

高职高专系列教材

油库电工

技术应用与电气安全

YOUKU DIANGONG
JISHU YINGYONG YU DIANQI ANQUAN

杨柳春 编著

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

高职高专系列教材

油库电工 技术应用与电气安全

杨柳春 编著

中国石化出版社

内 容 提 要

本书系统地介绍了油库电工技术基本知识、直流电路、单相交流电路和三相交流电路的分析计算。在油库电工技术应用方面从实用角度出发,具体介绍了变压器、交流电机、常用电气控制电路的工作原理与使用方法,以及油库设施及电气设备防火防爆技术、PLC 控制技术和变频调速技术在油库生产中的技术应用。在油库安全技术方面从生产管理角度出发,重点介绍了油库防静电、防雷电的接地技术,以及电气接地接零保护等方面的安全技术。本书内容翔实、阐述新颖、图文并茂、通俗易懂,具有较强的实用性。

本书特别适合中高等职业院校油库电工、油气储运工程、油料储运自动化、油料管理工程等相关专业开设电工技术应用与安全课程的教学用书,也可供油库设计和技术管理的工程技术人员业务学习和岗位培训所用。

图书在版编目(CIP)数据

油库电工技术应用与电气安全 / 杨柳春编著. —北京:
中国石化出版社, 2013. 1
高职高专系列教材
ISBN 978 - 7 - 5114 - 1893 - 7

I. ①油… II. ①杨… III. ①油库 - 电工 - 安全技术 -
高等职业教育 - 教材 ②油库 - 电气安全 - 高等职业教育
- 教材 IV. ①TE972

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 292533 号

未经本社书面授权,本书任何部分不得被复制、抄袭,或者以任何形式或任何方式传播。版权所有,侵权必究。

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com

北京科信印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

787 × 1092 毫米 16 开本 19.5 印张 480 千字

2013 年 1 月第 1 版 2013 年 1 月第 1 次印刷

定价:48.00 元

前 言

随着我国石油、化工行业的迅速发展,越来越多的新技术、新工艺、新设备和新材料广泛用于油库生产中,特别是电工技术在油库中的应用更加高标准严要求,为此,学习掌握电工技术应用是保证油库安全、高效运行以及人身与财产安全的关键因素。

目前,在中高等职业院校开设的油库电工、油气储运工程、油料储运自动化、油料管理工程等专业有关电工技术应用与安全方面的专业教材甚少,油库生产以实用技术为主体内容的专著尤为少见。因此,针对油气储运专业编写一本适用于油库方面电工技术应用的教材是十分必要的;能够在有限电学知识上,将油库生产中需要电工技术才能完成的工作任务经过“教学化处理”后再变成本教材的教学内容,使课程教学内容由工学分离变为工学融合。随着现代企业和社会进入到以过程为导向的综合化运作时代,技术和工作高度渗透,任何技术问题的解决,在很大程度上都是一种技术和社会相结合的过程。劳动者的职业迁移能力直接受专业能力、关键能力和个性特征方面的综合素质的影响。本书打破传统学科体系课程模式,以职业岗位实际工作任务为载体设置学习情境,体现工作过程系统化教学理念,以行动导向的教学方法进行设计,融理论、实践为一体,力图在培养学生专业能力的同时,促进其综合职业能力的形成。

本书注意结合我国石化行业实际情况,在广泛收集材料的基础上,立足油库现状,尽可能依据新标准、新规范进行阐述。编写中力求结合生产实际,突出应用,引入国外编写职业教育教材的先进做法,使用大量的插图,体现本课程的特征,做到图文并茂,通俗易懂,使学生看得懂,学得会,符合中高职学生的认知能力。教材中各章附有丰富的习题,便于学生自学练习、掌握和巩固所学知识。全书共分十二章,由三个功能模块组成。

