基于丙类厂房条件的数据中心防火设计探讨

王　迪

中国中元国际工程有限公司　北京　100089

摘　要：随着数据中心建设规模扩大，利用既有丙类厂房改造或新建数据中心成为集约利用资源的重要途径。然而，丙类厂房与数据中心在火灾危险性、使用功能及人员特征等方面差异显著，防火设计面临特殊挑战。本文分析了丙类厂房火灾危险性特征与数据中心火灾风险特点，从建筑耐火等级、防火分区、安全疏散、消防设施及电气防火等方面探讨了防火设计要点。在满足现行规范基础上，针对丙类厂房特殊条件，采取加强耐火保护、优化防火分隔、完善疏散体系、强化消防设施及严格电气防火等综合措施，确保数据中心防火安全。

关键词：丙类厂房；数据中心；防火设计；防火分区；消防设施

引言：数据中心作为承载核心信息基础设施的关键场所，其防火安全直接关系到设备运行安全和数据资产保护。随着土地资源日益紧张，利用既有丙类厂房改造或在其内部建设数据中心的做法逐渐增多。丙类厂房通常用于生产或储存可燃物品，其火灾危险性、建筑构造及使用功能与数据中心差异显著。将数据中心设置于丙类厂房条件下，既要满足数据中心严格的防火要求，又要兼顾厂房既有建筑条件，给防火设计带来诸多特殊问题。因此，系统探讨此类项目的防火设计方法具有重要现实意义。本文旨在分析丙类厂房条件下数据中心防火设计的特殊要求与技术要点。

1 丙类厂房与数据中心的火灾风险特征

1.1 丙类厂房的火灾危险性特征

根据《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定，丙类厂房是指生产或储存闪点大于等于 60℃的液体、可燃固体等物品的厂房。丙类厂房的火灾危险性主要表现为：可燃物种类多、数量大，火灾荷载密度较高；生产过程中可能产生可燃粉尘或纤维，存在粉尘爆炸风险；部分生产工艺涉及明火或高温设备，存在点火源；厂房空间高大，火灾蔓延速度快，烟气扩散范围广。此外，既有丙类厂房受建设年代限制，其耐火等级、防火分区及消防设施配置可能低于现行规范要求，改造为数据中心时需要重点评估。

1.2 数据中心的火灾风险特征

数据中心的火灾风险主要来源于电气设备和线缆。服务器、UPS、配电柜等设备长期连续运行，电气线路密集，过载、短路、接触不良等电气故障是引发火灾的主要原因。数据中心内大量使用塑料、橡胶等高分子材料，燃烧时产生大量有毒烟气，对设备和人员危害极大。另外，数据中心采用精密空调系统，气流组织复杂，火灾烟气扩散路径难以预测。数据中心设备价值高、数据资产不可替代，一旦发生火灾，损失远高于普通建筑，因此对防火安全的要求更为严格[1]。

1.3 两类场所复合的火灾风险特殊性

当数据中心设置于丙类厂房条件下时，两类场所的火灾风险相互叠加，呈现出特殊性。一方面，丙类厂房内可能存在的可燃物和点火源构成潜在威胁，一旦发生火灾可能波及数据中心区域；另一方面，数据中心自身的电气火灾风险在厂房高大空间条件下可能加速蔓延。此外，两类场所在防火分区划分、疏散通道设置、消防设施配置等方面的要求存在差异，需要在设计中协调处理。复合场所的防火设计应坚持” 预防为主、防消结合” 的方针，针对两类风险的叠加效应采取加强措施。

2 建筑耐火等级与防火分区设计

2.1 建筑耐火等级要求

数据中心的耐火等级不应低于二级，设置于丙类厂房内时应根据厂房既有条件和数据中心的重要性综合确定。对于既有丙类厂房改造项目，应首先评估其结构构件的耐火极限是否满足要求，不满足时应采取加固或防火保护措施。柱、梁、楼板等主要承重构件应达到相应耐火极限，防火墙、防火隔墙应完整无破损。数据中心区域与厂房其他区域之间应采用防火墙分隔，防火墙耐火极限不低于 3 小时。建筑内部装修材料应选用不燃或难燃材料，特别是数据中心区域的墙面、地面和吊顶材料应满足 A 级燃烧性能要求。

