

化工工人技术理论培训教材

工厂照明与动力线路

化学工业部人事教育司 组织编写
化学工业部教育培训中心

化学工业出版社

化工工人技术理论培训教材

工厂照明与动力线路

化学工业部人事教育司 组织编写
化学工业部教育培训中心

化学工业出版社

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

工厂照明与动力线路/化学工业部人事教育司, 化学工业部教育培训中心组织编写. —北京: 化学工业出版社, 1997

化工工人技术理论培训教材
ISBN 7-5025-1942-4

I. 工… I. ①化…②化… II. ①工厂-照明-技术培训-教材②工厂-电力系统结构-技术培训-教材 IV. TB494

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 18546 号

化工工人技术理论培训教材

工厂照明与动力线路

化学工业部人事教育司 组织编写
化学工业部教育培训中心

责任编辑: 张建茹

责任校对: 马燕珠

封面设计: 于兵

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

新华书店北京发行所经销

北京市通县京华印刷厂印刷

北京市通县京华印刷厂装订

*

开本 850×1168 毫米 1/32 印张 5 1/4 字数 162 千字
1997 年 11 月第 1 版 1997 年 11 月北京第 1 次印刷

印数: 1—5000

ISBN 7-5025-1942-4/G · 548

定价: 10.50 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换

前 言

为了适应化工系统工人技术等级培训的需要,提高工人的技术理论水平和实际操作技能,我们依据《中华人民共和国工人技术等级标准》和《化工系统工人技术理论培训教学计划 and 教学大纲》的要求,组织有关人员编写了这套培训教材。

在教材编审过程中,遵循了“坚持标准,结合实际,立足现状,着眼发展,体现特点,突出技能,结构合理,内容精炼,深浅适度”的指导思想,以“等级标准”为依据,以“计划和大纲”为蓝图,从有利于教师教学和方便工人自学出发,力求教材内容能适应化工生产技术和现代化生产工人培训的要求。

按照“中华人民共和国工人技术等级标准”规定的化工行业 168 个生产工种的有关内容,在编制教学计划和划定大纲时,在充分理解等级标准的基础上,吸取了国外职业教育的成功经验,对不同工种、不同等级工人围绕技能所要求掌握的技术理论知识进行分析和分解,作为理论教学的基本单位,称之为“单元”。在计划和大纲中,168 个工种按五个专业大类(及公共课)将不同等级的全部理论教学内容分解为 301 个教学单元。为了方便各单位开展培训教学活动,把教学计划中一些联系较为密切的“单元”合在一起,分成 112 册出版。合订后的全套教材包括以下六部分。

无机化工类单元教材共 25 册:《流体力学基础》、《管路的布置与计算》、《物料输送》、《气相非均一系分离》、《液相非均一系分离》、《物料混合》、《固体流态化与应用》、《加热与冷却》、《蒸发》、《结晶》、《浸取与干燥》、《制冷》、《焙烧与工业炉》、《粉碎与筛分》、《电渗析》、《吸附分离》、《离子交换》、《常见的无机化学反应》、《电解及其设备》、《物料衡算与热量衡算》、《合成氨造气》、《合成氨变换》、《合成氨净化》、《合成氨压缩》和《氨的合成》。

有机化工类单元教材共7册：《吸收》、《蒸馏》、《萃取》、《有机化学反应（一）》、《有机化学反应（二）》、《有机化学反应（三）》和《化学反应器》。

化工检修类单元教材共43册：《电镀》、《腐蚀与防护》、《机械传动及零件》、《液压传动与气动》、《金属材料热处理知识》、《机械制造工艺基础》、《化工检修常用机具》、《工程力学基础》、《测量与误差》、《公差与配合》、《化工机器与设备安装》、《化工压力容器》、《展开与放样》、《化工管路安装与维修》、《钳工操作技术》、《装配和修理》、《钢材矫正与成型》、《电工材料及工具》、《焊工操作技术》、《焊接工艺》、《阀门》、《化工用泵》、《风机》、《压缩机》、《化工分析仪表（一）》、《化工分析仪表（二）》、《化工测量仪表》、《电动单元组合仪表》、《化工自动化》、《集散系统》、《仪表维修工识图与制图》、《仪表常见故障分析与处理》、《过程分析仪表》、《化工检修钳工工艺学》、《化工检修铆工工艺学》、《化工检修管工工艺学》、《化工检修焊工工艺学》、《化工防腐橡胶衬里》、《化工防腐金属喷涂》、《化工防腐金属铅焊》、《化工防腐砖板衬里》、《化工防腐塑料》以及《化工防腐玻璃钢》。

