

建材情报资料

总第8118号

玻璃类 5

赴南斯拉夫、罗马尼亚 平板玻璃技术考察报告

建材部技术情报标准研究所

一九八一年九月



前 言

根据中南、中罗科技合作协定，由建材部派遣的平板玻璃考察组一行四人，于1980年10月29日至12月1日对南斯拉夫和罗马尼亚进行考察。在南斯拉夫考察了潘切沃玻璃厂，在罗马尼亚考察了梅蒂亚什玻璃厂、德尔纳文玻璃厂、斯堪尼玻璃厂。这次考察以无槽法为重点，同时考察了有槽法和对辊法；还考察了钢化、夹层、双层中空、压花、夹丝、槽形、导电、釉面以及镜玻璃等的生产情况和工艺技术。现将考察中了解的情况和搜集到的资料、数据整理出来，供有关同志参考。有些数据系对方口头介绍，不一定都十分准确，特此说明。

赴南斯拉夫、罗马尼亚平板玻璃技术考察组

1981年1月

目 录

一、无槽引上玻璃 (1)

- (一)、配料
 - (二)、投料
 - (三)、熔窑
 - (四)、熔化
 - (五)、引上
 - (六)、掰板、切裁、包装
 - (七)、罗马尼亚梅蒂亚什无槽引上玻璃的成本概况
- 附：南、罗、中无槽引上若干数据比较

二、有槽引上(附：对辊法) (13)

三、配料系统 (18)

- (一)南斯拉夫潘切沃厂配料系统
- (二)罗马尼亚梅蒂亚什厂配料系统

四、压延玻璃 (20)

- (一)南斯拉夫潘切沃玻璃厂
- (二)罗马尼亚德尔纳文玻璃厂
- (三)罗马尼亚斯堪尼玻璃厂

五、双层中空玻璃 (23)

- (一)南斯拉夫潘切沃玻璃厂
- (二)罗马尼亚双层中空玻璃生产情况

六、钢化玻璃 (25)

- (一)南斯拉夫潘切沃厂
- (二)罗马尼亚梅蒂亚什厂

七、夹层玻璃 (28)

- (一)南斯拉夫潘切沃厂
- (二)罗马尼亚梅蒂亚什厂

八、镜玻璃 (30)

罗马尼亚梅蒂亚什玻璃厂

附表1：南斯拉夫玻璃厂基本情况

附表2：罗马尼亚玻璃厂基本情况

附表3：南、罗、中无槽引上若干数据比较

一、无槽引上玻璃

(一) 配料

两国的玻璃成分见表 1

	玻 璃 成 分			表 1
	南 斯 拉 夫	罗 马 尼 亚	中 国 太 原 厂	
SiO ₂	73.00	72.03	72.45	
Al ₂ O ₃	1.41	1.15	1.70	
Fe ₂ O ₃	0.066	0.18	0.10	
CaO	6.43	8.05	7.40	
MgO	4.43	3.64	4.05	
R ₂ O	14.25	14.75	Na ₂ O 14.10 K ₂ O 0.81	
SO ₃	0.38	0.40	0.20	

南斯拉夫的RO特别低，和我国有槽料方差不多，罗马尼亚采用高钙高碱的料方，他们的料方显然为熔化，而二国的熔化温度差不多，所以从外观看，罗的玻璃质量也与南斯拉夫的要好，主要是没有气泡，平整度也好。

