

固溶温度对S30432新型奥氏体不锈钢性能的影响

钟正彬, 张杰

东方电气集团东方锅炉股份有限公司 四川德阳 618000

摘要: S30432新型奥氏体不锈钢在应变条件下需固溶热处理, 通过不同固溶温度对应变量为15%的S30432不锈钢进行对比研究, 确定最佳固溶热处理温度。

关键词: S30432钢; 应变; 固溶温度

1 序言

随着大容量、高参数电站锅炉的推广, 对锅炉用金属材料的要求越来越高, 新材料、新工艺在锅炉制造过程中不断涌现, 新材料性能的掌握、新工艺的制定成为锅炉制造企业日益紧迫的问题。具有高强度、高使用温度、高耐蚀性的S30432新型奥氏体不锈钢在锅炉制造中得到了应用, 该钢种是在ASME SA-213TP304H的基础上加入适量的Cu、Nb、N, 从而达到高温强度、高温塑性以及抗高温氧化腐蚀性能的最佳组合。该材料已由ASME CODE CASE 2328-2纳入ASME II SA-213 UNS标号S30432, 在超临界锅炉和超超临界锅炉的高温段受热面工程应用具有较大潜力。ASME I PG-19要求S30432不锈钢在不同的设计温度下应变量超过15%或10%时需要进行固溶处理, 并对固溶温度的下限 ($\geq 1095^{\circ}\text{C}$) 提出了要求, 但固溶温度变化范围较大。本文研究的主要目的就是通过试验确定S30432不锈钢最佳的固溶温度, 以期获得良好的综合性能。

2 试样制备和试验方法

(1) 试验材料 钢管UNS标号S30432, 规格 $\phi 45\text{mm} \times 9.6\text{mm}$ 。

(2) 母材试样制备 钢管S30432 $\phi 45\text{mm} \times 9.6\text{mm}$ 、 $L=250\text{mm}$, 下料数量1根, 沿管子纵向将圆周10等分, 再按SA-370圆形与标准试样成比例拉伸加工成公称直径为6.25mm (0.25in) 的成比例试样, 数量为10根 (用3根, 备用7根)。

钢管S30432 $\phi 45\text{mm} \times 9.6\text{mm}$ 、 $L=10\text{mm}$, 下料数量3根 (硬度+晶粒度试样)。

(3) 固溶试样制备 钢管S30432 $\phi 45\text{mm} \times 9.6\text{mm}$ 、 $L=250\text{mm}$, 下料数量3根, 整管由 $L=250\text{mm}$ 拉伸变形至 $L=287.5\text{mm}$ (应变量=15%)。

拉伸变形后取其中1根按如下尺寸下料: S30432 $\phi 45\text{mm} \times 9.6\text{mm}$ 、 $L=10\text{mm}$, 下料数量18根 (硬度+晶粒度试样); 取其中另2根按如下要求下料: 沿管子纵向将圆周10等分, 下料数量20根 (拉伸试样)。

将上述试样组成6组, 每组包括拉伸试样3个、硬度+晶粒度试样3个, 按表1确定的温度固溶热处理并快速水冷。

将固溶拉伸试样按SA-370圆形与标准试样成比例拉伸试样加工成公称直径为6.25mm (0.25in) 的试样, 数量18根。

表1 S30432不锈钢固溶热处理

组号	编号	固溶温度/ $^{\circ}\text{C}$	保温时间/min	应变量 (%)
1	1	1100	30	15
	2			
	3			
2	4	1120	30	15
	5			
	6			
3	7	1140	30	15
	8			
	9			
4	10	1160	30	15
	11			
	12			
5	13	1180	30	15
	14			
	15			
6	16	1200	30	15
	17			
	18			

3 试验结果及分析

3.1 母材试样测定

原始母材试样测定：抗拉强度（10个）、屈服强度（10个）、伸长率（10个）、断面收缩率（10个）、硬度（3个）、晶粒度（3个），测定结果见表2。

表2 S30432不锈钢原始母材性能

编号	R_{el} /MPa	R_m /MPa	A (%)	Z (%)	HBW (2.5/187.5)			晶粒度 /级
1	400	680	42.5	75.5	176	174	175	8
2	395	680	45.0	75.5	177	160	164	8
3	390	680	45.0	73.5	174	177	172	8
4	390	680	44.0	75.5				
5	395	685	40.5	72.0				
6	385	680	44.5	75.0				
7	385	685	42.5	72.0				
8	395	680	40.0	73.5				
9	380	680	40.5	73.5				
10	390	685	45.0	72.0				
均值	390.5	681.5	43.0	73.8	172			8
标准偏差	6.0	2.4	2.0	1.5	6.0			0

