

# 模块化数据中心机房

# 目录

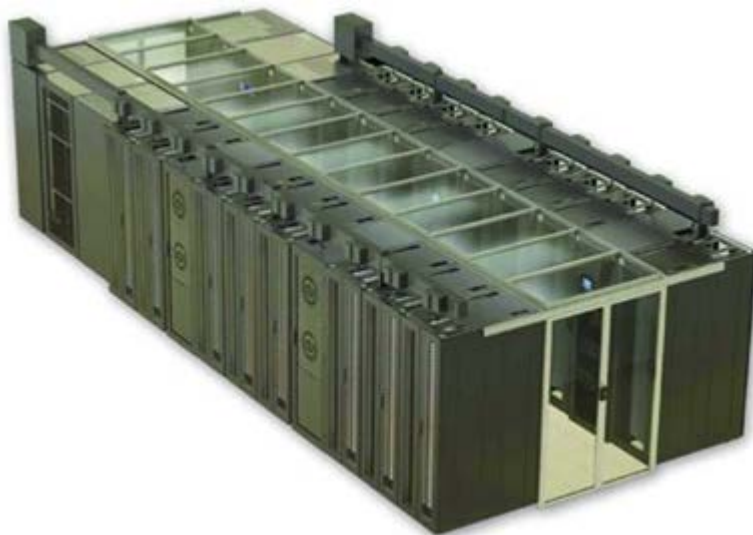
<b>1 概述.....</b>	<b>1</b>
1.1 产品定位.....	1
1.2 产品方案.....	3
1.3 产品特点.....	5
<b>2 产品组成.....</b>	<b>6</b>
2.1 机柜.....	7
2.2 密闭通道.....	8
2.3 供配电系统.....	11
2.4 制冷系统.....	13
2.5 智能监控系统.....	16
2.6 消防系统.....	21
2.7 综合布线.....	22
<b>3 应用场景.....</b>	<b>24</b>
3.1 应用场景.....	24
3.2 典型配置.....	25

# 1 概述

## 1.1 产品定位

为解决客户不断变化的业务需求与低投资、高回报之间的矛盾，满足未来的云计算、虚拟化、刀片式服务器等高密低耗、快速部署、灵活扩展的需求，有效地提高数据中心的工作效率，控制投资成本，满足 300m<sup>2</sup> 以下数据机房快速部署的需求，才推出模块化数据中心机房。

模块化数据中心是一套完整的数据中心解决方案，集机柜、配电、制冷、监控、综合布线、消防等系统于一体，实现了供电、制冷和管理组件的无缝集成。使模块化数据中心实现智能、高效的运行，让客户花费最少的投资，获得更多的收益，从而降低运营费用。



模块化数据中心主要应用于数据中心机房内，数据中心机房组成如图 1-1 所示。模块化数据中心的总体布局如图 1-2 所示。

图1-1 数据中心机房组成示意图

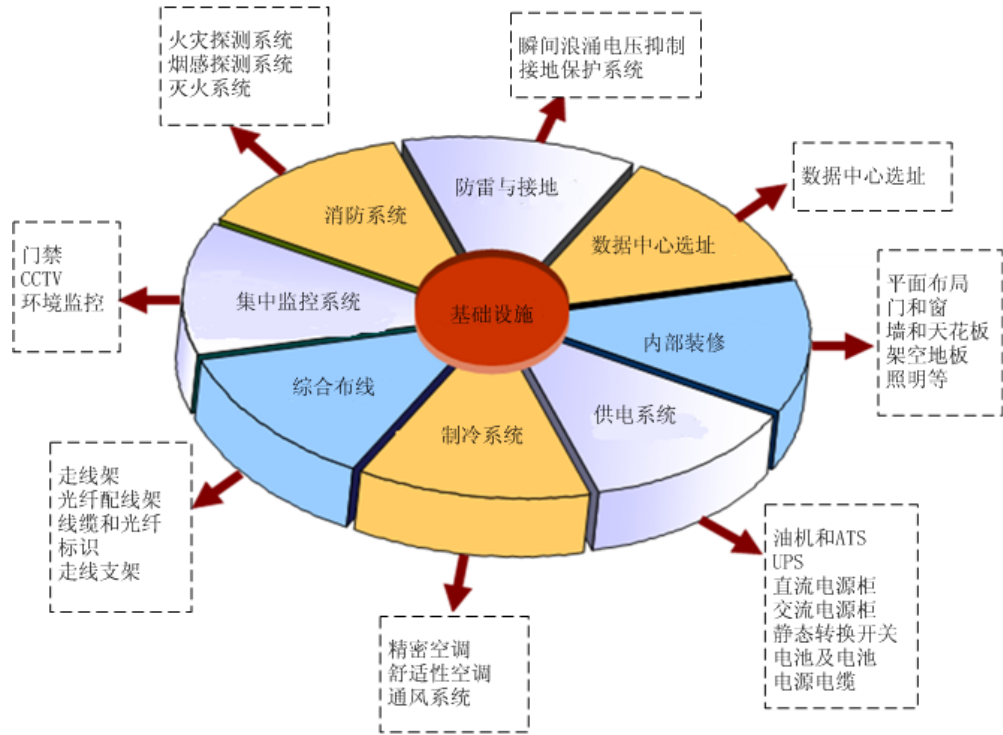
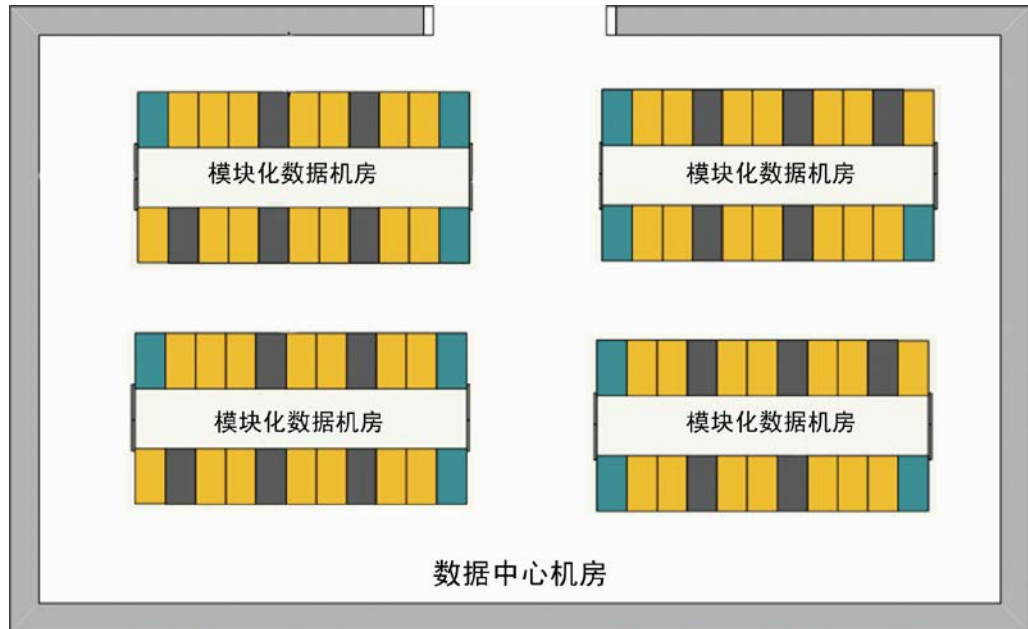


