

重大电力事故案例分析 PDF转换可能丢失图片或格式，建议  
阅读原文

[https://www.100test.com/kao\\_ti2020/475/2021\\_2022\\_\\_E9\\_87\\_8D\\_E5\\_A4\\_A7\\_E7\\_94\\_B5\\_E5\\_c67\\_475697.htm](https://www.100test.com/kao_ti2020/475/2021_2022__E9_87_8D_E5_A4_A7_E7_94_B5_E5_c67_475697.htm) 重大电力事故案例分析

宁波市北仑港发电厂“3.10”电站锅炉爆炸事故 1993年3月10日，浙江省宁波市北仑港发电厂一号机组发生一起特大锅炉炉膛爆炸事故（按《电业生产事故调查规程》界定），造成死亡23人，重伤8人，伤16人，直接经济损失778万元。该机组停运132天，少发电近14亿度。一、事故经过 1993年3月10日14时07分24秒，北仑港发电厂1号机组锅炉发生特大炉膛爆炸事故，人员伤亡严重，死23人，伤24人（重伤8人）。北仑港发电厂1号锅炉是美国ABB - CE公司（美国燃烧工程公司）生产的亚临界一次再热强制循环汽包锅炉，额定主蒸汽压力17.3兆帕，主蒸汽温度540度，再热蒸汽温度540度，主蒸汽流量2008吨/时。1993年3月6日起该锅炉运行情况出现异常，为降低再热器管壁温度，喷燃器角度由水平改为下摆至下限。3月9日后锅炉运行工况逐渐恶化。3月10日事故前一小时内无较大操作。14时，机组负荷400兆瓦，主蒸汽压力15.22兆帕，主蒸汽温度513度，再热蒸汽温度512度，主蒸汽流量1154.6吨/时，炉膛压力维持负10毫米水柱，排烟温度A侧110度，B侧158度。磨煤机A、C、D、E运行，各台磨煤机出力分别为78.5%、73%、59%、38%，B磨处于检修状态，F磨备用。主要CCS（协调控制系统）调节项目除风量在“手动”调节状态外，其余均投“自动”，吹灰器需进行消缺，故13时后已将吹灰器汽源隔离。事故发生时，集中控制室值班人员听到一声闷响，集中控制室备用控制盘上发出声光报

警：“炉膛压力‘高高’”、“MFT”（主燃料切断保护）、“汽机跳闸”、“旁路快开”等光字牌亮。FSS（炉膛安全系统）盘显示MFT的原因是“炉膛压力‘高高’”引起，逆功率保护使发电机出口开关跳开，厂用电备用电源自投成功，电动给水泵自启动成功。由于汽包水位急剧下降，运行人员手动紧急停运炉水循环泵B、C（此时A泵已自动跳闸）。就地检查，发现整个锅炉房弥漫着火、灰、汽雾，人员根本无法进入，同时发现主汽压急骤下降，即手动停运电动给水泵。由于锅炉部分PLC（可编程逻辑控制）柜通讯中断，引起CRT（计算机显示屏）画面锅炉侧所有辅助设备的状态失去，无法控制操作，运行人员立即就地紧急停运两组送引风机。经戴防毒面具人员进入现场附近，发现炉底冷灰斗严重损坏，呈开放性破口。

二、事故造成的损坏及人员伤亡情况

该起事故死亡23人，其中电厂职工6人（女1人），民工17人。受伤24人，其中电厂职工5人，民工19人。事故后对现场设备损坏情况检查后发现：21米层以下损坏情况自上而下趋于严重，冷灰斗向炉后侧例呈开放性破口，侧墙与冷灰斗交界处撕裂水冷壁管31根。立柱不同程度扭曲，刚性梁拉裂；水冷壁管严重损坏，有66根开断，炉右侧21米层以下刚性梁严重变形，0米层炉后侧基本被热焦堵至冷灰斗，三台碎渣机及喷射水泵等全部埋没在内。炉前侧设备情况尚好，磨煤机、风机、烟道基本无损坏。事故后，清除的灰渣934立方米。该起事故最终核算直接经济损失778万元人民币，修复时间132天，少发电近14亿度。因该炉事故造成的供电紧张，致使一段时间内宁波地区的企业实行停三开四，杭州地区停二开五，浙江省工农业生产受到了严重影响，间接损失严重。

