

北极光

电工技能
直通车

LED

实用技术 直通车

杨清德 主 编



<http://www.phei.com.cn>



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

TN383
57

电工技能直通车

014034431

LED 实用技术直通车

杨清德 主 编



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING



北航

C1714692

183380310

内 容 简 介

本书以 LED 产品照明应用和广告应用技术为主线,详细介绍了 LED 应用的必备基础知识、LED 照明驱动器及应用电路、LED 灯光控制与信号处理技术、户内外常用 LED 灯饰产品的特性及应用、LED 灯饰工程的设计规划与工程施工技术、LED 显示屏及其数码管的工程应用、LED 灯箱及大型 LED 发光字业条件的制作技术等。

本书内容丰富,图文并茂,深入浅出,言简意赅,简明易懂。适合于电工从业人员、LED 灯饰工程技术人员、广告制作人员阅读,也可作为职业院校电工电子专业、建筑专业师生的教学参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

LED 实用技术直通车/杨清德主编. —北京:电子工业出版社, 2014. 3
(电工技能直通车)

ISBN 978 - 7 - 121 - 22467 - 6

I. ①L… II. ①杨… III. ①发光二极管 IV. ①TN383

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 026842 号

策划编辑:王敬栋 (wangjd@phei.com.cn)

责任编辑:徐 萍

印 刷:北京市京科印刷有限公司

装 订:三河市鹏成印业有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:26.75 字数:685 千字

印 次:2014 年 3 月第 1 次印刷

印 数:3 000 册 定价:69.80 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前 言

电工技能直通车丛书的第一批书5本已于2011年6月出版,它们是《电工基础技能直通车》、《低压电工技能直通车》、《电工识图直通车》、《家装电工技能直通车》和《物业电工技能直通车》,2012年7月出版的第二批书有3本,它们是《电工典型电路直通车》、《电工必识元器件直通车》和《电工仪表及工具直通车》。这次出版的第三批书有5本,它们是《电气安装技能直通车》、《电气故障检修技能直通车》、《家装电工技能直通车(第二版)》、《电工识图直通车(第二版)》和《LED实用技术直通车》。

《电工基础技能直通车》——主要讲述直流/交流电路基础知识、安全用电、电工常用工具和仪表、电工材料、电工基本操作技能、常用电气安装、变压器与电动机、电能测量及计量和营销等内容。

《低压电工技能直通车》——主要讲述电工仪表与测量、电工操作基本技能、室内配电线路及电气装置、变压器与低压架空线路及配电装置、常用低压电器、三相异步电动机与控制电路、安全用电技术等内容。

《电工识图直通车(第二版)》——主要讲述电工识图基础、常用电工测量与保护电气图识读、照明工程图识读、工厂供电及常用电气图识读、弱电工程电气图识读、可编程控制器PLC梯形图识读等内容。

《家装电工技能直通车(第二版)》——主要讲述家装电工常用工具和仪表使用、家装电工基础知识及工艺要求、家居配电和综合布线系统设计、室内线路安装技能、室内配电装置安装、家居灯具及用电器安装、旧房电路改造和家装电工安全知识等内容。

《物业电工技能直通车》——主要讲述物业电工常用工具与仪表、基本操作技能、电气安全与防雷接地装置的安装、社区供配电、社区量电及配电装置、常用照明设备、住宅小区电话通信系统、社区网络系统、社区电视和广播系统、楼宇对讲安防系统、社区视频监控系统、社区火灾报警系统、社区供电与公共用电设备的管理与维护等内容。

《电工必识元器件直通车》——主要讲述电工元器件基础知识、电力电子元器件、控制设备中的常用元器件、常用低压配电器件、低压控制器件、低压系统其他常用器件及辅件、常用高压配电器件等内容。

《电工典型电路直通车》——主要讲述继电器-接触器控制电路、变频器PLC控制电路、常用机床电气控制电路、实用照明控制电路、LED照明驱动与控制电路、建筑设备电气控制电路和工厂电气二次回路等内容。

《电工仪表及工具直通车》——主要讲述指针式万用表使用、数字式万用表使用、兆欧表和钳形表的使用、新型电工仪表及使用、常用电工工具及使用和电气安装维修专用工具及使用等内容。

《电气安装技能直通车》——主要讲述电气安装识图、电工常用工具仪表及材料、电工安装基本技能、变配电装置的安装、电力电缆的加工与敷设、电力架空线路的安装、电气照明工程安装和建筑弱电系统的安装等内容。

《电气故障检修技能直通车》——主要讲述电气故障检修安全必备知识、电气故障检修常用工具及仪表、电气设备检修管理、电气线路故障检修、变压器故障检修、电动机故障检修、低压电器故障检修和变频器故障检修等内容。

