

松科1井南孔白垩系青山口组二、三段沉积序列精细描述: 岩石地层、沉积相与旋回地层

王璞珺¹, 高有峰¹, 程日辉¹, 王国栋¹, 吴河勇², 万晓樵³, 杨甘生⁴, 汪忠兴²

1. 吉林大学 地球科学学院, 吉林 长春 130061
2. 大庆油田有限责任公司 勘探开发研究院, 黑龙江 大庆 163712
3. 中国地质大学(北京) 地球科学与资源学院, 北京 100083
4. 中国地质大学(北京) 工程技术学院, 北京 100083

Wang Pujun¹, Gao Youfeng¹, Cheng Rihui¹, Wang Guodong¹, Wu Heyong², Wan Xiaoqiao³, Yang Gansheng⁴, Wang Zhongxing²

1. College of Earth Sciences, Jilin University, Changchun 130061, China
2. Institute of Exploration and Development of Daqing Oilfield Company Ltd., Daqing 163712, China
3. School of Earth Sciences and Resources, China University of Geosciences(Beijing), Beijing 100083, China
4. School of Engineering, China University of Geosciences(Beijing), Beijing 100083, China

Wang Pujun, Gao Youfeng, Cheng Rihui, et al. Description of Cretaceous sedimentary sequence of the second and third member of the Qingshankou Formation recovered by CCSD-SK-1 s borehole in Songliao Basin: Lithostratigraphy, sedimentary facies and cyclic stratigraphy. *Earth Science Frontiers*, 2009, 16(2): 288-313

Abstract: The second and third member of the Qingshankou Formation recovered by CCSD-SK-1 s borehole (China Cretaceous Continental Scientific Drilling-Songke I -the south borehole) is 415.61 m long and 100% of cores recovery. The age of the member corresponds approximately to the Coniacian. The sequence and process of lithology-lithofacies and cyclic stratigraphy were revealed by a detailed core description. Twelve rock types and two kinds of sedimentary subfacies including deep lake and shallow lake were recognized from the drilling core of the second and third member of the Qingshankou Formation. Ten sedimentary microfacies are present, including dolostone, marl, limestone, oil shale, deep lake turbidite, volcanic ash, seismite, deep lake mudstone, shallow lake mudstone and shallow lake turbidite microfacies. The second and third member of the Qingshankou Formation represents four hundred and twenty-two meter-scale cycles (sixth-order cycle), one hundred and thirty fifth-order cycles, twenty-one fourth-order cycles and one third-order cycles. The special lithologies such as mudstone, seismite, dolostone, volcanic ash and so on are important to researches on source rocks and lacustrine event sediments.

Key words: the second and third member of Qingshankou Formation; sedimentary facies; sedimentary sequence; cyclic stratigraphy; CCSD-SK-1 s; Cretaceous Coniacian; Songliao Basin

摘要: 中国白垩纪大陆科学钻探松科1井南孔连续取青山口组二、三段岩心长415.61 m, 岩心收获率为100%。青二、三段沉积时期应与康尼亚克阶对应。通过对松科1井南孔青二、三段岩心的精细描述, 揭示其

收稿日期: 2008-11-21; 修回日期: 2008-12-21

基金项目: 国家重点基础研究发展计划“973”项目(2006CB701403)

作者简介: 王璞珺(1959—), 男, 教授, 博士生导师, 主要从事油气地质勘查、沉积学与火山岩储层方面的研究与教学。E-mail: wangpj@jlu.edu.cn

岩性-岩相-旋回的沉积序列及其过程。青二、三段识别出 12 种岩石类型。相类型为深湖亚相的白云岩沉积、泥灰岩沉积、灰岩沉积、油页岩沉积、半深湖浊流沉积、火山灰沉积、震积岩、半深湖静水泥沉积和浅湖亚相的浅湖静水泥质沉积、浅湖浊流沉积, 共 2 种亚相 10 种微相。青二、三段中可识别的米级旋回(六级旋回)有 6 种类型, 可划分出 422 个米级旋回, 这些米级旋回叠加成 130 个五级旋回、21 个四级旋回和 1 个三级旋回。对青二、三段暗色泥岩、震积岩、白云岩、火山灰等特殊事件层的精细刻画对于松辽盆地烃源岩和湖相事件沉积研究具有重要意义。

关键词: 青山口组二、三段; 沉积相; 沉积序列; 旋回地层; 松科 1 井南孔; 白垩系康尼亚克阶; 松辽盆地
中图分类号: P534.53 文献标志码: A 文章编号: 1005-2321(2009)02-0288-26

1958 年松辽石油普查大队在“松辽平原地层分层意见”中首次提出“青山口层”^[1], 建组剖面在吉林省农安县青山口乡青山口村松花江南岸。1959 年, 松辽石油普查大队^①和松辽石油勘探局^②在关于松辽平原地层分层中将“青山口层”改称“青山口组”^③。黑 2 井是建立青山口组分层的探井, 钻遇青山口组地层 614 m, 但在青山口组仅取心 20 余 m, 钻井剖面主要来源于岩屑录井。依据黑 2 井沉积特征, 自下而上将青山口组分为三段。其特点是: 青一段为暗色泥岩段, 是松辽盆地主要生油层之一。青二、三段为泥砂过渡带, 青二及青三段因界线不清往往合称青二、三段。

青二、三段在盆地内分布较广, 厚度一般为 250~550 m, 在北部克山—林甸一带和西部江桥—白城地区厚度较薄, 分别为 100~400 m 和 53~124 m。青二、三段岩性主要为深灰色、灰色、灰绿色泥岩, 少量紫红色泥岩与灰色、灰白色泥质粉砂岩、粉砂岩、细砂岩互层, 并夹薄层钙质粉砂岩^[2]。青二、三段与下伏青一段和上覆姚家组主要为整合接触, 局部平行不整合接触。

目前对青山口组的古生物研究^[3-7]、磁性地层研究^[8]、同位素地层研究^[9-10]、旋回地层研究^[11]普遍认为青山口组属松辽盆地晚白垩世沉积。通过把青

上覆: 姚家组, 平行不整合接触

青二、三段: 1 285.91~1 701.52 m, 厚度 415.61 m

取心回次- 分层顺序号	井段/m	厚度/m	岩心描述
43-14	1 285.91~1 286.26	0.35	深绿灰色粉砂质泥岩, 块状构造, 见少量含钙粉砂质团块
43-15	1 286.26~1 287.07	0.81	灰棕色泥岩, 块状构造, 顶部及底部见深灰色斑点
43-16	1 287.07~1 287.87	0.80	深绿灰色泥岩夹浅灰色粉砂岩, 断续水平层理, 见浅灰色粉砂质条带

二、三段底部火山岩同位素年龄值((88.0 ± 0.3) Ma)^④与 2004 年国际地层表对照^⑤, 结合近年来对青山口组下部层位的年代地层和生物地层研究^[12-13]所反映出的各组地层时代顶界上移的趋势, 青二、三段沉积时期应与康尼亚克阶对应, 跨越地质年龄约 4 Ma。松科 1 井南孔青二、三段取心井段为 1 285.91~1 701.52 m, 总进尺 415.61 m, 总心长 415.61 m, 岩心收获率为 100%^[14], 因此松科 1 井南孔中青二、三段地层未经压实校正的平均沉积速率约为 10.39 cm/ka。对于青一段地层岩心描述最小分层厚度, 只要不超过 103.9 cm, 那么对青一段岩心的精细描述在时间上就是以千年为尺度的。

1 岩性序列精细描述

对青二、三段岩心的精细描述体现在两个方面, 一是千年尺度的刻画, 一般最小分层厚度为 5 cm, 小于 5 cm 作夹层, 但特殊岩性(如泥灰岩、白云岩、重结晶灰岩、火山灰)的最小分层厚度为 2 cm, 小于 2 cm 作夹层; 二是沉积微相内的细微环境变化, 如微相内的构造变化、含有物变化、颜色变化等。

青二、三段的精细描述如下:

① 松辽石油普查大队, 一九五九年松辽平原地质总结报告, 长春: 吉林省地质资料馆, 1960

② 松辽石油勘探局, 一九五九年地质年报, 长春: 吉林省地质资料馆, 1960

③ 地质部第二普查勘探大队, 松辽盆地石油地质(1955—1963)年石油地质普查阶段总结报告, 长春: 吉林省地质资料馆, 1965

④ 王璞瑒, 高有峰, 任延广, 等. 松辽盆地青山口组橄榄粗安岩: $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年龄、地球化学及其成盆、成烃和成藏意义, 岩石学报, 2009, 待刊.

⑤ International Commission on Stratigraphy, 2004 International Stratigraphic Chart, 2004

43-17	1 287 87~1 288 16	0 29	深灰色泥岩夹浅灰色粉砂岩, 水平纹理, 局部见透镜状层理, 底部具搅混构造, 见粉砂岩砂球和砂质团块
43-18	1 288 16~1 288 34	0 18	深绿灰色粉砂质泥岩, 断续波状层理、变形层理, 底部块状构造, 见浅灰色钙质粉砂岩透镜体、团块, 偶见介形虫化石
43-19	1 288 34~1 290 20	1 86	灰棕色泥岩, 块状构造, 局部见绿灰色斑点
43-20	1 290 20~1 290 34	0 14	灰色粉砂质泥岩, 块状构造
43-21	1 290 34~1 291 39	1 05	灰棕色泥岩, 块状构造
43-22	1 291 39~1 291 77	0 38	深绿灰色粉砂质泥岩, 块状构造
43-23	1 291 77~1 292 63	0 86	灰棕色泥岩, 块状构造
44-1	1 292 63~1 292 74	0 11	灰棕色泥岩, 块状构造, 见深绿灰色泥质粉砂岩团块(具变形层理)
44-2	1 292 74~1 292 86	0 12	深绿灰色泥岩夹极浅灰色含钙粉砂岩, 泥岩透镜状层理、变形层理; 粉砂岩断续波纹层理, 含钙质粉砂岩条带、团块, 偶见介形虫化石
44-3	1 292 86~1 293 00	0 14	暗棕色泥岩, 块状构造, 见深绿灰色泥岩团块、介形虫化石及钙质团块
44-4	1 293 00~1 293 33	0 33	棕灰色含钙粉砂质泥岩, 块状构造, 偶见介形虫化石、钙质团块
44-5	1 293 33~1 294 94	1 61	灰棕色泥岩, 块状构造, 偶见介形虫化石、钙质团块
44-6	1 294 94~1 295 18	0 24	深绿灰色泥岩, 水平层理, 见具水平波纹层理的浅灰色粉砂岩条带
44-7	1 295 18~1 295 42	0 24	棕灰色泥岩, 水平层理, 见一薄层极浅灰色介形虫灰岩
44-8	1 295 42~1 295 85	0 43	灰棕色杂绿灰色泥岩, 块状构造
44-9	1 295 85~1 297 01	1 16	灰棕色泥岩, 块状构造, 偶见介形虫化石和介形虫碎屑岩薄层
44-10	1 297 01~1 298 00	0 99	棕灰色泥岩, 块状构造, 偶见介形虫化石和介形虫碎屑岩薄层
44-11	1 298 00~1 298 63	0 63	棕灰色夹深绿灰色泥岩, 块状构造, 偶见介形虫化石
44-12	1 298 63~1 299 11	0 48	深绿灰色泥岩, 块状构造, 含灰黑色泥砾, 偶见介形虫碎屑岩薄层
44-13	1 299 11~1 301 25	2 14	深绿灰色泥岩, 块状构造, 偶见介形虫化石
44-14	1 301 25~1 303 72	2 47	中深灰色泥岩, 水平层理, 见介形虫化石, 局部夹介形虫碎屑岩薄层
44-15	1 303 72~1 303 82	0 10	中深灰色含介形虫泥岩, 水平层理, 见介形虫化石
44-16	1 303 82~1 304 50	0 68	深灰色泥岩夹中浅灰色介形虫碎屑岩, 水平层理、水平波纹层理, 见介形虫化石、介形虫碎屑岩条带、薄层
45-1	1 304 50~1 306 85	2 35	深灰色泥岩, 水平层理, 见介形虫碎屑岩条带和完整介形虫化石
45-2	1 306 85~1 307 21	0 36	深灰色含介形虫泥岩, 水平层理, 见介形虫碎屑岩夹层
45-3	1 307 21~1 307 50	0 29	深灰色泥岩, 水平层理, 见介形虫碎屑岩薄层和完整介形虫化石
45-4	1 307 50~1 307 80	0 30	深灰色含介形虫泥岩, 水平层理, 见介形虫碎屑岩条带
45-5	1 307 80~1 308 10	0 30	深灰色泥岩, 水平层理, 见介形虫化石、介形虫碎屑岩条带
45-6	1 308 10~1 308 80	0 70	深灰色含介形虫泥岩夹薄层介形虫碎屑岩, 水平层理, 局部透镜状层理, 正粒序层理, 见介形虫化石、介形虫碎屑岩条带
45-7	1 308 80~1 309 33	0 53	中深灰色泥岩夹薄层介形虫碎屑岩, 水平层理, 局部透镜状层理, 底部介形虫碎屑岩具水平波纹层理, 见介形虫化石、介形虫碎屑岩条带
45-8	1 309 33~1 310 00	0 67	深灰色泥岩夹薄层介形虫岩, 水平层理, 水平波纹层理
46-1	1 310 00~1 310 18	0 18	深灰色泥岩, 水平层理, 见具水平波纹层理的介形虫碎屑岩薄层和条带
46-2	1 310 18~1 310 96	0 78	灰色泥岩, 水平层理, 见介形虫化石和具水平波纹层理的介形虫碎屑岩条带
46-3	1 310 96~1 312 00	1 04	深灰色泥岩夹薄层介形虫碎屑岩, 水平波纹层理, 见介形虫碎屑岩条带
46-4	1 312 00~1 312 07	0 07	浅灰色介形虫岩
46-5	1 312 07~1 315 00	2 93	深灰色泥岩夹介形虫碎屑岩薄层, 水平波纹层理, 见介形虫化石
47-1	1 315 00~1 315 22	0 22	深灰色泥岩, 水平层理, 见具水平波纹层理的介形虫碎屑岩条带
47-2	1 315 22~1 315 68	0 46	中灰色泥岩, 水平层理, 见具水平波纹层理的介形虫碎屑岩薄层
47-3	1 315 68~1 316 41	0 73	中深灰色泥岩, 水平层理, 见介形虫化石, 个体较小
47-4	1 316 41~1 316 53	0 12	中深灰色泥岩夹介形虫碎屑岩, 水平层理, 水平波纹层理, 见介形虫碎屑岩条带和介形虫化石
47-5	1 316 53~1 316 82	0 29	中深灰色泥岩, 水平层理, 见介形虫碎屑岩和植物化石碎片
47-6	1 316 82~1 316 94	0 12	中深灰色泥岩与介形虫碎屑岩薄互层, 水平层理, 水平波纹层理
47-7	1 316 94~1 317 38	0 44	中灰色含介形虫泥岩, 水平层理, 底部见灰质泥岩薄层
47-8	1 317 38~1 318 40	1 02	中深灰色泥岩, 水平层理, 见介形虫碎屑薄层和完整介形虫化石
47-9	1 318 40~1 319 40	1 00	深灰色含介形虫泥岩, 水平层理, 局部夹具水平波纹层理介形虫碎屑岩薄层, 见介形虫化石、叶肢介化石、植物化石残片
47-10	1 319 40~1 320 22	0 82	灰黑色泥岩夹介形虫碎屑岩, 水平层理, 水平波纹层理, 见介形虫碎屑岩薄层、条带, 见介形虫化石和硅化生物化石

