



CRC Press
Taylor & Francis Group



国际先进工业技术译丛

控制室设计与 人机工程学手册(第二版)

Handbook of Control Room Design and Ergonomics (Second Edition)

【泰】Toni Ivergård 著
Brian Hunt
徐维祥 译



HANDBOOK OF
CONTROL ROOM DESIGN
AND ERGONOMICS

A Perspective for the Future

Second Edition

EDITED BY
TONI IVERGÅRD AND BRIAN HUNT



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



国际先进工业技术译丛

控制室设计与 人机工程学手册(第二版)

Handbook of
Control Room Design and
Ergonomics (Second Edition)

【泰】Toni Ivergård 著
Brian Hunt
徐维祥 译

人民邮电出版社
北 京

图书在版编目 (C I P) 数据

控制室设计与人机工程学手册 : 第2版 / (泰) 艾文高 (Ivergard, T.), (泰) 亨特 (Hunt, B.) 著 ; 徐维祥译. — 北京 : 人民邮电出版社, 2011. 1
(国际先进工业技术译丛)
ISBN 978-7-115-23924-2

I. ①控… II. ①艾… ②亨… ③徐… III. ①人-机系统—研究 IV. ①TB18

中国版本图书馆CIP数据核字 (2010) 第197657号

内 容 提 要

本书系统介绍了人机工程学设计的理念, 讲述了常规信息设备、大型复杂显示系统以及控制器的设计要点, 特别介绍了控制室布局与环境方面的要素。本书还将工效学思想与中央控制室设计紧密结合, 给出了工业应用领域和海上应用领域的翔实案例。最后, 本书描述了控制室工作中人的因素, 给出如何在工作中更好地学习与创新的建议。

国际先进工业技术译丛

控制室设计与人机工程学手册 (第二版)

-
- ◆ 著 [泰] Toni Ivergård Brian Hunt
 - 译 徐维祥
 - 责任编辑 刘 朋
 - 执行编辑 章 静
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
 - 邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
 - 网址 <http://www.ptpress.com.cn>
 - 三河市海波印务有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
 - 印张: 16.5
 - 字数: 388 千字 2011 年 1 月第 1 版
 - 印数: 1—3 000 册 2011 年 1 月河北第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-23924-2

定价: 58.00 元

读者服务热线: (010) 67129264 印装质量热线: (010) 67129223

反盗版热线: (010) 67171154

广告经营许可证: 京崇工商广字第 0021 号

版 权 声 明

Handbook of Control Room Design and Ergonomics 2nd Edition/by Toni Ivergård and Brian Hunt /ISBN 978-7-115-23924-2

Copyright © 2009 by Taylor & Francis Group, LLC

Authorized translation from English Language edition published by CRC Press, part of Taylor & Francis Group LLC. All Right Reserved. 本书原版由 Taylor & Francis 出版集团旗下 CRC 出版社出版，并经其授权翻译出版。版权所有，侵权必究。

Posts and Telecommunications Press is authorized to publish and distribute exclusively the Chinese (Simplified Characters) language edition. This edition is authorized for sale throughout Mainland of China. No part of the publication may be reproduced or distributed by any means, or stored in a database or retrieval, without the prior written permission of the publisher. 本书中文简体字翻译版授权由人民邮电出版社独家出版并限在中国大陆地区销售，未经出版者书面许可，不得以任何方式复制或发行本书的任何部分。

Copies of this book sold without a Taylor&Francis Sticker on the cover are unauthorized and illegal. 本书封面贴有 Taylor & Francis 公司防伪标签，无标签者不得销售。

北京市版权局著作权合同登记号 图字：01-2010-2540 号

丛 书 前 言

改革开放 30 年来，我国工业得到了飞速发展，在短短 30 年的时间内完成了发达国家上百年的工业化发展历程，建立了相对完整的工业体系。我国已成为全球制造业基地，中国模式备受世人瞩目。在信息技术快速发展以及对节能减排和环境保护日益重视的今天，为了促进我国工业由大变强的发展，我们必须走新型工业化道路，解决工业化过程中面临的一些突出问题，比如如何进一步增强自主创新能力，如何完善对工业行业的管理，如何在一些核心技术和关键技术上有更大的突破，如何促进高新技术与传统产业的结合，等等。

