

# 防护用

# 纺织品

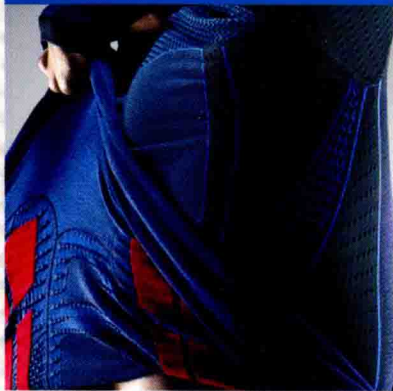
FANGHUYONG FANGZHIPIN

[英] 理查德·A. 斯科特 编

龚小舟 凌文漪 杨大祥 等译

NEW

# TEXTILES



中国纺织出版社

经纬

---

*Fang Zhi Pin*

# 防护用纺织品

---

[英] 理查德·A.斯科特 编

龚小舟 凌文漪 杨大祥 等译



中国纺织出版社

## 内 容 提 要

当今,人们对纺织品的要求不仅仅满足于美观和舒适,随着对自身保护意识的提高,对纺织品的安全、防护性能提出了更高的要求。本书在叙述防护服发展历史及设计原理的基础上,针对不同种类的防护服进行了较为全面的介绍,这里涉及的防护服种类包括化学防护服、抗紫外线防护服、呼吸道防护服、防弹服、抗静电服、生化防护服、消防服、防刺服、飞行服及石油/天然气防护服。同时,在相应章节总结了上述防护服的防护机理、加工技术及检测方法。

编译此书,我们谨希望为从事防护服及其材料研究的工程及技术人员,提供此方面的信息,以供参考,同时也可作为纺织等相关专业的本科生和研究生教学或自学参考教材。

原文书名: Textiles for protection

原作者名: Richard A. Scott

Original English language edition published by Woodhead Publishing Ltd.

Copyright © 2005 Woodhead Publishing Limited

All rights Reserved Woodhead Publishing Limited

本书中文简体版经Woodhead Publishing Limited授权,由中国纺织出版社独家出版发行。

本书内容未经出版者书面许可,不得以任何方式或任何手段复制、转载或刊登。

著作权合同登记号:图字:01-2011-7511

### 图书在版编目(CIP)数据

防护用纺织品 / (英)斯科特编;龚小舟等译. —

北京:中国纺织出版社,2016.3

ISBN 978-7-5180-2220-5

I.①防… II.①斯… ②龚… III.①纺织品—劳动  
保护用品—研究 IV.①X924.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第295542号

---

责任编辑:王军锋 责任校对:楼旭红 责任设计:何建  
责任印制:何建

---

中国纺织出版社出版发行

地址:北京市朝阳区百子湾东里A407号楼 邮政编码:100124

销售电话:010—67004422 传真:010—87155801

<http://www.c-textilep.com>

E-mail:[faxing@c-textilep.com](mailto:faxing@c-textilep.com)

中国纺织出版社天猫旗舰店

官方微博<http://weibo.com/2119887771>

三河市宏盛印务有限公司印刷 各地新华书店经销

2016年3月第1版第1次印刷

开本:710×1000 1/16 印张:25

字数:437千字 定价:78.00元

---

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社图书营销中心调换

## 前 言

人类进入21世纪后，科学技术得到了突飞猛进的发展。人们的自身保护意识越来越强，对纺织品的安全、防护性要求越来越高。纺织产品呈现出生态性、高性能、多功能、智能化方向发展的趋势。例如，服用纺织品要求舒适、卫生、环保，并具有透湿排汗、隔热保暖、防紫外线等功能；军用纺织品则需要阻燃、防弹、防刺等功能。科技的发展使人们处于各种恶劣环境中的可能性增加，故对人身安全的需求也随之大大提高。为此，要求服用纺织品能为那些处于潜在或严重危险环境中的工作人员提供特殊的保护。

