

文章编号: 1008-2786-(2013)1-1-07

南岭夷平面风化壳发育时间问题探讨

——以粤北大布镇剖面为例

周尚哲¹ 朱丽东² 李淑珍¹ 郑景雄¹

(1. 华南师范大学地理科学系 广东 广州 510631; 2. 浙江师范大学地理过程实验室 浙江 金华 321004)

摘 要: 南岭最高夷平面上发育了深厚的红色风化壳,研究这些风化壳对于认识夷平面具有重要意义。以粤北大布镇夷平面上的风化壳为例,通过化学成分的研究,认为大布镇的风化壳厚度为 60~70 m,风化壳顶层的母岩当量厚度可达到 24 m/m。据此,恢复得到已风化母岩(奥陶系砂岩)厚度达 790 m,其中的淋失量为 724 m,再根据珠江流域 50 a 平均溶蚀速率估算,该风化壳的年龄约为 19.6 Ma,即中新世早期,大致可认为是南岭夷平面发育终结和新一轮地貌循环——“南岭运动”开始的时间。

关键词: 南岭夷平面; 风化壳; 发育时间; 母岩当量厚度

中图分类号: P512.1⁺3 P931

文献标志码: A

南岭部分山地的山顶残留着面积可观的夷平面,有的达到 30 km² 以上。这些残留的最高夷平面暗示在晚近地质时期华南一带曾形成一个广阔的准平原^[1]。在这些夷平面上,不同程度地发育红土风化壳,研究这些风化壳的发育过程对于了解夷平面及其时间估计均很有意义。笔者等人野外观察,其风化程度与所处高度很有关系。如越城岭、八十里大南山等抬升较高的夷平面上,风化程度较低一些。而在诸如大布镇等抬升较低的夷平面上,风化程度较高。本文拟通过粤北大布镇剖面探讨本区化学风化壳理论厚度、风化壳的母岩当量厚度、风化壳年龄等问题。为回答夷平面形成与解体相关问题做点尝试性研究。

1 样品采集和处理

大布镇(24°32'N, 113°08'E)位于粤北乳源县一个褶曲变形的夷平面上。夷平面由奥陶系中下统浅褐色粗砂岩构成,面积约 25 km²,呈长方形,四周强

烈抬升被断裂切割,边缘的山高达到 1 100 m,最高的三磨炭 1 296.7 m,中央凹陷,海拔 >600 m。大布河向东南切出深达 300 m 的大峡谷(图 1)。凹陷边缘地带出露大量的红色风化壳,风化壳中形成品位很高的铁锰矿石(图 2),开矿成为大布镇的重要产业。但矿坑中找不到理想的剖面做研究,我们只能采集部分样品,同时选择相对完整的公路边 2 个剖面进行工作(图 3)。

DB-1 剖面出露 3.9 m,顶部海拔 655.7 m。剖面中原始地层依稀可辨,表明风化程度尚未达到完全粘土化的阶段。但原始层状结构虽未扰乱,上部手碾即碎,往下过渡到坚硬层以至基岩(泥盆系砂岩)。由本地富铁锰高风化层做参照,并查看顶部情况,可以判定,此剖面在公路开挖前因采矿而揭去相当厚度,强风化部分已不复存在。现剖面上部犹含有少量铁锰结核。

DB-2 剖面出露厚度 12 m,未见底,表面看起来风化程度高一些。DB-1 剖面由上到下采样 27 个,1.7 m 以上间隔为 10 cm,以下 20~30 cm。DB

收稿日期(Received date): 2012-11-25; 改回日期(Accepted): 2012-12-02。

基金项目(Foundation item): 国家自然科学基金项目(41171014)资助。[Supported by the National Natural Sciences Foundation of China, No. 41171014.]

作者简介(Biography): 周尚哲(1952-),甘肃秦安人,教授,博士生导师,主要从事自然地理学地貌与环境变化研究。[Zhou Shangzhe (1952-), born in Qin'an of Gansu Province, professor, doctoral tutor, engaged in Geography, Geomorphology and environmental change.]

