

文章编号:1009-3850(2019)03-0033-07

成都平原东郊台地中更新统合江组 沉积特征及工程地质意义

王羽珂, 陈浩, 冯兴雷, 陈明, 王东辉

(中国地质调查局成都地质调查中心, 四川 成都 610081)

摘要:通过地层沉积序列、粒度特征、砾石特征综合分析认为,成都平原东郊台地中更新统合江组为河流相沉积,垂向上具有明显的“河流二元”结构特征,主要以细粒沉积物为主,底部砾石层多为中-粗砾,磨圆较好,具有定向性。该组可细分为河道、边滩、堤岸-河漫3种沉积微相类型,对应发育3种岩相类型。河道砾石岩相沿十陵镇-红河镇-大面镇一带呈北西-南东向展布,边滩砂坝岩相集中发育于大面镇-西河镇东侧古河道凹岸处,堤岸-漫滩粘土岩相广泛分布于研究区内。这3种岩相特性及分布对工程建设的影响存在差异:河道砾石层作为地下水储集层的同时,水溶蚀使其地层结构稳定性被破坏,影响工程稳固技术的选择;边滩砂坝分布较为集中,对区内工程建设影响面最小;堤岸-河漫粘土广泛分布,是一种分布稳定的软弱层,对地下水有一定的封闭效果,同时软弱层的特性使其降低了边坡、坝体的稳定性。

关键词:城市地质;成都平原;东郊台地;中更新统;岩相;工程地质

中图分类号:P512.2

文献标识码:A

引言

城市地质调查是城市建设发展的重要基础,推进城市地质调查工作,对实现新型城镇化建设具有指导意义^[1]。中国城市地质调查始于20世纪50年代,大致可划分为专项调查、水工环调查、综合地质调查及多要素城市地质调查4个阶段,目前我国已全面进入多要素城市地质调查阶段^[1-2]。工程地质作为城市地质调查的重要组成,其核心研究内容是针对岩(土)体的研究,而岩体研究又以沉积学特征、岩相学特征研究为基础^[3]。加强地层岩相结构、岩相组合、岩相分布的研究对地表工程施工手段的选取具有重要指导意义。

为响应国家“一带一路”政策需求,成都市与重

庆市开启共同打造成渝经济带战略^[4-5]。成都平原东部地区作为成渝经济走廊的“桥头堡”,对促进全域经济发展至关重要^[8]。成都平原东部地区在地质学上属于台地区域,因此又称之为东郊台地,其纵贯成都市锦江区、成华区、龙泉驿区以及双流区,台地内城镇、人口、学校众多,是一个正在快速发展的重要地区。同时,为有效推进成渝经济带建设,成都市政府近年来陆续投入了大量工程项目。因此,需进一步对东郊台地广泛沉积的第四系地层岩相学特征进行深入研究,为市政规划提供必要的地质基础资料。

1 地质背景

成都平原(盆地)位处四川盆地西南缘,夹于西

收稿日期:2019-07-02; 改回日期:2019-08-26

作者简介:王羽珂(1990-),男,硕士,沉积岩石学与储层矿物岩石学。E-mail:wangyuke1990@foxmail.com

资助项目:重要经济区和城市群综合地质调查,成都多要素城市地质调查(DD20189210)

侧龙门山脉与东侧龙泉山脉之间,是一个受活动构造断裂所控制形成的继承性前陆盆地,前人大量的研究将其定性为向斜盆地,宏观上呈现“两山夹一盆”的构造格局^[6-13](图 1A)。东郊台地处于成都平

原东侧,其东以龙泉山为界,西以凤凰山为界,第四系以中更新统合江组(Qp_2hj)地层沉积为主,构造上主要受到新津-新都-德阳隐伏断裂与龙泉山断裂的共同控制^[14-15](图 1B)。

