

智能照明技术与《数字可寻址照明接口》标准

1 前言

灯光及照明控制技术随着电子技术和计算机技术的发展而不断发展。20 世纪 60 年代, 为了提高控制精度和灵活性而出现的直接数字控制技术 (DDC) 随即被应用于自动照明控制; 20 世纪 80 年代末期及 90 年代, 随着计算机网络技术在控制系统中发展应用, 集散控制 (DCS) 很快主导工业控制领域。随后为了实现集散控制系统与控制器、传感器之间的通信, 现场总线的工业控制技术很快发展成为主流技术。基于现场总线技术的智能灯光及照明控制系统是以现场总线为纽带把单个分散的灯具或传感测量装置联接起来, 使之相互沟通信息, 共同完成局部灯光及照明智能控制任务, 并进一步结合互联网技术可实现远程或更大范围的智能灯光及照明控制。智能灯光及照明控制适应了灯光及照明控制向分散化、网络化、智能化发展的方向。

《数字可寻址照明接口》IEC62386 系列国际标准的出台标志着全球智能照明新时代的开始。智能照明控制技术与迅猛发展的 LED 照明技术相结合将对照明产品及照明工程应用产生巨大的影响。同时, 照明节能也从光源节能、灯控制器等部件节能、灯具节能发展到节能效果更明显的照明工程智能管理节能, 这对照明行业的发展将产生巨大的推动作用。

2 灯光及照明控制分类及控制方式

(1)灯光及照明控制主要分为室内外灯光(包括舞台灯光)控制和室内外照明控制两类。

(2)灯光及照明控制方式

灯光及照明控制方式主要有传统灯光及照明控制方式、自动灯光及照明控制方式、智能灯光及照明控制方式。合理和正确地选用控制方式是实现灯光及照明实用性、舒适性和艺术性的有效手段，是节约能源的有效措施。

1)传统灯光及照明控制方式

利用供电线路中的手动开关来人工控制灯光和照明灯具的通断；利用供电线路中的手动调节器人工调节并实现灯光和照明灯具的调光控制。传统灯光及照明控制方式相对简单、直观。但由于整个系统的灯具及手动开关、手动调节器比较分散而无法实现方便和有效的管理。

2)自动灯光及照明控制方式

利用直接数字控制(DDC)技术集中控制灯具的开关和调节。一般是由人工操作使控制中心发出信号，通过直接数字控制器控制供电线路中执行器件的分合，实现灯具通断控制和调节。自动灯光及照明控制方式解决了传统控制方式的相对分散和无法方便而有效管理等问题。但是由于采用“点对点”的连线方式，使系统需要有与灯具数量

相当的控制线路，因而大量的布线成本使系统难以考虑高质量的调光控制功能。

3) 智能灯光及照明控制方式

基于现场总线技术的智能照明控制技术可根据不同区域的功能或用途、不同的时间、环境亮度实现对灯光及照明设备集中统一管理与监控的功能，并结合现代照明技术、照明艺术，科学的管理照明设备。

智能照明控制系统可以是楼宇自动化系统的一个子系统，也可以不依赖于楼宇设备自动管理系统而独立运行。它不仅可以实现开关控制和调光控制，还可以预设许多照明场景，并根据时间、场所的功能、室内外照度自动调整场景，使得不仅在照明参数指标方面达到实用要求，而且还可使人在舒适并富有艺术气息的照明环境里学习、工作和生活。

室内外灯光(包括舞台灯光)控制系统和室内外照明控制系统

(1) 室内外灯光(包括舞台灯光)控制系统

室内外灯光(包括舞台灯光)控制特点主要是应用于室内舞厅、室内外文艺晚会、体育盛会开闭幕式等大型活动。例如 2008 年奥运会、2010 年上海世博会、2010 年广州亚运会都有大量应用。其中亚运会开闭幕式共使用了 2000 多台探照灯、2000 多台电脑灯等专业灯具及

