



中国照明电器协会团体标准

T/CALI 0801-2019

电力线数字传输照明控制协议

Digital load side transmission lighting control protocol

2019-04-12 发布

2019-10-13 实施

中国照明电器协会 发布

目 次

前 言	4
1 范围	5
2 规范性引用文件	5
3 术语和定义	5
4 一般概述	9
4.1 主从结构	9
4.2 规格概述	9
5 基本要求	10
5.1 控制设备和控制装置的标识	10
5.2 电网适用环境	10
6 电气说明	10
6.1 接线方式	11
6.2 接线图	11
6.3 控制装置的框图	12
6.4 控制设备的框图	12
6.5 在正弦波不同时间段的电气特性	13
6.6 数据信号电压范围和时序	17
6.7 上电时序	17
6.8 控制装置灯灭状态下的电气特性	18
7 数据时序	19
7.1 一般概述	19
7.2 每一位 bit 的时序	19
7.3 允许的帧	19
8 报文结构	21
8.1 一般概述	21
8.2 报文	21
9 报文类型的定义	22
9.1 报文类型要	22
9.2 报文类型 0: 亮度	22
9.3 报文类型 1: 色温控制	22
9.4 报文类型 2 : 色彩	22
9.5 报文类型 3: 地址分配	23
10 操作方法	23
10.1 一般概述	23
10.2 亮度	23
10.3 色温控制	24
10.4 报文地址分配	24
11 测试流程	25
11.1 电气特性测试	25

11.2 数据时长测试	30
11.3 报文结构测试	30
11.4 报文类型测试	31
附录 A	33
A.1 报文设置控制装置组地址	33
A.2 报文更改控制装置组地址	34
附录 B	35
B.1 电力线数字传输 (DLT) 的控制接口协议	35
B.2 控制设备无线控制接口协议	36
附录 C	37
C.1 电力线数字传输 (DLT) 的驱动接口协议	37

中国照明电器协会团体标准

前 言

本标准依据 GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

本标准由杭州鸿雁电器有限公司提出。

本标准由中国照明电器协会归口。

本标准主要起草单位：杭州鸿雁电器有限公司、杭州士兰微电子股份有限公司、飞利浦照明(中国)投资有限公司、上海时代之光照明电器检测有限公司、欧司朗（中国）照明有限公司、江苏亚示照明集团有限公司、杭州华普永明光电有限公司、浙江阳光照明电器集团股份有限公司

本标准主要起草人：王晓东、蔡拥军、黄峰、庄晓波、张俊斌、沈庆跃、夏誉、郑东
本标准首次发布。

中国照明电器协会团体标准

电力线数字传输照明控制协议

1 范围

本标准规定了电力线数字传输照明控制系统的一般要求、电气接口、数据时序、报文结构、报文类型、操作方法及测试方法。

本标准规定的电力线数字传输照明控制的协议，旨在实现控制设备和控制装置之间的可互操作，包括但不限于：LED 集成灯和具有外部控制装置的 LED 光源。

本标准规定的电力线数字传输照明控制系统，利用现有布线，本标准所述的新设备，能很容易地替换传统开关，调光器和灯。

本标准适用正弦波电压220V，频率50Hz的电网。

本标准不包括安全要求。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 16844-2008 普通照明用自镇流灯的安全要求

GB/T 16895.1-2008 低压电气设备低压电气设施.第 1 部分:基本原则、一般特性评价和定义

GB 16915.2-2012 家用和类似用途固定式电气装置的开关第 2 部分:特殊要求第 1 节:电子开关

GB 19510.1-2009 灯的控制装置.第 1 部分:通用要求和安全要求

GB 24906-2010 普通照明用 50V 以上自镇流 LED 灯的安全要求

3 术语和定义

3.1

负载侧 load side

从控制设备的输出端到一个或者若干个控制装置的输入端的电线

3.2

接口 interface

用于控制设备和控制装置之间传输交流电源功率和数据的电线

3.3

控制设备 control device

该设备连接到所述负载侧并且向至少一个控制装置发送命令

3.4

控制装置 control gear

驱动一个或多个光源负载之间的装置，用于转换交流输入功率，以达到光源负载所需的电流值，提供功率因数校正或减少无线电干扰

3.5

主机 master

在接口发起数据的装置

3.6

从机 slave

在接口对数据作出反应的装置

3.7

正向传输 forward transmission

数据从主机传输到从机

3.8

供电阶段 supply period

给控制设备供电的时段

3.9

传输功率阶段 operating period

给控制装置提供电源功率的时段

3.10

数据阶段 data period

用于数据传输的时段

3.11

帧 frame

连续位

3.12

报文 telegram

引起从机反应的完整连续帧

3.13

组别 group

用于寻址控制装置的编号

3.14

反应时间 response time

从报文结束到控制装置反应所需的时间

3.15

正弦半波 half wave

在零度开始到正或负 180 度结束的正弦波

3.16

照明系统 lighting system

控制设备和一个或多个控制装置的组合

3.17

报文类型 telegram type

报文定义所发送的特定内容

3.18

两线制设备 two-wire device

供电回路由控制装置的旁路回路提供的控制设备

3.19

传输信号 transmission signal

控制设备在数据传输阶段时的不同信号状态的电压差

3.20

启动 start-up

负载光源从零电流转变到具有大于零电流的状态

4 一般概述

电力线数字传输照明协议，旨在实现控制设备和控制装置--包括但不限于：LED 集成灯和具有外部控制装置的 LED 光源--之间的可互操作，用于控制 LED 的亮度，色温和其它参数。

4.1 主从结构

控制装置仅在从机模式下运作，因此控制装置只接收信息。

控制设备仅在主机模式下运作，因此控制设备只发送信息。

4.2 规格概述

只能有一个控制设备在接口上当主机使用，控制装置只能当从机使用。

控制装置的个数受控制设备最大带载能力的限制。

控制设备的带载能力包括两个指标：所连接控制装置的最大功率和最多个数。

在一个接口上最大的控制装置组数是 7 组。

具有错误校测的编码（曼彻斯特编码）。

有效传输速率：50 Hz 时为 200 bit / s

有效工作的正弦波电压：200V-240 V。

支持单火线取电。

5 一般要求

5.1 控制设备和控制装置的标识

以下信息由供应商提供。

支持的报文类型。

表明控制装置是否支持分组。

控制装置的出厂默认组号，可以是任意组号。

受限制控制装置的最大组数。

控制设备所连接着的控制装置最少个数（如多于一个）。

注：两线制控制设备所需的供电电流可能超过一个控制装置的载流能力。

5.2 电网适用环境

适用于室内电网干扰小的环境，如家居、办公、商照、教育等；不适用于电网干扰大的环境，如建筑工地、工业等。

6 电气说明

在后续描述接口的电气特性中，将使用以下缩写

V_{IN} 输入电源电压

V_M 正弦波电压（额定值）

$V_M(t)$ 正弦波电压瞬时值

V_{Pk} 正弦波峰值电压

V_{CD} 控制设备两端电压

I_{CD} 流过控制设备的输入电流

Z_{CD} 控制设备的阻抗

V_{CG} 控制装置的输入电压

I_{CG} 控制装置的输入电流

Z_{CG} 控制装置的阻抗

P_{CG} 控制装置的额定输入功率

n 控制设备所连接的控制装置个数

V_{sw} 控制装置的旁路电流有效和无效的临界点对应的正弦波电压

V_{Data} 控制设备在传输数据阶段时的两端电压

V_{CDmin} 控制设备两端最小电压

I_{CG_LC} 控制装置在小电流时段和传输数据阶段的载流能力

I_{CG_HC} 控制装置在大电流时段的载流能力

V_{CG_HC} 控制装置在大电流时段的最大输入电压 ($I_{CG_HC}=I_{CG}$)

