

钢化玻璃弓形测量的探讨

摘要:

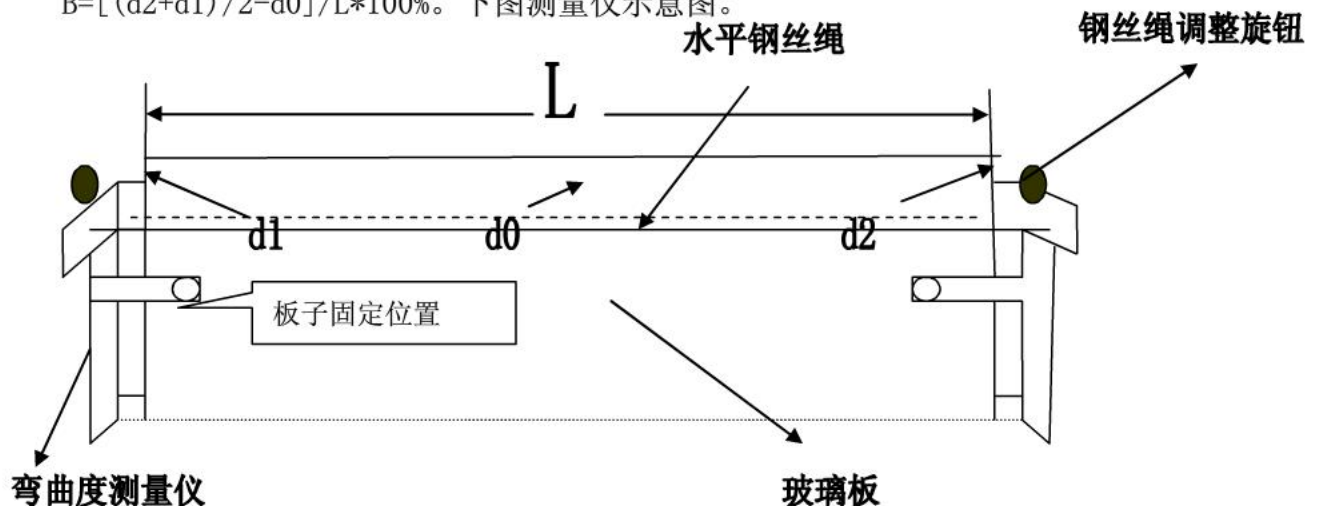
在玻璃钢化过程中，由于钢化炉加热、风栅吹风不均、辊道不平整等因素造成钢化后玻璃产品的平整度不符合用户要求，平整度的主要参数为弓形值，这就要求及时准确的测量出弓形数据提供与生产车间调机，保证满足用户要求，提高生产效率。

关键词：平整度、弓形、弓形测量仪、钢化

内容:

1. 弓形如何测量

现我公司弓形测量方法为，使用秦皇岛伟业公司生产的弓形测量仪（见下图）对钢化后的玻璃测量弓形值。测量原理为采用一根拉直的细钢丝绳作参照，用一根精密准直的导轨做基准，导轨上安装百分表可直线移动，测试玻璃样品与钢丝绳的间距，从而计算出玻璃样品的弯曲度，该值实际是一个相对值，由于每个人观测样品与钢丝绳的间距最大处位置不同，数值存在 0.02% 的误差。取样后目测待测玻璃，让玻璃凹面朝向仪器，样品垂直放在样品架上，尽量使玻璃与仪器导轨平行，调试钢丝绳让钢丝绳与玻璃两端轻轻靠上，此时玻璃中部与钢丝绳出现空隙。将百分表移至钢丝绳与玻璃的两端接触点，分别读出百分表值 d_1 与 d_2 ，并从导轨的钢尺上读出两个接触点的间距 L （也就是玻璃的长度），将百分表移至玻璃与钢丝绳最大间隙处，读出钢丝绳与玻璃的间隙 d_0 。按下式计算得到玻璃的弯曲度 $B = [(d_2 + d_1) / 2 - d_0] / L * 100\%$ 。下图测量仪示意图。

