



国家示范性高等职业院校建设计划资助项目

火力发电厂水处理分析检测 实训指导

主编 张宏 周洁 李慧云



黄河出版传媒集团
阳光出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

火力发电厂水处理分析检测实训指导/张宏, 周洁, 李慧云
主编. —银川: 阳光出版社, 2010. 3

ISBN 978-7-80620-599-0

I. ①火… II. ①王…②周…③李… III. ①火电厂—水处理—
高等学校—教学参考资料 IV. ①TM621. 8

中国版本图书馆CIP数据核字 (2010) 第045964号

火力发电厂水处理分析检测实训指导 张宏 周洁 李慧云 主编

责任编辑 陈文军 马若飞

装帧设计 宁夏画报实业有限公司

责任印制 王怀庆



黄河出版传媒集团
阳光出版社 出版发行

地 址 银川市北京东路139号出版大厦 (750001)

网 址 www.nxcbn.com

网上书店 www.hh-book.com

电子信箱 nxhhsz@yahoo.cn

邮购电话 0951-5044614

经 销 全国新华书店

印刷装订 宁夏华地彩色印刷厂

印刷委托书号 (宁) 0004320

开本 185mm × 260mm 1/16

印张 6 字数 100千

版次 2010年3月第1版

印次 2010年3月第1次印刷

书号 ISBN 978-7-80620-599-0/G · 338

定 价 12.50元

版权所有 翻印必究



前言

宁夏职业技术学院于 2007 年被国家教育部、财政部确定为国家一百所示范性高等职业院校立项建设单位。项目实施以来,学院以专业建设为龙头,围绕自治区经济发展战略定位。按照“专业对接市场、课程对接能力、质量对接需求”的理念,有针对性地设置和调整专业。积极实践工学结合、校企合作人才培养模式改革和课程体系改革。以“开放、合作、包容、共赢”为原则,与区域内近二百家企业实施校企合作、人才共育。在工作过程系统化的课程体系建构和工学结合专业课程建设中,以设备、工作对象、案例、典型产品等为载体,组织教学内容,实施教学,取得了一批标志性成果。为了推广在课程建设中取得的成效,决定编辑出版部分教材和实训指导书。

特别感谢合作企业给予学校的大力支持。由于编者水平所限和时间仓促,书中难免有不妥之处,恳请业内专家和广大读者指正。

宁夏职业技术学院国家示范性高职院校
建设项目教材编写委员会

2010 年 3 月 18 日

目录

CONTENTS

绪 论	1
实训一 认识实验室	5
实训二 水样的采集与处理	7
实训三 H^+ 交换水酸度的测定	12
实训四 锅炉给水碱度的测定	15
实训五 原水硬度的测定	18
实训六 循环冷却水中氯根的测定——莫尔法	22
实训七 电厂废水化学需氧量 (COD_{Cr}) 的测定	26
实训八 原水浊度的测定	31
实训九 电厂废水 pH 值的测定——玻璃电极法	34
实训十 离子交换水样电导率的测定——电导仪分析法	38
实训十一 原水钠离子的测定——钠离子浓度计测试法	42
实训十二 锅炉补给水中硅的测定——硅钼蓝光度法	47
实训十三 炉水总磷酸盐的测定——分光光度法	52
实训十四 凝结水样铁的测定——分光光度法	56
实训十五 废水生化需氧量 (BOD) 的检测	60
附录 水处理氧化沟单元仿真软件操作	68
参考文献	80
后 记	81

绪 论

一、火电厂水处理检测实训目的

随着火力发电厂高参数、大容量机组的不断出现,以及节水减能大环境的变化,对火力发电厂水处理技术、水汽质量控制及管理水平,都提出了更高的要求。水质的好坏直接影响设备的安全、稳定、长周期运行,而水汽监督的主要任务在于对水处理方法与效果的监督、水汽质量的检测监督以及节水监督。

1.对水处理方法及效果的监督

电厂水汽系统中,不同阶段的水具有不同的水质要求。不同参数的机组对水质要求也不完全相同,因而水处理方法与工艺多种多样。水汽监督必须监督上述设备的运行情况,通过水质检测结果来分析处理效果,为调整并寻求最佳的水处理设备运行条件提供依据。

