

《锅炉用水和冷却水水质检测自动间断化学分析法》编制说明

一、工作简况（包括任务来源、协作单位、主要工作过程、团体标准主要起草人及其所做的工作等）

本标准来源于我单位承担的省局科研项目（2018CT20），该项目主要由我单位负责设计功能及技术参数要求，并委托长春星锐智能化科技有限公司实施仪器的生产，现在已经完成了仪器生产，并采用仪器，完成了拟制定标准中酚酞碱度、总碱度、磷酸根、pH、电导率、浊度等项目的分析检测试验，优化了检测技术条件，取得较好的效果，在此基础上，结合国内常见的各个品牌自动间断化学分析仪，按照工业锅炉水质相关法规标准的要求，调试仪器的各项参数设置及一般的操作要求，确保各指标检测结果的重复性、再现性符合现行标准的要求，拟定本标准的各项条款要求。

团标后续要进行实验室间的再现性试验，已确定与广东省特种设备检测研究院惠州检测院及长春星锐智能化科技有限公司合作，进一步完善不同检测项目的试验条件优化。

本标准的项目组包含人员及分工如下：

项目名称：锅炉用水和冷却水水质检测 间断分析法				
起草组：《锅炉用水和冷却水水质检测 自动间断分析法》起草组				
组长：蔡延彬				
参加人员：曹现福 王义壮 邓卓宝 童婷 刘福 李亮亮 张锦晖 杨润 贾赞东 徐朝辉				
序号	姓名	单位名称	工作职责	备注
1	蔡延彬	广东省特种设备检测研究院东莞检测院	组长，项目负责人，主要起草人	
2	曹现福	广东省特种设备检测研究院东莞检测院	技术负责人，主要起草人，负责技术及与合作方的沟通	
3	王义壮	广东省特种设备检测研究院东莞检测院	主要起草人，与合作方的技术沟通，标准编制	
4	邓卓宝	广东省特种设备检测研究院东莞检测院	技术人员，起草人，优化及比对试验	
5	童婷	广东省特种设备检测研究院东莞检测院	技术人员，起草人，优化及比对试验	
6	刘福	广东省特种设备检测研究院惠州检测院	合作方负责人	

7	严嘉绮	广东省特种设备检测研究院惠州检测院	合作方技术人员	
8	张锦晖	广东省特种设备检测研究院惠州检测院	合作方技术人员	
9	杨润	广东省特种设备检测研究院惠州检测院	合作方技术人员	
10	贾赞东	长春星锐智能化科技有限公司	合作方负责人	
11	徐朝辉	广东丰尔科技有限公司	合作方负责人	

二、团体标准主要技术内容

本项目拟解决的主要问题，是提高利用间断分析法进行锅炉用水水质分析的结果准确度和重复性、再现性，主要包括浊度、硬度、碱度、电导率、PH值、氯离子、磷酸根、铁离子项目，完全满足锅炉用水日常常规检测项目的快速测定，也可满足锅炉水质定期检验的需求，以利于该先进方法在特种设备检验检测行业的推广使用。

主要技术要求：

1) 拟制订的检测标准应适应间断分析法进行工业锅炉水质检测，同时应该适应与工业锅炉用水检测项目相同相近的工业、生活用水等水质检测需求，如循环冷却冷却水、冷热媒水等的水质检测。

2) 拟制订的标准应适用于浊度、硬度、碱度、电导率、PH值、氯离子、磷酸根、铁离子项目的检测过程，应包含各个检测项目推荐的检测范围、精密度、重复性和再现性等重要参数，对提高检测结果准确度做出指导，其中各检测项目精密度、重复性和再现性应符合或高于现行国家（行业）标准对相关项目的检测结果要求。

