

文章编号: 0254-5357(2013)01-0166-08

黔北大竹园组碎屑锆石年代学及成矿指示意义

赵 芝¹, 王登红¹, 李沛刚², 雷志远²

(1. 国土资源部成矿作用与资源评价重点实验室, 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037;
2. 贵州省地质矿产局 106 地质大队, 贵州 遵义 563000)

摘要: 晚石炭世大竹园组分布于黔北-渝南一带, 是重要的含铝土矿层。为示踪铝土矿的成矿物质来源, 本文对大竹园铝土矿中的铝土岩进行了激光剥蚀-多接收器电感耦合等离子体质谱(LA-MC-ICP-MS)碎屑锆石年代学研究。结果表明, 84 组锆石谐和年龄分布于 447~2825 Ma 之间, 集中在 505~660 Ma ($n=15$)、714~794 Ma ($n=13$)、900~1302 Ma ($n=42$) 和 2473~2500 Ma ($n=5$) 四个年龄段。与华南古生界碎屑锆石年龄频谱相比, 缺失中、上泥盆统中 400~440 Ma 的年龄段, 更类似于奥陶系-下泥盆统的碎屑锆石年龄频谱。结合区域地质特征, 认为: ①铝土岩中的碎屑锆石可能为下伏韩家店群(S_1hj)中的再循环锆石, 韩家店群是铝土矿的重要成矿母岩; ②加里东造山事件使华夏和扬子地块发生碰撞拼合, 志留纪华夏地块迅速隆升、被剥蚀, 为铝土矿的形成提供了大量成矿物质基础。

关键词: 大竹园组; 碎屑锆石; 成矿作用; 铝土矿; 黔北

中图分类号: P578.496; P597.3 **文献标识码:** A

关于铝土矿成矿物质来源研究, 以往多用含矿层与下伏地层中化学成分、稀土、微量元素、氧同位素、锆石等副矿物特征进行对比分析^[1-3]。近年来随着锆石原位微区定年技术激光剥蚀-多接收器电感耦合等离子体质谱(LA-MC-ICP-MS)及 SHRIMP 等高精度分析技术的发展和完善, 碎屑锆石 U-Pb 年代学为示踪沉积物源区提供了可靠的技术手段^[4], 也为沉积矿床成矿物质来源示踪提供了新的方法。

石炭纪是全球重要的铝土矿成矿期, 其中 90% 以上的石炭纪铝土矿主要产于我国^[5]。我国石炭纪铝土矿主要分布在华北地台和扬子地台, 其中位于扬子地台西南部的黔中-渝南铝土矿带是石炭纪重要的成矿带之一。该成矿带内自南向北出露有早石炭世九架炉组(C_{1j})和晚石炭世大竹园组(C_{2d})两套含矿岩系^[6], 而著名的大竹园铝土矿就赋存于大竹园组中。目前, 关于大竹园铝土矿的成矿物质来源问题, 前人通过含矿层与下伏地层中岩石地球化学对比研究, 认为成矿物源主要来自韩家店群(S_1hj)^[7]。本文通过对大竹园铝土矿中的铝土岩的

碎屑锆石年代学研究, 为铝土矿的成矿物质来源提供新的依据, 并追溯成矿母岩的物质源区, 探讨铝土矿成矿作用。

1 区域地质特征

黔中-渝南铝土矿带位于扬子地台西南部, 呈北北东向展布, 延长约 370 km, 自南向北依次包括修文、息烽、遵义、正安和道真五个铝土矿带^[3,8]。大竹园铝土矿位于道真铝土矿带的东段, 是贵州省地矿局 106 地质大队于上世纪 90 年代初发现的一大型铝土矿。目前, 对大竹园铝土矿的地质概况、成矿时代、成因类型、成矿物质来源、形成的气候环境等一系列问题进行了不同程度的研究, 认为晚石炭世黔中-渝南一带位于靠近赤道的湿热气候区, 沉积基底——韩家店群(S_1hj)泥、页岩, 经风化、搬运, 沉积在低洼滨海-沼泽区, 再经后期成矿-改造-成熟-保存, 最终形成沉积型铝土矿^[6-13]。但是关于韩家店群的沉积物质源前人并未开展研究。

大竹园组(C_{2d})分布于贵州遵义以北的桐梓、湄潭、绥阳、凤冈、务川、正安、道真、习水及四川南

收稿日期: 2012-12-03; 接受日期: 2012-12-04
基金项目: 贵州省地质矿产勘查开发局地质科研项目“务川大竹园矿区铝土矿成矿规律与控矿因素研究”; 中国地质大调查项目“我国重要矿产和区域成矿规律研究”(1212010633903)
作者简介: 赵芝, 博士, 助理研究员, 从事岩石和矿床地球化学研究。E-mail: zhaozhi_sun@163.com。

川、武隆、彭水等地,其下伏地层主要是下志留统韩家店群。该组厚度较小,一般 4~8 m,最厚 19 m,由北向南厚度逐渐减薄。岩性变化较大,可分为两个岩性段:下段为黏土岩-铁质岩段,一般厚 1~5 m,主要岩性为绿泥石黏土岩、绿泥石岩、铁质黏土岩、伊利石黏土岩等,岩石常具碎屑结构,不显层理,其中普遍可见植物化石碎片。上段为铝质岩段,一般厚 2~6 m,主要岩性为铝土矿、铝土质黏土岩和黏土岩,时夹炭质黏土岩和煤,均不显层理。上覆地层为下二叠统梁山组炭质页岩和栖霞组含炭质条带和隧石条带、团块的石灰岩^[10]。

