

陈峰 马艳萍 编著



WANGLUO HEXIN
JIFANG SHEJI YU GUANLI

网络核心机房 设计与[●]管理



化学工业出版社

TP308/4

2008

网络核心机房设计与管理

陈峰 马艳萍 编著



化学工业出版社

· 北 京 ·

随着计算机及网络技术的迅速发展,网络应用已渗透到社会各行各业,并影响和改变着每个人的生活和工作方式。网络核心机房作为各种系统运行的基础,显得至关重要。

本书的内容主要是对网络核心机房的设计和管理,提供了一些新的建议和思考。本书覆盖了机房场地设计、供电系统、制冷系统、机柜系统、消防系统、监控系统、机房管理、绿色数据机房等内容。

本书可供从事网络核心机房的系统设计、施工、安装、运行管理等相关技术人员阅读,也可供大专院校相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

网络核心机房设计与管理 / 陈峰, 马艳萍编著. —北京:
化学工业出版社, 2008. 8

ISBN 978-7-122-03174-7

I. 网… II. ①陈…②马… III. ①电子计算机房—设计
②电子计算机房—管理 IV. TP308

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 091577 号

责任编辑: 陈 静

装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 化学工业出版社印刷厂

787mm×1092mm 1/16 印张 15³/₄ 字数 384 千字 2008 年 8 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 32.00 元

版权所有 违者必究

前 言

随着计算机及网络技术的迅速发展,网络应用已渗透到各行各业,并影响和改变着每个人的生活和工作方式。网络核心机房作为各种系统运行的基础,显得至关重要。

本书介绍了机房场地设计、供电系统、制冷系统、机柜系统、消防系统、监控系统、机房管理等内容。全书共分为9章,第1章介绍了网络核心机房的发展,第2章介绍了机房相关的规范和装修要求,第3章主要对机房供电系统进行了讨论,第4章深入分析了机房对制冷系统的要求和实现方式,第5章主要介绍了新一代机柜系统的功能和特征,第6章主要讨论了各种机房气体消防系统的优缺点以及设计规范,第7章介绍了现代机房监控模式相对传统机房监控模式的优点及其概念,第8章从3个方面归纳了机房管理的内容,第9章介绍了绿色数据机房的相关知识及提高能源效率的方法。

为了方便读者的理解,在各章节不同情况下会采用计算机机房、数据机房等名词来表示网络核心机房,其意义在本书范围内相同。

本书可供从事网络核心机房的系统设计、施工、安装、运行管理等相关技术人员阅读,也可供大专院校相关专业师生参考。

本书由陈峰、马艳萍编写,由于编者水平和使用经验有限,加之时间仓促,不当之处在所难免,欢迎读者批评指正。

编者

2008年6月

目 录

第 1 章 网络核心机房基本介绍	1
1.1 网络核心机房的发展	1
1.2 网络核心机房的概念	1
第 2 章 机房场地	3
2.1 场地设计规范	3
2.1.1 场地设计国家标准	3
2.1.2 场地设计基本内容	4
2.1.3 数据中心分级	6
2.1.4 数据中心结构	34
2.1.5 数据机房要求	37
2.1.6 入口房间要求	40
2.1.7 主要分布区域	43
2.1.8 水平分布区域	43
2.1.9 区分布区域	44
2.1.10 设备分布区域	44
2.1.11 通信机房	44
2.1.12 数据中心支持区域	45
2.1.13 机架和机柜	45
2.2 场地装修	47
2.2.1 场地装修概述	47
2.2.2 活动地板	50
2.2.3 接地系统	55
第 3 章 供电	59
3.1 电源系统基本要求	59
3.1.1 生命周期成本	59
3.1.2 适应性/可扩充性	59
3.1.3 可用性	60
3.1.4 易管理性	61
3.1.5 可维修性	62
3.2 计算总功率需求	63
3.2.1 需求评估	63
3.2.2 确定所需的电源功率容量	63
3.2.3 确定电力线路的容量和备用发电机的容量	70

