

鄂尔多斯机场航站楼大空间建筑防火设计

The Design of Fire Protection for Large Space Building: Ordos Airport Terminal Building

撰文 孙净 毛英辉 邱建立 汪家绍 中旭建筑设计有限责任公司

图1 立面图

作为航站区的主要建筑物，机场航站楼是一个功能性很强的交通建筑，是陆空交通的交接点。作为旅客往来、行李及货邮转运等多种封闭功能流线综合体建筑，由于其受自身建筑空间大、功能流线复杂、火灾蔓延快等多种因素影响，航站楼建筑防火设计存在较多难点，本文仅以鄂尔多斯机场航站楼为例对本类大空间建筑防火设计方法加以归纳、总结。

1 工程概况

鄂尔多斯机场航站楼总建筑面积为11.61万m²，其中航站楼建筑面积10.02万m²，出入口平台面积1.58万m²，11个站坪登机桥。建筑地下1层，地上3层（局部设有夹层）。空侧部分最高为23.90m，最低为16.80m；陆侧部分最高为31.30m，最低为16.80m。穹顶部分檐口高为18.50m。作为鄂尔多斯的城市大门，本项目设计灵感来源于广阔的草原文化，“草原雄鹰”布局舒展大气、立面鲜明独特，通过精心设计希望打造内蒙古核心地区的枢纽型国际机场形象（图1）。

航站楼充分利用现有场地地形，将部分停车区设在-6.00m标高层处，综合利用地上、地下及坡道，有效地解决了复杂的外部交通组织。航站楼在平面布局上采用前列式，主要分为如下内部流线：旅客流程（包括远近机位）、行李流程、贵宾流程、工作人员流程、车辆流程、楼内垃圾

处理流程、残疾人流程、迎送人流程等。所有流线独立设置，互不干扰（图2）。

屋面设计将室内外空间有机结合，中庭24根光梁与东西两侧指廊顶部梭型空间采光体天窗巧妙地将结构与建筑艺术相结合，既可创造舒适的候机体验，又可在紧急时刻有效地将内部烟气进行排放。屋面采用铝镁锰合金金属，经权威机构认证为AA级材料，火焰在其表面不燃烧、不蔓延，符合本项目建筑防火设计要求。

2 建筑防火设计难点及防火设计目标

2.1 建筑消防设计难点

2.1.1 项目自身特点造成项目防火设计难点

鄂尔多斯机场航站楼作为城市交通枢纽工程，与普通工程建筑防火设计相比，面临单层建筑空间巨大、内部各空间楼层高、建筑内部功能流线特殊、无法有效分隔、建筑内局部区域瞬时人流量较大、火灾危险等级较高、火灾空间蔓延速度较快等设计局限与难点。

2.1.2 建筑自身功能、建筑设计构想与现有行业设计规范矛盾

鄂尔多斯机场航站楼陆侧的正中部位为旅客的到达和出发大厅，中心区域建筑空间为直径108m的大型穹顶，除建筑中



图2 剖面功能分区示意

心圆形大厅区域外，两翼翼展长度约为490m。航站楼空侧部分建筑檐口最大高度为23.90m，最低高度为16.80m。陆侧部分建筑檐口至陆侧场地高度最高为31.30m，最低为16.80m，穹顶部分檐口高度为18.50m（距离10.50m层平台的高度，消防车可直接到达）。本项目建筑设计依据《建筑设计防火规范》GB50016-2006进行设计，在设计中与现有规范存在如下冲突。

（1）防火分区过大，无法满足现有规范规定的设计要求

根据《建筑设计防火规范》第5.1.7 条规定，对于耐火等级为一或二级的建筑，每个防火分区的最大允许建筑面积为2 500m²，设有自动灭火系统的防火分区，其最大允许建筑面积可达5 000m²。根据项目设计实际情况，±0.00m标高层的行李提取大厅和迎宾厅、到达通道层（6.75m标高层）以及出发层（10.50m标高层）等连通区域总建筑面积为51 176m²，难以完全依照国家规范的要求进行防火分区的设计划分。

