

# 《清洁生产标准 平板玻璃行业》

## 编制说明

《清洁生产标准 平板玻璃行业》编制课题组

二〇〇七年四月

## 目 录

|                        |    |
|------------------------|----|
| 1. 概况.....             | 3  |
| 2. 编制过程.....           | 4  |
| 3. 适用范围.....           | 5  |
| 4. 指导原则.....           | 5  |
| 5. 制订标准的依据和主要参考资料..... | 5  |
| 6. 编制标准的基本方法.....      | 6  |
| 7. 标准实施的技术可行性.....     | 13 |
| 8. 标准的实施.....          | 14 |

# 清洁生产标准 平板玻璃行业

## 编制说明

### 1. 概况

清洁生产是实施可持续发展战略的重要组成部分,是实现经济和环境协调发展的一项重要措施。近年来,国内开展清洁生产的企业逐年增加。本标准的制订,将进一步推动我国平板玻璃行业清洁生产工作的全面实施和发展,使我国平板玻璃行业清洁生产工作更加标准化和规范化,生产过程更清洁,促进我国平板玻璃行业环境保护工作向更高目标发展。

近年来,我国玻璃工业得到长足发展。2001—2006年共计新增95条浮法玻璃生产线,产量累计增长2.5亿重箱,六年平均增长速度达14.82%,成为历史上增长最快的时期。2006年,全国共有平板玻璃企业240余家,总资产规模622亿元,工业总产值337.31亿元,从业人员12.33万人;平板玻璃总产量达4.54亿重箱;至2006年底,全国共有浮法玻璃生产线162条,浮法技术主导了平板玻璃的发展,浮法玻璃占平板玻璃比例达到81.87%,优质浮法占到20%以上;利用国产技术建成了900吨/日浮法玻璃生产线,品种从普通厚度扩展到超薄(0.55—1.1mm)、超厚(15—25mm),开发了在线阳光和低辐射镀膜、自洁、超白、本体着色、防火等新品种。

我国平板玻璃工业,在快速发展过程中,同时存在发展不平衡、能源资源消耗高、结构不合理等矛盾和问题。一是产能增长不平衡,近期增长过快,周期性波动大;二是产品结构不合理,深加工率低。目前普通浮法玻璃供大于求,但是一些高档用途和特殊品种的玻璃还需进口。玻璃深加工率仅为25%;三是燃料成本加大,能源矛盾突出;四是企业数量多,产业集中度低。我国玻璃企业比较分散,仅浮法玻璃企业就有50余家,平均规模只有600多万重箱;五是市场不规范,无序竞争现象时有发生。由于企业分散和玻璃生产连续性强等特点,价格竞争现象较为严重。“规范开放、竞争有序”的玻璃市场尚未形成。

近年来,我国玻璃行业由于淘汰部分落后工艺和浮法生产线规模逐步扩大,为节能降耗发挥了重要作用,平均综合能耗由1995年28.44公斤标煤/重量箱,降低到2005年19.66公斤标煤/重量箱,下降了30%。淘汰落后工艺和实施熔窑规模大型化是节能降耗的重要途径。

玻璃工业属典型的资源、能源消耗型产业,又是与建筑节能紧密相关的行业,我国“十一五”节能20%,是规划目标中最重要的约束型指标。当前由于重油大幅涨价,燃料成本不断提高,企业已不堪重负,降低能耗迫在眉睫。我国平板玻璃年能源消耗量约800万吨标煤,平均单耗为7800kJ/kg玻璃液,比国际平均水平高20%,比国际先进水平高30%以上,节能潜力巨大。

必须推广富氧燃烧与全氧燃烧技术、玻璃熔窑低温余热发电技术,促进节能降耗。

目前浮法厂自身碎玻璃已实现回收利用,但流散在社会上的碎玻璃每年约400万~500万吨,未能有效利用,造成资源和能源的浪费。必须促进废旧碎玻璃的回收利用。

这些问题,不仅是环境保护和资源节约的问题,而且已经深切影响到玻璃行业自身的生存。目前,玻璃成本不断增加,由于燃料价格上涨,如重油到厂价由去年同期1500多元/吨涨到近3000元/吨,加之电和其它原材料价格及运输费用的提高,2006年平板玻璃单位生产成本同比提高10%左右。且国内玻璃产能增长过猛。随着近年玻璃行业市场好转和利益

驱动，各方面投资玻璃积极性高涨，近年来，增长速度明显过快。

而玻璃价格随产能增长下降。由于产能增长超过需求增长，市场竞争加剧，导致价格下滑。种种情况表明，为了降低企业成本，推动行业技术进步，淘汰落后产能工艺，节约资源能源，保护环境，为完成“十一五”期间玻璃行业节能减排的指标，发展循环经济，挖潜降耗，拓展利润空间。制定玻璃行业的清洁生产标准已经刻不容缓了。

本标准从平板玻璃生产工艺过程入手，根据生命周期分析的原理，考虑现行的技术水平，将技术指标分为三级，提出六类指标，即生产工艺与装备要求、资源能源利用指标、产品指标、废物回收处理要求、污染物指标和环境管理要求。

## 2. 编制过程

根据国家环境保护总局环办[1999]127号“关于下达2000年度国家环境保护标准制(修)订项目计划的通知”及其项目计划表和环发[2002]2号关于“行业清洁生产技术要求编写大纲”的要求，受国家清洁生产中心的委托，福建省环境科学研究院于2002年承担了该标准的编制工作。

我院清洁生产中心在开展明达玻璃(厦门)有限公司清洁生产审核的基础上，2003年度积极争取福建省环保局科技计划项目支持，得到福建省环境保护局的大力支持与指导，深入开展了《玻璃行业(平板玻璃)清洁生产标准研究》。课题组在调查掌握企业清洁生产审核第一手资料的基础上，收集、分析、比对和计算大量国内外平板玻璃生产企业资料和信息数据，确定各类(项)的指标参数，并在反复征求行业专家的意见和建议后进行了修改和完善，同时形成第一次征求意见稿，上报到国家清洁生产中心，并于2004年7月在国家清洁生产中心网站公布。

