

# 110kV 变电站动力及照明系统设计中的典型工程争议问题及处理原则

马晓青

石家庄电业设计研究院有限公司 河北 石家庄 050000

**【摘要】**：110kV 变电站动力及照明系统虽非一次主系统核心设备，但其设计质量直接影响站内设备供电、事故处置、运行巡视、消防保障及人员安全。相比主系统，该部分内容更易在施工图审查、竣工验收及后期运维阶段暴露分歧。这主要是由于动力及照明系统涉及电气、建筑、消防、给排水等多专业，相关规范分散，若缺乏对规范适用边界和工程场景的准确判断，容易出现套用民用建筑做法、追求系统形式完整造成过度设计。

本文结合 110kV 变电站建筑功能、运行方式和辅助系统特点，围绕火灾自动报警系统形式、消防水泵与稳压泵控制柜配置、GIS 室设备运输门防火卷帘供电与联动、应急照明系统设置及消防水泵巡检措施等典型争议问题进行分析，重点讨论规范在变电站场景下的适用顺序、适用范围及工程判断方法，并提出处理原则。研究表明，动力及照明系统设计应以电力工程专用标准为基础，在满足强制性规范的前提下，结合变电站规模、人员组织、疏散路径、设备功能和运维条件进行设计。对于争议较大的辅助系统，应避免机械地套用大型公共建筑“全套配置”，也不宜仅为减少投资而削弱功能，应以功能实现为核心、工程场景为前提、实施与运维可行为约束，通过专业协同和方案比选形成合理设计方案。

本文提出的分析思路和处理原则，可为 110kV 变电站及类似电压等级变电站动力、照明及相关消防辅助系统设计提供参考，也可作为施工图审查回复和后期设计优化提供依据。

**【关键词】**：110kV 变电站；动力系统；照明系统；工程争议；消防设计；应急照明

DOI:10.12417/2811-0722.26.06.098

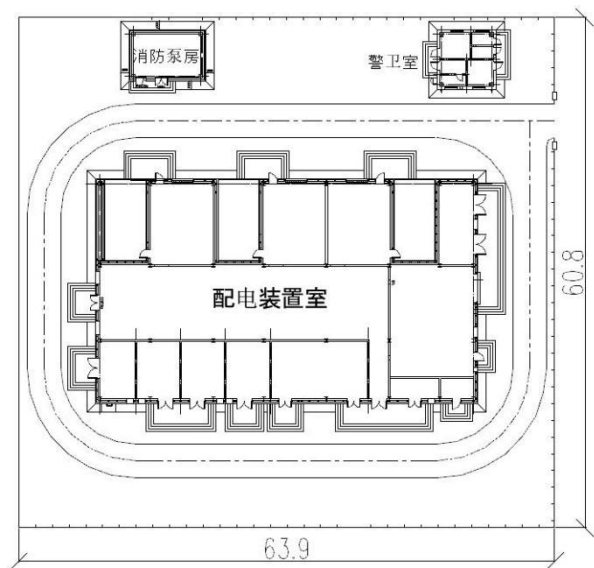
## 引言

110kV 变电站是区域电网关键节点，其动力及照明系统负责站内辅助设备供电、巡视、设备检修、事故处理及人员疏散保障。相比主变、110kV 配电装置等主系统，动力及照明系统投资占比小，但设计不当易在施工图审查、消防验收及运行阶段暴露问题。设计涉及电气、建筑、消防、暖通、给排水等多专业，规范从防火、火灾报警、应急照明、消防给水到建筑电气均有涉及，条文分散、适用对象不一致，导致工程争议频发。

在 110kV 变电站工程实践中，动力及照明系统的争议往往并非源于“有没有规范”，而是源于“哪本规范优先适用”、“规范条文如何理解”、“是否可以直接套用其他建筑类型经验”以及“安全要求与投资控制如何平衡”等问题。特别是在火灾自动报警系统设置范围、GIS 室防火卷帘联动逻辑、应急照明系统型式和巡检装置设置等方面，不同参与方往往存在较大分歧。若设计人员不能结合变电站特点做出清晰判断，容易形成过度设计、漏项设计或后期整改。

国网典型设计 110kV 变电站基础信息如下：站址总用地 0.4949hm<sup>2</sup>（约 7.424 市亩），围墙 63.9×60.8 米，主要建设配电装置室（地上一层）、辅助用房（地上一层）、消防泵房（地下一层与地上一层）。无消防控制室，火灾报警主机壁挂于警卫室，具备消防切非及联动消防泵功能。所有防火门常闭且通向室外。GIS 室设一扇通向室外的设备运输门，该门设常闭防