《LED 实用技术直通车》——主要讲述具有节能环保优势的第四代电光源 LED 的基础知识、驱动方案及电路、LED 室外灯具应用技术、LED 室内灯具应用技术等内容。

本套丛书根据维修电工国家职业标准（初级和中级）和教育部 2009 年颁布的《中等职业学校电工技术基础与技能教学大纲》等国家标准对电工初学者的相关知识及技能要求，并紧密结合近年来国内大中型企业对维修电工人员需求的实际情况编写。本套丛书从读者的兴趣和认知规律出发，做到实用性和趣味性并重，采用简洁明快的语言描述，采用图、表释疑解惑，用口诀帮助记忆，围绕大量的真实工作场景来展开技能训练，达到帮助读者真正从根本上掌握电工技能的目的。

本套丛书以电工技能培训为主线，以加油站、中转站、训练场为辅线，每一本书对电工基础知识及技能的介绍各有侧重，每本书就是一个大的“公共交通系统”，每一个章节就是一个“公交场站”，只要将各个场站摸熟摸透，就能真正熟悉这个大的“公共交通体系”。主要以帮助电工初学者上岗为目的，着重介绍快速掌握电工技能的方法和技巧。

加油站——介绍电工执业必需的重点知识、重点技能及技巧，不求高深，只求实用。

中转站——衔接各个章、节的内容，适当拓宽相关章节涉及的知识面，达到既形成熟练的职业技能又具备一定的适应职业变化能力的目的。

训练场——将实际工作中最常见、最实用的职业技能选为训练项目，进行手把手的技能实训操作与指导。

指点迷津——对关键的疑难问题、技能技巧进行点拨，一看就懂，一试就会。

通过上述片段的穿插，把各个“场站”联系起来，将知识点、能力点讲解得更加生动、更加容易理解和掌握。

电工技能直通车丛书之《LED 实用技术直通车》由杨清德主编，参加本书编写的还有沈文琴、冉洪俊、杨卓荣、先力、胡萍、黎平、康娅、余明飞、杨丽萍、刘华光、成世兵、乐发明、杨松、沈坤华、赵顺洪。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中难免存在缺点和错误，敬请各位读者批评指正，多提意见，盼赐教至 yqd611@163.com，以期再版时修改。

编者

引 子

电是一种客观存在的物质，是一种能做功的能量。电是人类之光，是致富的源泉，是工业的先行官，是农业丰收的保障，是服务业繁荣的催化剂，是整个国民经济腾飞的翅膀。电对现代人来说，不可或缺，衣食住行，甚至娱乐也都一刻离不开电。百业兴旺，电工与时俱进！

欲问电从哪儿来？微观领域寻答案。
电生磁来奥斯特，法拉第的磁生电。
伏特、安培电学家，发明电表大贡献。
欧姆定律天下传，爱迪生的灯用电。
赫兹开启信息化，电波传送无线电。

自从世界有了电，电工应运而出现。
生产生活离不开，百业兴旺全靠电。
当个电工很不错，知识技能是关键。
操作技能要熟练，技能全靠多实践。
规程条例要牢记，纪律制度不违反。

应知应会要掌握，丛书系列来呈现。
基础技能直通车，入门先学直流电。
识图技能直通车，电工语言最方便。
低压电工直通车，安装检修活儿不断。
物业、家装直通车，小康生活新体现。

典型电路直通车，电工电路很全面。
电工元件直通车，介绍通用元器件。
仪表工具直通车，会用才能把钱攒。
电气安装和检修，两本介绍精而全。
LED 实用直通车，开创电工新局面。

丛书作者专家团，电子社里有高见。
共同打造直通车，新老读者看一看。
内容丰富形式新，电工知识更全面。
加油站，训练场，还有技能中转站。
指点迷津及口诀，边读边可练一练。