据南斯拉夫同志讲，过去他们的CaO含8%，MgO3.5%是以后降下来的，这里又看到了无槽降低CaO的一例。

两国都用镁砖蓄热室，配料中芒硝含率都较低，南为每吨玻璃液加12kgNaSO₄，罗为14kg，与我国太原厂现用量相同。

(二) 投料

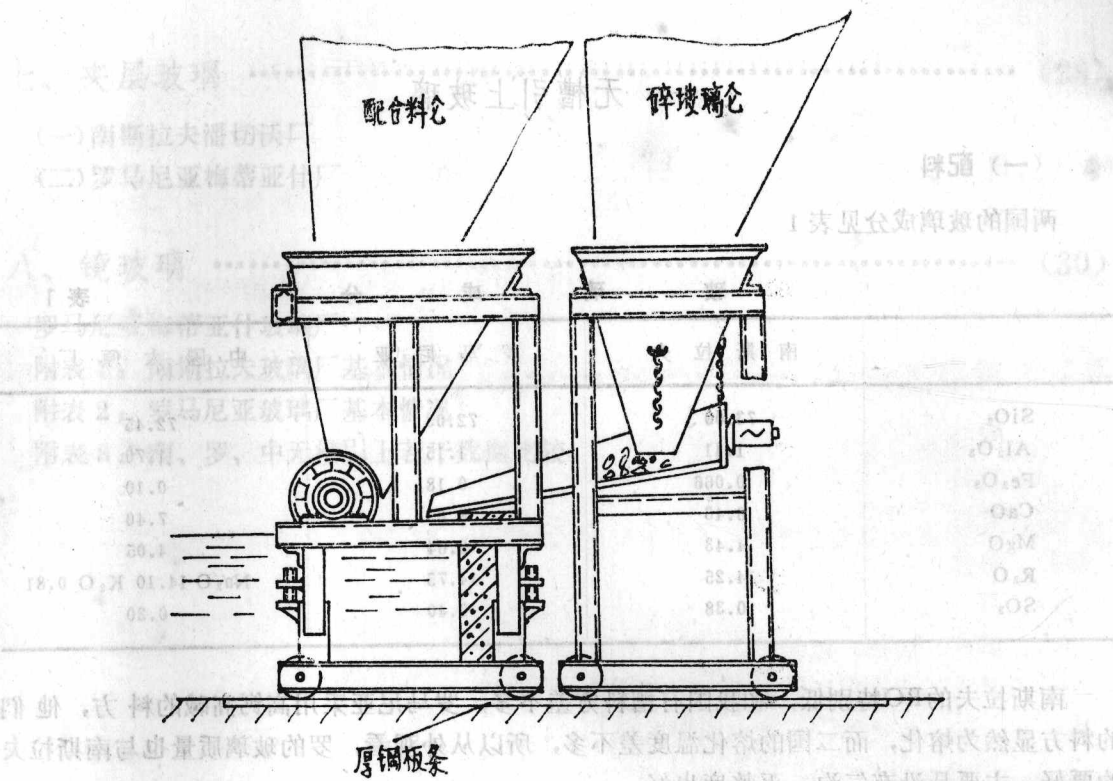
南斯拉夫的投料池宽6900m/m，长2450m/m，用二台辊式投料机投料，四台震动喂料器投碎玻璃。碎玻璃铺底，料铺在上面(见图1)。下料辊直径485m/m用普通钢制造DinST37)。投料机前用水包保护(图2)，后有挡料水包(图3和图3')。

在二台辊式投料机中间插入一根直径80m/m回形的大水管，长11米直到3*小炉，大水管的水压3.5 kg/cm²，沉入玻璃液面下160~180m/m(图4)。据他们介绍，窑中心插入水管后，由于玻璃液发生对流，使料堆集中到熔化窑的中心，不再偏向池壁，这样使配合料能在高温区熔化，提高质量，同时又能保护池壁砖少受侵蚀。

罗马尼亚的投料池宽4米，长2米，带喇叭口，上部有1米长的矮旋，使料堆较好地吸收热量。他们在混合料的运输带上，把碎玻璃通过震动喂料器加在混合料里。因此只用一台辊式投料机(下料辊直径320m/m)，碎玻璃和配合料一起投到窑里。窑里没有其它装置。

(三) 熔窑

南斯拉夫的熔窑，长23.265米，宽8.84米，七对小炉，小炉口宽1*1524m/m，2*~4*1676m/m，5*1524m/m，6*1219m/m7*,762m/m不等(见图9)。



- 几点说明:
1. 此辊筒式投料机分为两截, 既对称相反的两台一起使用, 传动两套, 两台辊筒中间间隔为500m/m。
 2. 辊筒投料机的升降依靠机架的四个支座升降调节。
 3. 辊筒投料机及碎玻璃喂料机都是人工推上作业位置, 一般在寄期内不进行检修。
 4. 碎玻璃投料机由四个喂料箴箕组成, 均用电磁振动喂料器进行喂料。
 5. 辊式投料机机架全部通冷却水。

