

数据中心机柜系统技术 白皮书

Data Center Enclosure System Technology White Paper
(试读)

docin 豆丁
www.docin.com



中国工程建设标准化协会信息通信专业委员会数据中心工作组

Data Center Committee
Information Communications Expert Commission
China Association for Engineering Construction Standardization

2011 年 8 月

August 2011

序 言

为促进数据中心的技术发展，2010年8月，数据中心工作组开始编制《数据中心机柜系统技术白皮书》。在编写过程中，编写组根据国内外相关技术标准规范的要求，进行了多次专题研究和调查分析，广泛征求各方面的意见，总结归纳国内外数据中心机柜系统在工程应用中的实践经验，经多次修改和专家审查，于2011年8月定稿。

本白皮书作为数据中心建设的参考文献，技术内容的解释由中国工程建设标准化协会信息通信专业委员会数据中心工作组负责。在应用过程中如有需要修改和补充的建议，请将有关资料 Email: dcteam@vip.sina.com。

主编单位：

中国工程建设标准化协会信息通信专业委员会数据中心工作组



参编单位：

上海杜尔瑞克电子设备有限公司 

世源科技工程有限公司



日东工业（中国）有限公司



威图电子机械技术（上海）有限公司



查沃丝(上海)贸易有限公司



CHATSWORTH PRODUCTS

泛达网络产品国际贸易（上海）有限公司



浙江一舟电子科技股份有限公司



奔泰电子机电设备（青岛）有限公司



Pentair
Technical Products



艾默生网络能源有限公司



课题技术负责人：钟景华

主要起草人：何云晖

主要参编人：足立文明 丁 静 韩 勇 梁 俊 王 湜 李军波

主要审查人：李思林 贾允超 张 愚 肖必龙

目 录

1	引言	2
1.1	研究的范围	2
1.2	研究的依据	2
1.3	研究的中心问题	3
2	术语	4
3	系统概述	6
3.1	数据中心	6
3.2	机柜系统	9
3.3	机柜系统和数据中心的	23
4	机柜系统设计	25
4.1	布局合理	25
4.2	易于维护和扩容	30
4.3	节能	34
4.4	提高空间利用率	34
4.5	便于建设	35
4.6	美观气派	35
5	机柜系统质量构成	36
5.1	制造质量	36
5.2	设计质量	36
6	机柜系统配置案例	37
6.1	小型数据中心配置案例	37
6.2	中型数据中心配置案例	38
6.3	大型数据中心配置案例	39
7	热点问题分析	43
7.1	母排系统	43
7.2	机柜抗震	43
7.3	机柜的配电	43
7.4	电缆和铜缆间的间隔距离	45
7.5	高热度机柜的散热和节能探讨	47
7.6	侧进侧排风设备	48
7.7	集装箱数据中心	48

Contents

1	Preface.....	2
1.1	Scope of Research.....	2
1.2	Basis of Research.....	2
1.3	Key Points of Research.....	3
2	Term.....	4
3	System Overview.....	6
3.1	Data Center.....	6
3.2	Enclosure System.....	9
3.3	Relations of Enclosure System and Data Center.....	23
4	Enclosure System Design.....	25
4.1	Proper Layout.....	25
4.2	Easy to maintain and expand.....	30
4.3	Energy Saving.....	34
4.4	Improve Space Utilization.....	34
4.5	Easy to Construct.....	35
4.6	Good Outlook.....	35
5	Quality Elements of Enclosure.....	36
5.1	Manufacturing Quality.....	36
5.2	Design Quality.....	36
6	Enclosure System Configuration Solutions.....	37
6.1	Small Data Center Configuration Solutions.....	37
6.2	Medium-sized Data Center Configuration Solutions.....	38
6.3	Large Data Center onfiguration Solutions.....	39
7	Core Issues Analysis.....	43
7.1	Busbar system.....	43
7.2	Enclosure Shockproof.....	43
7.3	Enclosure Power distribution.....	43
7.4	Gap Between Power Cable and Data Cable.....	45
7.5	Cooling and Energy Saving of High Heat Density Enclosure.....	47
7.6	Side-in Side-out Exhaust Accessories.....	48
7.7	Container Data Center.....	48

引言

随着社会、经济的快速发展，信息数据的作用越来越得到重视。目前很多企，事业单位已经通过各种信息与通信系统的建设，而拥有了大量的电子信息设施与大规模的信息网络架构。如何对它们进行更好地运用，发挥其最大的作用，满足业务的不断增长，成为了众多企业最为关心的问题。因此建立一个稳定、安全、高效的数据中心，将是针对这类问题最为有效的解决方案。

数据中心正在发展成为企业的信息化建设核心，设备、服务和应用的集成使得企业网络真正成熟和高效地运行起来。近年来，国际数据中心市场发展迅猛，数据存储、交换、互通的过程需求及支撑的设备，数据网络等方面的重大变化已改变了人们对通信枢纽、数据中心和计算机机房等电信基础设施建设的许多设计理念与思路。企业及运营商的主机设备及其外围支持设备已逐步被高性能的服务器所替代。基于主机的服务将转变为由分布式服务器完成，这些都为数据中心的设计，建设和运行带来了新的挑战。

这些新的挑战给数据中心的基础建设提出了新的要求，而预制化，集成化和产品化的机柜系统则是这种要求下的必然产品演变。机柜系统是数据中心重要的组成部分之一。从机房的的功能角度看，它承担了数据中心中的设备的物理承载，决定了设备堆放密度在物理上的可能性，结合布线系统,配电系统,照明系统,安防监控系统为设备的供电,互联互通提供了结构通道和维护上的便利性。随着数据中心的集约化和大型化，它又同时为机房的的可管理性提供基础接口，通过机房气流的再分配，为机房节能减排提供方案。

从机房的外观角度看，机柜系统又是机房外观的主要组成部分之一。机柜系统的整体性，美观性直接影响机房的整体外观。

从机房的建设角度看，机柜系统自身的完整性，全面性和产品化在较大程度上影响了机房的建设速度和施工质量。

1.1 研究的范围

本白皮书针对设计人员、安装人员和使用者的需要，详细论述了数据中心机柜系统的构成、产品选择、系统配置、质量构成等方面内容，提出了数据中心机柜系统的发展趋势、规划思路、设计方法和实施指南。

1.2 研究的依据

下列文件中的一些技术要求内容通过在本白皮书的引用,而成为本白皮书的条款。

EIA-310-D	《19"机柜标准》
IEC-60917-2-3-2006	《电子设备用机械结构设计模块化规则》
IEC-60297-5-107	《电子设备用机械结构设计模块化规则》
GB50312-2007	《综合布线系统工程验收规范》
GB50174-2008	《电子信息系统机房设计规范》
GB50462-2008	《电子信息系统机房施工及验收规范》
GB50343-2004	《建筑物电子信息系统防雷技术规范》(目前正在修编之中)
ANSI/TIA-942-2005	《数据中心电信设施标准》
ANSI/TIA-942-A	《数据中心电信设施标准》(草案)
ISO/IEC 24764	《数据中心通用布线》
EN50173-5 : 2005	《信息技术-通用布线标准-数据中心》
ANSI-BICSI-002	《数据中心设计和实施》(草案)
ANSI/TIA -569-B:2004	《商业建筑电信通道和空间标准》
ANSI/TIA/EIA-606-A	《商业建筑电信基础设施的管理标准》
ANSI/TIA/EIA-606-A-1	《数据中心计算机房的管理标准》(草案)
J-STD-607-A	《商业建筑电信接地和连接要求》
YD5059-2005	《电信设备安装抗震设计规范》
NEBS GR-63-CORE ZONE3 (1108gal)	《北美信息通信行业关于抗震的标准》
NEBS GR-63-CORE ZONE3 (1108gal)	《北美信息通信行业关于抗震的标准》

