

确定数据中心关键性 / 级别等级的准则

作者：Victor Avelar

白皮书122号



摘要

为了进行有效的规划和决策，必须建立一套对未来数据中心运行性能进行标准检测的框架体系。目前使用的划分关键性或级别的方法不能提供有根据的验证数据中心性能的规范。适用的数据中心关键性规范应以没有歧义的有理有据的修辞对数据中心的设计和安装进行界定。本文对现有的级别划分方法进行了分析和比较了，并说明如何确定关键性级别，并提出了一套有理论依据的数据中心关键性规范。此外还对保持数据中心的关键性进行了讨论。

引言

在描述数据中心性能时可用性、可靠性、平均故障间隔时间（MTBF）等术语经常互换使用。这些术语是数据中心管理员难以计算的定量性能指标。另一种简化方法是将数据中心性能分为不同的级别或关键性等级。本文建议将“关键性”这一术语用于对数据中心性能的主观描述。

数据中心的关键性对于整个生命周期总体拥有成本（TCO）有着无可争议的最强的影响力。例如，10年中全冗余式（2N）的供电体系结构的TCO可能超出非冗余式（1N）供电体系结构的2倍。尽管双倍的电气设备投资是2N式供电在成本方面明显的劣势，但更大的影响来自于2N式供电设备运行和维护所带来的能源成本。因此，在选择数据中心的关键性时，数据中心设计师或业主需要权衡成本和关键性两方面因素，对真实的成本/收益进行分析。

本文将介绍并比较3种常见的确定数据中心关键性的方法。通过给出各种应用和环境的典型级别，对如何选择关键性给出了指引。此外还对特定数据中心性能的有理据的方式进行了讨论。

数据中心项目规划

在数据中心建设或升级项目中，流程的前半阶段（即规划部分）出现错误和疏漏的可能性最大，数据中心关键性也需要在这个阶段确定。¹（见图1）具体而言，就是通过对数据中心规划的约束条件和优先选择加以明确和量化来进行需求评估。之后形成一份满足这些约束条件和优先选择的规范。当规范达成协议后，可以进行详细的设计并最终加以实施。当数据中心建设完成后，可按照该规范进行验证。按照规范的验证可以作为对不合规标准或欺骗性的工艺进行合法追索的依据。

确定数据中心的关键性是规划过程中的一项重大的决策，因为它会影响许多其他的决策（特别是对于绿色环保项目），包括地点、楼宇类型、消防、安防系统等许多方面。规划阶段设计师要在数据中心的总体拥有成本与企业的可用性要求的优先选择和约束条件之间进行权衡。最终的关键性就是通过这种反复的规划过程确定的。数据中心规划问题在APC白皮书143号“数据中心项目：系统规划过程”中有一进一步的讨论。

¹ 摘自APC白皮书142号“Data Center Projects: System Planning”（数据中心项目：系统规划），2007

图1 - 确定关键性是系统规划的关键步骤



常用的分级方法

从历史上讲，数据中心的性能在很大程度上取决于参与设计过程的人。在草拟解决方案时，每个人通常会依据自己独有的个人经验、喜好、道听途说以及想象，将其按传统观点理解的导致宕机的最重要因素在设计属性中予以特别强调。其结果是，即使所提出的要求相同，数据中心的设计也有很大的差别。这就推动了各种关键性或级别等级的制定，以帮助确定数据中心设计的可用性和可靠性。通过将设计体系结构划分为简单类别以便相互比照，使确定数据中心性能变得更为容易。

在整个关键任务设施行业已有多种方法被采用，其中有些知名度较高。3种较为常见的方法是Uptime学会的级别等级性能标准、TIA 942以及Syska Hennessy集团的Criticality Levels™（关键性级别）。

Uptime学会的级别等级性能标准

尽管并非一个制定标准的机构，Uptime学会于1995年率先推出了它的级别分类方法，并且已在数据中心建设行业被广泛引用。该机构的方法包括4个级别：第1级别至第4级别，该标准多年以来经过在各种数据中心项目使用得以演变发展。此方法只提供高层次的准则，但不能对每一级别提供具体的设计细节。