图1 南斯拉夫无槽窑投料设备简图

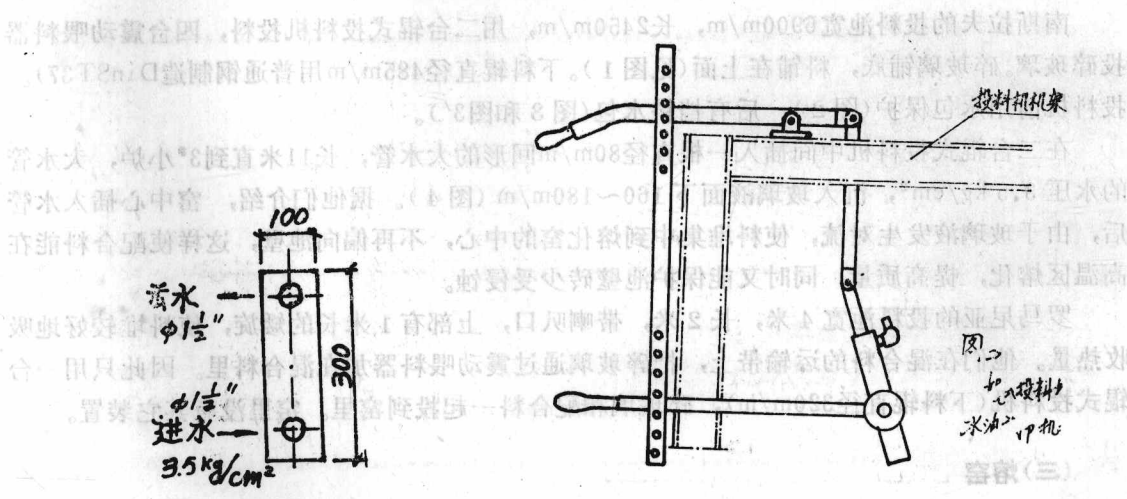


图2 前脸水包示意图

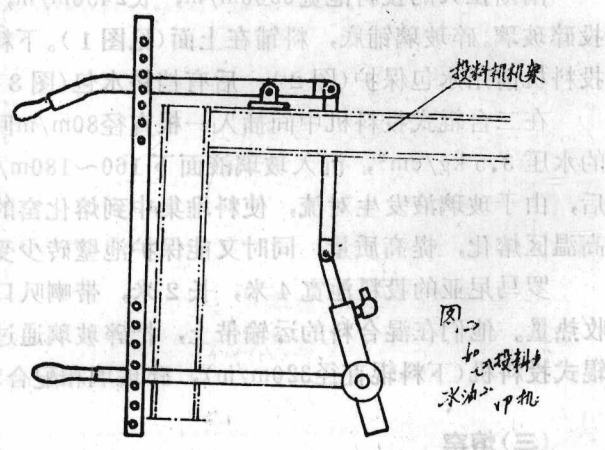


图3 辊式投料机挡料大水泡

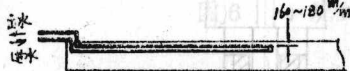
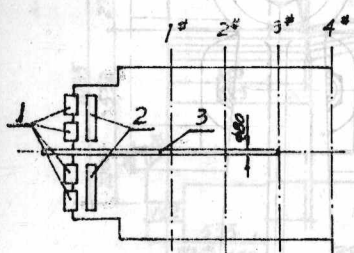


图4 大水管示意图

- 1.碎渣功振助喂料四.
- 2.辊式投料机.
- 3.大水管.

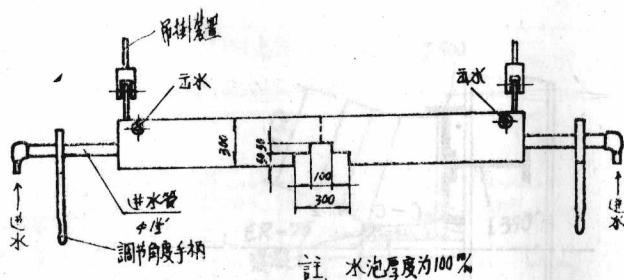


图3' 辊式投料机挡器水泡调节机构简图

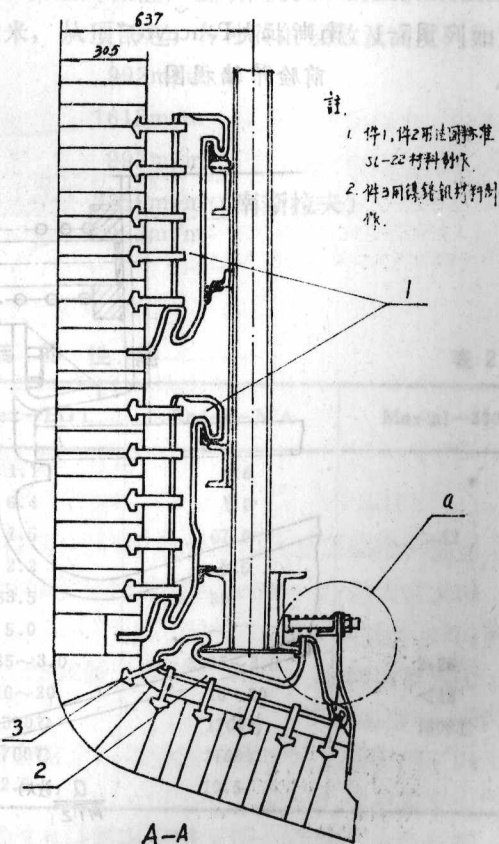
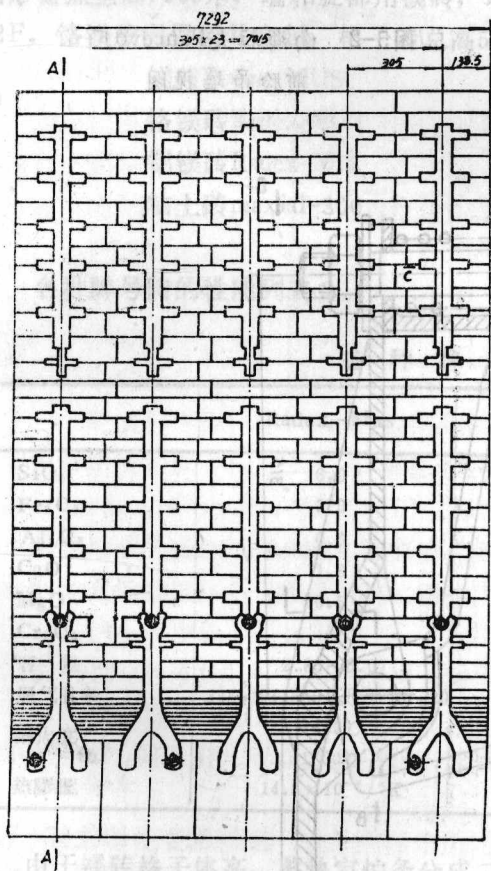


