

照明系统的安全与节能

文/四川省化工设计院 张红梅

为加强安全生产,贯彻执行节约资源和保护环境的国家技术经济政策,推进工程建设的安全可持续发展,以适应现代社会绿色环保的需要,照明系统的安全和节能,在整个建设工程中起着不可忽视的重要作用。绿色电气技术也不断地应用于照明系统,本文从安全、节能的角度,结合自己在设计中的一些体会和需要留意的细节,与大家一起探讨、分享。

照明系统安全的设计

照明系统包括照明系统中采用的元器件和照明网络。照明系统的安全依赖于各级保护元件,而安全合理的网络是照明系统的结构组织。

如果将照明系统的灯具比喻为“人体细胞”,则其保护元件就如同“神经系统”,照明网络就是“血管组织”,它们分别主导和滋养着细胞,构成一个健康阳光的统一机体。

1. 照明系统的保护元件

它由照明网络中采用的,隔离开关、断路器、剩余电流断路器及剩余电流或测温式电气火灾监控装置、双电源自动切换开关、浪涌保护器,以及它们为满足其使用场所要求所选择的防腐、防爆功能等组成。合理选择、整定

以上诸种保护元件,是保证照明网络安全运行的基本条件。

(1) 隔离开关和断路器

1) 照明箱进线处都应装设隔离开关和断路器(或带隔离功能的断路器)。前者用于检修时能完全断开带电回路;后者能有效地防止和减少发生故障时对相应元件及材料的损坏。

2) 在选择分支回路断路器时,应特别注意:

① 分支回路断路器用于照明线路的过载和短路保护,其整定电流应满足 $I_z \geq I_{set1} \geq K_{rel1} I_c$ 及 $I_{set3} \geq K_{rel3} I_c$

式中, I_{set1} 为长延时过电流脱扣器整定电流, A; I_{set3} 为瞬时过电流脱扣器整定电流, A; I_c 为线路计算电流, A; I_z 为导体允许持续负载载流量, A; K_{rel1} , K_{rel3} 为长延时、瞬时过电流脱扣器可靠系数,取决于电光源启动状态和断路器特性。

② 实际工程中使用较多气体放电灯,其回路断路器整定电流为其额定电流的1.4~1.5倍,瞬时过电流脱扣器整定电流还应躲开灯具启动时的冲击电流,除在控制上避免与灯具同时启动外,还要根据灯具启动情况留有一定的裕度。

③ 对于消防回路,允许过载运行,故断路器应具有过载报警、不跳闸功能。

④ 照明配电箱分支回路中,不采用三相低压断路器对三个单相分支回路进行控制和保护。

(2) 剩余电流断路器

应满足过负荷和短路保护的要求,其动作电流宜为0.3~0.5 A,动作时间为0.15~0.5 s。一般用于室外照明灯具(庭院灯、景观灯)和插座回路,以防止发生间接电击伤亡和引起火灾事故。应注意,消防回路不设剩余电流断路器。

剩余电流或测温式电气火灾监控装置,用于监视剩余电流或发热元件温度,在超过预定值时发出报警信号,及时发现并处理火灾隐患。

(3) 道路照明

除其分支回路设有保护外,每个灯具处还应安装单独的熔断器保护,以减小事故造成的影响范围,并便于查找事故。

(4) 浪涌保护器

是照明系统防雷电及操作过电压的保护,所有涉及不同防雷分区的线路,都应装设满足最高防雷区要求的SPD。

2. 照明网络的合理构成

也是照明系统安全另一重要不可或缺的条件。它包含照明系统的电压、电源、线缆、控制及接地等要素。

(1) 照明电压的安全选择

一般为380/220 V,当灯具电

流大于25 A,或大容量(1 500 W及以上)的气体放电灯回路,建议采用380 V。

安全特低电压(SELV)在照明系统中的应用:对于潮湿场所、高温场所、具有导电灰尘场所、具有导电地面场所,且安装高度距地面2.2 m及以下、容易触及而又无防止触电措施的固定或移动式灯具,其使用电压不应超过24 V;在工作场所狭窄地点,且作业者接触大块金属面,如在锅炉、金属容器内等,使用的手提灯电压不应超过12 V。特低电压照明系统,往往也容易发生电击危险,故一般安全特低照明电压要求不超过24 V,且在实际使用中仍应特别注意用电安全。

安全特低电压所采用的安全隔离变压器,其一次侧和出线回路均应设置各自的专用过电流保护电器,作为其短路和过负荷保护。且隔离变压器二次侧以及二次侧所连接的线路及设备、设备外壳等均严禁与大地、其他回路的保护导体或金属外壳相连。