化工分析类单元教材6册：《化学分析的一般知识及基本操作》、《化学分析》、《电化学分析》、《仪器分析》、《化验室基本知识》和《有机定量分析》。

橡胶加工类单元教材共11册：《橡胶、配合剂与胶料配方知识》、《再生胶制作机理、工艺及质量检验》、《橡胶加工基本工艺》、《轮胎制造工艺方法》、《力车胎制造工艺方法》、《胶管制造工艺方法》、《胶带制造工艺方法》、《橡胶工业制品制造工艺方法》、《胶鞋制造工艺方法》、《胶乳制品制造工艺方法》和《炭黑制造工艺方法》。

另外还有公共课及管理课类单元教材共20册：《电工常识》、《电工基础》、《电子学一般常识》、《电子技术基础》、《机械识图》、《机械制图》、《化工管路识图》、《工艺流程与装备布置图》、《工厂照明与动力线路》、《电气识图与控制》、《电机基础及维修》、《工厂电气设备》、《工厂电气技术》、《安全与防护》、《三废处理与环境保护》、《化工计量常识》、《计算机应用基础知识》、《化工应用文书写作》、《标准化基础知

识》和《化工生产管理知识》。

按照“单元”体系组织编写工人培训教材，尚是一种尝试，由于我们经验不足和教材编审时间的限制，部分教材在体系的合理性、内容的先进性、知识的连贯性和深广度的准确性等方面还不尽如人意，为此建议：

一、各单位在组织教学过程中，应按不同等级的培训对象，根据相应的教学计划和教学大纲的具体要求，以“单元”为单位安排教学。

二、工人技术理论的教学应与操作技能的培训结合起来。技术理论的教学活动除应联系本单位生产实际外，还应联系培训对象的文化基础、工作经历等实际情况，制订相应的教学方案，确定相应的教学内容，以提高教学的针对性和教学效率。

三、在教学过程中发现教材中存在的问题，可及时与我们联系，也可与教材的编者或出版单位联系，使教材中的问题得到及时更正，以利教学。

本套教材的组织编写，得到全国化工职工教育战线各方面同志的积极支持和帮助，在此谨向他们表示感谢。

化学工业部人事教育司

化学工业部教育培训中心

1996年3月

内 容 提 要

本书由照明和工厂电气线路两个单元组成。照明单元共分四章，主要介绍照明的基本知识、有关概念和单位。对电光源的类型、特性及常用灯具的类型和布置；如何利用系数进行照度计算；对导线的选择；对防爆场所及事故照明的要求等方面都作了比较详细的介绍。

工厂电气线路单元共分二章，主要介绍电线及电缆。并按初、中、高级工分别由浅入深地介绍了导线的选择、连接和封端的要求。对室内、外配线和特殊场所电气配线工艺；电缆终端头的制作；二次线配线工艺及如何按规程进行检查、试验作了深入介绍。

本书适用于化工行业电气工人阅读使用。

目 录

照明 (公 011)	(1)
绪论	(2)
第一章 常用电光源及灯具	(7)
第一节 常用电光源类型、特性及选择	(7)
第二节 灯具类型及选择布置	(12)
第二章 照度标准及照度计算	(19)
第一节 人工照明的照度标准	(19)
第二节 照度计算	(20)
第三章 照明供电系统及其选择	(24)
第一节 照明供电系统	(24)
第二节 照明导线的选择	(26)
第四章 防爆场所及事故照明	(30)
第一节 防爆场所照明	(30)
第二节 事故照明	(34)
第三节 照明维护及检修	(35)
工厂电气线路 (初级) (公 012)	(40)
第一章 电线	(41)
第一节 导线选择	(41)
第二节 导线连接及封端	(50)
第三节 瓷夹板与瓷瓶配线	(61)
第二章 电缆	(73)
第一节 电缆选择	(73)
第二节 电缆运行与维护	(78)
工厂电气线路 (中级) (公 012)	(83)
第一章 电线	(84)
第一节 线管配线	(84)
第二节 爆炸及火灾危险场所电气线路	(94)