为配合我国工业领域设备改造，推动我国工业领域与国际间、行业内的交流与发展，加速工业生产及制造技术的进步和设备更新换代的步伐，我们精选了国外有关现代工业技术的部分图书，翻译出版了“国际先进工业技术译丛”。本丛书内容主要涉及新型能源开发与利用、绿色设计与制造、资源节约和环境保护、能效管理等方面。这些图书的原著均由英美等国的知名出版集团出版，汇集了多个国家著名专家学者在工业技术领域的重要研究成果，集中反映了当前工业领域的先进理念、方法和技术，对于解决我国当前工业发展过程中的一些关键问题和突出问题具有较大的参考价值。

现代工业技术呈现开放性、智能化、信息化与网络化的特点，融合了自动化技术、信息技术、现代控制技术、网络技术、先进制造技术、环境保护技术及现代管理理论和方法等诸多学科的先进技术，需要各学科的专家及工程技术人员通力合作，从而实现多学科专业知识与系统的集成，形成现代工业发展的手段和模式。因此，“国际先进工业技术译丛”在选编时，以促进信息化和工业化融合、技术创新和节能减排为原则，紧密结合我国国情，力求突出实用性和先进性，希望有助于解决我国工业技术应用中的一些实际问题，促进我国工业技术及管理模式的变革，提高我国工业企业的技术创新能力。

“国际先进工业技术译丛”的翻译和审定工作主要由国内相关领域的知名专家学者和专业人士承担，力求准确真实地反映原著内容并便于国内读者理解和接受。本丛书致力于“传播国际先进工业生产管理理念，推广工业领域重大技术创新成果”，以便使我国工业领域内的相关人员能够对现代工业方面的知识和技术有更深入和全面的了解，并在我国现代化工业的建设中加以应用。今后我们将继续加强对国际上工业技术领域优秀图书的翻译和出版工作，欢迎专家学者以及广大读者提出宝贵意见和建议。

译者序

本书是基于人机工程学讨论控制室设计及其未来发展的专著，介绍了在控制过程中关于组织设计、工作设计的新观念和哲学思想，涵盖并描述了未来一些创造性的组织设计方案，阐述了人机工程学理念以及控制室设计方法。本书在理论和技术方面均具备先进性；在与实践结合方面引用了大量的案例；对国内从事“控制室”相关工作的研究人员、工作人员都可以提供帮助和借鉴。

作者之一托尼·艾文高（Toni Ivergård）博士，在控制室设计领域中享有盛名。本书第一版 1989 年出版，对工业领域的控制室工作研究与设计产生了深刻的影响。最近出版的第二版，更全面地涵盖了控制室和相关计算机系统在过程监管控制领域中的应用。书中的控制过程包含了具有超强性能的计算机系统，还包括了新的显示技术。这样可以在更高的层面上将先进的技术和人机工程学及组织发展进行整合与交互。本书的一个重要特点是在系统地介绍人机工程学设计理念的同时，给出了大量生动、翔实、令人振奋的全新设计案例，强调了实际应用。正是这些使得这本书成为新的、紧跟时代步伐的好书。

控制室不仅是现代监管控制领域中的核心环节，还可以运用于教学、激励培训，成熟的控制室应该是一个“高屋顶”环境下的创造与革新场所。目前国内在这方面的研究及相关文献资料还比较少。随着中国的迅速崛起，各种类型的“控制室”大量涌现，有必要对其加以重视和研究。借助该书提出的人机工程学及工效学思想指导中央控制室设计，可以使我国国家正在兴建和待建的大量中央控制室的整体水平得到较大的提升，这对于贯彻“科学发展观”和“以人为本”的思想也很有益处。

笔者在翻译过程中力求忠实于原著。书中涉及诸多学科的内容，其中许多专业术语尽量遵循所在学科的标准译法，在专业术语第一次出现的地方注上了原文，以方便读者对照理解，并在有可能引起歧义和冲突之处做出了适当的调整。由于本人学识和精力所限，译文中难免有疏漏之处，恳请专家学者指正，以便使本书能够真正成为广大科技人员和学生的良师益友。

感谢周晔、陈煜、宁荣、姚克贺、陈昱霖、许良锋等研究生参与部分章节的翻译、打字、校对等工作。

徐维祥
于北京交通大学
2010 年 8 月 27 日

第二版 序言

这本《控制室设计与人机工程学手册》在 1989 年首次由 Taylor & Francis 集团出版。20 年前发行的第一版，用非常传统的方法阐述了人机工程学以及设计的理念。尽管如此，这本已经绝版的书在二手书市场上仍然畅销。对绝大多数工业领域的控制室工作进行的充分可行的研究是构筑第一版的基础。这些研究资料至今仍然很有意义，并推动了这本紧跟时代的新版本的出现。

