



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104302041 A

(43) 申请公布日 2015. 01. 21

(21) 申请号 201410454888. 6

(22) 申请日 2014. 09. 09

(71) 申请人 浙江大学

地址 310027 浙江省杭州市西湖区浙大路
38 号

(72) 发明人 吴珂 李增珍 黄志义 章俊岫

(74) 专利代理机构 杭州天勤知识产权代理有限
公司 33224

代理人 胡红娟

(51) Int. Cl.

H05B 37/02 (2006. 01)

F21V 29/00 (2015. 01)

F21V 29/503 (2015. 01)

F21Y 101/02 (2006. 01)

F21W 131/101 (2006. 01)

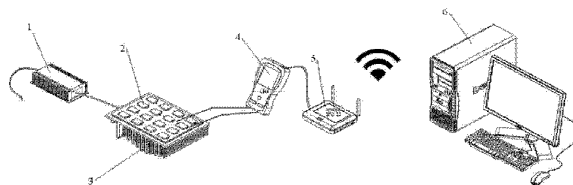
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

主动式热管理方法以及带有主动式热管理的
隧道用 LED 系统

(57) 摘要

本发明公开了一种隧道 LED 的主动式热管理方法,包括以下步骤:采集 LED 灯的温度值;根据所采集的温度值,周期性地调整 LED 灯的供电电流。本发明还公开了一种带有主动式热管理的隧道用 LED 系统,包括 LED 灯,还包括:温度传感器,用于采集 LED 灯的温度值;驱动电路,用于根据所采集的温度值,周期性地对 LED 灯进行电流调整。本发明解决了隧道中 LED 灯无法自主调节温度,从而造成大量损坏的问题,从而延长了 LED 系统的使用寿命。



1. 一种隧道中 LED 系统的主动式热管理方法,其特征在于,包括以下步骤:
采集 LED 系统中 LED 灯的温度值;
根据所采集的温度值,周期性地对 LED 灯进行电流调整。
2. 如权利要求 1 所述隧道中 LED 系统的主动式热管理方法,其特征在于,所述电流调整包括:
步骤 1,在当前周期中判断采集到的温度值 T_c 是否大于最大许可温度 T_{max} :是,则进入步骤 2;否则,下一周期 LED 灯的电流 I_n 保持不变;
步骤 2,根据调节系数 C 调整下一个周期 LED 灯的电流 I_n ,使得: $I_n = C * (T_c - T_{max}) / T_{max}$;
再判断计算得到的电流 I_n 是否大于最小许可电流 I_{min} :
是,则进入下一周期;
否则,进行断电保护。
3. 如权利要求 2 所述隧道 LED 的主动式热管理方法,其特征在于,调节系数 C 的取值方式为,将 LED 系统的总功率分为若干个不同的取值区间,总功率的取值越高,调节系数 C 的取值越低且降低得越快,其中 C 的取值范围为 $0.91 \sim 0.98$ 。
4. 如权利要求 1 所述隧道中 LED 系统的主动式热管理方法,其特征在于,LED 系统的总功率 P 的取值区间为三个: P 小于 $50W$, P 大于或等于 $50W$ 且小于 $100W$, P 大于或等于 $100W$ 。
5. 如权利要求 1 所述隧道中 LED 系统的主动式热管理方法,其特征在于,还包括步骤:当所采集的温度值超出温度阈值的持续时间超过预设值时发送报警信号。
6. 如权利要求 1 所述隧道中 LED 系统的主动式热管理方法,其特征在于,还包括步骤:无线发送温度传感器所采集的温度值,并在接收装置无线接收后进行显示。
7. 一种带有主动式热管理的隧道用 LED 系统,包括 LED 灯,其特征在于,还包括:
温度传感器,用于采集 LED 灯的温度值;
驱动电路,用于根据所采集的温度值,周期性地对 LED 灯进行电流调整。
8. 如权利要求 7 所述带有主动式热管理的隧道用 LED 系统,其特征在于,所述温度传感器通过热电偶采集温度值。
9. 如权利要求 7 所述带有主动式热管理的隧道用 LED 系统,其特征在于,还包括:
报警器,用于在采集到的温度值超出温度阈值时且持续时间超过预设值时发出报警信号。
10. 如权利要求 7 所述带有主动式热管理的隧道用 LED 系统,其特征在于,还包括:
无线传输装置,用于无线发送传感器所采集的温度值;
监控中心服务器,无线接收所采集到的温度值并进行显示。