（2）疏散距离超长

根据《建筑设计防火规范》第5.3.13 条规定，对于耐火等级为一或二级的建筑，直接通向疏散走道且位于两个安全出口之间的房间疏散门，至最近的安全出口的最大距离为40m，当建筑物内全部设置自动喷水灭火系统时，其安全疏散距离可增加25%，最大达到50m。在现有设计中，由于机场航站楼单层建筑面积过大，且受到功能布局的限制，-6.00m设备机房区域、到达层的行李提取大厅和出发层的办票大厅等区域到安全出口的距离超过50m，无法满足现有规范的要求。

2.2 建筑消防设计目标

鄂尔多斯机场航站楼耐火等级为一级。-6.00m标高层主要为设备机房，其中靠近空侧地下部分，根据相关设计规范应设计为：配套设备机房防火分区均小于1 000m²（加自动喷水灭火系统）；车库防火分区均小于4 000m²（加自动喷水灭火系统）；其他区域防火分区均小于5 000m²（加自动喷水灭火系统）；0.00m标高层主要为旅客到达层，除国内行李提取大厅和迎宾大厅外，其他区域防火分区建筑面积均小于5 000m²（加自动喷水灭火系统）。

0.00m标高层国内行李提取大厅和迎宾大厅、6.75m标高夹层以及10.50m标高层在建筑设计中大部分为高大空间场所，且因使用功能的客观因素，难以采用防火墙、防火卷帘和防火水幕划分防火分区，仅能将该连通区域作为一个防火分区。在满足建筑使用功能特殊要求的前提下，将尽量依照现行建筑设计防火规范进行设计，采用性能化设计的部分应达到规范要求的等效安全目标，从而实现如下安全目标：

1）保护财产安全，主要指控制火灾的蔓延，尽量减少财产损失；2）保护人员的生命安全；3）保证机场运营的连续性，

将火灾影响控制在局部范围。

3 鄂尔多斯机场航站楼建筑防火设计办法

3.1 -6.00m标高区域建筑防火设计方式

鄂尔多斯机场航站楼在设计中利用场地南面空侧高与北面陆侧低的现有地形地势，将北面陆侧区域设计成停车场，西侧区域可供VIP、贵宾停放车辆，东侧可作为机场内部员工停车区域。北侧为新建出入口大平台下部，人员可直接进入-6.00m标高层。消防车可直达-6.05~-6.30m路侧区域。空侧区域室外地坪高约为2.40~2.50m，与陆侧区域存在较大高差。

鄂尔多斯机场航站楼东西长约500m，南北长约120m，内部中心区域面积巨大，依照现有《建筑设计防火规范》划分防火分区，虽可满足防火分区面积的控制标准，但无法满足规范中对于防火疏散距离的设计要求。在设计中采用人防设计中常用的“避难通道”、超高层建筑的“避难层”、性能化的“防火隔离带”的设计理念，引入“避难安全通道”的设计概念（图3，4）。具体设计方法就是在建筑平面中心部位设置了三横三纵宽度范围为5.0~11.0m的通道，在布置建筑功能用房时尽量避开此通道，尽量保证此通道单向与贯通。在此通道上严禁设有可燃物，除通向室外地坪的门外，如有必须开向此通道的门均设计为甲级防火门。此通道内部设有消火栓系统、疏散指示标志、机械加压送风系统。通道内保持不低于25Pa的常压，可有效避免烟气的进入，成为内部人员的“避难安全通道”。利用避难安全通道将-6.00m空间平面均匀划分为不同的平面区域，依据《建筑设计防火规