前4章为电工基础理论知识模块,介绍油库电工技术的基本概念,是从油库应急灯如何发光说起,电流的通路、使电流流通的电压、电流和电压的测量方法、电流和电压的关系、物质具有电阻属性和对电阻器的认识以及对电池应用的了解。介绍油库直流电路的分析计算,包括电阻的连接方法、串并联混接电路分析、电流表和电压表的量程扩大、电流的热效应和功率、电功率、用电量(电能)的计算、油库电气设备的额定值、电压源和电流源、电源的效率和匹配,基尔霍夫定律框架下的支路电流法、叠加原理和戴维南定理。介绍油库单相交流电路的分析计算,主要包括正弦交流电的基本概念、线圈中电流的相位滞后、交流电流的有效值与平均值、电容器中的电流和容抗、正弦波交流电的

相量法、RLC 串联交流电路、单相设备连接时的等效阻抗、交流电路中的谐振、有功功率、无功功率与视在功率，功率因数改善。介绍油库三相交流电路的分析计算，是从三相交流电源谈起，三相交流电压和电流、三相功率及其测量方法。

第5章~第10章为油库电工技术应用模块，介绍油库变压器原理及应用，包括变压器结构、原理及功能，变压器的运行性能和自耦变压器及互感器等内容。介绍油库交流电动机原理及应用，重点是油泵用电机的结构、原理及铭牌、油泵用电机的转矩特性与机械特性、油库用电机的选择及导线选配、油库用电机的启动、调速和制动，以及油库特种电机等内容。介绍油库电气典型控制电路应用，对通断控制电器、油泵电机的基本控制电路、油泵电机的起动控制电路、油库电机的制动控制电路和油库特殊用控制电路作了较为详尽的阐述。油库设施及电气设备防火防爆技术的应用，重点介绍油库爆炸性危险物资的特性及分类、油库爆炸性危险区域及范围等级划分、油库电气设备的防火防爆和油库电气设备的安全选用。介绍油库 PLC 控制技术应用，包括油库 PLC 基础知识、油库 PLC 基本指令及应用以及油库 PLC 的操作应用。介绍油库变频调速技术应用，包括油库变频器的基础知识、变频器在油库中的应用、油库变频器控制油泵的实例。

第十一章和第十二章为油库防静电接地和防雷电及电气接地接零安全技术应用模块，介绍油库防静电接地是从静电的产生、静电的流散与积累谈起，对油罐装油时的静电和防静电的基本途径具体介绍，列举油库作业防静电的技术要求和安全技术规定。油库防雷电和电气接地接零方面的介绍，包括油库雷电形成与危害、油库雷电防护装置、油库储油罐防雷、油库电气接地接零。

本书由兰州石化职业技术学院杨柳春教授编著并统稿。其中第3章、第4章、第5章由邓炳成编写，第1章、第8章、第11章由贾如磊编写，书中所有插图由刘剑云编绘，整个插图篇幅占全书的1/4，相当8万多字。其他章节全部由杨柳春教授完成。在本书的编著过程中，得到了中国石油西北销售公司蒋文庆高级工程师和中国石油兰州石化公司彭贞祥高级工程师和王新辉工程师等许多同志的大力支持与协助，在此表示感谢。由于时间所限，书中难免存在不足之处，恳请读者提出宝贵意见。

编者
2013年1月

目 录

第1章 油库电工技术基本知识	(1)
1.1 从油库应急灯如何发光说起	(1)
1.1.1 应急灯不亮时	(1)
1.1.2 各部件的作用	(1)
1.1.3 应急灯发光的原因	(2)
1.2 电流的通路	(2)
1.2.1 电流的流向	(2)
1.2.2 电流的流通过径	(2)
1.2.3 电流的单位	(3)
1.2.4 电流的定义	(3)
1.2.5 电流正方向的规定	(3)
1.2.6 电路的图形符号	(3)
1.3 使电流流通的电压	(4)
1.3.1 电压的单位	(4)
1.3.2 电压的定义	(4)
1.3.3 电压的正方向	(4)
1.3.4 关联正方向	(4)
1.3.5 靠电压作用产生电流	(5)
1.3.6 电动势	(5)
1.3.7 电压的单位	(5)
1.3.8 电位	(5)
1.3.9 电位差	(6)
1.3.10 电位与电压的区别	(6)
1.4 电流和电压的测量方法	(7)
1.4.1 用什么测量电流	(7)
1.4.2 电流表串联接入待测电路	(7)
1.4.3 用什么测量电压	(7)
1.4.4 电压表并联接入待测电路	(8)
1.5 电流和电压的关系	(8)
1.5.1 反映电流电压关系的电路状态	(8)
1.5.2 欧姆定律	(8)
1.5.3 电阻使电流难以通过	(9)
1.5.4 电阻的单位	(9)