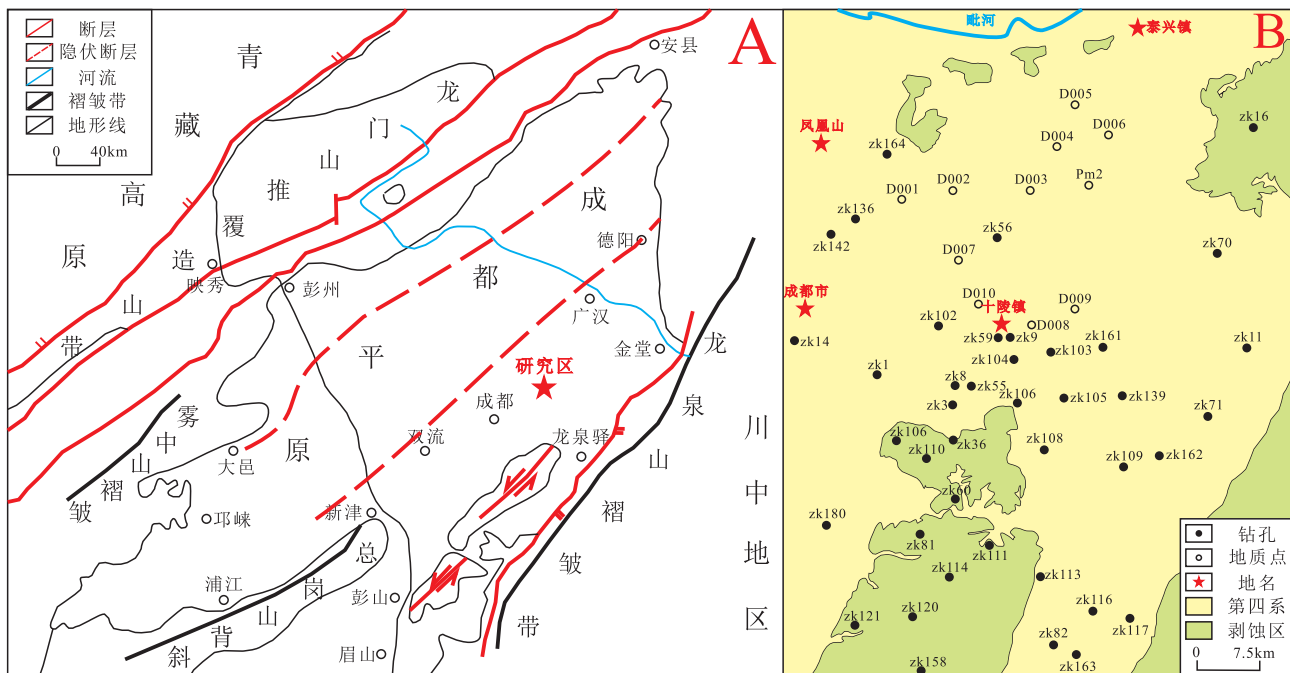


图 1 东郊台地地理位置图

Fig. 1 Location of the eastern suburb platform on the Chengdu plain, Sichuan

2 合江组地层岩相特征

岩相即岩石相,是沉积物在相应沉积环境下颜色、岩性、结构、构造等方面的综合表现,同时反映了沉积时期所对应的水动力地质条件特征^[16]。前人研究资料显示,东郊台地合江组地层沉积厚度在 20m 左右,下伏为白垩系灌口组紫红色碎屑岩系^[17]。为更为准确地判断合江组地层沉积特点,笔者于 2018 年 5~6 月开展了为期两个月的野外地质调查工作,同时整合区内 41 口浅钻资料,对合江组的岩相类型、岩相组合及平面分布进行了深入研究。

2.1 岩相类型

东郊台地合江组松散沉积层整体上以黄色调为主,岩性包括棕黄色砾石层、褐黄色砂层、褐黄色粘土层及相对应的过渡岩性类型。总体而言,合江组地层颜色单一,局部含砂,主要以细粒沉积物为主。粘土层发育大量灰白色网纹条带(图 2),砾间多以泥质成分充填。此外,宏观上合江组具有明显