图1-2 模块化数据中心总体布局图



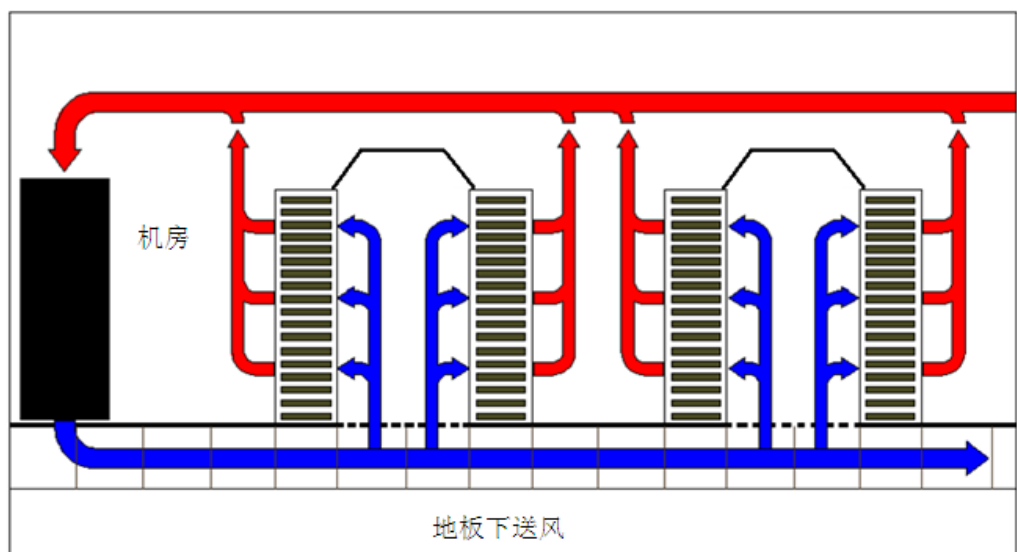
## 1.2 产品方案

模块化数据中心密闭通道适用于新建数据中心机房和旧机房的改造，采用“密闭冷通道”方案，也能根据需求组成“密闭热通道”方案。支持水泥地面和防静电地板安装。

### 密闭冷通道

机房有精密空调，采用地板下送风且单机柜的功率不超过 6kW 时，能够采用密闭冷通道方案，通过机房的精密空调来实现对密闭通道内设备的散热要求，具体如图 1-3 所示。

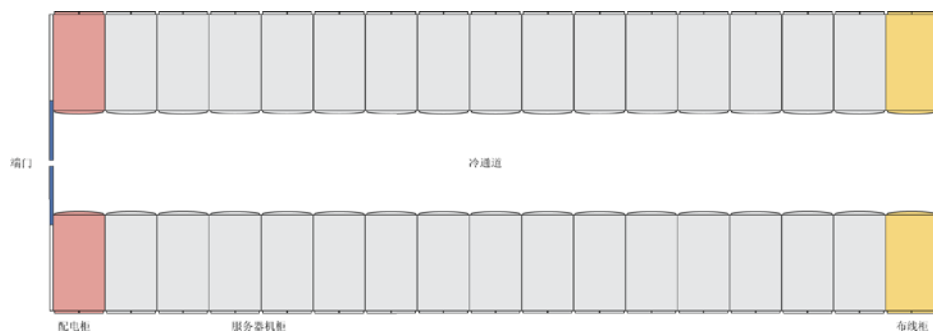
图1-3 密闭冷通道结构示意图



密闭冷通道主要是由服务器机柜、配电柜、综合布线柜、天窗和端门组成，服务器机柜数量可按照具体客户要求配置，其布局如图 1-4 所示。

密闭冷通道可使冷源直接进入 IT 设备，提高制冷效率。

图1-4 密闭冷通道布局图

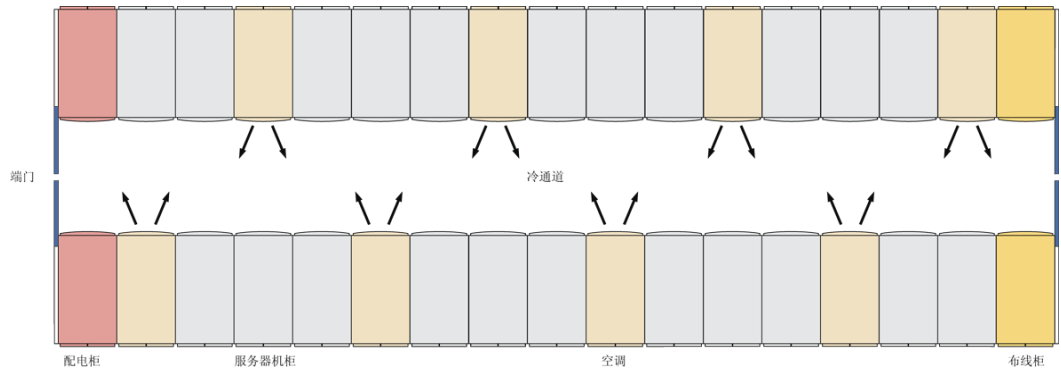


## 模块化数据中心

当单机柜功率大于 6KW 时，由于单机柜功率大，传统的机房由于布置所限，不能满足散热要求，存在局部热点。因此采用密闭通道内放置行级水平送风空调，才能支持单机柜 6kW 以上的功率。