目 录

第1章 走马观花看LED	1	【加油站3】LED的光谱特性	22
1.1 LED的发展和應用	1	【加油站4】LED的方向性	23
1.1.1 LED的发展	1	1.2.3 LED的电学特性	25
【加油站1】什么是LED	1	【加油站1】LED的 $V-I$ 特性	25
【加油站2】全球LED发展简史	1	【加油站2】LED的温度—电压特性	25
【加油站3】我国LED发展简史	3	1.2.4 LED的可靠性	26
1.1.2 LED的应用	3	【加油站1】LED的热性能	26
【加油站1】LED应用于各种显示屏	4	【加油站2】LED的光衰与寿命	27
【加油站2】LED用于室内外照明	5	1.3 LED的分类	27
【加油站3】LED用于汽车照明	6	1.3.1 LED发光管的分类	27
【加油站4】LED交通信号灯	7	【加油站1】按发光颜色分类	28
【加油站5】LED应用于景观照明和 道路照明	7	【加油站2】按出光面特征分类	28
【加油站6】LED应用于特殊照明	8	【加油站3】按结构分类	28
1.1.3 LED产业展望	9	【加油站4】按发光强度和工作 电流分类	29
【加油站1】全球LED产业格局	9	1.3.2 LED显示屏的分类	29
【加油站2】LED技术与产业发展 竞争的焦点	10	【加油站1】根据应用场所分类	29
【加油站3】目前大功率LED产品 的特点	11	【加油站2】根据颜色分类	29
【加油站4】我国发展LED产业的 优势和劣势	12	【加油站3】根据屏幕的功能分类	30
【加油站5】亟待解决LED叫好不 叫座的现状	15	1.4 白光LED简介	31
1.2 LED的结构及特性	16	1.4.1 荧光粉转换白光LED的方法	31
1.2.1 LED的基本结构	16	【加油站1】二基色荧光粉转换 白光LED	31
【加油站1】LED的基本结构及 制造材料	16	【加油站2】多基色荧光粉转换 白光LED	32
【加油站2】LED芯片的组成及作用	17	1.4.2 多芯片实现白光LED的方法	32
【训练场】分析LED的发光原理	19	【加油站1】三基色RGB合成LED	32
1.2.2 LED的光学特性	21	【加油站2】蓝光LED芯片+YAG荧光 粉形成白光LED	32
【加油站1】LED的色温	21	【加油站3】紫外光LED+RGB荧光粉 形成白光LED	33
【加油站2】LED的显色性	22	1.4.3 白光LED的种类和发光原理	34
		【加油站1】二波长型和三波长型	

白光 LED	34	【加油站 2】LED 驱动器按驱动	
【加油站 2】白光 LED 发光原理	34	方式分类	57
1.5 LED 芯片制造技术	34	【加油站 3】LED 驱动器按电路	
1.5.1 LED 芯片制造工艺流程	34	结构分类	60
【加油站】制造 LED 芯片的		2.1.3 电容降压式和电感式	
工艺流程	34	LED 驱动器	60
1.5.2 LED 封装技术	36	【加油站 1】电容降压式驱动器	61
【加油站 1】LED 封装的必要性	36	【加油站 2】电感式驱动器	62
【加油站 2】LED 封装的工艺流程	36	2.1.4 LED 电源芯片和驱动	
【加油站 3】引脚式 LED 封装技术	37	IC 的选用	63
【加油站 4】SMD 贴片技术	38	【加油站 1】LED 电源芯片的	
【加油站 5】大功率 LED 封装技术	39	控制模式	63
1.5.3 LED 的测试与分选	43	【加油站 2】LED 驱动集成电路	
【加油站 1】我国 LED 测试标准	43	的模式	64
【训练场 1】LED 的电特性测试	45	【训练场 1】低电压类 IC 的选用	64
【训练场 2】LED 光学特性测试	46	【训练场 2】全电压 AC-DC 类 IC	
【训练场 3】LED 其他特性的测试	47	的选用	65
【加油站 2】LED 芯片的分选方案	48	【训练场 3】中等电压类 IC 的选用	66
【训练场 4】LED 成品分选	49	【训练场 4】可编程类 IC 的选用	67
1.6 LED 的安装与焊接	49	2.2 LED 的连接与驱动电源	71
1.6.1 LED 的安装	49	2.2.1 LED 产品供电方案的选用	71
【加油站】LED 安装的技术要求	49	【加油站】LED 产品供电的三种	
【训练场 1】LED 的引脚成型	50	方案	71
【训练场 2】LED 的安装	51	【训练场 1】电池供电驱动方案	
1.6.2 LED 的焊接	51	的选用	72
【加油站】LED 焊接的技术要求	51	【训练场 2】稳压电源或蓄电池供电	
【训练场 1】直插式 LED 的焊接	52	方案的选用	72
【训练场 2】贴片式 LED 的焊接	53	【训练场 3】市电或高压直流电驱动	
【训练场 3】大功率 LED 焊接	54	方案的选用	73
第 2 章 LED 照明驱动应用技术	55	2.2.2 LED 光源与驱动电源的匹配	74
2.1 LED 照明驱动器基础	55	【加油站 1】LED 光源与驱动电源的	
2.1.1 LED 驱动器功能及技术要求	55	匹配原则	74
【加油站 1】设置 LED 驱动器		【加油站 2】LED 的连接方式	75
的必要性	55	【训练场 1】LED 串联应用	75
【加油站 2】LED 驱动器的功能	56	【训练场 2】LED 并联应用	76
【加油站 3】LED 驱动器的技术要求	56	【训练场 3】LED 混联应用	77
2.1.2 LED 驱动器的类型	57	【训练场 4】LED 交叉阵列连接应用	78
【加油站 1】LED 驱动器按应用		2.3 LED 驱动电源及应用	79
场合分类	57	2.3.1 LED 驱动电源的技术指标	
		及选择	79

