

高温炉烟管道分析及改进

汪涛

国能双辽发电有限公司

DOI:10.12238/btr.v4i3.3707

[摘要] 高温炉烟是作为直吹式制粉系统的一种干燥剂,以提高磨煤机经济出力的高温介质。我厂采用的HG1025/17.5-HN5型锅炉,每台炉配备6台FN340/160型风扇磨煤机。磨煤机最大出力为57t/h,转速为500r/min,通风量为120000³/h。磨煤机配备的高温炉烟管道自炉膛混合室至磨煤机入口,垂直高度为48米。管道烟气入口温度为1070℃。

[关键词] 高温炉; 烟管道; 改进

中图分类号: TF081 **文献标识码:** A

Analysis and improvement of flue pipe of high temperature furnace

TaoWang

Guoneng Shuangliao Power Generation Co., Ltd

[Abstract] High temperature furnace smoke is a drying agent of the direct blowing powder making system to improve the economic output of the coal mill as a high-temperature medium. The HG1025/17.5-HN5 boiler used in our plant is equipped with 6 FN340/160 fan coal mills for each boiler. The maximum output of the coal mill is 57t/h, the rotational speed is 500r/min and the ventilation capacity is 120,000 / h. The coal mill is equipped with a high temperature furnace flue from the furnace mixing chamber to the entrance of the coal mill, with a vertical height of 48m. The flue inlet temperature of pipe is 1070℃.

[Key words] High-temperature furnace; flue pipe; improvement

引言

自93年我厂机组投入运行后,高温炉烟管道一直存在着变形、断裂现象,导致了管道流通面积的减小和管道漏风,造成磨煤机通风量及干燥出力不足,影响制粉系统的安全经济运行。

1 管道变形、断裂产生原因

0Cr25Ni20耐热钢可承受1050℃高温,具有抗氧化性好,耐磨性、抗腐蚀性强等特点。但机组长期运行后,管道还是频繁出现断裂、变形现象,分析原因如下:

1.1 锅炉、磨煤机起停频繁,管道内部温度反复由20℃上升到800℃,再由800℃降至20℃,材质不断热胀冷缩,导致热疲劳裂纹产生。

1.2 材质长时间处于高温,内部组织成份形成变化,其机械性能也随之改变,使冲击韧性降低,脆性增大,易造成脆断。

1.3 材质化学成份含铬较高,其抗氧

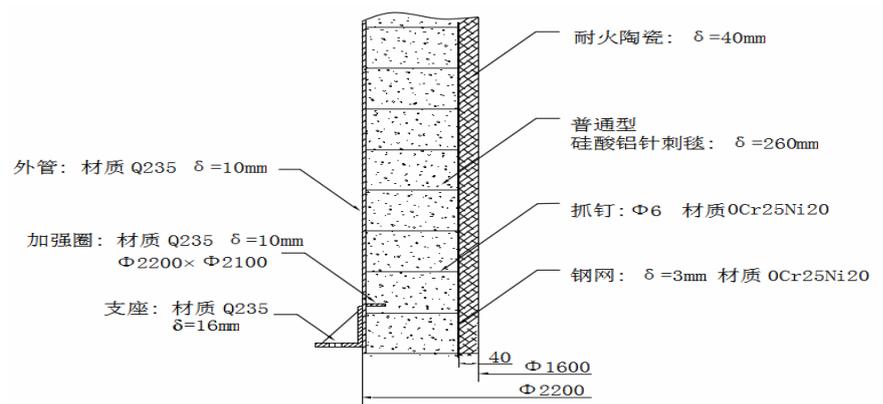


图 1

性虽能得到提高,但易产生冷裂。

1.4 材质线膨胀系数大,高温运行时会产生变形和内应力。

1.5 材质导热系数小,在安装焊接时会产生凝固裂纹及拉应力,实际施工中又无法进行焊后热处理消除应力。

1.6 管道上的支吊点直接与高温界面材质焊接。当材质热胀冷缩产生应力时,若弹簧吊架调整不当或失效,易引起管道撕裂。

通过上述分析,管道界面材质的选用是产生裂纹、变形的主要原因。

2 改造管结构及特点

我厂在07年后,开始逐步采用耐火陶瓷内保温管道替代耐热钢外保温管道。改造后管道主要由耐火陶瓷、硅酸铝针刺毯、外管三部分组成。见图1:

