



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 23702.1—2009/ISO 15536-1:2005

---

## 人类工效学 计算机人体模型和人体模板 第 1 部分：一般要求

Ergonomics—Computer manikins and body templates—  
Part 1: General requirements

(ISO 15536-1:2005, IDT)

2009-05-06 发布

2009-11-01 实施

目 次

前言 .....	I
引言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 准确度 .....	2
5 可用性 .....	2
6 文档 .....	3
附录 A (资料性附录) 影响人体模型人体测量准确度和基于其得到的分析、测定结果准确度的因素 .....	6
参考文献 .....	10
表 1 原始数据和标准位置的人体模型直接测量值之间的比较 .....	4

## 前 言

GB/T 23702《人类工效学 计算机人体模型和人体模板》分为两个部分：

——第 1 部分：一般要求；

——第 2 部分：计算机人体模型系统的功能校验和尺寸验证。

本部分是 GB/T 23702 的第 1 部分。

本部分等同采用 ISO 15536-1:2005《人类工效学 计算机人体模型和人体模板 第 1 部分：一般要求》(英文版)。

本部分的附录 A 为资料性附录。

本部分由全国人类工效学标准化技术委员会提出并归口。

本部分起草单位：中国标准化研究院、清华大学、北京航空航天大学、北京服装学院、航天医学工程研究所、航空医学研究所。

本部分主要起草人：张欣、李志忠、周前详、冉令华、王黎静、郑嵘、肖惠、刘太杰、郭小朝。

## 引 言

机械安全标准可分为以下三类:

- a) A类标准(基本安全标准):给出适用于所有机械的基本概念、设计原则和一般特征。
- b) B类标准(通用安全标准):涉及机械的一种安全特征或使用范围较宽的一类安全防护装置:
  - B1类,特定的安全特征(如安全距离、表面温度、噪声)标准;
  - B2类,安全装置(如双手操纵装置、联锁装置、压敏装置、防护装置)标准。
- c) C类标准(机器安全标准):对一种特定的机器或一组机器规定出详细的安全要求的标准。

本部分属于B类标准。

对依据C类标准设计和制造的机器而言,当C类标准的内容偏离A类或B类标准的相关规定时,以C类标准为准。

本部分的规定在很大程度上独立于当前快速发展的计算机人体模型技术和人体模板技术,也独立于是否有详细、代表性的最新人体测量数据。

人体的物理特性是空间、家具、机械及其他设备的设计出发点之一。计算机技术的快速发展使得可以通过构造计算机人体模型来模拟人体和人体活动。例如,基于人体测量得到的精确计算机模型和人体模板可用于显示人与物理环境间的几何关系。人体模型和人体模型系统还可集成多种评估功能,如可达域的表示、视域的可视化、所需力量的生物力学计算和运动仿真。

计算机人体模型旨在降低用真人做测试以及用物理模型和物理原型做评估的需求。但是,真人不仅可以提供真实的物理尺寸,还可提供各种不同的感觉和感知,以及他们对任务难易度、舒适度和其他设计特性的评价(见ISO 15537)<sup>[3]</sup>。

利用计算机人体模型能够快速、方便、及早地发现可能存在的尺寸缺陷问题,可以快速确定与身体尺寸相关的限制操作的关键尺寸,如:在限定空间中的匹配问题、可达性问题。否则,确定这些关键尺寸需要对大量的真人进行测试。

在使用人体模型时,需在同一测试条件下考虑一些工效学方面的问题(例如人体测量、姿势、视觉、力和动态特性)。在既没有现成可用的尺寸数据,也没有可用于全尺寸评估的参照条件时,人体模型作为通用设计工具,对于全新的设计非常有用。在设计过程中,使用计算机人体模型可使不同专家和用户之间的信息交流与协作变得更为容易。

若使用得当,计算机人体模型可加快整个设计过程,降低设计成本。工效学设计过程在EN 614-1《机械安全 人类工效学设计原则 第1部分:术语和一般原则》中被作为一个整体提出。

计算机人体模型的使用并不能自动保证产生适当的设计方案,有时甚至会被误用。设计者有可能使用不当,例如:让模型摆出难以做到的姿势,或者提供太小的活动空间。这可能是因为设计者并不清楚计算机人体模型在人体测量、姿势和生物力学方面固有的局限性。随着人体模型系统复杂性的增加,它与人体特性数据间的联系也变得困难,或无法追踪。

