

上林湖越窑瓷器前剂量测定年代中的 热激活特性(TAC)研究

夏君定,吴婧玮,熊樱菲,龚玉武

(上海博物馆,上海 200003)

摘要: 利用热释光前剂量技术方法测定瓷器年代,须对瓷器样品进行热激活特性测试,以得到一个最高的测量灵敏度,来提高测定年代的精确度。为此,对慈溪上林湖及周邻地区的狗颈山、低岭头、开刀山、瓦片涯、大路口和寺龙口六处唐、五代与北宋古瓷窑遗址的60件瓷器样品进行热释光年代测量前,进行了热激活特性测定研究。结果表明,上林湖地区的越窑瓷器样品具有非常高的热释光灵敏度,以及比较一致的热激活特性及温度。其中样品的最高热激活温度为700℃,最低热激活温度为640℃,平均激活温度为658℃。在应用前剂量技术测定慈溪上林湖及周邻地区的越窑瓷器样品年代时,采用正确的热激活温度都可以得到一个相对比较准确、可靠的年代结果。

关键词: 越窑瓷器;热激活特性;激活温度

中图分类号: K854.2 **文献标识码:** A

0 引言

越窑是我国最早烧制瓷器的窑口之一,烧瓷区域极为广泛,尤其以慈溪上林湖地区最具代表性,以烧制青瓷最为著名,且器物种类丰富,制作规范,造型精巧。越窑自东汉开始烧造,经三国、两晋、南朝、发展到唐、五代时期进入鼎盛期,直到宋时逐渐衰落,历经千年,给后人留下了无数精美瓷器,同时也留下了很多悬念;炼就了许多能用眼睛与智慧读懂它们的专家,使它们继续服务于社会,丰富人们的生活;也培养了很多仿造高手,给文博、收藏界布满了陷阱。同时也为自然科学家们提供了一个发挥聪明才智的机会。

传统鉴定科学结合现代科学技术对陶瓷器年代测定及真伪鉴别是必然之路。最近几十年来各种科学检测方法得到了充分的发展,同时也显示了各种现代科技方法各自的特点与局限性。然而,在众多的科学检测方法中,热释光(TL)测定陶瓷器年代及其真伪鉴别方法脱颖而出,显示出它独特的优越性。热释光技术是一项重要的现代科学考古技术^[1],也是古陶瓷真伪鉴别中一个不可缺少的方法。它与其他科学方法相比,有三个优点:(1)它能直接测定出器物的烧制年代;(2)真伪鉴别正确率非常高;(3)测定的年代范围合适;缺点是需要在器物上取样,但

目前可以做到取非常少量的样品。利用热释光前剂量技术方法测定瓷器年代已是一项非常成熟与合适的方法,但测量方法较为复杂。在测定瓷器样品的古剂量前,须对瓷器样品进行热激活特性测试,以得到一个最高的测量灵敏度,来提高测定年代的精确度。热激活是前剂量技术的最重要特征,激活灵敏度是衡量这件瓷器能否测定年代的关键。没有激活灵敏度或灵敏度非常低的瓷器样品,不能用于年代测定。即使勉强测定,得到年代结果不是错误的也存在很大的误差。

1 热激活特性测定

1.1 测定方法

热释光测定越窑瓷器年代及真伪鉴别主要是采用前剂量饱和指数法^[2],目前尚无其它热释光方法更能准确测定瓷器的年代。采用前剂量技术方法测量,首先要对每件瓷器样品进行热激活灵敏度测试,以得到一个最高的测量灵敏度来提高测定年代的精确度。通常情况下,瓷器样品都有一个较高的热激活灵敏度特性,根据热激活灵敏度特性曲线得到一个瓷器样品的激活温度。这个激活温度提供一个最高的测量灵敏度来提高测定年代的精确度,但也存在极少数窑口的瓷器样品没有激活灵敏度特性或激活灵敏度特性非常低,这类瓷器样品无法用热释光

收稿日期:2009-08-06;修回日期:2009-09-08

基金项目:国家文物局文物保护科学和技术研究课题资助(20070121)

作者简介:夏君定(1952—),男,1978年毕业于复旦大学核物理专业,研究馆员;E-mail:jundingxia@hotmail.com

方法来测定年代及真伪鉴别。有时受样品量的限制,可采用瓷器的热激活温度经验值来测定。好处是减少取样量,缩短测量时间,但有时会增加误差。因此在条件许可情况下,对任何瓷器样品都应该作热激活特性(TAC:Thermal activation characteristic)的测试,以求得该样品的最高激活灵敏度,尽量减少不必要的误差,提高测定瓷器样品年代的精确度。