大量的大型 LED 显示屏。涉及到珠江两岸约 7km 的区域，打造了全球最大规模的灯光城市行为艺术。

舞台类灯光控制系统特点是控制的灯光灯具数量多、每台灯具功能多、变化快。主要控制功能包括开关、调光、调色(机械式电机带动或 RGB 电子调色)、激光扫描、摇摆等;变化模式有隔行跳变、跑马方式、流水方式、渐亮渐暗、简单符号显示等多组模式;通过网络连接 PC 端软件将文字、FLASH 动画、视频、图像等媒体信息表现出来。因此，可控节点多、功能变化多、控制速度快是它的基本要求。相反很多场合对控制准确度要求并不高，例如探照灯的摇摆角度、调色色度偏差等问题。另一方面，因为整个灯光活动时间只有几个小时，为了达到视觉冲击震撼力和艺术效果而需要灯光时常快速变化。所以，舞台类灯光控制一般对节能不太关注。

(2) 室内外照明控制系统

室内外照明控制系统的特点是要求照明环境舒适，便于人们的学习、工作和生活。因此，它的照明控制特点是控制的照明灯具数量不多、每台灯具功能不多、相当长时间不变化。由此，系统可控节点要求不多(控制灯具多的整栋楼宇智能照明控制一般是通过多个子网互联而解决)、速度要求不高是它的基本特点。同时，对照明实用性、舒适性要求高，对照明控制的准确度(如调光稳定要求高)，对照明节能也要求高。

4 智能灯光控制系统和智能照明控制系统

智能灯光控制和智能照明控制系统的组成方式，主要有总线型、电力线载波型、无线网络型等。其典型控制总线协议主要有：DMX 总线、i-bus 总线、X-10 总线、C-bus 总线、HBS 总线以及 DALI 总线等。

(1) DMX 总线

DMX 是 digital multiplex(数字多路复用)的英文缩写。DMX512 协议最先是由 USITT(美国剧院技术协会)发展而来的。DMX-512/1990 协议的全称是《DMX-512/1990 Digital Data Transmission Standard For Dimmer And Controllers(调光器与控制台用数据传输标准)》。它是一种单向传输的协议，不具备设备管理的功能，即只是控制台发出指令，调光器接收并执行指令。控制台不知各调光器是否接收到并正确执行指令。2000 年的修订版 DMA512A 已能实现双向传输，即调光器可向控制台反馈自己的部分信息。DMX512 主要用于并基本上主导了室内外舞台类灯光控制的大部分市场。当然也可以用于室内照明，但由于成本及功能等因素，室内照明应用很少。

DMX512 是围绕工业标准 EIA485 属于接口、电压、电流等的“电”端的接口设计的。数据发送基于一种 8 位异步串行协议，带一个开始位(低电平)和两个停止位(高电平)，没有奇偶校验。因此，一个数据帧有 11 位元。由于每一位的宽度是 4 微秒，所以发送一个帧需要 44 微秒的时间。发送一个连续的数据流，则会产生 250kb/s 的波特率。

全数字 DMX512 调光系统基本包括：DMX512 数字信号传输协议、数字触发器、数字调光台、数字信号解码处理器。

1)DMX512 数字信号传输协议：以帧为单位，每帧数据由同步头和 512 个字节组成。按串行方式进行数据发送和接收，数据传输速率为 250Kbit/秒(比室内智能照明控制要求快百倍)。DMX512 信号的同步头告诉接收设备：后面有 512 个字节(byte)的串行数据发送过来，请做好接收准备工作。对于调光系统。每一个字节数据表示调光亮度值。用二位十六进制数表示(从 00H-FFH)，其中 00H 表示 100%，第一个字节表示第一路亮度值。第二个字节表示第二路亮度值，以此类推第 512 个字节表示第 512 路亮度值。

DMX512 信号的另外一个重要特性是信号差分输入工作模式。当干扰信号同时加在正信号线和负信号线上，采用信号差分输入时，输出端能滤除这个类干扰信号，有效地提高系统的抗干扰能力。此外，数据传送距离每段可达 1000m. 总线尾端应接一个 120 Ω 的电阻，否则可能会失配而发生数据紊乱。