迄今为止,可用的人体模型和人体模型系统,随着其准确性和可用性,以及所能提供的功能和特性的不同而各异。在当前发展阶段,复杂的人体模型系统需要强大的硬件支持和经过专门训练的用户,这对于许多设计者来说可能是无法做到的。最简单的系统可能容易使用,但是对设计而言其价值有限。这些系统也有不同的侧重点,如人体测量的准确性、生物力学性能、图形可视化、几何设计、仿真和动画等。在很大程度上,人体模型和相关设计系统的选择就是对这些不同特性的权衡。

选择和使用人体模型系统,需要广泛的专业知识和丰富的实践经验。不过,要控制其他外部参数的影响,复杂的人体模型系统可能是一种较好的选择。

# 人类工效学 计算机人体模型和人体模板

## 第1部分:一般要求

### 1 范围

GB/T 23702 的本部分规定了设计和开发计算机人体模型、人体模板以及人体模型系统的一般要求。考虑到它们在结构复杂性和功能多样性方面的可用性和局限性,本部分给出了它们的人体测量特性和生物力学特性。本部分也可作为人体模型及其系统的选择指南,以及针对特定应用,评估其准确度和可用性的指南。

本部分对描述人体模型特性、人体模型系统特性及其预期应用的文档进行了详细规定,这些文档可用于指导它们的用户。

本部分给出了有效方法,以确保用于工作空间设计的计算机人体模型和人体模板在人体测量学和生物力学方面具有较好的准确性和可靠性。

本部分旨在确保人体模型用户能够为特定的设计任务选择合适的人体模型系统,并正确使用它。

本部分仅对人体模型的静态准确度做出要求,并对使用中影响分析与测定准确度的其他因素给出了相关建议。

本部分的应用宜通过真人的实际测试进行确认。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 23702 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB/T 5703 用于技术设计的人体测量基础项目(GB/T 5703—1999,eqv ISO 7250:1996)

GB/T 15706.1—2007 机械安全 基本概念与设计通则 第1部分:基本术语和方法(ISO 12100-1:2003,IDT)

GB/T 18978.11—2004 使用视觉显示终端(VDTs)办公的人类工效学要求 第11部分:可用性指南(ISO 9241-11:1998,IDT)

EN 614-1 机械安全 人类工效学设计原则 第1部分:术语与一般原则

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本部分。

#### 3.1

**计算机人体模型 computer manikin**

基于人体测量尺寸、连接及关节结构、运动特性的二维或三维计算机人体图形。

#### 3.2

**计算机人体模型系统 computer manikin system**

由计算机人体模型、人体模型(如:姿势、人体尺寸)的操控工具、人体特征和行为(如:生物力学、力量、运动)的仿真功能、计算机物理环境模型中人体模型的定位方法等组成的计算机建模系统。

### 3.3

#### 人体模板 body template

基于人体测量的二维人体轮廓物理模型,通常具有活动关节。

## 4 准确度

### 4.1 概述

利用人体模型进行分析和测定的准确度受到若干个因素的影响。其中一部分是人体模型本身的人体测量准确度、结构准确度、功能准确度和生物力学准确度;而另一部分则是人体模型用户的知识和经验,如对姿势进行适当的微调,或设置人体模型在带垫座椅表面上的深度。所需准确度取决于工作任务和尺寸的重要性(如:入口尺寸和可达域)。

本部分仅给出了人体模型的静态准确度要求(见 4.2 和 4.3),对使用中影响分析与测定准确度的其他因素只给出了相关建议。附录 A 详细描述和讨论了这些因素。

### 4.2 人体模型的静态准确度

人体模型的结构和形状应与人体测量数据和人体外形一致(见 6.4)。在设计人体模型时需特别注意,在对应姿势(如立姿与坐姿)上,人体模型尺寸应与人体测量尺寸一致。

应依照 GB/T 5703 的规定对人体模型进行测量,以验证计算机人体模型与现有人体测量数据的一致性。通过测量所选点的水平距离或垂直距离,可对人体模型尺寸和人体测量数据进行比较,并确定标准位置的人体测量准确度(见 6.4)。

### 4.3 人体测量准确度的特定问题

#### 4.3.1 松弛效应

人体测量采用的标准姿势是挺直的。然而在自然状态下,身体是略微有些松弛的。对立姿和坐姿下相关尺寸的变化宜加以考虑,允许对躯干姿态做相应的微调,或者加上一个相应的松弛量(在挺直姿势中这个变化通常为 10 mm~60 mm)。