2005年7月按照国家清洁生产中心《关于中密度纤维板等12个行业清洁生产标准送审的通知》，课题组按照该通知提出的修改要求、进一步在全面调查相关行业企业的最新情况后，对本标准各项指标，进行了全面修订核实，同时上报国家清洁生产中心。

2006年9月，将重新修改后的标准又向中国建材-蚌埠玻璃工业设计研究院、国家环保总局环境发展中心、福耀玻璃工业集团股份有限公司、明达玻璃(厦门)有限公司等单位进行了专家函审，课题组根据专家反馈意见，对本标准进行了反复修改和完善，并上报国家清洁生产中心。

2006年10月，国家环保总局以《关于征求〈清洁生产标准 电解锰行业〉等三项国家环境保护行业标准意见的函》(环办函(2006)652号)将本标准修改文稿向各省、自治区、直辖市环境保护局(厅)、重点玻璃工业企业、相关玻璃设计部门、行业协会单位征求意见。一些部门和单位如：国家环保总局环境工程评估中心、中国建材国际工程有限公司、国家环保总局环境标准所、国家环保总局环境监察局、北京市环保局、上海市环保局、广东省环保局、宁夏回族自治区环保局、陕西省环保局给予了积极的帮助和意见反馈。针对这些意见，我们又深入相关企业进行调研，特别是得到了中国建筑玻璃与工业玻璃协会、建筑材料工业技术情报研究所、福建省经贸委建材行管办和福耀玻璃工业集团股份有限公司的大力支持和帮助，在此基础上结合本行业企业实际情况，同时按照国家清洁生产中心的初审意见，对本标准又一次进行了全面修改，对部分指标进行了调整和说明，再次上报国家清洁生产中心。

2007年4月，在国家环保总局召开由科技标准司主持审查的《清洁生产标准 平板玻璃行业》(送审稿)环保标准审议会，本标准得到专家组一致审议通过。会后，编制课题组根据

专家意见进行了进一步的修改和完善，并形成标准报批稿。

### 3. 适用范围

本标准适用于平板玻璃行业清洁生产审核、清洁生产绩效评定和清洁生产绩效公告制度。

#### 3.1 清洁生产审核

本标准所给出的基准数据，对一般企业的清洁生产审核应具有指导意义，也就是说要给出国际上比较先进的清洁生产水平，这样，进行清洁生产审核的企业可以找出与国际先进水平的差距。

#### 3.2 企业清洁生产绩效公告

本标准所给出的基准数据，应能适用于国内企业的清洁生产绩效公告，即应给出国内相对先进水平的数据。

### 4. 指导原则

制定清洁生产标准的基本原则是：

“清洁生产标准”要符合产品生命周期分析理论的要求，对平板玻璃行业主要从生产工艺与装备、资源能源利用、产品、废物回收处理、污染物和环境管理等六个方面来考虑。

具体原则如下：

（1）符合清洁生产的思路，体现预防为主的原则，符合清洁生产思路，即体现全过程的污染预防，考虑到平板玻璃生产行业的特殊性，鼓励玻璃行业脱硫、脱硝、除尘，本标准提出的大气污染物指标是末端治理设施前的指标。

（2）符合产业政策和玻璃行业发展趋势的要求，根据生产特点，特别是产品不同，燃料种类不同，技术经济指标不同，各个企业的指标均相差较大。因此，考虑到大多数玻璃企业的积极性，以及今后进行清洁生产企业的绩效评定和企业清洁生产绩效公告制度的需要，将技术要求划分为三级。一级要求：企业的生产行为，符合可持续发展的原则，各项指标要求均达到国际同行业清洁生产先进水平。二级要求：企业的生产行为，较好符合可持续发展的要求，各项指标要求均达到国内同行业清洁生产先进水平。三级要求：企业的生产行为，基本符合可持续发展的要求，各项指标要求均达到国内同行业清洁生产平均水平。同时，所有企业的污染物通过采用脱硫、脱硝、除尘措施后必须达标排放。