TIA 942

TIA 942第5版中所述的4个级别以Uptime学会的级别等级标准为依据。尽管942是一个标准，但附录G中说明该4个级别“仅作为信息提示，不应视为本标准的要求”²。虽然如此，附录G仍然提供了具体的设计依据，可以帮助设计人员按照特定级别进行构建，也使数据中心用户可以对它的设计进行评价。

Syska Hennessy集团的关键性级别

Syska的10个关键性级别基于Uptime的4个级别构建，其中考虑了最近的数据中心发展趋势，如高密度计算和体系结构的灵活性。尽管Syska方法有10个级别，它却将其10个关键性级别中的第一级映射到Uptime的4个级别³。Syska包括的要素更为全面，它会对数据中心的维护和运行进行评价，而不仅仅针对“前期”组件和构建。此外，由于认识到“数据中心性能取决于其最薄弱的要素”，他们还率先提出了数据中心关键性级别的资产负债表研究法。Syska的关键性级别方法只站在较高层次上进行说明，缺乏TIA-942的具体性。

方法比较

总体而言，这3种方法均支持一个观点，即现有的4种常用的关键性/级别等级，编号为（1、2、3和4）。

Uptime方法和Syska方法存在的最大问题是缺乏具体信息说明各级别间的差别。相比而言，TIA-942可以对每一级别的多种设计要素提供明确的规定，包括电信、建筑和结构、电力、机械、监测以及运行。例如，TIA-

² TIA-942, “Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers”（数据中心电信基础设施标准），2005年4月，第10页

³ Syska Hennessy集团公司, “Syska Criticality Level™ Definitions”（Syska关键度级别™定义），2005年4月，第13页

942规定，第2级别数据中心应有2个至少间隔20 m（66 ft）的接入运营商入口通道。Syska也规定第2级别数据中心应有2个入口通道，但没有补充其他任何细节。通过公开渠道获得的Uptime文件也没有对接入运营商入口通道提供指引。

直到最近为止，只有Syska Hennessy集团解释了对构成数据中心的各种系统的级别进行权衡的重要性。Uptime在其经过更新的2006标准中对权衡这一概念进行了讨论。在总体上，根据可获得的文献，大多数基于这些方法的设计相互之间没有出现任何冲突。关于这3种方法在各种特性方面的全面比较，请参见本文附录中的表A1。最终，这3家机构以及其他类似机构已将数据中心行业推向了更高的性能水平。

“将要”（shall）与“应该”（should）之间的区别

需要理解的一个重要问题是，数据中心管理员并不能对上述任何方法的顺应性进行验证。为了验证顺应性，并有法律依据，需要有详细的规范。1、2、3或4级别等级规范为数据中心项目最终确定数据中心性能设定了要求。为使规范在法庭上能够成立，它们必须采用“将要”（shall）或“必须”（must）而非“应该”

（should）。“应该”（should）或“可能”（may）这些词表达的是建议之义，而没有法律约束力。“将要”（shall）或“必须”（must）这些词表达的是具有约束力、有法律理据的行为。这是语言规范样本，让数据中心管理员可以依照法律验证并强制要求其数据中心符合设计规范。例如，假设雇用一家承包商将一间会议室改造为一座关键性为2的数据中心，则应适用图2中的规范。如果承包商采用规范“1a”，而没有拆除任何窗户（假设安全规范未要求窗户），则承包商依法应负责拆除窗户。如果采用规范“1b”，则数据中心业主对此将没有法律追索权。

图2 – “将要（shall）和“应该”（should）的使用

- 1a. 数据中心将没有任何外门或外窗，除非安全规范要求。
- 1b. 数据中心应没有任何外门或外窗，除非安全规范要求。

在Uptime和Syska文献中，既没有如上例所示的正式规范，也没有使用“将要”（shall）或“必须”（must）等词。尽管TIA确实提供了一些详细的规范，他们仍使用“应该”而非“将要”一词。例如“第3层次设施应该满足第2层次的所有要求”。