3.3	UPS 系统设计	74
3.3.1	设计方案介绍	74
3.3.2	可用性、等级和成本	74
3.3.3	单系统或“N”系统	76
3.3.4	串联冗余	77
3.3.5	并联冗余或“N+1”系统	79
3.3.6	分布式冗余	81
3.3.7	双系统冗余	85
3.3.8	如何选择合适的配置	87
3.4	网络机房可选发电技术	88
3.4.1	发电机工作模式	89
3.4.2	容错模式	89
3.4.3	总拥有成本(TCO)	90
3.4.4	其它注意事项	91
第4章	制冷	94
4.1	制冷系统基本要求	94
4.1.1	生命周期成本	94
4.1.2	适应性/可扩充性	94
4.1.3	可用性	95
4.1.4	易管理性	96
4.1.5	可维护性/可维修性	96
4.1.6	电源与制冷所面临的难题的对比	97
4.2	计算总制冷量	98
4.2.1	计算散热量	98
4.2.2	确定整个系统的发热量	98
4.2.3	其它热源	100
4.2.4	加湿	100
4.2.5	确定空调系统制冷容量	101
4.3	制冷系统与普通空调有什么不同	101
4.3.1	为什么需要精密空调	102
4.3.2	温度和湿度设计条件	102
4.3.3	环境不适合所造成的问题	102
4.3.4	精密空调和舒适型空调之间的区别	103
4.3.5	设计标准	104
4.3.6	精密系统选择因素	106
4.3.7	总拥有成本	109
4.4	超高密度机柜和刀片服务器的制冷	110
4.4.1	功率密度的定义	111
4.4.2	目前数据机房的实际功率密度承受能力	112

4.4.3	高密度机柜的散热	113
4.4.4	高密度机柜和刀片服务器散热策略	117
4.4.5	“紧凑”的价值	121
4.4.6	最佳散热策略	123
4.5	避免制冷效率的降低	125
4.5.1	空气流通基本要求	126
4.5.2	机柜布局	128
4.5.3	负载分布	129
4.5.4	制冷设置	129
4.5.5	送风口与回风口设计	130
第 5 章	机柜	133
5.1	机柜系统基本要求	133
5.1.1	生命周期成本	133
5.1.2	可用性	134
5.1.3	可维修性	134
5.1.4	易管理性	135
5.1.5	适应性/可扩充性	136
5.2	机柜组件	137
5.2.1	机柜主体	137
5.2.2	气流管理单元	141
5.2.3	线缆管理单元	144
5.2.4	电力分配单元	147
5.2.5	安装固定配件	149
5.2.6	KVM 切换器及机架式 LCD 显示器	151
第 6 章	消防系统	154
6.1	消防系统介绍	154
6.2	机房火灾成因	159
6.3	气体灭火系统设计的 10 点要求	160
6.4	七氟丙烷机房气体灭火系统设计	166
6.5	术语	171
第 7 章	监控系统	173
7.1	监控系统概述	173
7.1.1	传统机房监控模式	173
7.1.2	现代机房监控模式	174
7.2	系统组成	174
7.2.1	监控中心	175
7.2.2	监控对象	177
7.2.3	监控报警	208
第 8 章	机房管理	209

