

海砂的鉴定方法研究

沈平*

(中国检验认证集团福建有限公司, 福州 350015)

摘要: 目的 开发一种科学的海砂鉴定方法, 以区分海砂与河砂。**方法** 通过海砂的感官特征、显微特征、化学和物理特征、方量测量等方法对海砂进行定性和定量分析。**结果** 化学分析表明, 海砂有别于河砂, 具有高氯化物含量 ($\geq 0.01\%$)、高贝壳含量 ($\geq 0.1\%$) 的特点; 物理特性检测发现海砂的电导率显著高于河砂; 定量分析方面, 本研究提出的海砂重量计算方法, 相对偏差在 0.25%~0.87%, 此偏差值已接近汽车衡重允许 $\pm 0.3\%$ 的误差。

结论 本研究提出的鉴定方法能快速、有效地辨别海砂, 对于确保建筑材料安全性具有重要意义。

关键词: 海砂; 河砂; 氯化物; 电导率; 测量

Research on the identification methods of sea sand

SHEN Ping*

(China Certification & Inspection Group Fujian Co., Ltd., Fuzhou 350015, China)

ABSTRACT: Objective To develop a scientific method for identifying sea sand to differentiate it from river sand.
Methods Qualitative and quantitative analysis of sea sand is conducted through its sensory characteristics, microscopic features, chemical and physical properties, and volumetric measurement methods. **Results** The chemical analysis shows that sea sand is different from river sand with high chloride content ($\geq 0.01\%$) and high shell content ($\geq 0.1\%$). The electrical conductivity of sea sand is significantly higher than that of river sand. In terms of quantitative analysis, the relative deviation of the sea sand weight calculation method proposed in this study is 0.25%~0.87%, which is close to the allowable error of $\pm 0.3\%$ of the truck scale. **Conclusion** The identification method proposed in this study can quickly and effectively distinguish sea sand, which is of great significance in ensuring the safety of building materials.

KEY WORDS: seasand; river sand; chloride; electrical conductivity; measurement

0 引言

随着中国砂石资源的日益枯竭及开采对环境的潜在影响, 海砂作为建筑用材料的替代潜力受到关注, 这使得非法盗采海砂案件频发, 常有不法分子将海砂伪装成河砂混淆市场^[1-2]。本文通过对海砂定性和定量的研究, 为海砂鉴定提供一套准确、有效的鉴定方法。帮助市场监管部门更有效地监管市场, 确保建筑材料的安全性。

1 材料与方法

1.1 海砂取样

本次实验随机选取了 50 份福建海域非法盗采的海砂样品和 10 份闽江、乌龙江福州上游段的河砂样品进行比对分析。为得到具有代表性的样品, 本次海砂样品的取样结合建筑用砂及砂、石的取样方法^[3]。取样工具建议为 60 mm × 60 mm × 35 mm 的扁长形尖头钢制取样铲^[4], 以每铲取样量 500 g 为宜。取样前先

* 通信作者: 沈平, 工程师, 研究方向: 产品质量、检验鉴定。E-mail: chnshenping@163.com

*Corresponding author: SHEN Ping, Engineer, China Certification & Inspection Group Fujian Co., Ltd., Fuzhou 350015, China. E-mail: chnshenping@163.com

将表层砂铲除,然后铲取下层砂样。

砂堆取样时,从砂堆的不同部位随机抽取大致等量的砂8份。可将砂堆看作为金字塔状,在砂堆上、中、下部按照对角线分别选取2~3个点。取样点的选取可以根据砂堆的具体形状调整,原则上随机分布的取样点不少于8个。