火卷帘，GIS 室另设普通钢质门供人员出入。



110kV 变电站总平面图

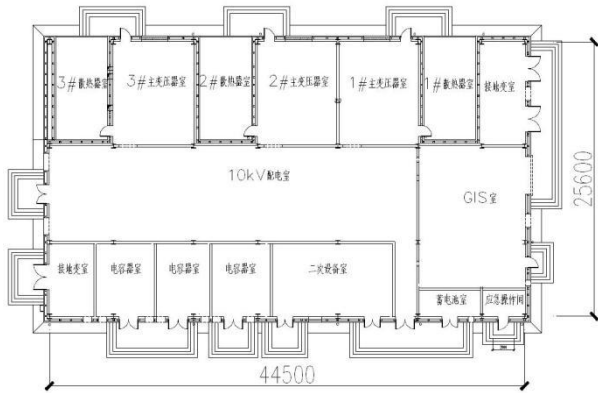
基于此，本文分析动力及照明系统设计中典型争议，并提出处理原则，为设计优化、审查沟通及项目实施提供参考。

## 1 110kV 变电站动力及照明系统设计特点

### 1.1 系统组成及功能

110kV 变电站动力及照明系统中的各类负荷在重要程度和运行要求上差异较大。部分负荷具有明显的消防属性，如消防

水泵、防火卷帘控制装置、消防应急照明和疏散指示系统等，其供电可靠性和控制逻辑应首先满足消防要求；部分负荷属于运行维护保障类，如主控室照明、设备巡视照明、排风与除湿设备等，应根据站内运行方式、巡视制度和事故处理需求合理配置；还有部分负荷则属于一般辅助负荷，可按常规动力配电原则设计。



配电装置室平面图

## 1.2 负荷类别与运行要求

负荷重要性及运行要求差异明显。消防相关负荷（消防水泵、防火卷帘控制装置、消防应急照明、疏散指示系统）应优先满足消防要求；运行维护保障负荷（主控室照明、巡视照明、排风与除湿）按站内运行方式及事故处理需求配置；一般辅助负荷按常规动力配电设计。

## 1.3 多专业交叉带来的设计难点

动力及照明系统设计中的争议，本质上常常不是单一电气问题，而是多专业交叉问题。火灾自动报警系统的设置需要结合建筑分类、火灾危险性、值守方式和消防系统配置综合判断；消防水泵与稳压泵控制柜的设置牵涉到消防给水系统可靠性和设备成套逻辑；GIS室防火卷帘供电与联动问题同时关联建筑防火分区、电源性质和火灾报警系统；应急照明系统的型式选择则既与消防规范有关，也与站房规模、布置方式、后期维护和投资控制有关。

在实际项目中，如果专业间缺乏前期协同，往往会出现建筑专业按典型设计设置防火卷帘，电气专业被动配合；或者建设单位仅从一次投资角度压缩辅助系统配置，导致后期验收阶段出现整改。这些问题均说明，110kV 变电站动力及照明系统设计应以系统思维统筹处理，而不能仅以单个专业条文孤立决策。

## 2 110kV 变电站动力及照明设计中的典型争议问题

### 2.1 火灾自动报警系统设置范围争议

110kV 变电站火灾自动报警系统设计中的核心争议，并不只是是否设置火灾探测器、手动报警按钮或声光报警器，而是变电站是否需要参照大型公共建筑的配置思路，同步设置消防

应急广播、防火门监控系统和消防专用电话系统。

GB 50116-2013《火灾自动报警系统设计规范》相关条文如下：

#### 3.2.1 火灾自动报警系统形式的选择，应符合下列规定：

1，仅需要地区，不需要联动自动消防设备的保护对象宜采用区域报警系统。2.不仅需要报警，同时需要联动自动消防设备，且只设置一台具有集中控制功能的火灾报警控制器和消防联动控制器的保护对象，应采用集中报警系统，并应设置一个消防控制室。

#### 3.2.3 集中报警系统的设计，应符合下列规定：

1.系统应由火灾探测器、手动火灾报警按钮、火灾声光报警器、消防应急广播、消防专用电话、消防控制室图形显示装置、火灾报警控制器、消防联动控制器等组成。2.系统中火灾报警控制器、消防联动控制器和消防控制室图形显示装置、消防应急广播的控制装置、消防专用电话总机等起集中控制作用的消防设备，应设置在消防控制室内。