主动式热管理方法以及带有主动式热管理的隧道用 LED 系统

技术领域

[0001] 本发明涉及照明领域,尤其涉及主动式热管理方法以及带有主动式热管理的隧道用 LED 系统。

背景技术

[0002] 随着我国道路交通建设的迅速发展,公路隧道的建设规模及数量也越来越大,隧道属于交通事故多发地段,受其狭窄空间和行车视距的限制,隧道事故发生率为其它路段的 3 倍以上。提升隧道照明条件对降低隧道交通事故率具有十分重要的作用。隧道照明也由此出现了如节能、安全等亟待解决的问题。以浙江省为例,年公里隧道照明消耗的电量约为 33.85 万度。隧道照明用电已成为隧道运营成本的重要组成部分,很多交通隧道在日常使用中因不堪电费负担,不得不降低照明标准,从而埋下隧道行车安全隐患。

[0003] LED(Light Emitting Diode)是一种半导体固体光源。自 1962 年通用电气公司的 Holonyak 发明了第一个实用的可见红光 LED 以来,历经近半个世纪的发展,LED 以其低功耗、长寿命、无污染、抗冲击性好、发光效率高且易控制等显著优点,被认为是继白炽灯、荧光灯、高强度气体放电灯之后的第四代光源。与目前隧道照明广泛应用的高压钠灯和直管型荧光灯相比,LED 灯在照明指标上具有如下显著优势:(1)理论上可以实现无级调光,消除“黑洞效应”和“白洞效应”;(2)显色指数高,且光谱中存在较多的蓝光成分,能有效提高可见度;(3)具有较宽的色温范围(4000K ~ 5000K),接近自然光,可有效减缓视觉疲劳;(4)可实现智能控制,消除眩光。此外,与现有隧道照明光源相比,在同样亮度条件下,LED 耗电仅为高压钠灯的 48%、荧光灯的 35%,而寿命却分别是两者的 20 倍和 10 倍(LED 灯实际寿命长达 5 万至 7 万小时)。可见,采用 LED 灯代替传统隧道照明光源具有十分重要的节能减排意义。

[0004] 尽管在 LED 散热(热管理)方面已经取得巨大的进步,但为保障隧道 LED 照明系统的长期运行可靠性,仍需针对隧道照明的如下特点和需求做进一步的突破:

[0005] (1) 与室内或道路照明不同,隧道照明为 24 小时照明,对 LED 系统的寿命和长期可靠性要求更高;

[0006] (2) 隧道内为典型的温湿、多灰环境,隧道 LED 系统的散热表面极易积灰,从而使得隧道 LED 系统在长期使用过程中,散热性能不断弱化、热阻增大、芯片结温升高,进而劣化 LED 的性能并缩短其使用寿命;

[0007] (3) 隧道(尤其是公路隧道)往往远离人员密集区,日常的监控和维护频率较低。因此,隧道 LED 系统一旦因为表面积灰或极端高温等原因而出现结温超标时,隧道管理单位往往难以第一时间发现并及时赶赴现场处理,这就要求隧道 LED 系统具有自动报警功能,并在结温超标后能主动采取保护措施,以避免 LED 系统性能发生不可逆转的劣化、甚至损坏。

发明内容

[0008] 为了解决现有技术无法及时解决 LED 灯温度过高的问题,本发明提供了一种方法。

[0009] 一种隧道中 LED 系统的主动式热管理方法,包括以下步骤:

[0010] 采集 LED 系统中 LED 灯的温度值;

