



[英] C.W.伊文思 著

胶管工艺学

一九八三年七月廿八日

485
06

化学工业出版社

胶管工艺学

[英]C. W. 伊文思著

赵光贤 译

江 伟 校

化学工业出版社

039903

内 容 提 要

全书共分十六章，内容比较全面和系统，包括胶管类型介绍、原材料选用原则、结构及配方设计、制造工艺与设备、性能测试、胶管附件及总成、维护与保养、英汉对照名词解释，书末并附有换算表格。

本书特点是理论与实践相结合，并论及胶管生产工艺的最新进展情况。写法上由浅入深，通俗易懂。适宜于胶管制造行业技术人员、管理人员和技术工人阅读，亦可供胶管使用部门正确选用、装配、维护保养以及有关院校师生参考。

本书翻译中承虞仲华、王志豪二同志协助。

COLIN W. EVANS

HOSE TECHNOLOGY 2nd edition

Applied Science Publishers Ltd.
London, 1979

*

胶 管 工 艺 学

赵光贤译 江伟校

*

化学工业出版社出版

(北京和平里七区十六号楼)

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

开本787×1092^{1/32} 印张7^{5/8} 字数168千字 印数1—3,410

1983年4月北京第1版 1983年4月北京第1次印刷

统一书号15063·3474 定价0.80元

译 序

随着近代科学技术的发展、胶管生产技术亦不断变革,性能日益完善,从而使其应用范围日益广泛,无论是海洋、矿井、陆地还是宇宙空间等各个领域,都缺少不了胶管。在今天,可以说“胶管”这个产品名词与历史上的传统概念已有了很大差别。胶管的口径、长度还在不断扩展,输送介质从液体、气体到固态物质,工作压力从真空条件直到以往几乎只有有色金属管道才能承受的高压,新颖胶管还能承受多种介质的腐蚀,耐受温度的范围也迅速向正负两端延伸。近年来,胶管的制造技术、设计理论、新材料的选用、工艺设备、测试手段等持续不断地发生了很大的变化和革新,胶管生产正在趋向于形成一项要求特殊的专门领域。三十年来,国内胶管的生产不仅在品种、数量上有了迅速增长,更可喜的是在全国范围内初步建立了一些骨干企业和研究机构,正在开始形成一支关心胶管、有志专业研究的技术队伍。然而,我国现有胶管生产总的技术水平和国际先进相比,还有很大差距。为了不甘落后,只有努力学习,吸收国内外一切有用经验(哪怕是点滴经验),不断总结提高,急起直追,才能适应我国四个现代化的步伐。

《胶管工艺学》是一本内容比较全面的专著,初学者也易看懂,理论涉及不多,但是对于一般国内橡胶通用书刊中不常顾及的胶管特殊工艺技术叙述篇幅较多。原作者的意图似乎也是偏重于生产实践的描述,如对编织、缠绕、结构设

计、几种型芯和包铅、连续硫化等特殊工艺以及成品动态测试等等都作了比较详细的介绍，因此本书是近年来颇受欢迎的一部橡胶专业书。

该译著的出版对胶管制造行业人员将会有一定参考价值。期望在不久的将来有水平较高、更切合国情实际的自编著作问世。力争我国胶管生产尽早进入世界先进行列，这该是读者、译者和出版赞助者的共同愿望。

邹辛 于1981.12

原著第一版序

本书是论述胶管制造以及有关课题的第一本专著，是作为胶管制造厂内部使用的培训教材而编写的，尤其适合于技术、生产、销售及工艺等部门使用，本书对大专院校学生也有一定参考价值。此外，本书还编入了胶管不同使用部门感兴趣和对他们有指导意义的章节。

可以认为，胶管制造是一门技术要求和制作精确度都很高的科学。有鉴于此，作者试图以浅显易懂的方式，把可靠的经典性内容和最新的资料结合在一起，提供给读者。此外每章末附有与该章内容有关的一些近期出版的著作和参考文献。这些文献中的不少内容在编写本书时已被引用，之所以列出来是为了表明本书的权威性，并为读者提供进一步阅读的材料。

在培训工作中，如果从培训人员的需要出发，把讲授、理论学习和实际工作训练三者安排得当，往往是不易做到的。但是实际经验是无法替代的，这一点不论如何强调都不会过分。正如阅读游泳或驾车的技术书籍容易，而在实践中运用自如就不那么容易了。

