

蒋伟,李永化,魏东岚,等.辽南地区晚第三纪红色风化壳及更新世高海面问题探讨[J].地理科学,2018,38(8):1391-1396.[Jiang Wei, Li Yonghua, Wei Donglan et al. Neogene Red Weathering Crusts in the Southern Liaoning Province and the Discussion of High Sea Level in Pleistocene. Scientia Geographica Sinica, 2018, 38(8): 1391-1396.] doi: 10.13249/j.cnki.sgs.2018.08.022

辽南地区晚第三纪红色风化壳及更新世高海面问题探讨

蒋伟,李永化,魏东岚,沈俊杰,李爽

(辽宁师范大学城市与环境学院,辽宁 大连 116029)

摘要:以辽南地区石槽剖面与城山头剖面的红色风化壳为研究对象,利用X射线荧光光谱仪,对风化壳剖面样品进行分析。结果表明:剖面中各采样点样品的主要化学元素含量自剖面底部到顶部无规律性变化,显示了主要化学元素在风化过程中的地球化学行为较为一致,符合风化壳沉积类型特征;剖面的主要化学成分为 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 ,结合各采样点样品的主要化学元素含量及 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 及 $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ 系数,可以认为这套红色风化壳应是在高温高湿的环境条件下风化作用的产物。通过与山东庙岛群岛风化壳的对比及风化壳厚度的计算,可以认为该套风化壳的形成时代应在上新世或更早。依据风化壳在滨海地区的残存高度可以推断,自第三纪晚期以来辽南地区最高海面高度未超过今天的海平面高度。

关键词:辽东半岛;红色风化壳;更新世;高海面

中图分类号:P731 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-0690(2018)08-1391-06

在中国北方的辽东半岛广泛分布着一套晚第三纪红色风化壳,晚第三纪以来半岛长期处于构造抬升阶段,沉积地层主要以黄土、红色风化壳、山前洪坡积、山区河流相堆积及现代海岸沉积为主,这些沉积物一起构成了本地区晚新生代古环境演化的信息载体之一,它们的保存状况也可以作为海平面变化的标志。

海平面变化问题是当前地球科学领域里的一个前沿课题。随着全球气候变暖、极地冰川融化及上层海水变热膨胀,将会出现全球性海平面上升现象。近百年的研究表明,气候变化引起气温升高的直接结果就是海平面上升,这已成为倍受社会关注的问题。中国沿海地区人口相对集中、经济比较发达,是国家政治、经济、文化和社会发展的战略区域,但该地区地势低平,海拔一般只有2~5 m,最容易遭受海平面上升的影响^[1]。了解过去特别是第四纪以来高海面的变化过程对于预测未来全球性海平面上升的变化趋势具有重要的现实意义。

中国以往对第四纪更新世的高海面问题的

研究不多,仅有少数的地貌学者发表相关研究成果^[2,3],有学者认为更新世早期的间冰期高海面要比现代高出一二百米,其主要证据是地中海沿岸和世界其他一些地区的更新世早期的古海岸阶地分布在现代海平面以上。国内一些学者也根据古海平面遗迹,认为本地区在第四纪阶段存在几个高海面时期。目前中国研究沿海岸平面变动的主要依据有贝壳堤、海滩岩、古砾石层、老红砂、海蚀地貌和钻孔资料等^[4],而利用晚第三纪松散沉积物在海岸沿岸的保存状况来确定第四纪的最高海面在国内外文献中还未见到。

本文利用X射线荧光光谱仪分析辽南第三纪红色风化壳在海岸沿岸的保存状况来确定第四纪的最高海面,为高海面研究提供了新的研究思路。

1 研究区概况及新构造运动特征

1.1 研究区概况

辽东半岛南部(120°58'~123°31'E, 38°43'~40°12'N)地形以低山丘陵为主,地势东北高、西南

收稿日期:2017-07-11;修订日期:2017-09-20

基金项目:国家自然科学基金项目(41271093)资助。[Foundation: National Natural Science Foundation of China (41271093).]

