

DB21

辽 宁 省 地 方 标 准

DB21/T 2576—2016

高速公路隧道 LED 照明调光控制规范

Code for the dimming control of LED lighting in highway tunnel

2016 - 02 - 03 发布

2016 - 04 - 03 实施

辽宁省质量技术监督局 发布

目 次

前言	II
引言	III
1 总则	1
2 范围	1
3 规范性引用文件	1
4 术语及定义	2
5 一般要求	2
6 设备性能要求	3
7 系统架构	3
8 控制软件	4
9 控制主机	4
10 控制器	4
11 接收器	5
附录 A (资料性附录) 调光控制协议	6
附录 B (资料性附录) 公路隧道照明调光控制方法	17
附录 C (资料性附录) 有隧道工业以太网架构	21
附录 D (资料性附录) 无隧道工业以太网架构	22

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009《标准化工作导则第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准由辽宁省高速公路管理局提出。

本标准由辽宁省交通厅归口。

本标准主要起草单位：辽宁省高速公路管理局、辽宁省交通规划设计院、辽宁省高等级公路建设局、沈阳新一代信息技术有限公司。

本标准主要起草人：

刘云峰	韩 直	万澄宇	王 辉	张雪松	刘 亮	陈晓利
肇 毓	周 兵	范春生	冯卫东	马英明	王小军	王晓明
赵 强	彭 超	曲 喆	王立志	季 方	刘相华	于嘉汛
郭兴隆	谢耀华	李远哲	曹继伟	于百刚	蒋勇燕	薛 宇
周广振	石庆生	周 巍	宋宪辉			

引 言

为了更好地推进高速公路隧道LED照明节能应用，指导辽宁省高速公路隧道LED照明调光控制设计，编制组在总结研究成果及现有应用的基础上，参考国内外相关资料，编制了本规范。

本标准的管理权和解释权归辽宁省交通厅，日常解释及管理工作由辽宁省高速公路管理局负责。

各单位有使用过程中，若发现问题或提出意见、建议，请及时与主编单位联系（地址：辽宁省沈阳市和平区十三纬路19甲，邮编：110002；电话：024-82364933，传真：024-82364920；邮箱：124378559@163.com），以便修订时参考。

高速公路隧道 LED 照明调光控制规范

1 总则

为了在高速公路隧道中贯彻国家的相关法律、法规和技术经济政策，充分体现安全可靠、节能环保、经济实用与技术先进的设计理念，制订本规范。

高速公路隧道 LED 照明调光控制除应遵守本规范外，尚应符合国家现行有关标准和规范的规定。

2 范围

本规范适用于辽宁省新建或改建的高速公路隧道 LED 照明调光控制系统设计，更多考虑辽宁省隧道低温、潮湿等特点，采用高可靠性设备、通讯协议，其他公路隧道可参考执行。

本规范对高速公路隧道 LED 照明调光控制系统的设备性能、系统架构、控制软件、控制主机、控制器、接收器、通讯接口、通讯协议等进行规范。

3 规范性引用文件

下列文件对于本规范的应用是必不可少的，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

GB 17625.1 电磁兼容 限值 谐波电流发射限值（设备每相输入电流 $\leq 16\text{ A}$ ）

GB 17743 电气照明和类似设备的无线电骚扰特性的限值和测量方法

GB 19510.1 灯的控制装置 第 1 部分：一般要求和安全要求

GB 19510.14 灯的控制装置 第 14 部分：LED 模块用直流或交流电子控制装置的特殊要求

GB/T 24825 LED 模块用直流或交流电子控制装置 性能要求

GB/T 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验

GB/T 18595 一般照明用设备电磁兼容抗扰度要求

GB/T 19582.1 基于 Modbus 协议的工业自动化网络规范 第 1 部分：Modbus 应用协议

GB/T 19582.2 基于 Modbus 协议的工业自动化网络规范 第 2 部分：Modbus 协议在串行链路上的实现指南

GB/T 19582.3 基于 Modbus 协议的工业自动化网络规范 第 3 部分: Modbus 协议在 TCP/IP 上的实现指南

GB/T 30104 数字可寻址照明接口(IEC 62386, IDT)