【加油站】LED 驱动电源的重要技术指标	79	的类型	106
【训练场 1】输入电压的选择	80	【加油站 2】LED 调光驱动的常用方法	106
【训练场 2】输出电压的选择	80	【加油站 3】PWM 调光的原理	108
【训练场 3】输出电流的选择	80	3.1.2 LED 调色控制	109
【训练场 4】输出功率的选择	81	【加油站】LED 调色控制原理及方法	109
2.3.2 外置式 LED 驱动电源的选用	81	3.1.3 LED 智能控制	111
【训练场 1】SRC-171 电源控制器的选用	81	【加油站 1】LED 智能照明灯	111
【训练场 2】LED 吸顶灯驱动电源的选用	83	【加油站 2】LED 智能照明控制系统	112
2.4 驱动 LED 的电路拓扑及典型应用电路	84	3.2 LED 控制器的应用	115
2.4.1 驱动 LED 的电路拓扑结构	84	3.2.1 LED 通用型控制器的应用	115
【加油站 1】降压拓扑结构	84	【训练场 1】SDL-109C 控制器的应用	115
【加油站 2】升压拓扑结构	84	【训练场 2】LT-3800 多功能控制器的应用	117
【加油站 3】降压—升压拓扑结构	85	【训练场 3】LT-3200 调光控制器的应用	117
2.4.2 LED 典型驱动电源电路的应用	86	【训练场 4】AEM3600RC 多功能控制器的应用	118
【加油站 1】LED 灯杯驱动电源电路的应用	86	【训练场 5】LED 七彩控制器的应用	119
【加油站 2】LED 投射灯驱动电源电路的应用	87	【训练场 6】LT-200 LED 数码控制器的应用	121
【加油站 3】LM3404 的典型应用电路	89	【训练场 7】丽得管控制器的应用	122
【加油站 4】PT4107 的典型应用电路	91	【训练场 8】有写码器的同步控制器的应用	124
【加油站 5】LTC3783 典型应用电路	93	3.2.2 LED 专用型控制器的应用	124
【加油站 6】SP6648 典型应用电路	95	【加油站 1】太阳能 LED 控制器的基本功能	124
【加油站 7】SSL2101 典型应用电路	96	【训练场 1】太阳能 LED 路灯专用控制器的应用	126
【加油站 8】LT3743 典型应用电路	98	【加油站 2】音乐喷泉的类型与控制方式	130
【加油站 9】MAX8834 典型应用电路	101	【训练场 2】音乐喷泉控制器的应用	131
【加油站 10】LM3431 典型应用电路	102	【加油站 3】DMX 512 协议与控制器的应用	134
【加油站 11】HL4929 典型应用电路	103		
第 3 章 LED 光源控制应用技术	106		
3.1 LED 调光调色与智能控制	106		
3.1.1 LED 调光控制	106		
【加油站 1】LED 调光控制			

型号编写	179	【加油站3】商场、酒店 LED 灯饰 的配置	198
【加油站3】LED 路灯的一般技术 要求	180	【加油站4】办公、娱乐场所 LED 灯饰 的配置	198
【加油站4】LED 路灯的散热	181	5.1.3 LED 室内照明的方式	198
【加油站5】LED 路灯二次光学系统的 主要类型	182	【加油站1】直接照明方式	198
4.4.2 LED 灯柱的应用	184	【加油站2】半直接照明方式	198
【加油站1】LED 灯柱的主要性能 及应用	184	【加油站3】间接照明方式	198
【加油站2】LED 灯柱的结构	185	【加油站4】半间接照明方式	199
4.4.3 LED 草坪灯的应用	186	【加油站5】漫射照明方式	199
【加油站1】LED 草坪灯的作用及 主要性能	186	5.2 LED 灯泡的应用	199
【加油站2】太阳能 LED 草坪灯	186	5.2.1 LED 灯泡的性能和优点	199
4.4.4 LED 树灯的应用	187	【加油站1】LED 灯泡的性能	199
【加油站1】LED 树灯的作用 及类型	187	【加油站2】LED 灯泡的优点	200
【加油站2】LED 树灯的主要性能	188	5.2.2 LED 小功率灯泡的应用	201
4.5 LED 水下灯具的应用	188	【加油站】LED 小功率灯泡的性能 及特征	201
4.5.1 LED 水底灯的应用	188	【训练场】LED 小功率灯泡 的安装	202
【加油站】LED 水底灯的结构、性能 及作用	188	5.2.3 大功率 LED 单元灯的应用	202
【训练场】LED 水底灯的选择	189	【加油站1】大功率 LED 灯泡 的结构	202
4.5.2 LED 游泳池灯的应用	190	【加油站2】LU-PC-1W 型 单元灯	203
【加油站1】LED 池底（池壁）砖 ...	190	【加油站3】LU-PC-MP12V 型 单元灯	204
【加油站2】LED 池壁（池底）灯 ...	191	【加油站4】大功率 LED-GZ10 灯泡	204
第5章 LED 室内灯饰产品 应用技术	194	【加油站5】大功率 LED E27 灯泡	205
5.1 LED 室内照明灯饰产品 应用基础	194	5.2.4 LED 全彩球泡的应用	207
5.1.1 LED 室内照明应用的优劣势	194	【加油站】LED 全彩球泡的性能 及应用	207
【加油站1】LED 室内照明应用 的优势	194	5.3 LED 日光灯的应用	208
【加油站2】LED 室内照明应用 的劣势	194	5.3.1 LED 日光灯介绍	208
5.1.2 LED 户内灯饰的类型 及配置	195	【加油站1】LED 日光灯在办公照明 应用中的优势	208
【加油站1】LED 户内灯饰的类型	195	【加油站2】LED 日光灯的结构	210
【加油站2】居家 LED 灯饰的配置 ...	198	【加油站3】LED 日光灯的材料 与外观	211

