

内部资料 不得外传

2000 年的中国研究资料

第 13 集

硅酸盐工业国内外科技现状和差距

中国硅酸盐学会

中国科协 2000 年的中国研究办公室

1984. 6

第 13 集

硅 酸 盐 工 业
国内外科技现状和差距

中国硅酸盐学会

中国科协2000年的中国研究办公室

1984.6

目 录

我国硅酸盐工业与国际先进水平的差距和到本世纪末应 采取的重大措施	徐卓然 (1)
2000年时的水泥	水泥专业委员会 (16)
关于水泥制品工业科技发展、技术改造、经济建设的设想	混凝土与水泥制品专业委员会 (20)
2000年房屋建筑材料展望	建筑材料专业委员会 (25)
日用陶瓷工业国内外生产技术水平及发展状况	陶瓷专业委员会 (30)
我国建筑卫生陶瓷工业的现状和国际先进水平的 差距及今后的展望	陶瓷专业委员会 (39)
特种陶瓷国内外研究概况	特种陶瓷专业委员会 (50)
目前搪瓷行业国内外的技术、科研水平以及我国的差距	搪瓷专业委员会 (57)
搪瓷行业2000年预测	搪瓷专业委员会 (59)
关于平板玻璃工业科学技术国内外水平及其差距	玻璃专业委员会 (69)
日用玻璃工业的国内外水平及其差距	玻璃专业委员会 (73)
玻璃纤维工业国内外水平及其差距	玻璃纤维专业委员会 (82)
我国玻璃钢/复合材料发展简况.....	玻璃钢/复合材料专业委员会 (88)
玻璃钢工业技术进步的发展与设想.....	玻璃钢/复合材料专业委员会 (91)
特种玻璃专业发展设想.....	特种玻璃专业委员会 (95)
我国电真空玻璃生产的概况、水平与差距	电真空玻璃专业委员会 (99)
国内外非金属矿工业技术发展水平及我国非金属 矿工业技术发展方向	非金属矿专业委员会 (102)

关于发展硅酸盐工业用耐火材料的建议	耐火材料专业委员会 (116)
水泥工业用耐火材料的水平与差距	耐火材料专业委员会 (118)
玻璃工业窑炉用耐火材料科学技术的现状与展望	
.....	耐火材料专业委员会 (120)
我国激光晶体研究生产的展望.....	晶体生长与材料专业委员会 (126)
非线性光学材料、电光声学晶体材料的水平差距与建议	
.....	晶体生长与材料专业委员会 (133)
国内外超硬材料水平分析与建议	晶体生长与材料专业委员会 (134)
2000年工艺岩石学的发展	工艺岩石学专业委员会 (140)

我国硅酸盐工业与国际先进水平的差距 和到本世纪末应采取的重大措施

中国硅酸盐学会副理事长兼秘书长 徐卓然

一、硅酸盐工业在我国国民经济中的地位和作用

硅酸盐工业是我国国民经济中极为重要的组成部分，它对整个国民经济的发展有十分重要的作用。硅酸盐工业中既有重要的基础工业部门，如水泥、建筑玻璃、建筑陶瓷及耐火材料等，也有轻工业部门，如日用玻璃、日用陶瓷及搪瓷等。它既供应城乡建设需要的大量建筑材料，如砖瓦灰砂石及农房构件、水泥上下水管道和水泥电杆、水泥轨枕等水泥制品和新发展起来的轻质、高强、美观大方的建筑材料（像加气混凝土、石膏板、矿棉与建筑塑料制品及多种墙体屋面装修材料）；又为国防军工和民用部门供应许多性能优良而不可替代的无机非金属材料，如航空玻璃、石英玻璃、光学玻璃、玻璃纤维及玻璃钢、特种陶瓷、人工晶体等。在技术进步与产业革命中，它也占有重要地位和作用。材料科学同信息科学和生物工程并列为当今三大前沿科学。硅酸盐工业所生产的无机非金属材料是材料科学的一个重要组成部分，它对于电子计算机大规模集成电路及光导纤维等正在作出重要的贡献。我国的硅酸盐工业是一个跨部门、跨行业的包括范围很广的工业，它除包括建材系统的全部产品和轻工系统的部分产品外，还包括科学院与电子工业部系统的特种陶瓷、特种玻璃、电真空玻璃及冶金部的耐火材料等，是我国四化建设中一支重要的力量。

二、我国硅酸盐工业的发展概况和现状

我国硅酸盐工业，在旧中国是十分落后的。全国解放后，在党的领导下，经过三十多年来全体职工的巨大努力，有了很大的发展，已经奠定了达到世界先进水平的坚实基础。现分述如下：

（一）硅酸盐工业中重要组成部分的建材工业已经形成了一个比较完整的工业体系。据1982年统计，我国共有建材企业五万多个，产品品种已达五百多种，工业总产值222亿元，占全国工业总产值的4%，上交利润45亿元，占国家财政收入的4%。其中全民所有制企业5270个，拥有固定资产139.8亿元，职工196万人，工业总产值99.45亿元，上交利税25亿元。在1949年建国初期，水泥的年产量只有66万吨，而到1983年的产量达到10644万吨，比建国初期增长了160多倍。解放初期水泥品种也只有两、三种，现在水泥品种已发展到60多种，都能生产供应，在品种方面基本上满足了国家经济建设需要。

建筑平板玻璃，1983年的产量达到4078.42万标准箱，比1953年增长了20多倍。其他如水泥管、水泥电杆、水泥轨枕、水泥坑柱支架、水泥船、水泥预制房屋构件等都有大的增长。建筑卫生陶瓷1983年达到517.14万件。新型轻质高强及多功能的建筑材料在七十年代中期才开始发展。我们的起步虽晚，但由于这种材料具有许多优良性能，也获得了较大的发展。到1982年全国城镇房屋建筑所使用的新型建筑材料已达到墙体材料总量的4%，到1983年加气混凝土的产量已达到93.55万立方米。纸面石膏板达到173.96万平方米，纤维石膏板已达到11.73万立方米，石膏空心板达到10.00万平方米。