3) 拟制订的标准，涉及准确度的各个参数（精密度、重复性等）的评估过程和方法，应符合国家相关标准的要求。

4) 拟制订的标准，有关仪器硬件、软件参数的设置要求，应符合一般常用间断分析仪器的技术参数条件。

三、主要试验（验证）的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效果；

具体研究内容：

根据仪器试剂及样品进样量、进样方法、检测系统特点和检测分析对象的特点，完成利用间断分析仪进行锅炉用水水质检测的最优参数设置，并对干扰因素进行试验，按照 GB/T27415-2013 规定的方法，进行检出限的评估。

实施方案、拟采用的技术路线和试验方法：

拟立项标准是基于间断化学分析法的自动工业锅炉水质分析系统的检测方法，标准适用于采用间断化学分析方法对水质进行检测的过程，适用范围为工业锅炉用水和冷却水水质检测。检测项目包括硬度、碱度、氯离子、磷酸根、铁离子等，各检测项目的具体检测范围检测准确度、精密度等将通过后续试验逐一测定。

拟立项标准研究将通过大量的检测实验，一是确定采用间断化学分析法检测锅炉水质过程中，对样品的前处理要求、检测过程中的环境条件、各项仪器参数设置等因素对检测结果的影响，提出优化的检测步骤和条件设置，二是对方法的检测限、灵敏度、精密度和检测范围等进行测试和界定，三是对方法的适用性和局限性进行讨论，用以指导方法的选择和使用。

本项目的创新点

1) 首次将工业锅炉水质中浊度、硬度、碱度、电导率、PH 值、氯离子、磷酸根、铁离子项目集合置顶检测标准；

2) 首次针对间断化学分析法制订检测标准；

经济效果预期：

项目为标准制定，不直接产生经济效益。但是标准的出台，有利于间断化学分析仪在特检行业的推广和应用，可以在降低水质检测工作强度，提高效率的基础上，减少水质分析人员数量，把锅炉水处理技术人员、检测人员的工作重心，由水质分析化验扩展转移到对水处理工艺、设备的运行调整，水质调节和水处理相关科研及技术应用试验推广工作上，真正实现水质处理检测的目的，更快更好的推动锅炉水处理行业的发展。对于特检行业的发展有积极的意义。

经济指标：

1) 完成适用于锅炉用水及循环冷却水质 间断测定法 的标准一项；

四、采用国际标准的程度及水平的简要说明

国外无针对锅炉水质分析的间断化学方法标准，本标准无可采用的国际标准

五、重大分歧意见的处理经过和依据；

本标准编制暂无重大意见分歧

六、贯彻团体标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过渡办法等内容）；

建议采用间断化学分析方法进行锅炉水质检测的操作过程，都参照本标准的相关规定进行，以确保锅炉水质的检测结果准确，更好的指导锅炉水处理工作。可以通过现场宣贯、技术交流、协会推广和与仪器生产销售企业合作等方式进行推广。

七、其它应予说明的事项。

一）可行性分析

1、项目概要(包括项目的研究意义、目的，市场需求前景或推广应用领域，达到的技术水平及在经济和质检科技发展中的作用等)；

1.1 研究意义、目的

锅炉水质的优劣直接影响锅炉的安全、节能、经济运行，为了防止锅炉结垢、腐蚀，必须进行锅炉水处理，并按照国家标准的要求，对各项水质指标进行检测分析，提高锅炉用水质量和水汽质量，保证锅炉的安全、节能、经济运行。

当前节能减排已成为全球高度重视的重要议题。我国政府更是极其重视节能减排工作，将降低单位 GDP 能耗作为考核各级政府的硬指标。锅炉是使用广泛、数量众多的高耗能、高耗水特种设备，据统计至 2012 年中旬我国在用锅炉约 62.03 万台，其中工业锅炉 60 多万台。我国五分之四的燃煤被锅炉所消耗，因此锅炉节能减排的意义十分重大。而锅炉水处理则是确保锅炉安全、节能运行的重要环节，水处理不良，容易引起锅炉受热面结垢和水汽系统腐蚀，严重影响传热效果、降低锅炉出力和热效率，增高排烟