图5 南斯拉夫Panecvo厂前脸吊墙

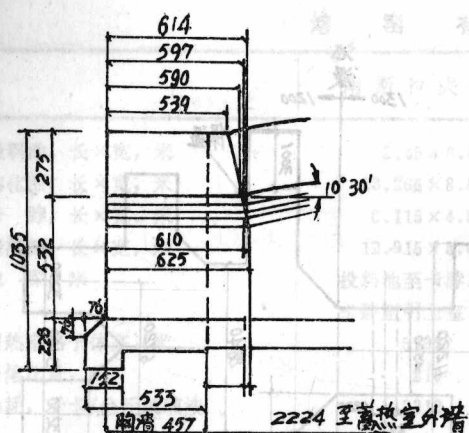


图6 小炉口结构

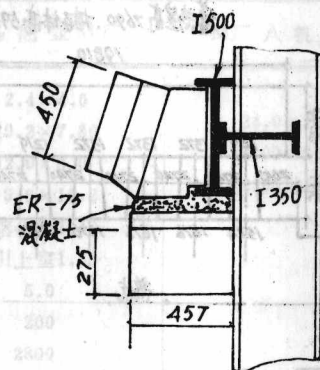


图7 大旋碓示意图

前脸用电熔硅线石砖，吊挂结构见图5。

窑内包括胸墙(高1110m/m)小炉口全部用电熔锆刚玉砖砌筑(法国SEPR)，池壁砖厚250m/m，大弦用密度硅砖无回旋，旋砖厚450m/m不保温。见图6和图7。

箱形蓄热室高7.69米，墙和旋都用镁砖，墙用9"保温砖保温，旋用100m/mHROMAGRAM-42F，铬镁胶泥保温并密封，格子砖总高5.952米，从顶部起，各种砖的层数及高度列如下：

镁砖Radex-MUS	8行	992m/m
铬镁砖Radex-EGT	13行	1612m/m
铝镁砖Radex-MA	8行	992m/m
粘土砖maxial-300	19行	2356m/m (南斯拉夫)
		5952m/m

各种牌号砖的性能列表2：

各种牌号砖的性能

表2

	Radex-Mus	Radex-EGT	Radex-MA	Maxial-330
SiO ₂	3.0	1.1	0.6	
Fe ₂ O ₃	3.9	6.4	1.0	
Al ₂ O ₃	0.6	1.5	67.0	>42
CaO	1.8	2.2	0.5	
MgO	90.5	83.5	30	
Cr ₂ O ₃	—	5.0	—	
容重	2.85~3.0	2.85~3.0	2.85~3.0	2.25
显气孔率	11~16(1550°以后) 16~20	16~20	16~20	<18
耐火度 ^{ta}	1600℃	1550℃	1700℃	1500℃
耐火度 ^{tb}	1700℃	1700℃	1700℃	
热膨胀	14.5×10 ⁻⁶ /°K	12.5	10.5	

