

# 《电站锅炉承压部件失效分析管理规范》 (送审稿) 编制说明

## 一、项目背景及目的意义

### (一) 项目背景

作为中国特色社会主义先行示范区和粤港澳大湾区的核心引擎，深圳市在推动经济高质量发展的同时，始终将城市公共安全与能源保障置于首位。本市拥有近 20 家承担基荷与调峰任务的大型电站，并且在用电站锅炉高达 59 台。这些锅炉设备长期处于高负荷、高效率运行状态，对安全管理提出了极致要求。然而，在当前国家层面专项标准缺失、各电站分析水平参差不齐，且一般检测机构难以胜任的背景下，为保障城市能源安全与公共安全，深圳亟需制定一部严格、精细、可操作性强的电站锅炉承压部件失效分析地方标准。本标准旨在统一本地区失效分析的技术流程与管理要求，设立清晰的专业机构与人员资质门槛，从根本上提升分析的规范性与科学性。此举不仅是为深圳特大型城市的安全运行构筑坚实防线，更是将先行先试的实践经验固化为“深圳范本”，为全国提供可复制的先进经验，塑造卓越安全管理的城市品牌。

### (二) 项目目的

本标准旨在制定一部紧密结合深圳市电站锅炉实际运行环境与管理需求的地方性技术管理规范。其核心目的是通过构建一个覆盖术语定义、流程管理、分级管控、技术方法、人员资质和报告编制的全链条标准化体系，彻底规范本市电站锅炉失效分析活动。这不

仅是为了确保每一个分析结论的科学准确，更是为了将安全管理关口前移，变被动响应为主动预警，为深圳电站锅炉的零事故运行、为城市能源供应的高可靠性提供技术支撑，擦亮“深圳标准”的安全品牌。

### （三）项目必要性

制定此标准是深圳践行“安全发展”理念的必要举措。深圳城市空间紧凑，关键设施密集，一旦发生电站锅炉安全事故，其后果和影响将更为严重。缺乏本地化、精细化的标准，可能导致分析与深圳电站的实际工况、监管要求脱节，无法有效识别和消除特区环境下特有的安全风险。从提升城市韧性、保障民生与经济运行的角度出发，一部具有深圳特色的《管理规范》绝非锦上添花，而是构筑城市安全屏障、实现能源基础设施精细化管理不可或缺的基石，对维护深圳超大城市公共安全具有极端必要性。

### （四）项目意义

本标准作为一项深圳市地方标准，其意义远超技术文件本身。一是标杆意义，它以高要求、高标准树立了电站安全管理的“深圳标杆”，体现了先行示范区的责任担当。二是安全意义，它直接服务于城市能源安全与公共安全，为防范重大风险、建设韧性城市提供了关键的技术保障。三是经济意义，通过提升设备可靠性、减少非计划停运，保障了深圳电网的稳定和企业的连续生产，优化了营商环境。四是示范意义，成功的实践将为全省乃至全国提供可复制、可推广的“深圳经验”，持续输出高标准、高质量的安全管理模式，强化深圳在特种设备安全领域的引领地位。

## （五）创新亮点

首先，在体系构建上实现了从“技术指南”到“治理体系”的跨越。传统标准多侧重单一技术环节，本标准则创新性地构建了覆盖“术语定义—管理流程—分级机制—技术方法—资质认证—报告规范”的全链条、闭环式管理体系。它将原本分散的管理要素系统整合，使失效分析从一项单纯的技术活动，升华为贯穿电站锅炉设备全生命周期的安全管理工具。这种体系化设计确保了分析过程的规范性与结论的可靠性，为电站安全运行提供了坚实的制度保障。

其次，在管理机制上首创了“基于风险的分级分析”模式。针对不同失效事件后果与复杂程度的巨大差异，本标准摒弃了“一刀切”的处理方式，率先建立了科学的分级管理机制。该机制依据事件的潜在影响、技术复杂性等维度，动态配置分析资源、制定应对策略，实现了管理精力的精准聚焦与分析资源的最优配置，在确保重大风险被深度剖析的同时，也提升了日常分析的效率，体现了卓越的管理智慧。

