

玻璃电熔窑炉技术

BOLI DIANRONG YAOLU JISHU

陈金方 编著



化学工业出版社

玻璃电熔窑炉技术

BOLI DIANRONG YAOLU JISHU

陈金方 编著



化学工业出版社

·北京·

本书是一本系统全面介绍玻璃电熔窑炉及工艺的专业技术图书。作者依据自己多年的从业经验,并结合该领域最新的发展编写而成,实用性很强。书中介绍了玻璃电熔基础、全电熔玻璃窑、火焰池窑的电助熔加热技术、供料道的电加热等内容。还介绍了近百例全电熔窑、火焰池窑的电助熔加热、供料道的电加热的典型实例。

本书可供玻璃厂的工程技术人员和有关的研究人员使用,也可作为高等院校学生的教材。

图书在版编目(CIP)数据

玻璃电熔窑炉技术/陈金方编著. —北京:化学工业出版社, 2007.7

ISBN 978-7-122-00513-7

I. 玻… II. 陈… III. 玻璃熔制: 电熔 IV. TQ171.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 081721 号

责任编辑: 窦 臻 冯国庆

责任校对: 蒋 宇

装帧设计: 潘 峰

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市前程装订厂

720mm×1000mm 1/16 印张 16½ 字数 307 千字 2007 年 8 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 45.00 元

版权所有 违者必究

前 言

玻璃在高温时是一种电导体。熔融玻璃液含有碱金属钠离子、钾离子，它具有导电性能。当电流通过时，会产生焦耳热，若热量足够大，则可以用来熔化玻璃，这就是所谓“玻璃电熔”。

近20年来，玻璃电熔获得迅速推广。目前我国至少有300座全电熔窑，规模为0.3~90t/d。每年都要增加数十座，其规模在电助熔和全电熔这两个方面都在扩展。

近20年来，一种新概念即“混合熔化”，已日益受到重视。这种概念是：先在熔融的配合料内部通电加热生产大约一半产量的玻璃，再在配合料上方用燃料加热生产另一半产量的玻璃。其目的是要降低每吨玻璃所需热量的总成本，与此同时仍保持如电熔窑玻璃那样的质量。另一项主要的新发展是用电熔窑熔化铅晶质玻璃，供机器和手工生产高级餐具使用。第三项发展是推广了电加热料道。第四项新发展是采用了“微型电熔窑”，用来生产优质玻璃，其熔化量可低到10kg/h。第五项发展是日益重视对环境污染的控制。从这些方面来讲，电熔工艺具有相当重要的意义。

电熔方法有许多突出的优点，如热效率可以高达80%~85%，节省能源，没有污染，消除公害，改善劳动条件。熔制出的玻璃液成分均匀，产品质量高。生产过程便于实现自动化操作。因此，在国外玻璃电熔得到迅速的推广。

玻璃电熔化已广泛应用于光学玻璃、硼硅酸盐玻璃、铅玻璃、氟化物玻璃、瓶罐玻璃以及纤维玻璃的生产，其工艺已趋成熟。世界上将近半数的玻璃熔窑都将采用电熔技术。

目前在制造平板玻璃、特种仪器玻璃、器皿玻璃的火焰池窑中采用电助熔，耗电量不多，但对提高产品质量、增加产量、改善劳动条件诸方面都有良好的效果，发展前途广阔。预计在今后几十年内许多火焰池窑将广泛采用电助熔。随着我国电力工业的发展，全电熔工艺的应用也会逐年增加。

玻璃电熔与传统的火焰加热熔融炉相比有着很大的优势。由于利用玻璃液直接作为焦耳热效应的电导体，所以玻璃电熔化的热效率远高于火焰熔融炉。日出货量60t以上的玻璃电熔窑的热效率大于80%。另外，电熔窑的炉型结构简单，占地面积小，控制平稳且易操作，并减少了原料中某些昂贵氧化物的飞散与挥发，降低噪声和改善环境污染，稳定熔化工艺和提高产品质量等，这些都是燃料

炉难以比拟的。

我国拥有丰富的水力资源，加上新建的核电站，为玻璃电熔技术的推广应用提供了能源基础，因此玻璃电熔是今后的发展方向之一。

本书分为4篇，第1篇讲述了玻璃电熔的基础知识；第2篇讲述了全电熔玻璃窑的基础理论、设计要点、烤窑方法、运行的注意事项等；第3篇讲述了火焰池窑的电助熔的设计、电极排列、功率分布、操作要点；第4篇讲述了料道电加热的基础理论、设计和操作要点。

