



北京工业大学

“211工程”资助出版

VDT

作业及其管理研究

顾力刚 ©著



科学出版社

www.sciencep.com



北京工业大学

“211工程”资助出版

内容简介

VDT 作业及其管理研究

顾力刚 著

ISBN 978-7-03-030710-1 定价：30.00元

科学出版社

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第200490号

责任编辑：李海霞
封面设计：李海霞
版式设计：李海霞
印刷：北京印刷厂

科学出版社

北京海淀区中关村大街27号

邮编：100080

http://www.sciencep.com

印刷：北京印刷厂

科学出版社发行 各地新华书店经销

科学出版社

定价：30.00元

（如蒙函索样书，请寄书号：978-7-03-030710-1）

北京

电话：010-62137029 邮编：100080

内 容 简 介

本书利用人因工程学、管理学的理论与方法,从 VDT 作业诱发的视觉疲劳、VDT 作业疲劳的综合评价、VDT 作业视觉环境的综合评价和 VDT 作业管理等方面对 VDT 作业及其管理问题进行了深入系统的研究。

本书可供从事人因工程学理论研究和应用的科技人员参考阅读,也可供高等院校工业工程专业的师生和企事业单位的管理者阅读。

图书在版编目 (CIP) 数据

VDT 作业及其管理研究 / 顾力刚著. —北京: 科学出版社, 2007.12
ISBN 978-7-03-020770-8

I. V… II. 顾… III. 显示设备: 终端设备—设备管理—研究
IV. F273

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 200460 号

责任编辑: 庞海龙 陈 迅 / 责任校对: 赵 燕
责任印制: 吕春珉 / 封面设计: 耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2008 年 1 月第 一 版

开本: B5 (720×1000)

2008 年 1 月第一次印刷

印张: 12 1/2

印数: 1—2 000

字数: 230 000

定价: 35.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈双青〉)

销售部电话 010-62136131 编辑部电话 010-62137026

总 序

“211 工程”是我国建国以来教育领域唯一的国家重点建设工程，面向 21 世纪重点建设一百所高水平大学，使其成为我国培养高层次人才，解决经济建设、社会发展和科技进步重大问题的基地，形成我国高等学校重点学科的整体优势，增强和完善国家科技创新体系，跟上和占领世界高层次人才培养和科技发展的制高点。

中国高等教育发展迅猛，尤其是 1400 所地方高校已经占全国高校总数的 90%，成为我国高等教育实现大众化的重要力量，成为区域经济和社会发展服务的重要生力军。“211 工程”建设对于我校实现跨越式发展、增强服务北京的能力起到了重大的推动作用。

在北京市委市政府的高度重视和大力支持下，1996 年 12 月我校通过了“211 工程”部门预审，成为北京市属高校唯一进入国家“211 工程”重点建设的百所大学之一，2001 年 6 月以优异成绩通过国家“211 工程”一期建设验收，2002 年 10 月顺利通过国家“211 工程”二期建设可行性论证。我校紧紧抓住这一难得的历史性发展机遇，根据首都经济和社会发展的需要，坚持“科学定位，找准目标，发挥优势，办出特色”的办学方针和“立足北京，融入北京，辐射全国，面向世界”的定位指导思想，以学科建设为龙头，师资队伍建设为关键，重点建设了电子信息、新材料、光机电一体化、城市建设与交通、生物医药、环境与能源、经济与管理类学科，积极发展了人文社会科学类学科，加强了基础类学科，形成了规模、层次及布局合理的学科体系，实现了从工科大学向以工为主，理、工、经、管、文、法相结合的多科性大学转变，从教学型大学向教学研究型大学的转变。


我校现有 9 个博士后科研流动站，6 个一级学科博士学位授权点，25 个二级学科博士学位授权点，55 个硕士学位授权点。教师中有院士 6 人，博士生导师 150 人，教授 230 人，专任教师中具有博士学位的教师比例达到 30%。我校年科研经费已达到 23 000 万元，年获得国家自然科学基金资助项目近 40 项，材料学科获全国百篇优秀博士学位论文奖，抗震减灾学科与交通学科 2002 年分别获得国家科技进步二等奖，计算机学科 2003 年获得国家科技进步二等奖，光电子学科在新型高效高亮度半导体发光二极管、新医药与生物工程学科在国家 P3 实验室建设和抗

