

天津翔悦

天津翔悦密封材料有限公司



弗莱希波·泰格
金属波纹管有限公司



温州环球阀门制造有限公司



北新集团建材股份有限公司

燃煤锅炉三管爆破原因分析及对策

华电国际十里泉发电厂(277103) 崔修强

关键词: 燃煤锅炉 三管 爆管 过热 磨损 焊接质量

目前,大型电站锅炉爆管事故已成为当前威胁发电设备稳定运行的突出矛盾,而且随着机组服役时间的增加,这类事故还有逐年上升的趋势,成为影响安全生产的主要因素,严重影响了电厂的平稳生产,造成了极大的经济损失。事实上,当爆管发生时,我们经常采用所谓的快速维修方法,如更换新管段、喷涂等来修复,一段时间后又发生爆管。爆管在同一根管子、同一种材料或锅炉同一区域的相同断面上反复发生,这一现象说明三管爆破的根本问题还未被解决,因此分析了解三管爆破的根本原因是当前的首要问题。

1 过热器爆管的原因及预防措施

影响过热器爆管的根本原因有:过热、磨损、腐蚀、焊接质量等,结合各厂锅炉过热器爆管实际可以看出,过热器爆管中由于金属过热造成的爆管约占30%,磨损约占15%,腐蚀约占10%,焊接质量约占30%,其它原因占15%,因此受热面超温和焊接质量差是造成过热器爆管的主要原因。下面我们主要从这两方面来分析爆管原因。

1.1 管材质量差或焊接质量差造成过热器爆管

a、管材质量差。如果管子本身存在分层、加渣等缺陷,运行时受温度和压力影响,缺陷扩大就会导致过热器管爆管。例如:1996年12月,乌石化公司热电厂1号炉低温过热器在使用中发生爆管,爆管开裂口呈桃形,开口处由于爆裂已明显减薄。由爆口部位金相分析可知:该过热器管爆裂是由于炉管材质较差,组织不均匀,为不完全正火组织,母材基体存在大量微观孔洞,这些缺陷影响材料的强度,最终导致过热器管爆裂。

b、焊接质量差。在制造或维修中由于焊接质量不过关,焊缝中存在气孔、夹渣、焊瘤等会导致频繁爆管。2002年,某电厂7号炉低温过热器在运行过程中发生泄漏,从爆管处宏观检验表明,焊缝的焊接质量较差,焊缝根部存在大量焊瘤,泄漏点大多分布在焊缝熔合线及热影响区内,金相检验结果表明,管束的金相组织是正常的,见图1,焊缝、熔合线、热影响区的金相组织为粗大魏氏组织+铁素体,组织极为粗大,是不正常组织,见图2。经以上分析可知,爆管是由于管材焊缝的焊接质量极差,在焊缝熔合区内存在粗大魏氏组织、大量非金属夹杂等缺陷而造成的。

1.2 受热面超温造成过热器管爆管

金属超过其额定温度运行时,有短期超温和长期超温两种情况,因此造成受热面过热爆管有短期过热和长期过热两类现象,受热面过热后,管材金属超过允许使用的极限温度,内部组织发生变化,降低了许用应力,管子在内应力作用下产生塑性变形,最后导致超温爆管。



图1 管材金相组织珠光体+铁素体



图2 焊缝区金相组织粗大魏氏组织+铁素体

1.2.1 受热面短期过热

锅炉受热面内部工质短时间内换热状况严重恶化时，壁温急剧上升，使钢材强度大幅度下降，会在短时间内造成金属过热引起爆管。导致短期过热的原因有：管内汽水流量严重分配不均；炉内局部热负荷过高；管子内部严重结垢；异物严重堵塞管子；错用钢材等。

1.2.2 受热面长期过热

锅炉受热面管子由于热偏差、水动力偏差或积垢、堵塞、错用钢材等原因，管内工质换热较差，金属长期处于幅度不很大的超温状态下运行，管子金属在应力作用下发生蠕变（管子胀粗），直到破裂。长期过热主要发生在高温过热器的外圈向火面，低温过热器也可能发生。例如：2004年，某电厂6号锅炉大修时，锅炉检验中心对锅炉受热面进行抽查检验，对高温过热器管做金相分析，发现其组织为铁素体+碳化物，珠光体已球化，球化程度为3~4级，碳化物成小球状分布于铁素体的晶粒边界上，抗拉强度已明显降低，建议更换高温过热器管。分析原因主要是由于这几年全厂蒸汽负荷较低，6号炉长期处于低负荷运行状态，过热器管内蒸汽流速较低，传热效果差，管壁长期处于超温状态，从而导致过热器管长期过热使内部组织发生变化。

1.3 造成过热器管超温的原因及应采取的措施

在设计上，如果存在锅炉炉膛高度偏低，火焰中心偏后、水动力工况差、蒸汽流量偏低和受热面结构不合理等因素都会造成过热器普遍超温或存在较大的热偏差局部超温；在制造、安装和检修中如果出

现管内异物堵塞、屏过联箱隔板倒等缺陷，会造成工质流动不畅，引起受热面超温；运行中如果出现燃烧控制不当、火焰上移、火焰偏斜、炉膛出口烟温高风量不足、燃烧不完全引起烟道二次燃烧、蒸汽流量不足、减温水投停不当、高压加热器投入率低等情况，也会造成过热器管超温；另外给水品质不良，引起管内结垢积盐，影响传热，也会造成过热器管在运行中超温。

