

3RD
REVISED EDITION

The
Manufacturing
Technology
of Continuous
Glass Fibres

连续 玻璃纤维 制造 工艺

(第3版)

[英] K.L.洛温斯坦 著
高建枢 钱世准
王玉梅 姜肇中 编译



 中国标准出版社

连续玻璃纤维制造工艺

(第 3 版)

**The Manufacturing Technology of
Continuous Glass Fibres**

3RD REVISED EDITION

[英]K. L. 洛温斯坦 著

高建枢 钱世准
王玉梅 姜肇中 编译

中国标准出版社

北 京

K. L. Loewenstein: The Manufacturing Technology of Continuous Glass Fibres 3RD RE-
VISED EDITION

ISBN 0-444-89346-6

Copyright © 2007 K. L. Loewenstein

All rights reserved.

本书中文简体专有翻译出版权由 K. L. Loewenstein 授予中国标准出版社, 该专有出版
权受法律保护。未经出版者书面许可, 不得以任何方式抄袭、复制或节录本书中的任何
部分。

版权贸易合同登记号: 图字 01-2008-1320

图书在版编目 (CIP) 数据

连续玻璃纤维制造工艺 / (英) 洛温斯坦 (Loewe-
nstein, K. L.) 原著; 高建枢等译. —3 版. —北京:
中国标准出版社, 2008

ISBN 978-7-5066-5049-6

I. 连… II. ①洛…②高… III. 玻璃纤维-生产
工艺 IV. TQ171.77

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 170986 号

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街 16 号

邮政编码: 100045

网址 www.spc.net.cn

电话: 68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/32 印张 14 字数 400 千字

2008 年 12 月第三版 2008 年 12 月第三次印刷

*

定价 50.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话: (010)68533533

中译本序

K. L. 洛温斯坦先生的专著《连续玻璃纤维制造工艺》是一本系统介绍连续玻璃纤维生产制造工艺技术的著作,是一部生产、研发、销售和管理人员不可多得的参考书籍。我是在 20 世纪 80 年代初成为玻璃纤维行业新兵时看到此书的,到现在手边还有第 1 版和第 2 版原著,常常拿起翻阅。这次由南京玻璃纤维研究设计院、国家玻璃纤维产品质量监督检验中心组织策划,对《连续玻璃纤维制造工艺》第 3 版进行编译出版,并受 K. L. 洛温斯坦先生委托,由我国著名专家编写部分最新行业研究成果,是一件十分有意义的事情。

中国玻璃纤维工业的发展,走过的是引进、集成、创新之路,中国正在由玻璃纤维生产大国向玻璃纤维生产强国迈进。行业的发展,得益于国家政策的引导,得益于世界同行的支持,得益于企业家的胆识,得益于科技人员的不懈努力。南京玻璃纤维研究设计院的科技工作者们,以推动科技进步、促进行业发展为己任,为中国玻璃纤维行业发展做出了重要贡献。“玻璃纤维池窑拉丝技术与装备开发”荣获 2001 年度国家科技进步一等奖,是对南京玻璃纤维研究设计院及其科技工作者们最好的肯定。这次《连续玻璃纤维制造工艺》第 3 版的成功编译出版,凝聚了姜肇中、高建枢、叶鼎铨、钱世准等老一代科技工作者的心血和汗水,体现了陈尚、王玉梅等中年知识分

子的睿智和能力,印证了成长的青年一代的素养和事业心。中国玻璃纤维工业后继有人,是事业做大做强、继往开来的希望所在。

材料是人类赖以生存和发展的物质基础,是社会进步程度的主要标志,人们把信息、材料和能源誉为当代文明的三大支柱。玻璃纤维在国民经济建设、国防建设和人民生活中的应用越来越广泛。玻璃纤维是多学科交叉的结果,是与实际使用结合非常密切的纤维材料。研究开发玻璃纤维制造工艺、装备和制品,目的在于开发新材料,提高性能和质量,合理使用玻璃纤维,同时降低制造成本、减少污染。玻璃纤维工业是正在发展中的产业,将随着经济和科技的发展而不断充实和完善。相信本书的出版,对玻璃纤维行业的技术进步和创新将产生积极的影响,对无机材料领域也将产生重要的推动作用。

