

[日]福山郁生 主编 于瑞生 于瑞鑫 等译

安全工程学 实验法

北京理工大学出版社

内 容 简 介

本书根据日本横浜国立大学安全工程系教授,工学博士福山郁生主编的“安全工学实验法、火灾爆発、機械材料篇”一书译成。全书分三篇,分别论述机械可靠性及设备诊断技术;材料的强度与损伤;火灾与爆炸。对于各种实验方法有较详细的介绍,理论与实际联系密切,实用性较强。可作为高等学校实验教学参考书,亦可供从事安全工程研究、实验、管理的科学工作者和工程技术人员参考。

安全工程学实验法

〔日〕福山 郁生 主编

丁瑞生 丁瑞鑫等译

北京理工大学出版社出版

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京市房山区印刷厂印刷



787×1092毫米 32开本8.625印张191千字

1990年6月第一版 1990年6月第一次印刷

SBN 7-81013-329-2/TH·34

印数: 1—1400册

定价: 1.90元

译者前言

随着社会的生展，工业生产中的安全问题越来越受到全社会的普遍关注。工业生产中由于火灾、爆炸、机械材料故障而造成的事故在国内外经常发生。例如煤炭、石油、化工、冶金等工业生产中的气体、液体及气液混合物的非正常燃烧、爆炸，纺织、粮食、食品、木材加工中静电等因素引起的纤维、粉尘燃烧、爆炸，火药、炸药、烟花生产中的燃烧、爆炸，航空、航天、机械工业中因材料的强度、缺陷、疲劳、腐蚀等因素引起的意外事故等等，都给社会经济和人民生命财产造成严重的损失。安全工程学这门跨学科综合性的工程技术就是在这一背景下受到重视和发展起来的。由于这门新兴的技术涉及学科门类十分广泛，不少问题尚难以用准确的数学方法描述，许多事故的分析 and 预防都需要通过实验来提供依据，因而实验技术在安全工程学中具有特别重要的地位。

本书比较系统地论述了火灾、爆炸、机械材料方面的安全工程学实验技术，具体地介绍了日本在这方面进行的工作，对各种实验方法有比较详细的论述，理论与实际结合密切，实用性较强。本书可作为高等院校实验教学的参考书，亦可供从事安全工程研究、实验、管理的科学工作者和工程技术人员参考。

本书共三篇，即机械的可靠性及设备诊断技术；材料的强度和损伤；火灾与爆炸。第一篇由尚兰村提供译稿，第二篇由丁瑞鑫高级工程师译，第三篇由丁瑞生副教授译，全书

由丁瑞鑫通校。

本书承马宝华教授推荐翻译出版，并向译者提供了福山郁生教授赠给他的原版书，在校审过程中王翠珍副教授做了大量工作，周铁城、过永德、戴隆祥、朱祖芳、赵锡民等同志在翻译中给予了热情帮助。陈福梅教授和马宝华教授审阅了全书译稿。在此一并向他们表示感谢。

由于译者水平有限，译文不当之处在所难免，敬请读者予以指正。

丁瑞生 丁瑞鑫

1988年1月于北京

原 书 前 言

日本财团法人综合安全工程研究所(Research Institute for Safety Engineering 简称 RISSE) 成立于 1973 年。以开展安全工程的综合研究为目的,组织图书的出版发行也是任务之一。

这次出版的《安全工程实验方法》一书包括可靠性及设备诊断技术、材料的强度和损伤、火灾与爆炸等三个部分,分别阐述了具体的实验方法,将其作为进行安全工程实验的指南奉献给读者。因为安全工程与过去的学科体系不同,所以到目前还没有这类综合性的实验指导著作。希望各界应用本书。