瓷器样品的热激活灵敏度测试采取以下步骤:取一个已经制备好的圆薄片样品^[3],样品的直径为3mm,厚度为0.2mm。从200℃或300℃开始,每隔50℃加热一次,加热速率2℃/s,直到700℃^[4]。在

抽真空、通氮气的情况下,测量样品每次加热后的石英在110℃峰的灵敏度*S*,作灵敏度*S*随加热温度*t*的变化曲线。加热至激活温度时,可以维持该温度达10s或10s以上,以改善测量的重复性及弥补滞后现象,但也可能引起热退激,而导致灵敏度下降,因此,需要在每个样品作TAC测试时加以分析。

测试设备:丹麦RISØ TL/OSL-DA-15 释光测量仪

1.2 测定结果

1.2.1 7个越窑瓷器样品的TAC曲线图 测得DL1、DL2、DLT1、GJS1、KDS1、LS1和WPY7个样品的热释光热激活特性曲线见图1~7所示。

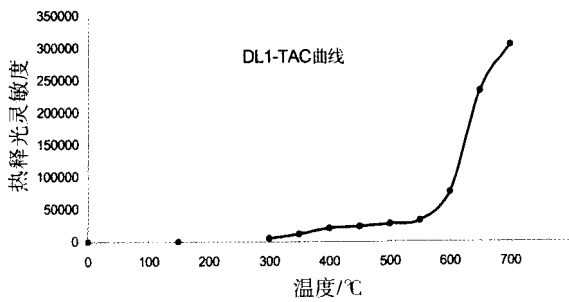


图1 大路口窑DL1样品的TAC曲线图

Fig.1 TAC curves of Dalukou kiln sample of DL1

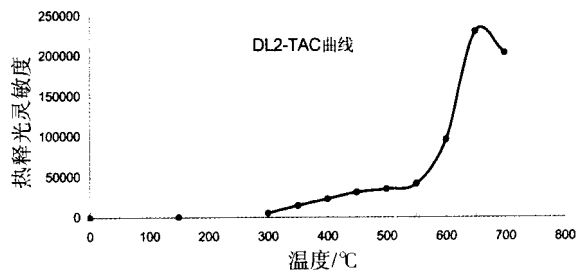


图2 大路口窑DL2样品的TAC曲线图

Fig.2 TAC curves of Dalukou kiln sample of DL2

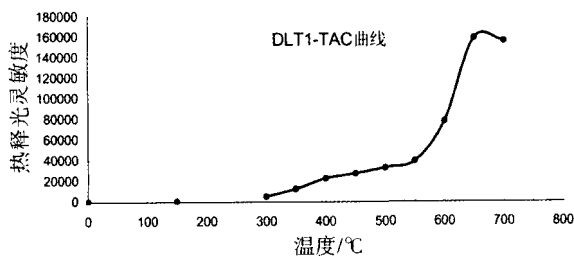


图3 低岭头窑DLT1样品的TAC曲线图

Fig.3 TAC curves of Dilingtou kiln sample DLT1

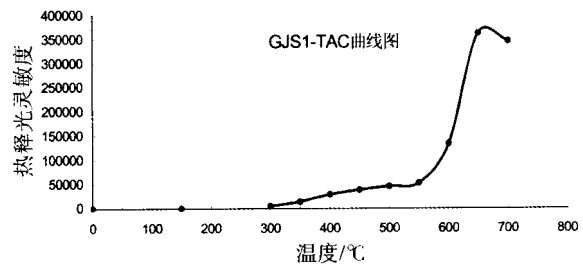


图4 狗颈山窑GJS1样品的TAC曲线图

Fig.4 TAC curves of Goujingshan kiln sample GJS1

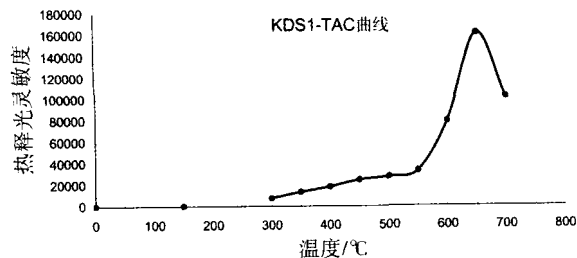


图5 开刀山窑KDS1样品的TAC曲线图

Fig.5 TAC curves of Kaidaoshan kiln sample KDS1

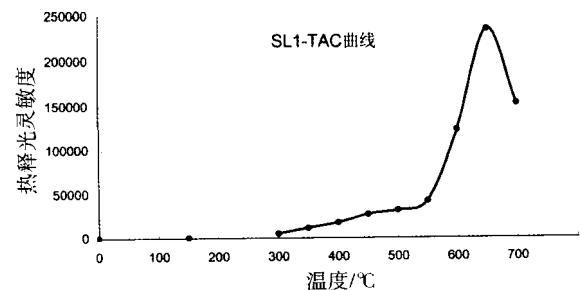


图6 寺龙口窑SL1样品的TAC曲线图

Fig.6 TAC curves of Silongkou kiln sample SL1

从图1至图7的7个瓷器样品的TAC曲线图可以看到,瓷器样品通常从300℃开始激活,其激活的灵敏度随着加热温度上升,灵敏度也逐渐升高,这

是热激活产生了作用。到550℃灵敏度开始明显增大,600℃时迅速上升,到了650℃左右达到了最大值,此时就完全激活了。随着加热温度再升高,灵敏

度反而下降,这是“热退激”发生了作用,并迅速下降至底部,整个 TAC 曲线是一个尖锐的峰。通常瓷器都有一个这样的热激活灵敏度峰,峰值部位出现

在 640℃~700℃之间,大部分瓷器的热激活灵敏度峰值在 650℃左右,只是热激活灵敏度的高低有所区别。

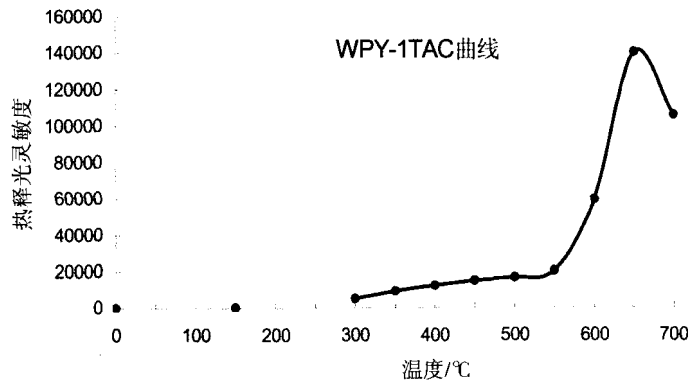


图 7 瓦片崖窑 WPY1 样品的 TAC 曲线图

Fig. 7 TAC curves of Wapianya kiln sample WPY1

1.2.2 60 个越窑遗址瓷器样品的热激活特性数据 数据见表 1 所示。
测得全部 60 个越窑遗址瓷器样品的热激活特性

表 1 越窑瓷器样品热激活特性数据

Table 1 TAC of Yue Kiln samples from 6 sites

样品编号	激活温度								
	300℃	350℃	400℃	450℃	500℃	550℃	600℃	650℃	700℃