1.3 研究的中心问题

本白皮书引用了国内外数据中心相关标准,着重针对数据中心机柜系统的构成、产品选择、系统配置、设计步骤等各方面进行了全方位的解读。还就最新机柜系统的发展趋势,引入一些前瞻性的设计理念。同时本白皮书还根据用户的需求反馈,提供了一系列实用的设计表单和设计案例,帮助使用者有机地将标准和实际应用结合起来,提高了数据中心机柜系统设计,实施的可操作性和正确性。对于一些未有定论的设计理念,产品方案,本白皮书安排在热点问题分析,以供广大读者参考。

2 术语

2.1 数据中心

为一个建筑群、建筑物或建筑物中的一个部分，主要用于容纳设置计算机房及其支持空间。

2.2 机柜

用于承载服务器、存储和网络等 IT 设备，或用于引入线路进行线缆端接的封闭式装置。一般由框架、前后门及侧板组成。

2.3 机架

用于承载服务器、存储和网络等 IT 设备，或装有配线与网络设备，引入线路进行线缆端接的开放式框架装置。

2.4 0U 安装

不占用机柜安装角轨安装空间的安装方式，确保安装角轨的垂直安装高度可以被其它设备所利用

2.5 主配线区

计算机房内设置主交叉连接设施的空间。

2.6 中间配线区

计算机房内设置中间交叉连接设施的空间。

2.7 水平配线区

计算机房内设置水平交叉连接设施的空间。

2.8 设备配线区

计算机房内由设备机架或机柜占用的空间。

2.9 区域配线区

计算机房内设置区域插座或集合点配线设施的空间。

2.10 进线间

外部线缆引入和电信业务经营者安装通信设施的空间。

2.11 次进线间

作为主进线间的扩充与备份。要求电信业务经营者的外部线路从不同路由和入口进入次进线间。当主进线间的空间不够用或计算机房需要设置独立的进线空间时增加次进线间。

2.12 预连接系统

由工厂预先定制的固定长度的光缆或铜缆连接系统，包含多芯/根线缆，多个模块化插座/插头或单个多芯数接头组成。

2.13 英文缩写

MDA	主配线区
IDA	中间配线区
HDA	水平配线区
EDA	设备配线区
ZDA	区域配线区
MC	主交叉连接
IC	中间交叉连接
HC	水平交叉连接
KVM	键盘鼠标显示
KBG	扣压式镀锌薄壁电线管
JDG	紧定式镀锌薄壁电线管
PDU	电源分配器
TBB	接地主干导线
TGB	局部等电位联结端子板
TMGB	总等电位联结端子板
MCBN	共用等电位接地网络
PUE	Power Usage Effectiveness 的简写，是评价数据中心能源效率的指标，是数据中心消耗的所有能源与 IT 负载使用的能源之比， $PUE = \text{数据中心总设备能耗} / \text{IT 设备能耗}$ ，PUE 是一个比率，基准是 2，越接近 1 表明能效水平越好

3 系统概述

3.1 数据中心

3.1.1. 数据中心的定义

数据中心可以由一个建筑群、建筑物或建筑物的一个部分组成，在通常情况下它由计算机房和支持空间组成，是电子信息的存储、加工和流转中心。数据中心内放置核心的数据处理设备，是企事业单位的信息中枢。数据中心的建立是为了全面、集中、主动并有效地管理和优化 IT 基础架构，实现信息系统高水平的可管理性、可用性、可靠性和可扩展性，保障业务的顺畅运行和服务的及时性。

建设一个完整的、符合现在及将来要求的高标准数据中心，应满足以下功能要求：

- 1) 需要一个满足进行数据计算、数据存储和安全联网设备安装的地方；
- 2) 为所有设备运转提供所需的保障电力；
- 3) 在满足设备技术参数要求下，为设备运转提供一个温度受控的环境；
- 4) 为所有数据中心内部和外部的设备提供安全可靠的网络连接；
- 5) 不会对周边环境产生各种各样的危害；
- 6) 具有足够坚固的安全防范设施和防灾设施。

以多种类型的数据中心来满足具体的业务要求。两种最常见的类型是公司/企业数据中心和托管/互联网数据中心。

企业数据中心由具有独立法人资格的公司、机构或政府机构拥有和运营。这些数据中心为其自己的机构提供支持内网、互联网的数据处理和面向 Web 的服务。维护由内部 IT 部门进行。

托管/互联网数据中心由电信业务经营者、互联网服务提供商和商业运营商拥有和运营。他们提供通过互联网连接访问的外包信息技术（IT）服务。他们提供互联网接入、Web 或应用托管、主机代管及受控服务器和存储网络。

3.1.2. 数据中心的组成

对于一个完整的数据中心而言，它包含各种类型的功能区域。例如：主机区、服务器区、存储区、网络区及控制室、操作员室、测试机房、设备间、电信间、进线间、资料室、备品备件室、办公室、会议室、休息室等等。

数据中心从功能上可以分为计算机房和其它支持空间。

计算机房主要用于电子信息处理、存储、交换和传输的设备安装、运行和维

护的建筑空间，包括服务器机房、网络机房、存储机房等功能区域，分别安装有服务器设备（也可以是主机或小型机）、存储区域网络（SAN）和网络连接存储（NAS）设备、磁带备份系统、网络交换机，以及机柜/机架、线缆、配线设备和走线通道等。