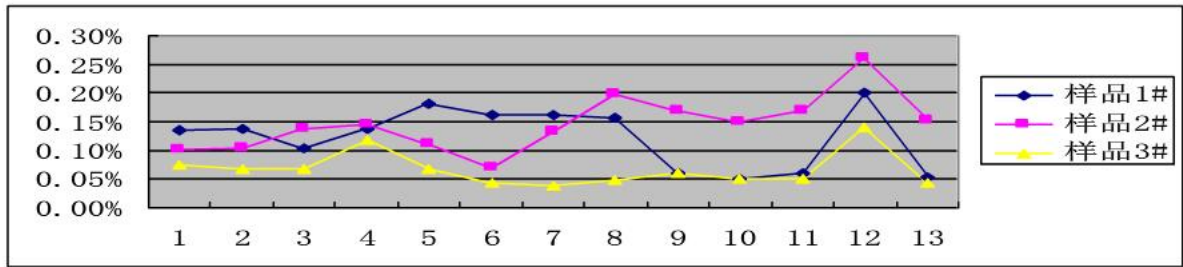


2. 实际测量中出现的问题

在使用一段后，各班次反映弓形测量值不稳定，同一块板子一个人测出不同的数值，个人之间数据相差大，明显出现错误数值，但是又无法准确判断那个数

值才是实际的数值，对正常生产形成不利因素。首先对该问题进行了一次调查，具体为选取三块样品板子编号后，由 12 个人进行测量，所测数据不同程度存在差异，数据如下：

序号	姓名	样品号	板长	d1	d2	d0	弓形
1	肖记才	1	1574	3.26	1.87	0.45	0.13%
		2	1574	3.32	1.65	0.89	0.10%
		3	1644	3.52	3.74	2.4	0.07%
2	杨华敏	1	1574	3.29	1.89	0.43	0.14%
		2	1574	3.3	1.61	0.81	0.10%
		3	1644	3.53	3.71	2.5	0.07%
3	张志平	1	1574	3.31	1.63	0.84	0.10%
		2	1574	3.29	1.89	0.43	0.14%
		3	1644	3.56	3.74	2.52	0.07%
4	王国卫	1	1575	5.3	5.02	3	0.14%
		2	1574	4.18	5.62	2.6	0.15%
		3	1645	5.77	3.95	2.9	0.12%
5	张志敏	1	1574	4.11	4.38	1.4	0.18%
		2	1574	5.45	4.37	3.15	0.11%
		3	1644	5.47	5.57	4.4	0.07%
6	袁中岭	1	1574	4.1	3.27	1.15	0.16%
		2	1574	5.45	4.07	3.64	0.07%
		3	1644	5.5	4.65	4.34	0.04%
7	杨波	1	1574	4.12	3.55	1.28	0.16%
		2	1574	5.4	4.35	2.77	0.13%
		3	1644	5.5	4.55	4.4	0.04%
8	徐勇军	1	1574	4.11	3.46	1.31	0.16%
		2	1574	5.95	5.54	2.62	0.20%
		3	1644	5.55	4.67	4.3	0.05%
9	赵怀彬	1	1574	2.64	1.38	1.01	0.06%
		2	1574	4.62	4.24	1.67	0.17%
		3	1644	4.78	3.32	3.13	0.06%
10	张涛	1	1574	3.04	1.92	1.69	0.05%
		2	1574	3.68	3.34	1.2	0.15%
		3	1644	4.74	3.22	3.11	0.05%
11	李志军	1	1574	2.68	1.34	1.03	0.06%
		2	1574	4.63	4.26	1.64	0.17%
		3	1644	4.74	3.37	3.17	0.05%
12	郝彦广	1	1574	5.51	4	1.61	0.20%
		2	1574	3.8	4.4	0	0.26%
		3	1644	6.98	6.68	4.52	0.14%