经权衡的关键性

在确定数据中心关键性时，所有属性均应被视为链条中的环节，而且整体数据中心性能仅取决于其最薄弱的环节。Syska Hennessy在其关键性级别方法中提出了在所有参数间进行全面权衡的概念。数据中心设计中一个非常严重的隐患是投资不均衡，数据中心设计在某一领域上投入很大，而其他领域则可能被忽视。所作出的决定经常是要提高某一特定系统的可用性，而没有考虑到数据中心内的其他系统。典型的例子是，与制冷和安防系统相比，在UPS系统上投入不合比例的工程力量和开支。这种疏忽会产生错误的预期，因为IT管理委员会认为

其整个数据中心与UPS具有相同的关键性级别，只有在安全问题造成宕机后才知道情况并非如此。由于不能够查找和量化“薄弱环节”，数据中心将无法产生最佳的业务结果。

不过，在有的情况下对特定系统的关键性进行超额规定也是正确的。例如，关键性1可能完全能够满足一个远程数据中心的需要。然而，IT管理员可能需要管理系统达到关键性3，以便对系统进行其他人员无法轻易实现的控制和监测。在另外一例中，管理员可能需要关键性为2、要求单一电源路径的数据中心。然而由于人员失误造成电源系统宕机的可能性很大，管理员可能会选择包含双路（2N）电源关键性为3或4的电源路径。

建议的确定关键性的方法

选择最佳的关键性就是要实现宕机造成的业务成本与数据中心总体拥有成本之间的平衡。然而，这种选择可能受到限制，具体取决于是要建设新的数据中心还是对现有数据中心进行改造。查阅现有文献可以清楚地发现，前一节所讨论的3种方法对于关键性/级别等级1、2、3或4的含义有共同的理解。表1提供了每种关键性的业务特性以及对系统设计的总体影响。

表1 - 关键性概要

关键性	业务特性	对系统设计的影响
1 (最低)	<ul style="list-style-type: none"> 通常为小企业 多数是现金业务 在线业务有限 对IT依赖度低 认为宕机是一种可忍受的不便 	<ul style="list-style-type: none"> 在设计的所有方面存在许多单点故障 如果UPS可提供8分钟的备份时间，则无需发电机 极容易受到严酷天气条件的影响 通常不能支持超过10分钟的断电
2	<ul style="list-style-type: none"> 有一定金额的在线业务收入 多台服务器 电话系统对业务极其重要 依赖电子邮件 对计划内宕机有一定的承受能力 	<ul style="list-style-type: none"> 电源和制冷系统有一定的备份 发电机备份 能够支持24小时的断电 对选址的考虑很少 防潮层 与其他区域隔离的正式的数据间
3	<ul style="list-style-type: none"> 业务遍布全世界 大部分业务收入来自在线业务 VoIP电话系统 高度依赖IT 宕机成本高 高度认知的品牌 	<ul style="list-style-type: none"> 两个市电路径（有源和无源） 冗余的供电和制冷系统 冗余的服务运营商 能够支持72小时断电 需要认真的选址规划 一小时耐火等级 允许并行维护
4 (最高)	<ul style="list-style-type: none"> 数百万美元的业务 大部分业务收入来自电子交易 业务模式完全依赖于IT 宕机成本极高 	<ul style="list-style-type: none"> 两个独立的市电路径 2N式供电和制冷系统 能够支持96小时的断电 严格的选址依据 最少2小时耐火等级 高级别物理安防 24/7全天候现场维护人员

绿色区域数据中心项目

建设新的数据中心对选择数据中心关键性几乎没有限制。通常取决于数据中心要支持何种类型的业务。根据关键业务特性选择关键性提供了一个相当精确且适度的起点。表2给出了每种关键性级别的成本估算⁴。理解这些成本估算背后的假设十分重要。表3将各种业务应用与特定的关键性之间建立了关联。

表2 - 每种关键性级别的构建估算成本

项目	C1	C2	C3	C4
配备物理基础设施 - 即电源、制冷（每瓦成本）	10美元	11美元	20美元	22美元
土地	与位置关系很大			
楼宇核心和外形（\$/ft ² ）[\$/m ²]	220美元[2,368美元]			

⁴ Turner, Seader, “Dollars per kW plus Dollars per Square Foot Are a Better Data Center Cost Model than Dollars per Square Foot Alone”（每千瓦成本加每平方英尺成本是比单独每平方英尺成本更好的数据中心成本模型），2006。白皮书获取地址：http://www.upsite.com/cgi-bin/admin/admin.pl?admin=view_whitepapers