作者简介:蒋伟(1979-),男,辽宁盖州人,博士研究生,主要从事气候与环境灾害研究。E-mail: jiangwei9157@163.com

低。辽东半岛是胶辽隆起的一部分由太古宇片麻岩、片岩,震旦系石英岩、砂质灰岩及一些古生代地层构成,东西两侧受大断裂控制,两侧是郯庐断裂带及其形成的断陷区。大连市金州区的石槽村与城山头地处一级大地构造单元中的中朝准地台,二级构造单元中的胶辽台隆,三级构造单元中的复州台陷,四级构造单元中复州-大连凹陷北缘与城子坦断块交接带。地域内岩性主要有角闪斜长片麻岩、斜长角闪岩、变粒岩、石英岩、石灰岩、白云岩、板岩、砂岩、页岩。城山头区域濒临黄海,沿岸岩石以震旦系碳酸盐岩为主,黄海海水对沿岸的岩石进行侵蚀,在滨海地区形成独特的集埋藏与裸露于一体的温带季风海岸型岩溶地貌。

在离石黄土堆积之前,辽东半岛长期处于陆地环境,经历了漫长地质时期的湿热气候影响和侵蚀夷平,形成了面积广大的准平原,震旦、寒武系地层直接出露于地表,或被第三系及第四系松散残积堆积物所覆盖。至第三纪晚期,研究区的灰岩分布区上部发育了厚层红色风化壳,在红色风化壳的下部,埋藏有规模大小不等的石牙。

研究区属暖温季风气候受海洋影响较显著,暖湿同季、雨量集中、日照丰富,年平均气温8~10℃,年降水量600~900 mm,半岛南端不足600 mm^[5,6]。

1.2 研究区新构造运动特征

晚新生代以来辽东半岛长期处于构造缓慢抬升或长期稳定阶段,半岛隆起区受北东-北北东向

的构造控制,岩性主要为震旦系石英岩组成。长期缓慢上升主要表现为新第三纪地层主要是红色风化壳和第四系的离石黄土和马兰黄土堆积,在离石黄土堆积之前,辽东半岛处于陆地环境经历了漫长的侵蚀夷平地质时期,形成了面积广大的准平原,至上新世,在湿热气候影响下准平原面上发育了红色风化壳。第四系河流冲积地层零星分布于河谷谷地,山前地带发育有零星的第四纪坡积物。全区地面经过长期侵蚀,形成了以广阔波状起伏丘陵为代表的地貌特征。一些文献中提到在辽东半岛^[7]及庙岛群岛^[8]上可见到数级古海面遗迹,其中有海蚀平台、海蚀沟槽及海相砾石,分布在不同的 height 之上,因此被认为是第四纪高海面的标志,并据此推断在第四纪时期辽东半岛经历了强烈的整体性断块上升运动^[9]。由于古海面遗迹缺少确切的年代数据,目前还不能确定为是第四纪阶段形成的,上新世以来本区的新构造运动问题还应做进一步的研究。

2 大连地区第三纪红色风化壳地球化学特征与分布

本文研究的第三纪红色风化壳2个剖面位置分别位于大连市金州区石槽村和城山头自然保护区附近,红色风化壳上部覆盖有薄层第四纪洪积坡积物,与下伏的风化壳呈不整合接触,红色风化壳下部为大小规模不等的溶沟和石芽(图1)。



图1 石槽村剖面下部的埋藏石芽及红色风化壳

Fig.1 The red weathering crusts and buried karrens of Shicao village profile

2.1 石槽村红色风化壳地球化学特征

选取石槽村附近岩溶地貌上发育的厚层红色风化壳作为样品采集点。经人工挖掘出露剖面,除去上覆土壤和第四纪坡积物部分用尺子量取刻度,划分好13个区间,自下向上每隔25 cm采集一个样品。从上向下依次标号为S1~S13。

化学元素测试在辽宁师范大学实验中心运用日本理学公司生产的ZSX Prinmus II型光谱仪完成。X射线荧光光谱分析法是利用原子内层电子被激发产生的初级X射线照射待测物质,使待测物质产生次级X射线(X射线荧光)而进行物质成分分析的方法。实验所用X射线荧光光谱仪为波长色散型,X射线管的材料为铑(Rh),最大功率为4 kW,测试量程0~100%。

从元素测量结果来看(表1),剖面中各采样点样品的主要化学元素SiO₂、Al₂O₃、Fe₂O₃、CaO、Na₂O、K₂O、MgO、TiO₂和SiO₂/Al₂O₃、SiO₂/R₂O₃自剖面底部到顶部含量和数值无规律性变化,显示了