的“二元结构”特征,可见明显的冲刷“河道”(图 3),砾石层呈透镜状沉积(图 4),是典型河流搬运沉积的产物。通过归纳总结,初步认为研究区主要发育 3 种岩相类型,即河道滞留砾石相沉积、边滩砂坝相沉积、堤岸-河漫粘土相沉积。



图 2 粘土层大量发育的灰白色网纹

Fig. 2 Greyish white reticulate patterns in the clay deposits

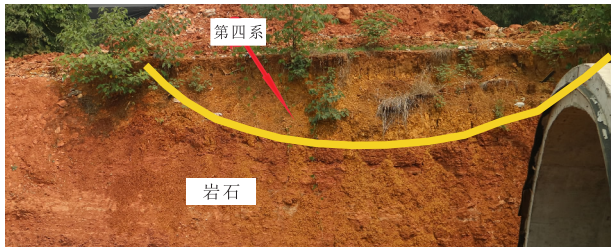


图3 沉积冲刷“河道”

Fig.3 Erosive “channels” in the Hejiang Formation

为进一步验证东郊台地合江组地层岩相类型,于区内实测了合江组地层剖面,在此基础上结合沉积物粒度特征和砾石特征对其进行有效的识别。

2.1.1 粒度特征

表1为合江组地层沉积物样品粒度组成,基于温特沃斯粒级分类标准^[18],划分为粘土、细粉砂、粗粉砂、细砂4级粒级。



图4 砾石呈透镜状分布

Fig.4 Gravels in the lenticular arrangement

表1 沉积物粒度组成百分比

Table 1 Grain size percentages in the samples collected from the Hejiang Formation

编号	粘土(<4μm)	细粉砂(4 ~16μm)	粗粉砂(16 ~63μm)	细砂(63 ~250μm)
2018PM2-1	32.57	31.55	32.19	3.69
2018PM2-3	32.96	33.87	31.91	1.26
2018PM2-5	28.01	36.15	33.87	1.97
2018PM2-7	27.38	31.2	39.07	2.35
2018PM2-9	24.94	34.24	38.33	2.49

由表1可以看出,合江组地层沉积物除去底部砾石层外,基本以粘土、粉砂为主(图5),其含量范围分别为27.38%~32.96%和29.31%~39.07%。该组含砂量极少(<4%),且均为细砂,总体上沉积物粒度较细,为堤岸-河漫相沉积物。由于长期暴露风化,导致边滩砂层极难保存,仅残余部分细粒成分。宏观上,合江组上部细粒沉积物与下部砾石层组合形成河流相典型的“二元结构”正粒序,同层对比仍表现为下粗上细的粒度变化。不同层位粒度概率累积曲线图(图6)均表现出沉积物多以悬浮式为主、跳跃式较低、不含滚动式的分布特点,进一步印证了合江组上部沉积物沉积时期区域水动力地质条件较弱且稳定的特点。

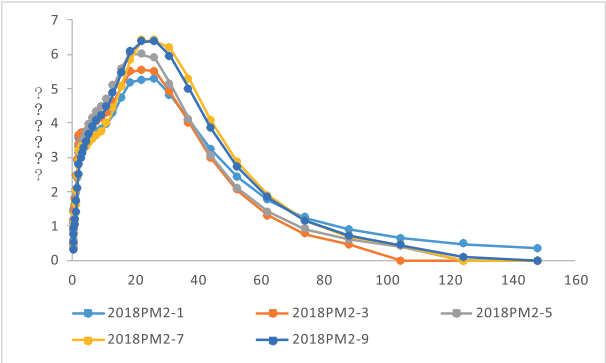


图5 粒度分布曲线图

Fig.5 Curves showing the grain size percentages in the samples collected from the Hejiang Formation