2.2 防火分区划分

防火分区划分是防火设计的核心内容。数据中心设置于丙类厂房内时，防火分区面积应根据建筑耐火等级、是否设置自动灭火系统及消防设施配置情况确定。根据《数据中心设计规范》GB 50174 的要求，数据中心主机房与其他部位之间应设置防火分隔，当设置自动灭火系统时，主机房防火分区面积可适当放宽。丙类厂房与数据中心之间应采用防火墙和耐火楼板分隔，分隔处不应开设除疏散门外的其他洞口。当数据中心位于厂房内部时，宜将数据中心集中布置，形成独立的防火单元，减少与厂房其他区域的相互影响。防火分区边界应明确，防火墙、防火卷帘等分隔设施应完好有效，穿越防火分区的管线孔洞应采用防火封堵材料严密填塞。

2.3 防火分隔构造

防火分隔构造应保证分隔的完整性和有效性。防火墙应直接砌筑在建筑基础或框架梁上，不应设在楼板或独立墙体上；防火墙上的门应为甲级防火门，且应能自动关闭；防火卷帘应具备自动、手动和机械应急操作功能，卷帘两侧应设置独立的感烟和感温探测器[2]。数据中心与厂房之间的楼板应采用耐火楼板，楼板上的孔洞应采用防火封堵材料填塞。管道穿越防火分隔处应设置阻火圈或防火套管，电缆穿越处应采用防火封堵材料封堵。防火分隔构造的施工质量直接影响防火效果，应加强过程验收。

3 安全疏散设计

3.1 疏散距离与疏散宽度

数据中心的疏散设计应满足人员安全撤离的要求。设置于丙类厂房内时，疏散距离应根据数据中心区域的火灾危险性和人员密度确定。主机房内最远点至最近安全出口的距离不宜大于 30m，辅助房间不宜大于 40m。疏散宽度应根据人员数量和疏散时间计算确定，一般按每 100 人不小于 1m 计算。对于无人值守的数据中心，可按实际人员数量适当减小疏散宽度，但不应低于规范规定的最小值。丙类厂房原有的疏散通道和出口应进行评估，满足数据中心疏散要求时可利用，不满足时应增设或改造。

3.2 安全出口设置

数据中心区域应设置不少于两个安全出口，且应分散布置，相邻两个安全出口之间的距离不应小于 5m。安全出口应直通室外或疏散楼梯间，不应经过厂房其他区域。当数据中心设置在厂房内部时，应设置独立的疏散楼梯或利用厂房既有疏散楼梯，但应确保疏散路径不经过火灾危险性较大的区域。安全出口的门应向疏散方向开启，且应能在任何情况下从内部方便开启。疏散门不应设置门槛，不应采用卷帘门、转门等影响疏散的门型。

3.3 疏散指示与应急照明

数据中心内应设置完善的疏散指示标志和应急照明系统。疏散指示标志应设置在疏散通道、安全出口及转角处，间距不应大于 20m，标志应清晰可见，且应能在断电情况下持续照明不少于 30 分钟。应急照明应覆盖疏散通道、安全出口、楼梯间及重要设备用房，地面最低照度不应低于 0.5lx。对于采用气体灭火系统的数据中心，应在防护区门外设置声光报警器和气体释放指示灯，确保人员及时撤离。疏散指示和应急照明系统应定期检测，确保完好有效[3]。

4 消防设施配置

4.1 火灾自动报警系统

数据中心应设置火灾自动报警系统，探测器选型应根据场所特点确定。主机房宜采用吸气式感烟火灾探测器，其灵敏度高、响应速度快，能够在火灾初期发现隐患，探测器采样管网应合理布置，覆盖无死角；辅助房间可采用点型感烟探测器；电缆夹层、地板下空间应设置缆式线型感温探测器，紧贴电缆敷设以准确感知温度变化。火灾自动报警系统应与消防联动控制系统连接，实现火灾报警、设备联动、疏散指示等功能的自动化，联动逻辑应经审核确认。对于设置于丙类厂房内的数据中心，其火灾报警系统应与厂房既有系统协调，报警信号应能及时传递至消防控制室，并应设置独立的报警显示装置，确保值班人员第一时间获知火情。

4.2 自动灭火系统

数据中心的自动灭火系统应根据防护对象选择。主机房、UPS 室、电池室等电气设备用房宜采用气体灭火系统，如七氟丙烷、IG541 等洁净气体灭火剂，灭火后无残留，不损伤电子设备，灭火剂设计浓度和喷放时间应满足规范要求。电缆夹层、地板下空间可采用细水雾灭火系统或气体灭火系统，细水雾系统应保证雾滴粒径和喷雾强度满足灭火需求。丙类厂房其他区域应根据其火灾危险性配置相应的灭火系统，如自动喷水灭火系统，喷头选型应与场所特性匹配。气体灭火系统的防护区应设置泄压口，围护结构应满足耐火极限和耐压要求，泄压口面积应经计算确定[4]。灭火系统应定期检测和维护，确保可靠运行，检测记录应完整存档。