8.1	机房管理内容	209
8.2	人员管理	209
8.3	设备管理	211
8.4	综合管理	217
第9章	绿色数据机房	218
9.1	绿色数据机房概述	218
9.2	数据机房提高能源效率的迫切性	219
9.2.1	从节约资源开始	219
9.2.2	用电与全球变暖	219
9.2.3	IT 与用电	221
9.3	数据机房提高能源效率的方法	222
9.3.1	刀片技术	223
9.3.2	服务器节能	226
9.3.3	虚拟化	229
9.3.4	用电管理软件	234
9.3.5	CPU 节能技术	238
9.3.6	机房设施整体能源效率	241
第10章	机房环境管理	242
10.1	机房环境管理概述	242
10.2	机房环境管理的主要内容	242
10.3	机房环境管理的主要内容	242
10.4	机房环境管理的主要内容	242
10.5	机房环境管理的主要内容	242
10.6	机房环境管理的主要内容	242
10.7	机房环境管理的主要内容	242
10.8	机房环境管理的主要内容	242
10.9	机房环境管理的主要内容	242
10.10	机房环境管理的主要内容	242
10.11	机房环境管理的主要内容	242
10.12	机房环境管理的主要内容	242
10.13	机房环境管理的主要内容	242
10.14	机房环境管理的主要内容	242
10.15	机房环境管理的主要内容	242
10.16	机房环境管理的主要内容	242
10.17	机房环境管理的主要内容	242
10.18	机房环境管理的主要内容	242
10.19	机房环境管理的主要内容	242
10.20	机房环境管理的主要内容	242
10.21	机房环境管理的主要内容	242
10.22	机房环境管理的主要内容	242
10.23	机房环境管理的主要内容	242
10.24	机房环境管理的主要内容	242
10.25	机房环境管理的主要内容	242
10.26	机房环境管理的主要内容	242
10.27	机房环境管理的主要内容	242
10.28	机房环境管理的主要内容	242
10.29	机房环境管理的主要内容	242
10.30	机房环境管理的主要内容	242
10.31	机房环境管理的主要内容	242
10.32	机房环境管理的主要内容	242
10.33	机房环境管理的主要内容	242
10.34	机房环境管理的主要内容	242
10.35	机房环境管理的主要内容	242
10.36	机房环境管理的主要内容	242
10.37	机房环境管理的主要内容	242
10.38	机房环境管理的主要内容	242
10.39	机房环境管理的主要内容	242
10.40	机房环境管理的主要内容	242
10.41	机房环境管理的主要内容	242
10.42	机房环境管理的主要内容	242
10.43	机房环境管理的主要内容	242
10.44	机房环境管理的主要内容	242
10.45	机房环境管理的主要内容	242
10.46	机房环境管理的主要内容	242
10.47	机房环境管理的主要内容	242
10.48	机房环境管理的主要内容	242
10.49	机房环境管理的主要内容	242
10.50	机房环境管理的主要内容	242
10.51	机房环境管理的主要内容	242
10.52	机房环境管理的主要内容	242
10.53	机房环境管理的主要内容	242
10.54	机房环境管理的主要内容	242
10.55	机房环境管理的主要内容	242
10.56	机房环境管理的主要内容	242
10.57	机房环境管理的主要内容	242
10.58	机房环境管理的主要内容	242
10.59	机房环境管理的主要内容	242
10.60	机房环境管理的主要内容	242
10.61	机房环境管理的主要内容	242
10.62	机房环境管理的主要内容	242
10.63	机房环境管理的主要内容	242
10.64	机房环境管理的主要内容	242
10.65	机房环境管理的主要内容	242
10.66	机房环境管理的主要内容	242
10.67	机房环境管理的主要内容	242
10.68	机房环境管理的主要内容	242
10.69	机房环境管理的主要内容	242
10.70	机房环境管理的主要内容	242
10.71	机房环境管理的主要内容	242
10.72	机房环境管理的主要内容	242
10.73	机房环境管理的主要内容	242
10.74	机房环境管理的主要内容	242
10.75	机房环境管理的主要内容	242
10.76	机房环境管理的主要内容	242
10.77	机房环境管理的主要内容	242
10.78	机房环境管理的主要内容	242
10.79	机房环境管理的主要内容	242
10.80	机房环境管理的主要内容	242
10.81	机房环境管理的主要内容	242
10.82	机房环境管理的主要内容	242
10.83	机房环境管理的主要内容	242
10.84	机房环境管理的主要内容	242
10.85	机房环境管理的主要内容	242
10.86	机房环境管理的主要内容	242
10.87	机房环境管理的主要内容	242
10.88	机房环境管理的主要内容	242
10.89	机房环境管理的主要内容	242
10.90	机房环境管理的主要内容	242
10.91	机房环境管理的主要内容	242
10.92	机房环境管理的主要内容	242
10.93	机房环境管理的主要内容	242
10.94	机房环境管理的主要内容	242
10.95	机房环境管理的主要内容	242
10.96	机房环境管理的主要内容	242
10.97	机房环境管理的主要内容	242
10.98	机房环境管理的主要内容	242
10.99	机房环境管理的主要内容	242
10.100	机房环境管理的主要内容	242



第1章 网络核心机房基本介绍

1.1 网络核心机房的发展

网络核心机房技术在 20 世纪 80 年代开始建立雏形,在 21 世纪得到了快速发展,这是由于 IT 技术的快速发展。IT 技术不断创新与革命,新材料、电力电子、制冷技术等基础学科研究也取得了突破性进展,使机房技术在结构布局、供配电、制冷、监控管理等方面产生了巨大变化。

1.2 网络核心机房的概念

网络核心机房(Data Center)通常是指在一个物理空间内实现信息的集中处理、存储、传输、交换、管理,而计算机设备、服务器设备、网络设备、存储设备等通常认为是网络核心机房的关键设备。

