

海南岛排浦更新世现代白云岩 特征及白云岩管成因探讨

徐 安 顺

(中国地质大学)

内容提要 海南岛排浦更新世白云岩系我国首次发现的现代白云岩。露头位于潮间-潮上带,剖面高约4米,分7层,白云石与陆源碎屑共生。经鉴定白云石为粉晶,具完好菱面体晶形,为含铁白云石,有序度0.4—0.64,为淡水白云石之特征。第三层中含有相当数量的白云岩管。岩管具圆及椭圆形管状,形态固定,大小相似,管壁光滑,单管状,管内白云石含量较管外高等特征,笔者认为其成因是虫孔先被方解石充填,成岩早期经白云石交代形成的。

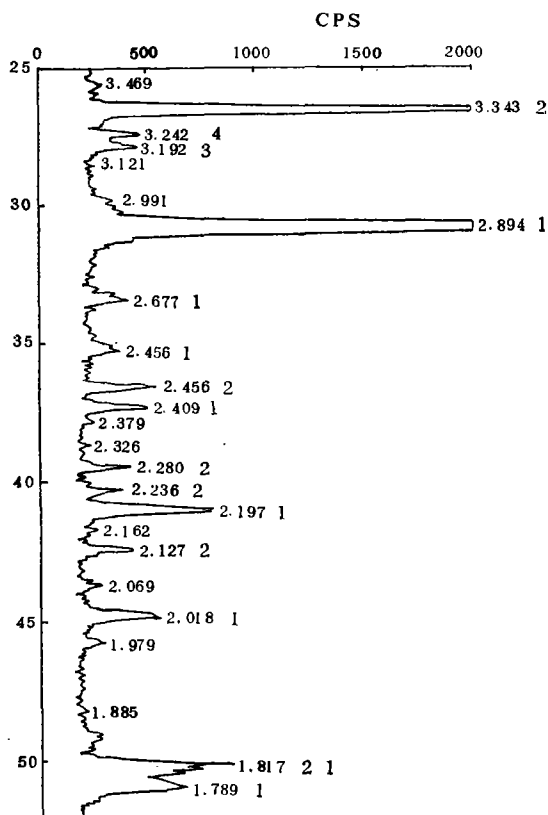
主题词 白云岩 白云岩管 虫孔充填交代 海南岛排浦

作者简介 徐安顺 女 47 讲师 沉积岩

对于现代白云岩的研究在我国是1981年同济大学王国忠等在海南岛排浦首次发现的,有过不少报道,引起同行的关注和兴趣。冯增昭教授于1983年曾率考查团去排浦进行过考查,开展了我国对现代碳酸盐研究的新局面,对古代白云岩的成因及形成环境分析都具有重要意义。1984年笔者有机会到该区进行了实地观察、采样,室内做了些鉴定测试工作,现将资料整理成文,对其现象和问题提出看法和认识,供讨论参考。

排浦剖面位于海南岛儋县排浦市东北部海滨,露头位于潮间带海蚀坪及潮上带陡崖上。剖面总厚四米以上,按岩性共分七层(图版I、1),自下而上为:含砾粗砂层(未成岩);白云质细砂岩;白云化岩管状细砂岩;白云质中砂岩;白云化岩管状细砂岩;白云质含砾粗砂岩;灰白色中砂岩。主要是陆源碎屑与白云石共生,不同层位碎屑组分、粒级及含量均有所差异。据薄片观察,陆源碎屑主要是单晶石英,少量长石及岩屑,从细砾至粉砂级均有分布,分选磨圆不好,多为棱角一次棱角状,见有海胆及有孔虫碎片,和少量自生海绿石碎屑。第二层X光衍射分析(图1),主要矿物为白云石和石英,长石含量甚微。第四层X光衍射分析(图2),主要矿物是石英,其次是白云石、钾长石微量斜长石。与薄片观察相一致,说明各层组分的差异性。

