大连圣洁公司网带炉创新应用与发展

大连纳思达汽车设备有限公司 （辽宁 116600） 林 俊
大连华锐重工集团股份公司重型热处理厂 （辽宁 116022） 刘 静
大连圣洁真空技术开发有限公司 （辽宁 116000） 田绍洁

摘 要： 通过对传统的网带炉进行改造，缩小了炉膛高度，改变了进料方式，并且在炉膛内涂上了美国凯利多公司生产的纳米高温节能涂料，不但保证了产品质量，而且提高了网带炉的寿命，还大大节省了能源消耗，为大连圣洁公司带来很大的经济效益。

关键词： 网带炉；创新；连续氮化

众所周知，网带炉在中国热处理行业应用极广，仅大连圣洁真空技术开发有限公司的三个热处理专业工厂就拥有6条不同型号规格的网带炉生产线，每年创造产值千万余元，满足了大连圣洁公司广大热处理客户对网带炉加工生产的各种需求，如结构钢的调质、低碳低合金钢的浅层渗碳和碳氮共渗、轴承钢的淬火回火以及圣洁公司专利技术的网带炉轴承钢等温退火、亚温淬火以及专利技术的网带炉连续氮化等。

1. 专利技术的网带炉连续气体氮化处理

传统的气体氮化是在周期式井式炉或密封箱式炉中进行，这种设备及工艺能够满足一般的生产需求，但是中小工件在这种炉中进行气体氮化就易出现加热不均、渗层不均、硬度不均等问题，为了克服这些问题只好增加工装夹具。因此，有时工件装炉的重量比工装夹具的重量还轻，这就降低了生产效率，也浪费了宝贵的耐热钢材料制成的工装夹具；并且由于工装夹具的阻挡，也使得氮化工件的硬度不均和渗层不均。

此外，由于周期式氮化效果不好，每一炉都有误差，因此增加了操作难度，并且不易保证所有批次工件的质量均匀一致。

大连圣洁公司针对目前中小工件按照传统气体氮化工艺不能获得很好效果的问题，研究了一种中小工件气体氮化的新工艺，采用连续式热处理炉，包括但不局限于网带式连续热处理炉、托辊式连续热处理炉、滚动底式连续热处理炉、推杆炉等。具体工艺步骤：将中小工件按工艺要求清洗干净，自动送料或手工送料至连续炉中，炉温可以在420～720℃内调整，并可分段控温；加热时间可在0.5h至十几小时内调整；渗氮气氛为氨气和丙烷气或是其他可以产生氮原子和碳原子的气体或液体。通过调整通入气体流量和氨分解率可控制渗层深度及表面化合物层的深度。冷却方式有水冷、油冷或空冷。

该研究克服了传统思维，创造性地将中小工件在连续炉中进行气体氮化，解决了传统周期式炉中气体渗氮的诸多缺点，不但提高了产品渗氮后的质量和热处理过程的一致性，并且由于温度和时间均可连续调整，使操作简单易行并可成倍提高生产效率。该工艺已申报国家发明专利（20091003197.1）。

2. 网带炉亚温淬火的应用

亚温淬火是一种新型的利用钢的临界区双相组织强韧相和复合钢显微组织超细化的强韧化热处理工艺，用亚温处理可以大幅度地提高钢的室温和低温韧度，抑制可逆回火脆性，降低冷脆转变温度，防止变形开裂。

亚温淬火还可应用在渗层渗碳的工件在网带炉中的二次淬火，并且可应用在气体连续氮化前预先处理，因为亚温淬火的加热温度比常规淬火要低。

（1）渗碳二次淬火 由于加大了网带炉的使

用，对于18Cr2Ni4WA 的工件，940℃渗碳后油淬，并采用4种加热温度进行亚温淬火（880℃、850℃、790℃、735℃），保温时间为40min，200℃×2h，回火一次，其硬度和显微组织见表1、表2。

（2）工件渗氮前后亚温淬火 对于采用网带炉连续氮化的小零件的预备热处理，也可采用网带炉进行亚温淬火而替代传统的调质处理，从而提高钢的强韧性和抑制其可逆回火脆性。

亚淬火预处理对38CrMoA钢试样气体渗氮后整体性能的影响，如表3、表4和表5所示。

3. 网带炉的等温退火的应用

大连圣洁公司采用了网带炉对T8工具钢和轴承钢等进行了等温退火（常用工具钢及轴承钢退火工艺见表6），取得了较好的效果。

等温退火用的网带炉生产线是在传统的带马弗的网带炉生产线的基础上改制的淬火炉，淬火油槽内不加淬火油并进行密封，安装测温电偶和热交换风机，以保证一定的速度降温至等温温度，热交换

表1 渗碳及其后的工艺对18Cr2Ni4WA钢的心部硬度和显微组织的影响

工 艺	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9
心部硬度HRC	44.8	43.2	42.3	41.9	44.5	45.0	42.1	39.9	44.6
表层硬度HRC	54.6	55.7	58.9	53.2	54.9	56.5	59.3	55.8	56.2
残留奥氏体（%）	—	—	15.17	—	19.01	19.09	14.64	11.66	22.05
整体冲击韧度/J·cm^{-2}	25.0	24.4	18.4	23.6	23.5	21.6	15.3	9.8	19.9