HIV 药物的研制、环境与能源工程学科在奥运绿色建筑标准与大气环境治理、光学学科在大功率激光器研制、管理科学与工程学科在国家中长期能源规划等方面均取得了特色鲜明的科研成果。

为了总结和交流北京工业大学“211 工程”建设的科研成果，学校设立“211 工程”专项资金，资助出版系列学术专著，这些专著从一个侧面代表了我校教授、学者的学科方向、研究领域、学术成果和教学经验。

展望北工大未来，我们任重而道远。我坚信，只要我们珍惜“211 工程”建设和奥运羽毛球馆建设这两大机遇，构建高层次学科体系，营造优美的大学校园，我校在建设成为国内一流大学的进程中就一定能够为“新北京、新奥运”的宏伟蓝图做出自己应有的贡献。

北京工业大学校长
中国科协副主席
中国工程院院士



2004 年 3 月

序 言

托马斯·弗里德曼在《世界是平的》一书中说：“地球是圆的，但世界是平的。世界正在被快速地摊平或铲平，全球化也正在进入继国家全球化 1.0、公司全球化 2.0 之后的全球化 3.0 时代，即个人全球化时代”；“变平的世界让我们每一个人都站在同一水平线上”。尽管行业不同，工作性质各异，但大家的利器都是软件，是各式各样的电脑程序、浏览器，当审视我们所在的工作环境时，便会发现我们都是面对着电脑的显示器。不论是白领还是蓝领都从事着同样工作——视屏显示终端（VDT）作业，承担着同样的视觉疲劳、骨骼肌疲劳和心理疲劳。因此，信息时代为人因工程学开拓了新的领域——VDT 作业研究。

顾力刚教授的新作《VDT 作业及其管理研究》一书，向人们展示了这方面最新的研究成果。

该书在系统地阐述了国内外 VDT 作业研究所取得的主要成果的基础上，从 VDT 作业对眼球固视运动的影响、VDT 作业疲劳的综合评价、VDT 作业视觉环境的综合评价和 VDT 作业管理等方面对 VDT 作业及其管理问题进行了深入的研究。与国内外相同领域的研究相比其创新点在于以下四点。

1. 用实验研究的方法研究了 VDT 作业对固视运动的影响，获得了评价 VDT 作业视觉疲劳的新指标

固视运动是注视静止点视标时眼球产生的无意识的微小运动。它由微跳动、漂移和震颤三种运动成分组成。通过实验研究，探明了固视运动的微跳动成分和漂移成分的运动特性在 VDT 作业视觉负荷作用下的变化规律。这种变化是视觉系统固视机能低下的结果，反应了固视运动的疲劳特性。固视运动是无意识的眼球运动，与调节近点距离和闪烁融合频率相比，其测量过程不受视觉系统之外任何因素的影响，能够客观地反映视觉系统的疲劳状态。利用固视运动评价视觉疲劳克服了调节近点距离和闪烁融合频率等常用指标的固有缺欠。固视运动（微跳动成分和漂移成分）对视觉疲劳反应敏感，疲劳的检出能力远远大于调节近点距离和闪烁融合频率，能够对 VDT 作业者的视觉疲劳做出准确的评价，是评价 VDT 作业视觉疲劳的新指标。