货车上取样时,从货车装卸过程中新露出的面上随机定点从不同部位和深度抽取等量的8份样。应以每车为单位,最终组成一组样品。

皮带运输机上取样时,应从机尾的出料处用接料器定时抽取等量的至少8份样品,组成一组样品^[5]。

所取样品经分料器或人工四分法缩分到实验所需的量。每份样品保留对等样、密封保存,以便复测之用。

1.2 海砂的定性分析

1.2.1 感官鉴别

颜色:海砂的颜色一般较暗,稍发黑或深褐色,经日晒后有白色海盐晶体析出。河砂的颜色一般相对黄亮。

颗粒:海砂颗粒比较大,砂粒之间的密实度低,摸起来比较粗糙。河砂颗粒细,较均匀,有时会含大小不一的鹅卵石粒,砂粒密实度高,摸起来细腻。

粘手感:在短暂的手力握持下,粘手拍不干净的为海砂,不粘手可基本拍干净的为河砂。

特征物:海砂一般伴有贝壳、虾蟹等海洋生物。除入海口区域的河砂,其他河砂一般不会混有海洋生物残骸。

气味:海砂一般具有海腥气味,河砂气味较平淡。

1.2.2 显微镜鉴别

颗粒形态特征:海砂的碎屑颗粒磨圆度通常以次圆状和次棱角状为主。河砂的碎屑颗粒形状通常不规则,磨圆度以棱角状和次棱角状为主。

表面结构特征海砂颗粒表面会有化学溶蚀现象,如溶蚀洞、溶蚀纹丝等。河砂颗粒的表面通常比较干净,附着有少量黏土矿物和细颗粒碎屑矿物。

附着物特征:海砂颗粒表面通常附着有黏土矿物、海盐结晶,部分颗粒附着自生石膏、金属氧化物等,偶见珊瑚、海洋硅藻等海洋生物碎屑。河砂颗粒表面偶见淡水硅藻残骸及其他陆生生物残骸。

1.2.3 化学分析法测定

海砂有别于河砂最主要的特点就是含盐分高且伴随有一定的贝壳残骸^[6]。因此,我们可通过对海砂样本中的氯化物及贝壳含量进行测定,来辨别海砂。氯氯化物含量和贝壳含量参考GB/T 14684—2022采用氯离子含量检测及盐酸清洗方法^[7-9]。

1.2.4 物理特性检测

根据海砂中氯离子含量高的特点,尝试寻找一种可以简便、快速鉴定海砂的方法。水的导电性主要来源于其溶解的离子,当水中溶解了如酸、碱或盐等电解质时,这些物质会离解成正负离子,水中正负离子越高,导电性越强。我们通过实验不同样品溶于水后水的导电性来反映氯离子含量。为了尽可能地排除其他因素对实验结果的影响,我们分析了对电导率影响的因素。首先,温度升高会增加水分子的移动速度,增加离子的迁移率,导致电导率增加。为排除温度对实验结果的影响,本实验在室温25℃、水温20℃下操作。其次,样品中都含有一定

量的泥块,泥块上的腐败杂质可能带有一定数量的电荷,为找出含泥量对电导率的影响,实验中分别测试不同的含泥量对实验结果的影响。

1.2.5 电导率实验方法

称取试样500g,将试样倒入烧杯中,用容量瓶量取500mL蒸馏水,注入烧杯,用玻璃棒搅拌砂水混合物,待其从室温加热至80℃并且持续1h后停止加热。然后,每隔5分钟搅拌一次,共搅拌3次,使氯盐充分溶解。从水浴锅中将烧杯取出,静置溶液待其冷却至20℃。将烧杯上部已澄清的溶液过滤,然后用移液管吸取50mL滤液,注入三角瓶中^[10]。用电导率测试仪测试不同样本溶液的电导率。

1.3 海砂的定量分析

通常海砂在交易过程中还需知道其重量或体积。常规采用水尺计重或衡器鉴重。水尺计重耗时少、效率高,但由于非法采砂的船舶大多经过改装,且无任何船舶证书及资料,使得使用水尺计重无法按照标准执行。采用汽车衡器鉴重的方法获得的重量数据较为准确,但检验过程耗时较长,并且需要专业的码头提供船舶的靠泊、卸载、储运的场地,在实际检验过程中存在诸多限制。为此我们提出一种新的检验方法:方量测量。

1.3.1 人工拉尺测量

常规的方量测量,采样用人工拉尺方式。为获取较准确的方量,需在一处平坦空地上堆出较规则的砂堆,然后用皮尺测量出砂堆的轮廓尺寸,再经过数学计算,推算出砂堆体积。但通常情况下要使砂堆保持一个规则的形状,不仅耗时耗力,而且准确性低。

