

玻璃纤维拉丝手册

王文虎 危良才

中国建筑工业出版社

本书系统地介绍了连续玻璃纤维拉丝生产技术数据与图表。

主要内容有玻璃纤维的物理化学性能，拉丝用玻璃球、浸润剂的生产和配制，铂坩埚、拉丝机的安装和维修，温度与液面自动控制电气线路图，并扼要介绍了全代铂坩埚、陶土坩埚以及池窑拉丝的生产技术资料。

本书可供玻璃纤维厂拉丝工及有关技术人员参考。

责任编辑：唐炳文

玻璃纤维拉丝手册

王文虎 危良才

（内部发行）

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（北京阜外南礼士路）

开本：787×1092毫米 1/32 印张：7½ 字数：168千字

1984年5月第一版 1984年5月第一次印刷

印数：1—1,200册 定价：0.78元

统一书号：15040·4573

目 录

第一章 玻璃纤维的化学成分及基本性能

第一节 玻璃纤维的化学成分.....	1
(一) 玻璃纤维化学成分的制定原则.....	1
(二) 玻璃纤维的化学成分.....	2
(三) 各种成分玻璃球的温度-粘度数据	2
(四) 不同成分玻璃与漏板的浸润角.....	9
第二节 玻璃纤维的基本性能.....	10
(一) 抗拉强度.....	11
(二) 弹性.....	11
(三) 耐热性.....	12
(四) 化学稳定性.....	13
(五) 电气性能(表21)	13
(六) 吸湿性.....	14
(七) 隔热性.....	14
(八) 隔音性(表24)	15
(九) 过滤性(表25)	15

第二章 玻 璃 球

第一节 玻璃球用原料.....	17
(一) 主要原料.....	17
(二) 辅助原料.....	21

(三) 熟料.....	22
第二节 玻璃球中各氧化物的作用 (表31)	22
第三节 玻璃球质量标准.....	23
(一) 玻璃球化学成分 (表32)	23
(二) 玻璃球外观质量标准.....	23
第四节 玻璃球的质量缺陷及其产生原因 (表33)	24

第三章 浸 润 剂

第一节 浸润剂在生产中的作用.....	28
第二节 浸润剂应具备的主要性能.....	29
第三节 乳剂的种类及乳化剂的特性.....	29
(一) 乳剂的种类.....	29
(二) 乳化剂的特性.....	30
第四节 浸润剂所用原料的化学成分及其作用 (表34)	30
第五节 浸润剂的配制工艺.....	32
第六节 浸润剂的类型及其配方.....	33
(一) 纺织性浸润剂.....	34
(二) 增强性浸润剂.....	35
第七节 浸润剂及原丝检验仪器 (表36)	37

第四章 拉丝生产工艺

第一节 拉丝成型实质.....	39
第二节 拉丝工艺流程及工艺布置.....	39
(一) 工艺流程.....	39
(二) 工艺布置.....	44
第三节 拉丝生产主要工艺参数.....	44
(一) 漏板温度.....	44

(二) 拉丝速度	48
(三) 液面高度	51
(四) 漏孔直径	54
(五) 玻璃液的硬化速度	56
第四节 拉丝工艺参数及坩埚温度梯度	58
(一) 拉丝工艺参数	58
(二) 坩埚内玻璃液垂直温度梯度	59
第五节 拉丝作业中常见弊病产生原因和处理方法	73
第六节 拉丝工操作法	77
(一) 上车	77
(二) 下车	78
(三) 取纱筒换筒	78
(四) 引飞丝	79
(五) 挑断头引丝	80
第七节 常用拉丝工艺计算	80
(一) 原丝支数计算	80
(二) 原丝号数计算	81
(三) 单根纤维直径计算	81
(四) 拉丝线速度计算	82
(五) 拉丝线速度与纤维直径关系计算	82
(六) 拉丝机转速与支数关系计算	82
(七) 排线机行程后移速度计算	83
(八) 转速比计算	83
(九) 电极电流密度计算	83
(十) 电极集中系数计算	84
(十一) 电功率计算	84
(十二) 拉丝理论产量计算	84