本书是由英国纺织学会（The Textile Institute）出版发行的*Textiles for protection*一书的译著，原著由Richard A.Scott教授组织编写。该书总结并提炼了各种类型防护服装的防护机理、加工技术及检测方法，内容涵盖了化学品防护、呼吸道防护、弹道防护、静电防护、生化防护、飞行服、消防服等各类防护用服装及其装备的设计、制造、工艺和性能。

本书的内容是近年来关于防护服及其材料覆盖面最广，讲述最详细的一本著作，所引用的研究成果来源于国际公认著名期刊发表的高水平研究论文或美、英、德、加等国大型科研院所的权威报告。编译此书，我们旨在为从事防护类纺织品的教学、研究及工程技术人员提供信息，以供参考。

本书由武汉纺织大学和北京市环境保护科学研究院的专家学者共同编译。具体章节的编译者：第一、第二章龚小舟；第

三章索盈；第四章武继松、肖军；第五章张尚勇、龚小舟；第六章黄建华；第七章王晓广；第八章柯贵珍；第九章龚小舟；第十章杨大祥；第十一章潘勇军；第十二章龚小舟；第十三章凌文漪；第十四章周熠、龚小舟；第十五章杨大祥；第十六章李建强。

另外，参与本书编译工作的人员还包括吴海燕、周晓洁、段园、贾一帆、戴佳宇、李秀敏、李瑞雪、张海芬、周梅、周颖、于文娟、周杰、胡明进、路波、陈炼、冉紫鸳、靳新亚、黄涛、王小青、程燕、邓烨华、危依、王娟、郁玉婷、邓雪姣、项光耀、张彦彦、李宗海、沈兆娟、罗翠香、王婉萍、聂磊、江磊、王海林、高喜超、燕潇、吴晓清、胡雨和裴鹏英等。

由于编译者水平有限，书中难免有疏漏和错误之处，敬请广大读者批评指正。

武汉纺织大学

龚小舟

2016年1月

# 目 录

<b>第1章 防护服概况</b> .....	1
1.1 背景介绍 .....	1
1.2 市场前景 .....	1
1.3 产品分类 .....	2
1.3.1 消防服 .....	3
1.3.2 热/冷防护服 .....	3
1.3.3 化学防护 .....	4
1.3.4 抗冲击防护 .....	4
1.3.5 生物防护 .....	5
1.3.6 防辐射服 .....	6
1.3.7 电防护 .....	8
1.3.8 视觉防护 .....	9
1.4 材料和技术 .....	9
1.4.1 纤维及纱线 .....	10
1.4.2 织物 .....	11
1.4.3 后整理 .....	13
1.4.4 缝合、黏合 .....	13
1.5 个人防护服的未来趋势 .....	13
1.5.1 极具舒适性的高性能服装 .....	13
1.5.2 纳米技术 .....	14
1.5.3 生物技术 .....	15
1.5.4 电子技术 .....	15
参考文献 .....	16
<b>第2章 防护用纺织品的标准</b> .....	24
2.1 背景介绍 .....	24
2.1.1 防护用纺织品的市场潜在需求 .....	24

2.1.2	相关领域标准工作的基础/目标 .....	26
2.1.3	标准的主要分类 .....	27
2.2	需求 .....	28
2.2.1	社会和技术的因素 .....	28
2.2.2	基本健康和安全需求 .....	28
2.2.3	额外的需求 .....	30
2.3	国际标准 .....	32
2.3.1	国际ISO标准 .....	32
2.3.2	欧洲标准 .....	33
2.3.3	各类防护服的基本标准 .....	34
2.3.4	防护用纺织品概述 .....	35
2.4	认证 .....	38
2.4.1	欧盟类检测 .....	38
2.4.2	制造商的责任 .....	39
2.4.3	产品质量管理和风险评估 .....	40
2.5	未来趋势 .....	41
2.6	进一步的文献资料阅读 .....	42
2.6.1	与防护用纺织品及其标准有关的各种会议 .....	42
2.6.2	世界组织机构 .....	42
	参考文献 .....	44
<b>第3章</b>	<b>时尚与功能——影响防护服设计及使用的因素</b> .....	<b>46</b>
3.1	背景介绍 .....	46
3.2	影响设计开发过程的因素 .....	47
3.2.1	时尚流行因素 .....	47
3.2.2	功能设计和时尚设计 .....	48
3.2.3	防护服开发设计过程模型 .....	50
3.2.4	防护服设计框架 .....	52
3.2.5	防护面料的选择 .....	55
3.3	服装系统和功能 .....	55
3.3.1	服装系统和防护 .....	55
3.3.2	服装系统深度剖析 .....	57
3.4	时尚和功能的协调一致 .....	60
3.4.1	市场和评估 .....	60