在此，我诚挚地感谢我的公司——邓录普有限公司为本书提供公司所属工厂的照片，并允许出版。也要感谢我的同事梅德卡尔夫 (J. A. Medcalf) 先生赐以帮助和实际指导；感谢贝里 (Berry)、马林森 (Mallinson)、梅尔索 (Melsom)、罗布森 (Robson)、斯克尔斯 (Scales) 以及温菲尔德 (Wingfield)

先生们阅读、校核手稿和校样，并提出修改意见。还要感谢我的妻子，在本书编写期间对我的支持。特别要感谢我的秘书黛安·哈德卡斯尔 (Diene Hardcastle) 夫人，没有她在秘书工作上给予的支持，那么此刻资料搜集和编写都还不能完成。对为本书热情提供照片和插图的诸胶管制造厂商已在文中分别致谢，对在国际标准组织 (I·S·O·)、英国标准协会 (B·S·I·) 和英美橡胶制造商协会 (The British and American Rubber Manufacturers' Association) 中工作的朋友们也一并致谢。

最后，如果书中出现与邓录普公司意图相违之处，则只代表我个人的观点，而与公司无关。

柯林·W·伊文思

于盖茨黑德，洛费尔 (Low Fell, Gateshead)

原著第二版序

在本书的第一版序言中，曾提到过胶管制造是一门技术要求和制作精确度都很高的科学。尽管如此，作者还是试图把权威性的内容与一般性消息以浅显易懂的方式结合在一起，提供给读者。现在，这一希望——但愿这一希望不致因鲁莽而受到指责——已经达到，不然的话就不会有第二版的必要了。

对本书的某些评论包含一些有益的评价、建设性的批评以及忠告性的言词，这些批评中凡属正确的就予接受，而且尽可能地吸收在第二版中。这些变动中比较重要的一项是章节顺序的重排。同编写第一版时一样，即使在目前的条件下，这也非轻易之举。经过审慎的考虑后，可以认为新的内容安排比第一版更合乎逻辑，也就是做到把正在发展中的各种胶管制造操作程序和胶管类型统统列入。

胶管工艺进展和发展是稳定的，且以不断增长的速度持续着。新版本指出了这些发展中比较重要的一些，且对相应的各章作了补充说明。这些章节经过扩充，尽可能按需要和可能进行了重写。新添内容之一是列入（胶管用材料）耐化学性能表，该表概括了胶管制造中广泛使用的大部分聚合物材料。

我再一次向我的公司、我的同事、特别是贝里（Berry）、琼斯（Jones）、肯尼迪（Kennedy）、梅尔索（Melsom）、罗布森（Robson）以及温菲尔德（Wingfield）先生们致以由衷的

感谢，感谢他们阅读、校核手稿和校样，并提出修改意见。我要向我妻子通常保持温良的性格及对我的鼓励致谢，以及向我的秘书林达·司各脱 (Linda Scott) 夫人和海伦·费尔丁 (Helen Fielding) 夫人给予秘书工作上的支持致谢。

最后还要感谢所有为本书热心提供设备与厂房照片的诸胶管制造厂商 (已在文中分别致谢)，以及感谢在国际标准组织 (I.S.O.)、英国标准协会 (B.S. I.)、美国试验与材料会 (A.S.T.M.)、汽车工程师学会 (S.A.E.) 及英美制造商协会 (The British and American Rubber Manufacturers' Associations) 等机构中工作的朋友们的高度评价、大力指导和友谊。

书中如出现与邓录普公司意图相违之处，则只代表我本人的观点，而与我的公司无关。

柯林·W·伊文思

于盖茨黑德，洛费尔 (Low Fell, Gateshead)

目 录

第一章	引言	1
第二章	胶管设计和结构	5
第三章	骨架材料	10
第四章	制造方法、工厂和设备	13
第五章	配炼技术	42
第六章	压出	55
第七章	编织	69
第八章	硫化过程	91
第九章	胶管配件和接头	105
第十章	液压装配	120
第十一章	胶管标准化, 测试和规范	130
第十二章	质量和工艺控制	141
第十三章	技术故障的处理	149
第十四章	胶管的维护和保养	157
第十五章	胶管工业名词和术语解释	176
第十六章	胶管制造用聚合物的性能	206
附录:	换算表	223

