

建筑科学研究报告

REPORT OF BUILDING RESEARCH

1982

No. 9

洁净厂房照度标准的研究

Research on the Illumination Standards for Cleanrooms
in Industrail Plant

中国建筑科学研究院

CHINESE ACADEMY OF BUILDING RESEARCH



提 要

照度标准的确定涉及到室内环境、视觉、生理、心理、经济和照明技术水平等多种因素。洁净厂房照度标准的研究工作是在广泛收集和分析国内外资料的基础上,进行了大量的现场调查、实测和主观评价,并在实验室内对照度和劳动生产率,照度和工人的生理负担的关系试验后完成的。研究结果如下:

洁净室一般照明的最低照度值取300勒克斯为宜,对要求不高的场所可取200勒克斯;对要求较高的场所可取500勒克斯。有局部照明的洁净室,混合照明的照度可取1000~2000勒克斯。设计时,可按《工业企业照明设计标准》(TJ34-79)表1和第16条中的照度系列提高一级的方法确定照度值。当单独使用一般照明时,工作面上的最低照度不应低于150勒克斯,混合照明的照度不应低于750勒克斯。在混合照明中的一般照明,其照度应按混合照明的照度的10~15%选取,最低值不得低于150勒克斯。照明的均匀度($E_{\text{最小}}/E_{\text{平均}}$)取0.7为宜。

参加研究的单位和人员

中国建筑科学研究院建筑物理所	肖辉乾	林若慈	张志勇
七机部第七设计院	陈祖恩		
四机部第十设计院	郭兴周		
四机部第十一设计院	顾季垣		
三机部第四设计院	高福宝		

Research on the Illumination Standards for Cleanrooms in Industrial Plant

Abstract

The determination of a recommended illumination level is closely related to various factors such as the environmental condition of the room, the visual, physiological and psychological conditions of persons in the environment as well as the economic condition of the project and the level of illuminating technique. The research work reported in this paper on the establishment of illumination standards for cleanrooms in industrial plant was carried out by on-site investigation, measurement and subjective evaluation, and laboratory experiments on the relation of illumination level to worker productivity and to the physiological load on workers, together with analysis of an extensive amount of data collected from information at home and abroad,

The results of the study show that, for cleanrooms, the desirable minimum illumination level of general lighting is 300 lux. For areas not stringent on requirement, 200 lux will be adequate; but for areas with more stringent requirements, 500 lux should be allowed. For cleanrooms provided with local lighting, the illumination level of 1000--2000 lux should be provided for mixed lighting. For design purposes, the illumination level can be determined by taking the value of one grade higher than the respective value listed in Table 1 and in provision No. 16 of the Standard of Lighting Design for Industrial Premises (TJ34-79). when only general lighting is provided, the minimum illumination level on the work plane should not be less than 150 lux. when mixed general and local lighting is provided, the illumination level should not be lower than 750 lux. The illumination level of general lighting in a mixed general and local lighting scheme should be equal to 10~15% of that of the mixed lighting, however it should not be less than 150 lux. The desirable E_{min}/E_{av} ratio is found to be 0.7.

目 录

一、前言	(1)
二、洁净厂房照明技术的发展与现状	(1)
三、洁净厂房照明的调查和实测	(4)
四、洁净室照明的试验研究	(5)
五、结论	(9)
参考文献.....	(9)

洁净厂房照度标准的研究

一、前 言

随着现代化工业的发展,特别是一些尖端科学技术的出现,洁净室的照明技术也相应引起了人们的重视。

由于在洁净室内生产和工作的工艺特殊,产品精度越来越高,质量要求越来越严。为确保产品质量,工作室必须要求恒温恒湿、超净除尘、密闭无窗及高效率高质量照明。同时,人们在无窗密闭的室内工作,光照条件不如在有窗的工作环境,所以照明的好坏直接关系到工人的身体健康与视力健康。

为了解决好洁净室的照明问题,创造出良好的照明环境,各国照明技术工作者在这方面进行了大量的研究。我国近年来对无窗厂房的照明虽也有些研究,但远不能满足当前工业发展的需要。在这次编制“工业企业洁净厂房设计规范”中对洁净厂房的照明技术研究提出了新的课题。