47-11	1 320 22~1 322 25	2 03	深灰色泥岩夹介形虫碎屑岩, 水平层理, 水平波纹层理, 见叶肢介化石、介形虫化石、介形虫碎屑岩条带和薄层
47-12	1 322 25~1 322 62	0 37	中深灰色含介形虫泥岩 水平层理, 见介形虫化石及介形虫碎屑岩薄层
47-13	1 322 62~1 322 95	0 33	中深灰色泥岩, 水平层理 见介形虫化石
47-14	1 322 95~1 323 29	0 34	中深灰色泥岩与介形虫碎屑岩 薄互层, 水平层理, 水平波纹层理, 见介形虫碎屑岩条带、透镜体, 见介形虫化石
47-15	1 323 39~1 324 88	1 49	中深灰色泥岩, 水平层理 见介形虫化石、介形虫碎屑岩条带和薄层
47-16	1 324 88~1 325 00	0 12	中深灰色泥岩与介形虫碎屑岩 薄互层, 水平波纹层理, 见介形虫化石
47-17	1 325 00~1 325 20	0 20	中深灰色含介形虫泥岩夹介形虫碎屑岩, 水平层理, 水平波纹层理, 见介形虫化石, 冲刷面之上见生物碎片
47-18	1 325 20~1 326 92	1 72	中灰色泥岩夹介形虫碎屑岩, 水平层理, 水平波纹层理, 见介形虫化石, 在 1 325 31 m 处见一厚 8 mm 的疑似火山灰层
47-19	1 326 92~1 327 02	0 10	中灰色泥岩与介形虫碎屑岩 薄互层, 水平层理, 水平波纹层理, 见介形虫化石, 生物化石碎片
48-1	1 327 02~1 327 25	0 23	中深灰色泥岩夹介形虫碎屑岩, 水平层理, 见介形虫化石
48-2	1 327 25~1 327 62	0 37	中深灰色泥岩, 水平层理 见少量介形虫化石
48-3	1 327 62~1 328 12	0 50	中灰色含介形虫泥岩, 水平层理, 见介形虫化石, 偶见叶肢介化石
48-4	1 328 12~1 328 29	0 17	中浅灰色泥岩, 水平层理 见介形虫碎屑岩薄层, 偶见叶肢介化石
48-5	1 328 29~1 328 99	0 70	中深灰色泥岩夹介形虫碎屑岩, 水平层理, 水平波纹层理, 见介形虫化石
48-6	1 328 99~1 329 09	0 10	中灰色泥岩, 水平层理, 底部见一薄层介形虫碎屑岩, 见介形虫化石
48-7	1 329 09~1 330 78	1 69	中深灰色泥岩, 水平层理 底部见介形虫碎屑岩薄层
48-8	1 330 78~1 331 52	0 74	中灰色含介形虫泥岩, 水平层理, 见介形虫化石, 偶见介形虫碎屑岩薄层
48-9	1 331 52~1 331 87	0 35	中深灰色泥岩, 水平层理 见介形虫化石, 底部见具水平波纹层理的介形虫碎屑岩条带及一层介形虫碎屑岩薄层, 见冲刷面
48-10	1 331 87~1 332 42	0 55	中深灰色含介形虫泥岩 水平层理, 见介形虫化石, 少量叶肢介化石
48-11	1 332 42~1 332 84	0 42	中深灰色泥岩, 水平层理 见叶肢介、介形虫化石, 介形虫碎屑岩条带
48-12	1 332 84~1 334 45	1 61	中深灰色泥岩夹介形虫碎屑岩, 水平层理, 水平波纹层理, 见介形虫化石、叶肢介化石、介形虫碎屑岩薄层和条带
48-13	1 334 45~1 335 40	0 95	中深灰色泥岩, 水平层理 见介形虫碎屑岩条带、介形虫化石
48-14	1 335 40~1 336 57	1 17	中深灰色泥岩, 水平层理 见介形虫化石、介形虫碎屑岩薄层和条带
48-15	1 336 57~1 337 12	0 55	中深灰色含介形虫泥岩, 水平层理, 见介形虫化石
48-16	1 337 12~1 338 02	0 90	中深灰色泥岩, 水平层理 见介形虫化石、介形虫碎屑岩条带和薄层
48-17	1 338 02~1 339 03	1 01	中灰色含介形虫泥岩夹介形虫碎屑岩, 水平层理, 水平波纹层理, 见介形虫化石、介形虫碎屑岩条带
49-1	1 339 03~1 342 01	2 98	中深灰色泥岩与介形虫碎屑岩 薄互层, 水平层理, 水平波纹层理, 局部见搅混构造, 见介形虫化石, 介形虫碎屑岩条带和团块
49-2	1 342 01~1 342 06	0 05	浅灰色介形虫碎屑岩, 水平波纹层理, 顶部见泥质条带
49-3	1 342 06~1 347 80	5 74	中深灰色泥岩夹介形虫碎屑岩 薄层, 水平层理, 水平波纹层理, 局部见搅混构造 见介形虫化石, 见夹 3 层深绿灰色泥岩薄夹层
49-4	1 347 80~1 347 95	0 15	中深灰色泥岩, 水平层理 见介形虫化石
49-5	1 347 95~1 348 52	0 57	中深灰色泥岩与浅灰色介形虫碎屑岩 薄互层, 水平波纹层理, 水平层理, 见介形虫化石和介形虫碎屑岩条带
49-6	1 348 52~1 348 66	0 14	中深灰色泥岩, 水平层理 见极少量介形虫化石
49-7	1 348 66~1 349 20	0 54	中深灰色含介形虫泥岩 水平层理, 见介形虫化石, 大小不一
49-8	1 349 20~1 349 44	0 24	中深灰色泥岩, 水平层理 少量介形虫碎屑岩条带和薄层
49-9	1 349 44~1 350 30	0 86	中深灰色泥岩夹微层状介形虫碎屑岩, 水平波纹层理, 水平层理, 见介形虫化石、介形虫碎屑岩条带和薄层
49-10	1 350 3~1 351 05	0 75	中灰色泥岩, 水平层理, 水平波纹层理, 见介形虫化石
49-11	1 351 05~1 351 69	0 64	中深灰色泥岩夹微层状介形虫碎屑岩, 水平层理, 水平波纹层理, 见介形虫化石、叶肢介化石、介形虫碎屑岩条带
49-12	1 351 69~1 352 38	0 69	中深灰色含介形虫泥岩, 水平层理, 见介形虫化石、叶肢介化石
49-13	1 352 38~1 353 43	1 05	中灰色泥岩夹微层状介形虫碎屑岩, 水平层理, 水平波纹层理, 介形虫碎屑岩底部见轻微冲刷面, 见叶肢介化石、介形虫化石、介形虫碎屑岩条带
49-14	1 353 43~1 353 91	0 48	中深灰色泥岩夹微层状介形虫碎屑岩, 水平层理, 水平波纹层理, 见叶肢介化石、介形虫化石、介形虫碎屑岩条带
49-15	1 353 91~1 354 54	0 63	中深灰色泥岩, 水平层理 见介形虫化石、叶肢介化石

49-16	1 354 54~1 354 96	0 42	中深灰色泥岩夹微层状介形虫碎屑岩, 水平层理, 水平波纹层理, 偶见叶肢介化石, 见介形虫化石, 介形虫碎屑岩条带
49-17	1 354 96~1 355 23	0 27	中深灰色泥岩, 水平层理 见介形虫化石
50-1	1 355 23~1 355 65	0 42	中深灰色泥岩, 水平层理 见介形虫化石, 底部见介形虫碎屑岩薄层
50-2	1 355 65~1 356 77	1 12	深绿灰色泥岩, 不明显的水平波纹层理, 见介形虫和黄铁矿颗粒富集层
50-3	1 356 77~1 358 65	1 88	中深灰色泥岩夹微层状浅灰色介形虫碎屑岩, 水平波纹层理
50-4	1 358 65~1 358 80	0 15	中灰色介形虫碎屑岩与泥岩薄互层, 水平波纹层理, 见介形虫化石
50-5	1 358 80~1 359 35	0 55	中灰色含介形虫泥岩与介形虫碎屑岩薄互层, 水平波纹层理, 见介形虫化石、介形虫碎屑岩条带
50-6	1 359 35~1 359 88	0 53	深灰色泥岩与介形虫碎屑岩薄互层, 水平波纹层理, 水平层理, 见介形虫化石、介形虫碎屑岩条带, 偶见叶肢介化石
50-7	1 359 88~1 360 40	0 52	中灰色介形虫碎屑岩与泥岩薄互层, 水平波纹层理, 水平层理, 见介形虫化石、介形虫碎屑岩条带
50-8	1 360 40~1 360 49	0 09	深绿灰色泥岩与橄榄灰色介形虫碎屑岩薄互层, 水平波纹层理, 水平层理, 见介形虫化石、介形虫碎屑岩条带
50-9	1360 49~1 360 86	0 37	中深灰色泥岩夹微层状介形虫碎屑岩, 水平波纹层理, 水平层理, 见叶肢介化石、介形虫化石、介形虫碎屑岩条带
50-10	1 360 86~1 361 12	0 26	中灰色泥岩夹微层状介形虫碎屑岩, 水平波纹层理 水平层理, 见叶肢介化石、介形虫化石、介形虫碎屑岩条带
50-11	1 361 12~1 361 75	0 63	橄榄灰色泥岩夹微层状介形虫碎屑岩, 水平波纹层理, 水平层理, 见介形虫化石、介形虫碎屑岩条带
50-12	1 361 75~1 361 83	0 08	中深灰色泥岩, 水平层理 偶见介形虫化石
51-1	1 361 84~1 362 46	0 62	中深灰色泥岩, 水平波纹层理, 水平层理, 偶见介形虫化石
51-2	1 362 46~1 362 51	0 05	深绿灰色泥岩, 块状构造 成层性差
51-3	1 362 51~1 364 14	1 63	中深灰色泥岩夹微层状介形虫碎屑岩, 水平波纹层理, 见介形虫化石
51-4	1 364 14~1 364 34	0 20	中深灰色介形虫碎屑岩与泥岩薄互层, 水平波纹层理, 水平层理, 见介形虫化石、介形虫碎屑岩条带
51-5	1 364 34~1 366 34	2 00	中灰色泥岩, 水平层理, 见介形虫化石, 介形虫碎屑岩条带
51-6	1 366 34~1 368 47	2 13	中灰色泥岩与介形虫碎屑岩薄互层, 水平波纹层理 水平层理, 挤压变形构造, 重荷构造, 见介形虫和少量叶肢介化石, 见介形虫碎屑岩条带
51-7	1 368 47~1 369 10	0 63	浅绿灰色泥岩, 不明显的水平层理, 见介形虫碎屑
51-8	1 369 10~1 370 06	0 96	中深灰色泥岩, 水平层理 见具水平波纹层理的介形虫碎屑岩条带
51-9	1 370 06~1 370 64	0 58	中灰色泥岩与介形虫碎屑岩薄互层, 水平层理, 水平波纹层理
51-10	1 370 64~1 371 41	0 77	中灰色泥岩, 不明显的水平层理, 局部见介形虫化石富集
51-11	1 371 41~1 373 06	1 65	中灰色泥岩夹介形虫碎屑岩, 水平层理, 水平波纹层理
51-12	1 373 06~1 373 77	0 71	深灰色泥岩夹微层状介形虫碎屑岩, 水平层理, 水平波纹层理, 见介形虫化石、介形虫碎屑岩条带, 上部见深绿灰色斑点
52-1	1 373 77~1 373 91	0 14	深灰色泥岩夹微层状介形虫碎屑岩, 水平层理, 水平波纹层理
52-2	1 373 91~1 374 10	0 19	深绿灰色泥岩, 不明显水平层理, 见少量介形虫碎屑岩、黄铁矿颗粒
52-3	1 374 10~1 374 17	0 07	深灰色泥岩, 水平层理, 见介形虫碎屑
52-4	1 374 17~1 374 80	0 63	中深灰色泥岩, 水平层理 见介形虫碎屑岩条带, 底部见深绿灰色斑点
52-5	1 374 80~1 375 02	0 22	中灰色泥岩, 水平层理, 见浅绿灰色斑点, 顶部见一厚度小于 1 cm 的深绿灰色含介形虫泥岩
52-6	1 375 02~1 375 53	0 51	灰黑色含介形虫碎屑泥岩, 水平层理, 见介形虫碎屑
52-7	1 375 53~1 377 03	1 50	中灰色泥岩, 水平层理, 见介形虫、叶肢介化石, 介形虫碎屑岩薄层
52-8	1 377 03~1 377 62	0 59	中深灰色泥岩, 水平层理 水平波纹层理, 见介形虫碎屑岩薄层、完整介形虫化石, 见几层叶肢介化石富集层
52-9	1 377 62~1 377 98	0 36	中灰色泥岩, 水平层理, 见具水平波纹层理的介形虫碎屑岩条带
52-10	1 377 98~1 379 27	1 29	中深灰色含介形虫碎屑泥岩, 水平层理, 水平波纹层理, 见较多介形虫碎屑, 偶见介形虫碎屑岩夹层
52-11	1 379 27~1 379 99	0 72	中灰色泥岩, 不明显的水平层理, 见较多生物残片
52-12	1 379 99~1 380 64	0 65	深灰色泥岩, 水平层理, 少量介形虫碎屑岩条带和薄层
52-13	1 380 64~1 382 32	1 68	中深灰色泥岩, 水平层理 见介形虫碎屑岩薄夹层、条带, 叶肢介化石, 植物化石及生物化石残片, 垂向裂缝
52-14	1 382 32~1 382 99	0 67	中灰色泥岩, 水平层理, 见植物碎片、叶肢介化石和介形虫碎屑岩薄层
52-15	1 382 99~1 383 01	0 02	中深灰色介形虫碎屑岩, 水平波纹层理, 见介形虫碎屑岩薄层
52-16	1 383 01~1 383 46	0 45	深灰色泥岩, 水平层理, 偶见生物化石碎片

- 52-17 1 383 46~1 383 89 0 43 中深灰色泥岩, 水平层理 见一垂向裂缝被介形虫碎屑充填
- 52-18 1 383 89~1 384 00 0 11 中灰色泥岩, 不明显的水平层理, 少量介形虫碎屑, 较多叶肢介化石
- 52-19 1 384 00~1 384 58 0 58 深灰色泥岩夹中浅灰色微层状介形虫碎屑岩, 水平层理, 水平波纹层理, 见较多生物化石碎片、叶肢介化石和介形虫碎屑岩条带
- 52-20 1 384 58~1 384 70 0 12 中深灰色泥岩, 水平层理 少量介形虫碎屑
- 52-21 1 384 70~1 385 27 0 57 中灰色泥岩, 水平层理, 顶部见深绿灰色泥岩薄层, 成层性差
- 52-22 1 385 27~1 385 47 0 20 浅橄榄灰色灰质泥岩与深灰色泥岩薄互层, 水平层理, 水平波纹层理, 变形层理 切穿灌入构造, 重荷构造, 泥岩中见介形虫碎屑岩、叶肢介化石
- 52-23 1 385 47~1 385 84 0 37 中深灰色含介形虫泥岩 水平层理, 见较多生物碎屑和叶肢介化石
- 52-24 1 385 84~1 386 14 0 30 中灰色泥岩, 水平层理, 见少量介形虫碎屑和叶肢介化石
- 53-1 1 386 14~1 386 96 0 82 中灰色泥岩, 水平层理, 顶部见一厚度小于 5 mm 的深绿灰色泥岩夹层, 见少量具水平波纹层理的介形虫碎屑岩薄夹层和条带, 底部见冲刷面
- 53-2 1 386 96~1 388 68 1 72 中深灰色泥岩夹微层状介形虫碎屑岩, 水平层理, 水平波纹层理, 见介形虫碎屑岩条带, 较多生物化石碎片和叶肢介化石
- 53-3 1 388 68~1 391 32 2 64 绿灰色泥岩, 不明显水平层理, 局部见介形虫碎屑岩薄层
- 53-4 1 391 32~1 391 51 0 19 中深灰色泥岩, 不明显水平层理, 顶部见介形虫碎屑岩薄层
- 53-5 1 391 51~1 391 98 0 47 中灰色泥岩, 不明显水平层理
- 53-6 1 391 98~1 392 24 0 26 绿灰色泥岩, 不明显水平层理, 局部见中灰色斑点
- 53-7 1 392 24~1 393 81 1 57 中深灰色泥岩, 水平层理 见介形虫碎屑岩条带和薄层
- 53-8 1 393 81~1 395 02 1 21 中灰色泥岩, 块状构造, 局部见不明显水平层理, 局部见叶肢介化石富集, 见少量介形虫碎屑及其化石
- 53-9 1 395 02~1 396 97 1 95 中深灰色泥岩夹介形虫碎屑岩, 水平层理, 水平波纹层理, 介形虫碎屑岩条带, 见介形虫化石和叶肢介化石
- 53-10 1 396 97~1 398 16 1 19 绿灰色泥岩, 块状构造, 底部见不明显水平层理, 见生物化石碎片
- 54-1 1 398 16~1 398 28 0 12 绿灰色泥岩, 水平层理, 底部见介形虫碎屑岩薄层
- 54-2 1 398 28~1 399 13 0 85 中灰色泥岩, 不明显水平层理, 少量介形虫碎屑及绿灰色斑点
- 54-3 1 399 13~1 399 25 0 12 中深灰色泥岩, 水平层理 少量介形虫碎屑
- 54-4 1 399 25~1 399 82 0 57 深灰色泥岩, 水平层理, 见介形虫碎屑岩条带, 底部见生物化石碎片
- 54-5 1 399 82~1 400 13 0 31 中深灰色泥岩, 水平层理 见介形虫和叶肢介化石, 介形虫碎屑岩条带
- 54-6 1 400 13~1 400 42 0 29 中灰色泥岩, 水平层理, 见少量介形虫碎屑岩薄层
- 54-7 1 400 42~1 401 01 0 59 中深灰色泥岩夹中浅灰色微层状介形虫碎屑岩, 水平层理, 水平波纹层理, 搅混构造, 冲刷-充填构造, 见介形虫碎屑岩条带
- 54-8 1 401 01~1 403 17 2 16 绿灰色泥岩, 块状构造, 上部见较多不规则裂隙被方解石充填, 下部见介形虫化石及较多的生物化石碎片, 见介形虫碎屑岩薄层
- 54-9 1 403 17~1 403 94 0 77 中深灰色泥岩, 水平层理 见介形虫碎屑岩条带, 少量生物化石碎片
- 54-10 1 403 94~1 404 11 0 17 中深灰色泥岩与介形虫碎屑岩薄互层, 水平层理, 水平波纹层理
- 54-11 1 404 11~1 404 78 0 67 深灰色泥岩, 水平波纹层理, 底部见一层厚度小于 1.5 cm 的介形虫碎屑岩, 上部见较多生物化石碎片及介形虫碎屑
- 54-12 1 404 78~1 406 88 2 10 绿灰色泥岩, 块状构造, 底部见生物化石碎片, 中部见介形虫碎屑岩条带
- 54-13 1 406 88~1 407 27 0 39 浅橄榄灰色灰质泥岩, 块状构造, 见绿灰色泥岩薄夹层
- 54-14 1 407 27~1 408 73 1 46 绿灰色泥岩, 块状构造, 底部见介形虫碎屑, 介形虫碎屑岩条带
- 54-15 1 408 73~1 409 23 0 50 中深灰色泥岩, 水平层理 顶部见叶肢介化石、少量生物碎屑和介形虫碎屑岩条带, 底部见绿灰色泥砾
- 54-16 1 409 23~1 410 24 1 01 绿灰色泥岩, 块状构造, 见介形虫碎屑岩薄层和灰泥质团块
- 54-17 1 410 24~1 410 42 0 18 中深灰色泥岩, 水平层理 见具水平波纹层理的介形虫碎屑岩条带
- 55-1 1 410 42~1 410 71 0 29 绿灰色泥岩, 水平层理, 见中灰色斑点, 底部见较多介形虫碎屑, 偶见完整的介形虫化石
- 55-2 1 410 71~1 411 00 0 29 中深灰色泥岩, 水平层理 见介形虫碎屑岩条带, 上部偶见绿灰色斑点
- 55-3 1 411 00~1 411 11 0 11 浅橄榄灰色灰质泥岩, 块状构造, 中部见一近水平裂隙, 被方解石充填
- 55-4 1 411 11~1 411 57 0 46 中深灰色泥岩与介形虫碎屑岩薄互层, 水平层理, 水平波纹层理
- 55-5 1 411 57~1 411 91 0 34 中浅灰色泥岩, 水平层理 见较多生物碎片, 底部见介形虫碎屑岩条带
- 55-6 1 411 91~1 413 42 1 51 绿灰色泥岩, 不明显水平层理, 见较多介形虫碎屑岩条带且向下增多
- 55-7 1 413 42~1 413 77 0 35 中灰色泥岩, 水平层理, 见少量介形虫碎屑岩条带
- 55-8 1 413 77~1 413 97 0 20 浅橄榄灰色灰质泥岩, 块状构造
- 55-9 1 413 97~1 414 51 0 54 中深灰色泥岩, 水平层理 见较多介形虫碎屑岩薄层, 偶见叶肢介化石
- 55-10 1 414 51~1 415 26 0 75 中灰色泥岩夹介形虫碎屑岩, 水平波纹层理, 水平层理, 见叶肢介化石, 中上部见较多生物碎片、介形虫碎屑岩条带和薄层

