

高效

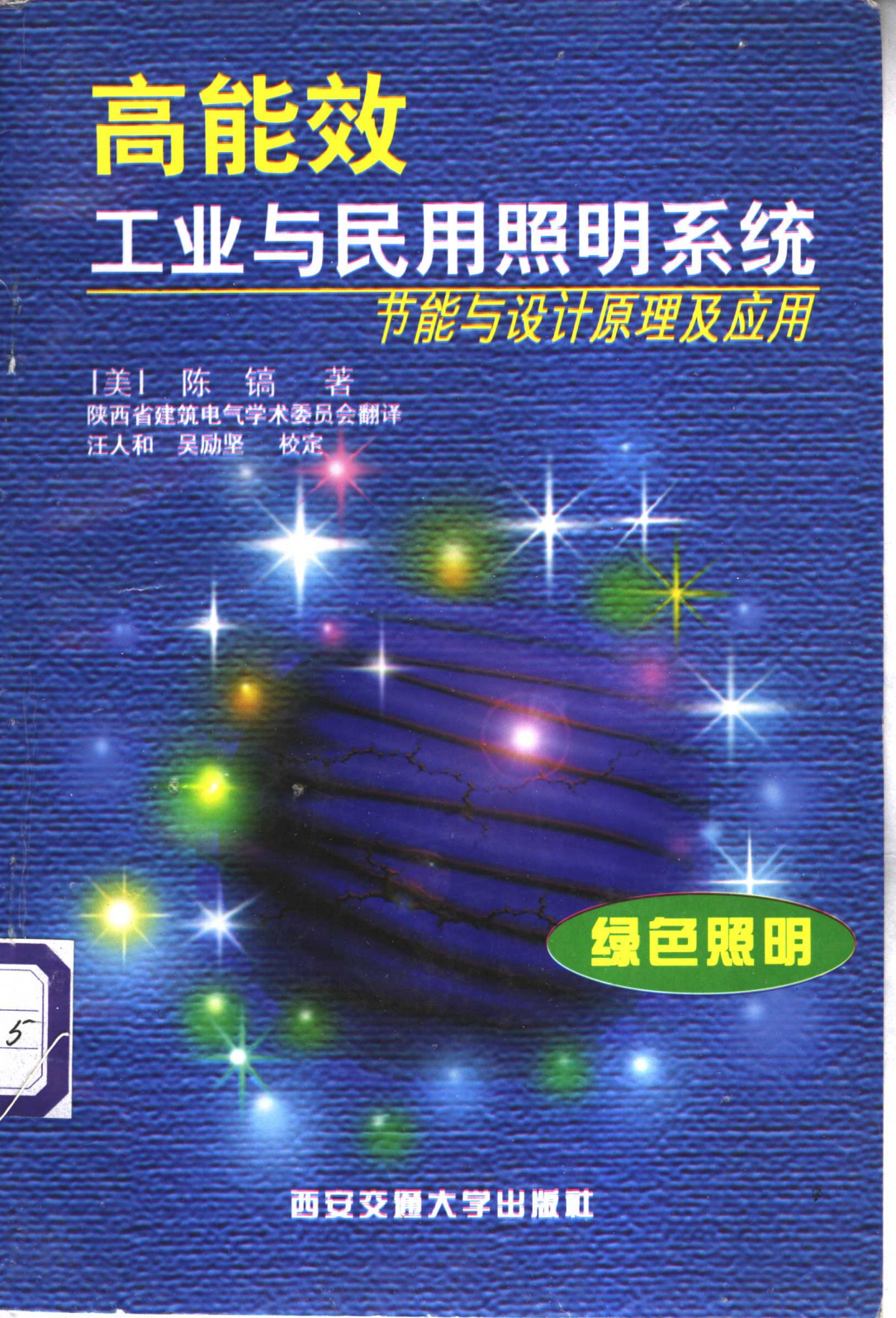
工业与民用照明系统

节能与设计原理及应用

[美] 陈 镐 著

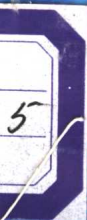
陕西省建筑电气学术委员会翻译

汪人和 吴励坚 校定



绿色照明

西安交通大学出版社



高能效工业与民用照明系统

节能与设计原理及应用

[美] 陈 镐·著

陕西省建筑电气学术委员会 翻译

汪人和 吴励坚校定

西安交通大学出版社

内 容 提 要

本书是专为照明工程师和企业经理提供多种指导性照明节能新技术知识而写的。其目的是为改进照明系统的运行性能和提供节约照明用能源的各种途径。本书在介绍改进照明品质的同时,强调增强人们的视力操作条件,并提出了照明控制、天然采光、泛光照明等照明技术的选择原则,对照明的设计和改建工作也提出了指导性的实例和各种典型的节能照明装置,最后还提出了照明标准的建议。

本书可作为有关大专院校照明工程的辅助教材。对利用新技术、新光源和从事新建、改建照明工程的技术人员以及节能工作人员均有一定的参考价值。

(陕)新登字 007 号

高效工业及民用照明系统

节能与设计原理及应用

Energy Effective Industrial Illuminating Systems

Design and Engineering Considerations

[美] 陈 镐 著

陕西省建筑电气学术委员会 翻译

汪人和 吴励坚 校定

责任编辑 于茂云

*

西安交通大学出版社出版发行

(西安市咸宁西路 28 号 邮政编码:710049 电话:(029)3268316)

西安向阳印刷厂印装

各地新华书店经销

*

开本:850×1168 1/32 印张:5 字数:120 千字

1998 年 5 月第 1 版 1998 年 5 月第 1 次印刷

印数:1—2000

ISBN7-5605-1003-5/TM. 43 定价:10.00 元

作者自序