WPY1	5253	9308	12410	15206	16578	20378	59278	139854	105485
WPY2	6275	22354	33020	46168	53275	65760	170863	515210	192192
WPY3	6480	32882	50574	69984	80757	101798	250789	481786	330341
WPY4	3827	10384	16600	25939	29846	42787	133666	237346	102298
WPY5	4341	15614	23293	28147	31919	44711	142891	289807	183119
WPY6	3021	16325	27386	31498	33354	47700	115771	257210	233633
WPY7	3300	15509	23914	34679	38832	52166	134229	231998	126808
WPY8	2801	9009	14049	18360	20222	27754	90067	214724	171645
WPY9	5626	27980	39848	47380	53173	80474	259394	434828	221924
SL1	4893	11478	17583	26947	31498	42360	123908	235903	154328
SL2	5204	13115	19351	27381	32537	45254	133091	273284	182424
SL3	4715	13314	18249	22716	25737	37625	120302	269734	214424
SL4	6811	22235	31555	36573	40769	53075	132992	231169	132967
SL5	6320	19504	28939	43260	48396	73253	220272	378674	258674
SL6	4987	17298	24322	30827	34690	49176	179210	407891	274182
SL7	7470	18890	27189	31389	35714	47672	142560	294193	184528
SL8	5697	17061	24844	34125	38540	53165	160320	323363	190109
SL9	4021	5277	15566	23361	29396	33801	44808	94517	247332
DL1	5370	12028	20855	24183	27546	32557	77268	233289	305356
DL2	5271	14605	23049	31361	35000	41813	96287	231023	204254
DL3	6296	11976	18222	24463	31668	38760	96053	220628	212305
DL4	7007	16445	26126	36463	44207	53942	131372	272662	266020
DL5	5744	10093	22160	32288	43431	57358	141424	272578	198663
DL6	8190	24885	41672	55339	68852	79656	166087	328430	273038
DL7	8345	26457	40781	46041	51000	64442	169822	363651	273683
DL8	15077	36985	58759	73478	85717	101074	226869	442122	361438
GJS1	4945	13999	28603	38147	45591	52646	132766	362516	345917

