±306	215±23	195±9
FK11-132-18	50	489	1295	0.38	0.053853	0.002435	0.237982	0.011170	0.031911	0.000547	365±102	217±9	202±3
FK11-132-19	23	363	582	0.62	0.053121	0.003759	0.225304	0.014963	0.030684	0.000566	345±161	206±12	195±4
FK11-132-20	32	715	760	0.94	0.054802	0.004316	0.225640	0.017394	0.029785	0.000594	467±178	207±14	189±4
FK11-132-21	19	246	530	0.47	0.051228	0.003014	0.213135	0.012126	0.030290	0.000549	250±140	196±10	192±3
FK11-132-22	34	621	870	0.71	0.049217	0.002118	0.203142	0.008345	0.030102	0.000483	167±102	188±7	191±3
FK11-132-23	30	514	731	0.70	0.054509	0.004469	0.224541	0.017382	0.030378	0.000735	391±183	206±14	193±5
FK11-132-24	34	566	937	0.60	0.046634	0.003028	0.185740	0.011823	0.028956	0.000594	32±157	173±10	184±4
FK11-132-25	25	356	697	0.51	0.053111	0.005130	0.217709	0.018083	0.028955	0.000657	345±220	200±15	184±4
FK11-132-26	50	1101	1201	0.92	0.053245	0.003279	0.226072	0.013127	0.031256	0.000568	339±139	207±11	198±4

Taoqihe Fm. (FK11-133)

FK11-133-1	19	350	491	0.71	0.049591	0.005352	0.215167	0.016672	0.029288	0.000889	176±233	198±14	186±6
FK11-133-2	29	390	776	0.50	0.051770	0.004673	0.211268	0.016274	0.029362	0.000694	276±212	195±14	187±4
FK11-133-3	17	292	401	0.73	0.054171	0.003942	0.245983	0.015976	0.031911	0.000691	389±197	223±13	202±4
FK11-133-4	22	557	500	1.12	0.049826	0.006074	0.232595	0.019231	0.032028	0.001178	187±268	212±16	203±7
FK11-133-5	16	283	389	0.73	0.045988	0.004909	0.215264	0.021571	0.031518	0.000849	—	198±18	200±5
FK11-133-6	29	1038	578	1.79	0.045952	0.002940	0.221971	0.012604	0.031861	0.000664	—	204±10	202±4
FK11-133-7	24	437	547	0.80	0.048184	0.003171	0.213318	0.012804	0.031438	0.000594	109±148	196±11	200±4
FK11-133-8	37	373	974	0.38	0.050271	0.002555	0.220457	0.010731	0.032135	0.000603	209±119	202±9	204±4
FK11-133-9	38	850	884	0.96	0.050200	0.002634	0.207698	0.009883	0.030367	0.000467	211±122	192±8	193±3
FK11-133-10	27	492	652	0.75	0.055562	0.003095	0.234840	0.012329	0.030775	0.000553	435±124	214±10	195±3
FK11-133-11	50	879	1229	0.72	0.050182	0.002426	0.206590	0.009584	0.030011	0.000417	211±118	191±8	191±3
FK11-133-12	100	1813	2496	0.73	0.050937	0.001602	0.214529	0.006471	0.030341	0.000414	239±72	197±5	193±3
FK11-133-13	25	571	611	0.93	0.049480	0.003894	0.208225	0.015414	0.029283	0.000713	172±174	192±13	186±4
FK11-133-14	14	245	338	0.72	0.051763	0.005453	0.233053	0.018481	0.030903	0.001066	276±243	213±15	196±7
FK11-133-15	13	266	322	0.83	0.048530	0.005702	0.231640	0.020818	0.030911	0.000895	124±265	212±17	196±6
FK11-133-16	14	238	312	0.76	0.051799	0.006107	0.239020	0.021562	0.032497	0.001155	276±252	218±18	206±7