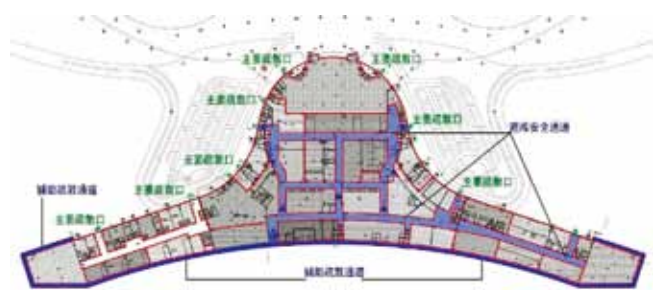


图3 -6.00m防火分区及避难通道



图4 -6.00m消防疏散通道

范》将整个空间划分为28个防火分区均小于1 000m²(加自动喷水灭火系统)的设备及内部用房区域。每个防火分区均至少开设两个甲级防火疏散门通至“避难安全通道”，且房间内部至疏散门距离均能满足国家相关规范的设计要求。“避难安全通道”的设置不仅有效解决了空间地下建筑的防火分区划分、疏散距离过长的问题，还可作为设备安装及货物运输的有效通道。

另因空侧区域室外地坪与陆侧区域地坪高差过大，为了加强-6.00m层空侧区域内部人员疏散的可靠度，在考虑到空侧区域禁止无关人员进入机场内部规定的前提下，在建筑与南面空侧区域交接处设置2.8m宽可与室外空气直通的（采用钢丝网及混凝土盖板作为通道顶部建筑构件）疏散通道，经东西两侧向北可直达陆侧区域室外地坪。除“避难安全通道”在此通道上直接开设了辅助疏散出口外，此通道也可作为部分设备机房取风、排风的有效区域。

通过以上多种设计方式，在现有设计中很好地解决了-6.00m标高层建筑空间巨大，防火分区划分、消防疏散距离等无法满足现有规范的矛盾。

3.2 0.00m以上建筑防火设计

因0.00m以上区域平面功能布置与国家现有防火规范存在较严重矛盾，采用现有防火规范无法满足防火分区面积及人员疏散距离的设计要求，必须引用“性能化”设计方法达到与规范要求等效的安全目标。具体设计方式如下。

3.2.1 对于局部火灾危险隐患大的区域设置加强措施

（1）迎宾大厅和行李提取大厅之间的餐饮和商店采用耐火极限不小于1.0h的不燃烧体隔墙和耐火极限不低于乙级的防火门窗与周围功能区进行分隔，同时连接迎宾大厅和行李提取大厅的通道两侧的防火隔墙由原设计玻璃隔墙改为实体墙面，以增强阻断危险物的可靠度。

（2）迎宾大厅和行李提取大厅之间的餐饮和商店设置机械排烟系统。

（3）为了提高迎宾大厅的安全性，除了迎宾大厅顶棚设置自动喷水灭火系统外，行李查询柜台、旅客服务柜台以及迎宾大厅两侧小型商业区的顶棚也设置自动喷水灭火系统，以便快速扑灭初期火灾。

