

Distribution Analysis of Fire Electric Pumps in a Large Petrochemical Industry

Qingyu Wang

Beijing Haiwang Hydrogen Energy Technology Co., Ltd., Beijing, 102200, China

Abstract

The fire pump is the core equipment of the fire pump room, which supplies water to the fire pipe network. It has a wide range of applications, covering fire protection, industry, and urban construction fields, and is an important facility for ensuring public safety and production and life. In petrochemical plants, fire pumps are used for emergency firefighting and controlling the spread of fire, reducing fire losses. If the fire power distribution design is not thorough, the fire pump will not work properly during a fire, which will cause huge losses to production and life. It can be seen that the power distribution design of fire pumps is crucial. This paper analyzes and summarizes the power distribution design of a fire pump in a certain project, aiming to provide reference for the reasonable power distribution of the fire pump and ensure that it plays its due role in critical moments.

Keywords

petrochemical industry; fire electric pump; load classification

某大型石油化工行业消防电泵的配电分析

王庆宇

北京海望氢能科技有限公司, 中国·北京 102200

摘要

消防泵是消防水泵房核心设备, 为消防管网供水, 用途广泛, 涵盖消防、工业及城市建设等领域, 是保障公共安全和生产生活的重要设施。在石油化工厂, 消防泵用于应急灭火和控制火势蔓延, 减少火灾损失。若消防配电设计不周, 火灾时消防泵无法正常工作, 将给生产和生命带来巨大损失。可见消防泵配电设计至关重要。论文对某项目消防泵配电设计进行分析总结, 旨在为消防泵的合理配电提供参考, 确保其在关键时刻发挥应有作用。

关键词

石油化工; 消防电泵; 负荷分级

1 负荷分级定义和消防泵电源配置

1.1 负荷分级定义

在电力系统设计中, 负荷分级是确保供电可靠性和安全性的关键步骤。根据 GB 50052—2009《供配电系统设计规范》, 电力负荷的分级依据供电可靠性要求以及供电中断对人身安全和经济损失的影响程度^[1]。具体而言, 一级负荷包括那些供电中断可能导致人身伤害、经济上的重大损失或影响重要用电单位正常工作的场合。这些情况要求电力系统设计必须能够保障连续且可靠的电力供应, 以减少潜在的风险和损失。

在一级负荷中, 存在特别重要的负荷, 其供电中断可能导致人员伤亡、重大设备损坏或引发中毒、爆炸和火灾等严重后果。这些负荷还包括那些在特别重要场所不允许中断

供电的情况。因此, 对于这些特别重要的一级负荷, 设计规范要求采取更为严格的供电保障措施, 确保在任何情况下都能维持电力供应, 以保障人员安全和减少潜在的经济损失。

二级负荷指的是那些供电中断将在经济上造成较大损失或影响较重要用电单位正常工作的场合。这些负荷虽然不如一级负荷那样对供电连续性有极高的要求, 但仍然需要电力系统设计给予足够的重视, 以减少供电中断带来的负面影响。不属于一级和二级负荷的其他用电场合则被归类为三级负荷, 这类负荷对供电可靠性的要求相对较低, 通常不需要特别复杂的供电保障措施。

1.2 消防泵负荷等级的确定

在石油化工企业, 消防水泵房电力负荷等级关乎火灾应急响应效果。GB 50160—2008《石油化工企业设计防火标准》规定, 大中型石油化工企业消防水泵房用电负荷为一级负荷, 强调火灾时其电力供应需最高级别保障, 确保稳定运行以控火灭火。一级负荷意味着供电中断会致重大安全风险和经济损失, 故需多重供电保障。GB 55037—2022《建

【作者简介】王庆宇(1986—), 男, 中国河北邯郸人, 本科, 工程师, 从事电气配电设计研究。

筑防火通用规范》对高层建筑和特定建筑消防用电负荷等级有具体要求。建筑高度超 150m 的工业和民用建筑消防用电为特级负荷，需最高级别供电保障。此外，除特定建筑外，建筑高度超 50m 的乙、丙类厂房和超 250m 的丙类仓库消防用电负荷等级不应低于一级，体现高层和大型建筑特殊供电需求，确保消防设施关键时起作用^[2,3]。

结合上述规范和本项目的实际情况，本项目的消防泵负荷应按照一级负荷来考虑。这一结论是基于对《石油化工企业设计防火标准》和《建筑防火通用规范》的深入分析得出的。一级负荷的定级意味着本项目的消防泵在设计和运行时，必须确保电力供应的连续性和可靠性，以应对可能的火灾紧急情况。因此，在配电设计中，必须采取相应的措施，如双重电源供电、应急电源配置以及快速切换机制，以满足一级负荷的供电要求，确保消防泵在任何情况下都能迅速且可靠地投入运行。

