

基于地上与地下结构差异的污水厂消防应急疏散照明系统探讨

袁轶文

上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司 上海 200092

【摘要】：本文结合市政污水厂中较为常见的地上分散式与全埋式箱体两种建筑布局，开展消防应急疏散照明系统的差异化设计研究。重点分析了地上厂区采用非集中控制型系统、全埋式箱体采用集中控制型系统的必要性与实施方案。本研究为市政污水厂，尤其是全埋式污水厂地下箱体的消防应急疏散照明设计，提供了具有实际应用价值的参考思路。

【关键词】：消防应急照明；疏散指示系统；疏散指示灯；市政污水厂

DOI:10.12417/2705-0998.25.24.045

引言

市政污水厂作为城市关键基础设施，其消防安全同样不容忽视。污水厂常见地上分散式与全埋式两种建筑布局，二者在疏散条件上存在显著差异，而传统的应急疏散照明设计往往套用民用建筑模式，未能充分兼顾不同布局的工艺特点与建筑特殊性。消防应急疏散照明系统作为火灾环境下保障人员安全疏散的关键设施，在确保疏散照明照度达标的前提下，疏散指示方案的合理性与标志灯设置的精确性至关重要。

本文主要依据 GB55037-2022《建筑防火通用规范》（以下简称《防火规范》）及 GB51309-2018《消防应急照明和疏散指示系统技术标准》（以下简称《应急照明标准》），针对地上分散式厂区和全埋式箱体两种典型布局，阐述了消防应急疏散照明系统在系统选型设置、供电可靠性设计及灯具布置上的差异化解决方案，以提升污水厂整体消防安全性。

1 消防应急疏散照明系统分类

消防应急疏散照明系统按消防疏散灯具的控制方式来讲，可将系统分为集中控制型和非集中控制型。

根据灯具蓄电池的设计位置，可分为集中电源型与非集中电源型。鉴于集中电源型在统一管理与风险控制方面更具优势，本文所涉及的相关工程均采用此种类型，灯具自带蓄电池的方案不做额外赘述。

消防疏散照明灯具又可分为灯光疏散指示标志灯具和疏散照明灯具。灯光疏散指示标志灯具主要用于火灾发生时，为人员安全疏散提供正确的指示路径；疏散照明灯具则为疏散路径提供必要的照明保障。

最新发布的 GB17945-2024《消防应急照明和疏散指示系统》第 3.5 条术语与定义中，将 A 型消防应急灯具定义为采用直流供电，额定工作电压不大于 48V 的灯具，据此可知，A 型消防应急灯具的最高电压可由原先的 DC36V 提高至 DC48V。更高的电压等级可以有效提高单个回路的供电数量及供电距离，且工程涉及的疏散照明灯具的安装高度按 8 米以下考虑，故本文涉及的工程均按 A 型灯具 DC48V 规格来选型。

2 地上式污水厂应急疏散系统设计

2.1 建筑特点与设计原则

地上式污水处理厂通常由进水泵房、生物反应池、二沉池、鼓风机房、污泥脱水车间、加药间等多个分散的单体建（构）筑物组成。其中大型水池如生物反应池、二沉池等一般为露天构筑物，无需考虑人员疏散；剩余的建筑物均为小型单体，可定性为室外消防用水量不大于 30L/s 的厂房，疏散方向明确，路径清晰，可直接通向室外安全区域。设计应遵循“分区独立、就地控制、经济可靠”的原则。

2.2 非集中控制型系统

结合地上式污水处理厂分散且单体面积较小的特点，无须设置消防控制室以及火灾报警系统。应急疏散系统的负荷等级为三级负荷，采用非集中控制型系统。

《防火规范》第 10.1.6 条对消防配电有所规定：除按照三级负荷供电的消防用电设备外，消防负荷的配电需设置自动切换装置。

《应急照明标准》第 3.3.8 条第 3 款第 2 项规定：非集中控制型系统中，集中设置的集中电源应由正常照明线路供电。

梳理上述相关规范条文，不难得出如下结论：在三级负荷的情况下，非集中控制型系统的集中电源可由各单体的照明配电箱直接供电。结合地上污水处理厂分散式布置、疏散路径清晰且人员停留较少的特点，其配电方式可依据该方案进行设计，此举既满足规范又避免了经济上不必要的浪费。