三、

**事故原因** 该起锅炉特大事故极为罕见，事故最初的突发性过程是多种因素综合作用造成的。以下，仅将事故调查过程中的事故机理技术分析结论综合如下：1. 运行记录中无锅炉灭火和大负压记录，事故现场无残焦，可以认定，并非煤粉爆炸。2. 清渣过程中未发现铁异物，渣成份分析未发现析铁，零米地坪完整无损，可以认定，非析铁氢爆炸。3. 锅炉冷灰斗结构薄弱，弹性计算确认，事故前冷灰斗中积存的渣量，在静载荷下还不会造成冷灰斗破坏，但静载荷上施加一定数量的集中载荷或者施加一定数量的压力，有可能造成灰斗失稳破坏。4. 事故发生后的检验结果表明，锅炉所用的水冷壁管材符合技术规范的要求，对水冷壁管断口样品的失效分析证实，包角管的破裂是由于冷灰斗破坏后塌落导致包角管受过大拉伸力而造成的。5. 对于事故的触发原因，两种意见：一种意见认为，“3.10”事故的主要原因是锅炉严重结渣。事故的主要过程是：严重结积渣造成的静载加上随机落渣造成的动载，致使冷灰斗局部失稳；落渣入水产生的水汽，进入炉膛，在高温堆渣的加热下升温、膨胀，使炉膛压力上升；落渣振动造成继续落渣使冷灰斗失稳扩大，冷灰斗局部塌陷，侧墙与冷灰斗连接处的水冷壁管撕裂；裂口向炉内喷出的水、汽工质与落渣入水产生的水汽，升温膨胀使炉膛压力大增，造成MFT动作，并使冷灰斗塌陷扩展；三只角隅包角管先后断裂，喷出的工质量大增，炉膛压力陡升，在渣的静载、动载和工质闪蒸扩容压力的共同作用下，造成锅炉21米以下严重破坏和现场人员重大伤亡。因此，这是一起锅炉严重结渣而由落渣诱发的机械—热力破坏事故。另一种意见认为，3月6日~3月10回炉内结渣严重，由于燃烧器长

时间下摆运行，加剧了灰斗结渣。这为煤裂角气和煤气的动态产生和积聚创造了条件。灰渣落入渣斗产生的水蒸汽进入冷灰斗，形成的振动加速了可燃气体的生成。经分析计算，在0.75秒内局部动态产生了2.7千克以上混合可燃气体，逐步沿灰斗上升，在上升过程中，由于下二次风与可燃气体混合，混合温度在470度左右（未达着火温度）。突遇炽热碎渣的进入或火炬（燃烧器喷焰）随机飘入，引起可燃气体爆炸，炉膛压力急剧升高，炉膛出口压力达2.72手帕以上，触发MFT动作。爆炸时，两侧墙鼓出，在爆炸和炉底结渣的联合作用下，灰斗与两侧墙连接处被撕裂，灰斗失稳下塌，包角管和联箱水平相继破裂，大量水汽泄出，炉内压力猛烈升高，使事故扩大。

6. 锅炉投入运行后，在燃用设计煤种及其允许变动范围内煤质时出现前述的严重结渣和再热汽温低、局部管段管壁超温问题，与制造厂锅炉炉膛的结构设计和布置等不完善有直接关系，它是造成这次事故的根本原因。另外，除上述诸技术原因外，北仑电厂及有关单位在管理上存在的一些问题，也是导致这起事故发生的原因：该事故机组自3月1日以来，运行一直不正常，再热器管壁温连续超过报警温度。虽经采取调整火焰中心，加大吹灰和减轻负荷等措施，壁温超限问题仍未解决。按ABB-CE公司锅炉运行规程规定，再热器壁温的报警温度为607度，3月6日至3月10日，再热器壁温多在640度和670度之间，锅炉负荷已从600兆瓦减至500兆瓦，再减至450兆瓦，到3月10日减至400兆瓦，再热器壁温仍严重超限。按运行规程规定，再热器壁温严重超温采取措施而无效时，应采取停炉措施。运行值班长曾多次向华东电管局总调度和浙江省电管局调度请示，但上级部门非但不同意停

炉，而且还要求将锅炉负荷再提高一些，要求锅炉坚持运行到3月15日计划检修时再停炉。结果因结焦严重，大块焦渣崩落，导致该起特大事故发生。因此，该起事故原因的认定结论为：制造厂锅炉炉膛设计、布置不完善及运行指挥失当；是一起锅炉设备严重损坏和人员群亡的责任事故。事故的直接原因是锅炉严重结渣。