FK11-133-17	15	196	353	0.56	0.050693	0.004879	0.254539	0.019130	0.033140	0.000884	228±207	230±15	210±6
FK11-133-18	15	295	382	0.77	0.042685	0.007237	0.199150	0.022317	0.028909	0.000912	—	184±19	184±6
FK11-133-19	34	433	898	0.48	0.051181	0.002968	0.209288	0.011862	0.029922	0.000606	256±133	193±10	190±4
FK11-133-20	24	290	648	0.45	0.053699	0.004617	0.215397	0.017610	0.029646	0.000712	367±196	198±15	188±4
FK11-133-21	38	821	892	0.92	0.051484	0.003015	0.216755	0.011125	0.030310	0.000511	261±135	199±9	192±3
FK11-133-22	36	377	923	0.41	0.053728	0.002732	0.244678	0.011803	0.032827	0.000545	367±119	222±10	208±3
FK11-133-23	24	507	537	0.94	0.053724	0.003550	0.247754	0.014917	0.032569	0.001040	367±145	225±12	207±6
FK11-133-24	13	311	293	1.06	0.049591	0.006408	0.241274	0.018589	0.031872	0.000960	176±278	219±15	202±6
FK11-133-25	61	864	1539	0.56	0.052788	0.002715	0.230473	0.011334	0.031745	0.000740	320±117	211±9	201±5
FK11-133-26	19	398	430	0.93	0.051677	0.003665	0.237998	0.012744	0.031995	0.000867	333±168	217±10	203±5
FK11-133-27	45	964	1002	0.96	0.053862	0.002655	0.234501	0.010445	0.032287	0.001157	365±111	214±9	205±7
FK11-133-28	38	807	880	0.92	0.053622	0.003758	0.232620	0.014325	0.030733	0.000744	354±159	212±12	195±5

Taoqihe Fm. (FK11-134)

FK11-134-1	25	645	624	1.03	0.050189	0.003488	0.220266	0.014342	0.030245	0.000763	211±166	202±12	192±5
FK11-134-2	32	424	884	0.48	0.050178	0.002663	0.209627	0.010299	0.030539	0.000701	211±122	193±9	194±4
FK11-134-3	54	1625	1248	1.30	0.053589	0.002854	0.219874	0.010627	0.030474	0.000557	354±125	202±9	194±3
FK11-134-4	34	843	899	0.94	0.044958	0.003323	0.193339	0.013780	0.030596	0.000839	—	179±12	194±5
FK11-134-5	25	533	652	0.82	0.049316	0.002743	0.203749	0.010446	0.029902	0.000523	161±127	188±9	190±3
FK11-134-6	42	1207	1076	1.12	0.052426	0.004442	0.200447	0.016769	0.027617	0.000697	306±194	186±14	176±4
FK11-134-7	23	315	588	0.54	0.052661	0.004834	0.246999	0.019875	0.032677	0.000638	322±205	224±16	207±4
FK11-134-8	30	804	717	1.12	0.055126	0.004167	0.221550	0.015414	0.029175	0.000801	417±175	203±13	185±5
FK11-134-9	37	611	1100	0.56	0.048754	0.003349	0.192288	0.013119	0.027380	0.000650	200±100	179±11	174±4
FK11-134-10	43	831	1332	0.62	0.053564	0.002400	0.215268	0.009416	0.029259	0.000492	354±97	198±8	186±3
FK11-134-11	29	737	661	1.12	0.052160	0.004294	0.244172	0.020158	0.032208	0.000837	300±189	222±16	204±5
FK11-134-12	22	426	597	0.71	0.049859	0.005704	0.205173	0.022044	0.027930	0.000837	187±248	189±19	178±5
FK11-134-13	73	1224	2155	0.57	0.053077	0.003005	0.200297	0.011528	0.026543	0.000724	332±130	185±10	169±5
FK11-134-14	19	403	498	0.81	0.055264	0.006459	0.211152	0.018942	0.028102	0.000978	433±263	195±16	179±6
FK11-134-15	25	487	666	0.73	0.052948	0.003563	0.215307	0.012696	0.028307	0.000679	328±154	198±11	180±4
FK11-134-16	75	1395	2028	0.69	0.048914	0.003567	0.174108	0.011956	0.025993	0.000541	143±163	163±10	165±3
FK11-134-17	17	255	408	0.63	0.047343	0.004293	0.220186	0.016659	0.032596	0.000737	65±268	202±14	207±5
FK11-134-18	44	952	1018	0.93	0.044199	0.002489	0.187492	0.010738	0.030142	0.000471	—	174±9	191±3

