



中华人民共和国国家标准

GB/T 29835.1—2013

系统与软件效率 第1部分：指标体系

Efficiency of system and software—
Part 1: Indicator system

2013-11-12 发布

2014-02-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言 Ⅲ

引言 Ⅳ

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 概述 1

 4.1 软件质量与效率 1

 4.2 效率指标体系 1

 4.3 指标体系应用说明 2

5 时间特性 3

 5.1 时间效率 3

 5.2 处理效率 4

6 容量 4

 6.1 用户容量 4

 6.2 处理容量 5

7 资源利用性 6

 7.1 概述 6

 7.2 CPU 利用性 6

 7.3 内存利用性 6

 7.4 外存利用性 6

 7.5 传输利用性 7

 7.6 I/O 设备利用性 7

附录 A（资料性附录） 本部分与 GB/T 16260.2—2006 的对照关系 8

参考文献 9

前 言

GB/T 29835 在《系统与软件效率》总标题下,分为如下三部分:

- 第 1 部分:指标体系;
- 第 2 部分:度量方法;
- 第 3 部分:测试方法。

本部分为 GB/T 29835 的第 1 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分由全国信息技术标准化技术委员会(SAC/TC 28)提出并归口。

本部分起草单位:上海浦东软件平台有限公司、上海鲁齐信息科技有限公司、中国电子技术标准化研究院、深圳市科脉技术有限公司、广东软件评测中心、上海宝信软件股份有限公司、北京邮电大学、珠海南方软件网络评测中心、国家应用软件产品质量监督检验中心、上海市计算机软件评测重点实验室、上海嵌入式系统应用工程技术研究中心、南昌金庐软件园软件评测培训有限公司、广州广软信息管理系统咨询有限公司。

本部分主要起草人:李家宏、张露莹、徐旻之、张旻旻、申阳、胡兵、袁玉宇、曾昭志、张苏利、肖正坤、侯建华、蔡立志、丁志刚、左家平、黄万民、刘新、袁肃蓉、杨金翠、万方。

GB/T 29835.1—2013

引 言

GB/T 29835 的本部分从系统与软件的时间特性、容量及资源利用性三个方面考虑,提出了效率指标体系。本部分所列的指标并非一个完备集。本部分适用于各种计算机系统与软件产品,但并非每种指标适用于各种计算机系统与软件产品。软件供方、第三方评测机构、需方等可以从本部分中选择合适的指标,亦可以修改指标或使用本部分未包括的其他指标,用来定义效率质量需求,评价软件产品的效率,度量效率质量情况或作其他用途。

本标准预期的主要使用者包括:

- a) 软件供方,当
 - 1) 需要声明软件产品效率特性时;
 - 2) 对照声明的效率特性自行评估其软件产品和系统时;
 - 3) 对软件进行效率相关的产品设计和实现时;
- b) 为效率符合性证书或标志进行测试时的第三方评测机构;
- c) 潜在的需方,当
 - 1) 对即将采购的软件产品的效率要求和现有产品的说明信息进行比较;
 - 2) 需要对产品的效率做进一步的改进或者完善、产品的潜在差错而作必需的更改,实际运行的环境和采购的环境存在差异时;
 - 3) 检验效率要求是否被满足。

GB/T 29835.2《系统与软件效率 第2部分:度量方法》给出了如何获得效率指标测量值的度量方法,GB/T 29835.3《系统与软件效率 第3部分:测试方法》描述了效率指标的测试方法。本部分旨在与 GB/T 29835.2 和 GB/T 29835.3 联合使用。

系统与软件效率

第 1 部分：指标体系

1 范围

GB/T 29835 的本部分规定了系统与软件效率指标体系，给出了每个指标的具体描述和示例。

本部分适用于计算机系统与软件的效率测评。

注：本部分中所指的系统主要是软件系统。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 16260.1—2006 软件工程 产品质量 第 1 部分：质量模型（ISO/IEC 9126-1:2001, IDT）

3 术语和定义

GB/T 16260.1—2006 中界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

容量 capacity

软件产品或系统参数满足需求的最大限量。

4 概述

4.1 软件质量与效率

软件质量是软件的一组特性的总和，表明软件满足明确或隐含要求的能力。

针对计算机系统与软件，与质量相关的特性包括功能性、可靠性、易用性、效率、可移植性和可维护性。这些特性从不同角度反映系统是否满足了用户的质量要求，其中效率反映了系统与软件在完成所需要的功能时所展示出来的及时性、使用资源的适合性、以及最大的系统处理能力等相关特性。