2)数字触发器：有两种工作方式，一为触发导通方式；一为触发关闭方式。触发关闭方式对电力系统的谐波干扰要比触发导通方式低。这是近年来研究出来的较为先进的触发方式。

3)数字调光台：电脑处理系统通过输入接口将推杆信息(如分控杆、集控杆、总控杆等)。按键信息(如记录场、集控、效果等)收集

起来进行处理。处理结果通过输出接口转化为 DMX512 信号分别输出到相应的 DMX 信号输出接口上，同时在显示器上显示出相应内容。

4) 数字信号解码处理器：将 512 个串行数据接收并存入 MCU 的 RAM 存储缓冲区中。在时序节拍的控制下，数字信号解码器中的 MCU 根据电网的同步信号及 RAM 存储缓冲的调节亮度数据，输出触发脉冲控制晶闸管进行调光输出。

以上是全数字 DMX512 调光系统基本配置。DMX512 系统还可采用分布式、模块化的计算机网络技术控制系统，通讯接口采用计算机通讯中通用的 EIA-485 标准，采用光纤(网线)传输控制信号。向下通讯采用标准 DMX512 信号，可控制 512 个 DMX 通道；向上通讯基于 TCP/IP 方式，实现多个 DMX512 子系统的半网络化或全网络化大范围控制。并进一步实现更有效和更完善的灯光设备管理。

(2) i-bus 总线

i-bus 总线是基于 EIB(欧洲安装总线)标准的两线网络。EIB 是 European Installation Bus 的缩写。EIB 是 1990 年起源于欧洲的一个现场总线协议标准，主要用于民用建筑中各类电气设备的智能化控制。EIB 是一个开放的、综合性系统，覆盖楼宇家庭自动化的。它不依赖于特定的设备制造商，只遵循统一的标准。作为 EIB 的管理机构，EIBA(European Installation Bus Association)协会已拥有包括 ABB、SIEMENS 等著名电气集团公司近 300 家会员厂商，研发生

产的各类功能模块达 5000 多种，占据欧洲楼宇、自动化设备 80% 的市场。目前，EIB 标准以其同类产品中绝对优势的市场占有率而成为事实上的欧洲标准。鉴于 EIB 在欧洲的楼宇自动化和家庭自控市场占有率有主导地位，及其在北美的良好表现，该协议已被美国消费电子制造商协会 (CEMA) 吸收作为家庭自控的标准 EIA-766。

EIB 系统是专用于建筑电气设备控制的现场总线技术，所以很多 EIB 系统也应用于智能照明控制系统。与前两代的集中式控制和集散式控制技术相比，EIB 系统是一个安全分散的全分布式系统，在这个系统中没有主/从的设置，所有的现场设备包括面板按钮、开关驱动器、调光驱动器、定时器等都是系统中的一个节点。当根据需求设计和选择的应用程序被下载入全部元件模块中去之后，各个元件就可以完全独立地进行工作。当有集中管理的需求时，作为中央管理单元的计算机也是作为总线系统中的一个节点参与管理工作。2000 年 8 月，厦门国际会展中心是 EIB 在中国的第一次成功应用。北京首都国际机场 T3 航站楼智能照明控制采用了 ABB 公司的 i-busEIB 系统，共有包括普通照明和应急照明回路总共 56000 个，其中调光回路 550 个，风机盘管 620 套，屋顶融雪装置 430 个等，是目前世界上最大的 EIB/KNX 智能照明系统案例之一。

EIB 通讯协议支持通讯介质分段组合的网络，包括双绞线、输电线、无线传输。最大传输距离可分别长达 1000m、600m、300m。网络采用了域 (Domain)、区 (Area)、线 (Line) 的分层的结构。每一条 Line

上最多可以连接 255 个设备;一个 Area 内最多可容纳 15 条 Line;而一个 Domain 则可容纳 15 个 Area. 连接通过特殊的线耦合器(Line Coupler)和区耦合器(Area Coupler)实现。相应的设备的地址也分为区地址(4 位)、线地址(4 位)和设备地址(8 位)。控制信号与系统在设备间通过数据帧传输。基本数据格式由 EIB 协议规定,一个数据帧可携带多达 14 字节的数据,包括控制码、地址码、操作码、校正码四部分内容。