由于镁砖格子体高，蓄热室炉条分成二段，总烟道分隔成二段，见图8。

熔窑平面图见图9。

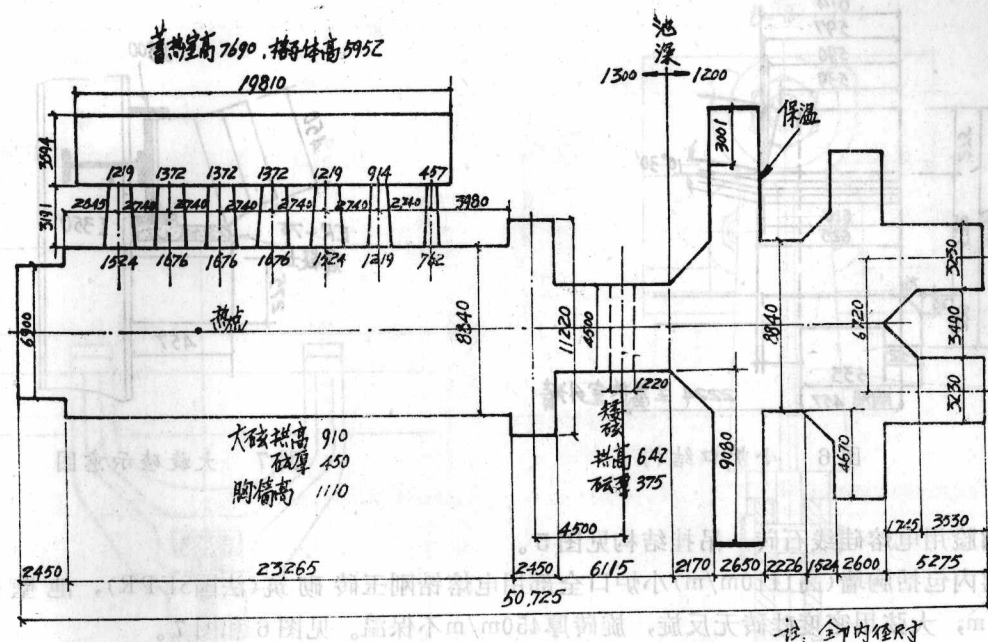


图9 南斯拉夫Pancevo厂六机无槽窑

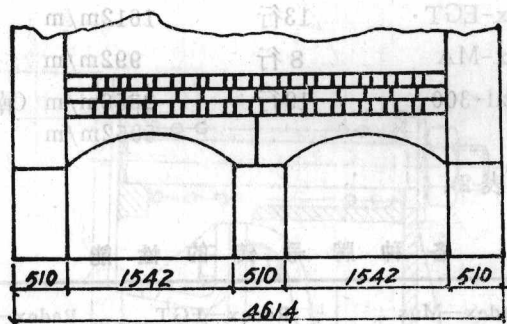


图8 蓄热室烟道示意图

池壁砖冷却风嘴用蛇形管连接，方便灵活，风线在液面下100m/m。

熔化窑底构造：400m/m工字钢上铺300m/m工字钢，再铺扁钢，上铺200m/m粘土砖，再铺105m/m锆刚玉砖。

引上窑底构造：300m/m槽钢上铺200m/m工字钢，再铺扁钢，上铺200m/m粘土砖，再铺105m/m锆刚玉砖。

粘土砖与刚玉砖之间不填其它材料，全部窑底不保温，通路池壁有4½"保温砖，其它各部包括引上室端头都不保温。

罗马尼亚的熔窑，熔化部较南斯拉夫的短窄，但卡脖较长宽，澄清部宽于熔化部，没有捞渣室(据厂长谈，捞渣室对生产不利，过去用过，现不用)。蓄热室也低于南斯拉夫的熔窑，格子体全部用MgO92~93%的镁砖，热耗高于他们。有关数据比较见表3：

	南 斯 拉 夫 P 厂	罗 马 尼 亚 M 厂	M 厂 八 机 方 案
投料池, 长×宽, 米	2.45×6.90	2.4×4.0	24.0×7.2
熔化部, 长×宽, 米	23.265×8.84	19.2×7.80	11.00×6.0
卡 脖, 长×宽, 米	6.115×4.50	12.0×6.0	13.00×10.5
澄清部, 长×宽, 米	12.915×8.84	9.6×10.2	
池 深, 米	投料池至卡脖1.30 卡脖至引上室1.20	熔化池1.40 引上室1.25	
蓄热室格子体高, 米	5.952	5.0	
日熔化量, 吨	210	200	
热耗, 千卡/公斤玻璃液	2212	2800	

罗马尼亚熔窑的窑底用400m/m厚的粘土砖上铺75m/m的锆刚玉砖, 也全部不保温, 大旋结构与南斯拉夫相似, 窑内各处电熔砖全部与南斯拉夫相同, 除1~4#小炉口用SEPR 1711外, 其它都用SEPR1681。

他们在生产周期中需要换L砖, 用混凝土(牌号ZVEZDA 8)捣固成型, 不加热。吊旋砖过去用硅砖, 现在改用混凝土。

(四) 熔化

南斯拉夫的燃料为天然气, 热值为8800千卡/立方米, 有自动指示热值的仪表, 但不准。天然气消耗量2200立方米/小时, 压力为0.45公斤/厘米², 空气/煤气=14(理论为10)。有气动液面自动控制仪表, 控制投料量。日熔化量210吨。各处温度为:

1#小炉中心 1414℃

3~4#小炉 1517℃

卡脖前 1344℃

卡脖后 1291℃

澄清部中心 1170℃(控制此处温度)

在引上窑窑液面以下12厘米处有温度计测玻璃液温度:

1# 1015℃ 2# 1014℃ 3# 1018℃ 4# 1022℃ 5# 1012℃ 6# 1017℃

罗马尼亚的天然气热值为8200千卡/立方米, 5#和6#小炉火焰是自动调节的, 通过电视观察窑内火焰情况。各处温度为:

1#小炉中心 1400℃

3~4#小炉 1530℃

桥砖前 1136℃

(五) 引上

引上部分结构见图10—1, 10—2 其尺寸对比如下:

南罗两国引上窑部分尺寸对比

	南斯拉夫	罗马尼亚
桥砖沉入玻璃液m/m	350	300—350
引砖沉入玻璃液m/m	120	85
L砖离液面, m/m	90	25
引上室深, m/m	1165	1125
补砖中心至端墙, m/m	1150	1030