(十三) 绕丝筒卷装量计算	85
(十四) 坩埚内玻璃液置换率计算	85
(十五) 拉丝成品率计算	86
(十六) 耗油量计算	86
(十七) 浸润剂含量计算	86
(十八) 支数不匀率计算	87
(十九) 自然断头计算	87
第八节 原丝支数、拉丝速比及拉丝理论产量对照表 (表47~50)	88

第五章 耐火材料

第一节 耐火材料的基本知识	111
第二节 硅砖	111
第三节 粘土砖	113
第四节 白泡石	115
第五节 刚玉砖	117
(一) 纯刚玉砖的化学组成	117
(二) 物理性能	118
(三) 电气性能	119
(四) 抗玻璃液侵蚀性能	119
(五) 刚玉砖外观质量试行标准 (表61)	120
第六节 几种保温材料技术性能 (表62~64)	121
第七节 玻璃纤维工业试验用耐火材料	123
(一) 化学组成 (表65)	123
(二) 物理性能 (表66)	124

第六章 铂 坩 埚

第一节	铂坩埚的主要设计原则	125
第二节	坩埚漏板结构图例 (图34~40)	126
第三节	电极片、发热体规格图例 (图41~45)	129
第四节	代铂炉体结构图例 (图46~50)	131
第五节	冷却水管支架及铂电极冷却水包图例 (图51~53)	134
第六节	几种电极技术性能 (表67~68)	137
第七节	坩埚制造工艺质量检验 (表69~76)	139
第八节	全铂坩埚质量检验标准 (表77)	143
第九节	代铂漏板质量检验标准 (表78)	145
第十节	常用代铂与全铂坩埚升温速率 (表79、 图54~58)	146
第十一节	硅碳棒的技术性能及应用	149
	(一) 硅碳棒的物理化学性能及电气性能	149
	(二) 硅碳棒的技术规格 (图59)	150
	(三) 相应的电熔炉温度下每根棒的电 压电流和功率对照表 (表80)	150
	(四) 使用注意事项	154

第七章 温度与液面自动控制

第一节	温度自动控制	156
	(一) 恒压控制仪	156
	(二) 恒温控制仪	161
	(三) 可控硅温度自动控制仪主电路常见故 障现象、原因及处理 (表81~82)	164

(四) 可控硅温度自动控制仪触发电路常见故障现象、原因及处理 (表83)	167
第二节 液面自动控制	169
(一) 自动加球机	169
(二) 液面控制仪	172

第八章 拉 丝 机

第一节 拉丝机结构简介	174
(一) 防震机头	174
(二) 排线机构	174
(三) 换筒机构	174
(四) 传动机构	174
(五) 机座	175
第二节 防震机头	175
第三节 排线机构	176
第四节 换筒机构	177
第五节 拉丝机主要装配技术指标、检查方法及使用的量具	178
(一) 防震机头 (表84)	178
(二) 排线机构 (表85)	179
(三) 整机总装 (表86)	180
第六节 拉丝机常见故障的原因及排除方法 (表87)	182
第七节 拉丝电动机常见故障及排除方法 (表88)	186
第八节 拉丝机故障引起的原丝外观疵点及排除方法 (表89)	189
第九节 几种典型拉丝机的技术特性 (表90)	192
第十节 转速调整换皮带轮表	194

(一) 拉丝机 (表91)	194
(二) 排线机 (表92)	195
(三) 不同排速、螺距下的排线行程后移速 度对照表 (表93)	196
第十一节 拉丝机完好率标准	198

第九章 原丝质量检验

第一节 质量与质量检验	200
(一) 质量的概念	200
(二) 质量检验	200
第二节 原丝质量标准	200
(一) 原丝支数标准 (表94)	200
(二) 原丝外观质量标准	201
第三节 原丝外观质量疵点及其形成原因	203
(一) 明、暗喇叭口	203
(二) 倒生头	204
(三) 回过头	204
(四) 满过头	204
(五) 波纹形	205
(六) 碰伤	205
(七) 毛丝	205
(八) 散丝	206
(九) 吃油不均	206
第四节 原丝系列化	206
(一) 公制支数与公制号数的区别	206
(二) 公制号数的优点	207
(三) 玻璃纤维原丝系列规定 (表97)	207