(二) 我国硅酸盐工业的非金属矿工业在旧中国开发很少，大部分是解放后才发展起来的。三十多年来几种主要非金属矿的产量分别增长了几倍至300多倍。1949年至1981年的31年间，年增产率分别为：石棉19%，石膏20%，石墨18%，滑石21%，高岭土1955年至1980年递增率为20%，都大大超过我国工农业生产的年递增率，同时也大大超过国外相应矿种产品生产的年递增率。到1983年我国非金属矿行业共有全民所有制企业274个，职工11万多人，年产值6亿多元，年上交利润6千多万元。

(三) 硅酸盐工业中、属于新型无机非金属材料方面的，解放前完全是空白，都是在全国解放后随着我国国民经济及国防建设的发展而从无到有地发展起来的。到1983年为止，已经形成许多新的产业部门。如玻璃纤维就是在50年代后期从无到有地发展起来的，现在已形成一个比较大的产业部门。现在玻璃纤维的大中型企业已有16个，还有一大批地方小型企业。1983年的年产量已超过5万吨，可以成批生产供应玻璃纤维原料球、玻璃纤维布、玻璃纤维带、玻璃棉等多种产品。玻璃钢厂已发展到1100多家。据1983年统计，年产量达到3万多吨，产品品种也有几百种。由于玻璃钢复合材料具有耐化学腐蚀及容易成型和轻质、高强、电绝缘性能好等一系列优点，它被广泛用于各种气体和压力容器、雷达罩、叶片、化工防腐制品、浴缸、波瓦、舟船及国防军工产品。其他工业技术玻璃如压花玻璃、平面及弯型钢化玻璃、磨光玻璃、夹层玻璃等在1981年就生产供应了1832.52万平方米，还供应了我国多种飞机上的挡风玻璃、航空防弹玻璃、航测玻璃及国防用各种光学玻璃等特种玻璃。石英玻璃也已形成一支重要力量。高纯耐高温材料半导体工艺是一种超纯工业，对各种原材料都要求有极高的纯度。同时，半导体工业的生产过程又要求在高温下，耐腐蚀气氛极强的环境下进行。而石英玻璃是能满足半导体工业所需要的生产材料之一，特别是在硅元件的生产过程中，从粗硅的氯化，四氯化硅或三氯氢硅的提纯，到还原成多晶硅，控制硅单晶，再到硅片的氧化、扩散、外延等无一不需要高纯石英玻璃制品作为其主要生产装置，如氯化反应罐多晶炉钟罩，氧化用石英管，外延扩散用石英管，石英舟，清洗器，管道，控制单晶硅用的石英坩埚等。在1981年我国已生产供应石英玻璃183吨，满足了国家一部分要求，节省了一部分进口石英玻璃外汇。另外用人工合成法试制生产的无机非金属材料，我国是从60年代初才开始发展起来的。材料科学发展的趋势之一是从利用天然材料转向使用人工合成材料，从有机合成发展到无机合成。从天然无机材料的资源和质量等方面来看，它远远不能满足科学技术和工业发展的需要。如金刚石是自然界已知物质中最硬的材料，因而是一种极其重要的工具材料。但是天然金刚石是一种很稀缺的矿物，要得到1克（等于5克拉）金刚石需要挖掘和处理大约25吨岩石和砂砾。所以必须发展用人工合成方法来制

造具有特殊性能的无机材料，甚至制备出自然界中没有的，性能优良的无机新材料。我国从六十年代初期开始试制人工合成无机新材料，到1983年为止，经过多方面的努力，已能生产出多种人造金刚石，合成云母，人造水晶，人造红宝石，卤化物晶体，钇铝石榴石等，为发展我国工业、交通运输、国防建设、科学技术、以及提高人民生活做出了一定的贡献，人工合成云母是电绝缘、耐高温、耐腐蚀、透光、易剥并富有弹性等优良性能的材料。我国到1983年已能生长出合格的 $200 \times 100 \times 10\text{mm}$ 的优质大尺寸云母块，分割成云母块后，成功地实用于高压和超高压锅炉水位计窗口、太阳能电池基底、红外窗口、微波窗口、X射线窗口与高可靠电真空器件等。少量产品开始出口。我国家用电器合成云母层压板已成批投入生产应用，为国内家用电器的需要及轻工产品出口创汇做出了贡献。我国研制的人造金刚石开始于1961年，是在自力更生基础上摸索前进的，到1963年试制成功。现在已有六十多家科研单位与工厂能生产人造金刚石及其工具。产品品种已发展到9个，其中人造金刚石4个，立方氮化硼和烧结体各2个，微粉1个。现已有各类压机340多台。这些人造金刚石所制成的切割铣磨钻等工具，在国民经济各个领域得到了应用，取得了较大的经济效益，年产值在5000万元以上，部分产品已出口。我国的人工合成水晶是从六十年代初发展起来的。现已广泛地应用于光学材料及其他特殊用途方面。我国在发展人造宝石方面也已取得了进展。过去我们单纯作为技术晶体来研究人造宝石，忽视了它的装饰作用。近几年来，我们研制成功人造宝石，不仅用于轴承等方面，而且也用于人民的装饰方面。