财团法人综合安全工程研究所 理事长

东京大学名誉教授 疋 田 强

1983 年 9 月

主 编 福山 郁生

日本横滨国立大学工学院安全工程系教授,工学博士

财团法人综合安全工程研究所常务理事

执 笔 者

福山 郁生

横滨国立大学工学院安全工程系教授,工学博士

上原 阳一

横滨国立大学工学院安全工程系教授,工学博士

清水 久二

横滨国立大学工学院安全工程系教授,工学博士

朝仓 祝治

横滨国立大学工学院安全工程系副教授,工学博士

小川 辉繁

横滨国立大学工学院安全工程系副教授,工学博士

関根 和喜

横滨国立大学工学院安全工程系副教授,工学博士

小木曾 千秋

横滨国立大学工学院安全工程系助教,工
学硕士

原书序言

由于科学的进步，使涉及多方面的学科逐渐系统起来，同时促进了生产事业的发展 and 现代产业网络的广泛形成。

但是，由以前的学科体系所产生的诸如机械工程学、电气工程学、建筑工程学、土木工程学、应用化学、矿山学、金属工艺学等工程学系统的学科，都是以日本明治时代大学所设置的学科为基础而延续至今。从某种意义来讲，与纵向学科体系相应的还需要有横向学科体系去占领边缘地带，而安全工程学就属于这样的学科体系。

在医学中与内科、外科、耳鼻科、皮肤科这类体系相应的还有卫生学体系。

珍惜人的生命，还要爱惜物品。安全这一概念虽然适用于各类学科，但安全作为一个学科为人们所承认的历史还为时不久，特别是对与安全有直接关系的危险的评价，还不能说已经充分理解了其重大意义。横滨国立大学工学部的安全工程学科是最早为安全问题而设置的。从事有关安全工程学的教育与研究工作已有16年之久的有关人员，决定介绍日常进行的安全工程实验中的一些项目。由于篇幅所限，恐难以尽意。作者力图使本书成为由疋田强主编、财团法人综合安全工程研究所编辑、工业新闻社于1977年7月初版的《火灾与爆炸危险性测定法》一书的姊妹篇，使本书成为读者可以进行实验的参考指南。如蒙充分利用，作者深感荣幸。

福田郁生

1983年7月

目 录

第一篇 机械的可靠性及设备诊断技术

1. 绪论	3
1.1 可靠性概要	3
1.2 可靠性和设备诊断技术	4
2. 可靠性I——故障的统计性质	9
2.1 目的	9
2.2 理论	10
2.3 实验	14
2.4 思考题	15
附录	16
3. 可靠性II——振动试验	18
3.1 目的	18
3.2 试验方法	18
3.3 实验装置	21
3.4 实验	23
4. 振动学基础I——机械振动系统的特征	25
4.1 目的	25
4.2 理论	26
4.3 实验装置	28
4.4 实验	29
4.5 思考题	30
5. 振动学基础II——弹性振动	31
5.1 目的	31
5.2 理论	31

5.3 实验装置	34
5.4 实验	37
5.5 思考题	37
9. 机械动力学I ——旋转体的临界转速	39
6.1 目的	39
6.2 理论	39
6.3 实验装置	41
6.4 实验	42
6.5 思考题	43
7. 机械动力学II ——旋转体的平衡试验	44
7.1 目的	44
7.2 理论	44
7.3 实验装置	47
7.4 实验	51
7.5 思考题	51
8. 状态监视I ——机械振动测定	53
8.1 目的	53
8.2 理论	53
8.3 实验及其装置	57
附录 模拟滤波器的特性	58
9. 状态监视II ——异常声的测定	60
9.1 目的	60
9.2 可听声	60
9.3 超声波	64
附录	69

第二篇 材料的强度与损伤

1. 材料的强度	73
1.1 金属材料的应力-应变曲线的测定	73

1.2	钢材断裂韧性 K_{IC} 值的测定	79
1.3	疲劳裂纹扩展速率的测定	85
2.	腐蚀·防蚀	91
2.1	腐蚀理论基础	91
2.2	土壤腐蚀	100
2.3	杂散电流腐蚀	108
2.4	钝态与钝态的破坏	111
2.5	防腐蚀技术	113
2.6	钢的氢脆	118
3.	材料缺陷的检查	122
3.1	金属组织的光学显微镜观察	122
3.2	用磁粉探伤法和超声波探伤法检测焊接缺陷	124
3.3	X射线衍射法测定金属的残余应力	129

第三篇 火灾与爆炸

1.	浓度	135
1.1	浓度的测定方法	135
1.2	可燃性气体的接触燃烧式测定法	135
1.3	气相色谱分析法	136
2.	发火点	139
2.1	发火点试验	139
2.2	终端密闭式发火点试验器测定	140
3.	点火温度	143
3.1	点火温度的试验方法	143
3.2	克鲁普法	144
3.3	ASTM法	145
3.4	预热法	147
3.5	测定数据的实例	150
4.	最小点火能	151