（3）本技术要求定量化，但对于一些难于量化的指标，均给出详尽的文字说明。

（4）本技术要求力求实用和具有可操作性，技术要求指标均选取玻璃企业和环境保护部门最常用的指标，企业和审核人员容易理解和掌握。

### 5. 制订标准的依据和主要参考资料

#### 5.1 标准的依据

国家环境保护总局环办〔1999〕127号“关于下达2000年度国家环境保护标准制(修订)项目计划的通知”及其项目计划表。

## 5.2 主要参考资料

- [1]张佰恒, 张景焄. 节能 结构 影响玻璃行业发展的关键——玻璃行业 2006 年上半年发展形势分析与展望[J]. 中国建材, 2006 (9) : 48~51.
- [2]张平安. 用科学发展观分析中国浮法玻璃工业状况[J]. 建筑玻璃与工业玻璃, 2005 (6) : 2~12.
- [3]王培华. 浅谈浮法玻璃熔窑的节能技术[J]. 玻璃, 2005 (5) : 26~31.
- [4]杨健, 何威等. 我国浮法玻璃熔窑技术的发展和未来展望 [J]. 玻璃, 2005 (4) : 3~6.
- [5]解小平. 关于中国浮法玻璃技术发展的思考[J]. 建筑玻璃与工业玻璃, 2005(1): 4~6.
- [6]张景焄, 张佰恒. 中国平板玻璃工业发展现状、未来走势及对策[J]. 建筑玻璃与工业玻璃, 2004 (3) : 2~12.
- [7]万淑艳. 浮法玻璃企业总成品率指标的计算与思考[J]. 玻璃, 2004 (6) : 17~18.
- [8]赵坤, 杨丽萍. 关于浮法玻璃熔窑节能的几个有效途径[J]. 玻璃, 2004 (6) : 46~47.
- [9]张平安. 中国浮法玻璃技术现状与差距分析[J]. 建材发展导向, 2004 (6) : 10~16.
- [10]解小平. 推动中国浮法玻璃技术的创新与发展[J]. 吉林建材, 2004 (4) : 41~43.
- [11]窦彦彬. 用富氧加强重油燃烧技改方案探讨[J]. 玻璃, 2004, 31(1): 10~11.
- [12]彭寿. 全面提高中国浮法玻璃技术建筑玻璃与工业玻璃[J]. 2003, (6)7~9 .
- [13]彭寿. 全面提高中国浮法玻璃技术[J]. 中国建材, 2003, (12): 25~27.
- [14]张平安. 中国浮法玻璃工艺技术的现状、差距与分析[J]. 中国建材, 2003, (12): 63.
- [15]张新贤, 刘怀洛. 玻璃厂含油废水的净化处理[J]. 河南建材, 2003, (1): 26~27.
- [16]王劲松, 陈红艳. 浮法玻璃生产企业清洁生产评价[J]. 江苏环境科技, 2003, 16(2): 24~25.
- [17]王政. 2002 年中国平板玻璃生产经营情况[J]. 建筑玻璃与工业玻璃, 2003, (2): 2~6 .
- [18]王华. 玻璃工业新技术发展趋势[J]. 建材工业信息, 2003, (1): 5~6 .
- [19]蒋文玖. 废弃玻璃的回收再利用[J]. 上海建材, 2003, (3): 35~36.
- [20]张成林. 国家经贸委鼓励生产优质浮法玻璃[J]. 建材工业信息, 2003, (4): 53~53.

## 6. 编制标准的基本方法

### 6.1 技术路线

(1) 标准的编制采取收集资料和现场调查相结合, 以收集情报资料为主, 现场调查为辅并进行综合分析的技术路线。

(2) 调查国内行业情况, 包括生产工艺类别, 确定标准适用范围。

(3) 分析污染物产生的环节和实施控制的各种清洁生产技术和方法。

(4) 充分参考国内外对玻璃工业控制方法和标准规定。

(5) 分析清洁生产措施和达到的效果, 提出清洁生产指标要求。

## 6.2 方法概述

清洁生产标准的制订，在国内乃至国际尚属首次，故没有现成的标准或要求可借鉴。本标准的制订严格按照清洁生产的定义，立足企业，用生命周期分析的方法进行分析，最终确定从六个方面提出本标准的指标，即：生产工艺与装备、资源能源利用、产品指标、废物回收处理、污染物产生和环境管理。将行业发展和环保知识有机地结合起来，由此而达到通过对企业生产环节提出标准，实现环境保护和可持续发展的目的。

## 6.3 生产工艺与装备要求的确定

平板玻璃制造属于传统建材行业，能源资源消耗量大、烟尘粉尘排放量多，环境保护投资比例高。在平板玻璃制造较长的发展过程中，经历了垂直引上法、小平拉、浮法的生产工艺变革。由于不断采用新的专利技术和计算机控制的应用，每次生产工艺的变革，不仅使产品质量有突破性的提高，也使能源降低及污染防治得到了同步发展。不同的浮法玻璃生产规模与装备水平，在规模效益、能源消耗、资源利用、污染程度及环境保护方面，存在较大的差别。

平板玻璃制造工艺指标的确定：从清洁生产的角度，判断生产工艺与装备要求的指标，尚难以使用统一的标准衡量。对于企业而言，最初的生产工艺与设备的确定，取决于当时的历史条件、技术水平、资金能力、环境意识等诸多主客观因素，且已经定型的生产工艺与设备状况，则是面临无法轻易改变的现实。《产业结构调整指导目录(2005 年本)》淘汰类中指出：垂直引上法及平板玻璃普通平拉工艺生产线均属淘汰类型，故提出平板玻璃制造工艺必须为浮法才能达到三级水平。

浮法玻璃生产单线熔化能力指标(吨/日)的确定：本标准对浮法玻璃生产单线熔化能力提出了分级指标，虽然 700 吨以上熔窑只能生产 4-12mm 玻璃，高附加值的薄板玻璃(2mm、3mm)和厚板玻璃(15mm、19mm)一般采用 550 吨熔窑生产，但出于节能降耗的考虑，仍然将日熔化量 700 吨以上的熔窑作为一级标准，二级指标值取 $\geq 600$  吨/日。

虽然《产业结构调整指导目录(2005 年本)》将日熔化量 500 吨以下普通浮法平板玻璃生产线列为限制类，但按国内企业统计，目前 40%的生产线日熔化量为 450 吨以下，而本标准不仅对新上项目进行要求，并必须用于现有企业的清洁生产审核，故将三级指标定为 $\geq 450$  吨/日。

全员玻璃实物生产率指标(重量箱/人·年)的确定：根据国内平板玻璃企业的统计数据，国内水平在 1000-5000 重量箱/人·年区间内浮动，个别好的企业达到 8000-9000 重量箱/人·年，如山东淄博、厦门明达。而河南、兰州、南宁部分企业尚达不到 3000 重量箱/人·年的水平。故确定一级指标为 $\geq 8000$  重量箱/人·年，二级指标为 $\geq 6000$  重量箱/人·年，三级指标为 $\geq 3000$  重量箱/人·年。

设计窑龄指标(年)的确定：由于受到耐火材料的配料等限制，窑龄的差异比较大，如 500t/d 以下的玻璃熔窑除可用重油、天然气和焦炉煤气作燃料外，还可以采用发生炉煤气作为燃料，其窑龄一般只能大于 5 年，而目前国内浮法线炉窑设计寿命均在 8 年以上，新线一般可达 10 年。由于此指标在寿命期内难以调整，综合考虑国内新旧炉窑的差别，故确定一级为 $\geq 10$  年，二级 $\geq 8$  年，三级 $\geq 6$  年。