（4）迎宾大厅两侧小型商业区严格控制商品的类型，当商品以图书、服装、烟酒等火灾危险性较大的商品为主时，该商业区设置排烟设施。

（5）由于到达夹层采用不燃装修，通道内无固定火灾荷载，发生火灾的可能性很小，且当其它区域发生火灾时，火灾烟气不会影响到本层人员的疏散，所以本层疏散出口的最大距

离可参照规范要求的有喷淋保护下的最大50m进行设计。

3.2.2 通过采取控制可燃物的间距等设计方法来防止火灾的蔓延

（1）设计中通过设置一定宽度的通道，将办票岛、商铺、贵宾厅等火灾荷载较集中的区域分隔成若干独立的“燃料岛”，以防止火灾的大范围蔓延。

（2）对于航站楼内办公用房、设备机房、商业用房等连接成片的区域，采用“防火单元”的概念进行设计，将这些区域从整个防火分区中独立出来，以减小火灾蔓延的可能性。

（3）对于本层防火分区内火灾风险较大的区域，如迎宾大厅与行李提取大厅之间的餐饮和商业区一旦发生火灾容易导致火灾在相邻房间之间的连续蔓延，并给行李提取大厅内的人员疏散带来严重威胁，所以设计中也采用防火单元的概念来处理。首先，餐饮和商业区依照规范设置火灾自动报警系统、机械排烟系统和自动喷水灭火系统，同时采取必要的防火分隔措施与周围分隔，具体如下：1）在面向行李提取大厅与迎宾大厅的餐饮和商业区之间结合建筑艺术效果设置耐火极限不小于1.0h的玻璃隔墙；2）餐饮和商业区周围的其它隔墙设置为耐火极限不低于2.0h的不燃烧体隔墙；3）防火隔墙上的门窗均采用耐火极限不低于乙级的防火门窗。

（4）在出发大厅的四周布置有商业、商务中心、服务柜台和各类办公用房，由于这些功能区连成一片，一旦发生火灾可能导致大面积蔓延，设计中采取如下的分隔措施：1）为防止火灾时出发大厅周围的配套用房连续燃烧，结合现有楼梯的设计，将楼梯周围的隔墙和楼梯入口通道两侧的隔墙设为耐火极限不小于2.0h的不燃烧体分隔墙，分隔墙上的门窗为耐火极限不低于乙级的防火门窗；2）为了防止出发大厅火灾向候机厅蔓延，同时为了避免火灾风险较大的餐饮操作间发生火灾并引燃相邻房间，餐饮操作间周围隔墙采用耐火极

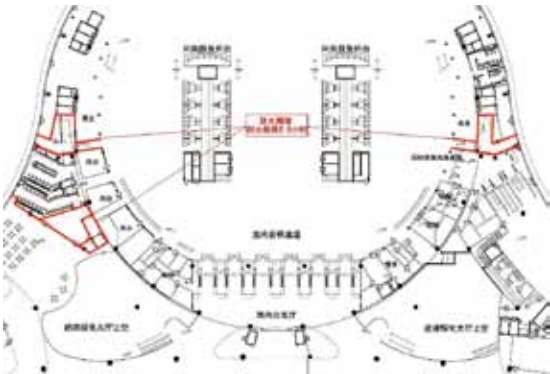


图5 出发大厅周围配套用房防火设计

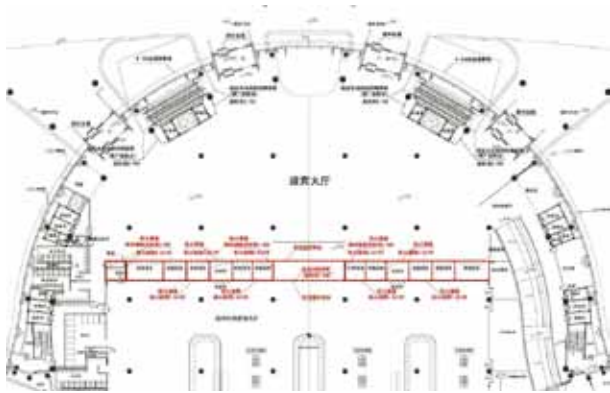


图6 迎宾大厅防火设计

限不小于2.0h的不燃烧体分隔墙，分隔墙上的门窗应为耐火极限不低于乙级的防火门窗（图5）。

3.2.3 合理划分防烟分区，设置有效高度的挡烟垂壁以阻断烟气的蔓延

机场航站楼属于大型公共建筑，由于其建筑功能的特殊性，其排烟设计应包括房间的排烟设计和大空间的排烟设计两方面。

由于防火分区大于规范中规定的建筑面积，存在严重的消防隐患。除了在规范要求的经常有人停留或可燃物较多且建筑面积大于300m²的地上房间设置了排烟设施外，对于其中可燃物较多、发生火灾可能性较大且一旦火灾烟气溢出影响范围较广的小房间在本项目中也增设了排烟设施。本项目结合不同区域，合理确定了挡烟垂壁的下降高度，确保足够的储烟能力，重点在如下区域进行了设计。