赵海

2008年8月8日于南京玻璃纤维研究设计院

编译者的话

1973年英国人 K. L. 洛温斯坦先生的专著《连续玻璃纤维制造工艺》由 Elsevier 出版,这是第一本关于连续玻璃纤维生产制造工艺技术的著作,问市以来受到了业内人士的普遍欢迎,此后该书又分别于 1983 年和 1993 年两次修订和再版。1977 年南京玻璃纤维研究设计院就曾组织技术人员编译了此书,并由中国建筑工业出版社出版。30 多年来,《连续玻璃纤维制造工艺》(中译本)一直是我国从事玻璃纤维制造技术、制造工艺研究、设计及生产质量控制人员的必读书籍,但由于当时印数较少,加上出版年代久远,这本书现已难觅踪迹。应读者的要求,南京玻璃纤维研究设计院决定再次组织有关技术人员翻译出版《连续玻璃纤维制造工艺》(第 3 版)。

近十几年来,玻璃纤维工业得到了快速的发展,玻璃熔窑向更大型化发展,产品的应用领域不断拓展,产品品种也更加丰富多彩。新技术和新工艺的应用提高了经济效益,如新的玻璃成分更符合环保要求,纯氧燃烧技术的应用使能源更加节省也更加环保。在本书的翻译过程中,我们多次与洛温斯坦先生联系,希望将这些玻璃纤维制造技术和工艺的新发展在新的中译本中反映出来,并提出了补充的提纲。洛温斯坦先生对此提议十分赞赏,但他表示自己年事已高,对补充完善此书已感力不从心,授权我们在翻译此书的同时,对书的内容进行修改

和补充,以弥补缺憾。其中第7章在内容上对原书进行了重新编排和补充,其余章节的补充部分已在目录和正文中用“*”标出。同时,为了与原书区别,我们特将修改和补充部分的图表编号用3位数字表示,而其余部分保留了原书的2位数字编号。

本书由南京玻璃纤维研究设计院陈尚负责策划,高建枢、钱世准负责原书的翻译,王玉梅、姜肇中负责补充内容的编著和全书的审定。国家玻璃纤维产品质量监督检验中心叶鼎铨、王熙艳、孙文兵、黄英、李勇、吴永坤、崔军、张剑红、方允伟、杨春颖等也参加了本书的翻译和出版工作。

由于我们的水平有限,错误和疏漏之处在所难免,恳请读者提出宝贵意见。

编译者

2008年8月

第3版前言

本书主要论述拉制成连续直线状态的玻璃纤维,这种玻璃纤维有别于玻璃棉。这种连续玻璃纤维可能最终会被加工成短纤维,甚至在它们的拉制过程中就被切短,但是它们是用机械拉伸的方法从拉丝炉(漏板)中连续拉制成纤维的。因此,这种纤维的特点是具有一定的直径,并且直径的偏差很小,除此之外它还成直线状态。而玻璃棉是由许多短纤维组成的,它虽然也有一定的平均直径,但它的直径的范围很大,此外,玻璃棉的纤维在成形后是弯曲的,并且还交缠在一起。

虽然玻璃纤维和玻璃棉的制造工艺在某些方面是相似的,但它们的成纤过程是不同的,因而它们在纤维的结构方面也是不同的。连续玻璃纤维以一定的速度用机械方式牵伸而成,而玻璃棉是用气体喷吹的方法制成的,所以玻璃棉的纤维长度较短并且彼此交缠在一起。

连续玻璃纤维主要用作树脂、热塑性塑料、沥青和水泥的增强材料,玻璃棉主要用作绝热隔音材料。

这两种玻璃纤维的生产工艺有很大的不同,因此需要分别介绍,并且,这两种玻璃纤维产品的市场也是不同的。因此,本书中所要介绍的玻璃纤维专指连续玻璃纤维。

玻璃纤维工业在历史上是塑料和纺织工业的一部分。现在它已经在建筑工业和运输工业中树立了牢固的

地位。玻璃纤维与合适的塑料一起使用,可以用作制造船舶、飞机部件、汽车零部件、透明和半透明屋面板、沥青屋面毡、住房屋面瓦(北美地区)、PVC 泡沫地板以及公共建筑和公共汽车中的座椅等的原料。最大的用户之一是印制线路板。玻璃纤维织物现在已经广泛用作垂直百叶窗,以代替帷幕和窗帘。从技术上来说,玻璃纤维的制造工业是玻璃工业的一部分,但它的下游加工过程是与纺织工业有关的。

20 年以前出版的本书第 1 版开始把玻璃纤维的制造方法作为应用科学的一部分。其后玻璃纤维的技术开发获得了长足的进展,虽然有一些曲折,但是玻璃纤维的应用领域还是在不断扩大中。