玻璃熔窑的氧气燃烧技术和玻璃熔窑低温余热发电技术指标的确定：此两项技术已经列入国家发改委《关于促进平板玻璃工业结构调整的若干意见》，将玻璃熔窑的氧气燃烧技术

和玻璃熔窑低温余热发电技术加入标准，列为一级标准，有利于鼓励玻璃企业工艺进步，节约能源。

本标准针对不同的生产工艺现状提出三级技术指标，通过推行清洁生产标准，以促进落后的生产工艺加快技术改造，向先进工艺方法、先进的技术装备及科学管理方面转变。

## 6.4 资源能源利用指标的确定

资源能源利用指标主要考虑原辅材料在生产过程中，是否对生态环境产生不利的影响。基本以国内外发布的浮法玻璃行业各类能耗指标为分级依据。选择了平板玻璃单位综合能耗、玻璃熔化能耗、纯碱消耗、电耗、新鲜水用量、锡耗、芒硝含率为资源利用指标。这些指标监测常规化，每个企业都容易接受，并可以自行统计及监测。

平板玻璃单位综合能耗指标（kg 标煤/重量箱）的确定：此数据根据国内各玻璃企业统计数据确定。目前国内最好的能耗在 13 kg 标煤/重量箱左右，国内平均水平在 21 kg 标煤/重量箱。故确定一级为 $\leq 13$  kg 标煤/重量箱；二级为 $\leq 17.5$  kg 标煤/重量箱；三级为 $\leq 20$  kg 标煤/重量箱。

玻璃熔化能耗指标（kJ/kg 玻璃液）的确定：国外最好的为 5100kJ/kg 玻璃液，平均水平是 6500kJ/kg 玻璃液。2005 年全国浮法玻璃平均热耗为 7800kJ/kg 玻璃液。“十一五”目标是达到国外平均水平，即 6500kJ/kg 玻璃液，“十一五”期间降低 20%。

另外，玻璃液热耗与生产规模关系很大，规模越大，热耗越低。研究表明，如果我国浮法玻璃平均规模从 2005 年的 465t/d 提高到 700t/d，可以使单位玻璃液热耗降低 20%。

在国内，700t/d 级浮法玻璃生产线一般为 6600kJ/kg 玻璃液，国内最好达到 5700kJ/kg 玻璃液，国外平均为 6100kJ/kg 玻璃液。根据相关文献，一般国内玻璃熔化能耗在 6900–8300 左右，国外水平在 7300–5300 左右。故确定一级为 $\leq 5700$  kJ/kg 玻璃液；二级为 $\leq 6500$  kJ/kg 玻璃液；三级为 $\leq 7600$  kJ/kg 玻璃液。

纯碱消耗指标（kg/重量箱）的确定：纯碱消耗属于工艺消耗，平板玻璃企业是纯碱的最大用户之一，有必要控制纯碱的使用量，但纯碱消耗与玻璃成分相关，与等级标准无关，故统一为 $\leq 10.5$  kg/重量箱。目前国内大型企业的的数据在 10.5 kg/重量箱上下浮动。

电消耗指标（kwh/重量箱）的确定：电耗的数据根据国内企业统计数据数据进行分级订出，确定一级为 $\leq 6.5$  kwh/重量箱；二级为 $\leq 7.5$  kwh/重量箱；三级为 $\leq 8.6$  kwh/重量箱。“平板玻璃单位综合能耗”与“玻璃熔化能耗”、“电消耗”之间存在直接联系，国内外的统计表明，电耗一般占总能耗的 17%。因而，“电消耗”为辅助参数。在“平板玻璃单位综合能耗”与“玻璃熔化能耗”数值齐全的情况下，电消耗指标仅作为参考指标，不作为考核指标。

锡耗指标（g/重量箱）的确定：浮法生产过程必须通过锡槽，由于密封不严和玻璃带出等关系，锡存在消耗。根据文献，国外锡耗一般在 0.7–1 g/重量箱，国内一般在 2–4 g/重量箱之间。故确定一级为 $\leq 0.7$  g/重量箱；二级为 $\leq 1.5$  g/重量箱；三级为 $\leq 4.0$  g/重量箱。

芒硝含率指标（%）的确定：芒硝的主要成分是  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ，在浮法玻璃生产中主要用作玻璃液澄清剂。芒硝含率指芒硝引入的氧化钠量与芒硝和纯碱引入的氧化钠总量之比。此数值低意味着  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  用量低，也意味着进入流程和排放的硫元素少，即可降低  $\text{SO}_2$  排放。根据企业数据调研，以及综合国家环保总局评估中心、玻璃协会与企业的建议，一级为 $\leq 2.0$  %、二级为 $\leq 3.5$  %、三级为 $\leq 5$  %。

新鲜水用量指标（ $\text{m}^3$ /重量箱）的确定：

我国玻璃行业大多数采用开放式水循环系统，废水产生量高。全行业每重量箱用水量约

0.3t。生产用水主要发生在循环冷却系统、余热锅炉房、燃煤锅炉房等，约占总用水量的70%–85%。目前新鲜水用量国内一般在0.2–0.3t/重量箱，个别达到0.16 t/重量箱–0.18t/重量箱，而欧盟规定玻璃新鲜用水量低于1t/t 玻璃，即0.05 t/重量箱。故确定一级为 $\leq 0.1 \text{ m}^3/\text{重量箱}$ ；二级为 $\leq 0.2 \text{ m}^3/\text{重量箱}$ ；三级为 $\leq 0.4 \text{ m}^3/\text{重量箱}$ 。

## 6.5 产品指标

产品指标主要考虑浮法玻璃总成品率指标，并考虑质量指标。在质量指标中对气泡产生等作出要求，目的在于控制废品产生及提升玻璃产品附加值。总成品率指标为玻璃企业日常控制指标，根据企业统计数据制订。质量指标根据行业协会建议以及企业数据而制定。