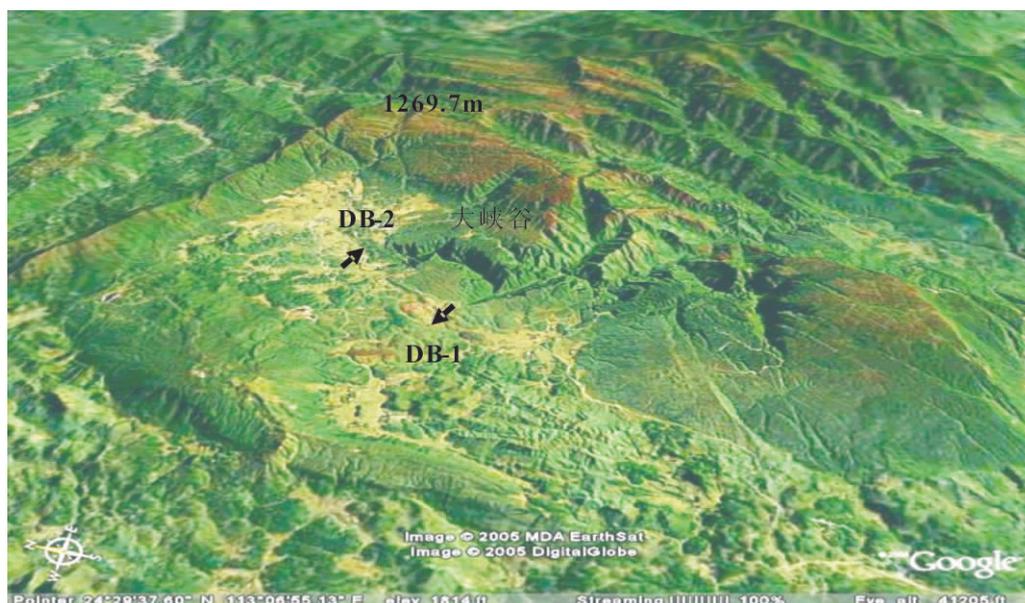


图1 粤北乳源大布镇夷平面及剖面位置(黑色箭头)

Fig.1 The Dabuzhen planation surface and the sites of the profiles (the black arrowheads)

