

平板玻璃生产技术丛书

熔窑冷修

中国建筑工业出版社

本书主要介绍玻璃熔窑冷修前的准备工作、冷修施工和点火烤窑，并附有耐火制品的理化性能和砖加工配套计算的有关数据。

本书可供玻璃厂筑炉瓦工、技术人员和干部阅读。

平板玻璃生产技术丛书

熔 窑 冷 修

秦皇岛玻璃厂编写组

★

中国建筑工业出版社出版（北京西郊百万庄）

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

中国建筑工业出版社印刷厂印刷

★

开本：787×1092毫米 1/32 印张：3 5/16 插页：1 字数：70 千字

1974年11月第一版 1974年11月第一次印刷

印数：1—4,650册 定价：0.23 元

统一书号：15040·3194

编 者 的 话

在毛主席的无产阶级革命路线指引下，我国玻璃工业得到了迅速的发展。许多青年加入到工人队伍中来，为玻璃工业战线增添了新生力量。

为了适应玻璃工业发展的需要，为培训青年工人提供学习材料，我厂组织了由工人、干部和技术人员“三结合”的编写组，编写了这一套《平板玻璃生产技术丛书》。

这一套丛书共分《原料》、《熔窑和熔化》、《引上》、《煤气发生炉》和《熔窑冷修》五个分册。其中，《原料》分册主要介绍生产平板玻璃所用原料的种类、特性、加工工艺和玻璃的成分及其控制；《熔窑和熔化》分册主要介绍平板玻璃熔窑的结构，玻璃熔化的原理和操作，窑炉的热修和维护、保养等；《引上》分册主要介绍平板玻璃的成型原理、看火和引上操作；《煤气发生炉》分册主要介绍煤气发生的原理、煤气发生炉的操作等；《熔窑冷修》分册主要介绍冷修前的准备工作、冷修施工和点火烤窑等。

这一套丛书，从工厂的生产实际出发，重点总结了我厂工人的操作经验，并有简明的理论阐述，因此，除了适合青年工人阅读外，还可供老工人、技术人员和干部参考。

由于缺乏编写经验和水平所限，书中难免有缺点、错误，希望广大读者提出宝贵意见，以便再版时补充和修订。

1973年6月

目 录

第一章 概述.....	1
第二章 冷修前的准备工作.....	3
第一节 冷修方案的确定.....	3
第二节 熔窑耐火材料加工配套的一般要求.....	9
第三节 一般碲结构的加工和配套方法.....	10
第四节 特殊碲结构的投影放线.....	14
第五节 砖材的加工机械.....	24
第六节 施工准备工作.....	27
第三章 放玻璃液、止火和凉窑	30
第四章 拆窑与运输	34
第五章 熔窑的砌筑与质量标准	36
第一节 熔窑砌筑的基本规则.....	36
第二节 熔窑各部砌体的砌筑和质量要求.....	53
第六章 点火、烤窑和生产准备	73
第一节 点火烤窑前的准备工作.....	73
第二节 点火与烤窑.....	78
第三节 添玻璃块.....	83
第七章 冷修过程中的安全工作	86
附表	91

第一章 概 述

解放后，特别是无产阶级文化大革命以来，平板玻璃工业战线上的广大职工，在毛主席无产阶级革命路线的指引下，发挥了高度的积极性和创造性，改革生产工艺，改进窑炉结构，提高操作技术水平，提高熔窑冷修的速度和砌筑质量，选用优质耐火材料，以及提高熔窑的热修和保养的水平，使平板玻璃的产量和质量不断提高，为社会主义革命和建设做出了贡献。