55-11	1 415 26~1 415 53	0 27	中深灰色泥岩, 水平层理 见具水平波纹层理的介形虫碎屑岩条带
55-12	1 415 53~1 416 93	1 40	中灰色泥岩, 不明显的水平层理, 顶部见灰泥质团块, 少量介形虫碎屑岩条带, 局部见绿灰色斑点, 下部见黄铁矿颗粒、介形虫碎屑岩薄层
56-1	1 416 93~1 417 32	0 39	中深灰色泥岩, 水平层理 顶部见一绿灰色泥岩薄夹层, 见生物化石碎片
56-2	1 417 32~1 417 54	0 22	中灰色泥岩夹介形虫碎屑岩, 水平层理, 见介形虫碎屑岩条带、叶肢介化石
56-3	1 417 54~1 417 83	0 29	深灰色含介形虫碎屑泥岩, 水平层理, 偶见生物化石碎片
56-4	1 417 83~1 418 42	0 59	中灰色泥岩, 水平层理, 见介形虫碎屑及介形虫碎屑岩条带, 见生物化石碎片
56-5	1 418 42~1 418 72	0 30	中深灰色泥岩, 水平层理 见具水平波纹层理的介形虫碎屑岩条带
56-6	1 418 72~1 418 94	0 22	绿灰色泥岩, 不明显的水平层理, 介形虫碎屑岩薄层
56-7	1 418 94~1 419 23	0 29	深绿灰色泥岩与浅橄榄灰色介形虫碎屑岩薄互层, 水平层理, 水平波纹层理, 见介形虫碎屑岩条带
56-8	1 419 23~1 420 07	0 84	深灰色泥岩, 水平层理, 局部见介形虫碎屑岩条带
56-9	1 420 07~1 420 29	0 22	中深灰色泥岩夹中浅灰色介形虫碎屑岩, 水平层理, 局部水平波纹层理
56-10	1 420 29~1 420 60	0 31	绿灰色杂中深灰色泥岩 水平层理, 见介形虫碎屑和介形虫碎屑岩条带
56-11	1 420 60~1 421 31	0 71	中深灰色泥岩, 水平层理 水平波纹层理, 局部见介形虫碎屑岩条带
56-12	1 421 31~1 421 44	0 13	中灰色含介形虫泥岩, 水平层理, 水平波纹层理
56-13	1 421 44~1 421 60	0 16	中深灰色泥岩, 水平层理
56-14	1 421 60~1 421 75	0 15	浅橄榄灰色灰质泥岩, 块状构造
56-15	1 421 75~1 423 24	1 49	绿灰色泥岩, 块状构造或不明显的水平层理, 局部见介形虫碎屑
56-16	1 423 24~1 423 88	0 64	中灰色泥岩, 水平层理, 底部为前积层理, 局部见灰质泥岩条带, 底部见介形虫碎屑岩条带
56-17	1 423 88~1 423 94	0 06	浅橄榄灰色灰质泥岩, 块状构造
56-18	1 423 94~1 424 03	0 09	绿灰色泥岩, 下部为具水平波纹层理薄层中灰色介形虫碎屑岩
56-19	1 424 03~1 424 83	0 80	中深灰色泥岩, 水平层理 见具水平波纹层理的介形虫碎屑岩条带
56-20	1 424 83~1 425 00	0 17	中灰色泥岩, 块状构造, 底部见介形虫碎屑岩条带
56-21	1 425 00~1 425 11	0 11	浅橄榄灰色灰质泥岩, 顶部见 1 cm 厚的绿灰色泥岩, 块状构造
56-22	1 425 11~1 427 30	2 19	绿灰色泥岩, 块状构造, 底部见介形虫碎屑岩薄层
56-23	1 427 30~1 428 39	1 09	中深灰色泥岩, 水平层理 介形虫碎屑岩条带, 生物碎屑在局部层面富集
56-24	1 428 39~1 429 05	0 66	绿灰色泥岩, 块状构造
57-1	1 429 05~1 430 25	1 20	绿灰色泥岩, 块状构造, 见生物碎片, 局部见介形虫碎屑岩薄层
57-2	1 430 25~1 432 06	1 81	深绿灰色泥岩, 块状构造 见生物碎片, 局部见介形虫碎屑岩薄层
57-3	1 432 06~1 432 49	0 43	绿灰色泥岩, 块状构造或不明显的水平层理, 见生物碎片和植物化石
57-4	1 432 49~1 432 71	0 22	深绿灰色泥岩, 水平层理 见具水平波纹层理的介形虫碎屑岩条带
57-5	1 432 71~1 432 87	0 16	中深灰色泥岩与中浅灰色介形虫碎屑岩薄互层, 水平层理, 水平波纹层理
57-6	1 432 87~1 433 84	0 97	深灰色泥岩, 水平层理, 少量介形虫碎屑岩条带, 见植物化石碎片
57-7	1 433 84~1 435 93	2 09	绿灰色泥岩, 块状构造, 局部见不规则裂隙被方解石充填, 下部见草莓状黄铁矿, 偶见介形虫碎屑岩条带和薄层
57-8	1 435 93~1 437 94	2 01	中深灰色泥岩, 水平层理 见少量介形虫碎屑岩条带, 局部见叶肢介化石
57-9	1 437 94~1 438 32	0 38	深灰色泥岩, 水平层理, 见介形虫碎屑
57-10	1 438 32~1 438 80	0 48	深灰色泥岩与中浅灰色介形虫碎屑岩薄互层, 水平层理, 水平波纹层理, 见介形虫碎屑岩条带, 局部泥岩中含大量的介形虫碎屑(中下部)
57-11	1 438 80~1 440 32	1 52	中深灰色泥岩夹微层状介形虫碎屑岩, 水平层理, 水平波纹层理, 介形虫碎屑岩条带, 偶见叶肢介化石, 局部泥岩中见大量介形虫碎屑
57-12	1 440 32~1 440 41	0 09	浅橄榄灰色泥灰岩, 块状构造
57-13	1 440 41~1 440 79	0 38	中深灰色泥岩, 水平层理 见介形虫碎屑岩条带, 底部较多生物碎屑
57-14	1 440 79~1 440 86	0 07	浅橄榄灰色灰质泥岩, 块状构造
57-15	1 440 86~1 441 32	0 46	绿灰色泥岩, 水平层理, 少量介形虫碎屑
57-16	1 441 32~1 441 41	0 09	中灰色泥岩, 水平层理, 底部见少量介形虫碎屑岩条带
58-1	1 441 41~1 441 64	0 23	深绿灰色泥岩, 水平层理 见生物碎片
58-2	1 441 64~1 441 85	0 21	绿灰色泥岩, 水平层理, 偶见介形虫碎屑
58-3	1 441 85~1 442 40	0 55	深绿灰色泥岩, 水平层理 见具水平波纹层理的介形虫碎屑岩条带
58-4	1 442 40~1 443 28	0 88	深绿灰色泥岩夹微层状介形虫碎屑岩, 水平层理, 水平波纹层理
58-5	1 443 28~1 443 79	0 51	中灰色泥岩, 水平层理, 见具水平波纹层理的介形虫碎屑岩条带
58-6	1 443 79~1 444 02	0 23	中深灰色泥岩与介形虫碎屑岩薄互层, 水平层理, 水平波纹层理
58-7	1 444 02~1 444 35	0 33	中灰色泥岩, 水平层理, 见具水平波纹层理的介形虫碎屑岩条带
58-8	1 444 35~1 444 64	0 29	中深灰色泥岩夹介形虫碎屑岩, 水平层理, 水平波纹层理, 顶部见一厚度小于 1 cm 的中蓝灰色(5B 5/1)泥岩, 见叶肢介化石、介形虫碎屑岩条带

58-9	1 444 64~1 444 96	0 32	中深灰色泥岩, 水平层理 偶见介形虫碎屑岩条带
58-10	1 444 96~1 445 42	0 46	深灰色泥岩夹细层状介形虫碎屑岩, 水平层理, 水平波纹层理
58-11	1 445 42~1 445 68	0 26	中灰色泥岩, 水平层理, 见少量介形虫碎屑, 底部见水平波纹层理介形虫碎屑岩薄层
58-12	1 445 68~1 446 02	0 34	绿灰色泥岩, 水平层理, 见具水平波纹层理的介形虫碎屑岩条带
58-13	1 446 02~1 446 37	0 35	中深灰色泥岩, 不明显水平层理, 见少量介形虫碎屑
58-14	1 446 37~1 446 50	0 13	浅橄榄灰色灰质泥岩, 块状构造
58-15	1 446 50~1 446 66	0 16	绿灰色泥岩, 块状构造, 见介形虫碎屑
58-16	1 446 66~1 448 17	1 51	中深灰色泥岩, 水平层理 偶见介形虫碎屑岩条带和薄层
58-17	1 448 17~1 448 40	0 23	橄榄灰色泥岩, 水平层理 少量介形虫碎屑
58-18	1 448 40~1 448 55	0 15	中深灰色泥岩, 水平层理 少量介形虫碎屑岩条带
58-19	1 448 55~1 448 75	0 20	绿灰色泥岩, 不明显水平层理或块状构造, 少量介形虫碎屑, 不规则裂缝中充填中深灰色泥岩及介形虫碎屑
58-20	1 448 75~1 449 07	0 32	深灰色泥岩夹微层状介形虫碎屑岩, 水平层理, 水平波纹层理
58-21	1 449 07~1 449 27	0 20	绿灰色泥岩, 不明显水平层理
58-22	1 449 27~1 449 39	0 12	浅橄榄灰色灰质泥岩, 块状构造
58-23	1 449 39~1 449 52	0 13	中深灰色泥岩, 水平层理 偶见介形虫碎屑岩团块, 底部见方解石脉及微层状含介形虫泥岩
58-24	1 449 52~1 449 68	0 16	浅橄榄灰色灰质泥岩, 块状构造
58-25	1 449 68~1 450 91	1 23	中深灰色泥岩夹介形虫碎屑岩, 水平层理, 水平波纹层理
58-26	1 450 91~1 451 27	0 36	绿灰色泥岩, 水平层理, 见含介形虫碎屑
58-27	1 451 27~1 451 68	0 41	中深灰色泥岩, 水平层理 见介形虫碎屑岩条带和叶肢介化石
58-28	1 451 68~1 452 14	0 46	深灰色泥岩, 水平层理, 见水平波纹层理的介形虫碎屑岩条带和叶肢介化石
58-29	1 452 14~1 452 67	0 53	橄榄灰色泥岩, 水平层理 局部见介形虫碎屑岩薄层
58-30	1 452 67~1 452 99	0 32	深绿灰色泥岩, 不明显水平层理, 局部见介形虫碎屑
58-31	1 452 99~1 453 29	0 30	绿灰色泥岩, 不明显水平层理, 局部见介形虫碎屑
58-32	1 453 29~1 453 69	0 40	深绿灰色泥岩, 不明显水平层理, 局部见介形虫碎屑
59-1	1 453 69~1 455 57	1 88	深绿灰色泥岩, 块状构造 局部见不明显水平层理, 见少量介形虫化石, 偶见双壳类化石
59-2	1 455 57~1 458 07	2 50	深灰色泥岩, 水平层理, 见介形虫化石, 偶见双壳类化石, 局部见夹微层状介形虫碎屑岩, 见有生物逃逸迹(穿透生物碎屑岩层)
59-3	1 458 07~1 459 62	1 55	中深灰色泥岩, 水平层理 见介形虫化石, 偶见双壳类化石残片, 顶部见一层绿灰色泥岩, 局部见夹微层中灰色介形虫碎屑岩
59-4	1 459 62~1 460 24	0 62	绿灰色泥岩, 不明显水平层理, 见介形虫生物化石, 局部富集; 局部见浅绿色泥岩条带、团块; 局部见夹介形虫碎屑岩薄层与条带
59-5	1 460 24~1 461 15	0 91	中深灰色泥岩, 水平层理 见夹介形虫碎屑岩薄层和条带, 底部见一薄层介形虫碎屑岩, 具冲刷面
59-6	1 461 15~1 462 78	1 63	橄榄灰色泥岩, 不明显水平层理, 局部夹深灰色泥岩条带、团块; 下部见夹几层介形虫碎屑岩薄层和条带
59-7	1 462 78~1 463 46	0 68	深灰色泥岩, 水平层理, 局部夹介形虫碎屑岩薄层, 见介形虫化石
59-8	1 463 46~1 464 49	1 03	中深灰色泥岩, 不明显水平层理, 见介形虫化石
60-1	1 464 48~1 464 66	0 18	中深灰色泥岩, 不明显水平层理, 见介形虫碎屑岩条带
60-2	1 464 66~1 467 28	2 62	中深灰色泥岩与深灰色介形虫碎屑岩薄互层, 水平层理, 水平波纹层理 含大量深灰色、浅橄榄灰色介形虫碎屑岩薄层和条带; 偶见叶肢介化石
60-3	1 467 28~1 467 33	0 05	浅橄榄灰色灰质泥岩, 块状构造, 偶见介形虫碎屑岩团块
60-4	1 467 33~1 469 08	1 75	中深灰色泥岩与深灰色介形虫碎屑岩薄互层, 水平层理, 水平波纹层理 含大量深灰色、浅橄榄灰色介形虫碎屑岩薄层和条带; 偶见叶肢介化石
60-5	1 469 08~1 470 38	1 30	中深灰色泥岩夹深灰色介形虫碎屑岩层, 水平层理, 水平波纹层理
60-6	1 470 38~1 471 24	0 86	中深灰色泥岩, 水平层理 偶见深灰色介形虫碎屑岩薄层和条带
61-1	1 471 24~1 471 47	0 23	深灰色泥岩, 水平层理, 偶见钙质生物化石残片
61-2	1 471 47~1 472 89	1 42	中深灰色泥岩, 水平层理 偶见介形虫化石和生物化石残片
61-3	1 472 89~1 475 79	2 90	深灰色泥岩, 水平层理, 见介形虫、叶肢介化石和几条介形虫碎屑岩条带
61-4	1 475 79~1 477 54	1 75	中深灰色泥岩, 水平层理 局部见介形虫化石, 顶部见夹绿灰色泥岩条带、团块, 局部见介形虫碎屑岩薄层
61-5	1 477 54~1 477 74	0 20	深绿灰色泥岩, 水平层理 偶见介形虫化石
61-6	1 477 74~1 478 31	0 57	中深灰色泥岩, 水平层理 偶见介形虫化石和生物化石碎片; 局部夹浅灰色泥质粉砂岩条带和绿灰色泥岩条带、团块
61-7	1 478 31~1 478 44	0 13	浅橄榄灰色灰质泥岩, 块状构造, 底部含介形虫碎屑, 见中深灰色泥岩团块, 见收缩缝、方解石充填