#### 4.3.2 软组织的形变

人体由刚性的硬组织(如骨骼)和在改变姿势或者受压时会变形的软组织(如肌肉和脂肪)构成。人体模型宜有相应的设置考虑这种可变形的组织(如臀部),这样可使在立姿变为坐姿时躯干的高度仍然是正确的。

#### 4.3.3 关节运动

关节的灵活性会影响人体测量的准确度。例如,肩和肩关节的旋转中心是活动的,这在很大程度上影响向前和向上的可达范围。人体模型的用户宜清楚了解人体模型的可达域类型(如:舒适可达域和最大可达域)。人体模型的肩部运动宜用适当的功能函数来实现,或者让用户能够在肩关节活动范围内调整肩关节旋转中心的位置。关于关节运动的更多信息见附录 A.3.3。

## 5 可用性

### 5.1 概述

计算机人体模型软件系统应易于使用,以便在遵循 EN 614-1 规定的设计过程中被接受和使用。人体模型系统的可用性同样会影响分析的准确度。5.2 至 5.8 描述了人体模型系统的可用性特征。软件应用中可用性的一般要求应遵循 GB/T 18978.11 的规定。

### 5.2 清晰性

人体模型系统的结构和界面应清晰易懂,便于学习和使用。

### 5.3 一致性

软件界面(如对话和菜单)宜尽可能与设计者使用的其他计算机程序(如设计软件(CAD)、动画软件和用于评估的工效学应用软件)一致。

#### 5.4 有效性

计算机系统的软件程序宜简短。这些程序包括从一个应用软件到另一个应用软件的接口程序和将人体模型或环境从一个软件移植到另一个软件的接口程序。同时,宜限制用户程序中的步骤数,并尽可能地降低每一步的选择难度。

#### 5.5 多功能性

必须保证在同一个应用软件中能操纵人体模型(如尺寸和姿势)和改变环境。人体模型系统也应允许用户指定和说明视域、可达域和角度限制,如最佳工作区和最大工作区(见 ISO 14738)<sup>[2]</sup>。人体模型系统的多功能性在很大程度上受软件架构和软件设计的影响(如模块化和开放性的系统架构,见附录 A.7)。

#### 5.6 人体测量数据改变的便利性

人体模型的人体测量尺寸应易于改变,如通过选择所需尺寸的百分位数或者直接更改尺寸来改变,在这两种情况下均应为用户显示百分位数。根据设计的需要,应可以组合身体不同部分的不同百分位数,并加以适当的说明。人体测量尺寸应可在目标人群的第 1 百分位数和第 99 百分位数间进行调节。

#### 5.7 姿势改变的便利性

人体模型的姿势应易于改变,以测试特定的操作,如短时间内到达某个目标并恢复到初始姿势。人体模型系统应能在一些基本的姿势中方便地进行选择或变换,如立姿、坐姿、弯腰和下跪。同时,人体模型也应易于定位,或与环境中的目标接触,或不接触。

#### 5.8 视觉判断的便利性

为达到所需的准确度,尺寸或姿势的调整应易于为用户所察觉,且易于用适当的方法实现。前提是能清楚地呈现身体的表面或轮廓,此外还能呈现关节的运动,以及运动的方向和幅度。如果人体模型有头发或穿有衣服和鞋,这就可能需要使用标记或参考线来显示关节角度变化。

为判断某个姿势或目标在可接受的限度内是否可达,宜在需要的时候,清晰地显示视域、可达域和舒适范围。

相对于座椅设施的人体模型定位需指定某些参考点,如座椅标志点。

### 6 文档

#### 6.1 概述

人体模型及其系统的开发者负责编制描述其特性和预期应用的文档,以及用户指南。对文档的要求见 6.2 至 6.9。

#### 6.2 预期应用

应说明人体模型的预期应用(如动画、人体测量和生物力学评估)和所有的使用限制,特别是从人体测量的角度。同时也应说明人体模型系统分析和评估的类型,例如:

- 自动评估,或仅通过视觉判断进行评估;
- 运动的动画,或仅呈现静态图片;
- 几何关系分析,如可视、可达、可入和碰撞;
- 基于生物力学计算的力量需求评估。

此外,也应说明预期的用户群,如工程师、人类工效学专家等。设计领域也应注明,如机械设计、建筑设计等。在人体测量和工作空间设计方面所需的经验,以及复杂应用中使用软件所有功能所需的计算技术也应加以说明。

#### 6.3 数据来源

应说明所用人体测量数据的来源。如果由不同来源或不同性别的数据组合而成,合并后的数据至少应给出第 5 百分位数、第 50 百分位数和第 95 百分位数的值,并制成表格。

6.4 标准位置的人体测量准确度

为了评估计算机人体模型的静态准确度(见 4.2),至少应对列于表 1 中的基本人体测量尺寸加以确认。对于其中每一项,都必须依照 6.3 的规定记录原始数据(来源、原始数据、组合或合并的数据)。此外,应从第 5 百分位、第 50 百分位和第 95 百分位的人体模型上直接测量相同尺寸。应使用与初始值的百分比来记录这些值之间的差异。表 1 显示了如何记录此类对比。该对比显示了身高路径上的折衷和体型的选择所带来的固有差异。对于特定应用,也宜使用第 1 百分位数和第 99 百分位数(见附录 A.5.2)。

表 1 原始数据和标准位置的人体模型直接测量值之间的比较

基本人体测量项 <sup>a</sup>	P5			P50			P95		
	原始数据	人体模型 测量值	差 值 %	原始数据	人体模型 测量值	差 值 %	原始数据	人体模型 测量值	差 值 %
1. 身高									
2. 坐高(躯干挺直)									
3. 前伸长(执握前伸长)									
4. 肩最大宽(两三角肌间)									
5. 臀宽(坐姿)									
6. 胸厚(立姿)									
7. 体厚(立姿)									
8. 胸宽(立姿)									
9. 肘高(立姿)									
10. 肩-肘距									
11. 膝高									
12. 大腿厚									
<sup>a</sup> 这些人体测量项目的描述见 GB/T 5703。									

6.5 姿势的假设与修正

任何有关人体模型标准姿势和实际姿势之间尺寸差异的假设和修正都应在文档中说明,如松弛效应的修正(见 4.3.1)和肩关节运动的修正(见 4.3.3)。如果是人体模型综合特征,宜在 6.4 的对比中加以考虑。

6.6 着装的假设与修正

任何有关着装的假设和修正都应在文档中说明(如鞋跟高度)。

6.7 影响人体测量准确度的其他特性

所有不可见或者不明显,但又影响人体测量或者生物力学准确度的人体模型特性都应在文档中说明。这些特性包括内部结构、用于描述肢体方向的坐标系统的类型以及是否有强加的限制等。

文档中至少应说明以下内容:

- 人体模型的人体测量几何特征的呈现方式(如:用于表现表面和内部骨骼的结构类型);
- 是否提供了特定人群的人体测量数据库;
- 能否与其他数据库合并;
- 能否给出一个特定个体的测量数据。



#### 6.8 影响生物力学准确度的因素

当人体模型用于生物力学分析时,用于计算的生物力学模型和公式都应在文档中详细说明,包括数据来源和所用的量(尺寸、质量、力等)。

#### 6.9 控制方法

控制姿势、平衡和运动的方法,以及人体模型与环境的交互方法都应在文档中说明。

#### 6.10 用户指南

应提供与人体测量数据和其他需考虑因素(如生物力学特性)相关的用户指南(附在技术手册上),这些人体测量数据用于为特定评估任务选择百分位数。

文档中应给出使用人体模型和人体模型系统所需的硬软件要求。与其他类型程序(数据的输入与输出)和输出媒体(绘图仪、打印机、录像机)间通讯的可能性,也应在文档中说明。

附录 A  
(资料性附录)

影响人体模型人体测量准确度和基于其得到的分析、测定结果准确度的因素

A.1 概述

本附录描述和讨论了人体模型与人体模型系统的典型特征,这些特征关系到它们的应用领域和利用它们进行相关分析的准确度。

A.2 几何表征

A.2.1 二维人体模型

二维人体模板是一种用于评估传统设计制图的物理人体模型,而二维计算机人体模型是计算机人体模型中最简单的一种。二维人体模型计算要求低,很容易理解和操作,适用于草图的绘制和二维设计,可用于研究平面上的姿势和运动,但每次只能用于一个平面。