1.3.2 大地测绘测量

大地测绘不仅可对已卸载至堆场的海砂的方量进行测量,而且还能对装载在船舶上的海砂方量进行测量^[11-12]。对卸载至堆场的海砂,操作人员沿砂堆每隔5~10米通过GPS-RTK采集砂堆表面特征点及坐标点,将采集结果用测量软件进行数据建模,完成方量计算。对装载在船舶上的海砂方量,使用RTK及全站仪对货舱内采集砂堆表面特征点,待海砂全部卸载后对空舱再次进行测量,两次采集结果用测量软件进行数据处理,完成方量计算。该方法不仅能够解决水尺计重和汽车衡器鉴重的限制,还能解决人工拉尺的不准确。

1.3.3 无人机低空摄影测量

传统的全站仪和GPS-RTK虽然能够完成外业数据采集,但需要大量的人力采集工作。无人机低空摄影测量技术通过将RTK设备搭载于无人机上,对砂堆进行空中扫描,获得原始影像数据。这些数据经处理,转化为密集的三维点云,并构建精确的数据模型,可以准确地得出砂堆的体积。无人机低空摄影测量技术以其出色的机动性、较低的人力需求、高度的信息化,展现出显著的优势。测量结果的客观性也超越了传统的人工测量方法,为砂量的测量提供了一种创新而高效的解决方案^[13]。

2 结果与分析

2.1 海砂的定性分析

2.1.1 感官及显微镜鉴别

对50份海砂样本感官观察,其共同的特征为外观粗糙、颜色泛深、粘手、经日晒后表面有盐析出、绝大多数样本中有

明显的贝壳及海洋生物残留，带有海腥味；使用显微镜进一步观察，其微观颗粒不整、有溶蚀洞或纹丝现象。通过对这些特征分析，可初步鉴别海砂，将其与河砂区分开来。

2.1.2 化学分析法测定

对选取的 50 份海砂样本按照 1.2.3 的方法进行检测，结果见表 1。

表 1 海砂中氯离子含量、贝壳含量分布

Table 1 The distribution of chloride ion content and shell content in sea sand

数量	5 份	9 份	15 份	21 份	最低值	最高值
氯离子含量(%)	≤0.01	≤0.02	≤0.06	>0.06	0.01	0.28
数量	16 份	14 份	12 份	8 份	最低值	最高值
贝壳含量(%)	≤3.0	≤5.0	≤8.0	>8.0	0.1	19.9

以上数据分析，贝壳含量高于 8.0% 的、氯离子含量全部超过 0.06%，若使用在建筑及市政工程须经过淡化^[14]。样本中贝壳含量检出最低值为 0.1% 的、氯离子含量全部超出 0.01%。这说明，高贝壳含量往往伴随着高氯离子含量。

从化学分析角度，受检样品中氯离子含量大于等于 0.01%、贝壳含量大于等于 0.1%，基本可以说明样品属于海砂。

2.1.3 物理特性检测

(1) 氯离子含量对电导率的影响。

实验结果表明，10 份海砂样本（含泥量 0.5%）电导率最低为 5.44 ms/cm。同时随着氯离子含量增高，电导率也随着增高，见图 1。10 份河砂样本（含泥量 0.5%、氯离子含量 0.00%）电导率基本没有太大变化（平均值 0.50 ms/cm），见图 2。图 1 和图 2 对比，随着海砂中氯离子含量的增加，海砂的电导率逐渐增加、是河砂（平均值）的 10~25 倍。

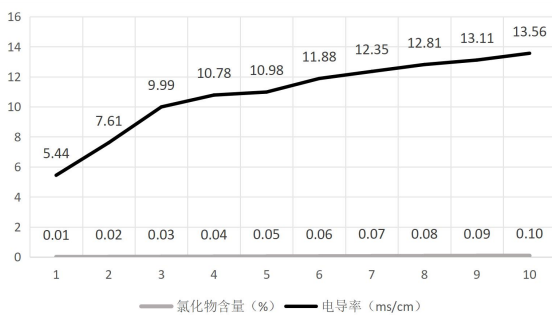


图 1 海砂电导率测定

Fig.1 Determination of conductivity of sea sand

(2) 含泥量对电导率的影响。

选取氯离子含量基本相同的海砂和河砂，实验不同含泥量对电导率的影响。海砂样本含泥量从 0.5% 上升到 6.0%，电导率只增长 1.39 ms/cm，见图 3。河砂样本中含泥量从 0.4% 上升到 6.1%，电导率只增长 1.42 ms/cm，见图 4。从实验结果来看，含泥量对电导率测试结果有一定的影响，是因为黏土在吸水膨胀后，黏土矿物的阳离子从层状硅酸盐结构中逸出，导致溶液中电荷数量增加，电导率上升。两幅曲线图反映，含泥量的增加对电导率呈正向增长，且增幅并不高，而氯离子的增加同样