2. 提出了综合评价 VDT 作业疲劳的新方法

客观、准确、综合评价 VDT 作业引发的疲劳是 VDT 作业管理的重要环节，对于开展 VDT 作业管理具有十分重要的意义。VDT 作业者对疲劳的感受具有模糊性，可以利用模糊综合评价的方法对 VDT 作业疲劳进行评价。根据 VDT 作业引发疲劳感的特点和二级模糊综合评价的要求，从视觉疲劳、骨骼肌疲劳和心理疲劳三个方面设计了 VDT 作业疲劳的评价指标体系，建立了 VDT 作业疲劳的二级模糊综合评价模型，并对作业者的疲劳进行了评价。实证研究的结果表明，建立的 VDT 作业疲劳二级模糊综合评价模型能够对作业者的疲劳程度做出正确的评价。模型中有关构造评判矩阵的信息可以通过问卷调查的方式获得，效率高成本低，且具有良好的可靠性。因此，与利用若干个生理指标综合评价 VDT 作业疲劳的方法相比，本书提出的 VDT 作业疲劳二级模糊综合评价模型简便易行，适合于在 VDT 作业现场进行大规模的疲劳测评，为在 VDT 作业管理中客观、准确地评价作业者的总体疲劳程度提供了有效的新方法。

3. 提出了综合评价 VDT 作业视觉环境质量的方法

VDT 作业的视觉环境是影响视觉疲劳各种因素的集合体。根据 VDT 作业的特点，及其对视觉环境的要求，从照度、亮度、眩光、视屏显示质量、光色等方面设计了评价 VDT 作业视觉环境的指标体系，建立了综合评价模型，并对模型的有效性进行了实证研究。应用的结果表明，所建立的模型能够对 VDT 作业场所的视觉环境质量做出正确的评价。模型中各项指标的量化信息可以通过问卷调查的方式获得，视觉环境质量指数的计算方法简单，便于管理人员掌握和应用。提出的 VDT 作业视觉环境评价模型弥补了以往办公室视觉环境评价中的不足，为在 VDT 作业管理中全面评价视觉环境质量，确认管理对策的效果提供了有效的方法。

4. 构建了 VDT 作业管理的框架

如何通过有效的管理减轻 VDT 作业者的生理和心理疲劳是现代作业管理必须解决的问题。VDT 作业管理有其特殊性。针对 VDT 作业管理的客观要求，构建了 VDT 作业管理框架，从作业组织、作业环境、作业空间布置、教育培训及健康管理等方面系统地阐述了 VDT 作业管理的内容，提出了 VDT 作业的管理模式和管理流程。关于 VDT 作业管理方面的研究弥补了以往 VDT 作业研究的不足之处，为企业事业单位开展 VDT 作业管理提供了理论依据和方法。

顾力刚教授先后两次留学日本，从事人因工程学的研究。20世纪80年代末我作为国家派遣的高级访问学者，与他同在日本电气通信大学人因工程研究室进行这方面的研究，算是学友；1997年归国后他调入北京工业大学经济与管理学院，我时任院长；他后又在华中科技大学管理学院攻读博士学位，我作为该校的兼职博导，是他的导师。学友、同事、师生三重关系，使我对他的人品、学品有着深刻的了解。读者也会从本书中看出他严谨、求实的优秀品质和勇于探索、创新的钻研精神。书中许多数据都是他克服很多技术和资金上的困难，多次反复实验取得的；很多理论观点具有前沿性，所提出的路径和方法具有可操作性。我相信本书的出版，一定会受到读者的欢迎。

韩福荣

2007年9月

于北京工业大学经济管理学院

前 言

VDT (visual display terminal) 作业是利用个人电脑、计算机系统的视觉显示终端进行数据、文字和图像等信息处理工作的总称,是伴随着计算机的应用而产生的一种全新的作业形式。VDT 作业的作业形态和对作业者的生理和心理的影响都与传统的桌面作业、车间作业等有着质的不同,它的出现对作业管理提出了新的要求,成为现代作业管理新的研究领域。

计算机在各行各业的广泛应用使 VDT 作业成为现代社会具有代表性的作业形式。VDT 作业诱发的生理心理疲劳不仅影响工作效率和质量,而且可能影响使用者的身心健康。近年来随着我国信息化和办公自动化水平的提高,VDT 作业对作业者的影响及 VDT 作业的管理问题越来越引起人们重视。如何有效地管理 VDT 作业,在提高工作效率的同时,提高劳动者的工作生活质量是现代管理面临的一项挑战。本书首先综述了国内外 VDT 作业研究现状和取得的主要研究成果,然后从 VDT 作业对眼球固视运动的影响、VDT 作业疲劳的综合评价、VDT 作业视觉环境的综合评价和 VDT 作业管理四个方面阐述了研究取得的成果。这些成果具有理论与实际意义,为 VDT 作业管理提供了理论依据和有效的方法,使管理者能够在科学地分析 VDT 作业系统中各种因素对作业者的生理和心理的影响,正确地评价 VDT 作业者的生理和心理疲劳程度的基础上,有针对性地采取有效的措施,用科学的方法管理 VDT 作业,最大限度地消除 VDT 作业带来的负面影响,在提高工作的效率和质量的同时,提高作业者的劳动生活质量。