3.2 固溶试样测定

固溶试样共有6组，每组固溶试样测定：抗拉强度（3个）、屈服强度（3个）、伸长率（3个）、断面收缩率（3个）、硬度（3个）、晶粒度（3个），测定结果见表3。

表3 S30432不锈钢固溶试样性能

组号	编号	R_{el} /MPa	R_m /MPa	A (%)	Z (%)	HBW (2.5/187.5)			晶粒度 /级
1	1	335	660	45.0	74.0	143	143	143	7.5
	2	345	660	46.5	75.5	143	143	145	7.5
	3	330	660	50.0	74.5	143	143	144	7
2	4	340	660	49.0	71.0	144	147	147	8
	5	345	670	47.5	74.0	143	145	144	7.5
	6	345	670	49.0	74.0	144	143	143	7
3	7	330	660	50.0	74.0	144	145	145	7
	8	340	660	47.0	72.0	143	143	145	6.5
	9	335	665	47.0	75.5	143	142	144	7
4	10	325	655	49.0	74.0	143	143	147	7.5
	11	325	660	50.5	74.0	147	146	144	7
	12	320	660	49.0	74.0	143	143	143	7
5	13	275	595	53.0	72.0	150	145	148	4~5
	14	270	595	51.0	74.0	150	150	148	7~8
	15	270	590	52.0	74.0	148	145	148	4~5
6	16	275	605	51.0	75.5	150	145	148	4
	17	275	595	51.0	72.5	143	148	143	4
	18	275	595	54.0	75.5	148	148	145	4~5

3.3 母材及固溶试样对比分析

本试验采用多指标综合量化评估法^[1]，以原始母材试样测定的均值数据为基准，将固溶试样的抗拉强度、屈服强度、伸长率、断面收缩率、硬度、晶粒度的均值与母材对应均值数据对比分析，各项偏差数据见表4。以试验组号为X轴，以表4中的总分值为Y轴，做固溶热处理试样性能分值曲线，如图1所示。

表4 固溶试样的均值与原始母材的偏差

组号	项目	R_{el} /MPa	R_m /MPa	A (%)	Z (%)	HBW (2.5/187.5)	晶粒度 /级	总分值 /分
1	均值	336.7	660.0	47.2	74.7	143.3	7.3	—
	差值	-53.8	-21.5	4.2	0.9	-28.7	-0.7	—
	分值	9.0	9.0	2.1	0.6	4.8	0.7	26
2	均值	343.3	666.7	48.5	73.0	144.4	7.5	—
	差值	-47.2	-14.8	5.5	-0.8	-27.6	-0.5	—
	分值	7.9	6.2	2.8	0.5	4.6	0.5	23
3	均值	335.0	661.7	48.0	73.8	143.8	6.8	—
	差值	-55.5	-19.8	5.0	0.0	-28.2	-1.2	—
	分值	9.3	8.3	2.5	0.0	4.7	1.2	26
4	均值	323.3	658.3	49.5	74.0	144.3	7.2	—
	差值	-67.2	-23.2	6.5	0.2	-27.7	-0.8	—
	分值	11.2	9.7	3.3	0.1	4.6	0.8	30
5	均值	271.7	593.3	52.0	73.3	148.0	5.5	—
	差值	-118.8	-88.2	9.0	-0.5	-24.0	-2.5	—
	分值	19.8	36.7	4.5	0.3	4.0	2.5	68
6	均值	275.0	598.3	52.0	74.5	146.4	4.2	—
	差值	-115.5	-83.2	9.0	0.7	-25.6	-3.8	—
	分值	19.3	34.7	4.5	0.5	4.3	3.8	67

注：均值=各项的算术平均值；差值=固溶试样的均值与原始母材对应数值之差；分值记法：标准偏差记为S；分值=差值绝对值÷S(取一位小数)(晶粒度的分值为差值绝对值)；总分值=分值之和(4舍5入取整数)。