(续表1)

样品编号	激活温度								
	300℃	350℃	400℃	450℃	500℃	550℃	600℃	650℃	700℃
GJS2	3390	13937	27220	34127	41080	49117	116249	294253	302747
GJS3	4808	11710	20426	30405	38887	48289	120306	248126	229400
GJS4	4737	16730	36095	55846	66400	82836	229028	453228	321256
GJS5	3279	10219	16781	20804	22899	30853	102624	249165	193976
GJS6	5384	14357	23483	30798	34666	42228	115988	233145	140926
GJS7	6959	14343	22609	32804	39352	48877	133864	290758	229534
GJS8	4261	11282	15981	19050	20086	27429	98591	235730	146246
GJS9	4768	18255	26784	29858	31004	41299	122935	277569	210302
GJS10	4004	16648	24787	28166	30466	41810	140941	296394	204134
DLT1	5227	12344	22496	27152	32975	39154	77511	158467	155711
DLT2	6442	12119	22293	26323	32960	37159	68673	175735	219260
DLT3	6951	13043	18946	22814	25737	30992	75900	156433	111031
DLT4	6486	21225	28533	30302	30826	39116	110483	187667	93339
DLT5	8822	23010	35211	43380	50639	64539	181728	374951	218010
DLT6	5483	16223	25053	30319	34200	46292	150305	338620	246436
DLT7	5029	13171	19308	27567	31896	42021	114023	210171	112486
DLT8	5336	16098	22476	30914	36824	48580	114747	156330	49190
DLT9	9651	25660	35891	47072	51223	64266	162459	286933	149147
DLT10	4477	11368	16654	21386	23520	38666	134436	233991	103127
DLT11	5290	10791	15284	20588	24472	30938	84162	169476	114437
DLT12	4177	9536	13967	18498	20894	28190	94275	215028	146653
DLT13	4377	11403	17078	20390	22690	32557	105059	241486	176380
KDS1	7717	13695	18464	24917	27871	33425	80249	162889	103405
KDS2	5575	10451	14338	18460	21462	25507	54620	98795	64137
KDS3	6775	11984	19622	20342	22791	26990	67248	176690	180684
KDS4	4100	4759	5010	5549	6495	6892	11117	20062	20266
KDS5	9301	16471	23864	28676	32540	39428	90823	207515	186748
KDS6	7829	16657	23855	35112	39522	51493	145234	260512	137931
KDS7	13391	32891	44775	51698	58452	76520	196485	399795	253828
KDS8	6853	12039	16411	25902	33048	44446	111321	172462	70521
KDS9	6800	11104	14639	18771	21342	30388	92654	173577	86367
KDS10	7494	18149	28038	45739	54944	73251	196639	338597	163384
KDS11	5848	12667	18361	26188	30595	38666	102395	213537	150048

2 结果分析

2.1 热激活温度

对表1的6个越窑遗址的60件瓷器样品的热激活特性曲线分析,分别得到它们的热激活温度,见表2。它们的最高热激活温度为700℃,最低热激活温度为640℃,平均热激活温度为658℃。通过表2与图8可观察到,样品中热激活温度700℃的样品有3件,占总数的5%;热激活温度680℃的样品2件,占总数的3.3%;热激活温度670℃和675℃样品5件,占总数的8.3%,热激活温度660℃样品12

件,占总数的20.0%;热激活温度655℃样品20件,占总数的33.3%;热激活温度650℃样品13件,占总数的21.7%;热激活温度645℃样品2件,占总数的3.3%;热激活温度640℃样品3件,占总数的5.0%。其中样品的热激活温度在650℃至660℃范围内,共有45件,占总数的75%,这就是说越窑瓷器样品的大部分热激活温度都在这个温度范围内。如果把60件瓷器样品以窑口来区分,那么,瓦片涯窑(WPY)瓷器样品的平均热激活温度为653℃;寺龙口窑(SL)瓷器样品的平均热激活温度为658℃;狗颈山窑(GJS)瓷器样品平均热激活温度为657℃;