## 6.6 废物回收利用指标的确定

废物回收处理要求，主要考虑废玻璃及废水的循环利用，因此，规定了这些主要污染物的回收利用率。

废玻璃回收率指标（%）的确定：由于大部分企业均可回收利用废玻璃作为原料，故设定一、二、三级标准值均为100%回收利用。

工业废水回用率指标（%）的确定：平板玻璃行业废水污染物相对简单，以SS为主，大部分可处理后回用。针对深加工废水，则鼓励企业进一步处理后回用。故确定一级为100%回用；二级为 $\geq 90\%$ ；三级为 $\geq 80\%$ 。

原料车间粉尘回收利用率指标（%）的确定：粉尘主要来源于原料的贮藏、粉碎、混合等工序。这些粉尘均可回收利用，重新作为原料使用，故定一、二、三级的回收利用率为100%。

镁铬砖回收利用率指标（%）的确定：镁铬砖在玻璃窑炉的应用已有20余年历史，目前仍然是玻璃行业的主流砌筑材料。此指标为对相关方的要求，即废弃耐火材料重新回收利用，要求为100%回收利用。此处的回收利用并非指回收重新作为熔窑的砌筑材料，而是指其他的利用途径，不得流失到环境中去。

## 6.7 污染物产生指标（末端处理前）的确定

污染物产生指标是本标准中最重要的要求，它直接与环境保护的成效有关，平板玻璃生产过程排放的废水、COD、SS、粉尘、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>等污染物，是环境保护的重要指标。本标准制定了废水、废气污染物分级指标。

废水产生量指标（m<sup>3</sup>/重量箱）的确定：

废水产生量指标对应新鲜水用量指标，国内一般平板玻璃企业的污水产生量为0.22t/重量箱，主要来自油罐区、余热锅炉、燃煤锅炉房、循环水系统排放和原料车间等。很多平板玻璃厂对油罐区污水基本建有处理设施，而对综合污水处理和回收水利用却很少。目前，国际先进水平废水零排放，国内先进接近零排放，国内一般企业控制后可达到0.16 t/重量箱。故确定一级为 $\leq 0.05 \text{ m}^3/\text{重量箱}$ ；二级为 $\leq 0.1 \text{ m}^3/\text{重量箱}$ ；三级为 $\leq 0.16 \text{ m}^3/\text{重量箱}$ 。

COD产生量指标（g/重量箱）的确定：一级为 $\leq 2 \text{ g}/\text{重量箱}$ ；二级为 $\leq 5 \text{ g}/\text{重量箱}$ ；三级为 $\leq 16 \text{ g}/\text{重量箱}$ 。

SS产生量指标（g/重量箱）的确定：一级为 $\leq 3 \text{ g}/\text{重量箱}$ ；二级为 $\leq 8 \text{ g}/\text{重量箱}$ ；三级为 $\leq 15 \text{ g}/\text{重量箱}$ 。

COD产生量指标与SS产生量指标数值根据部分企业调研数据制订。

将 COD、SS 产生量的三级标准分别计算其排放量，并与《平板玻璃工业污染物排放标准》及《污水综合排放标准》（GB8978-1996）对比，见表 1。

**表1 废水污染物排放浓度与综合排放标准及平板玻璃污染物排放标准的对比**

| 项目                          | 一级   | 二级  | 三级    | 排放征求意见稿 | 综合排放标准 |
|-----------------------------|------|-----|-------|---------|--------|
| 废水产生量 (m <sup>3</sup> /重量箱) | 0.05 | 0.1 | 0.16  |         |        |
| COD 产生量 (g/重量箱)             | 2    | 5   | 16    |         |        |
| SS 产生量 (g/重量箱)              | 3    | 8   | 15    |         |        |
| COD 排放浓度 (mg/l)             | 24   | 30  | 60    | 100     | 100    |
| SS 排放浓度 (mg/l)              | 36   | 48  | 56.25 | 70      | 70     |

SO<sub>2</sub>产生量指标 (kg/重量箱) 的确定：

平板玻璃生产过程中 SO<sub>2</sub>的产生和排放与 2 个因素密切相关，其一是含硫燃料在燃烧过程中产生的 SO<sub>2</sub>，另外就是所用的澄清剂芒硝 (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 在生产过程中释放的 SO<sub>2</sub>。

故分三种情况，分别计算 SO<sub>2</sub>产生量。

按使用天然气，熔化量 700t/d 的窑炉、纯碱用量 10.5kg/重量箱。芒硝含率 2%，则芒硝用量为 4016 吨，按 90%参与分解，引入芒硝产生 1626kgSO<sub>2</sub>。计算可得 SO<sub>2</sub>产生量为 0.11kg/重量箱。

同理，在燃料硫含率 1%情况下，芒硝含率 3.5%的情况下，SO<sub>2</sub>产生量为 0.44kg/重量箱。在燃料硫含率 1.5%情况下，芒硝含率 5%的情况下，SO<sub>2</sub>产生量为 0.61kg/重量箱。

欧盟从 2003 年 1 月 1 日开始对含硫量大于 1%的重油禁止使用。我国的重油硫含量在 1%-3%，从源头控制考虑，将燃料含硫率控制在 1.5%以下是非常必要的。

将以上计算数据对照参考联合国欧洲经济委员会技术经济专家组 (Expert Group on Techno-Economic Issues) 平板玻璃工业数据：非天然气液体燃料未控制时 SO<sub>2</sub>排放量为 12.2kg/t 玻璃（折算为 0.61kg/重量箱玻璃），以及《欧盟 IPPC 平板玻璃工业 BAT 技术参考文档》的数据 10.6 kg/t 玻璃（折算为 0.53kg/重量箱玻璃），可见，欧洲数据与计算值相当吻合，故确定 SO<sub>2</sub>产生量三级水平为≤0.61 kg/重量箱；二级水平为≤0.44 kg/重量箱。