1942年我毕业于中国国立交通大学,1945年去美国继续学习,并获硕士、博士学位。1956年我开始任美国西屋电气公司电光源部门高级工程师,主持设计工厂电力分配及照明系统工程。1968年升为特级荣誉工程师,负责总管12所工厂及几所仓库的电路及照明工程,同时还担任西屋公司在加拿大、波多黎各及墨西哥等国分公司的电气工程顾问。

1973年美国能源供应出现紧张,我的工作便着重于节能工程。当时高效电光源及灯具都尚在萌芽时期,我就积极主持及推动改装各工厂的照明节能设施。在八年内共改装一百多所工厂的照明系统,节约电能达9 000万 kWh时,每年节省电费达300万美元。每一工程完成后,都由我亲自测量、记录,并将数据提供给公司中的光源及灯具设计部门,以推动当时节能照明器具的发展,并曾获发明专利多项。当时,我曾在工业应用学会(IEEE-IAS)发表有关节能论文15篇,获得照明论文最佳奖九次,学会最佳论文奖二次,并于1992年荣获IEEE 葛夫门金质奖章,表彰我个人对于节能工程方面的贡献。

1982年9月上海复旦大学邀请我作为客座教授举办“照明设计与节能”讲座,为期三周有余。当时的组织人是电光源专家蔡祖泉副校长,参加讲座的有全国各地照明工程师及教授等60多人。

他们都希望我将授课讲义编成中文教材,可惜因工作繁忙未能如愿。其后美国高能效电光源及灯具又经数年研究改进已如雨后春笋,美不胜收,一时节能工程师各抒所见,但大多数偏重于以省“瓦”为目标而忽视了节能照明的另一主要任务——改进员工视觉条件,提高工作效率及减少环境污染。当时我力主照明改进工作必须从设计原则开始,首先确定员工视觉需要,然后作出设计分析,决定采用的新制度,制度决定后再选择最合用的高效率光源与灯具,这才是正确的设计步骤。凡是按此步骤作出的改装工作都能收到改善员工视觉需要和节约电能消耗的双重目的。为了总结这一设计思想,我决定将工作多年的经验和心得写出一本专著《Energy Effective Industrial Illuminating Systems》。在同仁们的鼓励下,终于在1994年秋将此书在美国出版问世,以便将个人的经验和体会提供给广大的照明及能源工程师作参考。