支持空间是计算机房外部专用于支持数据中心运行的设施安装和工作的空间，包括进线间、电信间、行政管理区、辅助区和支持区，如图 1 所示。

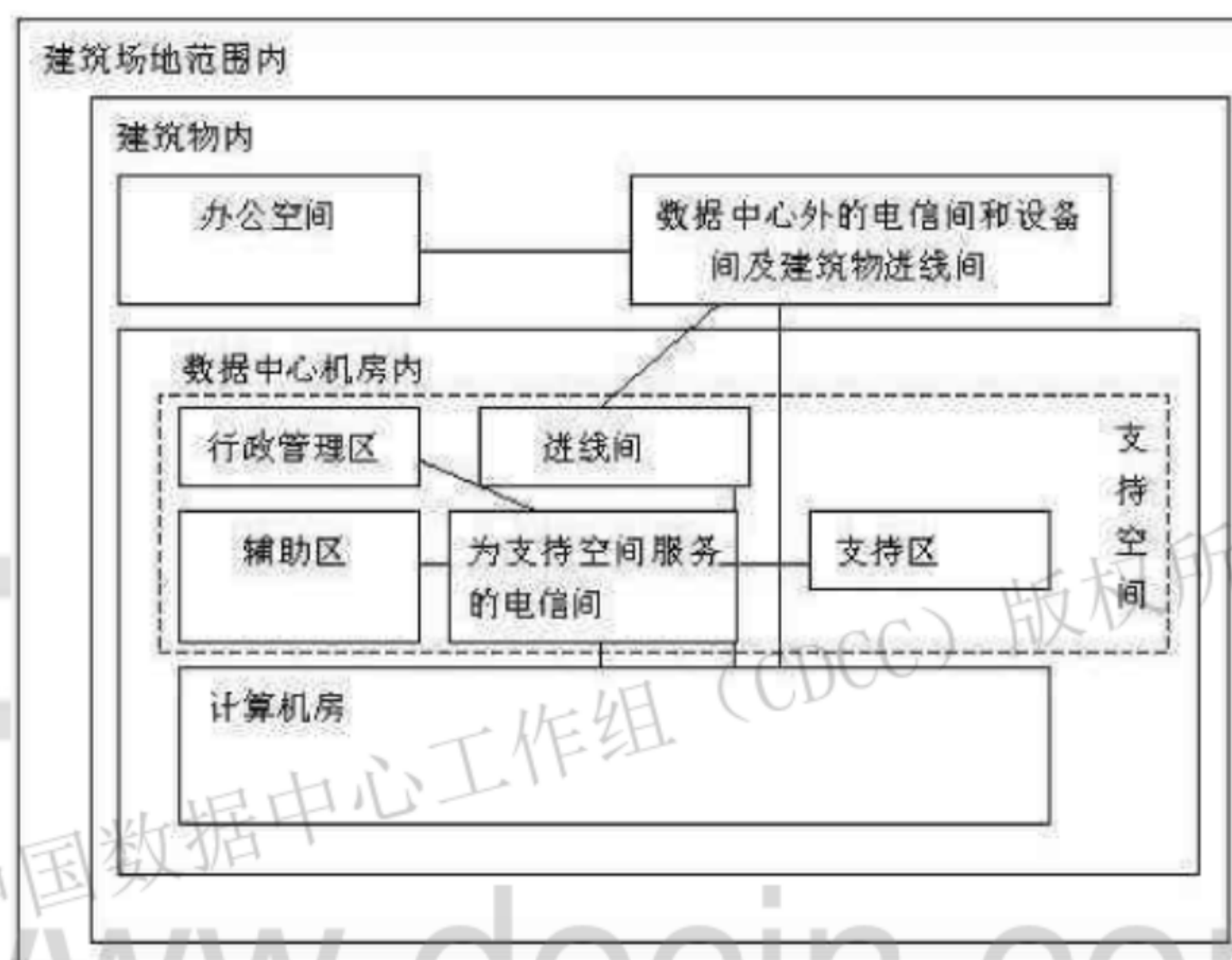


图 1：数据中心构成

3.1.3. 数据中心的等级和分类

(1) 按照中国标准 GB50174-2008《电子信息系统机房设计规范》，数据中心可根据使用性质、管理要求及由于场地设备故障导致电子信息系统运行中断在经济和社会上造成的损失或影响程度，分为 A、B、C 三级。

A 级为容错型，在系统需要运行期间，其场地设备不应因操作失误、设备故障、外电源中断、维护和检修而导致电子信息系统运行中断。

B 级为冗余型，在系统需要运行期间，其场地设备在冗余能力范围内，不应因设备故障而导致电子信息系统运行中断。

C 级为基本型，在场地设备正常运行情况下，应保证电子信息系统运行不中断。

(2) 国外 TIA942 按照数据中心支持的正常运行时间，将数据中心分为 4 个等级。不同的等级，数据中心内的设施要求也不同，级别越高要求越严格。1 级为最基本配置，没有冗余；4 级则提供了最高等级的故障容错率。在 4 个不同等级的定义中，包含了对建筑结构、电气、接地、防火保护及电信基础设施安全性等的不同要求。表 3.1.3—1 列出了 TIA942 标准数据中心等级的可用性指标。

表 3.1.3-1 TIA942 标准不同等级数据中心的可用性指标

	一级	二级	三级	四级
可用性	99.671%	99.749%	99.982%	99.995%
年宕机时间	28.8 小时	22.0 小时	1.6 小时	0.4 小时

(3) 通过对数据中心的可用性 & 冗余数量的比较，我们在国内外标准中所描述的不同等级的数据中心之间建立了一个可参考的对应关系，见下表内容。

表 3.1.3-2 国内外数据中心分级对应关系

GB50174	TIA942	性能要求
A 级	四级	场地设施按容错系统配置，在系统运行期间，场地设施不应因操作失误、设备故障、外电源中断、维护和检修而导致电子信息系统运行中断
	三级	场地设施按同时可维修需求配置，系统能够进行计划的运行，而不会导致电子信息系统运行中断
B 级	二级	场地设施按冗余要求配置，在系统运行期间，场地设施在冗余范围内，不应因设备故障而导致电子信息系统运行中断
C 级	一级	场地设施按基本需求配置，在场地设施正常运行情况下，应保证电子信息系统运行不中断

3.2 机柜系统

3.2.1. 机柜系统的组成

机柜及开放式机架

一般常用附件

柜间走线系统

末端配电系统

气流再分配系统

物理安全系统

柜内补充照明

机柜资产管理系统

机架机柜标示系统

3.2.2. 机柜的分类

(1) 服务器机柜

1) 定义：特指一类主要用于堆放深度深，热密度大，自重大的设备的机柜，并且被堆放设备的线缆出线一般在设备的后侧。堆放的最常见的典型设备如机架式服务器，机架式存储设备等。

2) 特点：此类机柜的承重高，散热好，一般配 2 路供电的 0U 安装的 PDU，PDU 单路模块的数量一般大于 10，机柜后部有良好的垂直线缆管理。

3) 典型尺寸，宽度一般在 560~800mm 之间，以 600mm 左右及 700mm 左右最为常见，可以根据客户要求订制宽度达 1000mm；深度一般在 1000~1300mm 之间，以 1000mm 以上最为常见，如每个机柜在堆放的服务器在 10 台以上，为保证后部走线空间，建议使用深度在 1100mm 及以上的机柜；安装高度一般在 24~47U 之间，以 42U 最为常见。

4) 柜门形式：前门常见的是单开网孔前门；后门常见的是双开网孔后门；开孔率：大于等于 55%。开孔区域：开孔区宽度 $\geq 450\text{mm}$ ，开孔区高度 $\geq$ 机柜 U 数 $\times 44.5\text{mm}$ 。

5) 承重要求：静载 $\geq 800\text{KG}$ （对于普通机柜，不建议机柜在装有设备时移动）。

(2) 网络机柜

1) 定义：特指一类主要用于堆放自重大，数据线缆出线在前侧的设备的机柜。堆放的最常见的典型设备如中型或大型网络交换机，路由器等。

2) 特点：此类机柜的承重高，一般配 2 根单路供电的水平安装的机架式 PDU，PDU 单路模块数量一般为 6~9，并有 2 个及以上 16A 模块，大于 16A 需要采用工业连接器，机柜前部有良好的垂直线缆管理。

3) 典型尺寸：宽度一般在 600~800mm 之间，以 700mm 及以上最为常见；深度一般在 800~1300mm 之间，以与同机房的服务器机柜等长最为常见；安装高度一般在 24~47U 之间，以 42U 最为常见。

4) 柜门形式：前门常见的是单开网孔前门；后门常见的是双开网孔后门；开孔率：大于等于 55%；开孔区域：开孔区宽度 $\geq 450\text{mm}$ ，开孔区高度 $\geq$ 机柜 U 数 $\times 44.5\text{mm}$ 。

5) 承重要求：静载 $\geq 800\text{KG}$ （对于普通机柜，不建议机柜在装有设备时移动）。

（3） 布线机柜

1) 定义：特指一类主要用于堆放自重小，热密度低，数据线缆出线在前侧的设备，并有大量跳线的机柜。堆放的最常见的典型设备如小型网络交换机，配线架，水平理线器等。

2) 特点：此类机柜的承重不高，一般配 1~2 根单路供电的水平安装的机架式 PDU，PDU 单路模块数量一般为 6~9，机柜前部有良好的垂直线缆管理。

3) 典型尺寸：宽度一般在 600~1000mm 之间，以 800mm 最为常见，深度一般在 600~900mm 之间，以 800mm 最为常见；安装高度一般在 24U~47U，以 42U 最为常见。

4) 柜门形式：前门常见单开玻璃前门或网孔门；后门常见的是单开或双开钢板后门；开孔率无要求，一般在机柜后门预留开孔区。

5) 承重要求：静载 $\geq 500\text{KG}$ （对于普通机柜，不建议机柜在装有设备时移动）。

3.2.3. 机柜的组成

（1） 机柜的结构介绍

1) 框架结构形式分独立式框架结构、组合式框架结构（如图 2、图 3 所示）。



独立式框架



组合式框架

图 3.2.3-1: 独立式框架结构

图 3.2.3-2: 组合式框架结构

2) 立柱和安装角轨的组成形式分立柱和安装角轨各自独立、立柱和安装角轨一体式、混合式（如图 3.2.3-3、图 3.2.3-4、图 3.2.3-5 所示）。



独立式

图 3.2.3-3: 立柱和安装角轨独立式



一体式

图 3.2.3-4: 立柱和安装角轨一体式



混合式

图 3.2.3-5: 立柱和安装角轨混合式

3) 立柱形式的特别说明：有部分厂商提供包边滚压成型的立柱，一般使用 1.5mm 以下的冷轧钢板做材质，这是一种立柱生产工艺方式，本身不代表先进或不先进。这种型材的有利于机柜厂商的不同用途的机柜使用共同的立柱形式，来减少立柱种类，降低库存。但不利于某一专门用途的机柜。因为为了保持通用，则必须牺牲一些针对性。