对电导率呈正向增长，两者并不存在抵消。因此，对于高电导率的海砂来说，仅含泥量的增加，对实验的干扰并不是主要因素。

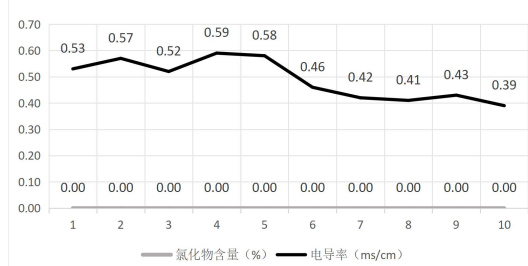


图 2 河砂电导率测定

Fig.2 Determination of conductivity of river sand

图 3 和图 4 对比，随着海砂中氯离子含量的增加，海砂的电导率是河砂（最小值和最高值）的约 3~10 倍。

从物理特性角度，即便海砂中含泥量较低，其电导率最低也为 5.44 ms/cm，高于河砂的约 3~10 倍或更高。同时，随着氯离子含量的增加，电导率也呈线性增加。

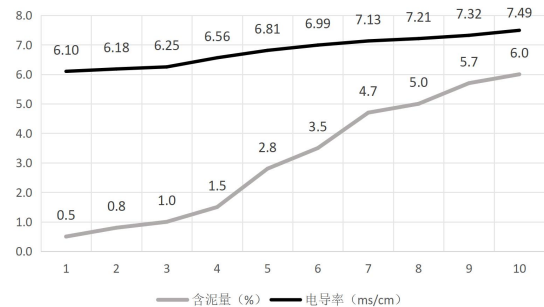


图 3 海砂中含泥量对电导率的影响

Fig.3 The influence of mud content in sea sand on electrical conductivity

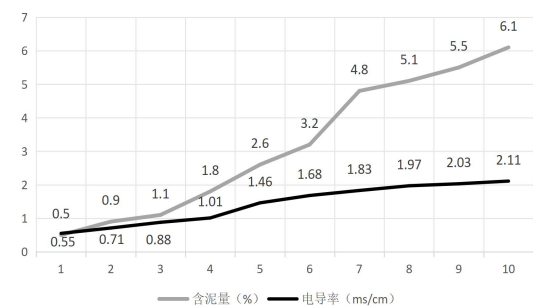


图 4 河砂中含泥量对电导率的影响

Fig.4 The influence of mud content in river sand on electrical conductivity

总结：综合海砂样品的感官和显微特征、化学分析、物理特征，对海砂进行定性：经合理取样得到的样品，其外观粗糙、颜色泛深、粘手、经日晒后表面有盐析出、样本中有明显的贝壳及海洋生物残留，带有海腥味；微观颗粒不整、有溶蚀洞或纹丝；氯离子含量大于等于 0.01%、贝壳含量大于等于 0.1%；电导率高于 5.44 ms/cm、高于河砂的约 3~10 倍或更高。同时，随着氯离子含量的增加，电导率也呈线性增加。满足以上条件

的样品可以认定为海砂。

2.2 海砂的定量分析

在水尺计重、衡器鉴重无法实现的情况下,需通过砂堆体积得到砂堆重量。

尝试采用物理公式:质量=体积×密度。海砂不论是粗砂、中砂、细砂、特细砂,其颗粒度较均匀,砂堆整体内部可认为是一个较均匀的不规则体。因此,通过检测有代表性位置的密度,即可了解整个砂堆的密度。根据 GB/T 14684-2022 中松散堆积密度的测定方法,经过烘干至恒重后的砂样用漏斗或料勺以自由落体的方式倒入量筒,当量筒呈现锥形的时候停止加料^[3]。该方法更接近海砂从船舶上用抓斗或输送带倒下时的状态。因此,物理公式中的密度可参考松散堆积密度。但砂堆并不是干燥、恒重的,含有水分。考虑以上因素的影响,按照以下公式计算:

$$m = \left[\sum_{i=1}^n \frac{V \cdot \rho}{(1-\omega)\%} \right] \div n$$

(公式中: m ——质量, V ——体积, ρ ——松散堆积密度, ω ——含水率, n ——样本数量)