总体来讲，第二版主要有两个特点。第一，它更全面地涵盖了控制室和相关计算机系统在传统过程监管控制领域中的应用。第二，它描述了控制系统在优化扩展现有系统和工序方面的作用。控制室还可以运用于教学和激励培训领域。未来的控制室应该是一个“高屋顶”环境下的创造与革新场所，这里的“高屋顶”指的是一种对错误有高度宽容性的环境，从而易于吸取经验教训。在过去的几年中，不论是合作还是独自研究，我们都在相关领域内探索，力图更新这本书。第二版的主旨仍然是成为一本有用的指南和案例手册。

第一版发行后的几十年中，控制室的概念发生了巨大的改变和延伸。在本书的创作过程中，我们吸收了这些发展。因此，本书的一个部分阐述了这个新的环境和分类模式。如今，随着控制室角色和功能的扩展，它们更适宜被叫做控制中心。现在有一种方法，通过其是否有利于创造和是否有利于学习和发展来审视控制室内的工作，这些新的理念也被融合在第二版中。此外，本书还涉及控制室相关工作中关于组织设计、工作设计的新观点和哲学思想，涵盖并描述了未来一些创造性的组织设计方案。学习型组织和在工作中学习是利用现代控制系统的信息通信技术（ICT）潜力的必要组成部分。基于此，本书增加了一些关于学习、在工作场所学习以及终生学习的理论背景。如今，过程控制包含了具有超高性能的计算机系统，包括新的显示技术的潜能。换句话说，先进的技术将会在更高的层次上与人机工程学和组织发展相互整合与交互。

作者认为，一些关于控制与展示的人机工程学的基本概念是非常重要的，因此，本书保留了这些概念和模型。但本书增加了在大规模信息平台上的所有创新部分。这些创新同样影响了控制室的设计和布局，并且帮助读者建立更深的理解，尤其是对相关的创造性工作。在创作第二版的过程中，我们咨询了一些前沿公司的意见和观点，他们慷慨地提供了大量令人振奋的设计案例。在此向产业界同仁们的建设性提议表示感谢。

知识管理、数据挖掘、人工智能的概念，以及物流、排队论等理论，同样在未来的过程控制以及控制室建设中具有广阔的前景。未来理想的控制工作将不再是一个仅仅关注低警惕

性工作过程的冗长、乏味、单调的任务。现在它已经成为一种优化系统绩效、改变未来的激励性的创造设计，可以在节约稀缺资源和保护环境的同时改善竞争。

托尼·艾文高 (Toni Ivergård)

布莱恩·亨特 (Brian Hunt)

于泰国，曼谷

第一版 序言

一辆货车停靠在倾斜的码头前沿地带，司机坐在驾驶室里。突然，货车开始朝着码头边缘向后滑动。司机立刻反应过来，向前推动方向操纵杆。这导致了货车加速后退并翻倒在码头旁边。司机在这起事故中严重受伤。

警方对这起事故的调查结果是，归因于货车司机的过失。然而，货车运行中控制方向的操纵杆是经过特别设计的，所以当操纵杆向前推动时，货车向后退，当操纵杆向后拉动时，货车向前进。

通过进一步的思考，不言而喻，这种设计是既不合逻辑也不合理的。应该设计为货车的行动方向和操纵杆的移动方向一致。因此可以这么认为，这起事故是设计者而非使用者造成的。设计者没有考虑到司机在这样的事故中的本能反应，也就是说，在对货车的控制中没有考虑到人机工程的因素。

人机工程学是为了顺应人类的生存能力及需要，运用科学技术产生的一门学科。这门学科的研究目的在于：

- (1) 防止人员病害、伤害及疲劳；
- (2) 创造舒适自在的环境；
- (3) 提高效率（包含数量与质量）和产品的可信度；
- (4) 提供有趣且有意义的工作。