大竹园矿区内出露最老的地层为下志留统韩家店群(S_1hj),之上不整合覆盖上石炭统黄龙组石灰岩(C_2hl)和大竹园组(C_2d)。大竹园组被中二叠统梁山组炭质页岩(P_2l)和栖霞组石灰岩(P_2q)覆盖。矿区内还出露有下三叠统夜郎组(T_1y)、茅草铺组(T_1m)及第四系(图 1)。铝土矿矿体分布于栗园向斜北段两翼的上石炭统大竹园组中,呈层状、似层状产出,产状与地层产状基本一致,厚 0~13.2 m。以栗园向斜轴线为界,分为两个矿段,东部位白岩塘矿段,西部为木海坨矿段。

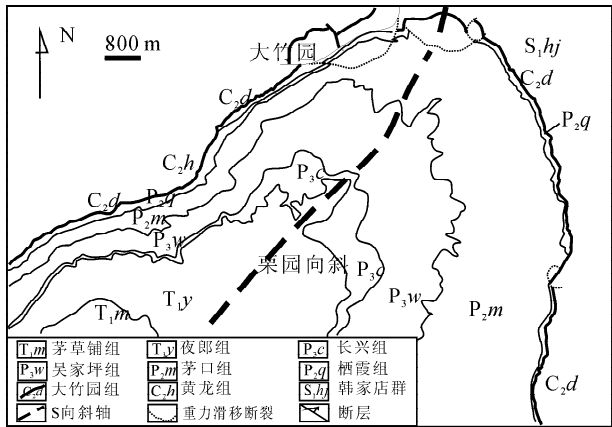


图 1 大竹园铝土矿区地质简图
Fig. 1 Geological map of the Dazhuyuan bauxite deposit, Northern Guizhou

2 样品特征及定年分析

2.1 样品采集

样品 WDK322 采自大竹园铝土矿栗园向斜东翼的 QJ964 号浅井 2.5~3.0 m 处(图 2),为大竹园组铝土岩,样品呈褐黄色、半土状,下伏地层为土状或半土状铝土矿,上覆地层为二叠统梁山组(P_2l)。

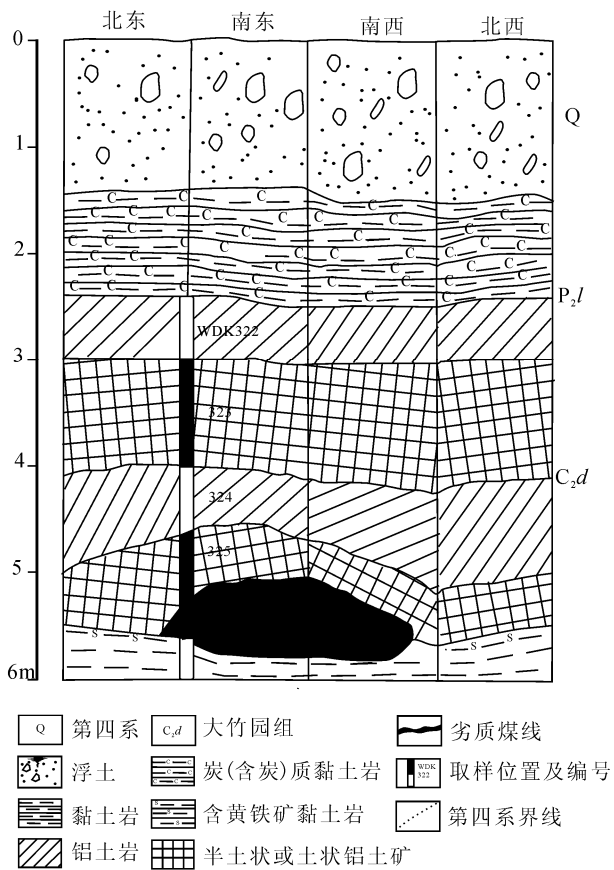


图 2 样品采集剖面图
Fig. 2 Profile image of the shallow well QJ964, showing the distribution of sample

2.2 样品定年分析

样品的测试工作是在中国地质科学院矿产资源研究所 MC-ICP-MS 实验室完成,所用仪器为 Finnigan Neptune 型 MC-ICP-MS 及 Newwave UP213 激光剥蚀系统。实验中激光剥蚀斑束直径为 25 μm ,频率为 10 Hz,能量密度为 2.5 J/ cm^2 ,以 He 为载气。锆石年龄谐和图用 Isoplot 3.0 程序完成,测试数据误差为 1σ 。对于年轻锆石($< 800 \text{ Ma}$)采用 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{Pb}$ 年龄,而对于较老锆石($> 800 \text{ Ma}$)采用 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄。详细的实验测试过程参见侯可军等(2009)^[14]。

3 碎屑锆石 U-Pb 测年结果

对样品 WDK322 进行了 87 个测试点分析,获得了 84 个谐和年龄(表 1)。所测锆石粒径部分在 80~150 μm 之间,部分在 150~200 μm 之间,Th/U 比值介于 0.16~5.55,除了个别锆石的 Th/U 比值小于 0.4 外,其余大部分均大于 0.4。

表 1 大竹园铝土岩的 LA – MC – ICP – MS 碎屑锆石的 U – Pb 测试结果

Table 1 Detrital zircon U-Pb dating results of aluminous from the Dazhuyuan bauxite deposit