低岭头窑 (DLT) 瓷器样品的平均热激活温度为 660℃; 开刀山窑 (KDS) 瓷器样品的平均热激活温度为 656℃; 大路口窑 (DL) 瓷器样品的平均热激活温度为 666℃。通过图 9 可观察到, 平均热激活温度最高为大路口窑瓷器样品, 最低为瓦片涯窑瓷器样品, 但是它们之间相差并不大, 表 3 数据也印证了这一点。既各遗址瓷片的热激活温度之间的显著性水平 0.399 远大于 0.05, 各组数据间不呈现显著差异。表 4 中的 Post Hoc T-Test 进一步检验了每两组数据所来源总体的差异性, 当显著性水平 (Sig 值) 高于 0.05 时, 表明 2 组数据所代表的来源总体没有显著的差

异, 基本可认为具有同样的平均值, 表中除了瓦片崖与大路口的数据组之间呈现差异性 (Sig = 0.041), 其余的遗址瓷器样品可被认为来源于同一个总体, 即越窑系瓷器。另外, 从上述给出的热激活特性曲线图可以看出这几个窑口瓷器所用的瓷土基本上是相同的, 这与数据的统计分析结果一致, 也和我们用 X 荧光成分元素分析结果相同 (另文发表)。因此我们在测量越窑瓷器样品时, 如果受样品量及时间的限制, 可以直接采用这个平均热激活温度来作为测量越窑瓷器样品的热激活温度, 如此, 可以大大的减少在完整瓷器上的取样量及缩短测量时间与步骤, 提高效率。

表 2 越窑瓷器样品热激活温度

Table 2 Thermal activation temperatures of Yue Kiln samples

(℃)

样品编号	热激活温度	样品编号	热激活温度	样品编号	热激活温度
WPY1	655	DL3	670	DLT5	660
WPY2	650	DL4	675	DLT6	660
WPY3	655	DL5	655	DLT7	655
WPY4	650	DL6	655	DLT8	650
WPY5	655	DL7	655	DLT9	650
WPY6	660	DL8	655	DLT10	650
WPY7	650	GJS1	670	DLT11	655
WPY8	655	GJS2	680	DLT12	660
WPY9	645	GJS3	670	DLT13	660
SL1	655	GJS4	660	KDS1	655
SL2	655	GJS5	660	KDS2	655
SL3	650	GJS6	650	KDS3	660
SL4	650	GJS7	660	KDS4	680
SL5	650	GJS8	640	KDS5	660
SL6	655	GJS9	640	KDS6	650
SL7	655	GJS10	640	KDS7	655
SL8	655	DLT1	670	KDS8	645
SL9	700	DLT2	700	KDS9	650
DL1	700	DLT3	660	KDS10	650
DL2	660	DLT4	655	KDS11	655

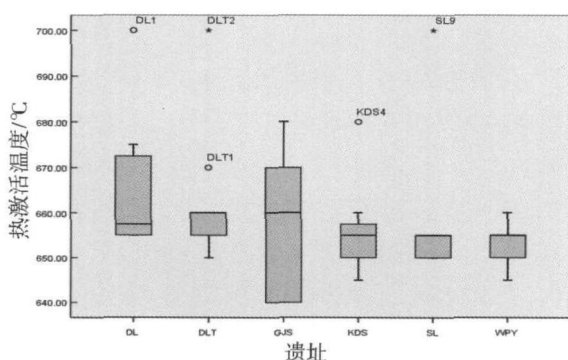


图 8 各遗址瓷器样品热激活温度的箱制图

Fig. 8 Boxplot of activation temperature of samples from 6 sites

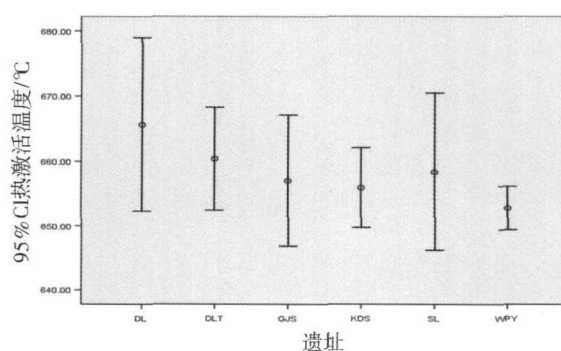


图 9 各遗址瓷器样品热激活温度均值相关区间图 (95% 置信区间)

Fig. 9 Error Bar Plot of activation temperature of samples from 6 sites with 95% confidence interval

表3 6组遗址样品激活温度数据的单因素方差分析
Table 3 One-way ANOVA analysis of activation temperature of samples from 6 sites