由上可知,由于没有采用主/从结构的设置,在现场的每个节点设备包括面板按钮、开关驱动器、调光驱动器、定时器等都是平等地位。也就是说,每个节点设备都可作为从属设置;或者只要内置适合的软件,在一定程度上每个节点设备都有可能作为主设置去控制其它从属节点设备。因此,每个节点设备都会相对很复杂,成本很高。这适用于如飞机场这类可投资上千万元的高档场合灯光及照明控制系统应用。而对于一般家庭和办公照明智能控制就非常昂贵了。另一方面,面板按钮、开关驱动器、调光驱动器、定时器等节点智能设备,只能对连接在上面的灯具产品的输入端进行控制和调节。因此,除了对白炽灯和低压石英灯灯具进行相位斩波调光比较适合外,对于其它气体放电灯灯具的调光控制不适合甚至无法应用。因此,EIB 总线协议比较难实现高质量智能照明控制比较困难。

(3) X-10 电力线载波总线

X-10 总线是利用电力线载波技术来实现照明电灯等家用电器控制的规范。它不需要另外布置控制线，易用价廉是它的最大特点，适合于家庭特别是旧房照明改造应用。美国 X-10 公司生产和销售的 X-10 产品在北美取得了巨大的商业成功。目前，数百万至上千万美国家庭在使用 X-10 产品。

X-10 信号是根据电力线信号正负过零点处 120kHz 脉冲信号出现与否来进行传输。信号帧头标识符为 1110，该标识符仅以真值形式传送，其余每个信号分别以真值和补码两种形式在交流电的零相位时开始传送。为了与三相交流电的过零点相一致，这些数据帧必须连续传送三次。X-10 系统由发送控制器和多个接收控制器组成，各控制器可设定不同编码以示区别。使用时，发送控制器和接收控制器可插入室内不同的电源插座(注意不是置入最终端家用电器产品)，家用电器设备插接在这些接收控制器上。用户可在与控制器相连的键盘输入控制命令和接收控制器编码，实现家用电器及照明设备的远程控制。控制命令由 120kHz 脉冲串组成，在 1ms 时间内，有脉冲表示为“1”，无脉冲则表示为“0”，电源频率过零点同步。

每个 X-10 数据包包含有标识符、房间编码和单元/功能编码，共 22bit。目前已开发出电力线路通信的嵌入式芯片、双向和三向通信组件、具有电脑接口的组件及相应软件等。

另一方面，X-10 的面板按钮、开关驱动器、调光驱动器、定时器等节点智能设备，只能对连接其上的灯具产品的输入端进行控制调

节，因此除对白炽灯和低压石英灯灯具的相位斩波调光还比较适合外，对于其它气体放电灯灯具的调光控制难以应用、甚至无法应用。

此外，X-10 的反映速度慢(传送一个指令需零点几秒)、抗干扰性能差(信号加载在电力线中传送)的缺点。而我国电网质量不好、干扰大的问题等比较严重，这给 X-10 在我国的推广应用带来实质性的困难。因此，X-10 产品在我国的应用例子并不多。

(4)C-Bus 总线

C-Bus 照明管理系统是可编程的照明管理系统。系统中各元件均内置微处理器(MCU)，并通过一对非屏蔽双绞线(UTP5)作为总线制架构，使系统的各单元可互相联系工作，对室内外照明及其它设施进行控制。即采用两线制双绞线，一对线上既提供总线设备工作电源(15~36VDC)，又进行总线设备之间直接通讯，以数据讯号方式来传送、辨识及记忆信息，不须通过中央控制器。C-Bus 的传输协议为 CSMA/CD，通信速率为 916kb/s. 可设置成为线形、星形或树形拓扑结构，但不支持环网结构。子网为基本单位，每个子网最多容纳 100 个单元或者 255 个控制回路，最大传输距离为 1000m. C-Bus 智能照明控制系统也是适合于投资大的大型高档场合，但它与 EIB 总线、X-10 协议一样没有深入考虑到具体灯具产品内部的层面。因而 C-Bus 也不适合于高质量的家庭和办公智能照明控制。C-Bus 智能照明控制系统典型的应用是在悉尼奥运会主体育场。