平板玻璃熔窑投入生产后，运行至一定的时间，窑体各个部位的耐火材料砌体由于长期受到高温火焰的烧灼和气流的侵蚀，由于硷性飞料的化学侵蚀和玻璃液流的机械冲刷，严重地烧损和破坏耐火材料砌体，使其厚度逐渐变小，甚至出现透火或跑漏玻璃液的现象，熔窑热效率降低，燃料消耗量显著增高，热修工作频繁；蓄热室格子体以及烟道系统被飞料和耐火物熔渣严重堵塞，严重地影响了熔窑的正常作业制度，火焰不能合理燃烧，燃烧废气不能通畅排出，窑压加大，温度制度混乱；耐火材料被侵蚀入玻璃液中，使玻璃的质量严重降低，产量减少；支撑窑体各部位的金属构件，由于长期受到高温的影响，或由于维护不当造成钢结构变形或烧坏。此时再要继续生产时，其技术经济指标不佳，就应当停产，放出玻璃液，止火，待窑体冷却以后，在常温状态下进行修复。

有时由于在生产过程中，某个环节或窑体的某个部位出

现严重事故，不能在热状态下修复，亦必须停窑进行冷修。

一座九台或十台引上机的大型平板玻璃熔窑，一天即可为国家生产四千多箱平板玻璃。因此，千方百计地加强熔窑的维护与保养，延长熔窑寿命；同时加快冷修速度，缩短冷修时间，减少非生产时间是挖掘生产潜力的有效措施。为了加快冷修速度，缩短冷修时间，平板玻璃工业战线上的广大职工，发挥了高度的智慧，在保证熔窑检修质量和安全作业的基础上，创造了快速凉窑，快速拆运，拆运与施工紧密配合，上下立体交叉作业等一整套的快速冷修经验和办法，大大加快了施工速度。在点火烤窑和试生产方面也取得了一套成功的经验，一次投产，一次成功，大大缩短了非生产时间，为国家创造了更多的财富。

为实现快速冷修，就要在冷修前进行周到细致的准备工作。这些工作包括冷修方案的酝酿和确定，设计和讨论；组织耐火材料的进货和加工；熔窑铁件的预制；编制和采购冷修时所必须的工具、设备、消耗材料和劳保用品；编制施工进度计划，指定堆场和运输线路；安排施工劳动组织和考虑安全施工措施等。

目前，平板玻璃熔窑的冷修工作，和其它行业相比还有不小的差距，主要是施工过程的机械化程度较低，人工操作劳动强度较高，窑炉各部位用的耐火材料，大部分采用人工运输和砌筑，工时消耗较大，以及冷修用砖的加工量还是比较多等，这些都有待于今后加以改进和解决。

在党的鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义总路线精神鼓舞下，随着我国社会主义革命和建设事业的飞跃发展，以及群众性的技术革命和技术革新运动的蓬勃开展，玻璃熔窑的冷修工作，必将取得更大的成绩。

第二章 冷修前的准备工作

玻璃熔窑的冷修是一项工程量大、复杂和细致的工作。为使冷修工作能够按计划保质保量地完成，就必须认真地做好冷修前的一切准备工作。冷修准备时间的长短，要根据冷修工程量的大小和玻璃工厂的人力、物力情况而定。一般情况下，在确定冷修日期的前一年即可着手准备，考虑冷修项目，酝酿和制定冷修方案，订购和制备冷修所需的材料、设备以及施工的准备工作等。

第一节 冷修方案的确定

冷修方案的确定，应该深入发动群众，认真听取瓦工和岗位操作工人的意见。并且要组织领导干部、工人和技术人员三结合的专门班子，组织讨论，反复酝酿，同时进行细致的调查研究工作，搜集第一手资料，以便综合平衡和比较，最后确定方案。

冷修方案中的项目包括修复项目和修改项目两大部分。修复项目是指窑体的被烧损侵蚀的部分按原结构修复的项目。修改项目是指熔窑在生产使用的过程中所暴露出来的问题；为适应生产的发展或吸取外部先进经验而提出的问题，以及群众提出的技术革新建议等，需要修改熔窑的结构项目。修复项目和修改项目是互相联系的，是每次冷修都要遇到的问题。