2.1耐火陶瓷由耐火涂料、水、铁纤维配比而成。涂料与水比例为4:1,与铁纤维比例为25:1。经搅拌20分钟后在管道钢网上铺抹。厚度为40mm。

铺抹后养护温度在15℃-25℃之间,48小时后形成凝固状态。凝固后的耐火陶瓷耐导热性差,耐高温和抗冲刷力强,不氧化,热膨胀极低。

下(表1)为耐火陶瓷和0Gr25Ni20耐热钢性能的比较:

	800℃温差 线膨胀系 数(10 ⁻⁶)	导热系 数 (w/m.℃)	密度 (g/m ³)	可承受 温度
0Gr25 Ni20	17.14	13.8	7.9	1050
耐火 陶瓷	0.2	1.6	3.0	1500

根据表1的线膨胀系数,管道温差在800℃情况下,1延长米的耐火陶瓷膨胀1.6mm,而0Gr25Ni20耐热钢需膨胀14mm。

耐火陶瓷配比时加入的铁纤维直径为0.5mm,长度为20mm,配比后的陶瓷具有抗冲刷、防剥落的特性。

综上所述,用耐火陶瓷替代耐热钢作为管道内的高温界面,不仅可承受温度增强,热膨胀性降低,还保持了耐热钢原有的耐高温、抗冲刷能力强、不氧化等特性^[1]。

2.2改造后的管道保温材料继续选用低热容、隔热性能强的硅酸铝针刺毯。其单层厚度为50mm,共铺设7层,由管道上焊接的抓钉穿透固定,针刺毯压紧后在抓钉上焊接钢网,防止针刺毯松动。

钢网不仅对针刺毯起到挤压、保护的作用,同时,可与耐火陶瓷直接粘合。

下(表2)为普通型硅酸铝针刺毯指标特性:

型号	导热系数 (w/m.℃)	抗拉强 度(Mpa)	永久线 收缩(%)	密度 (kg/m ³)
普通 型	0.16	0.04	800℃ -3	120

2.3外管采用厚度为10mm、Q235碳钢板卷制。管道内壁焊接加强环,可防止管道在吊装时产生变形,避免破坏内部的耐火陶瓷。

管道上的吊点、支座用Q235碳钢板制作,和外管焊接连接。因碳钢焊接性能好、导热性强,且支座与外管是同一材质,导热性和膨胀系数相同,不需做焊后热处理。

2.4改造后管道重量是原管道设计值的1.37倍,根据炉体钢结构架的实际承载荷是设计值的1.5倍,改造后管道重量没有超出炉体钢结构架的承重范围。

下(表3)为两种管道长度为1.5米时重量(kg)对比:

	金属 材质 重量	针 刺 毯 重 量	耐 火 陶 瓷 重 量	总重量
耐热钢管道	950	340		1290
耐火陶瓷管 道	890	260	620	1770

2.5两种管道的制作成本按照目前的市场价格计算,耐火陶瓷管道成本仅为耐热钢管道成本的25%。(制作成本不含人工费用)。

下(表4)为两种管道长度为1.5米时制作成本(万元)对比:

	金属材质成本 0Gr25Ni20 单价:11万 元/t Q235 单价:0.6万元/t	针刺毯成 本 单价:0.6 万元/t	耐火陶 瓷成本 单价:3万 元/t	合 计
耐热钢 管道	10.9	0.21		11.11
耐火陶 瓷管道	0.7	0.16	1.9	2.76

3 运行效果

下(表5)为已经安装的耐火陶瓷管道:

	安装位置 (标高 m)	管道长度 (m)	安装时间 (年、月)	已运行时间(月) 截止 08年10月
1D 高 烟管道	48—49.5	1.5	2006.10	23
2B 高 烟管道	39.5—47	7.5	2007.10	11
2D 高 烟管道	47.6—50.6	3	2007.10	11
2F 高烟 管道	34—52	20	2007.10	11

3.1通过对管道表面经常性检查及温度测量,管道表面无裂纹、断裂现象,除2F管道在52米伸缩节位置有1处超温,

各管道表面温度都在40℃-60℃之间。根据《SH3010-2000管道隔热技术规范》标准,属于正常范围^[2]。

下(表5)为2F管道07年11月—08年7月外管各点温度测量情况(℃):

3.2管道运行时所测的外管温度和管道停运后温度(20℃)相比,最大温差值为40℃。根据膨胀系数进行理论计算,1延长米外管仅膨胀0.5mm,与支座焊接处不会因管道膨胀产生裂纹。

经工作人员实际检查,确认外管和支座的焊接处无裂纹、撕裂现象。

4 存在问题及改进

4.1施工、配比存在问题及改进

4.1.1存在问题

(1)实际施工中,因耐火陶瓷在管道上进行分段铺抹,致使管道中的耐火陶瓷有若干对接处。而对接处粘合性又较差,管道投入运行后易产生裂纹。

(2)耐火陶瓷在管道上铺抹完毕后,需48小时才能凝固。若凝固时间不够就移动管道,易造成陶瓷的脱落。

如2F管道52米处的伸缩节,就是因为陶瓷风干时间不够,没有完全凝固就对其进行安装,伸缩节仅运行1周后,耐火陶瓷就出现1处脱落,导致外管超温。(见表5中A点温度)

(3)陶瓷在配比时加入的铁纤维,虽能使陶瓷具有抗冲刷、防剥落的特性。但因铁纤维在高温状态下抗拉强度较小,若长时间处于高温并承受热应力时,纤维易产生碎断,而降低陶瓷的防脱落能力。

(4)陶瓷在实际配比中,没有对水质进行检验,用水量控制也不严格。根据《JC8—92高强度耐火注料》标准,当水质中的碱度、硬度、溶盐量不同或水量与推荐值存在偏差时,会影响耐火陶瓷的性能,降低其粘合性。

(5)从表5中各点的温度测值分析,外管各点温度存在差异现象。

温度高低程无序状态,但同一点在不同时期温度差异并不大,说明各点温度的高低和分布位置并无关联,而是由管道内针刺毯的松紧状态所决定。

当管内针刺毯被挤压程度越紧,其隔温效果会越好;反之,隔温效果会越差。

下(表5)为2F管道07年11月—08年7月外管各点温度测量情况(°C):

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
07.11.25	225	54	47	51	39	37	42	60	44	58
07.12.11	230	55	49	50	40	38	40	57	42	60
08.01.17	230	57	51	48	42	38	42	56	40	61
08.02.15	220	55	51	49	48	39	40	60	43	60
08.03.25	220	55	50	57	40	39	44	62	41	60
08.04.27	228	50	45	52	40	42	44	56	46	61
08.05.30	196	50	48	50	42	47	44	60	47	65
08.06.16	179	52	44	51	42	49	44	57	46	62
08.07.03	170	70	63	53	54	56	50	58	53	58