关键设备运行所需要的环境因素,如供电系统、制冷系统、机柜系统、消防系统、监控系统等通常被认为是关键物理基础设施。

1. 机房布局方面

(1) 机房的性能和面积比将成为机房评估的重要指标。随着 IT 设备的小型化,机房面积可能会越来越小。

(2) 机房的性能和能耗比将成为机房评估的另一个重要指标。随着节能意识的加强,各种节能措施将被实施,如高效率 UPS(尤其在负载率的运行状态)、围护结构的绝热处理、低传热系数玻璃的采用等。另外,针对目前采用的房间内开放式制冷模式的“冷库式”机房,在有些应用场合将被采用房间内密闭空间的封闭式制冷模式的“冰箱式”机房所替代,用以减少或消除围护结构的能耗、提高制冷效率。

(3) “机架(机柜)就是机房”的概念将被接受。这是从“IT 微环境”或机柜是模块化的机房环境这方面考虑机房的作用,并以此为出发点来规划、设计机房的模式。设计思路,“选址—布局—机房设备(指 UPS、空调等)摆放—机柜摆放”的设计逻辑将完全逆转。

(4) “一体化机房”或“整体机房”概念将被实施。标准化的、定制化的、预生产的、组件式(或称积木式)的、整体设计的机房构建(或称“搭建”)模式将越来越普及,尤其是针对中小型机房用户。



2. 机房供电方面

(1) 由备用供电系统向不停电供电系统发展。柴油发电机将起到更重要的作用。同时,机房的配电系统将成为 UPS 之后的另一个关注点。

(2) UPS 供电系统的标准化、模块化设计将普遍被采用,以降低 MTTR(平均修复时间)、提高可用性、扩展性、设备安装施工质量,并可降低生产和销售成本。

(3) 机柜级配电的管理将受到重视。这是目前供电系统“端到端”路径中最薄弱的一环。同时,机柜配电设备 PDU 的管理(如负载率管理),也是影响 IT 设备扩展性的重要障碍。

(4) 直流供电系统有可能被提出并进行研究。随着新出现的 CPU 工作电压的不断降低,抗干扰能力在不断下降,交流供电系统中的谐波问题、地线噪声问题带来的影响越来越严重。直流供电系统可能将成为一种被迫的选择。

3. 空气调节方面

(1) 冷却系统布局的变化。由机房作为制冷系统的模式向机柜或机柜群作为制冷系统的模式变化。“冰箱式”机房是“机柜群”模式的表现,机柜级空调机则是“机柜”模式的表现。对于功率密度更大的 IT 设备,甚至出现“机柜 U”级制冷系统和“服务器”级制冷系统。

(2) “机房气象学”概念的出现。机架式时代的全面到来,使机房内气候出现明显而剧烈的局部差异性,“机房环境”已不能表述 IT 设备个体的环境,着眼于机柜、甚至着眼于机柜“U”空间的“IT 微环境”或“机房气象”才能真正描述 IT 设备的工作环境。

(3) 节能型制冷技术将得到开发和应用。例如,在冬季使用的、利用室外空气作为冷源的热交换设备,以及与楼宇空调系统共用(可提高效率)的制冷设备等。

4. 机房监控管理方面

(1) IT 设备的控管向集中化发展。机房内各种服务器设备,由于 KVM(键盘显示器鼠标切换器)的出现,改变了基于单机的设备管理模式。基于 IP 的、Internet 的、IPMI(智能平台管理接口)的能够管理不同平台的远程集中管理模式逐渐普遍被采用。

(2) 机房设备的监控管理向网络化、标准化发展。各机房设备厂商使用各自通信协议的局面将被改变,串口将被网口取代,所有设备基于 IP 进行管理。

(3) 机房设备的控制功能将加强。机房设备监控系统的控制功能不再局限于设备开关机和对参数的设置,还可以针对机房环境、IT 微环境的自动控制。例如,根据服务器的运算量,实时调节制冷系统的风量或空气温度,或当操作人员进入机房时自动开启部分照明系统等。

(4) 管理终端的变化。随着无线移动通信技术的发展,为了满足管理的实时性要求,移动 PDA 等将成为管理员最“顺手”的管理终端。



第2章 机房场地

计算机机房工程是一种涉及到空调技术、供配电技术、抗干扰技术、防雷防过压技术、净化技术、消防技术、安防技术、建筑和装饰技术等多种专业的综合性的产业。负载设备的可靠运行要依靠机房严格的技术条件来保证。