4) 网孔门开孔率定义和计算方法：开孔率是指网孔门的开孔区，开孔的面积占整个开孔区的百分比。计算方法如下：在开孔区任取 $200 \times 200\text{mm}$ 面积的区域， $\text{开孔率} = \frac{\text{开孔面积}(\text{mm}^2)}{200 \times 200(\text{mm}^2)} \times 100\%$ （如图 3.2.3-6

所示)。

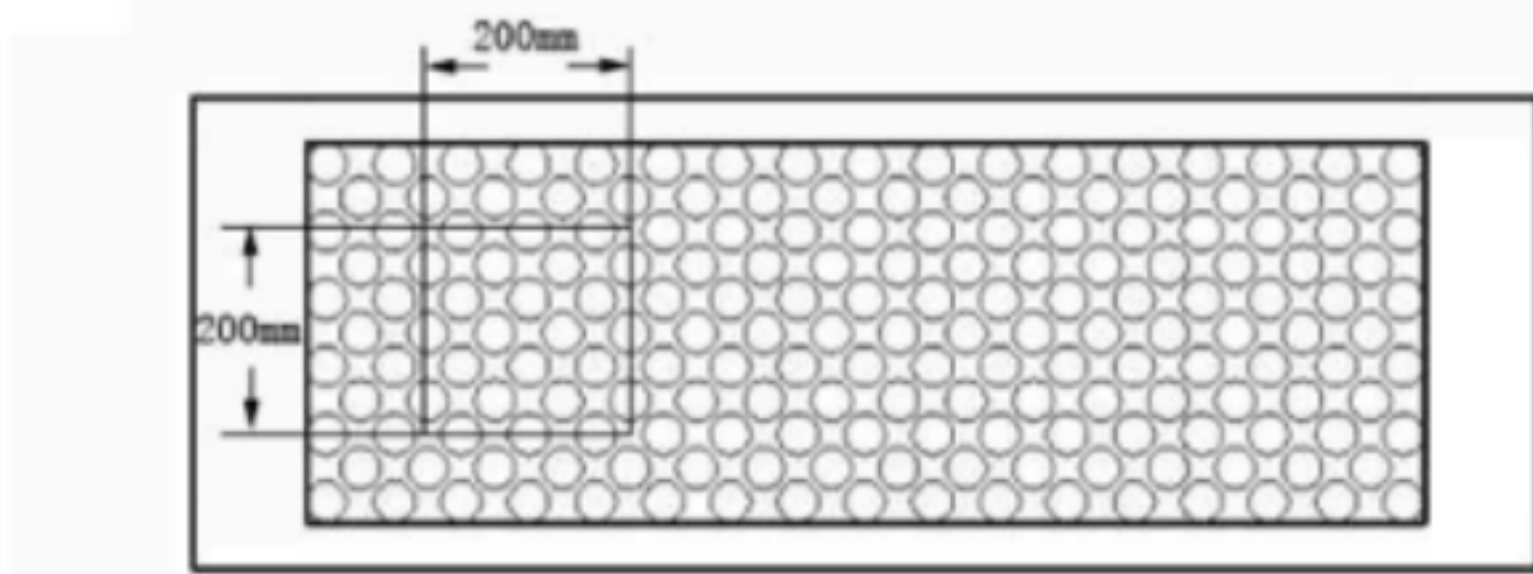


图 3.2.3-6：开孔率示意图

5) 机柜外观高度和安装 U 数的一般对应关系，见表 3.2.3-7

机柜外观高度和安装 U 数的一般对应关系		
机柜外观高度	机柜最小安装 U 数	机柜最小安装高度 (mm)
2.6M	54	2403
2.4M	50	2225
2.2M	47	2092
2.0M	42	1869
1.8M	38	1691
1.75M	36	1602
1.2M	24	1068

注：表中高度不含底轮和水平调节角的高度

(2) 柜内垂直走线系统

1) 定义：特指机柜内部的左右两侧和开放式机架的两侧，用于线缆通过，整理，分配，固定和隐藏的套件，也可以安装 0U 配线架。由于服务器及存储设备的数据线和电源线绝大部分都是从设备的后部出线，所以服务器机柜的垂直走线系统一般置于机柜的后部，同时由于服务器机柜内的双电源有源设备的密度可能会较高，所以电源线缆会比较多，所以服务器机柜在强调弱电垂直走线的同时，还强调强电走线。对于网络，布线机柜，一般其中摆放的网络，布线设备，其数据出线大部分是在机柜的前侧，所以网络，布线机柜的垂直一般前置，左右对称设立，皆为弱电线缆使用。又由于，机柜

内的有源设备的密度较低，布线机柜后部又有大量线缆，故一般不设立的强电线槽。

2) 分类：服务器机柜弱电垂直走线系统，这是机柜系统中逐渐被重视的一个子模块，一个好的弱电走线系统，应达到如下要求：便于线缆的维护和更换，便于线缆的分配和标示，节省机柜空间，美观。一个独立的垂直线槽是最基本的配置，好的系统，还设计有丰富的附件用于，线缆的遮蔽，分配，标示，缠绕，固定，保护。更高级系统还可结合布线系统的模块；服务器机柜强电垂直走线系统，一个好的强电走线系统，应达到如下要求：便于线缆的分配和标示，节省机柜空间，美观。一个独立的垂直线槽是最基本的配置，好的系统，还设计有丰富的附件用于，线缆的遮蔽，分配，标示，缠绕，固定，保护。更高级系统还可以和 PDU 设计成一个整体。网络，布线机柜弱电垂直走线系统，两个独立的垂直线槽是最基本的配置，好的系统，还设计有丰富的附件用于，线缆的遮蔽，分配，标示，缠绕，固定，保护。网络，布线机柜前部的弱电垂直走线系统建议包含垂直分布的梳状理线板，理线板的高度应接近或等于机柜安装 U 数，理线板的开口或分叉应在 1U 之间，并能满足至少 12 根铜缆的出入。如使用方使用每 U48 线的高密度配线架，则理线板的开口或分叉应能满足至少 24 根铜缆的出入。无论是服务器机柜弱电垂直走线系统还是网络，布线机柜弱电垂直走线系统，在垂直方向都应分布一些扎线的附件或开孔，一般与垂直走线的捆扎或固定。

3.2.4. 开放式机架

(1) 定义：特指一类框架式承载体，用于 IT 设备和线缆的承载，无前后门，无侧板，相较于机柜呈一种开放式的结构，开放式机架，分为二立柱和四立柱两种，由于其开放的结构，给安装和维护管理带来良好的便捷性，尤其是布局并排的开放式机架，可较大提高机房的美观程度。开放式机架，尤其是二柱式机架占用空间较小，空间利用率较高。开放式机架宜配备理线套件来管理线缆和跳线的固定和穿越，理线套件宜根据线缆的不同密度而具备多种规格，包括垂直线缆管理器、水平线缆管理器，水平过线槽，绕线轴等等。

(2) 优点：既经济又方便设备的进出和理线。

(3) 缺点：由于没有前后门的阻隔和遮蔽，安全性比机柜稍低。

3.2.5. 一般常用附件

(1) 键盘抽屉，显示器托架，显示器面板，1U 键鼠显示器套件。

1) 键盘抽屉：在机柜或机架中，用于承载键盘，使用时可被抽出，以便操作。现在通常和显示器托架做成一体，以节省空间；

2) 显示器托架：用于承载显示器；

3) 1U 键鼠显示器套件：是一种紧凑型的装置，在 1U 空间中集成了 LCD 屏，键盘，轨迹球或触摸板。也有些厂商，在此套件后部集成 KVM。

(2) 轻承载板, 重承载板, L 型承重支架。

1) 承板：在机柜和机架中，用于承载各种设备，根据承重不同，分轻载和重载；

2) L 型承重支架：左右各一件，在机柜和机架中，主要用于承载各种机架式设备, 起类似承板的作用，是一种经济的承载方式，由于左右支架互不连接，所以一般用 2.0mm 以上的冷轧钢板以保证强度；