根据 GB/T 16260.1—2006，效率特性可定义为：在规定条件下，相对于所用资源的数量，软件产品可提供适当性能的能力。提高系统和软件效率的基本目标为：在适当的资源配置情况下，系统能够以更快的速度完成更多的任务。效率特性反映系统满足该目标的程度。

注：GB/T 16260.1—2006 中，将软件质量分外部质量、内部质量和使用质量。本标准中的效率特性主要关注系统和软件产品的外部质量，即从系统和软件在执行过程中所展示的效率特性。

4.2 效率指标体系

效率指标体系是对效率特性的评价体系，它给出效率特性及其子特性，并定义一组可量化度量和测试的效率指标。

在本部分中，效率特性被分解为时间特性、容量和资源利用性三个子特性，并进一步定义了每个特性的下层子特性。效率指标体系结构图见图 1。

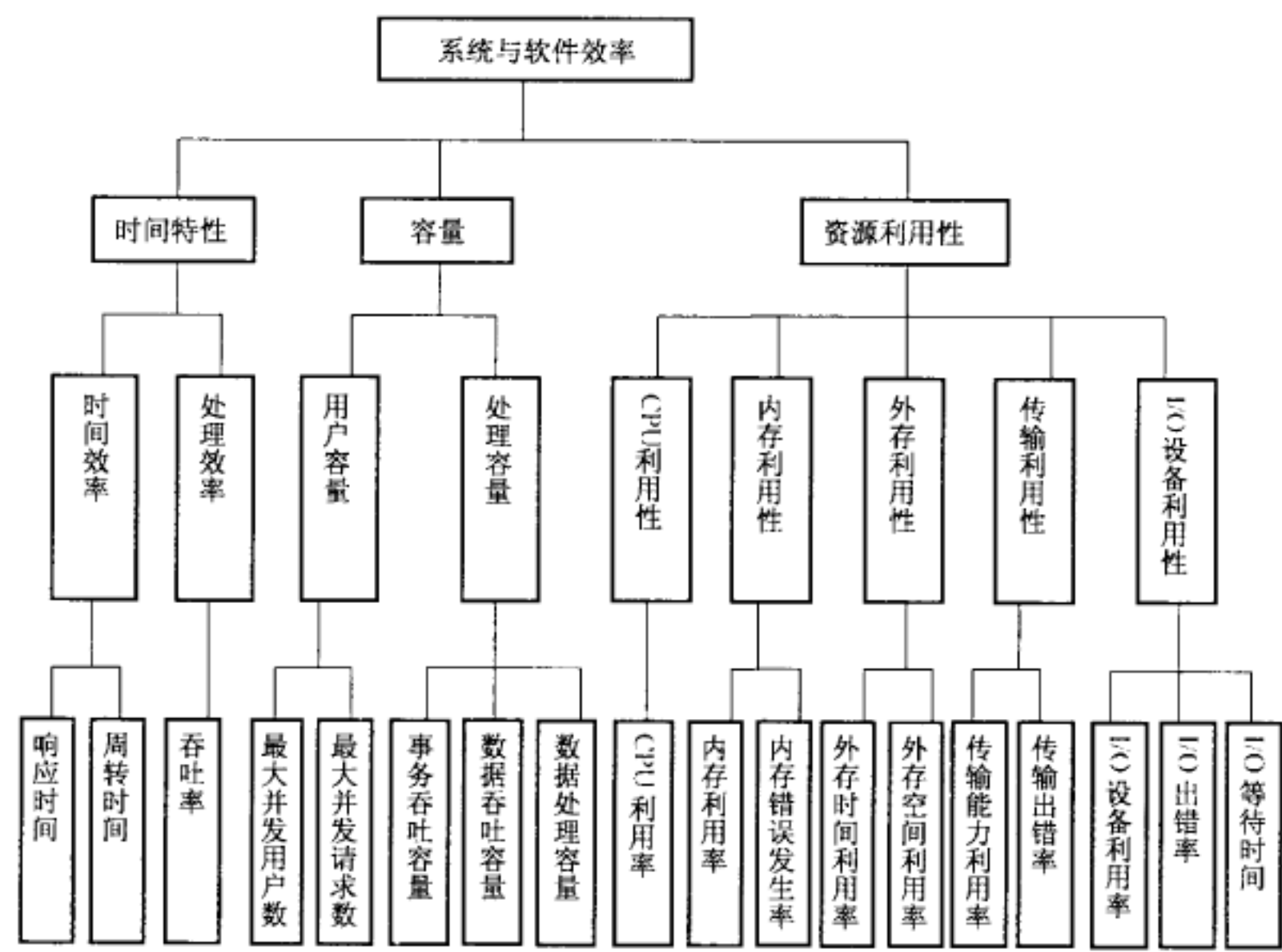


图 1 效率指标体系

本部分中，定义了下列特性与子特性：

- a) 时间特性：与系统的运行速度相关的性能。根据不同的考察角度，时间特性又分为时间效率和处理效率两个子特性。
 - 1) 时间效率：考察系统执行某任务所需要的时间相关特性；
 - 2) 处理效率：考察系统在单位时间内处理的任务数量相关特性。
- b) 容量：系统的最大处理能力相关的性能。该特性可反映在当前的资源条件下，系统处理能力是否满足用户要求，并考察系统处理能力的可扩充的空间。
 - 1) 用户容量：考察系统能够承受的最大并发用户数量及并发请求数量；
 - 2) 处理容量：考察系统在给定时间内能够处理的任务量的极限。
- c) 资源利用性：系统现有资源利用情况的性能，该特性可反映当前的系统在资源利用方面的适合性和可扩充性。按照系统主要计算机资源的类别，进一步将资源利用性分为：