关于特种陶瓷的科研和生产，解放以来从无到有，其发展速度很快，品种也很多。特种陶瓷包括功能陶瓷和高温工程陶瓷两大类。功能陶瓷又分压电瓷、敏感元件材料、电阻瓷、电容器瓷和电真空瓷五类。其中压电瓷广泛用于生产、科研、国防和人民生活的各个方面，如滤波器、水声和超声换能器、压电点火器、声表面波器件、压电陀螺、压电加速度计、蜂鸣器和拾音器等等。另外敏感元件能将不同的物理或化学能量转换成其他形式的能量，是自动化仪器、设备，特别是机器人的重要元件。随着计算机和机器人的发展，敏感元件发展非常迅速。特种陶瓷的另一大类高温工程陶瓷如氮化硅、碳化硅、氧化铝和氧化锆等，它们比金属和高分子材料能耐高温（ 1200°C 以上），并且有耐热震、超硬、高耐磨和耐腐蚀等优点，因此它已成为近代冶金、宇航和机械工业等部门开发新技术和节能的关键材料。高温工程陶瓷主要用于陶瓷发动机、热交换器材料及保温耐火材料、陶瓷刀具和高温固体燃料电池等方面。尤其是陶瓷发动机的研制，美国、日本等国已用于汽车上，取得了良好的效果，我国目前也正在试制中。特种陶瓷的发展对我国的技术革命和第四次工业革命在材料科学方面将起决定性作用。

经过解放三十多年来的努力，我们不仅在硅酸盐工业生产方面有了巨大的发展，而且在硅酸盐工业的科研、设计、地质、建筑安装、学校、教育、科学管理等各个方面都已具有各个不同专业配套的力量。如水泥和水泥制品工业方面，仅就从事科研、设计、学校教育等的科学技术力量而言，根据1981年的统计，占全行业75万人中的1.3%，约有上万人。其他专业也都有了相当的配套力量，这就为今后的发展打下了一个较好的基础。

（四）日用陶瓷工业方面。

我国陶瓷工业生产，历史上负有盛名，但近百年来直至清朝后期逐渐衰退，而西

欧、日本、美国却后来居上。解放后，我国日用陶瓷工业发展迅速。现在年产量比1949年增加了三倍多，出口陶瓷换汇增加200多倍。1980年达到34亿件的水平，是世界上日用陶瓷产量最多的国家。日本约20亿件，苏联是11亿件（1978年）。但我国的劳动生产率低，产品在国际市场上的价格也最低，而烧成的能耗是最高的。

我国日用陶瓷的烧成大部分用煤，小部分用油。而西欧则大部分用天然气，日本用液化石油气，再加上他们的窑炉比我国先进，因而他们的热值高，能耗低，产品质量好。根据轻工业部1980年调查，我国的细瓷茶、餐具工厂生产的烧成能耗约为14000~18000大卡/公斤制品。与五十年代国外隧道窑烧成能耗的12000大卡/公斤制品相接近。而国外先进的新式隧道窑烧瓷器件的热耗在6000~9000大卡/公斤制品之间，大约比我国低50%。

据1980年统计，我国在生产日用陶瓷中，采用烧油的隧道窑有189条，年耗油40万吨。为了降低能耗，达到国际先进水平，今后除积极采用先进的隧道窑工艺外，应该采取如下节能措施：①余热利用。据我国日用陶瓷隧道窑的热工测定，从冷却带所带走的热量占燃烧热量的20%以上，应该用于干燥半成品等。②使用轻质材料砌筑窑车，可减少窑车的蓄热、散热损失。③陶瓷生产是连续作业，需要各方面的操作稳定，特别是炉温的稳定，但烧煤的窑窑由于受到煤种、灰份及水份等不同因素变化的影响，很难做到温度的稳定。由于重油、天然气的热值高而且稳定调节方便，因此，最好能将陶瓷窑的烧煤改为烧油，有条件的地方应改为烧天然气、液化石油气等洁净燃料。④我们应积极进行煤的气化试点，以便探索操作经验，为今后用烧煤气代替烧煤或油作准备。⑤还要适当引进国外对我国适用的先进技术和关键设备，以便在烧成工艺、产品品种、质量及能耗等方面尽快达到国际先进水平。

（五）日用玻璃工业方面。

近几年来，我国日用玻璃的生产发展很快。1980年全国日用玻璃的生产企业有672家，职工总数17.4万人，总生产量为161.9万吨，1985年可增加到302.2万吨。1990年增加到412万吨。根据多年的理论与生产实践，玻璃池窑烧油是比较经济合理的。目前全国日用玻璃总产量的70%是用重油做燃料的。从国外引进的新的生产线，也用重油才能发挥它的优越性。可是我国的日用玻璃生产与国外先进水平相比，存在着很大的差距。首先是我国的日用玻璃熔窑80%以上是熔化面积为20m²左右的小型窑，熔窑寿命一般只有2—3年。而国外的熔化面积一般为60—100m²以上，熔窑寿命都在6—7年以上。再就是能耗高。日本1980年玻璃单位燃耗为18.5公斤标煤/标箱。美国1979年单位热耗为1176千卡/公斤玻璃液。而我国单位燃耗为42.53公斤标煤/标箱，热耗为3000—4000千卡/公斤玻璃液，是国外一般热耗水平的2~3倍。同时，我国国内同行业的燃油消耗量差距也很大。瓶罐玻璃厂熔制一吨玻璃液耗油少的为156公斤，而耗油多的高达578公斤。今后必须采用国内外的先进技术，如采用磁化燃油技术以及富氧燃烧、熔窑保温、废热利用、辅助电熔等，并且提高玻璃池窑的熔化温度，改进燃油的燃烧技术，力求燃油在较低的过剩空气系数($\alpha=1.1\sim1.2$)的情况下，在炉膛内达到比较完全的燃烧。