I_{CD_HC} 控制设备在大电流时段最大电流, 由控制设备控制。

t_{HB} 半个 bit 时长

t_{rise} 传输数据阶段控制设备数据的上升沿

t_{fall} 传输数据阶段控制设备数据的下降沿

t_{CD_S} 正弦波过零后发控制设备从停止传输正弦波到控制装置完全收到正弦波间隔

I_{PO_low} 在控制装置不输出功率情况下载流能力的较低值

I_{PO_high} 在控制装置不输出功率情况下载流能力的较高值

V_{PO_low} 控制装置在不输出功率情况下, 提供 I_{PO_low} 对应的输入电压下限

V_{PO_high} 控制装置在不输出功率情况下, 提供 I_{PO_high} 对应的输入电压上限

6.1 接线方式

设备的接线符合 GB/T 168958 系列中给出的安装规则, 并符合中国的国家安装规则。

6.2 接线图

照明系统的接线使用传统的控制设备和控制装置串联方法。

图 1 是具有一个控制设备和两个控制装置的照明系统的示例。

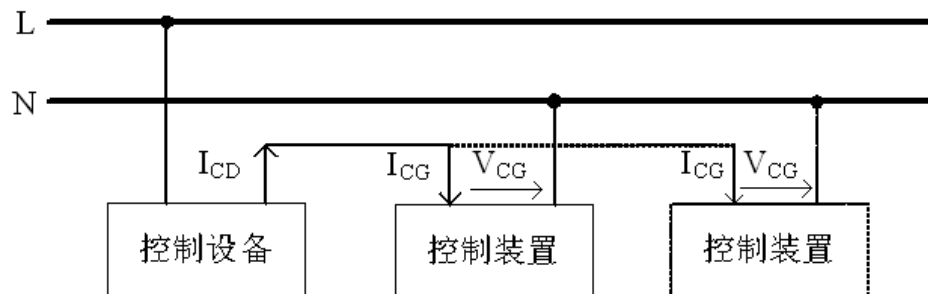


图 1 接线示意图

6.3 控制装置的框图

对于 DLT 相关功能，除了通常在控制装置中使用的部件之外，还可能需要以下，如图 2 所示：

用于交流电压整流的整流桥。

旁路，能按不同时段的要求承载所规定的电流。

解耦电路，其将正弦波载波数据解耦，并将解耦后的信号转到信号处理模块。

信号处理模块，用于接收报文数据，从而控制负载状态。

照明系统的驱动电源。

解耦二极管，若驱动电源的输入电容会干扰传输信号的接收。

控制装置驱动接口协议例子见附录 C。

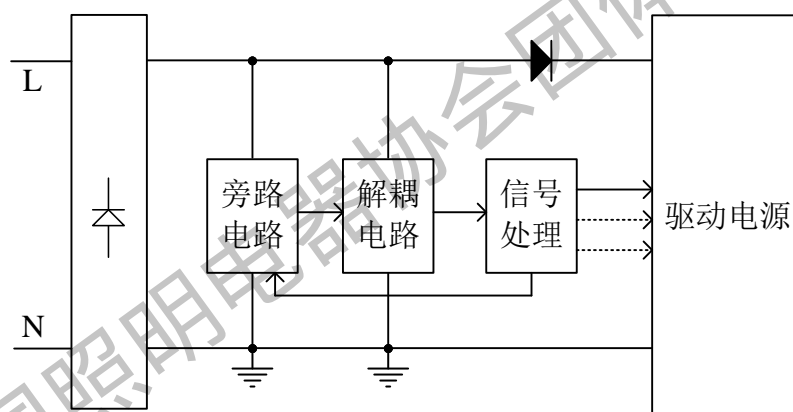


图 2 控制装置的示意框图

6.4 控制设备的框图

如图 3 所示，控制设备包括具有逻辑控制和过零检测的电子功率开关，用于控制供电阶段、传输功率阶段和数据阶段。数据调制为控制装置提供所需的数据。

控制设备控制接口协议例子见附录 B。

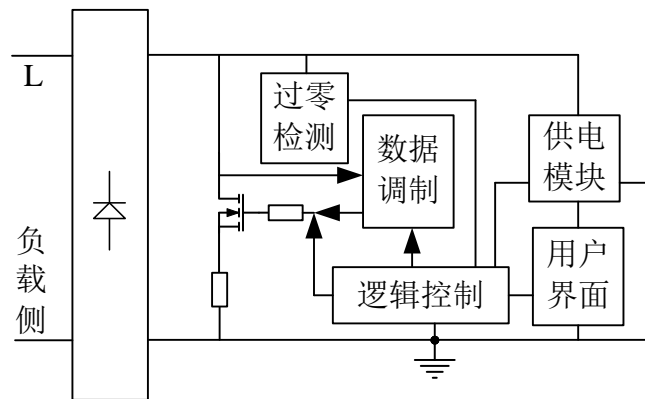


图3 控制设备的示意框图

6.5 在正弦波不同阶段的电气特性

下文中的所有值都与控制设备相关。

6.5.1 将正弦半波分为3个阶段

本标准中给出的所有信息都与电源的正弦半波相关。由于半波之间的极性变化，所有值都是绝对值。每个半波分为三个阶段：供电阶段、传输功率阶段和数据阶段，如图4和条款6.5.2至6.5.4所述。

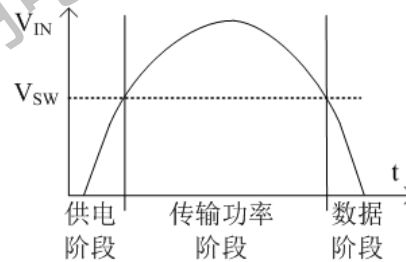


图4 正弦半波3个阶段

6.5.2 供电阶段的电气特性

6.5.2.1 一般概述

在单火线系统中，控制装置必须能在供电期间提供供电回路，给控制设备供电，即使在单火线系统中也如此。

供电阶段分为3个时段：第一小电流时段、大电流时段和第二小电流时段，如图5所示。

在所有三个时段内，控制设备和控制装置应符合子条款 6.5.2.2 到 6.5.2.4 中列出的电气特性。

控制装置在 32 个半波时间内没有接收到有效报文，可以关闭供电回路，当成不连接控制设备的状态，保持一种亮度。

注：（1）这是为了减少控制装置在没有连接控制设备的情况下的功率损耗。

（2）关于色彩检测时间暂未定义

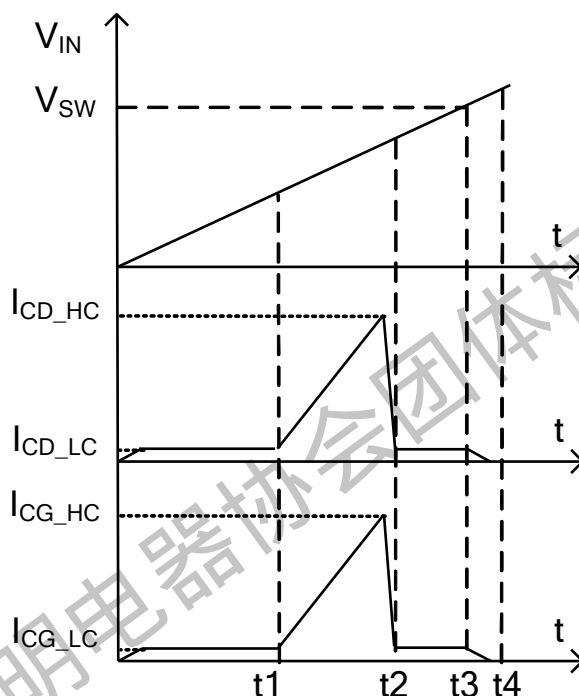


图 5 供电阶段

6.5.2.2 第一小电流时段

第一小电流时段的目的是控制装置从交流电压的过零点开始提供设定的阻抗，使得控制设备能进行过零检测，这使得系统可以与正弦波的相位同步。该时段从电源的过零点开始并在时间 t_1 结束。