(5) HBS 总线

HBS 的全称是家庭总线系统 (Home Bus System)，它是由日本一些知名企业，包括日立 (Hitachi)、松下 (Mutsushita)、三菱 (Mitsubishi)、东芝 (Toshiba) 等联合提出的，并得到了日本政府和商会的支持。HBS 协议规定了如何通过双绞线或同轴电缆实现家庭电器、电话、音频、视频装置的互连，着眼于家用电器的综合自动化。同时，HBS 协议也考虑了如何在家庭内获得远程服务，如在家购物、远程医疗和远程教学等。协议主要用于电器开关量以及简单模拟量的控制，采用专用总线，具有抗干扰强、响应速度快、开发成本及风险较低的特点。该协议以家庭为主来考虑，但与上述协议系统一样，没有深入考虑到具体灯具产品内部的层面，对高质量的智能照明控制来说目前也比较遥远。

(6) DALI 数字化可寻址调光接口

DALI 是数字可寻址照明接口 (Digital Addressable Lighting Interface) 的缩写。DALI 数字化可寻址调光接口最初是专为荧光灯电子镇流器设计的。即专门为普通照明灯具产品的部件而设计的，因而可置入到普通照明灯具中去。DALI 数字可寻址照明接口得到了国际主要芯片、灯具、镇流器制造商 OSRAM、PHILIPS、TRIDONIC 等的支持而发展起来的。并于 1994 年列入 IEC60929 《电子镇流器性能要求》标准。1999 年 Philips 公司对 DALI 协议做了进一步的完善工作，并在德国汉诺威国际灯展上推出了基于 DALI 的系列产品。DALI 作为

IEC 60929 标准的一部分为照明部件提供通信规则。目前在欧洲 DALI 作为一个标准已经被各镇流器大厂商所采用。DALI 控制总线可以和智能楼宇控制系统的 EIB 以及场馆、工厂现场等标准总线实现无缝连接，是技术成熟，为业界广泛采用的照明控制技术。

DALI 控制总线采用主-从结构。因此，作为从属结构并置入普通照明灯具产品内部的部件可以造价低廉。主控制设备发出调节灯具的控制命令，总线传输控制命令，作为从属装置的独立式控制装置或置入灯具中的控制装置接收并执行命令。同时当主控制设备发出查询命令时，从属装置通过总线给主控制设备发出本身的状况信息。主控制设备根据从属装置的状况信息发出再操作命令。

DALI 控制总线的-一个接口最多能接 64 个可寻址的控制装置/设备，并最多能接 16 个可寻址组。通过网络技术可把多个接口互联后可控制很多接口和灯具。其通讯协议采用异步串行协议，信息速率为 1200bit/s. 前向帧为主控制设备向控制装置或灯具发出控制命令，由一个包括一个起动脉、一个 8 位地址的字节、一个 8 位数据的字节和两个停止位组成的 19 位数据。后向帧是从属装置向主控制装置发出的状态信息，由一个包括一个起动脉、一个 8 位数据的字节和两个停止位组成的 11 位数据。

DALI 控制协议从两个方面来保证数据传输的正确性和指令执行的有效性。第一，使用了 Manchester 编码格式。在一个 bit 的传输时间中点，从高电平向低电平的负跳变表示数据“0”，而从低电平

向高电平的正跳变表示数据“1”；Manchester 编码实现了在物理层差错检验功能，节省了信道空间，加快了系统速度。第二，具有后向帧的反馈机制。主控制设备可以知道从属装置是否成功执行指令，系统中有多少灯工作，灯是否有故障等。而 X-10 协议不具备应答，只是采用重传机制。EIB 和 C-BUS 协议采用链路层 CRC 校验机制，会多占用数据位，降低效率。