	平方和	自由度	均方	因子	显著性水平 ¹⁾
遗址之间	839.833	5	167.967	1.048	0.399
遗址内数值之间	8651.417	54	160.211		
总和	9491.250	59			

¹⁾ 显著性水平低于0.05时,表明数据组之间呈显著差异性。

2.2 数据差异分析

表4中的Post Hoc T-Test进一步检验了每两组数据所来源总体的差异性,当显著性水平(Sig值)高于0.05时,表明2组数据所代表的来源总体没有显著的差异,基本可认为具有同样的平均值,表中除了瓦片崖与大路口的数据组之间呈现差异性(Sig=0.041),其余的遗址瓷器样品可被认为来源于同一个总体,即越窑系瓷器。另外,从上述给出的

热激活特性曲线图可以看出这几个窑口瓷器所用的瓷土基本上是相同的,这与数据的统计分析结果一致,也和使用X荧光成分元素分析结果相同(另文发表)。因此在测量越窑瓷器样品时,如果受样品量及时间的限制,可以直接采用这个平均热激活温度来作为测量越窑瓷器样品的热激活温度,如此,可以大大的减少在完整瓷器上的取样量及缩短测量时间与步骤,提高效率。

表4 6组遗址样品激活温度数据的事后检验
Table 4 Post Hoc T-Test of activation temperature of samples from 6 sites

(I) 遗址代码	(J) 遗址代码	均差(I-J)	标准误差	显著性水平	95% 置信区间	
					下限	上限
1.00	2.00	-5.556	5.967	0.356	-17.518	6.407
	3.00	-12.847*	6.150	0.041	-25.178	-0.516
	4.00	-4.222	5.816	0.471	-15.882	7.438
	5.00	-7.607	5.489	0.171	-18.611	3.397
	6.00	-3.131	5.689	0.584	-14.537	8.275
2.00	1.00	5.556	5.967	0.356	-6.407	17.518
	3.00	-7.292	6.150	0.241	-19.623	5.039
	4.00	1.333	5.816	0.820	-10.327	12.993
	5.00	-2.051	5.489	0.710	-13.055	8.953
	6.00	2.424	5.689	0.672	-8.982	13.830
3.00	1.00	12.847*	6.150	0.041	0.516	25.178
	2.00	7.292	6.150	0.241	-5.039	19.623
	4.00	8.625	6.004	0.157	-3.412	20.662
	5.00	5.240	5.688	0.361	-6.163	16.644
	6.00	9.716	5.881	0.104	-2.076	21.507
4.00	1.00	4.222	5.816	0.471	-7.438	15.882
	2.00	-1.333	5.816	0.820	-12.993	10.327
	3.00	-8.625	6.004	0.157	-20.662	3.412
	5.00	-3.385	5.324	0.528	-14.059	7.289
	6.00	1.091	5.530	0.844	-9.997	12.179
5.00	1.00	7.607	5.489	0.171	-3.397	18.611
	2.00	2.052	5.489	0.710	-8.953	13.055
	3.00	-5.240	5.688	0.361	-16.644	6.163
	4.00	3.385	5.324	0.528	-7.289	14.059
	6.00	4.476	5.185	0.392	-5.921	14.872
6.00	1.00	3.131	5.689	0.584	-8.275	14.537
	2.00	-2.424	5.689	0.672	-13.830	8.982
	3.00	-9.716	5.881	0.104	-21.507	2.076
	4.00	-1.091	5.530	0.844	-12.179	9.997
	5.00	-4.476	5.185	0.392	-14.872	5.921

表4中,显著性水平低于0.05时,表明数据组之间呈显著差异性。*数据组代码:1.00:WPY(瓦片崖);2.00:SL(寺龙口);3.00:DL(大路口);4.00:GJS(狗颈山);5.00:DLT(低领头);6.00:KDS(开刀山)

3 讨 论

1) 热激活温度。图 1 至图 7 分别是 6 个越窑遗址 7 件瓷器样品的 TAC 曲线图。其中图 1 和图 2 是大路口窑址瓷器样品的 TAC 曲线图,它们的热激活温度分别是 700℃ 和 660℃。从图 1 样品的 TAC 曲线图看,热释光激活灵敏度最高点在 700℃ 的,与表 1 的数据相符,但是否已经真正到了最高峰值因受测量仪器的限制而无法测得(仪器的最高加热温度是 700℃)。图 2 样品的热激活温度为 660℃,但从表 1 的数据分析应为 650℃,这显然是测量 TAC 时所选激活温度点间隔较大而引起的。如果不作 TAC 曲线图,通常会得不到正确的热激活温度,会增大测定结果的误差。因此,在平时的测量中,作一条 TAC 曲线,选择一个正确的热激活温度是很有必要的。图 3 样品与图 4 样品也存在相同情况。图 5、图 6 与图 7 它们的激活温度基本上都在 655℃,图、表相差不大。