A.2.2 三维人体模型

三维计算机人体模型能模拟多种人体姿势和运动。从基于人体骨骼的简单棍状模型,到能部分表征身体表面的线框模型,再到曲面模型,或更加逼真的人体内部结构仿真模型,它们的几何复杂度各不相同。当计算能力不能满足特定应用的要求时,就需要使用棍状模型,例如,复杂的实时仿真和生物力学计算。利用详细的曲面定义可以给出一个逼真的人体外表。

三维人体模型在感知、姿势操控和动作控制方面会有一定困难。另外,三维环境的构建也比较耗时。因此,三维人体模型一般不适合原始设计,但对后期设计方案的可视化与评估则是非常有效的。

A.3 结构特征

A.3.1 体段与关节的数量

大量的人体体段和活动关节可以使模型更自然,能模拟更多的运动,特别是躯干和颈的极端姿势。在为普通立姿和坐姿测定尺寸时,较少的体段数就足够了。二维的人体模型通常有 6 到 11 个活动关节,这使得关节和关节的姿势操控相对简单。三维模型可以少至 15 个关节,当需要表现手指和脊柱的解剖细节时,三维模型可以多至 70 个的关节。

A.3.2 关节运动的自由度

每个关节都有各自不同的自由度(旋转轴),如指关节只有 1 个,脊柱有 3 个或更多(如:前/后弯曲,侧向弯曲和旋转等)。肩关节具有多个轴,而且它的旋转中心在相当大的范围内是可移动的。由于一些实际原因,如考虑到姿势的易于操控性,一些关节活动的选择会有所限制。

A.3.3 关节结构

当计算机人体模型的连接和关节比真实人体简单时,就会出现误差。例如:在为肩部建模时,如果没有一个可活动的肩胛骨,而仅仅用一个球窝关节来模拟肩关节,就无法模拟上肢前伸时的自然动作。向前的可达域会变短,由此引起的误差相当可观。对于膝关节,虽然当膝部角度变化时旋转轴会产生轻微的移动,但用具有固定旋转轴的简单铰链为膝关节建模,其引起的误差并不大。

A.3.4 角度限值

对关节运动而言,每个关节都有角度限值。这些限值给出了所有可能的活动范围,可以通过动态人体测量数据来描述。同时也指明了人们特定行为(如装配操作或驾驶车辆)的舒适范围,以及评估与机器相关工作活动的限值。

## A.4 功能特征

### A.4.1 姿势

人体模型宜能够模拟人的多种自然姿势。通过视觉判断整体姿势的变化依赖于大量的关节运动自由度,这样会导致一些问题。因此,通常需要预设一些标准的基本姿势(如:立姿、坐姿、弯腰等)。

在某些应用中,控制平衡是保持特定姿势的前提条件。为了在静态姿势下检查整个身体的平衡性,就需要各体段质量和质心的数据。计算应能自动进行,典型的姿势行为也应能集成在一起,这样就可以保持姿势和模拟连续的运动,如步行。

宜认清力与姿势、平衡和舒适性之间的关系。不指定姿势就不能正确地评估力量。只有在特定姿势下,身体处于平衡状态,舒适性也没有受到严重影响时,才能使出最大力量。

### A.4.2 可达域和推荐性工作区域的标示

可以通过改变姿势,或者标示可达域和推荐性手工操作活动区域,来检查可达能力,例如,显示可达域包络。推荐性工作区域的范围受制于若干个因素,如搬运目标的质量,运动的频率和工作任务的持续时间。

### A.4.3 视野的标示

在头不动眼动的状态下的视野、周边视野以及正常视线可以用多种方式实现可视化。视距的推荐值或相应的限制也可用可视化的方式呈现。

对于特定应用,宜考虑相关标准。

### A.4.4 运动模式

计算机人体模型肢体与躯干的动作宜尽可能地接近真人。由于存在大量的自由度,在运动控制中,可使用预设的综合运动模式。这可能需要关节与体段的运动轨迹数据,或开发优化算法。

### A.4.5 生物力学评估

通过生物力学计算,可在静态姿势和运动中计算人体不同部分的负荷。这些计算是基于外力的大小、方向和作用点,以及人体几何结构的建模数据。这些几何结构可以结合一些额外的数据,如体段的质量、质心和转动惯量,具体需要哪些数据取决于所需要的逼真程度或允许的复杂度。同样也可以计算特定关节为实现运动模拟所需的力矩。通过比较计算值与极限值,就可评估姿势和运动的工效学舒适度。