（六）关于耐火材料。

硅酸盐工业大部分是窑业。如水泥窑、平板及日用玻璃窑、电真空玻璃窑、陶瓷窑等多种热工窑炉都必须采用大量优质、多品种的耐火材料才能完成。我国的耐

火材料工业建国后虽有了较大的发展,如到八十年代初,我国已有两个玻璃工业专用的耐火材料厂,其生产规模已达到年产电熔耐火材料五千多吨、硅砖1万吨、多种规格的粘土砖1.5万吨。在烧结耐火材料方面,除生产硅砖、粘土大砖和低气孔率的粘土砖外,已研制成功緻密型和特緻密型的锆英石大砖。可是,我国的耐火材料工艺,就其质量、品种、数量以及研究生产技术而言,不论是从需要看,还是同国外先进水平相比,均存在着很大的差距。除数量不足外,质量低、品种少是一个突出的问题。如我国的平板玻璃和瓶罐玻璃生产的熔窑寿命一般只有2~3年。而国外在6年以上。耐火材料的质量低品种少是其重要原因。我国的一些硅酸盐工业的重点项目,如咸阳彩色显像管厂及冀东、宁国、淮海水泥厂等,因我国耐火材料不能满足要求,不得不花费大量外汇从国外引进。为了满足国家的需要和赶上国外先进水平,今后除增加产量外,①应及早建立和发展硅酸盐工业用的耐火材料生产基地,提供优质配套的耐火材料。②加强对耐火材料新的生产工艺的研究,为开展长电弧熔融、氧化熔融新工艺的研究,并进行倾斜浇注法的研究,以进一步减少产品的缩孔。③加强耐火材料品种的研究,增加新的品种。在电熔耐火材料方面,除进一步提高现有33^{*}电熔锆刚玉砖的质量,把研制成功的电熔 α - β 刚玉砖早日投产外,还要积极研制ZrO₂>41%的高品位的多种电熔砖。烧结耐火材料方面,除将烧结锆英石大砖及早投入生产外,还要研制烧结铬砖等。对于研制新型隔热轻质耐火材料和不定型耐火材料的品种,也必须积极进行。

(七) 电真空玻璃工业方面。

建国以前,电真空玻璃是一个空白。建国以来,我国的电真空玻璃是在五十年代引进技术的基础上发展起来的。由于它是电真空器件的主要材料之一,随着我国电子工业的发展,到1983年为止,全国生产电真空玻璃的大小厂所共有190家。多种玻璃熔炉250座,日产玻璃能力1300吨。生产的类别有钨组,钼组与铂组等十个系列的百十种牌号,从业人员24200人。但是与国外先进水平相比,仍存在着较大的差距。我国大部分处在五十年代的水平上。少数的有七十年代的水平。主要差距是:①当代先进的产品尚未形成工业生产能力。如光纤通讯、液晶显示等新型器件所需的光纤玻璃,光刻面版玻璃等还不能适应元器件的需要。如显像管的玻壳主要还靠进口,年需进口300万套,花费外汇约2000万美元。②工艺技术落后。如用量最大的玻管拉制成型技术,目前水平全是五十年代丹纳法水平拉制技术的翻版,其效率、质量与先进技术相比差距悬殊。如我国目前的拉管速度只有20—30m/分,而国外采用先进的维罗法,拉管速度可达120m/分。我国电真空玻璃生产的熔炉结构仍然是五十年代的模式。它与国际先进水平的差距见表1。③技术力量薄弱。我国职工的技术水平比较低,专业技术人员数量也少。如我国现有从事电真空玻璃的工程技术人员仅占从事玻璃生产职工总数的4.3%。而美国、日本等先进国家都在17%—20%以上。今后应该建立电真空玻璃的原料供应基地,加强耐火材料的研制,成立“电子玻璃开发研究中心”,重视培养专业人才等,以便尽快达到国际先进水平,逐步满足我国电子工业发展的需要。

(八)陶瓷工业中的古代陶瓷研究,经过三十多年的努力,有了很大提高,同时提高了我国的声誉。

建国以来,对我国古陶瓷的研究达到了比较高的水平,促进了我国陶瓷工业的发

表 1 电真空玻璃熔炉比较

项 目	我 国 一 般 水 平	国 际 先 进 水 平
熔化率 (吨玻璃/m ² ·天)	0.5	> 1
热量单耗 (大卡/公斤玻璃)	5000	<3000
热 效 率 (%)	~10	>20
熔 炉 寿 命	3 年左右	5 年以上

展。我国是瓷器祖国，瓷器是中国古代灿烂的文化艺术和技术的一个重要组成部分，是中国人民的重大发明之一。全国解放后，在党的领导下，经过科研生产，文物、考古及高等院校等有关陶瓷科学家、考古学家和艺术家的反复研究和论证，经过对三十多年来我国大量出土的陶瓷文物的考察，一致认为，我国制陶术最早可追溯到大约八千年以前。从最近对浙江省出土的早期陶器的制造工艺研究表明，除了黄河流域外，长江流域是新石器时代中国文化的中心。我国最早的原始瓷器从商代开始，到了东汉时出现了成熟的瓷器。建国以来，我国古陶瓷考古方面主要取得了三点成绩：①瓷窑窑址大量发现，在19个省、自治区的160个县市，都发现了古瓷窑窑址，少则几处，多则二、三百处。②古墓葬、古遗址出土大量陶瓷器，全国各地在基建施工中发现的古墓葬古遗址，出土历代陶瓷器数以万件以上。③召开了一系列专业性会议，研究探讨了印纹陶原始瓷，浙江青瓷，福建德化窑及古代窑炉结构等问题。

中国硅酸盐学会在有关部门的支持下，并应国外广大收藏研究中国陶瓷者的要求，于1982年举行了中国古代陶瓷科学技术国际讨论会。会议对中国古代陶瓷许多重要的科学技术问题，从陶器到瓷器，从坯体到釉和彩，从原料到工艺，从历史考古到近代的艺术装饰及产品品种，都进行了深入的交流，同时举行了现场产品展销，获得国内外专家学者的好评。