2) 取样量的问题。在测定瓷器样品年代时,由于在完整器物上取样,经常会受到取样量的限制。物主经常要求取最少量的样品,以减少对瓷器的损害。那么,可以利用本文的研究成果,在测定越窑瓷器时,直接采用相应窑口瓷器样品的热激活温度值或上述窑口的平均热激活温度值作为该样品的热激活温度。这样,在不影响测定结果的情况下,可以最大程度的减少对器物的损坏,但可能会增加测定结果的误差。

3) 激活灵敏度。激活灵敏度主要是和瓷土元素成分、晶格缺陷及样品的烧成温度等原因有关。TAC 的形状反映 R 陷阱激活能的分布^[5],它表明靠近价带的陷阱的空穴会转移到 L 中心,其转移温度要低于不靠近价带的陷阱。热的作用是把空穴从储存陷阱 R 赶到释光中心 L,只要加热温度选择恰当就可以最大限度地使空穴从 R 赶到 L,使 L 中心的空穴数目大幅度上升,这时测量得到的前剂量灵敏度最高,也最稳定,称“完全激活”。如果低于上述温度只能把部分的空穴从 R 赶到 L,这时灵敏度没有达到最大值,也不稳定,称“局部激活”。如果加热超过上述温度,又会使转移到 L 中心的空穴重新被热驱赶出来这时灵敏度反而降低,称“热退激”。如果加热温度再高,就会把 L 和 R 的释光中心全部赶光,这称为“消除”,例如对瓷器加温到 1000 ~ 1200℃,就会使热释光全部消失。要选择的热激活温度,就是使这个样品灵敏度达到最高时的全激活温度。

Bailiff 发现^[6],加热会使 TAC 形状发生变化,这可以解释为加热引起 R 陷阱能量分布的改变。如果 TAC 在加热时发生变化,这就可能使标定剂量所激活的 R 陷阱比率与天然辐射剂量激活 R 陷阱比率不同,也就是两者的灵敏度不一致,这样用标定剂量的灵敏度标定天然辐射剂量时就会产生很大的误差。这种情况多发生在不完全激活时,因为不完全激活时假定 R 空穴未用完,下次激活时,又会把一些未用完的空穴从 R 赶到 L,造成灵敏度不断增加,使测定得到的古剂量偏低。Bailiff 曾经用前剂量多次激活技术和石英夹杂物技术分别测定同一件陶器的古剂量,他一共测定了 17 个样品,结果发现所有样品的前剂量法都比石英夹杂物法低,低的范围从 42 ~ 100%,平均低 65%,误差极大。所以一定要采用灵敏度最高的激活温度,因为在这种情况下,R 中心可赶的空穴已全部被赶到 L,以后再激活时没有留下来可赶的 R,这样,灵敏度就能维持不变。

4) 提高测定年代的精确度等。作 TAC 曲线有以下几个作用:(1)可以检查样品能否激活以及激活灵敏度的大小,以确定试验剂量和标定剂量的数值;如果该样品不能激活,就不需要继续测量,因为不激活的样品测定得到的结果是不可靠的。(2)采用完全激活温度,可以使热释光测量获得最高灵敏度。(3)在长时间的热释光测量中,仪器可能会产生波动,波动造成每次热激活温度略有差异,但是一般曲线的峰值总比坡位宽,所以用峰值温度测定得到的结果比峰坡稳定,使测定年代结果更为精确。

4 结 论

对来源于 6 个典型遗址的 60 件越窑瓷器样品的热激活特性检测,观察到样品具有很高的热激活特性,非常适合应用前剂量饱和指数技术来测定古剂量并估算年龄范围。通过对数据的观察与统计分析,并结合元素成分分析结果(另文发表),可得知来源于这 6 个遗址的瓷器样品的热激活特性与激活温度之间没有显著的差异性,并可推测其用料与烧造工艺有相当的一致性。通过对数据数值的具体分析计算,上林湖地区越窑瓷器的热激活温度典型值为 660℃。利用这个实验结果,在以后应用前剂量技术方法测量上林湖地区越窑瓷器的年代及其真伪时,可以大大的减少在完整瓷器上的取样量及缩短测量时间与步骤,提高测量年代的精确度。

参考文献:

- [1] 王维达,金嗣焯,高钧成.中国热释光与电子自旋共振测定年代研究[M].北京:中国计量出版社,1997.