在冷修过程中也要对矿山系统、原料系统、燃料系统、采、切、运系统、水、电、汽、管路系统和机械设备进行修复和修改。

要想使冷修方案中的项目提出得合理，就必须充分掌握各系统在运行中的第一手资料：必须定期地进行熔窑窑体检查，检查其被烧损和侵蚀的情况，掌握砌体破坏的规律，掌握影响产品的质量和产量的因素，掌握各项生产技术指标，如热工制度和压力制度的情况等，然后综合分析各系统结构上和工艺布置上是否合理。特别是长年战斗在生产第一线的同志更有其亲身体验，更有发言权。确定检修项目应该本着勤俭办企业的精神，在保证工程质量，满足生产要求的前提下，尽量减少检修工程量，以节约材料，节约工时，加快施工进度，缩短冷修时间。在提出改进意见，选取新的结构形式时，要充分考虑和估计新结构的特点，考虑新的结构与不改进部分的衔接形式，要考虑到生产运行中能达到的效果和问题，以及为取得满意的效果而应采取的措施，要考虑到结构的牢固程度和是否便于操作，便于维修，并应尽量减少工程量和工程投资。对于一些试验性的结构改进措施，则必须考虑效果，留有余地，以防由于效果不良而影响生产。

在广泛地吸取群众意见的基础上，领导干部、工人、技术人员三结合的专门班子要进行综合平衡，提出冷修的初步方案后，经过讨论，即可进行设计绘图工作。对新提出的改进意见要进行必要的热工计算和结构计算，同时对结构上的每个细节也要广泛征求群众意见。此时亦可开始其它方面的准备工作。

熔窑冷修的初步方案，在冷修前还需在广大群众中征求意见，以便补充和修正使之更加完善。对于原定窑体某些修

复部位，直至放玻璃液后通过大检查才最后确定是否需要更新。冷修前的砖加工和铁件预制等工作都要按初步方案进行，并要随时根据新的情况加以调整，以防冷修过程中因准备工作不足而延误工期。

对于大型熔窑的检修项目，根据历次冷修的经验，一般有如下各项：

1. 更换熔化部第一、第二节大碛，即燃烧小炉以上部位的大碛，第三节大碛和澄清部的大碛一般可使用两个周期以上。

2. 更换熔化部胸墙和熔化部投料口前脸墙。冷却部的胸墙一般可使用两个周期以上。

3. 更换熔化部池壁铁砖一至二行，在投料口至6号小炉的部位为二行。冷却部池壁在使用耐火粘土砖时，每周期需修换第一行，其它视侵蚀情况而定。如采用铁砖时可使用两个周期以上。与通路衔接的拐角部分每个周期需更换。

4. 更换熔化部受碱性飞料影响较严重，经常处于氧化焰和中性焰的小炉，如6对小炉熔窑中的1号、2号、3号、4号小炉全部，5号、6号小炉可根据烧损情况决定，有时也能使用两个周期以上。

5. 更换空气、煤气蓄热室的全部格子砖。全部更换空气蓄热室半圆碛，如果保留5号、6号小炉时，其空气蓄热室的半圆碛也做相应的保存。煤气蓄热室的半圆碛可使用两个周期以上。

蓄热室风火隔墙要拆换至空气半圆碛以下透火部分。

空气、煤气蓄热室炉条的高温烧损部位需要修换，其空气蓄热室炉条修换部分一般占空气蓄热室全部炉条的三分之二，煤气蓄热室炉条修换部分约占煤气蓄热室全部炉条的三

分之一。

6.卡脖部分的池壁每周期更换一行。卡脖碛或吊碛如结构上处理的好，不变形，不掉砖时可以使用两个周期以上。

7.澄清部后墙和通路口碛如结构上合理，操作得当，没有发生碛的下沉和结构变形时一般都能维持两个周期以上。

8.更换引上室中的大梁砖（桥砖）、引上机下的八字砖、猪嘴砖、锁头砖和堵头板砖等。假梁砖与假梁下的池壁砖可根据耐火材料的质量和侵蚀情况而定，一般可以使用两个周期。

9.通路碛包括十字通路的“馒头形”碛和十字碛，一般都能使用两个周期以上。通路口碛往往由于更换池壁而引起更换，如结构上处理合适，也可以延长。

10.熔化部底砖由于池深1500毫米，砖厚350毫米，液面上部受料层覆盖，池底部温度较低，受玻璃液的影响亦小，故对底砖的侵蚀极为缓慢，只在缝隙处稍有些侵蚀，一般能使用廿多年。底砖的损坏大多是由于冷修凿玻璃时操作不当而造成的。