在部分审查意见中，项目只要设置了火灾自动报警系统且具备联动功能，便以 3.2.1 条为依据，要求变电站的火灾自动报警系统采用集中报警系统，并进一步以 3.2.3 条为依据，要求完整配置消防应急广播、防火门监控、图形显示装置及消防专用电话；而设计人员则往往认为，110kV 变电站与大型公共建筑在使用功能、人员组织和疏散方式上存在明显差异，不宜简单类比。

从工程实际看，多数 110kV 变电站具有少人值守或无人值守特点，平时仅有运维人员定期到现场巡视；同时，站区占地通常较小，站内多数建筑仅为单层，且每个房间可直接疏散至室外。在这种建筑条件下，消防应急广播所针对的大范围人员疏散组织场景通常并不突出，消防专用电话系统所服务的固定值守通信场景也与大型公建存在差别，防火门监控系统是否需要独立设置，同样应建立在站内确有需监控的常开防火门、联动关闭需求及消防管理需求的基础之上。

因此，110kV 变电站火灾自动报警系统设计不宜照搬大型公建“全套配置”思路。对于是否设置消防应急广播、防火门监控系统和消防专用电话系统，应首先回到变电站的实际运行方式、建筑规模、疏散组织和消防联动对象本身进行判断。依据《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116-2013，这些系统本质上属于火灾自动报警系统中的组成或配套内容；而《消防设施通用规范》GB 55036-2022 自 2023 年 3 月 1 日起实施，明确现行工程建设标准中与其不一致的，以该规范为准，因此在具体项目中仍需结合强制性工程建设规范和变电站行业标准综合判断，不宜脱离场景机械套用。若站内建筑规模较小、疏散路径简单、长期无人集中停留，且不存在复杂的防火门监控及消防通信需求，则不宜仅因设置了火灾自动报警系统，就机

械叠加消防应急广播、防火门监控和消防专用电话系统。变电站火灾自动报警系统的设计重点应是“功能是否真实需要”，而不是“系统是否形式完整”。

## 2.2 消防泵与稳压泵控制柜配置争议

在设有消防给水系统的110kV变电站中，消防水泵控制柜是否必须与稳压泵控制柜分开设置，是另一个常见争议点。提出合柜方案的一方通常认为，消防泵和稳压泵均属于消防给水系统设备，合并设置有利于减少占地、压缩投资和简化配电；反对合柜的一方则认为，消防水泵是火灾工况下的关键设备，其控制逻辑、启停条件、手动应急操作和故障显示要求均明显高于稳压泵，若将二者合设于同一控制柜内，容易造成控制回路耦合、维护界面复杂和故障隔离不清，不利于消防设备独立可靠运行。

从工程实施和验收角度看，消防水泵与稳压泵虽同属消防给水系统，但两者运行状态、控制要求和故障后果并不相同。消防水泵控制应突出火灾状态下的强制启动、独立控制、状态显示和应急操作；稳压泵则主要承担维持系统压力的日常功能。若采用合柜方式，一旦内部元件故障、控制回路相互影响或维护切换失误，可能同时影响两个系统的运行可靠性，反而不利于消防保障。

因此，在110kV变电站中，对于设有消防给水系统的项目，消防水泵控制柜与稳压泵控制柜宜分设。特别是在项目后续需接受消防专项验收或审查意见较严格的地区，分设方案更有利于控制逻辑清晰、设备独立、专业协调和验收通过。即使在设备成套厂家能够提供合设方案的情况下，设计仍应以系统独立性和工程可实施性为主要判断依据，而不宜仅以节省少量投资作为决策理由。

## 2.3 GIS室防火卷帘供电与联动争议

在部分110kV变电站项目中，土建专业会根据典型设计在GIS室运输门位置设置防火卷帘，由此引出电气专业是否必须为其提供消防电源并纳入火灾自动报警系统联动的问题。对于该争议，不能仅从“设置了防火卷帘”这一表面现象出发判断，而应结合卷帘所对应门洞的位置、用途和实际运行方式进行分析。

就本类工程场景而言，该卷帘对应的是GIS室通向室外的运输门，主要用于设备安装、检修或扩建期间的设备运输，平时处于常闭状态；与此同时，GIS室另设有供运行人员日常出入的普通钢质门，人员通行并不依赖该运输门。由此可见，该卷帘所在门洞并非人员疏散主要通道，也不是日常频繁启闭的出入口，其主要作用更接近于满足设备运输条件下的大开口封闭需求，而不是依靠火灾时动态下落来组织人员疏散或分隔人员流线。