2.3 地上式污水厂灯具布置要点

如前所述，消防疏散照明灯具分为灯光疏散指示标志灯具和疏散照明灯具。

《防火规范》第 10.1.8 条第 1 款对灯光疏散指示标志灯具的设定位置做了规定：除筒仓、散装粮食仓库和火灾发展缓慢的场所外，甲、乙、丙类厂房，高层丁、戊类厂房应设置灯光疏散指示标志，其设置间距、照度应保证疏散路线指示明确、方向指示正确清晰、视觉连续。

《防火规范》第 10.1.9 条对疏散照明灯具的设定位置做了

规定：除筒仓、散装粮食仓库和火灾发展缓慢的场所外，厂房、丙类仓库、民用建筑、平时使用的人民防空工程等建筑中的下列部位应设置疏散照明。

通读规范可知，对于非高层的丁、戊类厂房，仅要求设置疏散照明，未强制要求设置疏散指示标志。就地上式污水处理厂的建筑物而言，疏散照明的设置位置通常仅限于建筑物的安全出口和疏散楼梯（间）。

规范既然已对疏散照明作出明确要求，电气设计应严格按照规范执行。同时，考虑到应急疏散系统的完整性，以及火灾发生时疏散指示标志对人员引导和疏散起着重要的作用，建议在厂房内的主要疏散通道上，适当补充设置灯光疏散指示标志灯具，以进一步提升人员疏散的安全性与可靠性。

如图1加药间应急照明灯具布置示意图所示，此为某地上污水厂的加药间单体，定性为地上一层戊类厂房，仅在安全出口处设置疏散照明灯具即可满足《防火规范》的要求。不妨在设计时对主要疏散路径补充相应的疏散照明和疏散指示标志，以提高疏散路径的连续性。另外，依据《应急照明标准》表3.2.5中IV-6的规定，安全出口外及附近区域应有不低于1lx的照度值，故在安全出口外设置室外型应急照明灯具，此灯具应为室外型，设置不低于IP67的防护等级。

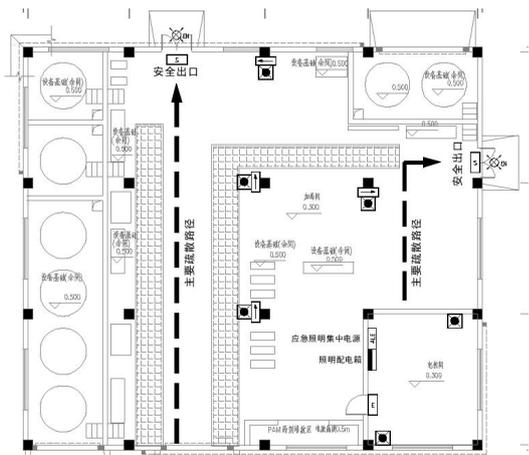


图1 加药间应急照明灯具布置示意图

3 全埋式污水厂应急疏散系统设计

3.1 建筑特点与设计原则

全埋式污水处理厂将主要工艺单元集成在大型地下箱体，其建筑具有以下特性：空间封闭，火灾烟气难以扩散；环境长期潮湿，易引发腐蚀；疏散路径冗长复杂，方向辨识难度大，由此对消防应急疏散照明系统提出了更高要求。

因此，系统设计需按“集中监控、智能引导、绝对可靠”的原则来实施。须具备与火灾报警系统联动，实现状态全面管控的功能，从电源、线路到灯具设备均采用高可靠且精准的配置，确保火灾发生时系统持续运行，助力人员安全疏散。