4.1.2改进措施

(1)在铺抹陶瓷时,应备有防陶瓷掉落的保护用具,使施工过程中可以移动管道,耐火陶瓷能够一次铺抹成形,没有对接处,以保证其整体粘合性,防止裂纹的产生。

(2)陶瓷铺抹完毕后,施工人员一定要保证陶瓷的风干时间,使其完全凝固后才可以对管道进行安装。

在不改变陶瓷性能情况下,陶瓷配比时可以考虑加入微量的凝结剂,以缩短陶瓷的凝固时间,便于施工。

(3)陶瓷配比时用耐热钢纤维替代铁纤维,不仅能提高纤维在高温状态下的抗拉强度,同时耐热钢还具有抗腐蚀性的特点,能增强陶瓷的抗冲刷、防剥落能力,延长运行寿命。

(4)陶瓷配比时的首要步骤是检查水质,若水质不符合要求,应采取净化措施。配比时应严格按照用水量的推荐值进行配比,以保证陶瓷的性能不发生变化^[3]。

(5)施工中铺设针刺毯时一定要压紧,使管道内针刺毯无松软的部分,从而保证隔温效果,以降低外管温度,减小温差。

针刺毯应选用比普通型针刺毯密度高、导热性小的高纯型针刺毯。

4.2管道设计结构存在问题及改进

4.2.1存在问题

(1)施工安全性差。多节管道组体安装时,外管采用焊接连接,内部耐火陶瓷接缝处采用抹接。

抹接时需要施工人员进入管道内部,管道又在高空,存在着较高的人身安全隐患。

(2)接缝处易剥落。管道组体时,管道上的耐火陶瓷已经凝固,而两节管道间的缝隙需要后抹接,粘合性变差,受介质冲刷后易产生剥落。产生的剥落又会粘带已粘牢固的陶瓷,造成管道内陶瓷大面积脱落。

(3)陶瓷无膨胀间隙易脱落。耐火陶瓷的热膨胀性虽然低,但各管节间耐火陶瓷形成连接后,延长米增加,其热膨胀也相对增加,而陶瓷膨胀时又无法得到释放,内部形成挤压,易造成陶瓷脱落现象。

如1D改造管与混合室连接处,就是因陶瓷膨胀后,与混合室耐火可形成挤压,造成陶瓷脱落,形成较大裂缝。

(4)陶瓷脱落无法维修。当耐火陶瓷在管道内形成大面积脱落,施工人员将无法在管道内部完成大工作量维修,只能对管道进行解体吊移后,进行维修。而管道在解体时,又会再次破坏管道内部的针刺毯和耐火陶瓷,形成新的脱落。

4.2.2设计结构的改进

改进后的管道设计两管间采用螺栓固定连接,螺栓连接座与外管焊接连接,管道端口焊接法兰,用三角筋板对其加固,法兰平面上焊有抓丁,耐火陶瓷端面与外管端面平行。

两节管道组装时,法兰平面上铺设

100mm针刺毯,紧固螺栓后,两法兰端面间距被压缩为50mm,两外管间隙和陶瓷间隙均为3mm。

(1)管道内法兰和加强圈对管道起加强作用,以防止在吊装或紧固螺栓时管道发生变形。

(2)两节管道间被挤压的针刺毯,不仅对管道连接处起到保温作用,同时也能间断两管道温度的传递。

(3)两节耐火陶瓷间留有的间隙,是陶瓷受热后的膨胀间隙。

(4)两节外管间留有的间隙,是外管受热后的膨胀间隙。

(5)法兰与耐火陶瓷留有的间隙,是防止法兰受热,而导致外管温度升高。同时,可以使法兰上的针刺毯受挤压后有一定的扩张空间,保证与管道上针刺毯、耐火陶瓷的紧密性,增强两节间的保温性能。

(6)管道高温运行后,陶瓷间隙会越来越小,只有极少量的烟气介质进入管道夹层,不会对针刺毯产生破坏。

(7)通过实验:100mm厚针刺毯被挤压后,厚度可压缩为50mm左右,但仍具有一定的弹性。针刺毯扩张后产生的力,不破坏与其接触的耐火陶瓷。

5 结语

用耐火陶瓷管道取代耐热钢管道是高温炉烟管道改造的发展趋势,但耐火陶瓷管道在施工时应采取一定措施,管道结构需要进一步改进。

[参考文献]

[1]周志亮.高温炉烟管道水冷系统泄漏原因及对策[J].中国新技术新产品,2020,(06):74-76.

[2]商俊,桑延锋.膜式内冷高温炉烟管道在运行中的利弊[J].电站系统工程,2016,32(01):68-70.

[3]DL/T 5054-1996.火力发电厂汽水管道设计.技术规定[S].1996.

作者简介:

汪涛(1974--),男,汉族,吉林松原人,大专,工程师,研究方向:机电安装。