

某发电厂“3.10”锅炉爆炸事故

1993年3月10日，浙江省宁波市某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。

■ 事故经过

1993年3月10日14时07分24秒，某发电厂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）。

某发电厂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烟、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。

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在灰内。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。

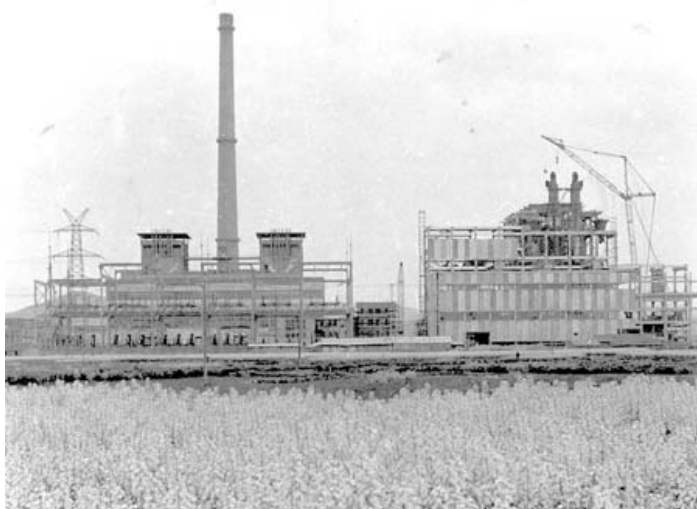
■ 事故原因

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 兆帕以上，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。