近年来,中国建筑工程一日千里,新的高楼大厦到处林立,照明与节能工程的要求日趋迫切。1996年我借参加西安交通大学百年校庆之机,接受陕西省建筑电气学会主任委员王德正先生邀请到西安讲学,即以此书为主要教材。在陕西省建筑电气学会和西安交通大学的支持下,这本英文版专著的中译本即将由西安交通大学出版社出版发行。全书由陕西省建筑电气学会组织会员译出中文初稿,然后经西安交通大学汪人和、吴励坚两位资深教授审校、修改和定稿。深盼此书对中国今后培养建筑照明节能设计工程师有所帮助,若能引导年轻照明设计师加强应用高能效照明系统实现节能功效,直接有利于加速中国的经济发展则不胜欣慰,特为之序。

陈 镐

1996年12月

译者的话

陈镐 1942 年毕业于中国国立交通大学,1945 年留学美国,获哈佛大学电机工程硕士及纽约理工大学博士学位,是美国纽约州和新泽西州注册专业工程师。1956 年开始在美国西屋电气公司工作,历任电光源部门高级工程师、特级荣誉工程师。30 多年来主持了多处大型建筑的配电及照明工程设计。在其主持的工厂设计中,有一工厂被选入 1968 年“美国十大最佳工厂”。70 年代美国能源危机时,他积极主张推行照明系统的新设计思想,采用新系统、新光源以达到改善人们的视觉条件和节约能源的目的。鉴于他从事照明节能工程数十年所获得的优异成就与贡献,于 1992 年获得了 IEEE 的葛夫门金质奖章与奖金(Richard Harold Kaufmann Award),1994 年他又在美国出版了这一本专著《Energy Effective Industrial Illuminating Systems》。

陈镐是 IEEE 终身荣誉会员,世界照明学会美国国家委员代表。1996~1997 年他又是 IEEE 高级讲师团成员,在 IEEE 的安排下,到世界各地讲学推广新技术,本书即为他讲学的主要教材之一。1996 年西安交通大学百年校庆,他应邀请前来参加百年庆典活动,并接受陕西省建筑电气学会之邀请进行了讲学,以推动国内现代化照明节能工程的发展。由他个人出资,向美国有关出版社购得此书翻译成中文并在中国出版的版权,作为献给中国所有从

事照明事业的工程师、设计师、学者和企业家的一份礼品。

本书由陕西省建筑电气学会组织翻译。陕西省建筑设计研究院程蔚华翻译第1章,电力部西北勘测设计院廖海燕翻译第2、7章,机械工业部第七设计研究院袁旺家、张磊翻译第3、4、9章,西安理工大学自动化与信息工程学院余健民翻译第5、6章,中国建筑西北设计院张东曙翻译第8章。

本书由陕西省建筑电气学会主任委员王德正、施沪生副总工程师、西安交通大学刘其昶教授作组织协调工作,得以顺利由西安交通大学出版社出版发行,在此一并致谢!

陕西省建筑电气学术委员会
西安交通大学 汪人和、吴励坚教授
1997年3月

前 言

自从能源危机以来,照明的改造已成为节约能源的最广泛采用方案之一。多数情况下,报道出来的那些成功的照明改建工程项目,只把节能和节约费用或投资归还期的年限作为唯一的判断标准,而很少提到在人们视觉效果方面的改进。考虑到这个重要而可实现的目标应当是任何照明改建项目的首要任务。如果在项目的初始阶段就能正确执行和运用本书所述的照明系统设计原理,那么这项任务往往就能在显著地节约能源及费用的同时,也改进了人们的视觉效果。

照明改建项目为照明工程师们提供了去改进现在某些低效、劣质照明系统的照明质量,提高工人的视觉效果和劳动生产率的大好机会。约在六年以前,美国环境维护所(EPA)宣布了绿色照明工程计划,现在已有 2 000 多家照明工业生产供应商签约参加。在宣布该计划时,协会主持人提出了明确而意义深远的目标:把更好的照明质量,更高的劳动生产率,增加效益和减少污染与能源的有效利用同等看待。为了按合理顺序满足上述目标,工程师进行工程项目时应首先确认工人视觉要求,然后对所提出的系统(新建的和翻新改建的)作出恰如其分的设计分析。只有合理的设计方法才能达到节能和节约费用的目的,而更重要的是提高员工们的视觉效果和劳动生产率。