[0011] 根据所采集的温度值,周期性地对 LED 灯进行电流调整。

[0012] 其中所采集到的 LED 灯的温度值为 LED 灯的结温。通过对 LED 灯的电流自适应调整,即使在无人在场的情况下,也能够及时降低 LED 灯的温度,延长了 LED 灯的使用寿命。

[0013] 对电流进行调整根据当前 LED 灯的结温是否大于最大许可温度进行调整,具体而言,可选的,所述电流调整包括:

[0014] 步骤 1,在当前周期中判断采集到的温度值 T_c 是否大于最大许可温度 T_{max} :是,则进入步骤 2;否则,下一周期 LED 灯的电流 I_n 保持不变;

[0015] 步骤 2,根据调节系数 C 调整下一个周期 LED 灯的电流 I_n ,使得: $I_n = C * (T_c - T_{max}) / T_{max}$;

[0016] 再判断计算得到的电流 I_n 是否大于最小许可电流 I_{min} :

[0017] 是,则进入下一周期;

[0018] 否则,进行断电保护。

[0019] 通过这一方法,使得在无人监控的环境下,也能够智能识别 LED 灯的温度状况,分别采取保持电流、减小电流以及断电保护的应对措施,从而能够大大降低人力维护的消耗。

[0020] 其中,在进行电流调节时,调节系数 C 是根据 LED 系统的总功率进行调节的,可选的,调节系数 C 的取值方式为,将 LED 系统的总功率分为若干个不同的取值区间,总功率的取值越高,调节系数 C 的取值越低且降低得越快,其中 C 的取值范围为 $0.91 \sim 0.98$ 。

[0021] 由于散热器的热阻 R 是固定的,功率 P 增大后,根据公式 $\Delta T = P * R$,其温升 ΔT 也会增加,为此,供电电流的降低不是线性的,而是针对功率 P 较大的情况,较快地降低电流,即系数 C 降低得越快,使得发热功率降低得越快。

[0022] 可选的,LED 系统的总功率 P 的取值区间为三个: P 小于 $50W$, P 大于或等于 $50W$ 且小于 $100W$, P 大于或等于 $100W$ 。而调节系数 C 也根据 P 的取值区间发生变化,在 P 小于 $50W$ 时,调节系数 C 取 0.96 ; P 大于或等于 $50W$ 且小于 $100W$,调节系数 C 取 0.95 ; P 大于或等于 $100W$,调节系数 C 取 0.93 。

[0023] 本发明的方法除了自适应调整之外,也包括用于提示用户进行手动散热的步骤,可选的,还包括步骤:当所采集的温度值超出温度阈值的持续时间超过预设值时发送报警信号。其中报警信号可为音频信号或是光信号,通过发出报警信号提醒用户手动清理散热器,以实现散热目的。

[0024] 本发明的方法可选的,还包括步骤:无线发送温度传感器所采集的温度值,并通过接收装置无线接收后进行显示。

[0025] 通过无线收发 LED 灯的温度值,可以由用户在远方监控,以便及时作出反应。

[0026] 利用上述主动式热管理方法,本发明还提供了一种带有主动式热管理的隧道用 LED 系统,包括 LED 灯,还包括:

[0027] 温度传感器,用于采集 LED 灯的温度值;

[0028] 驱动电路,用于根据所采集的温度值,周期性地对 LED 灯进行电流调整。

[0029] 该隧道 LED 系统通过自主调节 LED 灯的电流来降低 LED 灯的温度,确保 LED 灯的温度低于安全的最大许可温度(例如 75°C)。其中温度传感器的类型多样,优选的,所述温度传感器通过热电偶采集温度值。热电偶通过将温度转换为电信号,再通过 A/D 转换等处理,转换为具体的数值,便于后续的调整和监控。

[0030] 本发明的隧道 LED 系统除了能够进行自适应调整之外,可选的,还包括:

[0031] 报警器,用于在采集到的温度值超出温度阈值时且持续时间超过预设值时发出报警信号。通过报警器,能够提示用户进行手动降温处理,从而达到更好的散热效果。

[0032] 本发明的隧道 LED 系统同时也用于远程监控,可选的,还包括:

[0033] 无线传输装置,用于无线发送传感器所采集的温度值;

[0034] 监控中心服务器,无线接收所采集到的温度值并进行显示。

[0035] 温度传感器获取无线传输装置通过 RS232 接口与相连接,可为 GPRS 无线传输装置,利用 GPRS 网络以及因特网进行远程通信,从而将温度值通过远端的监控中心服务器,呈现在显示屏上用于监控。

[0036] 本发明以温度监控数据为基础,首先对 LED 的供电电流进行自适应调整以主动的保护 LED;其次能实时的上传温度数据至监控服务器,供业主监控分析;再次能在温度至持续超过报警门限而后主动发出报警信号给业主,以提醒对 LED 灯的散热器进行清理维护,从而避免 LED 损坏或性能劣化。

附图说明

[0037] 图 1 为本发明一个实施例的系统结构示意图;

[0038] 图 2 为图 1 所示实施例中电源模块进行供电电流调整的方法流程图;

[0039] 图 3 为 LED 灯出光量与结温的关系曲线图;

[0040] 图 4 为器件寿命与结温的关系曲线图。

具体实施方式

[0041] 为了对本发明进行详细的说明,现结合附图和实施例进一步地解释本发明。

[0042] 图 1 为本发明一个实施例的主动式热管理的隧道用 LED 系统,包括:驱动电路 1、LED 灯 2、散热器 3、温度传感器 4、无线传输装置 5、监控中心服务器 6。

[0043] 多个 LED 灯 2 组成了一个照明单元,驱动电路 1 为各个 LED 灯 2 供电,在 LED 灯 2 下方设有用于为 LED 灯 2 散热的散热器。温度传感器 4 用于采集 LED 系统中 LED 灯的温度值。

[0044] 在运行时,温度传感器 4 通过热电偶来采集 LED 灯的温度值(结温),再进行 A/D 转换等处理,转换为相应的数值并输入驱动电路相应的处理模块。驱动电路 1 对 LED 灯 2 的电流随温度传感器 4 所采集的温度值周期性地自适应主动调整 LED 灯 2 的温度值。具体按如下步骤进行:

[0045] 步骤 1,在当前周期中判断采集到的温度值 T_c 是否大于最大许可温度 T_{max} :是,则进入步骤 2;否则,下一周期 LED 灯的电流 I_n 保持不变,即 $I_n = I_c$,其中 I_c 为当前周期 LED 灯的电流。

[0046] 步骤 2, 根据调节系数 C 调整下一个周期 LED 灯的电流 I_n , 使得: $I_n = C * (T_c - T_{max}) / T_{max}$;

[0047] 再判断计算得到的电流 I_n 是否大于最小许可电流 I_{min} :

[0048] 是, 则进入下一周期;

[0049] 否则, 电源模块进行断电保护。

[0050] LED 灯的作用原理在于, 依靠电子在能带间的跃迁产生光。在外加电场作用下, 电子与空穴的辐射复合发生电致光作用将一部分能量转化为光能, 而无辐射复合产生的晶格振荡将其余的能量转化为热能。

[0051] 目前 LED 的发光效率仅能达到 10%~20%, 输入功率的 80%~90% 将转化为热能。因此, 通过减小调节系数 C 的取值, 降低 LED 系统的输入功率, 即可达到减少 LED 系统发热量、降低芯片 PN 结结温的目的, 从而实现 LED 系统的主动式热保护。

[0052] LED 为热敏元件, 如果芯片产生的热量未能高效散出, 将导致 PN 结结温升高, 进而严重影响其性能, 具体表现为: (1) 发光强度降低。芯片的发光效率会随着结温的升高而迅速减小, 其中蓝、绿、白光 LED 器件的出光量基本呈线性下降, 如图 3 所示; (2) 芯片的发射光谱发生红移, 致使光转换效率下降; (3) 寿命大幅缩短, Narendran 等通过实验证实: 随芯片节点温度的增加 LED 的寿命呈指数形式下降, 如图 4 所示; (4) 封装材料性能劣化。温度升高会使环氧树脂的透明度严重下降, 影响透光性能, 减弱 LED 光输出。