岩石胶结物主要是粉晶白云石(0.01—0.03mm),菱面体晶形完好,大多具亮边零心结构。经电镜观察第三层中白云石,第四层中白云石均如此,第二层中白云石除菱



1—白云石 2—石英 3—斜长石 4—钾长石

图1 第二层X光衍射分析

Fig. 1 XRD of 2nd bed

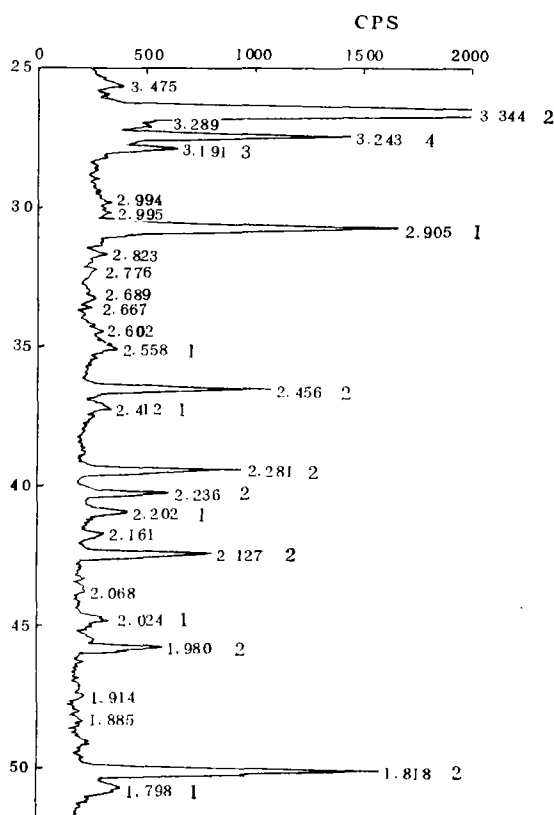


图2 第四层X光衍射分析

Fig. 2 XRD of 4th bed

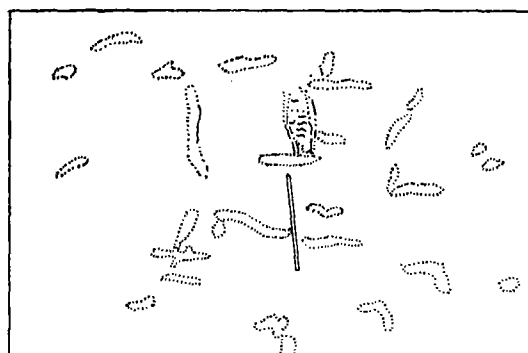
面体之外还见有犬牙状白云石,更显淡水白云石特征。第七层中的胶结物除菱形白云石晶体外还有方解石粗晶,菱面体解理发育。白云石与碎屑颗粒接触处见弱的交代现象,使其边缘呈现不规则状,未见强烈交代的现象。在白云石中见有灰泥被交代的不规则状残余。说明陆源碎屑粒间原充填灰泥,后被白云石交代形成残余结构。

关于剖面各层的沉积环境,并参考王国忠等(1982)^[1]资料,根据各层组分、粒度、含量、生物化石、海绿石等特征分析,剖面为一套滨海泻湖、滨海河口及河流相沉积。

关于白云岩管的成因探讨

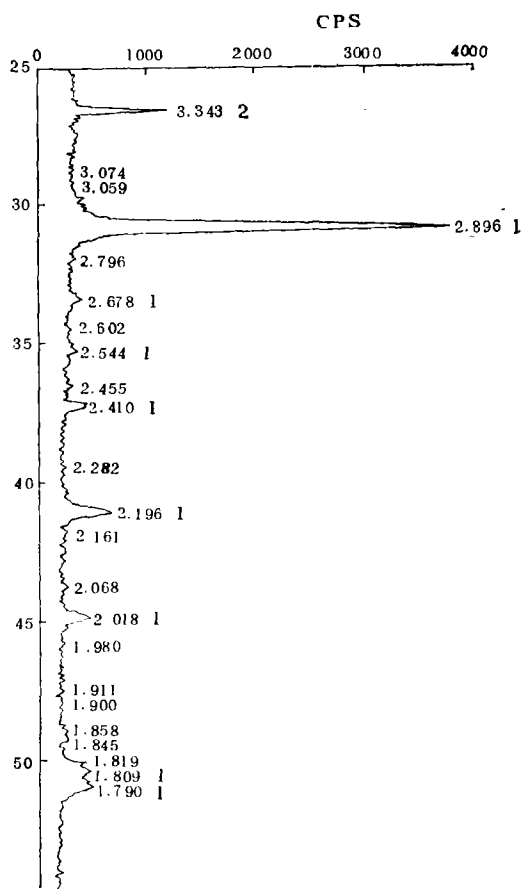
排浦剖面各层均有不等量的白云石与陆源碎屑共生,一般为均匀填隙物状分布,在第三层与第五层中,白云石除成填隙状之外还集中组成管状,称之为白云岩管,非常引人注目。第三层白云岩管长约10—20厘米,断面为圆及椭圆形,管径1—2厘米,风化后成圆柱体突出于断面(图3)。内部结构可分二种类型,其一为致密状结构,主要由粉晶白云石组成,陆源碎屑含量很低,见X光衍射曲线(图4)。其二为外细内粗的结构,边