在考虑到人类需要时，不同类型的控制室会出现大量的问题。这类问题包括：说明书难以阅读和理解；被不合逻辑地放在不合适的位置；控制者难以掌握；不顺应活动的方向等。

本书的设计目的是使人们能够更容易地接受和掌握新的控制和操作室的设计与发展。本书主要应用于工业设计，其中某些章节部分也可用于其他类型的控制室设计。本书对以下设计人员具有重要的参考作用：控制室设计师、仪器设计师、数据工程师、过程专家以及控制设计师。同时，笔者也希望坐在机器前的操作者能够读到此书。

有时候为问题提供确切肯定的建议和解决方法是不现实的。我们需要做的是获得关于人类的技能、需要和本能的全面的知识，从而为某些特殊的问题找到最佳的技术方案。本书的部分章节提供了具体的设计方案。

因此，本书可比喻为一本当人类的“食欲”——操作与控制室的发展易于理解接受时的

关于人机工程学的“菜谱”。为此，作者省去了大量的背景资料和定义，如果读者对省去部分感兴趣的话可以根据参考文献在其他出版物中进行查阅。

托尼·艾文高 (Toni Ivergård)
于瑞典斯德哥尔摩 (Stockholm Sweden)

作者简介

托尼·艾文高博士，泰国曼谷兰实大学创新与创业管理硕士专业的主任，同时也是瑞典泰国创业有限公司的董事局主席兼总经理。

艾文高博士是此书第一版的作者。他和布莱恩·亨特编辑和重写了现有版本的所有内容，并且增加了新的章节和包含实际事件的教学案例。

10多年来，艾文高博士在控制室设计的大多数应用领域中领导研究和担任顾问，这些应用领域包括电力生产和分配、航运、造纸和纸浆工业、航空以及交通控制系统。在英国拉夫堡大学获取博士学位后，艾文高博士在公共部门改革方面发表了一系列的期刊文章和正式报告。他研究的领域主要是组织、公共部门的改革以及在工作场所学习的人机工程学方法。

布莱恩·亨特是泰国曼谷玛希隆大学管理学院的助理教授，他与托尼·艾文高同为本书的编著者。

亨特在学习教育学和在工作中学习方面进行了深入的研究，并有一定数量的学术出版物，在组织学习、公共部门改革方面发表了很多期刊文章。他研究的领域是组织学习、公共部门的组织行为与发展以及跨文化环境的管理。

供稿者名单

埃里克·达尔基斯特 (Erik Dahlquist)
麦拉达楞大学 (Mälardalen University)
韦斯特罗斯, 瑞典 (Vasteras, Sweden)

埃里克·赫尼克 (Eric Hénique)
Eyevis 有限公司 (Eyevis GmbH)
罗伊特林根, 德国 (Reutlingen, Germany)

苏伦·林德加德 (Soeren Lindegaard)
丹麦 dnp (dnp Denmark)
卡尔斯隆讷, 丹麦 (Karlslunde, Denmark)

莫妮卡·伦德 (Monica Lundh)
查默斯理工大学 (Chalmers University of Technology)
哥德堡, 瑞典 (Gothenburg, Sweden)

马格丽塔·流可瑟 (Margareta Lützhöft)
查默斯理工大学 (Chalmers University of Technology)
哥德堡, 瑞典 (Gothenburg, Sweden)

安迪·尼克尔 (Andy Nicholl)
职业卫生和声学顾问 (Consultant in Occupational Hygiene and Acoustics)
邓弗姆林, 苏格兰 (Dunfermline, Scotland)

致 谢

Jatupol Chawapatnakul 为此新版重绘和制作了大部分插图，同时也将旧版的文本和插图转化成现行软件格式，从而方便了新版的使用。

瑞典电力发腾发（Vattenfall）公司 10 多年来一直支持有关人的因素在控制系统设计、电力生产的安全性和一般信息以及相关分配系统中的作用的研究。该公司慷慨地与作者分享了他们在能源和碳交易这些新领域的信息。

德国 Eyevis 有限公司和丹麦 dnp 公司提供了大量新型显示技术的插图和设计信息。

芬兰斯道拉恩索（Stora Enso）公司提供了相关图片，同时也给出了关于控制室设计的新建议。

Wallenins Marine 也提供了照片和信息。

目 录

第一部分 序言：控制室工作与控制室工作模型

第 1 章 控制室工作	3	2.2.1 开放式与封闭式控制	13
1.1 计算机化	4	2.2.2 人机控制系统	15
1.2 范式转换：从控制室到控制中心	5	2.3 复杂的人机系统模型	18
参考文献及深入阅读	6	2.3.1 操作人员模型——复杂 系统中的组成部分	18
第 2 章 过程控制模型	8	2.3.2 实际过程的思维模式	23
2.1 通用模型	8	2.4 控制系统设计原理	24
2.1.1 自动化与计算机化的动机	9	2.4.1 系统设计	24
2.1.2 计算机化在过程工业中的 应用实例	10	2.4.2 参与式设计与行为研究	25
2.2 基础控制概述与人机模型	13	2.4.3 数据的使用	26
		参考文献及深入阅读	27