5 IEC62386 数字可寻址照明接口系列标准

目前，IEC62386 数字可寻址照明接口系列标准已发布了 10 个标准，涉及到《系统》、《控制装置》、《荧光灯控制装置》、《固定应急照明控制装置》、《放电灯控制装置》、《低压卤钨灯控制装置》、《白炽灯用电源电压控制器》、《数字信号转变成直流电压控制装置》、《LED 模块控制装置》、《开关功能控制装置》。不久将要发布 3 个标准，涉及到《控制设备》、《颜色控制装置》、《程序控制装置》。

(1) 《数字可寻址照明接口第 101 部分：一般要求系统》

IEC62386-101: 2009

该标准规定了用于交流或直流电源上的电子照明设备所产生的数字信号的控制协议。其目的是由照明设备所产生的数字信号去控制标准化的控制接口，以其在同一管理架构体系下实现电子控制装置与照明控制设备多厂商之间的协调。标准主要规定了下述接口系统的要求。

1) 标准规定系统采用主-从结构：电子控制装置只工作于从属模式，只能在要求时才传送信息。

2) 标准给出了一些特性规范：一个接口最多能接 64 个可寻址的控制装置/设备，并最多能接 16 个可寻址组；采用异步起-止传输协议，信息速率 1200bit/s 等。

3) 标准规定了电气要求：电压电流为接口端值；控制输出端标记；控制接口特性；控制输入端的绝缘系统；额定电压信号限值及逻辑关系；额定电流信号限值；信号上升和下降时间限值；

4) 标准规定了接口电源要求包括：接口电源可独立，也可集成到控制装置/设备中；电源端标记；电源端的绝缘系统；额定电压范围；额定电流限值；时序要求等；

5) 标准规定了传输协议的结构、时序、操作方法、变量声明、指令定义均引用系列标准 IEC62386-102 中的相应条款。

(2) 《数字可寻址照明接口第 102 部分：一般要求 控制装置》
IEC62386-102：2009

该标准规定了用于交流或直流供电的电子照明设备所产生的数字信号的控制协议和测试方法。其目的是由照明设备所产生的数字信号去控制标准化的控制接口，以在同一管理架构体系下实现电子控制装置与照明控制设备多厂商之间的合作。

1) 标准主要规定了接口系统的要求与第 101 部分相同。

2) 标准详细规定了传输协议的结构。

3) 标准详细规定了信息位、数据帧、帧时序的定时。

4) 标准详细规定了运行方式包括：对数调光曲线、电弧功率等级及精确度、电源接通、接口故障、最小最大亮度等级、响应时间和速率、出错状态下对指令的反应、灯预热和启动时的运行状态、存储器存取和映射。

5) 标准详细规定了各种变量声明包括变量默认值、重置值、有效范围。

6) 标准详细规定了指令定义包括：电弧功率控制指令、配置指令、查询指令、专用指令。

7) 标准中大篇幅地描述了对 IEC 62386-200 系列各控制装置的测试程序。

(3) 《数字可寻址照明接口第 103 部分：一般要求控制设备》

IEC62386-103: 20XX 该标准是关于系统中主控设备的标准，目前还没发布。将来不久随着它的出台，也将带出一系列有关主控设备部件的系列标准。

(4) 《数字可寻址照明接口第 201 部分：控制装置的特殊要求荧光灯(设备类型 0)》 IEC62386-201：2009 所有条款引用了 IEC62386-101 和 IEC62386-102 相应内容。其中第 10 章《变量声明》、第 11 章 《指令的定义》、第 12 章《试验程序》补充了一些内容。另外，标准中没有明确提及的、但需注意的几点是：

1)根据荧光灯的特点，可调光电子镇流器设计时需要考虑：荧光灯是依靠放电电流来维持灯丝电子粉发射电子所需的正常工作温度的，任何较大的偏离都将严重损坏灯管寿命。因此，可调光电子镇流器应设计成不能较大范围深度调节灯电流(即调光)，或者深度调光时要设计成能给灯丝阴极提供辅助加热。