鉴于现行的“工业企业照明设计标准”(TJ34-79)不适用于无窗厂房,而洁净厂房大部分又都是无窗的,即使有窗也都是双层玻璃、密闭和带有窗帘。因此,对洁净厂房的照明设计标准和工作面照度标准需要作进一步研究。

建研院物理所在由七机部七院、四机部十院、四机部十一院、三机部四院组成的本专业小组的协助下,自1980年7月开始了调研和科学实验工作,经过收集、分析国内外资料,对华东、西北、西南、北京等地区的洁净厂房的现场实测与调查,以及洁净实验室的照明试验,达到了预期目的,完成了洁净厂房工作面照度标准值的确定和条文编写工作。本文就是这一专题研究工作的总结。

二、洁净厂房照明技术的发展与现状

为解决好洁净室的照明问题,创造出良好的照明环境,国外不少照明工作者在这方面进行了大量的研究[见“工业企业洁净厂房设计规范”编制组编写的《国内外洁净技术概况》(十一)]。国外研究的主要问题有:

1. 无窗密闭的洁净室使用人工照明代替天然光的合理性问题。

自从世界上第一座实验性无窗密闭厂房诞生以来,在近50年的实践中,照明工作者对这个问题从照明技术,劳动卫生、人的心理与节能角度进行了大量研究。各国学者看法不一,至今也尚未统一[1.2]。70年代以来,由于能源危机,人们注意天然光的利用。从发展趋势看是缩小人工照明比例,尽量利用天然光能,使用人工照明和天然采光混合的照明方案[3,4]。

2. 照度标准问题。

洁净室工作的特点是视觉工作精细,照明质量要求高,工作室是密闭的(无窗或有

窗)。对这类工作室的照明设计,它的照度标准和一般精细视觉工作室是有区别的[5,6]。洁净工作室的照度标准,国外进行了许多研究,他们一般是在精细视觉工作照度标准(见表1)的基础上,考虑无窗密闭对人的心理和生理上带来的不良影响,将照度标准提高一级或根据天然采光标准和有窗厂房人工照明标准进行计算的方法来确定[7-12]。

国内外精细视觉工作照度标准

表 1

国 名	照 度 (勒克斯)	国 名	照 度 (勒克斯)
CIE	2000(一般照明) 3000~7500(混合照明)	德 国	3000(一般照明)
欧 洲 标 准	2000(一般照明)	法 国	1200(一般照明)
美 国	1080(一般照明)	日 本	2000(混合照明)
苏 联	1500(一般照明)	荷 兰	2000(一般照明)
英 国	3000(一般照明)	中 国	3000~7500(混合照明)
			1000(混合照明,小对比)
			1500(混合照明,大对比)

3. 照明质量问题

正如以上所提到的那样,洁净室照明质量要求很高。在国外照明规范中,对照明质量指标(如表2所示)都有明确规定[13-24]。总的说,和照明质量关系最密切的有以下几方面:

- (1) 一般照明与局部照明的比例,工作面上照明的均匀度;
- (2) 眩光的程度和限制眩光的措施;
- (3) 照明的阴影和立体感;
- (4) 光色和室内颜色的装修问题。

一些国家或组织的照明质量标准

表 2

指 标 名 称		国 别							CIE
		美 国	苏 联	英 国	法 国	西 德	日 本	奥 地 利	
灯具亮度 (尼特)	工 厂	2300	3000	6000	6000	2000	2000	2000	3400
	住宅和办公室	2500	5000	6000	6000	4000		3000	6800
保护角 (度)	工 厂	45	15	20	20				40
	学校和办公室	45	30	45	45		45	45	30
视野内	工 厂	1:80					1:40		1:40
亮度比	学校和办公室	1:40							
一般照明和局部照明照度比		8	10	3~25	3~25	8	4	5~20	10
均 匀 度		$E_{min}/E_{max}=2/3$		$E_{min}/E_{max}=1/2$		$E_{min}/E_{av}=2/5$	$E_{min}/E_{av}=4/5$		相邻区照 度比1:5
一般照明的最低 极 限 照 度		50	30	60	60	20	20		20