温度、增加燃料消耗以及二氧化碳和二氧化硫的排放量，并随着垢的厚度增长而显著增加。

为了加强锅炉水处理工作，促进锅炉安全、节能和节水运行，2009年国务院修订颁布的《特种设备安全监察条例》第二十七条第四款特别增加了“锅炉使用单位应当按照安全技术规范的要求进行锅炉水（介）质处理，并接受特种设备检验检测机构实施的水（介）质处理定期检验”的规定要求。为了更好地履行国务院赋予的使命和检验职责，特种设备检验机构应当不断提升自身的检验检测水平，尽可能地利用先进的科学检测仪器，确保检测的准确性和数据处理的科学性。

目前我国工业锅炉水质检测大多数采用手动测定的方法进行，不仅效率较低，而且容易由于人为因素引起测量误差，检验机构的检测技术仍停留在原始的人工滴定水平，与当前科学技术的发展不相适应。间断化学分析是近几十年才出现的一项分析技术，由于具有试样和溶剂消耗量小、分析速度快、精密度高和易于自动化的优点，在各检测行业中被广泛使用。基于上述原因，间断化学分析技术在欧美发达地区得到广泛应用。美国公共卫生协会、自来水厂协会、水污染控制联合会联合编辑委员会出版的“水和废水标准检验法”(Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater)已将其列为标准通用方法。另外全自动间断化学分析方法还得到 USEPA 和 ISO 等组织的认可。

近些年自动间断化学分析方法在我国的检测行业中也越来越多得到推广和使用。深圳市朗诚科技股份有限公司引进了德国 DeChem-Tech Cleverchem 系列的间断化学分析仪，首先应用于海水水质总氮、氨氮、硝酸盐磷酸盐等项目的自动检测，并与茂名学院联合对该仪器在循环冷却水水质总碱度的检测应用进行了探索；陆佩莉，吴慧庆研究了全自动间断化学分析仪-纳氏试剂比色法测定地表水中氨氮的技术。为推进该仪器在特种设备检验检测领域的应用，项目承担单位在 2018 年立项开展项目“间断化学分析法自动工业锅炉水质分析系统研制”，该项目正在进行，已经完成了一种可同时完成自动光度分析和电化学分析的全自动锅炉水质分析仪器产品原理机的制造和试用试验，并应用该仪器对部分工业锅炉水质项目，包括酚酞碱度、总碱度、磷酸根、pH、电导率、浊度等进行了分析检测，已经基本完成检测条件优化试验。

本标准的编制即是为了规范间断化学分析法用于锅炉用水和冷却水水质检测的方法步骤，优化仪器设置和检测条件，以确保检测结果的准确度、精密度、重复性和再现

性符合现行水质质量标准的要求。本标准的编制和实施，也有利于间断化学分析仪在特检行业的推广和应用，可以在降低水质检测工作强度，提高效率的基础上，减少水质分析人员数量，把锅炉水处理技术人员、检测人员的工作重心，由水质分析化验扩展转移到对水处理工艺、设备的运行调整，水质调节和水处理相关科研及技术应用试验推广工作上，真正实现水质处理检测的目的，更快更好的推动锅炉水处理行业的发展。

1.2 市场需求前景或推广应用领域，达到的技术水平及在经济和质检科技发展中的作用

本标准旨在研究建立基于间断分析（与电化学检测相结合）的方法规范，用于规范指导工业锅炉水质中磷酸根、浊度、pH、电导率、氯离子、碱度、铁离子等项目的自动化检测。

标准适用的检测项目不仅包含工业用水无机化合物检测，也可完成浊度、电导率等常规检测项目，具有广泛的适用性，不仅可用于工业锅炉水水质检测领域，对于水利、农业、林业、海洋等多种领域的化学分析也有参考和借鉴意义。