表3 - 不同应用的典型关键性级别

应用	C1	C2	C3	C4	说明
专业服务	■				咨询、物业管理
施工和工程					任务关键设施的设计单位
分支办事处（金融）	■				本地社区银行办事处
销售点	■	■			百货公司，家居用品
客户资源管理（CRM）	■	■			客户数据
7x24全天候支持中心	■	■			戴尔客户服务
大学数据中心	■	■			在线分配，电子邮件，学费
企业资源规划（ERP）	■	■	■		业务评测板，量度指标
在线医院和旅行预定	■	■	■		在线航班订票
本地实时媒体		■			本地新闻频道
在线数据存储和恢复		■	■		消费者和企业备份
保险		■	■		汽车和家庭保险
作业进度跟踪（制造）		■	■		汽车制造商
全球实时媒体		■	■		全国新闻节目
IP语音（VoIP）		■	■		融合网络
在线银行		■	■		支票业务、票据支付、转账
医院数据中心		■	■		市区医院
医疗记录		■	■		医疗保险
全球供应链		■	■		喷气式飞机制造商
电子商务		■	■	■	在线书店
紧急呼叫中心			■		911（美国），112（欧盟）
能源公共事业			■	■	电力、燃气、供水
电子资金转账			■	■	信用卡、电子支票
全球包裹跟踪			■	■	信函、包裹、货物
证券交易及结算				■	股票、债券、商品

现有的数据中心项目

通常，对于现有数据中心项目（即升级改造），关键性的选择要受到现有建筑的局限。例如，如果现有的建筑位于一个有100年历史的洪泛区上，它就不能成为关键性为2的数据中心。负责阐明所建议数据中心关键性的人必须首先明确主要的约束条件（例如本例的情况），并确定最终的数据中心关键性是否为业务可承受的风险。在本例中，如果关键性为1的数据中心风险过大，则应按照关键性为2的数据中心选择一个替代地址，以消除限制条件。

规定和验证关键性

在选择关键性后，接下来的步骤就是规定关键性、构建数据中心，并按照规范对其进行验证。按规范进行验证可以针对不合标准或欺骗性的工艺进行法律追索。仅仅从Syska或其他机构的标准中选择关键性级别并不能构成可验证、有理据的规范。这些只是对数据中心性能进行分类的方法，并不包含以“应该”（shall）或“必须”（must）类语言撰写的详细规范，作为验证已构建数据中心的依据。如果为数据中心选定一个特定级别或等级，在方法制定者没有进行自我验证之前，则不可能验证依其建造的数据中心满足该级别或等级的要求。可验证、有理据的规范应允许任何人

对数据中心进行验证。通常，数据中心规范将说明对性能、互操作性的基本要求，以及使所有物理基础设施要素作为整体协同工作的最优方法。有效的规范中没有对具体产品的详细说明，而是采用数据中心物理系统的明确、逐条式的规范以及执行数据中心部署步骤的标准化过程来对数据中心作出规定。“基准”规范应对关键性为1的数据中心进行说明，并提供识别更高级别关键性级别编号（即2、3和4）的附加规范。更高级别关键性的规范应以某种符号进行明确的标示，以提示读者。图3示出了一条基准规范项的示例，其后标明了相关的高级别关键性级别项。符号“C3+”表示该规范对关键性级别3和4均适用。

图3 - 基准规范项示例

1. 安装在室外的发电机应有机箱遮蔽。
2. 步入式机箱应盛装所有发电机机械、电气和燃料系统。

C3+

启动数据中心项目的企业管理员可通过若干种方式获得数据中心规范。如果企业有公司物业部门，则其可能有具备数据中心设计和建设经验的人员。这些人员可以制定如上所述的数据中心规范。专业开展关键设施项目的建筑设计和工程公司（如Syska Hennessy集团）可以为自身不具备这种专业力量的企业制定数据中心规范。另一种情况是，正在规划中小规模数据中心项目、能够采用标准化规范的企业可使用很小的成本甚至是零成本来获得完整的规范。APC的“小型/中型数据中心系统规范和项目手册”就是满足上述要求的规范实例。