61-8	1 478 44~1 478 56	0 12	中深灰色泥岩, 水平层理 偶见介形虫化石和生物化石碎片; 局部夹浅灰色泥质粉砂岩条带和绿灰色泥岩条带、团块
61-9	1 478 56~1 478 78	0 22	浅橄榄灰色灰质泥岩, 块状构造, 局部见薄层介形虫碎屑岩层
61-10	1 478 78~1 479 58	0 80	中深灰色泥岩, 水平层理 局部夹浅灰色泥质粉砂岩薄层, 见介形虫化石
61-11	1 479 58~1 479 98	0 40	中深灰色泥岩夹中浅灰色粉砂岩, 水平层理, 水平波纹层理, 变形层理, 包卷层理, 见中浅灰色粉砂岩条带、薄层
61-12	1 479 98~1 482 98	3 00	中深灰色泥岩, 水平层理 局部见夹条带状泥质粉砂岩; 偶见介形虫化石
61-13	1 482 98~1 483 55	0 57	深绿灰色泥岩, 水平层理 偶见介形虫化石和其他生物化石残片
62-1	1 483 55~1 483 78	0 23	中灰色泥岩, 水平层理, 水平波纹层理, 少量介形虫碎屑
62-2	1 483 78~1 484 55	0 77	中深灰色泥岩, 水平层理 见少量钙质粉砂岩条带; 上部见不规则裂缝被方解石充填, 局部见钙质粉砂岩团块
62-3	1 484 55~1 485 74	1 19	橄榄灰色泥岩, 水平层理 见介形虫碎屑和生物化石残片
62-4	1 485 74~1 487 77	2 03	深灰色泥岩, 水平层理, 见介形虫碎屑及介形虫碎屑岩条带
62-5	1 487 77~1 487 87	0 10	深灰色介形虫碎屑泥岩, 水平波纹层理, 偶见完整介形虫化石
62-6	1 487 87~1 489 74	1 87	深灰色泥岩, 水平层理, 见介形虫碎屑岩条带, 见叶肢介化石
62-7	1 489 74~1 490 58	0 84	深灰色泥岩及中浅灰色微层状介形虫碎屑岩, 水平层理, 水平波纹层理
62-8	1 490 58~1 490 97	0 39	中深灰色泥岩, 水平层理 水平波纹层理, 见介形虫碎屑岩条带
62-9	1 490 97~1 491 58	0 61	深灰色泥岩夹介形虫碎屑岩, 水平层理, 水平波纹层理
62-10	1 491 58~1 491 99	0 41	深灰色含介形虫泥岩, 水平层理, 偶见介形虫碎屑岩条带
62-11	1 491 99~1 492 48	0 49	深灰色泥岩, 水平层理, 偶见介形虫碎屑岩条带
62-12	1 492 48~1 494 30	1 82	橄榄灰色泥岩, 水平层理 见少量具水平波纹层理的介形虫碎屑岩条带
62-13	1 494 30~1 495 14	0 84	中深灰色泥岩, 水平层理 见少量具水平波纹层理的介形虫碎屑岩条带
62-14	1 495 14~1 495 51	0 37	中灰色泥岩, 水平层理, 见少量具水平波纹层理的介形虫碎屑岩条带
62-15	1 495 51~1 496 09	0 58	深灰色泥岩, 水平层理, 见少量具水平波纹层理的介形虫碎屑岩条带
63-1	1 496 09~1 498 51	2 42	中深灰色泥岩, 水平层理 中、下部偶见介形虫碎屑岩条带, 层面上见生物碎屑, 底部见叶肢介化石
63-2	1 498 51~1 499 08	0 57	中灰色泥岩夹浅灰色微层状介形虫碎屑岩, 水平层理, 水平波纹层理, 局部见挤压变形层理, 见少量钙质粉砂岩条带、团块
63-3	1 499 08~1 499 59	0 51	中灰色泥岩, 水平层理, 见生物化石残片, 偶见介形虫碎屑岩条带
63-4	1 499 59~1 499 64	0 05	中浅灰色钙质粉砂岩, 水平波纹层理, 重荷构造, 见中深灰色泥岩条带
63-5	1 499 64~1 503 24	3 60	中深灰色泥岩, 水平层理 见介形虫碎屑岩条带、叶肢介化石和生物碎屑
63-6	1 503 24~1 503 57	0 33	橄榄灰色泥岩, 水平层理 见生物化石残片
63-7	1 503 57~1 505 12	1 55	中深灰色泥岩, 水平层理 见生物化石残片
63-8	1 505 12~1 506 89	1 77	橄榄灰色泥岩, 水平层理 见叶肢介化石和生物化石残片
63-9	1 506 89~1 507 16	0 27	浅橄榄灰色泥岩夹橄榄灰色泥岩, 块状构造; 水平层理, 偶见叶肢介化石
63-10	1 507 16~1 508 09	0 93	橄榄灰色泥岩, 水平层理 见介形虫碎屑岩条带和生物碎屑
64-1	1 508 09~1 512 99	4 90	深灰色泥岩, 水平层理, 偶见介形虫化石, 局部夹介形虫碎屑岩条带, 含介形虫碎屑粉砂岩条带; 中部见深绿灰色泥岩薄层和浊流成因的含泥砾介形虫碎屑岩; 下部见介形虫碎屑岩薄层和浅灰色钙质粉砂岩条带
64-2	1 512 99~1 513 45	0 46	中深灰色泥岩, 水平层理 偶见介形虫化石; 局部见夹介形虫碎屑岩条带和含介形虫碎屑粉砂岩条带
64-3	1 513 45~1 514 99	1 54	深灰色泥岩, 水平层理, 偶见介形虫化石
64-4	1 514 99~1 516 39	1 40	中深灰色泥岩, 水平层理 偶见介形虫化石, 局部见夹极薄层的含介形虫碎屑粉砂岩条带和重结晶灰岩层
65-1	1 516 39~1 516 96	0 57	中深灰色泥岩, 水平层理 见介形虫碎屑和生物化石碎片
65-2	1 516 96~1 517 69	0 73	深灰色泥岩, 水平层理, 见介形虫碎屑和生物化石碎片
65-3	1 517 69~1 517 96	0 27	中浅灰色介形虫碎屑岩夹中深灰色微层状泥岩, 具滑塌变形构造, 挤压变形层理, 见介形虫碎屑岩条带
65-4	1 517 96~1 520 76	2 80	中深灰色泥岩, 水平层理 见介形虫碎屑和生物碎屑
65-5	1 520 76~1 523 23	2 47	中深灰色含介形虫泥岩, 水平层理, 见介形虫化石和介形虫碎屑
66-1	1 523 23~1 524 13	0 90	中深灰色含介形虫泥岩, 水平层理, 见较多介形虫化石, 局部层富集, 局部见浅灰色钙质粉砂岩薄层
66-2	1 524 13~1 525 73	1 60	中深灰色泥岩, 水平层理 局部见介形虫化石富集, 见夹浅灰色粉砂岩层
66-3	1 525 73~1 525 83	0 10	中深灰色泥岩与浅灰色钙质粉砂岩薄互层, 水平波纹层理, 偶见介形虫
66-4	1 525 83~1 527 68	1 85	中深灰色含介形虫泥岩, 水平层理, 见较多介形虫化石, 局部层富集
66-5	1 527 68~1 528 78	1 10	深灰色泥岩, 水平层理, 局部见介形虫化石富集层和浅灰色粉砂岩条带

66-6	1 528 78~1 529 88	1 10	中深灰色泥岩, 不明显水平层理, 局部见介形虫化石富集
66-7	1 529 88~1 530 73	0 85	深灰色含介形虫泥岩, 水平层理, 含较多介形虫化石, 局部见浅灰色钙质粉砂岩条带
66-8	1 530 73~1 531 78	1 05	中深灰色泥岩, 水平层理, 局部见介形虫化石富集
66-9	1 531 78~1 532 63	0 85	深灰色含介形虫泥岩, 水平层理, 含较多介形虫化石和钙质粉砂岩条带
66-10	1 532 63~1 535 09	2 46	中深灰色泥岩, 水平层理, 局部见介形虫化石富集
66-11	1 535 09~1 535 19	0 10	中深灰色泥岩与浅灰色介形虫碎屑岩薄互层, 水平波纹层理
66-12	1 535 19~1 535 55	0 36	深灰色泥岩, 水平层理, 局部夹介形虫碎屑岩薄层、条带
67-1	1 535 55~1 535 81	0 26	中深灰色泥岩, 水平层理, 见介形虫化石
67-2	1 535 81~1 536 94	1 13	中深灰色含介形虫泥岩, 水平层理, 下部偶见介形虫碎屑岩条带, 偶见叶肢介化石
67-3	1 536 94~1 537 44	0 50	深灰色含介形虫泥岩, 水平层理, 偶见介形虫碎屑岩条带和叶肢介化石
67-4	1 537 44~1 540 65	3 21	中深灰色泥岩, 水平层理, 偶见介形虫碎屑岩条带和叶肢介化石
67-5	1 540 65~1 542 50	1 85	深灰色泥岩, 水平层理, 偶见介形虫碎屑岩条带
67-6	1 542 50~1 547 78	5 28	中深灰色泥岩, 水平层理, 水平波纹层理, 见介形虫碎屑岩条带, 部分层面见介形虫和叶肢介富集
68-1	1 547 78~1 548 68	0 90	中深灰色泥岩, 水平层理, 见介形虫生物化石, 局部夹介形虫碎屑岩条带
68-2	1 548 68~1 549 43	0 75	深灰色泥岩, 水平层理, 见介形虫、叶肢介化石与化石碎片; 局部见夹介形虫碎屑岩薄层、条带
68-3	1 549 43~1 550 51	1 08	中深灰色泥岩, 水平层理, 见介形虫生物化石; 局部夹介形虫碎屑岩条带
68-4	1 550 51~1 552 28	1 77	深灰色泥岩, 水平层理, 见介形虫、叶肢介化石与化石碎片; 局部见夹介形虫碎屑岩薄层、条带; 局部见叶肢介化石富集
68-5	1 552 28~1 552 48	0 20	中深灰色泥岩夹浅灰色钙质粉砂岩条带与薄层, 水平波纹层理, 泥岩中见叶肢介化石, 见较多浅灰色钙质粉砂岩条带, 底部为一层钙质粉砂岩层
68-6	1 552 48~1 557 63	5 15	深灰色泥岩, 水平层理, 见较多完整叶肢介化石和残片, 局部形成富集层
68-7	1 557 63~1 558 43	0 80	深灰色含介形虫泥岩, 水平层理, 见较多钙质粉砂岩薄层分布在泥岩中
68-8	1 558 43~1 560 38	1 95	深灰色泥岩, 水平层理, 局部见介形虫化石富集层和浅灰色钙质粉砂岩、浅橄榄灰色介形虫碎屑岩薄层和条带
69-1	1 560 38~1 560 69	0 31	深灰色泥岩, 水平层理, 见介形虫化石和介形虫碎屑岩条带、团块
69-2	1 560 69~1 561 26	0 57	深灰色含介形虫泥岩, 水平层理, 见介形虫化石
69-3	1 561 26~1 563 10	1 84	深灰色泥岩, 水平层理, 见介形虫、叶肢介化石; 见介形虫碎屑岩条带
69-4	1 563 10~1 563 46	0 36	中深灰色泥岩夹中浅灰色介形虫碎屑岩, 水平层理, 介形虫碎屑岩中见水平波纹层理, 见介形虫碎屑岩条带和生物化石碎片
69-5	1 563 46~1 564 91	1 45	深灰色泥岩, 水平层理, 见介形虫碎屑岩条带, 叶肢介化石和介形虫碎屑
69-6	1 564 91~1 567 59	2 68	中深灰色泥岩, 水平层理, 偶见介形虫碎屑岩条带和薄层
69-7	1 567 59~1 568 18	0 59	浅橄榄灰色灰质泥岩, 块状构造
69-8	1 568 18~1 569 34	1 16	中深灰色泥岩, 水平层理, 顶部见具水平波纹层理介形虫碎屑岩条带和介形虫碎屑, 偶见叶肢介化石和其他生物化石碎片
70-1	1 569 34~1 570 30	0 96	中深灰色泥岩, 水平层理, 见较多介形虫碎屑, 生物化石碎片, 植物碎片和黄铁矿颗粒
70-2	1 570 30~1 571 78	1 48	深灰色泥岩, 水平层理, 见介形虫碎屑岩薄层, 但分布不均匀
70-3	1 571 78~1 574 34	2 56	中深灰色含介形虫泥岩, 水平层理, 见介形虫碎屑岩及钙质粉砂岩薄层
70-4	1 574 34~1 576 07	1 73	中深灰色泥岩, 水平层理, 见介形虫化石和少量植物碎片
71-1	1 576 07~1 580 37	4 30	中深灰色泥岩, 水平层理, 见介形虫化石不均匀分布, 局部富集; 见叶肢介化石; 偶见钙质粉砂岩条带与团块
71-2	1 580 37~1 581 12	0 75	中深灰色含介形虫泥岩, 水平层理, 见较多介形虫化石; 中部见植物化石
71-3	1 581 12~1 581 77	0 65	深灰色泥岩, 水平层理, 局部见介形虫化石富集, 见夹较多具水平波纹层理浅灰色钙质粉砂岩条带和团块
71-4	1 581 77~1 582 97	1 20	中深灰色泥岩, 水平层理, 局部见介形虫和叶肢介化石富集
71-5	1 582 97~1 585 97	3 00	深灰色泥岩, 水平层理, 局部见完整的和呈碎屑状的介形虫和叶肢介化石; 局部见浅橄榄灰色介形虫碎屑岩薄层与条带
71-6	1 585 97~1 586 52	0 55	中深灰色泥岩, 水平层理, 局部见介形虫化石, 偶见植物化石碎片
71-7	1 586 52~1 588 23	1 71	深灰色泥岩, 水平层理, 局部见完整的和呈碎屑状的介形虫和叶肢介化石; 局部见浅橄榄灰色介形虫碎屑岩薄层与条带
72-1	1 588 23~1 589 10	0 87	深灰色泥岩, 水平层理, 见介形虫化石、叶肢介化石, 局部富集
72-2	1 589 10~1 589 26	0 16	中浅灰色钙质粉砂岩夹中深灰色微层状泥岩, 水平波纹层理, 挤压变形层理; 局部见包卷层理; 顶部见爬升层理, 见介形虫碎屑、砂球、砂枕
72-3	1 589 26~1 590 09	0 83	深灰色泥岩, 水平层理, 见介形虫化石, 见一垂向裂缝将岩心分成两半, 裂缝面覆盖方解石, 方解石之上见油膜; 偶见叶肢介化石

72-4	1 590 09~1 590 93	0 84	中深灰色泥岩, 水平层理 见介形虫化石, 见一垂向裂缝将岩心分成两半, 裂缝面覆盖方解石, 方解石之上见油膜; 偶见叶肢介化石
72-5	1 590 93~1 591 73	0 80	中深灰色泥岩夹中浅灰色微层状钙质粉砂岩, 水平层理, 水平波纹层理 局部见包卷层理, 见钙质粉砂岩条带, 砂球和砂枕
72-6	1 591 73~1 593 26	1 53	深灰色泥岩, 水平层理, 见少量介形虫, 偶见钙质粉砂岩条带
72-7	1 593 26~1 593 70	0 44	中深灰色泥岩, 水平层理 见少量介形虫化石
72-8	1 593 70~1 595 26	1 56	深灰色泥岩, 水平层理, 偶见介形虫碎屑岩条带, 见叶肢介化石, 在部分层面富集, 见较多生物化石碎片
72-9	1 595 26~1 598 23	2 97	中深灰色泥岩, 水平层理 偶见介形虫碎屑岩条带, 见叶肢介化石在部分层面富集, 见较多生物化石碎片
73-1	1 598 23~1 598 52	0 29	中深灰色泥岩, 水平层理 见较多生物化石碎片
73-2	1 598 52~1 599 25	0 73	深灰色泥岩, 水平层理, 顶部见浅灰色钙质粉砂岩条带、团块
73-3	1 599 25~1 600 85	1 60	橄榄灰色泥岩, 水平层理 见生物化石碎屑, 个别层面富集
73-4	1 600 85~1 600 98	0 13	深灰色泥岩, 搅动变形层理, 水平波纹层理, 见大量钙质粉砂岩团块、条带
73-5	1 600 98~1 602 23	1 25	橄榄灰色泥岩, 水平层理 见生物化石碎屑, 个别层面非常富集
73-6	1 602 23~1 603 33	1 10	中深灰色泥岩, 水平层理 见生物化石碎片, 叶肢介化石富集面, 见介形虫化石, 见钙质粉砂岩条带、团块; 冲刷面上见含生物碎屑的钙质粉砂岩薄层
73-7	1 603 33~1 607 34	4 01	橄榄灰色泥岩, 水平层理 见较多生物化石碎片, 叶肢介化石在个别层面富集, 偶见钙质粉砂岩条带、团块
73-8	1 607 34~1 607 92	0 58	深灰色泥岩, 水平层理, 见生物化石碎片, 底部见钙质粉砂岩条带
73-9	1 607 92~1 610 26	2 34	中深灰色泥岩, 水平层理 见生物化石碎片, 见介形虫化石, 偶见浅灰色含钙粉砂岩条带, 叶肢介化石
73-10	1 610 26~1 610 31	0 05	浅灰色钙质粉砂岩与中深灰色泥岩薄互层, 顶部水平波纹层理, 中、下部搅混构造, 局部见浅灰色钙质粉砂岩团块、条带
73-11	1 610 31~1 610 49	0 18	深灰色泥岩, 水平层理, 见少量介形虫化石
74-1	1 610 49~1 612 70	2 21	中深灰色泥岩, 水平层理 见介形虫和叶肢介化石在局部富集
74-2	1 612 70~1 613 11	0 41	中灰色泥质粉砂岩, 块状构造, 局部水平波纹层理, 见较多叶肢介、介形虫化石和介形虫碎屑粉砂岩条带
74-3	1 613 11~1 614 99	1 88	深灰色泥岩, 水平层理, 见叶肢介和介形虫化石, 局部见介形虫碎屑岩条带
74-4	1 614 99~1 615 76	0 77	中深灰色泥岩, 水平层理 偶见介形虫化石和其他生物化石残片
74-5	1 615 79~1 616 09	0 30	中深灰色泥岩夹中灰色介形虫碎屑岩, 水平波纹层理, 见夹较多介形虫碎屑岩条带和薄层
74-6	1 616 09~1 616 64	0 55	中深灰色泥岩, 水平层理 偶见介形虫化石和植物化石碎片
74-7	1 616 64~1 616 83	0 19	深灰色泥岩, 水平层理, 见植物化石残片, 局部富集
74-8	1 616 83~1 616 85	0 02	橄榄灰色油页岩, 页理构造
74-9	1 616 85~1 617 09	0 24	深灰色泥岩, 水平层理, 见植物化石残片, 局部富集
74-10	1 617 09~1 618 61	1 52	中深灰色泥岩, 水平层理 见完整介形虫、叶肢介化石和植物化石残片
74-11	1 618 61~1 619 11	0 50	中深灰色泥岩夹中深灰色介形虫碎屑岩和中浅灰色钙质介形虫碎屑粉砂岩, 水平波纹层理, 见夹较多介形虫碎屑岩和钙质介形虫碎屑粉砂岩条带
74-12	1 619 11~1 620 97	1 86	深灰色泥岩, 水平层理, 偶见介形虫化石
75-1	1 620 97~1 621 11	0 14	深灰色泥岩, 水平层理
75-2	1 621 11~1 621 47	0 36	中深灰色泥岩, 水平层理 见大量叶肢介化石、含钙粉砂岩条带
75-3	1 621 47~1 621 77	0 30	浅橄榄灰色白云岩, 块状构造, 个别层面见叶肢介化石和介形虫化石
75-4	1 621 77~1 623 22	1 45	深灰色泥岩, 水平层理, 局部见水平波纹层理, 偶见叶肢介化石和介形虫化石, 个别层面富集; 见浅灰色钙质粉砂岩条带; 见一近垂向裂缝
75-5	1 623 22~1 624 17	0 95	橄榄灰色泥岩, 水平层理 见生物碎屑和少量叶肢介化石, 见介形虫化石
75-6	1 624 17~1 625 21	1 04	中深灰色泥岩夹中浅灰色微层状含钙泥质粉砂岩, 水平层理, 水平波纹层理, 见叶肢介化石、介形虫化石, 且在个别层面富集
75-7	1 625 21~1 627 69	2 48	深灰色泥岩, 水平层理, 见白云岩薄夹层, 偶见叶肢介、介形虫化石
76-1	1 627 69~1 628 24	0 55	深灰色泥岩, 水平层理, 见白云岩薄夹层, 见少量介形虫和叶肢介化石
76-2	1 628 24~1 629 59	1 35	中深灰色泥岩与浅灰色介形虫碎屑岩互层, 水平波纹层理, 见介形虫化石碎屑条带, 局部饱含油; 部分薄层与条带中见方解石和黄铁矿
76-3	1 629 59~1 633 44	3 85	中深灰色泥岩, 水平层理 局部见夹浅灰色、橄榄灰色白云岩薄夹层与条带; 中部横截面见一较完整的动物化石; 局部见黄铁矿团块
76-4	1 633 44~1 634 79	1 35	深灰色泥岩, 水平层理, 偶见介形虫化石, 见白云岩薄夹层
76-5	1 634 79~1 636 64	1 85	中深灰色泥岩, 水平层理 见介形虫、叶肢介化石, 局部见富集层; 偶见介形虫碎屑岩条带
76-6	1 636 64~1 636 72	0 08	浅橄榄灰色白云岩, 块状构造