本标准的编制和实施，有利于降低锅炉介质检测人员的工作强度，提高检测质量和效率，减少实验室水质分析人员任务量，把锅炉水处理技术人员、检测人员的工作重心，由水质分析化验扩展转移到对水处理工艺、设备的运行调整，水质调节和水处理相关科研及技术应用试验推广工作上，真正实现水质处理检测的目的，更快更好的推动锅炉水处理行业的发展。

2、项目前期科研及工作基础

2.1 国内外研究现状分析与评价

根据 GB1576-2018《工业锅炉水质》的要求，锅炉用水要检测硬度、浊度、pH、氯离子、铁、碱度、电导率、磷酸根等项目。目前，我国的特检行业及锅炉维保使用单位一般采用手工检测方法对前述项目进行检测，检测效率较低，检测结果受人为因素影响较大。随着锅炉数量的增加，锅炉用水检测任务量不断增大，也急需一种能实现自动检测，同时能提高检测准确度的方法。

深圳市特种设备安全检验研究院、广州特种承压设备检测研究院分别对采用电位滴定仪检测锅炉用水的方法进行了研究，2015年，宁波市特种设备检验研究院周英等人系统研究了采用自动电位滴定仪和电导率仪集成系统，对锅炉用水中电导率、pH、碱度

(包括酚酞碱度和全碱度)、氯离子和硬度 5 个项目进行自动连续检测, 取得较好的效果, 并编制了国家标准《锅炉用水和冷却水水质检测 自动连续滴定法》。江南大学、江苏省特种设备检测研究院研究了基于流动注射的锅炉水质分析监测技术, 该技术通过采集流动注射分析系统中的电导电极、pH 电极、氯离子电极的信号, 实现了对电导率、pH 和氯离子的自动测定。但是, 该两种方法只适部分工业锅炉水质检测项目的自动仪器检测, 对于磷酸根、浊度、铁离子等项目则不适用, 如果能开发一种能自动检测浊度、磷酸根、铁离子等检测方法, 使更多的方法能集成仪器, 则可实现仪器自动分析工业锅炉用水水质, 可极大提高检测工作效率。

项目承担单位 2018 年申请立项研制适用于锅炉用水和循环冷却水检测的间断化学分析仪器系统, 现在已经完成了仪器原理机的制造, 并运用原理机进行了酚酞碱度、总碱度、磷酸根、pH、电导率、浊度等项目的分析检测试验, 优化了检测技术条件, 取得较好的效果。

2.2 项目前期科研及工作基础

项目承担单位和合作单位均具有锅炉用水检测的专业技术、方法和检测经验, 并独立和参与完成了多项标准的编制工作。项目承担单位以多年锅炉水专业检测经验总结, 于 2018 年申请立项研制适用于锅炉用水和循环冷却水检测的间断化学分析仪器系统, 该项目 2018 年 8 月下达任务书, 现在已经完成了仪器原理机的制造, 并初步运用原理机进行了锅炉用水酚酞碱度、总碱度、磷酸根、pH、电导率、浊度、铁离子等项目的分析检测试验, 优化了检测技术条件, 取得较好的效果。

3、项目研究开发进度 (包括年度工作计划安排, 项目完成期限);

项目计划于 2020 年 8 月开始至 2022 年 7 月结束, 总计 24 个月。

具体工作计划安排如下:

考核时间节点 (年/月)	阶段目标 (阶段考核指标)
2020 年 8 月-2020 年 11 月	前期基础研究工作和标准草案的形成
2020 年 12 月-2021 年 8 月	具体研究内容, 包括仪器参数优化、准确度研究

2021年8月-2022年2月	方法检出限评估
2022年3月-2022年7月	完成征求意见稿的修改和项目验收结题

4、项目依托情况及其他必要支撑条件（包括依托项目的概况、投资来源，进度与项目科研进度的配合）；

项目承担单位 2018 年申请立项研制适用于锅炉用水和循环冷却水检测的间断化学分析仪器系统，计划完成时间为 2020 年 8 月，现在已经完成了仪器原理机的制造、调试和实际检验检测，已经运用原理机进行了酚酞碱度、总碱度、磷酸根、pH、电导率、浊度等项目的分析检测试验，优化了检测技术条件，取得较好的效果。