本书可供玻璃厂的工程技术人员和有关的研究人员使用，也可作为高等院校学生的教材。

作者参阅了国内外大量的文献，参考了许多学者的论文、论著，结合自己二十多年来设计的数十条电熔窑（含电加热料道、电助熔窑炉）的经验，编写成书。在此对给予本书启示及参考的有关文献作者表示衷心的感谢！

在本书的编写过程中和玻璃电熔技术的推广过程中得到了我的导师——著名的玻璃窑炉专家孙承绪教授的精心指导，干大川教授对部分书稿提出了宝贵的意见，在此表示衷心感谢！

陈金方

2007年6月

目 录

第 1 篇 玻璃电熔的基础

第 1 章 玻璃的导电行为	3
1.1 熔融玻璃的电导率	3
1.1.1 玻璃的导电性	3
1.1.2 熔融玻璃电导率和温度的关系	3
1.1.3 熔融玻璃电阻率与化学成分的关系	4
1.1.4 常用的熔融玻璃的电阻率-温度曲线	5
1.1.5 失调角和稳定性准数对玻璃电熔控制的影响	8
1.1.6 熔融玻璃电阻率的计算	9
1.2 电极间玻璃液电阻的计算	10
1.2.1 欧姆定律的应用	10
1.2.2 板状电极间玻璃液电阻的计算	11
1.2.3 两支水平棒电极间的电阻	12
1.2.4 两列平行放置的棒电极的电阻	12
1.2.5 两支相对放置的棒电极的电阻	13
1.2.6 三相电极的电阻计算	13
第 2 章 电极	15
2.1 钼电极	15
2.1.1 钼电极的化学组成	15
2.1.2 钼电极的杂质含量	15
2.1.3 钼电极的结构	17
2.1.4 钼电极布置	17
2.1.5 水平棒状钼电极	18
2.1.6 垂直棒状钼电极	19
2.1.7 顶插的棒状钼电极	19
2.1.8 板状电极	20
2.2 电极水套	21
2.2.1 直接冷却水套	22

2.2.2 间接冷却水套	22
2.3 氧化锡电极	22
第3章 供电与控制	25
3.1 可控硅+隔离变压器	25
3.2 可控硅+磁性调压器	26
3.3 感应调压器+隔离变压器	28
3.4 抽头变压器	29
3.5 T形变压器	30
第4章 玻璃电熔窑的电源选择	32
4.1 玻璃电熔窑熔化电源的稳定性和供电质量的要求	32
4.2 玻璃电熔窑的应急电源	32
第5章 砌窑材料	35
5.1 烧结锆刚玉砖	35
5.2 电熔锆刚玉砖	35
5.3 电熔刚玉砖	37
5.4 电熔锆铬刚玉砖	39
5.5 电熔石英砖	40
5.6 电熔锆石英砖	40
5.7 耐火材料的钻孔	41

第2篇 玻璃的全电熔窑炉

第6章 全电熔玻璃窑炉概述	45
6.1 全电熔窑的优缺点	45
6.1.1 全电熔窑的优点	45
6.1.2 全电熔窑的缺点	46
6.2 全电熔窑的分类	46
6.2.1 冷顶电熔窑	46
6.2.2 熔化含有高挥发性组分的玻璃电熔窑	46
6.2.3 熔化深色玻璃的电熔窑	48
6.2.4 超小型电熔窑	49
6.2.5 中型电熔窑和大型电熔窑	49
6.3 国内常用全电熔窑	49
6.3.1 双室电熔窑	49
6.3.2 铅晶质玻璃电熔窑	50
6.3.3 六角形竖井式电熔窑	51