2)从节能角度来说，有阴极辅助加热的系统使灯管功率下降至 2W 以下的调光是得不偿失的。

3)荧光灯电子镇流器调光设计一般在输出级层面采用 PWM(脉冲宽度调制)方法，使灯电流工作频率与扼流电感、电容组合的谐振频率产生偏离来实现调光的。由于灯电流工作频率发生了较大范围的变化，灯具系统的 EMC 就更难以在全调光范围满足标准要求。因此，与调光联动的 EMC 及功率因数校正 IC 模块的研发很重要。

(5) 《数字可寻址照明接口第 202 部分：控制装置的特殊要求固定应急照明(设备类型 1)》 IEC62386-202：2009 所有条款引用了 IEC62386-101 和 IEC62386-102 相应内容。第 3 章《术语和定义》、

第 9 章《运行方式》、第 10 章《变量声明》、第 11 章《指令的定义》、第 12 章《试验程序》补充了较多内容。另外，标准中第 9 章《运行方式》对各种亮度等级作出了很好的定义。

(6) 《数字可寻址照明接口第 203 部分：控制装置的特殊要求放电灯(荧光灯除外)(设备类型 2)》 IEC62386-203: 2009 所有条款引用了 IEC62386-101 和 IEC62386-102 相应内容。第 3 章《术语和定义》、第 9 章《运行方式》、第 10 章《变量声明》补充了少量内容;第 11 章《指令的定义》、第 12 章《试验程序》补充了较多内容。另外，标准中没有提及的但需注意的几点内容是：

1)根据 HID 放电灯的特点，可调光电子镇流器设计时需要考虑：HID 放电灯是依靠放电电流来维持灯丝电子粉发射电子所需正常工作温度的，而且它不能像荧光灯那样可提供辅助加热回路。因此，任何较大的灯电流偏离都将严重损坏灯管甚至电子镇流器本身的寿命。所以，可调光电子镇流器应设计或由协议程序规定不能较大范围的深度调光。

2)金卤灯电子镇流器的调光设计比不调光的还更应注意考虑避免声频共振造成灯光闪烁。

3)HID 灯电子镇流器调光设计一般在输出级层面采用 PWM(脉冲宽度调制)方法，使灯电流工作频率与扼流电感、电容组合的谐振频率产生偏离来实现调光。由于灯电流工作频率发生了较大范围的变

化，灯具系统的 EMC 就更难以在调光全范围满足标准要求。因此，与调光联动的 EMC 及功率因数校正 IC 模块的研发很重要。

(7) 《数字可寻址照明接口第 204 部分：控制装置的特殊要求低压卤钨灯(设备类型 3)》 IEC62386-204：2009 所有条款引用了 IEC62386-101 和 IEC62386-102 相应内容。第 3 章《术语和定义》、第 9 章《运行方式》、第 10 章《变量声明》、第 11 章《指令的定义》、第 12 章《试验程序》补充了较多内容。另外，标准中没有提及的但需注意几点是：

1) 低压卤钨灯调光的电子变压器设计多采用相位斩波法，应注意考虑避免共振造成灯光闪烁。

2) 斩波法调光会产生大量的谐波，灯具系统的 EMC 就更难以在调光全范围满足标准要求。因此，加强 EMC 设计很重要。

(8) 《数字可寻址照明接口第 205 部分：控制装置的特殊要求白炽灯用电源电压控制器(设备类型 4)》 IEC62386-205：2009 所有条款引用了 IEC62386-101 和 IEC62386-102 相应内容。第 3 章《术语和定义》、第 9 章《运行方式》、第 10 章《变量声明》、第 11 章《指令的定义》、第 12 章《试验程序》补充了较多内容。另外，标准中没有提及的但需注意的是：

1) 普通照明应用的白炽灯调光的电子控制器设计多采用相位斩波法，斩波法调光会产生大量的谐波，灯具系统的 EMC 就更难以在调光全范围满足标准要求。因此，加强 EMC 设计很重要。