模块化数据中心主要是由服务器机柜、配电柜、综合布线柜、行间空调、天窗和端门组成，服务器机柜数量可按照具体客户要求配置，其布局如图 1-5 所示。

图1-5 模块化数据中心布局图



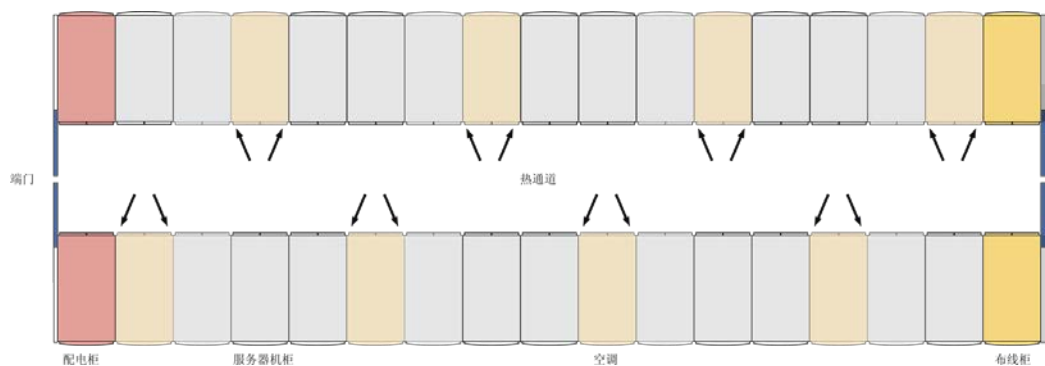
## 密闭热通道

对于部分客户需求密闭热通道，本产品也可实现。只需将模块化数据中心方案中各个设备旋转 180°，设备由面对面放置改为背对背放置，端门和天窗的接口在机柜上已经预留，即可实现密闭热通道方案。

密闭热通道是将 IT 设备散发的热量直接送入到空调的回风口，空调的制冷效率高，使模块外的机房保持比较舒适的温度。

密闭热通道主要是由服务器机柜、配电柜、综合布线柜、行间空调、天窗和端门组成，服务器机柜数量可按照具体客户要求配置，密闭热通道布局如图 1-6 所示。

图1-6 密闭热通道布局图



## 1.3 产品特点

模块化数据中心具有快速部署、安全可靠、灵活扩展和绿色节能等特点。

### 快速部署

- 模块化数据中心在规划、设计时严格遵循国际标准，采用模块化设计，集成度高，易于安装。
- 模块化数据中心在出厂前完成机柜的预安装，现场只需接通机柜外部电源，固定机柜等简单操作后即可使用。
- 模块化数据中心采用空调水平送风，无须安装架空地板。

### 安全可靠

- 模块化数据中心遵循 Tier 3 标准，设备安全可靠。
- 模块化数据中心在设计时充分考虑抵御自然灾害能力，具有可靠的电力、冷量供应，保证通讯网络的正常运行。
- 模块化数据中心配置完善的监控系统，可随时了解机房内的情况，提升机房的防盗能力。

### 灵活扩展

- 模块化数据中心采用模块化设计，可灵活配置，满足快速扩容。
- 模块化数据中心在电力供应、通信端口上预留合理的余量，可实现灵活扩容。

### 绿色节能

- 模块化数据中心采用精密送风和密封冷/热通道，降低能耗，避免冷热气流的混合。
- 模块化数据中心提高数据中心的能效，与传统数据中心相比，减少 30% 的能耗。

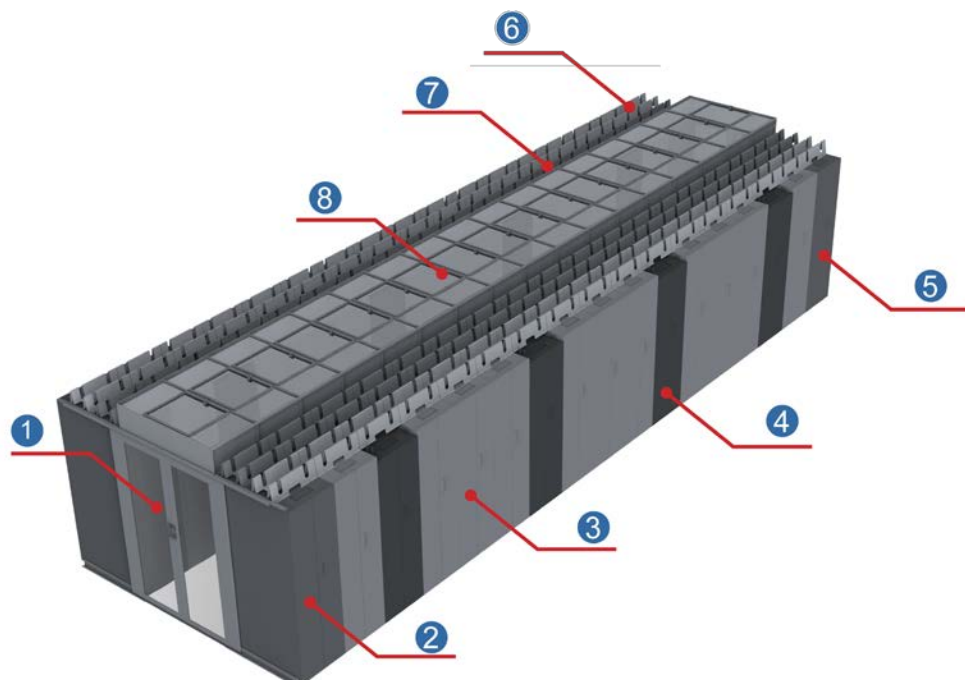
# 2 产品组成

## 关于本章

模块化数据中心主要由机柜、密闭通道、供配电系统、制冷系统、智能监控系统、综合布线和消防系统组成。

单个模块化数据中心按照最大 28 台机柜（包括服务器机柜、网络机柜、综合布线柜）配置。该模块（不包括 UPS）占地面积为 35 m<sup>2</sup>，加上模块外维护通道和给模块内空调供电的 PDF 柜，总占地面积不超过 55 m<sup>2</sup>，模块总高度不超过 2.65 m。机柜数量可根据客户需求成对减少。模块化数据中心的组成如图 2-1 所示。