4. 照明方案的设计

国外在这方面主要研究的问题是：

(1) 光源和灯具的选择。目前国外主要采用大功率改善光色的荧光灯。其中有60、80、110、200、和250瓦不同规格的荧光灯，灯具一般采用吸顶式荧光灯灯具。由于洁净室照度高，往往要设立局部照明。局部照明灯具要求光效高，发热量小，外形不易积尘而又美观，控制方便，维修简便等。西德生产的几种特殊的局部照明灯具能较好地满足以上要求[25-27]。

(2) 照明形式

国外洁净室常用照明形式有三种：发光天棚、发光带和分散布置的发光板。其中以发光带应用最普遍[28, 29]。

(3) 照明、空调和声学的综合处理

为创造良好的照明环境，妥善解决照明与空调的矛盾，提高照明设备的光的利用率，延长光源寿命，节省照明用电，国外在照明设计时，一般对照明、空调和声学进行综合处理[30, 31]图1就是照明和空调进行综合处理的一例。

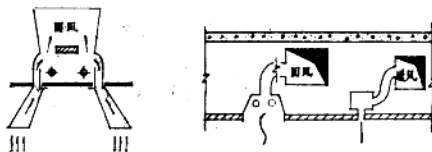


图1 照明和空调结合系统

(4) 照明节能[32, 33]。

由于洁净室照明的照度高，耗电量大，所以采取措施在不降低照明质量的情况下，节省照明用电是设计时必须很好考虑的。目前国外在这方面采取的主要措施有：

选取高光效照明设备；

适当降低一般照明比例，采取分区一般照明方式；

使用新的照明评价指标和新的照明设计方法；

分区控制照明设备；

搞好照明设备的维护管理。

(5) 照明电源和事故照明

因洁净室照明可靠性要求高，一般由两个电源供电，必须设置事故照明[24]。

5. 紫外线的补偿

这方面国外主要研究的问题是：

(1) 紫外线补偿的必要性和标准，据苏联资料介绍，最低量是1/8个生物剂量，最大量是3/4个生物剂量，穿衣照射量是1/3个生物剂量[34]。

(2) 紫外线的剂量与计算[35]。

(3) 紫外线照射装置的设计[36, 37]。

几十年来，国外在洁净室照明方面积累了许多经验，也存在一系列重大问题需要研究解决，如无窗密闭的洁净室照度水平，对工人心理和生理影响，紫外线补偿等问题。我们借鉴了国外的经验，根据我国实际情况进行了研究。

三、洁净厂房照明的调查和实测

近年来关于照明标准的研究越来越多地考虑到各种综合因素的影响,尤其对于洁净室,除了考虑到眼睛的功能需要以外,还需要考虑环境的、生理的、心理的等各方面的因素,而只有实际工作环境才是多种因素的最好结合。

为了摸清洁净厂房的照明现状和适宜照度值问题,本专业小组对全国36个厂、100多个洁净车间的照明现状进行了实测调查。调查的行业包括电子、冶金、邮电、仪表与医药等,其中绝大部分洁净厂房属电子行业。调查的厂房中有新建的,也有老的,有照明条件比较好的,也有比较差的,有建筑平面尺寸比较大的(168M^2),也有平面尺寸比较小的(4M^2)。调查的车间类别除了光刻、制版、清洗、扩散、蒸发等通用车间外,还对计算机房、区熔炉间,粉剂分装车间进行了实测调查,调查的内容包括各车间的尺寸,各内表面的反射系数,一般照明的光源、灯具、安装方式,悬挂高度、单位容量以及灯具清扫情况等。

照明测量包括一般照明照度的测量和混合照明照度的测量。一般照明的照度是指距地面0.8米的假定工作面上的照度。混合照明的照度是指实际工作面上的照度。照度测量使用UM型照度计,带有余弦修正和颜色修正。测量前后仪器均经过校正。这次调查共对洁净厂房中不同位置上的825个测点进行了照度实测[38]。

在调查过程中,还广泛征求了工人师付和设计人员对洁净室照明光源、灯具、光色和照度值的意见。了解了工人的生产情况和视力变化情况,听取了工人对现状照度和满意照度的意见。

