

南宁盆地泥岩风化带划分讨论

□ 赵印良

[摘要] 为较全面地划分泥岩中不同岩性的风化程度，通过多项实际工程试验数据及工作经验，利用标准贯入试验及单轴抗压强度试验方法。对不同岩性、不同风化程度泥岩的试验成果分别进行统计分析，确定不同岩性、不同风化程度泥岩试验数据的分布范围及界限值，提出南宁盆地泥岩用标准贯入试验击数和单轴抗压强度划分风化程度的方法及标准，为较准确地进行风化带划分提供依据。

[关键词] 南宁盆地；泥岩；风化程度；风化带

1 前言

南宁地形是以邕江河谷为中心的盆地形态，位于盆地东南的南宁市是广西壮族自治区首府、北部湾城市群核心城市。随着城市、公路、铁路及江河改造工程建 设，高层建筑、桥梁、交通枢纽、水利枢纽不断涌现，许多建（构）筑物以南宁盆地的泥岩作为天然地基或桩基础的持力层。因此，准确地划分南宁盆地泥岩风化带，对提供安全可靠、经济合理的岩土工程勘察成果报告尤为重要。但是，在岩土工程勘察中经常出现土和岩石区（划）分不清、风化带划分不合理等问题^[1]。本文结合实际工程和相关经验，从泥岩地基成因特性、原位测试数据统计分析，总结了泥岩风化程度划分的方法和依据，便于同行在岩土工程勘察中划分南宁盆地泥岩的风化程度，较准确地进行风化带划分，更好地为工程建设服务。

2 成因及分布特征

南宁盆地泥岩为湖相沉积岩，分布于邕江流域，为半成岩状态，属古近系地层，沉积厚度近1000m湖沼相地层。南宁盆地泥岩是一个广义的概念，主要由黏土质泥岩、粉砂质泥岩、砂质泥岩、砂岩组成，划分为北湖组、里彩组、南湖组、古亭组、凤凰组、瓦窑村组等，地层组地层分布如地质剖面示意图。（见图1）

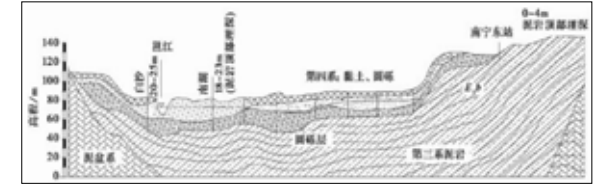


图1 南宁盆地典型地质剖面示意图（1-1剖面）

本文研究讨论泥岩分布在地表或浅层的南湖组和北湖组，用作建筑物或构筑物持力层范围深度内的泥岩，主要分布在盆地东部及西南部。西南部为浅灰色，主要为灰色泥岩、粉砂质泥岩夹钙质泥岩，夹有一些褐煤层；东部为灰白、浅灰、浅灰绿色，中厚～厚层泥岩和粉砂质泥岩，岩石的固结程度较低，呈半成岩状态，表层风化程度较高。根据各种岩样所做试验结果看，物理力学参数差异性很大，其力学强度特征往往介于岩和土之间^[2]。

3 泥岩基本特征及风化带划分

南宁盆地的泥岩基本特征主要表现在四个方面^[3]，第一，成岩时间短、成岩作用差，呈“土不土、岩不岩”的半成岩状态；第二，颗粒高度分散，富含亲水性的黏土矿物，具有膨胀性，属膨胀岩土；第三，岩性成分复杂，有黏土质泥岩、粉土质泥岩、砂质泥岩、粉砂岩、细砂岩等，互为夹层，呈千层饼状，软硬强度交替变化，风化带划分困难；第四，泥岩裂隙发育，易风化，见风见水，碎裂软化。

如今勘察单位所完成的岩土工程成果报告，对南宁盆地泥岩进行风化带的划分依据是各单位的经验和现有的标准。是依靠现场技术人员知识水平、感知认识和长期工作经验，如泥岩外露时，表层1m～3m为全风化层，3m～6m为强风化层，6m～8m以下为中风化层等经验。按《广西壮族自治区岩土工程勘察规范》（DBJ/T 45—002—2011）表A.0.2，标准贯入试验结果进行风化分类^[4]。依据经验及划分标准，泥岩地层分为全风化层、强风化层、中风化层。（见表1）

表1 按标准贯入试验击数进行风化分类 表A.0.2			
地层	全风化	强风化	中风化
泥岩	≤30	30～50	≥50

全风化层：①泥岩，为灰色～深灰色，呈可塑～硬塑状态，黏土状，切面光滑，无摇晃反应，有光泽，干强度高，韧性高。露出地表且长期被水浸泡的低凹地带，泥岩呈软塑状态。膨胀性为中～强，呈高～中压缩性，土体强度低。②粉砂岩或砂岩，风化为砂状，中密状态，邕江边或沟塘长期被水浸泡低凹地带会产生流沙现象。