3.4.2 案例分析 .....	60
3.5 未来的趋势 .....	62
3.6 扩展阅读 .....	64
参考文献 .....	65
<b>第4章 防护用纤维与织物 .....</b>	<b>67</b>
4.1 背景介绍 .....	67
4.1.1 纤维类型综述 .....	67
4.1.2 细度和力学性能的单位 .....	68
4.1.3 纤维素、蛋白质和合成纤维 .....	69
4.1.4 蜘蛛丝 .....	69
4.1.5 性能比较 .....	70
4.2 高弹纤维 .....	71
4.2.1 能量吸收 .....	71
4.2.2 锦纶 .....	72
4.2.3 涤纶 .....	72
4.3 碳纤维 .....	73
4.3.1 石墨纤维 .....	73
4.3.2 其他类型的碳纤维 .....	74
4.4 芳纶及相关纤维 .....	74
4.4.1 高模—高强 (HM—HT) 纤维的特征 .....	74
4.4.2 芳纶 (Kevlar <sup>®</sup> 和Twaron <sup>®</sup> ) .....	75
4.4.3 共聚物纤维 (Technora <sup>®</sup> ) .....	76
4.4.4 间位芳纶 (Nomex <sup>®</sup> ) .....	76
4.4.5 其他芳香族高模—高强纤维 .....	76
4.5 高模聚乙烯纤维 .....	77
4.5.1 凝胶纺纤维 .....	77
4.5.2 其他高模量聚乙烯纤维 .....	78
4.6 PBO和M5纤维 .....	78
4.6.1 聚苯并噁唑纤维 (PBO) .....	78
4.6.2 PIPD或M5纤维 .....	79
4.7 无机纤维 .....	79
4.7.1 无机纤维的一般特征 .....	79
4.7.2 玻璃纤维 .....	79



4.7.3	陶瓷纤维	80
4.8	具有防护功能的纤维	81
4.8.1	概述	81
4.8.2	耐化学腐蚀纤维	82
4.8.3	耐热纤维	83
4.9	纳米纤维	85
4.9.1	纤维细度	85
4.9.2	静电纺丝	85
4.9.3	碳纳米管	86
4.10	从纤维到织物	87
4.10.1	非织造布	87
4.10.2	纱线	87
4.10.3	机织物	88
4.10.4	编织	90
4.10.5	针织	90
4.10.6	织物后加工	92
4.10.7	复合材料	93
	参考文献	93
<b>第5章 防护用技术纺织品</b>		<b>97</b>
5.1	背景介绍	97
5.2	技术纺织品	97
5.2.1	纤维	99
5.2.2	纱线	99
5.2.3	机织物	100
5.2.4	针织物	101
5.2.5	非织造布	103
5.2.6	三维机织物	105
5.2.7	非交织结构	105
5.2.8	后整理	105
5.2.9	缝纫与接缝方式	106
5.3	危害的种类	106
5.4	机械危害	106
5.4.1	子弹及刀具防护	107