注: 南斯拉夫的引砖中心向端墙一侧偏离引上机中心25m/m。

南罗两国的引上基本相同, 有关桥砖、L砖、引砖以及引砖的固定法见图 11、12、13、14。

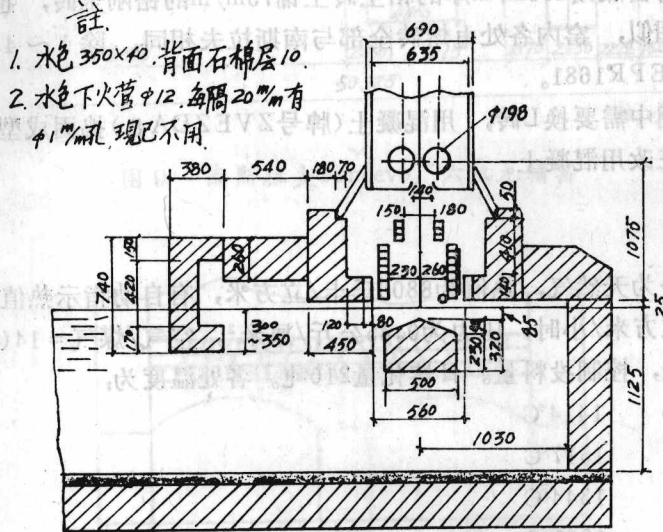


图10-1 罗马尼亚Medias#窑引上室

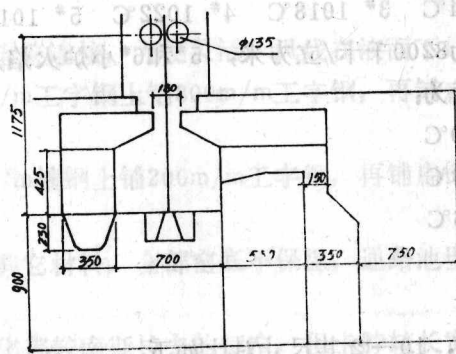


图10-2 南斯拉夫Pancevo厂有槽引上结构示意图

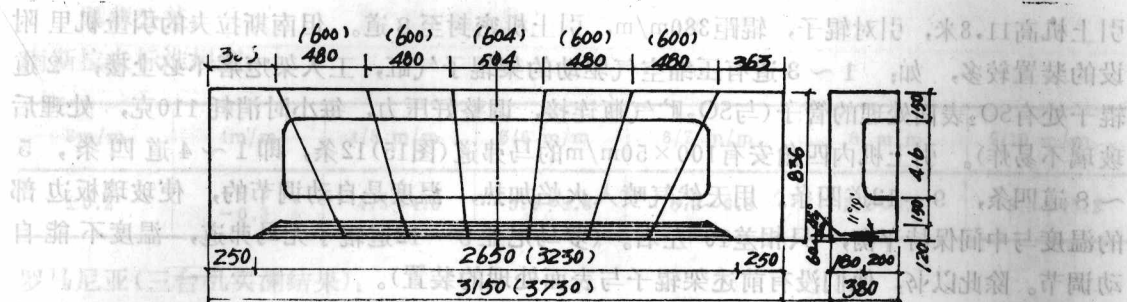


图11 南斯拉夫Pancevo厂C形站

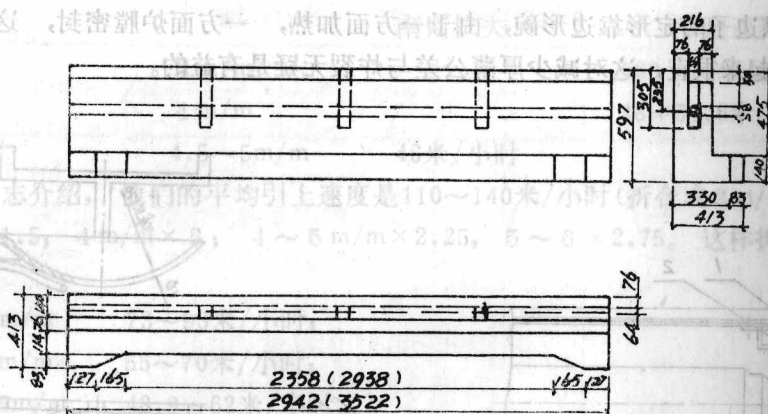


图12 南斯拉夫Pancevo厂L站

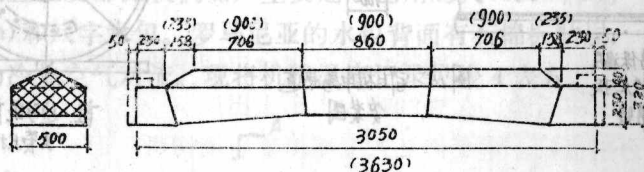


图13 南斯拉夫引砖图

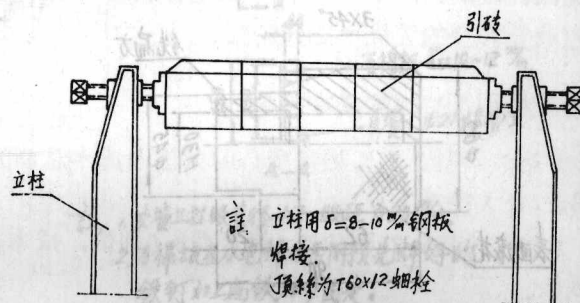


图14 分段引砖固定法

引上机高11.8米，引对辊子，辊距380m/m，引上机密封至8道。但南斯拉夫的引上机里附设的装置较多，如：1~3道有压缩空气驱动的架辊子气缸，工人架疙瘩不必上楼；2道辊子处有SO₂表面处理的管子(与SO₂贮气瓶连接，调整好压力，每小时消耗110克，处理后玻璃不易炸)。引上机内四角安有100×50m/m的马弗道(图15)12条，即1~4道四条，5~8道四条，9~12道四条。用天然气喷入火焰加热，温度是自动调节的，使玻璃板边部的温度与中间保持平衡，只相差10°左右。(罗马尼亚9—12道辊子无马弗道，温度不能自动调节。除此以外，他们没有前述架辊子与表面处理的装置)。