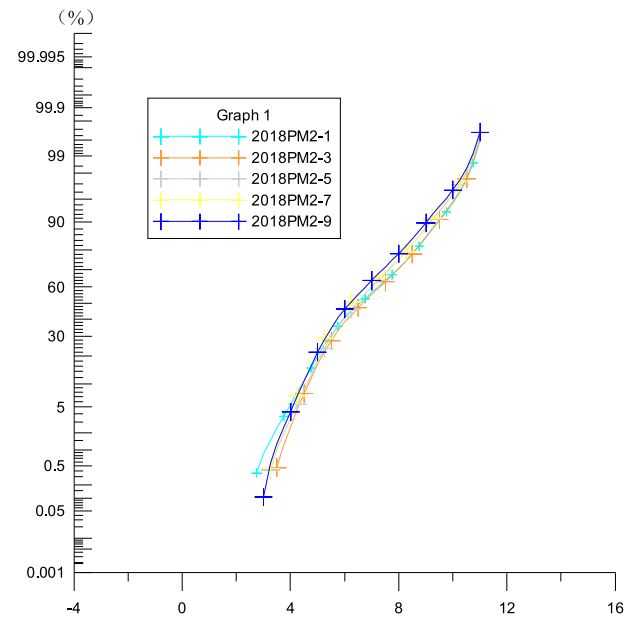


图6 粒度概率累积曲线图

Fig. 6 Grain size probability accumulation curves for the samples collected from the Hejiang Formation

2.1.2 砾石特征

采样工作择优选取露头较好的台地南缘合江组剖面进行,于底部砾石层框定 1m²进行统计,针对砾石岩性、砾径、磨圆度进行统计。结果显示,研究区合江组砾石成分单一,以硅质岩、石英岩砾石为主(图7),从剖面可见有一定的火山岩砾石残余,但多被强风化呈破碎状,极少见有完整的原岩成分;砾径 0.4~16cm,普遍 2~6cm,平均砾径 4.7cm(图8);砾石磨圆较好,多为次圆状,个别达至圆(图9),分选性一般,宏观上依旧呈下粗上细的正粒序,并具有一定的定向性(图10)。

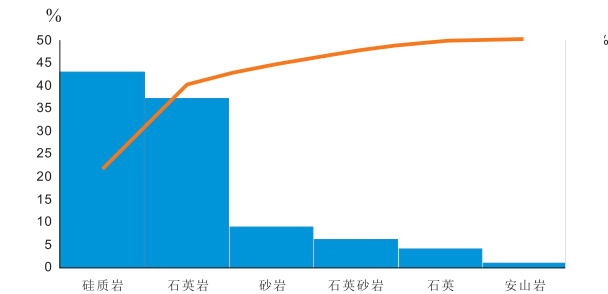


图7 砾石成分分布直方图

Fig. 7 Hostogram showing the distribution of gravel compositions

合江组砾石层砾径不具备分层性,堆积较为混

杂,但总体发育正向序列,表明其在形成过程中受相同的沉积环境、水动力条件影响。根据粒级分类标准,合江组砾石层多以中-粗砾为主,说明底部砾石沉积时期水动力条件较强,大颗粒碎屑物质被水体由物源区搬运至台地内。砾石多具磨圆、次圆为主,但次棱与次圆状砾石含量总体差异不大,证明部分砾石具有一定搬运,与台地内早期河床滞留的砾石共同沉积。