4.3 消防给水与灭火器配置

数据中心区域应设置消防给水系统，消防用水量应

根据火灾持续时间和同时使用的水枪数量确定，消火栓布置应保证两股水柱同时到达室内任何部位。设置于丙类厂房内时，应评估厂房既有消防给水系统是否满足数据中心要求，不满足时应增设或改造，消防水泵接合器应设置在便于消防车取用的位置。数据中心内应按规范配置灭火器，主机房宜配置二氧化碳灭火器或洁净气体灭火器，辅助房间可配置 ABC 干粉灭火器，灭火器配置数量应根据火灾种类和危险等级计算确定。灭火器应设置在明显且便于取用的位置，不应影响安全疏散，并应定期检查压力和有效期，确保随时可用。

5 电气防火设计

5.1 电气线路防火

数据中心的电气线路防火是防火设计的重点。电缆应选用阻燃或耐火电缆，重要回路应采用耐火电缆，消防设备供电回路应采用矿物绝缘电缆。电缆敷设应采用封闭式桥架或线槽，穿越防火分区处应采用防火封堵材料封堵，封堵应密实无缝隙。电缆夹层和地板下空间应设置火灾探测器和灭火设施，防止电缆火灾蔓延，探测器宜采用缆式线型感温探测器。电气线路应定期检测绝缘性能，防止老化引发火灾，检测记录应存档备查。对于设置于丙类厂房内的数据中心，其电气线路应与厂房其他线路分开敷设，避免相互影响，线路标识应清晰，便于维护管理。

5.2 电气设备防火

数据中心内的电气设备应选用质量可靠、防火性能好的产品，进场时应进行验收，核对产品合格证和检验报告。UPS、配电柜等设备应设置在独立房间内，房间应设置火灾探测器和灭火系统，围护结构应满足耐火极限要求。设备安装应留有足够散热空间，防止过热引发火灾，设备周围不应堆放可燃物。电气设备的保护装置应齐全可靠，过载、短路保护应灵敏有效，保护定值应定期校验。对于电池室，应设置防爆型电气设备，防止电池充电过程中产生的氢气积聚引发爆炸，电池室应设置独立的机械排风系统，通风换气次数应满足规范要求[5]。

5.3 防雷与接地

数据中心应设置完善的防雷与接地系统，防雷设计应根据建筑物防雷分类确定防雷措施。建筑物应设置防雷装置，防止直击雷和感应雷对设备的损害，接闪器、引下线和接地装置应完好有效。数据中心应设置等电位联结网络，所有金属构件、设备外壳、电缆桥架等均应可靠接地，接地电阻应满足设计要求，共用接地电阻不应大于 1Ω。防雷与接地系统应定期检测，确保性能良好，检测周期不应超过一年。对于设置于丙类厂房内的数据中心，其防雷接地系统宜与厂房既有系统协调，形成统一的接地网络，避免接地电位差对设备造成损害，接地干线应沿机房周边敷设并形成闭合回路。

结束语

将数据中心设置于丙类厂房条件下，是集约利用土地资源、盘活既有厂房资产的重要途径，但其防火设计面临火灾风险叠加、规范要求差异等特殊挑战。本文分析了丙类厂房与数据中心的火灾风险特征，从建筑耐火等级、防火分区、安全疏散、消防设施配置及电气防火等方面探讨了防火设计要点。研究表明，应在满足现行规范的基础上，针对丙类厂房特殊条件，采取加强耐火保护、优化防火分隔、完善疏散体系、强化消防设施及严格电气防火等综合措施。未来，随着既有建筑改造数据中心项目增多，应进一步完善标准规范，推广性能化防火设计方法，为数据中心防火安全提供科学保障。

参考文献

[1] 姜永浩. 数据中心防火设计探讨 [J]. 建筑技艺,2025(z2):348-350.

[2] 蔡弘睿. 数据中心防火系统设计与火灾自动报警技术研究 [J]. 今日消防,2025,10(3):46-48.

[3] 陈碧云, 冯智彬. 数据中心的防火设计分析——以电信南方基地通信机楼土建项目为例 [J]. 工程技术研究,2021,6(7):233-234.

[4] 郭雄. 数据中心消防系统设计中新技术的应用与实践 [J]. 工程建设与设计，2025(18):29-31.

[5] 杨骋, 魏凡, 江贤来. 数据中心锂离子电池室消防设计探讨 [J]. 安全与健康，2026(3):68-72.