3) 盲板：安装于机柜前左右安装角轨上，用于遮蔽未上架的部分。一般盲板的高度按 U 的高度的倍数来做。在冷，热池隔离的环境中，盲板还起到阻隔冷，热气流的的重要作用。

(3) 底轮, 水平调节脚, 底座。

1) 机柜底部可以安装底轮和水平调节脚，用于机柜的移动和定位，如果只安装底轮而不安装水平调节脚，会造成机柜不受控的移动，非常不安全，故一般要安装水平调节脚。由于，数据中心的机柜很少需要移动，所以一般不需要安装底轮。另外，由于底轮和水平调节脚是点着地，与机柜底板着地比，压强要大几十倍，所以容易损坏地板。故一般不推荐使用底轮和水平调节脚；

2) 底座：机柜底座是用来连接机柜底框和机房水泥地板的连接结构，其具体尺寸，要根据机房的实际情况来设计生产，主要和两个参数有关，一是水泥地板的实际情况；二是水泥地板离静电地板的距离。常常，由施工单位来生产；

3) 风扇套件：顶置风扇套件，一般装在机柜的顶部，供高热密度机柜作顶部补充出风用。另外也常用于非网孔后门补充出风用。常规热密度机柜由于散热路径主要为前进风后出风，一般已无需配此套件。风扇是机柜系统中罕见的有机械磨损的部件，故选择此套件时要明确保用时间，要求高的业主一般需要保用 4~10 万小时的风扇；当然这些风扇相当昂贵。垂直风扇套件：装在机柜的前后门，供补充机柜冷却用。装在前门内侧，一般是向机柜内侧补充送风，装在后门内侧，一般是向机柜外侧补充排风。在选用垂直风扇套件时，要考虑以下两点：一是，垂直风扇套件的标称风量和设备的标称

风量是否匹配，一般前者要大于后者；二是，垂直风扇套件的风扇最好是冗余设置，以便有个别风扇出现故障时，套件还能正常工作。

(4) 机柜系统接地是整个机柜内所有接地装置的汇流点，为机柜内所有需要接地保护的设备、屏蔽布线系统、人员操作安全等提供了电荷释放的途径。

1) 机柜系统接地应包括独立的接地汇流铜排或接地点和连接到机房接地网的接地导线。机柜内汇流铜排可采用垂直 42U 接地汇流铜排，或水平 19 英寸接地汇流铜排；接地点可采用 M8 的接地螺栓，也有用 M5 或 M6 的接地螺栓，机柜至接地网的接地导线，应是两端带铜鼻子的可靠接地连接线，也可以是单端带铜鼻子并且对端在接地网并连的方式。机柜至地板下接地网络的连接，建议采用接地并连器，做到对接地网母线的免破坏的安装，并做到对机房地面的免破坏安装。地板下接地网的安装，建议利用静电地板立柱的固定方式，尽量做到不破坏机房地面。机柜系统的接地，还应做到，机柜前，后门，机柜的侧板，机柜的安装角轨，机柜的框架和机柜的接地点或机柜的汇流排用 2.5 平方毫米的接地线连接，接地线的两端需用接线端子。考虑到前后门，侧板和安装角轨都是可移动或可拆卸的组件，这一侧的接线端子需用可快速插拔的接线端子。如果接地点是直接焊接在框架上的，那么接地点和框架就无需再用接地线连接了。考虑到目前国内此方面的做法不太统一，建议使用方在需求清单中逐列明上述接地要求；

2) 设备接地：设备接地是指机柜内的有源设备金属外壳与机柜内接地汇流铜排的可靠连接。设备接地应采用两端带铜鼻子的专用接地导线，可由设备自带，或由机柜系统提供；

3) 综合布线屏蔽接地：综合布线屏蔽接地是指铜缆布线链路的屏蔽层与机柜接地系统的可靠连接，通常需要先与金属配线架接地，然后金属配线架通过两端带铜鼻子的接地导线与机柜内的接地汇流铜排进行可靠连接。屏蔽铜缆布线链路的接地是为了有效的将电缆屏蔽层感应电荷快速的通过机柜接地系统进行释放，从而保障链路性能。因此对于屏蔽布线系统，要求机柜必须具备完整的接地；为了保证机柜的导轨的电气连续性，建议使用跳线将机柜的前后角轨相连。在机柜后部左右两侧各安装与机柜安装高度相同的接地条，以方便机架上设备的接地连接。通常安装在机柜后部立柱角轨的一侧。应当安装接等电位地排，以充当至共用等电位接地网络的汇集点。接地排根据共用等电位接地网络的位置，可安装在机架的顶部或底部。接地排和共用等电位接地网络的连接使用 6 AWG 的接地线缆。线缆一端为带双孔铜接地端子，通过螺丝固定在接地排。另一段则用压接装置与共用等电位接地网

络压接在一起。在机柜正面立柱和背面立柱距离地板 1.21m 高度分别安装静电释放保护端口。静电释放保护端口正上方安装相应标识。背面立柱的 ESD 保护端口直接安装在接地条上。

(5) 柜内前后走线

1) 对于服务器机柜,主要是考虑在机柜两侧的垂直理线通道或水平理线器的背板上,应具有合适的开口,以方便少量跳线在机柜内的前后走线;

2) 对于网络布线机柜,主要是考虑在机柜两侧的垂直理线器的背板上或水平理线器的背板上,应具有合适的开口,以方便跳线在机柜内的前后走线。这种情况下,通常建议通过垂直理线器的前后走线通道,尽量不要通过水平理线器的背板进行前后走线,这主要是考虑到对跳线弯曲半径的控制;

(6) 水平线缆管理器主要用于管理本机架机柜配线架与设备之间的连接跳线,可分有 1U 和 2U,金属和非金属,单面和双面,有盖和无盖,双向开启和单向开启等不同结构组合,线缆应可以从左右、上下和前后出入并加以管理。水平线缆管理器可分为一般密度管理和高密度管理,按铜光不同系统分为铜缆管理器和光缆管理器。

3.2.6. 柜间走线系统

(1) 柜间水平走线系统(强电,弱电)

1) 主要用于机柜间的强电走线和弱电走线的互联互通,一般分成同排机柜间的走线系统和排间走线系统。同排机柜间的走线系统常常做成和机柜等宽实现模块化,相邻模块之间用连接件相互连接,并连接上地线。也可做成完整一体的,但会给以后的机柜变更带来不便;

2) 此系统赋予了机柜水平走线的功能,是机柜走向机柜系统的重要特征,此系统在加上同排机柜的布线列头柜和配电列头柜,可以让机房建设走向模块化,让机柜系统以排为单位来建设;相较于传统的下走线,此系统的运用更方便工作人员日后的线缆的维护和变更,也更方便机房建设人员控制施工质量和施工进度。是机房建设向集成化,预制化和产品化方向发展的重要进步之一;

3) 柜间走线,要注意两个问题,一是平行的强弱电线槽之间的距离,具体可参考“热点分析”中的相关论述;二是要线缆从机柜垂直向上走,到柜间线槽改成水平方向走,中间过渡的 R 角的大小,一般此 R 角推荐要达到弱电线缆直径的 8~10 倍。要保证此 R 角, R 角的过渡区要和水平走线分开,

也可以通过安装 R 角过渡附件来保证。这一点，对保护光纤布线中的尾纤特别重要。

（2） 走线接地

按机房设计要求，所有桥架应互联互通，可靠接地。由于柜顶水平走线系统的构件一般要求做成和机柜一样的涂装，所以其表面一般是不导电的。为了保证系统各各构件间的互联互通，必须作走线系统的接地。