最后，在技术整合上完成了“前沿理论与地方实践”的深度融合。本标准紧密结合深圳地区电站锅炉“高负荷运行、滨海环境腐蚀、设备类型多样”等鲜明特点，进行了前瞻性的场景化创新。它将材料分析的前沿技术与失效分析深度融合，并率先以地方标准形式对分析人员能力与机构资质提出了量化要求。这使得标准不仅技术先进，更具备极强的实操性，能精准破解深圳本地电站面临的实际难题。

## 二、工作简况

### （一）任务来源

根据深圳市市场监督管理局 2024 年 7 月 23 日发布的《深圳市市场监督管理局下达 2024 年第二批深圳市地方标准计划任务的通知》制定，标准名称为“电站锅炉承压部件失效分析管理规范”，牵头单位为“深圳市质量安全检验检测研究院”（现深圳市特种设备安全检验研究院），行业主管部门为深圳市市场监督管理局特设处，完成期限为 2025 年 12 月 31 日。

## （二）起草单位

本文件牵头单位为“深圳市特种设备安全检验研究院”（原深圳市质量安全检验检测研究院），起草单位为深圳大唐宝昌燃气发电有限公司、中海油深圳电力有限公司、深圳大学。

## （三）主要工作过程

编制工作严格遵循标准制定程序，主要阶段如下：

### 1. 准备阶段（2024 年 8 月—2024 年 12 月）

2024 年 8—10 月，深圳市特种设备安全检验研究院组织业内专家经过多轮研讨和工作会议，初步确定本文件研究方向、主要起草单位和实施计划。

2024 年 11—12 月，全面调研深圳市在用电站锅炉现状、存在问题及全国相关情况，收集分析国内外相关文献资料。

### 2. 起草阶段（2025 年 1 月—2025 年 6 月）

2025 年 1 月—2025 年 6 月，标准编制组经过大量文献研究，初步形成标准草案稿。

### 3. 草案修订完善阶段（2025 年 7 月—11 月）

2025 年 7 月—11 月，标准编制组通过邮件、微信、电话交流、线下会议等多种方式，先后与深圳市多家大型电站进行标准具体条

款的修订、完善，对承压部件的定义、失效分析管理流程、技术要求等进行深入探讨，形成征求意见稿。

2025 年 11 月，对本项深圳市地方标准进行了公开广泛的意见征集。目前本标准共收到复函 13 份，意见 2 条，2 条采纳，对 2 条意见进行说明补充（详见《征求意见汇总处理表》）。

### **三、标准主要内容依据**

#### **（一）标准编制原则**

本文件严格按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的要求和规定进行起草和编制。在编写时注重文件内容的适用性、可操作性和科学性原则。

#### **1. 适用性原则**

本标准的编制严格遵循适应性原则，旨在精准契合深圳市电站锅炉安全管理的实际需求。面对国家层面尚无专项标准指引、各发电企业分析能力参差不齐、专业技术资源分布不均的现状，本标准紧密结合深圳城市发展对能源保障与特种设备安全运行的高标准定位，进行了有针对性的框架设计。通过建立分析机构能力准入清单、实施基于风险等级的分级管理机制，本标准在深圳地区构建了一套统一规范、科学严谨且具备前瞻性的技术与管理体系统。这一体系既充分考虑了本地电力行业的运行特点和技术基础，又体现了对城市公共安全的高度负责，为实施精准有效的差异化监管提供了坚实的技术依据和实践指南。

#### **2. 可操作性原则**

本标准的核心价值在于其极强的可操作性，确保每项条款均能有效指导现场实践。全文贯穿了具体、量化的技术指标与管理时限，例如明确规定了“24 小时内初步报告”“3 个工作日内制定分析计划”“5%的抽样比例”以及“0.1mm 的缺陷测量精度”等。这些要求边界清晰、指标明确，杜绝了模棱两可的执行空间。同时，标准详细规定了从现场保护、样品采集到报告审查、整改验证的全流程操作细则与责任主体，使得使用单位、分析机构等各方均能“按图索骥”，保障了标准内容能够无缝对接并落地于实际工作场景。