(九) 我国硅酸盐工业在搪瓷的科研及生产等工作方面也有了相当的发展。

搪瓷是一种复合材料，它的品种繁多，广泛地应用于人民生活和工业生产中。如卫生搪瓷制品、搪瓷家用电器、燃烧炉灶、加热用具、厨房用具、文教用品、农用搪瓷及反应用的搪瓷锅缸、汽车和火车配件、建筑装饰材料等。全国解放前，我国搪瓷工业基础薄弱，建国以来有了很大发展。据1981年统计，生产搪瓷面盆、口杯等日用搪瓷产品有76家，年产量14.9万吨，其中面盆8817万个、口杯11948万个、杂件20522万个，年产值5.5亿，年出口外汇3337万美元。另有三十多家搪瓷设备的生产工厂，年产量2.1万多吨，年产值达9千万元以上，已能生产30~10000立升的反应罐等产品。

(十) 我国的硅酸盐工业除上述外，还有激光晶体的研究、生产和应用，非线性光学材料、电光声学晶体材料研制工作，工艺岩石学专业的发展，以及铸石制品工业等，建国以来都进行了大量的工作。

其中许多专业，如激光晶体等是世界产业革命所需新材料的重要组成部分，因而都要积极地进行工作。这里就不一一详述了。

三、我国硅酸盐工业目前的水平和国际先进水平的差距

建国以来,我国的硅酸盐工业虽然取得了巨大的发展,但距国际上发达国家70年代末80年代初的先进技术水平,还存在着很大的差距。现将国际先进水平和我国现在的水平存在的差距分述如下:

(一) 产品的产量不足,供需矛盾突出。

在党的十一届三中全会以来的路线、方针、政策的指引下,工农业生产及整个国民经济的发展速度很快,城乡人民的生活水平逐年都有明显的提高,这就大大增加了城乡建筑材料和人民生活必需品的需求量,造成了许多产品的产量供需矛盾突出。加之,由于我国幅员广大,人口众多,虽然从产品产量的绝对数来看,有的还很不少,如硅酸盐行业中的水泥工业,1981年以后比1980年逐年增长10.1%,1983年产量达到10644万吨,超过六五计划规定的1985年达到9800万吨的指标,居世界第二位,仅次于苏联,但人均占有量却比发达国家低得多,大量产品供不应求。日本、英国、法国、西德、美国等工业发达国家,在第二次世界大战后,水泥产量曾一度发展很快,如50年代美国水泥增长率为3.83%,日本的水泥增长率为17.5%,但到60年代以来,人均积累水泥的总耗量已达到或接近饱和状态。目前世界水泥年产量超过9亿吨,人均年耗量达200公斤以上,而法国、日本、西德均高达600多公斤,因而水泥产量趋于发展较慢甚至下降的状态。如日本1973年水泥产量为7812万吨,而1982年达到8500万吨,增长很少;西德的国内市场已经饱和,年产量多年来在4000万吨左右徘徊,到1980年由原居世界第五位降到第六位,而且产品过剩。西德一家水泥公司,由于生产过剩,一度将熟料作为废料排出厂外。目前美国和西欧水泥工业开工率仅为70%左右。而我国水泥的人均产量只有世界人均年耗量的一半,加上包装运输及使用过程中的破损浪费,在使用外加剂及发展商品混凝土的落后状态下,水泥的供需矛盾更加突出。就1983年而言,全国统配水泥的缺口在30%以上。平板玻璃只能满足需要量的40%。硅酸盐工业的其他许多产品,都有着供不应求的问题。平板玻璃生产最多的国家是美国。1981年美国产量为32040万平米(实际厚

表 2 1980年一些国家人均平板玻璃产量

国 家	平板玻璃产量 (m ² /人)
美 国	1.58
苏 联	0.92
日 本	3.20
法 国	2.53
西 德	3.60
罗 马 尼 亚	3.58
中 国	0.245

度)，日本为32020万平米（折合2毫米计算）。苏联为26230万平米（实际厚度），我国只为31030万平米（折合2毫米计算），从绝对产量来看我国居第三位，比美国、日本都低，至于人均产量，低得就更多了（见表2）。

由此可见，我国平板玻璃的供需矛盾十分尖锐，有的建筑已经完工，但由于没有平板玻璃，而不得不用塑料布挡风。如果到本世纪末实现国民经济总产值翻两番的目标，平板玻璃产量也翻两番，达到12亿平米的话，人均也只有1平米。仍低于发达国家的水平。其他硅酸盐产品，如陶瓷面砖，不少国家的产量增长也很快。意大利近十年来面砖产量稳步增长，1981年达到3.069亿平米，占世界总产量的三分之一，居首位，人均产量达到5平米，人均消耗量为2.697平米。1960~1970年的十年间，意大利面砖产量翻了两番。日本面砖产量居世界第二位。1950~1960年间翻了近三番。意、法、日、苏联卫生陶瓷的产量大约都用了20年的时间翻了两番。其他材料，如加气混凝土苏联在1955~1975年约增长了11倍。日本玻璃棉销售量1965年为1万吨，1973年达到17万吨；与此同时，日本矿棉产量增加了2倍。而我国的许多产品的产量是很低的。1983年我国生产面砖才1175.40万平米，不及意大利产量的1/26。人均产量就更加少了。1982年我国只生产玻璃钢3万多吨，而日本为20多万吨，美国为50万吨。因此，许多产品的产量满足不了国民经济的需要。

（二）品种少、质量差。

我国硅酸盐工业的产品品种、质量和国际先进水平相比，存在着很大差距。世界上先进国家由于建筑节能的需要，普遍使用大面积热反射玻璃和吸热玻璃。有的国家大量使用双层中空玻璃或三层玻璃窗，并越来越多的把玻璃用在太阳能加热装置中。根据我国1983年11月对比利时的考察，该国新生产的平板玻璃原片中有110多种（包括浮法平拉和压延玻璃）用来加工制造满足各种功能和色调的中空玻璃。同时，各先进国家的建筑卫生陶瓷品种多，质量高。而我国玻璃与陶瓷的品种少，质量低。近年来国内所建成的高级宾馆和旅游饭店、大型橱窗、航空玻璃原片，制镜及工艺美术品的特殊需要所使用的高档玻璃，大都是从国外进口的。我国虽是陶瓷祖国，但许多高级饭店所用的卫生洁具，也大都是从国外引进的。在搪瓷制品的品种方面，我国也少得多。表3列出了几个国家搪瓷生产的情况。根据对我国76家搪瓷厂1980年的统计，面盆占21.36%，口杯占28.94%，杂件占49.7%。先进国家生产的很多搪瓷品种我国不能生产。

