

# 基于Android系统的水利勘察标贯触探承载力计算分析系统研发

何珍明 吕超 吴曼菲

广西桂禹工程咨询有限公司 广西 南宁 530023

**摘要:** 精准确定各类地基土的承载力特征值是水利水电工程地质勘察的核心技术环节之一,当前该工作主要采用人工对照规范手册、在PC端完成数值计算的传统作业模式,存在现场采集数据时效性滞后、处理效率低下及成果转化困难等瓶颈问题。同时,移动互联网技术与工程勘察领域的深度融合,正在推动工程勘察现场作业模式向数字化转型。针对传统PC端数据处理模式在时效性与便携性方面的局限性,本研究聚焦水利工程勘察中最常用的原位测试技术手段——标准贯入试验与触探试验,开发了一款基于Android操作系统、采用Java语言开发的标贯、触探承载力智能计算分析系统。该系统集成数据录入、智能计算、成果表格生成及数据管理等功能模块,通过动态适配《广西壮族自治区岩土工程勘察规范》(DBJ/T45-002-2011)等规范标准,将复杂的承载力计算过程程序化、便携化。工程实践验证表明,该软件可大幅提升现场作业效率,有效降低人为误差风险,实现勘察数据从采集到分析的数字化闭环管理,为工程现场快速决策提供了有力的技术支撑。

**关键词:** Android开发; 标准触探试验; 承载力计算; 移动应用; 岩土工程

## 1 序言

水利水电工程勘察领域中,标准贯入试验、轻型动力触探试验及重型动力触探试验等原位试验是土层特性判别、地基承载力评估及液化可能性判定的关键技术手段<sup>[1-2]</sup>。水利水电工程勘察的传统作业流程存在显著痛点:现场技术人员需手动记录标贯试验锤击数,内业人员则需基于规范公式通过PC端手工计算或借助Excel表格处理,该模式存在作业流程冗长、计算效率低下及人为误差风险高等问题。

Android智能移动设备的普及,凭借其卓越的计算性能、便携特性及实时数据处理能力,为突破传统作业模式提供了技术支撑。本研究致力于开发一款面向工程勘察现场的标贯触探数据分析专用软件,该软件可实现勘察数据的即时采集、规范计算与智能分析,显著缩短数据处理周期,推动勘察作业的数字化转型。本文旨在系统阐述该软件的设计理念、功能架构、技术实现路径及其在工程实践中的创新价值。

## 2 基本原理与依据

本研究开发的标贯触探承载力计算分析软件主要依据《岩土工程勘察规范》(GB50021-2021)(2009年版)第14章及附录B、《广西壮族自治区岩土工程勘察规范》(DBJ/T45-002-2011)附录C等相关规范标准进行研发<sup>[3-4]</sup>。

各类土层的承载力特征值主要采用标准贯入试验锤

击数N、轻便触探试验锤击数N<sub>10</sub>、重型圆锥动力触探试验锤击数N<sub>63.5</sub>和超重型圆锥动力触探试验锤击数N<sub>120</sub>标准值,并根据《广西壮族自治区岩土工程勘察规范》(DBJ/T45-002-2011)附录C.0.3中表C.0.3-1~表C.0.3-10的规定进行计算<sup>[4]</sup>。

各类土层的标准贯入试验锤击数N、重型圆锥动力触探试验锤击数N<sub>63.5</sub>和超重型圆锥动力触探试验锤击数N<sub>120</sub>按《广西壮族自治区岩土工程勘察规范》(DBJ/T45-002-2011)附录C.0.4中式(C.0.4-1)、式(C.0.4-2)、式(C.0.4-3)进行修正,再按现行国家标准《岩土工程勘察规范》(GB50021-2021)(2009年版)第14.2.4条的规定计算锤击数的标准值<sup>[4]</sup>。

## 3 软件设计与开发环境

### 3.1 设计目标

本软件针对工程勘察现场作业需求,构建了以下五维度的技术实现目标:①便携性:基于Android移动平台(手机/平板)构建轻量化部署方案,突破传统作业的空间限制,实现多设备协同的现场作业模式。②规范性:集成国家及行业最新规范标准体系,建立动态适配不同地区规范要求的计算模型库。③高效性:构建"输入-计算-输出"全流程自动化处理机制,通过实时计算引擎实现数据成果的快速生成。④友好性:采用人机工程学设计原则,开发直观、简洁的用户交互操作界面。⑤功能性:设计模块化架构,集成勘察数据智能统计分析与标