为了使网络核心机房设计确保内部负载稳定可靠运行及保障工作人员有良好的工作环境,做到技术先进、经济合理、安全适用、确保质量,选择合适的地点进行机房建设是机房基础建设的基本条件。本章从两个方面讨论如何实现场地设计规范和场地装修。

2.1 场地设计规范

2.1.1 场地设计国家标准

机房场地设计相关的国家标准主要有以下4类。

1. 机房工程相关标准

机房工程参照标准包括以下4个。

- (1) 《电子计算机房设计规范》(GB 50174—1993)。
- (2) 《电子计算机场地通用规范》(GB/T 2887—2000)。
- (3) 《防静电活动地板通用规范》(SJ/T 10796—2001)。
- (4) 《计算机站场地安全技术》(GB 9361—1988)。

2. 电力保障部分相关标准

电力保障部分相关标准包括以下9个。

- (1) 《低压配电设计规范》(GB 50054—1995)。
- (2) 《电子计算机房设计规范》(GB 50174—1993)。
- (3) 《电子计算机场地通用规范》(GB/T 2887—2000)。
- (4) 《供配电系统设计规范》(GB 50052—1995)。
- (5) 《高层民用建筑设计防火规范》(GB 50045—1995)。
- (6) 《通信电源设备安装工程设计规范》(YD/T 5040—2005)。
- (7) 《通信局(站)防雷与接地工程设计规范》(YD 5098—2005)。



(8) 《通用用电设备配电设计规范》(GB 50055—1993)。

(9) 《电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》(GB 50150—2006)。

3. 综合布线部分相关标准

综合布线部分相关标准包括以下 5 个。

(1) 《大楼通信综合布线系统 第 1 部分: 总规范》(YD/T 926.1—2001)。

(2) 《综合布线系统工程设计规范》(GB 50311—2007)。

(3) 《综合布线系统工程验收规范》(GB 50312—2007)。

(4) 《国际综合布线系统标准》(ISO/IEC 11801)。

(5) 《UTP 布线系统现场测试标准》(ANSI/TIA/EIA TSB-67)。

4. 防雷接地部分相关标准

防雷接地部分相关标准包括以下 4 个。

(1) 《建筑物防雷设计规范》(GB 50057—1994)。

(2) 《计算机信息系统防雷保安器》(GA173—2002)。

(3) 《雷电电磁脉冲的防护》(IEC 61312)。

(4) 《过电压保护器》(VDE 0675)。

2.1.2 场地设计基本内容

1. 设计总论

设计数据机房方案时, 应该考虑各种主要影响因素。通过对这些因素的分析, 在设计和规划过程中采取相应的措施, 使得数据中心的设计能满足数据机房正常运行的需要。

下面描述的设计过程, 可应用到一个新的数据机房设计或一个现有数据机房的扩建。对于这两种情况来说, 数据电缆系统设计、设备承重设计、供电设计、建筑结构、冷却系统、安全系统和照明系统是设计的最基础的内容。