[0053] 因此, 根据总功率来改变调节系数 C, 具体为将 LED 系统的总功率分为若干个不同的取值区间, 总功率的取值越高, 调节系数 C 的取值越低且降低得越快, 其中 C 的取值范围为 0.91~0.98。

[0054] 在本发明当前实施例中, LED 系统的总功率 P 的取值区间为三个: P 小于 50W, P 大于或等于 50W 且小于 100W, P 大于或等于 100W。而调节系数 C 也根据 P 的取值区间发生变化, 在 P 小于 50W 时, 调节系数 C 取 0.96; P 大于或等于 50W 且小于 100W, 调节系数 C 取 0.95; P 大于或等于 100W, 调节系数 C 取 0.93。

[0055] 比如, 当读取到的温度值推算得到的单个 LED 的结温 (即采集到的温度值) 已经达到了 80°C, 超过了隧道 LED 系统最大许可的温度 T_{max} ($T_{max} = 75^\circ\text{C}$), 且维持了 20 秒以上, 超过 5 秒这一预设值, 系统会发出高温报警, 提醒业主对 LED 的散热器进行清理维护; 并且对下一个周期的电流的通过如下的方法计算: 当前供电电流是 17mA, 系统的总功率小于 50W, 则下一个控制周期内电源对单颗 LED 的供电电流设置为:

[0056] $I_n = I_c * C * (T_c - T_{max}) / T_{max} = 17 - 17 * 0.96 * (80 - 75) / 75 = 15.9\text{mA}$

[0057] 电流降低了 1.1mA, LED 的发热量也随之降低。3 分钟后, 读取的温度依然高达 75°C, 则进一步降低供电电流, 如此反复。而如果下一周期计算得到的电流 I_n 小于最小许可电流 I_{min} (为 LED 灯额定电流的 0.7 倍), 则由驱动电路实现断电保护。

[0058] 针对公路隧道特有的温、湿度变化范围小、LED 灯需 24 小时开启、隧道风向单一且风速集中在 5m/s 以下、不存在雨淋冲洗等特点, 综合公路隧道设计标准, 通过大量的实验测试, 获得了以下的经验数据: LED 的电流电压随监控的温度做动态调整以保证推算出的结温低于 75°C, 这既能达到节能的目标, 又能达到使用寿命的目标; 实验测试与数值仿真得出, 超温报警门限设置为 LED 结温大于等于 75°C 且持续 5 秒是最为合理的, 既能避免频繁假报警的出现, 又能充分的保护 LED 灯不会被烧坏。

[0059] 除了自适应调整之外,温度传感器 4 输出的电信号与无线传输模块通过串口 RS232 相连,无线传输模块与监控中心服务器通过 GPRS 网络和因特网相连,能实时的将温度数据上传至监控服务器;本发明对隧道 LED 进行实时主动的热管理保护,延长了 LED 的使用寿命,降低了 LED 发生不可逆转的性能劣化、甚至意外烧坏的几率,组网快速,可自由扩展,使得管理效率提升,成本下降。