(2) 供电电源的安全选择

照明负荷根据其中断供电所造

成的影响和损失,合理地确定其负荷等级,正确地选择供电电源方案。照明系统接线示意图如图1所示。

一般照明系统的电源引自照明专用回路,如果企业内有较大冲击性负荷,会引起电压偏移或波动,对照明质量有严重影响,宜分别由不同的变压器供电。特殊重要工作场所的照明,照明电源采用双回路供电,分别引自不同变压器的低压段。消防应急照明应另设第三独立电源,该电源可为蓄电池等小型电源或由附近引来的独立电源线路。应急电源应能自动投入。

(3) 照明线路的安全设计

照明线路导体的载流量应大于其出线回路断路器整定电流;供给气体放电灯的配电线路,其中性线截面应满足不平衡电流及谐波电流的要求,且不应小于相线截面;室外单相照明线路,敷设距离不宜超过100 m,三相线路不宜超过300 m,并进行保护开关灵敏度校验;不应将线路敷设在贴近高温灯具的上部或附近,接入高温灯具的线路及设备本体均应采取耐热或隔热措施。

(4) 照明网络控制的安全

工厂照明一般按生产组织(如生产工段、不同流水线等)分组集中在照明箱上控制,但在厂房出入口应安装局部就地开关,避免将局部就地开关安装在厂房中间位置,或夜间不易找到的地方。对于有多个门的大厂房或楼梯间宜采用双控开关控制,以便在任一入口处都可开闭灯具。就地开关的容量应与所控制的灯具功率相匹配,尤其是大功率气体放电灯,更应注意,同时还要考虑其点亮瞬间启动电流的影响。

户外照明、长距离生产线的照明宜采用集中遥控。在环境条件较差、多平台场所,尽量将照明控制开关集中安装于正常环境处的照明箱上。在0区或1区爆炸危险场所,灯具的控制和保护设备在相线和零线上应同时安装,并能同时断开,还需设置专用的保护接地线(PE线)。

(5) 照明系统的可靠接地

由于工厂环境特征(尘埃、潮湿、腐蚀或爆炸场所)要求,照明系统各部位均应做好可靠接地。所有的灯具、金属灯杆、线缆外皮及保护管、局部就地开关等均应就地与接地装置可靠连接;线缆外皮及敷设用的桥架、保护管在进出建筑物处,应就近与接地装置可靠连接;与室外相通的配电线路,其供电回路还应设置浪涌保护器;在人员密集、可能触及到的场所的照明设备还应采用必要的漏电保护装置作为附加保护;长距离的户外照明网络宜采用TT接地系统。

3. 火灾应急照明系统的安全

随着国家对安全消防的日益重视,火灾应急系统的照明安全是保证消防工作顺利进行的先决条件。

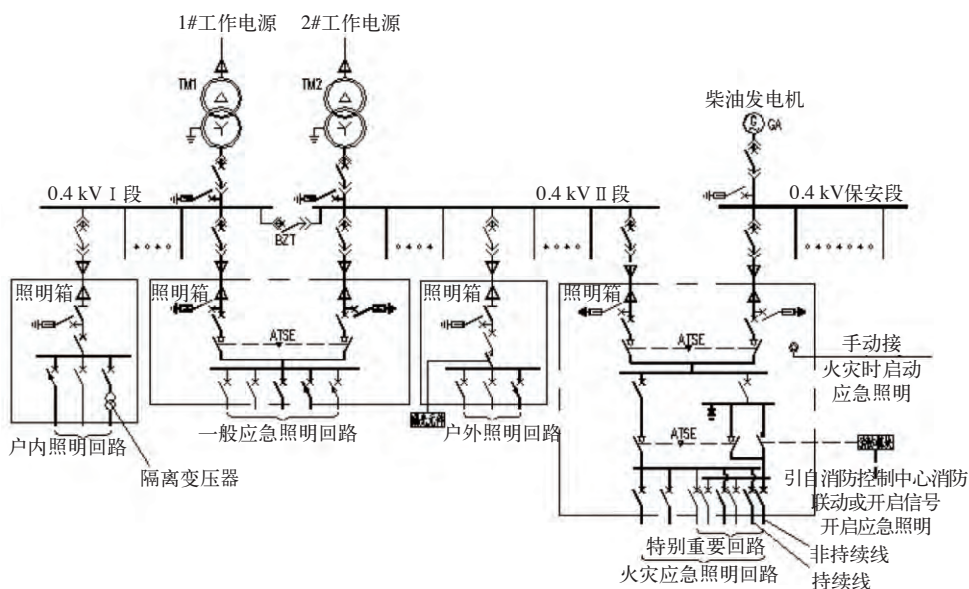


图1 照明系统接线示意图

(1) 火灾应急照明

是火警或火灾时必须发挥作用（即保证普通人员安全撤离、消防人员顺利灭火等）的应急照明，一般包括备用照明和疏散照明。所有火灾时必须坚持工作的场所，都应设置火灾应急备用照明；火灾应急备用照明一般要求持续时间至少180 min，用于整个消防使用时间。