根据调查结果的整理分析,可以得出生产车间一般照明的最低照度值和平均照度值落在某一照度范围内的个数和相对百分比,如表3和图2a、b所示。

洁净车间的照度分布

表 3

个 数	照 度 (勒克斯)							
	100以下	100~200	200~300	300~400	400~500	500~600	600~700	700~800
最低值	7	24	17	3	8	2	0	2
平均值	3	14	27	12	9	7	1	2

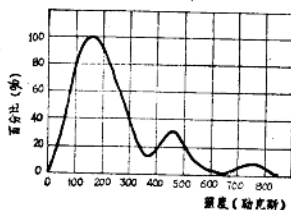


图 2a 最低照度的分布曲线

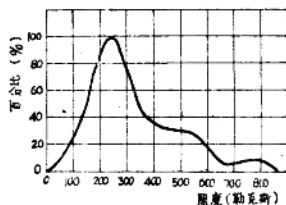


图 2b 平均照度的分布曲线

图[2]曲线表明,现场调查的洁净车间的最低照度值的峰值出现在150勒克斯的附近,平均照度的峰值出现在250勒克斯的附近,而且最低值和平均值出现在100~500勒克斯之间的个数占83%。这说明洁净车间的照度值大多数都在100~500勒克斯之间。

将不同类别的洁净车间分别整理,可以得出各类车间一般照明平均的最低照度值,平均照度值、照度均匀度和平均单位容量。见表4。

各类型洁净车间的照度值

表 4

	光源	最低值 (LX)	平均值 (LX)	均匀度	单位容量 (W/M ²)		光源	最低值 (LX)	平均值 (LX)	均匀度	单位容量 (W/M ²)
光刻间	荧光灯 (白)	126	205	0.67	11.9	外延间	荧光灯	165	268	0.64	12.88
	荧光灯 (红)	42	69	0.67	10.3	腐蚀间	荧光灯	240	285	0.85	17.4
制版间	荧光灯	174	289	0.64	10.55	清洗间	荧光灯	220	305	0.73	15.5
扩散间	荧光灯	186	255	0.73	13.9	蒸发间	荧光灯	177	253	0.68	18.4
						检测间	荧光灯	223	307	0.72	18.7

照明实测调查所得结果可归纳如下:

1.一般照明光源除一例外全部为荧光灯,局部照明光源多半是8瓦荧光灯,在有特殊需要的工作位置采用了红外线灯。灯具有透明的和半透明的有机玻璃罩,只有个别的车间采用了发光顶棚的照明方式,还有相当一部分车间根本没有灯具。灯的悬挂高度一般都在离地2.5米左右。室内各表面基本上都是浅绿、浅黄、浅兰、浅灰色,能够取得比较好的反射效果。

2.各厂同类洁净车间,其室内照明条件和工作面照度相差很大,如同样是初测间,上海东方半导体厂初测间工作面上最低照度只有32勒克斯,而上海无线电七厂初测间工作面上的最低照度却有308勒克斯,相差9.6倍之多。光刻间的红灯照度也如此,有的低至几个勒克斯,有的高到100多勒克斯,对于同类工作的生产车间,其工作面照度不应存在这样大的差别。

3.由表4的统计结果可见,各不同类型的洁净车间的平均照度值,除光刻间外都相差不大。工人所要求的满意照度则更接近。照度均匀度都在0.64~0.85之间。照明单位容量在10~20(W/M²)之间。从工人主观评价的意见来看,满意的照度值要略高于统计结果的平均照度值。

四、洁净室照明的试验研究

照明实测调查反映了我国洁净厂房的照明现状和工人对照明的主观评价意见。为了进一步确定洁净室内的适宜照度值,在洁净室内进行了照明实验,实验室布置在四机部十院的一个高大房间内,能保证一定的洁净度要求。洁净室的建筑尺寸为4×3×3(米),其平面尺寸和灯具布置如图3所示。室内各表面为浅米黄色,地为水磨石地面。洁净室南向开了二个0.9×0.9(米)的玻璃窗,窗台离地高1.0米,做照明试验时窗完全用布帘遮挡。顶棚装有2×40W洁净灯具二只,3×40W洁净灯具一只,窗上沿墙壁装30W荧光灯一只,四