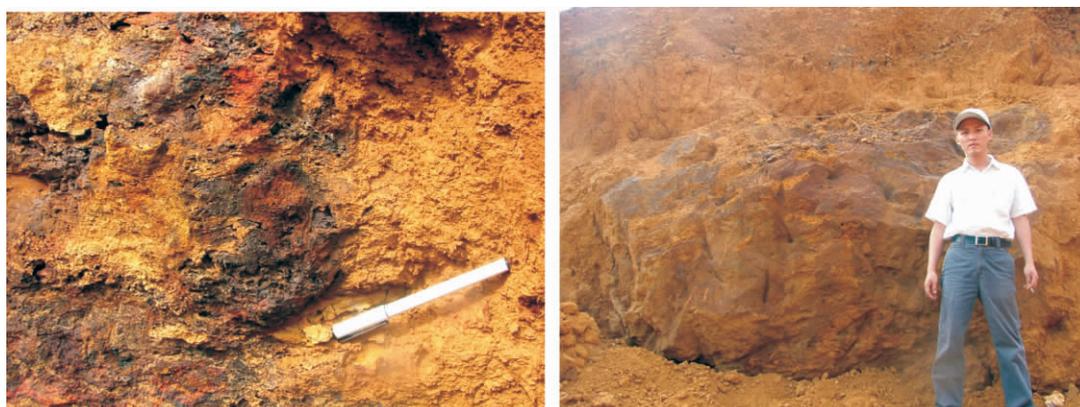


图2 大布镇风化壳中的铁锰矿石

Fig.2 The iron-manganese ores in the weathering crust at Dabuzhen

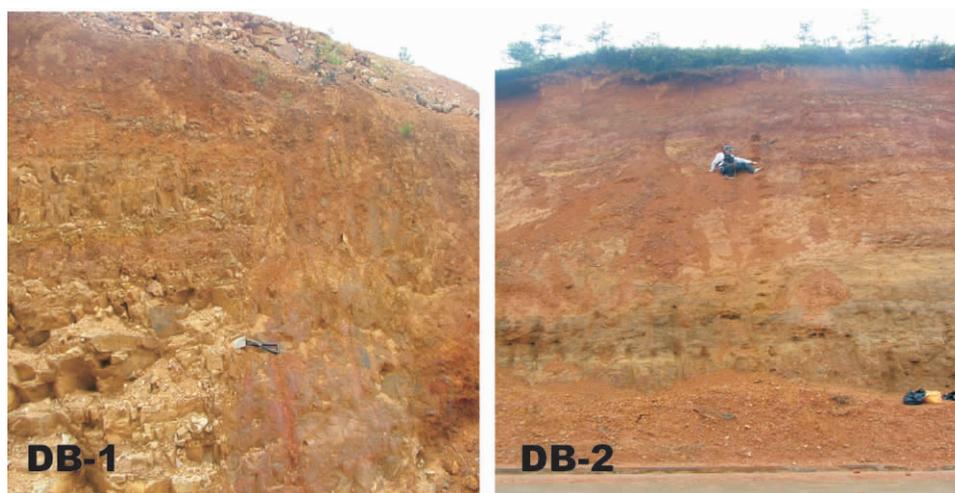


图3 采样剖面

Fig.3 The profiles studied

-2 剖面由下到上采样 26 个,间隔大体为 46 cm。为了将风化壳的元素构成与风化前的基岩做对比,在 DB-1 剖面下部采集了基岩样品。另在附近矿坑采集了风化最强烈的富含铁锰矿物以及富铁红粘土样品,进行对比分析。在室内将采集到的样品自然风干,然后压碎、剔除杂物,105℃烘干。土样经粉碎机充分研磨后,每个样品准确称取 4 g,放入塑料环内,在半自动高压压片机下压制成片,用于化学成分测定。本实验的所有的元素测定都在浙江师范大学“地表过程实验室”完成,分析仪器为英国帕纳科公司生产的波长色散型 X 射线荧光光谱分析仪(XRF),测定过程中用国家标样监控,分析误差 <2%。

2 风化壳化学特征

共测试包括 7 种氧化物在内的 39 种元素。总体来说,主要成分为硅、铝、铁、钾、镁、钠、钛的氧化物,其他元素很少。以 DB-1 剖面为例,测试分析结果总体特征是,作为主要风化指标的 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 与 SiO_2 之和平均达到 79.534%。 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 由剖面顶部向下减少,而 SiO_2 向下递增的总趋势很显著(表 1 图 4)。0.75 m 以上为强风化带,0.75~2.0 m 之间波动过渡,2 m 以下为弱风化基岩层。这种风化强度的变化特征应当与基岩局部的透

表 1 大布镇 DB-1 剖面主元素氧化物

Table 1 Oxides of main elements in the regolith DB-1 at Dabuzhen

深度 /cm	Al_2O_3 /%	Fe_2O_3 /%	K_2O /%	MgO /%	Na_2O /%	SiO_2 /%	TiO_2 /%	$\text{SiO}_2 / \text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{SiO}_2 / \text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{SiO}_2 / \text{R}_2\text{O}_3$
10	19.17	42.315	0.112	0.483	0.026	10.951	0.487	0.971	0.691	0.404
20	21.285	37.113	0.144	0.471	0.024	12.344	0.516	0.985	0.886	0.466
30	19.769	39.545	0.244	0.537	0.039	15.966	0.621	1.370	1.078	0.604
40	18.434	42.733	0.191	0.576	0.035	14.599	0.535	1.348	0.986	0.544
50	19.655	41.25	0.237	0.533	0.035	15.766	0.594	1.361	1.019	0.583
60	18.14	42.516	0.167	0.414	0.026	15.012	0.660	1.658	0.941	0.610
70	16.017	46.187	0.152	0.384	0.022	13.719	0.509	1.459	0.793	0.513
80	18.477	37.578	0.456	0.4	0.03	17.387	0.622	1.599	1.234	0.697
90	26.065	15.191	4.896	1.485	0.185	38.343	0.760	2.497	6.726	1.821
100	26.606	12.529	5.297	1.391	0.174	40.985	0.746	2.619	8.745	2.016
110	26.887	11.312	6.196	1.413	0.188	41.82	0.760	2.643	9.873	2.085
120	26.43	10.969	6.277	1.613	0.219	41.63	0.714	2.680	10.084	2.188
130	25.29	9.71	5.978	1.582	0.235	44.52	0.667	1.903	12.164	2.404
140	26.019	7.339	7.203	1.896	0.28	46.417	0.725	3.036	16.969	2.575
150	25.143	13.99	4.874	1.486	0.169	38.404	0.700	2.602	7.314	1.919
160	22.372	8.436	5.372	1.302	0.193	49.304	0.752	3.766	16.609	3.020
170	20.015	4.435	5.518	1.189	0.185	57.102	0.701	4.855	34.618	4.256
200	10.565	3.223	2.119	0.496	0.075	70.159	0.479	11.25	58.45	9.438
220	10.608	3.282	1.665	0.403	0.072	69.397	0.456	15.08	76.068	9.290
240	18.061	3.711	4.22	0.866	0.143	61.011	0.577	5.732	44.017	5.069
250	19.016	5.753	1.24	0.435	0.081	58.811	0.624	5.260	27.034	4.405
260	22.419	2.907	5.998	1.241	0.178	57.684	0.673	4.376	52.021	4.044
290	19.653	3.674	5.974	1.187	0.193	58.949	0.619	5.093	42.499	4.544
320	16.187	3.715	4.962	0.986	0.165	63.366	0.456	6.650	45.655	5.803
350	15.796	3.717	4.894	0.911	0.156	64.042	0.457	6.884	46.051	5.993
370	13.581	3.232	3.41	0.662	0.123	67.318	0.401	8.417	21.039	6.011
390	16.927	1.833	5.098	0.892	0.165	65.631	0.489	6.845	97.227	6.393