6.4 全电熔窑的加料	52
6.4.1 皮带振动式加料机	52
6.4.2 作扇形回转运动的皮带式加料机	53
6.4.3 带振动槽的加料机	53
6.4.4 旋转播料式加料机	53
6.4.5 带旋转料仓的加料机	54
第7章 全电熔窑的结构设计	56
7.1 全电熔窑的形状	56
7.2 电源供电和电极连接	58
7.2.1 单相系统	59
7.2.2 两相系统	59
7.2.3 对称型三相系统	60
7.3 全电熔窑主要尺寸的确定	61
7.3.1 全电熔窑熔化面积的确定	61
7.3.2 全电熔窑熔化池最佳深度的确定	61
7.4 全电熔窑各部位耐火材料的合理选用和窑的保温	61
7.5 电熔窑的热平衡计算	62
7.6 电极插入方式的选择	63
7.7 供电电流、电压的确定	63
第8章 全电熔窑的烤窑和运行	64
8.1 电熔窑烤窑	64
8.1.1 烤窑要求	64
8.1.2 电熔窑的烤窑过程	64
8.2 电熔窑的操作	65
8.2.1 保证正常条件下的电-热平衡	65
8.2.2 熔化量	65
8.2.3 熔化温度和输入功率	66
8.2.4 配合料覆盖层	66
8.2.5 建立合理的熔制温度曲线和稳定的玻璃液流	67
8.2.6 电极插入深度	67
8.2.7 玻璃组成及配合料	67
8.2.8 气泡问题	70
8.2.9 停电问题	70
8.2.10 电极和电极冷却水套	70
8.2.11 更换电极	71

8.3 冷顶电熔窑的运行	71
8.3.1 熔化特性	71
8.3.2 运行	71
8.3.3 调节	72
8.4 电熔窑的运行实例	72
8.4.1 小型玻璃电熔窑的运行实践	72
8.4.2 小型硼硅酸盐玻璃电熔窑操作和换料经验总结	74
8.4.3 某大型玻璃电熔窑的运行情况	77
8.4.4 T形电熔窑的运行	78
第9章 全电熔窑的典型实例	81
9.1 使用硅钼棒间接加热的电热坩埚窑	81
【例1】单坩埚室的电热坩埚窑	81
9.2 熔制钠钙玻璃的全电熔窑	81
【例2】日产0.5t白料眼镜玻璃的小型电熔窑	81
【例3】日产3t灯泡玻璃的全电熔窑炉	85
【例4】日产6t钠钙玻璃全电熔窑	88
【例5】日产6t灯泡玻璃的全电熔窑	89
【例6】日产30t乳白玻璃和日产26t器皿玻璃的全电熔窑情况介绍	90
9.3 熔制铅玻璃的电熔窑	92
9.3.1 铅晶质玻璃电熔窑的现状与发展前景	92
9.3.2 铅晶质玻璃全电熔窑内电极的选用	93
【例7】日产1~3t的铅晶质玻璃的电熔窑	93
【例8】日产3t的铅晶质玻璃电熔窑	94
【例9】日产7t的铅晶质玻璃电熔窑	95
【例10】日产9t的铅晶质玻璃电熔窑	96
【例11】设置人工挑料口的日产12t的铅晶质玻璃电熔窑	99
【例12】拉制玻璃管的日产12t的铅玻璃电熔窑	99
【例13】熔化钡晶质玻璃的电熔窑	101
9.4 熔制硼硅酸盐玻璃的电熔窑	102
【例14】日产1.0t高硅氧玻璃球的电熔窑	102
【例15】日产500kg的派来克斯玻璃电熔日池窑	107
【例16】日产1.4~1.8t的硼硅玻璃电熔窑	108
【例17】日产1.5t的高硼硅玻璃电熔窑	110
【例18】日产25t和40t的高硼硅玻璃电熔窑	113
【例19】熔制硼硅酸盐玻璃的电熔窑的窑形、冷炉顶、配方三者关系	117
【例20】日产8t(甲级料)中性硼硅玻璃电熔炉设计和调试过程	119

9.5	熔制氟乳浊玻璃的电熔窑	121
	【例 21】 日产 0.5~1.5t 的乳白玻璃电熔窑	121
	【例 22】 日产 3t 的氟乳浊玻璃电熔窑	123
	【例 23】 日产 5t 乳白色氟化物玻璃电熔窑的设计与运行	126
9.6	熔制有色玻璃的电熔窑	129
	【例 24】 熔制有色玻璃的电熔窑	129
	【例 25】 日产 1.5t 的黑色玻璃电熔窑	130
	【例 26】 熔化黑色玻璃的全电熔窑的设计与运行	132
9.7	玻璃纤维电熔窑	136
	【例 27】 日产 300kg 的耐碱玻璃纤维电熔窑	136
	【例 28】 日产 2.5t 的耐碱玻璃球电熔窑	139
9.8	电熔日池窑	141
	【例 29】 日产 500kg 的硬质玻璃电熔日池窑	141
9.9	小型热顶电熔窑	143
	【例 30】 生产支架玻璃杆的电熔窑	143