主要化学元素在风化过程中的地球化学行为较为一致,符合风化壳沉积类型特征。

石槽剖面红色风化壳的化学成分中SiO₂平均含量为54.82%,Al₂O₃为23.23%,Fe₂O₃为8.22%。SiO₂/Al₂O₃(分子比)为2.53~4.99,SiO₂/R₂O₃(分子比)为4.21~2.53。pH值为6.0~7.2。这应是在高温高湿的酸性环境中风化作用的结果。

2.2 城山头红色风化壳地球化学特征

城山头红色风化壳剖面位于大连市开发区大李家滨海海蚀崖上部,下部为灰岩,风化壳厚约2.2 m,风化壳底部距高潮面1.5 m左右,剖面化学元素测试结果见表2。

2.3 石槽村与城山头红色风化壳地球化学特征对比分析

通过对2个剖面化学元素测试结果的对比分析,2个剖面的主要化学元素SiO₂、Al₂O₃、Fe₂O₃、K₂O、和TiO₂含量相近,反映脱硅富铁铝化程度的硅铝铁率SiO₂/Al₂O₃、SiO₂/R₂O₃也相近,这说明2个

表1 石槽村红色风化壳剖面主要化学元素测试结果(%)

Table 1 The constant element of red weathering crusts from Shicao village (%)

编号	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	MgO	TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	SiO ₂ /R ₂ O ₃
S1	52.42	24.53	9.07	0.45	0.30	2.79	1.32	0.89	3.63	2.94
S2	55.79	22.71	8.12	0.52	0.51	2.80	1.32	0.87	4.18	3.40
S3	50.80	26.06	10.59	0.40	0.13	3.06	1.34	0.79	3.31	2.63
S4	49.72	26.48	10.79	0.41	0.11	3.25	1.35	0.85	3.19	2.53
S5	57.16	21.28	7.49	0.22	0.06	4.89	2.03	0.80	4.57	3.73
S6	53.26	24.33	9.34	0.37	0.09	3.57	1.56	0.72	3.72	2.99
S7	55.43	23.23	8.49	0.40	0.10	3.77	1.39	0.68	4.06	3.29
S8	51.39	25.74	9.26	0.42	0.11	3.75	1.53	0.71	3.39	2.76
S9	60.02	20.44	5.92	0.26	0.09	5.17	1.46	0.71	4.99	4.21
S10	57.27	21.89	6.12	0.27	0.07	5.70	1.78	0.79	4.45	3.77
S11	54.29	23.81	7.61	0.49	0.09	4.72	1.56	0.83	3.88	3.22
S12	57.62	20.18	6.83	0.65	0.73	2.90	1.34	0.78	4.85	3.99
S13	57.53	21.37	7.21	0.66	0.70	2.86	1.35	0.85	4.58	3.77
平均值	54.82	23.23	8.22	0.42	0.24	3.79	1.49	0.79	4.06	3.33

表2 城山头红色风化壳剖面主要化学元素测试结果(%)

Table 2 The constant element of red weathering crusts from Chengshantou (%)

编号	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	Cl	TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	SiO ₂ /R ₂ O ₃
C1	51.08	18.61	7.40	0.37	2.89	4.50	3.12	4.90	0.70	4.67	3.72
C2	49.41	19.78	9.24	0.68	3.61	2.68	3.05	4.96	0.68	4.25	3.27
C3	55.13	21.34	8.44	0.27	0.72	2.94	1.60	2.87	0.75	4.39	3.51
C4	57.09	21.88	9.20	0.77	0.81	2.82	0.38	1.16	0.79	4.44	3.50
平均值	53.18	20.40	8.57	0.52	2.01	3.24	2.04	3.67	0.73	4.44	3.50

剖面的形成环境应一致。2个剖面中的Cl和Na₂O含量存在较大差距,石槽村剖面的Cl元素含量极少,介于0.0073%~0.0196%之间,Na₂O含量介于0.51%~0.07%之间,平均值为0.24%。城山头剖面的Cl元素含量较高介于4.96%~1.16%之间,平均值为3.67%,Na₂O含量介于3.12%~0.38%之间,平均值为2.038%。城山头剖面的Cl、Na₂O含量呈现出从底部到顶部逐渐减少,即距离海面越高值越小的趋势。城山头剖面Cl和Na元素含量从上向下明显增高的原因可能是裸露的剖面受海浪波及的影响,导致2种元素含量距离海面越近值越高。