玻璃纤维工业已经成为一个非常有竞争性的行业。也许是为了保守秘密,或者是为了减少费用,反正最近 10 年来公布的关于玻璃纤维的专利数量是明显减少了。这就使外行要了解其技术进展的可信趋势更加困难了。

本版内容的编排基本上保持不变,但增加了一章叫健康和安全的。这不但对搞生产的人是有好处的,对玻璃纤维的使用者也有好处。

虽然玻璃纤维的制造工业涉及技术秘密,但如果没有作者与该行业中的许多朋友的广泛交流,就不可能写出本书,也不可能对它进行修订。这些同行朋友或者来自应用先进工艺的现代化工厂,或者来自正在努力迎头赶上的发展中国家。

我要感谢为我在本版中提供图片的个人和公司。也要感谢为本版绘制新图的 Clifford Mosey 先生,以及提供信息和提出批评的各位朋友。还要感谢文字处理器和软

件的发明人,没有他们的发明我不可能对本书进行修订。
最后,还要感谢英国 Messrs. Kabel Teknik 公司的经理
们,他们为我提供了办公室和通讯工具。

K. L. 洛温斯坦

玻璃纤维术语汇编

- “A”玻璃 有时候用于制造玻璃纤维的含碱玻璃成分。
- ARG 或 AR 玻璃 用于制造增强水泥用纤维的抗碱玻璃成分。
- 底板 参见漏孔板
- 多孔板 安装在坩锅内的有孔金属板,用于加热玻璃或保持玻璃球(使用玻璃球时)。
- 配合料 将原料按计算出的比例混合以后的混合料,在熔化以后可以得到所需要的玻璃成分。
- 漏板 通常由铂族金属材料制造的用于熔融玻璃纤维成型的小型窑炉。
- 漏板耳朵 参见漏板端子。
- 漏板托架 把漏板架在耐火材料之间的金属托架。
- 漏板端子 在漏板的每一边起与电源联结作用的厚平板。
- 蝶形装置 见排线器。
- “C”玻璃 用于制造玻璃纤维的一种耐碱玻璃成分。
- 原丝筒 卷绕在拉丝机机头上的玻璃纤维原丝的原始卷装。
- Cemfil 用作水泥增强材料的一种耐碱玻璃纤维产品的注册商标名。
- 短切原丝 切断的玻璃纤维原丝。
- 短切原丝毡 一种由短切玻璃纤维原丝通过粘结剂合在一起的非织造织物。
- 机头 在拉丝过程中卷绕玻璃纤维原丝的旋转圆筒。

复合材料	由一种以上材料例如玻璃纤维和树脂组成的材料。
连续原丝毡	一种用粘结剂将沉积在平面上的未切断的槽集束纤维原丝粘合在一起的非织造织物(也称连续纤维毡、卷曲纤维毡)。
偶联剂	用于改善纤维增强材料和复合材料基体之间粘结性的有机金属化合物。
投料口	在玻璃熔窑的侧墙上用于投入配合料的开口和结构。
直接窑炉	一种连接到安装有漏板的通路上的从原料熔制玻璃的窑炉,从漏板中可以将玻璃直接拉制成玻璃纤维。
“E”玻璃	一种用于制造连续玻璃纤维的通用型玻璃,由于其化学成分以 Na_2O 计算的碱含量小于 1%,它的特点是具有高电阻率。
纤维玻璃(Fiberglass)	有时候指玻璃纤维,有时候又指玻璃纤维—树脂复合材料。它又是 Owens—Corning 玻璃纤维公司生产的玻璃纤维的商标名。
浸润剂(胶水)	在玻璃纤维拉丝过程中施加在玻璃纤维上的保护和润滑涂料。
纤维涂油器	在拉丝过程中将浸润剂涂覆到玻璃单丝上的装置。
单丝	从坩埚的一个漏嘴或漏孔中拉出的单根玻璃纤维。
冷却片(冷却器)	参见漏嘴冷却片。
通路	玻璃熔窑熔化部与制球或直接拉丝设备之间的通道,熔融玻璃流经通路时其性能被调整到制球或拉丝状态(熔化部和通路都是玻璃熔窑的一部分)。

