

锅炉水冷壁泄漏的成因及应对措施研究

石鹏飞

汕头华电发电有限公司 广东 汕头 515000

【摘要】 锅炉作为工业生产和人们生活中不可或缺的设备，其运行中出现的问题尤其需要引起重视。锅炉水冷壁泄漏是一种经常出现的问题，它会直接影响锅炉的稳定性和安全性。为了确保锅炉系统的正常运行，需要对锅炉水冷壁泄漏的成因进行研究并采取相应的措施，防止其再次发生。本文就针对锅炉水冷壁泄漏问题的成因和应对措施进行阐述，以期提高工程技术人员对此类问题的认识和解决能力，保障锅炉系统的正常运行。

【关键词】 锅炉；水冷壁；泄漏

前言：锅炉在工业生产中扮演着不可或缺的角色，而锅炉水冷壁泄漏是锅炉运行中常见的问题之一。水冷壁是锅炉中传热面积较大的部分，其主要作用是吸收锅炉炉膛中火焰排放的高温烟气中的热量，防止锅炉过热，确保锅炉的正常运行。但是，水冷壁在长期的使用过程中，由于各种因素的影响，会出现泄漏的情况，导致锅炉不能正常运行，甚至出现安全事故。因此，如何有效地防止和处理水冷壁泄漏问题，成为提高锅炉安全性和经济效益的关键。

1 导致爆管的成因

1.1 锅炉给水品质不良，水冷壁管结垢并超温爆破

含有较多钙(Ca)镁(Mg)盐类等矿物质的水叫做“硬水”。除掉全部或大部分钙、镁离子的水叫软化水。蒸汽锅炉对锅外给水硬度要求一般是小于等于0.03mmol/L。给水在锅炉中多次蒸发，原先溶解于水的碳酸氢钙(Ca(HCO₃)₂)和碳酸氢镁(Mg(HCO₃)₂)，在沸腾的水里分解，放出二氧化碳(CO₂)，生成难溶解的碳酸钙(CaCO₃)和氢氧化镁(Mg(OH)₂)，有时也会生成MgCO₃。随着时间慢慢增长这些难溶盐浓度达到一定温度下的饱和极限，形成以钙、镁离子为主的难溶化合物便从水中析出在水冷壁管内壁上形成絮状白色杂质。水冷壁中的杂质浓度慢慢增加，水溶液中就会产生白色固态沉淀物(一般是晶体)，如果沉淀物不粘结在受热面上而悬浮在水中，则称为渣滓或沉渣。如果沉淀物的结晶过程是在受热面上进行的，水中含有碳酸盐、胶体、细菌和有机物等杂质时，碳酸盐类相当于混凝土中的沙石，而胶体、细菌和有机物等则相当于水泥，当水中胶体、细菌和有机物等粘性物质和碳酸盐共同作用，在高温条件下则形成硬垢，并且坚实地粘结在受热面上，则称为水垢。水垢通常胶结于水冷壁管道内表面。锅炉里结了水垢，垢的导热系数比钢小得很多，一般相差两个数量级。即使水垢的厚度很小，也会影响金属传热，金属因得不到及时冷却温度将超过允许工作温度，导致超温爆管。再

者水垢就像是隔在钢管和汽水之间的一道石墙。锅炉钢管和水不能直接接触，炉膛的强烈火焰把钢管烧得通红，降低了钢管的强度。这时候，如果水垢出现裂缝，水立即渗漏到高温的钢管上，急剧蒸发，造成锅炉管内压力猛增，就会引起水冷壁管鼓包或爆管事故。

1.2 水冷壁磨损，壁厚变薄，钢管强度减小导致爆裂

锅炉燃烧使用的煤粉质量不高，煤粉粒度过大，动能就大，快速流动的煤粉粒、未完全燃烧的颗粒和烟灰对水冷壁冲刷严重，使金属管外微量金属被剥离，引起管壁变薄。煤灰浓度越大，流速越高受热面的磨损就会越严重，久而久之造成水管泄漏。此外，部分电厂使用的锅炉结构本身有一定的问题，锅炉内部在装配的过程中不符合规定和相关的要求，安装时焊缝上下重叠，凹凸不平等原因造成壁面粗糙，很容易在运行中导致水冷壁管严重磨损。一般循环流化床锅炉水冷壁管虽然普遍存在磨损现象，但年磨损量较小，属于均匀磨损。

1.3 汽水循环失常导致超温爆管

蒸发受热面的汽水混合物流动方向或流速没有按设计流动时，出现停滞、倒流或产生自由水位等称为水循环失常。导致汽水分配不合理，蒸发受热面水膜被破坏，使这部分金属得不到及时冷却，从而导致金属温度将超过允许工作温度。超温使管材发生金属组织变化，机械性能变弱，管子抵抗管内工质压力的能力(强度)因温度升高而降低，管子在內压力下发生塑性变形、鼓泡、胀粗、爆破等，最终导致管壁泄漏。