2 消防泵供电电源选择

2.1 一级负荷的供电要求

在电力系统设计中，一级负荷的供电至关重要。GB 50052—2009《供配电系统设计规范》规定，一级负荷需由两个独立电源供电，确保一个电源故障时，另一个可独立运行，为关键设施提供最高级别电力保障。这一设计策略对减少供电中断导致的人身伤害、经济损失及对重要用电单位正常工作的影响意义重大。设计一级负荷供电系统时，要考虑电源独立性和可靠性，维持电力供应连续性。

实际应用中，一级负荷供电要求意味着设计和实施电力系统时，需考虑极端情况下的电力供应安全。不仅涉及技术层面的电源冗余，还包括电力系统面对自然灾害、设备故障等紧急情况的响应能力。如在石油化工企业，确保火灾等紧急情况时，关键设备如消防泵持续运行，有效控制和扑灭火灾，减少安全风险和经济损失。一级负荷供电要求既是技术规范遵循，也是企业和社会安全责任的体现。

2.2 特别重要负荷的供电要求

对于一级负荷中的特别重要负荷，GB 50052—2009《供配电系统设计规范》有更严格的供电要求。不仅要求双重电源供电，确保一个电源故障时另一个可独立运行，还需增设应急电源以应对极端情况电力需求。强调自然灾害或重大事故等紧急情况下，特别重要负荷电力供应优先保障，关键设施设备持续运行。规范明确严禁将非关键负荷接入应急供电系统，防止关键时刻分散电力资源，确保电源切换时关键设备快速恢复供电，减少对正常运作的影响。这是保障关键基础设施稳定运行的重要措施。

2.3 二级负荷及三级负荷的供电要求

二级负荷规范建议两回路供电提高可靠性。负荷较小且供电条件困难地区，可由一回路 6kV 及以上专用架空线路供电，在成本和可靠性间取得平衡，确保多数情况下稳定供电。三级负荷对电源无特殊要求，供电可靠性要求不高，一路电源供电即可，适用于对电力供应连续性要求不高的场合。

结合本项目实际情况，全厂变电所进线采用双重电源供电，电源可靠性高，完全满足消防泵作为一级负荷的供电要求。这种供电设计符合国家规范，确保任何情况下消防泵都能得到稳定可靠电力供应，保障石油化工企业紧急情况下的消防安全。

3 消防泵一次系统设计

3.1 双电源自动转换开关 (ATSE) 的应用

GB 50160—2008《石油化工企业设计防火规范》和 GB 55037—2022《建筑防火通用规范》明确要求消防泵等重要消防低压用电设备在最末一级配电装置或配电箱处实现自动切换，确保主电源失效时无缝切换至备用电源，维持连续运行，这对保障消防泵在紧急情况的可靠性至关重要，可避免消防响应延迟及增加人员伤亡和财产损失风险。双电源自动转换开关 (ATSE) 是实现消防泵供电连续性的关键。GB 50055—2011《通用用电设备配电设计规范》和 GB 51348—2019《民用建筑电气设计标准》中，ATSE 分为 PC 级和 CB 级，各具特性和应用场景。本项目考虑消防泵高功率及对电网冲击，选择合适的 ATSE，确保短路和过负荷保护，满足消防泵启动和运行要求^[4]。

3.2 消防泵启动方式的选择路径

在选择消防泵的启动方式时，必须考虑到电机的功率、启动时间和对电网的影响。根据 GB 51348—2019《民用建筑电气设计标准》和 GB 50116—2013《火灾自动报警系统设计规范》，消防水泵等关键设备不得采用变频调速器控制，以降低故障率并提高系统的可靠性。鉴于本项目中消防电机的功率为 110kW，且考虑到启动时对电网的冲击，建议采用星三角启动方式。这种启动方式能够在保证电机启动转矩的同时，减少对电网的影响，确保消防泵在紧急情况下能够快速且可靠地启动。结合本项目消防电机用电功率为 110kW，功率比较大，考虑到电机启动时对电网冲击可能会影响到应急照明灯具的因素，在保证降压启动电动机端电压能保证其启动转矩大于生产机械的静阻转矩的前提下，本次建议采用星三角启动方式。原理图如图 1 所示。