2) 目前全球禁止使用白炽灯的呼声越来越高，白炽灯属于不久将淘汰的产品，不适宜鼓励应用。

(9) 《数字可寻址照明接口第 206 部分：控制装置的特殊要求数字信号转变成直流电压(设备类型 5)》 IEC62386-206: 2009 该标准是特殊要求，但也可以说是适用于那些内部采用模拟信号调光输入端口和其它模拟信号控制通断的输入端口的各种控制装置的通用标准。

(10) 《数字可寻址照明接口第 207 部分：控制装置的特殊要求 LED 模块(设备类型 6)》 IEC62386-207: 2009 所有条款引用了 IEC62386-101 和 IEC62386-102 相应内容。第 3 章《术语和定义》、第 9 章《运行方式》、第 10 章《变量声明》、第 11 章《指令的定义》、第 12 章《试验程序》补充了较多内容。另外，LED 作为电子器件其特点非常适合于调光工作。因此，数字可寻址照明接口与 LED 的结合将对 LED 的发展及照明产业的更新换代起到有力的促进作用。

(11) 《数字可寻址照明接口第 208 部分：控制装置的特殊要求开关功能(设备类型 7)》 IEC62386-208: 2009 该标准是关于系统中各种开/关、通/断控制装置的特殊要求，例如某些灯具的机械位置调节控制等。所有条款引用了 IEC62386-101 和 IEC62386-102 相应内容。第

3 章《术语和定义》、第 9 章《运行方式》、第 10 章《变量声明》、第 11 章《指令的定义》、第 12 章《试验程序》补充了较多内容。

(12)《数字可寻址照明接口第 209 部分：控制装置的特殊要求颜色控制(设备类型 8)》IEC62386-209: 2009 该标准是关于系统中需要进行颜色控制的各种控制装置的特殊要求，目前还没出台。

(13)《数字可寻址照明接口第 210 部分：控制装置的特殊要求程序装置(设备类型 9)》IEC62386-210: 2009 该标准是系统中各种控制装置关于程序的特殊要求，目前还没出台。

6 结束语

从以上各种总线协议系统可见，除了 DMX512 和 DALI 具体深入到灯具产品内部层面外，其它总线都是只到墙壁的连接器和插座等，没有深入考虑到具体灯具产品的层面。换句话说没有按各种灯光和照明终端产品—灯具的特点进行统一的标准化。也就不可能真正根据各种灯具和光源的特点开拓其功能。所以，一方面它们只能进行一般的通断控制和对少数类型灯具进行简单的相位斩波调光控制。因此，在普通公寓楼办公照明和普通家庭照明的智能化应用中有很大的局限性。反过来，又限制了它们进入广大的普通照明市场。另一方面，由于没有深入到具体灯具产品种类的层面，没有按各种照明终端产品—灯具的特点进行统一的标准化。当对很多气体放电灯灯具进行简单的输入

电源调节以达到调光目的时，很容易出现灯光闪烁，损坏镇流器、控制器或灯管等，严重的甚至容易出安全问题。

虽然 DMX512 置入到了灯具产品内，但该系统主要为大型舞台类灯光灯具而设计，很多功能主要考虑的是一些电机实现机械调节控制，而没有更多的从程序指令上考虑电子控制。这同样也不太适合普通楼办公照明和普通家庭照明的智能化应用。尽管 DALI 数字化可寻址调光接口已置入到了灯的控制装置或灯具产品中，但一些灯具用 DALI 数字化可寻址调光接口也没有更深入地考虑光源产品特点的层面，还有待改进或者标准把这些更深入的问题留给了照明企业设计时再考虑。但无论如何，作为普通楼办公照明和普通家庭照明的智能化、具体置入到灯控制装置或灯具层面的国际统一标准化的标准：DALI 数字化可寻址调光接口标准是目前、最具发展前景的高质量的智能照明控制系统。DALI 数字化可寻址调光接口技术与 LED 照明技术的迅猛发展相结合将对照明产品及照明工程应用的更新换代产生巨大的推动作用。