我国许多硅酸盐工业产品质量也不高。我国陶瓷工业虽然有悠久的历史，但由于质量不高，在国外的竞争能力很低。其他如平板玻璃也存在同样问题。据1980年统计，大中型企业一级品率也只有77.78%，最低的企业只21.43%，一般的有1/3左右产品为三级品或等外品。有些产品我国落后得更远。如国外正在研制由分子长链纤维构成的新的无机非金属材料，即用碳纤维和玻璃纤维等，采取制造纺织品的方法制成材料，再用来制造汽车、服装、飞机等。同时，一种老的陶瓷材料正在复兴，借助于结合料和专门添加剂，用 SiO_2 和大气氮制成的陶瓷，其机械强度和耐热性非常高，日本已开始制造出用陶瓷作发动机的汽车。另外，我国其他许多硅酸盐工业产品的质量也是不高的，有的出口产品是一等原料，二等包装，三等价格。在水泥工业的产量中，1983年小水泥占到7927.06万吨，占水泥总产量的74.47%。而这些小水泥，虽然是合格产品，但其质量总

表 3 1980年几个国家搪瓷制品品种统计表

美 国		西 德		日 本	
140 个 厂 家		100 个 厂 家		91 个 厂 家	
品 种 种 类	%	品 种 种 类	%	品 种 种 类	%
大型搪瓷制品 (洗 衣机, 洗盘机, 电 冰箱、煤气灶、微 波炉、电炉、空调 器等)	70	加热及烹饪搪瓷用 具 (厨灶炊具, 厨 房冲洗器及小用具 等)	45	家用搪瓷器皿 (锅、 壶、桶、杯、盘等)	27.4
搪瓷热水器	11	搪瓷餐具	22	搪瓷燃烧工具	27.1
搪瓷冲压卫生用具	10	浴盆	14	搪瓷浴盆	22.3
建筑搪瓷与搪瓷加 工制品	9	工业搪瓷	17	搪瓷化工设备	5.1
		搪瓷广告牌及建筑 搪瓷	2	搪瓷冰箱、洗衣机	4.7
				建筑搪瓷	13.4

的来说是比较低的。其他如玻璃钢产品, 用于农业和太阳能等方面的透光玻璃钢, 开始用时透光率接近国外水平, 但使用 2~3 年后, 光学性能下降得很快; 再如我国生产的玻璃钢浴盆, 多数过不了水蒸试验的质量关。其他如浸润剂, 偶联剂等性能都比较差。

(三) 生产工艺及设备落后, 能耗高。

我国硅酸盐工业大多采用的是老的比较落后的生产工艺及设备, 因而与国外先进水平相比, 能耗很高。我国硅酸盐工业中量大面广的砖瓦、灰、砂、石的生产大都是老的落后的生产工艺, 小土企业多, 小厂占全国建材企业总数的 90% 以上。很多厂还是手工业的或作坊式生产方式。产品结构也不合理。1981 年小块实心粘土砖占墙体屋面材料的 95% 以上。各种轻质高强多功能的新型建筑材料起步不久。由于生产工艺落后, 能耗很大。每万块粘土砖平均耗煤在 1.53 吨以上, 比先进国家的水平高 1/3 以上。以比较先进的水泥工业来说, 其工艺技术和装备水平大多数工厂都是四、五十年代的水平。有些厂还是二三十年代的水平。湿法生产工艺占大中水泥厂的 60% 以上。由于工艺落后, 设备陈旧, 经济效益很差, 突出表现在能耗很高。1982 年每公斤熟料平均能耗约在 1400 千卡, 而发达国家由于普遍采用窑外分解的先进工艺, 每公斤熟料的平均热耗下降到 900 千卡。就是说我国的能耗比国外先进水平要多消耗 1/3 以上。我国劳动生产 243 吨/人·年。而日本水泥工业 1978 年的平均劳动生产率达到 5422 吨/人·年, 相差竟达 20 多倍。平板玻璃的生产工艺及设备也很落后, 我国属于 30 年代水平的垂直引上和小平拉生产工艺的产量, 在 1982 年占到总产量的 80% 多; 属于五、六十年代水平的只占 15% 左右, 而国际上先进国家已普遍采用浮法玻璃生产工艺, 是产品质量好, 生产效率高, 产量大, 耗能低, 生产操作容易控制的国际上最先进的平板玻璃生产工艺。据 1981 年统计, 全世界已有 23 个国家和地区建成投产浮法生产线 83 条, 西欧国家 70% 以上的工厂采

用这种工艺,英国已将全部传统的生产方法和机械磨光改为浮法工艺。我国的浮法工艺在1982年只占6%。因为工艺落后,能耗很高,虽经努力,能耗也难以大幅度下降(见附表4)。

表4 1981我国大型平板玻璃厂能耗统计表

年 度	企 业 个 数	能 耗 (每 重 量 箱)		单 位 成 本 (元 / 标 箱)
		标 煤 (公斤)	电 (度)	
1957	3	31.59	1.73	6.45
1981	5	30.67	4.35	8.2

我国中小型平板玻璃企业的能耗更多(见表5)。

表5 1981年我国部分中小型平板玻璃厂能耗统计表

	企 业 个 数	1981年 产 量		能 耗(每重量箱)		单 位 成 本 元 / 标 箱
		(万标箱)	%	标煤(公斤)	电(度)	
中 型 企 业	13	945.3	31	43.10	5.75	10.48
小 型 企 业	96	943.74	31	72.26	6.52	18.14