点号	$w(\text{Pb})/(\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1})$	$\frac{^{232}\text{Th}}{^{238}\text{U}}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$		$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$		$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$		$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$		$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$		$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	
			比值	1σ	比值	1σ	比值	1σ	年龄/Ma	1σ	年龄/Ma	1σ	年龄/Ma	1σ
DZY-1	260	1.6	0.084000	0.001007	2.260308	0.040370	0.195187	0.002734	1292	24	1200	13	1149	15
DZY-2	207	2.6	0.080895	0.000909	1.844509	0.028984	0.165561	0.002143	1220	22	1061	10	988	12
DZY-3	295	1.9	0.067737	0.000867	1.145260	0.020446	0.122606	0.001541	861	26	775	10	746	9
DZY-4	152	1.9	0.075818	0.000965	1.618283	0.026876	0.155245	0.002223	1100	26	977	10	930	12
DZY-6	94	0.6	0.069599	0.000884	1.202590	0.019919	0.125385	0.001472	917	21	802	9	761	8
DZY-7	95	0.8	0.067264	0.001133	1.103268	0.024196	0.118768	0.001353	856	35	755	12	723	8
DZY-8	272	0.9	0.199825	0.000799	14.228608	0.156894	0.516527	0.005492	2825	6	2765	10	2684	23
DZY-10	132	0.2	0.075508	0.001289	1.621806	0.032441	0.155825	0.001737	1083	35	979	13	934	10
DZY-11	77	0.9	0.071191	0.001545	1.198367	0.031455	0.122166	0.002030	963	44	800	15	743	12
DZY-13	57	0.4	0.073617	0.000615	1.491785	0.019922	0.146894	0.001507	1031	17	927	8	884	8
DZY-14	489	2.9	0.058975	0.000583	0.673348	0.008737	0.082827	0.000808	565	20	523	5	513	5
DZY-15	102	0.6	0.065508	0.000726	1.058949	0.016945	0.117107	0.001221	791	22	733	8	714	7
DZY-16	167	0.9	0.070580	0.000562	1.209501	0.014258	0.124310	0.001258	946	16	805	7	755	7
DZY-18	181	1.0	0.077919	0.000694	1.907179	0.027073	0.177389	0.002083	1146	17	1084	9	1053	11
DZY-19	166	0.8	0.072197	0.000574	1.394698	0.018628	0.140011	0.001628	991	17	887	8	845	9
DZY-20	47	0.8	0.109638	0.001580	4.390446	0.092671	0.290256	0.004961	1794	26	1711	17	1643	25
DZY-21	195	1.3	0.072962	0.000702	1.480085	0.022914	0.146963	0.001822	1013	19	922	9	884	10
DZY-22	89	0.6	0.068301	0.000496	1.311950	0.016046	0.139231	0.001509	877	16	851	7	840	9
DZY-23	252	1.1	0.084394	0.000544	2.332440	0.027475	0.200323	0.002152	1302	7	1222	8	1177	12
DZY-24	240	1.0	0.073769	0.000432	1.574996	0.016611	0.154795	0.001495	1035	11	960	7	928	8
DZY-26	86	0.2	0.077246	0.000504	1.868713	0.021403	0.175345	0.001706	1128	13	1070	8	1041	9
DZY-27	289	1.5	0.161607	0.000903	9.217397	0.108260	0.413519	0.004689	2473	9	2360	11	2231	21
DZY-28	59	0.4	0.076754	0.001545	1.549058	0.036503	0.146472	0.002367	1115	39	950	15	881	13
DZY-29	129	1.2	0.075106	0.000782	1.587368	0.023608	0.153283	0.001769	1072	21	965	9	919	10
DZY-32	20	0.5	0.064730	0.001126	0.873646	0.017577	0.097982	0.001314	765	236	638	10	603	8
DZY-34	76	0.8	0.080735	0.000911	2.014581	0.031292	0.180936	0.002033	1217	22	1120	11	1072	11
DZY-35	174	0.6	0.074616	0.000576	1.598876	0.017891	0.155407	0.001463	1057	16	970	7	931	8
DZY-36	1565	2.8	0.164166	0.001958	9.776507	0.169227	0.431454	0.004886	2499	20	2414	16	2312	22
DZY-37	356	1.7	0.073101	0.001031	1.480363	0.030063	0.146534	0.001611	1017	34	922	12	882	9
DZY-38	340	0.6	0.073916	0.000478	1.623477	0.018845	0.159216	0.001653	1039	13	979	7	952	9
DZY-40	262	0.8	0.060733	0.000509	0.703043	0.010105	0.083888	0.001025	632	21	541	6	519	6
DZY-41	248	1.1	0.076908	0.000771	1.630058	0.026862	0.153534	0.001875	1120	20	982	10	921	10
DZY-43	620	2.1	0.075872	0.000435	1.709532	0.018790	0.163368	0.001617	1092	12	1012	7	975	9
DZY-44	6	2.3	0.056663	0.000929	0.621263	0.011361	0.079672	0.000854	480	40	491	7	494	5
DZY-45	711	1.0	0.167249	0.000780	10.084893	0.097107	0.437307	0.003892	2531	7	2443	9	2339	17
DZY-46	164	0.7	0.075159	0.000706	1.666796	0.022720	0.160912	0.001766	1072	23	996	9	962	10
DZY-47	182	0.7	0.081148	0.000778	2.107716	0.027541	0.188494	0.001907	1225	19	1151	9	1113	10
DZY-48	111	0.9	0.067859	0.000800	1.211085	0.019137	0.129521	0.001476	865	25	806	9	785	8
DZY-49	249	2.1	0.066580	0.000745	1.141188	0.018037	0.124400	0.001434	833	176	773	9	756	8
DZY-51	13	0.2	0.059551	0.001950	0.666104	0.020931	0.081475	0.001737	587	68	518	13	505	10
DZY-52	67	0.8	0.080306	0.001035	1.990364	0.034553	0.180070	0.002586	1206	21	1112	12	1067	14
DZY-53	14	1.2	0.068711	0.000902	1.340879	0.022225	0.141664	0.001613	900	27	864	10	854	9
DZY-54	94	0.2	0.068099	0.000633	1.198079	0.015587	0.127665	0.001269	872	23	800	7	775	7
DZY-57	155	1.7	0.128224	0.001170	6.397771	0.106391	0.361751	0.004915	2074	21	2032	15	1990	23
DZY-58	42	0.2	0.076858	0.000527	1.826559	0.023355	0.172387	0.001936	1118	13	1055	8	1025	11
DZY-59	200	1.3	0.077241	0.000494	1.911900	0.023192	0.179511	0.001878	1128	13	1085	8	1064	10
DZY-60	45	0.7	0.070234	0.001422	1.554264	0.036972	0.160851	0.002580	1000	41	952	15	962	14
DZY-61	228	0.8	0.107760	0.000405	3.849682	0.042295	0.259082	0.002703	1762	7	1603	9	1485	14
DZY-62	35	0.5	0.064992	0.000571	0.933599	0.012350	0.104162	0.001009	774	19	670	6	639	6
DZY-64	5	0.5	0.060956	0.001332	0.725323	0.017349	0.086403	0.001169	639	46	554	10	534	7
DZY-65	82	1.5	0.077967	0.000946	1.702053	0.027783	0.158373	0.001822	1146	24	1009	10	948	10
DZY-67	18	1.7	0.062302	0.001436	1.047273	0.026834	0.122294	0.001959	683	48	728	13	744	11