强风化层：①泥岩，为灰色～灰白色或深灰色，湿度为湿～稍湿，硬度为硬塑～坚硬，厚层状，成岩程度较低，偶含贝壳类化石。失水干裂、遇水易软化，膨胀性为中～强，低压缩性，为极软岩，岩体较完整，与粉砂质泥岩呈互层状产出，岩体基本质量等级为Ⅴ级，岩石质量指标较好。②泥质粉砂岩或砂岩，为灰色～灰白色，厚层状，偶含贝壳类化石。岩芯多呈短柱状，失水干裂、湿水易软化，为极软岩～软岩，岩体完整程度较为完整，岩体基本质量等级为Ⅴ级，岩石质量指标较好。

中风化层：①泥岩，为灰色～灰白色或深灰，稍湿，坚硬，敲击稍有刚性回声，岩石结构部分破坏，厚层状构造。偶含贝壳类化石，失水干裂、湿水易软化，为极软岩，基本质量等级为Ⅳ级～Ⅴ级。②中风化砂岩，为灰白色～灰褐色，砂质结构，厚层状构造，敲击稍有刚性回声，岩石质量指标较好，岩石坚硬程度为软岩～较软岩，局部为较硬岩，岩体基本质量等级为Ⅲ级～Ⅳ级。

全风化层及强风化层泥岩可取原状岩样，按一般土工试验方法，确定其物理力学指标，强风化、中风化层泥岩、砂岩可做天然状态的单轴抗压强度试验或点荷载试验，以确定抗压强度。

4 风化带划分存在的问题

在岩土工程勘察活动中，经常因风化带划分不合理或不正确，出现提高工程造价、影响工期和质量等问题。列举以下两个工程实例。

实例1：南宁某综合楼项目，拟采用桩基，钻探过程中现场技术员把风化泥层岩鉴定为第四纪土层，勘察报告把泥岩按一般的黏性土处理，提供的桩基设计参数不合理，地基承载力严重偏低，使桩径、桩长过大，造成地基处理造价高，建设工期长。

实例2：拟建的某科技园总部基地一期工程，总部办公楼主楼51层，总高237.30m，设置整体地下室3层。业主委托甲乙两勘察单位先后进行两次岩土工程勘察，甲单

位把泥岩分为2个风化带；强风化和中风化带；3个力学分层：强风化泥岩④、中风化泥岩⑤、中风化砂岩⑥。乙单位把泥岩分为3个风化带；全风化、强风化和中风化带，共分7个力学分层，其中全风分化1层：泥岩④-1，强风分化两层：粉砂质泥岩④-2、泥岩④-3，中风化分为4层：泥岩⑤、粉砂岩⑥-1、泥岩⑥-2、粉砂岩⑥-3。

根据甲乙两单位勘察成果报告，建筑基底已进入南宁盆地湖相沉积半成岩的泥岩层上，由于对风化带的不同划分，对岩土物理力学指标的测试方法和室内试验手段的差异，出现两个不同的结论和建议。甲单位结论和建议为：建筑基底主要落在强风化泥岩层，泥岩地基持力层不满足天然地基要求，建议采用桩基础方案；乙单位结论和建议为：建筑基底落在中风化泥岩层，持力层满足天然地基要求，建议采用天然地基筏板基础方案。上述两个单位对风化带地层的划分，导致同一地层出现了不同结果，得出不一样的结论。

针对上述工程出现的问题，提出对泥岩风化带划分的讨论，找到更为合理的解决方法。

5 泥岩风化带划分讨论

岩石随风化程度的加剧，其孔隙比势必增大，强度和弹性模量将明显降低。风化岩体强度降低，标贯击数将减少^[5]。《广西壮族自治区岩土工程勘察规范》（DBJ/T 45—002—2011），按标准贯入试验进行泥岩风化带分类划分。该标准虽然为勘察人员提供了依据，但对于黏土质泥岩或粉土质泥岩较为适合，对于岩石成分颗粒较大的粉砂岩、砂岩不太适合。南宁盆地泥岩地层成分和风化较复杂，岩层岩性成分有黏土质泥岩、粉土质泥岩、砂质泥岩、粉砂岩等，软硬强度交替变化。在同一风化层中，泥岩和砂岩的强度不一样，如按单一检测划分标准，对单一岩性划分是可行的，但岩性变化后就不适合了。同一风化带不同的岩性，采用同一划分标准，划分结果出现强风化中夹中风化、中风化中夹强风化等不合理现象。因此，用标贯划分泥岩风化程度，要对泥岩、砂岩区别对待，找出不同的划分标准，同时也建议用泥岩、砂岩天然状态下的单轴抗压强度作为风化程度的划分标准之一。