缘为细砂,中心充填中一粗砂。第五层白云岩管含量达35%±,岩管中白云石含量较第三层有所减少,陆源碎屑增多,大小形态与第三层相似,均具外细内粗的结构,个别可见岩管一端呈弯曲闭合状,中心充填粗砂甚至含砾。



(照片素描,铅笔长16.5厘米)

图3 排浦剖面第三层中的白云岩管形态
Fig.3 The dolomitic tube of 3rd bed
(length of pencil is 16.5cm)



1.白云石 2.石英

图4 第三层岩管X光衍射分析
Fig.4 XRD of dolomitic tube
from 3rd bed

岩管中白云石的某些矿物学特征如下:经电镜观察,白云石均为完好的菱面体晶形,具雾心及环带结构,与管外胶结物中的白云石菱形晶无异。岩管各部位白云石晶体能谱半定量分析结果见表一。可以看出,CaO含量比标准白云石偏高,MgO偏低,FeO含量为4—5%,介于白云石与铁白云石之间。Fe/Mg比值为0.23—0.36之间,故非铁白云石。据X光衍射资料分析,从反应成分的特征峰(104)的面网间距来比较,标准白云石为2.886 Å,含铁白云石为2.899 Å,而岩管白云石测定为2.896 Å,与后者很相近,根据以上的资料,确定岩管中的白云石为含铁白云石。

关于白云石的有序度问题。一般来说,CaCO₃—MgCO₃在C轴方向呈有规律互层,高度有序,仅是成分按理想配比时才有可能,随着过量Ca的增加,有序度必然会下降,用X

表 1 岩管白云石晶体能谱半定量分析结果表(%)
Table 1 The FDS analyses of tubular dolomites

样品编号	位 置	Mg	Ca	Fe	Ca/Mg	MgO	CaO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	FeO	K ₂ O
g ₁ -1	岩管边缘	6.27	11.3	1.48	2.28	10.05	31.9	2.3	4.95	4.7	
g ₁ -4	岩管边缘	5.54	13.14	1.6	2.37	8.95	29.56	3.67	7.16	4.63	
g ₁ -6	岩管边缘	5.65	11.8	1.46	2.08	9.32	27.07	3.85	9.45	4.29	
g ₂ -2	岩管内侧	5.21	18.51	1.84	3.55	7.88	38.96	1.31	0.87	4.95	
g ₂ -3	岩管内侧	5.63	18.64	1.38	3.30	8.6	39.59	0.16	1.9	3.74	
g ₂ -4	岩管内侧	5.71	15.13	1.76	2.64	9	33.15	1.57	5.32	4.96	
g ₂ -5	岩管内侧	5.21	15.3	1.88	2.93	8.17	33.38	2.18	5.01	5.25	
g ₃ -2	岩管中心	6.6	16.48	1.8	2.49	10.22	35.52	1.33	1.96	4.96	
g ₃ -4	岩管中心	5.21	15.3	1.88	1.95	12.1	32.93	1.53	2.86	4.56	

(注:能谱仪测定为归一化成分,按CO₂=46%理论值计算得此表)