参考美国环保局平板玻璃工业污染因子数据 (Compilation of Air Pollutant Emission Factors)：燃烧天然气时，未控制时 SO<sub>2</sub>排放量为 1.5kg/t 玻璃（折算为 0.075kg/重量箱玻璃），联合国欧洲经济委员会技术经济专家组 (Expert Group on Techno-Economic Issues) 平板玻璃工业数据：燃烧天然气时，未控制时 SO<sub>2</sub>排放量为 1.71kg/t 玻璃（折算为 0.087kg/重量箱玻璃），并结合国内以天然气为燃料的企业数据，西南某大型企业为 0.08 kg/重量箱玻璃，西北某中型企业为 0.18 kg/重量箱玻璃，故确定 SO<sub>2</sub>产生量一级水平为≤0.11kg/重量箱。

将 SO<sub>2</sub>产生量的三级标准分别按 60%及 70%的脱硫率计算其排放量，并与《平板玻璃工业污染物排放标准》对比，见表 2。

**表2 二氧化硫排放量与平板玻璃工业污染物排放标准对比一览**

| 项目                | 初始排放水平 | 按 60%脱硫效率 | 按 70%脱硫效率 | 排放标准            |
|-------------------|--------|-----------|-----------|-----------------|
| 本标准三级产生量 (kg/重量箱) | 0.61   | 0.244     | 0.183     | 0.255(发生炉煤气为燃料) |
| 本标准二级产生量 (kg/重量箱) | 0.44   | 0.176     | 0.132     | 0.185(重油为燃料)    |
| 本标准一级产生量 (kg/重量箱) | 0.11   | 0.044     | 0.033     | 0.13(天然气为燃料)    |

由上表可知, 经过脱硫后本标准一、二、三级别的 SO<sub>2</sub> 排放均可达到平板玻璃工业污染物排放标准的要求。

NO<sub>x</sub> 产生量指标 (kg/重量箱) 确定:

燃烧过程中生成的 NO<sub>x</sub> 主要是指 NO 和 NO<sub>2</sub>, 其中 NO 约占 90%, 其余为 NO<sub>2</sub>。根据燃料和燃烧条件不同, 在燃烧过程中生成的 NO<sub>x</sub> 主要可分为三种, 即热力型、燃料型和快速型。NO<sub>x</sub> 的生成主要与火焰中的最高温度、氧和氮的浓度以及气体在高温下停留的时间等因素有关。在实际工作中, 可采用降低火焰最高温度区域的温度、减少过剩空气等方面的措施, 以降低 NO<sub>x</sub> 的产生。确定 NO<sub>x</sub> 产生量采用类比的方法, 并参考联合国欧洲经济委员会技术经济专家组 (Expert Group on Techno-Economic Issues) 平板玻璃工业数据: 未控制时 NO<sub>x</sub> 排放为 8.12kg/t 玻璃 (折算为 0.406kg/重量箱玻璃), 以及《欧盟 IPPC 平板玻璃工业 BAT 技术参考文档》的数据 7.4 kg/t 玻璃 (折算为 0.37kg/重量箱玻璃), 并综合考虑平板玻璃污染物排放标准以及芬兰、法国、荷兰等国家的排放标准制定。最后确定 NO<sub>x</sub> 产生量一级为 ≤0.4 kg/重量箱; 二级为 ≤0.6 kg/重量箱; 三级为 ≤0.8 kg/重量箱。

由于数据取得不易, 虽然属于排放标准对窑炉大修后就必须强制控制的类别, 但考虑到对已经建成的项目大修时间的不确定性, 故仍将其列为推荐性指标。

将 NO<sub>x</sub> 产生量的三级标准分别按 70% 及 80% 的去除率计算其排放量, 并与《平板玻璃工业污染物排放标准》对比, 见表 3。

**表3 氮氧化物排放量与平板玻璃工业污染物排放标准对比一览**

| 项目                | 初始排放水平 | 按 70%去除效率 | 按 80%去除效率 | 排放标准           |
|-------------------|--------|-----------|-----------|----------------|
| 本标准三级产生量 (kg/重量箱) | 0.8    | 0.24      | 0.16      | 0.24(发生炉煤气为燃料) |
| 本标准二级产生量 (kg/重量箱) | 0.6    | 0.18      | 0.12      | 0.21(天然气为燃料)   |
| 本标准一级产生量 (kg/重量箱) | 0.4    | 0.12      | 0.08      | 0.175(重油为燃料)   |

由上表可知, 经过脱氮或使用低氮燃烧技术后本标准一、二、三级别的氮氧化物排放均可达到平板玻璃工业污染物排放标准的要求。

颗粒物产生量指标 (kg/重量箱) 的确定:

以 500t/d 的熔窑, 80000m<sup>3</sup> 烟气量, 除尘效率 90% 计算, 50mg/m<sup>3</sup> 的颗粒物排放量, 可折算出 0.12 kg/重量箱的产生量。确定为三级指标值。

参考法国排放标准为 0.2kg/t 玻璃成品, 即 0.01 kg/重量箱, 按 90% 除尘率倒推, 颗粒物产生量为 0.1 kg/重量箱。美国环保局数据颗粒物产生量约为 0.05 kg/重量箱。所以, 一级标准取美、法中值。综合考虑平板玻璃污染物排放标准以及芬兰、法国、荷兰等国家的

排放标准，确定产生量一级为 $\leq 0.072$  kg/重量箱，二级为 $\leq 0.096$  kg/重量箱，三级为 $\leq 0.12$  kg/重量箱。