第二章 电缆	(106)
第一节 电缆敷设	(106)
第二节 电缆终端头制作	(120)
工厂电气线路 (高级) (公 012)	(139)
第一章 二次线	(140)
第一节 二次回路配线工艺	(142)
第二节 二次配线的敷设与工艺	(146)
第三节 二次回路配线的检查与测试	(151)
第二章 电缆	(155)
第一节 电缆中间接头的一般要求	(155)
第二节 电缆中间接头制作工艺	(159)

照 明

(公 011)

吉化公司染料厂 吴 江 编

吉化公司染料厂 杨 槐 审

绪 论

电气动力对化工生产固然重要,电气照明对化工生产同样也很重要。照明电源中断可能造成化工操作混乱,引起生产不正常、生产中断或产生重大恶性事故。另外,当发生重大事故时,现场没有照明,就会引起现场处理混乱,人员不能及时疏散,进而有可能扩大事故。

因此学习掌握电气照明基本知识,对化工厂维护工人很重要。关于电气照明的基本知识,大致可分为以下七个方面:

一、照明与视觉的关系

人的视觉器官是眼睛,眼睛的感光组织为视网膜。对照明而言,光源是发射器,人眼是接受器。光源照射在工作面上的光通,在工作面上产生一定的照度,其中有部分为被照面反射回来,当人眼接受到这部分反射光通量时,在眼睛的视网膜上便会出现物体的像而引起视觉。

照明效果越好,相对来讲,人的视觉就会更清楚,要识别小的物体,则需要高的照度。亮度对比大时(如在白纸上写深色的字),识别效果好;亮度对比小时(如在白纸上写浅色的字),识别效果就差。这时为了改善视觉效果,就要提高照度。同一物体,在照度高时,看清楚物体所需的时间,比照度低时看清物体所需的时间要短。视看时间短,可减轻视觉器官的负担,并提高工作的效率。

二、光与光通量的概念

(1) 光是能引起视觉的辐射能,它以电磁波的形式在空间传播。

(2) 光通量是指光源在单位时间内,向周围空间辐射出的使人眼产生光感觉的能量。符号为 Φ ,单位为流明(lm)。1lm相当于波长为555nm(1nm=10⁻⁹m)的单色辐射,功率为1/680W时的光通量。

通常人们以消耗1W电功率产生多少lm(lm/W)来表征电光源的特性,称为发光效率。发光效率越高越好。

三、发光强度与照度的概念

(1) 发光强度是表明光源发光能力大小的物理量, 简称光强。符号为 I , 单位为坎德拉 (cd)。

对于各方向均匀辐射光通量的光源, 各方向的光强相等, 其公式为:

$$I = \frac{\Phi}{W}$$

式中 Φ ——光源在 W 立体角内所辐射出的总光通量;

W ——光源发光范围的立体角 (球面度); $W = S/r^2$, r 为球的半径 (cm), S 是与 W 立体角相对应的球表面积 (cm^2)。

(2) 照度是指单位面积上接收到的光通量。用 E 表示, 单位为勒克斯 (lx)。

被光均匀照射的平面照度为:

$$E = \frac{\Phi}{S}$$

式中 Φ —— S 面上接收到的总光通量;

S ——被照面积, m^2 。

1lx 相当于 1m^2 被照面上光通量为 1lm 时的照度。在夏季阳光强烈的中午, 地面照度约为 50000lx; 在冬季的晴天, 地面照度约为 2000lx; 而在晴朗的月夜, 地面照度约为 0.2lx (勒克斯)。1lx (勒克斯) = $1\text{lm}/\text{m}^2$ (流明/平方米) = 10^{-4}ph (辐透) = 9.29×10^{-2} 英尺坎德拉。

由于照度即不考虑被照面的性质 (反射、透射和吸收), 也不考虑观察者在哪个方向, 因此它只能表明光照的强弱, 并不表征被照物体的明暗程度。

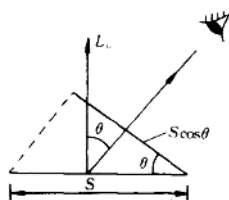
四、亮度与色温

(1) 亮度是指发光体在给定方向单位投影面积上的发光强度, 称为发光体在该方向上的亮度。符号为 L , 单位为 cd/m^2 (坎德拉每平方米), 用公式表示为:

$$L = \frac{I_\theta}{S \cos \theta}$$

式中 I_θ ——与法线成 θ 角的给定方向上的发光强度;