射线反射强度比值可以迅速的表明其有序度。将剖面各层及岩管白云石均进行X光衍射分析,测定 2θ 34.85—35.8°(015)和 2θ 36.75°—37.9°(110)两个峰的积分强度,每峰测定三次采用平均数值。(015)峰为有序晶格反射,当有序度很高时,(015)与(110)的峰值强度相等,比值为1。随着有序度的逐渐降低,(015)强度随之减小,比值递减而趋于无序结构。分析结果见表2。可以看出,(015)/(110)强度比值变化于0.4—0.64间,属中等有序结构。白云石有序度与成分的关系密切,据戈德施米特和格拉夫的资料分析(图5),不难看出,白云石有序度明显的随Ca含量的增加而降低,实际样品甚至比理论计算的变化降低得更快。岩管白云石的有序度与晶体能谱分析结果含有过量的CaO是相吻合的。

表 2 015和110积分强度表
Table 2 The intergating intensity of 015 and 110

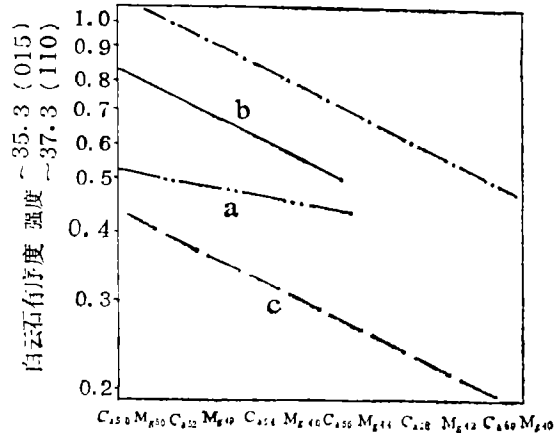
取样位置	(015) I	(110) I	(015)/(110)
第三层白云岩管边缘	660.33	1476.33	0.447
岩管中心	461	1051.33	0.438
二 层	548.66	1241.66	0.442
三 层	375	918.33	0.408
五 层	748.33	1586.33	0.47
六 层	1066	1660	0.642
七 层	1040.66	1769	0.588

有关白云岩管的成因问题,王国忠等人曾有过题为“植物与早期成岩作用——关于渗滤岩管及其形成机理”一文的专题报道。认为是在近地表砂屑沉积中,植物根系吸水呼出 CO_2 和分泌有机酸,溶解了骨屑或胶结物,直至 CaCO_3 饱和,旱季和白昼蒸发 CaCO_3 围绕植物根系周围晶出方解石形成岩管,当植物枯萎腐烂后空间被砂屑充填。又由于植物蒸腾作用强烈,粒间水被浓缩 Mg/Ca 增高,成岩早期产生白云石化作用,方解石渗滤岩管被白云石交代,最后形成白云岩管〔2〕。关于植物白云石化作用是值得注意的,国外有过这方面的报道,是一较新的形成机理,开拓了人们的思路。排浦剖面中白云岩管的成因经研究分析,笔者认为动物潜穴充填交代成因的。据观察,无脊椎动物在海滩上的活动是很频繁的,屡见不鲜的现象。例如在海南岛沙滩上,发育不少小蟹和沙蚕的潜穴及钻孔贝、螺、瓣鳃类形成的潜穴或钻孔。在唐山晚寒武世地层中,笔者见到一种云斑灰岩,在灰岩背景上黄褐色白云石呈花斑状分布,有单管状、分枝状、网格状等形态,断面多呈园及椭圆形,被认为是生物潜穴或钻孔形成的遗迹化石,由于其中充填物疏松多孔与裂隙相沟通,乃富镁溶液流通的良好通道,白云石沿孔道交代形成各种形态的花斑。

鉴于现代海滩的观察和古代实例的启迪,分析排浦白云岩管的形态及特征也应是动物潜穴充填交代成因的。其根据如下:

1. 剖面中岩管均具固定的形态,呈园及椭圆形的单管状,与潜穴形态相似。
2. 管壁光滑,与围岩界限分明,风化后岩管因较致密可从岩石中呈园柱体剥离出来。
3. 岩管大小形态相似,无显著差别,可能同属一类生物的潜穴。
4. 据岩管白云石晶体能谱半定量分析结果看来, MgO 的含量有边缘和中心部位偏高,中间偏低的趋势,可能与 Mg^{2+} 在不同部位的交代强度有关。边缘管壁与围岩间常有一定的缝隙,而中心充填物往往孔隙较发育,是溶液运移的通道,也即是白云石交代的有利场所,故 MgO 含量增高。