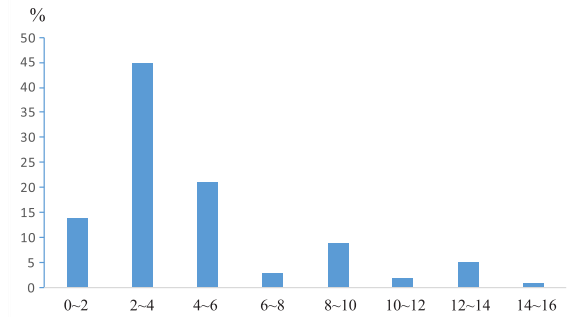


图8 砾径分布直方图

Fig. 8 Hostogram showing the distribution of gravel grain sizes

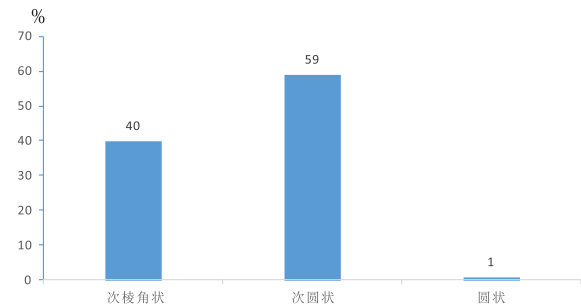


图9 砾石磨圆分布直方图

Fig. 9 Hostogram showing the distribution of gravel roundness

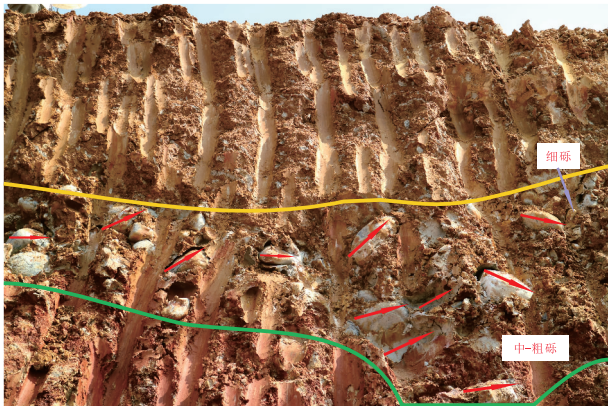


图10 砾石野外特征

Fig. 10 Field occurrence of the gravels in the Hejiang Formation

2.2 岩相组合特征

岩相组合研究比单一岩相分析更能反映因沉积环境、沉积作用的不同所形成的沉积序列在物质组成、结构等方面的差异,其判别基础是源于对岩相的认识^[16,18]。依据合江组地层垂向沉积序列的岩相变化,结合浅钻资料可归纳出 4 种岩相组合类型。

类型Ⅰ:堤岸-河漫粘土沉积,为台地内主要出露类型,厚度一般不超过 10m,粘土含丰富的灰白色网纹条带,上覆常见成都粘土(Q_3cd)含铁锰质、钙质结核粘土层(图 11a)。

类型Ⅱ:河道滞留砾石-边滩砂坝-堤岸-河漫粘土组合,为台地内极少出露类型,宏观上具有明显的正粒序递变,砂层厚度可达 6m,具有明显“二元结构”特征,水体动能自下而上逐步递减(图 11b)。

类型Ⅲ:河道滞留砾石-堤岸-河漫粘土组合,台地内次级出露类型,由底至顶呈正粒序渐变过渡,“二元结构”明显,水动力地质条件自下而上逐渐减弱(图 11c)。

类型Ⅳ:边滩砂坝-堤岸-河漫粘土组合,较少出露于台地内,同样具有正粒序递变特征,整体厚度可达 10 余米,砂层厚度 5m 左右,水体动能差异变化不大,逐渐趋于稳定(图 11d)。

成都平原东部台地区第四系含水层包括粘土层及松散砾石层,其中又以砾石层为主体^[24]。基于此并结合上述岩相组合类型,确定以河道滞留砾石层沉积的类型Ⅱ、类型Ⅲ对于该区地下水赋存具有重要的储集意义。