（3） 水平过线槽主要用于容纳本机架机柜的单边走线需求和并排机架机柜之间的 线缆穿越管理，可分别安装在机架机柜的上部、中部或下部，设计时视不同安装设备和不同线缆密度确定其安装位置和安装规格。当采用角型配线架时应配备水平过线槽管理线缆。

3.2.7. 末端配电系统

（1） 柜用配电系统

1) 0U 安装的 PDU(主要是服务器机柜用)：每个服务器机柜以配置单根双路供电或配置两个单根单路的 0U 安装的 PDU 较为常见，目前数据中心，也有每个服务器机柜要求 3 路供电的需求；输入电流以 16~32A 较为常见；插座模块形式，按国家标准，推荐使用国标三扁 10A，16A 模块和国标两扁模块，可以使用 IEC320 C13 10A，C19 16A 模块。模块数量，一般根据机柜中计划安装设备的数量来定，一般每路在十口以上。

2) 机架式安装 PDU(主要用于网络和布线机柜,常水平安装)：在 PDU 安装方式上需符合 19" 安装规范，常有 PDU 厚度做成 1U 的，也可以做成其他厚度，每个网络机柜以配置单根双路供电或配置两个单根单路的机架式 PDU 较为常见，每个布线机柜以配置单根单路的机架式 PDU 较为常见；输入电流以 16A-32A 较为常见；插座模块形式，按国家标准，推荐使用国标三扁 10A，16A 模块和国标两扁模块，可以使用 IEC320 C13 10A，C19 16A 模块。模块数量，一般每路 8 口左右。

3) 大电流柜用 PDU (主要用于大电流设备的供电)：模块形式，常用 IEC60309 系列的插座。

4) PDU 的电源引出线:标称电流 16A 的建议使用 $3 \times 2.5\text{mm}^2$ 的三芯电缆，标称电流 32A 的建议使用 $3 \times 4\text{mm}^2$ 的三芯电缆。电源引出线的长度需根据实际使用情况在需求清单中详细列明。电源引出线的连接，分两部分。一部分是 PDU 和电源引出线的连接，另一部分是电源引出线和配电柜的连接。对于第一部分推荐使用 PDU 和电源引出线可分离的方式，而且最好使用接线端子

的连接方式，这样就可以做到配电柜和 PDU 直连，一减少故障点，二成本较低。对于第二部分，如是 PDU 电源引出线固定的情况下，则在需求清单中根据实际使用情况，必须列明连接方式和产品提供方和施工方负责的界面。

5) PDU 的壳体材料基本不推荐使用塑料或高分子材料壳体，建议使用金属壳体；从电磁屏蔽和磁屏蔽的角度看，钢材比铝型材具有一定的优势；尤其要注意的是 PDU 壳体必须可靠接地，壳体表面必须有接地点和机柜的接地点或汇流排用接地线连接。

6) 除有特殊的要求，一般不建议在 PDU 侧加装开关以免日常维护时的误操作，如需加装开关，建议使用微型断路器而非可靠性较低的普通开关，开关的标称断开电流应大于 PDU 的标称电流。在 PDU 侧加装工作状态指示灯是推荐的做法。

7) 使用方可根据实际使用要求，增加 PDU 侧的电流监控和电能监控，如在 PDU 侧加装了监控，那么在配电列头柜侧则无需加装分回路的相同功能的监控了。

8) 如无特殊要求一般不建议在 PDU 侧加装末端防浪涌装置，推荐在配电列头柜的主回路上统一加装末端防浪涌装置。

(2) 列间配电系统

1) 配电列头柜：通常被置于一排机柜的顶端和末端，负责本排机柜的或相邻机柜的配电，一般此列头柜的使用同排机柜相似的外形和结构，配电列头的优点是，机柜系统的用户在机柜级配电有更大的灵活性，便于机柜配电的变更作业；

2) 配电列头柜建议使用集成式三相仪表来统一显示本回路的各相电流和电压以替代每回路三个电流表，一个电压表和换向开关的方式。有统一管理需求的使用方可要求使用带通讯功能的智能仪表或专业的用于电能监控的系统。带本地显示的电能监控系统 and 智能仪表，很多功能是重复的，使用方可根据实际使用要求选用。在选用计量或监控功能产品时，应明确列明计量精度等级。在选用短路器开关状态显示或故障报警的功能是，使用方宜列明用断路器厂家辅助触点方式配合电能监控方式还是用电能监控系统的纯软件模拟方式；

3) 配电列头柜宜加装末端防浪涌装置以提高对设备的浪涌保护，如对零地电压有较高要求的时候，可以加装隔离变压器；

4) 对于采用上走线的数据中心，建议在配电列头柜中每主回路预留至少 3 个 32A 备用插座，每相一个，以便日后增加大电流设备和增加分回路；

5) 母排系统可以在很大程度上替代配电列头柜的作用，并可以提供每排机柜供电上的更大的灵活性，同时可以为机柜排减少一个机柜的空间，是一个值得推荐的方式。考虑到数据中心可靠性和美观性的要求，建议使用专为数据中心末端配电设计的母排系统而非常规建筑领域使用的母排系统。

3.2.8. 气流再分配系统

(1) 机柜系统的气流再分配系统，主要达成如下目的：

- 1) 通过隔绝冷热气流的混合，来提高机柜区的制冷效率和实际制冷能力；
- 2) 通过调整特定机柜的送风量和送排风方式，来调整这些机柜的实际制冷能力和制冷效率。

(2) 机柜系统的气流再分配系统的设计和实施，要注意：

- 1) 是否符合消防要求；
- 2) 是否给人身安全带来额外的隐患；
- 3) 是否和影响原先的机房空间分布，给设备的进出带来不利；
- 4) 对于加了顶的通道，是否便于清洗和维护；
- 5) 与机柜系统的整体性如何，美观性如何。

(3) 冷池隔离系统

- 1) 是机柜系统节能常用的系统，主要做法是，相邻机柜排，机柜前门对前门形成冷通道，并把冷通道的两头和顶部封闭起来，机柜中未置设备部分，用盲板封闭。对于，低层高的机房和高层高的机房有不同的方案，如图 3.2.8-1、图 3.2.8-2 所示，其中低层高的方案需结合空调回风方式的配合；