为使计算结果准确,一个砂堆建议从不同位置取3~5份样本分别检测或每2000~3000 m³取样一个样本,少于2000 m³的取3份样本。

总结:经过对多次实际检验结果的对比,使用以上方法得到的海砂重量,较汽车衡重获得的海砂重量,相对偏差在0.25%~0.87%。此偏差值已接近汽车衡允许±0.3%的误差。

3 讨论与结论

3.1 科学性与准确性

本文提出的海砂检验方法综合了感官鉴别、显微镜检查、化学分析和物理特性检测等技术手段,确保了检验结果的科学性和准确性。特别是通过化学分析法测定氯化物含量和贝壳含量,以及通过电导率测试来反映海砂中氯离子含量的高低,这些方法均基于已知的物理和化学原理,具有较高的科学依据。

3.2 实用性

利用电导率测试仪来快速筛选海砂,以及采用无人机低空摄影测量技术进行砂堆体积的测量,这些方法不仅提高了检验效率,也降低了操作成本,显示出良好的实用性。

3.3 局限性与挑战

本文提出的方法仍存在一些局限性和挑战。例如,在化学分析中,样品的前处理可能影响最终结果的准确性。此外,电导率测试可能受到水中其他离子的干扰,需要进一步优化测试方法以减少误差。无人机测量技术虽然先进,但可能受到天气条件和设备精度的限制。

3.4 研究的重要性

本文通过综合分析海砂的多种特性,提出了一套系统的海砂检验方法,为海砂鉴定提供科学依据,帮助市场监管部门更有效地监管市场,确保建筑材料安全性,为海砂的合理利用和建筑行业的可持续发展提供技术方法。

4 结束语

海砂的检验是一个多步骤、多方法的综合过程。通过建立标准化的检验流程,可以较全面的对海砂进行定性分析。同时,通过无人机低空摄影测量新型技术解决海砂传统鉴重不便于操作的问题。让海砂检验有一套完整、准确、高效的取样、检测、测量、鉴重的方法。

参考文献

- [1] 沈平.论海砂检验的方法分析[J].安家,2020,(29):63.
- [2] 赵邦林,黄玲玲,张燕,等.不同区域海砂氯离子含量的影响研究[J].中国建筑装饰装修,2023,(04):69-71.
- [3] 中华人民共和国建设部.普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准:JGJ 52-2006[S].北京:中国建筑工业出版社,2006.
- [4] 散装矿产品取样、制样通则手工取样方法:GB 2007.1-1987[S].北京:国家标准局,1987.
- [5] 辽宁省物测勘察院有限责任公司.海砂鉴定技术规范:DB 21/T3425-2021[S].辽宁:辽宁省市场监督管理局,2021.
- [6] 程宽.一砂辨沧海——海砂溯源技术[J].中学科技,2022,(22):26-31.
- [7] 曾暖茜.海砂氯离子含量检测试验方法分析[J].广东建材,2021,37(07):30-33.
- [8] 张焯.海砂中氯离子含量检测方法研究[J].化工设计通讯,2021,47(03):78-79.
- [9] 陈丹丹,罗冰.建设用砂氯离子检测研究[J].化工设计通讯,2022,48(11):79-81,108.
- [10] 建设用砂:GB/T 14684-2022[S].北京:国家市场监督管理总局,国家标准化管理委员会,2022
- [11] 张本平.基于全站仪和CASS软件的土石方量计算[J].科技创新导报,2011,(23):120,122.
- [12] 张红亮,胡波,蔡元波.GPS-RTK技术在土方测量中的应用[J].城市勘测,2008,(05):83-85.
- [13] 鲁鹏,黄声享,何海清,等.砂船量方的无人机低空摄影测量试验分析[J].测绘地理信息,2020,45(03):44-47.
- [14] 建筑及市政工程用净化海沙:JG/T 494-2016[S].北京:中华人民共和国住房和城乡建设部,2016.

作者简介



沈平,工程师,研究方向:产品质量、检验鉴定。