通路底砖由于池深较熔化部浅350毫米，冷却条件较差，一般较其它部位的底砖侵蚀要严重些，使用三个周期后即需修换。卡脖门坎和通路口底砖由于留设胀缝以及玻璃液回流侵蚀，每次冷修需要拆换。

近年来，平板玻璃工业战线上的广大职工，在毛主席的无产阶级革命路线指引下，为提高质量，增加产量，对窑炉结构和砖材选型方面进行了一系列的改进。

1.提高熔窑熔化能力方面

（1）熔窑的宽度加大，已由7.2米左右加大至7.8米、

8.2米，以加大熔化部面积。

(2) 加宽小炉口，由过去的1070毫米逐步加宽至1400毫米，以增加火焰的覆盖面积。

(3) 相应地加大小炉间距。

2. 改进小炉结构，提高燃烧效果方面

(1) 加长预燃室的长度，由过去的1750毫米逐渐加长至2000毫米。

(2) 缩小空气和煤气的交角，由过去的 60° 缩小至 30° 左右。

(3) 加长小炉舌头，由过去的无舌头加长至超过煤气水平道起点300毫米。

(4) 小炉舌头由过去平的改成碗形结构，以解决两角火焰发卷的弊病。

(5) 加大空气水平道与煤气水平道的断面比，提高煤气在水平道处的流速，以改善混合程度。

(6) 小炉口由直的改成喇叭形。

3. 蓄热室部分

(1) 为了防止堵塞，便于清扫，减小气流阻力，加大了炉条间距，孔宽由120毫米加宽至310毫米，炉条砖宽由120毫米加厚至150毫米。

(2) 在格子砖的规格和排列形式方面，由过去的标准砖(230×113×65)改为二枚条砖(460×113×65)，采用井字形排列，提高了格子体的防堵塞能力和稳定性。

(3) 加高蓄热室的格子砖，以提高蓄热效率。

(4) 蓄热室半圆碲过去系采用耐火粘土砖，由于熔窑温度的提高，该部位在生产过程中往往下沉造成结构变形，影响结构强度，现改用高铝砖基本满足了生产要求。

4.降低冷却部大碛与通路碛。冷却部胸墙由过去的1017毫米降至500毫米，通路胸墙高由过去的365毫米降至146毫米，这样有利于冷却部玻璃液的均匀冷却，消除了由于冷却部和通路的胸墙散热而造成的中部与边部冷却不均匀的弊病。

5.分隔设备方面

(1)放宽卡脖，由过去的3600毫米加宽至6300毫米。

(2)选用吊碛结构，提高了熔化部与冷却部火焰空间的分隔效果，减少了由于熔窑压力和熔窑气氛的变化对成型部的影响。

6.引上室方面

(1)为了提高产量，加宽玻璃宽度，相应地加宽了引上室，由过去的3000毫米加宽至3500毫米。

(2)为提高引上室内玻璃液的温度均匀性，加强了对引上室池壁的保温。

(3)引上室炉膛宽度，过去曾经加宽至650毫米，也曾降至480毫米，由于宽炉膛碛子砖两侧的玻璃液易冷，且加长了烧炉的时间和考虑到操作方便，现引上室炉膛宽一般为500~550毫米。

7.由于将螺旋投料机改为坵式投料机，投料口的前脸墙采用矮碛结构，碛宽5800毫米，碛高最初为600毫米，历次冷修后，降至450毫米。目前采用的是两个半径的鱼肚形碛，碛高为200毫米，致使前脸的吊砖结构简化，而且便于维护和热修，延长了投料口的使用寿命。

8.近年来，我国国产的电熔锆刚玉砖投入生产，并应用于玻璃熔窑的一些易损部位，如熔化部池壁第一行代替过去莫来石砖，小炉舌头碛前第一行和小炉垛等高温部位都采用

了锆刚玉砖，取得了良好的使用效果。

第二节 熔窑耐火材料加工配套的

一般要求

为缩短冷修的非生产时间，使新窑提前投入生产，除对冷修所需用的耐火材料认真组织订购和进厂的准备工作外，还需将冷修砌筑时在现场加工的砖材，尽量预先加工和配套，以加速冷修施工进度，保证施工质量。