在该时段，控制装置应提供载流能力不低于 I_{CG_LC} 的电流通道。电流 I_{CG_LC} 可以通过旁路电路形成回路，如图 2 所示。

在此期间，电流 I_{CG} 的瞬时值不得超过表 1 中给出的 $I_{CG}(t)$ ，其阻抗和载流能力如表 1 所示。

6.5.2.3 大电流时段

大电流时段的目的是供电给控制设备。

该时刻从时间 t_1 开始并在时间 t_2 结束。从时间 t_1 到时间 t_2 ，控制装置应提供不小于 I_{CG_HC} 的载流能力。电流 I_{CG_HC} 可以通过旁路电路形成回路，如图 2 所示。控制装置的阻抗必须足够低，使得当电流

I_{CG} 小于或等于 I_{CD_HC} 时, 控制装置输入电压降不超过 V_{CG_HC} 。当控制装置电压 V_{CG} 超过 V_{CG_HC} 时, 控制装置可以将其载流能力减小到 I_{CG_LC} 。

从时间 t_1 到时间 t_2 , 控制设备应将通过其供电回路的电流 I_{CD} 限制为 I_{CD_HC} 。从 t_1 到时间 t_2 的电流 I_{CD} , 如表 1 所示。

6.5.2.4 第二小电流时段

第二小电流时段的目的是提供小电流路径, 允许控制设备以设定的转换速率, 减小其两端电压 V_{CD} 。从时间 t_2 到时间 t_3 , 控制装置应提供具有 I_{CG_LC} 的最小载流能力。电流 I_{CG_LC} 可以通过旁路电路形成回路, 如图 2 所示。在该时段, I_{CG} 的瞬时值不得超过表 1 中给出的 $I_{CG}(t)$ 。

时间 t_3 是控制装置 V_{CG} 的输入电压超过 V_{SW} 时刻。

从时间 t_3 开始, 控制装置的阻抗不再被设定, 可以停用旁路。

从时间 t_3 到时间 t_4 , 控制设备应减小其阻抗 Z_{CD} 。

表 1 电网电压 220VAC, 频率 50Hz

	过零后时间	控制装置: 电流限制	控制设备: 电流、电压限制
第一小电流时段	$0-t_1=720\mu s$	$I_{CG_LC} \geq 15mA$	$I_{CD} < 15mA$
大电流时段	$t_1-t_2, t_2=1.22ms$	$I_{CG_HC} \geq 1A$ $V_{CG} \leq V_{CG_HC}=15V$	$I_{CD_HC} \leq 1A$
第二小电流时段	t_2 到 $t_3, t_3=2ms$ 高电平: $V_{SW}=150V$ 低电平: $V_{SW}=170V$	$I_{CG_LC} \geq 15mA$	V_{CD} 单调地减少到 V_{CDmin}
传输功率阶段	$t > t_4, t_4=t_3+0.1ms$	未定义	$V_{CD}=V_{CDmin}$

6.5.3 功率传输阶段的电气特性

在此期间, 控制设备两端压尽量小, 以便给控制装置提供功率。

在此期间, 控制设备 Z_{CD} 的阻抗应为最小值, 因此控制设备 V_{CD} 上的电压为 V_{CDmin} 。

6.5.4 数据阶段的电气特性

6.5.4.1 基本概述

在此期间, 控制设备发送用于控制装置的数据, 如图 6 所示。

控制设备和控制装置应符合 6.5.4.2 中列出的电气特性。

控制装置在 32 个完整半波内未接收到有效报文数据, 可以关闭供电回路。

在该数据阶段，控制装置提供一定阻抗，让控制设备和控制装置均能实现正弦波过零检测。这能使 DLT 系统和正弦波相位同步。

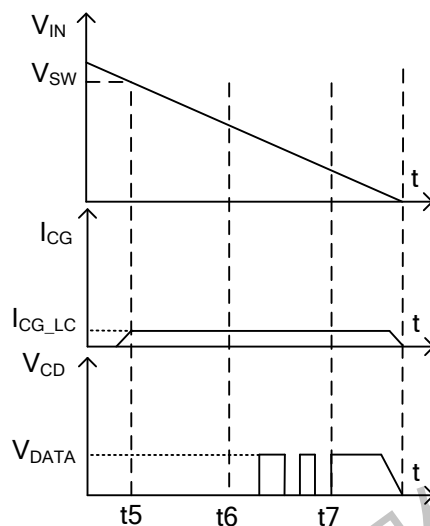


图 6 数据阶段

6.5.4.2 DLT 设备在数据阶段的特性

数据阶段在时间 t_5 开始并在正弦波下个过零结束。

t_5 对应的正弦波电压必须低于 V_{SW} 电压点。

从时间 t_5 到周期结束，控制装置具有 I_{CG_LC} 的最小载流能力。电流 I_{CG_LC} 可以通过旁路电路形成回路，如图 2 所示。

在此期间，电流 I_{CG} 的瞬时值不得超过表 2 中给出的 $I_{CG}(t)$

从时间 t_6 到时间 t_7 ，控制装置应能够正常接收数据。

控制设备在符合条款 6.6 情况下，在时间 t_6 和时间 t_7 之间传送一个单帧（见第 7 节的数据定时）。

从时间 t_7 到周期结束， V_{CD} 不应超过 V_{Data} 。

表 2 电网电压 220VAC，频率 50Hz

数据阶段时间	控制装置：电流限制	控制设备：电压、阻抗限制
$t_6-t_5=500\mu\text{s}$	$I_{CG_LC} \geq 15\text{mA}$	$Z_{CD}=Z_{CDmin}$
$t_7-t_6=250\mu\text{s}$ 高电平： $V_{sw}=150\text{V}$ 低电平： $V_{sw}=170\text{V}$		$Z_{CD}=Z_{CDmin}$ ， $Z_{CD}=V_{Data}$
$0-t_7=750\mu\text{s}$		$V_{CD} \leq V_{Data}$

6.6 数据信号电压范围和时序

接收和发送的数据信号的形状应如图 7 和表 3 所示

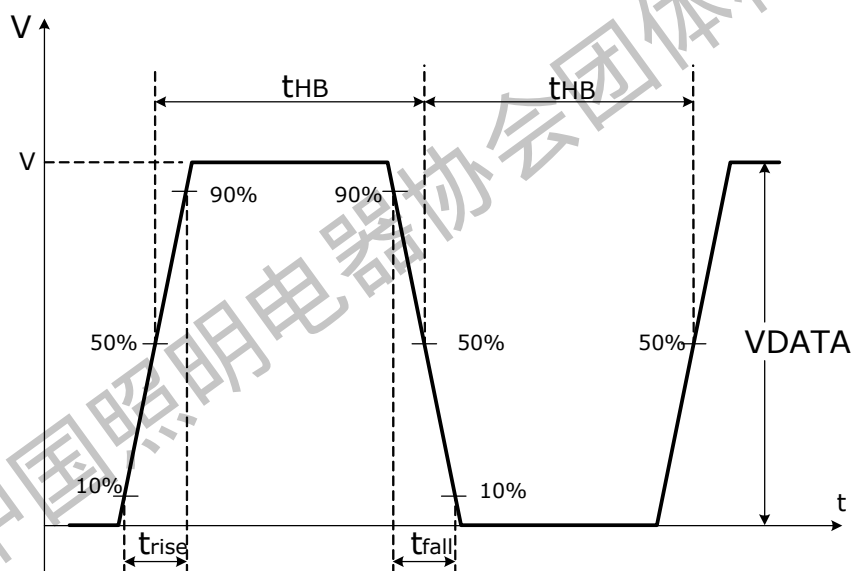


图 7 在数据阶段信号的上升沿和下降沿

表 3 数据阶段电气特性

时间	220VAC
$t_{HB} (\mu\text{s})$	典型值：50
$t_{rise} (\mu\text{s})$	典型值：12
$t_{fall} (\mu\text{s})$	典型值：5
$V_{Data} (V)$	典型值：28