3.2 集中控制型系统

全埋式污水处理厂一般为完整的地下箱体，需配套相应的消防喷淋系统、防排烟系统、火灾报警系统等。消防应急照明和疏散指示系统选择集中控制型，采用“应急照明控制器+集中电源+A型应急灯具”的完整集中控制型架构。控制器设置于消防控制室内，能够实时监测整个系统中所有集中电源与灯具的工作状态。系统与火灾自动报警系统（FAS）联动，一旦确认火情，FAS向应急照明控制器发送报警信号，控制器控制所有非持续型照明灯的光源应急点亮，持续型灯具的光源由节电点亮模式转入应急点亮模式。

3.3 应急疏散照明系统配电设计

依据55027-2022《城乡排水工程项目规范》第2.2.14条的规定，全埋式污水厂整体负荷等级定为二级负荷，因此消防负荷也按二级负荷考虑。

消防应急疏散照明系统的供电（即各防火分区的集中电源），应由所在防火分区的消防配电箱供电，且该消防配电箱需设置双电源自动切换装置，电源分别取自变电所的低压配电柜的两段母线，以满足二级负荷要求。

应急照明集中电源的持续供电时间（记为 h_1 ），需严格遵循《防火规范》表10.1.4中关于备用电源持续供电时长的强制性规定。针对全埋式污水厂的工程特性，核心判定依据为其地下或半地下总建筑面积：若该面积超过20000平方米， h_1 需满足不低于1.0h的持续供电要求；否则 h_1 满足0.5h持续供电即可。此外，对于集中控制型系统，非火灾工况下需额外设置灯具持续应急点亮时间（记为 h_2 ），且 h_2 的取值不得超过0.5h。需特别明确的是，应急照明集中电源的蓄电池组在达到设计使用寿命周期后，其额定标称剩余容量应确保放电时长不小于 h_1 与 h_2 的叠加时长，以保障极端工况下的疏散供电可靠性。

3.4 全埋式污水厂灯具布置要点

全埋式污水厂地下箱体的灯具布置应根据建筑物的防火分区划分以及各个防火分区的疏散的路径，疏散原则应按照最短路径去确定相应的引导及疏散方向。

本文以某全埋式地下水水质净化厂为例，地下建筑面积约为9万平方米（含地下水池面积），地下为2层，上层为操作层（主要人员活动及操作区域），下层为管廊层（工艺设备及水池层）。如图2全埋式污水厂操作层防火分区示意图所示，操作层防火分区大致可分为两类，第一类为设备区防火分区，用于布置主要设备及人员活动，多个独立分区分散在操作层各处；第二类为工艺水池上方区域，统一划分为一个防火分区。

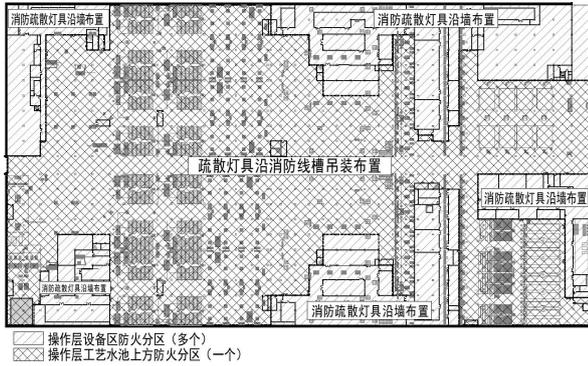


图2 全埋式污水厂操作层防火分区示意图

对于设备区防火分区,其通道单一,消防疏散路径较为明确,疏散灯具可沿疏散走道的墙面布置,指向通往室外的疏散楼梯间,灯具采用壁装方式。

工艺水池上方防火分区具有空间开阔,疏散路径不固定,地面布有各种水池盖板且人员较少进入等特点,因此该区域的疏散灯具宜吊装布置。依据建筑疏散楼梯间的位置规划主要疏散路径,在疏散路径上方敷设消防线槽,灯具可在线槽下方布置。