(1) 估计数据中心满负荷时的网络设备、数据设备、后备电源、照明和冷却设备的电力需求量, 并预计未来数据中心在整个生命周期的需求变化趋势。

(2) 有条件的情况下, 给建筑设计师和工程师提供空间、电源、冷却、安全、地板荷载、接地、电子防护和其它设施的要求。

(3) 有条件的情况下, 与建筑设计师和工程师协调初步的数据中心空间规划, 并建议在未来有必要的情况下能够作出相应调整。

(4) 设计的基础方案应包括入口房间、主要分布区域、水平分布区域、区分布区域和设备分布区域的主要房间和空间的布置, 提出电信路径需求。



(5) 从建筑工程师那里获得一个有效的数据线路路径、电子设备和机械设备承重荷载的方案。

(6) 根据数据中心设备的需求设计数据电缆系统。

2. 数据中心空间与其它建筑物空间的关系

图 2-1 为一个典型的数据中心的空间关系图，说明了主要空间之间的联系，以及它们与数据中心以外的空间是怎样联系的。

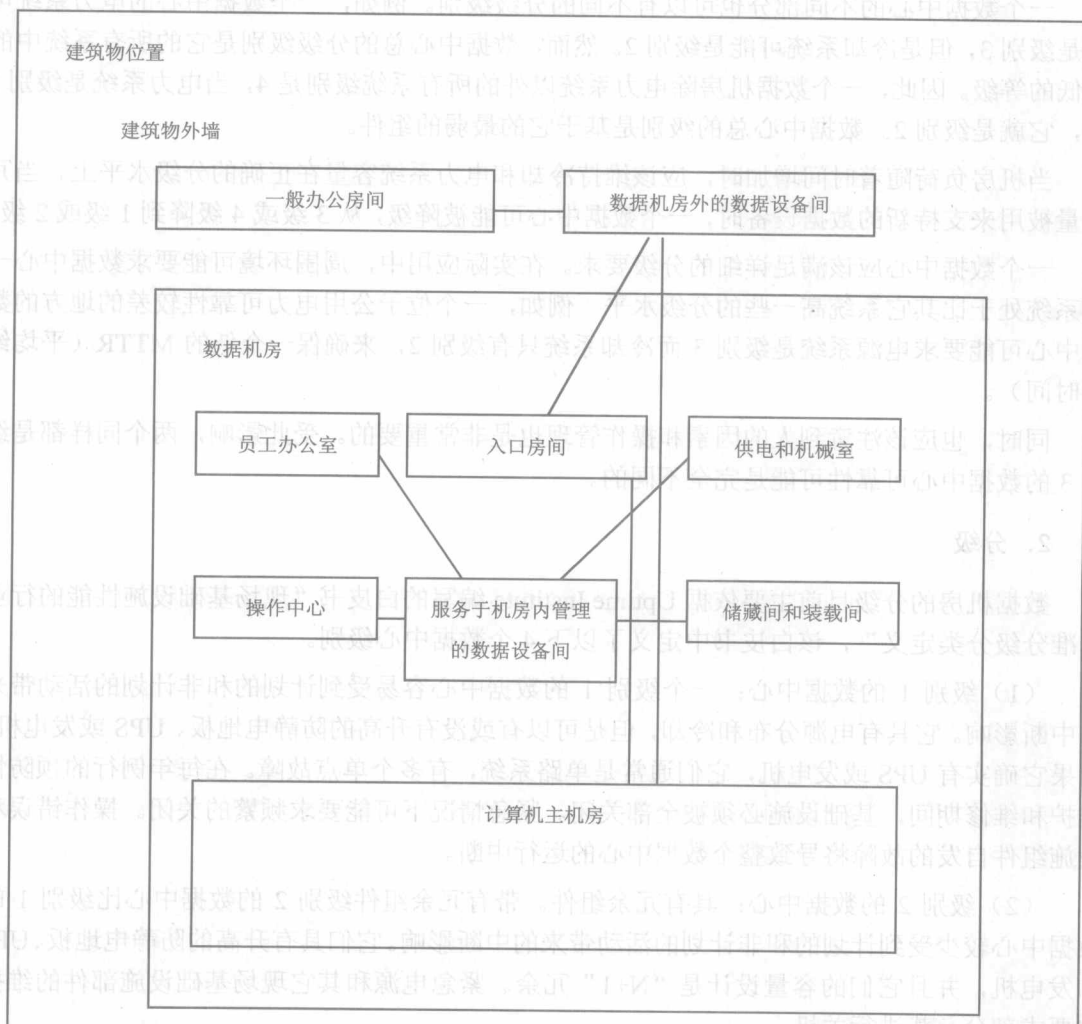


图 2-1 数据中心的空间关系



2.1.3 数据中心分级

1. 概述

通常数据中心按可用性可以划分为 4 个不同的级别。较高的级别不仅与较高的可用性相关,而且还导致较高的建设成本。在所有的情况中,较高的等级都包含了较低等级的所有要求,除非另有详细说明。

一个数据中心的的不同部分也可以有不同的分级级别。例如,一个数据中心的电力系统可以是级别 3,但是冷却系统可能是级别 2。然而,数据中心总的分级级别是它的所有系统中的最低的等级。因此,一个数据机房除电力系统以外的所有系统级别是 4,当电力系统是级别 2 时,它就是级别 2。数据中心总的级别是基于它的最弱的组件。

当机房负荷随着时间增加时,应该维持冷却和电力系统容量在正确的分级水平上。当冗余量被用来支持新的数据设备时,一个数据中心可能被降级,从 3 级或 4 级降到 1 级或 2 级。

一个数据中心应该满足详细的分级要求。在实际应用中,周围环境可能要求数据中心一些系统处于比其它系统高一些的分级水平。例如,一个位于公用电力可靠性较差的地方的数据中心可能要求电源系统是级别 3 而冷却系统只有级别 2,来确保一个低的 MTTR(平均维修时间)。