2.4 岩溶地貌及红色风化壳分布

辽东半岛的岩溶地貌分布面积约为339.52 km²,由寒武系、奥陶系灰岩长期溶蚀发育而成,主要类型有石牙、埋藏石牙、溶沟、溶蚀漏斗、溶洞、溶蚀洼地以及岩溶台地、丘陵和低山等,主要分布在金州西北部、复州湾东南部、普兰店湾北部、瓦房店东北、南关岭、满家滩一带。

区域内滨海地带在震旦系白云质灰岩及寒武、奥陶系灰岩中形成由溶蚀和海蚀共同作用下形成的海岸石林、海蚀柱、海蚀洞和海蚀阶地等形态,在金州城山头一带海岸发育完整(图2),现为大连城山头海滨地貌国家级自然保护区。

结合Curtis^[10]、Trudgill^[11]以及作者的实地观察,可以认为红色岩溶风化壳一般只出现在夷平面上^[12],红色风化壳的形成,不仅反映了气候条件的控制,同时还必须具有有利的地质和地貌条件。辽东半岛的红色风化壳的分布和保存主要受基岩岩性和地貌部位控制,通过野外观察发现不

同岩石上的土层在颜色上具有明显的差异,再加上剖面土层中保留的原岩物质和结构,证明风化壳具有原地风化残积特征,应是碳酸盐风化过程中累积的残余酸不溶物而形成,故我们所研究的红色风化壳对下伏的灰岩母岩具有一定的继承关系,风化产物的元素分布特征又明显区别于原岩。在地貌位置上主要分布在丘陵台地、山麓台地、平顶丘陵、山麓倾斜台地和波状剥蚀平原上,从目前观测到的情况来看,红色风化壳的分布高度距现在高潮位从1.5 m至几十米不等。

2.5 红色风化壳形成年代问题探讨

关于辽南红色风化壳的年代问题,曹家欣教授^[13]于1983年对山东庙岛群岛3个剖面的古地磁进行了测试,结果表明风化红土位于高斯期,时代应为上新世,同时认为庙岛群岛的红色风化壳同中国广泛分布的晚第三纪红色风化壳和三趾马红土在大的地质时代上可能属于同期产物。红色风化壳形成于热带或亚热带高温多雨的气候环境,现今辽东半岛的气候环境不可能形成红色风化壳^[14]。

关于石灰岩溶蚀作用速度的计算有多种方法和较多的计算数据,国内学者对桂林地区的峰丛区的溶蚀速度进行了计算,峰丛洼地地区的溶蚀速度计算结果为89.68 mm/ka^[15],按石灰岩岩块观测计算,其平均溶蚀速度为87.88 mm/ka^[16]。辽东半岛灰岩分布区红色风化壳下部的埋藏石牙规模较大,有的相对高差可达10余米,其次,风化壳的形成需要溶蚀掉巨厚的灰岩岩层。据桂西南地区资料,以假定钛不发生移动为基础,计算出纯质灰岩风化后形成土壤的残留量为0.15%,即1 m风化壳



图2 城山头地区的海岸石林

Fig.2 The coastal stone forest of Chengshantou Region

需要 627 m 厚的基岩风化才能形成^[12,17]。研究区内残存红色风化壳的最大厚度可达 15 m(不计被侵蚀掉部分),据此推算,红色风化壳的形成时间不少于 1 087 万年,即始于中新世中期或更早^[18]。

3 结论与讨论

1) 目前中国研究沿岸海平面变动的主要依据有贝壳堤、海滩岩、古砾石层、老红砂、海蚀地貌和钻孔资料等。但在“海成阶地”的论证中缺少可靠的海相沉积资料,且海相介壳类遗骸可能为古代人类活动的遗物^[19]。中国东部沿岸全新世海侵范围往往都远超最老的一条贝壳堤范围,因此贝壳堤不一定是高海面的产物,其唯一包含的信息是某一时间平均高潮位曾在贝壳堤底部这一高度(不考虑后面地面的升降运动)停留过一段时间^[20]。

2) 根据石槽村和城山头 2 个剖面的红色风化壳地球化学特征、厚度及下部埋藏的石牙等岩溶地貌的形态类型、规模,并与山东庙岛群岛的红色风化壳进行对比分析,可以认为研究区红色风化壳的形成时代应在上新世或更早。

3) 通过对城山头地区的实地观测,在城山头滨海地区距高潮位 1.5 m 左右保存有完整的第三纪红色风化壳松散残积物。未成岩的风化壳松散残积物性质比较疏松且抗侵蚀能力弱,成山头滨海地区的红色风化壳能够保存到至今,证明其自形成以来未经受过强烈的海蚀作用。据此可以推断自第三纪晚期以来最高海平面高度未超过今天的海平面高度,城山头滨海地区第三纪红色风化壳的保存高度可以作为红色风化壳形成以来最高海面的标志。

参考文献(References):

[1] 宗虎城,章卫胜,张金善. 中国近海海平面上升研究进展及对策[J]. 水利水运工程学报, 2010(4): 43-50. [Zong Hucheng, Zhang Weisheng, Zhang Jinshan. Advances in research on sea level rise of China offshore and some counter measures. Hydro-Science and Engineering, 2010(4): 43-50.]