第一章 引言

历史背景

自从人类历史的早期以来，流体和液体的输送尤其是水，一直是必需的，并为此设计了各种体系。这些体系的很多方面跟今天胶管所要求的用途一样。尽管所用的材料显著不同，但原理大致相仿。

在罗马时代甚至更早一些，人们就使用薄而柔软的皮革折叠做成的管子，后来用铜铆钉把接缝处铆合。这种用法即使在今天的日常生活中也可以看到，譬如在使用蒸汽机车的铁路沿线，铜铆皮管常作为水塔和机车水箱之间的挠性连接管。

随着十九世纪三十年代硫化的被发现，天然橡胶和更近一些时间发展起来的合成橡胶取代了皮革。为使管体更加结实、耐压，在其结构中加进了增强材料。就增强材料而言，其发展取决于合成纺织纤维的成长。

定 义

在橡胶工业中，按照公认的定义，胶管或塑料管由三个主要部分组成：

- (a) 内胶层或胶筒；
- (b) 增强层或骨架层；
- (c) 外胶层或保护层。

这一定义把胶管和普通的纯胶管区别开来，后者整个管壁都是由橡胶制成的，不含任何增强物。组成胶管的这三个部分对胶管的使用性能和使用寿命都起一定的作用。

例如内胶层处于管壁的最里层，它必须经过特殊的配合以满足使用条件，抗耐管内流过的物料的化学或物理作用。这些物料可以是固体、液体或气体中的任何一种形态，并且可以是酸性、碱性或中性的。如果输送介质是固态的话，且以比较高的速度通过，其对胶管的磨蚀作用就可能特别大，例如用于喷砂操作时就是如此。此外，也有些液体具有活性溶剂的性质。最后，但并非不重要的是操作温度包括了一个很宽广的范围，低至 -65°C ，高到 200°C (392°F) 甚至更高，特别在要求胶管耐燃、耐火的场合。

幸而并非所有这些性能是同时要求的。不过退一步来说，胶管配方人员和设计人员还得发挥他们的创造性。当然，现在有极其宽广的聚合物材料可供选择，并有更多的新材料接踵而来。这样说也许是正确的：即胶管工业几乎用遍了这些聚合物，通过它们的单用或并用，以达到所需的性能要求。

骨架层所用的增强材料类型取决于胶管的使用条件和性能要求，可以应用纱线或通过针织、编织、缠绕，圆织而成，亦可卷绕经斜裁或直裁的织物而得。如果所用的织物层超过一层，则通常在织物层之间夹上一层隔离胶，以防止使用时彼此磨损。

一般来说，胶管工作压力是应该选用什么材料的决定性因素。显然，对低压下应用的胶管例如园艺胶管，来说，宁可采用强度较逊的材料（如棉和亚麻纤维），而不使用钢丝。尼龙主要由于其固有的延伸特性，很少用作胶管增强材料，但恰恰是这种性能使它反而适用于汽车或卡车动力操纵系统

中的膨胀胶管。

外胶一般说来是胶管的外保护层，它必须按外界环境条件——诸如油和其它化学药品、天候老化（在某些条件下包括臭氧）、温度极限等——来设计配方。当胶管常被拖曳时还需附带考虑抗割和耐磨强度。

对绝大多数胶管来说，这三个基本部分都必须牢固地结合成一个整体，以提供最佳使用特性。

胶管的今天

为了充分估价胶管在现代世界中的重要性，首要的一点是概括了解其实用场所。作为非常广义的概括，可以把胶管的用途跟六个方面的应用联系起来：

（a）家用；（b）汽车；（c）液压和气压；

（d）石油工业；（e）矿冶工业；（f）通用工业。

而且，可能由于进行这样的概括，或者更确切地说，由于应用环境的不同，也可以分成三种压力等级：

（a）低压——工作压力低于20巴；

（b）中压——工作压力为20~70巴；

（c）高压——工作压力高于70巴。

再一种概括（鉴于主题的含义如此广泛，具体应用的差别又如此大，因此不可能作过分专门的详述），根据原材料来分，胶管内外胶所用的聚合物包括天然胶、丁苯胶、氯丁胶、丁腈胶、三元乙丙胶和聚氯乙烯；而骨架材料（当然根据压力）包括棉、麻、人造丝、聚酯、尼龙、芳香聚酰胺以及细支钢丝。