第 3 篇 火焰池窑的电助熔

第 10 章	火焰池窑电助熔的意义	149
10.1	池窑电助熔的优缺点	149
10.1.1	大幅度地提高熔化率	149
10.1.2	提高玻璃的熔化质量	150
10.1.3	减弱上部火焰空间的燃烧强度、延长炉龄	150
10.1.4	减少因结石缺陷造成的产品损失	151
10.1.5	灵活调节出料量	151
10.1.6	稳定热点和加强有效对流	151
10.1.7	节能	152
10.1.8	炉温的控制更为方便	152
10.1.9	投资少、上马快	152
10.1.10	减少污染	152
10.1.11	池窑电助熔可有的放矢在玻璃熔化池内产生热量	152
10.1.12	棒状钼电极	153
10.1.13	缺点	153
10.2	电助熔加热的技术经济分析	153
	【例】 燃油池窑和燃油-电助熔池窑技术经济指标的比较	153
第 11 章	电助熔池窑的设计和操作要点	154
11.1	电助熔池窑内的电极布置和功率配置	154

【例 1】 电助熔系统的功率的配制和操作	155
【例 2】 一个三相供电系统和三个单相供电系统的比较	156
【例 3】 电极配制不合理的电助熔系统	157
【例 4】 较理想的电极配制电助熔系统	158
【例 5】 两个布置实例	158
11.2 电助熔加热功率的计算	158
11.3 电助熔池窑耐火材料的选择	159
11.4 电助熔池窑的操作要点	160
第 12 章 电助熔池窑的实例	162
12.1 生产硼硅酸盐玻璃的电助熔池窑	162
【例 1】 生产安瓿玻璃的电助熔池窑	162
【例 2】 生产高硼硅仪器玻璃的电助熔池窑	164
12.2 生产有色玻璃的电助熔池窑	166
【例 3】 生产翠绿色瓶的电助熔池窑	166
【例 4】 生产香槟瓶的电助熔池窑	168
12.3 生产平板玻璃的电助熔池窑	172
【例 5】 烧混合发生炉煤气的蓄热式马蹄焰池窑的电助熔池窑	172
12.4 玻璃球窑的电助熔技术	176
【例 6】 用重油为燃料的电助熔池窑	176
【例 7】 用煤气为燃料的电助熔池窑	178
12.5 生产玻璃瓶罐的电助熔池窑	180
【例 8】 生产青白料瓶的电助熔池窑	180

第 4 篇 供料道的电加热

第 13 章 供料道电加热的概述	185
13.1 供料道工作原理及其加热现状	185
13.1.1 对供料道的要求	185
13.1.2 供料道加热的现状	187
13.2 供料道电加热的优越性	187
13.3 供料道电加热分类	188
13.3.1 直接式、间接式和混合式电加热	188
13.3.2 小流量、中流量、大流量供料道	188
13.4 供料道电加热时的技术经济分析	189
13.4.1 设备投资	189
13.4.2 设备的折旧	190
13.4.3 与柴油加热供料道的比较	190