S ——发光体面积 (平方米)。



如图 a 中: θ 角是视线与被照面法线之间的夹角, 当观察者在垂直于 S 平面观看时, 该平面的亮度 L_0 即为光强 I_0 与被照面面积之比, $L_0 = \frac{I_0}{S}$ 。

①常用亮度单位换算如下:

1nt (尼特) = 1cd/m² (坎德拉每平方米)

图 a 视角与亮度的关系

1sb (熙提) = 10⁴cd/m² (坎德拉每平方米)

= 1cd/cm² (坎德拉每平方厘米)

1asb (亚熙提) = $\frac{1}{\pi}$ cd/m² (坎德拉每平方米)

= $\frac{1}{\pi} \times 10^{-4}$ sb (熙提)

②色温是电光源的技术参数之一。当光源的发光颜色与黑体 (能吸收全部光能的物体) 加热到某一个温度所发出的光的颜色相同时, 称该温度为光源的颜色温度, 简称色温。白炽灯的色温为 2400~2900K。

五、显色性和显色指数

(1) 显色性是指同一颜色的物体在具有不同光谱功率分布的光源照射下, 显出不同的颜色, 光源对被照物体颜色显现的性质称为光源的显色性。

(2) 显色指数是指在待测光源照射下, 物体的颜色与在另一相近色温的黑体或日光参照光源照射下相比, 物体颜色符合的程度。颜色失真越小, 显色指数越高, 说明光源的显色性好。国际上规定参照光源的显色指数为 100。显色指数用符号 R 表示, R_a 为一般显色指数, R_s 为特殊显色指数。显色指数是选择光源的一个重要参数, 一般认为 70~80 显色性良好; 90 以上为优良; 50~60 为一般; 50 以下为差。如高压钠灯 R_a 为 20~25, 故其显色性很差; 白炽灯 R_a 为 95~99, 故其显色性就很好。为了便于查阅, 将前面学过的几种光度量及其单位列于表 a。

表 a 光度量及其单位

名 称	计 算 公 式	单位及符号
光通量 Φ	$\Phi = I \cdot W$	流明, lm
照度 E	$E = \frac{\Phi}{F} = \frac{I_0 \cos \theta}{r^2}$	勒克斯, lx
光强 I	$I = \frac{\Phi}{W}$	坎德拉, cd
亮度 L	$L = \frac{I_s}{S \cos \theta}$	坎德拉/平方米, cd/m ²
立体角	$W = \frac{S}{r^2}$	球面度 sr

六、照明方式和种类

1. 照明方式

- (1) 一般照明 在整个场所或场所的某部分照度基本上均匀。
- (2) 局部照明 局限于工作部位的固定或移动照明。
- (3) 混合照明 一般照明与局部照明共同组成的照明。对于工作面需要较高照度并对照射方向有特殊要求的场所。

由于化工厂的厂房比较大,工作作业面也比较大,大多数操作对光照无特殊要求,因此采用的是一般照明。对化工厂而言,局部照明用的比较多的是检修时使用的移动照明,生产工艺设备某一部位的固定照明等。

2. 照明种类

- (1) 工作照明 正常工作时使用的室内、外照明。
- (2) 事故照明 正常照明因故障熄灭后,提供继续工作和安全通行的照明。
- (3) 警卫照明 用于警卫地区周界附近的照明。

化工厂的警卫照明多数指厂的各个大门的警卫照明,有与厂区合用电源的,也有单独使用独立电源的。一般情况下,尽量与厂区照明分开。

(4) 障碍照明 装设在障碍标志上的照明，一般用在临时检修的设备附近。如检修中的地下井盖弯、施工中的地沟、地坑弯等。

七、照明质量

照明质量主要是在质的方面有眩光、阴影问题，在量的方面有合适的亮度、照度问题。解决好这些问题，对减轻工人视觉负担，缩短观察事物时间，提高工作效率也是比较重要的。

化工厂的厂房高大、生产环境比较差、自然采光普遍较差，这就要求首先有合理的亮度来保证安全生产。照度是决定物体明亮程度的间接指标，在一定范围内，照度增加就使视觉自动提高。其次照明要均匀，照明均匀可以减轻视觉疲劳。照明均匀主要指两个方面，一方面是工作面上照明要均匀，另一方面是工作面与周围环境的亮度差别。最后是限制眩光，当有极高的亮度或强烈的亮度对比时，即造成视觉降低和人眼不舒适甚至痛感的现象叫眩光。当亮度对比超过 $1:100$ 时，可能引起眩光。当亮度超过 $16\text{cd}/\text{cm}^2$ （熙提）时，一定会造成眩光。限制眩光的措施有限制光源的亮度、降低灯具的表面亮度、正确选择照明的形式、合理布置照明的位置等。