图2-1 模块化数据中心组成示意图



1 端门

2 PDF 配电柜

3 服务器机柜

4 空调

5 综合布线柜

6 电源线走线槽



## 2.1 机柜

模块化数据中心最大可配置 28 台机柜，机柜包括服务器机柜、网络机柜和综合布线柜。

### 机柜外观

模块化数据中心配置的机柜尺寸统一，机柜符合 IEC60297-1 标准，采用前后风道。机柜外观如图 2-2 所示。

图2-2 机柜外观图



### 机柜特性

机柜满足如下特性：

- 前后门通风率 70%。
- 机柜内后部可安装两条竖装 PDU。

- 机柜的垂直安装立柱上标示有每个“U”的准确位置。
- 机柜的前门、后门及侧板均可锁定，只能用提供的专用钥匙打开。
- 机柜静载不小于 1300kg。

## 机柜技术指标

机柜技术指标如表 2-1 所示。

表2-1 机柜技术指标

项目	技术指标
尺寸规格（高×宽×深）	2000mm×600mm×1100mm
安装空间	符合 IEC60297-1 标准，单机柜至少有 42U 可用空间，方孔条可前后调节，机柜后侧设置两条竖装 PDU 安装位置
风道	前后风道，满配 42 条 1U 假面板
结构组成	前门单开门，后门双开门，有侧板。前后门的通风率 70%，门体开启角度 110°。
表面要求	机柜外表面喷涂户内粉，满足 A 类环境的使用要求。喷涂颜色黑色。
材质	高强度 A 级优质碳素冷轧钢板 1.2mm~2.0mm
IP 等级	IP20
接地和防静电	预留接地螺钉和防静电手腕插座
环保要求	满足 RoHS

## 2.2 密闭通道

模块化数据中心的密闭通道主要由端门和天窗组成。

### 端门

密闭通道的端门分为推拉门和双开门两种方案，可根据客户的需求选配。

推拉门尺寸：高×宽×深 =2050mm×1600mm×42mm。

推拉门采用推拉结构，以机柜为载体，安装上下轨道，保证密闭通道系统的自身独立性。门板由 1.5mm 冷轧钢板折弯而成，中间安装钢化玻璃，保证通道内区域的可视性。推拉门外观如图 2-3 所示。

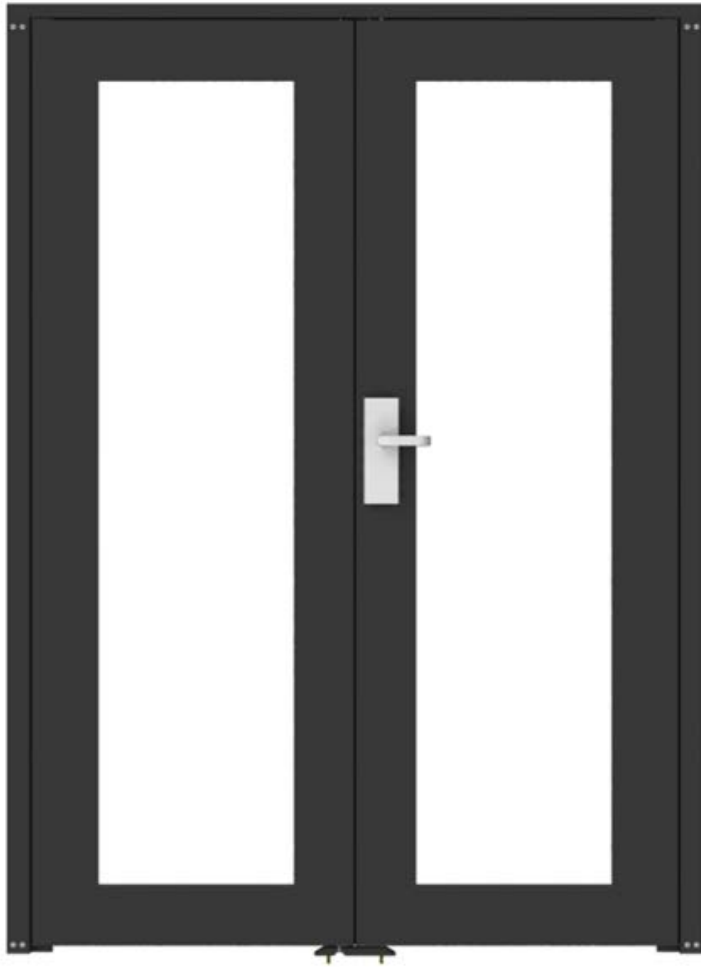
图2-3 推拉门外观示意图



双开门尺寸：高×宽×深 =2050mm×1500mm×42mm。

双开门整体与机柜通过螺钉联接，可以保证系统的独立性。门板中间镶嵌钢化玻璃，保证通道的可视性，并且钢化玻璃能很好的满足消防应急要求。门板下部安装密封毛刷，可以提高模块的密闭性。双开门外观如[图 2-4](#) 所示。

图2-4 双开门外观示意图



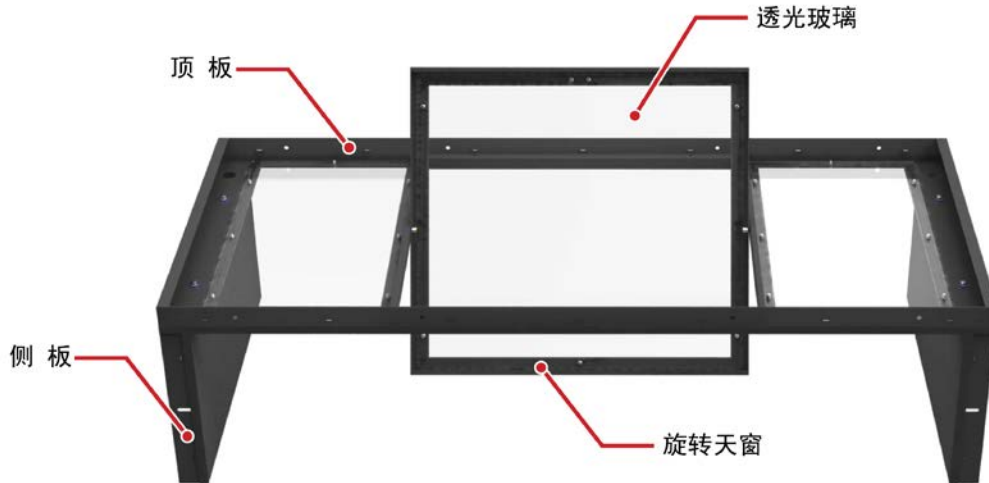
## 天窗

密闭通道采用平顶结构方案。

平顶天窗尺寸：高×宽×深=350mm×1350mm×600mm。

平顶天窗由侧板、顶板、旋转天窗组成，以单个机柜为扩展模块单元。旋转天窗通过 FuseLink 销钉与顶板联接，工作状态下天窗处于水平状态，消防状态下 FuseLink 熔断，天窗在重力作用下自动打开，保证灭火气体进入通道。平顶天窗外观如图 2-5 所示。