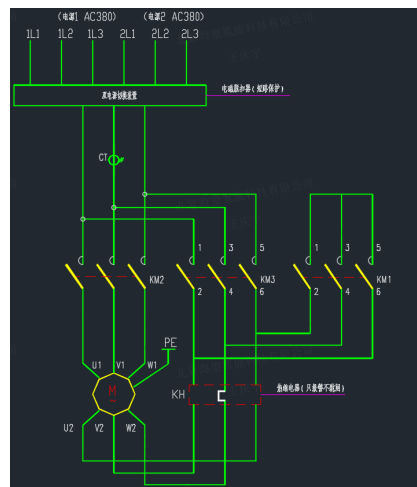


图 1 星三角启动方式的原理图

3.3 消防电缆敷设与选择参数

在电力工程中，确保电缆在火灾情况下能够维持通电是至关重要的。根据 GB 50217—2007《电力工程电缆设计规范》，对于需要在外部火势作用一定时间内保持通电的关键场所或回路，如消防、报警和应急照明系统，明敷的电缆必须实施耐火防护或选用具有耐火性的电缆。这一规定强调了在设计电缆系统时，必须考虑到火灾情况下的持续供电能力，以保障关键系统的正常运行和人员的安全疏散。耐火电缆的设计和选择应基于其在高温条件下保持结构完整性和电气性能的能力，从而确保在紧急情况下的电力供应不受影响。在石油化工企业中，电缆敷设需要满足额外的安全要求。GB 50160—2008《石油化工企业设计防火标准》中 9.1.6 规定，在可能散发比空气重的甲类气体装置内的电缆应采用阻燃型，并宜架空敷设。这一规定旨在减少电缆在火灾情况下成为火势蔓延途径的风险。同时，9.1.3A 条明确了消防配电线路在火灾事故时连续供电的需要，规定电缆敷设不应穿

越与其无关的工艺装置、系统单元和储罐组，以避免因电缆损坏而导致的供电中断。这些规定强调了在设计电缆敷设方案时，必须考虑到石油化工企业特有的火灾风险和安全要求^[5]。

在实际的电缆敷设实践中，应遵循 GB 50160—2008《石油化工企业设计防火标准》中的指导原则。电缆宜直埋或充砂电缆沟敷设，以减少火灾时的损害风险。在必须地上敷设的情况下，应采用耐火电缆，并敷设在专用的电缆桥架内，避免与可燃液体、气体管道同架敷设。这些措施有助于保护电缆免受火灾影响，确保消防泵等关键设备的连续供电。通过这些详细的敷设规定，设计人员可以确保电缆系统的安全性和可靠性，从而在火灾等紧急情况下保障石油化工企业的安全运行。结合本项目设计情况，消防泵供电电缆建议采用防火电缆，且单独敷设在专用的电缆桥架内。电缆敷设平面图如图 2 所示。

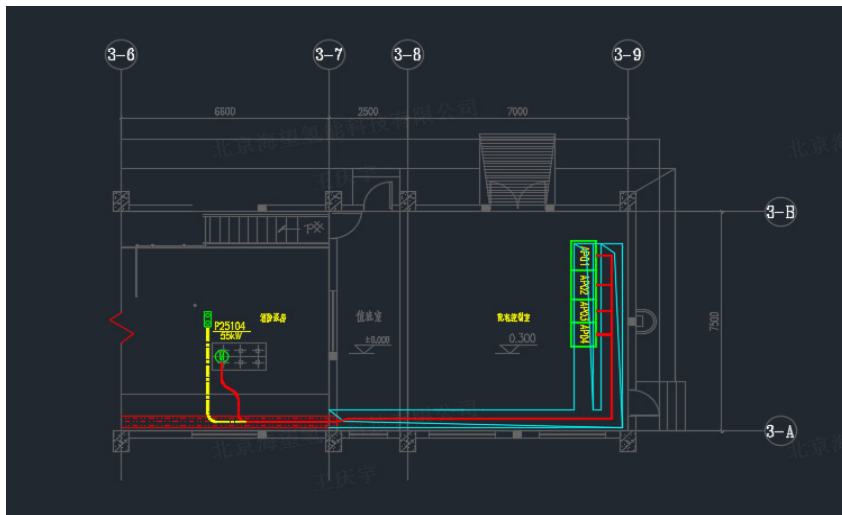


图 2 电缆敷设平面图

4 结论与讨论

4.1 消防意识与规范遵循

中国消防意识相对发达国家仍有不足，在消防电气设计领域更为突出。设计人员应深入学习并全面理解相关规范，确保设计方案安全合规。面对业主的成本控制要求，设计和施工人员需坚守规范，不能为降低成本牺牲安全标准。这对于保障石油化工等行业消防安全至关重要，是减少火灾风险、保护人民生命财产安全的基础。

4.2 规范执行的重要性

消防电气设计中，严格遵守国家和行业规范是确保安全的关键。设计和施工人员面对业主违反规范的要求时应坚持原则，不向成本压力妥协，确保消防配电设计每个环节都经过深思熟虑、全面考虑。这不仅是对规范的尊重，更是对公共安全负责。只有各环节符合规范要求，消防系统在紧急

情况下才能发挥作用，有效控制和减少火灾损失。

4.3 审图责任与隐患预防

建筑电气施工图审查人员在确保消防电气设计安全中作用重大。他们要认真履行审图职责，及时发现并纠正设计中违反强制性条文及不恰当的做法，这是防止电气设计留下安全隐患的最后防线。审查人员的专业性和严谨性对提高消防电气设计质量、预防火灾事故不可或缺。通过他们的工作，确保消防电气设计符合安全标准，为社会消防安全提供坚实保障。

参考文献

- [1] GB 50052—1995 供配电系统设计规范[S].
- [2] GB 50160—2008 石油化工企业设计防火规范[S].
- [3] GB 55037—2022 建筑防火通用规范[S].
- [4] DB 37/5056—2016 民用建筑电线电缆防火设计规范[S].
- [5] GB 50217—2018 电力工程电缆设计标准[S].