JTG/TD70/2-01 公路隧道照明设计细则

JT/T 939.1 公路 LED 照明灯具 第 1 部分: 通则

JT/T 939.2 公路 LED 照明灯具 第 2 部分: 公路隧道 LED 照明灯具

JT/T 939.5 公路 LED 照明灯具 第 5 部分: 照明控制器

4 术语及定义

4.1

DALI digital addressable lighting interface

数字可寻址照明接口技术。DALI是一种数据传输的协议，定义了照明电器与系统设备控制器之间的数字通信方式，DALI系统具备结构简单，安装方便，操作容易等优点。

4.2

控制软件 control software

具备图形化显示、照明工况控制、用户管理和数据库管理等功能的控制平台，安装在控制主机，为照明系统运行提供服务。

4.3

控制主机 control host

控制主机为工业级计算机，设置在隧道变电所或箱式变电站内，用于监控隧道现场照明设备的运行状态（如正常、报警、故障等）。

4.4

控制器 controller

采用标准接口与多个接收器连接，用于实现照明调光控制信号的发送装置。

4.5

接收器 receiver

采用标准接口与单个LED隧道灯连接，用于实现照明调光控制的接收装置。

5 一般要求

5.1 隧道 LED 照明控制系统构建应满足接口开放、标准开放、可靠稳定和经济实用原则。

5.2 隧道 LED 照明控制系统的控制软件宜采用开放式软件构建，便于升级维护以及与第三方软件系统融合。

5.3 隧道 LED 照明控制系统的各级通信应采用标准开放式接口和开放式通信协议。

5.4 隧道 LED 照明控制系统应具备多级控制冗余机制。

5.5 隧道 LED 照明控制系统应以数据、图形、图像等方式显示隧道内 LED 照明系统的运行情况、控制模式等。

5.6 隧道 LED 照明控制系统应根据时间、亮度设定的多种模式进行调试和控制，内置时控和光控模式。

5.7 隧道 LED 照明控制系统应以自动或手动的方式执行命令。

5.8 隧道 LED 照明控制系统应自动地完成数据备份、文档存储（含操作数据及故障数据）。

- 5.9 隧道 LED 照明控制系统应方便地进行查询、统计和形成报表，具备权限管理功能。
- 5.10 隧道 LED 照明控制协议、软件应支持在线更新，方便升级；

- 5.11 车行横洞内照明灯在正常工况时应处于熄灭状态，当发生火灾或检修隧道时，应与车行横洞门联动控制或本地手动控制开启。
- 5.12 车行横洞内照明灯的开启状态信息应由控制器传到中央控制室上位机，应在照明控制界面中直观显示车行横洞内照明状态。
- 5.13 行人横洞内宜设置具有红外线感应开闭功能的照明装置，开启状态信息应由控制器传到中央控制室上位机，应在照明控制软件中直观显示行人横洞内照明状态。
- 5.14 洞外引道照明若出现故障，应 100%点亮照明灯具。

6 设备性能要求

- 6.1 控制器和接收器的安全要求应符合 GB 19510.14 的要求，性能要求应符合 GB/T 24825 的要求，工作温度 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，工作湿度 30%~90%，大气压 90~108kpa 条件下均能正常工作。
- 6.2 控制器和接收器的外壳防护等级不低于 IP65。
- 6.3 控制器和接收器应设置浪涌保护功能，应符合 GB/T 17626.5 的要求。
- 6.4 控制器和接收器的金属部件，应采取充分的防腐蚀措施，防腐等级不低于 WF1。
- 6.5 可按照 GB19510.14 中“16 异常状态”的规定进行测试，不应损害控制装置的安全性。
- 6.6 输入电流谐波应符合 GB 17625.1 的规定，无线电骚扰特性应符合 GB 17743 的规定，电磁兼容抗扰度应符合 GB/T 18595 的规定。
- 6.7 产品检验应符合 JT/T 939.5 中“7 检验规则”的规定。