实验的内容是在改变照度等级为10、30、100、300、500、1000勒克斯的情况下,测定工人的劳动生产率,工人生理指标的变化,征求操作人员对各种照明条件的意见。选择的试验工作对象为挑片(挑管芯)工作,可按Ⅱ级视觉工作考虑。照度等级通过单灯控制来实现,照度测量用UM照度计。试验时,被试者坐在室的中央位置,有时也因取得某一照度等级而移动工作位置。被试者的视力为1.0~1.5。在参加试验的12名被试人员中,除本院二名职工外,其余10名为实际生产工人,年龄从19岁到36岁,12人中男1人,女11人。正式试验前均经过预试与适应。

工人在洁净室内先进行10分钟的适应,然后从低照度开始进行挑片工作,每一照度等级下工作20分钟,对好、坏混在一起的管蕊进行挑选分类,挑好的管蕊包好后交给主试进行计数。每做完一照度等级的试验约休息半小时再进行下一照度等级的试验,当照度由低到高增加时,被试者的挑片效率随着增加,当照度达到一定数值时,效率有不再增加的趋势。12名被试的实验结果如表5和图4所示。

表 5

被试者序号	照 度 (勒克斯)						被试者序号	照 度 (勒克斯)					
	10	30	100	300	500	1000		10	30	100	300	500	1000
1(女)		22.00	40.83	42.77	55.40	51.05	8(女)	21.45	23.95	25.50	26.85	26.35	23.55
2(女)		17.40	31.27	38.00	44.95	41.30	9(女)	18.75	21.9	29.7	37.9	28.55	29.7
3(女)		12.70	19.00	24.45	25.65	22.75	10(女)	27.45	29.05	35.35	37.35	37.05	39.15
4(女)		22.80	20.10	23.50	23.80	24.20	11(女)	16.9	21.95	25.15	27.45	25.25	26.95
5(男)		16.10	20.15	22.00	19.70	21.40	12(女)	24.15	29.45	29.70	32.80	29.40	32.65
6(女)		22.55	28.25	29.85	28.70	27.00	平 均	20.79	21.66	27.48	30.86	30.83	29.94
7(女)	16.05	20.05	24.80	27.90	25.15	19.55							