同时,也应该注意到人的因素和操作管理也是非常重要的。受此影响,两个同样都是级别 3 的数据中心可靠性可能是完全不同的。

2. 分级

数据机房的分级目前主要依据 Uptime Institute 编写的白皮书“现场基础设施性能的行业标准分级分类定义”,该白皮书中定义了以下 4 个数据中心级别。

(1) 级别 1 的数据中心: 一个级别 1 的数据中心容易受到计划的和非计划的活动带来的中断影响。它具有电源分布和冷却,但是可以有或没有升高的防静电地板、UPS 或发电机。如果它确实有 UPS 或发电机,它们通常是单路系统,有多个单点故障。在每年例行的预防性维护和维修期间,基础设施必须被全部关闭。紧急情况下可能要求频繁的关闭。操作错误和设施组件自发的故障将导致整个数据中心的运行中断。

(2) 级别 2 的数据中心: 具有冗余组件。带有冗余组件级别 2 的数据中心比级别 1 的数据中心较少受到计划的和非计划的活动带来的中断影响。它们具有升高的防静电地板、UPS 和发电机,并且它们的容量设计是“N+1”冗余。紧急电源和其它现场基础设施部件的维护将要求部分负载进行关机。

(3) 级别 3 的数据中心: 具有同时可维护性。级别 3 水平的数据中心允许任何有计划的现场基础设施活动,并且不中断负载硬件的运行。有计划的活动包括预防性和提前设计的组件维护、维修和更换;容量组件的增加或减少、组件和系统的测试等。对于大型场地使用冷凝水的情况,这意味着设计有两套独立的管道。当维护和测试一条路径时,另外一条路径

需要承担全部的运行工作。非计划的活动，如操作错误或设备基础设施组件自发的故障将仍然有可能导致数据中心的中断。当用户的业务情况值得增加投入进行保护时，级别 3 的现场可以升级到级别 4。

(4) 级别 4 的数据中心：具有容错功能。级别 4 的数据中心允许任何有计划的现场基础设施活动，而不会中断满载的负荷。容错功能提供现场基础设施至少能够承受一种最坏情况的、非计划的故障的能力。这通常要求同时能实时发挥作用“N+N”的系统配置。电力方面，这意味着两个独立的 UPS 系统，在每一个系统中有 N+1 冗余。由于火警或人为开启紧急电源开关（EPO），仍将造成一定的中断时间。级别 4 要求所有计算机硬件具有双电源输入，与 Uptime Institute 的电源故障容错详细规定中的定义一样。

3. 通信系统要求

通信系统等级如表 2-1 所示。

表 2-1 通信系统等级

	级别 1	级别 2	级别 3	级别 4
通信、机架、机柜和路径满足 TIA 规格	是	是	是	是
不同路由接入运营商入口和维护孔分开 20m	否	是	是	是
冗余接入运营商——多个接入运营商，中心办公室接入运营商可通行	否	否	是	是
第二入口房间	没有	没有	有	有
第二分布区域	没有	没有	没有	选择
冗余主干路径	没有	没有	有	有
冗余水平电缆	没有	没有	没有	选择
路由器和开关有冗余电源和处理器	否	是	是	是
多个路由器和开关用于冗余	否	否	是	是
标示接插面板、插座和电缆。在机柜和机架的前和后贴标签	是	是	是	是
用两端连接电缆的名称，标示接插线和跳线的两端	否	是	是	是
符合 ANSI/TIA/EIA-606-A 的接插面板和接插电缆文件	否	否	是	是

通信基础设施应该至少满足级别 1 的要求。

(1) 级别 1 系统应具有一个由用户管理的维护口和进入设备的入口路径。接入运营商的服务将被终结于一个入口房间内。通过数据中心一个单一的路径，通讯基础设施将从入口房间被传输到主要分布和水平分布区域。尽管合理的冗余可能被建立在网络结构中，但是在一个级别 1 的系统中，还是没有确实有效的冗余。



按照相关标准的描述,给所有的接插线面板、插座和电缆加上标签。按照机柜和机架的标识,在它们的前门和后门加上标签。

一些级别 1 通信系统的单点故障如下。

- 接入运营商的线路损耗、数据中心内部线路损耗或沿着接入运营商线路路径发生意外中断。
- 接入运营商设备故障。
- 路由器或交换机发生故障并且没有冗余。
- 入口房间、主要分布区域或维护口的任何时间都有可能中断所有的为数据中心提供的通信服务。
- 主干和水平电缆发生损坏。