第二部分 信息和控制设备的设计

第 3 章 常规信息设备的设计	33	劣势	46
3.1 引言	33	3.4 指示、图表及编码	48
3.2 常规信息设备	34	3.4.1 图与表	49
3.2.1 不同类型的视频仪器	34	3.4.2 编码与符号	49
3.2.2 量程及刻度设计	37	3.4.3 语义	49
3.2.3 声音信号	40	3.4.4 语法	50
3.3 视频显示装置（VDU）	41	3.4.5 编码理解	50
3.3.1 视频显示装置的设计	41	3.5 使用颜色	53
3.3.2 阴极射线管设计	44	3.5.1 选择颜色	55
3.3.3 表格设计	45	3.5.2 彩色屏幕的特征及标志 设计	55
3.3.4 视频显示装置的优势与			

3.5.3 视频显示屏幕和背景 质量要求	55	4.6 适用的显示技术	81
3.6 语音识别和语音生成	56	4.6.1 显示系统	82
参考文献及深入阅读	57	4.6.2 图像控制器	83
第4章 大型复杂显示系统的设计	59	4.6.3 屏幕管理软件	85
4.1 引言	59	4.6.4 大屏幕系统的安装	87
4.2 控制室内大屏幕系统的应用	60	4.6.5 屏幕的边框	87
4.3 为什么在控制室使用大屏幕 系统	61	4.6.6 环境方面	87
4.3.1 定义需求	61	4.6.7 DLP 立方墙的维护	88
4.3.2 信息的可视化	62	词汇表	88
4.4 视觉的基础	62	参考文献及深入阅读	90
4.4.1 人类的眼睛	62	第5章 控制器设计	91
4.4.2 对比	64	5.1 引言	91
4.4.3 色彩	64	5.2 控制器的作用	91
4.4.4 视觉	65	5.3 测量学和解剖学方面的控制 设计	92
4.4.5 环境光	67	5.3.1 按钮和钥匙	95
4.4.6 日光控制	68	5.3.2 拨动开关	95
4.4.7 图像质量	68	5.3.3 旋转开关	96
4.4.8 系统中影响视觉效果的 薄弱环节	69	5.3.4 操作杆	97
4.5 显示技术	69	5.3.5 曲柄	97
4.5.1 CRT 显示器	69	5.3.6 方向盘	98
4.5.2 模拟显示器	70	5.4 人机交互控制器	98
4.5.3 投影显示器	70	5.5 不同类型的计算机控制器的 优缺点	99
4.5.4 背投屏幕的类型	75	5.5.1 预订式键盘键	99
4.5.5 扩散屏幕设计	75	5.5.2 多功能键盘键	99
4.5.6 单元件光学屏幕设计	76	5.5.3 光笔	100
4.5.7 双元件光学屏幕设计	76	5.5.4 触摸屏	100
4.5.8 选择背投屏幕	76	5.5.5 电子数据板	101
4.5.9 LCD 立方体	77	5.5.6 语音识别器	101
4.5.10 DLP 立方体	77	5.5.7 追踪球	101
4.5.11 薄膜晶体管(TFT)液晶 显示器	79	5.5.8 控制杆	101
4.5.12 窄边框 LCD 监视器	80	5.5.9 鼠标	101
4.5.13 等离子屏幕监视器	80	5.5.10 其他传统的计算机 控制器	101
4.5.14 无缝等离子屏幕	81	5.6 键盘	102
		参考文献及深入阅读	103