2.水汽质量的检测监督

对于从事水汽质量检测的技术人员来说,一方面要熟悉有关标准与规定,熟练准确地对各种水质进行分析检测,另一方面,也是更为重要的是能对检测结果加以分析,判断水汽系统中是否产生了结垢与腐蚀,应采取何种对策来改进水处理的方法与条件,提高处理效果,确定并及时发现各种异常现象,以防事故的发生。

3.节水监督为水汽监督的长期任务

我国是淡水资源短缺的国家,有的地方因水源紧张而无法建厂。冷却水通常占电厂用水量的 70%~80%,因而如何节约冷却水就成为电厂节水的主要方向。节约冷却水量一般可以从两个方面考虑:一是提高循环冷却水的浓缩倍率,少排污甚至不排污;二是大力推广使用城市中水作为冷却水及采用空冷技术,以节约淡水。

以上监督工作都需要以分析检测数据为依据,所以在电厂水处理人才的培养中,分析与检测技术,是重要的职业技能课。

《火力发电厂水处理分析检测实训指导》一书为培养生产一线的电厂水处理化验员和电厂水处理值班员,从水质检验职业能力目标出发,对常规电厂原水指标控制项目、给水、炉水、凝结水、废水指标、工艺参数检验的任务来源和检验方案进行了描述,编排了具体的水质检验实施方案和质量监控与检查的方法,对每一项检验任务都提出了具体的能力要求;通过项目化教学方法,以任务为驱动,与岗位要求相结合,达到

培养学生团结协作、与人沟通、独立分析问题、解决问题的能力。

同时,为了培养学生对所学知识和技能的综合应用能力,在项目检测手段安排上尽量全面,根据电力行业标准,涉及了化学分析、重量分析、仪器分析、工艺仿真运行等;在整个实训内容编排上,考虑到学生的认知水平,由浅入深地安排课程内容,实现能力的递进,同时将职业规范及操作安全、环保意识融入实训的日常考核,让学生通过实训,在获得水处理化验员和水处理值班员中(高)级岗位证书的同时,全面掌握水处理工上岗必须具备的知识和能力。

二、实训内容

实训内容	实训目的	实训方法与技术	实训项目
实验的基本素质	掌握实验技术的学习方法	实验室参观、多媒体教学录像、学生查阅资料	实训一 实验室认识 实训二 水样的采集与处理
	会查阅相关标准和数据		
	具备科学的实验态度		
	原始记录及实验报告的撰写		
	具有安全操作意识		
	具有环境保护和节约意识		
电厂水处理分析检测技术	化学检测技术	滴定分析检测技术	实训三 H ⁺ 交换水酸度的测定 实训四 锅炉给水碱度的测定 实训五 原水硬度的测定 实训七 电厂废水化学需氧量(COD _{cr})的测定
		重量分析检测技术	实训六 循环冷却水中氯根的测定——莫尔法

实训内容	实训目的	实训方法与技术	实训项目
电厂水处理分析检测技术	仪器检测技术	电化学分析检测技术	实训九 电厂废水 pH 值的测定——玻璃电极法 实训十 离子交换水样电导率的测定——电导仪分析法 实训十一 原水钠离子的测定——钠离子浓度计测试法
		紫外可见吸收光谱分析检测技术	实训八 原水浊度的测定 实训十二 锅炉补给水中硅的测定——硅钼蓝光度法 实训十三 炉水总磷酸盐的测定——分光光度法 实训十四 凝结水样铁的测定——分光光度法
	生化分析检测技术	稀释接种分析检测技术	实训十五 废水生化需氧量(BOD)的检测

三、实训要求

1.遵守实验室规则

安全就是最大的效益,遵守实验实训规则是做好实验的重要前提。实验实训规则是人们在长期的实验实训工作中,从正反两方面的经验、教训中归纳总结出来的。它可防止意外事故,保持正常实验实训的环境和工作秩序,人人都必须严格遵守。

2.养成科学的工作态度和良好的工作习惯

分析检测工作是一个十分精细,知识性、技术性都十分强的工作。高度的责任感和“质量第一”的理念,是分析检验工作者的第一素质。熟练的操作技能和过硬的操作基本功是分析检验工作者的起码要求。科学的工作态度和良好的工作习惯是分析检验工作者的职业操守。要坚决杜绝不遵守操作规程、马虎大意、随意更改数据、谎报测定结果的恶劣行为。

3.掌握查阅资料的能力

文献是经过收集、加工和整理过的有关方面的科学研究、生产实践等的记录和总结。标准是为在一定范围内获得最佳安排,对活动及其结果规定共同的和重复使用的规则、导则或特性的文件。