5.3.2 LED 日光灯的应用	211	【加油站 2】LED 景观照明的设计	
【加油站】几种 LED 日光灯性能		原则	232
比较	211	【加油站 3】计算需要的 LED 数量及	
【训练场 1】LED 日光灯的新装	213	电力负荷	233
【训练场 2】LED 日光灯的改装	213	【加油站 4】光线、光影与光景	
5.4 LED 灯杯和保险丝灯串		的设计	234
的应用	215	【加油站 5】照明色彩构成	235
5.4.1 LED 灯杯的应用	215	【训练场】商场 LED 照明设计	236
【加油站 1】LED 灯杯的性能		6.1.2 LED 配电设计	241
及应用	215	【加油站 1】供配电系统选择	241
【加油站 2】LED 灯杯的特点	216	【加油站 2】供电负荷计算	241
5.4.2 LED 装饰灯串的应用	217	【加油站 3】供电安全措施	242
【加油站 1】LED 装饰灯串的性能	217	6.2 LED 户外工程施工策略	243
【加油站 2】LED 装饰灯串的应用	218	6.2.1 LED 地面灯饰工程施工策略	243
5.5 LED 系列舞台灯的应用	219	【加油站 1】施工地点选择原则	243
5.5.1 LED 幕墙灯和冰砖灯的应用	219	【加油站 2】LED 地面灯饰安装	
【加油站 1】LED 幕墙灯的性能		步骤	244
及应用	219	【加油站 3】LED 地面灯饰的安装	
【训练场 1】室内型 LED 幕墙灯		要求	245
的安装	220	【加油站 4】LED 地面灯具通电调试	
【加油站 2】LED 冰砖灯的性能		要求	246
及应用	221	6.2.2 建筑物夜景照明 LED 灯饰	
【训练场 2】LED 冰砖灯的电气		工程施工	246
连接	222	【加油站 1】建筑物 LED 灯饰安装	
5.5.2 LED 窗帘灯的应用	224	程序	246
【加油站】LED 窗帘灯的性能		【加油站 2】LED 夜景照明工程安装	
及应用	224	要求	247
5.5.3 LED 射灯的应用	224	【加油站 3】线路敷设技术要求	249
【加油站 1】LED 射灯的结构、功能		6.2.3 LED 工程施工质量控制	250
及特性	224	【加油站 1】准备阶段的质量控制	250
【加油站 2】LED 射灯的类型		【加油站 2】施工阶段的质量控制	251
及应用	225	6.3 太阳能 LED 路灯的安装	
【训练场】LED 射灯的选用	226	与维护	253
第 6 章 LED 灯饰工程规划与		6.3.1 基础浇筑	253
施工技术	231	【训练场 1】立灯位置的确定	253
6.1 LED 灯饰工程规划与设计	231	【训练场 2】基础开挖及基础	
6.1.1 LED 灯饰工程总体规划		窠预埋	254
与设计	231	6.3.2 太阳能电池板和蓄电池	
【加油站 1】LED 灯饰工程规划		的安装	254
流程	231	【训练场】太阳能电池板和蓄电池的	