准化成果表导出功能<sup>[5-6]</sup>。

3.2 开发环境与关键技术

本研究的开发环境和关键技术支撑为：①操作系统：兼容Android 10.0（API Level 26）及以上版本操作系统，确保多版本设备兼容性。②开发语言：采用Java语言主导业务逻辑实现，配合XML标记语言构建用户界面布局框架。③开发工具：利用Android Studio进行代码编辑、调试、性能分析等。④数据存储：选用SQLite轻量级关系型数据库管理系统，实现勘察项目数据、钻孔地层信息和计算结果的本地持久化存储。⑤核心架构：架构设计：遵循Model-View-Presenter（MVP）分层架构原则，通过业务逻辑层与表现层的解耦设计，提升系统模块化开发能力和单元测试覆盖率<sup>[5-6]</sup>。

4 软件核心功能模块实现

4.1 项目与数据管理模块

该模块负责创建、编辑和删除勘察项目，并在项目下管理多个钻孔的标贯触探数据。主要使用SQLiteOpenHelper创建数据库和表pro。用SQLiteDatabase对数据表进行读写操作，最后将数据展示在ListView中。

4.2 数据录入模块

数据输入界面为表单式界面，供用户输入钻孔信息（孔号）和每一土层的标贯触探试验数据（深度、实测击数N、杆长等）。主要利用Android的多种UI控件，如EditText（输入框）、Spinner（下拉选择）、TextView（文本显示）等构建输入表单。加入数据有效性校验，如击数必须为数字、深度逻辑校验等。

4.3 核心计算分析模块

这是本软件的算法核心。根据用户输入的原始数据，自动进行杆长修正，并依据选定规范计算地基承载力特征值等参数。

①杆长修正：根据规范公式自动计算修正锤击数N'。

$$N' = \alpha * N$$

其中，N为现场试验实测锤击数，alpha为杆长修正系数。

②承载力特征值计算：主要依据《广西壮族自治区岩土工程勘察规范》（DBJ/T45-002-2011）等，实现由标贯击数、轻型触探击数、重型触探击数、超重型触探击数估算粘性土、砂土、碎石土等土层的承载力特征值fak。

③功能实现：将上述数学模型在Java中编写为独立的工具类TableFunction，提供静态方法，接收原始数据参数，返回计算结果。确保业务逻辑与界面显示分离。

4.4 成果可视化与输出模块

软件可将计算成果以清晰、直观的表单形式呈现给用户，并支持试验成果数据的导出。①数据计算与展示：数据输入完成后，点击计算按钮，软件将以列表形式展示测试土层的名称、测试孔号、实验深度、原始锤击数、试验杆长、修正系数、修正锤击数、承载力特征值等数据。②数据导出：该模块主要利用Android系统java语言的apache POI工具生成和编辑excel文件实现数据导出。即数据计算分析完成后，点击生成Excel按钮，将试验成果数据表以xlsx格式导出，以便客户使用和传输。

5 软件应用与测试

为了验证本软件的有效性与可靠性，项目组利用已有勘察项目数据进行测试。

项目组平行使用本软件和传统PC方法处理同一组标贯数据。结果表明，本软件计算结果准确，与传统PC方法计算结果一致，且相对传统PC计算方法而言，本软件有效提升处理原位试验数据的效率50%以上，本软件和传统PC方法数据处理结果详见图1。

| I级阶地冲积物第二层含有机质粉质粘土层标准贯入试验成果表（PC计算）        |       |             |     |      |        |        |               |
|-------------------------------------------|-------|-------------|-----|------|--------|--------|---------------|
| 地层代号                                      | 钻孔编号  | 深度（m）       | 锤击数 | 杆长   | 修正系数a值 | 修正后锤击数 | 对应承载力特征值（kpa） |
| 含有机质粉质粘土（Q <sub>4</sub> <sup>al-2</sup> ） | zk201 | 10.15-10.45 | 8   | 12.1 | 0.81   | 6.47   |               |
|                                           |       | 12.05-12.35 | 7   | 15.1 | 0.77   | 5.38   |               |
|                                           | zk202 | 10.15-10.45 | 3   | 12   | 0.81   | 2.43   |               |
|                                           |       | 10.75-11.05 | 8   | 12.1 | 0.81   | 6.47   |               |
|                                           | zk203 | 14.55-14.85 | 10  | 14.8 | 0.77   | 7.73   |               |
|                                           |       | 11.05-11.35 | 12  | 11.6 | 0.82   | 9.8    |               |
|                                           | zk211 | 2.45-2.75   | 9   | 8.3  | 0.87   | 7.87   |               |
|                                           |       | 4.45-4.75   | 7   | 10.3 | 0.84   | 5.87   |               |
|                                           | zk212 | 12.95-13.25 | 5   | 14.8 | 0.77   | 3.86   |               |
|                                           | 统计个数  |             |     |      |        | 9      |               |
|                                           | 平均值   |             |     |      |        | 6.21   |               |
|                                           | 小值平均值 |             |     |      |        | 4.39   |               |
|                                           | 标准差   |             |     |      |        | 2.20   |               |
|                                           | 变异系数  |             |     |      |        | 0.35   |               |
|                                           | 标准值   |             |     |      |        | 4.83   | 151.08        |