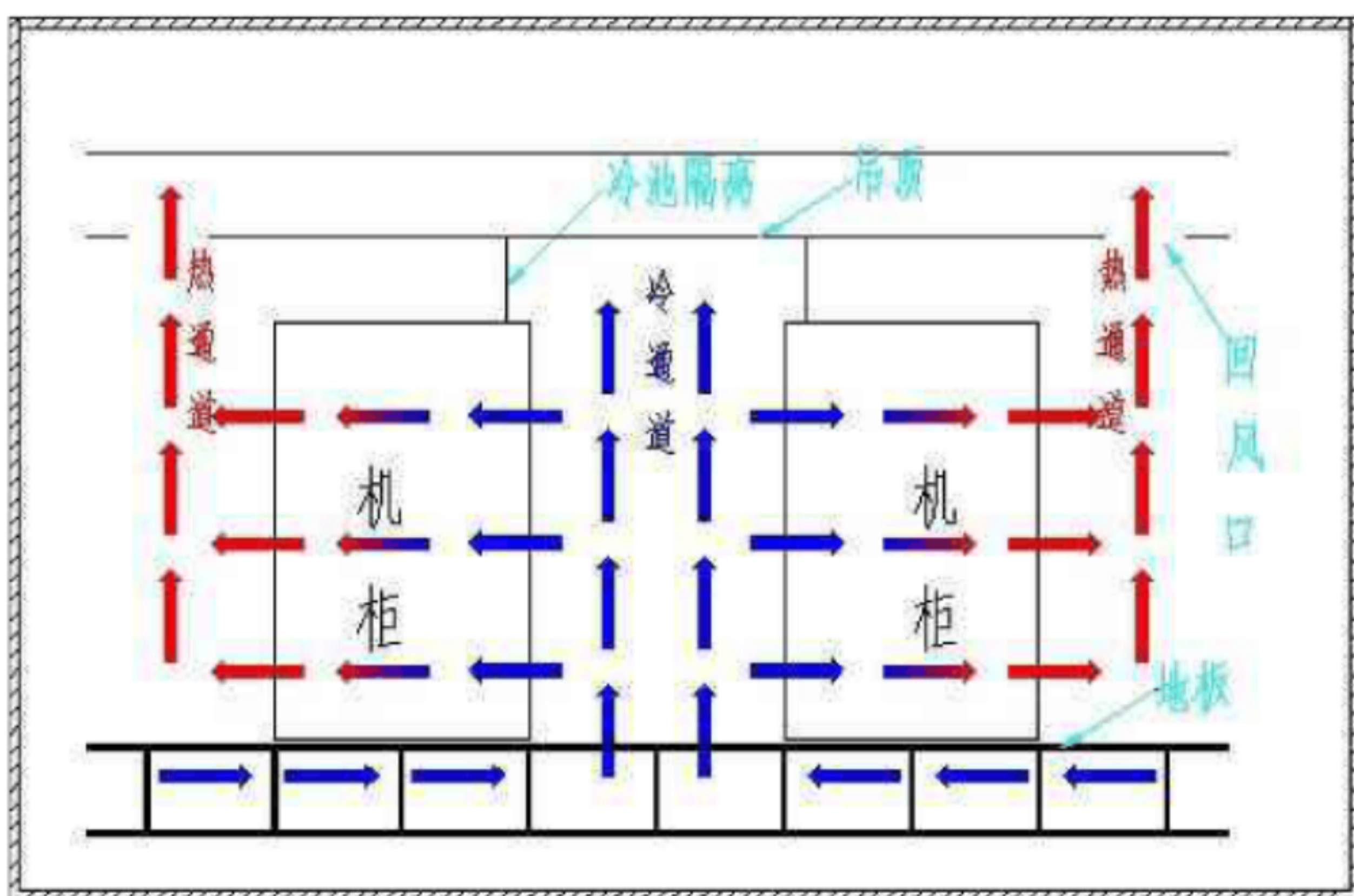


图 3.2.8-1: 冷池隔离系统_低层高示意图

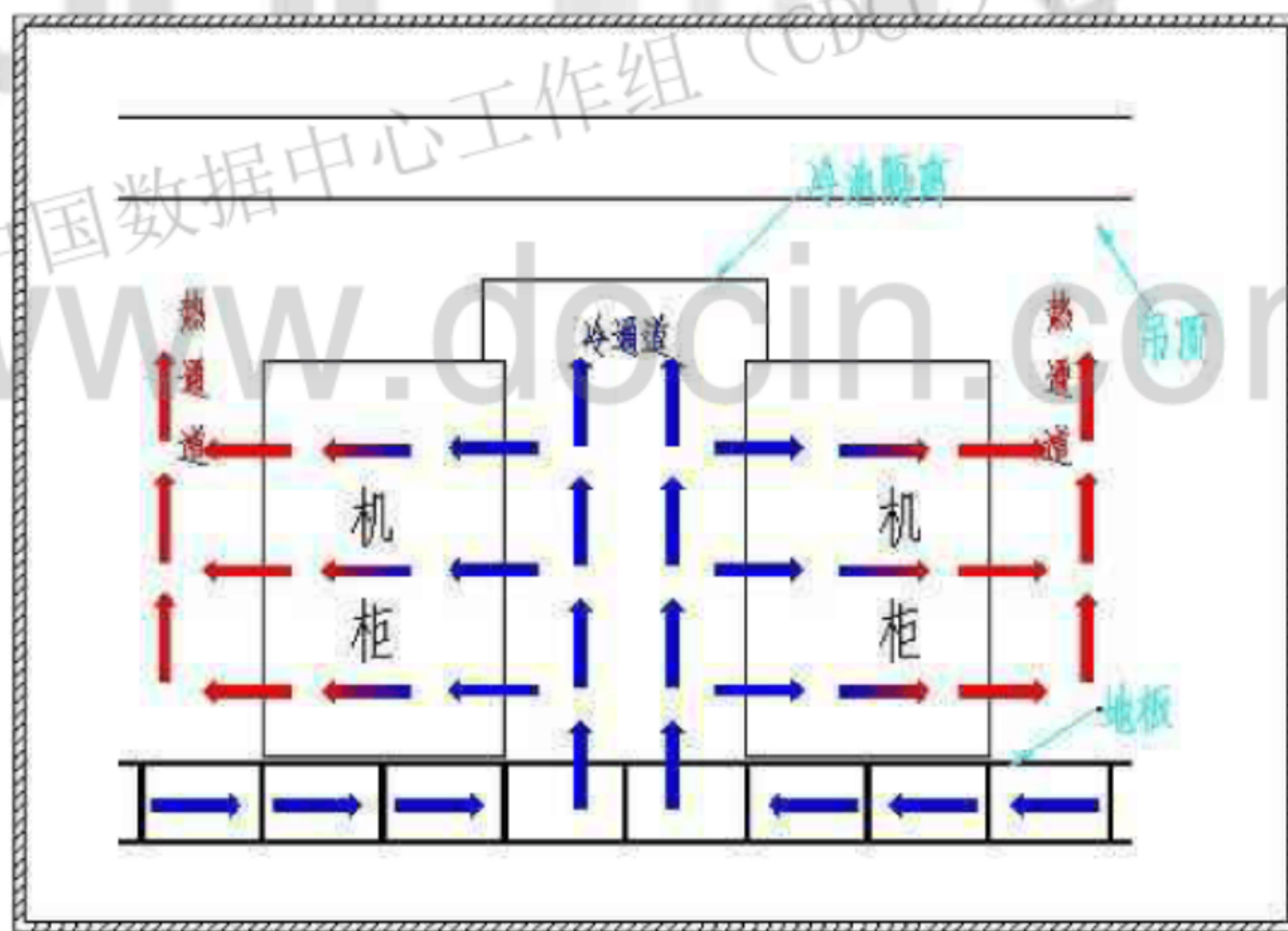


图 3.2.8-2: 冷池隔离系统_高层高示意图

2) 冷池隔离系统，有助于形成一个温度较低的冷通道，和一个温度较高的机房，这样可以显著减少机房泄冷量，提高空调回风温度。有较明显的节能效果；

3) 在选用冷池隔离系统的时候，需对空调作冗余的设计，以确保在某台空调出故障的时候仍能保持机房的制冷。

(4) 热池隔离系统

1) 是机柜系统节能常用的系统，主要做法是，相邻机柜排，机柜后门对后门形成热通道，并把热通道的两头和顶部封闭起来，机柜中未置设备部分，用盲板封闭（如图 3.2.8-3 所示）；