查阅分析方法标准、产品质量标准、实际配置标准等文献是分析检验工作者实验科学研究的一个重要组成部分,更是培养学生动手自主学习能力的-一个重要方面,也是每个分析检验工作者应具备的基本功之一。本实训教材中的检测内容主要参考了中华人民共和国电力行业标准《火力发电厂水汽分析方法》DL/T 502.1-2006。同时要求学生在完成每个实训项目的过程中查阅其他相关标准及文献资料,边学边用,相互交流,从而提高查阅文献资料的能力。

实训一 认识实验室

职业能力目标

【专业能力】 熟悉化学分析及仪器分析实验室的常见设备及仪器,能熟练使用各种设备,同时掌握并能遵守实验室各种管理规章制度。

【方法与社会能力】 对实验室有较强的自我认知能力,能根据自我需求查阅相关文献,具有质量、环保、安全和节约、标准化意识。

1.问题引导

水处理的工作主要是设备运行与水质指标检验,而检验的工作主要在实验室通过一些实验仪器和设备进行。今天,我们就来认识一些实验室的常用设备。

2.方案描述

实验前充分预习,做好预习报告。实验过程中要规范操作,仔细观察,及时认真记录。实验完成后要认真进行实验报告的整理。

3.方案实施

认识校内实验室的基本布局、设施、常用玻璃仪器、水质分析仪器等基础设备。

深刻认识化验室的组织与管理体系,牢固树立质量、安全、环保、节约、标准化等意识。认识化验室的基本功能、标志和类型,加深对企业的国家认可化验室、中控化验室、中心化验室的认识和理解。

认识化验室的人员配置、仪器设备配置以及机构设置的主导原则,认识化验室在企业生产中的职责与权利。

认识化验室基本的设计原理、要求、过程,加深对通风、防震、环境、电源等化验室

建筑和设施建设管理常识的理解。

认识化验室仪器、设备、材料等计划、购置、使用、维修、计算机信息及档案、文件等化验室检验系统及管理的要求和注意事项。

认识化验室在化工质量和标准化中的意义,掌握实验室认证和认可的基本程序,熟知质量保证体系的构建和管理。

认识化验室的安全、环保、文明卫生的具体要求,养成遵章守纪的职业意识。

4.素质拓展训练

查阅收集电力行业水质化验的相关标准和国家环保部门相关污水监测与排放标准资料。查阅收集与化验室组织与管理有关的相关资料。相互交流实现资源共享。

5.质量控制及结果报告

培养自主学习、自我探知的能力。

通过资料与资源共享进行过程性考核。

6.能力要求

学会超前学习,保持主动性,能够自觉遵守实验室规章制度,养成职业习惯,贯穿学习过程始终,并能应用于今后的工作实践中。

具有质量、环保、安全和节约、标准化意识。增强责任感,提高职业道德水准。

【思考题】

- 1.查阅收集电力行业水质化验的相关标准。
- 2.查阅收集国家环保部门相关污水监测与排放标准资料。
- 3.查阅收集与化验室组织与管理有关的资料。
- 4.将资料制作成电子演示文稿并与同学交流分享。
- 5.化验室(或实验室)的定义是什么?
- 6.已知某数据测量结果的绝对误差为 1g,测量结果的平均值为 20g,其结果的相对误差是多少?
- 7.精密仪器着火时,可以使用哪类灭火器灭火?为什么?
- 8.安全“四懂四会”的内容是什么?
- 9.用分析天平称量样品时,其称量误差来源有哪些?

实训二 水样的采集与处理

职业能力目标

【专业能力】 理解采样的目的和意义,掌握水样采集的设备及方法,理解采样安全知识和试样的管理办法,具有在不同场合及设备上采样的能力,以便采集合格水样,为正确分析检验水样水质指标服务。

【方法与社会能力】 责任感是水样水质分析工作者的重要素质,养成认真负责的工作习惯及态度,对自己的能力有正确认知,善于团结协作,就会获得成就感。

1.问题引导

水是生命赖以生存的载体,它孕育了地球上的一切生物。

水是维系人类生存和社会发展不可替代的基本物质。人们采用适当的净化方法,对水进行净化处理,以满足人类生活或生产工艺对水的需求。

随着水资源的短缺和水污染的加剧,人们开始重视水资源的保护、水污染的防治和水的再利用工作。而水质化验正是确定水处理方案,选择合理的水处理方法和流程,监测水质污染和治理工程正常运行的重要手段。