（1）为了保证迎宾大厅自然排烟的有效性，防止迎宾大厅产生的烟气蔓延到上层的出发大厅，迎宾大厅与出发大厅连通的扶梯等洞口的周围设置了自顶棚下降高度不小于2.0m且下沿不高于排烟窗下沿高度的挡烟垂壁（图6）。

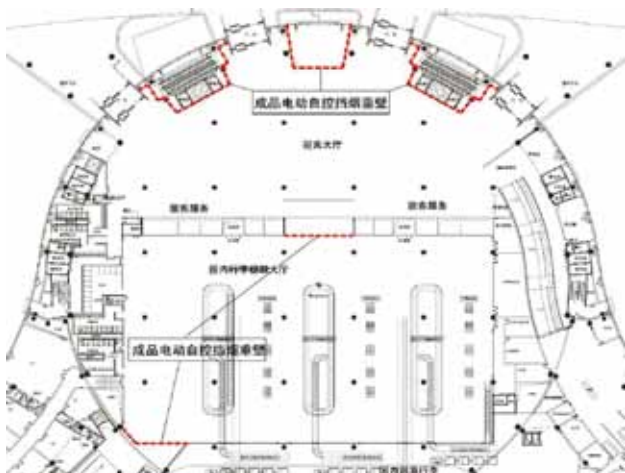


图7 迎宾大厅及行李提取大厅挡烟垂壁防火设计

（2）国内行李提取大厅、迎宾大厅与到达通道之间设置挡烟垂壁。挡烟垂壁距离行李提取大厅地面最大高度不超过4m，其中国内行李提取大厅与达通道之间挡烟垂壁距离地面高度不大于3m；国内行李提取大厅设置了机械排烟设施（图7）。

（3）出发大厅屋顶呈伞状，由直径108m、中心区域高度为35m、边沿区域高度为8m的无柱大空间构成。东西两侧候机指廊区域屋顶部分局部凸起，中部最大净高约为16m，与出发大厅连接处室内净高约为12m，建筑空间利于烟气的排放。出发大厅、东西两侧候机指廊各自独立划分为三个防火分区，与建筑造型相结合，均采用屋顶开设可开启采光排烟窗方式进行自然排烟。根据相对应区域楼面面积的详细计算，出发大厅可开启有效排烟面积大于298m²，东西两侧候机指廊可开启有效排烟面积大于150m²，均满足国家相关设计规范对于排烟面积的要求（图8）。

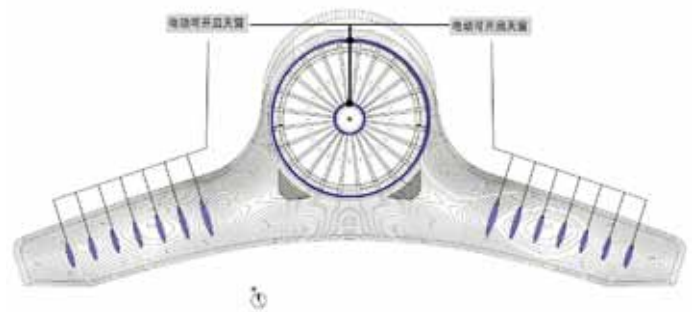


图8 屋顶可开启采光排烟窗位置示意

3.2.4 建筑安全疏散方式分区设计

根据项目不同建筑功能区域，除尽可能利用固定登机桥疏散人员以外，还采用分阶段疏散方式对楼体内人员进行有效分流，以减少火灾对于远离影响区域的人员所产生的人身威胁（图9~11）。在设计中采用了如下设计原则：1）建筑的平面布局和各区域的功能联系；2）防火分区和烟气控制区