(2) 级别 2 的通信基础设施应该满足所有级别 1 的要求。关键的通信设备、接入运营商提供的链路设备、路由器、交换机和 SAN 存储,应该具有冗余组件(电源、CPU 处理器)。

数据中心内,在全部是星状配置下,从水平分布区域的交换机到主要分布区域的主干交换机之间应具有冗余光纤或双绞线。冗余连接可以是在相同的或不同的线缆护套中。

一个级别 2 的系统应该有两个由用户管理的维护口和进入设备的入口路径。两个冗余入口路径将被终结于一个入口房间。推荐将冗余维护口到入口房间的路径分开以及入口路径在入口房间的相对的末端进入。不建议冗余入口路径在同一个区域接入设备。

级别 2 的通信系统应该在所有接插线和跳线的两端加上标签,标上连接在两端的电缆的名称。

级别 2 的通信系统一些潜在的单点故障如下。

- 位于入口房间、接入运营商的设备由单一的电力系统和冷却系统组件提供支持。
- 位于主要分布区域的冗余路由器和核心交换机由单一的电力系统和冷却系统组件提供支持。
- 位于水平分布区域的汇聚交换机由单一的电力系统和冷却系统组件提供支持。
- 任何在入口房间或主要分布区域内的灾难事件都可能中断所有的为数据中心的通信服务。

(3) 级别 3 通信基础设施应该满足级别 2 的所有要求。数据中心应该至少由两个接入运营商来服务。应该从至少两个不同的接入运营商的中心机房或现场点来提供服务。从接入运营商的中心机房或现场点的电缆或光缆应该沿着它们各自不同的路由敷设,间距至少 20m。

数据中心应该有两个入口房间,最好在数据中心相对的两个末端。两个房间之间需要物理隔开 20m。两个入口房间的接入运营商的供应设备、防火分区、电源分布和空调设备不能

共用。如果在一个入口房间的设备发生故障，在另一个入口房间的接入运营商的供应设备应该能够连续运行。

数据中心在入口房间、主要分布区域和水平分布区域之间应该有冗余的主干路径。

数据中心内，在全部是星状配置下，从水平分布区域的交换机到主要分布区域的主干交换机之间应具有冗余光纤或双绞线。冗余连接可以是在相同的或不同的线缆护套中。

所有的通信设备、接入运营商的供应设备、核心路由器和核心交换机都应具有冗余组件。

应该使用电子制表软件、数据库或程序设计，将所有的电缆、交叉链接和接插线记录成文件，执行有效的电缆管理。

电缆系统管理文件是数据中心被定为级别3的一个必要的要求。

级别3设备的一些潜在的单点故障如下。

- 任何在主要分布区域内的灾难事件都可能中断所有数据中心提供的通信服务。
- 任何在水平分布区域内的灾难事件都可能中断所有由它提供的服务。

(4) 级别4通信基础设施应该满足级别3的所有要求。数据中心主干线路应该是冗余的。任意两个空间之间的线路应该沿着物理分开的路由而敷设，公共的路径只能在两端的空间内出现。主干线路应该是通过管道路由或使用金属外壳来保护。

所有关键的通信设备、接入运营商的供应设备、核心路由器和核心交换机都应该采用热备份机制，传输或连接能够自动地转换到备用设备上。

数据中心应该有一个主要分布区域和第二分布区域，最好在数据中心相对的两端，但是两个空间之间的距离不能少于20m。主要分布区域和第二分布区域不能共用同一套防火分区、电源系统和冷却系统。第二分布区域是可选择的，如果负载需要安装在一个单一连续的空间，执行第二分布区域可能起不到什么作用。

主要分布区域和第二分布区域将各自具有通往每一个入口房间的路径。在主要分布区域和第二分布区域之间也应该有路径。在主要分布区域和第二分布区域之间应该安装有汇聚交换机。在主要分布区域、第二分布区域或一个入口房间完全发生故障时，数据中心的网络能够继续运行。每一个水平分布区域应该具有分别通往主要分布区域和第二分布区域的线路。关键的系统应该具有到两个水平分布区域的连接。甚至对于级别4的设备，冗余的水平连接都是选择性的。

级别4的一些潜在的单点故障如下。

- 主要分布区域（如果第二分布区域是完全不执行的）。
- 在水平分布区域和水平线路上（如果没有安装冗余水平线路）。

4. 建筑和结构要求

建筑等级如表2-2所示。