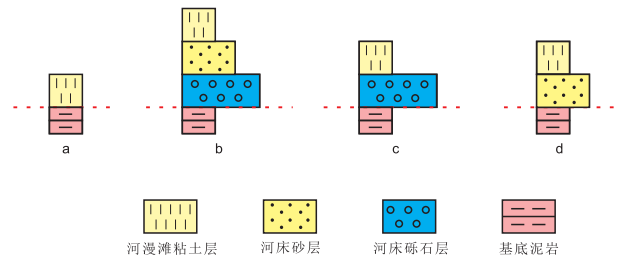


图 11 合江组岩相组合模式图

Fig. 11 Model for the lithofacies associations in the Hejiang Formation

3 岩相平面分布特征

3.1 合江组地层展布特征

横向上,合江组地层由西至东沉积厚度逐渐减薄,呈现出明显的西厚东薄的沉积特点(图 12);纵向上,北东侧较南西侧沉积厚度较薄,表现出近似北薄南厚的沉积特征。总体上,合江组以细粒沉积物广泛沉积为主,最大沉积厚度可达 39m,最薄仅 2.5m。在台地中部富集,沿富集区呈北西-南东向延伸,并且往往越接近剥蚀区合江组沉积越薄(图 13),局部可能受古地貌或古环境影响发生突变,但宏观趋势仍保持一致。

3.2 合江组岩相分布及工程地质意义

由图 13 可知,成都平原东郊台地中更新统合江组主要以堤岸-河漫相粘土沉积为主,次为河道相砾石沉积,边滩砂沉积发育较局限。

(1)河道滞留砾石岩相:砾石物质来源包括经河道搬运的中-粗砾及原有古河流滞留砾石,厚度几米至几十米不等,主要分布于十陵镇-红河镇-

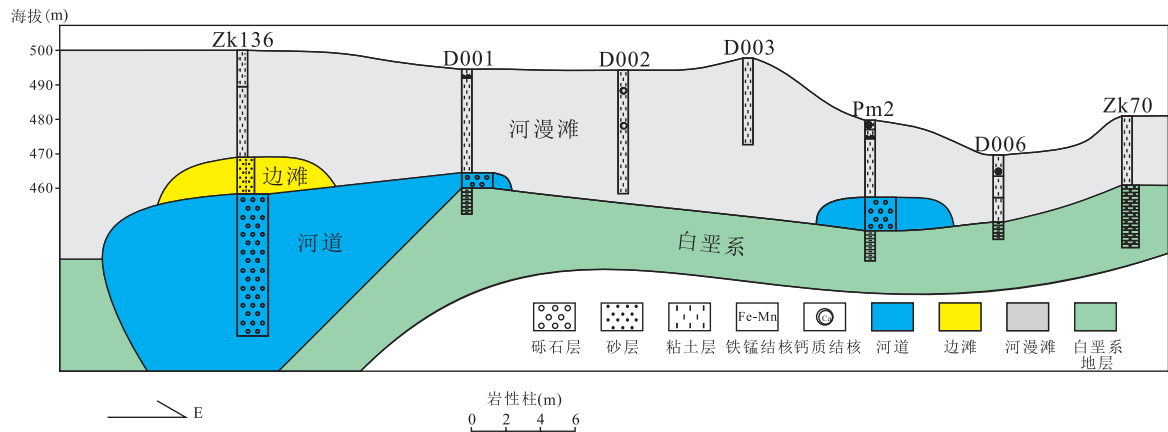


图 12 Zk136-D001-D002-D003-PM2-D006-Zk70 连井图

Fig. 12 Well-tie section across the ZK136-D001-D002-D003-PM2-D006-ZK70 well area in the Hejiang Formation