安装与接线	254	6.6.3 LED 地埋灯安装	276
6.3.3 组装灯杆组件	256	【训练场 1】基础工程施工	276
【训练场 1】安装灯臂	256	【训练场 2】灯体安装及电气连接	277
【训练场 2】安装灯具	256	6.7 LED 投光灯和彩虹管的安装 ...	278
【训练场 3】组装上灯杆组件	257	6.7.1 LED 投光灯的安装	278
【训练场 4】上、下灯杆组件的 连接	258	【加油站 1】LED 投光灯控制方式 的选择	278
6.3.4 竖灯和接线	259	【加油站 2】LED 投光灯供电方式 的选择	278
【训练场 1】竖灯杆	259	【训练场】LED 投光灯的安装	278
【训练场 2】路灯接线	259	6.7.2 LED 彩虹管的安装	280
6.3.5 LED 太阳能路灯的维护	261	【加油站】安装 LED 彩虹管的常用 附件	280
【加油站】LED 太阳能路灯的 定期维护	261	【训练场 1】方形 LED 彩虹管 的安装	281
【训练场】LED 太阳能路灯的除尘 ...	261	【训练场 2】圆二线 LED 彩虹管 的安装	282
6.4 LED 护栏管的安装与维护	261	6.8 LED 吸顶灯、幕墙灯和地砖灯 的安装	285
6.4.1 LED 护栏管的安装	261	6.8.1 LED 吸顶灯的安装	285
【加油站】LED 护栏管的电气连接 ...	261	【加油站】LED 吸顶灯介绍	285
【训练场】安装 LED 护栏管	263	【训练场】LED 吸顶灯安装	285
6.4.2 LED 护栏管常见故障处理	265	6.8.2 LED 幕墙灯安装	287
【训练场 1】渗水故障的处理	265	【训练场 1】梦幻幕墙灯的安装	287
【训练场 2】只亮灯不变色的处理	266	【训练场 2】LED 超薄型幕墙灯 的安装	287
【训练场 3】不亮灯的处理	266	6.9 LED 地砖灯和灯杯的安装	291
6.5 LED 灯柱和轮廓灯的安装	266	6.9.1 LED 地砖灯的安装	291
6.5.1 LED 灯柱的安装	266	【训练场】安装 LED 地砖灯	291
【训练场】安装 LED 灯柱	266	6.9.2 LED 灯杯的安装	293
6.5.2 LED 轮廓灯的安装	267	【训练场 1】小功率 LED 灯杯的 安装	293
【训练场 1】在平面墙面安装 LED 轮廓灯	267	【训练场 2】大功率 LED 灯杯的 安装	293
【训练场 2】在拐角处安装 LED 轮廓灯	268	第 7 章 LED 显示屏与数码管 应用技术	295
6.6 水下 LED 灯饰和地埋灯 的安装	269	7.1 LED 显示屏应用技术	295
6.6.1 LED 水底灯的安装	269	7.1.1 LED 显示屏应用基础	295
【加油站】LED 水底灯的控制方式 ...	269	【加油站 1】LED 显示屏的组成	295
【训练场】安装 LED 水底灯	270		
6.6.2 LED 游泳池灯的安装	273		
【加油站】游泳池配电箱的设置	273		
【训练场 1】安装预埋盒	274		
【训练场 2】安装灯具	275		

【加油站 2】LED 显示屏系统 的组成	296	【训练场 2】室内全彩色显示屏 的选用	331
【加油站 3】LED 大屏幕显示的 类型	299	【训练场 3】模组规格和单管亮度 的计算	333
【加油站 4】几种常见 LED 显示屏 ...	300	【训练场 4】LED 显示屏耗电量 的计算	333
【加油站 5】LED 大屏幕显示屏的 拼接方案	305	【训练场 5】LED 异步显示屏 的选用	334
【加油站 6】LED 显示屏的优点	306	【训练场 6】LED 同步显示屏 的选用	335
【加油站 7】LED 显示屏的常用 信号	307	【训练场 7】LED 显示屏功能系统 的选用	335
【加油站 8】LED 显示屏的常用 接口	308	7.1.6 LED 显示屏的安装	337
7.1.2 LED 图文显示屏的应用	310	【加油站 1】LED 显示屏安装施工的 前期工作	337
【加油站 1】LED 图文显示屏的硬件 和软件	310	【加油站 2】LED 显示屏的安装 方式	338
【加油站 2】LED 图文显示屏的应用 方式	312	【训练场 1】户外 LED 显示屏硬件 的安装	339
【训练场】LED 图文显示屏动态 显示分析	312	【训练场 2】LED 显示屏软件的安装 与设置	344
7.1.3 LED 视频显示屏及应用	314	【训练场 3】LED 显示屏的壁挂式 安装	348
【加油站 1】LED 视频显示屏的技术 优势	315	【训练场 4】LED 显示屏的吊装	349
【加油站 2】LED 视频显示屏视频信号 的处理方法	316	【训练场 5】LED 显示屏的坐装	350
7.1.4 LED 条屏的应用	319	7.1.7 LED 显示屏的调试与 节目制作	350
【加油站 1】LED 图文广告条屏的 控制方式	319	【加油站】LED 显示屏软件的操作 ...	350
【加油站 2】LED 条屏的主要 特点	320	【训练场 1】LED 显示屏系统调试	350
【训练场 1】LED 通用条屏电气 连接	321	【训练场 2】LED 显示屏节目文件 的制作	351
【训练场 2】LED 通用条屏软件参数 设置	324	【训练场 3】LED 显示屏常见故障 处理	355
7.1.5 LED 显示屏的选用	326	7.2 LED 数码管应用技术	357
【加油站 1】LED 显示屏的关键技术 指标	326	7.2.1 LED 数码管应用基础	357
【加油站 2】LED 显示屏质量好坏的 初步评估方法	328	【加油站 1】7 段 LED 数码管的结构 及类型	357
【训练场 1】户外全彩色显示屏 的选用	329	【加油站 2】LED 数码管的特殊 参数	361
		7.2.2 LED 数码管的检测与应用	362