2 避免锅炉水冷壁泄漏的应对措施

2.1 水冷壁结垢的处理措施

2.1.1 进行煮炉和酸洗

煮炉和酸洗不但可以去除锅炉在制造、运输和安装过程中产生的铁锈和油垢，而且还可以使点火初期的水汽品质很快达到标准。

2.1.2 提高给水品质

应严格保证锅炉水质，将水的硬度降低到符合工业锅炉水质 GB1576 的要求。(1) 离子交换法：钠离子交换树脂是用于将水中的钙镁离子置换出来使硬度降低到软水。(2) 反渗透法：一种以高于渗透压的压力作为推动力，利用选择性膜只能透过水而不能透过溶质的选择透过性，从水体中提取淡水的膜分离过程。反渗透又称逆渗透。(3) 炉内进行加药化学处理法：能够有效防止水垢产生的磷酸三钠是一种白色至无色晶体。向炉内加入磷酸三钠，在水溶液中分解为磷酸氢二钠和氢氧化钠，与炉水中的钙、镁离子生成松软且沉淀的磷酸盐渣滓，水渣沉淀在水冷壁下联箱内，通过定期排污排出炉外。软化水只能降低硬度，而不能将水中的盐分完全除去，水质较差的地区应采用含盐量极少的除盐水，可以有效降低锅炉给水的硬度。另外从生产工艺返回锅炉的生产凝结水硬度不得超过规定值。提高锅炉给水品质后锅炉的排污率也会降低，减少了工质和热损失，延长锅炉的使用寿命^[1]。

2.1.3 保证用汽设备和汽水管道严密

当用汽设备和汽水管道发生泄漏时，冷却水或杂质漏入蒸汽凝结水中，使凝结水中钙、镁盐类超标，这也是产生水垢的一个重要原因，所以当发现用汽设备或锅炉给水硬度升高时，应及时检查并消除用汽设备和汽水管道不严现象。

2.2 磨损泄漏的防治

防止水冷壁管的磨损主要有提高煤粉质量，煤粉粒径 R90 控制在 10%~13% 之间，防止煤粉粒度过大，运行时应及时清除燃烧器喷口附近结渣。除此之外，常采取在管子上易磨损的部位贴焊短钢筋或加装防磨护瓦，由于短钢筋和水冷壁接触良好，能得到较好的冷却，所以不易烧坏。山西某电厂由于多次发生水冷壁磨损泄漏事故，特在水冷壁弯角磨损处，加装了一层防磨护瓦，防止高速的风粉混合物直接冲刷管壁，效果良好^[2]。

2.3 超温泄漏的防治

为了防止循环故障带来的超温爆管，要求燃料供给均匀，燃烧稳定、炉内空气动力场良好，风粉均匀。运行中应调整好火焰中心的位置，避免出现贴墙燃烧。合理投用燃烧器，避免造成燃烧器区域温度过高。锅炉运行负荷不能过高或过低，以免受热面超温。为防止传热恶化，设计时水冷壁管径不宜过大、水冷壁管组的并列管根数不能太多、管子组合应合理、适当增加下降管截面积等；也可采用内螺纹管等来产生扰动边界层和旋转。

2.4 腐蚀泄漏的防治

为防止水冷壁管垢下腐蚀，应提高给水品质，加强水质化学检验，尽量降低给水中的杂质和炉水中的 NaOH 的含量。为防止水冷壁的管外腐蚀，正确安装燃烧器角度，改善燃烧环境，避免火焰直接冲刷水冷壁；适当增大过量空气系数，合理配风，调整燃烧降低水冷壁附近还原性气体的产生^[3]。适当提高管内汽水流速以防止水冷壁温度过高，加剧腐蚀。还可以采用高合金钢，渗铝管或涂抹碳化硅涂料。

3 结语

锅炉水冷壁泄漏是锅炉运行中常见的问题，但也是可以预防和解决的。通过加强水质管理、定期检查和维修水冷壁以及控制燃烧温度等措施，可以有效降低泄漏的发生概率。锅炉运行中的安全性和稳定性对于工业生产和人们生活的正常运行至关重要。因此，我们必须高度重视锅炉水冷壁泄漏问题，并采取有效的措施来解决。只有这样，才能确保锅炉系统的长期稳定运行，提高能源利用效率，减少环境污染。

【参考文献】

- [1] 湛康.蔡文河.杜双明等.电站锅炉水冷壁管的泄漏原因及应对措施[J].腐蚀与防护,2022,43(02):62-67.
- [2] 王家帮.党林贵.电站锅炉水冷壁爆管故障树分析[J].锅炉技术,2021,52(S1):72-75.
- [3] 王文涛.高扬.孙博.某超临界锅炉水冷壁管泄漏原因分析及处理[J].吉林电力,2021,49(06):55-56.