合作单位长春星锐智能化科技有限公司负责完成项目用仪器设备的加工和改进，该公司为中国科学院长春光学精密机械与物理研究所参股企业，在光学分析仪器领域具有很强的科研开发能力。项目团队已掌握了光谱分析技术、微量液体提取和注射技术、自动化控制分析软件技术、设计和制造精确定位、灵敏可靠的样品及试剂反应装置的技术、化学分析方法学等多学科集成技术。已成为我国在开发化学分析仪器产品方面最具实力的单位之一。项目组研究人员涵盖光学、电子学、机械学、化学分析、计算机等多学科领域，在分析仪器开发、电路设计、光机设计、软件开发、信号处理、加工制造、质量控制等方面有丰富的经验，完全具备完成该项目的能力。

5、承担单位及合作（协作）单位概况（包括单位概况，项目研究经费来源，单位研究开发基础及能力，项目主要研究人员科研能力及所获得的学术奖励情况等）；

项目承担单位：广东省特种设备检测研究院东莞检测院是负责东莞市行政区域内特种设备安全技术监督检验的法定检验机构，隶属于广东省特种设备检测研究院管理。本院职能范围：承担对东莞行政区域内锅炉、压力容器、压力管道、电梯、起重机械、厂内机动车辆等特种设备的监督检验和定期检验工作；对特种设备安全附件进行定期校验；对锅炉介质进行定期检测；开展锅炉能效测试工作；定期统计、上报有关检测检验数据；参与特种设备质量及安全事故调查与分析工作。共有员工 283 人，中、高级专业技术人员 105 人，其中高级职称 12 人；193 名专业技术人员持有 540 项检验检测资格，

其中检验师 76 人 141 项次。有各类仪器设备 3500 多台（套）。近几年，单位不断重视科研能力的建设，先后参与完成多个科研项目，包括：自动电位滴定仪检测锅炉用水的方法仪器系统的研制开发；制定电位滴定法集成检测水质指标的国家标准；制定锅炉用水和冷却水分析方法 钙镁铁锌铜含量的测定 电感耦合等离子体发射光谱 (ICP-OES) 测定法》行标；合作参与移动式燃烧器综合性能测试仪的开发与研制等等。项目总负责人蔡延彬，男，45 岁，毕业于华南理工大学焊接专业。高级工程师，具有锅炉检验师、压力容器检验师、压力管道检验师资格，资深计量认证评审员，现为广东省特种设备检测研究院东莞检测院副院长。项目技术负责人曹现福，男，38 岁，硕士，工程师，长期从事锅炉水（介）质的检测管理工作，在锅炉用水分析化学方面具有丰富的经验。先后参与多个项目的研制工作，包括自动电位滴定仪检测锅炉用水的方法仪器系统的研制开发；制定电位滴定法集成检测水质指标的国家标准；参与编制锅炉用水和冷却水分析方法 钙镁铁锌铜含量的测定 电感耦合等离子体发射光谱 (ICP-OES) 测定法》行标等等。

合作单位：广东省特种设备检测研究院惠州检测院，研发团队由 5 人组成，都是在锅炉水质检测领域工作多年，具有丰富的检测经验的工程技术人员。惠州检测院负责惠州市行政区域内特种设备安全技术监督检验的法定检验机构，隶属于广东省特种设备检测研究院管理。近几年，惠州检测院先后参与完成多个科研项目和标准的立项研究工作，项目总负责人刘福，男，48 岁，毕业于武汉水利电力大学电厂化学专业，高级工程师，长期从事锅炉介质监督检验工作，具有锅炉水质检测师、有机热载体检测师资格。