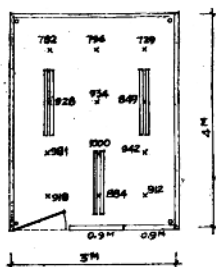


图 3 洁净室照明实验室平面图

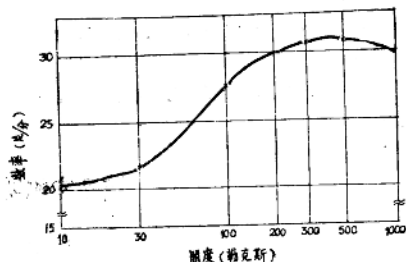


图 4 不同照度下挑片效率试验曲线

• 6 •

象本身有反光的特性，当光线太亮时容易引起刺眼，在照度比较低时可以调节灯与工件的相对位置，高照度时光由各个方向发出，避免反光就比较困难。

将上述实验结果通过回归计算的方法，可用一数学式子表达出来：

$$\text{即 } y = a + b \ln x$$

设照度为 X ，效率为 Y

$x, 10, 30, 100, 300, 500, 1000$

$y, 20.79, 21.66, 27.48, 30.86, 30.83, 29.94$

将上述一组数值代入上式求得相关系数 $r=0.940873531$

系数 $a=14.99758271$

系数 $b=2.456641898$

代入对数回归方程式(1)得：

$$y = 15 + 2.46 \ln x$$

$$\text{如当照度为200勒克斯时, } y = 15 + 2.46 \ln 200 \\ = 28.03$$

即预测得出的效率值 $Y=28.03$ ，利用同样的方法可以得到实验照度范围以内任意照度所对应的效率值。

为了将荧光灯与天然光作一比较，在同一条件下，由3名被试者在改变天然光照度的情况下做了同样的试验，实验结果如表6和图5。

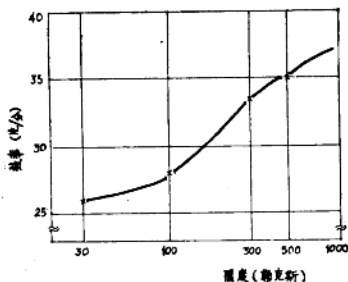


图5 不同天然光照度下挑管片效率的试验曲线

天然光不同照度下的效率

表6

被试序号	照 度 (勒克斯)					被试序号	照 度 (勒克斯)				
	30	100	300	500	1000		30	100	300	500	1000
1	20.20	21.65	31.15	32.50	26.30	3	22.30	25.30	26.10	31.70	32.60
2	35.50	38.10	43.15	43.15	51.65	平均	26.00	28.35	33.46	35.78	36.85

由图5曲线可见，由于天然光光色好，同样的照度标准，在天然光下工作的效率要比荧光灯光下的工作效率高，当照度达到1000勒克斯时，挑片效率还在缓慢增加，说明天然光要比人工光好。

2. 生理负担和照度关系的试验

根据有关资料的介绍，人的心跳次数和呼吸次数以及它们的强弱都和照度有关，如日本人杉本选择18个男学生，在10~2000勒克斯的不同照度下进行抹消试验，然后测其对应照度下的心跳、呼吸次数及振幅大小，最后得出结果，在320、560勒克斯二个照度等级下学生的生理负担最小[39, 40]。

我们用类似的方法，对在洁净室条件下工作的人员也进行了部分生理指标的测定，测定的指标是脉搏跳动次数，使用的仪器是医用记录仪，测定在每一照度等级的挑片工作以后进行，10勒克斯照度等级有5人没做，30勒克斯照度时，有2人测定时仪器发生故障，其余全部进行了测定，测定结果见表7、8和图6、7、8。其中有一人刚下夜班，心跳

快, 未统计在内。

荧光灯不同照度下的脉搏跳动次数

表 7

被试序号	照 度 (勒克斯)						被试序号	照 度 (勒克斯)					
	10	30	100	300	500	1000		10	30	100	300	500	1000
1(女)			70	66	73	78	7(女)	60	58	67	64	64	89
2(女)			73	63	65	65	8(女)	56	54	53	54	57	57
3(女)		62	62	58	58	64	9(女)	80	74	72	76	76	75
4(女)		62	72	61	69	62	10(女)	78	77	75	71	76	74
5(女)		64	64	58	75	67	11(女)	68	73	70	68	70	64
6(女)	65	57	61	65	63	67	平 均	67.5	64.6	67.2	64.0	67.2	67.5

天然光不同照度下的心跳次数

表 8

被试序号	照 度 (勒克斯)					被试序号	照 度 (勒克斯)				
	30	100	300	500	1000		30	100	300	500	1000
1	75	76	72	67	65	3	75	77	77	81	82
2	75	69	68	61	58	平 均	75	74	72	69	68

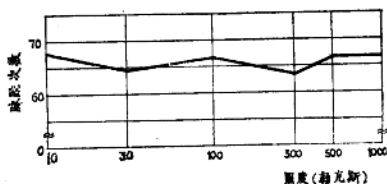


图 6 荧光灯不同照度下心跳次数的变化

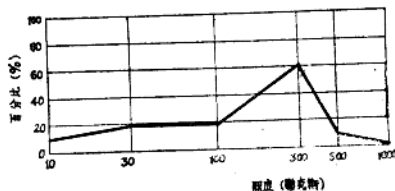


图 7 荧光灯不同照度下心跳次数最低值人数占总人数的百分比

荧光灯下脉搏次数的测定结果表明, 在300勒克斯时, 平均脉搏跳动次数最少, 交感神经的紧张最小, 生理负担也最轻, 这与前面所述学生抹消试验的结果相近。照度低时, 会使