根据熔窑的大小，冷修的规模，砖材的加工量来确定准备时间的长短。一般砖加工都在冷修前八个月左右开始准备。

熔窑砌筑所用的砖材，由于结构上的要求，规格繁多，形状复杂，订购到的砖材不可能完全满足砌筑的要求，因此需加工配套的部位较多，如投料口前脸碛、反碛、小炉平碛及其它碛结构，蓄热室圆碛、横碛、炉条，引上通路馒头碛和十字碛，引上室大梁及其它结构，池壁、池底砖等等。

近年来，为改善劳动条件，减轻工人的体力劳动强度，减少硅尘危害，在满足窑炉结构要求和砌筑质量的前提下，进行了多方面的工作。一方面要尽量使砖材的订货规格接近砌筑尺寸，使之尽量不加工和少加工。同时为保证砌筑质量，要进行细致地挑选，如大碛砖，近年来由大型改为小型，不加工而将其逐块进行挑选，并根据实际尺寸的公差和规格分类编号，分堆保管，以备使用。另一方面正努力向砖材加工的机械化方向发展。目前我国各玻璃工厂搞成的砖加工机械已经有磨砖机、切砖机、刨砖机和铣砖机，既减轻了工人的体力劳动强度，减少了硅尘危害，又提高了砖材加工的质量和

效率。如某玻璃工厂自己设计制造的大型龙门铣床的效率相当于过去手工加工的八倍以上，而质量比手工加工的要好。但一些数量较少和规格比较复杂的砖材，机械无法加工，进厂后仍需手工进行加工和配套。

砖材加工和配套的注意事项如下：

1. 所有结构的砖材加工和配套，都必须严格符合图纸的尺寸要求。

2. 加工池壁砖、池底砖时，每块砖的五个面都需加工找平（不加工面为使用面），两交叉面必须垂直，否则因尺寸不准，砌筑时砖缝大小不一，以致烤窑时造成挤压砖材，发生断裂事故。池底砖和通路池壁砖，因冷修时大多是个别抽换，因此要求砖材规格必须相同，便于事先准备和冷修时抽换，避免不必要的临时加工。

3. 一般礮结构的每块礮砖的接触面，都必须通过礮的圆心，预留的缝隙和大小头必须相同，以避免由于受力不均而影响礮结构的强度。

4. 加工后砖材必须棱角完整，不得有裂缝、掉角和缺棱。

5. 砖材平面误差不得大于 0.5 毫米，要害结构部位不允许有负公差，加工面必须磨平。

6. 礮结构及一般复杂结构的砖材加工和配套，需预先按图纸尺寸放出实样，取出样板，再按样板尺寸加工砖材，然后配套，预码，经检查核对合格后，标注顺序号码，拆运保管，待冷修时使用。

第三节 一般礮结构的加工和配套方法

一般礮结构砖材的加工，关键在于放线和取出样板。获

得样板的方法通常采用作图法和计算法。

一、作图法

下面举例说明作图法获得样板的步骤。已知一礮结构的礮跨 $S=1200$ 毫米，礮股高 $h=120$ 毫米，礮砖厚 $T=250$ 毫米，礮碴宽为 300 毫米，用作图法求出半径 R ，内弧长 l_1 ，外弧长 l_2 ，礮碴闪 V ，礮碴高 H ，中心角 φ 。

解这个例题的作图步骤如下（图 1）：

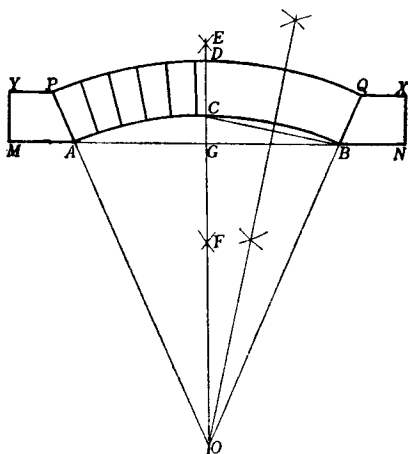


图 1 礮的作图放线法

1. 取 $AB=S=1200$ 毫米，作 AB 的垂直平分线 EF ，在 EF 线上从 G 点起取 $GC=h=120$ 毫米，连 CB 直线，作 CB 的垂直平分线与 EF 交于 O ，则 OB 的长度即等于半径 R ， O 即是圆心。