基于上述条件，对该防火卷帘是否必须采用消防电源并实

施报警联动，应重点分析其在建筑防火体系中的功能定位。如果该卷帘承担的是GIS室对外开口的防火分隔作用，且其防火完整性依赖卷帘在火灾时动作实现，则其供电和控制逻辑应按消防设备对待；但若该卷帘平时即处于关闭状态，本质上更多是运输门洞的防火封闭构造，火灾时并不依赖卷帘动作来形成新的分隔，则其“联动下降”的必要性就明显弱于典型的中庭开口、通长开口或需依靠卷帘动态封堵的建筑场景。

进一步看，由于GIS室已另设普通钢质门作为人员进出通道，该运输门卷帘不承担日常疏散或值班出入功能，卷帘动作与人员疏散组织之间也不存在直接关联。因此，在该类变电站场景下，不宜简单套用公共建筑中防火卷帘必须双步降、必须接入完整联动控制系统的通用做法。对平时常闭、仅在设备运输时开启的GIS室运输门防火卷帘，可重点保证其关闭状态下的构造防火功能，而不宜机械扩大为必须配置完整消防联动和消防专用电源的对象。

## 2.4 应急照明系统控制方式争议

应急照明系统是否必须采用集中控制系统，是110kV变电站站房设计中另一类高频争议。部分意见认为，既然属于消防应急照明和疏散指示系统，就应统一采用集中控制、集中电源方案；另一种意见则认为，110kV变电站建筑体量通常有限、疏散路径相对简单、场所分散，若无条件分析而统一采用复杂集中控制系统，可能造成系统构成复杂、投资增加、维护工作量上升，而实际使用收益有限。

应急照明系统的设计首先应区分几个概念：运行巡视和事故处理所需的备用照明，并不完全等同于消防疏散意义上的应急照明；不同房间对照明连续性的要求也不同。二次设备室、通信机房等场所，事故状态下除了疏散，还往往承担监视、操作和处置任务，因此其照明设计重点不仅是“能疏散”，还包括“能看清、能操作、能处置”；而普通通道和疏散出口则以疏散指示和基本照度为主。

基于此，110kV变电站应急照明系统设计不宜简单套用单一模式。对于规模较小、布置紧凑、疏散路径明确的站房，可在满足消防功能和持续供电要求的前提下，采用较为简洁、便于维护的系统方案；对于建筑较复杂、联动对象较多、火灾疏散要求较高的场所，则可采用集中控制或更高等级的系统。

## 2.5 是否必须设置消防泵自动巡检装置

在消防水泵控制系统设计中，是否必须设置自动巡检装置，是近年来争议较大的问题之一。争议的焦点是对于110kV变电站这类电力工程，是否必须设置自动巡检装置。

现行国家规范中涉及到自动巡检功能的条文如下。

一、国家规范及电力行业标准的规定

1、《消防给水及消火栓系统技术规范》（GB 50974-2014）

11.0.16 电动驱动消防水泵自动巡检时,巡检功能应符合下列规定: 1、巡检周期不宜大于7d,且应能按需要任意设定; 2、以低频交流电源逐台驱动消防水泵,使每台消防水泵低速转动的的时间不应少于2min。

#### 2、《固定消防给水设备》(GB 27898.1-2011)

5.4.5.1 设备应具有手动巡检和巡检提示功能,其巡检提示周期应能按需设定,但最长周期不应超过360h。

#### 3、《火力发电厂与变电站设计防火标准》(GB 50229-2019)

7.13.13 消防水泵可按定期人工巡检方式设计。

### 二、民用建筑电气设计标准的规定

#### 4、《民用建筑电气设计标准》(GB 51348-2019)

13.7.7 民用建筑内的消防水泵不宜设置自动巡检装置。

从现行标准体系看,《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974-2014对自动巡检装置应具备的功能提出了要求,这说明规范承认自动巡检装置作为一种实现方式;但《火力发电厂与变电站设计防火标准》GB 50229-2019在电力工程场景下又给出了可以采用手动巡检的规定,表明对于火力发电厂和变电站这类具有专业运维体系、值班巡视制度和设备管理制度的工程,并不要求必须设置自动巡检装置。与此同时,《民用建筑电气设计标准》GB 51348-2019明确提出民用建筑内消防水泵不宜设置自动巡检装置,并在条文说明中进一步列举了不宜设置的原因。这说明在较新的建筑电气标准体系中,自动巡检装置并未被视为普遍适用、必须配置的优选方案。