7 系统架构

- 7.1 高速公路隧道 LED 照明调光控制系统主要由 LED 隧道灯、控制软件、控制主机、控制器和接收器构成。
- 7.2 高速公路隧道 LED 照明调光控制系统架构可分为两种：有隧道工业以太网架构、无隧道工业以太网架构。
- 7.3 有隧道工业以太网架构，控制器应具备以太网接口，直接接入隧道现场工业以太环网，系统架构参见附录 C。
- 7.4 无隧道工业以太网架构，控制器宜具备 RS485 串行接口，系统架构参见附录 D。
- 7.5 控制主机接入 WAN 与远程计算机客户端建立连接，WAN 可为专用网络或者采用公众网络，采用公众网络时需要采取 VPN 等加密通道传输。
- 7.6 控制主机与控制器之间通讯宜采用 MODBUS-RTU 或 MODBUS-TCP 协议。

- 7.7 控制器与接收器之间通讯宜采用附录 A 提供的调光控制协议。
- 7.8 接收器与灯具之间调光接口宜采用 PWM 接口。

8 控制软件

8.1 控制软件运行于控制主机，控制室或远程控制中心通过客户端或者 WEB 浏览器进行访问。

8.2 控制软件功能应满足以下要求：

8.2.1 应能在图形化隧道平面图上显示每盏灯具的位置；

8.2.2 应能在图形化隧道平面图上显示隧道照明控制系统当前工作状态，包括系统当前时间（年、月、日、时和分）、隧道内各回路照明输出电压、电流和功率参数等；

8.2.3 应根据控制器指令实时控制 LED 灯亮度，并可查询各照明段落灯组的工作状态，包括组号、终端状态和光强度值等；

8.2.4 应具备与控制器、接收器的远程通信和访问功能以及通信故障报警功能；

8.2.5 可通过控制软件远程调用预置照明工况预案、照明策略，具备控制模式、控制参数读取和设置功能。应具备隧道照明正常工况、养护工况、交通异常工况和火灾工况等不同工况条件预先设置功能；

8.2.6 应具有自动巡检功能，巡检实时状态信息包含：单灯或群组灯具亮度等级，灯具和控制装置的故障信息等；

8.3 高速公路隧道照明控制策略应具有综合性、系统性的结构，针对不同的应用情况、环境使用和运行工况，照明控制策略宜按表 1 执行：

表1 高速公路隧道照明控制策略

序号	控制策略	功能及响应条件
1	手动控制	现场手动、远程手动
2	预案控制 (事件响应)	养护工况
		交通异常工况
		火灾工况
3	自动控制	正常工况
4	时序控制	传感器掉线或损坏、与中心通信故障

8.4 高速公路隧道内照明调光控制算法可参见附录 B 执行。

9 控制主机

9.1 控制主机可采用工业级工业计算机，可采用固态硬盘。

9.2 控制主机采用冗余电源。

9.3 控制主机宜安装于变电所照明配电柜。

10 控制器

10.1 控制器宜安装于隧道现场。

- 10.2 隧道 LED 照明灯具的控制装置上应预留控制接口，通讯协议宜采用附录 A 提供的协议。
- 10.2.1 通信接口：控制器应配置至少 1 路 RJ45 以太网接口和 RS485 接口，用于与上位机通信。
- 10.2.2 输出接口：控制器宜配置 4 路 RS485 调光输出接口。
- 10.2.3 接口物理形式：宜采用螺钉式 PCB 接线端子，并作永久性标识。
- 10.3 调光系统通信链路拓扑结构应支持总线、星形和混合等方式。
- 10.4 控制器可设置于隧道内 PLC 机柜内，利用 PLC 机柜内的交换机直接接入隧道以太环网与照明调光控制软件通信。
- 10.5 控制器内部应具有时钟，与控制软件通讯中断后能自动接管控制权，按照预置好的时序控制或全亮状态。
- 10.6 控制器应具备简易控制界面及应急操作开关，支持现场手动控制。
- 10.7 控制器应支持广播、分组和单灯调光功能。
- 10.8 控制器应支持查询功能，控制器能够查询接收器以下基本参数：所属组、电源故障和异常、电压、电流、功率、上电亮度值和渐变时间等。
- 10.9 控制器应能承受电源额定电压 $\pm 20\%$ 的波动。
- 10.10 控制器的负荷等级为三级，应做到控制器供电中断后能迅速恢复。