【训练场 1】LED 数码管的性能 检测	362	及种类	389
【训练场 2】自制检测装置对数码管 进行检测	364	【加油站 2】LED 发光字的优点	390
【训练场 3】7 段 LED 数码管的 应用	364	【加油站 3】LED 树脂发光字的技术 优势	391
【训练场 4】LED 米字管的应用	368	【加油站 4】LED 吸塑发光字的技术 优势	391
【训练场 5】LED 点阵管的应用	369	【加油站 5】LED 外露发光字的技术 优势	392
第 8 章 LED 灯箱和广告字制作		【加油站 6】LED 玛瑙发光字的技术 优势	392
技术	372	8.2.2 LED 发光字的设计	393
8.1 LED 灯箱制作技术	372	【加油站 1】LED 发光字的设计 要求	393
8.1.1 LED 普通灯箱制作	372	【加油站 2】LED 发光字的设计 原则	394
【加油站 1】LED 灯箱的优点及 应用	372	【加油站 3】LED 发光字的组合	396
【加油站 2】LED 灯箱的制作 材料	372	8.2.3 LED 立体发光字制作	397
【训练场 1】LED 灯箱底板尺寸 的计算	374	【训练场 1】LED 立体发光字光源 的选择	397
【训练场 2】LED 灯箱成型尺寸 的计算	374	【训练场 2】LED 限流电阻计算	399
【训练场 3】LED 数量的计算	374	【训练场 3】平鼓字的制作	399
【训练场 4】制作 LED 灯箱	375	【训练场 4】LED 模组需求量预算	401
8.1.2 LED 超薄灯箱的制作 与安装	384	【训练场 5】安装 LED 模组	402
【加油站 1】LED 灯箱的结构 及优点	384	【训练场 6】LED 发光字模组电源的 选配与安装	403
【加油站 2】器材准备	385	8.2.4 LED 金属发光字制作	405
【训练场 1】LED 超薄灯箱制作	386	【训练场 1】前期设计	405
【训练场 2】LED 超薄灯箱安装	388	【训练场 2】字体材料加工	407
8.2 LED 发光字设计与制作技术 ...	389	【训练场 3】插灯与配线	407
8.2.1 LED 发光字基础	389	【训练场 4】控制器的安装	409
【加油站 1】LED 发光字的用途		参考文献	411

第1章 走马观花看LED

1.1 LED 的发展和應用

1.1.1 LED 的发展



【加油站1】什么是LED

LED 是一种能够将电能转化为可见光的固态半导体器件，它可以直接把电能转化为光能，属于半导体二极管的一种，人们将它命名为“发光二极管”（Light - Emitting Diode, LED）。它改变了白炽灯钨丝发光与节能灯三基色粉发光的原理，而采用电场发光。



【加油站2】全球LED发展简史

应用半导体 PN 结发光原理制成 LED，其发展经历了一个漫长而曲折的过程。

1907 年，Henry Joseph Round 第一次在一块碳化硅里观察到电致发光现象。由于其发出的黄光太暗，不适合实际应用，研究被摒弃了。20 年代晚期 Bernhard Gudden 和 Robert Wichard 在德国使用从硫化物与铜中提炼的黄磷发光，再一次因发光暗淡而停止。1936 年，George Destiau 出版了一份关于硫化锌粉末发射光的报告。随着电流的应用和人们认识面的拓宽，最终出现了“电致发光”这个术语。