如果从变电站设计中规范引用的优先顺序来看,首先应优先采用与电力工程直接对应的行业标准,其次再参考通用消防及民用建筑电气标准。也就是说,对于110kV变电站,GB 50229-2019作为面向火力发电厂与变电站的行业标准,在适用对象上明显强于面向一般民用建筑的GB 51348-2019;而GB 50974-2014虽然提出了自动巡检装置的功能要求,但其规范重点在于消防给水系统的通用技术要求,并不能推导出“所有工程均必须设置自动巡检装置”。从标准发布时间看,GB 50974-2014早于GB 50229-2019和GB 51348-2019,后两部标准对巡检方式的表达,更能反映后续工程实践对该问题的再认识。

据此,对于110kV变电站消防水泵系统,更合理的理解是:按电力工程标准允许采用手动巡检,且不宜增设自动巡检装置。只有在项目所在地审查要求明确、建设单位运维需求特殊,或设备成套方案中确有必要采用自动巡检装置时,才可进一步设置。

## 3 典型争议问题的分析与处理原则

### 3.1 规范适用边界分析

110kV变电站动力及照明系统设计中的多数争议,并非源

于条文缺失,而是源于规范适用顺序和适用对象判断不清。对于变电站工程,应首先采用与电力工程直接对应的行业标准,对防火分区、消防设施设置、辅助系统供电及巡视管理等问题进行判断;在行业标准未作细化规定或仅提出原则要求时,再结合火灾自动报警、消防给水、消防应急照明及建筑电气等通用标准进行补充。与此同时,还应注意近年实施的强制性工程建设规范对原有标准体系的统领作用。《消防设施通用规范》GB 55036-2022自2023年3月1日起实施,并明确现行工程建设标准中有关规定与其不一致的,以该规范为准。

具体到本文讨论的几个争议问题,其适用边界可概括为以下三类。

第一类是“场景优先”的边界,即火力发电厂与变电站行业标准优先于一般民用建筑标准。对110kV变电站而言,《火力发电厂与变电站设计防火标准》GB 50229-2019是与工程对象直接对应的行业标准,其适用范围覆盖1000kV及以下变电站。因此,应优先从电力行业标准出发,而不宜直接照搬普通公共建筑的系统配置逻辑。

第二类是“功能重于形式”的边界。无论是消防应急广播、消防专用电话、防火门监控,还是自动巡检装置,规范最终关注的都是功能是否真实需要、系统是否可靠实现,而不一定要所有工程都采用同一设备形式。例如,通用消防给水标准对自动巡检装置功能提出要求,并不当然意味着所有变电站项目都必须设置独立的自动巡检装置;同样,大型公建的火灾自动报警系统包含广播、电话和防火门监控,也不意味着少人值守、疏散关系简单的110kV变电站必须配齐全部子系统。

第三类是“新标准统领、旧标准协调”的边界。对于不同年份发布的标准,应在区分标准性质的基础上理解其关系。一般而言,强制性工程建设规范的效力高于一般推荐性或普通国家标准;与工程对象直接对应的行业标准,在适用对象上优先于普通通用标准;后发布的标准对前期工程实践问题往往有进一步修正意义。因此,设计人员在处理争议时,应避免仅凭单一条文得出结论,而应从标准层级、适用对象、发布时间和工程场景四个维度进行综合判断。

### 3.2 工程设计中的处理原则

结合前述分析,110kV变电站动力及照明系统设计中的典型争议问题可归纳出以下处理原则。

第一,坚持场所分类和功能分级原则。不同建筑、不同房间、不同设备的功能定位不同,不应采用全站统一做法。火灾自动报警、应急照明、防爆灯具、设备防护等级等内容均应按实际场景分类设置。

第二,坚持系统独立与控制清晰原则。对于消防水泵、消防卷帘、消防应急照明等涉及事故工况的设备,设计应优先保证控制逻辑清晰、故障边界明确、设备独立可靠。

第三,坚持按功能实现而非按形式照搬原则。规范对系统提出的往往是功能要求,而非唯一设备形式。对于巡检功能、控制方式、系统结构等问题,应优先分析“功能是否实现”,避免在设备形式上机械放大。