1.5.5	电阻与温度的关系	(9)
1.6	物质具有电阻属性	(10)
1.6.1	电气设备中使用的材料	(10)
1.6.2	各种物质的电阻属性	(11)
1.6.3	又粗又短的物体电阻小	(11)
1.7	对电阻器的认识	(11)
1.7.1	电阻器的作用	(11)
1.7.2	电阻器的分类	(12)
1.7.3	电阻器的主要参数及标注方法	(12)
1.7.4	电阻色标的读法	(12)
1.8	对电池应用的了解	(13)
1.8.1	电池的电压	(13)
1.8.2	电池内部也有电阻	(14)
1.8.3	电池的串联	(14)
1.8.4	电池的并联	(14)
1.8.5	考虑内阻的电池	(14)
	本章小结	(15)
第2章	油库直流电路分析计算	(16)
2.1	电阻的连接方法	(16)
2.1.1	串联	(16)
2.1.2	并联	(16)
2.2	电阻的串联	(16)
2.2.1	电阻串联时电阻值增大	(16)
2.2.2	串联等效电阻	(17)
2.2.3	各电阻上所加的电压	(18)
2.2.4	串联电路的计算	(18)
2.3	电阻的并联	(18)
2.3.1	电阻并联时电阻值减小	(18)
2.3.2	并联等效电阻	(19)
2.3.3	各电阻中的电流	(19)
2.3.4	并联电路的计算	(20)
2.4	串、并联混接电路	(20)
2.4.1	多个电阻的不同连接	(20)
2.4.2	串、并联电路的等效电阻	(20)
2.4.3	串、并联电路的计算	(20)
2.5	电流表和电压表的量程扩大	(21)
2.5.1	电流表和电压表扩量程的电路结构	(21)
2.5.2	电流表的量程扩大	(22)
2.5.3	电压表的量程扩大	(22)
2.6	电流的热效应和功率	(22)

2.6.1	电流的热效应	(22)
2.6.2	焦耳定律	(23)
2.6.3	热量的计算	(23)
2.7	电功率	(23)
2.7.1	电功率的意义	(23)
2.7.2	电功率的计算	(23)
2.7.3	电阻的容许电流	(24)
2.8	用电量(电能)的计算	(25)
2.8.1	电能(用电量)的定义	(25)
2.8.2	电能(用电量)的单位	(25)
2.8.3	电能(用电量)的计算	(25)
2.9	油库电气设备的额定值	(25)
2.10	电压源和电流源	(26)
2.10.1	理想电压源(恒压源)	(27)
2.10.2	实际电压源(电压源)	(27)
2.10.3	理想电流源(恒流源)	(27)
2.10.4	实际电流源(电流源)	(28)
2.10.5	电压源与电流源等效变换的原理	(29)
2.10.6	电压源与电流源等效变换的方法	(29)
2.10.7	电压源与电流源等效变换的计算	(29)
2.11	电源的效率和匹配	(30)
2.11.1	功率损耗	(30)
2.11.2	效率	(30)
2.11.3	获得最大功率的负载	(31)
2.12	基尔霍夫定律	(31)
2.12.1	基尔霍夫电流定律(KCL)	(31)
2.12.2	基尔霍夫电压定律(KVL)	(32)
2.12.3	电压的正和负	(33)
2.12.4	基尔霍夫定律的应用步骤	(33)
2.12.5	应用基尔霍夫定律计算复杂电路	(33)
2.13	支路电流法	(34)
2.13.1	支路电流法求解电路的步骤	(34)
2.13.2	支路电流法的计算	(35)
2.14	叠加原理	(35)
2.14.1	叠加原理的说明	(35)
2.14.2	叠加原理应用的注意事项	(36)
2.14.3	叠加定理求解电路的步骤	(36)
2.15	戴维南定理	(37)
2.15.1	戴维南定理表述	(37)
2.15.2	戴维南定理应用说明	(38)