5. 岩管内部结构的形成,致密状者可能是在生物遗弃的潜穴中较多的充填了滨海碳酸盐微粒,成岩早期白云石选择性交代而成致密状岩管。具外细内粗结构的岩管,可能是某些生物具有涂衬其潜穴的本能,因本身分泌的粘性物质加上所排泄的粪便或掉进洞中的沉积物涂在穴壁上,使潜穴具有一个或多个衬层而得以保存下来,这些衬层形成



- a. 根据组分计算出的强度比值的相对变化
b. 根据两个天然白云石测得的变化
c. 据戈德施米特和格拉夫资料绘出的

图5 白云石有序度与成分的关系

Fig. 5 The correlation of ordering and composition of dolomites

岩管外壁细粒部分,中心部位在遗弃的潜穴中由于潮汐或风暴潮的作用,带进粗粒物质充填其中,形成中心粗粒部分。

6. 根据潜穴形态特征,多为单管状,排列方向垂直、水平、倾斜的均有,可能在埋藏过程中垂直方向分布的岩管容易改变方向而成倾斜和水平状,故垂直潜穴未能占有优势。分析可能属石针迹(*skolithos*),为滨海潮间带附近的指相遗迹化石¹⁾。

关于白云石化作用

白云石化作用模式大致有超盐水泻湖与回流模式、埋藏压实作用模式、溶液调整作用模式、库隆模式、萨布哈模式和混合水模式等^[3]。这些不同的模式强调了在各种环境中影响白云石化作用所具的一定的条件,根据排浦更新世白云石形成时的自然环境其形成机理属混合水模式。混合白云石即Folk提及的淡水白云石。Folk指出,控制白云石结晶的因素主要是Mg/Ca比和盐度。超盐环境沉淀作用通常是快速的,加之有高浓度的外来离子的干扰,而白云石的形成又需确切的Ca—Mg序列,因而很难形成白云石,仅能在Mg/Ca比大于5—10:1的情况下才能生成隐晶质的缺乏有序排列的白云石。而当淡水掺入盐度降低后,由于溶液中缺乏竞争性离子且结晶缓慢,在Mg/Ca比甚至接近1:1的情况下也能生成晶粒较粗、洁净透明自形菱面体的白云石。盐度越低,越易于白云石的晶格有序排列。看来在一种超盐水和淡水之间经常交替的变动性盐水的环境是有利于白云石生成的。

Badiozamani (1973) 通过实验证明只要有5—45%的海水与淡水混合即可造成对白云石已过饱和而方解石不饱和的混合液,出现白云石对方解石的交代作用形成混合白云石。

排浦白云岩的形成年代据同位素资料测定距今32000—35000年,当时的海平面接近于现代海平面位置,处于潮间—潮上带环境。该区属热带季风岛屿气候,明显分为干湿两季,年平均降雨量为1237.9毫米,主要集中在6—10月间,区内海岸砂堤发育,渗透性良好。旱季干热以蒸发作用为主,粒间水不断向空中散发,海水通过毛细管作用不断地补充到疏松的砂砾沉积物中,使粒间充满了海水,并可进一步浓缩。到了雨季,大量的降雨,加之地表淡水和地下淡水向上渗透与粒间海水混合,大大降低了溶液的盐度而保持了一定的Mg/Ca比值,造成有利于白云石生成的混合溶液。在成岩早期白云石交代碳酸钙沉积物,形成富含白云石的岩性特征。该区未见有石膏、石盐等蒸发岩沉积,现今见有淡水淋滤下滴并形成小钟乳石的现象,说明地表淡水确有活动。白云石晶粒大多为10—30微米,菱面体晶形完好,洁净透明,具有雾心及环带结构,完全为淡水白云石的晶体特征。综合以上的资料,排浦白云石的形成主要是混合白云石化作用,是干湿交替变动性盐水条件下的产物。

笔者在资料收集过程中交通厅野外工作队承广东省地质科学研究所大力支持和帮助,古生物和X光衍射资料承古地所吕德和寅今斌老师释疑,论文撰写还得到余素玉副教授

1) 古生态学及遗迹化石, 1983, 武汉地质教材科。

的帮助，在此一并致谢。

收稿日期 1985年12月9日

参 考 文 献

- [1] 王国忠等, 1982, 同济大学学报, 4 期, 21—22页。
- [2] 王国忠等, 1984, 沉积学报, 2 卷 1 期, 20—24页。
- [3] D.W.Morrow, 1984, 国外地质, 5 期 2—4 页。