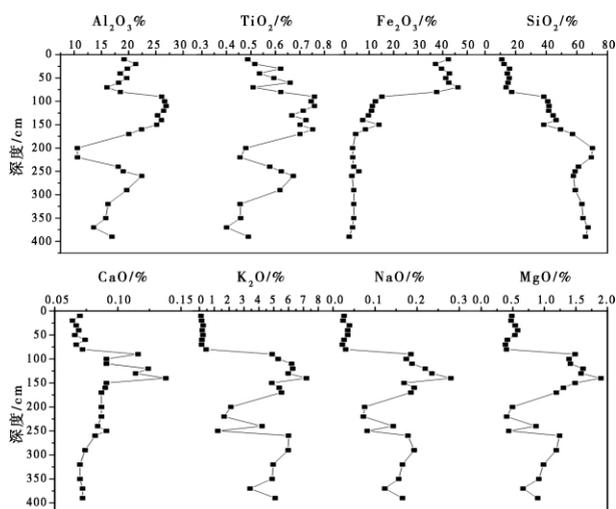


图4 DB-1 风化壳氧化物随深度的变化

Fig. 4 The curves of the main oxides with depth

水性和抗风化性能有关。CaO、K₂O、Na₂O、MgO 含量很低,且显示由剖面下部向上减少的趋势。4 条曲线的变化趋势完全一致,强风化带显示强烈的淋失特征。DB-2 剖面显示同样的风化强度趋势,但其变化幅度较 DB-1 剖面要小得多,不再列表赘述。

3 风化壳的厚度估计

研究夷平面上的风化壳,我们特别关注风化壳的厚度。大布镇风化壳的厚度估计很大,但却因开

矿破坏找不到完整的剖面,前述采样剖面均为其残留的一部分。所以我们首先需要根据风化程度变化恢复出风化壳的真实厚度。大布镇风化的最后产物形成铁锰矿,而不是铝土矿。但是,在风化的过程中,也有过富铝的阶段。而最后,Al₂O₃ 也大幅度减少(表 2),Fe₂O₃ 成为主要成分。基岩和红色粘土中,锰的含量很低,铁锰结核中的锰含量虽然剧增,但绝对含量还是很低。红粘土中仍有较高含量的 Al₂O₃ 和 SiO₂。红粘土应当是部分脱铁之后的产物,脱离的铁聚集形成了铁矿石。

鉴于风化壳中硅的减少和铝铁的相对增加呈很好的线性关系(图 5),我们利用硅铝铁率来尝试恢复剖面的大致厚度。根据表 1 数据给出硅铝铁率在剖面上的分布曲线(图 6)