对于大型、重要的厂房应设置必要的专用火灾应急照明系统，以利于消防人员进入厂房实施消防救援工作，便于观察火灾形势、救援进展及效果。

(2) 火灾应急照明电源

对火灾应急照明不能停电的特别重要的场所，必须设置自带蓄电池的灯具或采用EPS连续供电电源，其连续工作时间不应小于90min；消防系统的EPS尽量不要设置得太集中，以避免受邻近灾害牵连影响，保证消防供电可靠。火灾应急照明箱应采用专用的双回路供电；同一防火分区内的火灾应急照明双电源切换箱可以采用链式连接，但总台数不宜超过两台，特殊情况不超过三台。

(3) 火灾应急照明的控制

火灾应急照明系统采用消防联动控制，由消防控制系统自动连锁启停、消防控制中心或就地人工手动强启。应急线路应经常带电压，并定期检测系统的可靠性。

(4) 火灾应急照明设备

火灾应急照明箱及其线路应按防火分区设置，应满足火灾时连续供电。火灾应急照明箱应安装在符合防火要求的配电间或控制室内，或采用内衬岩棉对箱体进行防火保护。消防用线缆额定耐电压应 ≥ 750 V，当其明敷时应采用阻燃或耐火线缆，暗敷时应穿金属管并敷设在不可燃性结构内且

保护层厚度不应小于30 mm。火灾应急回路不应设插座，以防止移动设备的接入，影响应急供电系统的可靠性。

所有的消防设备、场所均必须设灯光显示装置，以显示消防部位及现场情况。该标志灯的电源应从消防电源接入。消防线路应有明显的标志。

大型厂房、设备布置较为复杂的生产厂房，为便于火灾发生时人员疏散，有效逃生，疏散指示及安全出口指示应尽量布置在人员逃生时，匆忙中易于发现、能观察到的开阔、明显处。由于设备多，管路复杂，不能满足此要求时，疏散指示应沿距离最近出口、以最短距离沿地面设置。地面设置的疏散指示应考虑防水防尘、防腐（或防爆）、防重物挤压等措施。消防疏散照明也应计算其实际照度，可采用“利用系数法”进行计算。

4. 消防应急照明灯具接线示意图

消防应急照明灯具接线示意图如图2所示。

照明系统的节能优化设计

绿色照明，节约能源，保护环境，是新形势下对改进照明设计的迫切需求。照明系统的节能是在保证不降低作业面视觉要求、不降低照明质量的前提下，力求

减少照明系统中光能的损失和浪费，从而最大限度地利用光能。在设计中应着重注意以下方面：

1. 充分利用自然采光条件和设施

合理利用采光系数或采光窗面积，利用室外自然光的变化自动调节人工照明照度，利用导光和反光装置引入室内进行照明，提高室内各表面的反射比，充分利用太阳能等。

2. 合理的人工照明布置及控制

（分区控制、分时段控制、光电控制、声控以及根据需要自动调节人工照度等）改进灯具的控制方式，根据使用功能要求，采用各种节能型开关或装置、程序控制、光电声控、节能自熄开关。

3. 确定合理的照度指标

控制设计照度值与照度标准值的偏差（一般情况下可有 $\pm 10\%$ 的偏差）；作业面邻近区（作业面外0.5 m的范围内）以及不可能放置作业面的地带，可降低照度值；非作业面、通道的照度可降低到作业面邻近区照度的1/3。

同时应严格执行《建筑照明设计标准》（GB50034—2013）规定的照明功率密度（LPD）限制值。《标准》规定的LPD值为国家给定的照明用电指标最高限值，并不是节能优化值，应严格控制，力求降低。照明设计时，应根据房间或场所使用条件确定