以原始母材的各项综合性能为最优作为分析基础，原始母材经过弯曲或拉伸变形、固溶热处理等加工过程后，最终恢复至与原始母材总偏差值为最小时的固溶热处理温度，认为是最佳的固溶热处理温度。从图1可见，S30432不锈钢在1100~1160℃固溶热处理时，分值曲线处于较小区域，试样的综合性能较佳。固溶热处理温度在1120℃时，分值曲线最小，其试样综合性能最佳。当固溶热处理温度超

Cr12MoV模具钢淬火开裂原因分析

王坤

广东环境保护工程职业学院机电工程系 广东佛山 528216

摘要: Cr12MoV 模具钢经过淬火、回火工序后,进入电火花线切割工序加工时出现模具开裂,对其进行原因分析并提出防止措施。利用金相显微镜,观察并分析了开裂模具的金相组织,结果表明:该模具钢淬火开裂的主要原因是晶粒粗大、碳化物呈不均匀状。

关键词: Cr12MoV 模具钢; 开裂; 失效分析

1 序言

Cr12MoV是莱氏体钢,其碳含量($w_c=1.45\%\sim 1.70\%$)比Cr12($w_c=2.00\%\sim 2.30\%$)低,并且添加了钒、钼等元素,使钢中碳化物的不均匀程度、锻造性能和冲击韧度都得到了大幅改善,其中钒、钼元素可以降低碳化物不均匀的现象,钼元素能降低碳化物偏聚并且提高淬透性,钒元素能提高冲击韧度并细化晶粒。Cr12MoV 钢具有高淬透性,在各类

模具制造中应用广泛^[1-3]。但用Cr12MoV模具钢制造的模具凹模结构相对比较复杂且要求较高,不能用传统的加工工艺完成,必须采用线切割方式加工。Cr12MoV钢模具一直存在淬火后型腔内线切割开裂的严重问题,产生开裂缺陷的比例超过20%^[4],延长了模具的制造周期,给企业带来经济损失。本文对失去应有功能的零件进行失效分析,寻找失效原因,提出预防措施,对于工业生产具有重要的现实

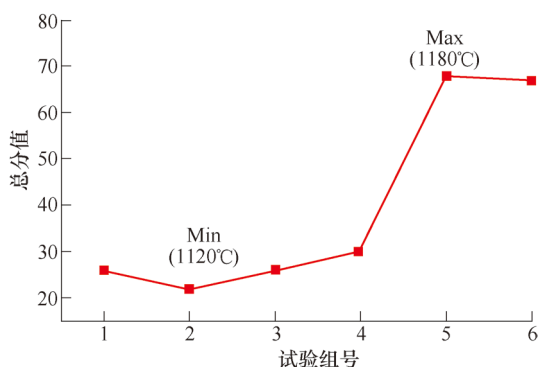


图1 固溶热处理试样性能分值曲线

过1120℃后,随固溶热处理温度的递增,其综合性能逐渐缓慢地变差;当固溶热处理温度超过1160℃后,分值曲线快速上扬,其综合性能迅速恶化,固溶热处理温度在1180℃时,其试样综合性能最差。综上所述,S30432不锈钢最佳的固溶热处理温度为1120℃,不宜超过1160℃。

ASME CODE CASE 2328-2中提出,S30432不

锈钢的热处理规则可与TP347H不锈钢相同^[2],目前TP347H不锈钢普遍采用的固溶温度为1175℃,接近S30432不锈钢性能最差的1180℃温度区域。如果采用此固溶温度应用于S30432不锈钢,弯头的性能是较差的,故S30432不锈钢的固溶热处理应区别于TP347H不锈钢。

4 结束语

1) S30432奥氏体不锈钢最佳的固溶热处理温度为1120℃,不宜超过1160℃。

2) S30432奥氏体不锈钢的固溶热处理温度不宜与TP347H奥氏体不锈钢完全等同。

参考文献:

- [1] 束国刚,薛飞,范长信,等.国产P91钢的热处理工艺优化研究[J].中国电力,2003,36(8):20-23.
- [2] 刘江南,王正品,石崇哲.锅炉用T/P91钢组织及性能研究-进展报告之二、三、五[R].西安:西安工业学院,2001.