图2-5 平顶天窗示意图



## 2.3 供配电系统

模块化数据中心具有两种制式的配电方案，包括 380V/50Hz 电压制式和 480V/60Hz 工业电压制式。供配电系统包括 UPS（Uninterrupted Power Supply），PDF（Power Distribution Frame）和 PDU（Power Distribution Unit）。

### 概述

模块化数据中心外部电源经 UPS 输出至 PDF，PDF 输出三相电源到各个机柜的 PDU，PDU 输出电源至机柜内设备。

### UPS

UPS 为模块化数据中心提供不间断供电的保障，当市电/油机电源紧急断电时，通过蓄电池供电，能够满足单服务器机柜最大功率 9kW 的应用场景。

**380V 电压制式：**模块化数据中心配置 360kVA 的模块化 UPS，由三台 120kVA 的 UPS 组成，可以在 20kVA~360kVA 容量范围内灵活配置，满足单服务器机柜 3kW、6kW、9kW 的需求。

**480V 电压制式：**模块化数据中心配置 400kVA 的模块化 UPS，由二台 200kVA 的 UPS 组成，可以在 125kVA~400kVA 容量范围内灵活配置，满足单服务器机柜 3kW、6kW、9kW 的需求。UPS 外观如图 2-8 所示。

图2-6 UPS 外观图



## PDF

PDF 柜内每一路带有电量测试仪，用于测量输入三相交流电的参数（电压、电流、频率、功率、功率因数等），通过 RS485 接口上传至监控系统。PDF 的输出空开按照单行最大 14 个服务器机柜配置，支持服务器功率平滑提升至 9kW。PDF 外观如图 2-9 所示。

图2-7 PDF 外观图



PDF 配电柜分为精密配电柜和空调配电柜

## 2.4 制冷系统

模块化数据中心采用行级水平送风空调进行制冷。

### 概述

模块化数据中心内，空调同设备机柜一起，共同组成密闭冷（热）通道，实现冷热空气隔离。模块化数据中心采用的空调为水平送风方式，气流路径为后进前出，其将服务器排出的热风吸入冷却后吹出；冷空气再被服务器吸入、排出，如此反复。

水平送风空调靠近热源，送风距离大大缩短，从而减少气流沿程压力损失和冷空气的泄露量，提高了冷量的利用效率。

模块化数据中心标准模块应用在  $300\text{m}^2$  以下的空间，最大支持单机柜的功率密度达到  $9\text{kW}$ ，冷、热通道的宽度均为  $1.2\text{m}$ 。

空调的室内机顶部或底部有制冷剂管路、电源和信号线路、排冷凝水管路等接口。室内机外观如图 2-11 所示（实际外观根据配置确定）。

图2-8 室内机外观图



空调室外机（T1 工况，环境最高温度  $43^{\circ}\text{C}$ ；T3 工况，环境最高  $55^{\circ}\text{C}$ 时可定制。）在确定安装位置时周边要预留不少于  $1.5\text{m}$  的安装维护通道。室外机外观如图 2-12 所示（实际外观根据配置确定）。

图2-9 室外机外观图



## 技术指标

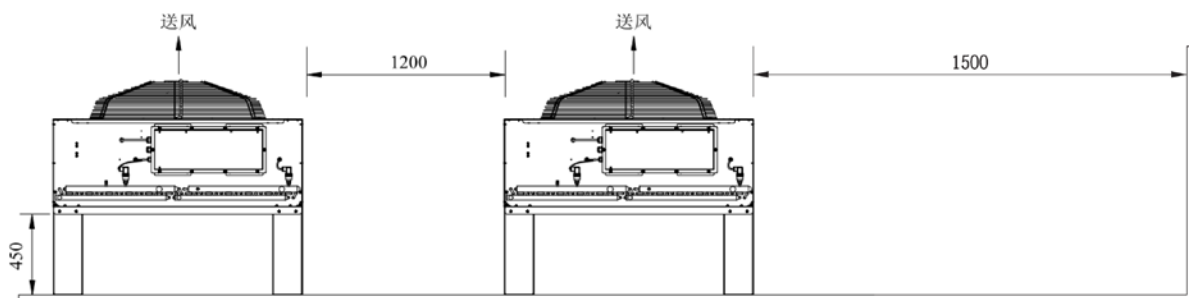
空调技术指标如表 2-7 所示。



表2-2 空调技术指标

参数名称	指标
室内机尺寸（高×宽×深）	1991mm×600mm×1070mm
室内机最大功率	不带加热加湿功能 19kW 带加热加湿功能 23kW
室外机尺寸（高×宽×深）	1350mm×1404mm×1880mm
室外机安装维护通道	室外机安装维护通道尺寸如图 2-13 所示。
输入电压	380VAC 50Hz/480VAC 60Hz
制冷量	30kW
制冷剂	环保冷媒
使用温度范围	室内机：+5℃~+45℃；室外机：-30℃~+45℃
存储温度	室内机：-40℃~+65℃；室外机：-40℃~+65℃
相对湿度要求（RH）	10%~100%
海拔高度	0~3000m
防护等级	室内机：IP20；室外机：IP54

图2-10 室外机安装维护通道示意图



## 2.5 智能监控系统

### 概述

智能监控系统具有集中管理功能，同时支持对监控系统的远程管理与维护，远程操作界面与本地操作界面保持一致。

- 监控系统主要针对模块化数据中心基础设施层各组成系统，如配电、制冷、安防及环境等系统，系统内各组成设备或部件的运行状态进行实时监控。
- 监控系统采用分层式架构，主要分为数据采集层、数据运算及信息处理层、智能管理平台层。
- 监控系统通过对模块化数据中心基础设施层内的各设备、部件、环境运行参数及相关信息的实时采集分析、运算与处理，实现对数据机房运维及业务等全方位的智能化管理，以充分实现模块化数据中心的可用性、开放性与可扩展性，并确保数据中心的安全性。

模块化数据中心的监控量做为集中监控系统中的一个组成部分，通过交换机，将信号统一上传至中心机房的服务器上。模块化数据中心的监控架构如图 2-14 所示。监控系统功能框图如图 2-15 所示。模块内监控系统架构如图 2-16 所示。