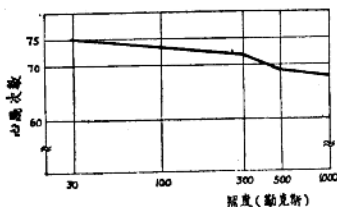


图 8 天然光不同照度下心跳次数的变化

视作业困难, 精神紧张, 疲劳和不舒服, 相应的生理负担重。照度高时, 因受强光的刺激, 交感神经紧张, 有不舒服和烦躁的感觉, 心理负担加重。以上分析与工人主观评价意见是一致的。至于在30勒克斯出现脉搏跳动次数较低值的问题, 分析其原因, 认为与个别测量值变化的幅度大有关。如果以各照度下出现最低脉搏跳动次数的人数的百分比表示实验结果, 由图7可见, 在300勒克斯处出现最低值的人数最多, 即生理负担最轻的人数最多, 说明从生理负担小考虑, 300勒克斯是比较好的。

天然光下脉搏次数的测定结果与挑片效率的试验结果是相吻合的, 300勒克斯时效率

较高,直到1000勒克斯时效率还有所增加,从生理负担来看也是这样,300~1000勒克斯的生理负担也比较小,而且到1000勒克斯时还在继续下降,说明天然光光质量好,对实际工作可以允许比较高的照度值。

3. 主观评价

在进行效率试验和测定生理指标的同时,征求了被试者对照明环境主观评价的意见。主观评价的内容有环境亮度:亮、暗、可以;工作位置亮度:亮、暗、可以;喜好何种光源:天然光、荧光灯、其他;有无封闭感觉:狭窄、开阔、适中等[41]。

对荧光灯照明评价的结果:有1人认为100勒克斯照度比较好,喜欢暗环境,平时在显微镜下工作。有10人次认为300勒克斯照度比较好,反映光线柔和、亮度适中,感觉开阔。喜欢照度500勒克斯的有8人次,希望工作照度比300勒克斯高一些。对于光源的评价,认为天然光、荧光灯各有所长,天然光光色虽好,但光线不稳定。对天然光的评价,认为在没有直射阳光的情况下照度可以提高。

综上所述,洁净室照明试验中测定的挑片效率、脉跳次数和主观评价意见的结果基本是一致的。300勒克斯的荧光灯照明有比较好的效果,当工件精细程度再提高时,500勒克斯的照明条件也是允许的。天然光照度可以更高。

五、结 论

洁净室的工作特点是密闭无窗,视觉工作精细,对照明要求高。确定洁净室的照度标准值,除了要考虑视觉工作的精细程度外,一个很重要的因素是要考虑密闭(有窗或无窗)对人的影响,同时还要考虑到国家的经济与电力水平。目前国际上对洁净室的照明一般是采用提高一级的办法来确定照度标准。国际照明委员会(CIE)的《室内照明指南》规定,无窗厂房照明的照度最低不能小于500勒克斯。我国照明标准与一些工业发达的国家比是普遍偏低,对于洁净厂房,考虑到无窗、密闭对人的心理和生理产生的不利影响,其照度标准应比同类视觉工作的一般车间高,照明实测表明各类车间视觉工作等级不同,但照度值比较接近,这说明照度值的选取是为了生理和心理上的需要。现场调查工人对满意照度值的意见和洁净室内照明试验的结果表明,洁净室一般照明的最低照度值设计为300勒克斯为宜,对个别要求不高的场所可设计为200勒克斯,对于个别要求较高的场所可设计为500勒克斯。在有局部照明要求的车间,混合照明的照度规定为1000~2000勒克斯。为了创造良好的照明环境,一般照明的照度不应低于混合照明照度的10~15%,照明均匀度($E_{\text{最小}}/E_{\text{平均}}$)取0.7为宜。

洁净室用红灯照明时,如光栅车间等,红或黄灯的照度取25~50勒克斯。

为了使洁净室和走道的照度差不致于过大,建议走道的照度取100~200勒克斯。

参 考 文 献

- [1] 《CIE 14th Session, Compte Rendu》Brussels, 1959
- [2] 《СВЕТОТЕХНИКА》1960, NO.8, Смп.30.
- [3] 《International Lighting Review》1971, NO.1, P.2-5. "Windowless Working Areas" (无窗工作区照明)。