2.15.3 用戴维南定理分析计算电路	(39)
本章小结	(40)
习题	(41)
第3章 油库单相交流电路分析计算	(44)
3.1 正弦交流电的基本概念	(44)
3.1.1 正弦交流电的产生	(44)
3.1.2 正弦波交流电的瞬时值	(45)
3.1.3 正弦波交流电的相位和相位差	(46)
3.2 交流电流的有效值与平均值	(47)
3.2.1 正弦波交流的有效值	(47)
3.2.2 正弦波交流的平均值	(48)
3.3 线圈中电流的相位滞后	(48)
3.3.1 线圈中的电流	(48)
3.3.2 感抗(感性电抗)	(49)
3.4 电容器中的电流和容抗	(49)
3.4.1 电容器中的电流	(49)
3.4.2 容抗(容性电抗)	(51)
3.5 正弦波交流电的相量法	(51)
3.5.1 矢量对正弦量的相量处理	(51)
3.5.2 矢量对正弦量的相量计算	(52)
3.5.3 电阻元件电流、电压的相量关系	(53)
3.5.4 电感元件电流、电压的相量关系	(54)
3.5.5 电容元件电流、电压的相量关系	(55)
3.6 RLC 串联交流电路	(55)
3.6.1 电压与电流的关系	(55)
3.6.2 串联电路复阻抗	(56)
3.6.3 电路参数对电路性质的影响	(57)
3.7 单相设备连接时的等效阻抗	(59)
3.7.1 串联电路的阻抗	(59)
3.7.2 并联电路的阻抗	(59)
3.7.3 混联电路的阻抗	(60)
3.8 交流电路中的谐振	(60)
3.8.1 串联谐振	(61)
3.8.2 并联谐振	(62)
3.8.3 谐振电路计算	(63)
3.9 有功功率、无功功率与视在功率	(63)
3.9.1 瞬时功率	(63)
3.9.2 有功功率	(64)
3.9.3 无功功率	(64)
3.9.4 视在功率	(64)

3.9.5	功率三角形	(65)
3.9.6	交流功率、功率因数和用电量的测量	(65)
3.10	功率因数改善	(66)
3.10.1	为何改善功率因数	(66)
3.10.2	如何改善功率因数	(67)
	本章小结	(68)
	习题	(70)
第4章	油库三相交流电路分析计算	(73)
4.1	三相交流电源	(73)
4.1.1	三相交流电的产生	(73)
4.1.2	三相电源的联接	(74)
4.2	三相交流的电压和电流	(75)
4.2.1	三相不对称负载的星形联结	(75)
4.2.2	三相对称负载的星形联结	(77)
4.2.3	三相对称负载的三角形联结	(78)
4.2.4	三相不对称负载的三角形联结	(79)
4.3	三相功率及其测量方法	(80)
4.3.1	三相交流电路的有功功率	(80)
4.3.2	三相交流电路的其他功率	(81)
4.3.3	三相交流电路的功率因数	(81)
4.3.4	三相功率的测量	(82)
	本章小结	(82)
	习题	(83)
第5章	油库变压器原理及应用	(84)
5.1	变压器结构、原理及功能	(84)
5.1.1	变压器的结构	(84)
5.1.2	额定值	(85)
5.1.3	变压器的工作原理	(86)
5.1.4	变压器的功能	(86)
5.2	变压器的运行性能	(88)
5.2.1	电压变化率及外特性	(88)
5.2.2	效率和效率特性	(89)
5.3	自耦变压器及互感器	(91)
5.3.1	自耦变压器	(92)
5.3.2	电压互感器	(92)
5.3.3	电流互感器	(93)
	本章小结	(93)
	习题	(94)
第6章	油库交流电动机原理及应用	(95)
6.1	油泵用电机的结构、原理及铭牌	(95)