 - 1) CPU 利用性：考察 CPU 的利用情况；
 - 2) 内存利用性：考察内存资源的利用情况；
 - 3) 外存利用性：考察外存资源的利用情况；
 - 4) 传输利用性：考察传输资源的利用情况；
 - 5) I/O 设备利用性：考察 I/O 设备的利用情况。

效率特性及其子特性的被关联到一组效率指标，图 1 所示树状结构中的每个叶子结点表示一个效率指标，第 5 章～第 7 章将详细介绍这些效率指标。

4.3 指标体系应用说明

效率指标是可量化度量的效率相关的指标。通常情况下，指标可表示为一个度量公式，在本部分中，效率指标并不只关联到一个唯一的度量公式，在效率指标体系应用过程中，应考虑以下对效率指标的度量公式和结果产生影响的因素：

- a) 调查对效率特性度量结果产生直接或间接影响的条件
- 在效率指标应用时应标注其所对应的条件，例如：

- 不同运行环境,包括硬件设备、系统配置等因素对效率的影响;
- 不同负载条件,例如:常规负载、峰值负载。

b) 区分效率指标所针对的对象

效率指标可针对不同的对象,可以用于考察某个功能或部件的效率,也可以用于考察整个系统的效率。当综合局部的功能或部件的效率指标进行系统整体效率评价时,应考虑使用适当的评价方法或评价模型。

c) 测量结果的分布特性

由于效率指标测量结果随外在条件的变化会产生变化或波动,因此,效率度量应反映其测量值的波动范围或分布特征,例如,平均值、最大值、最小值等。

d) 效率评价方法

效率指标的度量和评价有两种不同的方法,一是直接测量效率指标的实际值,评价者以此判断系统效率特性的高低;二是将测量到的效率指标的实际值与用户设定的效率目标相比较,获得反映满足程度的比较值,评价者以此来判断系统效率特性在多大程度上满足了用户设定的效率目标。效率指标应用时应考虑满足两种不同的评价需要。