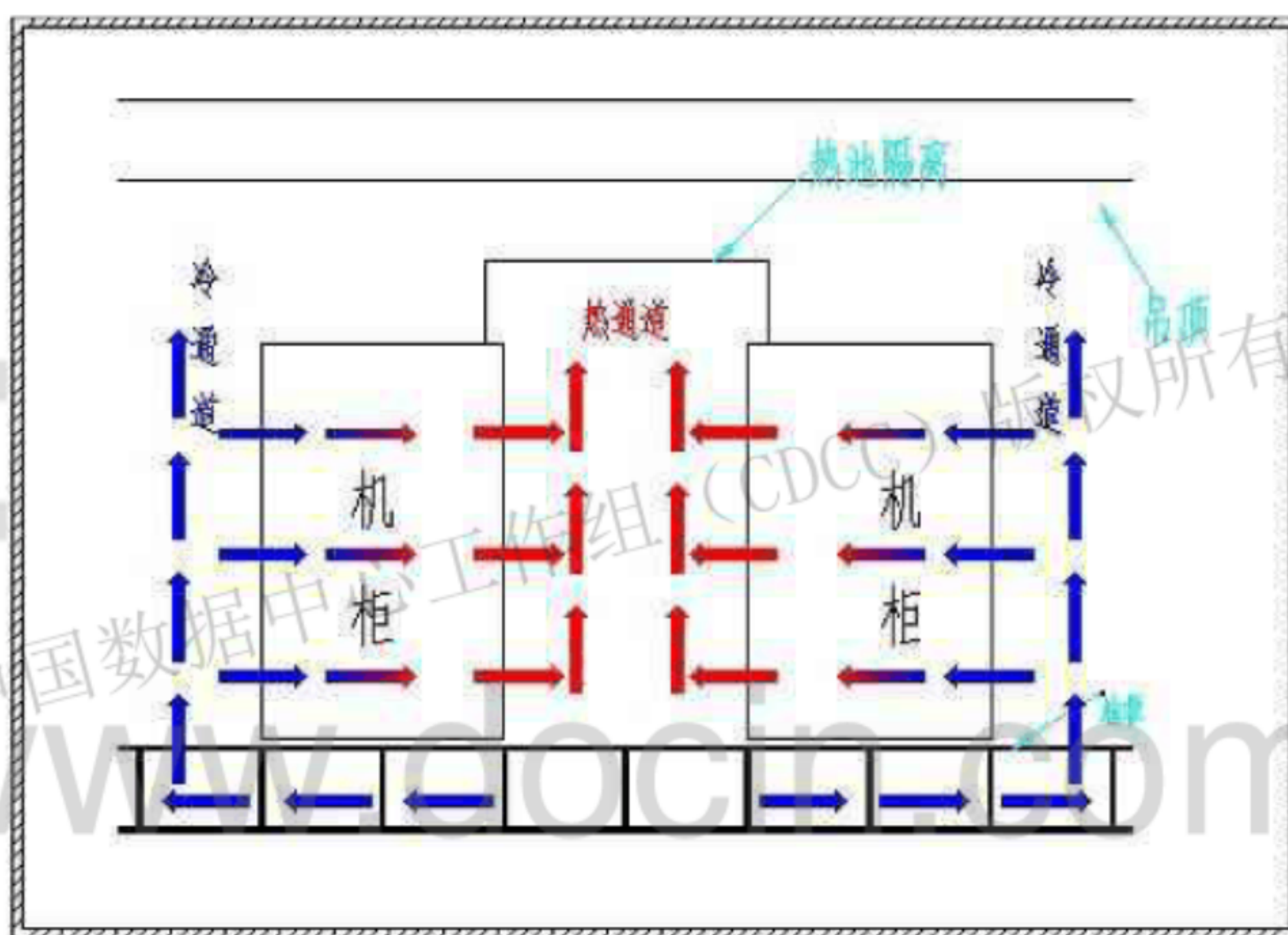


图 3.2.8-3：热池隔离系统示意图

2) 热池隔离系统，有助于形成一个温度较低的机房，和一个温度较高的热通道，这样隔绝冷热空气的混合，有较明显的节能效果，但不能显著减少机房泄冷量，由于热通道温度较高，在通道内的工作人员的舒适程度较差。

(5) 机柜侧送风系统

1) 机柜侧送风系统是在机柜左右两侧设置二级静压箱，通过机柜前部的两侧给机柜送风，此类机柜一般使用密闭单开前门，和网孔双开后门，前

门和前安装角轨保持 250mm 以上的空间，以给侧送风系统留出空间。此系统加上温度传感器，风量控制器和控制单元后可组成带自适应的风量调节系统，起到类似 VAV 空调系统末端调节的作用。是空调控制，从机房级走向机柜级的重要进步；

2) 机柜侧送风系统解决了三个问题：

- a) 机柜送风，在垂直方向上的均匀度
- b) 在机柜内，设备的前部，形成一个正压区，以利设备吸风
- c) 机房送风控制，走向机柜送风控制，使机柜送风更精准

3) 机柜侧送风系统可应用于高热密度机柜的送风，以替代昂贵的行间空调系统。

(6) 机柜后部加强排风系统和冷水背板

1) 机柜后部加强排风系统是在机柜后部加装排风装置，一种是加装在后门；另一种是加装在柜顶的后部，一般要求安装位置的垂直投影在设备的后部。前一种装置的作用是，加快机柜后部热通道的热空气向上排出的速度。后一种装置的作用是，在设备后部形成局部的负压区，以利设备向后部排热；

2) 冷水背板是在机柜后门上加装的制冷装置，可以使机柜后部的热风得到初步的制冷，非常适合于局部有高密度机柜需求的机房。

(7) 机柜前下送风系统

1) 机柜前下送风系统是通过机柜前部的下侧给机柜送风，此类机柜一般使用密闭单开前门，和网孔双开后门，前门和前安装角轨保持 250mm 以上的空间，以给下送风系统留出空间。此系统加上温度传感器，风量控制器和控制单元后可组成带自适应的风量调节系统，起到类似 VAV 空调系统末端调节的作用。是空调控制，从机房级走向机柜级的重要进步；

2) 机柜前下送风系统较之于机柜侧送风系统的优势是，机柜占用的机房空间较普通机柜增加不多。成本也较经济。缺点是，使机柜送风在垂直方向变得更为不平衡。由于送风截面比普通机柜更小，如欲保持和同类型网孔门机柜相同的送风量，则必须增加风扇单元；

3) 此类系统可用于网络机柜和布线机柜，尤其可供冷池解决方案中，最后奇数排的机柜配套。

3.2.9. 物理安全系统

(1) 柜级门禁系统

1) 柜级门禁系统是把门禁系统运用于机柜系统,以提高机柜系统的可管理性。一般有两种做法,一种是仅做前门门禁,另一种做前后门的门禁;

2) 此系统有助于机房管理者更方便的授权工作人员开关机柜,免除了机械锁机柜,分配机柜钥匙的工作;更重要的是,门禁系统能记载机柜被开关的历史和细节,结合视频监控,能在机房出状况时,更有效地分析人为的原因。

(2) 微环境监控

微环境监控是指在机柜内部内置传感器对,机柜内部的物理情况进行监控,譬如温湿度,电流,电量,柜门的开合状态。这有助于机房管理者更详细,更贴近地了解设备所处的物理环境,有助于更及时,更针对地发现隐患,更准确地为机房安全,经济地运行提供信息。

(3) 柜内补充照明

柜内补充照明是指在机柜内部或附近提供机柜级的照明,可以使机房照明做到,位置的针对性和时间的针对性,以此来提高机房照明对于机柜及机柜内设备的有效性和经济性。

3.2.10. 机柜资产管理系统

(1) 机柜资产管理系统,是机房资产管理系统的最重要的支撑,通过在机柜中预置必要的设备定位和标示系统来支持机房资产管理系统,对机柜内的设备进行定位,物流的授权和追踪,操作的提醒。是大型机房提高管理有效性和时效性的必然配备,也为机房 workflow 管理系统提供了重要的基础。

(2) 机柜资产管理系统如能使用一些物联网的构件,譬如电子标签(RFID),条形码等等,可以极大地减少管理强度和降低失误率。

3.2.11. 机架机柜标示系统

应在机架机柜显眼部位标记,应该采用不易磨损的永久性标记, 机柜机架标识需包括机柜机架标识,内部前后角规高度标识、 每个机柜正面及背面各一个机柜标识。标识的大小需适度显眼,位置在机柜上部。常用的标签类型为激光/喷墨打印机标签和热敏打印机标签。也有提供可活动的标示系统,便于用户根据实际情况更改。



中国工程建设标准化协会信息通信专业委员会数据中心工作组

地址：北京市西城区车公庄大街 6 号北京市委党校 3 号楼 602 室 100044

官方网站：www.chinadcc.org 微博：weibo.com/chinadcc

电话：010-68004202 68002770 传真：010-68002719

邮箱：cdcc@chinadcc.org