6.1.1	交流电动机的构造	(95)
6.1.2	交流异步电动机的转动原理	(97)
6.1.3	旋转磁场的产生	(98)
6.1.4	电动机技术数据	(99)
6.2	油泵用电动机的转矩特性与机械特性	(101)
6.2.1	电动机的转矩特性	(101)
6.2.2	电动机的机械特性	(101)
6.3	油库用电动机的选择及导线选配	(103)
6.3.1	电动机功率的选择	(103)
6.3.2	电动机种类和型式的选择	(104)
6.3.3	电动机电压和转速的选择	(104)
6.3.4	电动机导线的配用	(105)
6.4	油库用电动机的启动、调速和制动	(106)
6.4.1	启动	(106)
6.4.2	调速	(107)
6.4.3	制动	(107)
6.5	油库特种电机	(109)
6.5.1	单相感应电动机	(109)
6.5.2	步进电动机	(110)
6.5.3	伺服电动机	(112)
本章小结	(114)
习题	(116)
第7章	油库电气控制电路	(117)
7.1	通断控制电器	(117)
7.1.1	开关用控制电器	(118)
7.1.2	保护用控制电器	(122)
7.1.3	接触器	(129)
7.1.4	继电器	(131)
7.2	油泵电机的基本控制电路	(133)
7.2.1	电气图绘制规则和符号	(133)
7.2.2	油库电机的单向运行控制	(135)
7.2.3	油库电机的正反转控制	(137)
7.3	油泵电机的起动控制电路	(138)
7.3.1	油库电机的接触器直接起动控制	(138)
7.3.2	油库电机的降压起动控制	(139)
7.4	油库电机的制动控制电路	(143)
7.4.1	机械制动控制	(143)
7.4.2	反接制动控制	(144)
7.4.3	能耗制动控制	(144)
7.5	油库特殊用控制电路	(145)
7.5.1	油库电机的顺序起动控制	(145)

7.5.2	油库电机的两地控制	(145)
7.5.3	油库电机的间歇运行控制	(146)
7.5.4	油库电机自动往返控制环节的运行控制	(148)
	本章小结	(149)
	习题	(150)
第8章	油库设施及电气设备防火防爆技术	(153)
8.1	油库爆炸性危险物资的特性及分类	(153)
8.1.1	电气引燃源	(153)
8.1.2	油库爆炸危险性物质特性	(155)
8.1.3	油库爆炸危险性物质的分类、分级和分组	(157)
8.2	油库爆炸性危险区域及范围等级划分	(158)
8.2.1	油库爆炸危险场所的区域划分	(158)
8.2.2	油库内爆炸危险区域的等级范围	(161)
8.3	油库电气设备的防火防爆	(167)
8.3.1	防爆电气设备类型	(167)
8.3.2	防爆电气设备标志	(171)
8.3.3	防爆电气设备的防爆原理	(172)
8.4	油库电气设备的安全选用	(173)
8.4.1	防爆电气设备的安全选用原则	(173)
8.4.2	爆炸性气体环境中电动机的安全选用	(174)
8.4.3	爆炸性气体环境中低压电器的安全选用	(174)
8.4.4	爆炸性气体环境中电气仪表的安全选用	(175)
8.4.5	爆炸性气体环境中电气线路的安全选用	(176)
8.4.6	油库电气设备的使用、安装与维护	(176)
8.4.7	油库电气设备的消防	(179)
	本章小结	(181)
	习题	(183)
第9章	油库 PLC 控制技术	(185)
9.1	油库 PLC 基础知识	(185)
9.1.1	油库 PLC 概述	(185)
9.1.2	油库继电器控制和 PLC 控制的比较	(186)
9.1.3	PLC 的结构和工作方式	(186)
9.1.4	PLC 的主要技术性能	(187)
9.1.5	PLC 的主要功能	(188)
9.2	油库 PLC 基本指令及应用	(188)
9.2.1	PLC 的结构功能	(188)
9.2.2	PLC 的基本指令	(190)
9.2.3	油库注油机 PLC 的点动控制	(192)
9.2.4	油库油泵 PLC 的连续运行控制	(193)
9.3	油库 PLC 的操作应用	(196)
9.3.1	PLC 手持编程器操作	(197)