他们两国的引上室里基本相同，不用边形砖而用边形碗，见图16，碗离液面30m/m，碗下有小火管，有时碗旁还有二个燃烧嘴，因此边部不长结晶，玻璃边离碗以后，再用拉边辊引上，拉边辊(图17有水冷却，离液面的110—200m/m，离边形碗80—130m/m，离池壁50—200m/m。所以边子的定形靠边形碗，由于一方面加热，一方面炉膛密封，这样使板根温度比较均匀，看起来很直，这对减少厚薄公差与炸裂无疑是有益的。

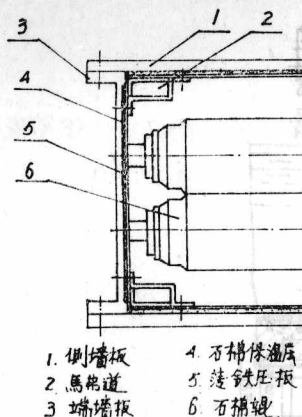


图15 引上机中马弗道安装图

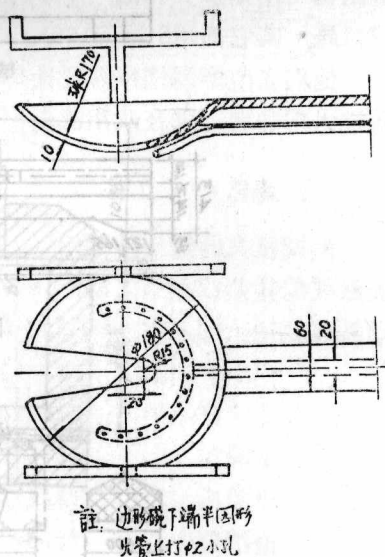


图16 南、罗无槽厂边形碗

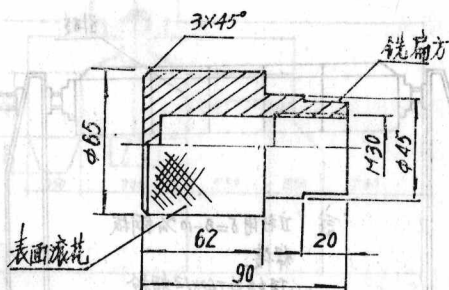


图17 南斯拉夫厂拉边器夹辊头

厚薄公差:

南斯拉夫标准规定:

3m/m	4m/m	4/5 m/m	5/6 m/m	6/7 m/m	8 m/m	9/10 m/m
± 0.2	$+0.2$ -0.3	4.3~4.6	5.2~5.8	6.2~6.8	7.2~8.1	9.2~10.3

罗马尼亚(三台机实测结果):

3m/m 0.12; 0.22; 0.724。

4m/m 0.28; 0.28; 0.22。

实际测得的引上速度:

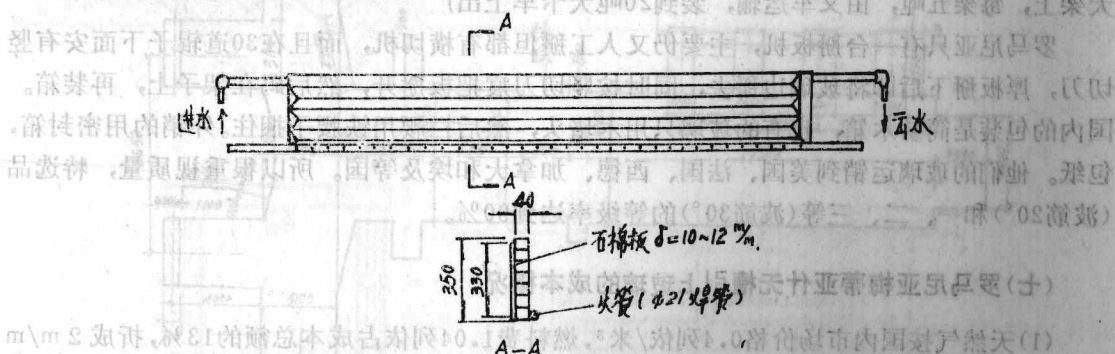
	南斯拉夫	罗尼亚洲
3 m/m		60~71米/小时
4 m/m		48~51.6米/小时
4.5~5m/m	46米/小时	

据南斯拉夫同志介绍, 他们的平均引上速度是110~140米/小时(折合成2 m/m), 折合系数为: 3 m/m $\times$ 1.5; 4 m/m $\times$ 2; 4~5 m/m $\times$ 2.25, 5~6 $\times$ 2.75。这样折合出的引上速度应该是:

3 m/m	73~93米/小时;
4 m/m	55~70米/小时;
4/5m/m	48.9—62米/小时;
5/6m/m	40—50.9即/小时。

看来实际生产中, 引上速度掌握的较慢, 据他们谈, 快了容易掉炉。

他们两国的机膛温度都比我们低, 主要是水包用的大(350m/m), 如图18。而且上面还有小水包(150m/m)和八字水包。罗马尼亚的水包背面有石棉板贴层, 约厚10m/m, 这能减少炉膛里不必要的冷热空气对流。现将机膛温度记录见表4表5。