图2-11 模块化数据中心监控架构示意图

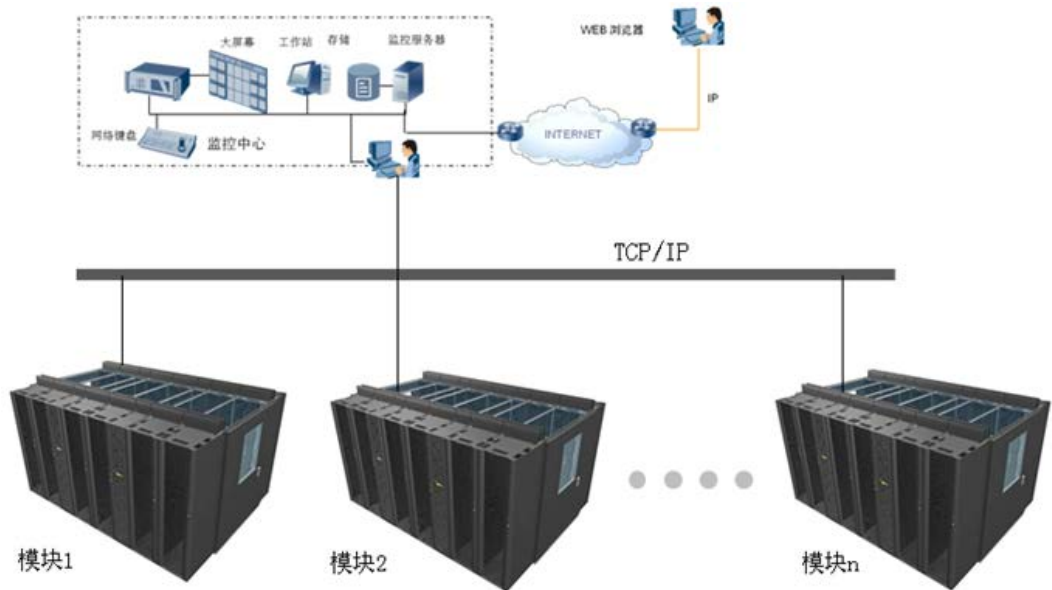


图2-12 监控系统功能框图



图2-13 模块内监控系统架构图



## 智能监控系统组成

智能监控系统组成如表 2-8 所示。

表2-3 智能监控系统组成

分类	描述
电源监控	通过 PDF 柜配置的智能仪表上专数据，并对电源系统进行监控

分类	描述
电源监控	通过 UPS 通信接口，采集其运行参数，以实时监控 UPS 运行状态。
空调监控	通过空调器通信接口，对空调器的运行参数进行采集、分析，以实现 对空调器的实时监控。
视频监控	通过配置于通道内（或外）的视频摄像头，对通道内（或外）部场景 环境进行实时视频监控。
环境监控	通过分布于模块内的温/湿度传感器，实时、有效监测模块内部热分布 状态，以确保机房安全运行。
门磁监控	通过对配置于模块内各机柜的门磁开关信号的监测，可及时了解各机 柜门的开/关状态，确保机柜内的设备安全。
消防监控	通过配置于通道内的烟雾传感器、温度传感器，对模块内部可能产生 的火灾隐患进行实时监控。
能效管理	对数据中心能效（PUE）进行实时监控与管理
报表管理	提供丰富的报表管理功能，包括报表的浏览界面、报表格式定义、报 表发布管理等功能。
人机交互界 面	可显示各设备运行状态参数、显示各种报表、工作日志、告警信息。

## 能源管理

能源管理包括电源系统监控和机房能效管理。

- 电源系统监控：系统通过 PDF、ATS、UPS 及蓄电池上的智能仪表标配的 RS485（或 FE）接口，对机房供电系统各类电参数信息进行采集、分析，并通过人机交互界面进行实时显示。电源系统监控架构如图 2-17 所示。
- 机房能效管理：能效（PUE）管理是通过对机房总用电情况及机房 IT 设备用电量进行实时监测，以清晰反映出机房整体及机房 IT 设备电量消耗分布情况。并通过这些数据进行分析，计算出机房 PUE 值。机房能效管理软件界面如图 2-18 所示。

图2-14 能源管理架构示意图

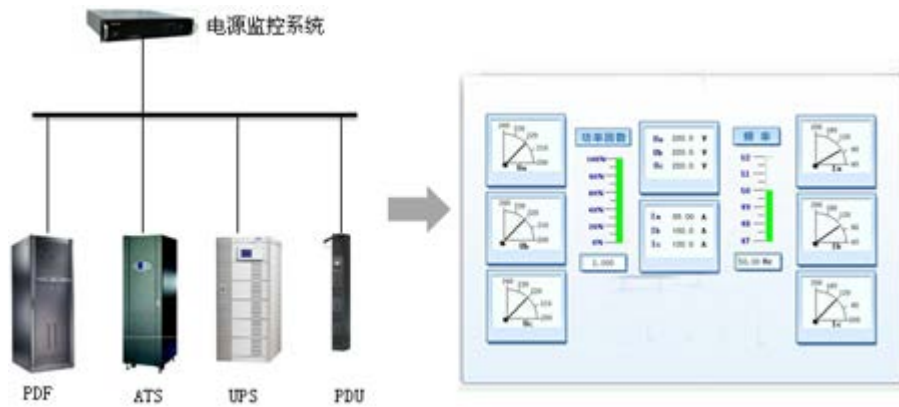


图2-15 能效管理软件界面示意图



## 空调系统监控

智能监控系统通过精密空调标配的 RS485（或 FE）接口，对精密空调参数进行采集，并在人机交互界面进行实时显示。并可根据空调器厂商对产品可控性的开放深度，实现对空调器开/关机、运行参数设置等操作集中及远程控制。

系统具有多机组联网集中控制功能，通过联网集中控制，可实现对组网内各机组进行开/关机、设定温度值、风扇电机转速、运行模式等操作控制。

## 机房环境监测

智能监控系统可实时显示机房通内温湿度传感器所检测到的温湿度值，可设定每个温湿度传感器温度与湿度的上限与下限值。当任一传感器检测到的数值超过设定值时，监控系统发出相应报警。

温湿度传感器安装在模块通道内，对通道内环境进行数据采集。

## 机房漏水监测

空调有漏水检测功能（为绳式检测方式），对空调器可能发生的漏水，可通过空调器自身的通信端口上传相关漏水信息并发出相应告警。绳式漏水检测方式由漏水感应绳与漏水控制器组成，沿精密空调四周敷设漏水感应绳，感测空调器冷凝水的漏水状况并通过漏水控制器通信接口上传信息。从而实现了对漏水的实时监测，确保机房安全运行。