(续表 1)

点号	$w(\text{Pb})/$ ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	$^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$		$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$		$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$		$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$		$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$		$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	
			比值		比值		比值		年龄/Ma 1σ		年龄/Ma 1σ		年龄/Ma 1σ	
			比值	1σ	比值	1σ	比值	1σ	年龄/Ma 1σ	1σ	年龄/Ma 1σ	1σ	年龄/Ma 1σ	1σ
DZY-68	18	0.2	0.063945	0.000886	0.849563	0.014983	0.096315	0.000938	739	30	624	8	593	6
DZY-69	84	1.6	0.060050	0.000955	0.743041	0.015131	0.089712	0.001058	606	33	564	9	554	6
DZY-70	86	1.0	0.059172	0.000537	0.614267	0.008920	0.075280	0.000823	572	20	486	6	468	5
DZY-71	17	0.6	0.076427	0.001184	1.745434	0.032973	0.165859	0.002305	1106	30	1025	12	989	13
DZY-72	78	1.0	0.072534	0.000655	1.537240	0.019483	0.153755	0.001480	1011	19	945	8	922	8
DZY-73	190	0.7	0.104721	0.000314	4.382576	0.039884	0.303540	0.002651	1710	6	1709	8	1709	13
DZY-74	3	0.6	0.063917	0.001518	0.857877	0.022722	0.097468	0.001521	739	50	629	12	600	9
DZY-75	40	1.4	0.074713	0.000967	1.635913	0.029262	0.158835	0.002112	1061	26	984	11	950	12
DZY-76	71	0.8	0.065345	0.000431	1.084570	0.011616	0.120359	0.001073	787	13	746	6	733	6
DZY-77	124	1.4	0.072840	0.000416	1.664695	0.017832	0.165692	0.001549	1009	11	995	7	988	9
DZY-78	176	0.6	0.161478	0.000544	9.525714	0.096541	0.427694	0.004288	2472	6	2390	9	2295	19
DZY-80	26	0.9	0.077469	0.001274	1.843364	0.042371	0.172400	0.002689	1133	32	1061	15	1025	15
DZY-81	229	5.6	0.074130	0.000618	1.619865	0.021603	0.158434	0.001809	1056	17	978	8	948	10
DZY-82	48	0.4	0.061894	0.000417	0.871391	0.009967	0.102080	0.001023	672	13	636	5	627	6
DZY-83	144	0.8	0.070845	0.000381	1.544302	0.015089	0.158097	0.001451	954	11	948	6	946	8
DZY-84	208	0.6	0.072324	0.000283	1.619648	0.014881	0.162346	0.001431	994	8	978	6	970	8
DZY-85	165	0.7	0.071079	0.000363	1.552787	0.016050	0.158316	0.001430	961	10	952	6	947	8
DZY-86	135	0.3	0.070318	0.000412	1.391468	0.016968	0.143412	0.001530	939	12	885	7	864	9
DZY-87	190	0.8	0.067188	0.000375	1.214271	0.013071	0.131028	0.001289	843	12	807	6	794	7
DZY-88	385	1.4	0.079307	0.000350	2.177104	0.019869	0.198968	0.001651	1189	8	1174	6	1170	9
DZY-89	342	0.4	0.130696	0.000425	6.497753	0.058526	0.360360	0.003174	2107	6	2046	8	1984	15
DZY-90	2878	2.0	0.163223	0.000562	10.287660	0.098524	0.456865	0.004321	2500	6	2461	9	2426	19
DZY-91	298	0.6	0.081009	0.000424	2.065544	0.022167	0.184787	0.001728	1222	9	1137	7	1093	9
DZY-92	64	0.5	0.074309	0.000623	1.715894	0.020356	0.167448	0.001572	1050	50	1014	8	998	9
DZY-93	179	1.1	0.059593	0.000576	0.702914	0.008460	0.085555	0.000726	587	20	541	5	529	4
DZY-94	141	1.0	0.063734	0.000536	0.919265	0.009410	0.104686	0.000872	731	17	662	5	642	5
DZY-95	61	0.3	0.063679	0.000590	0.947262	0.011796	0.107828	0.000911	731	14	677	6	660	5
DZY-96	65	0.8	0.075073	0.000871	1.609097	0.022041	0.155585	0.001663	1072	19	974	9	932	9
DZY-97	133	1.6	0.059992	0.001060	0.732299	0.015136	0.088467	0.000900	611	39	558	9	546	5
DZY-98	81	0.5	0.056545	0.000514	0.559911	0.007414	0.071780	0.000676	472	20	451	5	447	4
DZY-99	125	1.4	0.065139	0.000657	1.174023	0.015973	0.130782	0.001342	789	17	789	7	792	8
DZY-100	133	1.0	0.189506	0.001124	13.606214	0.248462	0.520381	0.008834	2739	10	2723	17	2701	37