表2 18Cr2Ni4WA钢经渗碳后的不同热处理工艺处理所得表层的硬度 （HV）

工艺	渗层深度/min												
	0.010	0.025	0.040	0.055	0.070	0.085	0.100	0.115	0.130	0.145	0.160	0.175	0.190
No.1	—	476	480	460	452	524	487	501	461	438	432	413	—
No.2	476	516	483	485	544	522	503	461	425	390	247	335	—
No.3	533	520	618	570	555	536	520	463	475	459	425	397	—
No.4	429	446	399	376	397	395	379	343	355	347	320	337	—

表3 亚温淬火加热温度对38CrMoAl钢渗氮前后的冲击韧度和心部硬度的影响

热处理工艺			未渗氮		渗氮（520℃×25h炉冷）	
预处理（940℃×20min）	亚温淬火温度/℃（20min油冷）	回 火	a_K /J·cm^{-2}	硬度HBS	a_K /J·cm^{-2}	硬度HBS
油冷	830	530℃×6h炉冷	109	263	73	255
	840		98	319	69	308
	850		95	347	65	326
	860		90	360	60	247
940℃×20min+550℃×6h回火炉冷			70	358	47	350

表4 亚温淬火前预处理冷却方式对38CrMoAl钢渗氮前后冲击韧度和心部强度的影响

热处理工艺			未渗氮		渗氮（520℃×25h炉冷）	
预处理（940℃×20min）	亚温淬火温度/℃（20min油冷）	回 火	a_K /J·cm^{-2}	硬度HBS	a_K /J·cm^{-2}	硬度HBS
调质	830	530℃×6h炉冷	112	261	76	225
油冷			109	263	73	255
空冷			98	255	65	250
油冷	850		95	347	65	326
空冷			88	340	60	315
油冷	870		84	363	48	349
空冷			80	340	47	351
940℃×20min+550℃×6h回火炉冷		—	70	358	47	350

风机排出的热量通过热回收管道再通入淬炉前端炉门口的一个预热室，对进炉工件进行预热，这样不仅能节省能源，还能提高生产率，该设备发明已申报国家专利。

4. 纳米高温防腐节能涂料

大连圣洁公司长兴岛工厂的网带炉生产线大修后，采用了美国凯利多润滑技术有限公司研究、生产的纳米高温防腐节能涂料，对网带淬火炉膛内部进行涂装，涂装后的加热炉炉壁气密性增强，既阻止炉墙漏气，又能减缓氧化速度，增强了炉温均匀性，还大大提高了工作效率，并降低能耗。

佛山扬戈炉业有限公司和长沙一家热处理厂对于电炉涂装后的使用结果表明，节能率可达到20%～30%。这样，大连圣洁公司的6条网带炉生产线通过采用这种纳米涂料进行炉膛的涂装，将努力达到“十二五”规划中我国热处理行业节能10%和热处理专业厂电能和燃料消耗降低到生产成本20%以下的目标。

5. 结语

在热处理行业广泛应用的网带炉生产线，不但对军工、航天、机械行业，以及中小企业的基础零件、紧固件、标准件、汽车零件等提供了常规的热处理，如淬火回火、调质、浅层渗碳和碳氮共渗等。大连圣洁热处理还创新应用在连续渗氮、等温退火和等温淬火工艺上，从而大大提高了网带炉生产线的用途，并使大连圣洁公司的专业热处理厂更具竞争力，服务范围更加扩大。而纳米节能涂料的采用又极大降低生产成本，提高生产效率，并降低能源消耗，从而满足了国家“十二五”规划对热处理行业节能减排的需求。

表5 亚温淬火前预处理冷却方式对38CrMoAl钢渗氮前后的冲击韧度和心部硬度的影响

热处理工艺			未渗氮			
预处理（940℃×20min）	亚温淬火温度/℃（20min油冷）	渗氮	深度/mm	脆性/级	硬度HV	d/d_{min}
调质	830	20℃×25h 炉冷	0.36	1	1049	1.13
油冷			0.36	1	1049	1.13
空冷			0.36	1	1049	1.13
油冷	840		0.37	1	998	1.17
	850		0.35	1	1027	1.08
空冷	850		0.38	1	986	1.19
油冷	860		0.35	1	1006	1.09
940℃×20min+550℃×6h回火炉冷		70	0.32	1	1027	1

表6 常用工具钢及轴承钢退火工艺

钢号	临界点/℃			退火		
	Ac_1	Ac_m	Ar_1	加热温度/℃	等温/℃	HBW
T8A	730	—	700	740～760	650～680	≤187
T10A	730	800	700	750～-770	680～700	≤197
T12A	730	820	700	750～770	680～700	≤207
9Mn2V	736	765	652	760～780	670～690	≤229
9SiCr	770	870	730	790～810	700～720	197～241
CrWMn	750	940	710	770～790	680～700	207～255
GCr15	745	900	700	790～810	710～720	207～255
Cr12MoV	810	—	760	850～870	720～750	207～255
W18Cr4V	820	—	760	850～870	730～750	207～255
W6Mo5Cr4V2	845～880	—	805～740	850～870	740～750	≤255
5CrMnMo	710	760	650	850～870	-680	197～241
5CrNiMo	710	770	680	850～870	-680	197～241
3Cr2W8	820	1100	790	850～860	720～740	—

MW 20140516