5.4.2	钝器防护 .....	108
5.5	压力危害 .....	109
5.5.1	大气压力危害 .....	110
5.5.2	噪声危害 .....	110
5.6	环境危害及火灾 .....	110
5.6.1	环境危害 .....	110
5.6.2	火灾 .....	110
5.7	化学和生物危害 .....	111
5.7.1	化学危害 .....	111
5.7.2	生物危害 .....	112
5.8	电子和电磁辐射危害 .....	113
5.8.1	电子危害 .....	113
5.8.2	核辐射危害 .....	113
5.9	未来趋势 .....	114
	参考文献 .....	114
 <b>第6章 用暖体假人评价防护服性能 .....</b>		<b>117</b>
6.1	引言 .....	117
6.1.1	防护服系统 .....	117
6.1.2	舒适与安全 .....	118
6.2	暖体假人 .....	118
6.3	测量防护服的热阻 .....	119
6.3.1	标准 .....	119
6.3.2	方法 .....	119
6.3.3	服装面积系数 .....	120
6.4	测量防护服系统的蒸发阻抗 .....	122
6.4.1	标准 .....	122
6.4.2	方法 .....	122
6.4.3	透湿指数 .....	123
6.5	配套服装的测试数据 .....	123
6.6	可活动的假人 .....	125
6.7	假人测试与织物测试 .....	126
6.8	瞬态条件下的假人试验 .....	127
6.9	结束语 .....	127

参考文献 .....	127
<b>第7章 化学防护 .....</b>	<b>131</b>
7.1 背景介绍 .....	131
7.2 化学防护服的分类 .....	131
7.2.1 按设计特征进行分类 .....	131
7.2.2 按性能特征进行分类 .....	132
7.2.3 按使用寿命特征进行分类 .....	133
7.2.4 化学防护服的整体分类 .....	135
7.3 服装类型、材料、设计特征和尺寸 .....	135
7.3.1 服装材料类型 .....	136
7.3.2 服装材料 .....	137
7.3.3 服装设计特点 .....	139
7.3.4 服装尺寸标注 .....	142
7.4 服装材料耐化学性能测试 .....	143
7.4.1 耐化学降解性能测试 .....	143
7.4.2 抗化学液体渗透性能测试 .....	145
7.4.3 穿透性能测试 .....	150
7.5 化学防护服的整体性能 .....	157
7.5.1 抗颗粒性能测试 .....	158
7.5.2 抗液体性能测试 .....	158
7.5.3 抗气体渗透性能测试 .....	160
7.6 化学防护服的其他性能 .....	160
7.6.1 化学防护服材料的物理性能 .....	160
7.6.2 化学防护服的人体工程学性能 .....	162
7.7 化学防护服的规格和分类标准 .....	163
7.8 总结 .....	164
参考文献 .....	165
附录：各类与化学防护有关的标准 .....	168
<b>第8章 防紫外线纺织品 .....</b>	<b>175</b>
8.1 前言 .....	175
8.2 紫外线辐射 .....	176
8.3 纺织品防紫外线性能的评价 .....	176

8.3.1	仪器法(体外测试)	176
8.3.2	直接测试法(体内试验)	178
8.3.3	仪器测量(UPF/分光光度计)和直接测量 (SPF/人体皮肤)的对比	179
8.4	防紫外线纺织品的有关标准	180
8.4.1	澳大利亚/新西兰标准	180
8.4.2	美国标准	181
8.4.3	欧洲标准	181
8.5	防紫外线纺织品	182
8.5.1	纤维化学性质与紫外线防护	182
8.5.2	织物结构和紫外线防护	183
8.5.3	颜色和紫外线防护	185
8.5.4	添加剂和紫外防护	186
8.5.5	拉伸与紫外线防护	187
8.5.6	吸湿和紫外线防护	188
8.5.7	洗涤对紫外线防护性能的影响	188
8.6	未来发展趋势	189
	参考文献	190
<b>第9章</b>	<b>呼吸道防护</b>	<b>195</b>
9.1	背景介绍	195
9.2	过滤理论	196
9.2.1	纤维束结构中的速度场	196
9.2.2	过滤的效率	200
9.2.3	单纤维过滤机理	201
9.3	描述呼吸阻力的理论	206
9.4	用于呼吸道防护过滤材料的生产方法	207
9.4.1	非织造过滤材料的分类	207
9.4.2	用于呼吸道保护非织造布的生产技术	209
9.5	用于呼吸道防护滤材的性能评估	216
9.5.1	凝胶颗粒的渗透	217
9.5.2	呼吸阻力	218
9.5.3	呼吸阻力值	219
9.5.4	总渗漏量	220