6.7 上电时序

在系统上电期间，控制装置负载应无任何输出状态。

控制设备应该在 300 毫秒内正常上电，上电后 100 毫秒内，应该给控制装置发送数据，开始向控制装置提供带有数据的正弦波。

注：建议在控制设备上电后，收到至少 5 个连续完整的正弦半波后再给控制装置发送数据。

在正弦波连续提供给控制装置后，控制装置应在 10 个完整的正弦半波内上电，准备提供具有 I_{CG_HC} （见 6.5.2）的载流能力的电流通路；同时控制装置能检测载波数据。

控制装置上电后在连续收到 32 个完整半波时间内，应该接收到完整的有效数据，让光源负载正常点亮。

如果控制装置在 32 个完整半波时间内没收到正确数据，应该让旁路电路继续工作，维持控制设备正常工作，同时锁定光源负载亮度为最亮。

如果控制装置在 32 个完整半波时间内检测到没有数据，应判断为没有连接控制设备，关闭旁路电路同时锁定光源负载亮度为最亮。

确保整个系统启动时间为 1 秒内。

6.8 控制装置灯灭状态下的电气特性

目前控制装置有三种状态下灯是不亮的：一种是系统机械断电，控制装置没有任何输入电压；一种是电源功率关闭状态，受控制设备控制，电源功率主回路断电，控制装置无功率输出；一种是报文控制关闭状态，受控制设备的报文控制，控制装置输出为关闭状态。

6.8.1 机械断电状态

所有控制装置在物理断电情况下，控制设备也无需供电，比如机械开关。

6.8.2 电源功率关闭状态

为了让控制装置处于无功率输出，控制设备必须增加自身的阻抗 Z_{CD} ，直到传到控制装置的电压，低到无法使其正常输出功率，即控制装置的灯不亮。但控制装置又能提供一定的电流通路，如旁路电路，给控制设备继续供电。

如果没有一个控制装置能提供电流通路，由于没有供电，控制装置的阻抗 Z_{CG} 将会变大。控制设备可以减小其阻抗 Z_{CD} 给控制装置提供一部分电压，以便形成控制设备所需供电电流 I_{CD} 的电流路径。

通过减小 Z_{CD} ，电压 V_{CD} 将减小，并且电压 V_{CG} 将增加，因此所有连接的控制装置产生控制设备所需的电流通路，以提供电流 I_{CD} 。

当电压 V_{CG} 在 V_{P0_low} 到 V_{P0_high} 的范围内时，控制装置应提供具有 I_{P0_low} 的最小载流能力的电流路径。

当电压 V_{CG} 在 V_{P0_high} 至 V_{SW} 的范围内时，控制装置应提供具有 I_{P0_high} 的最小载流能力的电流路径（见表 4）。

当低于 V_{P0_low} 时，控制装置的载流能力没有定义。

当电压 V_{CG} 低于 V_{SW} 时，控制装置的灯应不亮。

控制设备应限制阻抗，确保电压 V_{CG} 不超过 V_{SW} 。

表 4 待机状态下控制装置的电压电流特性

电压电流	输入电压 220VAC
V_{P0_low}	15V
V_{P0_high}	30V
I_{P0_low}	$\geq 3\text{mA}$
I_{P0_high}	$\geq 15\text{mA}$

6.8.3 报文控制关闭状态

为了让控制装置处于输出关闭状态，控制设备必须发送亮度为 0 的数据到控制装置，控制装置控制灯灭，并且继续提供旁路通路，保证控制装置正常工作。

7 数据时序

7.1 一般概述

使用曼彻斯特编码发送信息。

在每个半波期间应发送一帧，每一帧由两位 bit 或报文起始位组成。

7.2 每一位 bit 的时序

一位 bit 的长度 t_{HB} 应符合 6.6 款的要求，如图 7 和表 3 所示。

7.3 允许的帧

有 5 种类型的帧，如图 8-12 所示。

由控制设备发送的帧的前半位应为 V_{Data} =高。

每个帧必须用半位 (V_{Data} =低) 终止。

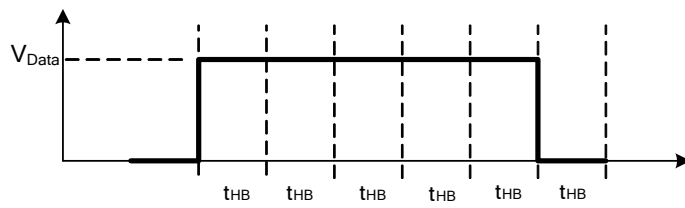


图 8 报文起始位

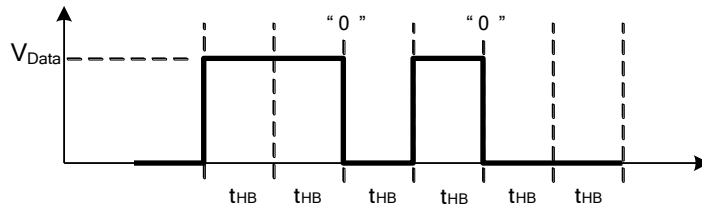


图 9 第一位 0, 第二位 0

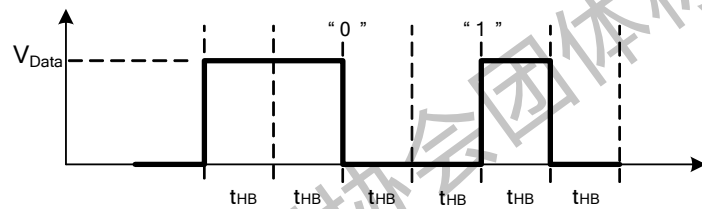


图 10 第一位 0, 第二位 1

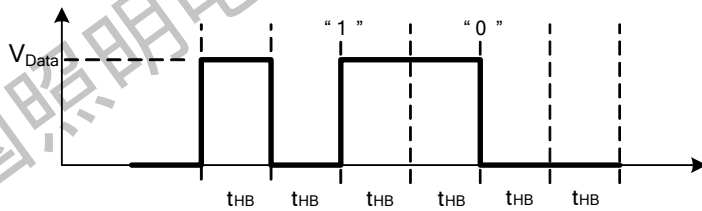


图 11 第一位 1, 第二位 0

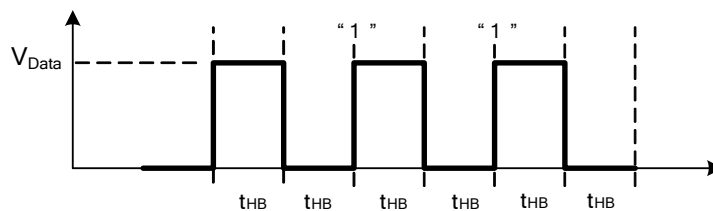


图 12 第一位 1, 第二位 1

8 报文结构

8.1 一般概述

一个报文由连续的几个帧组成。在正常操作期间，每个半波传送一帧，框架应符合 7.3 条款。

报文的第一个帧应始终为“报文起始位”帧，如图 8 所示。

报文的第二个、第三和第四个为信息帧，之后的所有帧应为数据帧，如图 9-12 所示。

每个数据传输从最高有效位（MSB）开始，后面位的重要性依次减弱。该结构适用于报文结构的数据帧、信息帧。

每个从机应该分析每一帧的数据长度，判断其正确性。如果检测到错误或接收到不完整或不正确的报文，则从机忽略当前报文信息。如果接收到报文的帧的个数太少（1 个完整的报文包含 8 帧），从机忽略不完整的报文。如果接收到报文的帧的个数太长（至少多一个错误的附加帧），则控制装置对已经接收的帧作出反应。