FK11-134-19	19	326	526	0.62	0.049151	0.004172	0.203387	0.016736	0.027619	0.000553	154±189	188±14	176±3
FK11-134-20	55	1346	1396	0.96	0.049146	0.003033	0.186030	0.011763	0.027291	0.000482	154±-50	173±10	174±3
FK11-134-21	35	712	883	0.81	0.048743	0.004700	0.191645	0.016216	0.027987	0.000701	200±146	178±14	178±4
FK11-134-22	14	195	292	0.67	0.053092	0.006595	0.269846	0.025376	0.035458	0.001194	332±279	243±20	225±7
FK11-134-23	30	801	733	1.09	0.053740	0.003802	0.199852	0.013849	0.027432	0.001167	361±166	185±12	174±7
FK11-134-24	40	904	1015	0.89	0.053629	0.003747	0.202851	0.013210	0.027811	0.000552	354±157	188±11	177±3
FK11-134-25	23	435	527	0.82	0.055983	0.003606	0.236210	0.012880	0.031094	0.000766	450±143	215±11	197±5
FK11-134-26	54	899	1402	0.64	0.052752	0.003230	0.208081	0.011483	0.028942	0.000471	317±139	192±10	184±3
FK11-134-27	45	623	1167	0.53	0.055529	0.002457	0.223616	0.009486	0.029504	0.000464	435±98	205±8	187±3
FK11-134-28	41	766	1124	0.68	0.053493	0.006854	0.203963	0.023400	0.026908	0.000690	350±293	188±20	171±4
FK11-134-29	36	720	892	0.81	0.049289	0.003303	0.202578	0.012460	0.029922	0.000555	161±161	187±11	190±3
FK11-134-30	29	529	837	0.63	0.052487	0.004981	0.182577	0.015661	0.025824	0.000708	306±217	170±13	164±4
FK11-134-31	19	348	482	0.72	0.055248	0.004003	0.236154	0.016269	0.030689	0.000658	433±163	215±13	195±4
FK11-134-32	28	574	671	0.86	0.054873	0.004948	0.230431	0.018111	0.030612	0.000759	406±204	211±15	194±5
FK11-134-33	28	468	755	0.62	0.050010	0.003058	0.196375	0.010549	0.029562	0.001134	195±138	182±9	188±7
FK11-134-34	23	542	644	0.84	0.051352	0.003918	0.197056	0.013290	0.027068	0.000593	257±178	183±11	172±4
FK11-134-35	98	1859	2534	0.73	0.053516	0.002002	0.225967	0.008125	0.030486	0.000412	350±83	207±7	194±3
FK11-134-36	17	400	397	1.01	0.047973	0.005415	0.246559	0.023548	0.032614	0.000920	98±248	224±19	207±6
FK11-134-37	54	838	1388	0.60	0.053100	0.002483	0.228577	0.010092	0.031647	0.000469	332±101	209±8	201±3

Table S2. Sm-Nd isotopic composition of the Quantou, Dengloulou and Taoqihe formations in the Songliao Basin

Sample	Sm [ppm]	Nd [ppm]	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ (m.)	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ (m.)	$2\sigma_m$ [10^{-6}]	$\epsilon_{\text{Nd}(t)}$	T_{DM} Ga
FK11-75	2.6	13.8	0.1116	0.512027	12	-10.8	1.67
FK11-76	1.7	9.4	0.1063	0.512269	16	-5.9	1.25
FK11-129	3.7	20.6	0.1089	0.512648	12	1.4	0.73
FK11-130	7.0	35.0	0.1203	0.512633	15	1.0	0.84
FK11-131	7.3	34.0	0.1299	0.512642	17	1.0	0.92
FK11-132	9.7	52.7	0.1111	0.512614	13	0.7	0.80
FK11-133	12.0	53.6	0.1353	0.512663	16	1.4	0.95
FK11-134	5.1	27.8	0.1100	0.512598	15	0.4	0.81

Notes: Initial $\epsilon_{\text{Nd}(t)}$ were calculated for 100 Ma (Quantou Fm.) and 110 Ma (Dengloulou Fm. and Taoqihe Fm.) with parameter of [Bouvier et al. \(2008\)](#); ^{147}Sm and Nd concentrations were determined by ID-TIMS; m.= measured isotopic ratio.

Bouvier, A., Vervoort, J.D., and Patchett, P.J., 2008, The Lu-Hf and Sm-Nd isotopic composition of CHUR: Constraints from unequilibrated chondrites and implications for the bulk composition of terrestrial planets: Earth and Planetary Science Letters, v. 273, p. 48–57, <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2008.06.010>.