本书是在博士学位论文基础上修改而成。感谢我的导师韩福荣教授和陈荣秋教授的指导,导师严谨的治学态度、渊博的知识、孜孜不倦的敬业精神和诲人不倦的教导使我深深受益,更为我今后的学习和工作树立了楷模。真诚地感谢北京工业大学尹毅夫教授、黄鲁成教授、阮平南教授、蒋国瑞教授和北京邮电大学王宁教授在研究过程中给予的热心帮助。

本书的出版得到了北京工业大学“211 工程”出版基金的支持和科学出版者的鼎力协助,在此深表谢意。

VDT 作业是一个新的研究领域，还有许多问题有待于深入研究和完善。受笔者水平所限，若有不妥之处，敬请读者批评指正。

顾力刚

2007 年 12 月

目 录

总序

序言

前言

第一章 导论	1
第一节 VDT 作业的产生与发展	1
一、VDT 作业的概念	1
二、VDT 作业诞生	1
三、我国 VDT 作业的发展	3
第二节 VDT 作业的类型与特征	7
一、VDT 作业的类型	7
二、VDT 作业的特征	7
第三节 VDT 作业研究的现状	9
一、VDT 作业对作业者身心影响简述	9
二、VDT 作业研究的发展阶段	9
三、我国 VDT 作业研究的现状	11
四、研究的意义	12
第四节 研究的内容、方法与本书的结构	13
一、研究内容	13
二、研究方法	15
三、本书的结构	15
第二章 VDT 作业对作业者的影响	17
第一节 VDT 作业对视觉系统的影响	17
一、VDT 作业对视觉系统生理机能的影响	17
二、视觉疲劳感	28
三、VDT 作业视觉疲劳的主要影响因素	32
第二节 VDT 作业对局部骨骼肌的影响	46
一、局部骨骼肌的负荷特征	47

二、局部骨骼肌疲劳	48
三、局部骨骼肌疲劳的影响因素	50
第三节 VDT 作业对作业者心理的影响	73
一、技术应激	73
二、VDT 作业者的心理疲劳	75
三、VDT 作业者心理疲劳的评价	76
四、VDT 作业者的心理卫生	78
第四节 VDT 产生的电磁波对作业者健康的影响	79
一、VDT 与电磁辐射	79
二、VDT 电磁辐射对生殖健康的影响	81
三、VDT 的有害射线对眼睛的影响	86
四、VDT 静电的影响	88
第三章 VDT 作业对固视运动影响的实验研究	91
第一节 实验研究概述	91
一、眼球运动	91
二、试验研究的目的	93
第二节 实验方法	95
一、固视运动的测量方法	95
二、视觉负荷	99
三、微跳动的检出方法	99
四、漂移运动成分的分方法	100
五、AR 模型	101
第三节 实验结果	101
一、固视运动的轨迹	101
二、负荷前后微跳动成分运动特性的变化	102
三、漂移成分的平稳性和 AR 模型稳定性的检验结果	107
四、漂移成分的功率谱	108
五、调节近点距离、疲劳自觉症状和作业绩效	110
第四节 实验结果分析	112
一、微跳动成分的实验结果分析	112
二、漂移成分的实验结果分析	113
三、调节近点距离、疲劳感和作业绩效的实验结果分析	113

