

大厚壁锻件与钢板的焊接工艺

张家港长力机械有限公司 (江苏 215621) 茅裕芳

2011年下半年, 我公司承接了一批冷轧工程酸轧联机酸洗段工程项目, 该酸洗段项目传动装置中共计采用18个绳轮。由于绳轮承受钢丝绳较大的牵引力, 且该牵引力方向与绳轮的径向偏移一个角度, 该绳轮将承受较大的径向牵引力, 同时还承受较大的切向应力, 故要求该绳轮具有较高的抗拉强度和屈服强度。绳轮若采用整体锻件, 每个绳轮锻件毛坯达6.8t, 而绳轮的净重只有1.3t, 因此采用整体锻件材料利用率低、成本高。经研究决定, 该绳轮采用中间轮(45钢锻件)和外轮(45钢板)拼焊而成。绳轮拼焊结构如图1所示。

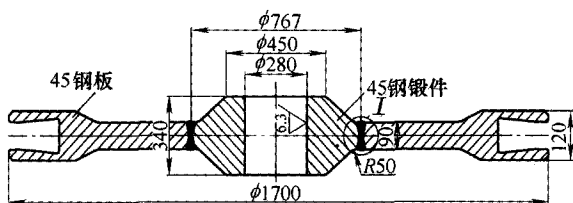


图1 绳轮拼焊结构

1. 焊接性分析

45钢属于中碳钢, 其焊接性较差, 且该绳轮采用厚度达340mm的中间轮(45钢锻件)与厚度达90mm的外轮(45钢板)拼焊而成, 同时拼焊结构为环形拼接结构, 具有极大的拘束度, 故其焊接性很差, 特别是在打底焊时极易产生裂纹。45钢锻件化学成分如表1所示, 其碳当量 $CE=0.65\%$, 具有较强的裂纹敏感性, 为避免产生裂纹, 确保得到符合要求的焊缝质量, 必须采用严格的焊接工艺及适当的工装。

表1 45钢锻件化学成分(质量分数) (%)

C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Cu
0.48	0.69	0.25	0.011	0.021	0.22	0.06	0.07

2. 焊材的选择

绳轮由中间轮和外轮拼焊而成, 要求拼接焊缝具有较高的强度; 另外绳轮由中间轮和外轮之间的环焊缝焊接成一体, 且壁厚均较厚, 打底焊易产生裂纹, 故选择高韧性超低氢焊条J507RH进行打底焊(打底层焊缝厚约20mm), H10Mn2焊丝+HJ350焊剂进行填充、盖面焊接。焊条及焊丝的化学成分及力学性能如表2、表3所示。

表2 J507RH焊条化学成分和力学性能

焊条直径/mm	化学成分(质量分数, %)										力学性能		
	C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Mo	V		抗拉强度/MPa	屈服强度/MPa	伸长率(%)
3.2	0.069	1.22	0.33	0.012	0.019	0.021	0.61	0.001	0.004		550	442	32
4.0	0.084	1.53	0.49	0.008	0.013	0.028	0.566	0.001	0.006		582	468	29.5
标准值	≤0.10	≤1.60	≤0.60	≤0.015	≤0.025	—	0.35~0.8	—	—		490~610	≥410	≥22

注: 药皮含水量 $\phi 3.2\text{mm}$ 含0.11g, $\phi 4.0\text{mm}$ 含0.17g, 标准值 $\leq 0.25\text{g}$ 。

表3 H10Mn2焊丝化学成分和力学性能

焊丝直径/mm	化学成分(质量分数, %)									力学性能		
	C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Cu		抗拉强度/MPa	屈服强度/MPa	伸长率(%)
4.0	0.089	1.79	0.031	0.004	0.007	0.043	0.020	0.051		530	435	30.0
标准值	≤0.12	1.50~1.90	≤0.07	≤0.035	≤0.035	≤0.20	≤0.30	≤0.20		480~650	≥400	≥22

3. 焊接工艺

(1) 焊前准备 焊接接头坡口如图2(见图1中I)所示。打底焊采用J507RH, $\phi 3.2\text{mm}$ /

$\phi 4.0\text{mm}$ 焊条,且经过 $350^{\circ}\text{C} \times 2\text{h}$,烘烤后保温于 150°C 保温箱中,焊条领用采用焊条保温桶随用随取,且一次领用量不得超过4h的焊接用量;埋弧焊采用H10Mn2、 $\phi 4.0\text{mm}$ 焊丝和HJ350焊剂,焊剂须经 $350^{\circ}\text{C} \times 2\text{h}$ 烘烤。焊条电弧焊采用ZX5-630型直流焊机,埋弧焊采用ZX5-1000型埋弧焊电源,且电源极性均采用直流反接(焊条或焊丝接正极)。焊前严格清理坡口两侧20mm范围内的铁锈、杂质及油污等。由于该结构具有较大的拘束度,打底焊时若不采取必要的工装对中间轮和外轮进行刚性固定,极易在打底焊时由于焊缝的收缩不均匀而产生裂纹,故施焊前在绳轮正反两侧各均布焊接6件25mm的刚性固定筋板,具体分布如图3所示。