此外，胶管的制造技术取决于胶管的实际类型和应用，当然每一种都是人们所熟知的，这些方法主要包括：

- (a) 模压长胶管——无芯；
- (b) 包布机制——有芯；
- (c) 卧式增强——编织、缠绕或搭接缠绕——有芯；
- (d) 手制胶管（包括吸引管）——有芯；
- (e) 长有芯（软质）胶管；
- (f) 织物套胶管——圆织；
- (g) 直接蒸汽硫化、包括水浴硫化。

未 来

胶管工业各分支的未来都是光明的，并将在全世界范围内的提高机械化、自动化、节省人力、引入省工装置等方面继续成长，这适用于从家用胶管到超级油轮胶管。出于生态学方面的理由，必须在产品中增加附加的安全措施，以防止对环境的污染。当ISO（国际标准组织）和世界各国纷纷考虑胶管标准之际，对任何一门工业或必须使用胶管的部门来说，都需要予以密切注意。

推 荐 读 物

Blow, C. M., Rubber Technology and Manufacture, P. 379. Chapter 10. 3 Hose, C. W. Evans (Butterworths) 1971.

Bradshaw, W. D. and Welsby, J. A., I. R. I. Proc. 1966, vol 13.79. Hose Handbook, 4th edition, R. M. A. Inc., 1979.

Vanderbitt Hardbook, 1978, P. 709. Hose, A. E. Williams (Norwalk, Conn., USA).

第二章 胶管设计和结构

除已讲到的各种胶管内、外层胶所用的特定胶料及它们的一般特性以外,胶管最重要的设计特征是它的骨架层结构。我们必须考虑用于胶管的各种织物以及安全系数,但织物的铺放角度以及所达到的爆破压力在胶管设计中具有特殊重要性。至于纺织纱线或帘线在胶管内胶筒上的铺放角或缠绕角,