垂直平分线的画法是分别以 A 和 B 为圆心，以大于 $\frac{AB}{2}$ 的长与半径画弧，交于 E 、 F 两点，连 EF ，则 EF 就是

AB 的垂直平分线。

2. 以 O 为圆心, 分别以 R 和 $R+T$ 为半径画弧, 连直径 OB 和 OA 并延长, 交于 $R+T$ 弧上 P 、 Q 两点, 则 $\widehat{PQ}$ 为磁外弧 l_2 , $\widehat{AB}$ 与磁内弧 l_1 , $\angle AOB$ 为中心角 φ 。

3. 在 AB 延长线上取 $AM=BN=300$ 毫米 (即磁碴宽), 之后分别过 M 和 N 作 AM 、 BN 的垂线与过 PQ 的直线交于 Y 、 X 两点, 则直线 BN 和 QX 的差为磁碴闪 V , XN 为磁碴高 H 。

4. 按作出磁的各值取出样板。方法是将内外弧按奇数等分, 考虑泥缝尺寸后即可得出磁砖的大小头尺寸, 这样即可取得样板, 磁砖的加工就可按样板加工。

二、计算法

计算法中一般磁结构常用部位的名称和代号为(图 2):
 S ——磁跨; h ——磁股高; R ——半径; φ ——中心角;
 V ——磁碴闪 (磁角理论斜度); H ——磁碴高度; l_1 ——内弧长; l_2 ——外弧长; T ——磁砖厚度。

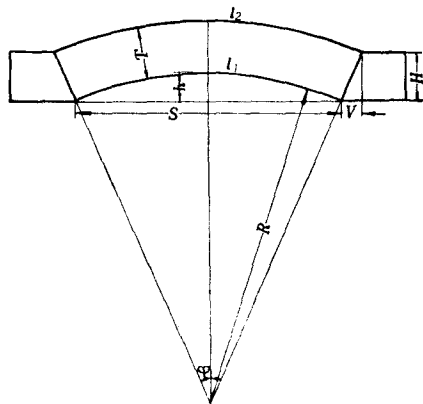


图 2 磁结构中常用部位代号

当已知礅跨 S , 礅股高 h , 礅砖厚度 T , 要求出半径 R , 圆心角 φ , 礅碴闪 V , 礅碴高 H , 内弧长 l_1 , 外弧长 l_2 时采用下述公式:

$$R = \frac{S^2}{8h} + \frac{h}{2} \quad (1)$$

$$\operatorname{tg} \frac{\varphi}{4} = \frac{2h}{S} \quad (2)$$

$$V = \frac{ST}{2R} \quad (3)$$

$$H = \frac{T(R-h)}{R} \quad (4)$$

$$l = \frac{\varphi}{180} \pi R \quad (5)$$

例题: 已知 $S = 1200$ 毫米, $h = 120$ 毫米, $T = 250$ 毫米, 求 φ 、 V 、 H 、 l_1 、 l_2 和 R 。

解: 按公式 (1)

$$\begin{aligned} R &= \frac{S^2}{8h} + \frac{h}{2} = \frac{1200^2}{8 \times 120} + \frac{120}{2} \\ &= 1560 \text{ 毫米} \end{aligned}$$

按公式 (2)

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \frac{\varphi}{4} &= \frac{2h}{S} = \frac{2 \times 120}{1200} \\ &= 0.2 \end{aligned}$$

查三角函数表得 $\frac{\varphi}{4} = 11^\circ 19'$

$$\therefore \varphi = 45^\circ 15'$$

按公式 (3)

$$V = \frac{ST}{2R} = \frac{1200 \times 250}{2 \times 1560}$$