DB-1 剖面中 SiO₂/R₂O₃ 随深度变幅较大(1.53/m)。而 DB-2 剖面的特征却大不相同, SiO₂/R₂O₃ 值较小,随深度增大的趋势也很小,即 0.1/m。再根据表 2 所列最强风化层中的 3 个样品的 SiO₂/R₂O₃ 分别为 0.243、0.247 和 0.625,来拟合风化到这样程度还需要多大厚度。考虑到风化产物不能为纯粹的铁矿石或锰矿石,必然与红粘土共生,理论上应当是 3 个数据之间的某个值。假如取此 3 个样品的平均值 0.381,那么,使 DB-2 剖面风化到这样的程度,在其顶部须再加上 14 m。另外,作为大布镇风化母岩(见表 1),奥陶系粗砂岩(2 m 以下弱

表 2 铁、锰结核层和其间红土层的氧化物含量

Table 2 The contents of oxides in three samples of the deeply weathered regolith

样品	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	MgO	Na ₂ O	SiO ₂	SiO ₂ /R ₂ O ₃
富铁	8.886	0.071	52.374	0.052	0.163	0.009	6.053	0.243
铁锰	12.057	0.065	44.907	0.002	0.098	0.014	5.92	0.247
粘土	24.322	0.083	34.472	0.317	0.502	0.049	17.03	0.625
平均	15.088	0.073	43.918	0.124	0.254	0.024	9.667	0.381

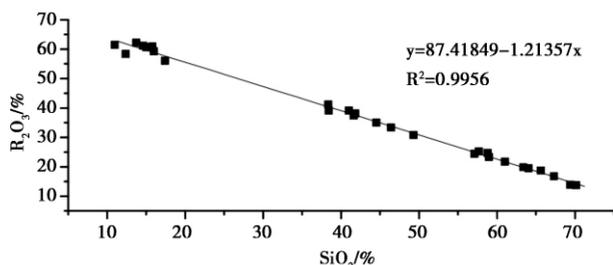
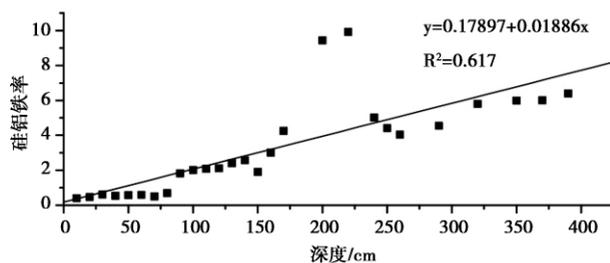


图5 大布镇 DB-1 剖面硅铝铁关系

Fig. 5 The relationship between SiO₂ and R₂O₃ in DB-1 profile of Dabuzhen图6 DB-1 剖面 SiO₂/R₂O₃ 随深度变化Fig. 6 SiO₂/R₂O₃ change with depth in DB-1 profile

风化基岩 10 个样平均) 含有 63.64% 的 SiO_2 、14.32% 的 Al_2O_3 和的 3.505% 的 Fe_2O_3 。其 $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ 为 6.537。按 0.1/m 的比例来算, DB-2 剖面向下再延伸约 40 m, 才能到达具有这样硅铝铁率的基岩。这样估算, 大布镇的化学风化壳最大厚度有可能达到 66 m 以上。当然, 这样将风化程度从上到下看做一个渐变的理想化风化壳, 得出的只是一个理论厚度。不过, 从大布镇风化壳外表(图 7) 来看, 这样的厚度估计并不出格。在岭南其他地区, 达到这样厚度的风化壳更不罕见(图 8)。



图 7 大布镇夷平面上的风化壳外观

Fig. 7 View of the weathering crust on Dabuzhen palnation surface



图 8 广西藤县正在被推平的风化壳

Fig. 8 The weathering crust in breaking in Tengxian County of Guangxi

4 风化壳厚度与母岩当量厚度

在研究与夷平面有关的风化壳时, 我们不能不关注风化壳与基岩之间的当量厚度。换句话说, 单位厚度的风化壳, 需要多厚的基岩风化而成, 这对于估计风化时间至关重要, 也对探讨所谓双层夷平面具有重要意义。

