

# 标准贯入试验在岩土工程勘察中的应用

余鸿喜

山西冶金岩土工程勘察有限公司 山西太原 030031

**摘要:** 想要顺利推进各类工程建设,前期的岩土工程勘察是必不可少的的基础工作,它与后续施工的安全、工程的整体质量息息相关。标准贯入试验作为一种操作便捷、成本低廉的原位测试技术,在岩土工程勘察领域的应用场景十分丰富。本文结合实际的工程实践,分析该试验在土层性质判断、地基承载力确定、砂土液化判别等方面的具体应用价值,探讨影响试验结果精准性的因素和对应的质量控制手段,帮助更多非专业群体认识并了解这一实用的勘察方法。

**关键词:** 标准贯入试验;岩土工程勘察

## 引言

不管是盖住宅楼房、修城际公路,还是建跨江大桥,但凡要开展工程建设,第一步要做的就是将施工现场地下土层的分布规律、力学特性摸清楚,这便是岩土工程勘察的核心工作。要是这项勘察工作做得不到位,后续很可能引发地基下沉、建筑主体倾斜,甚至是整体垮塌这类危及安全的严重后果。标准贯入试验不需要配备复杂精密的仪器,操作起来既简单又高效,还能适配大部分土层的测试要求,在民房建造、交通基建、水利枢纽建设等诸多领域,都扮演着无可替代的角色。

## 一、标准贯入试验的基本原理与操作流程

### 1. 基本原理

标准贯入试验的原理其实很直观,就是借助一定重量的落锤,从固定高度自由下落,冲击钻杆顶端,把底部的贯入器垂直打入土层里,通过记录贯入器进入土层一定深度时的锤击次数,来判断土层的软硬、密实程度。简单来说,土层越密实,贯入器越难打进去,锤击次数就越多;反之,土层越松散,贯入器越容易下沉,锤击次数就越少。技术人员正是通过这个锤击次数,来推断土层的工程性质,为后续的工程设计提供依据。这种方法不需要复杂的计算,完全依靠现场实际操作获取数据,非常适合在各类工程勘察现场推广使用。

### 2. 操作流程

标准贯入试验的操作流程有明确的步骤要求,每一步都关系到最终数据的准确性,具体可以分为试验准备、钻进成孔、贯入测试和数据记录四个环节。试验准备阶段,首先要检查所有设备是否完好,包括钻机、钻杆、

贯入器和落锤系统等。贯入器的尺寸要符合规定标准,落锤的重量也要准确无误,同时还要根据勘察任务的要求,确定好需要做试验的点位,在现场做好标记,规划好设备的摆放位置。接下来是钻进成孔环节。技术人员会操控钻机在指定位点钻孔,钻孔过程中要保持钻头垂直,不能出现歪斜的情况。当钻孔深度到达试验土层上方一定距离时,就要停止钻进,然后清理孔底的虚土和杂物,保证孔底平整。如果钻孔中出现地下水,或者遇到容易坍塌的土层,就要采取护壁措施,比如下入套管或者注入泥浆,防止孔壁坍塌堵塞钻孔,影响后续试验。贯入测试是整个试验的核心环节。技术人员会把贯入器和钻杆连接好,缓慢放到钻孔底部,确保贯入器处于垂直状态。之后启动落锤系统,让落锤从固定高度自由下落,冲击钻杆顶端。在贯入过程中,要分别记录贯入器打入土层15厘米和继续打入到30厘米时的锤击次数,其中后15厘米的锤击次数就是判断土层性质的关键数据。如果在贯入器还没到30厘米时,锤击次数就已经达到了规定的上限,就要停止试验,同时记录好当时的贯入深度和锤击次数。最后是数据记录环节。试验人员要把试验点位的位置、海拔高度、土层名称、贯入深度、锤击次数等信息详细记录下来,哪怕是试验过程中出现的异常情况,比如孔壁坍塌、地下水突然涌出等,也要一一备注清楚。这些记录会成为后续分析土层性质的重要依据,一点都不能马虎。

## 二、标准贯入试验在岩土工程勘察中的具体应用

### 1. 判断土层的密实程度和均匀性

在岩土工程勘察中,判断土层的密实程度是最基础也是最重要的一项工作,标准贯入试验在这方面的应用

非常成熟。对于砂土来说，锤击次数的多少和密实程度几乎是直接挂钩的。锤击次数少，说明砂土颗粒之间空隙大，土层松散，这种土层作为地基的话，很容易发生沉降；锤击次数多，说明砂土颗粒排列紧密，土层密实，是比较理想的地基持力层。而对于粉土和粘性土，锤击次数也能反映出它们的密实度和强度，技术人员可以根据锤击次数，大致判断出这些土层的软硬程度，以及在承受荷载后的压缩变形情况。除此之外，通过在同一个场地的不同点位、同一个钻孔的不同深度做标准贯入试验，获取一系列锤击次数数据，还能判断土层的均匀性。如果不同点位的锤击次数相差不大，说明土层分布比较均匀，工程施工时地基处理的难度就会小一些；如果锤击次数相差悬殊，就意味着土层分布不均匀，可能存在局部软土或者硬土夹层，需要在后续设计和施工中采取针对性的措施。