STUDY ON THE CHARACTERISTICS OF PLEISTOCENE DOLOMITE AND THE ORIGIN OF DOLOMITIC TUBULES OF PAIPU IN HAINAN ISLAND

Xu Anshun

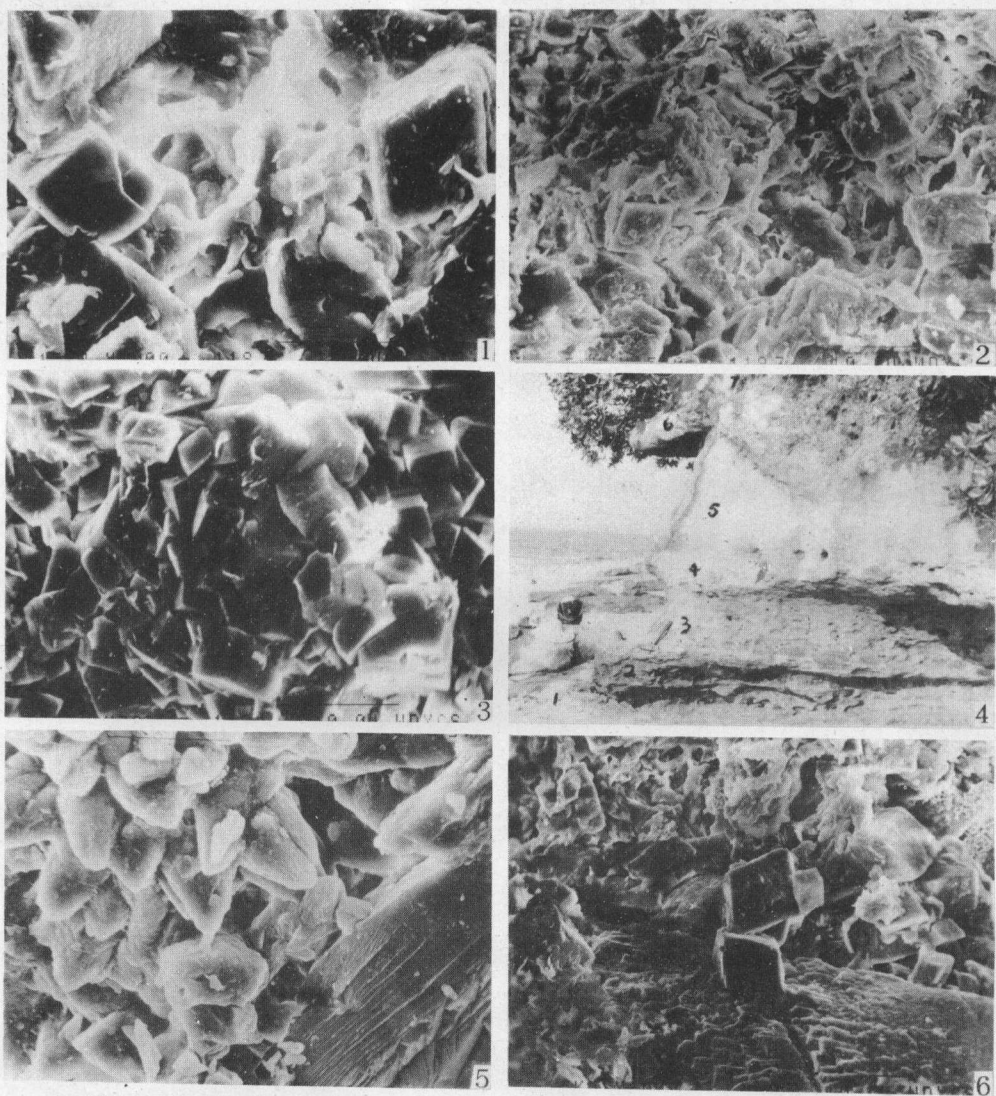
(Department of Petrology, Wuhan College of Geology)