从机只要接收到“报文起始位”帧，就要做好开始接收新报文的准备。

对于需要快速响应时间的报文，主机可以中止当前报文传输，并立即开始传输下一个新的报文。

8.2 报文

一个完整的报文，包括报文起始位、3 个信息帧和 4 个数据帧。

8.2.1 报文类型

第一信息帧代表报文类型，报文类型为“0”至“3”，见表 5。

8.2.2 组号

第二个信息帧和第三信息前一位代表组号“0-7”组。

不支持分组的接收装置能响应任何组别信息。

8.2.3 奇偶校验位

第三信息帧后一位应为报文的奇偶校验位。

如果完整的报文中，具有值“1”的个数为奇数，则应发送奇偶校验位“1”。

如果完整的报文中，具有值“1”的个数为偶数，则应发送奇偶校验位“0”。

9 报文类型的定义

9.1 报文类型要

表 5 中列出了 4 种报文类型

表 5 报文类型

类型	报文类型
0	亮度
1	色温
2	色彩
3	地址分配

9.2 报文类型 0：亮度

亮度报文的结构如表 6 所示。

表 6 亮度报文

报文起始位	第一信息帧	第二信息帧	第三信息帧	第一数据帧	第二数据帧	第三数据帧	第四数据帧
	0, 0	g1, g2	g3, p	b1, b2	b3, b4	b5, b6	b7, b8

p: 奇偶校验位 (0 或 1); g: 组别 (0-7); b: 亮度 (0-255)

9.3 报文类型 1：色温控制

色温报文的结构如表 7 所示。

表 7 色温报文

报文起始位	第一信息帧	第二信息帧	第三信息帧	第一数据帧	第二数据帧	第三数据帧	第四数据帧
	0, 1	g1, g2	g3, p	b1, b2	b3, b4	b5, b6	b7, b8

p: 奇偶校验位 (0 或 1); g: 组别 (0-7); b: 色温 (0-255)

9.4 报文类型 2：色彩

保留字段。

9.5 报文类型 3：地址分配

表 8 地址分配报文

报文起始位	第一信息帧	第二信息帧	第三信息帧	第一数据帧	第二数据帧	第三数据帧	第四数据帧
	1, 1	g1, g2	g3, p	0, 0	0, 0	0, ng1	ng2, ng3

p: 奇偶校验位 (0 或 1); g: 旧地址组别 (0-7); ng: 新地址组别 (0-7)

10 操作方法

10.1 一般概述

控制装置只能对其所能支持的报文类型作出反应。

没有分组功能的控制装置能对任何组别的报文作出反应。

有分组功能的控制装置都能对组 0 的报文作出反应。

任何一个有分组功能的控制装置都可以把地址清 0，然后重新分组。

0 组的控制装置可以被分配任意一个组号：1-7。

除了组 0 外，控制装置应对其支持的组别作出反应。

未分配到组号 1-7 的控制装置不应与组号 1-7 相对应的报文作出反应。

能够改变组号的控制装置，其应具有手动设置组号的装置，例如电位器，或者按照序列 10.4 中所述的方法进行分组。如果这两种方法同时存在，手动设置组别优先级高于报文地址分配。

注明：建议任何能够进行分组的控制装置，应在出厂时就分配 0 组。

所有控制设备应能够发送包含组 0 的报文。此外，控制设备也可以发送具有组编号 1-7 的报文。

10.2 亮度

能接收亮度报文的控制装置应满足以下要求。

10.2.1 响应时间

如果控制装置正常工作，则控制装置应在成功接收亮度报文后的 100 毫秒内作出反应。

10.2.2 光输出水平

控制装置应为所连接的负载提供合适的输出电流，以满足表 9 的要求。

表9 调光特性

亮度值	光输出水平
0	亮度为零
1	最小亮度
1-255	从最暗调到最亮
255	最大亮度

10.2.3 启动

控制设备开机后开始传输报文，定义的亮度值大于0。

注：建议控制设备开机发送的报文信息为上次断电的状态

10.3 色温控制

接收色温报文的控制装置应满足以下要求：

10.3.1 响应时间

如果控制装置正常工作，则控制装置应在成功接收到色温控制报文后的 100ms 内响应色温值的变化。

10.4 报文地址分配

为了实现地址分配功能，使用如表 8 所示方法。

只有组 0 的控制装置可以被分配成新的地址，1-7 组的控制装置的地址均能被重新清 0。

控制设备应连续重复发送地址分配的报文三次，控制装置在接收正确的报文后，根据实际需求，作出相应的反应，这是为了使组分配更可靠。

控制装置已经手动设定地址后，不再接受报文地址分配。

当作为组 0 的控制装置接收到报文地址分配，应把地址更新为报文地址。

如果已是 1-7 组的控制装置接收到组 0 的报文地址分配，则它将成为组 0 的成员，并且只对组 0 的报文作出反应。这允许随后重新将其分配到组 1-7。

控制装置对组号的分配受到限制，最大 7 组。

没有分组功能的控制装置，对任何地址的报文均能响应。

报文分组的例子见附录 A。

11 测试流程

有关电力线数字传输（DLT）照明控制的测试流程有五类：

关于电气规范的测试流程（在第 6 节中定义）

有关数据时序的测试流程（在第 7 节中定义）

关于报文结构的测试流程（在第 8 节中定义）

关于报文类型的测试流程（在第 9 节中定义）。

关于操作方法的测试流程（在第 10 节中定义）

11.1 电气特性测试

关于电气特性的测试，应确保控制装置和控制设备在正弦波不同阶段的电气特性均符合本标准，参考 6.5 至 6.8 条。

11.1.1 控制设备测试

11.1.1.1 测试电路

应使用如图 13 所示的测试电路来测试控制设备。控制装置应由一个等效 CG 电路（EC_CG）表示。应用于被测控制设备的 EC_CG 数量取决于相关条款中规定的测试标准。

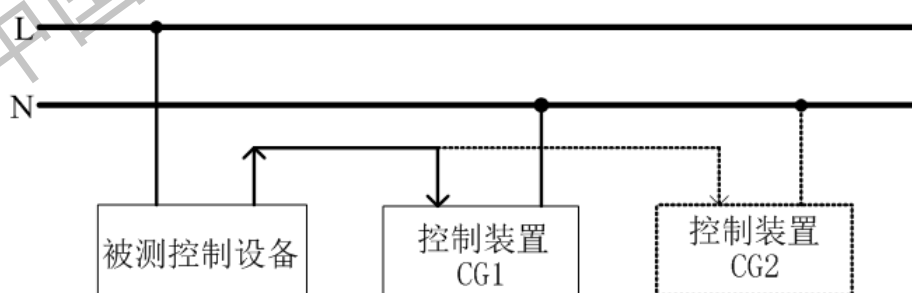


图 13

11.1.1.2 供电阶段

11.1.1.2.1 大电流时段

前提条件： 控制设备供电接口加载电阻负载，用于模拟相应的蓝牙、ZigBee 等负载，EC_CG 的数量为 1 个。
过零之后的时间：t1 至 t2
测试：测量 I_{CD}
预期结果： $I_{CD} \leq I_{CD,HC}$

11.1.1.2.2 第二小电流时段

前提条件：控制装置 EC_CG 的数量，为控制设备所允许最大值
过零之后的时间：t2 到 t3
测试：测量 V_{CD}
预期结果： V_{CD} 单调下降

前提条件：控制装置 EC_CG 的数量，为控制设备所允许最大值
过零之后的时间： $\geq t4$
测试：测量 V_{CD}
预期结果： $V_{CD} = V_{CDmin}$

11.1.1.3 传输功率阶段

前提条件：控制装置 EC_CG 的数量，为控制设备所允许最大值
过零之后的时间：t4—t5
测试：测量 V_{CD}
预期结果： $V_{CD} = V_{CDmin}$

11.1.1.4 数据阶段

前提条件：控制装置 EC_CG 的数量，为控制设备所允许最大值
过零之前的时间：t5—t6
测试：测量 V_{CD}
预期结果： $V_{CD} = V_{CDmin}$

前提条件：控制装置 EC_CG 的数量，为控制设备所允许最大值
过零之前的时间：t6—t7
测试：测量 V_{CD} ，测量 t6—t7
预期结果： $V_{CDmin} \leq V_{CD} \leq V_{Data}$ ，t6—t7 根据表 2A 至 2B
注： V_{CD} 的上升和下降时间的详细值应根据 11.1.1.5 进行测试