## 2. 确定地基的承载能力

地基的承载能力是指土层能够承受建筑物等工程结构荷载的能力，这是工程设计的核心参数之一，标准贯入试验是确定地基承载力的常用方法。不同地区的土层性质差异很大，技术人员会结合当地的工程实践经验，建立锤击次数和地基承载力之间的对应关系。比如在一些粘性土分布广泛的地区，锤击次数越多，地基承载力就越高，根据当地总结的经验，只要拿到锤击次数的数据，就能大致估算出地基能承受多大的荷载。不过需要注意的是，这种估算方法不能完全依赖标准贯入试验的数据，还要结合室内试验的结果，以及场地的地形、地下水情况等因素综合判断。毕竟建筑物的安全至关重要，多方面的数据相互验证，才能确保地基承载力的确定准确可靠。

## 3. 判别砂土液化的可能性

在地震多发地区，砂土液化是一个非常危险的岩土工程问题。所谓砂土液化，就是饱和的砂土在地震作用下，颗粒之间的有效应力急剧降低，原本固态的砂土会变得像液体一样，失去承载能力，进而导致地面沉降、建筑物倾斜倒塌等严重灾害。标准贯入试验就是判别砂土液化可能性的重要手段。在进行液化判别时，技术人员会先明确场地的抗震设防烈度、设计地震分组等参数，然后根据相关规范的要求，计算出该场地砂土发生液化的临界锤击次数。之后把现场试验得到的实际锤击次数和临界锤击次数进行对比，如果实际锤击次数小于临界值，就说明该土层在地震作用下有可能发生液化；如果实际锤击次数大于临界值，就意味着砂土发生液化的可

能性很小。通过这种判别方法，技术人员可以明确场地的液化等级，为工程的抗震设计提供依据。对于存在液化风险的场地，提前采取换填、强夯等抗液化措施，就能有效降低地震灾害对工程结构的影响。

## 4. 辅助桩基工程的设计与施工

在很多工程中，当地基土层的承载能力不足以支撑建筑物的荷载时，就需要采用桩基，把荷载传递到更深层的坚硬土层中。标准贯入试验在桩基工程的设计和施工环节都能发挥重要作用。在设计阶段，技术人员会在规划的桩位附近进行标准贯入试验，获取不同深度土层的锤击次数数据，以此判断桩身周围土层和桩端持力层的性质。根据这些数据，可以估算出桩侧摩阻力和桩端阻力的大小，进而确定桩的长度、直径等参数，选择合适的桩型。比如如果深层土层的锤击次数多、密实度高，就可以把桩端设置在这个土层，保证桩基的承载能力。在施工阶段，标准贯入试验还能用来检验成桩质量。对于打入式预制桩，施工后可以在桩的周围再次进行试验，通过对比桩身周围土层的锤击次数变化，判断桩打入后土层的密实程度是否达标，桩的承载能力是否达到设计要求。对于钻孔灌注桩，成孔后可以通过标准贯入试验检查孔底沉渣的厚度，如果沉渣过厚，就会影响桩基的承载力，需要及时清理。

## 三、标准贯入试验的影响因素与质量控制措施

### 1. 影响试验结果的主要因素

标准贯入试验的最终结果极易受到各类因素的干扰，这些影响因素里既有来自外界的客观环境条件，也有和试验人员操作相关的主观因素，其中比较常见的主要有这么几类。首先要提到的是钻进工艺带来的影响。钻孔作业时，要是护壁工作做得不到位，孔壁就极易发生坍塌，坍塌下来的土体堆积在孔底，会增大贯入器入土时的阻力，最终造成锤击次数偏高的情况；而要是钻进速度过快，又会对目标试验土层造成过度扰动，破坏土层原本的天然状态，同样会让测出来的数据和实际情况产生偏差。其次是钻杆长度的影响。钻杆在传导落锤冲击力的过程中会产生一定的弹性形变，钻杆的长度越长，这种形变量就会越大，实际传递到贯入器上的冲击力也就越小，这样一来，想要让贯入器下沉到规定深度，就需要更多的锤击次数，直接导致测量得到的锤击数值偏大。再者是操作手法的影响。试验人员的操作习惯各有不同，比如落锤时没能让其自由下落，反而额外施加推力或拉力，就会改变原本应有的冲击力度；要是贯入器下放时没能保持垂直状态，还会增加侧向摩擦力，这些

不当操作都会影响锤击次数的精准性。最后是土层自身性质的影响。如果土层中混杂着碎石、卵石这类粗颗粒物质，贯入器下沉时会遭遇明显阻碍，锤击次数自然会大幅偏高；而面对含水量偏高的软土层时，贯入器下沉所受阻力较小，对应的锤击次数就会偏低。