76-7	1 636 72~1 639 11	2 39	中深灰色泥岩, 水平层理 局部夹介形虫碎屑岩薄层与条带; 偶见浅灰色钙质粉砂岩薄层; 泥岩中见少量介形虫化石
77-1	1 639 11~1 639 74	0 63	中灰色泥岩, 水平层理, 见较多介形虫碎屑岩、钙质粉砂岩条带, 局部截面见少量生物化石残片
77-2	1 639 74~1 639 99	0 25	中深灰色泥岩, 水平层理 见少量介形虫化石和其他化石残片
77-3	1 639 99~1 640 66	0 67	中灰色泥灰岩, 块状构造 见较多杂乱分布的裂缝被方解石充填
77-4	1 640 66~1 641 06	0 40	中深灰色泥岩, 水平层理 偶见生物化石残片
77-5	1 641 06~1 642 41	1 35	深灰色泥岩, 水平层理, 偶见介形虫化石和已炭化的生物化石残片
77-6	1 642 41~1 643 16	0 75	中灰色泥岩, 水平层理, 见介形虫及其他生物化石残片; 见中灰色泥岩和橄榄灰色生物碎屑岩条带、团块
77-7	1 643 16~1 643 81	0 65	中深灰色泥岩, 水平层理 下部见夹介形虫碎屑岩条带, 局部见介形虫化石富集层
77-8	1 643 81~1 645 71	1 90	深灰色泥岩, 水平层理, 偶见介形虫化石和橄榄灰色白云岩薄层
77-9	1 645 71~1 646 01	0 30	中深灰色泥岩, 水平层理 见较多介形虫化石和其他生物化石残片
78-1	1 646 01~1 646 27	0 26	中深灰色泥岩, 水平层理 见较多介形虫化石和钙质粉砂岩薄层
78-2	1 646 27~1 647 01	0 74	深灰色泥岩, 水平层理, 见介形虫化石
79-1	1 647 10~1 647 71	0 61	深灰色泥岩, 水平层理, 见较多钙质粉砂岩薄层, 见生物遗迹及化石碎片
79-2	1 647 71~1 652 77	5 06	深灰色泥岩, 水平层理, 见少量介形虫、叶肢介化石, 在个别层面富集生物碎片; 见一垂向裂缝, 裂缝表面见方解石
79-3	1 652 77~1 653 86	1 09	中深灰色泥岩, 水平层理 顶部见黄铁矿, 见夹白云岩薄层
79-4	1 653 86~1 653 93	0 07	中深灰色介形虫质泥岩, 不连续水平波纹层理, 变形层理
79-5	1 653 93~1 654 22	0 29	深灰色泥岩与中深灰色含介形虫泥岩薄互层, 水平层理, 水平波纹层理
79-6	1 654 22~1 655 01	0 79	深灰色泥岩, 水平层理, 见生物遗迹
79-7	1 655 01~1 655 62	0 61	深灰色含介形虫泥岩, 水平层理, 见介形虫化石, 偶见生物遗迹, 底部见 1.5 cm 厚的介形虫碎屑岩
79-8	1 655 62~1 657 50	1 88	深灰色泥岩, 水平层理, 偶见介形虫碎屑岩薄层, 见介形虫化石
80-1	1 657 50~1 657 58	0 08	灰黑色含硅质泥岩, 块状构造
80-2	1 657 58~1 659 63	2 05	深灰色泥岩, 水平层理, 见叶肢介化石, 生物碎片在个别层面较富集, 局部见橄榄灰色白云岩薄层
80-3	1 659 63~1 659 77	0 14	深灰色泥岩与浅灰色钙质粉砂岩薄互层, 断续的水平波纹层理, 变形层理及包卷层理 具砂球、砂枕构造, 见不规则钙质粉砂岩条带、团块
80-4	1 659 77~1 659 98	0 21	深灰色泥岩, 水平层理, 见具水平波纹层理浅灰色钙质粉砂岩条带
80-5	1 659 98~1 660 41	0 43	深灰色泥岩与浅灰色钙质粉砂岩薄互层, 断续水平波纹层理, 包卷层理 揉皱变形层理, 砂体切穿灌入, 钙质粉砂岩条带
80-6	1 660 41~1 662 75	2 34	深灰色泥岩, 水平层理, 见生物化石碎片
80-7	1 662 75~1 662 97	0 22	深灰色泥岩夹浅灰色微层状粉砂岩, 泥岩水平层理, 粉砂岩包卷层理, 断续波纹层理及变形层理, 泥岩中见生物化石碎片
80-8	1 662 97~1 665 93	2 96	深灰色泥岩, 水平层理, 偶见生物化石碎片
80-9	1 665 93~1 666 09	0 16	深灰色泥岩与浅灰色钙质粉砂岩薄互层, 水平波纹层理, 包卷层理, 局部变形构造、滑塌构造, 具旋转样式, 钙质粉砂岩条带
80-10	1 666 09~1 667 50	1 41	深灰色泥岩, 水平层理, 见钙质粉砂岩条带及少量生物化石
80-11	1 667 50~1 667 66	0 16	橄榄黑色白云岩, 块状构造
80-12	1 667 66~1 668 03	0 37	中深灰色泥岩夹浅灰色微层状钙质粉砂岩, 水平波纹层理, 砂球、砂枕构造, 见钙质粉砂岩团块、条带
80-13	1 668 03~1 669 65	1 62	深灰色泥岩, 水平层理, 偶见橄榄灰色白云岩薄层
80-14	1 669 65~1 669 75	0 10	橄榄黑色白云岩, 块状构造
80-15	1 669 75~1 671 87	2 12	深灰色泥岩, 水平层理, 局部见具水平波纹层理浅灰色钙质粉砂岩薄层、条带及少量团块; 见介形虫化石、生物化石碎片
81-1	1 671 87~1 672 10	0 23	深灰色泥岩, 水平层理, 见黄铁矿条带
81-2	1 672 10~1 676 87	4 77	中深灰色泥岩, 水平层理 偶见介形虫化石和化石碎片; 局部夹浅灰色钙质粉砂岩条带、薄层和团块; 上部见厚 0.5 cm 的绿灰色疑似火山灰层
81-3	1 676 87~1 678 73	1 86	深灰色泥岩, 水平层理, 局部见介形虫化石富集, 偶见橄榄灰色白云岩薄层和浅灰色粉砂岩薄层
82-1	1 678 73~1 679 67	0 94	中深灰色泥岩, 水平层理 见介形虫化石, 局部富集; 偶见炭化植物碎片, 局部夹浅灰色钙质粉砂岩微层和条带
82-2	1 679 67~1 681 10	1 43	深灰色泥岩, 水平层理, 见介形虫化石, 局部富集; 偶见炭化植物碎片, 局部夹浅灰色钙质粉砂岩微层、条带和团块

82-3	1 681 10~1 681 67	0 57	中深灰色泥岩夹浅灰色钙质粉砂岩和橄榄灰色介形虫碎屑岩, 水平层理, 水平波纹层理, 见夹较多介形虫碎屑岩和钙质粉砂岩条带、薄层和团块
82-4	1 681 67~1 686 07	4 40	中深灰色泥岩, 水平层理 见夹少量钙质粉砂岩条带和薄层, 见少量介形虫化石富集层; 偶见黄铁矿条带
82-5	1 686 07~1 686 29	0 22	中深灰色泥岩夹介形虫碎屑岩薄层, 水平层理, 水平波纹层理, 上部见夹较多浅灰色钙质粉砂岩条带, 下部见一薄层介形虫碎屑岩
82-6	1 686 29~1 689 17	2 88	中深灰色泥岩 水平层理 偶见介形虫化石和炭化植物化石碎片, 见橄榄灰色白云岩薄层
82-7	1 689 17~1 689 23	0 06	橄榄灰色白云岩, 水平层理
82-8	1 689 23~1 690 33	1 10	中深灰色泥岩, 水平层理 偶见介形虫化石和炭化动植物碎片
82-9	1 690 33~1 690 41	0 08	橄榄黑色白云岩, 块状构造, 底部见包卷层理
82-10	1 690 41~1 690 77	0 36	中深灰色泥岩, 水平层理 偶见介形虫化石和钙质粉砂岩条带
83-1	1 690 77~1 691 22	0 45	深灰色泥岩, 水平层理, 偶见生物化石碎片; 见浅灰色钙质粉砂岩条带, 局部向下切入泥岩中
83-2	1 691 22~1 692 05	0 83	中深灰色泥岩, 水平层理 见浅灰色钙质粉砂岩透镜体及生物化石碎片
83-3	1 692 05~1 692 19	0 14	橄榄黑色白云岩, 不明显水平层理
83-4	1 692 19~1 693 54	1 35	深灰色泥岩, 水平层理, 局部见水平波纹层理浅灰色钙质粉砂岩条带, 局部层面上见炭化植物化石及叶肢介化石
83-5	1 693 54~1 693 90	0 36	深灰色泥岩夹浅灰色微层状钙质粉砂岩, 断续波纹层理、变形层理、少量包卷层理, 具砂球砂枕构造, 砂体内部保留原有层理, 见生物化石碎片
83-6	1 693 90~1 697 00	3 10	深灰色泥岩, 水平层理, 偶见生物遗迹, 中部夹钙质粉砂岩薄层
83-7	1 697 00~1 697 07	0 07	橄榄灰色白云岩, 块状构造
83-8	1 697 07~1 698 98	1 91	深灰色泥岩, 水平层理, 见少量生物化石碎片, 中部见两条重结晶灰岩薄夹层, 偶见钙质粉砂岩条带
83-9	1 698 98~1 699 06	0 08	橄榄黑色白云岩, 块状构造
83-10	1 699 06~1 699 86	0 80	深灰色泥岩, 水平层理, 偶见生物化石碎片; 下部见重结晶灰岩薄层; 偶见浅灰色钙质粉砂岩条带
83-11	1 699 86~1 700 01	0 15	橄榄黑色白云岩, 块状构造
83-12	1 700 01~1 700 29	0 28	深灰色泥岩, 水平层理, 偶见生物化石残片
83-13	1 700 29~1 700 80	0 51	深灰色泥岩与浅灰色钙质粉砂岩薄互层, 水平层理, 钙质粉砂岩条带
83-14	1 700 80~1 701 52	0 72	深灰色泥岩, 水平层理, 偶见钙质粉砂岩条带