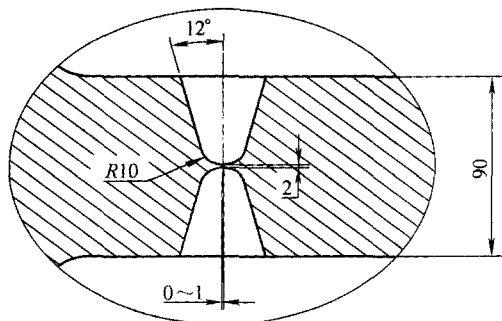


图2 焊接坡口放大图

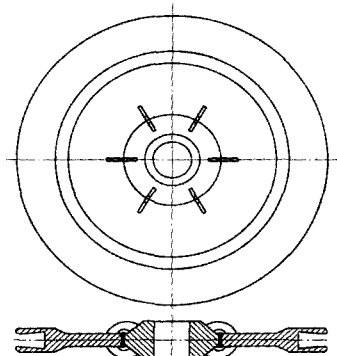


图3 刚性固定筋板分布

(2) 焊接 焊前将绳轮放在焦炭炉上的加热隔板上(加热隔板为一块 $\phi 1600\text{mm}$ 、厚度为16mm的钢板,目的为使绳轮受热均匀及防止焦炭炉燃烧释放有害气体对焊接质量的影响),均匀预热至 $200 \sim 300^{\circ}\text{C}$ 。整个施焊过程应始终保持 $200 \sim 300^{\circ}\text{C}$ 的预热温度(用红外线测温仪测温),焊条电弧焊打底焊时采用4名熟练焊工分两组轮番两两对称施焊,施焊采用多层多道焊,层间清理彻底,并严格

控制层间温度 $200 \sim 350^{\circ}\text{C}$;打底焊时先焊正面,正面焊缝焊接厚度达10mm后,反面采用碳弧气刨进行清根,清根后再用焊条电弧焊进行填充;焊接接头应相互错开,并采用回焊法,防止产生密集性气孔;确保焊条电弧焊打底厚度 $\geq 20\text{mm}$ 后方可进行埋弧焊。整个焊接过程应使绳轮正反两侧交替施焊,防止产生较大的焊接应力,并连续施焊,直至整条焊缝焊完;收弧时弧坑必须填满,防止产生弧坑裂纹。施焊采用J507RH, $\phi 3.2\text{mm}$ 焊条打底, $\phi 4.0\text{mm}$ 焊条填充;H10Mn2, $\phi 4.0\text{mm}$ 的焊丝和HJ350焊剂埋弧焊填充、盖面的焊接工艺。焊接参数如表4所示。

表4 焊接参数

焊道	焊材规格 ϕ/mm	焊接电流 /A	电弧电压 /V	焊接速度 /cm·min ⁻¹
焊条电弧 焊打底	3.2	120~130	21~23	15~17
焊条电弧 焊填充	4.0	150~170	23~27	16~18
埋弧焊填充	4.0	500~560	30~34	46~50
埋弧焊盖面	4.0	540~580	32~36	45~49

(3) 焊后热处理 绳轮焊完后立即进行 $610 \sim 630^{\circ}\text{C} \times 3\text{h}$ 的消除应力热处理,若焊完后不具备立即对绳轮进行消除应力热处理的,可先用石棉对绳轮整体进行 $200 \sim 300^{\circ}\text{C}$ 保温、缓冷,稍后再进行消除应力热处理。

(4) 质量检测 消除应力热处理后去除刚性固定筋板并对焊缝及近缝区按JB/T4730.3-2005 100%UT检测,结果显示所有焊缝均达到了I级。绳轮进行质量检测时的照片如图4所示。

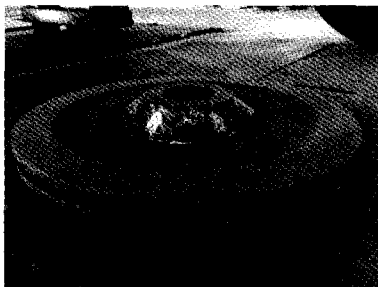


图4

4. 结语

实践证明,我公司按照上述焊接工艺对18套绳轮进行了施焊,均获得了满意的焊接质量,完全符合绳轮的设计要求。MW (20120913)