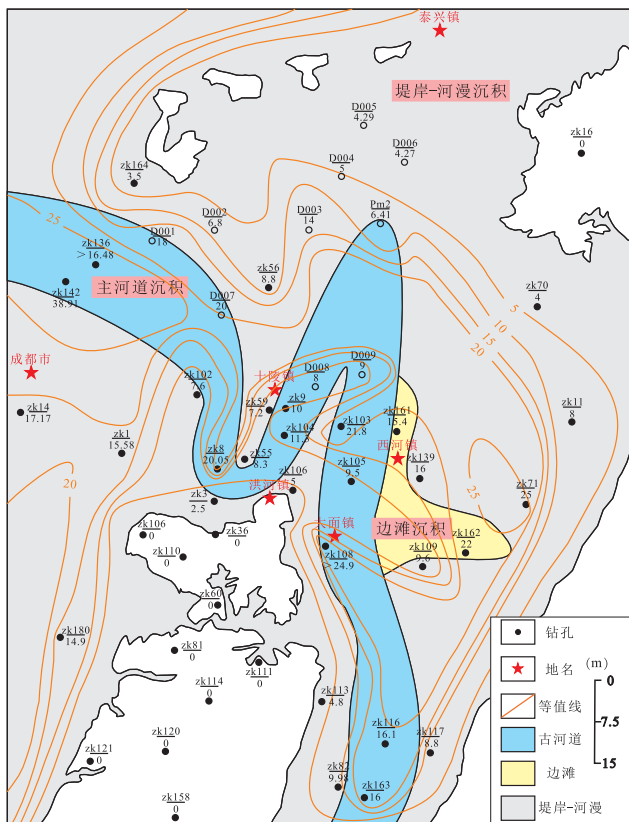


图 13 东郊台地合江组沉积相图

Fig. 13 Distribution of the sedimentary facies in the eastern suburb platform on the Chengdu plain, Sichuan

大面镇一带,整体呈北西-南东向展布。砾石层不仅对东郊台地地下水具有良好的储集,同时孔隙水会对松散砾石层造成较强的溶蚀,进而破坏其结构稳定性,严重影响区域工程建设。因此,在该岩相分布的地区进行施工应着重注意加固方法的选择。

(2)边滩砂坝岩相:沉积物来源于上游区冲刷凹岸,短距离搬运,主要出露于大面镇-西河镇沿线东侧。该类岩相矿物成分成熟度低,抗风化能力较弱,抗滑稳定性较差,易发生液化造成上覆岩体沉陷。由于沉积厚度普遍较薄,分布较为局限,对区域工程建设影响有限,可在发育区针对性选择处理方法。

(3)堤岸-河漫粘土岩相:广泛沉积于研究区内,粘土具有较强的可塑性,工程地质上亦称之为膨胀土,是顶部相沉积中分布稳定的软弱层,其对于地下水的储集起到了较好的封闭效果。同时软弱层易液化、软化的特性使其抗压强度急剧降低,严重影响边坡、坝体的稳定性,是常规施工过程中需要注意考虑的主要岩相类型。

4 结论

(1)合江组地层呈黄色,具有典型的河流“二元结构”特征,可归纳出3种岩相类型,对应3种沉积微相,即河道、边滩、漫滩,由底至顶水动力地质条件逐渐递减。

(2)合江组地层呈西厚东薄、南厚北薄的沉积特征,最厚39m,最薄仅2.5m,于台地中心沉积厚度变化最大。

(3)东郊台地合江组沉积期,古河道呈北西-南东向展布,沉积物被河流由物源区带入台地区沉积。由于风化作用导致边滩砂体难以保存,致使台地区区内多为类型I、类型III出露。

(4)合江组河道砾石层对地下水的储集有益,但水体溶蚀对层内结构稳定性造成破坏;边滩砂坝分布集中,对工程建设影响不大;堤岸-河漫粘土层对地下水有一定的封闭效果,但其降低了边坝的稳定性。

参考文献:

- [1] 张茂省,董英,刘洁.论新型城镇化中的城市地质工作[J].兰州大学学报(自科版),2014,50(5):581-587.
- [2] 张茂省,王化齐,王尧,等.中国城市地质调查进展与展望[J].西北地质,2018,51(4):5-13.
- [3] 张倬元.工程地质分析原理[M].北京:地质出版社,1981.
- [4] 杨继瑞,李月起,汪锐.川渝地区:“一带一路”和长江经济带的战略支点[J].经济体制改革,2015,(4):58-64.
- [5] 关丽丽.《成渝经济区区域规划》对成都发展的影响分析[J].成都大学学报(社会科学版),2011,(6):25-27.
- [6] 李永昭,郭兵.成都平原的晚新声带构造[J].成都理工大学学报(自然科学版),2008,35(4):371-376.
- [7] 汪波,聂前勇,王运生,等.也论成都粘土的成因[J].地质灾害与环境保护,2002,13(1):54-56.
- [8] 王凤林,李勇,李永昭,等.成都盆地新生代大邑砾岩的沉积特征[J].成都理工大学学报(自然科学版),2003,30(2):139-146.
- [9] 梁明剑,李大虎,郭红梅,等.成都盆地南缘第四纪构造变形及地貌响应特征[J].地震工程学报,2014,36(1):98-106.
- [10] 李勇,黎兵,Stenffen D.等.青藏高原东缘晚新生成都盆地物源分析与水系演化[J].沉积学报,2006,24(3):309-320.
- [11] 陈杰,李佑国,崔志强,等.成都盆地南缘与新构造运动有关的河道演变及其对沉积作用影响初步探讨[J].资源调查与环境,2008,29(1):18-23.
- [12] 李勇,曾允孚,尹海生,等.龙门山前陆盆地沉积及构造演

- 化[M]. 成都:成都科技大学出版社,1995.
- [13] 陈旭, 陈兴海, 雷通文. 成都盆地西缘第四纪砾石层成因及其工程特性研究[J]. 路基工程, 2012, 5:32–35.
- [14] 何强, 李录明, 赖敏, 等. 凤凰山地区浦江—新津—德阳隐伏断裂反射波法地震勘探与断裂活动性研究[J]. 地震地质, 2004, 26(4):706–713.
- [15] 钱洪, 唐荣昌, 马声浩. 蒲江-新津-成都-德阳断裂带——成都平原内一条代表性弱活动地震带的地震特征[J]. 四川地震, 1992, 4:17–23.
- [16] 谢宗奎. 柴达木台南地区第四系细粒沉积岩相与沉积模式研究[J]. 地质前缘, 2009, 16(5):245–250.
- [17] 王全伟, 朱兵, 梁斌, 等. 成都市幅 1:25 万区域地质调查报告[R]. 成都:四川省地质调查院, 2013.
- [18] 于兴河, 王德发. 陆相断陷盆地三角洲相构形要素及其储层地质模型[J]. 地质论评, 1997, 43(3):225–231.

Sedimentary characteristics and engineering geological significance of the middle Pleistocene Hejiang Formation in the eastern suburb platform on the Chengdu Plain, Sichuan

WANG Yuke, CHEN Hao, FENG Xinglei, CHEN Ming, WANG Donghui
(Chengdu Center, China Geological Survey, Chengdu 610081, Sichuan, China)

Abstract: The integration of depositional sequences, grain sizes and gravels has disclosed that the middle Pleistocene Hejiang Formation (Qh_2hj) strata in the eastern suburb platform on the Chengdu Plain, Sichuan are classified into the fluvial deposits, vertically with typical “fluvial binary architectures”. The deposits are dominated by the fine-grained deposits, and the basal gravels are made up of pebbles and cobbles with good roundness and orientation. The sedimentary microfacies in the Hejiang Formation comprise the channel, point bar, bank-floodplain microfacies, corresponding to three lithofacies types and four lithofacies associations. The channel gravel lithofacies shows the NW to SE-trending distribution in the Shilingzhen-Honghezhen-Damianzhen zone. The point bar lithofacies is limited to the low relief of the palaeochannel in the eastern part of the Damianzhen-Xihezheng region. The bank-floodplain claystone lithofacies widely occur throughout the study area. On the whole, the above-mentioned sedimentary microfacies have different effects on the local engineering construction. The water erosion within the channel gravel beds as the groundwater reservoirs may lead to the instability of the stratigraphic architectures and thus have the effects on the selection of the engineering stability technology. Due to the limited distribution, the point bar deposits may have the least influence on the local engineering construction. The bank-floodplain clay deposits as the soft beds may reduce the stability of slope and bars.

Key words: Urban geology; Chengdu plain; eastern suburb platform; middle Pleistocene; sedimentary facies; engineering geology