9.3.2	给 PLC 写入程序	(198)
9.3.3	对 PLC 运行监控程序	(200)
9.3.4	三菱 PLC 手持编程器的使用技巧	(200)
9.3.5	PLC 程序设计的步骤	(200)
9.4	油库 PLC 定量发油系统	(201)
9.4.1	PLC 自控发油系统结构	(201)
9.4.2	PLC 发油系统的发油流速控制	(203)
	本章小结	(203)
	习题	(204)
第 10 章	油库变频调速技术	(209)
10.1	油库变频器的基础知识	(209)
10.1.1	油库变频器的概念	(209)
10.1.2	变压器和变频器工作原理的比较	(210)
10.1.3	变频器的内部控制框图	(210)
10.1.4	变频器的接线端子	(212)
10.1.5	变频器的面板操作	(216)
10.1.6	变频器的运行操作	(216)
10.2	变频器在油库中的应用	(218)
10.2.1	由负载选择变频器	(219)
10.2.2	变频器的安装	(220)
10.2.3	变频器的接地	(223)
10.2.4	变频器与 PLC 主板的连接	(224)
10.2.5	计算机和变频器的连接	(225)
10.2.6	变频器电源和电机的连接	(226)
10.3	油库变频器控制油泵的实例	(227)
10.3.1	使用西门子 MM440 变频器控制油泵电机调速并正反转	(227)
10.3.2	使用 PLC 控制 MM440 变频器数字端子控制油泵电机调速并正反转	(229)
	本章小结	(230)
	习题	(231)
第 11 章	油库防静电及接地安全	(235)
11.1	静电的产生	(235)
11.1.1	静电概念	(235)
11.1.2	静电产生的原理	(236)
11.1.3	油品静电的产生	(237)
11.1.4	影响油品静电的因素	(238)
11.1.5	人体静电	(239)
11.1.6	感应起电和带电	(240)
11.2	静电的流散与积累	(241)
11.2.1	静电流散	(241)
11.2.2	静电积累	(242)
11.2.3	静电放电	(243)

11.3	油罐装油时的静电	(243)
11.3.1	发油管路中的油品静电	(244)
11.3.2	流出鹤管后的油品静电	(244)
11.3.3	油罐内静电分布规律	(246)
11.4	防静电的基本途径	(247)
11.4.1	减少静电产生	(247)
11.4.2	加速静电流散	(249)
11.4.3	避免静电放电	(250)
11.5	油库作业防静电的技术要求	(251)
11.5.1	防静电的标示规范	(251)
11.5.2	作业中防静电	(251)
11.5.3	管理中防静电	(254)
11.6	油库静电接地安全技术规定	(254)
11.6.1	静电接地一般规定	(254)
11.6.2	静电接地具体规定	(257)
11.6.3	静电接地操作流程	(263)
	本章小结	(265)
	习题	(266)
第12章	油库防雷电和电气安全接地	(270)
12.1	油库雷电形成与危害	(270)
12.1.1	雷电的形成	(270)
12.1.2	雷电的雷击形式及危害	(270)
12.1.3	遭受雷击的条件	(273)
12.2	油库雷电防护装置	(273)
12.2.1	接闪引雷	(274)
12.2.2	电离消雷	(276)
12.2.3	等电位防雷	(278)
12.2.4	雷电波阻侵	(279)
12.3	油库储油罐防雷	(281)
12.3.1	地面油罐的防雷	(281)
12.3.2	地下油罐的防雷	(282)
12.3.3	洞库油罐的防雷	(282)
12.4	油库电气安全防护	(282)
12.4.1	接地和接地电阻	(284)
12.4.2	触电	(284)
12.4.3	触电急救	(286)
12.4.4	直接接触电击防护	(288)
12.4.5	间接接触电击防护	(288)
	本章小结	(292)
	习题	(293)
	参考文献	(297)

第1章 油库电工技术基本知识

什么是“电”？这是一个很难用几句话讲清的问题，通过电的各种作用利用电流来说明应该是较为简明的。从油库应急灯着手，追究一下电流的路径和它的来源。为了表示电流的路径，就得使用电路。电路按一定的规律工作。