## A.5 人体测量特征

### A.5.1 固定的或参数化的人体测量特征

可以为计算机人体模型的人体测量变量提供固定的选项,例如,不同的性别,不同的年龄组,统计意义上的尺寸分组或体型。对于二维人体模型来说这是一种典型做法。人体模型也可以参数化,例如,人体测量数据可以和角度数据一样以参数的形式储存在文件中。这就允许对用户群和人体测量选项进行选择,这种选择取决于数据是如何编排和如何操作的。

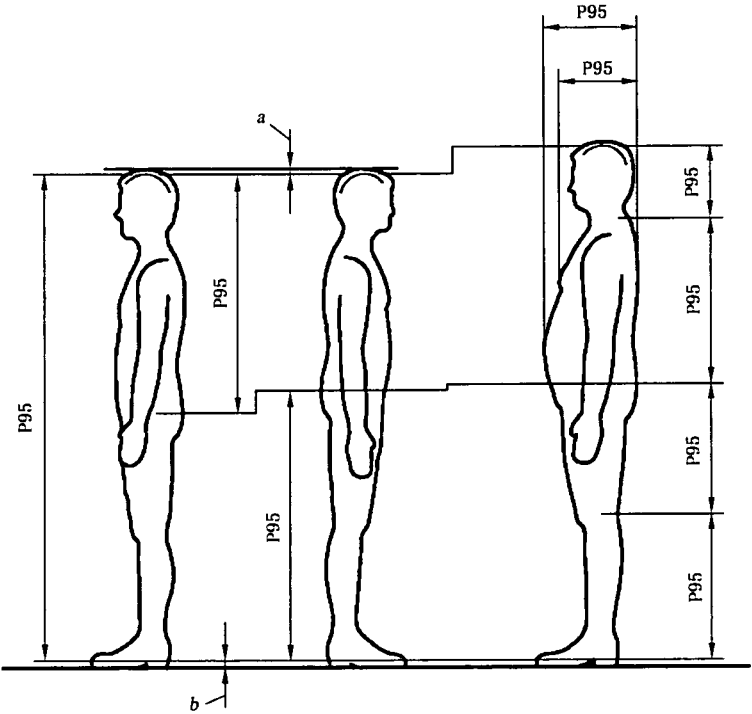
### A.5.2 百分位数的选项

现有的成人人体尺寸数据通常是按照性别和年龄统计的。在这些群体的组合中,尺寸数据以百分位数呈现,例如,一般设计中使用的 P5, P50 和 P95。在一些用于机械设计的人体尺寸标准中,不同性别数据可根据这些百分位数加以组合。在本部分中,当考虑安全性问题时,也需要第 1 百分位数和第 99 百分位数。

如果数据是按性别分开的,则男性和女性的基本数据都宜提供。最理想的是,人体模型的各部位尺寸可以分别调整,包括百分位数和绝对值。但对实际应用来说,设计者可能只需要少量的预设人体尺寸选项,以反映平均尺寸和极限尺寸。

然而,从统计数据中确定百分位数存在一些先天性缺陷,特别是涉及到极限的百分位数时。所有体

段都具有相同百分位数值的小人体模型和大人体模型是无法构建的。例如,P5 和 P95 的人体模型通常与 P5 和 P95 的身高相匹配,这使得所有身高路径上的垂直测量项的偏差要小得多,如:头高、颈高、躯干长和下肢长(见图 A. 1)。用户宜通过以下方式来调整人体模型的人体测量数据:确定关键尺寸;将关键尺寸设为特定的第 5 百分位数或第 95 百分位数的值;让非关键尺寸落入能与身高保持一致的区间内。实际上,厚度和宽度测量项的 P5 或 P95 的值可以与身高的 P5 或 P95 的值组合在一起,但这样的组合体在实际情况中很少见(如小且瘦,大且重)。



a——头发高度的修正;  
b——鞋子高度的修正。

图 A. 1 普通百分位数人体模型的问题

实际上,如需准确测定腿部空间或坐高,至少需要两个不同类型适当的人体极值尺寸(P5 和 P95):

- 具有 P5 身高和 P5 腿长的 P5 人体模型;
- 具有 P5 身高和 P5 坐高的 P5 人体模型;
- 具有 P95 身高和 P95 腿长的 P95 人体模型;
- 具有 P95 身高和 P95 坐高的 P95 人体模型。