## 2. 提升试验质量的控制措施

想要让标准贯入试验的结果保持准确可靠，针对前面提到的那些影响因素，就得针对性地做好质量把控工作。其一，要规范钻进的工艺流程。试验人员得结合土层的实际情况挑选适配的护壁办法，碰到松散易坍塌的土层，优先选择套管护壁的方式，防止孔壁土体掉落至孔底；若是粘性土层，则可以采用泥浆护壁，把控好泥浆的浓度与粘稠度，避免虚土在孔底淤积。钻进的速度要保持均匀平缓，尤其是快要抵达试验土层的时候，更要放慢钻进节奏，减轻对土层的扰动。钻孔完成后，务必仔细清理孔底的虚土，确保试验能在干净整洁的孔底环境中开展。其二，要做好钻杆长度的校正工作。试验开始前要精准测量钻杆的总长度，依据相关规范的要求，对实测的锤击次数进行修正，抵消钻杆弹性变形造成的偏差。与此同时，试验过程中要定期检查钻杆的连接状况，防止出现钻杆松动或脱落的问题，保证落锤的冲击力能够稳定传递到贯入器上。其三，要统一试验的操作标准。参与试验的人员都得接受专业的技能培训，严格依照操作规程开展试验。落锤时要确保落锤处于自由下落的状态，不能额外施加推力或者拉力；下放贯入器时要调整好位置，保证它始终保持垂直；锤击过程中要维持均匀的节奏，准确记录每一段贯入深度对应的锤击次数，避免出现漏记或者错记的情况。

## 四、标准贯入试验的局限性与发展方向

### 1. 试验本身的局限性

虽然标准贯入试验应用广泛，但它并不是万能的，也存在一些明显的局限性。首先，它对粗颗粒土层的适应性很差。如果土层中含有大量的碎石、卵石，贯入器很难顺利打入土层，根本无法获取有效的锤击次数数据，这时就需要借助重型动力触探等其他原位测试方法。其次，试验结果的重复性较差。由于试验过程中人为操作因素的影响较大，即使在同一个点位重复进行试验，得到的锤击次数也可能存在差异，数据的稳定性不如一些自动化程度高的测试方法。最后，它只能反映土层的宏观性质，无法揭示土层的微观结构特征。对于膨胀土、湿陷性黄土等特殊土，仅凭标准贯入试验的数据很难全面评价其工程性质，必须结合室内试验和其他专项测试

手段，才能做出准确判断。

### 2. 未来的发展方向

随着岩土工程勘察技术的不断进步，标准贯入试验也在朝着更加智能化、精准化的方向发展。一方面，试验设备的智能化程度会越来越高。未来会出现更多自动化的落锤系统和数据采集系统，落锤的重量、落距可以实现自动控制，避免人为操作带来的误差；数据采集也会实现实时化、数字化，锤击次数、贯入深度等数据可以直接传输到电脑中，减少人工记录的失误。另一方面，测试方法会朝着多元化融合的方向发展。标准贯入试验会和静力触探、十字板剪切试验等其他原位测试方法结合使用，不同方法的数据相互补充、验证，能够更全面地评价土层性质。比如把标准贯入试验和静力触探结合，可以同时获取土层的密实度和强度数据，提升勘察结果的准确性。此外，经验公式的区域化和精细化也是重要的发展方向。不同地区的土层性质差异很大，未来会针对各个地区的具体情况，开展更多的试验研究，建立更加精准的锤击次数与土层力学指标之间的对应关系，让标准贯入试验的数据解读更加科学合理。

## 结束语

标准贯入试验凭借操作简便、成本低廉、适用范围广等优势，在岩土工程勘察中占据着重要地位，无论是判断土层密实度、确定地基承载力，还是判别砂土液化、辅助桩基工程设计，都能发挥关键作用。但同时也要看到，标准贯入试验的结果容易受到钻进工艺、钻杆长度、操作手法等多种因素的影响，在实际应用中，必须严格规范操作流程，采取有效的质量控制措施，结合场地的具体情况和其他勘察手段进行综合分析，才能确保试验数据的准确性和可靠性。

## 参考文献

- [1] 贾豫蓉. 基于复杂地质条件下岩土勘察工程的策略分析[J]. 大众标准化, 2024(16): 92-94.
- [2] 张建荣. 论岩土勘察工程中的问题与应对措施[J]. 居业, 2022(12): 70-72.
- [3] 王攀. 岩土工程勘察作业中地层划分的标准及原则分析[J]. 西部探矿工程, 2021(2): 26-28.
- [4] 程昊, 尚涛, 程荣双. 中、法标准中关于公路岩土勘察成果主要差异分析[J]. 公路, 2020(2): 56-58.
- [5] 刘琦. 标准贯入试验在岩土勘察中的应用探析[J]. 西部资源, 2019(3): 122, 125.