七十年代末日本平均生产每重量箱玻璃耗能折合标准煤是20公斤,苏联是25公斤,比我国大型企业低一半。我国陶瓷的能耗和先进国家相比,差距也很大。以1981年卫生陶瓷为例,我国大型企业每件耗标煤24~38公斤,平均31公斤,小型企业每件耗57~228公斤,而日本同期为10公斤,苏联为8公斤。

(四) 我国的管理水平低,基础薄弱。

许多国家硅酸盐工业发展快的重要原因之一是管理水平比我国高,基础工业比我国强。如1961年苏共中央和苏联部长会议通过了《关于1961—1965年加快水泥工业发展的决定》,规定建设26个水泥厂,扩建和改建45个老厂。为了扭转砖瓦工业落后的面貌,在80年代初苏联部长会议通过了提高建筑砖水平的决议,加快了对粘土砖的技术改造和技术更新,大力节约燃料,并扩大空心砖的生产。国外在对硅酸盐工业投资方面也是十分重视的。如苏联历年来对硅酸盐工业中的建材工业的投资平均占基建投资总额的6%,大致稍低于煤炭工业。特别是前期投资更大,达到9.8%,比黑色冶金和石油化工还多。近10年来的投资额稳定在19~20亿卢布之间(见表6)。

我国的投资比重比较低。建国以来建材工业的基建投资才占到全国基建总投资的1.83%,六五期间按原计划才安排投资1.3%,比国际上先进国家都低。这是影响硅酸盐工业发展的原因之一。

我国企业中存在不少问题,在环保方面也比先进国家落后。日本规定水泥厂的粉尘对空排放量1982年6月30日以前建设的水泥窑,废气量4万标米³/时以上时,要求不大

表 6 苏联工业基建投资的部分部门构成 (%) 表

部 门	1951—55	1956—60	1961—65	1966—70	1971—75	1976—80
建 筑 材 料	9.8	7.9	5.7	5.3	5.0	4.2
煤 炭	10.4	9.4	6.6	6.1	4.9	4.5
黑 色 冶 金	7.5	7.5	9.1	3.3	7.6	6.9
石 油 化 工	3.2	4.2	9.2	9.2	9.5	12.0

于0.20克/标米³，肉眼稍有察觉；废气量不足4万标米³/时时，要求不大于0.40克/标米³。但对1982年7月1日以后建设的窑，换算成含O₂10%时的粉尘量不得大于0.10克/标米³。而在东京，大板，横滨等大城市地区的水泥窑，还要求不大于0.05克/标米³。表7列出了1981年实际调查的日本水泥窑对空排放的粉尘量。

表 7 1981年日本水泥窑对空排放的粉尘量

窑型	换算为O ₂ =10%时的排放浓度 平均值 (克/标米 ³)		燃烧中煤炭 平均用量(%)	粉尘排放量 (公斤/时、台)
PC	40台	0.036	90.2	9.5
SP	12台	0.048	99.1	15.4
C	5台	0.065	95.5	4.3
DB	8台	0.029	100.0	4.9
合 计	65台	0.043	93.5	9.4

就我国的情况来说，虽经过多年的努力，大中型水泥厂的对空排放粉尘量已由10%下降到5%，即每年约排放135万吨，小型水泥厂的排放量也在5%，即265万吨，合计约400万吨/年。大大超过国家规定的标准，对工厂附近的工农业生产和人民生活造成了损害。若以粉尘造成的原料、燃料及其加工费用的直接损失按20元/吨计，也达8000万元/年之多。

另外，我国地质、科研、设计、设备和制造等基础的力量和国外先进水平相比，也相当薄弱。尤其经过文化大革命的十年动乱，至今建筑卫生陶瓷和非金属矿尚未建成独立的科研单位，科技人员的数量也不多，不用说与先进国家相比，就是与国内类似的行业相比也差得多。在硅酸盐工业中，建材系统的县以上全民所有制企业中，根据1983年6月底统计，专门人才占职工总数的4.9%，其中工程技术人员只占全体职工的3.34%，低于1980年全国技术人员占职工总数5%的平均值。轻工系统的硅酸盐工业科技人员的数量也很少，如搪瓷工业科技人员占0.99%，而冶金、化工、煤炭等工业部门都在6%以上。

四、对我国硅酸盐工业到本世纪末 应采取的重大措施的意见

根据党的十二大规定的奋斗目标，到本世纪末，我国经济建设总的奋斗目标是，在提高经济效益的前提下力争使全国工农业的年总产值翻两番。我国的硅酸盐工业，也必须有一个明确的奋斗目标。经过有关专家多次的研究论证，初步设想2000年总的奋斗目标是：在提高经济效益的前提下，产值翻两番，单位产值的能耗降低一半。主要建材产品如玻璃，陶瓷等，其产量到2000年要翻两番以上，水泥总产量翻一番半，其中大水泥翻两番，小水泥翻一番多。总的技术水平达到70年代末80年代初世界发达国家普遍采用的适合我国情况的先进技术水平。争取有部分产品，如陶瓷达到当时的国际水平。硅酸盐工业的轻工部分，如搪瓷工业，到本世纪末的奋斗目标是，改变我国产品品种少、质量差、产量低、能耗高的局面，在提高效益的前提下，使产值翻两番，即由1981年的5.5亿元达到22亿元，单位产值的能耗降低一半。各种产品的花色品种要大大增加，产品质量达到国际标准，基本满足国内建设和人民生活的需要，力争多出口一部分，环境保护要全面达到国家燃烧规定的标准。为了达到以上的奋斗目标，应该采取若干重要措施。