风化壳的基岩当量厚度当然首先涉及到风化壳的风化程度, 例如, 大布镇铁锰矿层的当量母岩厚度肯定很大, 而弱风化层就较低。风化壳的顶部永远

处于风化之中, 在母岩岩性与排水条件一致的情况下, 风化壳的风化强度理论上应当由顶部向下线性减弱, 一直过渡到底部基岩。上下层当量不同。

化学风化是大部分元素发生溶解淋失、部分发生化合积聚的过程。在这个过程中, 有新的物质分子(化合物或矿物)形成, 但却没有新的元素形成, 各元素不发生相互转化, 只是各种元素因迁移和重新组合而使其相对含量发生变化。我们通过化学全量测试得到的是各种元素及氧化物的百分含量。如果所有的元素与化合物都是不稳定而易淋失的, 那么我们就很难确定与风化壳对应的母岩当量厚度。如果能够确定风化过程中不淋失的稳定元素或化合物, 我们就可以根据元素含量的相对变化关系求得某种风化壳的母岩当量厚度值。热带亚热带风化过程常被认为是脱硅富铝过程, 即构成岩石的 SiO_2 和其他活泼元素作为离子态或化合物被淋溶迁出, 而铝和铁的氧化物被积聚下来。其相对量较之原始母岩就大幅度增加。然而, 大布镇风化壳的基本特征是 Fe_2O_3 成为最后的产物, 形成赤铁矿。

我们也收集了珠江支流东江、北江和西江水溶解质的资料, 显示溶解质中缺乏铁离子成分。如果风化壳中的铁只氧化富集而不淋失迁移, 那么沉积岩中的铁则主要是受地表侵蚀汇入流水而以悬浮质的形式机械迁移沉积的。我们常见红色的洪水, 就是因为含有高浓度的 Fe_2O_3 悬浮质的缘故。但是, 地表机械侵蚀只改变风化壳的厚度而并不影响风化壳的化学成分, 不妨碍我们估计风化壳的当量母岩厚度。

现在我们假定 Fe_2O_3 全部被积累, 我们就可以据此计算母岩与风化壳的当量厚度了。在假设密度相同的情况下, 母岩与风化壳的厚度之比就应当是风化壳和母岩中的 Fe_2O_3 百分含量之比。例如, 大布镇所采铁矿石层 Fe_2O_3 含量(3 个样平均)为 43.918%, 而母岩的 Fe_2O_3 最低值为 1.833%, 二者相除, 即得 1 m 厚的高风化红土层需要 23.96 m 的母岩来风化形成。按照同样的思路, 我们举 DB-1 剖面为例, 绘出了其与母岩当量厚度图(图 9)。图中明显表现出 3 个水平的当量, 将其分别平均, 则得到 22.495、6.103 和 2.083, 它们分别代表的厚度为 1 m、0.9 m 和 2 m。可知这个 3.9 m 的残留风化壳, 是由 32.154 m 母岩风化而成的。DB-2 剖面的 Fe_2O_3 含量相对低, 也比较稳定, 我们可以用平均数来处理, 整个剖面的平均基岩当量厚度为 6.784。那么这个厚 12 m 的残留风化壳应当是 81.412 m 的基岩风化而成的。

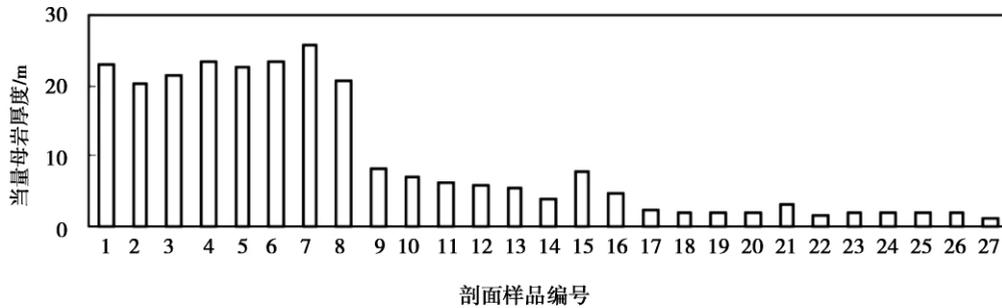


图9 DB-1 剖面风化壳不同深度的母岩当量厚度

Fig. 9 Equivalent rock thickness of DB-1 regolith in different depths

前文计算出,大布镇的风化壳理论总厚度应当在 66 m 左右。假如我们将 Fe_2O_3 随深度的变化理想化为线性关系,则可以取风化最强的铁锰层 (Fe_2O_3 为 43.918) 与基岩 (Fe_2O_3 为 1.833) 之间的平均当量厚度值来估算其母岩厚度。即: $(43.918 / 1.833) / 2 \times 66 = 790.668$ 那么,这 66 m 的风化壳应当是由大约 790 m 的基岩风化而成。