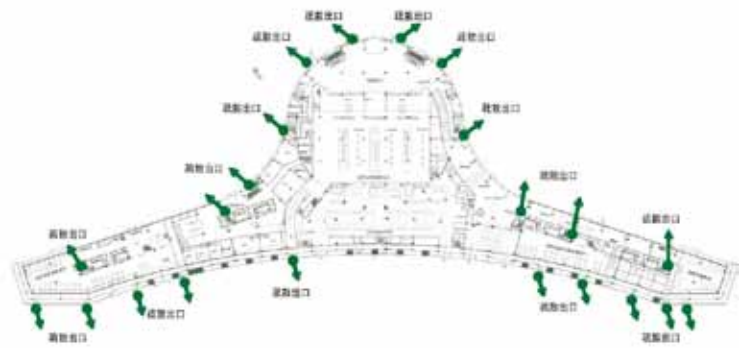


图9 0.00m标高层人流疏散

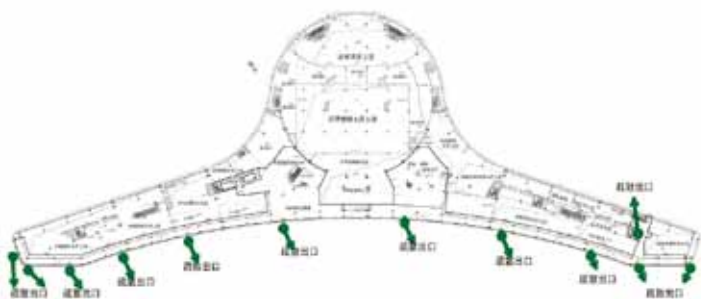


图10 6.75m标高层人流疏散



图11 10.5m标高层人流疏散

域的划分；3）探测报警、排烟、疏散广播、应急照明等系统的分区联动控制。

本项目中将迎宾大厅、行李提取大厅、出发大厅、候机厅西侧指廊和候机厅东侧指廊分别作为独立的控制分区进行设计，有效提高了人员分阶段的分流方式，减少了火灾对于人员的人身威胁。

4 总结未来大空间建筑防火设计办法

通过以上多种设计手法与多种区域位置防火设计的加强措施，有效提高了本项目的防火安全可靠度，达到了规范要求的等效安全目标，解决了项目自身与《建筑设计防火规范》中防火分区过大、疏散距离过远等矛盾。在设计中经与呼和浩特消防总队的多次商讨、调整，最终被确认为可实施建筑防火设计方案。

通过鄂尔多斯机场航站楼建筑设计，总结出以下大空间交通建筑防火设计方式：

（1）由于大空间建筑与一般建筑在火灾发生状况方面存在较大差异，因此应先对项目自身建筑功能要求进行分析，在合理布置自身功能流线的前提下，明确防火设计的重点和目标方向。

（2）设计采用人防设计中的“避难通道”、超高层建

筑的“避难层”、性能化的“防火隔离带”设计理念，引入“避难安全通道”设计概念，合理有效地解决防火分区过大、人员疏散距离过远的设计问题，提高区域综合防火安全性和可靠度，以实现规范要求的安全目标。

（3）在建筑防火设计中采用“性能化”防火设计方法，通过对火灾类型、火灾荷载、可燃物性质、燃烧速度、放热量、通风条件、人员疏散距离及时间等指标进行客观评估，通过严谨的量化数据分析、模拟火灾燃烧等模型实验得出加强措施；从项目整体的防火性能目标出发，从全局考虑与实际设计相结合，落实切实有效的设计方式，提高大空间建筑防火设计的综合安全性和可靠度。当然，建筑防火设计仅仅是项目整体消防设计的局部内容，需要结合火灾自动报警系统、自动灭火系统、防排烟设施及安全疏散等多种措施，立体、全方位共同提高项目的消防综合性能。

通过鄂尔多斯机场航站楼建筑防火设计，对大空间交通建筑的防火设计有了较明确的设计思路及实践方法，通过引入“性能化”的设计手法，合理地满足了建筑各项功能设计要求，较好地体现了最初的建筑设计构想，有效实现了规范要求的等效安全目标，并顺利通过当地消防部门的消防审查。



第一作者简介

孙净，中国建筑设计研究院集团中旭建筑设计有限责任公司综合一所副总建筑师，建筑室主任，综合一所所长助理，国家一级注册建筑师。北京工业大学建筑系毕业。