此外在确定最小空间时,还需要一些可选的体型,如瘦体型、平均体型或大体型。

为确定关键尺寸,可能还需要一些由极值尺寸组合而成的人体模型。一个典型的例子是,当设计带桌面的工作站时,就需要由最大腹厚和最小上臂长组合而成的人体模型,用它来指示在桌子边缘伸手可及的最短距离。由最小腹厚和最大下肢长组合而成的人体模型则可用于指出腿部空间的最大深度(见 ISO 14738)。在特定应用中,可能需要分别确定人体各个体段的尺寸,如它们的长度、宽度和厚度。

A. 5.3 多元选项

当一个设计情境有多个不同的人体测量学上的约束(如坐高、坐姿眼高、坐姿肘高和坐姿膝高)时,开发者宜考虑多元化方法。

A. 6 人体测量数据的有效性和准确度

人体测量数据的有效性和准确度在很大程度上决定了计算机人体模型的有效性和准确度。对于许

多关注人群都有他们标准姿势下的人体测量数据,但仍缺乏非关注人群的数据,而且在很大程度上数据是过时的。就像生物力学建模所需的数据一样,目前建立细致的人体表面模型所需的人体数据尚不存在。实际上,常常只能估计所需的参数。

#### A.7 影响准确度的其他因素

影响人体模型静态和动态准确度的其他因素包括人体表面建模的粗糙程度(如:多面体或椭球体),内部结构(骨骼,肌肉或脂肪组织)的表征,以及特殊服装和装备等。

#### A.8 一体化方式、模块化设计和开放性系统架构

人体模型系统软件的结构体系在很大程度上影响人体模型系统对用户特定需求服务的好坏,也会影响到特定应用中控制人体测量准确度的可能性,以及人体模型与其整体功能的准确性。目前主要有两种方案可供选择:一体化的方式或模块化的方式。一体化的方式(早期的典型应用)提供了一个整体框架,将功能和数据连接在一起。在这种方式下,不可能只改变其中一项而不影响到其他项的内部工作。这意味着不易于定义人体模型及其系统的特性和功能,很难追踪所用的人体测量和生物力学数据。模块化的方式则将人体模型分解成易于管理的元素,这些元素可由适当领域的专家来进行设计和控制。

一个模块化的人体模型系统由各自独立并相互兼容的软件对象组成,这些软件对象经组合后可在工作空间和设备的设计与评估中模拟人的行为。功能模块的实例包括人体模型结构组成部分(如手、足、颈)、人体模型的生成、人体模型的定位或姿势与运动的控制、视觉、力量、平衡、服装和个人装备等。模块化软件设计允许独立开发和维护人体模型的功能,能够针对应用有选择地增强人体模型系统的组件,这些应用需要更高的准确度或专门的数据,例如头盔的设计或假肢的开发。

开放性的系统架构具备标准化的、公开的接口定义。这种方式提供了相应的模块用以定义可互换的功能,并且这功能独立于任何特定的开发工具、集成工具、测试工具、维护工具或支持工具。开放性的系统架构促进了各专业支持者间的合作。由于经济上的原因,对于人体模型系统的供应商来说,开发和支持这些特定数据及功能算法是困难的,有时甚至是无法实现的。

建议本部分的应用宜通过真人的实际测试进行确认。

参 考 文 献

- [1] GB/T 15706.2—2007 机械安全 基本概念与设计通则 第2部分:技术原则(ISO 12100-2:2003,IDT).
- [2] ISO 14738 Safety of machinery-Anthropometric requirements for the design of workstations at machinery.
- [3] GB/T 23699 工业产品及设计中人体测量学特性测试的被试选用原则(GB/T 23699—2009,ISO 15537:2004,IDT).
-



中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
人类工效学 计算机人体模型和人体模板  
第 1 部分：一般要求

GB/T 23702.1—2009/ISO 15536-1:2005

\*

中国标准出版社出版发行  
北京复兴门外三里河北街16号  
邮政编码：100045

网址 [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)

电话：68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
各地新华书店经销

\*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 22 千字  
2009年7月第一版 2009年7月第一次印刷

\*

书号：155066·1-38255 定价 18.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换  
版权专有 侵权必究  
举报电话：(010)68533533



GB/T 23702.1-2009