参考文献 .....	220
附录: 表达符号 .....	223
<b>第10章 弹道防护 .....</b>	<b>226</b>
10.1 背景介绍 .....	226
10.2 防弹衣的历史 .....	226
10.2.1 古代装甲 .....	226
10.2.2 现代防弹衣 .....	227
10.2.3 现代轻量化防弹衣 .....	228
10.3 弹道防护材料 .....	229
10.3.1 硬质防弹衣 .....	229
10.3.2 软质防弹衣 .....	229
10.4 可用于防弹衣的织物结构 .....	232
10.5 防弹衣的工作机理 .....	234
10.6 美国国家司法学会 (NIJ) 对防弹衣的测试方法 .....	235
10.6.1 美国国家司法学会 (NIJ) 防弹衣测试标准的简短 历史 .....	235
10.6.2 国家司法研究所 (NIJ) 对防弹衣的分类方法 .....	236
10.6.3 射击目标的选择 .....	238
10.7 防弹衣的设计和制造 .....	239
10.7.1 防弹背心的设计 .....	240
10.7.2 女性防弹背心的设计 .....	240
10.7.3 织物层数和防护水平 .....	241
10.8 防弹头盔 .....	241
10.8.1 现代防弹头盔 .....	242
10.8.2 防弹头盔的测试标准 .....	243
10.8.3 防弹头盔的测试流程 .....	243
10.9 未来趋势 .....	244
参考文献 .....	245
<b>第11章 静电防护 .....</b>	<b>247</b>
11.1 背景介绍 .....	247
11.2 静电原理 .....	248
11.2.1 材料的静电性能 .....	248

11.2.2	电荷的积聚 .....	249
11.2.3	电荷分散 .....	250
11.2.4	环境条件的影响 .....	251
11.3	静电危害 .....	252
11.3.1	静电荷放电的要求 .....	252
11.3.2	最大电荷密度 .....	253
11.3.3	最小着燃能量 .....	253
11.4	测试技术 .....	254
11.4.1	小范围试验 .....	254
11.4.2	电场 .....	254
11.4.3	电荷 .....	255
11.4.4	电阻和电荷衰减 .....	255
11.4.5	电压 .....	256
11.4.6	静电释放 .....	256
11.4.7	人体模特实验 .....	257
11.5	静电荷的减少 .....	258
11.5.1	材料与设计 .....	259
11.5.2	制造加工 .....	259
11.5.3	整理工艺 .....	260
11.6	未来的趋势 .....	261
11.7	扩展阅读 .....	262
11.7.1	静电防护信息 .....	262
11.7.2	与静电防护有关的组织机构 .....	263
11.7.3	静电防护标准与规定 .....	263
11.7.4	与静电防护有关的设备和测试服务机构 .....	264
参考文献	.....	264
<b>第12章</b>	<b>生化防护 .....</b>	<b>271</b>
12.1	前言 .....	271
12.1.1	生化战争的历史及目前的危害 .....	271
12.1.2	生化武器及其危害 .....	272
12.1.3	新出现的危害 .....	274
12.2	目前生化防护服和个体装备标准 .....	274
12.2.1	军用生化防护服 .....	274