第三部分 控制室及控制室环境设计

第 6 章 控制室布局与设计	107	7.2 热气候	123
6.1 引言	107	7.2.1 气候由何决定	124
6.2 控制室设备和装置的位置设计		7.2.2 温度指数	125
原则	107	7.2.3 适宜气候的测定	126
6.2.1 分析	108	7.3 光照条件	127
6.2.2 不同工作区之间的关系	108	7.3.1 控制室的光照需求	129
6.3 信息、控制及其他操作台面的		7.3.2 照明刻度盘和公尺	
规划设计	110	类型的设备	130
6.4 控制面板和信息的设计	112	7.3.3 直接照明	131
6.5 支撑面	117	7.3.4 间接照明	131
6.5.1 操作功能	118	7.3.5 显示器的照明要求	132
6.5.2 特殊功能	119	7.4 声环境	133
6.6 工业流程中控制室设计的		7.4.1 声源和测量	133
实例	120	7.4.2 噪声和交流的关系	134
参考文献及深入阅读	122	7.4.3 噪声和屏蔽	135
第 7 章 控制室的环境因素	123	7.4.4 降低噪声	135
7.1 引言	123	7.4.5 振动	136
		参考文献及深入阅读	137

第四部分 案例研究和应用

第 8 章 工业应用与案例研究	141	发滕发	150
8.1 控制中心、显示器、功能及		8.3.4 发滕发与贸易的作用	151
布局案例	141	8.3.5 能源与环保贸易控制	
8.1.1 该领域的一些实践经验	144	中心	152
8.1.2 未来趋势	145	8.3.6 能源贸易、道德标准与	
8.1.3 作为综合程序设计		环境	153
一部分的控制室:		8.3.7 “碳”贸易: 有时要	
斯道拉恩索	146	付出污染的代价	153
8.2 能量生产与传输控制室	147	8.3.8 总结	155
8.3 能源贸易与环境问题	149	8.3.9 建议	155
8.3.1 贸易与经纪产业的		参考文献及深入阅读	156
形成与发展	149	第 9 章 控制系统的海上应用	157
8.3.2 贸易与经纪的传统模式与		9.1 船舶控制车间介绍	157
发展趋势	150	9.2 背景	157
8.3.3 能源的贸易与经纪:			

9.2.1 船桥	157	9.5.2 小型发动机控制室	173
9.2.2 发动机控制室	158	9.6 警报器	175
9.3 现状	159	9.6.1 警报器管理与设计	175
9.3.1 前提: 了解彼此	160	9.6.2 可视警报器	176
9.3.2 船舶控制中心的设计	160	9.6.3 听觉警报器	176
9.3.3 调节支持可用性	161	9.7 健康危害	176
9.4 船桥设计	162	9.8 系统安全	177
9.4.1 详细设计介绍	164	9.8.1 生存性	177
9.4.2 照明与灯光	165	9.8.2 总结	177
9.4.3 移动设施	166	缩写词	177
9.4.4 船桥布局	166	致谢	178
9.5 发动机控制室设计	170	参考文献与深入阅读	178
9.5.1 发动机控制室布局	172		

第五部分 控制室中的人际关系

第 10 章 操作者的能力和限制	183	第 11 章 工作中的学习和创造	203
10.1 引言	183	11.1 学习与创造的共同点	203
10.2 感觉器官和感知	183	11.1.1 观点	203
10.2.1 视力和视觉	185	11.1.2 标准的改变: 从 控制室到控制中心	203
10.2.2 色彩视觉	186	11.2 日常工作的一部分: 教育、 培训和学习	204
10.2.3 中央视觉	188	11.3 在教育、培训和学习中获得 成效	205
10.2.4 晶状体的色彩聚焦	189	11.3.1 模拟器训练	206
10.2.5 色盲	189	11.3.2 控制中心的概念	208
10.2.6 意义和感知	190	11.4 一些关于工作中的学习与 创造的理论	209
10.2.7 年老的影响	190	11.5 适于创造和学习的现代 控制中心环境	210
10.2.8 听觉	190	11.6 学习与创造的因果循环	211
10.2.9 其他感觉器官	192	11.7 人工智能、激励与创造性	211
10.3 工作技巧	192	11.8 北欧人的启示	212
10.4 感知和简单的决策	193	11.8.1 北欧企业创造与 革新的引领者	212
10.4.1 信号识别	193	11.8.2 工作中学习的 基本原理阐述	213
10.4.2 简单决策	194	11.9 结论	213
10.4.3 年龄变化	196		
10.5 超负荷和未满足负荷	197		
10.5.1 疲劳和警觉	198		
10.5.2 未满足负荷	200		
10.6 运动神经因素	201		
参考文献及深入阅读	201		