11 接收器

- 11.1 接收器宜安装于 LED 隧道灯具上。
- 11.2 接收器输出调光信号可为 PWM 调光信号。
- 11.3 接收器与控制器通讯中断时，接收器应控制 LED 隧道灯进入全亮状态。
- 11.4 接收器调光接口悬空时 LED 隧道灯应为全亮状态。
- 11.5 接收器应能检测 LED 隧道灯具电压、电流、故障状态等数据。

附录 A

(资料性附录)

调光控制协议

A.1 概述

本协议定义了LED隧道照明调光控制系统中控制器可实现的各项功能，以及数据交互的行为规范，本协议在设计时汲取了DALI协议和LED照明控制协议（JT/T 939.5）的众多优点，且弥补了DALI协议一些不足，它支持指令的广播、组播、点播模式，同时设备具有唯一的地址，并且支持在线更新功能，因其为应用层协议，所以其不限制链路的传输介质，可以在LED隧道照明灯具控制系统中广泛使用。

- A.1.1 控制器与接收器应为主从模式，控制器为主机，接收器为从机，从机只能被动应答，接收器不能提供功能支持冲突或避免冲突的处理方法。
- A.1.2 控制器与接收器之间采用总线连接时，通讯采用用于错误检测的双相逻辑编码。
- A.1.3 系统总线物理层宜采用RS485接口，半双工通信，波特率不低于9600bps，单回路传输距离不小于800 m。
- A.1.4 采用总线控制，调光控制器可控制的LED灯具数量不小于200盏。
- A.1.5 支持至少16种场景模式。
- A.1.6 每条总线回路最大支持64分组，每个接收器可数以1个或多个分组。

A.2 目的

为规范与统一本省新建或改建隧道的LED隧道照明灯具控制系统中控制器与接收器之间的通讯协议而制定本协议。

A.3 引用协议

数字可寻址灯光控制接口协议[digital addressable lighting interface (DALI) control devices protocol]
LED照明控制协议（JT/T 939.5）

A.4 术语

A. 4. 1 帧

传送信息的基本单元，具有特定的格式。

A. 4. 2 命令码

设备操作指令，以实现相应功能。

A. 4. 3 波特率

传送速率，用以表示每秒传输多少位的数据。

A. 4. 4 点播

对某一接收器进行控制，受控接收器响应动作并回复控制结果。

A. 4. 5 组播

对具有相同组编号的接收器同时进行控制，受控接收器响应动作，但不回复控制结果。

A.4.6 广播

对所有单灯接收器同时进行控制，受控接收器响应动作，但不回复控制结果。

A.4.7 场景

LED灯具接收器中预先存储多个场景号，每个场景号能够对应各自的亮度值，在场景调光应用中，进入指定场景，LED灯具接收器就会调节亮度至场景号对应的值；场景值可以通过相应指令做设置。

A.4.8 心跳包

用以维系控制器和接收器之间链接的特殊帧。

A.4.9 产品型号

用以标示照明控制器产品类型唯一性的标示符。

A.5 应用层

A.5.1 调光控制协议的软件架构

本协议在RS485上的软件架构，位于物理/数据链路层的上方，应按表A.1的规定执行；本协议在PLC及无线应用的软件架构，位于物理/数据链路层以及网络层的上方，应按表A.2的规定执行。

表A.1 调光控制协议在 RS485 上的软件架构

调光控制协议(应用层)
物理/数据链路层

表A.2 调光控制协议在PLC 和无线应用上的软件架构

调光控制协议(应用层)
网络层
物理/数据链路层

A.5.2 帧结构

帧主要由三部分组成：帧头、帧数据和帧尾，每帧由帧起始符、地址域、控制码、参数数据、校验码及帧结束符等6个部分组成。具体格式如下：

- 1) 控制器到接收器帧格式，应按表A.3的规定执行。

表A.3 控制器到接收器帧格式

帧头	帧数据				帧尾		
帧起始符	地址域	控制码		参数数据		校验码	结束符
H	ID	C		PD		CRC16	T
		控制方式	功能码	命令长度	命令		
		M(2 bit)	F(6 bit)	L	Data		
1 byte	4 byte	1 byte		1 byte	0~255 byte	2 byte	1 byte
<p>注1：帧起始符用H表示，标识一帧数据的开始，其值为9AH。</p> <p>注2：地址域用ID表示，是固定长度为4个字节的设备标识或者组标识，具有唯一性；当使用的地址码长度不足4字节时，用00H补足4字节，高地址位在先，低地址位在后。</p>							