集束器(或集束梳)	玻璃单丝通过时将其集束成原丝的装置。
玻璃纤维	已被拉制成纤维的玻璃的标准通用术语。
玻璃纸	参见屋面毡。
玻璃棉	被压缩成毡和其他形状的短的弯曲纤维,用作绝热材料。
锁结剂	参见偶联剂。
玻璃球	通常用 E 玻璃制成的玻璃的球状体,将其加到坩锅中熔化并以非直接或再熔化纤维生产方法拉制成纤维。
球窑	其通路 with 制球机相连的玻璃熔窑。
球坩埚	参见再熔化坩埚。
熔化部	玻璃熔窑的一部分,在此原料被熔化成玻璃。
磨碎纤维	将玻璃纤维原丝粉磨成的非常短的纤维。
漏嘴板	参见漏孔板。
漏嘴冷却片	位于坩埚漏孔板下面并插在各行漏嘴之间的热量吸收装置,其作用是从正在拉制出的纤维上吸收辐射能量。
漏孔板	也称底板和漏嘴板。组成坩埚底部的平板,在其上有许多漏嘴或漏孔。
再熔化坩埚	在纤维生产中以冷玻璃(通常为玻璃球)为原料的拉丝坩埚。
屋面毡	用作沥青屋面材料或 PVC 地面材料的增强材料的短切单丝非织造织物。
无捻粗纱	平行并且不加捻卷绕在一起的多根原丝,近年来也指卷绕的单股原丝。
无捻粗纱布	参见无捻粗纱织物。
“S”玻璃	(注册商标名),一种玻璃成分,用它制得的纤维具有比 E 玻璃纤维高的强度。

分槽集束原丝	从一个坩埚中拉出的原丝已被分成多根子原丝,但这些子原丝已卷绕成一个丝筒或粗纱筒。
原丝	粘合在一起的玻璃纤维单丝束。
卷曲纤维毡	参见连续原丝毡。
电极夹头	连接电源和坩埚电极的连接导体。
薄毡	参见屋面毡。
排线器	将原丝快速地排布在原丝筒或无捻粗纱拉丝机机头上的装置。
绕丝筒	由纸、纸板或塑料制造的圆柱体,将它套在机头上,拉丝过程中原丝被卷绕在上面。
排线装置	参见排线器。
拉丝机	将玻璃拉制成纤维并以原丝筒或无捻粗纱的形式集合的机器。
无捻粗纱织物	用无捻粗纱制成的玻璃纤维织物。
纱线	加捻的玻璃纤维原丝。

单位换算表

1 千克=2.2 磅

1 吨=1 000 千克=2 204.6 磅

1 美吨=2 000 磅=905 千克

1 米=1 000 毫米= 10^6 微米=39.4 英寸

1 千克/厘米²=14.22 磅/英寸²=98 千牛顿/米²=98 千帕

1 千卡=3.96 英热单位=4 200 焦耳

目 录

玻璃纤维术语汇编	18
单位换算表	22
第 1 章 简史	1
第 2 章 玻璃和玻璃纤维	6
参考文献	14
第 3 章 制品及原丝制造方法概述	15
3.1 制品	15
3.1.1 无捻粗纱	15
3.1.2 短切原丝	16
3.1.3 磨碎纤维	17
3.1.4 纱线	17
3.1.5 毡(非织造织物)	20
3.1.6 编织物*	24
3.1.7 针织物*	26
3.1.8 机织布	29
3.1.9 三维织物*	35
3.2 原丝制造方法概述	36
参考文献	42

第 4 章 玻璃制造	43
4.1 概述	43
4.2 玻璃成分	44
4.2.1 传统玻璃成分	44
4.2.2 新开发的玻璃成分*	51
4.3 制造 E 玻璃的原料选择	65
4.3.1 引进氧化硅(SiO_2)的原料	66
4.3.2 引进氧化铝(Al_2O_3)的原料	66
4.3.3 引进氧化硼(B_2O_3)的原料	67
4.3.4 引进氧化镁(MgO)的原料	68
4.3.5 引进氧化钙(CaO)的原料	69
4.3.6 引进氟化物(F_2)的原料	70
4.3.7 硫酸钠的使用	71
4.3.8 氧化铁(Fe_2O_3)	71
4.3.9 玻璃纤维废料的回收利用	71
4.4 原料的装卸、称量和配合料的制备	74
4.5 E 玻璃的生产	77
4.5.1 从玻璃熔化观点看 E 玻璃的特性	77
4.5.2 单元密生产 E 玻璃	78
4.5.3 E 玻璃单元密的设计参数	81
4.5.4 特殊部位	83
4.5.5 影响 E 玻璃单元密密龄的设计因素	88
4.5.6 服务设施和安全设备	90
4.5.7 仪表、控制和报警	97
4.5.8 制造 E 玻璃窑炉的新发展	101
4.5.9 单元密生产 E 玻璃引起的环境污染 的控制	110