前提条件：控制装置 EC_CG 的数量，为控制设备所允许最大值

过零之前的时间: t_6-t_7
测试: 检查帧传输, 测量 t_7
预期结果: 根据 6.5.4 在 $t_6 < t < t_7$ 内传输完整帧, t_7 参照表 2A 至 2B

前提条件: 控制装置 EC_CG 的数量, 为控制设备所允许最大值
过零之前的时间: t_7-0
测试: 测量 V_{CD}
预期结果: $V_{CD} \leq V_{Data}$;

11.1.1.5 数据信号电压幅值和时长测试

预期结果的值参见表 3。

前提条件: 测试应先连接 1 个 EC_CG; 再测连接最大数量的 EC_CG。

11.1.1.5.1 测量 t_{HB}

测试: 测量 t_{HB}
预期结果: t_{HB} 根据表 3

11.1.1.5.2 测量 t_{fall}

测试: 测量 t_{fall}
预期结果: t_{fall} 根据表 3

11.1.1.5.3 测量 t_{rise}

测试: 测量 t_{rise}
预期结果: t_{rise} 根据表 3

11.1.1.5.4 测量 V_{Data}

测试: 测量 V_{Data}
预期结果: V_{Data} 根据表 3

11.1.1.6 上电时序测试

前提条件: 控制设备连接所需最小数量的 EC_CG, 系统准备接通电源
测试: 将 DLT 系统接通电源, 从控制设备上电到控制设备开始向控制装置传输正弦波这段时间内的半波个数

预期结果：在控制设备上电后，控制设备得到 5 个半波后才开始传递载波

11.1.1.7 控制设备状态

控制设备处于待机状态（见 6.8.1）

前提条件：控制设备连接所需最小数量的 EC_CG，系统连接到电源，控制控制设备使控制装置为待机状态

测试：测量 V_{CG}

预期结果：施加到 EC_CG 的电压不超过 V_{SW}

11.1.2 控制装置测试

11.1.2.1 测试电路

应使用如图 14 所示的测试电路来测试控制装置。控制设备由等效电路（EC_CD）表示。

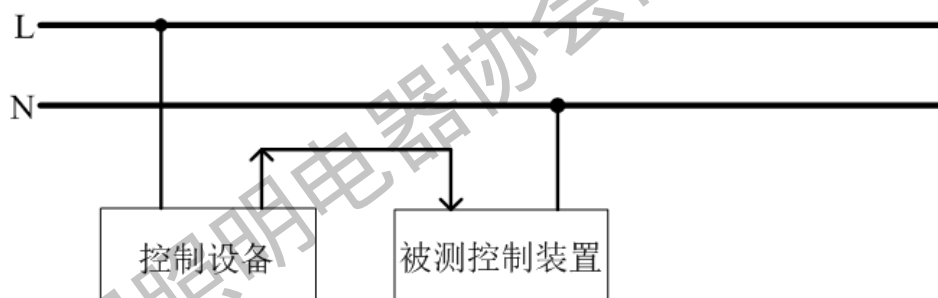


图 14

11.1.2.2 供电阶段

11.1.2.2.1 第一个小电流时段

前提条件：控制装置直接连接到电源（不串联控制设备），初次上电 320ms 内测试。

过零之后时间：0 到 t_1

测试：测量 I_{CG}

预期结果： $I_{CG} \geq I_{CG,LC}$

注：当施加到控制装置电压引起控制装置的阻抗 Z_{CG} 变化，会限制 I_{CG} ， I_{CG} 可能小于 $I_{CG,LC}$ 。
--

11.1.2.2.2 大电流时段

前提条件：

控制装置如图 14 连接 EC_CD。初次上电 320ms 内测试。

过零点之后: t_1 至 t_2
测试: 测量 V_{CG} , 测量 t_1 和 t_2
预期结果: 根据表 1A 至 1B, 在 $t_1 \leq t \leq t_2$ 时, $V_{CG} \leq V_{CG,HC}$

11.1.2.2.3 第二小电流时段

前提条件: 控制装置如图 14 连接 EC_CD。初次上电 320ms 内测试。
过零点之后: t_2 至 t_3
测试: 测量 I_{CG} , V_{CG}
预期结果: $I_{CG} \geq I_{CG,LC}$, $V_{CG} \leq V_{SW}$

11.1.2.3 数据阶段

前提条件: 控制装置直接连接到电源 (不串联控制设备), 初次上电 320ms 内测试。
过零点之前的时间: t_5 到 t_7
测试: 测量 I_{CG} , V_{CG}
预期结果: $I_{CG} \geq I_{CG,LC}$, $V_{CG} \leq V_{SW}$

前提条件: 控制装置直接连接到电源 (不串联控制设备), 初次上电 320ms 内测试。
过零点之前的时间: t_7 到 0
测试: 测量 I_{CG}
预期结果: $I_{CG} \geq I_{CG,LC}$, $V_{CG} \leq V_{SW}$
注: 当施加到控制装置电压太低引起控制装置的阻抗 Z_{CG} 变化, 会限制 I_{CG} , I_{CG} 可能小于 $I_{CG,LC}$ 。阻抗 Z_{CG} 可以根据 V_{CG} / I_{CG} 测量。

前提条件: 控制装置连接一个 EC_CD, 系统准备与电源连接。 EC_CD 在 t_6-t_7 立即开始数据传输
测试: 检查控制装置的行为
预期结果: 控制装置会根据传输的报文进行反应

11.1.2.4 上电时序测试

前提条件: 控制装置连接一个 EC_CD, 系统准备与电源连接。EC_CD 在上电后, 连续发送 40 个不重复的报文结构半波。
测试: 检查控制装置的行为
预期结果: 控制装置根据传输的报文进行反应

前提条件: 控制装置连接一个 EC_CD, 系统准备与电源连接。
测试: 测量 I_{CG}
预期结果: 在控制设备发送 10 个完整的半波之前, 控制装置能提供具有 $I_{CG,HC}$ 的电流路径

11.1.2.5 控制装置待机状态

前提条件: 控制装置连接到可以高达 V_{SW} 的可变直流电源

测试：测量 I_{CG} ，检查控制装置的行为
预期结果： 控制装置在 $V_{P0_low} \leq V_{CG} < V_{P0_high}$ 时提供具有能力 I_{P0_low} 的电流路径 控制装置在 $V_{CG} \geq V_{P0_high}$ 时提供具有能力 I_{P0_high} 的电流路径 控制装置不在 $V_{CG} \leq V_{SW}$ 下操作灯

11.2 数据时长测试

测试允许的帧

前提条件：控制设备连接所需最小数量的 EC_CG，系统连接电源，控制设备发送合适的报文，发送的报文应包含所有类型的帧。
测试：每半波测量所发送帧的波形和时长（例如，用示波器）
预期结果： 在每个半波期间发射一帧 所有传输帧的时长和波形符合第 7.3 节

11.3 报文结构测试

11.3.1 控制设备测试

前提条件：控制设备连接所需最小数量的 EC_CG，系统连接电源
测试： 控制设备发送包含全部结构的报文。 测量控制设备上的电压，并检查逻辑状态是否符合报文结构设计（例如，使用示波器）
预期结果： 所有发送的报文的时序在第 8 节中给出的要求。

11.3.2 控制装置测试

前提条件：控制装置连接 EC_CD，系统准备连接电源
测试： 系统冷开机，EC_CD 发送错误结构的报文。
预期结果： 控制装置亮度锁住。

前提条件：控制装置连接 EC_CD，系统连接电源
测试： 系统冷开机，EC_CD 先发正确的报文，再发错误的报文，最后发送正确的报文。
预期结果： 控制装置只响应正确的报文。

11.4 报文类型测试

以下测试流程涉及报文类型（在第9节中定义）。只有当被测设备支持相应的报文类型时，才执行11.4.2至11.4.6中描述的测试。

11.4.1 拒绝不支持的报文类型

前提条件：控制装置连接 EC_CD，系统连接电源
测试： EC_CD 发送以下报文： 先发控制装置能接收的报文，再发控制装置不能接收的报文类型
预期结果： 控制装置只对支持的报文类型作出反应