本项目操作层整体层高为6.7m,灯具吊装高度按距地坪4.0m设置,灯光疏散指示标志灯具选择中型灯具。疏散照明的地面最低水平照度需按疏散走道定义,不得低于3.0lx。如图3工艺水池上方局部应急照明灯具布置所示,灯具主要布置在无工艺设备及水池盖板的区域,通过规划出主要的疏散路径,设置醒目的标志灯具将人员引导至疏散出口处。

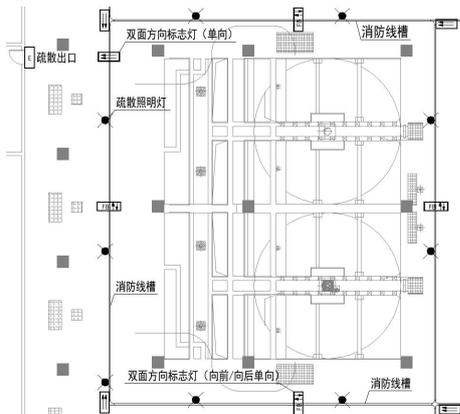


图3 工艺水池上方局部应急照明灯具布置示意图

图中的疏散出口通往疏散楼梯间,人员进入疏散楼梯间后,沿楼梯间疏散到达地面的安全区域,楼梯间内的灯具配电回路应为单独回路,疏散楼梯间内的地面最低水平照度不得低于10.0lx,按常规项目配置即可。

全埋式污水处理厂地下箱体管廊层主要用于放置工艺设备及水池,管廊层在距地约2米高处设有检修通道,人员多于检修通道上活动,因此该区域的疏散灯具也与工艺水池上方防火分区类似,采用吊装布置,疏散路径沿检修通道布置,将人员引导至疏散出口处。

鉴于本工程各防火分区均配备独立疏散楼梯间,疏散过程无需借助相邻防火分区或房间。此外,若灯光疏散指示标志灯具采用可变换指示方向型,将使整个系统变得更为复杂,因此采用独立疏散方案,不依赖相邻防火分区,且不可变换指示方向。

4 注意事项

需要特别注意的是,由于污水厂工艺设备数量多、结构复杂,在合理设置疏散路由的同时,还需关注灯光疏散指示标志灯具是否会被各类设备遮挡而无法发挥指示功能;对于吊装安装的灯具,也应留意其下方是否有风管或工艺管道经过,以免影响实际效用。

此外,鉴于污水厂环境具有潮湿特性,根据《应急照明标准》相关规定,除变电所、配电间、电控室之外,其余场所的灯具均不得低于IP65的防护等级。部分工艺设备附近可能产生爆炸性气体或粉尘,进而形成爆炸性环境危险区域,布置在此区域内的消防疏散照明灯具等设备均应为相应等级的防爆产品,且线路敷设需符合相应的防爆规定。

5 结论

本文针对市政污水厂主流的地上分散式与全埋式两种建筑布局,聚焦消防应急疏散照明系统的差异化设计核心需求,阐述了地上污水厂适配非集中控制型系统、全埋式污水处理厂一体化箱体采用集中控制型系统的适配性逻辑。贴合不同布局污水处理厂的建筑特性与安全需求,又在严格遵循现行消防规范要求下,为市政污水处理厂消防应急疏散照明设计提供了可直接参考的技术方案,希望本研究可为今后同类工程的消防应急疏散设计提供切实可行的借鉴。

参考文献:

- [1] 应急管理部沈阳消防研究所.GB51309-2018《消防应急照明和疏散指示系统技术标准》[M].北京:中国计划出版社,2018.
- [2] 《消防应急照明和疏散指示系统》编委会.消防应急照明和疏散指示系统[M].成都:四川科学技术出版社,2019.
- [3] 应急管理部天津消防研究所.GB55036-2022《消防设施通用规范》[M].北京:中国计划出版社,2022.
- [4] 住房和城乡建设部.GB55037-2022《建筑防火通用规范》[M].北京:中国计划出版社,2022.