作者在设计高效节能照明系统和大量翻新改建工程中丰富的开拓性经验,为本书的编写打下了坚实的基础。希望全世界从事实践的电气工程师同行能很好地使用本书提供的有用资料。作者深信,由于在设计和实现高效节能照明系统方面共同努力的结果,更加美好的环境将在世界各地创建起来。

目 录

作者自序

译者的话

前 言

第1章 引言	(1)
1.1 照明介绍	(1)
1.2 高能效系统的重要性	(2)
1.3 本书的目的	(2)
第2章 照明设计的新概念	(3)
2.1 照度标准的确定	(3)
2.2 照明的计算方法	(15)
2.3 照明设计的计算机程序	(25)
参考书目	(29)
第3章 影响工业照明的因素	(31)
3.1 基本定义	(31)
3.2 因素与改善	(33)
3.3 天然采光	(37)
参考书目	(38)
第4章 系统组成	(39)
4.1 光源	(39)
4.2 镇流器	(46)
4.3 灯具	(55)
参考书目	(61)
第5章 照明控制和天然采光	(62)
5.1 引言	(62)
5.2 控制类型	(62)
5.3 开/关控制	(64)

5.4	照明水平控制	(73)
5.5	选择照明控制的基准	(76)
5.6	天然采光	(80)
	参考书目	(84)
第6章	照明系统高能效的实现和评估	(85)
6.1	新建系统节能的实现	(85)
6.2	改建系统节能的实现	(86)
6.3	新建或改建系统节能效果的评估	(88)
	参考书目	(102)
第7章	新建和改建的照明设备实例	(103)
7.1	引言	(103)
7.2	新建装置	(103)
7.3	改建装置	(112)
	参考书目	(119)
第8章	泛光照明设计基础	(121)
8.1	泛光照明的功能	(121)
8.2	基本的泛光照明效果	(121)
8.3	选择电光源	(122)
8.4	选择灯具	(124)
8.5	设计程序	(125)
8.6	应用指导	(132)
8.7	泛光照明装设实例	(133)
	参考书目	(142)
第9章	工业照明及能源标准	(144)
9.1	美国能源标准的发展史	(144)
9.2	照明能源标准的发展	(146)
9.3	能源政策法令	(146)

第 1 章 引言

1.1 照明介绍

照明场所的用途会极大地影响所采用的照明方式:办公室的典型视觉要求可能与厂房、商店或住宅都不一样。而且其它一些因素,诸如期望达到的经济性、美观性、工作连续性和照明质量等都影响着所作的设计。因此,诸如工业照明、商店照明、办公室照明等应用技术都是根据对不同领域的视觉工作照明方法发展起来的。它们都是在特定领域内工程理论、应用技术和用户接受程度的综合。我们必须将照明设计与其所服务的特定领域联系起来。

照明设计工程师需要懂得视觉感受,或者说是“看起来怎样”。这种知识对选择工作物、其紧邻区域和视野边缘的其它事物的实际亮度都是基本的。这些亮度影响着视觉的舒适性和工作的效果。

许多其它因素,诸如眩光、漫射、反射、颜色、亮度比等等对于能见度以及能否容易、准确、迅速看清楚事物有着显著的影响。劣质照明会导致观察效率严重降低和过度疲劳。因此一种劣质照明,即使该系统使用的光源、镇流器和其它器件都是高效率的,它也很难被认为是高效节能的照明系统。

1.2 高能效系统的重要性

在一个工业或其它照明系统中达到高能效,是一个新建或改建项目成功的关键。对现有劣质照明系统的翻新、改建常为照明

工程师们提供一个改善照明质量和提高人们的视觉效果及劳动生产率的机会。为了保证在节能和节省费用的同时达到上述目标,工程师们应遵循以下步骤:

(1) 了解人们的视觉要求,并对提出的改建系统作适当的设计分析。

(2) 为所提出的系统选择最合适的高效率光源和设备。

(3) 优选控制技术,并在可行情况下,把天然采光综合利用到所提出的系统中。

换句话说,工程师不应把改建项目视为一个简单的更换任务,也不应该把节能和节约费用是否成功当作唯一的衡量标准。

1.3 本书的目的

本书的目的远不是完成一个高效节能系统的改建安装,而是为工程师们描述照明设计的最新概念及工业与民用照明的有用知识,实例和基本原理,使他们更好地为工厂运行设计出高能效系统。

综上所述,无论是新建还是改建项目,一个合理的照明系统设计能够为获得系统的高效节能提供一个坚实的基础。为此,以后各章将包括照明设计的新概念,影响工业照明的重要因素,关于高效光源和设备的最新信息资料,优化能源利用的控制和天然采光技术,以及对系统能效的评价。此外,还有一章专门介绍泛光照明设计基础和有关照明及能量标准的最新信息。

第 2 章 照明设计的新概念

2.1 照度标准的确定

在许多有关照明设计的新概念中,首先要讨论的是确定照度标准的新方法。过去,当照明工程师想要为某项任务找出可用的照度标准时,他们就去查阅照明手册,查到某一可采用的标准,便以此值作为最低照度值,设计出一照明系统。这个过程对于细致协调一个照明设计几乎没有可能。在新的方法中,则可按照下列步骤,对所需的照度进行更全面的调查。

(1) 选定一种类型字母替代过去所用的单一的推荐照度值,表 2-1 显示出不同工业所用的不同类型字母。

表 2-1 不同工业的照度类型

区域/工作性质	照度类型	区域/工作性质	照度类型
飞机维修	a	架子正面	D
飞机制造	a	混合缸内部	D
装配		发酵室	D
简单	D	成型室	
中等难度	E	面包	D
困难	F	发酵产品	D
很困难	G	发面室	D
极严格	H	烤炉室	D
汽车制造	a	馅子及其它成分	D
面包房		装饰及加糖霜	
混合室	D	机械	D

续表 2-1

区域/工作性质	照度类型	区域/工作性质	照度类型
手工	E	颜色分级和切割室	F
称量及测温	D	准备	
包装	D	初步分类	
图书装订		杏子和桃子	D
折迭、装配、粘贴	D	西红柿	E
剪切、冲压、装订	E	橄榄	F
压纹及检查	F	切削与去核	E
酿酒厂		最后分类	E
酿造室	D	罐装	
煮沸及清洗小桶	D	传送带罐装	E
装灌(瓶、听、桶)	D	槽罐装	E
糖果制造		手工包装	D
制箱部	D	橄榄	E
巧克力部		罐装样品检查	F
除壳、杨壳、去脂、粉碎、精 炼、加料	D	容器处理	
豆的清洗、分类、浸泡、压榨、 包装	D	检查	F
研磨	E	罐装整理	E
奶油制造		贴标签及装箱	D
搅拌、煮制、铸模成型	E	铸件(见铸造)	
软糖及果冻形成	D	中心站(见发电站)	
手工装饰	D	化工厂(见石油化工厂)	
硬糖		粘土及水泥制品	
搅拌煮沸形成	D	粉碎、过虑、压缩、窑炉	C
冲模切割及分类	E	成型、压缩、清洗、修整	D
小糖果的制造与包装	E	上瓷	E
罐装及保存		上色及上光——粗加工	E
原料样品初始分级	D	上色及上光——精加工	F
西红柿	E	清洗及压装工业	
		检查及分类	E
		干洗及湿洗加热蒸汽	E