下伏地层: 青一段, 整合接触

松科 1 井南孔青二、三段岩心综合柱状图见图 1。

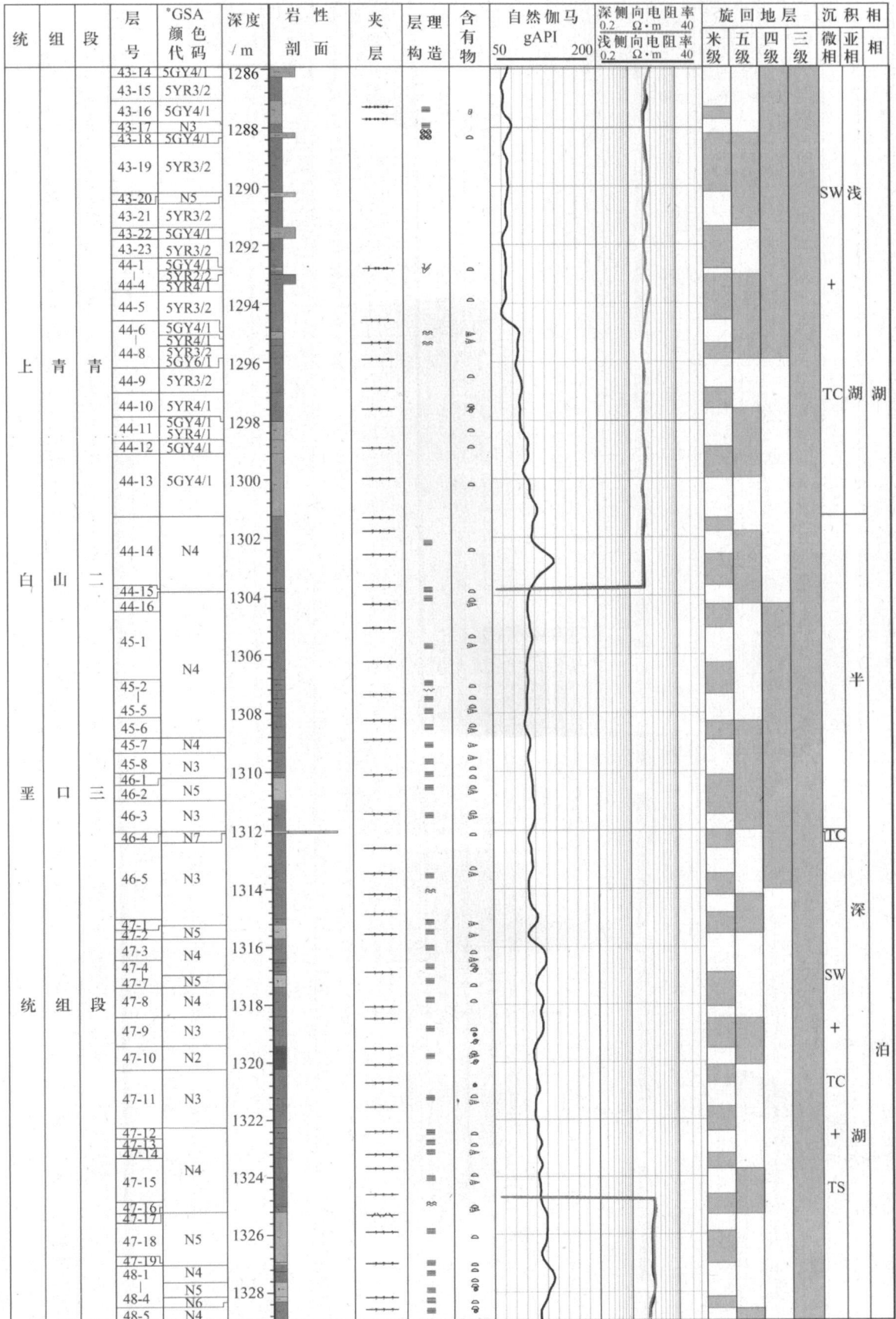
2 岩性、岩相与旋回

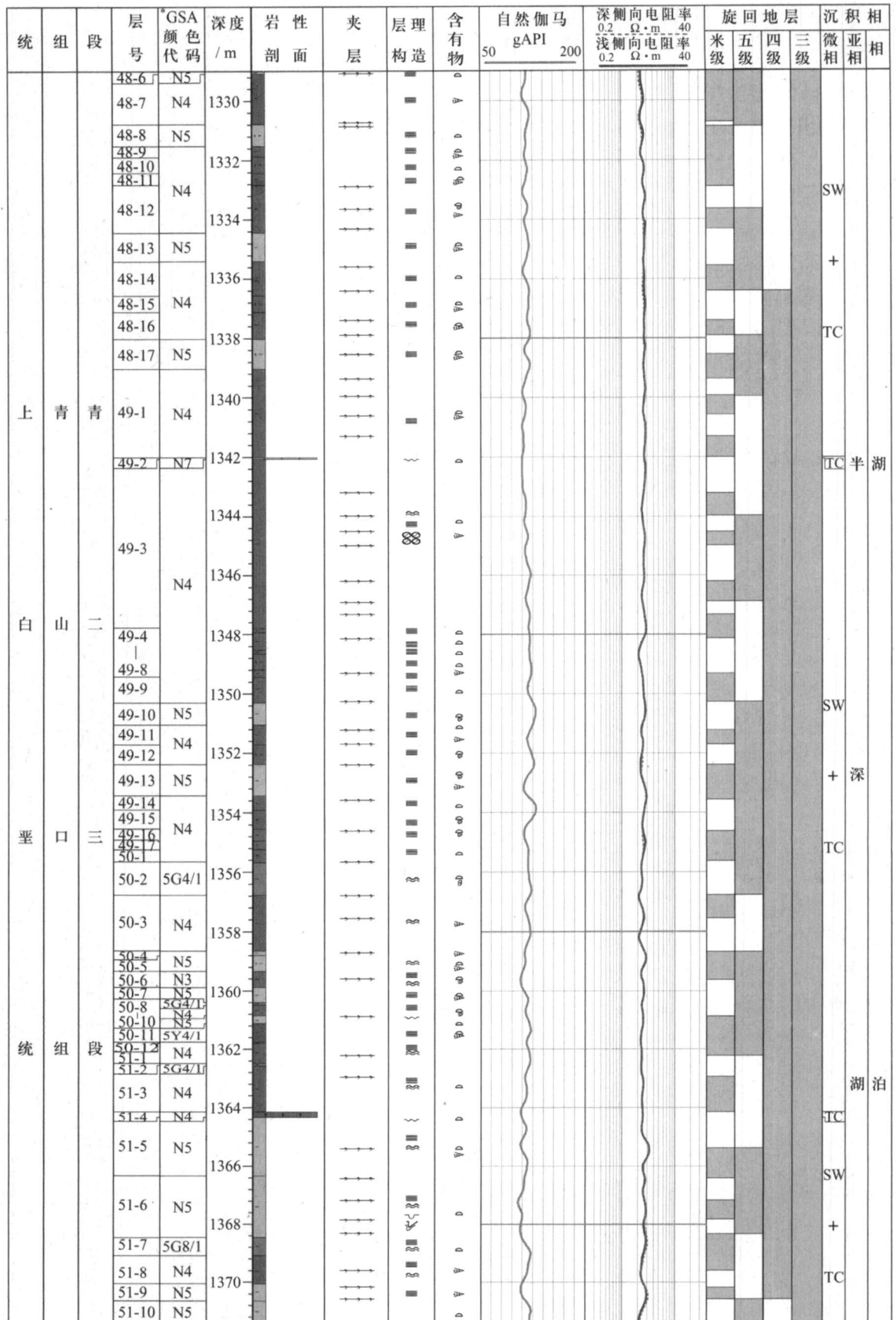
松科 1 井南孔青二、三段岩石类型有 12 种, 即泥岩、含介形虫泥岩、粉砂质泥岩、泥质粉砂岩、钙质粉砂岩、油页岩、白云岩、泥灰岩、灰质泥岩、重结晶灰岩、介形虫碎屑岩和火山灰。其中以泥岩和含介形虫泥岩为主, 出现的厚度大、频次高, 而其他岩石类型都以薄层状产出, 有些厚度很薄, 出现频次也很少(图 2)。

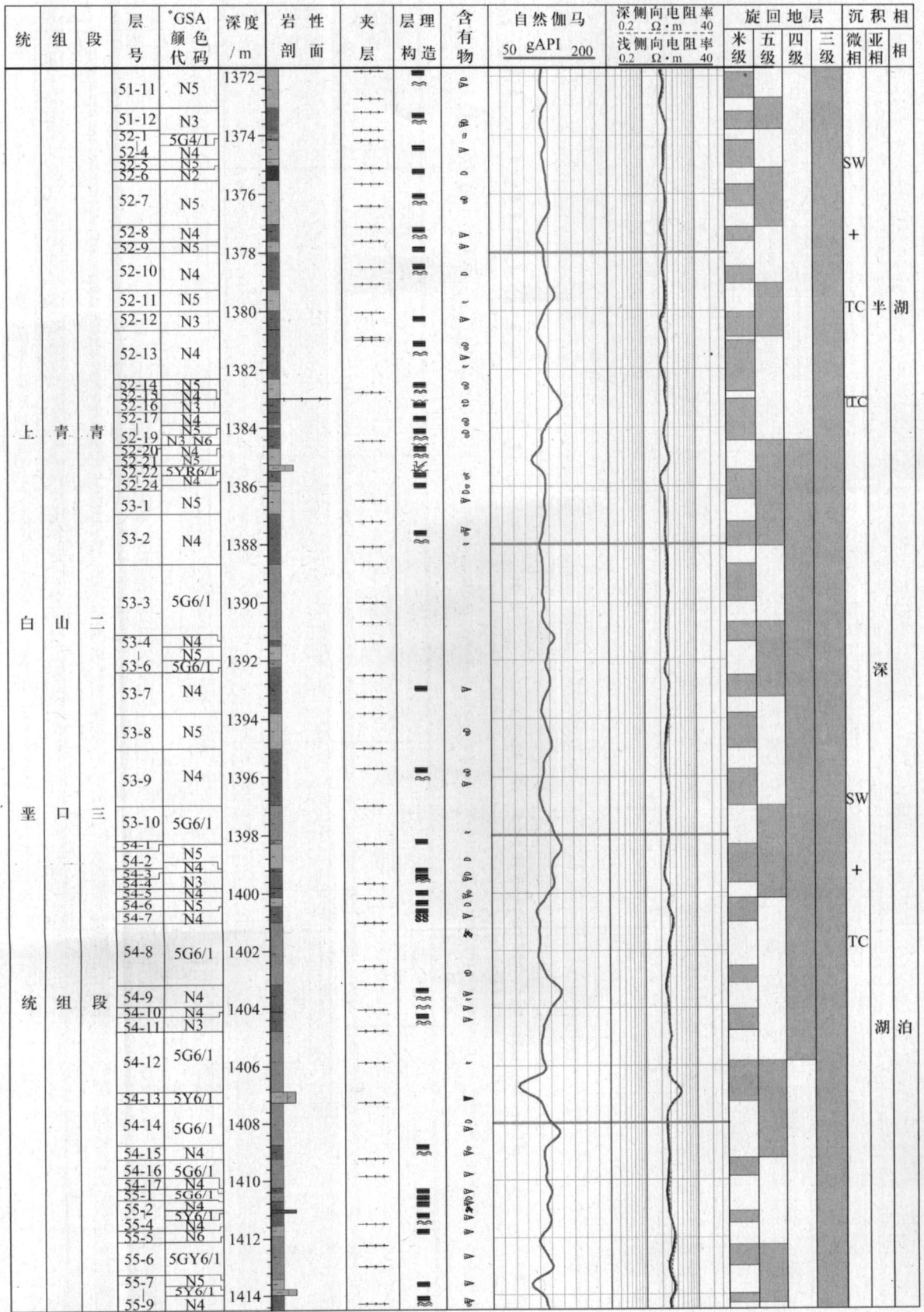
青二、三段相类型主要为半深湖亚相的半深湖静水泥质沉积(图版 I-1, 图版 I-2)、白云岩沉积(图版 I-3)、泥质灰岩沉积(图版 I-4)、灰岩沉积(图版 I-5)、油页岩沉积(图版 I-6)、半深湖浊流沉积(图版 I-7, 图版 I-8)、火山灰沉积(图版 I-9)、震积岩(图版 I-10)和浅湖亚相的浅湖静水泥质沉积(图版 I-11)、浅

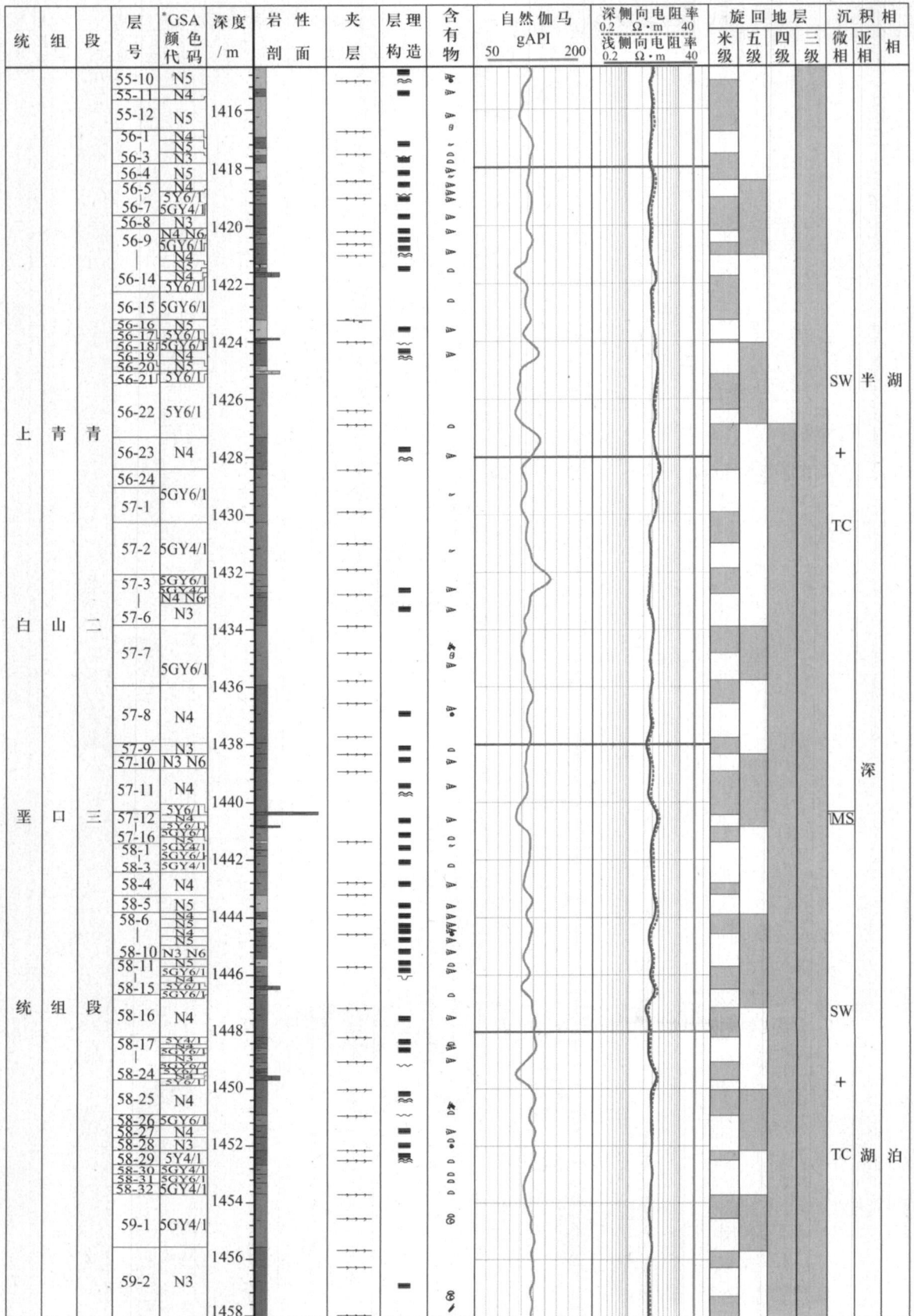
湖浊流沉积(图版 I-12), 共 2 种亚相 10 种沉积微相^[15]。静水泥质沉积是湖泊环境的背景沉积, 代表青二、三段地层发育时期的沉积环境特征, 其他类型的沉积则属于湖泊中的事件沉积, 如浊流沉积。青二、三段沉积环境的基本特点是以浅湖-半深湖静水泥质沉积为主, 伴有较频繁的事件沉积。

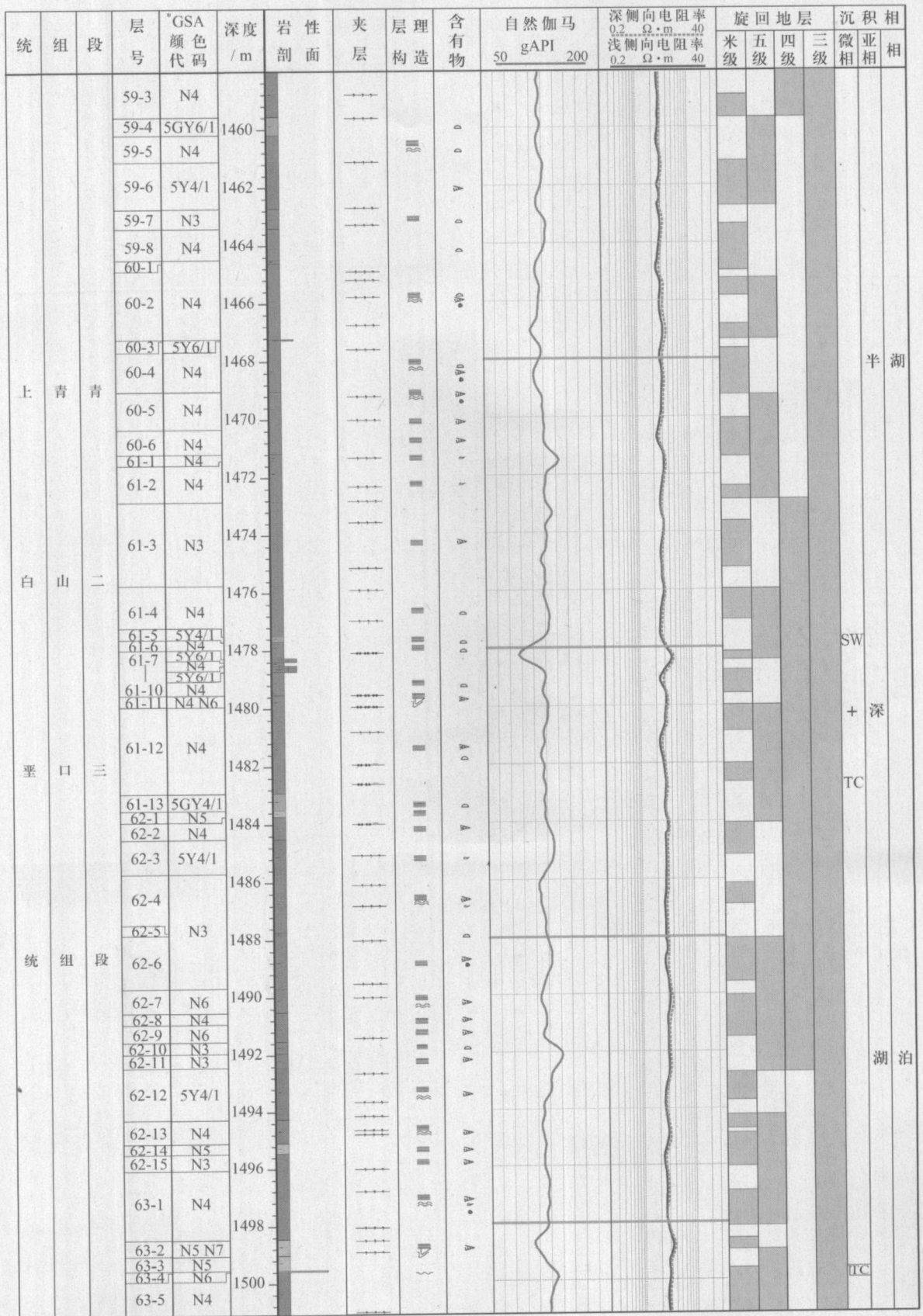
松科 1 井南孔青二、三段沉积序列展现出不同级别的岩性-岩相旋回。可识别出 6 种类型的米级旋回, 它们分别是湖相静水泥质沉积-砂质浊流沉积、湖相静水泥质沉积-介形虫碎屑质浊流、湖相静水泥质沉积-震积岩、泥灰岩-泥岩型、白云岩-泥岩型、油页岩-泥岩型。青二、三段划分了 422 个米级旋回^[16], 并由米级旋回叠加形成了 130 个五级旋回, 21 个四级旋回, 1 个明显的三级旋回。平均 3~4 个米级旋回叠加成 1 个五级旋回, 5~6 个五级旋回叠加成 1 个四级旋回。每一个五级旋回经历一个可容纳空间由小到大再减小的过程, 四级旋回及四级旋回的叠加也具有相似的过程。