电流是在电压的作用下产生的，电流和电压虽不能直接用眼看到、用手触摸，但可用电流表和电压表测量，用这些仪表研究电压和电流的关系，电压和电流的关系由欧姆定律表达，欧姆定律在电路计算方面是很重要的基本定律。对物质的电阻属性用电阻率讨论，区分导体、绝缘体及二者间的半导体。列举电阻器的种类和电池的连接方法，在应用中懂得基本的电工常识。

1.1 从油库应急灯如何发光说起

1.1.1 应急灯不亮时

当好久没用的应急灯合上开关后不亮，怎么办？可按如下步骤检查测试，如图1-1所示。

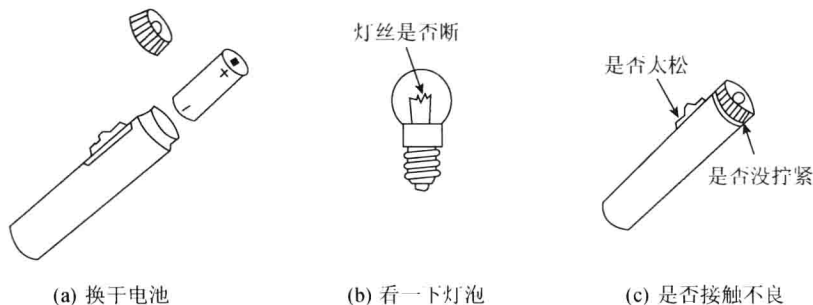


图1-1 应急灯的检查

- (1) 充电电池是否寿命到头了？需更换电池；
- (2) 看灯泡的灯丝是否断了？需更换灯泡；
- (3) 开关接触部件是否太松或生锈引起接触不良？需维修。

1.1.2 各部件的作用

应急灯是由几个部件组成的。对发光起作用的主要部件功能见表1-1。

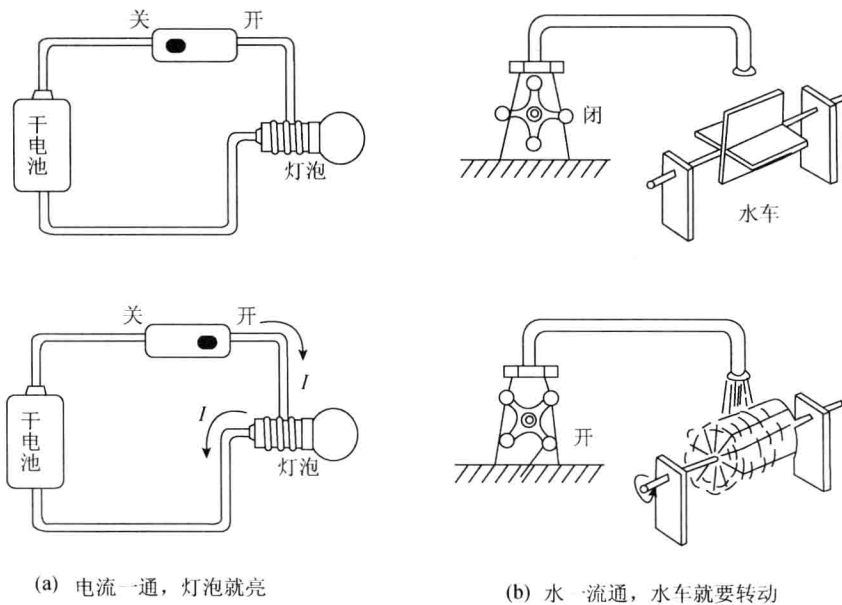
表1-1 各部件的功能

零 件	功 能	零 件	功 能
电 珠	发光，发出的光靠透镜和反射板在前方加强	金属片	用于连接灯泡和电池
电 池	使灯泡发光的电源	开 关	点亮和熄灭灯泡

1.1.3 应急灯发光的原因

合上应急灯的开关就发光，关断开关就熄灭。光靠什么产生的呢？现将应急灯里与发光有关的部件取出来看一下，如图 1-2(a)所示。

充电电池和小灯泡用导线连接，连线中间接入开关。为了弄清应急灯工作原理，用图 1-2(b)所示的置于水龙头下的水车来做比喻。水龙头的阀门关上时水不流，水车不转。阀门打开时水流下来，使水车转动。水车转动是靠水流的作用。把开关断开状态看作是水龙头阀门关闭的状态，与水车靠水流而转动的原理相同，灯泡点亮也是靠某种“流”的作用。这种“流”就叫做电流。灯泡之所以发光是由于电流通过的缘故。靠电流通过而发光的作用称为电流发光效应。表示电流的符号用字母 I 表示。