#### 四、事故处理及善后情况

该起事故发生后，电力工业部及浙江省有关部门组成了事故调查组，对事故责任认定如下：

1. 该台锅炉在投入运行以后，在燃用设计煤种及允许变动范围内的煤种时，出现了锅炉结渣、再热汽温达不到设计值而过热器、再热器管壁严重超温的问题；虽然采取了降负荷运行和下摆燃烧器等防止结渣，但积渣日趋严重，最终酿成了事故。另外楼梯间、平台、过道不畅造成了人员众多伤亡，因此制造厂对事故负有主要责任。
2. 在运行管理上，北仑港电厂对引进的设备和技术研究、消化不够，又缺乏经验，在采取一系列常规措施未能改善锅炉运行状况的情况下，未能及时对炉内严重结渣作出正确判断，因而没有采取果断停炉措施。对事故负有运行管理不当的次要责任。为了认真吸取事故教训，除积极组织对外谈判外，电力部已对有关责任人进行了处理：对北仑港电厂厂长给予降职处分；对厂总工程师给予行政记大过处分；对浙江省电力局局长通报批评，生产副局长通报批评；其他有关直接责任人员也做了相应处理。另对调查组提出的防止事故的对策。要求ABB-CE公司解决的项目，将通过谈判达到。
3. 与事故主要责任方美国ABB - CE公司的谈判工作本着坚持原则、实事求是、维护国家利益的原则，由中国技术进出口总公司、水利电力对外公司及华东电管局、浙江省电力局等单位

组成谈判组，开展对美国ABB - CE公司的谈判工作。第一轮谈判于1993年9月9日至9月10日进行，谈判主要内容是双方各自阐述对事故原因的看法。ABB - CE认为锅炉下部结渣是导致事故的主要原因，七种可能的外力造成灰斗失稳引起事故，而灰斗的四道刚性梁及四周角部的焊接质量不良使灰斗强度不够。我方认为锅炉结构不完善，制造质量不良，冷灰斗设计强度低，在锅炉大量结渣的情况下又无法观察和清渣。因此受可能发生的外力作用，使灰斗失稳破坏引起事故。在谈判中我方还与ABB-CE公司就如何使锅炉消除缺陷，尽快达到安全稳定运行的各种问题进行了讨论。为使下一轮谈判顺利进行，ABB - CE公司在10月份提交了正式的事故调查报告及我方需要的炉内温度场、有关部件的强度计算等分析资料；我方提供了煤种资料及事故原因调查报告（第二轮谈判于当年11月初举行，谈判内容及结论暂略）。

### 五、防范措施

国内大型电站炉结渣的问题比较普遍，为接受北仑港事故教训，举一反三，电力工业部于1993年9月24日至28日召开了大型电站锅炉燃烧技术研讨会，邀请科研、制造和大专院校的专家参加，提出技术改进和加强管理的措施，提高电站锅炉的安全运行水平。为预防事故再次发生，具体的防范措施如下：

- 1、制造厂（ABB-CE）应采取措施，解决投产以来一直存在的再热器汽温低和部分再热器管壁温度严重超限的问题。
- 2、制造厂应研究改进现有喷燃器，防止锅炉结焦和烟温偏差过大的问题。在未改进前，制造厂应在保证锅炉设计参数的前提下，提出允许喷燃器下摆运行的角度和持续时间。
- 3、锅炉设计中吹灰器布置密度低，现在吹灰器制造质量差，制造厂应采取措施加以改进。在未改进前，电厂应加强检修、

维护和管理，提高现有吹灰器的可用率，必要时换用符合要求的吹灰器。4．制造厂应研究适当加强冷灰斗支承的措施，以提高其结构稳定性又不致影响环形集箱的安全。5．制造厂应采取措施加装必要的监视测点，如尾部烟温、烟压测点、过热器减温器进出口汽温测点、辐射式再热器出口汽温测点等，并送入计算机数据采集系统。此外，还应考虑装设记录型炉膛负压表。6．制造厂应对冷灰斗的积渣和出渣系统的出渣增加必要的监测手段，包括增加必要的炉膛看火孔，以便检查锅炉结渣情况。7．制造厂应对不符合安全要求的厂房结构、安全设施、通道、门、走、平台和扶梯等进行改进，如大门不能采用卷帘门，看火孔附近要有平台等。8．切实加强燃煤管理。电力部和其他上级有关部门应共同解决锅炉燃煤的定点供应问题。电厂要加强对入厂煤、火炉煤的煤质分析和管理工作，完善配煤管理技术。9．电厂应严格执行运行规程，加强对锅炉的运行分析和管理工作。应及时提出锅炉运行情况的分析意见和异常工况的应急措施。10．对事故中波及的设备和部件进行仔细的检查。恢复运行前必须进行炉内空气动力场和燃烧调整试验。100Test 下载频道开通，各类考试题目直接下载。详细请访问 [www.100test.com](http://www.100test.com)