以上的影响因素交叉作用于各个效率指标。在本部分中,效率指标体系未直接反映这些因素的影响,用户需要在使用这些指标进行效率评价时充分考虑这些因素的影响。

注:本标准的第3部分中介绍了反映以上影响因素的指标体系的扩展应用方法。

5 时间特性

5.1 时间效率

时间效率反映与运行速度相关的性能。

从用户操作的角度,时间效率反映系统对用户操作的反馈速度以及完成用户任务所需要的时间,反映系统能否在可接受的时间之内完成所需的任务。时间效率相关度量指标见表1。

表 1 时间效率

指标名称	指标描述	说 明
响应时间	指用户发起一个请求开始,服务器完成对该请求的处理并返回处理结果所经过的时间	1. 响应时间所对应的用户请求可以是一个单步骤的操作请求,也可以是完成某项事务过程中的一个步骤。在人机会话的系统运行环境中,响应时间关注用户感受到的系统的反馈速度,从而使用户保持良好的会话体验。 2. 响应时间用于考察系统处理请求所需要的时间,可应用于系统的各个环节,例如: a) 在用户与客户端的接口之间,响应时间反映用户利用客户端发出请求到客户端接受到反馈所经过的时间。这时考察用户对系统处理时间的完整体验,包括服务器处理请求所需要的时间、往来传输时间和客户端显示所需要的时间; b) 在客户端与服务器的接口之间,响应时间反映客户端程序发出服务请求到服务器返回结果到客户端所经过的时间。这时主要考察的是系统服务器端处理请求的速度。当需要考察网络传输对响应时间的影响时,还应包括网络传输所需要经过的时间; c) 在多服务器的多层次结构中,响应时间也可以表示前端服务器对后端服务器发出请求,后端服务器完成服务并将结果返回给前端服务器所经过的时间。这时可分段考察不同的服务器所占用的处理时间

表 1（续）

指标名称	指标描述	说 明
周转时间	周转时间是执行一个事务所经过的时间。一个事务通常由多个操作步骤组成,周转时间是从第一个操作开始到最后一个操作完成所经过的时间	1. 从业务逻辑的角度来看,事务是指完成一次完整的业务交易,可以包括一至多个交易请求;从用户操作的角度来看,事务是一组相关的操作序列。 2. 周转时间包括事务处理各个步骤所需要的时间的总和,包括系统处理时间、传输时间及用户操作时间。通常情况下,周转时间应反映系统在真实的运行环境中完成一个事务所需的时间,必要时应包括常规的思考时间

5.2 处理效率

处理效率考察系统在单位时间内处理的任务数量相关特性。处理效率相关度量指标见表 2。

表 2 处理效率

指标名称	指标描述	说 明
吞吐率	单位时间内系统处理完成的请求数量或任务数量	吞吐率是一个广义的概念,可应用于不同的对象。不同类型的吞吐率的例子有: ——单位时间内处理用户请求的数量,例如,web 系统的每秒页面请求数、点击率(HPS); ——单位时间内处理的事务数量,例如,业务系统每秒完成的事务数量、每秒事务数(TPS); ——单位时间内处理的数据量,例如,数据交换机的每秒转发数据包数等

6 容量

6.1 用户容量

用户容量反映多用户并发环境下系统能够接受的并发数量。并发数量可以从客户端和服务端两个角度来观察,从客户端的角度来说,并发数量可以用同时访问系统功能的用户数量来反映;从服务器端的角度来说,可以从系统能够同时接受的并发请求数来反映。最大并发用户数和最大并发请求数分别从这两种角度反映系统的并发性能。用户容量相关度量指标见表 3。

表 3 用户容量

指标名称	指标描述	说 明
最大并发用户数	系统能够承受的同时使用系统服务或资源的用户数的极限,超过该用户数,将导致系统效率严重下滑,并可能导致系统崩溃、失效	1. 在不同应用场合中,该用户数可以指在一个时间段内共同登录到某业务系统的用户数量,也可以指同时使用某事务处理功能的用户数量。 2. 通常情况下,本指标应反映实际运行环境下用户常规的使用场景下系统能够接受的最大并发用户。例如,在网络订票系统中,最多能够接受多少个用户同时上网订票

表 3（续）

指标名称	指标描述	说 明
最大并发请求数	系统能够承受的同时接收到的请求数的极限,超过该请求数,将导致系统效率严重下滑,并可能导致系统崩溃、失效	1. 从服务器角度来说,最大并发请求数是系统服务器端承受的同时接收到的请求数的极限;从客户端角度来说,最大并发请求数也可以看作系统客户端在线的并发用户中同时发出操作请求的用户数的极限。例如,在网络订票系统中,最多能够接受多少个用户同时发出订票请求。 2. 最大并发请求数忽略客户端用户的常规操作特性,直接考察系统服务器的最大并发性能

6.2 处理容量

处理容量反映衡量系统的最大事务处理能力。其中,事务吞吐容量和数据吞吐容量是系统能够承受的最大负载情况下的事务吞吐量和数据吞吐量,数据处理容量从用户或事务处理的角度考察特定处理能力的最大容量。处理容量相关度量指标见表 4。