将颗粒物产生量的三级标准分别按 90% 的去除率计算其排放量，并与《平板玻璃工业污染物排放标准》对比，见表 4。

**表4 颗粒物排放量与平板玻璃工业污染物排放标准对比一览**

| 项目                | 初始排放水平 | 按 90% 去除效率<br>单位 (mg/m <sup>3</sup> ) | 排放标准<br>单位 (mg/m <sup>3</sup> ) |
|-------------------|--------|---------------------------------------|---------------------------------|
| 本标准三级产生量 (kg/重量箱) | 0.120  | 50                                    | 80 (玻璃熔炉)                       |
| 本标准二级产生量 (kg/重量箱) | 0.096  | 40                                    | 50 (配料、碎玻璃等除尘设备)                |
| 本标准一级产生量 (kg/重量箱) | 0.072  | 30                                    |                                 |

由上表可知，经过除尘后本标准一、二、三级别的颗粒物排放均可达到平板玻璃工业污染物排放标准的要求。

## 6.8 环境管理要求的确定

环境管理要求指标是清洁生产的基本要求之一，平板玻璃行业的环境管理要求，选择环境法律法规标准、环境管理与清洁生产审核、生产过程环境管理、固体废物处理处置、相关方环境管理等 5 项内容，基本包含平板玻璃行业当前的环境管理现状和现代企业在今后环境保护方面的发展趋势。

环境法律法规标准指标的确定：由于平板玻璃行业涉及的污染物除了 COD、SS、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、颗粒物外，还有诸如氯化氢、氟化氢等污染物，随着玻璃工业的发展变化，也将有新的物质引入流程，并产生新的污染物。清洁生产的内涵在于节能、降耗、减污、增效，作为清洁生产标准，必须抓住和国家节能、减排密切相关的主要指标，不可能对每种污染物作出详尽的规定。但这些污染物也必须控制，因此，本指标规定：污染物排放达到国家和地方排放标准、总量控制和排污许可证管理要求。这样，即将本行业其他污染物的达标与《平板玻璃工业污染物排放标准》结合起来。使得清洁生产标准三级水平的要求即为达标排放。

环境管理与清洁生产审核指标的确定：本指标规定平板玻璃企业都必须按照按照国家标准环境保护总局“清洁生产审核暂行办法”的要求进行清洁生产审核，并全部实施了无、低费方案。其中要求一级通过 GB/T24001 环境管理体系认证。二级要求按照 GB/T24001 建立并运行环境管理体系，环境管理手册、程序文件及作业文件齐全。三级不做 GB/T24001 的要求，但仍要求通过清洁生产审核。

生产过程环境管理指标的确定：本指标主要规定了平板玻璃行业在日常生产活动中的一些环境管理要求，如对岗位粉尘及噪声的控制等，对一级水平提出有原材料质检制度和原材料消耗定额管理制度，安装计量仪表，对能耗及物耗严格定量考核，对岗位粉尘无组织排放、岗位噪声进行控制，要有污染事故的应急程序；对二级水平提出要对主要环节的物耗、能耗有计量，对岗位粉尘无组织排放、岗位噪声进行控制等；对三级水平要求有对能耗及物耗有考核，对岗位粉尘无组织排放、岗位噪声进行控制等。

固体废物处理处置指标的确定：三级水平均要求对一般废物进行妥善处理，对危险废物按照有关要求进行无害化处置。

相关方环境管理指标的确定：二、三级别指标要求相关方在生产过程中，遵守国家和地

方的环境法律法规，优先选择生产过程满足环保要求的相关方。一级指标提出相关方定期提供环境保护部门出具的环境行为证明。

## 7. 标准实施的技术可行性

### 7.1 标准的经济分析

本标准包括定性和定量两类要求，定性要求给出明确的限定或说明，对平板玻璃生产过程提出操作和管理上的要求，部分涉及到增添设备投入的资金在短时期内企业可以收回，因此，企业可以在经济上接受这一要求。另一类指标是定量要求，其指标用数值表示，例如：全员玻璃实物生产率、总成品率、纯碱消耗、耗电量、新鲜水用量、芒硝含率、锡耗、平板玻璃单位综合能耗，这些指标是浮法玻璃行业内部考核的经济指标，因此，它不会给企业增加任何经济负担。至于定量指标废水产生量、COD 产生量、SS 产生量、SO<sub>2</sub> 产生量、颗粒物产生量这是环境保护行政主管部门要求的最常用指标，对环保工作较重视的企业，一般都具有测试分析的条件和能力，不需要另行投资。由于国内平板玻璃企业对 NO<sub>x</sub> 的产生与排放很少监测，而氮氧化物又是平板玻璃生产的特征污染物，必须对 NO<sub>x</sub> 进行控制，因此，本标准的实施在经济方面是可行的。

### 7.2 标准实施的技术可行性分析

本标准是从环境保护的角度出发，立足企业，以平板玻璃生产为主线，基于平板玻璃生产的技术水平提出的。各项指标数值的确定，参考了全国平板玻璃企业的技术经济指标，实现这些指标在技术上难度不大。只要企业经营和管理达到全国平均水平，均可达到本标准的三级要求，故本标准的实施在技术上是可行的。

由于国内部分高档玻璃生产线生产 4mm 以下薄板和 12mm 以上厚板等高附加值产品，也符合结构调整的要求，但成品率相对低，消耗也相对高，若不考虑这些因素，单纯用生产数据评估，就会得出越先进的生产线，可以生产薄板和厚板，但清洁生产水平越低的悖论。由于大部分的熔窑均会生产 5mm 的平板玻璃。为了解决此问题，提出对生产 4mm 以下薄板和 12mm 以上厚板的生产线可以用生产 5mm 玻璃时的数据和标准比对。

### 7.3 标准实施的可操作性分析

以国内 30 家浮法玻璃企业统计数据计算，选择综合能耗平均值，从 2001 年到 2006 年，逐年下降。2005 年已经达到三级水平，2006 年已经逼近二级水平。在这种情况下，行业的发展趋势使本标准具有可实施性。