习 题

1. 说明以下常用照明术语的定义及其单位：
(1) 光通量；(2) 光强；(3) 照度；(4) 亮度；(5) 显色指数。
2. 照明方式有几种？各是什么？
3. 什么叫眩光？如何限制眩光？

第一章 常用电光源及灯具

第一节 常用电光源类型、特性及选择

照明电光源按发光原理可分两大类：一类是热辐射光源——利用物体加热时辐射发光原理所制造的光源。另一类是气体放电光源——利用气体放电时发光原理所制造的光源。

一、常用热辐射光源

1. 白炽灯及特性

白炽灯是靠钨丝白炽体的高温热辐射发光，构造简单，使用方便。

特性：显色性好，发光效率低（热辐射中只有2%~3%为可见光，一般为2~19lm/W）。寿命不高（平均1000h，当电源电压升高5%时，寿命缩短5%），由于钨丝的冷态电阻比热态电阻小得多，故灯泡启动电流很大，最高为额定电流的8倍，但很快衰减到额定值。

类别：白炽灯的规格很多，分类方法不一，总的可以分为真空灯泡和充气灯泡两大类。在化工现场基本上是根据用途和特性分类的，有普通照明灯、指示灯、信号灯、铁路用灯等。我们只介绍普通照明灯泡规格型号，如：

PZ220-100

P——普通；Z——照明；220——灯泡额定电压220V；100——灯泡额定功率100W。

E27/35×30

E——螺口式；27——螺纹外径；35——灯头高度；30——灯头裙边直径。

B22d/25×26

B——插口式；22——灯头圆柱体外径；d——灯头接触片数目；25×26同E27/35×30中的35×30。

2. 碘钨灯及特性

碘钨灯是在白炽灯泡中充入微量的碘蒸气，利用碘循环来提高发光效率。

特性：光效较白炽灯高 30%，平均寿命 1500h，显色性好。

管形碘钨灯工作时需水平安装，倾角不大于 $\pm 4^\circ$ ，并且不允许采用任何人工冷却措施。另外碘钨灯在点亮时，管壁温度在 600°C 左右，故不能与易燃物接近。

二、常用气体放电光源

1. 荧光灯（又称日光灯）

它是靠汞蒸气放电时发出可见光和紫外线，后者又激励管壁内的荧光粉而发光，二者混合光色接近白色。

荧光灯是低气压放电灯，工作在弧光放电区。此时灯管具有负的伏安特性，当外电压变化时工作不稳定。为了保证灯管的稳定性，它必须与镇流器一起使用。

荧光灯由灯头、阴极和内壁涂有荧光粉的玻璃管组成，灯管内封入汞粒和稀有气体。大多数荧光灯线路采用预热式，即采用启辉器预热阴极，并施加反冲电压使灯管点燃。常用的启辉器是一只充满氩气的小灯泡，内有一对电极，可动电极用双金属片组成，利用氩气的辉光放电热量使可动电极和固定电极接触，启辉器接通预热灯丝，随即辉光放电停止，电极冷却（1~2s）后在离开固定电极瞬间，镇流器反冲高电压使灯管中气体被击穿，灯点燃。

特性：

(1) 光效较高，寿命较长，显色指数良好。

(2) 电压增高时，灯管电流变大，电极过热，促使灯管二端早期发黑，寿命缩短；电压低时，灯管电流变小，不足以维持电极正常工作温度，因此加剧了阴极发射物质的溅射，使灯管寿命缩短，要求供电电压波动范围为 $\pm 5\%$ 。

(3) 可利用改变荧光粉的成分来得到不同的光色、色温和显色指数。

(4) 一般来说环境温度低于 10°C 会使灯管启动困难，灯管最佳环