### 3. 科学性原则

本标准严格遵循科学性原则，其技术内容建立在成熟的理论、方法与实践经验之上。规范中引用了超过 15 项现行的国家、行业及专业标准（如 TSG 11、GB/T 30579、DL/T 438 等），确保无损检测、理化检验、应力分析等核心技术方法有据可依。同时，标准要求综合分析宏观形貌、微观组织、力学性能及运行工况等多维信息，以追溯失效机理，体现了从现象到本质的系统性科学思维。通过强制要求区分直接原因与根本原因，并基于分析结论制定预防措施，本标准构建了一个严谨的“数据驱动、因果闭环”的科学分析体系，从而保证分析结论的客观、准确与深刻。

#### （二）确定主要内容的依据及标准对标情况

《电站锅炉承压部件失效分析管理规范》标准内容主要参考了《锅炉安全技术规程》（TSG 11）、《电站锅炉直压承压部件寿命评估技术导则》（GB/T 30580）等国内相关标准，吸纳了《承压设备无损检测 第2部分：射线检测》（NB/T 47013.2）、《金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法》（GB/T 228.1）《金属材料 布氏

硬度试验 第1部分： 试验方法》（GB/T 231.1 ）等标准规定的方法。综合考虑深圳电站锅炉运行的实际情况，经过业内专家多次研讨形成。

#### **四、主要技术指标说明**

##### **（一）范围**

给出了本文件主要技术内容，包括术语和定义、失效分析管理流程、分级管理、技术要求、人员资质、失效分析报告编制等内容。

##### **（二）规范性引用文件**

给出了本文件规范性引用文件的情况。

##### **（三）术语和定义**

给出了本文件涉及的术语和定义的情况。

##### **（四）失效分析管理流程**

其中 4.1 条款给出了失效事件内部响应，保障一定的时效性；4.2 条款给出了失效现场保护要求，保障原始证据的完整性；4.3 条款给出了分析机构如何选择，保障失效分析活动的一定专业性。

##### **（五）分级管理**

5.1 条款给出了分级标准定义；5.2 条款给出了分级的管控要求；5.3 条款给出了如何进行分级档案管理。

##### **（六）技术要求**

6.1 条款规范了基于材料特性的无损检测方法，明确表面缺陷采用磁粉或渗透检测，内部缺陷采用超声或射线检测，并规定了检测精度达到 0.1mm；6.2 条款确立了材料性能测试标准，包括拉伸、冲击、硬度等力学性能测试，以及针对高温部件的蠕变/疲劳性能测试；6.3 条款完善了金相分析流程，从样品制备到组织观察均制定

详细规范；6.4 条款给出了化学成分分析的现代仪器方法；6.5 条款给出了数值模拟与实验验证相结合的应力分析技术。

#### **（七）人员资质**

为确保分析结论的科学性、准确性与公信力，本文件在第 7 章“人员资质”中设置了明确的技术能力门槛。具体通过 7.1 条款对失效分析负责人提出了高级工程师职称及多年从业经验的核心要求，以保障分析工作的技术统领深度；通过 7.2 条款规定检测人员必须持有相应的有效资格证书或经过专业考核，确保现场检测与实验室试验操作的规范性及数据可靠性；同时，通过 7.3 条款要求使用单位参与人员具备相应的技术背景与实践经验，使其能有效履行现场协调、技术对接与过程监督的职责。

#### **（八）失效分析报告编制**

给出了报告格式及报告内容。其中 8.2 条款来源于我院现行质量管理体系中的内容并结合了行业惯用做法。

#### **（九）附件 A 不同失效模式的技术要求**

给出了深圳市电站锅炉常见的失效模式及相关技术要求。

#### **（十）附件 B 技术分析报告模板**

给出了失效分析技术报告的模板。

### **五、是否涉及专利等知识产权问题**

本文件制定过程中无涉及专利等知识产权问题。

### **六、重大分歧意见的处理经过和依据**

本文件制定过程中无重大分歧意见。



## 七、实施地方标准的措施建议

一是运用行业组织资源，多场开展标准宣贯会，聚焦失效分析流程、“四管”爆泄等常见失效类型判定要点强化解读，同时联动专业媒体、学术期刊扩大宣传覆盖面，助力一线人员吃透规范。二是走进企业，推广优秀企业在建立失效分析台账、完善壁温监测等硬件配置、落实“分析－整改－溯源”闭环管理的实践案例，为行业提供可借鉴样本。三是在试点过程中，同步推动标准向行业标准升级转化。

## 八、其他需要说明的事项

无。