2.认识水样采集设施

2.1 水样容器

为了进行化验分析而采集的水称为水样。用来盛放水样的容器称为水样容器。常用的水样容器为无色硬质玻璃磨口瓶和具塞聚乙烯瓶及特定的水样容器三种。

它们的性能和适用范围如下:

硬质玻璃磨口瓶。由于玻璃无色、透明,有较好的耐腐蚀性和易洗涤等优点,所以硬质玻璃瓶是常用的水样容器之一。但是由于玻璃成分中有硅、钠、钾、硼等杂质,而且玻璃容器可能存在的溶解现象,可能使上述杂质成分进入水样。因此玻璃容器不适用于存放测定这些微量元素成分的水样。

聚乙烯瓶。由于聚乙烯具有很好的耐腐蚀性及抗冲击,不易破碎和不含重金属等无机成分的优点,是使用较多的水样容器。但是由于聚乙烯有吸附有机物等的倾向,长期存放水样时,容易产生细菌、藻类繁殖问题,另外聚乙烯易受有机溶剂侵蚀,因此在使用时也应多加注意。

特定的水样容器。在水质化验中,有些特定成分在化验分析时,需要使用特定的容器,如锅炉用水中溶解氧、含油量等测定,就属于这种情况。对于特定水样容器的使用要遵守有关规定。

2.2 取样器

用来采集水样的装置称为取样器。采集水样时,应根据实验目的、水样性质、周围条件,选用最适宜的取样器。

2.2.1 采集天然水的取样器

采集天然水样时,应根据实验目的,选用表面取样器、不同深度取样器以及泵式取样器进行取样。

表面取样器和不同深度取样器如图 1 所示。泵式取样器如图 2 所示。

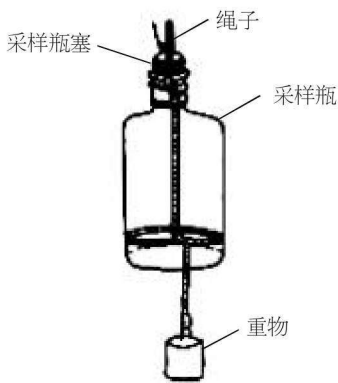


图 1 表面或不同深度取样器

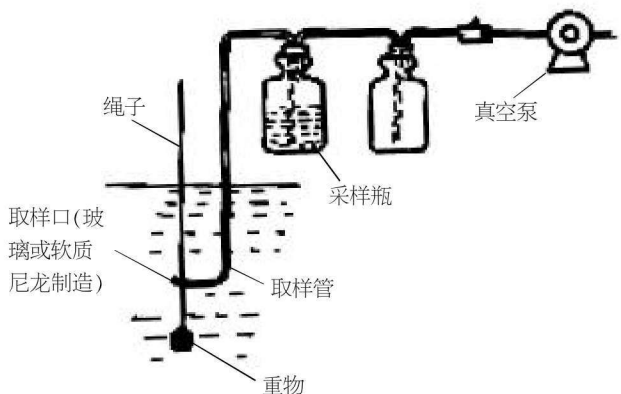


图 2 泵式取样器

2.2.2 采集管道或工业设备中水样的取样器

锅炉用水分析的水样,多数是从管道或工业设备中采取的。在此情况下,取样器都安装在管道或装置中,如图 3 和图 4 所示。

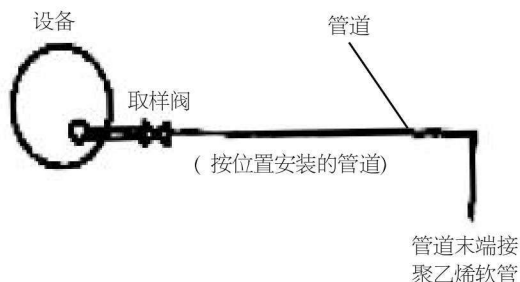


图4 从管道中采样的取样器

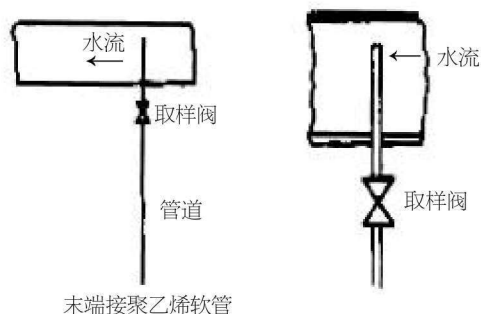


图3 从工业设备中采样的取样器

但是,为了获得有充分代表性的水样,取样器的设计、制造、安装,以及取样点的布置还应遵循如下规定:

(1)取样器应根据工业装置,锅炉类型、参数,以及化学监督要求或实验目的,设计、制造、安装和布置水样取样器。

(2)取样器(包括取样管和阀门)的材质应使用耐腐蚀的金属材料制造。除低压锅炉外,除氧水、给水的取样器应使用不锈钢制造。

(3)从高温、高压的管道或装置中采集水样时,必须安装减压装置和冷却器。取样冷却器应有足够冷却面积和冷却水源,使得水样流量约为 700ml/min 时,水样温度仍低于 40°C 。

3.水样采集方法

3.1 天然水的取样方法

采集江、河、湖和泉水等地表水样或普通井水水样时,应将取样瓶浸入水面下 50cm 处取样,并在不同地点采样混合成供分析用的水样。

根据实验要求,需要采集不同深度的水样时,应使用不同深度取样器,对不同部位的水样分别采集。

在管道或流动部位采集生水水样时,应充分冲洗采样管道后再采样。

江、河、湖和泉水等地表水样,受季节、气候条件影响较大,采集水样时应注明这些条件。

3.2 从管道或水处理装置中采集水样的方法

从管道或水处理装置中取样时,应选择有代表性的取样部位,安装取样器,需要在取样管末端接一根聚乙烯软管或橡胶管。采样时,打开取样阀门,进行适当的冲洗并将水样流速调至约 700ml/min 进行取样。

3.3 从高温、高压装置或管道中取样的方法

从高温、高压装置或管道中取样时,必须加装减压装置和良好的冷却器,水样温度不得高于 40℃,再按 3.2 的方法采集水样。

3.4 测定不稳定成分的水样采集方法

测定水样中不稳定成分,通常应在现场取样,随取随测。否则,采样后立即采取预处理措施,将不稳定成分转化为稳定状态,然后再送到实验室测定。

3.5 取样量

采集水样的数量应满足实验和复核需要。供全分析用的水样不得少于 5L,若水样浑浊时应分装两瓶。供单项分析用的水样不得少于 0.3L。

3.6 采集水样时的记载事项

采集供全分析用的水样,应粘贴标签,注明水样名称、取样方法、取样地点、取样人姓名、时间、温度以及其他注意事项。若采集供现场控制实验的水样时,可不粘贴标签,但应使用固定的取样瓶。

4.水样的存放与运送

水样在放置过程中,由于各种原因,其中某些成分可能发生变化。原则上说,采集水样后应及时分析,尽量缩短存放与运送时间。

水样可以存放的时间受其性质、温度、保存条件以及实验要求等因素影响,有很大的差异。根据一般经验,下表所列时间可作参考。

水样可以存放的时间

水样种类	可以存放时间(h)
未受污染的水	72
受污染的水	12~ 24

5.质量控制及注意事项

水样运送与存放时,应注意检查水样瓶是否封闭严密,水样瓶应在荫凉处存放。

冬季应防止水样冰冻,夏季应防止水样受阳光曝晒。

分析经过存放或运送的水样,应在报告中注明存放的时间或温度等条件。

水质分析时,应做好分析前的准备工作,测定时应注意以下事项:

(1)开启水样瓶封口时,应先观察并记录水样颜色、透明程度、沉淀物的数量及其他特征。

(2)透明水样开瓶时应先辨别气味,并且尽快测定 pH 值、氨、化学耗氧量、碱度、亚硝酸盐、亚硫酸盐等易变项目,然后再测定全固体、溶解固体、悬浮物和二氧化硅、铁、铜、铝、钙、镁、硬度、硫酸盐、氯化物、磷酸盐、硝酸盐等项目。

(3)浑浊水样应取两瓶水样,其中一瓶取上层澄清液测定 pH 值、残余氯、碱度、亚硝酸盐和亚硫酸盐等易变项目,过滤后测定碱度、氯化物等项目;另一瓶浑浊的水样混匀后立即测定化学耗氧量,并测定全固体、溶解固体、二氧化硅、铁、氯、铜、镁、钙、pH 值等项目。