为了预防过热器管超温，在运行中，应严格按运行规程规定操作，锅炉启停时应严格按启停曲线进行，控制锅炉参数和过热器管壁温度在允许范围内；严密监视锅炉蒸汽参数、蒸发量及水位等主要指标，防止超温超压、满水、缺水事故发生；做好锅炉燃烧调整，防止火焰偏斜，注意控制煤粉细度，合理用风，防止结焦，减少热偏差，防止锅炉尾部再燃烧；加强吹灰和吹灰器管理，防止受热面严重积灰；保证锅炉给水品质正常及运行中汽水品质合格等。

2 省煤器爆管原因及预防措施

造成省煤器爆管有以下几方面的原因：给水质量差，水中含氧多，造成管子内壁腐蚀；烟气低温腐蚀；管子质量和焊接质量不好；给水温度和给水流量变化较大，造成管子的热应力过大；飞灰磨损严重等。在以上原因中，造成省煤器爆管的最主要的原因是飞灰磨损和焊接质量这两方面。

2.1 焊接质量差

同过热器管爆管原因相似，制造或维修中由于焊接质量不过关也会导致省煤器管频繁爆管。2000年9月，某电厂4号炉低温省煤器在同一部位连续两次发生泄漏，经过宏观检验及金相分析表明，第一次爆管是由于安装焊缝质量较差，存在气孔及夹渣造成的，而第二次爆管就发生在上次更换管段的焊缝处，由于焊接质量差造成了二次泄漏。

2.2 飞灰磨损

运行实践表明，在锅炉的过热器、省煤器和空气预热器三个主要对流受热面中，省煤器的磨损最严重。因为省煤器通常是错列布置，烟气对错列管束的冲刷比较强烈，磨损比顺列严重得多，而且省煤器处的烟气温度比较低，烟气中灰粒相对较硬，这两个因素使得省煤器磨损比过热器及空预器严重的多，省煤器磨损爆管主要发生在以下部位：

a、省煤器第二、第三排管子。因为省煤器通常是错列布置，省煤器第一排管子受到较低烟速即进入省煤器前空烟道内烟速地冲刷，进入第二排管子后由于烟气流通截面减小，速度突然提高，烟气中灰粒的冲击力较大，所以第二、第三排管子磨损较以下各排管子严重。

b、省煤器管弯头处。省煤器管的弯头与竖井烟道两侧墙之间的间隙形成烟气走廊，因阻力较小，烟气流速高，磨损较严重。

c、靠后墙的蛇形管排。对于π型锅炉，烟气自水平烟道转弯进入竖井烟道，由于离心力作用，烟气中大部分灰粒集中在竖井烟道的后墙，所以靠后墙的几排蛇形管排磨损较严重。

2001年，某电厂6号炉低温省煤器靠后墙处蛇形管发生泄漏，宏观检验表明，破口从焊缝处开裂，管外壁有明显减薄痕迹，对破口处做金相分析，金相组织正常。从以上分析可知：此省煤器管是由于管外壁受烟气冲刷减薄后，强度明显降低而爆管的。

2.3 造成省煤器磨损的原因及预防措施

导致磨损的原因有：燃煤含灰量高，飞灰中夹带硬颗粒；烟气流速过高或局部烟速过高；烟气含灰浓度分布不均，局部灰浓度过高。

通常采用减少飞灰撞击管子的数量、降低烟气流速或增加管子的抗磨性来防止飞灰磨损。如：①控

制烟气流速，尤其是烟气走廊处的烟气流速，因此在安装和维修时，应尽量减小省煤器管子与墙之间的距离，同时使各蛇形管间距离要尽量均等；②对于局部烟气流速过高的地方，应在管子易磨损部位如：弯头处、第二第三排管子、靠后墙的几排管子等地方加装防磨装置；③对省煤器管冷喷涂高温耐磨涂料来增加管子的抗磨性。

3 水冷壁爆管原因及预防措施

3.1 水冷壁爆管主要有以下原因造成

- a. 管子局部被杂物堵塞，致使水循环不良，引起管壁过热产生鼓包或裂纹。这种爆管属于短期过热爆管。
- b. 水质不合格，致使管内结垢。
- c. 炉在点火升压过程中操作不当。
- d. 锅炉严重缺水时，突然大量进水产生巨大应力使管子损坏。
- e. 管子材质不合格或焊接质量较差。

3.2 防止水冷壁爆管的措施

保证给水和炉水的品质合格，减少水冷壁管内结垢和腐蚀；调整好燃烧，使火焰均匀不偏斜，防止水冷壁管受热不均，水循环被破坏；防止水冷壁管外部磨损；升温升压时严格按规程进行，控制好升压速度。

为了有效防止三管爆破，除在安装、维修、运行调整方面采取以上措施外，还要对锅炉受热面做好金属监督工作，主要包括以下几方面：①对受热面进行蠕胀、变形和磨损等情况的定期检查；②对长期存在过热问题的受热面，加装热工温度测点进行监督控制；③定期进行割管检查，对高温过热器、低温过热器管子做金相检验，对炉膛热负荷最高区域水冷壁管内壁结垢、腐蚀情况进行检查。只要找到三管爆破的根本原因，采取行之有效的预防措施，就能从根本上解决锅炉爆管问题，有效地防止三管爆破事故的发生。

4 参考文献

- [1] 锅炉设备及运行. 水利电力出版社.
- [2] 吴飞文. 火力发电厂高温金属运行. 水利电力出版社.
- [3] 锅炉设备运行技术. 中国电力出版社.

文章作者： 崔修强

发表时间： 2006-01-20 00:00:00

[\[关闭窗口\]](#) [\[打印文章\]](#) [\[回到顶端\]](#)