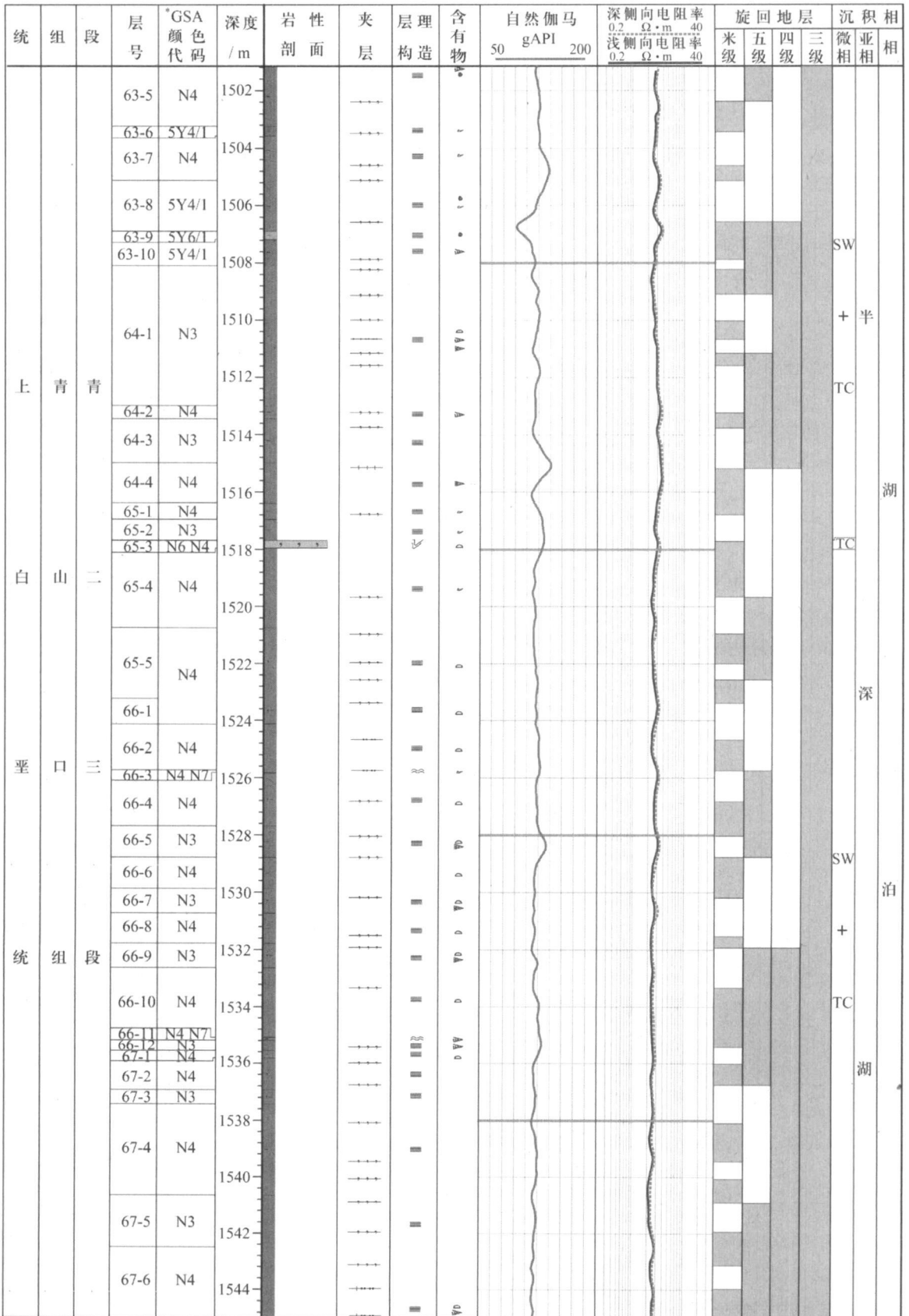


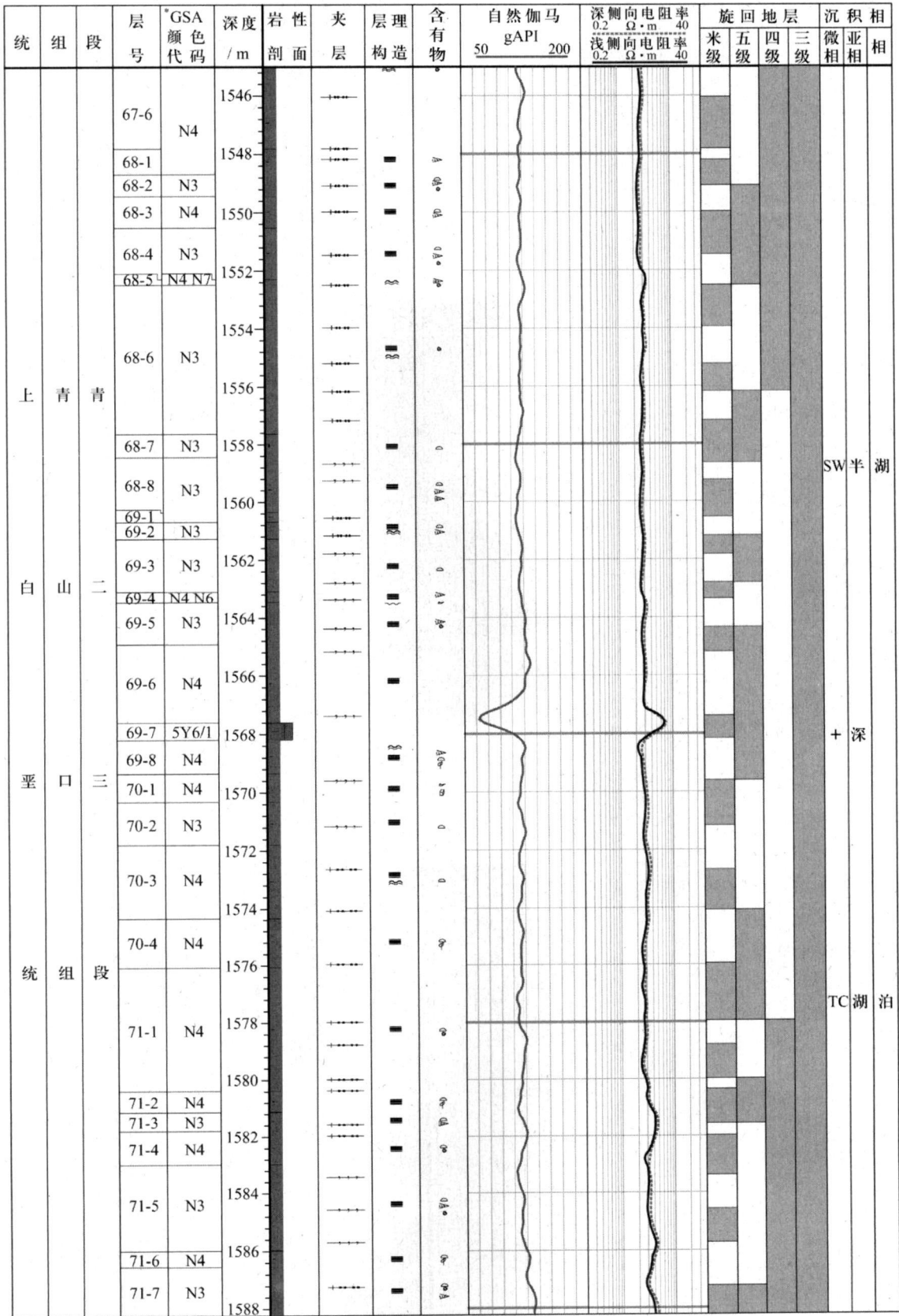


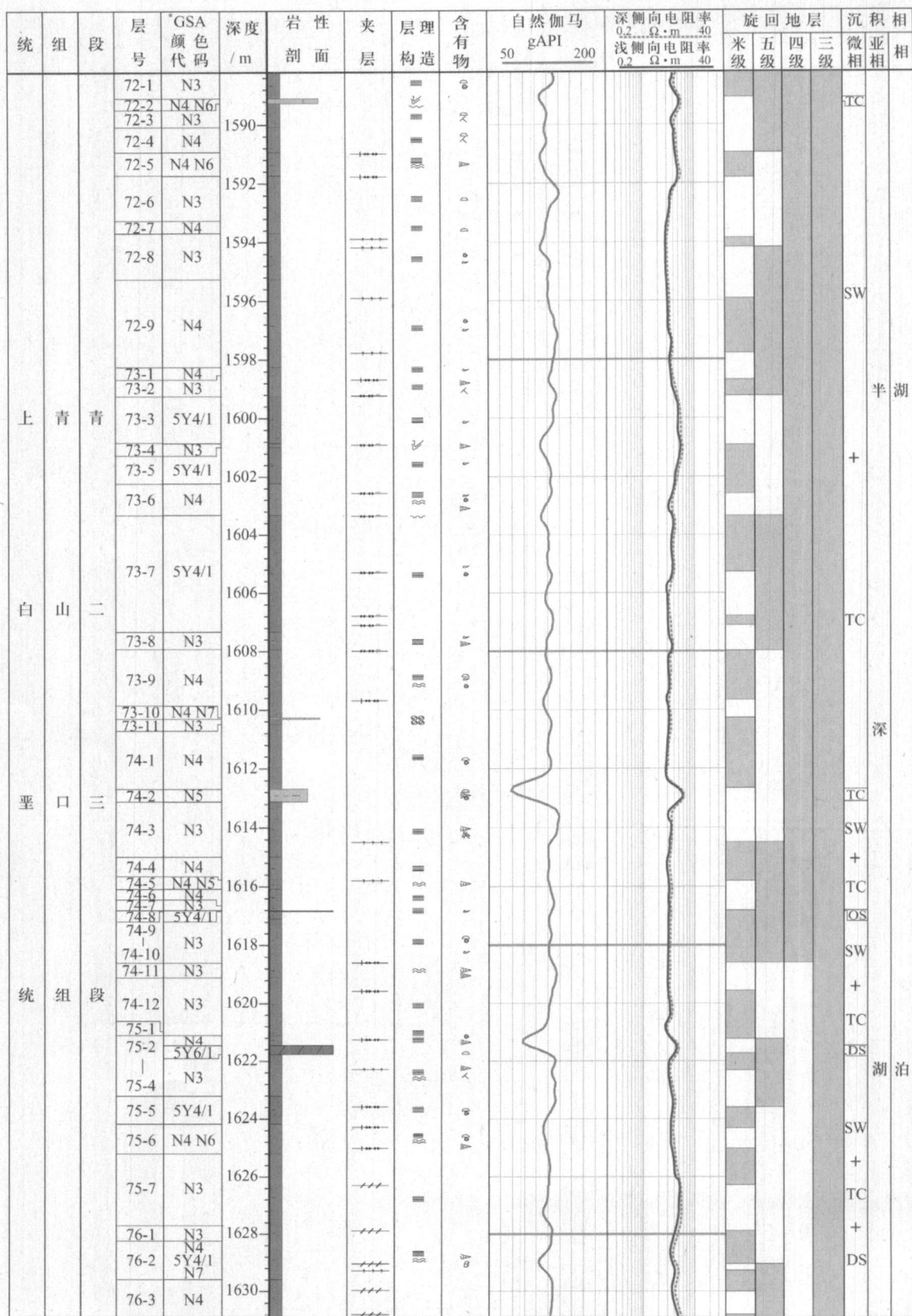


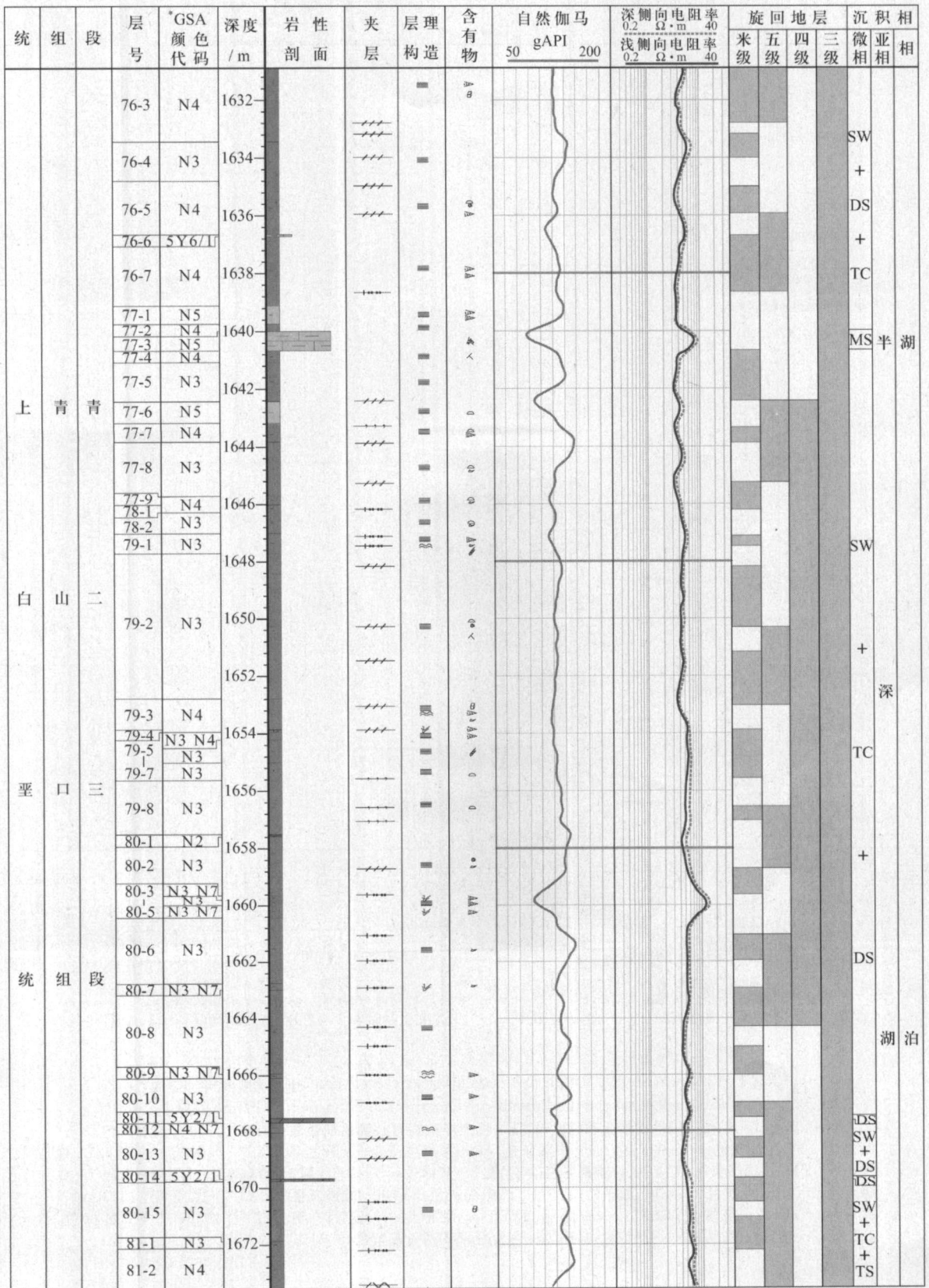












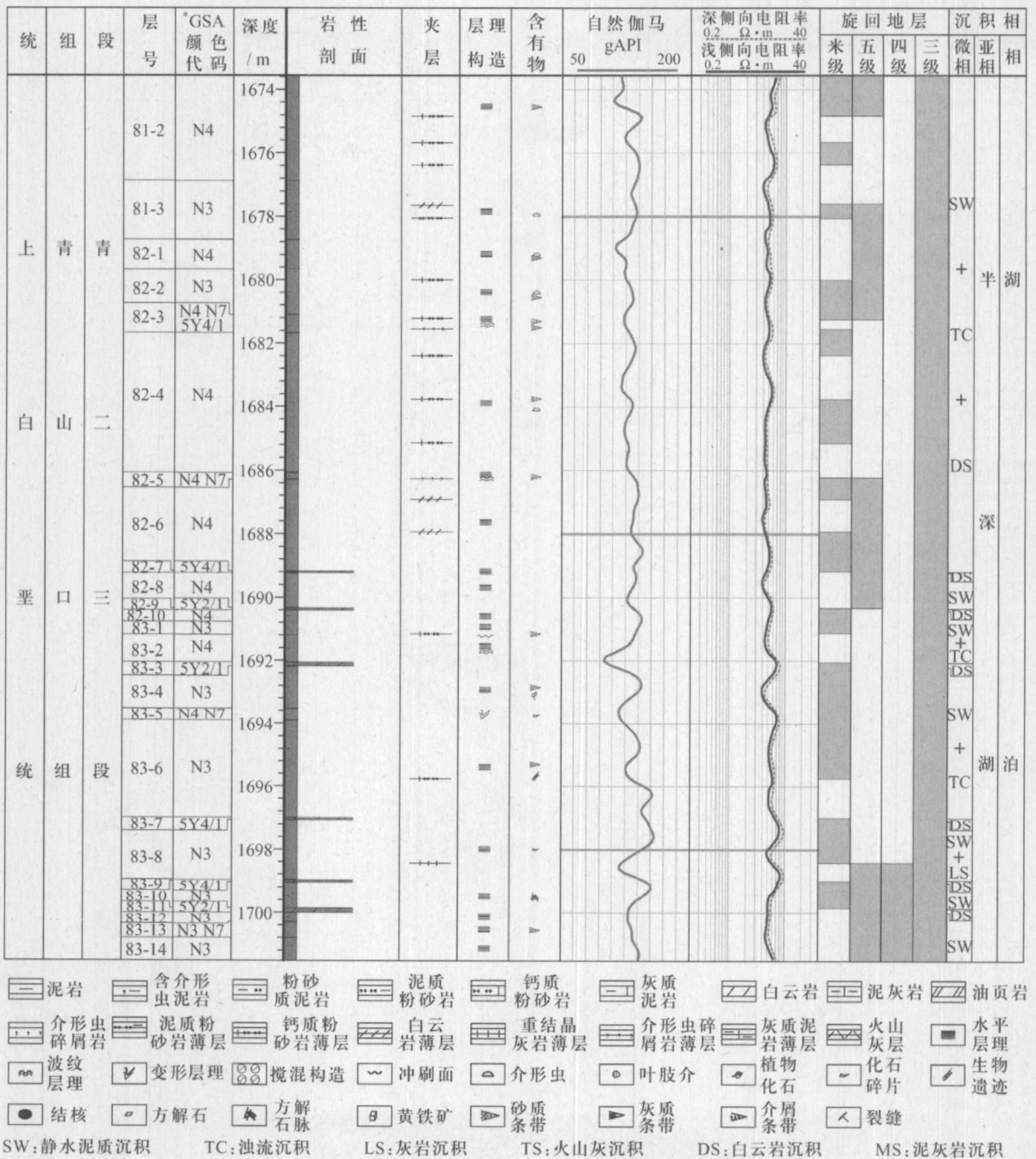


图 1 松科 1 井南孔青二、三段精细岩性-旋回地层-沉积相综合柱状图

Fig 1 Columnar section of high resolution lithology-cyclic stratigraphy and sedimentary facies of the second and third member of Qingshankou Formation (CCSD-SK-1s)