续表 2-1

区域/工作性质	照度类型	区域/工作性质	照度类型
检查及去污点	G	奶牛厂(见农场)	
熨平	F	牛奶制品	
修补及更换	F	液体奶工业	
制衣工业(缝纫制品)		煮沸室	D
布料检查	I	奶瓶贮藏室	D
剪裁	G	瓶子分类	E
缝纫	G	瓶子清洗	b
熨平	F	罐头清洗	D
制衣业(见缝纫业制品)		冷却设备	D
接收、开包、储存、运输	D	罐装、检查	E
检查(验布架)	I	计量器(正面)	E
润湿、装饰、丈量	D	实验室	E
堆货、标记	E	仪表盘(正面)	E
剪裁	G	巴氏灭菌器	D
成型制作、剪边准备、滚边、上罩及垫肩	E	分离机	D
装配、打捆、成型、针缝	D	冷藏机	D
车间	F	箱子、染色体	
检查	G	内部 亮	C
熨平	F	内部 暗	E
缝纫	G	温度计(正面)	E
控制室(见发电站—内部)		称量室	D
走廊(见服务空间)		称重	E
轧棉工业		运输台(见发电站—内部)	
高架设备、分离机、格栅清理机、皮带运输、进给机和狭窄过道	D	电气设备制造	
轧棉台	D	浸渍	D
控制台	D	绝缘线圈绕组	E
皮棉清洗机	D	发电站内部(也见原子能发电厂)	
棉包压制	D	空调设备、空气预热及风机场地、泻灰附属设备	B
		水泵、水箱、压缩机、仪表区域	C

续表 2-1

区域/工作性质	照度类型	区域/工作性质	照度类型
电池室	D	手动熔炉、煮沸箱、静止干燥器、固定式及重力结晶器	D
锅炉台	C	机械熔炉、发电机及蒸馏器、机械干燥机蒸发器、过滤、机械式结晶器	D
电缆室	B	用于浇煮的容器、提取器、渗滤器、硝化器	D
处理煤系统	B	农场 牛奶棚	
煤粉碎机		挤奶操作区(挤奶室及分隔栏室)	
冷凝器、排气机、蒸发器板、加热层	B	一般	C
控制室		牛的乳房处	D
主控制板	D ^c	牛奶处理设备及存储区(牛奶屋)	
辅助控制屏	D ^c	一般	C
操作站	E ^c	冲洗区	E
维修及布线区	D	贮奶槽内部	E
应急照明	C	装卸台	C
阅读计量仪器	D	喂养区(分隔栏喂养、夹道、厩、自由喂养)	C
碳水化合物及二氧化碳集合管	C	饲料存储区 草料	
实验室	E	干草	A
沉淀器	B	干草检查区	C
屏幕室	C	梯子和楼梯	C
烟灰或炉渣吹渣台	C	地窖	A
集气箱及吹管	B	地窖室	C
齿轮箱及马达控制中心	D	饲料存储区 谷物及集中	
电话及通讯设备室	D	谷物仓	A
隧道或廊道及电工设备	B	集中存储区	B
涡轮机设施		饲料加工区	B
操作层	D	牧场活动(社区、产院、单个小牛棚散放式棚区)	B
操作层的下面	C		
参观者走廊	C		
水处理区	D		
电梯(见服务区)			
炸药制造业			

续表 2-1

区域/工作性质	照度类型	区域/工作性质	照度类型
机械设备存储区(车库及机械棚)	B	检查	
农场车间区		精确	G
活动存储区	B	中等	F
一般车间区(机械维修、粗切割)	D	成型	
粗糙钳工工作及机械工作(油漆、精细品存储、普通金属薄板工作、焊接、中等钳工工作)	D	中等	F
中等钳工及机械加工(精细木器加工、钻压金属车床研磨机)	E	大	E
其它杂活区		灌注	E
农场办公室(见主文参考 11)		分类	E
卫生间(见服务空间)		化铁炉	C
泵房	C	摇出	D
农场 家禽业(见家禽工业)		车库 停车场(参考 5)	
磨面粉		车库 服务	
滚动、过筛、净化	E	修理	E
包装	D	繁忙交通区	C
产品控制	F	记录间	D
清洁、过筛、人用电梯、走道、贮粉桶、检查	D	玻璃厂	
锻工车间	E	混合及熔炉室、压制、吹玻璃机	C
铸造		研磨、切割、镀银	D
锻造(熔炉)	D	精细研磨、斜切、抛光	E
清洁	D	检查、蚀刻及装饰	F
型芯制造		手套制作(见缝纫产品)	
精细	F	飞机库(见飞机制造业)	
中等	E	帽子制作	
研磨及切割	F	染色、上漆、上边、清洁、精制	E
		成型、定尺寸、印花、凸缘、完成、熨烫	F
		缝制	G
		检查	D
		简单	D
		中等难度	E