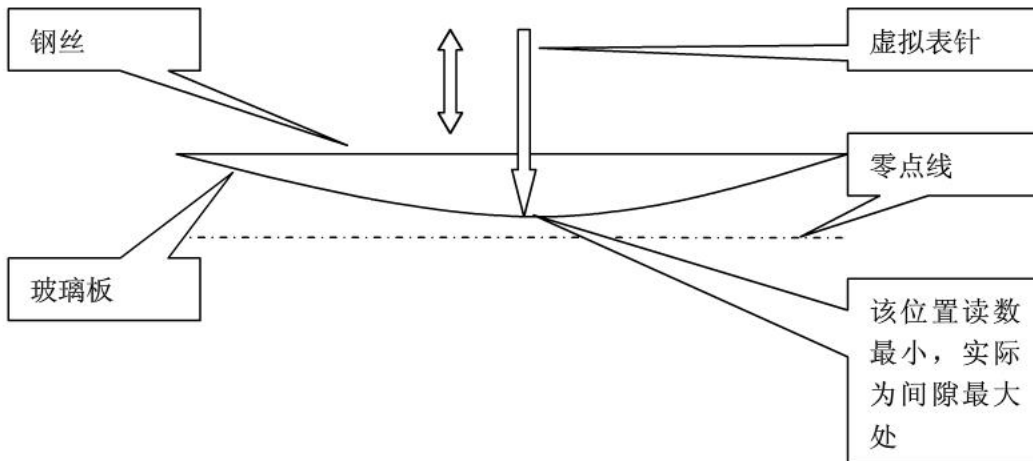


3. 对以上数据分析后仍认为导致数值差异存在的原因主要如下：

- 1) 测量仪放置后水平度不好，板子无法垂直放在架子上。
- 2) 仪器导轨不精准，使模拟的零点不标准。
- 3) 钢丝张紧力不够，出现弯曲。
- 4) 使用的百分表不准确，读数时出现误差。
- 5) 不同的人观测到样品与钢丝间的最大间隙位置不同。
- 6) 夹紧装置夹得位置不同，使板子不能在自然状态下弯曲。

4. 针对以上原因逐条进行排查验证。

- 1) 使用水平尺对测量仪放置后进行 xy 两个方向上的调平。
- 2) 查看仪器生产厂家的合格证，导轨在要求的范围内，精准度符合要求。
- 3) 调整钢丝使张紧力变大，保证钢丝不存在弯曲现象。
- 4) 将百分表送仪表科检定，百分表正常，处于检定期内可正常使用。
- 5) 通过数据比较、观测百分表的动作以及测量原理在读 d0 时读取最小数，使观测到样品与钢丝间的最大间隙位置误差减小。



6) 对一个样品进行测量对比，板子放置位置以仪器左侧钢板尺尽头为参照对齐，将板子固定，同时夹紧装置分上中下三个位置进行测量，为模拟板子自然状态下的弯曲，夹紧位置距板子边缘 3cm，测后数据如下：

第一次测量

夹紧位置	上				中				下			
数值项	d1	d2	d0	弓形值	d1	d2	d0	弓形值	d1	d2	d0	弓形值
张志平	7.0 6	6.2 1	3.6 0	0.18%	6.8 1	6.1 4	3.8 0	0.16%	5.7 8	5.4 6	2.5 9	0.15%
杨华敏	6.9 4	5.8 6	4.4 0	0.12%	6.6 8	5.5 2	4.3 5	0.11%	6.8 6	5.5 3	4.2 8	0.12%
徐勇军	6.8 0	5.5 5	3.7 0	0.15%	6.6 2	5.5 3	3.9 5	0.13%	6.4 8	5.4 7	3.6 0	0.14%
AV	6.9 3	5.8 7	3.9 0	0.15%	6.7 0	5.7 3	4.0 3	0.13%	6.3 7	5.4 9	3.4 9	0.14%
第二次测量												
夹紧位置	上				中				下			
数值项	d1	d2	d0	弓形值	d1	d2	d0	弓形值	d1	d2	d0	弓形值
张志平	6.6 5	4.9 5	4.3 3	0.12%	6.9 4	4.5 1	4.0 5	0.10%	6.1 7	3.4 5	3.1 3	0.10%
杨华敏	6.6 9	4.6 4.6	4.2 9	0.10%	6.9 4	4.9 4.9	4.1 4.1	0.11%	6.2 9	3.5 8	3.2 8	0.10%
徐勇军	6.8 2	4.5 4.5	4.1 2	0.12%	6.9 6.9	4.5 4.5	3.7 8	0.12%	6 6	2.9 5	2.3 5	0.13%
AV	6.7 2	4.6 8	4.2 5	0.13%	6.9 3	4.6 4	3.9 8	0.11%	6.1 5	3.3 3	2.9 2	0.11%

以上数据分析，板子的夹紧位置对测出的数据影响较小。

7) 采用一些用户的测量方法，对样品进行目测，首先将板子放在日常观测的支撑物上，板子自然弯曲，用一根线在玻璃板两端使线经过板子，这时板子和线间出现空隙，用尺子量最大处数值，然后除以板长，达到的数值与上述测量值接近小于误差要求。

5. 通过以上验证确认，在板子垂直放到测量仪上，一端固定 3cm 位置，读数选择接近实际的值，这时的测量数值与用户测量相同，符合误差要求即是我们需要的值。对以上内容进行规范化、标准化，使各班次测量统一化。

结论：

通过将测量方法规范化、标准化，测量后得到的弓形值与产品实际值间的误差符合要求。将以上内容整理为测量规程，组织各班人员学习，检查实际操作是否按要求做，从而为生产能够提供准确数据。

参考文献：

(1) 黄剑锋.《光伏生产教材》.北京：化学工业出版社，2005.