表 4 处理容量

指标名称	指标描述	说 明
事务吞吐容量	在一定的时间单位内,系统能够处理完成的最大事务量	1. 事务吞吐容量可看作为是吞吐率的特例,反映系统在所能承受的最大负载情况下的事务吞吐率。 2. 事务吞吐容量不关注各个不同时间点上事务吞吐率的变化情况,也不是某个时间点事务吞吐的峰值,而要求系统在一定的持续时间内稳定运行状态下的能够提供的事务处理能力,因此数据吞吐容量的单位可能选择更长的时间单位,比如小时、天、月等
数据吞吐容量	在一定的时间单位内,系统能够处理完成的最大数据量	1. 数据吞吐容量也可以看作吞吐率的特例,反映的是系统在所能承受的最大负载情况下系统数据处理能力的最大值。 2. 数据吞吐容量与事务处理容量的不同在于:事务处理容量是单位时间内的事务处理数量,但未说明每个事务处理数据量;数据吞吐容量表示一定时间内的数据处理量,而忽略这些数据量是由多少事务处理完成的。从某种意义上说,数据吞吐容量更精确地表达了系统完成的工作量
数据处理容量	对于指定的数据处理或数据存储功能,系统能够处理的最大数据量	1. 数据处理容量是指系统能够处理或存储的特定数据类型的最大数据量,在该数据量下,系统能够正常处理且运行效率在用户可以接受的范围之内。 2. 典型的数据处理或存储容量的例子包括: ——系统能够处理的最大文件长度; ——数据库能够处理的最大数据库记录数; ——一个用户能够处理的最大数据量或数据量范围等。 3. 数据处理容量与数据吞吐容量的区别在于:数据处理容量针对一种指定的数据处理或存储功能,考察从该功能角度所观察的最大数据处理容量,而不是系统的总体的最大数据处理量。 4. 数据处理容量不要求系统处于最大负载情况下,在不同的系统负载条件下,数据处理容量可能不同

GB/T 29835.1—2013

7 资源利用性

7.1 概述

资源利用性用于考察系统中使用的基本硬件设备资源的利用程度,判断该资源是否成为系统性能瓶颈。本部分中主要涉及通用的基本硬件资源的利用性,包括 CPU 利用性、内存利用性、外存利用性、传输利用性、I/O 设备利用性。

在计算机系统中,每类资源的数量并不是唯一的,资源利用性的对象可以针对每个特定的资源利用性进行评价,也可以针对多个同类资源进行综合评价。在可以自动进行负载均衡的系统中,资源利用性可考察资源之间负载均衡的实际效果。

资源利用率指标并不是越高越好,应保持一定的余量,当某个资源的利用率达到一定数值后,该资源可能将成为系统性能瓶颈。

7.2 CPU 利用性

CPU 利用性反映系统中 CPU 资源的利用情况,CPU 利用性相关度量指标见表 5。

表 5 CPU 利用率

指标名称	指标描述	说 明
CPU 利用率	系统或软件产品在运行过程中 CPU 的使用率	1. CPU 利用率反映 CPU 系统的繁忙程度,可用于考察 CPU 资源的利用率,并观察 CPU 资源是否形成系统瓶颈。 2. 在多处理器系统中,CPU 利用率反映各个处理器的平均利用率

7.3 内存利用性

内存利用性反映系统中内存资源的利用情况。内存利用率反映物理内存的使用率,由于虚拟内存技术的使用,内存利用性还需要考察从内外存页面交换的频度,从而考察整体的内存利用效率。内存利用性相关度量指标见表 6。

表 6 内存利用率

指标名称	指标描述	说 明
内存利用率	系统或软件产品在运行过程中内存的使用率	内存利用率反映系统的内存资源的利用程度,过高的内存利用率可能降低系统运行效率
内存错误发生率	系统或软件产品在运行过程中,单位时间内发生内存错误的次数	内存错误是指不能在内存地址中找到所需页面的情况。包括硬错误(那些需要磁盘访问的)和软错误(在物理内存的其他地方找到的错误页)。许多处理器可以在有大量软错误的情况下继续操作。但是,硬错误可以导致明显的拖延

7.4 外存利用性

计算机系统的主要的外存设备指硬盘设备,外存利用性相关的度量指标见表 7。

表 7 外存时间利用率

指标名称	指标描述	说 明
外存时间利用率	系统或软件产品在运行过程中，外存读写时间占总时间的百分比	外存时间利用性用于衡量外存设备读写的繁忙程度。当外存设备读写频率过于频繁，系统可能因为等待磁盘读写而影响运行效率
外存空间利用率	系统或软件产品在运行过程中，已使用的外存空间占总外存空间的百分比	外存利用率只应用于对外存空间对系统效率比较敏感的系统。如果外存空间比较充分，对系统运行无显著影响，则可忽略该指标