测定结果显示(表 1), 锆石年龄分布在 447 ~ 2825 Ma 之间, 即从晚奥陶世到太古代。根据样品年龄及频率分布特征大致可以划分为四组: ① $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄集中在 2474 ~ 2531 Ma ($n=5$), 如测试点 27、89、90(图 3), 锆石呈长条状, 均被磨圆, 环带结构明显, $\text{Th}/\text{U}=0.62\sim2.76$, 显示岩浆锆石特征。② $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄集中在 900 ~ 1302 Ma, 峰值年龄为 (1075 ± 30) Ma ($n=41$), 如测试点 96 和 75 等(图 3), 锆石有长条状、短柱状, 多被磨圆, 多环带结构明显, 除了个别 Th/U 比值 <0.4 外, 大多大于 0.4, 多数显示岩浆锆石特征。③ $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄集中在 714 ~ 794 Ma, 峰值年龄为 (755 ± 16) Ma ($n=13$), 锆石颗粒大小不均一, 个别未被磨圆, 如测试点 49(图 3), 大部分为岩浆锆石; ④ $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄集中在 505 ~ 660 Ma, 峰值年龄为 (576 ± 6) Ma

($n=14$), 锆石颗粒普遍较小, 有不同程度的磨圆化, 个别呈椭圆状, 如 51 号测试点(图 3)。51 号测试点(503 Ma)、68 号测试点(593 Ma)的 Th/U 比值小于 0.4。样品中最小的年龄为 447 Ma、468 Ma。

4 铝土矿物源区示踪及对成矿的指示意义
关于大竹园组的沉积时代, 刘平(1996)^[10]按地层产出层位和孢子化石认为属上石炭统马平阶。本文对大竹园组铝土岩的碎屑锆石测年, 显示最小的锆石年龄为 447 Ma, 多数集中在 505 ~ 1302 Ma 之间(图 4), 并未记录志留纪-早石炭世的岩浆事件。这可能是因为区域上并未有志留纪-早石炭世的岩浆活动, 也可能说明碎屑锆石来自早志留世沉积地层, 即为再循环锆石。

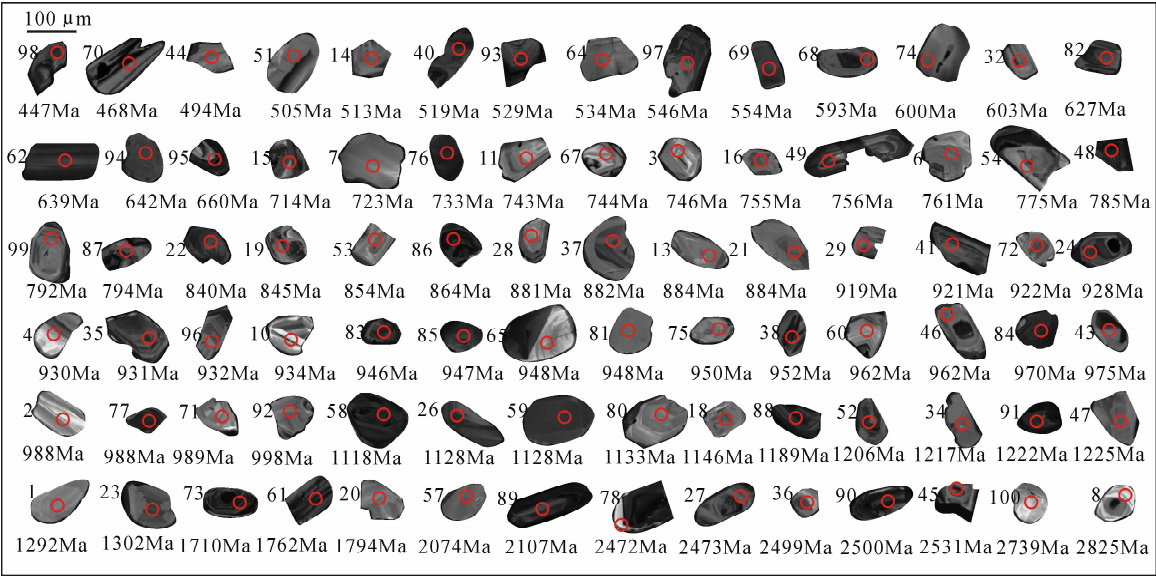


图 3 锆石的阴极发光图像
Fig. 3 Cathodoluminescence images of analyzed zircon grains

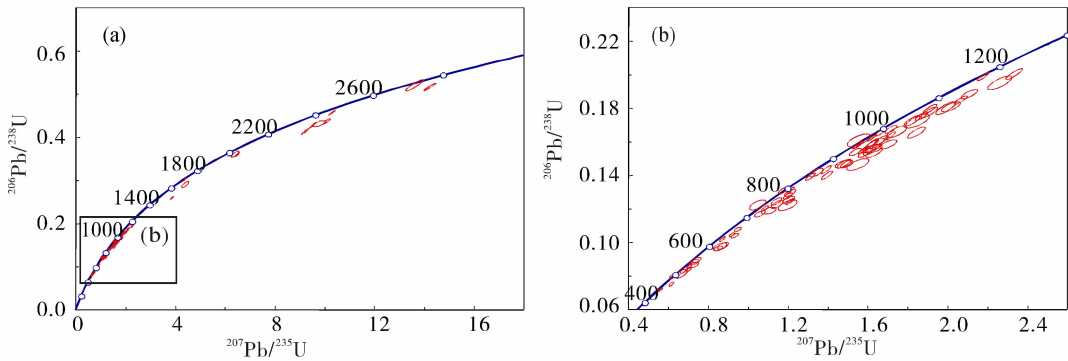


图 4 (a)—锆石的 U - Pb 年龄谐和图, (b)—锆石的 U - Pb 加权平均年龄图
Fig. 4 (a)—Concordia diagram of zircon U-Pb isotopes, (b)—Weight mean diagram of zircon U-Pb age