[2] 李文勤,赵全基. 庙岛群岛第四系松散堆积物初步研究[J]. 海洋科学, 1981, 5(3): 20-22. [Li Wenqin, Zhao Quanjie. Preliminary study on Quaternary unconsolidated sediments in the Miaodao Islands. Marine Sciences, 1981, 5(3): 20-22.]

[3] 金波,郭旭东. 山东半岛北部第四纪高海面遗迹的发现及其地质意义[J]. 海洋通报, 1978, 6(6): 40-47. [Jin Bo, Guo Xudong. Discovery of Quaternary high sea traces in the northern Shandong Peninsula and geological implications, 1978, 6

(6): 40-47.]

[4] 陈刚,李从先. 论福建沿岸海平面变动和新构造运动的标志[J]. 海洋学报, 1988, 10(5): 635-645. [Chen Gang, Li Congxian. Sea-level change and neotectonic movement along the coast of Fujian. Acta Oceanologica Sinica, 1988, 10(5): 635-645.]

[5] 大连市计划委员会. 大连国土资源[M]. 大连: 大连出版社, 1992, 103-121. [The Dalian Planning Commission. Land and resources of Dalian. Dalian: Dalian Publishing House, 1992, 103-121.]

[6] 郑应顺. 辽东半岛自然地理[M]. 沈阳: 辽宁教育出版社, 1987: 1-14. [Zheng Yingshun. The physical geography of Liaodong Peninsula. Shenyang: Liaoning Education Press, 1987: 1-14.]

[7] 刘国海,韩慕康. 大连地区高海面遗迹的新发现[J]. 海洋学报, 1986, 8(6): 793-796. [Liu Guohai, Han Mukang. New discovery of the remains of high sea level in Dalian. Acta Oceanologica Sinica, 1986, 8(6): 793-796.]

[8] 曹家欣. 山东庙岛列岛与蓬莱沿岸地貌[J]. 海洋学报, 1989, 11(5): 602-610. [Cao Jiaxin. Geomorphology of Miaodao Island and Penglai coast in Shandong province, China. Acta Oceanologica Sinica, 1989, 11(5): 602-610.]

[9] 李培英,傅命佐,刘国海等. 长山群岛和辽东半岛南部的海岸阶地及新构造运动特征[J]. 海洋与湖沼, 1992, 23(2): 124-132. [Li Peiying, Fu Mingzuo, Liu Guohai et al. Marine terrace and characteristics of neotectonic movements on the Changshan Islands and the southern Liaodong Peninsula. Oceanologia et Limnologia Sinica, 1992, 23(2): 124-132.]

[10] Curtis L F, Courtney F M, Trudgill S T. Soils in the British Isles [M]. London: Longman, 1976.

[11] Trudgill S. Limestone geomorphology[M]. London: Longman Group Limited, 1985, 280-281.

[12] 李德文,崔之久,刘耕年. 湘桂黔滇藏红色岩溶风化壳的发育模式[J]. 地理学报, 2002, 57(3): 293-300. [Li Dewen, Cui Zhi-jiu, Liu Gengnian. A development model of Red Weathering Crust on Limestones: an example from Hunan, Guangxi, Guizhou, Yunnan and Tibet. Acta Geographica Sinica, 2002, 57(3): 293-300.]

[13] 曹家欣,严润娥,王欢. 山东庙岛群岛的红色风化壳与棕红土及其古气候意义[J]. 中国科学(B辑), 1994, 24(2): 216-224. [Cao Jiaxin, Yan Run'e, Wang Huan. Red weathering crusts and brown red earth and their Paleoclimatic Significance in Shandong Miaodao Islands. Scientia Sinica(Series B), 1994, 24(2): 216-224.]

[14] 魏东岚. 辽南地区红色风化壳发育特征. 大连: 辽宁师范大学, 2016. [Wei Donglan. Development characteristics of red weathering crusts in southern Liaoning Province, China. Dalian: Liaoning Normal University, 2016.]