第五节 原丝常用质量检验计算	210
(一) 公制支数	210
(二) 公制号数	210
(三) 公制支数与号数的换算关系	210
(四) 原丝合格率	210
(五) 支数不匀率	210
第六节 原丝支数与号数、重量、直径及产量 关系对照表(表98~100)	211

第十章 全代铂拉丝

第一节 镍基合金坩埚	216
(一) 化学组成(表101)	216
(二) 漏板结构	217
(三) 炉型结构	218
(四) 拉丝工艺参数	220
第二节 陶土坩埚	221
(一) 原料及配方	221
(二) 坩埚规格	223

第十一章 池窑拉丝

第一节 池窑拉丝简介	224
第二节 池窑拉丝的优点	225
第三节 池窑拉丝生产流程及工艺布置	226
(一) 生产流程	226
(二) 工艺布置	227

第一章 玻璃纤维的化学成分 及基本性能

玻璃纤维的化学成分是决定玻璃纤维生产工艺及其基本性能的主要因素，而玻璃纤维制品的物理化学性能又决定着它在国民经济各工业部门中的应用范围。

第一节 玻璃纤维的化学成分

对于不同生产方式、不同应用要求的玻璃纤维，需要采用不同的玻璃纤维成分。因此，选择适用的化学成分，是一项非常重要的工作。

（一）玻璃纤维化学成分的制定原则

制定玻璃纤维的化学成分，必须考虑下列原则：

1. 保证玻璃纤维制品的物理化学性能要求

（1）具有优良的化学稳定性。要求玻璃纤维对水和潮气有良好的稳定性，在存放和使用过程中不发生明显的表面析碱或变脆，以保证制品的化学稳定性。

（2）具有良好的电气绝缘性能。用于电气绝缘材料上的玻璃纤维要求具有优良的电绝缘性能，即表面电阻大，介质损耗角小，击穿强度大，特别要求在高温高湿或侵蚀性介质的环境下使用时，能保持优良的电绝缘性能。

（3）满足玻璃纤维制品在使用上的其他性能要求：如用作结构材料的制品，应具有高的强度和高的弹性模量；用

作高温条件下的制品，应具有隔热性能。

2. 保证玻璃纤维生产工艺上的要求

(1) 具有较低的熔化温度，以提高玻璃的熔化能力，减少对耐火材料的侵蚀，并节约燃料。

(2) 具有较低的成型温度，以便降低漏板温度，延长坩埚寿命，减少铂耗，并降低电耗，改善劳动条件。

(3) 具有较小的析晶倾向，以稳定拉丝作业。

(4) 具有较高的硬化速度，以提高玻璃纤维拉丝产量及单丝强度。

(二) 玻璃纤维的化学成分

国内外常见的连续玻璃纤维化学成分，基本上可分成两类：一类是以 $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 三元系统为基础的无碱玻璃纤维；另一类则是以 $\text{CaO}-\text{Na}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ 三元系统为基础的中碱、高碱玻璃纤维。

(1) 国外主要的玻璃纤维化学成分(表1)

(2) 国内主要的玻璃纤维化学成分(表2)

(三) 各种成分玻璃球的温度—粘度数据

1. 无碱玻璃球

(1) 实测化学成分(%) (表3)

(2) 温度——粘度数据

① 无碱1*玻璃球(表4)

② 无碱2*玻璃球(表5)

③ 无碱代硼玻璃球(表6)

上述三种玻璃球的温度-粘度曲线见图1。

2. 中碱玻璃球

(1) 实测化学成分(%) (表7)

(2) 温度-粘度数据

①上海劳动玻璃厂5*中碱玻璃球(表8)

②沈阳玻璃厂5*中碱玻璃球(表9)

③九江玻璃厂5*中碱玻璃球(表10)

④秦皇岛玻璃厂5*中碱玻璃球(表11)