4.1	最小点火能	151
4.2	微型计算机测定最小点火能	153
5.	爆炸极限	157
5.1	爆炸极限测定法	157
5.2	可燃性混合气体的爆炸极限测定法	158
6.	燃烧速度与火焰传播速度	163
6.1	燃烧速度与火焰传播速度测定法概述	163
6.2	液面火焰传播速度的测定	164
7.	爆速	166
7.1	爆速的测定方法	166
7.2	道特利什法	168
7.3	离子探针法	170
7.4	光导纤维法	172
7.5	爆速测定结果	173
8.	燃烧热	176
8.1	燃烧热的测定法	176
8.2	燃研式绝热热量测定法	177
9.	安定性	182
9.1	安定性概要	182
9.2	耐热试验	183
9.3	压力容器试验法	184
9.4	TNO式绝热贮藏试验法	185
9.5	安定性试验结果	186
10.	爆炸威力	187
10.1	爆炸威力的测定	187
10.2	水中爆炸威力试验法	189
11.	热辐射	195
11.1	热辐射的测定法	195
12.	起爆特性	198

12.1	起爆特性概要	198
12.2	点火性能试验	198
12.3	落锤冲击感度试验	200
12.4	摩擦感度试验	202
12.5	雷管起爆试验	204
12.6	起爆试验结果	207
13.	粉尘爆炸极限	208
13.1	粉尘爆炸极限概要	208
13.2	吹入式粉尘爆炸装置试验法	208
13.3	自然沉降式粉尘爆炸装置试验法	210
13.4	吸引式粉尘爆炸极限测定法	212
13.5	测定数据实例	213
14.	高分子的热分析	216
14.1	热分析概要	216
14.2	热失重分析法	216
14.3	示差热分析法	220
15.	高分子材料的燃烧试验	224
15.1	燃烧试验概要	224
15.2	氧指数法	224
15.3	DOC FF 3-71法	229
16.	危险物的评价	233
16.1	危险物评价法概要	233
16.2	自然发火性试验	233
16.3	氧化性物质的评价	236
16.4	水反应性试验	239
17.	静电	242
17.1	静电概要	242
17.2	人体带电实验	242
18.	蒸气爆炸	246

18.1	蒸气爆炸概要	246
18.2	沉降式蒸气爆炸实验	247
18.3	蒸发时间曲线法	248
19.	爆炸危险性的评价方法	252
19.1	评价方法	252
19.2	试验法和分数	253
19.3	评价结果实例	257

第 一 篇

机械的可靠性及设备诊断技术

1. 绪 论

1.1 可靠性概要

安全性 (safety) 与可靠性 (reliability) 虽概念不同, 但两者之间的关系却极为密切。要保持不发生事故而百分之百地安全, 就需要系统、机器、零件、材料等在一定条件下充分发挥其各自的功能, 进而将可靠性与设备诊断技术紧密地结合起来, 按叙述的顺序, 首先说明可靠性。自古以来, 可靠性从人们的习惯上就受到重视。也就是说, 在工商业活动中, 相互协作比什么都重要。所以人们认为要有效地进行社会活动就要有“靠得住”、“信得过”、“始终如一”等品格。可以说, 在人们的活动中, 可靠性虽受到重视, 但对可靠性给以正确定义并准确地测定其价值也并不容易。若进一步区分可靠的与不可靠的人, 更是件非常困难的事。所以在实际生活中, 我们往往用“参加会议是否遵守时间”或“工作完成得怎样”等来评价一个人的可靠性。评价某一事物的可靠性应深入了解该事物的性能。用日常生活的观点去评价工业产品的属性, 当然也可以应付过去, 但社会所需要的却是可信赖的产品与技术。尽管定义人的可靠性是很困难的、但对工业产品的可靠性的评价方法, 在历史进程中确实取得了进展, 并已形成一门工程学体系。这就是可靠性工程学。可靠性工程学的发展在航空工业中最为显著。第一次世界大战以后, 飞机的飞行时间迅速增加, 逐渐积累了飞机的事故次数, 部件的故障次数等统计数据。