通过研究南宁北部湾科技园综合大楼、广西大学高层住宅、福满瑞园等多项具有代表性的工程，将上百组各种不同风化程度的泥岩、砂岩进行标准贯入试验锤击数N（未做深度修正）、天然状态单轴抗压强度统计见表2。

经统计发现，泥岩（黏土质泥岩、粉土质泥岩），标准贯入击数N：全风化主要在5～25击，强

表2 风化泥岩、砂岩标准贯入/单轴抗压强度试验统计

风化程度	岩性	标准贯入试验N (击)		单轴抗压强度试验Rb (MPa)	
全风化	黏土 (泥岩)	统计个数 (工程)	6	统计个数 (工程)	
		实测范围值	5~25	实测范围值	
		平均值范围	15~25	平均值范围	
	砂土 (砂岩)	统计个数 (工程)	6	统计个数 (工程)	
		实测范围值	13~30	实测范围值	
		平均值范围	15~25	平均值范围	
强风化	泥岩	统计个数 (工程)	15	统计个数 (工程)	10
		实测范围值	21~67	实测范围值	0.3~5.32
		平均值范围	27~56	平均值范围	0.67~3.87
	砂岩	统计个数 (工程)	8	统计个数 (工程)	6
		实测范围值	40~80	实测范围值	0.43~7.9
		平均值范围	43.5~68	平均值范围	1.39~5.4
中风化	泥岩	统计个数 (工程)	6	统计个数 (工程)	6
		实测范围值	53~180	实测范围值	0.61~7.32
		平均值范围	72.7~150	平均值范围	2.33~4.4
	砂岩	统计个数 (工程)	6	统计个数 (工程)	6
		实测范围值	76~300	实测范围值	6~46.7
		平均值范围	110.2~250	平均值范围	8.9~27.2

注明：1.标贯击数未经修正，超过50击是按实打击数和相应贯入量推算得出；2.单轴抗压强度是天然状态下的测定值；3.统计个数指工程项目个数，平均值指一个项目平均值

表3 标准贯入试验击数N (击) 进行风化分类

地层	全风化	强风化	中风化
泥岩、粉砂质泥岩	≤25	25~50	≥50
粉砂岩、砂岩	≤30	30~75	≥75

表4 单轴抗压强度Rb (MPa) 进行风化分类

地层	全风化	强风化	中风化
泥岩、粉砂质泥岩	≤0.2	0.2~2.5	≥2.5
粉砂岩、砂岩	≤0.2	0.2~7.5	≥7.5

风化在25~50击，中风化大于50击。粉砂岩或砂岩，全风化层在12~30击，强风化在30~75击，中风化层大于75击。强风化泥岩的单轴抗压强度主要分布在0.2MPa~2.5MPa，中风化泥岩大于2.5MPa；强风化砂岩单轴抗压强度主要分布在0.2MPa~7.5MPa，中风化大于7.5MPa。

6 泥岩风化带划分建议

根据统计结果：同等风化的泥岩、砂岩标准贯入击数及天然单轴抗压强度有较大的差异，根据不同岩性制定不同的划分标准。因此，笔者建议，一是按表3标准贯入试验击数进行风化分类，二是按表4单轴抗压强度进行风化分类。在实际工作中应综合两个分类指标及实际经验进行泥岩的分类划分。

7 结语

根据南宁盆地泥岩风化带划分现状及出现的有关工

程问题，进行风化带划分讨论分析，用多项工程不同风化带、不同岩性的标准贯入试验击数及单轴抗压强度统计，总结泥岩风化带划分经验，提出不同的划分方法和标准，供同行参考讨论。

[参考文献]

[1]钱伟文,张信贵,黄窈婷,等.基于南宁盆地影响泥岩强度特性的因素分析[J].广西大学学报(自然科学),2016,41(4):1109-1115.
[2]刘靚.南宁盆地泥岩力学性质研究[J].湖南地质,2002(4):286-290.
[3]张信贵,易念平.南宁盆地泥岩特性与工程桩基失效探析[J].岩土力学,2006,27(S2):1273-1276.
[4]广西壮族自治区住房和城乡建设厅.广西壮族自治区岩土工程勘察规范: DBJ/T 45—002—2011[S].2011
[5]陈斌.标准贯入试验在划分泥岩风化带中的应用[J].广东地质,2012(1):133-136.