第四,坚持前期专业协同原则。凡涉及防火卷帘、报警联动、应急照明、消防设备供电等问题,应在初步设计或施工图前期由建筑、电气、消防、给排水等专业联合确定边界,减少后期被动修改。

第五,坚持便于实施和便于运维原则。110kV变电站多为长期运行设施,辅助系统过于复杂不仅增加初投资,也可能增加维护难度和故障点。设计应在满足规范和功能需求的前提下,优先选择逻辑明确、设备成熟、运维友好的方案。

### 3.3 减少设计争议的建议

为减少110kV变电站动力及照明系统设计争议,建议从以下两个方面加强控制。

其一,建立前期争议问题清单。在初设或施工图前期即形成专题判断,避免各专业在后期临时补项或反复修改。

其二,提前关注项目所在地审查和验收习惯。部分争议问题虽然从规范逻辑上可以论证,但在不同地区审查实践中仍可能存在较强的惯性要求。设计人员宜在不突破标准底线的前提下,提前了解当地消防审查、图审和验收关注点,必要时通过技术联系单、专题说明或会审纪要固定处理原则,以降低后续返工风险。

## 4 工程实践启示

### 4.1 设计阶段的专业协调

从工程实践看,动力及照明系统中多数争议问题都具有明显的跨专业特征。因此,110kV变电站辅助系统设计宜在专业提资阶段就形成联合校核机制,对涉及消防和事故工况的设备逐项核对其功能、供电、控制和联动关系。对于争议较大的问

题,可在项目内部形成统一处理原则,并在设计交底时向建设单位说明,以减少后续反复修改。

### 4.2 审查意见回复思路

对施工图审查或专项审查中提出的意见,设计人员不宜简单以“规范没有明确要求”进行回应,也不宜在无分析的情况下全部接受。较为有效的回复方式应包括三个层次:首先说明该问题所对应的系统类别和工程场景;其次说明设计方案依据的规范路径和适用边界;最后结合站房规模、功能需求和设备配置说明为何采用当前方案。

## 5 结语

110kV变电站动力及照明系统设计中的工程争议,表面上集中体现为火灾自动报警系统配置边界、消防设备控制方式、防火卷帘供电与联动、应急照明系统型式以及消防水泵巡检措施等具体问题,实质上反映的是电力工程行业标准与通用建筑消防标准之间的适用边界、系统功能定位以及工程实施路径的差异。对这类辅助系统设计而言,既不能简单追求“大而全”的系统配置,也不能仅以压缩投资为目标削弱必要功能,而应在满足强制性工程建设规范的前提下,坚持以工程场景为基础、以功能实现为核心、以实施与运维可行为约束进行方案确定。

本文围绕110kV变电站动力及照明系统中的若干典型争议问题进行了分析,并从规范适用边界、技术经济比较、工程处理原则和审查沟通方法等方面提出了相应建议。研究表明,对于少人值守或无人值守、建筑规模较小、疏散关系明确的110kV变电站,辅助消防系统和照明系统设计更应强调针对性和适用性,而不是机械套用大型公共建筑模式。通过在设计前期明确争议问题、加强多专业协同、合理选择规范路径并重视后期运维反馈,可有效减少设计返工和审查分歧,提升变电站动力及照明系统设计质量。

### 参考文献:

- [1] 中华人民共和国住房和城乡建设部.消防设施通用规范:GB 55036—2022[S].北京:中国建筑工业出版社,2022.
- [2] 中华人民共和国住房和城乡建设部.火灾自动报警系统设计规范:GB 50116—2013[S].北京:中国计划出版社,2013.
- [3] 中华人民共和国住房和城乡建设部.火力发电厂与变电站设计防火标准:GB 50229—2019[S].北京:中国计划出版社,2019.
- [4] 中华人民共和国住房和城乡建设部.消防给水及消火栓系统技术规范:GB 50974—2014[S].北京:中国计划出版社,2014.
- [5] 中华人民共和国住房和城乡建设部.消防应急照明和疏散指示系统技术标准:GB 51309—2018[S].北京:中国计划出版社,2018.
- [6] 中华人民共和国住房和城乡建设部.民用建筑电气设计标准:GB 51348—2019[S].北京:中国建筑工业出版社,2019.
- [7] 王玉龙,张强.基于PLC的变电站照明系统智能控制技术[J].灯与照明,2024,48(04):84-87.
- [8] 程浩,王仰之,周志豪.变电站智能照明系统设计与运维管理效率提升[J].中国照明电器,2025(04):150-152.