Abstract

The pleistocene dolomite crops out the erosion flat of a intertidal zone and on the cliff of the supratidal zone of Paipu in the Hainan Island as the first recent dolomite discovered in China, 1981. The total thickness is more than 4m. It can be subdivided into 7 beds, the upward succession is as follows: pebbled coarse sandy bed (nondiagenetic); dolomitic fine grained stone dolomitic tubular fine sandstone; dolomitic medium grained sandstone, dolomitic tubular fine sandstone, dolomitic pebbled coarse sandstone, greyyellow medium sandstone. Terrigenous quartz, feldspar rock fragments are associated with dolomite and Echinoidea, Foraminifera fragments are visible. The content and grain size of detritus are different in beds each. SEM observation indicates that the dolomite crustals in the matrix are perfect rhombohedrons. The dolomites from the second dolomite bed are of teeth-shaped (Fig.1). The matrix from the 7th bed contains not only dolomite but also calcite. According to the characters of rocks of every bed and the data of Wang Kuozhung's "Discovery of pleistocene dolomite and its formative environment in Hainan Island, China, 1982", the Paipu section shows a sequence of seashore lagoon, seashore river mouth and river deposits. The dolomitic tubules are developed in the 3th and 5th beds of the section (Fig.3). Length of the tubules are 10-20 cm, sections are circular or elliptical in shape and 1-2 cm in diameter. There are two kinds of tubular intrastructures; one is the compact texture composed micritic dolomites and the other

is the structure composed of coarse sands in the center and fine micrites in the rim. The energy dispersive spectrometry of the dolomites in the tube indicates that, CaO content is higher than that of typical dolomites, but MgO is lower, FeO content is 4-5% (Table 1), Fe/Mg values from 0.23-0.36. The X-ray diffractometry shows the characteristic peak (104) spacing of tube dolomite is $2.896\text{\AA}$, corresponding to $2.899\text{\AA}$ of iron-bearing dolomite. The ordering analyses by XRD give 2θ $34.85-35.8^\circ$ for (015) and 2θ $36.75-37.9^\circ$ for (110), the integrating intensity ratio ranging from 0.4-0.64 (Table 2). The origin of dolomitic tubules has previously been explained to be the dolomitization of plants. But the author suggests presently they are filling and replacement of burrow. The evidences are: 1. the shape of dolomitic tubules are consistent. They are single tubes without any branching; 2. the wall of the tube is smooth which can be separated as weathering; 3. the form of the tubeles are similar and the size differences are small, it suggests that they are hiding holes of same organism; 4. the intrastructure of the tubules the compactive ones are abandoned holes filling carbontes, the other is suggested that the finegrained rim is formed by animal incretion, and the coarse material to be the fillings caused by the tidalwave disturbances. According to the form of the burrow it may be a kind of indicating trace fossil—*skolithos* nearby seashore intertidal zone facies. According to isotopic data, the date of dolomites formation may be from 32000-35000 year.

The place of the sea level in the past may be same as present, both are inter-supratidal zone. The climate of the area belongs to the tropical monsoon island's. Dry-humid monsoon are alternate, and annual rainfall is 1237.3mm/a, mostly from June to October. The barrier sands often present on the shore and their perviousness is good. In the dry monsoon, dry-hot climate result in evaporation of seawater, the seawater continually flow to loose sand-gravel sediments of the shore by the capillary effect resulting the sand space filling seawater. In the rain-monsoon, a lot of fresh-water sink down and mixed with the migrating seawater, resulting saltness decrease but the Mg/Ca ratio does not vary. Under the appropriate condition, the dolomites will be formed. In the area, the crystal grain of dolomites are 10-30 microns and the crystal form appears rhombs and better transparency, but the evaporites are not present. Put it briefly, they had showed the feature of the fresh water. It appears that the formation of these dolomites is the fresh water mechanisms by Folk (1975).



1. 剖面第三层菱面体白云石胶结物, 扫描电镜 $\times 1600$ 2. 剖面第五层菱面体白云石胶结物, 溶蚀明显, 晶形受到破坏, 扫描电镜 $\times 1000$ 3. 剖面第六层胶结物中完好的白云石菱形晶, 扫描电镜 $\times 1600$ 4. 剖面露头 5. 剖面第二层胶结物中白云石犬牙状晶体, 扫描电镜 $\times 1600$ 6. 剖面第七层胶结物中菱面体白云石及解理发育的方解石晶体, 扫描电镜 $\times 500$