註: 1. 火管上打眼直径 $\phi 2$, 眼距为20mm。

2. 石棉板在水包焊成后用预先焊好的铁钉加上扁铁加固。

图18 梅迪亚什厂引上室大水泡图

南斯拉夫 (4/5) 机 膛 温 度 表 4

(南)	外 侧			里 侧		
	前	中	后	前	中	后
4/5m/m						
1 道辊上	—	608	600	600	613	605
3 道辊上	574	—	574	576	—	575
5 道辊上	495	—	—	—	—	495
7 道辊上	—	425	—	—	—	—
9 道辊上	326	—	333	—	—	330

罗马尼亚 (3m/m及5m/m) 机膛温度 表 5

		外 侧			里 侧		
		前	中	后	前	中	后
3 m/m	1 道辊上	534	533	537	570	546	537
	3 道辊上	—	510	484	—	508	484
	5 道辊上	—	—	380	406	—	408
5 m/m	1 道辊上	637	633	637	637	537	533
	3 道辊上	630	513	517	638	637	637
	5 道辊上	411	425	412	414	429	410

注：此两道的热电偶，有时指示失灵

(六) 掰板、切裁、包装

南斯拉夫有横切机、掰板机，板掰下后通过辊台由切割机切割掰边后，被吸盘吸起码在大架上，每架五吨，由叉车运输，装到20吨大卡车上出厂

罗马尼亚只有一台掰板机，主要仍又人工掰但都有横切机，而且在30道辊子下面安有竖切刀，厚板掰下后即将玻璃边掰去，同时按竖切刀痕把板掰开，然后码在架子上，再装箱。国内的包装是简易木箱，也有的玻璃只用木堵头，然后拦腰用铁腰子捆住。外销的用密封箱，包纸。他们的玻璃运销到美国、法国、西德、加拿大和埃及等国。所以很重视质量，特选品(波筋20°)和一、二、三等(波筋30°)的等级率达到90%。

(七) 罗马尼亚梅蒂亚什无槽引上玻璃的成本概况

(1) 天然气按国内市场价格0.4列依/米³，燃料费1.04列依占成本总额的13%，折成2 m/m每m²玻璃的总成本是8列依(合人民币1元)。

(2) 按国际市场价格，天然气价格3.31列依³，燃料费8.6列依，成本占总额55.3%，每m²玻璃的总成本为15.56列依。

全厂包括加工玻璃，其成本与利润情况如下：

原材料 53.51%

燃料	4.27%
电	2.4%
工资	20.98%
折旧费	5.49%
税	3.42%
工资税(福利费)	3.65%
管理费	6.48%
	100.00%
利润	25.34%

二有槽引上(附:对辊法)

考察期间,我们对有槽引上进行了简短的参观。
南斯拉夫潘切沃玻璃厂有70吨四机窑三座,板宽2.15m(2m/m为2.05m),日产量折合2m/m为11700m²,引上速度如下:

2m/m玻璃为69-75m/时

3m/m玻璃为51-53m/时

4m/m玻璃为36m/时

4/5m/m玻璃为28.8~30m/时

5/6m/m玻璃为24-24.8m/时

值得注意的是他们料方中CaO + MgO特别低,我们还没有一个工厂敢用这样低的。

用辊式投料机投料,碎玻璃与原料混在一起下,四对小炉,池深1200,通路1100,热点2#和3#小炉之间。热耗为3319千卡/kg。

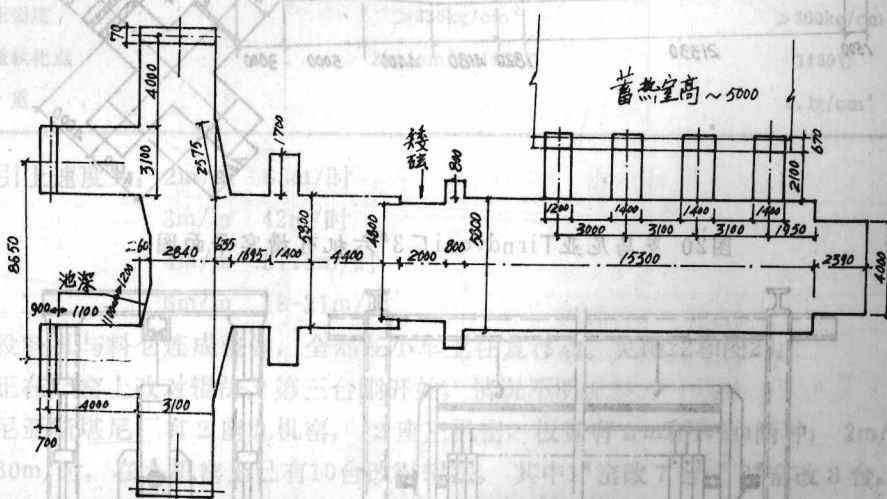


图19 四机有槽平面图南斯拉夫潘切沃厂 1980. 11.

引上机高5.97m, 辊径135m/m, 辊距350m/m, 第一对辊子距液面1175m/m, 八字砖开度180m/m, 槽口宽62~70m/m, 有堵头加热, 在液面下40cm处有热电偶测玻璃水温度, 保