国外主要的玻璃纤维化学成分

表 1

类 别		电 绝 缘 玻 璃 纤 维		高碱玻 璃纤维	耐 化 学 玻 璃 纤 维	高 强 度 玻 璃 纤 维	高弹性 模量玻 璃纤维	耐碱玻 璃纤维
代 号		E		A	C	S	M	赛姆菲尔 (Cemfil)
		池窑用	坩埚用					
化 学 成 分	SiO ₂	53.2	54.3	72	64.6	64.2	53.7	69
	Al ₂ O ₃	14.8	15.2	0.6	4.1	24.8	—	—
	Fe ₂ O ₃	—	—	—	—	0.21	0.5	—
	CaO	21.1	17.3	10.0	13.4	0.01	12.9	2
	MgO	0.3	4.7	2.5	3.4	10.27	9.0	—
	Na ₂ O	1.2	0.6	14.2	7.9	0.27	—	15.5
	K ₂ O	0.1	—	—	1.7	—	—	—
	B ₂ O ₃	9.0	8.0	—	4.7	0.01	—	—
	BaO	0.3	—	—	0.9	—	3.0	—
	Li ₂ O	—	—	—	—	—	8.0	2
	BeO	—	—	—	—	—	8.0	—
	TiO ₂	—	—	—	—	—	8.0	2
	ZrO ₂	—	—	—	—	—	2.0	9.5
	CeO ₂	—	—	—	—	—	3.0	—
	F ₂	0.1	—	—	—	—	—	—

国内主要的玻璃纤维化学成分

表 2

序 号	名 称	化 学 成 分								
		SiO ₂	Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	B ₂ O ₃	BaO	ZnO	CaF ₂
1	1*无碱玻璃纤维	54.1±0.7	15.0±0.5	16.5±0.5	4.5±0.5	<0.5	9.0±0.5	—	—	—
2	2*无碱玻璃纤维	54.5±0.7	13.8±0.5	16.2±0.5	4.0±0.5	<2	9.0±0.5	—	—	—
3	5*中碱玻璃纤维	67.3±0.7	6.6±0.5	9.5±0.5	4.2±0.5	11.5±0.5	K ₂ O <0.5	—	—	—
4	B-17中碱玻璃纤维	66.8	4.7	8.5	4.2	12	3	4	—	—
5	锌渣中碱玻璃纤维 (广州玻璃三厂)	63.5	5	9	4	13	—	2	3.5	—
6	锌渣中碱玻璃纤维 (南京玻璃纤维 设计院)	64.5	4	8.5	3.5	12.5	—	3	4	外加1.5

无碱玻璃球实测化学成分

表 3

玻璃球名称	厂 别	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	B ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	Fe ₂ O ₃	TiO ₂
1*无碱玻璃球	上 海	54.75	14.46	16.75	4.61	8.59	0.39	0.12	0.40	—
2*无碱玻璃球	秦 皇 岛	53.07	14.85	16.13	4.48	9.18	1.12	0.12	0.24	0.60
无碱代硼球	—	47.24	19.94	10.12	11.98	9.85	—	—	0.56	—

无碱1*玻璃球温度-粘度

表 4

温 度 (°C)	1303.0	1274.0	1244.0	1204.5	1185.0	1155.0	1126.0
粘度(泊)	321	463	680	1194	1629	2688	4699
$\log \eta$	2.5066	2.6653	2.8327	3.0770	3.2117	3.4294	3.6720

无碱2*玻璃球温度-粘度

表 5

温 度 (°C)	1303.0	1274.0	1244.0	1204.5	1185.0	1155.0	1126.0
粘度(泊)	247	352	513	867	1152	1827	2982
$\log \eta$	2.3930	2.5466	2.7101	2.9383	3.0615	3.2617	3.4745

无碱代硼玻璃球温度-粘度

表 6

温 度 (°C)	1303.0	1254.0	1204.0	1175.0	1126.0	1111.0
粘度(泊)	98	187	368	604	1467	1950
$\log \eta$	1.9912	2.2718	2.5658	2.7810	3.1665	3.2900