12.2.2	民用生化防护服 .....	275
12.3	不同类型的防护材料 .....	276
12.3.1	渗透性材料 .....	276
12.3.2	半渗透性材料 .....	276
12.3.3	不渗透材料 .....	277
12.3.4	选择性渗透膜材料 .....	277
12.4	防护材料设计 .....	279
12.4.1	现有材料的防护性能 .....	279
12.4.2	防护材料的相容性及一体性 .....	280
12.4.3	穿着舒适性能和材料耐久性能 .....	281
12.4.4	成本因素 .....	281
12.5	防护服系统设计 .....	281
12.5.1	套装或一片式防护服 .....	281
12.5.2	两片式防护服 .....	282
12.5.3	防护内衣 .....	282
12.5.4	多层材料组成防护服 .....	282
12.5.5	防护服密封接口、组成和系统 .....	282
12.6	生化防护服材料和服装系统测试与评估 .....	283
12.6.1	材料水平测试 .....	283
12.6.2	化学试剂的隔离性能 .....	284
12.6.3	化学反应性能 .....	285
12.6.4	生物隔离性能 .....	285
12.6.5	生物活性、性能 .....	285
12.6.6	物理性能 .....	286
12.6.7	湿气传递性能 .....	287
12.6.8	耐久性能测试 .....	287
12.7	未来趋势 .....	289
	参考文献 .....	289
	附录 .....	292
附录一	化学战争试剂特征 .....	292
附录二	选择性生物试剂特征 .....	299
附录三	防护手套和鞋子 .....	304
附录四	外套及其他化学防护服系统 .....	304
附录五	ITAP、STEPO和其他民用生化防护服系统 .....	305

附录六 有毒工业化学品 .....	306
<b>第13章 消防服 .....</b>	<b>307</b>
13.1 背景介绍 .....	307
13.2 不同的任务与环境 .....	307
13.2.1 不同灭火任务中的危害 .....	308
13.2.2 意外事故统计 .....	310
13.3 防护服种类 .....	310
13.3.1 消防服 .....	310
13.3.2 与化学物质接触和在危险环境下工作的防护服 .....	311
13.3.3 用于不同救援工作的服装 .....	311
13.3.4 标准中制定的规格 .....	311
13.4 消防服使用的材料 .....	315
13.4.1 外层 .....	315
13.4.2 隔热内衬 .....	315
13.4.3 防潮层 .....	316
13.4.4 辅助材料 .....	316
13.5 设计、尺码和人体工程学 .....	316
13.6 润湿对热防护的影响 .....	318
13.7 选择、使用和保养 .....	319
13.8 未来趋势 .....	320
13.8.1 测试方法的发展 .....	320
13.8.2 智能织物的可能性 .....	321
13.8.3 结合可穿戴电子技术的服装 .....	321
13.9 结论 .....	321
参考文献 .....	321
<b>第14章 防刺服 .....</b>	<b>329</b>
14.1 背景介绍 .....	329
14.2 防刺服的历史 .....	329
14.3 警用护具 .....	330
14.4 利器的穿刺性能 .....	332
14.5 刀具的刺割机理 .....	334
14.6 刀具防护设计原理 .....	336



14.7	防护等级 .....	337
14.8	测试方法 .....	339
14.8.1	刀具的性能 .....	342
14.8.2	刀柄 .....	342
14.8.3	刺割的速度和力 .....	342
14.8.4	被攻击者应对冲击的方式 .....	342
14.9	防刺服的结构 .....	344
14.10	未来趋势 .....	347
	参考文献 .....	347
<b>第15章</b>	<b>飞行服 .....</b>	<b>349</b>
15.1	背景介绍 .....	349
15.2	飞行操作时的危害 .....	349
15.2.1	飞机坠毁与火灾 .....	349
15.2.2	其他危害 .....	350
15.3	飞行服的性能要求 .....	351
15.3.1	安全与防护性能 .....	352
15.3.2	舒适与活动自由度 .....	353
15.3.3	热舒适与热应变性能 .....	353
15.3.4	其他功能需求 .....	354
15.4	满足飞行服防护需求材料的作用 .....	354
15.5	服装设计参数的作用 .....	356
15.5.1	空气层的存在 .....	357
15.5.2	分层的影响 .....	358
15.5.3	服装开闭系统 .....	358
15.5.4	抗浸润飞行服和冷却机制 .....	359
15.5.5	抗重力服 .....	359
15.6	未来趋势 .....	360
15.7	结论 .....	360
	参考文献 .....	361
<b>第16章</b>	<b>石油和天然气行业工人防护服 .....</b>	<b>367</b>
16.1	简介 .....	367
16.2	工作环境中的危害 .....	367