为使本标准实施具有较强的可操作性，既不让企业觉得高不可攀、望而生畏，又不能让所有的企业低标准达标，同时也为了预测本标准的可操作性，我们选择了有一定代表性的 28 家浮法玻璃企业，对主要指标进行了达标测定，测定结果为，全部达到一级指标的企业没有；全部达到二级的企业有 2 个；全部达到三级的企业有 7 个。达标率分析如表 1 所示。

表5 标准指标达标测定

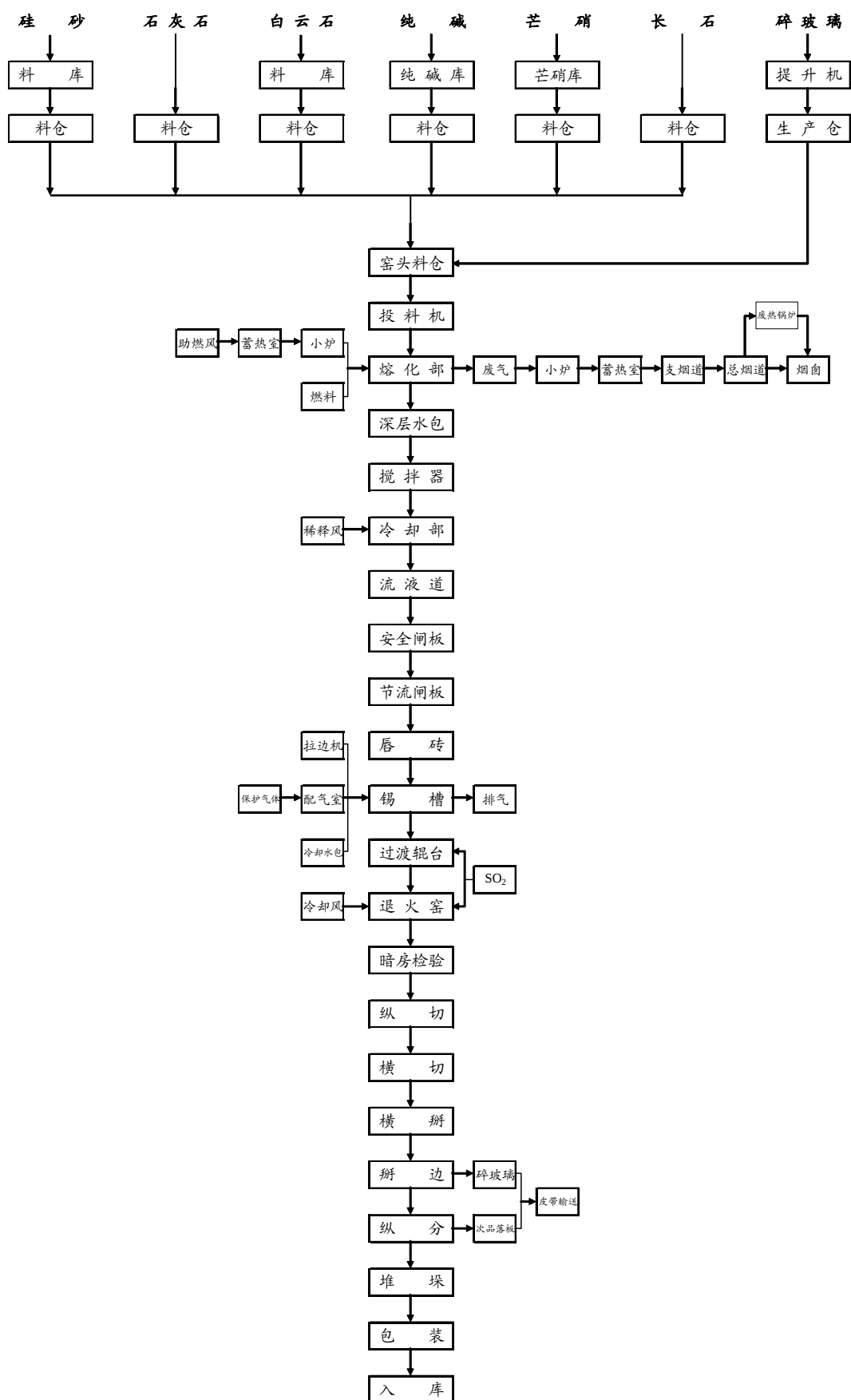
| 级别           |     | 一级 | 二级 | 三级 |
|--------------|-----|----|----|----|
| 浮法玻璃生产单线熔化能力 | 企业数 | 0  | 6  | 24 |
|              | %   | 0  | 21 | 85 |
| 全员玻璃实物生产率    | 企业数 | 1  | 6  | 20 |
|              | %   | 4  | 22 | 72 |
| 平板玻璃单位综合能耗   | 企业数 | 2  | 16 | 20 |
|              | %   | 7  | 57 | 72 |
|              | %   | 7  | 38 | 88 |
| 纯碱消耗         | 企业数 | 7  | 16 | 16 |
|              | %   | 32 | 73 | 73 |
| 电消耗          | 企业数 | 6  | 13 | 17 |
|              | %   | 21 | 46 | 60 |
| 新鲜水用量        | 企业数 | 2  | 6  | 13 |
|              | %   | 11 | 33 | 72 |
| 总成品率         | 企业数 | 5  | 12 | 25 |
|              | %   | 18 | 43 | 89 |

注：已达到二级标准的企业包括达到一级标准的企业，已达到三级标准的企业包括达到二级标准的企业。

调研表明，一级指标值的要求较高，国内只有极少数企业可以达到，比例不超过 5%。二级指标值，国内生产水平较高的企业，经过努力是可以达到的，比例不超过 15%。三级指标值，生产水平为中等的企业，经过努力可以达到，比例不超过 30%。

## 8. 标准的实施

本标准由各级人民政府环境保护行政主管部门负责监督实施。



附图1 浮法玻璃工艺流程图