(a) 电流一通，灯泡就亮

(b) 水一流通，水车就要转动

图 1-2 电流使灯泡发光

1.2 电流的通路

1.2.1 电流的流向

当日光灯的灯管中通有电流时就发光，但并不只是日光灯管中有电流。电流从电源“+”极流出，经过闭合开关、镇流器、日光灯管再回到电源“-”极。这样电流是从正极“+”流向负极“-”，从正极流出的电流必定回到负极。如果中途导线或开关断开，电流将不通。电流的通路必定形成回路，即转一圈的环路。

1.2.2 电流的流通过径

为了知道油库电器及电泵的工作原理，就需搞清电流的流向和其流通的路。因此，把电流流通的路径叫做电路。电路由使电流流通的电源、使电流的作用转变成光和热等各种效应

的负载、连接电源和负载的导线以及起调节负载作用的调节器组成。如图 1-3 所示。

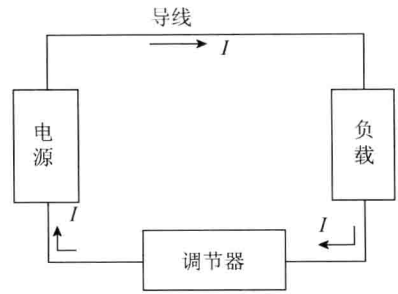


图 1-3 电流通路

1.2.3 电流的单位

电路中电荷沿着电路作定向运动形成电流，其方向规定为正电荷流动的方向(或负电荷流动的反方向)，其大小等于在单位时间内通过导体横截面的电量，称为电流，用符号 I 或 $i(t)$ 表示。设在 $\Delta t = t_2 - t_1$ 时间内，通过某导体横截面的电荷量为 $\Delta q = q_2 - q_1$ ，则在 Δt 时间内的电流可用数学公式表示为 $i(t) = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ 或 $i(t) = \frac{dq}{dt}$ 。

式中， Δt 为很小的时间间隔，时间的国际单位制为秒(s)；电量 Δq 的国际单位制为库仑(C)；电流 $i(t)$ 的国际单位制为安培(A)。

常用的电流单位还有毫安 mA、微安 μA 、千安 kA 等，它们与安培的换算关系为：

$$1\text{mA} = 10^{-3}\text{A}; \quad 1\mu\text{A} = 10^{-6}\text{A}; \quad 1\text{kA} = 10^3\text{A}$$

1.2.4 电流的定义

如果电流的大小及方向都不随时间变化，即在单位时间内通过导体横截面的电量相等，则称之为恒定电流，简称为直流，记为 DC 或 dc，用大写字母 I 表示。

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{Q}{t} = \text{常数}$$

如果电流的大小及方向均随时间变化，则为交替变化的电流。其大小及方向均随时间按正弦规律作周期性变化，简称为交流，记为 AC 或 ac，交流电流的瞬时值用小写字母 i 或 $i(t)$ 表示。

1.2.5 电流正方向的规定

在分析与计算电路时，常可任意规定某一方向作为电流的正方向(或参考方向)。如图 1-4 所示。在正方向条件下，当电流的实际方向与其正方向相同时，电流为正值；反之，当电流的实际方向与正方向相反时，则电流为负值。

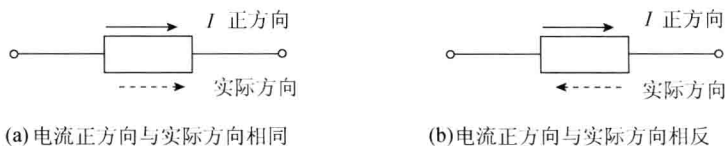


图 1-4 电流的正方向

1.2.6 电路的图形符号

电路中的电器如果用原形来表示，画起来太麻烦，因此使用图形符号。规定图形符号对谁都有相同意义。如图 1-5 所示。