当检测到发生漏水时，人机交互界面自动切换到漏水监控界面，显示漏水位置、发出报警。同时对报警事件进行记录、存储。

## 视频监控

视频监控可实现如下功能：

- 可对机房内及密闭通道内区域实时视频监控，监控录像系统存贮时间不小于 1 个月。
- 同时支持模拟及网络摄像头。
- 支持对不少于两个（网络型）摄像机的电动云台及远程调焦控制功能、视频图象信号的切换、存贮、重放、多画面分割功能。
- 可与门禁系统实现联动，当收到门禁系统的联动信号时，可控制摄像头对进门区域进行录像存贮（联动功能可视需求进行屏蔽设置）。

视频监控技术参数如表 2-9 所示。

表2-4 视频监控技术参数表

项目	参数
摄像机类型	网络型半球摄像机
图形传感器	1/3" CCD
最大图形尺寸 (mm)	PAL 704×576
净重 (Kg)	0.14
长/深 (mm)	140
宽 (mm)	140
高 (mm)	114
最低工作环境温度 Ta (°C)	-10

项目	参数
最高工作环境温度 $T_a$ (°C)	60

## 门禁管理

门禁系统是机房的门禁。门禁系统由门禁控制器、读卡器组成，具有人员进出权限设置及管理功能，有开门超时报警功能。要求有与视频监控系统联动控制功能，当发生开/关门动作时，通过上传通信端口将开/关门信息发送至视频系统，以实现与视频系统的联动。

## 告警功能

根据系统实际运行控制需求，可对机房内的各被监控设备运行参数及环境参数，进行预警和告警阈值设置，设定值将保存在系统数据库内。监控管理系统对各设备和传感进行数据采集，并与数据库内对应设定值进行比对，当采集数据超过设定范围时，系统将产生告警事件。同时用户也可根据需要，对告警事件进行分级设置。

- 告警管理：智能监控系统可对告警事件按优先级的高低进行处理，并具备过虑机制以消除误告警。
- 联动控制：通过设定联动逻辑，可实现不同设备之间及不同子系统之间联动。即可通过某个对部件或子系统设定一些事件触发条件，当满足这些条件时，该部件或子系统会自动执行对另一个部件或子系统的触发控制。
- 报表管理：智能监控系统提供丰富的报表管理功能，包括各种报表的浏览界面、报表格式定义、报表发布管理等。报表分为日报表、周报表、月报表、年报表和监控报表等，报表提供电子表格和曲线图形、柱状图、饼图等形式。用户可以对历史数据以 Excel 表格形式（或可定制的格式）进行导出操作，可支持 pdf 格式的数据文件，供存档和分析处理。
- 日志管理：智能监控系统通过对历史运行数据、事件及告警，按时间进行分类，实现日志管理。
- 远程管理：智能监控系统提供完整的 Web 功能，授权用户可通过浏览器对监控系统访问。

## 2.6 消防系统

模块化数据中心的消防需要依赖于数据中心机房内已有的消防系统。

数据中心机房的消防系统主要采用气体消防灭火系统。模块化数据中心的密闭通道内安装温感和烟感报警器，一旦有告警，将上报至机房的消防系统；当温度达到 58°C 时，模块化数据中心顶部天窗上的 FuseLink 自动熔断，旋转天窗自动打开，让中心机房内的消防气体扩散到模块化数据中心内。

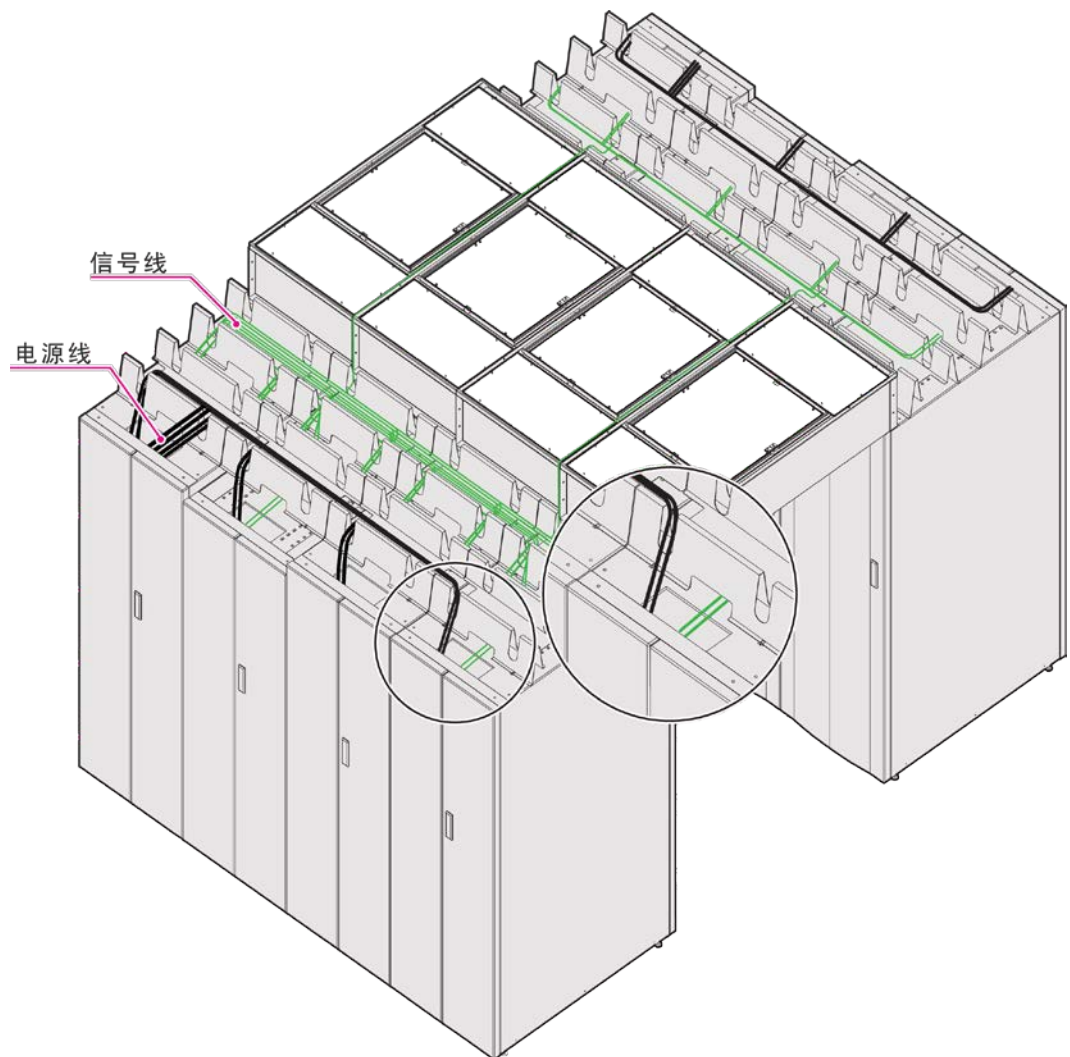
## 2.7 综合布线

模块化数据中心在顶部安装走线槽，实现线缆的有序管理。

### 走线槽

走线槽分为信号线走线槽和电源线走线槽，分别用于信号线和电源线走线。在每个机柜顶部中间有走线孔，方便线缆连接至机柜中。走线槽可实现长度方向的扩容，且在相交时分上下两个通道走线，实现电源线和信号线的分层管理。在天窗的结合部有线缆绑扎孔，方便线缆的绑扎。走线槽如图 2-19 所示。