- WANG Wei - da JIN Si - zhao, GAO Jun - cheng, *et al.* TL and ESR dating research in China [M]. Beijing : Chinese Measuring Press, 1997.
- [2] 王维达, 梁宝璠, 夏君定, 等. 前剂量饱和指数法测定中国瓷器年代[J]. 核技术, 2001, **24**(12):996-1001.
WANG Wei - da, LEUNG P L, XIA Jun - ding, *et al.* Thermoluminescence dating of Chinese porcelain using a regression method of saturating exponential in pre - dose technique [J]. Nucl Tech, 2001, **24**(12):996-1001.
- [3] 梁宝璠, Stokes M J, 夏君定. 瓷片样品的制备[J]. 核技术, 1995, **18**(8):476-477.
LEUNG P L, Stokes M J, XIA Jun - ding. Preparation of porcelain slice samples [J]. Nucl Tech, 1995, **18**(8):476-477.
- [4] 梁宝璠, Stokes M J, 夏君定, 等. 瓷器的热激活特征及其对测定年代的影响[J]. 核技术, 1997, **20**(8):472-477.
LEUNG P L, Stokes M J, XIA Jun - ding, *et al.* The ATC of porcelain samples and its influence on TL dating [J]. Nucl Tech, 1997, **20**(8):472-477.
- [5] 梁宝璠, Stokes M J, 王维达, 夏君定, 等. 古代瓷器热释光测定年代研究[J]. 核技术, 1997, **20**(8):478-484.
LEUNG P L, Stokes M J, WANG Wei - da, XIA Jun - ding, *et al.* The TL dating of ancient porcelain [J]. Nucl Tech, 1997, **20**(8):478-484.
- [6] Bailiff I K. Pre - dose and inclusion dating; a comparison using Iron Age and early medieval pottery [J]. Nucl Tracks Radiat Meas, 1985, **10**(4-6):771.

Study of thermal activation characteristics (TAC) in pre - dose dating of Yue kiln porcelains from Shanglin Lake

XIA Jun - ding, WU Jing - wei, XIONG Ying - fei, GONG Yu - wu

(Shanghai Museun, Shanghai 200003, China)

Abstract: Thermal Activation Characteristic (TAC) tests were performed on sixty porcelain samples from six sites of the Cixi Shanglin Lake area, including Goujingshan, Dilingtou, Kaidaoshan, Wapianya, Dalukou and Silongkou, all dated to the Tang Dynasty, Five Dynasties and Northern Song Dynasty. The result shows that the TL sensitivity of Yue Kiln porcelains is outstandingly high and their TAC and activation temperature remain consistent. The highest thermal activation temperature is 700°C; the lowest is 640°C and the average value is 658°C. When measuring the paleo - dose and age of Yue Kiln porcelains from the Cixi Shanglin Lake Area using the Pre - dose Technique, accurate and reliable dating information can be obtained by adopting the correct activation temperature.

Key words: Yue kiln porcelains; Thermal activation characteristics; Activation temperature

· 通 讯 ·

《馆藏丝织品病害与图示》等6项行业标准培训班在杭举办

为切实做好文物保护行业标准的宣传贯彻和推广实施工作,逐步规范可移动文物技术保护设计和修复工作,以提高文物保护科学技术水平。由国家文物局主办、中国丝绸博物馆承办的“国家文物局文物保护行业标准推广实施培训班”于9月18日至23日在杭州举行,来自全国70余家博物馆(院)、考古研究所的108位文物保护专业技术人员参加了培训班。

本次培训对《馆藏丝织品病害与图示》、《馆藏金属文物保护修复档案记录规范》、《馆藏出土漆木器类文物保护修复档案记录规范》、《石质文物保护修复档案记录规范》、《馆藏丝织品保护修复方案编写规范》、《馆藏丝织品保护修复档案记录规范》等6项行业标准进行宣传贯彻,同时邀请国家文物局文物标准委员会顾问郝淑芬研究员进行了“标准化基础知识”的专题讲座。除了理论学习外,培训班还安排了在中国丝绸博物馆、浙江省自然博物馆、良渚博物院、杭州孔庙和瓶窑南山摩崖造像进行相关标准的实习、参观。

培训结束后,根据标准理论与实践考试,由国家文物局给考试合格者颁发《结业证书》。

(王淑娟)