13.4.4 电加热时成品率的提高	190
【例】 某厂在两条供料道上进行了供料道电加热的技术改造	190
第 14 章 供料道电加热的设计	191
14.1 料道加热方式的选择	191
14.1.1 辐射式和埋入式电加热的比较	191
14.1.2 混合式电加热的采用	191
14.2 料道与工作池的接口	192
14.3 电加热料道能耗的计算和变压器功率确定	192
14.3.1 电加热能耗的计算	193
14.3.2 变压器功率的确定	194
14.4 电极配置	194
14.5 电加热料道用的耐火材料和保温材料	194
第 15 章 供料道电加热的使用	196
15.1 埋入式供料道电加热时电位场和温度场的分布	196
15.1.1 均匀电场中的情况	196
15.1.2 非均匀电场中的情况	196
15.1.3 供料道电加热时玻璃液的电位场和温度场分布	197
15.2 埋入式供料道电加热时玻璃液产生气泡的原因	197
15.2.1 钼电极中的碳含量	197
15.2.2 玻璃液温度	198
15.2.3 电流密度	198
15.2.4 玻璃添加剂	199
第 16 章 供料道电加热实例	201
16.1 用硅碳棒的辐射式电加热	201
【例 1】 某厂生产西林瓶的 CU 型辐射式供料道电加热	206
16.2 成形通路的电加热	208
16.3 用板状钼电极加热	210
16.3.1 板状与棒状钼电极加热供料道的比较	210
16.3.2 板状钼电极的启动与保护	210
16.3.3 影响板状钼电极使用寿命的因素	211
【例 2】 生产药用小瓶的板状钼电极加热供料道	211
【例 3】 生产茶色啤酒瓶的板状钼电极加热供料道	212
【例 4】 生产棕色啤酒瓶的板状钼电极加热供料道	215
【例 5】 供料道电加热技术的试验与应用	217
【例 6】 生产棕色药瓶和啤酒瓶的双滴料板状钼电极加热供料道的设计和	

使用	218
【例 7】 生产玻璃器皿的板状钼电极加热供料道	219
【例 8】 某制瓶生产线的板状电极电加热供料道	221
【例 9】 某厂引进的供料道电加热技术简介	223
16.4 用棒状钼电极的电加热	224
【例 10】 生产器皿玻璃的棒状钼电极加热供料道	225
【例 11】 某灯泡厂拉管线棒状钼电极加热供料道	227
【例 12】 生产轻量输液瓶中性玻璃的棒状钼电极加热供料道	231
【例 13】 某公司有色玻璃电加热供料道的情况介绍	232
【例 14】 某厂棒状钼电极加热和水煤气多喷嘴加热供料道的比较	234
16.5 用氧化锡电极的电加热	236
【例 15】 某器皿厂用氧化锡电极加热供料道	236
【例 16】 某灯泡厂用氧化锡电极加热供料道	237
16.6 辐射式电热元件和埋入式电极相结合的混合电加热	239
【例 17】 硅碳棒和氧化锡电极相结合的混合电加热	240
【例 18】 硅碳棒和钼电极相结合的混合电加热	241
16.7 含料盆电加热的料道	244
【例 19】 用双滴料生产 15mL 黄料小瓶的（含料盆）电加热的料道	244
【例 20】 采用氧化锡电极加热的料盆	245
【例 21】 采用硅碳棒辐射加热的料盆	246
16.8 人工挑料口的电加热	247
16.9 料道着色	248
参考文献	249

第1篇

玻璃电熔的基础

第 1 章 玻璃的导电行为

1.1 熔融玻璃的电导率

玻璃电熔是将电流通过电极引入玻璃液中，通电后两电极间的玻璃液在交流电的作用下产生焦耳热，从而达到熔化和调温的目的。玻璃液之所以具有导电性，主要是因为电荷通过离子发生迁移。

硅酸盐玻璃除了共价键结合的硅原子和氧原子外，网络结构还包含碱金属离子，它们是电流的载体。在钠钙玻璃中除了离子数量外，离子的强度和离子的半径也影响玻璃液的导电性。与 Na^+ 相比， K^+ 半径较大，迁移受到的阻力也较大。相反， Li^+ 半径比 Na^+ 半径小，但由于 Li^+ 结合能力强，因此， Li^+ 迁移比 Na^+ 困难。所以， Na^+ 最有利于增加玻璃液的导电性。

影响玻璃导电能力的主要因素是玻璃组成中的碱金属离子浓度及离子半径。离子的半径减小，浓度增加，电阻率则下降。

要了解玻璃电熔中的许多现象，必须熟知熔融玻璃的性质，主要是指玻璃熔体的电导率或电阻率、黏度等。熔体的电导率是玻璃电熔化电气系统设计的重要依据。玻璃液的黏度不仅是玻璃熔化的最基本参数，而且也是熔炉模拟技术中选择模拟液的重要依据。

1.1.1 玻璃的导电性

在室温下玻璃是电的绝缘体，电导率约为 $10^{-15} \sim 10^{-13} \Omega^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ ，介电强度约在 $3 \times 10^3 \sim 1 \times 10^5 \text{ V}$ 之间。当玻璃被加热时，其导电性能随温度升高而明显增强。熔融状态下玻璃的电导率约在 $0.1 \sim 1.0 \Omega^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ ，完全变成了导体，用作焦耳效应的发热体是足够的。