近年来对华南新元古代 - 古生代的变质岩系及沉积岩进行了较多的碎屑锆石年代学研究, 积累了一批可靠的年代学资料, 为大竹园组铝土岩的物质来源提供了丰富的信息。新元古代 - 寒武纪, 扬子地块鄂东发育莲沱组 (Pt₃l), 其碎屑锆石年龄具有约 2489 Ma、约 2045 Ma 和 785 ~ 893 Ma 三期峰值年龄^[15-16] (图 5)。华夏地块出露的潭溪片麻岩^[17] 和桂东寒武纪沉积岩的碎屑锆石具有约 2500 Ma、约 1000 Ma 的峰值年龄^[18] (图 5), 华夏地块变质岩系中的碎屑锆石同样具有一致的年龄峰值^[19-22]。可见, 自成冰期 Rodinia 超大陆裂解^[23] 至寒武纪初期扬子和华夏地块为独立的块体, 独自供给沉积物质。

早古生界碎屑锆石年龄资料显示, 华夏地块赣南爵山沟组 (O₂j)^[23] 和中扬子崇阳茅山组 (S₁m) 碎屑锆石^[15] 具有相似的年龄频谱, 均有约 2500 Ma 和

500 ~ 1200 Ma 的年龄段 (图 5), 暗示早奥陶世华夏和扬子地块已成统一陆块。这与扬子地块至珠江盆地奥陶纪生物相和岩相呈连续渐变一致^[24], 与晚奥陶世华夏和扬子地块构造开始反转、沉积格局开始调整一致^[25], 也与华夏地块发育约 460 Ma 的后碰撞花岗岩一致^[26-27]。区域上泥盆系的碎屑锆石年龄显示物源具有多样性, 赣南跳马涧组 (D₂t)^[23] 和鄂东南曾定高家边组 (S₁g)^[15] 的碎屑锆石具有相似的年龄频谱, 与华南奥陶纪 - 志留纪地层中的碎屑锆石相比明显记录了 430 ~ 450 Ma 的岩浆事件。而四川桂溪镇平驿铺组 (D₁p, 具有化石依据) 碎屑锆石年龄集中在 850 ~ 1000 Ma、680 ~ 800 Ma、500 ~ 650 Ma 三个年龄区间, 最小的锆石年龄为 507 Ma (图 5)^[28]。桂北莲花山组 (D₁l) 石英砂岩的碎屑锆石显示约 1700 Ma、约 900 Ma 和 84 ~ 104 Ma 的年龄

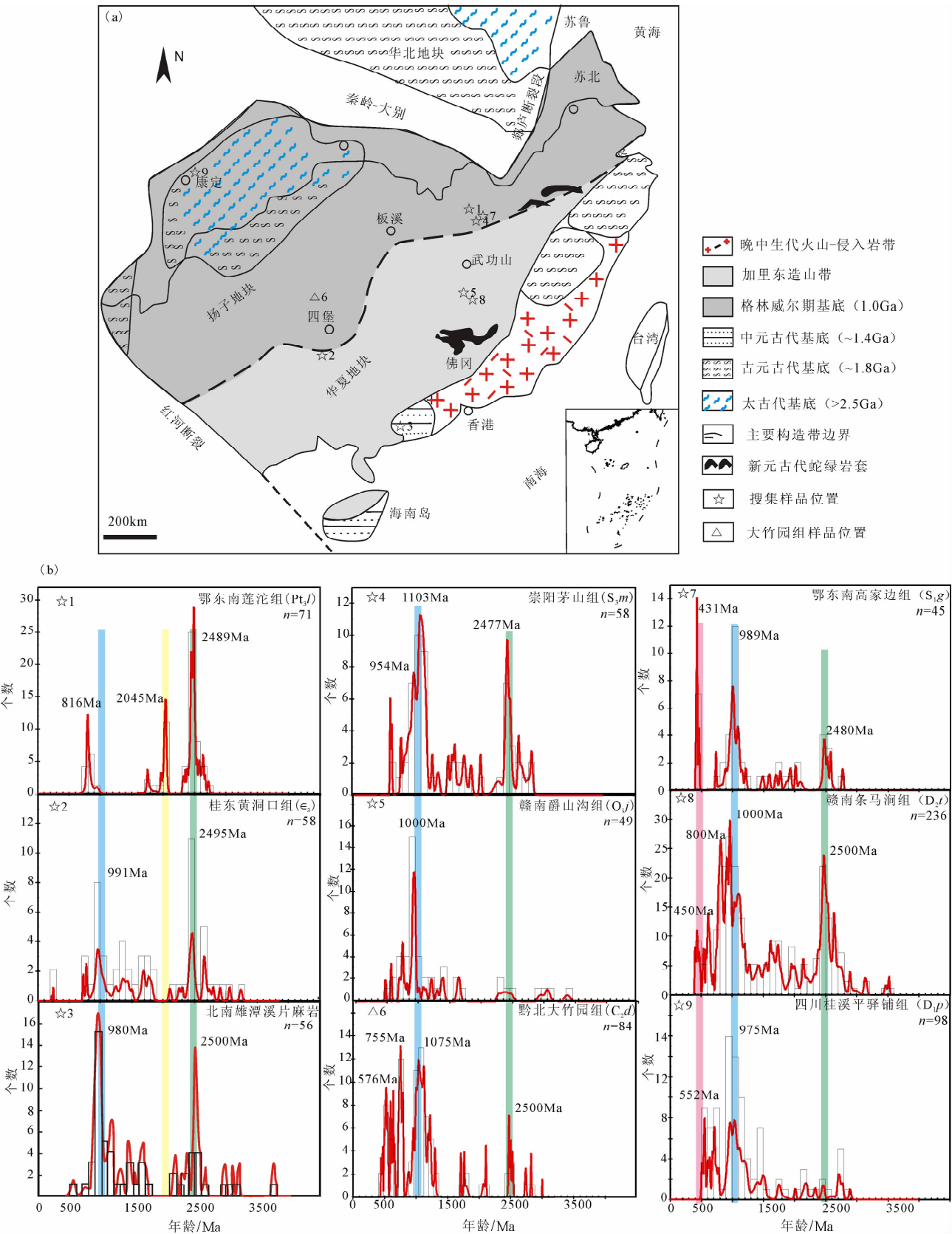


图 5 (a) 华南大地构造纲要图 (据文献 [34] 修改); (b) 华南新元古界 - 下石炭统碎屑锆石年龄直方图

Fig. 5 (a) Tectonic outline map of South China (Modified from reference [34]); (b) Relative probability plot of zircon U-Pb isotopes of the Neo-Proterozoic-Lower Carboniferous in South China