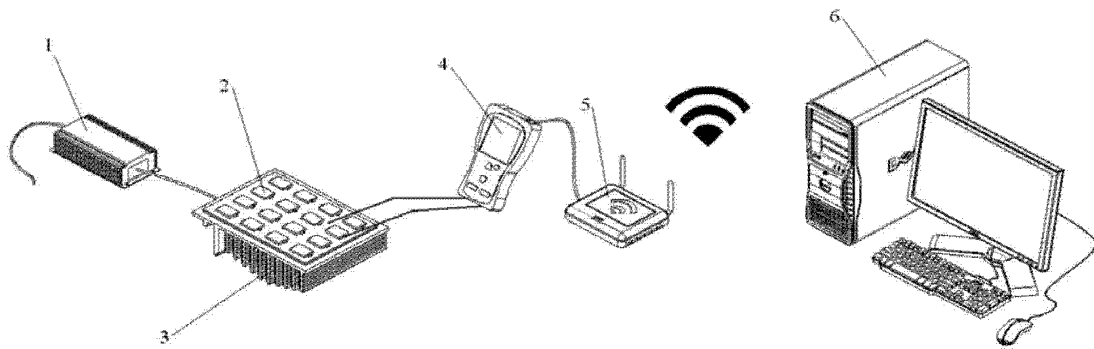


图 1

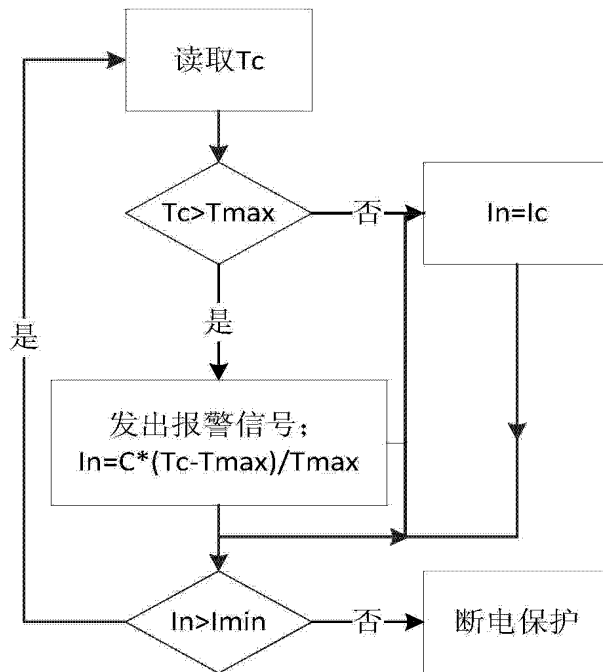


图 2

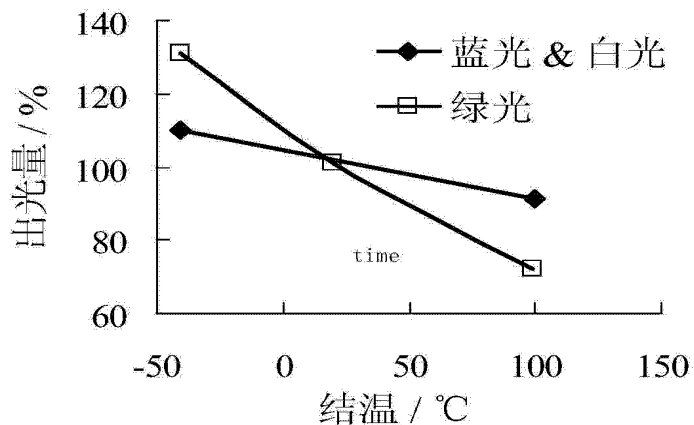


图 3

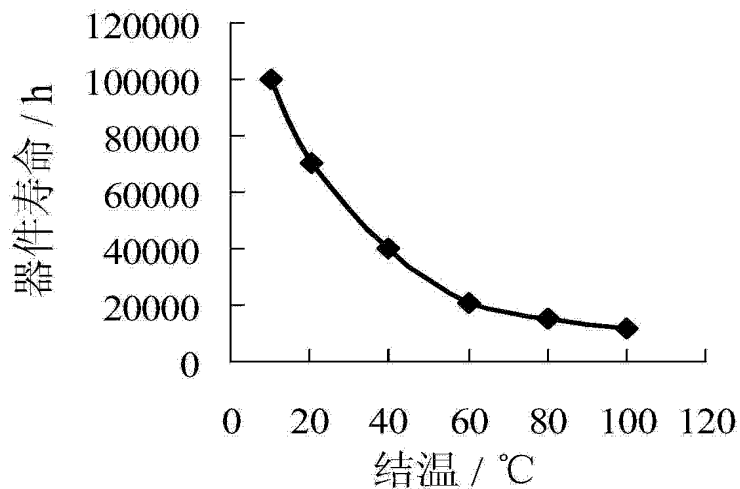


图 4