电熔化能用来熔化几乎所有品种的玻璃以及某些呈现高阻值的硅酸盐材料。各种玻璃的电导率随其成分不同可有很大差别，对同一种玻璃，电导率则是温度的函数。

1.1.2 熔融玻璃电导率和温度的关系

高温下玻璃熔体的导电属于离子导电。玻璃电导率随温度变化的关系式为

$$\lg \rho = \lg \frac{1}{\nu} = A + B/T$$

式中 ρ ——玻璃的电阻率；

ν ——玻璃的电导率；

T ——绝对温度，K；

A, B ——与玻璃状态有关的常数。

该公式适用于 $20\sim 500^{\circ}\text{C}$ 和 $1000\sim 1450^{\circ}\text{C}$ 两个温度范围。玻璃电阻率和电导率关系式为 $\rho=1/\nu$ 。

电阻率随温度升高而急剧降低，当温度达到较高值后， ρ 的变化趋于平缓，在低温段，曲线有着明显的拐点，该点温度与玻璃的软化点对应，在玻璃电熔化中常称为“起始导电温度”。由于在电熔化和电加热中研究的对象是高温液态玻璃，所以仅对于 1000°C 以上的玻璃电阻率感兴趣。

在钠钙玻璃熔化池中，电极间的平均温度一般为 $1350\sim 1400^{\circ}\text{C}$ 。料道电加热中，约在 $1050\sim 1200^{\circ}\text{C}$ 。对于硬质硼硅玻璃，则熔化池电极平均温度约为 $1400\sim 1550^{\circ}\text{C}$ ，电热料道约在 $1200\sim 1400^{\circ}\text{C}$ 。对于钠钙玻璃电阻率和温度曲线，可以把 $1050\sim 1150^{\circ}\text{C}$ 之间一段近似为直线，用线性方程表示为 $\rho=36.25-0.025T$ ， T 为温度；可以把 $1350\sim 1450^{\circ}\text{C}$ 之间一段近似表达为 $\rho=13.7-0.006T$ 。

1.1.3 熔融玻璃电阻率与化学成分的关系

在大多数玻璃的电熔中，玻璃的电阻率取决于温度和碱金属含量。玻璃熔体的导电性能和化学成分密切相关。其导电性是参与输送电流的离子数、电子的电荷数、离子的迁移率的函数。离子的迁移率决定于阳离子运动时的摩擦阻力，且摩擦阻力随离子半径的增大而增大。同时亦受阳离子和带负电的 SiO_4 四面体吸引的影响。离子半径大、运动阻力大、迁移要慢一些。决定玻璃液电阻率的主要因素是钾、钠含量，其中钠离子的影响更大。 Na_2O 含量的增加使玻璃电阻率几乎呈直线下降。

玻璃中常用的碱金属有 Na_2O 、 K_2O 和 Li_2O 。它们对玻璃电阻率的影响决定于它们的离子半径和它们在网状结构中的键强。离子半径大，迁移时所受阻力就大，所以受阻力大小的顺序是 $\text{K}^+ > \text{Na}^+ > \text{Li}^+$ 。而键强大，与周围其他离子会产生更强的静电场，从而亦影响迁移率， Li^+ 比 Na^+ 小，键强更大。因此，钠离子对电阻率的影响为三者之最，而钠在玻璃中的使用亦比锂和钾更为普遍，所含钠含量常作为确定玻璃液电阻率的主要参数。

还有一种影响因素是混合碱效应：两种碱金属离子在玻璃中混合使用，还会产生“混合碱效应”，使电阻率增大。玻璃液中有电流通过时，碱金属离子一定要通过硅酸盐网状结构的间隙，半径比较小的离子（例如钠离子）较易通过，半径比较大的离子（例如钾离子）则较难通过，甚至于被捕获而堵塞间隙，进而阻碍半径较小的钠离子通过，造成碱金属迁移率降低即电阻率变大。所以当钾钠总含量不变，钾的成分增加时，玻璃的电导率就要减小。

从电熔化设计角度出发，不必拘泥于二价、三价离子的含量，只考虑钾离子和钠离子含量就可以基本满足电熔化中电气参数的设计需要了。