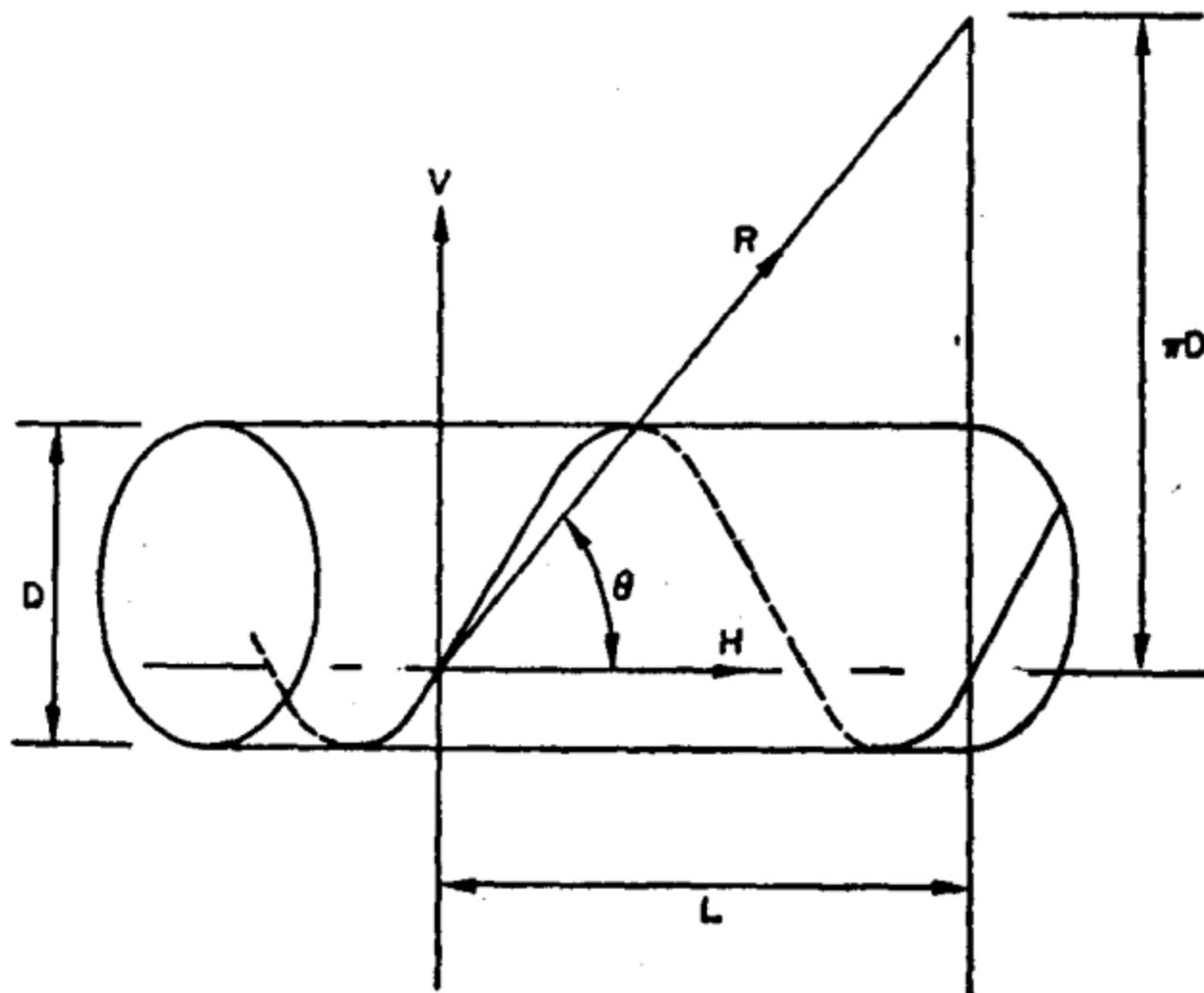


图 1 中性角的推导

通常设计人员总是力求达到所谓“中性角”。根据数学计算，中性角应等于 $54^{\circ}44'$ 。在这一角度下，胶管在内压情况下，纵向、径向均无移动。当铺放角与中性角不同时，则可以预测胶管的移动。

- (a) 当编织角大于中性角时：
 (1) 胶管长度将增加；
 (2) 胶管直径将缩小
- (b) 当编织角小于中性角时：
 (1) 胶管长度缩短；
 (2) 胶管直径增大。

中心角推导 (见图 1)

$$\tan\theta = \frac{V}{H} \qquad \tan\theta = \frac{\pi D}{L}$$

$$H = \frac{P \times D^2 \times \pi}{4} \qquad \text{或} \qquad L = \frac{\pi D}{\tan\theta}$$

$$V = \frac{P \times D \times L}{2} \qquad \text{或} \qquad V = \frac{P \times D^2 \times \pi}{2 \times \tan\theta}$$

$$\tan\theta = \frac{(P \times D^2 \times \pi) / (2 \times \tan\theta)}{(P \times D^2 \times \pi) / 4} = \frac{2}{\tan\theta}$$

$$\tan^2\theta = 2 \qquad \text{或} \qquad \tan\theta = \sqrt{2} = 1.414$$

$$\theta = 54^{\circ}44'$$

编织角的测定

$$\tan\theta = \frac{\pi D}{L}$$

式中 θ = 编织角；

D = 骨架层平均直径;

L = 螺旋节距或导程。

编织或缠绕胶管的爆破公式

(周向力爆破)

$$P = \frac{2 \times N \times R \times \sin \theta}{D \times L}$$

式中 P = 爆破压力;

N = 沿两个方向的编织或缠绕纱线或线绳的总根数;

R = 纱线或帘绳的断裂强度;

D = 骨架层平均外径;

L = 缠绕层节距或导程。

夹布胶管的爆破公式

(周向力爆破)

$$P = \frac{2 \times V}{D \times L}$$

$$V = 2 \times S \times \sin 45^\circ \times N$$

$$P = \frac{2.83 \times S \times N \times F}{D}$$

$$\left(\text{当 } F = 0.80 \text{ 平均值时, } P = \frac{2.26 \times S \times N}{D} \right)$$

式中 P = 爆破压力;

D = 平均层直径;

V = 周向力;

L = 织物长度单位 (1 英寸);

S = 织物的最小布条强度;