11.4.2 报文类型 0 的测试：亮度

前提条件：控制装置连接 EC_CD，系统连接电源
测试：EC_CD 发送以下报文： 先发电文类型 0，组 0，亮度值为 10。 - 等待 100 ms。 -再发电文类型 0，组 0，亮度值为 255。
预期结果： 控制装置灯端负载从暗变到亮。

11.4.3 报文类型 1 的测试：色温控制

前提条件：控制装置连接 EC_CD，系统连接电源
EC_CD 发送以下两个电报： 先发电报类型 1，组 0，色温 1。 - 等待 100 ms。 再发电报类型 1，组 0，色温 255。
预期结果： 控制装置灯端负载色温发生变化。

11.4.4 报文类型 3 的测试：地址分配

控制设备和控制装置的测试方式，应该包括控制装置加一个 EC_CD 和控制设备加一个 EC_CG 的组合。

11.4.4.1 测试组 0 的反应

前提条件：控制装置连接 EC_CD，系统连接电源，控制装置为组 0
测试：EC_CD 传输不同组的报文

<p>预期结果： 控制装置仅对组 0 报文作出反应。</p>

11.4.4.2 测试电位器或其他手动方式更换组

<p>前提条件：控制装置连接 EC_CD，系统连接电源，控制装置有电位器或者其他有效更改组别的手动装置。</p>
--

<p>测试：EC_CD 传输不同组的报文</p>

<p>预期结果： 控制装置对组 0 或者其手动设置地址对应的报文有反应。</p>
--

11.4.4.3 测试报文分组不会更改控制装置手动设置的组别。

<p>前提条件：控制装置连接 EC_CD，系统连接电源，控制装置有电位器或者其他有效更改组别的手动装置。</p>
--

<p>测试： EC_CD 发送地址分配的报文 3 次，新地址不是原有地址。再发送不同组别的亮度报文。</p>
--

<p>预期结果： 控制装置只对组 0 或者其手动设置地址对应的亮度报文有反应。</p>

11.4.4.4 测试报文分组

<p>前提条件：控制装置连接 EC_CD，系统连接电源</p>

<p>测试：对于组 1-7 控制装置 EC_CD 发送地址配对 3 次，新地址为 0 组。</p>

<p>预期结果： 控制装置只对组 0 报文有反应。</p>

附录 A
(资料性附录)
报文分组调试的示例流程

A.1 报文设置控制装置组地址

在设置组地址之前，必须将已经分组的控制装置地址分配成组 0。具体操作流程如图 A.1 所示

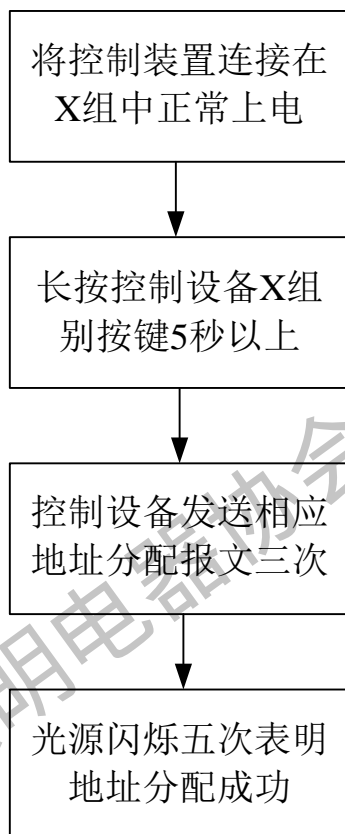


图 A.1 报文控制新系统分组操作流程

依此类推。

下表 A.1 所示为地址分配报文。

表 A.1 地址分配报文

报文起始位	第一信息帧	第二信息帧	第三信息帧	第一数据帧	第二数据帧	第三数据帧	第四数据帧
	1, 1	g1, g2	g3, p	0, 0	0, 0	0, ng1	ng2, ng3

p: 奇偶校验位 (0 或 1);

g: 旧地址组别 (0-7);

ng: 新地址组别 (0-7)

A.2 报文更改控制装置组地址

要更改控制装置的组地址，将执行如图 A.2 流程：

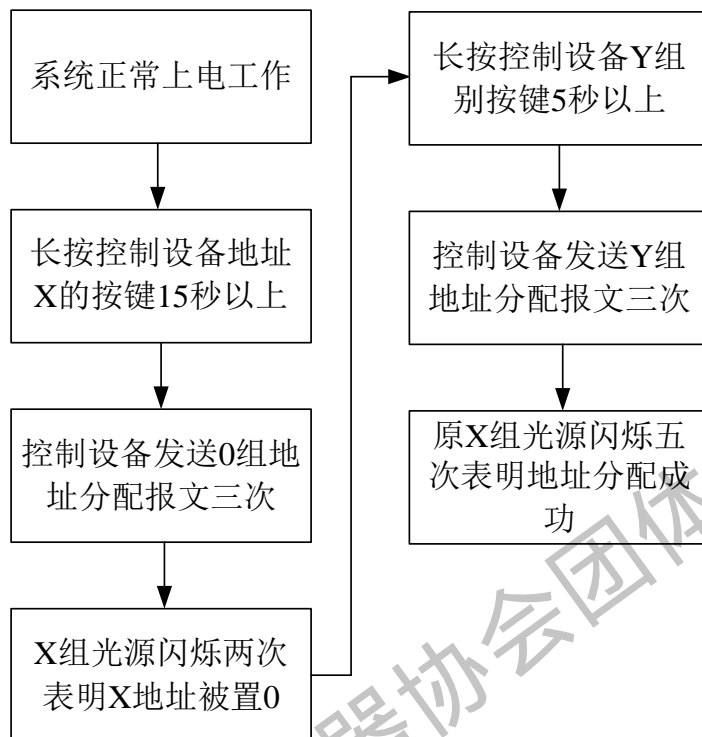


图 A.2 报文更改控制装置组地址流程

长按 5 秒至 15 秒是把 0 组控制装置的地址分配别的组别；长按 15 秒以上，是把 1-7 组其中一个组别地址清零。

附录 B
(资料性附录)
控制设备无线接口协议

B.1 电力线数字传输 (DLT) 的控制接口协议

电力线数字传输 (DLT) 的控制接口协议, 包括控制设备手动控制接口协议和控制设备无线控制接口协议。

B.1.1 控制设备框图

控制设备包含无线控制接口和手动控制接口两个部分, 如下图 B.1 所示

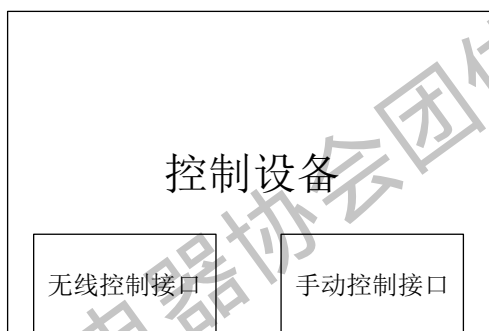


图 B.1 控制设备接口示意图

B.1.2 控制设备手动控制接口框图

控制设备手动控制接口包含按键、处理模块。如下图 B.2 所示, 处理模块通过检测不同按键, 控制设备发送不同数据到控制装置, 控制装置作出不同反应。比如按键可以表示分组、调光、调色、情景模式等等。