段。物源的多样性与各自局部地区的岩浆-变质事件息息相关。如华南 400~500 Ma 的岩浆岩主要分布在华夏地块和扬子地块北缘,华夏地块内的加里东期花岗岩广泛分布于武夷山和云开大山地区,时代集中在 400~470 Ma^[27,29-30]。扬子地块北缘也发育 428~460 Ma 的岩浆岩^[31-32],云开大山地区普遍受燕山期-印支期热改造事件的影响^[18,20]。

黔北晚石炭世大竹园组铝土岩的碎屑锆石与爵山沟组(O_1j)、茅山组(S_1m)和平驿铺组(D_1p)碎屑锆石具有相似的年龄频谱。大竹园矿区含矿岩系下伏地层为韩家店群(S_1hj),锆石均被磨圆,显示远距离搬运的特征,碎屑锆石可能为下伏地层中的再循环锆石,韩家店群(S_1hj)为铝土矿的成矿母岩。加里东造山事件使扬子和华夏陆块最终拼合成统一的华南陆块,沉积岩具有统一的物源区。志留纪,华夏地块除了在广西钦州-防城一带有沉积外,大部分地区发生褶皱及隆升成陆缺失沉积;扬子地块成为隆后盆地,晚奥陶世-早志留世大部分为局限浅海环境,沉积褐色炭质页岩以及粉砂岩^[25,33],快速隆升、被剥蚀的华夏地块为扬子地块上稳定展布的下志留统提供了大量的沉积物质,为铝土矿及新近发现的钨和锂^[35]等的形成提供了物质基础。

5 结语

大竹园铝土矿中铝土岩的碎屑锆石年代学资料为铝土矿的成矿物质来源提供了新的依据,证实其成矿母岩为下伏韩家店群(S_1hj),也为成矿母岩的物质来源提供了可靠信息。碎屑锆石测年技术为沉积型矿床成矿物质来源的研究提供了新的技术手段。

6 参考文献

- [1] 章柏盛. 微量元素对比在铝土矿成矿物质来源上的应用[J]. 轻金属, 1987(3): 1-4.
- [2] 卢静文, 彭晓蕾, 徐丽杰. 山西铝土矿床成矿物质来源[J]. 长春地质学院学报, 1997, 27(2): 147-151.
- [3] 刘平. 八论贵州之铝土矿——黔中-渝南铝土矿成矿背景及成因探讨[J]. 贵州地质, 2001, 18(4): 238-243.
- [4] Bruguier O, Lancelet J R. U-Pb dating on single detrital zircon grains from the Triassic Songpan-Ganze flysch (Central China): Provenance and tectonic correlations [J]. *Earth and Planetary Science Letters*, 1997, 152: 217-231.
- [5] 刘长龄. 中国石炭纪铝土矿的地质特征与成因[J].

沉积学报, 1988, 6(3): 1-10.

- [6] 刘平. 黔北务-正-道地区铝土矿地质概要[J]. 地质与勘探, 2007, 43(5): 29-33.
- [7] 雷志远, 廖友常. 黔北大竹园铝土矿床地质特征及成因浅析[J]. 西部探矿工程, 2007(9): 94-97.
- [8] 刘平. 初论贵州之铝土矿[J]. 贵州地质, 1987, 4(10): 1-12.
- [9] 刘平. 三论贵州之铝土矿——黔北铝土矿成矿时代、物质来源及成矿模式[J]. 贵州地质, 1993, 10(2): 105-113.
- [10] 刘平. 论黔北-川南石炭系大竹园组[J]. 中国区域地质, 1996(2): 123-130.
- [11] 刘平. 六论贵州之铝土矿——铝土矿床成因类型划分意见[J]. 贵州地质, 1996, 13(1): 45-60.
- [12] 刘平. 黔北务正道地区铝土矿地质概要[J]. 地质与勘探, 2007, 43(5): 29-33.
- [13] 殷科华. 黔北务正道铝土矿的成矿作用及成矿模式[J]. 沉积学报, 2009, 27(3): 452-457.
- [14] 侯可军, 李延河, 田有荣. LA-MC-ICPMS 锆石微区原位 U-Pb 定年技术[J]. 矿床地质, 2009, 28(4): 481-492.
- [15] 余振兵. 中上杨子上元古界-中生界碎屑锆石年代学研究[D]. 武汉: 中国地质大学(武汉), 2007.
- [16] 谢士稳, 高山, 柳小明, 高日胜. 扬子克拉通南华纪碎屑锆石 U-Pb 年龄、Hf 同位素对华南新元古代岩浆事件的指示[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 2009, 34(1): 117-126.
- [17] 于津海, O'Reilly S Y, 王丽娟, Griffin W L, 蒋少涌, 王汝成, 徐夕生. 华夏地块古老物质的发现和前寒武纪地壳的形成[J]. 科学通报, 2007, 52(1): 11-18.
- [18] 李青, 段瑞春, 凌文黎, 胡明安, 张军波, 杨振. 桂东早古生代地层碎屑锆石 U-Pb 同位素年代学及其对华夏陆块加里东期构造事件性质的约束[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 2009, 34(1): 189-202.
- [19] 于津海, 王丽娟, 周新民, 蒋少涌, 王汝成, 徐夕生, 邱检生. 粤东北基底变质岩的组成和形成时代[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 2006, 31(1): 38-48.
- [20] 于津海, 王丽娟, 魏震洋, 孙涛, 舒良树. 华夏地块显生宙的变质作用期次和特征[J]. 高校地质学报, 2007, 13(3): 474-483.
- [21] 王丽娟, 于津海, O'Reilly S Y, Griffin W L, 孙涛, 魏震洋, 舒良树, 蒋少涌. 华夏南部可能存在 Grenville 期造山作用: 来自基底变质岩中锆石 U-Pb 定年及 Lu-Hf 同位素信息[J]. 科学通报, 2008, 53(14): 1680-1692.
- [22] 于津海, 沈渭洲. 南岭地区基底变质岩的组成和形成时代[M]//周新民主编. 南岭地区晚中生代花岗岩成因与岩石圈动力学演化. 北京: 科学出版社, 2007: 23-37.