[15] 周世英,朱德浩,劳文科. 桂林岩溶峰丛区溶蚀速度计算及探讨[J]. 中国岩溶, 1988, 7(1): 73-80. [Zhou Shiyang, Zhu Dehao, Lao Wenke. Calculation of Karst denudation rate in peak cluster depression in Guilin Area. Carsologica Sinica, 1988, 7

- (1): 73-80.]
- [16] 朱学稳. 桂林岩溶地貌与洞穴研究[M]. 北京: 地质出版社, 1988. [Zhu Xuewen. Study on karst geomorphology and caves in Guilin Area. Beijing: Geological Publishing House, 1988.]
- [17] 韦启璠, 陈鸿昭, 吴志东, 等. 广西(山弄)岗自然保护区石灰土的地球化学特征[J]. 土壤学报, 1983, 20(1): 30-42. [Wei Qifan, Chen Hongzhao, Wu Zhidong et al. The geochemical characteristics of limestone soils in Longgang Area, Guangxi. Acta Pedologica Sinica, 1983, 20(1): 30-42.]
- [18] 李爽. 第四纪海平面变化情况及实证研究——以辽东半岛为例[J]. 城市地理, 2016, 16(16): 83-84. [Li Shuang. Sea level change in the fourth period and its empirical study -- Taking Liaodong Peninsula as an example. Cultural Geography, 2016, 16(16): 83-84.]
- [19] 郭永盛, 韩有松, 杨光复, 等. 关于山东半岛更新世高海面问题的讨论[J]. 海洋学报, 1983, 5(4): 480-489. [Guo Yongsheng, Han Yousong, Yang Guangfu et al. Discussion of the high sea level of Shandong Peninsula update. Acta Oceanologica Sinica, 1983, 5(4): 480-489.]
- [20] 杨怀仁, 陈西庆. 中国东部第四纪海面升降、海侵海退与岸线变迁[J]. 海洋地质与第四纪地质, 1985, 5(4): 65-86. [Yang Huairan, Chen Xiqing. Quaternary transgressive regressive, shoreline change and lifting in Eastern China. Marine Geology & Quaternary Geology, 1985, 5(4): 65-86.]

Neogene Red Weathering Crusts in the Southern Liaoning Province and the Discussion of High Sea Level in Pleistocene

Jiang Wei, Li Yonghua, Wei Donglan, Shen Junjie, Li Shuang

(College of Urban and Environmental Sciences, Liaoning Normal University, Dalian 116029, Liaoning, China)

Abstract: The red weathering crust of Shicao profile and Chengshantou profile in the southern of Liaoning Province is studied by studying variation characteristics of elements, geochemical index, in order to reveal its geochemical characteristics. Based on analyzed the Neogene red weathering crusts in the southern Liaoning, the climatic and sea level changes were discussed. All the samples of the red weathering crust were analyzed for major geochemical elements by X-ray Fluorescence Spectrometry. The concentrations of major geochemical elements of the red weathering crust profile shows irregular change from the bottom to the top. By geochemical analyses, the profile has the characteristics of sedimentation type. SiO_2 、 Al_2O_3 and Fe_2O_3 are the three main parts in the red weathering crusts. The content of SiO_2 ranged from 49.41%–60.02%, mean average is 54.44%. The content of Al_2O_3 profile ranged from 18.61%–26.48%, mean average is 22.57%. The content of Fe_2O_3 in profile ranged from 5.92%–10.79%, mean average is 8.30%. The ratios of $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ ranged from 3.19%–4.99%, mean average is 4.15%. The ratios of $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ ranged from 2.53%–4.21%, mean average is 3.37%. Based on analyzed $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ and the concentrations of major geochemical elements, the red weathering crusts were developed under high temperature and high humidity condition. Calculation the thickness of weathering crust and compare with the weathering crust of Shandong MiaoDao, it is believed that the formation time of this weathering crust should be Pliocene or earlier. According to the remaining height of the weathered crust of Chengshantou profile in the coastal area, the sea level today is close to the highest sea level of the southern of Liaoning province since late neogene. The remaining height of the weathered crust of Chengshantou profile in the coastal area can be used as the symbol of the highest sea level of the southern of Liaoning Province since the formation of the red weathering crust.

Key words: Liaodong Peninsula; red weathering crusts; Pleistocene; high sea level