四、固视运动的变化与视觉疲劳	114
第四章 VDT 作业疲劳的模糊综合评价	117
第一节 VDT 作业疲劳的模糊综合评价模型	117
一、VDT 作业疲劳评价指标体系	117
二、VDT 作业疲劳的模糊综合评价模型	119
第二节 应用实例	121
一、实例概要	121
二、全体 VDT 作业者疲劳的评价	122
三、不同企业 VDT 作业者疲劳的评价	123
四、不同类型 VDT 作业疲劳的评价	125
五、结果分析	127
第五章 VDT 作业视觉环境的综合评价	130
第一节 VDT 作业视觉环境分析	130
一、照明	130
二、显示器的视觉界面	131
三、室内色彩配置	131
四、室内布置及与室外的视觉联系	131
第二节 VDT 作业视觉环境评价模型	132
一、VDT 作业视觉环境评价指标体系	132
二、VDT 作业视觉环境评价模型	134
第三节 应用实例	135
一、实例概况	135
二、视觉环境质量评价结果	135
三、评价结果分析	136
第六章 VDT 作业管理	139
第一节 VDT 作业管理概述	139
一、VDT 作业管理的意义	139
二、VDT 作业管理的内容	140
三、VDT 作业管理模式	140
第二节 VDT 作业的组织管理	142
一、VDT 作业计划管理	142
二、作业时间管理	142

三、作业量管理	145
第三节 VDT 作业环境管理	145
一、视觉环境管理	146
二、室内微气候管理	158
三、室内噪声控制	160
四、净化室内空气	162
第四节 VDT 作业空间布置的设计与布置	164
一、VDT 作业空间设计与布置的意义	164
二、VDT 工作站人机界面参数的确定	165
三、VDT 作业空间布置	169
第五节 VDT 作业者的教育培训与健康 管理	172
一、IT 知识与作业技能培训	172
二、人因工程学知识的培训	173
三、VDT 作业健康管理	173
参考文献	175

第一章 导论

第一节 VDT 作业的产生与发展

一、VDT 作业的概念

VDT 作业是利用个人电脑、计算机系统的视觉显示终端进行数据、文字、图像等信息处理工作的总称^[1]。VDT 的中文含意是视屏显示终端。因此，VDT 作业又称为视屏显示终端作业。VDT 作业系统主要由主机、显示器、键盘和鼠标组成(图 1-1)。在 VDT 作业中，作业者阅读显示器上显示的信息，利用键盘或鼠标准确快速地输入指令或所要处理的信息，通过人与计算机的交互作用完成工作。

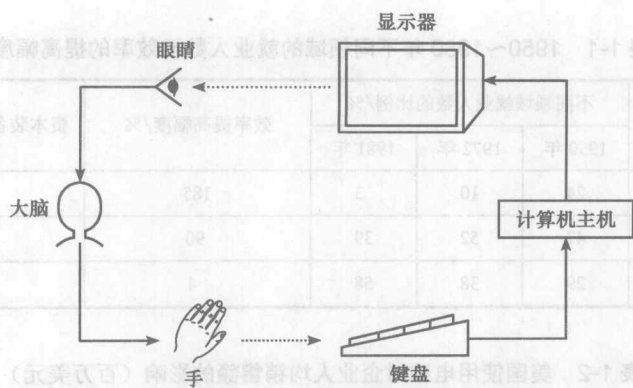


图 1-1 VDT 作业系统图示

二、VDT 作业诞生

VDT 作业是伴随着计算机在科学研究、产品开发、管理和办公事务等领域中应用而出现的一种全新的劳动形式。

自从 1946 年计算机诞生以来，人们一直试图扩展其应用领域，利用它处理各种信息。1949 年英国的茶叶销售公司 Lyons 率先尝试把计算机用于管理茶叶销售业务，并于 1951 年获得成功^[2]。在技术进步的推动下，计算机的信

息处理能力不断提高,制造成本不断下降,应用领域不断拓宽。尤其是个人电脑的出现和以计算机文字处理为核心的办公自动化技术的进步,使计算机在各种管理及办公事务中的广泛应用成为可能。生产技术的进步使直接从事物质生产过程的效率迅速提高,但是管理、办公事务领域效率的提高却非常缓慢(表 1-1)。随着经济的发展,企业间的竞争不断加剧,企业试图把以计算机为代表的 IT 技术应用于企业管理,通过实现管理的信息化和办公自动化提高企业信息处理能力和速度,达到降低管理和办公事务的成本、提高效率,全面提升企业对市场变化的响应速度和竞争力的目的。因此,在发达国家,20 世纪 70 年代初计算机迅速进入企业,使 VDT 成为各类人员完成工作不可缺少的工具。