[23] 向磊,舒良树. 华南东段前泥盆纪构造演化: 来自碎屑锆石的证据[J]. 中国科学: 地球科学, 2010, 40(10): 1377-1388.

[24] 陈旭,戎嘉余,Rowley D B,张进,张元动,詹仁斌. 对华南早古生代板溪洋的质疑[J]. 地质论评,1995, 41(5): 389-400.

[25] 许效松,刘伟,周棣康,王国司,张海全,石国山. 黔中-黔东南地区下志留统沉积相[J]. 古地理学报, 2009,21(3): 13-20.

[26] 毛建仁,厉子龙,赵希林,叶海敏,陈荣,曾庆涛. 赣南上犹岩体的锆石 SHRIMP 定年和地球化学特征及其构造意义[J]. 矿物岩石地球化学通报,2007, 26(Z1): 18-20.

[27] 赵芝,陈振宇,陈郑辉,侯可军,赵正,许建祥,张家菁,曾载淋. 赣南加里东期阳埠(垱子下)岩体的锆石年龄、构造背景及含矿性评价[J]. 岩矿测试,2012, 31(3): 530-535.

[28] 段亮. 南秦岭与扬子地体西北缘志留-泥盆系碎屑锆石物源分析及构造意义[D]. 西安: 西北大学, 2010.

[29] 沈渭洲,张芳荣,舒良树,王丽娟,向磊. 江西宁冈岩体的形成时代、地球化学特征及其构造意义[J]. 岩石学报,2008,24(10): 2244-2254.

[30] 张芳荣,沈渭洲,舒良树,向磊. 江西省早古生代晚期花岗岩的地球化学特征及其地质意义[J]. 岩石学报,2010,26(12): 3456-3468.

[31] 马昌前,明厚利,杨坤光. 大别山北麓的奥陶纪岩浆弧:侵入岩年代学和地球化学证据[J]. 岩石学报, 2004,20(3): 393-402.

[32] 李伍平,王涛,王晓霞. 北秦岭灰池子花岗质复式岩体的源岩讨论——元素-同位素地球化学制约[J]. 地球科学: 中国地质大学学报,2001,26(3): 269-278.

[33] 牟传龙,许效松. 华南地区早古生代沉积演化与油气地质条件[J]. 沉积与特提斯地质,2010,30(3): 24-29.

[34] Li Z X. Tectonic history of the major East Asian lithospheric blocks since the mid-Proterozoic: A Synthesis [M] // Flower M F J, Chung S L, Lo C H, eds. Mantle Dynamics and Plate Interactions in East Asia. Washington D C: American Geophysics Union, 1998: 221-243.

[35] Wang D H, Li P G, Qu W J, Yin L J, Zhao Z, Lei Z Y, Wen S F. Discovery and preliminary study of the high tungsten and lithium contents in the Dazhuyuan bauxite deposit, Guizhou, China [J]. Science China: Earth Sciences, 2012. doi: 10. 1007/s11430-012-4504-2.

Detrital Zircon U-Pb Geochronology of the Dazhuyuan Formation in Northern Guizhou: Implications for Bauxite Mineralization

ZHAO Zhi¹, WANG Deng-hong¹, LI Pei-gang², LEI Zhi-yuan²

(1. Key Laboratory of Metallogeny and Mineral Assessment, Ministry of Land and Resources, Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China;
2. No. 106 Geological Team of Guizhou, Zunyi 563000, China)

Abstract: The Late Carboniferous Dazhuyuan Formation, an important bauxite bearing bed, lies along the Northern Guizhou-Southern Chongqing formation. For tracing the material source of the bauxite, U-Pb dates on detrital zircon of aluminous from Dazhuyuan bauxite deposit using Laser Ablation-Multicollector Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry (LA-MC-ICPMS) have been determined. The results show that 84 groups of concordant age are distributed over a wide range, varying from 447 to 2825 Ma, with the main populations ranging from 505-660 Ma ($n=5$), 714-794 Ma ($n=13$), 900-1302 Ma ($n=42$) and 2473-2500 Ma ($n=5$). Compared with the detrital zircon age spectrum of Paleozoic Clastic of South China, the result lacks the data from about 440-400 Ma, which belongs to the middle-upper Devonian, more similar to a detrital zircon age spectrum of the Ordovician-Lower Devonian. Combined with the regional geological characteristics, it is postulated that (1) the detrital zircons of the aluminous come from the Hanjiadian group (S_1hj), which is the important metallogenic parent rocks of the bauxite. (2) The Caledonian orogeny made the collision between the Cathaysian block and the Yangtze block, implying that the Cathaysia block uplifted rapidly and suffered from erosion in the Silurian, which made a foundation providing a large amount of metallogenic material for the formation of the bauxite.

Key words: Dazhuyuan Formation; detrital zircon; mineralization; bauxite; Northern Guizhou