20 世纪 50 年代，英国科学家在电致发光的实验中使用半导体砷化镓发明了第一个具有现代意义的 LED，并于 60 年代面世。虽然只能发出不可视的红外光，但其迅速应用于感应与光电领域。

全球第一款商用 LED 是在 1965 年用镉材料做成的，单价为 45 美元。之后不久 Monsanto 和惠普公司也推出了用 GaAsP 材料制作的商用化 LED。这些早期的红光 LED 每瓦大约能提供 0.1 流明（lm）的输出光通量，比一般的 60 ~ 100W 白炽灯的 15 流明要低 100 倍。

1968 年，LED 的研发取得了突破性进展，利用氮掺杂工艺使 GaAsP 器件的效率达到了 11lm/W，并且能够发出红光、橙光和黄光。

1971 年，业界又推出了具有相同效率的 GaP 绿色裸片 LED。

1972 年，开始有少量 LED 显示屏用于钟表和计算器。全球首款采用 LED 的手表最初还是在昂贵的珠宝商店出售的，其售价高达 2 100 美元。几乎与此同时，惠普与德州仪器也推出了带 7 段红光 LED 显示屏的计算器。

20 世纪 70 年代，LED 器件在家庭与办公设备中大量应用。事实上，LED 是那个时代主打的数字与文字显示技术。这一技术进步使 LED 能够应用于室外运动信息发布及汽车中央高位安装停车灯（CHMSL）设备。

20 世纪 80 年代早期到中期,对砷化镓磷化铝的使用使得第一代高亮度的 LED 诞生,先是红色,接着是黄色,最后为绿色。

20 世纪 90 年代早期,采用铟铝磷化镓生产出了橘红、橙、黄和绿光 LED。第一个具有历史意义的蓝光 LED 也出现在 20 世纪 90 年代早期。

20 世纪 90 年代中期,出现了超亮度的氮化镓 LED,随即又制造出能产生高强度绿光和蓝光的铟氮镓 LED。蓝光 LED 的出现,使人们能利用倒行转换的磷光材料将较高能量的蓝光部分地转换成其他颜色。

1998 年,发白光的 LED 开发成功。这种 LED 是将 GaN 芯片(可以发蓝光)和钇铝石榴石(YAG)荧光粉封装在一起做成的。LED 基片发出的蓝光一部分被荧光粉吸收,另一部分与荧光粉发出的黄光混合,可以得到白光。现在,对于 InGaN/YAG 白光 LED,通过改变 YAG 荧光粉的化学组成和调节荧光粉层的厚度,可以获得色温为 3 500 ~ 10 000K 的各色白光。

近几年来,随着人们对半导体发光材料研究的不断深入,LED 制造工艺的不断进步和新材料(氮化物晶体和荧光粉)的开发与应用,各种颜色的超高亮度 LED 取得了突破性进展,其发光效率提高了近 1 000 倍。色度方面也实现了可见光波段的所有颜色,其中最重要的是超高亮度白光 LED 的出现,使 LED 应用领域跨越至高效率照明光源市场成为可能。曾经有人指出,高亮度 LED 将是人类继爱迪生发明白炽灯泡后,最伟大的发明之一。

现在仅用 LED 光源就能完全覆盖 CIE 色度曲线中的所有饱和颜色,并且各种颜色 LED 与磷的有机整合几乎能够毫无限制地产生任何颜色。今天在 LED 市场上就能看到生产出来的新奇颜色,如浅绿色和粉红色。

最近开发的 LED 不仅能发射出纯紫外光,而且能发射出真实的“黑色”紫外光。那么 LED 发展史到低能走多远?我们不得而知。也许某天就能开发出可以发 X 射线的 LED。

【中转站】人类照明发展简史

在 19 世纪之前,人类实现照明的方式非常简单,那就是直接借助各种火源的直射光,如蜡烛、油灯等。

进入 20 世纪后,随着人类新工业革命的爆发,以爱迪生发明的新式白炽灯为代表的照明设备,正式成为人类生产生活中的主流发光设备。

在白炽灯出现之后,人类社会的电力照明设备大致经过了三个重要的发展阶段,这三个阶段中的代表性光源分别为荧光灯、高强度气体放电灯和 LED 光源。其中高强度气体放电灯由于对使用环境要求严格,成本较高,目前还不是民用领域的主流照明设备,所以,和我们日常生活息息相关的光源设备,也就只有白炽灯、荧光灯和 LED 光源这三大类。

在这三大类光源中,LED 照明技术是出现时间最晚、优点最多的一种照明技术,因此,自从 20 世纪 60 年代出现以来,伴随着近代半导体技术的发展,得到了大量的普及应用。特别是进入 21 世纪之后,由 LED 照明技术衍生而出的 LED 显示技术和 LED 辅助显示技术,已经显露出越来越强烈的发展势头。