7.5 传输利用性

除了计算机主机系统以外，传输性能是影响系统和软件效率的重要环节，传输利用性主要考察计算机系统传输资源的利用情况。传输利用性相关的度量指标见表 8。

表 8 传输能力利用率

指标名称	指标描述	说 明
传输能力利用率	系统或软件产品在执行规定的数据传输功能时，传输吞吐率占传输设备最大传输吞吐率的百分比	传输能力利用率度量应用系统运行过程中所占用的传输设备的传输吞吐量与传输设备本身可以提供的最大传输吞吐量之间的比率，该指标可用于衡量传输设备是否形成系统瓶颈，以及传输能力的可扩充性
传输出错率	系统或软件产品在运行过程中，传输设备发生错误的频率	如果传输出错率会急剧增加，传输能力则可能出现瓶颈

7.6 I/O 设备利用性

I/O 设备利用性考察 I/O 设备的利用情况，不同的 I/O 设备应分别进行度量和评价。I/O 设备的相关度量指标见表 9。

表 9 I/O 设备利用率

指标名称	指标描述	说 明
I/O 设备利用率	系统或软件产品在运行过程中，I/O 设备资源忙时间占总运行时间的百分比	I/O 设备利用率指标度量 I/O 设备的利用率，考察设备资源配置的充分性
I/O 出错率	系统或软件产品在运行过程中，用户 I/O 请求出现错误的频率	I/O 出错率的急剧增加可能反映该 I/O 设备形成了瓶颈，也可能是其他原因造成，应根据不同 I/O 设备的特点分别予以分析
I/O 等待时间	系统或软件产品在运行过程中，等待 I/O 设备操作完成所用的时间	I/O 等待时间反映 I/O 设备的繁忙程度，当 I/O 请求较多时，I/O 设备请求队列的长度可能造成 I/O 等待时间加长，也可能影响事务的周转时间

附 录 A
(资料性附录)

本部分与 GB/T 16260.2—2006 的对照关系

本部分定义的效率指标体系与 GB/T 16260.2—2006 中定义的效率度量元的对照关系见表 A.1。
注：在对照关系表，相对应的条目在含义上部分存在差异。

表 A.1 本部分与 GB/T 16260.2—2006 对照关系表

本部分			GB/T 16260.2—2006
时间特性	时间效率	响应时间	响应时间
			响应时间(平均响应时间)
			响应时间(最坏情况下的响应时间比率)
		周转时间	周转时间
			周转时间(平均周转时间)
			周转时间(最坏情况下周转时间的比率)
容量	处理效率	吞吐量	吞吐量
			吞吐量(平均)
	用户容量	最大并发用户数	—
		最大并发请求数	—
		事务吞吐容量	吞吐量(最坏吞吐量比率)
		数据处理容量	—
资源利用性	处理容量	数据存储容量	—
		—	—
		—	—
	CPU 利用性	CPU 利用率	—
	内存利用性	内存利用率	最大的内存利用数
		内存错误发生率	内存错误的平均发送数
			内存错误与时间比率
	外存利用性	外存时间利用率	—
		外存空间利用率	—
	传输利用性	传输能力利用率	—
		传输出错率	传输错误的平均发生情况
			传输错误与时间的平均比
	I/O 设备利用性	I/O 设备利用率	I/O 设备的利用性
		I/O 出错率	与错误相关的 I/O
			平均 I/O 完成比率
	I/O 等待时间	I/O 等待时间	I/O 设备利用的用户等待时间

参 考 文 献

- [1] GB/T 5271.1—2000 信息技术 词汇 第1部分:基本术语(eqv ISO/IEC 2382-1:1993)
 - [2] GB/T 8566—2007 信息技术 软件生存周期过程(ISO/IEC 12207:1995, MOD)
 - [3] GB/T 11457—2006 软件工程术语
 - [4] GB/T 16260.2—2006 软件工程 产品质量 第2部分:外部度量(ISO/IEC TR 9126-2:2003, IDT)
 - [5] GB/T 16260.3—2006 软件工程 产品质量 第3部分:内部度量(ISO/IEC TR 9126-3:2003, IDT)
 - [6] GB/T 16260.4—2006 软件工程 产品质量 第4部分:使用质量度量(ISO/IEC TR 9126-4:2004, IDT)
 - [7] ISO/IEC 25010:2011 Systems and software engineering -- Systems and software Quality Requirements and Evaluation(SQuaRE) -- System and software quality models
-