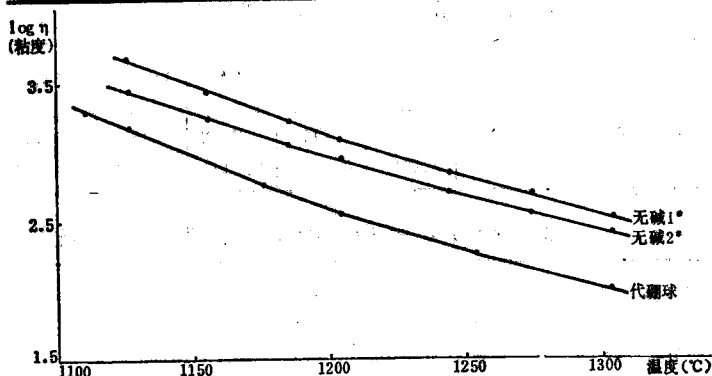


图 1 无碱玻璃球温度-粘度曲线图

中碱玻璃球实测化学成分

表 7

玻璃球名称	厂 名	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O
5*中碱玻璃球	上海劳动玻璃厂	67.07	7.06	9.13	4.76	8.40
5*中碱玻璃球	沈阳玻璃厂	67.40	7.05	9.32	4.17	11.05
5*中碱玻璃球	九江玻璃厂	67.01	5.83	10.43	4.23	12.00
1*平板玻璃	上海耀华厂	73.02	2.64	6.58	3.91	12.86
中碱锌渣球	广州玻璃厂	64.44	4.18	8.64	3.28	11.45
5*中碱玻璃球	秦皇岛玻璃厂	66.56	6.99	9.18	4.35	11.51
中碱低熔球		63.64	4.60	8.50	3.44	12.18

玻璃球名称	厂 名	K ₂ O	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	B ₂ O ₃	ZnO
5*中碱玻璃球	上海劳动玻璃厂	3.07	0.32	0.06		
5*中碱玻璃球	沈阳玻璃厂	0.65	0.29	0.06		
5*中碱玻璃球	九江玻璃厂	12.00	0.40			
1*平板玻璃	上海耀华厂	1.05	0.13			
中碱锌渣球	广州玻璃厂	0.50	0.28			3.27
5*中碱玻璃球	秦皇岛玻璃厂	0.24	0.41			
中碱低熔球			0.1	3.87	3.21	

上海劳动玻璃厂5*中碱玻璃球温度-粘度

表 8

温 度 (°C)	1352.5	1303.0	1254.0	1204.5	1185.0	1165.0
粘度(泊)	449	709	1175	2062	2578	3357
log η	2.6518	2.8509	3.0698	3.3141	3.4113	3.5259

沈阳玻璃厂5*中碱玻璃球温度-粘度

表 9

温 度 (°C)	1352.5	1303.0	1254.0	1204.5	1185.0	1145.5
粘度(泊)	338	540	878	1515	1895	3099
log η	2.5285	2.7322	2.9436	3.1804	3.2776	3.4911

九江玻璃厂5°中碱玻璃球温度-粘度 表 10

温 度 (°C)	1303.0	1254.0	1204.0	1184.0	1155.0
粘度(泊)	461	772	1336	1674	2446
$\log \eta$	2.6637	2.8876	3.1258	3.2238	3.3885

秦皇岛玻璃厂5°中碱玻璃球温度-粘度 表 11

温 度 (°C)	1303.0	1254.0	1204.0	1184.0	1155.0
粘度(泊)	439	748	1289	1603	2287
$\log \eta$	2.6425	2.8739	3.1102	3.2049	3.3593

⑤广州玻璃厂中碱锌渣玻璃球(表12)

广州玻璃厂中碱锌渣玻璃球温度-粘度 表 12

温 度 (°C)	1252.0	1202.0	1182.0	1153.0	1124.0	1105.0
粘度(泊)	394	669	838	1168	1686	2159
$\log \eta$	2.5955	2.8254	2.9232	3.0674	3.2268	3.3342

⑥中碱低熔玻璃球(表13)

中碱低熔玻璃球温度-粘度 表 13

温 度 (°C)	1103.0	1083.0	1063.0	1053.0	1043.5	1033.5
粘度(泊)	1366	1742	2267	2607	2986	3426
$\log \eta$	3.1352	3.2410	3.3555	3.4161	3.4751	3.5348