5 对风化壳年龄的估计

风化壳的年龄确定一直是个令人困惑而引起众多学者探索的问题^[2-5]。早有学者估计处于热带雨林的象牙海岸化学风化速率,1 m 花岗岩完全脱硅需要 50 ka 时间。根据热带雨林花岗岩水解率计算,形成 1 m 厚的氧化物需要 10 ~ 100 ka 年时间^[6]。近年有关巴西圣保罗附近热带风化速率的 U 同位素测年表明,当前气候条件下的风化速率为 0.015 mm/a 相当于风化 1 m 需要 67 ka/m^[7]。另有 0.022 mm/a 的数据^[8]。这些例子表明完全红土化的风化速率为数万年尺度。

假使我们关于大布镇风化壳及其当量母岩厚度的估算是可以相信的,那么,我们就可以再根据流域的溶蚀模数来计算风化壳的年龄。因为流域的溶蚀模数实际上就是平均的淋失迁移速率,也可视为风化速率。

我们对珠江三大支流东江、北江和西江诸多监测点 1958—2008 年共 50 a 的水文资料中的溶解质进行研究,结果表明,流域平均溶解质模数为 0.037 mm/a。流域溶解质模数所指示的化学风化速率和风化壳厚度所指示的风化速率是什么关系呢? 容易理解,风化壳是整个化学风化物的残留部分,而溶解质则是迁出部分。也就是我们前文所说的风化壳的当量母岩厚度与风化壳厚度之差。我们已经得出大

布镇 66 m 风化壳的当量厚度为 790 m,那么,二者之差即为 724 m。若按溶蚀速率 0.037 mm/a 计算,大布镇富铁矿风化壳的风化起始时间约为距今 19.6 Ma,即中新世初期。

6 讨论

我们根据南岭大峡谷夷平面上大布镇富铁矿风化壳的特征指标,由残存风化壳回复了其理论厚度,计算了母岩的当量厚度,再根据珠江全流域 50 a 平均溶蚀率,估算出风化壳的大致年龄。结论是,风化壳的发育开始于中新世初。

剥蚀作用是一项主要的地表过程,初始为风化作用。物理风化和流水侵蚀产生河流悬浮质和推移质,化学风化产生河流溶解质。根据珠江流域东江、北江和西江各支流 50 a 平均悬浮质计算,珠江流域机械剥蚀率为 0.063 mm/a,要比 0.037 mm/a 的溶解率快得多。那么,化学风化壳应当被物理剥蚀扫荡殆尽。但事实上,在诸如夷平面等平缓的部位,总会保留一些化学风化壳,并持续加厚。风化壳内部不稳定元素因雨水下渗而淋失,但外部径流侵蚀微弱,风化壳物质能够保持正平衡而得以积累。尽管如此,我们也不能保证风化壳的表面一点儿不受侵蚀。所以得出的数据肯定是保守的。此外这里还涉及到一个前提,就是我们用珠江流域最近 50 a 的平均溶蚀速率推算约 2000×10^4 a 以来的物质迁移,那时的流域、气候甚至纬度也可能与今日大不相同,这些都有待进一步探讨。

流域溶蚀率占总剥蚀率的比例是反映地貌演化阶段的重要指标。根据世界各大河流资料来看,平缓而植被茂盛的流域,化学溶蚀率占总剥蚀率的比例要高得多,有的达到 90% 以上,如美洲的圣劳伦斯河(93.33%)、欧洲的易北河(94.97%)等。而像

青藏高原的恒河(14.20%)、印度河(9.81%)、布拉马普特拉河(8.70%)等河流,其比例甚至不到10%^[9]。表明机械侵蚀在青年期的剧烈程度和老年期大趋和缓的阶段特征。如前所述,珠江流域该比例为37%,显示南岭演化目前大体处于青-壮年阶段。大布镇夷平面上的风化壳年龄估算对南岭夷平面大致年龄具有参考意义。

参考文献(References)