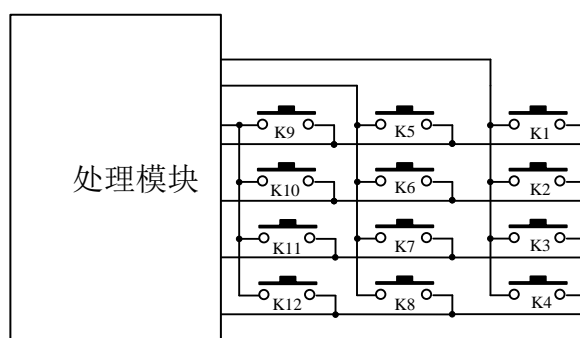


图 B.2 控制设备手动接口示意图

B.1.3 控制设备手动控制接口的操作方法

用户通过手动调节电位器阻值的变化，能得到 0~3.3V 范围变化的电压，用两个电位器分别表示控制设备控制的亮度和色温。当电位器中间电压为 3.3V 表示亮度最大或者色温值最大，当电位器中间电压为 0V 表示亮度最小或者色温值最小。

B.2 控制设备无线控制接口协议

B.2.1 控制设备无线控制接口框图

控制设备无线控制接口包含处理模块、串口模块和蓝牙、ZigBee、Wi-Fi 等无线模块，如下图 B.3 所示。

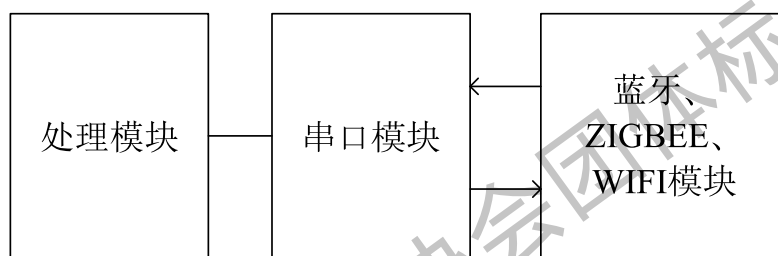


图 B.3 控制设备无线控制接口框图

B.2.2 控制设备无线控制接口的操作方法

用户通过 APP 控制蓝牙、ZigBee、Wi-Fi 等无线模块，这些无线模块通过串口传输亮度和色温信息，最终被处理模块识别。

串口通讯协议要求

(1) 无线模块发送的串口协议如下：

命令	组号	亮度	色温	附加动作	分行符
setbri	XX	XX	XX	XX	\r\n
六个字符， setbri	两个字符， 默认 00 为第 0 组	两个字符，比 如 ac 表示 172 亮度值	两个字符， 比如 ac 表示 172 色温值	两个字符， cl: 关闭 op: 打开 br: 设置参数	命令结束

最大亮度值或者色温值为 255 (FF)，最小亮度值和色温值为 0。

最大组别 7 组。

(2) 串口通讯定义如下：

串口通讯采用 8 位异步通讯模式，无校验，1 个停止位，波特率可调（默认为 9600 bps）。

附录 C
(资料性附录)
控制装置驱动接口协议

C.1 电力线数字传输 (DLT) 的驱动接口协议

电力线数字传输 (DLT) 的驱动接口, 就是控制装置的接口。用于接收 DLT 控制设备发送的电力载波数据, 并转化成亮度和色温的控制信号, 调节光源的亮度和色温。

C.1.1 控制装置框图

控制装置内部框图, 包括解耦模块、亮度控制模块和色温控制模块, 参考电路如下图 C.1。

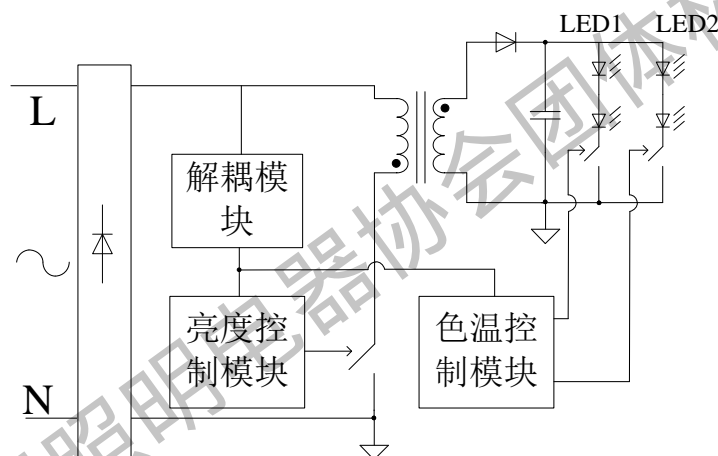


图 C.1 控制装置框图

C.1.2 控制装置接口协议

控制装置接口有解耦模块, 可用于解析电力线载波信号, 通过亮度、色温控制模块调节光源亮度和色温。

不管主回路上是否串联控制设备, 控制装置都正常工作。

C.1.2.1 控制装置接口的亮度控制方式

用户通过控制设备, 发送电力线载波数据到控制装置。当解耦模块解析出来的报文数据是下表 1 类型时, 第一信息帧为 (0, 0), 通过亮度控制模块, 控制图 2 主开关管导通时间, 控制整机输出电流, 从而控制亮度。

表 C.1 控制装置接口通信协议

报文起始位	第一信息帧	第二信息帧	第三信息帧	第一数据帧	第二数据帧	第三数据帧	第四数据帧
	0, 0	g1, g2	g3, p	b1, b2	b3, b4	b5, b6	b7, b8

(1) 控制装置正常调节亮度时, 当报文数据最后四帧数据为 255 (FF), 且整体报文数据正确, 亮度控制模块增加主开关管导通时间, 使得 LED 亮度最大; 当最后四帧数据为 1 时, 减少主开关管导通时间, 使得 LED 为最小亮度 (电流大于 0); 当最后四帧数据从 1 到 255, LED 亮度慢慢变到最大。

(2) 控制装置待机有两种模式。第一种是控制设备发送报文信号, 其亮度值为 0, 亮度控制模块关闭主开关管, 使得 LED 灯灭 (电流等于 0)。第二种是控制设备通过增加自身阻抗, 使得控制装置两端输入电压很小, 无法正常工作, LED 亮度自然处于关闭状态。

一般情况, 有分组功能待机采用第一种方式, 无分组功能待机采用第二种情况。

C.1.2.2 控制装置接口的色温控制方式

用户通过控制设备, 发送电力线载波数据到控制装置。当电力线发送的报文数据是下表 2 类型时, 第一信息帧为 (0, 1), 控制装置解耦模块把电力线数据解析出来, 通过色温控制模块, 控制图 2 副边两只色温管占空比, 控制两路电流分配, 从而控制色温。

表 2 控制装置接口的通信协议

报文起始位	第一信息帧	第二信息帧	第三信息帧	第一数据帧	第二数据帧	第三数据帧	第四数据帧
	0, 1	g1, g2	g3, p	b1, b2	b3, b4	b5, b6	b7, b8

例如图 2, LED1 是冷白光, LED2 是暖白光, 两路灯压一样。当报文最后四帧数据为 255 (FF), 且整体报文数据正确, 控制冷白光开关管占空比为 100%, 暖白光开关管占空比为 0, 电流从冷白光通路走, 整体色温就是冷白光; 当最后四帧数据为 127, 控制冷白光开关管和暖白光开关管的占空比均为 50%, 两个通路各走一半电流, 整体色温就是中性光; 当最后四帧数据为 0, 控制冷白光开关管占空比为 0%, 暖白光开关管占空比为 100%, 电流从暖白光通路走, 整体色温就是暖白光。两只开关管永远处于互补状态, 只控制色温分配。

C.1.2.3 控制装置启动时间

控制装置收到正弦波后, 应在 10 个完整的正弦半波内上电, 准备提供具有 ICG_HC (见 6.5.2) 的载流能力的电流通路, 同时控制装置能检测载波数据。

控制装置上电后在连续收到 32 个完整半波时间内, 应该接收到完整的有效数据, 让光源负载正常点亮。

如果控制装置在 32 个完整半波时间内没收到正确数据, 应该让旁路电路继续工作, 维持控制设备正常工作, 同时锁定光源负载亮度为最亮。

如果控制装置在 32 个完整半波时间内检测到没有数据, 应判断为没有连接控制设备, 关闭旁路电路同时锁定光源负载亮度为最亮。

以下空白

中国照明电器协会团体标准