表A.3 控制器到接收器帧格式（续）

帧头	帧数据	帧尾
	<p>注3：控制码用C表示，对接收器设备控制的指令。它包含控制方式(M)和功能码(F)，控制方式主要是控制命令是组播还是点播，功能码是要求接收器设备执行的具体控制指令，具体的指令见表A.6功能码表。</p> <p>注4：命令长度用L表示，对接收器设备控制的命令参数的长度。</p> <p>注5：命令用CMD表示，对接收器设备控制的命令参数，由多个字节组成的命令采用大端模式，即高位在前，低位在后。</p> <p>注6：校验码用CS表示，采用美标CRC16校验，校验是从H到PD的所有数据，高位在前，低位在后。</p> <p>注7：帧结束符用T表示，标识一帧信息的结束，其值为A9H。</p> <p>注8：配置命令为一大类的指令，命令码1EH，有各自的小的子命令码。</p> <p>注9：查询命令为一大类的指令，命令码1FH，有各自的小的子命令码。</p>	

2) 接收器到控制器帧格式，应按表A.4的规定执行。

表A.4 接收器到控制器帧格式

帧头	帧数据					帧尾		
帧起始符	地址域	控制码		参数数据			校验码	结束符
H	ID	C		PD			CRC16	T
		控制方式	功能码	应答码	数据长度	命令		
		M(2 bit)	F(6 bit)	R	L	DT		
1 byte	4 byte	1 byte		1 byte	1 byte	0~255 byte	2 byte	1 byte

注1: 帧起始符用H表示, 标识一帧数据的开始, 其值为95H。

注2: 地址域用ID表示, 是固定长度为4个字节的设备标识或者组标识, 具有唯一性; 当使用的地址码长度不足4字节时, 用00H补足4字节。高地址位在先, 低地址位在后。0X00000000和0XFFFFFFF的地址不可用。

注3: 控制码用C表示, 对接收器设备控制的指令。它包含控制方式(M)和功能码(F), 控制方式主要是控制命令是组播还是点播, 功能码是要求接收器设备执行的具体控制指令, 具体的指令见表A.6功能码表。

注4: 应答码用R表示, 对控制器命令的回复:

00H: 控制成功

01H: CRC校验错误

02H: 无此指令

03H: 不在正常工作模式下(处于boot模式下)

04H: 设备类型错误

05H: 正常收到指令

06H: 参数输入错误

注5: 数据长度用L表示, 表示的是DT的长度。

表A.4 接收器到控制器帧格式（续）

帧头	帧数据	帧尾
<p>注6: 数据用DT表示, 对控制器命令回复的数据, 由多个字节组成的数据采用大端模式, 即高位在前, 低位在后。</p> <p>注7: 校验码用CS表示, 采用CRC16校验, 校验是从H到PD的所有数据, 高位在前, 低位在后。</p> <p>注8: 帧结束符用T表示, 标识一帧信息的结束, 其值为59H。</p> <p>注9: 接收器只针对点播做出响应。</p>		

A.5.3 控制码

1) 控制码字节格式, 应按表A.5的规定执行。

表A.5 控制码字节格式

控制方式		功能码					
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
<p>注1: 控制方式: 00: 点播, 01: 组播, 11广播。</p> <p>注2: 控制命令的码值及功能: 见表A.6。</p>							

2) 控制命令应按表A.6的规定执行。

表A.6 控制功能码表

序号	控制命令码	功能	传输方向	备注
1	0AH	进入在线升级模式	照明控制器→接收器	
		接收器操作结果返回	接收器→照明控制器	
2	0BH	RESET 重启单灯终端	照明控制器→接收器	
		接收器操作结果返回	接收器→照明控制器	
3	0CH	初始化单灯 LED 灯具	照明控制器→接收器	
		接收器操作结果返回	接收器→照明控制器	
4	10H	调光	照明控制器→接收器	
		接收器操作结果返回	接收器→照明控制器	
5	12H	心跳包	照明控制器→接收器	该指令不需回复
6	13H	设置调光时间	照明控制器→接收器	

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要
下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/026050015112010154>