(4)水质分析的结果必须进行校核,只有当误差符合规定要求时,才能出具水质分析报告。当误差超过规定时,应查找原因后重新测定,直到符合要求。

6.能力目标

会正确使用采样器。

在生产现场能自行找到取样器位置。

能妥善保管水样。

【思考题】

- 1.简述正确进行汽水取样的方法。
- 2.说明汽水集中采样系统的基本情况。

实训三 H^+ 交换水酸度的测定

职业能力目标

【专业能力】 能够说明水样 pH 值测定检验的任务来源和检验方案,具体水样的 pH 值测定及其质量控制能力,指导水处理工艺的运行,检验出水是否达标。

【方法与社会能力】 学会观察和体验,注意一些细节的处理和做法,善于表达和沟通,能够自觉地处理、回收废液,注重节约和安全操作。

1.问题引导

电厂锅炉运行时,水作为其中的介质,起着传递能量的作用。为了保证电厂锅炉的长周期运行,锅炉用水必须进行处理。离子交换处理是最常见的处理方法,而 H^+ 离子交换器出水呈酸性。本方法就是利用滴定分析方法对 H^+ 离子交换器出水酸度进行测定。

2.方案描述

水的酸度是指水中含有能接受 OH^- 物质的数量。在本法测定中,以甲基橙作为指示剂,用氢氧化钠标准溶液滴定到橙黄色为终点(pH 值约为 4.2)。测定值只包括较强的酸(一般为无机酸)。这种酸度称为甲基橙酸度。其反应为:



注:本法适用于氢离子交换水酸度的测定。

3.方案实施

3.1 试剂

氢氧化钠标准溶液(0.1mol/L);

0.1%甲基橙指示剂:称取 0.19g 甲基橙溶于 100ml 脱盐水中,摇匀即可。

1%酚酞指示剂:称取 0.5g 酚酞粉末置于 500ml 90%的乙醇溶液中,即可。

3.2 仪器:

碱式滴定管、移液管、容量瓶、锥形瓶、表面皿、托盘天平、分析天平。

3.3 测定方法

3.3.1 氢氧化钠标准溶液(0.1mol/L)的配制及标定

在托盘天平上用表面皿迅速称取 2.2~2.5gNaOH 固体于小烧杯中,以少量蒸馏水洗去表面可能含有的 Na_2CO_3 。然后用一定量的蒸馏水溶解,倾入 500ml 试剂瓶中,加水稀释到 500ml,用胶塞盖紧,摇匀[或加入 0.1gBaCl₂ 或 Ba(OH)₂ 以除去溶液中可能含有的 Na_2CO_3],贴上标签,待标定。

3.3.2 氢氧化钠标准溶液(0.1mol/L)的标定

在分析天平上准确称取 3 份已在 105~110℃干燥至恒重的基准物质邻苯二甲酸氢钾 0.4~0.6g 于 250ml 锥形瓶中,各加煮沸后刚刚冷却的 50ml 水使之溶解(如没有完全溶解,可稍微加热)。滴加 2 滴 1%酚酞指示液,用欲标定的 NaOH 溶液滴定至溶液由无色变为微红色 30s 不消失即为终点。记下 NaOH 溶液消耗的体积。要求 3 份标定的相对平均偏差小于 0.2%。

计算:

$$C_{\text{NaOH}} = \frac{m}{(V_1 - V_2) \times 204.2} \times 1000$$

式中:

C_{NaOH} ——NaOH 溶液浓度,单位: mol/L

V_1 ——NaOH 溶液用量,单位: ml

V_2 ——空白用量,单位: ml

m ——邻苯二甲酸氢钾的质量,单位: g

204.4——邻苯二甲酸氢钾的分子量(摩尔质量)

3.3.3 H^+ 交换水样的测定

取 100ml 水样注入 250ml 锥形瓶中。加 2 滴 0.1%甲基橙指示剂,用 0.1mol/L 氢氧化钠标准溶液滴定至溶液呈橙黄色为止,记录所消耗氢氧化钠标准溶液的体积(a)。

水样酸度(SD)的数量(mol/L)按下式计算:

$$SD = \frac{c \times a}{V} \times 10^3 \text{ (mol/L)}$$

式中:

c ——氢氧化钠标准溶液的物质的量浓度,单位: mol/L

V ——水样体积,单位: ml

a ——滴定酸度时所消耗氢氧化钠标准溶液的体积,单位: ml