保持已规定的关键性

即使是数据中心构建完成并按照有理据的规范对其进行验证之后，数据中心的关键性也有可能降至其原始设计以下。随着时间的流逝，企业计划、技术、人员和管理层的变化都是造成这种问题的因素。例如，许多公司升级到更高密度的IT设备，以节省占地空间，这已导致制冷冗余缺失。随着机柜功率密度的增加，数据中心制冷系统的冗余容量将被使用，来为这些高密度机柜提供更多的制冷量。更有甚者，由于IT设备的更新，冗余的供电体系结构还有可能从N+1降级为1N。

保持规定的关键性变得日益困难，除非采用容量管理对物理基础设施系统进行监测。容量管理系统可提供针对参数（如冗余度、气温、功率分配、运行时间、蓄电池电压以及其他任何经过一段时间会影响数据中心关键性的参数）的趋势分析和超阈值信息。这样可以确保适时发出预先通知以及对采购和部署更多容量提供所需的充足的信息。实际上，数据中心如果没有容量管理系统的监测，就无法达到关键性级别4。大型企业通常具有可以充当容量管理系统的楼宇管理系统（BMS）。对于较小的企业，集中式的物理基础设施管理平台可以以较低的单个数据点价格实现容量管理。APC的InfraStruXure Central就是具有容量管理功能的集中式管理平台的实例。

结论

规划数据中心的一个重要输入信息就关键性。用于规定和验证数据中心性能的常规的关键性或级别等级方法并不明确，而且没有理据，因为它们缺乏详细的规范。有效的数据中心关键性规范应使用“应该”（shall）或“必须”（must）等措辞来提供明确而有理据的语言表述。采用此类规范方可对据此建设的数据中心的关键性进行验证。在给定IT设备更新率的条件下，长期保持数据中心的关键性同样重要。容量管理系统可对数据中心的物理基础设施进行监测和跟踪，并在数据中心的关键性降至阈值以下时通知管理员。

关于作者：

Victor Avelar是APC的战略研究分析师。他负责数据中心设计和运行研究，并向客户提供风险评估和设计规范的咨询，以优化其数据中心环境的可用性。Victor拥有伦斯勒理工学院机械工程学士学位和巴布森学院的工商管理硕士（MBA）学位。他是AFCOM和美国质量协会的会员。

附录

表A1 - 3种关键性分级方法的比较

特性	TIA / EIA 942	Uptime级别等级	Syska关键性级别
用于验证数据中心设计的可用、有理据的规范	提供准则，但并未以有理据的语言撰写	没有规范，但Uptime保留确定级别等级以及认证现场是否满足级别等级要求的权利	没有规范，但Syska采用评估小组来指定数据中心关键性级别
关键性的平衡	基于最薄弱的基础设施组件或系统	基于最薄弱的基础设施组件或系统	基于最薄弱的基础设施组件或系统
在确定评级时用到消防和安保设计	消防和安保均被用到	“与现场基础设施层次分类无关” ⁵	消防和安保均被用到
在确定评级时用到IT流程	否	否	用于关键性级别评价
在确定评级时用到地板承重	是	否	否
在确定评级时用到维护流程（文档保存和组织）	未使用	用于验证现场可持续性，但不是现场基础设施级别等级分类的组成部分	用于关键性级别评价
选址	在附录F中作为总体级别等级准则的组成部分进行深入讨论	用于验证现场可持续性，但不是现场基础设施级别等级分类的组成部分，也不提供任何书面指引	用于关键性级别评价但不提供任何书面指引
由官方标准机构发布	是	否	否
各方法之间的差异			
市电接入	第3、4级别等级需要两路市电服务	III、IV级别等级需要两路市电服务	第3和第4级 与TIA和Uptime不一致
冗余IT电源输入	在2、3和4级别等级需要	在III和IV级别等级需要	在第3和第4级（即第3和第4层次）需要
备用电源（发电机）	所有级别等级均需要	所有级别等级均需要	第1级（即第1层次）不需要
2N CRAC / CRAH机组冗余	在第3和第4级别等级需要	未知	在第4级需要

注：蓝色阴影部分表示该特性的最佳性能

⁵ Turner, Seader, Brill, “Tier Classifications Define Site Infrastructure Performance”（层次分类规定现场基础设施性能），2006，第13页