图2-16 走线槽示意图



两个模块化数据中心之间通过机房走线架进行连接，走线架分为电源线走线架和信号线走线架。

空调的管路和电源线单独配置走线架。



## 电源线

模块化数据中心电源线包括：

380V/50Hz 应用场景：

- 380V UPS 系统电源线
- 380V 空调系统电源线
- 380V 模块内部 IT 机柜的电源线

480V/60Hz 应用场景：

- 480V UPS 系统电源线
- 480V 空调系统电源线
- 480V 模块内部 IT 机柜的电源线

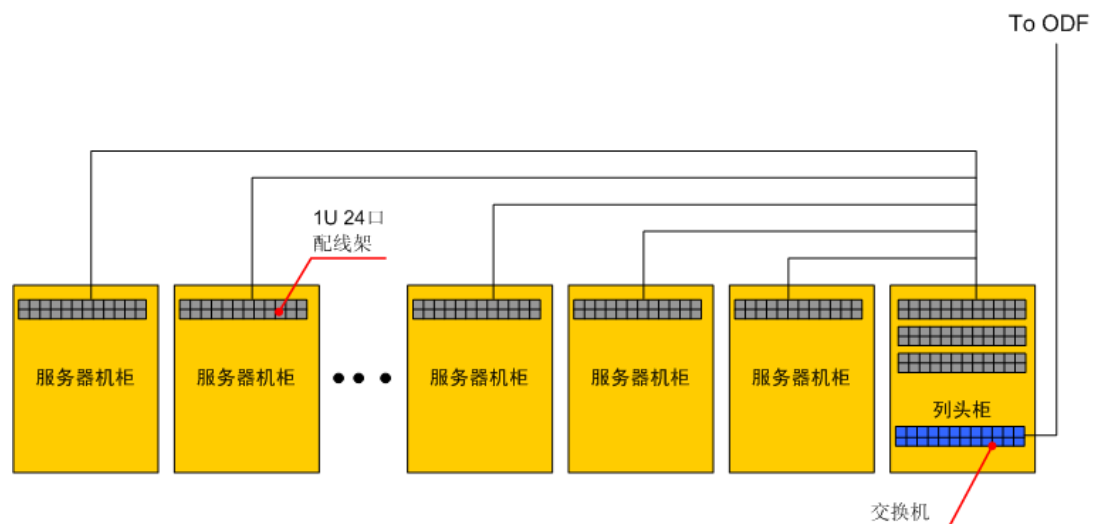
## 数据系统电缆和辅料

数据系统电缆和辅料满足如下要求：

- 每排机柜设置列头柜（内部放置配线架和交换机），用于汇聚服务器机柜和信号的上行；
- 每个服务器机柜顶部放置 1 个高度为 1U、宽度为 19 英寸的 6 类网线配线架作为基本配置；
- 根据每列放置机柜的数量扩充列头柜配线架的数量。

数据系统电缆互联如图 2-20 所示。

图2-17 数据系统电缆互联示意图



# 3 应用场景

## 3.1 应用场景

模块化数据中心放置在数据中心机房内，主要采用“密闭冷通道”方案，同时也支持“密闭热通道”方案。模块化数据中心主要应用于传统数据中心机房的局部高密部署和中小型机房的快速建设。

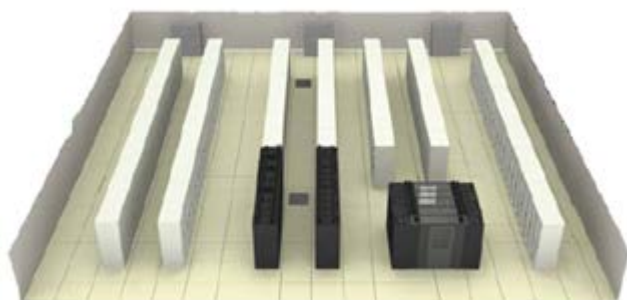
### 传统数据中心机房的局部高密部署

模块化数据中心可应用于传统数据中心机房，支持 10~20 个云计算高密服务器机柜的部署，支持单机柜功率密度为 3kW~25kW。

模块化数据中心可提供独立的工作空间和维护空间，可解决机房局部的热点问题，实现机房的节能改造。

模块化数据中心应用在传统数据中心机房的场景如图 3-1 所示。

图3-1 模块化数据中心应用场景示意图



### 中小型中心快速建设

模块化数据中心可应用于面积 50m<sup>2</sup>~100m<sup>2</sup> 的中小型数据中心机房内，支持水泥地面安装和架空地板安装。模块化数据中心组建快速灵活，可按需部署，建设周期比传统机房缩短 50%。

模块化数据中心应用在中小型机房的场景如图 3-2 所示。

图3-2 模块化数据中心应用场景示意图



### 3.2 典型配置

模块化数据中心典型配置分为 380V 制式和 480V 制式，而每种制式下又有五种典型的配置。

#### 380V 制式典型配置

模块化数据中心 380V 制式按机柜的配置数量分为五种典型配置，具体如表 3-1 所示。

表3-1 380V 制式典型配置表

典型配置	配置图
7 台 9kW 机柜	<p>端门</p> <p>冷通道</p> <p>配电柜      空调      服务器机柜      布线柜</p>

典型配置	配置图
10 台 9KW 机 柜	<p>端门</p> <p>冷通道</p> <p>配电柜 服务器机柜 空调 布线柜</p>
14 台 9KW 机 柜	<p>端门</p> <p>冷通道</p> <p>配电柜 服务器机柜 空调 布线柜</p>
19 台 9KW 机 柜	<p>端门</p> <p>冷通道</p> <p>配电柜 服务器机柜 空调 布线柜</p>
22 台 9KW 机 柜	<p>端门</p> <p>冷通道</p> <p>配电柜 服务器机柜 空调 布线柜</p>