（一）必须采用先进工艺及装备的技术政策，以提高产量、质量，降低能耗。

我国的硅酸盐工业要达到国际上70年代末80年代初的先进水平，首先必须依靠技术进步，把我国的生产工艺及装备用适合我国的世界先进的技术武装起来。要搞好技术进步，最主要的就是要有先进而正确的工艺及装备的技术政策。如水泥工业方面要把采用和推广窑外分解的先进工艺和技术装备作为重要的技术政策。这样，可使我国的水泥工业，比现有的湿法生产工艺产量提高一倍，能耗降低1/3以上。平板玻璃的生产应把采用浮法生产工艺作为最主要的技术政策。这样可以使我国的平板玻璃生产大幅度提高产量、质量，降低能耗，增加品种。同时应积极发展大中型企业，合理调整大中小玻璃企业的比例，除少数边远地区特殊情况外，应停止发展质量低，耗能高、四机以下的小厂。建筑卫生陶瓷的工艺和技术装备，应积极地向自动化连续生产方向发展，普及推广隧道窑和多层辊道窑的先进烧成工艺。搪瓷工业方面，应积极采用低温瓷釉的低温烧成工艺，推广辐射加热器管炉，研制“二搪一烧”工艺，减少烧成次数，改造现有的落后窑炉。

（二）增加花色品种、尤其是增加高档产品，提高配套水平。

随着我国城乡建设的发展和人民生活水平的不断提高，硅酸盐工业的花色品种必须不断增加，配套的水平必须显著提高。以平板玻璃来说，我们必须采取有力的措施，加快发展双层中空玻璃，电浮法彩色玻璃，热反射玻璃，汽车用兰色玻璃，大型钢化玻璃和内外装饰用的玻璃砖等。赵紫阳总理在1983年11月24日视察中国新型建材公司时，一再强调指出“你这个公司一定要产品配套，把卫生陶瓷甚至小五金都搞起来。”特别在新型建材工业的发展方面，高级建筑需要的各种材料品种是很多的，质量要求是高的。如果没有合格的配套材料，就无法完成现代化的建筑。因此，我们必须采取坚决的措施，

解决这个问题。以耐火材料来说，硅酸盐工业大都是窑业，多数产品必须进行烧成。因此，就有耐火材料的配套问题。但我国耐火材料工业比较薄弱，如玻璃窑炉国外的耐火材料使用寿命一般在6年以上。我国只在两年左右。因此我们必须抓紧发展优质耐火材料，落实年产5000吨电熔优质耐火材等项目。

(三) 积极改造现有企业，扩建新建一批骨干企业，增加投资的比例。

对我国现有的硅酸盐工业，积极进行技术改造，充分挖掘潜力，是达到世界先进水平的基础。同时，要新建一批大中型的骨干企业。如水泥工业要在六五期间抓好湿法和半干法两种窑型改造的试点工作。然后加以推广。六五期间要拿出和推广日产700吨和日产2000吨的两种窑外分解的通用设计。七五期间要推广4000吨的大型窑外分解生产线及其配套设备的设计和制造，然后加以推广。要建设一批浮法玻璃新工艺，其产量的比例，要从1980年的6%到本世纪末达到60%以上。同时，要搞好必要的技术引进工作。就搪瓷工业来说，在近几年内，应该引进流动涂搪烧锅生产线及静电、干粉、喷搪生产线，铸铁搪瓷生产线各一条，然后加以推广。但要做到这些必须适当增加国家对硅酸盐工业的投资。根据国内外的经验及我国的具体情况，我国硅酸盐工业的投资比例应由六五期间占全国基建投资的1.3%提高到4%左右。

在改造现有企业和扩建新企业中，要积极采用微电子技术。硅酸盐工业大部分要经过高温煅烧，许多工艺因素，如原料成分、烧成温度、压力、火焰气氛等，都要在化学反应中保持合理稳定，因此在关键部位，应用微型机或单板机来控制，对提高产量质量、降低能耗、创造更好的经济效益，都是十分重要的。

(四) 做好资源的综合利用，搞好环保工作。

我国硅酸盐工业的资源是十分丰富的，但我国幅员广大，地理位置与人民生活习惯相差甚远，为了合理的利用资源，我国硅酸盐工业必须采取因地制宜，就地取材，就地生产和供应的方针。要在农村和小城镇保持生态平衡和有利于发展农业的前提下，合理的利用粘土、山泥、沙泥、沙子、页岩、石头等天然资源。有的资源要搞好综合利用，如石灰石预均化是国际上一项先进技术，我国天津水泥工业设计院和石岭水泥厂合作，经过两年多的努力，在1982年10月对于在石岭水泥厂石灰石预均化技术工艺试验经过部级鉴定，已经成功，达到了国际上的先进水平。这一成果对于石灰岩的综合利用，水泥原料成分均匀性都做出了贡献，现已经在天津蓟县石灰岩矿，北京昌平文殊峪石灰石矿等进行了推广。另外，先进国家大都设有专门的砂岩矿公司，按照平板玻璃，日用玻璃、高级玻璃及型砂用砂等不同等级分级供应，也很有利于砂石矿的综合利用，我国也必须建立单独的沙岩矿，以有利于沙岩的综合利用。

我国硅酸盐工业资源综合利用，另一个重要方面是工业废渣的有效利用，变废为宝。随着我国经济建设的发展，工业废渣越来越多。近年来，我国主要工业废渣煤矸石，粉煤灰、炉渣等年排量约为1.5亿多吨，过去历年积存量约为10亿吨。但我国的工业废渣利用率很低，仅占排量的10%以下。因此，不仅造成大量污染，而且处理废渣要耗用不少资金及占用土地面积。而先进国家则比我国利用的水平高得多，许多国家都将粉煤灰列入一种新的资源而作为开发的重点。如美国将粉煤灰列为12种重要固体资源的第七位，排在矿渣、石灰和石膏之前。早在本世纪20年代，世界先进国家就利用粉煤灰生产