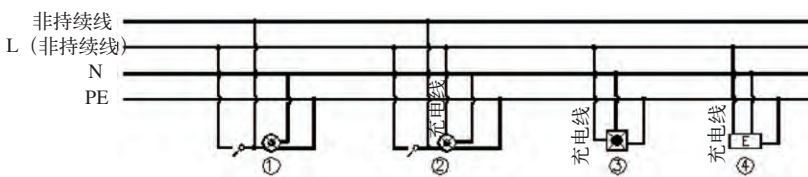


图2 消防应急照明灯具接线示意图

注：以实际到场灯具说明书为准

- ①应急照明灯，正常与事故时均亮
- ②自带蓄电池消防应急照明灯，正常与事故时均亮
- ③自带蓄电池双头应急照明灯，事故时亮
- ④自带蓄电池疏散指示及标志灯，正常与事故时均亮

其照度值，初选光源、灯具、镇流器的类型、规格，计算平均照度，使之符合规定的照度标准值；再根据选用的光源输入功率（灯具额定功率与其配套的镇流器或变压器功耗之和），计算出所设计房间或场所单位面积的LPD值，应不超过《标准》规定值，即为满足该强制条文要求的设计。如果超过了规定值，应调整、优化设计方案，选用更加优质高效节能灯。

4. 采用一般照明和局部照明相结合的方式

对同一场所有不同照度要求时，应采取灵活的照明布置，分区一般照明与混合照明相结合，既满足作业照度要求，又节约能

源，经济合理。对于道路照明，宜在后半夜切断部分路灯，如切断间隔灯杆上的灯具的电源，或同一灯杆上的部分灯具电源。

5. 选用高效、节能的照明器材

选择优质高效的光源和灯具；使用低能耗、性能优的光源用电附件；气体放电光源采用自带补偿电容器，有针对性地采取谐波抑制及谐波治理措施；充分应用具有适时动态跟踪系统电压自动调压的节能装置。

6. 加强用电设备能耗的监控、分析和管理

照明用电配置相应的测量和计量仪表，并定期测量电压、照度和考核用电量。

7. 设计过程中充分考虑环保、减震、降噪

尽量减少照明设备的直射光和眩光。

结束语

照明系统的安全、节能是一项综合、全面、系统化的工程，需要对整个系统设计方案进行精心策划，制订合理的智能化供配电系统，充分利用新型绿色节能技术，提高照明系统能效，贯彻国家能源政策，积极推进绿色照明工程，保证工厂照明系统更加安全可靠、节能运行，有利于工厂生产顺利、环保发展，更好地适应和服务于社会，满足现代化进程的要求。EA

ABB向加拿大最大港口提供岸电技术

ABB近日获得了温哥华菲沙港口局的一项合同，为全球集装箱码头（GCT）三角洲港提供船舶陆上供电技术解决方案。该码头是加拿大最大的集装箱码头，位于不列颠哥伦比亚省三角洲地区，专门用于泛太平洋集装箱船的停靠。本项目是加拿大联邦政府与温哥华菲沙港口局为降低环境影响共同努力的一部分。

三角洲港码头面积超过1 km²，长1 100 m，共设有3个泊位。ABB的船舶陆上供电解决方案允许轮船连接至加拿大卑诗水电公司电网，避免使用柴油发电机组发电。ABB将为高压陆上连接系统等具备保护、控制和通信能力的关键技术提供设计、工程制造和供货。

港口船舶关车技术可减少氮氧化物和硫氧化物等污染物的排放，降低噪声等级和振动等级，为实现码头的可持续发展目标提供支持。船舶在停泊后接入电网、关闭发动机，不仅可帮助降低对港口的环境影响，还可获得享受折扣电力的资格，作为其自愿减少排放的奖励。

“非常高兴ABB的岸船供电技术能为加拿大最大港口、最繁忙集装箱码头的环保事业尽一份力”，ABB电网事业部电网接入及变电站业务负责人Patrick Fragman说，“这一创新节能的解决方案不仅对港口当局和城市有益，船主和当地居民也将从中获益，它再次兑现了ABB致力于创造客户价值和降低环境影响的承诺。”

一艘大型邮轮在港口采用柴油辅机为船载电气设备供电时，其8 h内排放的氮氧化物量相当于10 000台车辆从苏黎世开往伦敦过程中产生的氮氧化物量。ABB使用岸上电力为船舶供电的解决方案包括数个可满足来自全球各地50 Hz和60 Hz轮船需求的专用变电站以及船载连接和自动化面板，允许轮船停泊后在不中断船上任何操作的情况下关闭发动机并接入岸上电源。

该解决方案可降低98%的排放以及噪音和振动，减少了市内港口对城市居民生活的影响，保证了水域附近居民的良好生活质量。从船主角度来说，也降低了运营维护成本。