| I级阶地冲积物第二层含有机质粉质粘土层标准贯入试验成果表（Android版测试） |       |             |         |      |                  |          |          |
|------------------------------------------|-------|-------------|---------|------|------------------|----------|----------|
| 土层名称                                     | 钻孔    | 深度(m)       | 输入击数(击) | 输入杆长 | 修正系数( $\alpha$ ) | 修正后击数(击) | 承载力(kPa) |
| 含有机质粉质粘土<br>( $Q_4^{al-2}$ )             | Zk201 | 10.15-10.45 | 8       | 12.1 | 0.81             | 6.47     | 178.08   |
|                                          | Zk201 | 12.05-12.35 | 7       | 15.1 | 0.77             | 5.38     | 153.55   |
|                                          | Zk202 | 10.15-10.45 | 3       | 12   | 0.81             | 2.43     | 85.05    |
|                                          | Zk203 | 10.75-11.05 | 8       | 12.1 | 0.81             | 6.47     | 178.08   |
|                                          | Zk203 | 14.55-14.85 | 10      | 14.8 | 0.77             | 7.73     | 200.95   |
|                                          | Zk206 | 11.05-11.35 | 12      | 11.6 | 0.82             | 9.8      | 250.0    |
|                                          | Zk211 | 2.45-2.75   | 9       | 8.3  | 0.87             | 7.87     | 203.05   |
|                                          | Zk211 | 4.45-4.75   | 7       | 10.3 | 0.84             | 5.87     | 164.58   |
|                                          | Zk212 | 12.95-13.25 | 5       | 14.8 | 0.77             | 3.86     | 122.2    |
| 平均值                                      | -     | -           | -       | -    | -                | 6.21     | 172.2    |
| 小值平均值                                    | -     | -           | -       | -    | -                | 4.39     | 132.7    |
| 大值平均值                                    | -     | -           | -       | -    | -                | 7.67     | 200.02   |
| 标准值                                      | -     | -           | -       | -    | -                | 4.83     | 141.65   |
| 最大值                                      | -     | -           | -       | -    | -                | 9.8      | 250.0    |
| 最小值                                      | -     | -           | -       | -    | -                | 2.43     | 85.05    |
| 标准差                                      | -     | -           | -       | -    | -                | 2.2      | -        |
| 变异系数                                     | -     | -           | -       | -    | -                | 0.35     | -        |

图1 本软件和传统PC方法数据处理结果对比

6 结论

本文研发了一种基于Android系统Java语言开发的移动便携式标准触探试验承载力计算分析软件。该软件通过嵌入式集成行业规范公式库，结合标准化与用户友好型交互设计，有效克服了传统野外作业中数据实时处理的行业瓶颈，实现了水利水电工程勘察现场原位试验数据计算的移动化、智能化，效提升相关勘察工作效率50%以上。

未来展望：一是云协同架构，构建基于网络协议的跨平台数据互通机制，实现移动终端与Web/PC客户端的勘察数据实时同步，形成覆盖全流程的勘察信息闭环管理系统。二是动态规范适配，建立多维度规范公式库的迭代更新机制，通过集成不同行业及地域的标准体系，增强软件在复杂工程场景中的兼容性与扩展能力。

参考文献

[1]中华人民共和国建设部. 建筑地基基础设计规范（GB 50007-2011）[S]. 北京：中国建筑工业出版社，2012.

[2]李广信，张丙印，于玉贞. 土力学[M]. 第2版. 清华大学出版社，2013.

[3]中华人民共和国建设部. 岩土工程勘察规范（GB50021-2021）（2009年版）[S]. 北京：中国建筑工业出版社，2009.

[4]广西华蓝岩土工程有限公司. 广西壮族自治区岩土工程勘察规范（DBJ/T45-002-2011）[S]. 广西，2018.

[5]布莱特. Android高级编程[M]. 清华大学出版社，2019.

[6]Phillips B., Hardy B. Android编程权威指南[M]. 人民邮电出版社，2021.