- [4] «Papers for CIE 1979 Session» P.79-53, (利用天然光节省人工照明电能)。
- [5] «СВЕТОТЕХНИКА» 1961, NO.1 Cmp. 19-24.
- [6] «Publication CIE NO.29 (TC-4.1)» 1975, "Guide on Interior Lighting", (室内照明指南)。
- [7] «СВЕТОТЕХНИКА» 1979, NO.10 Cmp.1-29.
- [8] «Lighting Research and Technology» 1973, NO.4 P.186.
- [9] «IES Lighting Handbook» 5th ed.1972, P.9-18, 14-3.
- [10] «照明ハエドブック» 日本照明学会编, 1978年4月, P.373.
- [11] «International Lighting Review» 1971, NO.1, P.24-33.
- [12] «Normer Kunstliche Beleuchtung Von Produktions Stätten» April. 1962.
- [13] «СВЕТОТЕХНИКА» 1958, NO.10.
- [14] «照明技术的现状和发展趋势» 中国建筑科学研究院建筑物理研究所, 1979年2月, 第19页。
- [15] R.G.Hopkinson, "Architectural Physics—Lighting" Part 2, Section 4, P.224—232.
- [16] G.Söllner, «Blendung durch leuchtende Decken», «Lichttechnik», 1972 S.557—560.
- [17] «Discomfort Glare in the Working Environment», CIE, TC, 3-4 Technical Report, 1979, June, P.18.
- [18] E.Alfred, "Diegrenzung der Direktblendung nach DIN 5035 in der beleuchtungspraxis", «Lichttechnik», 1978, NO.4.S.168.
- [19] K.Norden, «Shadow and Diffusion in Illuminating Engineering», London and Toronto, 1948.
- [20] «СВЕТОТЕХНИКА», 1979, NO.8, Cmp.15—17.
- [21] 肖辉乾, 李亚璋: "颜色在建筑中的应用", 1980年12月, 中国建筑科学研究院建筑物理所。
- [22] 苏联建科院物理所等编«工业企业生产厂房和工业设备颜色装修指南»1962年1月。
- [23] «Deutsche Architektur» 1962 NO.8, S.475—478.
- [24] 工业企业洁净厂房设计规范编写组编«国外洁净技术文集»第304页, 1980年8月。
- [25] 梁天白: «大功率荧光灯的发展», «电世界» 1963年2月, NO.2.
- [26] Papers for CIE 19 Session P-79-03, B.Kühl, "Trends in the Development of Light Sources".
- [27] «Lichttechnik», 1978, NO.50, S.441—442.
- [28] «СВЕТОТЕХНИКА», 1962, NO.5, Cmp.12—19.
- [29] «Lichttechnik», 1964, NO.5, S.266—268.

- [30] «Lighting Research and Technology» 1970, NO.2, P.150.
- [31] «Lichttechnik» 1965, NO.4, S.42A—450
- [32] «Lighting Design and Applications», 1973, NO.6, P.37.
- [33] 张给纲, 林若慈: “采光和照明的节能”, 1980年4月.
- [34] «СВЕТОТЕХНИКА» 1962, NO, 6 Смп.14—20.
- [35] H.R.Ruff: “Biological UV Control the Role of Erythema”, Papers for CIE 1975 Session, P-75-73.
- [36] «СВЕТОТЕХНИКА», 1974, NO.1, Смп.8-11.
- [37] «OEI-Gasfeuerung», 1976, NO.11, P.648-649.
- [38] 工业企业洁净厂房设计规范编写组: «调查研究和科学试验报告» (六) 1981年2月.
- [39] 杉本 贤: “照明环境要素の生体への影响に関する研究” (その1) «照明学会志» 1980, No.4, P.178.
- [40] 杉本 贤: “照明环境要素の生体への影响に関する研究” (その2) «照明学会志» 1981, No.4, P.171.
- [41] Juan G.Santamaria etc., “Performance effects of daylight”, «Lighting Design & Application» 1981, NO.3 P.31.

建筑科学研究报告

编辑：中国建筑科学研究院科技管理处

印刷：中国建筑工业出版社印刷厂

出版发行：中国建筑科学研究院建筑情报研究所
(北京市西直门外车公庄大街19号)

资料编号8256

工本费：0.15元