*注: GSA 颜色代码指美国地质学会颜色代码, 是国际大洋钻探岩心颜色描述通用标准^①。N8—极浅灰色; N7—浅灰色; N6—中浅灰色; N5—中灰色; N4—中深灰色; N3—深灰色; N2—灰黑色; 5GY8/1—浅绿灰色; 5GY6/1—绿灰色; 5GY4/1—深绿灰色; 5GY5/2—暗黄绿色; 10GY5/2—灰绿色; 5G8/1—浅绿灰色; 5G6/1—绿灰色; 5G4/1—深绿灰色; 5G2/1—绿黑色; 5G5/2—灰绿色; 5Y6/1—浅橄榄灰色; 5Y4/1—橄榄灰色; 5YR2/1—橄榄黑色; 5YR4/1—棕灰色; 5YR2/2—暗棕色; 5YR3/2—灰棕色; 5YR5/2—淡棕色; 10YR6/2—淡黄棕色; 10YR4/2—深黄棕色; 10YR2/2—暗黄棕色; 10R6/2—淡红色; 10R4/2—灰红色; 5P4/2—灰紫色

① Resources Inventory Committee. Guidelines and Standards to Terrain Mapping in British Columbia. 1996
 ?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

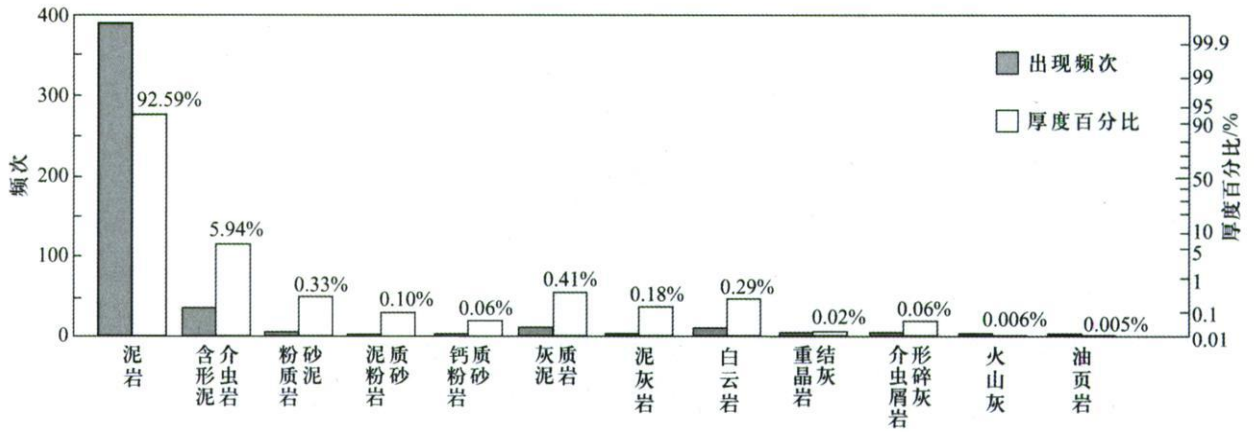
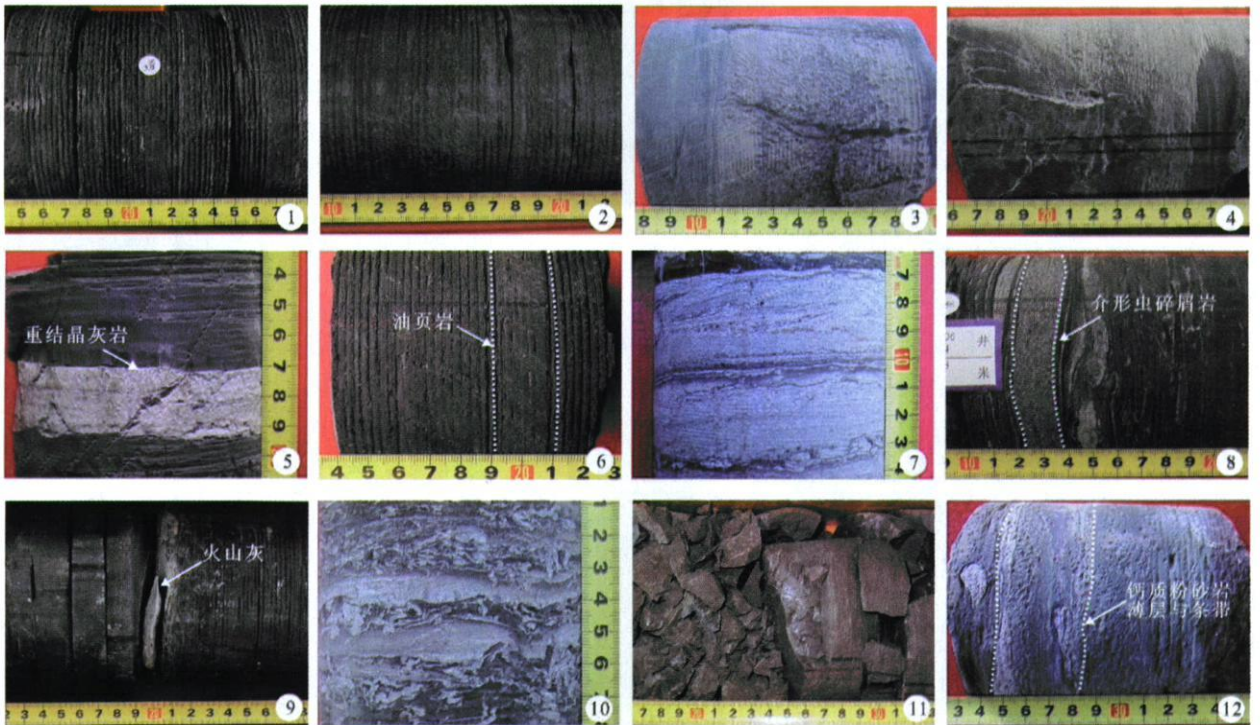


图2 青二、三段岩石类型频次-厚度百分比图

Fig. 2 Occurrence frequency and thickness percentage of drilling core lithology of the second and third member of Qingshankou Formation (CCSD-SK-1s)



图版 I 松科1井南孔青二、三段岩性、沉积相特征图版

Plate I Plate showing main lithology and sedimentary facies of the second and third member of Qingshankou Formation in CCSD-SK-1s

1—深灰色泥岩,水平层理,半深湖静水泥质沉积微相。青二、三段,井深:1 613.49 m;2—深灰色含介形虫泥岩,水平层理,半深湖静水泥质沉积微相。青二、三段,井深:1 655.05 m;3—橄榄灰色白云岩,块状构造,白云岩沉积微相。青二、三段,井深:1 699.02 m;4—浅橄榄灰色泥质灰岩,块状构造,泥质灰岩沉积微相。青二、三段,井深:1 640.00 m;5—白色重结晶灰岩,块状构造,灰岩沉积微相。青二、三段,井深:1 515.14 m;6—橄榄灰色油页岩,页理构造,油页岩沉积微相。青二、三段,井深:1 616.85 m;7—中浅灰色钙质粉砂岩,水平波纹层理,局部见包卷层理,半深湖浊流沉积微相。青二、三段,井深:1 589.18 m;8—浅灰色介形虫碎屑岩,半深湖浊流沉积微相。青二、三段,井深:1 686.28 m;9—火山灰,很松散,火山灰沉积微相。青二、三段,井深:1 673.04 m;10—浅灰色钙质粉砂岩,震积岩沉积微相。青二、三段,井深:1 660.00 m;11—灰棕色泥岩,块状构造,浅湖静水泥质沉积微相。青二、三段,井深:1 292.10 m;12—绿灰色泥岩中的浅灰色钙质粉砂岩薄层与条带,浅湖浊流沉积微相。青二、三段,井深:1 288.30 m

3 讨论与结论

3.1 青二、三段精细序列总体特征

松科 1 井南孔青二、三段是以深灰色、中深灰色、微带绿灰色、深绿灰色泥岩和含介形虫泥岩为主的湖相沉积, 共 12 种岩石类型; 发育半深湖亚相、浅湖亚相和 10 种沉积微相; 青二、三段沉积序列具有旋回性, 共识别出 422 个米级旋回(六级旋回), 130 个五级旋回, 21 个四级旋回和 1 个明显的三级旋回。

3.2 青二、三段全井段取心为松辽盆地烃源岩研究提供丰富资料

青二、三段烃源岩在松辽盆地的分布范围较青一段小, 主要发育在中央拗陷区, 且厚度一般也比青一段薄, 主要分布在青二、三段的下部, 以半深湖相沉积为主。松辽盆地以往钻井取心的主要目的层段为储层, 对生油层和盖层的取心较少, 这就限制了对烃源岩的系统研究。松科 1 井南孔中青二、三段下部暗色泥岩最为发育, 取心收获率达到 100%, 为松辽盆地青二、三段烃源岩研究提供了丰富的、不间断的岩心资料。

3.3 青二、三段完整组段厘米级刻画对松辽盆地湖相事件沉积研究具有重要意义

在松科 1 井南孔青二、三段中识别出多层震积岩, 主要分布于中、下部, 这些震积岩厚度一般在几个 cm 到几十 cm 之间, 全部夹于暗色泥岩中, 属于深水沉积。初步分析认为, 震积岩的成因与青二、三段沉积时期的火山活动有关, 松辽盆地青山口组沉积时期的火山活动已见诸多报道^[17-18]。松科 1 井南孔青二、三段震积岩的研究对进一步研究松辽盆地拗陷期盆地演化提供参考依据。此外, 在松科 1 井南孔青二、三段岩心中还识别出多层白云岩、灰岩、火山灰、介形虫碎屑岩等^[12], 相比于前人在钻井和剖面中发现的事件层更为全面, 对这些事件层的研究将对松辽盆地湖相事件沉积研究具有重要意义。

感谢参与中国白垩纪大陆科学钻探工程松科 1 井的全体工作和科研人员。

References:

[1] National Stratigraphy Council. Compilation of National Stratigraphy Conference Academic Report, Locale Meeting of Oil

Field Stratigraphy, Songliao Plain [M]. Beijing: Science Press, 1962; 2-9(in Chinese).

[2] Compile Team of Table of Regional Strata of Heilongjiang Province Volume. Table of Regional Strata Northeast of China, Heilongjiang Province Volume [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1979; 103-148(in Chinese).

[3] Ye D Q, Zhong X C. Cretaceous of Petroliferous Region, North China [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1990; 80-81(in Chinese).

[4] Ye D Q. The significance of the Cretaceous ostracoda biostratigraphy and magnetostratigraphy in Songliao Basin [J]. Petroleum Geology & Oilfield Development in Daqing, 1991, 10(4): 1-12(in Chinese).

[5] Gao R Q. Evolutionary trends of Cretaceous angiospermous pollen from the Songliao Basin, NE China [J]. Acta Palaeontologica Sinica, 1982, 21(2): 217-224(in Chinese).

[6] Gao R Q, Qiao X Y, He C Q. Cretaceous microphytoplankton from the Songliao Basin and its depositional environment [J]. Acta Micropalaeontologica Sinica, 1992, 9(2): 111-126 (in Chinese).

[7] Gao R Q, Zhao C B, Qiao X Y, et al. Paly nology of Cretaceous Oil Stratigraphy, Songliao Basin [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1994; 55-64(in Chinese).

[8] Fang D J, Wang Z L, Jin G H, et al. Cretaceous magnetic stratigraphy of Songliao Basin, China [J]. Science in China, Series B, 1989, 10: 1084-1091(in Chinese).

[9] Wang P J, Du X D, Wang J, et al. The chronostratigraphy and stratigraphic classification of the Cretaceous of the Songliao Basin [J]. Acta Geologica Sinica, 1995, 69(4): 372-381(in Chinese).

[10] Huang Q H, Tan W, Yang H C. Stratigraphic succession and chronostratigraphy of Cretaceous in Songliao Basin [J]. Petroleum Geology & Oilfield Development in Daqing, 1999, 18(6): 15-18(in Chinese).

[11] Wu H C, Zhang S H, Huang Q H. Establishment of floating astronomical time scale for the terrestrial Late Cretaceous Qingshankou Formation in the Songliao Basin of Northeast China [J]. Earth Science Frontiers, 2008, 15(4): 159-169(in Chinese).

[12] Jia J T, Wang P J, Wan X Q. Chronostratigraphy of the Yingcheng Formation in the Songliao Basin, Cretaceous, NE China [J]. Geological Review, 2008, 54(4): 439-448(in Chinese).

[13] Li W B. Palynoflora from the Quantou Formation of Songliao Basin, NE China and its bearing on the upper-lower Cretaceous boundary [J]. Acta Palaeontologica Sinica, 2001, 40(2): 153-176(in Chinese).

[14] Gao Y F, Wang P J, Wang C S, et al. Well site selecting,

- core profile characteristics and distribution of the special lithology in CCSD-SK II [J]. *Acta Geologica Sinica*, 2008, 82 (5): 669-675 (in Chinese)
- [15] Cheng R H, Wang G D, Wang P J, et al. Microfacies of Deep-water Deposits and Forming Models of the Chinese Continental Scientific Drilling-SKII [J]. *Acta Geologica Sinica*, 2007, 81(6): 1026-1032.
- [16] Cheng R H, Wang G D, Wang P J. Sedimentary cycles of Quantou-Nenjiang, Cretaceous and Milankovitch cycles from the south hole of CCSD-SK in Songliao basin [J]. *Acta Geologica Sinica*, 2008, 82(1): 55-64 (in Chinese).
- [17] Wang H J. Features of petroleum geology in Qijia depression, Songliao Basin [J]. *Oil & Gas Geology*, 1984, 5(3): 271-275 (in Chinese)
- [18] Han G L, Zhao H T, Bian J. Relationship between the injected basalt in Qingshankou Formation and oil/gas in Zhongy-ang Depression, Songliao Basin [J]. *Experimental Petroleum Geology*, 1988, 10(3): 248-255 (in Chinese).
- [5] 高瑞祺. 松辽盆地白垩纪被子植物花粉的演化 [J]. *古生物学报*, 1982, 21(2): 217-224.
- [6] 高瑞祺, 乔秀云, 何承全. 松辽盆地白垩纪微体浮游植物群及其环境讨论 [J]. *微体古生物学报*, 1992, 9(2): 111-126.
- [7] 高瑞祺, 赵传本, 乔秀云, 等. 松辽盆地白垩纪石油地层孢粉学 [M]. 北京: 地质出版社, 1994: 55-64.
- [8] 方大钧, 王兆樵, 金国海, 等. 中国松辽盆地白垩系磁性地层 [J]. *中国科学: B辑*, 1989, 10: 1084-1091.
- [9] 王璞珺, 杜小弟, 王俊, 等. 松辽盆地白垩纪年代地层研究及地层时代划分 [J]. *地质学报*, 1995, 69(4): 372-381.
- [10] 黄清华, 谭伟, 杨会臣. 松辽盆地白垩纪地层序列和年代地层 [J]. *大庆石油地质与开发*, 1999, 18(6): 15-18.
- [11] 吴怀春, 张世红, 黄清华. 中国东北松辽盆地晚白垩世青山口组浮动天文年代标尺的建立 [J]. *地学前缘*, 2008, 15(4): 159-169.
- [12] 贾军涛, 王璞珺, 万晓樵. 松辽盆地断陷期白垩纪营城组的时代归属 [J]. *地质论评*, 2008, 54(4): 439-448.
- [13] 黎文本. 从孢粉组合论证松辽盆地泉头组的地质时代及上、下白垩统界线 [J]. *古生物学报*, 2001, 40(2): 153-176.
- [14] 高有峰, 王璞珺, 王成善, 等. 松科 1 井南孔选址、岩心剖面特征与特殊岩性层的分布 [J]. *地质学报*, 2008, 82(5): 669-675.
- [16] 程日辉, 王国栋, 王璞珺. 松辽盆地白垩系泉三段—嫩江组沉积旋回与米兰科维奇周期 [J]. *地质学报*, 2008, 82(1): 55-64.
- [17] 王衡鉴. 松辽盆地齐家凹陷的石油地质特征 [J]. *石油与天然气地质*, 1984, 5(3): 271-275.
- [18] 韩广玲, 赵洪涛, 边吉. 松辽盆地中央拗陷带青山口组玄武岩与油气分布的关系 [J]. *石油实验地质*, 1988, 10(3): 248-255.

参考文献:

- [1] 全国地层委员会. 全国地层会议学术报告汇编——松辽平原油田地层现场会议 [M]. 北京: 科学出版社, 1962: 2-9.
- [2] 黑龙江省区域地层表编写组. 东北地区区域地层表黑龙江省分册 [M]. 北京: 地质出版社, 1979: 103-148.
- [3] 叶得泉, 钟筱春. 中国北方含油气区白垩系 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1990: 80-81.
- [4] 叶得泉. 松辽盆地白垩系介形类生物地层和磁性地层学意义 [J]. *大庆石油地质与开发*, 1991, 10(4): 1-12.