- [1] Zhou Shangzhe, Liu Jipeng, Xi Zengfu. The residual top planation surfaces in the Nanling Mountains and their adjacent regions [J]. *Glaciology and Geocryology* 2008, 30(30): 938-945 [周尚哲,刘继鹏,郝增福,等.南岭最高夷平面初步研究[J].冰川冻土,2008,30(6):938-945]
- [2] Sun Chengxing, Wang Shijie, Liu Xiuming, et al. Review on the dating of the weathering profiles [J]. *Bulletin of Mineralogy Petrology and Geochemistry* 2000, 19(1): 54-59 [孙承兴,王世杰,刘秀明,等.风化壳剖面的定年研究[J].矿物岩石地球化学通报,2000,19(1):54-59]
- [3] Feng Jinliang, Cui Zhijiu, Zhang Wei, et al. Discussion on Paleomagnetism dating to Terra Rossa profiles from Yun-Gui Plateau, Southwest China [J]. *Casologica Sinica*, 2003, 22(3): 178-190 [冯金良,崔之久,张威,等.云贵高原碳酸盐岩风化壳的古地磁定年探讨[J].中国岩溶,2003,22(3):178-190]
- [4] Deng Xiaodong, Li Jianwei, Chen Lei, et al. 40Ar/39Ar Geochronology of weathering crust: significance, Problems, and Prospect [J]. *Geological Review*, 2008, 54(4): 145-155 [邓晓东,李建威,陈蕾,等.风化壳40Ar/39Ar年代学研究意义:进展、问题与展望[J].地质论评,2008,54(4):145-155]
- [5] Feng Jinliang, Cui Zhijiu, Zhang Wei, et al. Dating materials of lateritic weathering mantles in the Yun-Gui Plateau of China: basis researches of Manganese nodules [J]. *Marine Geology & Quaternary Geology* 2003, 23(3): 45-54 [冯金良,崔之久,张威,等.高原红土性风化壳定年对象——锰结核的基础研究[J].海洋地质与第四纪地,2003,23(3):45-54]
- [6] Zhao Qiguo, et al. The red soil material cycling and its regulation [M]. Beijing: Science Press, 2002: 9 [赵其国,等.红壤物质循环及其调控[M].北京:科学出版社,2002:9]
- [7] Bonotto D M, Fujimori K, Moreira - Nordemann L M. Determination of weathering rate of the Morro do Ferro Th-REEs deposit, Brazil using U-isotope method [J]. *Applied Radiation and Isotopes*, 2007, 65: 474-481
- [8] F T Conceicao, D M Bonotto. Use of isotope disequilibrium to evaluate the weathering rate and fertilizer-derived uranium in sao Paulo state, Brazil [J]. *Environmental Geology*, 2003, 44: 408-418
- [9] J Gaillardet B, Dupre, P Louvat, et al. Global silicate weathering and CO₂ consumption rates deduced from the chemistry of large rivers [J]. *Chem. Geol.*, 1999, 159: 3-30

Discussion of the Weathering Crust Development Time on the Nanling Planation Surface ——Take the Dabuzhen as an Example

ZHOU Shangzhe¹, ZHU Lidong², LI Shuzhen¹, ZHENG Jingxiang¹

(1. College of Geographical Science, South China Normal University, Guangzhou 510631, China;

2. Laboratory of Geographical Process, Zhejiang Normal University, Jinhua 321004, China)

Abstract: Thick weathering crusts are developing on the planation surfaces of the Nanling summits. Studying these weathering crusts is very significant for us to understand the planation surfaces. The authors take the weathering crust profile on Dabuzhen, north Guangdong of China as an example, studied its chemical components and characters, and reconstructed the thickness of the weathering crust, its equivalent bedrock thickness and timing using a new method. The results show that the weathering crust on Dabuzhen probably approach 70 m thick. The bedrock equivalent thickness for weathering crust of 1 m reaches 24 m. Based analysis of the weathered degree of the profile, we reconstructed a thickness of 790 m weathered bedrock, of which 724 m has been dissolved and flow out with ground water. According to the dissolution rate of past 50 years in the Pearl River, the age of the Dabuzhen weathering crust is estimated about 19.6 Ma BP, namely early Miocene when the development of the Nanling Planation surface ended and a new geomorphologic cycle, the Nanling Movement began.

Key words: the Nanling Planation Surface; weathering crust; development time; the bedrock equivalent thickness