20 世纪 80 年代互联网的出现进一步促进了计算机在各行业的应用。据日本新办公室推进协议会 2001 年的调查,61.3%的企业已经达到每人 1 台电脑(大企业为 75.0%,中小企业为 52.3%),30.1%的企业 2~3 人 1 台电脑^[3]。计算机在发达国家企业中的应用已相当普遍,对于提高员工的工作效率起到了非常重要的作用(表 1-2)^[4]。

表 1-1 1950~1980 年不同领域的就业人数及效率的提高幅度

领 域	不同领域就业人数的比例/%			效率提高幅度/%	资本装备率/(千美元/人)
	1950 年	1972 年	1981 年		
农业	24	10	3	185	35
制造业和建筑业	47	52	39	90	25
办公室	29	38	58	4	2.5

表 1-2 美国使用电脑对企业人均销售额的影响(百万美元)

行 业	是否使用电脑	没使用电脑	使用电脑	使用互联网电脑
	销 售 额			
金融业		5.8	9.1	10.0
零售业		4.0	7.3	9.3
服务业		3.9	7.2	9.2
所有行业平均		8.3	11.0	13.4

三、我国 VDT 作业的发展

1. 企业信息化的发展使 VDT 作业者迅速增加

我国企业从 20 世纪 80 年代初期开始致力于信息化的建设。机械制造业企业首先在生产领域中推广使用计算机辅助设计 (CAD) 和计算机辅助制造 (CAM) 技术,使产品设计等摆脱繁重的手工作业。在管理领域,以工资、人事信息管理为切入点,使某些管理工作实现计算机辅助处理。在这一时期,企业中只有少数人在工作中使用计算机。从 20 世纪 80 年代中期起,逐步实现某些管理部门的信息化。制造业企业引入制造资源计划 (MRP II) 管理系统,推动了企业管理信息化的快速发展,使企业中利用计算机完成工作的人员有所增加。20 世纪 90 年代,为了提高管理水平和管理效率,企业建立了内部网,进行部门间的信息整合,推进生产、管理和办公事务的信息化,管理、办公人员在工作中越来越多地使用计算机。有关调查表明,进入 2000 年以后,在信息化带动工业化思想的指导下,制造业等行业信息化建设投入逐年增长,管理软件销售额明显增加 (图 1-2),企业信息化水平迅速提高。

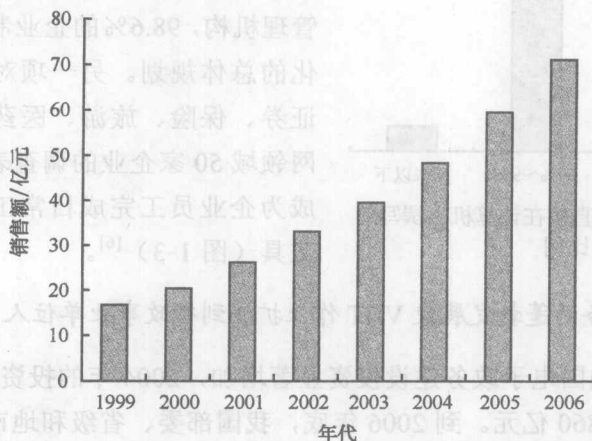


图 1-2 1999~2006 年管理软件销售额

(数据来源: CCID, IT.ocn.com.cn)

全国企业信息化工作领导小组、国家经贸委经济信息中心 2002 年对家国重要骨干企业、国家重点企业、试点企业集团和地方重点企业信息化建设与应用水平的调查结果显示,每百人计算机拥有率为 7 台,管理人员达到了 0.7 台/人。许多企业的管理人员达到了每人 1 台,接近国外先进水平。信息化的效果主要